

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emine KAYA

**ERKEN BİTKİ GELİŞME AŞAMASINDA KURAKLIK VE TUZLULUK
STRESLERİNE TOLERANS BAKIMINDAN FASULYE GENOTİPLERİNİN
TARANMASI**

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ERKEN BİTKİ GELİŞME AŞAMASINDA KURAKLIK VE TUZLULUK
STRESLERİNE TOLERANS BAKIMINDAN FASULYE GENOTİPLERİNİN
TARANMASI**

Emine KAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 14/01/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....

Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Danışman

.....

Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA
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.2009.YL61

Bu çalışma ayrıca “UNDP MDG-F1680, Screening and saving of local vegetables for their resistance to drought and salinity” isimli proje ile de BM tarafından desteklenmiştir.

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERKEN BİTKİ GELİŞME AŞAMASINDA KURAKLIK ve TUZLULUK STRESLERİNE TOLERANS BAKIMINDAN FASULYE GENOTİPLERİNİN TARANMASI

Emine KAYA

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman : Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Yıl : 2011, Sayfa : 213

Jüri : Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN

Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA

Doç. Dr. Fikret YAŞAR

Bu çalışmada, 81 adet farklı fasulye genotipinin kurak ve tuzluluğa tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amaçlanmıştır. Tuz ve kuraklığa yüksek tolerans gösteren fasulye genotipleri üreticilere önerilebileceği gibi ilerde ıslah çalışmalarında gen kaynağı olarak da kullanılabilecektir.

Bitkiler, “substrat kültürü” tekniği ile vermikulit ortamında yetiştirilmiştir. Fasulye genotiplerinin tuz stresine tepkilerini ortaya çıkarmak için 200mM NaCl kullanılırken, kuraklık stresi kademeli su kesilerek oluşturulmuştur. Çalışmada, fasulye bitkileri tuz ve kurak streslerinin yanı sıra stres olmayan kontrol koşullarında da yetiştirilmiştir. Denemede 28 günlük erken gelişme aşamasındaki fasulye bitkileri ile çalışılmış, verime kadar gidilmemiştir. Farklı fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklığa tolerant olanlarını belirlemek amacıyla bir seri morfolojik ve fizyolojik ölçümler ve analizler yapılmıştır. Bunlar; 0-5 skalasına göre genotiplerde semptomatik zararlanmanın puanlandırılması, yeşil aksam taze ve kuru ağırlıkları, kök taze ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, bitki boyu, yaprak alanı, membran zararlanma indeksi, SPAD-klorofil metre okumaları, yaprak oransal su içeriği, yaprak su potansiyeli, yaprak osmotik potansiyel, stoma geçirgenliği, yaprak sıcaklığı, yeşil aksam ve kökte Na, K, Ca ve Cl analizleridir. İncelenen tüm parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresindeki bitkilerde kontrol bitkilerine göre oluşan % değişimler hesaplanmıştır. Ayrıca parametrelerin birbirleriyle olan ilişkileri araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda, incelenen fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık streslerine tepkileri bakımından geniş bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir. Seksen bir farklı fasulye genotipi tuz ve kuraklığa tolerant, orta düzeyde tolerant ve hassas olarak sınıflandırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fasulye, kuraklık stresi, NaCl stresi, tolerans, tarama

ABSTRACT

MASTER THESIS

SCREENING OF THE BEAN GENOTYPES FOR THEIR TOLERANS TO SALINITY AND DROUGHT STRESSES AT THE EARLY PLANT GROWTH PHASE

Emine KAYA

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION**

Supervisor :Assoc. Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
Year: 2011, Pages: 213
Jury : Assoc. Prof. Dr. H. Yıldız DAŞGAN
: Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA
:Assoc. Prof. Dr. Fikret YAŞAR

In this study, salinity and drought responses of the 81 bean genotypes have been investigated under the early plant growth phase. The goal of the work was the determination of tolerance levels of the bean genotypes. The bean genotypes with high tolerance level can be suggest to the growers and also can be used as genetic material in breeding programs in the future. The plants have been grown in vermiculite by “substrate culture” technique. The bean genotypes have been grown with 200mM NaCl for salinity stress and irrigation was stopped gradually for drought stress. Control plants without stress have also been grown. Young plant stage (28 days old plant) was used for screening studies and plants were not been grown until fruit stage. In order to identified tolerance and susceptible bean genotypes some morphological and physiological measurements and analysis have been realized; 0-5 scale evaluation for the symptomatic appearance of the plants, shoot fresh and dry weights, root fresh and dry weights, leaf number per plant, leaf area, SPAD chlorophyll meter reading, membrane injury index, leaf relative water content, leaf water potential, leaf osmotic potential, stomata conductance, leaf temperature, Na, K, Ca and Cl concentrations of the shoot and root samples. All these parameters’ differences in salinity and drought stresses via control have been calculated. Also the relationships among the parameters have been investigated.

At the end of the study, large variations have been determined in bean genotypes for their salinity and drought responses. Eighty-one bean genotypes have been classified; tolerant, mild tolerant and susceptible. In general okra plants sometimes have been shown similar responses in saline and drought conditions, however, salinity stress more severe than drought stress.

Key Words: Bean, NaCl stress, drought stress, tolerance, screening

TEŞEKKÜR

Çalışmaktan büyük keyif aldığım ve bu çalışma konusunu seçmemde bana destek veren, çalışmalarım süresince bilgi, öneri, deneyim ve görüşlerini her zaman benimle paylaşan, yüksek lisans tez programımın yürütülmesi esnasında çalışmalarımı izleyip yön veren ve meslek hayatım boyunca her zaman örnek alacağım değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. H. Yıldız DAŞGAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Denemenin kurulması ve yürütülmesinde desteğini benden esirgemeyen büyük emeklerini gördüğüm, birlikte çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum, katkılarını ve yardımlarını her zaman almaya devam edeceğim sevgili hocam Sayın Dr. Şebnem KUŞVURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezi jüri üyelerinden Prof. Dr. Saadet BÜYÜKALACA'ya ve Doç Dr. Fikret YAŞAR'a tecrübeleri ve fikirleriyle tezime katkıda bulundukları için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalar sırasında desteklerini gördüğüm Zir. Müh. Sinem KÜÇÜKKÖMÜRCÜ, Zir. Müh. Mahmut BAYRAM, Arş. Gör. Mahmut Can HIZ, Zir. Müh. Yelderem AKHOUNDNEJAD'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, UNDP Projesinde görev alan yüksek lisans ve lisans öğrencilerine, serada bitkilerin yetiştirilmesi sırasında desteğini gördüğüm arazi çalışanı Şükrü TÜRKMEN'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programına (UNDP)'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımın başından itibaren yanımda olan, varlıkları ile bana her daim büyük güç veren, bana her zaman büyük bir sabır içerisinde destek olan, maddi ve manevi yardımlarını benden esirgemeyen aileme, varlıkları bana en büyük yaşam kaynağı olan sevgili babam Av. İsmet KAYA, sevgili annem Cavidan KAYA ve çalışmalarım sırasında da desteğini gördüğüm canım ablam Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Arş. Gör. Mümine KAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	9
2.1. Bitkilerde Tuz Stresi.....	9
2.1.1. Toprakta Tuzluluğa Neden Olan Faktörler	9
2.1.2. Sulama Sularında Tuzluluk	10
2.1.3. Bitkilerde Tuz Stresi ve Ortaya Çıkan Zararlar	13
2.1.4. Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Mekanizmalar.....	18
2.1.5. Tuza Toleransın Belirlenmesine Yönelik Kullanılan Parametreler..	21
2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresi.....	24
2.2.1. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri.....	25
2.2.2. Kuraklık Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları.....	29
2.2.3. Kuraklık Stresinde Kullanılabilecek Parametreler	30
3. MATERYAL ve METOD.....	35
3.1. Materyal.....	35
3.2. Metod	37
3.2.1. Denemenin Kurulması	37
3.2.2. Besin Çözeltileri Kompozisyonu	39
3.2.3. Tuz Uygulamalarının Yapılması	39
3.2.4. Kuraklık Uygulamalarının Yapılması.....	40
3.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler	44
3.3.1. Skala ile Genotiplerin Görsel olarak Değerlendirilmesi.....	44
3.3.2. Bitki Boyunun Belirlenmesi.....	46

3.3.3. Yaprak Sayısının Belirlenmesi.....	46
3.3.4. Yaprak Alanının Belirlenmesi.....	46
3.3.5. Bitki Yeşil Aksam ve Köklerinin Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi	47
3.3.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi	47
3.3.7. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi (Membran Injury Index) – (%).....	48
3.3.8. Yeşil Aksamda ve Köklerde Mineral Element Analizleri	50
3.3.9. Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi	51
3.3.10. Yaprak Sıcaklığının Belirlenmesi.....	52
3.3.11. Yaprak Stoma Geçirgenliğinin Belirlenmesi	52
3.3.12. Yaprak Ozmotik Potansiyelinin Belirlenmesi.....	53
3.3.13. Klorofil SPAD metre Okumaları.....	54
3.3.14. İklim Değerlerinin Kaydedilmesi	55
3.3.15. Verilerin Değerlendirilmesi	56
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	57
4.1. 0-5 Skalası.....	57
4.2. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Bitki Boyunda Ortaya Çıkan Değişimler.....	61
4.3. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonunda Yaprak Sayısında Ortaya Çıkan Değişimler	65
4.4. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam Yaş Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler.....	68
4.5. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam Kuru Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler.....	72
4.6. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök Yaş Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler.....	76
4.7. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök Kuru Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler.....	80
4.8. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Klorofil Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler	84

4.9. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Alan Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler	88
4.10. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Oransal Su İçeriği Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler	92
4.11. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanması Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	97
4.12. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam Cl Konsantrasyonlarında Ortaya Çıkan Değişimler	101
4.13. Tuz Stresi Sonucunda Kök Cl Konsantrasyonlarında Ortaya Çıkan Değişimler	105
4.14. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	108
4.15. Tuz Stresi Sonucunda Kök Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	112
4.16. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam K Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	116
4.17. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök K Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	120
4.18. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	125
4.19. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök Ca Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	130
4.20. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	134
4.21. Tuz Stresi Sonucunda Kök K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	138
4.22. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	141
4.23. Tuz Stresi Sonucunda Kök Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler	145

4.24. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Su Potansiyelinde Ortaya	
Çıkan Değişimler	149
4.25. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Sıcaklığında Ortaya	
Çıkan Değişimler	153
4.26. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Stoma Geçirgenliğinde Ortaya	
Çıkan Değişimler	156
4.27. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Ozmotik Potansiyelinde	
Ortaya Çıkan Değişimler	160
4.28. Korelasyon Bulguları	164
4.29. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Dayanıklı ve Hassas Genotiplerin	
Belirlenmesi.....	173
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	179
KAYNAKLAR.....	183
ÖZGEÇMİŞ	213

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Dünya ve Türkiye’de taze ve kuru fasulye üretim miktarları ve alanları	7
Çizelge 2.1. Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerlerine göre tuzluluk derecesi	10
Çizelge 2.2. Sulama sularının içerdikleri tuz yoğunluğuna göre sınıflandırılması	11
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerinin kod numarası, adı ve ilk temin edildiği yer bilgileri.....	35
Çizelge 3.2. Tez çalışmasında fasulye bitkilerini substrat kültüründe yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları..	39
Çizelge 3.3. Deneme boyunca her gün ölçülen drenaj miktarı	41
Çizelge 4.1. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında skala değerleri.	59
Çizelge 4.2. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında bitki boyu değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	63
Çizelge 4.3. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak sayısı değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	66
Çizelge 4.4. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam yaş ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	70
Çizelge 4.5. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam kuru ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	74
Çizelge 4.6. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök yaş ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	78

Çizelge 4.7. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök kuru ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	82
Çizelge 4.8. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında klorofil SPAD-metre değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	85
Çizelge 4.9. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak alanı değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	90
Çizelge 4.10. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları.....	95
Çizelge 4.11. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak hücrelerinde membran zararlanması (MII) değerleri (MII kontrol verileri ile birlikte hesaplandığı için ayrıca kontrol verileri sunulmamaktadır)	99
Çizelge 4.12. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksamda Cl değerleri ve kontrol koşullarına göre tuz stresinde meydana gelen değişim oranları.....	103
Çizelge 4.13. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında kök Cl değerleri ve kontrol koşullarına göre tuz stresinde meydana gelen değişim oranları.....	106
Çizelge 4.14. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksam Na değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	109
Çizelge 4.15. Fasulye genotiplerinde tuz stresi altında kök Na değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları.....	114
Çizelge 4.16. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam K değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	117

Çizelge 4.17. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök K değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	123
Çizelge 4.18. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam Ca değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	128
Çizelge 4.19. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök Ca değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	131
Çizelge 4.20. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksam K/Na oranları ve bu oran bakımından kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim	135
Çizelge 4.21. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında kök K/Na oranları ve bu oran bakımından kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim	139
Çizelge 4.22. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksam Ca/Na oranları ve bu oran bakımından kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim	143
Çizelge 4.23. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında kök Ca/Na oranları ve bu oran bakımından kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	147
Çizelge 4.24. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak su potansiyeli değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	151
Çizelge 4.25. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak sıcaklığı değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	154
Çizelge 4.26. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında stoma geçirgenliği değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	158

Çizelge 4.27. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak ozmotik potansiyeli değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları	162
Çizelge 4.28. Kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri	168
Çizelge 4.29. Kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri	169
Çizelge 4.30. Tuz altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri	170
Çizelge 4.31. Tuz altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri	171
Çizelge 4.32. Çalışmada incelenen parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyon değerleri	172
Çizelge 4.33. Tuz stresi sonucunda fasulye genotiplerinin toleranslık düzeyleri ..	174
Çizelge 4.34. Kuraklık stresi sonucunda fasulye genotiplerinin toleranslık düzeyleri	175

Şekil 3.1. Tohum ekimi yapılmış vermikulit içeren saksılardaki 3 yapraklı aşamaya gelen bitkilerin görünümü.....	38
Şekil 3.2. Serada kurulmuş kuraklık, tuzluluk ve kontrol denemelerinin görünümleri.....	42
Şekil 3.3. Serada kurulmuş kuraklık, tuzluluk ve kontrol denemelerinin görünümleri.....	43
Şekil 3.4. 0-5 skalasına örnek bitkilerin görünümü.....	45
Şekil 3.5. Yaprak alanı ölçüm cihazında bitkilerin yaprak alanının belirlenmesi..	46
Şekil 3.6. Yaprak oransal su içeriğinde turgor ağırlığının belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış yaprakların saf su içerisinde bekletilmesi	48
Şekil 3.7. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi için disklerin alınması ve disklerde EC değerlerinin belirlenmesi	49
Şekil 3.8. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında element okumaları..	50
Şekil 3.9. Basınç çemberinde yaprak su potansiyelinin belirlenmesi.....	51
Şekil 3.10. Yaprak sıcaklığının ölçülmesi	52
Şekil 3.11. Porometre ile stoma geçirgenliğinin belirlenmesi	53
Şekil 3.12. Ozmometre ile yaprak ozmotik potansiyelinin belirlenmesi.....	54
Şekil 3.13. SPAD metre ile genotiplerin klorofil miktarının belirlenmesi	54
Şekil 3.14. Deneme boyunca kaydedilen haftalık minimum, maximum ve ortalama sıcaklık değerleri.....	55
Şekil 3.15. Deneme boyunca kaydedilen haftalık nem değerleri.....	55
Şekil 4.1. Dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü.....	176
Şekil 4.2. Orta Dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü	177
Şekil 4.3. Duyarlı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü	178

SİMGELER VE KISALTMALAR

m² :Metrekare

mg :Miligram

g :Gram

µl :Mikrolitre

ml :Mililitre

L :Litre

mmol :Milimol

mM :Milimolar

% :Yüzde

YOSİ :Yaprak Oransal Su İçeriği

MZİ (MII) :Membran Zararlanma İndeksi – Membran Injury Index

EC :Elektriksel İletkenlik

dS/m :Tuzluluk birimi (Decisiemens)

NaCl :Sodyum Klorür

CaCl :Kalsiyum Klorür

Ca :Kalsiyum

P :Fosfor

Na :Sodyum

N :Azot

K :Potasyum

Mg	:Magnezyum
LF	:Yıkama Oranı
pH	:Power of Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
Ca(NO ₃) ₂	:Kalsiyum Nitrat
KNO ₃	:Potasyum Nitrat
RWC	:Relative Water Content (Bağıl Su İçeriği)
MII	:Membrane Injury Index
PEG	:Polyethylene Glycol (Polietilen Glikol)
GA ₃	:Giberellik Asiti
SK	:Sulu Koşullar
KK	:Kuru Koşullar
EK	:Erken Kuraklık
GK	:Geç Kuraklık
YOSK	:Yaprak Oransal Su Kapsamı
YSP (Ψ_w)	:Yaprak Su Potansiyeli
MPa	:MegaPascal
Y.A.Y.A.	:Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı
Y.A.K.A.	:Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı
Kök Y.A.	:Kök Yaş Ağırlığı
Kök K.A.	:Kök Kuru Ağırlığı
Y.A.	:Yeşil Aksam

1. GİRİŞ

Biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisi altında bitkilerde ortaya çıkan değişimler stres olarak ifade edilmektedir. Başka bir tanımlama ile stres, önemli fizyolojik ve metabolik değişmelere yol açmak suretiyle bitkilerde büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz şekilde etkileyen, üründe nitelik ve niceliğin yitmesine, bitkinin ve bitki organının yaşantısını yitirmesine neden olan değişimlerdir. Bitkilerin normal gelişme seyrini ve fizyolojik olaylarını etkileyen, yavaşlatan veya durduran tüm çevre etmenleri de stres faktörleri olarak adlandırılmaktadır. Stres faktörleri, cansız çevre etmenlerinin bitkide yapmış olduğu stres yani abiyotik stres faktörleri ve canlı çevre etmenlerinin bitkide yapmış olduğu stres yani biyotik stres faktörleri olarak sınıflandırılmıştır (Taiz ve Zieger, 2002).

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 (Kuşvuran, 2010).

Kuraklık ve tuzluluk dünyada tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır (Boyer, 1982).

Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yeraltı suyuna karışan çözünebilir tuzların yüksek taban suyuyla birlikte kapillarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve buharlaşma sonucu suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölümünde birikmesi olayıdır (Ergene, 1982; Kwiatowsky, 1998, Kara, 2002).

Toprak tuzluluğu, kurak ve yarı kurak bölgelerde daha çok ortaya çıkmakla birlikte aşırı sulama yapılan ve drenaj sorunu olan bölgelerde de ortaya çıkmaktadır (Flowers, 1999). Tuzluluk sorunu hem Dünya’da hem de ülkemizde sürekli artış göstermektedir (Anon, 1978; Cachorro ve ark. 1994; Özdemir ve Engin, 1994).

Tüm dünyada sulanabilir alanların yaklaşık % 33’nün tuzla etkilenmiş olduğu 1975 yılında Carter tarafından ileri sürülmüştür. Blum (1984) ise, dünya üzerinde

tarımda kullanılabilir alanların sadece % 10'unun her hangi bir çevresel stres etmeni ile karşı karşıya kalmadığını; % 26 oranında en fazla karşılaşılan stres faktörünün kuraklık olduğu, % 20'lik bir oranla bunu tuz stresine maruz kalan alanların takip ettiğini kaydetmiştir. Bu değerlendirmeden 10 yıl sonra yapılan bir başka açıklamada, dünyada tarım yapılan toprakların yaklaşık % 40'ının tuzluluk tehdidi altında olduğu ifade edilmiştir (Serrano ve Gaxiola, 1994).

Türkiye 1.5 milyon ha alanda tuzluluk problemi ile savaşılmaktadır. 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; Kuşvuran 2010).

Toprakta bulunan çözünebilir tuzların miktarı, bitkinin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan miktarın üzerine çıktığında sorunlar ortaya çıkmaya başlar. Toprak tuz içeriği arttıkça bitkinin su alımı kısıtlanır. Tuz konsantrasyonu, kullanılabilir su potansiyelini düşürmeye yetecek kadar olduğunda (0,5-1,0 bar) bitki strese girer ki, bu da tuz stresi olarak adlandırılır (Levitt, 1980).

Tuzluluğun zararlı etkisini azaltmak, tuz birikimi nedeni ile ortaya çıkan verimlilik kaybını geri çevirmek ve yeniden canlandırılmış topraklar elde etmek için kaliteli su, enerji ve dikkatli bir toprak yönetimi bileşenlerinden oluşmaktadır. Tuzluluk sorunu denildiğinde en fazla zararlı etkiyi yapan ve en yaygın olan iyonlar olan Na ve Cl iyonlarının toprakta yüksek düzeyde bulunması anlaşılmaktadır (Munns ve Termaat, 1986).

Tuzluluk sorununa neden olan bileşikler; klorürler (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2), sülfatlar (Na_2SO_4 , MgSO_4), nitratlar (Na_2NO_3 , KNO_3), karbonatlar ve bikarbonatlar (CaCO_3 , Na_2CO_3 , NaHCO_3) ve boratlardır. Ancak genelde toprak tuzluluğu ve tuz stresi denildiğinde NaCl 'ün varlığından söz edilmektedir (Munns ve Termaat 1986). Toprak çözeltisinde NaCl oranı % 0,5'ten daha fazla ise bu topraklar tuzlu topraklar olarak nitelendirilmektedir (Blum, 1984).

Tuz baskısı koşullarında yetişen bitkiler iki sorunla karşı karşıyadırlar. Bunlardan ilki, toprak çözeltisindeki yüksek tuz miktarına bağlı olarak osmotik basıncın artması ve toprak su potansiyelinin düşmesi, diğeri ise Cl ve Na gibi zararlı

iyonların yüksek konsantrasyonu ve iyon konsantrasyonlarında dengesizliktir (Erdal ve ark., 2000).

Bitkilerde görülen tuz stresi, NaCl tuzu başta olmak üzere genellikle sodyum tuzları nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Tuzluluk bitkinin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür (Levitt, 1980).

Bitkilerin tuza dayanıklılığı türe, gelişme periyoduna, tuzluluk konsantrasyonu ve ortam sıcaklığına göre değişmektedir (Elkoca ve ark., 2005).

Son yıllarda, bitkilerin tuzluluğa dayanıklılık mekanizmasında “iyon dengesi (regülasyonu)” çok önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Sodyum birikmesinin kontrol altına alınması, yapraklardaki K^+/Na^+ ve Ca^{+2}/Na^+ oranlarının yüksek olması, tuzluluğa dayanıklılık konusunda önemli olmaktadır (Cuartero ve Fernández-Muñoz, 1999; Al-Karaki, 2000; Daşgan ve ark., 2002).

“Tuz toleransı”, bitkilerde farklı biçimlerde kendini gösterebilmektedir. Levitt (1980)’in açıkladığı iki farklı mekanizma, daha sonraki yıllarda Marschner (1995) tarafından da geliştirilerek anlatılmıştır. Buna göre, eğer bir bitkide tuzdan sakınım (*exclusion*) ve tuzu kabullenme (*inclusion*) mekanizmalarından birisi iyi gelişmiş ise, bu bitki genotipinin tuza toleransı yüksek olmaktadır (Kuşvuran ve ark., 2008b).

Bitkilerin tuzlu koşullarda Na^+ iyonu yerine K^+ veya Ca^{+2} iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek K/Na ve Ca/Na oranları, tuza tolerant genotip seçimlerinde kullanılabilecek güvenilir bir parametre olarak literatürde belirtilmektedir (Muhammed ve ark., 1987; Maathuis ve Altmann, 1999).

Kuraklık, tarımsal üretimi etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Boyer, 1982; Kuşvuran ve ark., 2008a). Hızla artan dünya nüfusu, sanayi ve yerleşim bölgelerinden çıkan sera gazları ile çevre ve atmosferin büyük miktarda kirlenmekte ve küresel ölçekte havanın ısınma eğilimi de giderek artmaktadır (Kadıoğlu, 2007). İklim bilimcilerin verilerle ortaya koyduğu küresel ısınma, kaçınılmaz bir gerçek olarak karşımızda durmaktadır (Kuşvuran ve ark., 2008a). İklim 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).

Yaklaşık olarak son 150 yıldır gittikçe artan ve aşırı miktarda tüketilen petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtları ve arazi örtüsündeki değişimler nedeniyle, büyük miktarda zararlı gaz ve parçacıklar atmosfere salınmaktadır. Bunların sonucu olarak, atmosferdeki ozon (O_3)’u seyrelten kloroflorokarbon (CFC) gazları ve karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) ile diazot monoksit (N_2O) gibi sera gazlarının miktarlarında önemli artışlar olmuştur. Bu artışlardan dolayı atmosferde kuvvetlenen sera işlemi de beraberinde günümüzdeki küresel iklim değişimi ve küresel ısınma problemini ortaya çıkartmıştır (Kadioğlu, 2007).

“Küresel ısınma” atmosferde artan sera gazlarının potansiyel etkilerinden sadece birini ifade eden bir terimdir (Kadioğlu, 2007).

Küresel ısınmayı, atmosferde sera gazlarının (CO_2 , CH_4 , N_2O vb.) konsantrasyonlarının artmasıyla bu moleküllerin güneş ışınlarını hapsederek yeryüzü sıcaklığını yükseltmesi olarak tanımlanabilir. Güneşten, gezegenimizin yüzeyine ulaşan kısa dalgalı radyasyon, ışıktan ısıya dönüşmek suretiyle dünyayı ısıtır. Yeryüzü, bu radyasyonun bir kısmını uzun dalgalı kızılötesi ışın olarak uzaya geri yansıtır. Bu uzun dalgalı kızılötesi ışınların büyük bölümü uzaya geri dönerken, bir bölümü dünya atmosferinde su buharı, karbondioksit ve metan gibi sera etkisi yaratan gaz molekülleri tarafından soğurulur ve atmosferde hapsolür, böylece dünyanın yüzeyi ve atmosfer, olması gerekenden daha sıcak bir hal alır. Moleküller cam görevi yapar ve ısınan hava dünya atmosferi içerisinde kalır. Bu olay, güneş ışınlarıyla ısınan ama içinde ısıyı dışarıya bırakmayan seralara benzetildiğinden dolayı doğal sera etkisi olarak bilinir (Korkmaz, 2007).

Küresel sıcaklıklardaki artışlara bağlı olarak, dünya ölçeğinde hidrolojik döngüde önemli değişiklikler, kara ve deniz buzullarının erimesi, deniz seviyesi yükselmesi, iklim kuşaklarının yer değiştirmesi gibi, ekolojik sistemleri ve insan yaşamını doğrudan etkileyecek önemli değişikliklerin oluşacağı beklenmektedir (IPCC, 1996; Türkeş ve ark., 1999).

Türkiye, küresel ısınmanın potansiyel etkileri açısından, riskli ülkeler arasında yer almaktadır. Küresel ısınmadan dolayı oluşacak iklim değişiklikleriyle,

özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı ekolojik bozulmalardan ülkemizin olumsuz etkileneceği belirtilmektedir (Öztürk, 2002). Yağışlardaki uzun süreli azalma eğilimleri ve belirgin kurak koşullar, özellikle 1970'lerin başından başlayarak, subtropikal kuşağın ve Türkiye'yi de içerecek bir biçimde Akdeniz Havzası'nın önemli bir bölümünde de etkili olmuştur. Türkiye'nin birçok bölgesinde etkili olan kuraklık olaylarının ve su sıkıntısının, yalnız tarım ve enerji üretimi açısından değil, sulamayı, içme suyunu, öteki hidrolojik sistemleri ve etkinlikleri içeren su kaynakları yönetimi açısından da kritik bir noktaya ulaştığı gözlenmiştir. (Türkeş, 2008). Yağışların azalması ve su kaynaklarının sınırlanması kuraklığı da beraberinde getirmektedir (Anonymous, 2009).

Kuraklık, genel anlamda 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 evapotranspirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones, 1992; Kozlowski ve Pallardy, 1997).

Kuraklık genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki tipe ayrılabilir:

1. 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.

2. Kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek potansiyele sahip olan aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir. Genel bir kural olarak, kurumaya duyarlı vasküler bitkilerin çoğunda vejetatif doku, % 30'un altındaki oransal su kapsamında iyileşme sürecine giremez (Smirnoff, 1993).

Kuraklığı genel ilkeler içerisinde, ağır (ivegen, akut) kuraklık, sürekli (kronik) kuraklık ve fizyolojik kuraklık şeklinde üçe ayırmak mümkündür (Eriş, 1990). Ağır veya akut kuraklık kuvvetli güneşlenme ve rüzgârdan ileri gelir. Kronik kuraklık ise toprakta taban suyunun düşmesi sonucu görülür. Toprakta yeterli suyun

bulunmasına karşın çeşitli sebeplerden ötürü bitkinin bu sudan faydalanamayışı fizyolojik kuraklık olarak tanımlanır (Çırak ve Esendal, 2006).

Bitkinin normal gelişme ve büyümesi, nitelik ve bol bir ürün vermesi için toprak çözeltisinde su potansiyelinin bitki hücrelerinin su potansiyelinden daima büyük olması gerekir. Bitkinin transpirasyon ile yitirdiği su miktarı aldığı su miktarından fazla olması durumunda, bitki organları arasında su alabilmek için rekabet başlar ve bitkinin farklı organları arasındaki su potansiyeli gradienti bozulur ve bitki su eksikliği stresine girer (Daşgan, 2009).

Kurak şartlar altında yapraklarda meydana gelen morfolojik değişimler, genelde transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmaya; köklerde oluşan morfolojik değişimler ise topraktaki suyu daha yüksek bir kuvvetle absorbe etmeye yöneliktir. İlk olarak kuraklık stresi altında kök gelişimi hızlanır ve kökün gövdeye oranı artar. Kurak şartlarda fotosentez yavaşlar ve bunun sonucu olarak filiz gelişimi zayıflar. Fotosentez ürünlerinin büyük bölümü kök gelişimi için köklere taşınır. Böylece kök gelişimi hızlanır ve kökün gövdeye oranı artar. Kuraklık stresi altında bitkide fotosentez büyük oranda azalmaktadır. Fotosentez kabiliyeti o bitkideki total yaprak alanı ve her yaprağın fotosentez aktivitesi ile belirlenir. Kuraklık stresi ile total yaprak alanı azalmakta ve dolayısıyla fotosentez yavaşlamaktadır (Çırak ve Esendal, 2006).

Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler, hücre turgorlarını koruyabilmek için hücreleri içinde bazı organik çözeltileri biriktirmek suretiyle ozmotik potansiyellerini düzenlemeye çalışırlar (Çırak ve Esendal, 2006).

Kuraklık stresi toprakta kullanılabilir suyun azalması, suyun transpirasyon ve evaporasyon sonucu kaybolması ile meydana gelmektedir. Değişen yağış rejimlerinin de etkisi ile topraklarda oluşan kuraklık ve beraberinde getirdiği tuzluluk, bitkisel üretimi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır (Annan, 2000). Küresel ısınmanın iklim değişikliği etkileriyle birlikte artan dünya nüfusunun gelecekte beslenme ve giyinme gereksiniminin sağlanması amacıyla tuzluluğa toleran, kurağa toleran ve daha az su ihtiyacı bulunan bitki genotiplerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Sankar ve ark., 2008; Shao ve ark., 2006).

Fasulyenin kökenini bazı araştırmacılar Hindistan, bazı araştırmacılar ise Avustralya ve Afrika olarak bildirmiştir. Ancak en son olarak fasulyelerin kökeninin Amerika olduğu ileri sürülmüş ve kabul edilmiştir. Kültür fasulyesinin yabancı formunun tam olarak bilinmemekle birlikte Meksika ve Orta Amerika'daki tek veya çok yıllık sarılıcı formların olduğu tahmin edilmektedir. Bodur formlarda yabancı fasulye bulunmamakta olup, mutasyon sonucu ortaya çıktığı belirtilmektedir. Meksika'da çok eski yıllardan beri fasulye tarımının yapıldığı saptanmıştır. Fasulye Amerika'nın keşfinden sonra İspanyollar tarafından Avrupa'ya getirilmiş buradan da Asya'ya geçirilmiştir. Ülkemizde fasulye tarımının diğer yemeklik baklagillerden sonra başladığı ve yaklaşık 200 yıldan beri kültürünün yapıldığı tahmin edilmektedir (Anlarsal, 2005).

Orta Amerika kökenli bir sebze türü olan fasulye dünyada çok geniş yayılma alanı bulmuştur (Madakbaş ve ark., 2006).

Fasulye insan gıdası olarak dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli fabaceae türüdür. Kültürü yapılan diğer fasulye türleri arasında % 90 ağırlıkla *Phaseolus vulgaris* L. yetiştiriciliği yapılmaktadır (Graham ve Ranalli, 1997).

Dünya toplam fasulye üretim alanı 26 milyon hektar civarında olup, üretim miktarı ise 19.7 milyon ton kuru fasulye ve 6.8 milyon ton taze fasulye olarak toplam 26.5 milyon ton dolaylarındadır (FAO, 2009). Türkiye'de toplam fasulye yaklaşık 169 bin hektar alanda yetiştirilmekte ve bu alanda yaklaşık 181 bin tonu kuru fasulye, 603 bin tonu ise yeşil fasulye olmak üzere toplam yaklaşık 785 bin ton dolaylarında üretim gerçekleştirilmektedir (Çizelge 1.1.).

Çizelge 1.1. Dünya ve Türkiye'de taze ve kuru fasulye üretim miktarları ve alanları (FAO, 2009)

	Üretim Alanı (ha)		Üretim Miktarı (ton)	
	Taze Fasulye	Kuru Fasulye	Taze Fasulye	Kuru Fasulye
Türkiye	72.000	97.451	603.653	181.205
Dünya	960.272	25.211.468	6.814.403	19.723.330

Dünya taze fasulye üretim alanı ve üretim miktarı bakımından Çin 243 bin hektar alanda yaklaşık 2.7 milyon ton üretim ile ilk sırayı almaktadır. Çin'den sonra 142 bin hektar alanda yaklaşık 880 bin ton üretim ile Endonezya gelmektedir.

Türkiye dünya üretimi ve ekiliş alanı bakımından bu iki ülkeden sonra üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2009).

Diğer türlerle kıyaslandığında, baklagiller tuzluluğa en hassas grup içinde yer almakta ve fasulye'nin tuza en hassas türlerden olduğu bilinmektedir (Ashraf, 1994).

Bir tür içerisindeki genetik çeşitlilik, tuzluluğa dayanıklılık çalışmaları için çok değerli bir olanak sunmaktadır. Fasulye (*Phaseolus vulgaris*, L.), tüm dünyada yetiştiriciliği yaygın olarak yapılan önemli ürünlerden birisidir ve tuzluluğa karşı oldukça duyarlıdır (Marchner, 1995). Birincil anavatanı olmamakla birlikte ülkemiz fasulye ve börülcedeki genetik zenginlik bakımından önemli ülkelerden biridir (Daşgan ve ark., 2006).

Fasulye yetiştiriciliği yapılan arazilerdeki gözlemler, farklı fasulye genotiplerinin tuzlu ve su kısıtlı koşullarda yetiştiriciliğinde bitki vegetatif büyümesi, bakla ve dane verimliliğinde önemli farklılıkların olduğunu göstermektedir. Aynı tür içerisinde var olan bu farklılık, genotiplerin tuzluluğa ve kuraklığa adaptasyon mekanizmalarındaki farklılıklar ile ilişkili görülmektedir (Costa França ve ark., 2000).

Burada sunulan tez çalışmasında, fasulye türüne ait çoğunluğu ülkemizin farklı bölgelerinden toplanan bir koleksiyonun içinden, daha önceden tuza tolerans düzeyleri üzerinde yapılan bir çalışmanın sonuçları da göz önünde bulundurularak (Koç, 2005), seçilen fasulye genotiplerinin kurak ve tuzluluğa tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Bitkilerde Tuz Stresi

2.1.1. Toprakta Tuzluluğa Neden Olan Faktörler

Bitkisel üretimde gerekli temel unsurlardan olan toprak ve su, içerdikleri yoğun tuz miktarları nedeniyle zaman zaman sorun olmakta ve yetiştiriciliği sınırlandıran en önemli faktörler arasında yer alabilmektedir. Toprak tuzluluğu, yağışın az olduğu kurak ve yarı kurak ekolojilerde sıkça rastlanan bir stres kaynağı olup, genellikle toprakta fazla miktarda NaCl birikimini ifade etmektedir (Nui ve ark. 1995, Marschner 1997).

Topraktaki tuzluluk, toprağı oluşturan ana maddeden, yani kayalardan ve bunların zaman içerisinde ayrışmasından ileri gelebileceği gibi, daha yüksek arazilerden yıkanarak taşınma yoluyla veya yüksek taban suyundan kaynaklanabilmektedir (Anonymous 1978).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde evapotranspirasyon ve kılcal su hareketi yoluyla taban suyunda biriken çözünebilir tuzların toprak yüzeyine taşınması; deniz kıyısına yakın arazilerde sulamanın taban suyunun pompalanması yoluyla yapılması sonucu su kaynaklarının içine deniz suyunun dolması, böylece sulama suyuna deniz suyunun karışması; tarım yapılan alanlarda yeterli drenajın sağlanamaması; özellikle seralarda monokültür yetiştiricilik, yoğun ticari gübre kullanımı ve hatta yine kıyı bölgelerde denizden esen nemli ve tuzlu rüzgârlar yoluyla toprak tuzluluğu ortaya çıkabilmektedir (Epstein ve ark. 1980, Quamme ve Stushnoff 1983, Sevgican 1999, Aktaş 2002).

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).

Dinç ve Şenol (1997), doyumluk çamuru süzüğünde 25°C’de ölçülen iletkenliğe (dS/m) göre toprak tuzluluğunu sınıflandırmışlardır. Buna göre 0-2 dS/m arasındaki topraklar ‘tuzsuz’, 2-4 dS/m olan topraklar ‘çok az tuzlu’, 4-8 dS/m olan topraklar ‘az tuzlu’, 8-16 arasındakiler ‘orta tuzlu’ ve 16 dS/m’den fazla değerde bulunanlar ise ‘çok tuzlu’ olarak nitelendirilmektedir (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. 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

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

2.1.2. Sulama Sularında Tuzluluk

Tuzluluk sorunu, bazen toprak kökenli olmayıp sulama suyundan kaynaklanabilmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak ekolojilerde gerçekleştirilen tarımsal üretimde, çoğu zaman sadece yağışlarla karşılanamayan su gereksinimi, sulama yapılarak karşılanmaktadır. Sulama suyu olarak kullanılabilecek tüm yüzey ve yer altı sularında az veya çok miktarda çözünmüş tuzlar bulunmaktadır. Sulama sularının içerdikleri tuz miktarına göre yapılan sınıflandırmada altı ayrı su tipi tanımlanmıştır (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. 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	>45000	Deniz suyu

İyi kaliteli olarak tanımlanan bir sulama suyunda 100-1000 g/m³ NaCl bulunduğunu bildiren Marschner (1995)'in bu ifadesini değerlendiren Karanlık (2001), bir hektarlık tarım alanının yılda 10000 m³ sulama suyu ile sulanması durumunda en iyi koşullarda 1 ile 10 ton tuzun toprağa ekleneceğini ileri sürmektedir. Bu yaklaşım da göz önüne alındığında tuzlanma sorununun ne kadar önemli bir boyutta ele alınması ve kalıcı çözümler bulunması yönünde çalışmaların yapılması gerektiği açıkça görülmektedir.

Erözel (1993), sulama suyu kalitesinin kuru fasulye verimine etkisi üzerine iki yıl süreyle yürüttüğü tarla denemesinde T₁= 0.51, T₂= 1.5 ve T₃= 2.5 dS m⁻¹ düzeyinde tuzlu sular uygulamış ve bu konular için dekar başına sırasıyla 139 kg, 129 kg ve 118 kg tane verimi almıştır. T₁ konusuna göre T₂ ve T₃ konuları için alınan oransal verim % 93 ve % 84.90 olmuştur.

Yurtseven ve ark. (2002), tuzlu şartlarda farklı azot uygulamalarının fasulye üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada, artan tuzlulukla birlikte verimin önemli oranda azaldığını belirlemişlerdir. Sulamalarda 0.25, 1.50 ve 3.0 dS m⁻¹ düzeylerinde tuzlu sular uygulanmış ve sırasıyla 192.9, 162.5 ve 101.5 g saksı⁻¹ verim almışlardır. Söz konusu araştırmada kontrol konusuna göre 1.5 ve 3.0 dS m⁻¹ tuzlu sulama suları için verim sırasıyla % 15.6 ve % 47.3 oranında azalma göstermiştir. Bu araştırmada meyvelerde P ve Na birikiminin tuzluluktan etkilenmediği, N ve K birikimin artan tuzlulukla azalma gösterdiği, buna karşın Ca birikiminin arttığı bildirilmiştir. Aynı denemeden alınan yaprak örneklerinde Kesmez

ve ark. (2007), tarafından yapılan analizler sonucunda ise yaprak K, Mg, Na, P ve Ca birikiminin tuzluluktan etkilenmediği, N alımının artan tuzlulukla azaldığı belirlenmiştir.

Ünlükara ve ark. (2008a), yaptıkları bir araştırmada her sulamayla birlikte ve farklı oranlarda yıkama yapılması durumunda toprak tuzluluğunda ve mineral madde içeriğinde oluşacak değişimleri incelemişler ve farklı yıkama oranlarının fasulye verimine ve çeşitli organlarındaki mineral madde birikimine etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen denemede, saksılarda yetiştirilen fasulyeler 4 farklı yıkama oranı ($LF_1=0$, $LF_2=0.15$, $LF_3=0.30$ ve $LF_4=0.50$) dikkate alınarak sulanmıştır. Sulamalar, 2.5 dS m^{-1} düzeyinde CaCl_2 ve NaCl tuzlarıyla hazırlanmış olan tuzlu suyla gerçekleştirilmiştir. Toprak tuzluluğu artan yıkama oranıyla birlikte azalma gösterirken, verim de artan yıkamayla birlikte artmış ve $LF=0.30$ 'un üzerindeki yıkamalar için azalma eğilimi göstermiştir. LF_1 , LF_2 , LF_3 ve LF_4 uygulamaları sonucu sırasıyla 78.0, 114.9, 141.6 ve 127.0 g saksı-1 kadar verim alınmıştır. Toprak tuzluluğu sulama suyu tuzluluğuna göre LF_1 , LF_2 , LF_3 ve LF_4 için sırayla 3.4, 2.0, 1.7 ve 1.2 kat artış göstermiştir. Toprak saturasyon çözeltisinde Mg/Ca oranı artan yıkamayla birlikte azalmıştır. Artan yıkama oranı sürgün ve meyvede P içeriğinin artmasına, sürgünlerde Ca ve Mg içeriğinin, sürgün ve meyvede N içeriğinin düşmesine neden olmuştur.

Güngör ve ark. (1993), sulama suyu tuzluluğunun soya kimyasal bileşimi üzerine etkisi isimli çalışmada 0.6, 1.5, 2.5 ve 5.0 dS/m tuz içerikli sularda deneme yapmışlardır. Sulama suyu tuzluluğu ile soya verimi arasındaki ilişki incelendiğinde verimi etkileyen en önemli faktörün sulama suyu tuzluluğu olduğunu görmüşlerdir.

Yurtseven ve ark. (1999), turp bitkisinde farklı sulama suyu tuzluluğu uygulamalarının verim parametrelerine etkisi isimli çalışmalarında yumru ve gövde verimlerinin her ikisinin de tuzluluk artışı ile azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Tuzluluğun yumru çapı üzerine etkisinin 1.5 dS/m düzeyinden itibaren, yumru boyu üzerine etkisinin 2.5 dS/m düzeyinden itibaren başladığını görmüşlerdir.

2.1.3. Bitkilerde Tuz Stresi ve Ortaya Çıkan Zararlar

Bitkilerde görülen tuz stresi genellikle sodyum tuzlarından ve özellikle NaCl tuzundan kaynaklanmaktadır. Doğada bitkiler tuza tolerans bakımından iki grupta toplanmaktadır: Halofitler (tuzcul bitkiler) ve glikofitler (yüksek tuz yoğunluklarından etkilenen ve zarar gören bitkiler). Halofitler; tuz bitkileridir ve tuzun yüksek konsantrasyonlarında gelişebilmektedirler. Yeryüzünde sadece az sayıda bitki türü sadece tuzlu koşullarda yaşayabildiği halde tuz seviyesinin düşük olduğu koşullarda yaşayamamaktadır. Obligat halofit olarak bilinen ve sadece yüksek tuz bulunduran koşullarda yaşayan deniz börülcesi (*Salicornia herbecea*) ve kara pazı (*Atriplex vericaria*) dışında, diğer bir grup halofit bitki ayıkulağı (*Aster atripalium*) ve sinir otu (*Plantago vericaria*) gibi düşük tuz seviyelerinde de normal gelişmelerini sürdürebilmektedir. Yüksek bitkilerin hemen tamamı glikofit bitkiler kapsamında yer almaktadır ve yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamamaktadır (Levitt 1980, Ellialtıoğlu ve Tıprıdamaz 1998).

Tuz zararı bitkilerde farklı belirtilerle kendini gösterebilmektedir. Tuzluluk, bitkinin morfolojisi ve anatomisini de kapsayan tüm metabolizmasını etkileyen bir faktördür (Levitt 1980).

Toprak çözeltisindeki tuz konsantrasyonu arttığında ve su potansiyeli azaldığında, bitki hücrelerinin ozmotik potansiyeli düşer ve bitki hücrelerinin bölünmesi ya da uzaması birden yavaşlar. Bu stres koşulları altında genellikle stomalar kapanır ve sonuç olarak fotosentez azalır. Stres koşullarının devam etmesi halinde bitki büyümesi tamamen durabilir (Ashraf 1994).

Tuz stresine maruz kalan bitkilerde genel olarak karşılaşılan farklılıklar arasında kök, gövde ve sürgün uzunluğunda azalma; bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma; yaprak alanı ve sayılarında azalma; klorofil miktarında azalma; verimde meyve tat ve renklerinde bozulma kaydedilmektedir. Bitki uzun süre tuzluluk stresi altında kaldığında, yaşlı yapraklarda iyon toksisitesi ve su noksanlığı, genç yapraklarda ise karbonhidrat noksanlığı ve buna bağlı belirtilerin ortaya çıktığı kaydedilmektedir (Greenway ve Munns 1980, Franco ve ark. 1993, Sivritepe 1995, Tıprıdamaz ve Ellialtıoğlu 1994, 1997).

Güneş ve ark. (1996), tuz stresi uyguladıkları biber bitkilerinde tuzluluğun kuru madde ağırlığında azalmaya neden olduğunu, büyüme ve gelişmenin engellendiğini bildirmişlerdir.

Tuzluluk bitki gelişmesini üç temel prensip çerçevesinde engellemektedir: iyon toksisitesi (Na ve Cl); ozmotik stres; beslenme bozuklukları (Greenway ve Munns 1980, Läuchli 1986, Munns ve Termaat 1986, Yeo ve ark. 1991). Marschner (1995), önceki açıklamaların ışığında bazı yeni yaklaşımlarla tuz stresinin bitki büyümesi üzerindeki sınırlayıcı etkisini üç grup altında değerlendirmiştir:

1. Su eksikliği (su stresi),
2. Na^+ ve Cl^- iyonlarının fazla miktarda alınması nedeniyle oluşan iyon toksisitesi,
3. İyon taşınımında ortaya çıkan dengesizlik nedeniyle hücre içindeki sıvının mineral yapısının ve Ca^{++} dengesinin bozulması.

Tuz stresi altındaki bitkilerde stomalar kapatılmakta, yaprak alanları da küçültülerek transpirasyon azaltılmaya çalışılmaktadır. Böylece bitki, su kaybını en aza indirmek ve topraktan su ile birlikte yüksek miktardaki tuzu almayı engellemeye gayret etmektedir. Yaprak alanındaki azalmanın yanında birim alandaki CO_2 fiksasyonu da azalmaktadır. Bütün bunlara, yükselen respirasyon eşlik eder. Yaşamak için yoğun enerji sarf eden bitki, daha az fotosentez yaparak harcadıklarını yerine koyamadığı için gelişme ve büyüme geriler. Tuz stresi altında net CO_2 fiksasyonunun azalması; su noksanlığı, stomaların kapanışı, apoplastta tuzun birikmesi ve mezofil hücrelerinin turgoru kaybetmesi veya tuz iyonlarının doğrudan toksisitesi nedeniyledir (Karanlık 2001).

Tuzlu koşullarda sodyumun yanı sıra en fazla miktarda bulunan iyon olan klor; tüm bitkiler için yaşamsal öneme sahip bir element olduğu halde, Na iyonu sadece halofit bitkiler (Munns ve Termaat 1986) ve bazı C_4 bitkileri için (Johnson ve ark., 1988) önemli bir element olarak değer taşımaktadır. Bitkiler normal koşullarda genellikle % 0.004-2 oranında Na içermektedir (Bergmann 1992). Tuz stresine neden olacak tuzluluk konsantrasyonlarında, bitkilerin ihtiyaç duydukları miktarın çok üzerinde Na ve Cl iyonu bulunmaktadır (Tunçer 2007).

Sodyum, bitkide hem floem, hem de ksilem içerisinde hareket edebilme olanağına sahip bir element olarak bilinmektedir (Marschner 1997). Bohra ve Döffling (1993), tuz stresinde bitkinin kök bölgesinde iyon dengesinin bozulduğunu; artan miktardaki sodyum alımının, diğer mineral maddelerin alımı ile rekabete girerek beslenme noksanlığına yol açtığını bildirmektedir. İyon dengesizliğinin ve köklerde hücre zarı geçirgenliği bozulmasının bitkinin beslenme rejimini etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel bazı elementlerin alımını önlediği, bunun da fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olacağı ileri sürülmektedir (Villora ve ark., 1997).

Yapraklarda artan Na konsantrasyonu fotosentez ve transpirasyonu olumsuz yönde etkilerken, Na ve K iyonlarının antagonistik etkisi nedeniyle K eksiklikleri ortaya çıkmaktadır (Romero ve ark., 1997).

Yüksek tuz konsantrasyonları, bitkinin Ca^{++} alımını ve taşınımını azaltmakta, Ca^{++} yetersizliği ve bitkide iyon dengesizliğine neden olmaktadır (Cramer ve ark. 1986, Huang ve Redman 1995). Kalsiyum, tuz stresinde bitki açısından olumlu etkiye sahip bir elementtir. Yüksek dozda dışsal Ca^{++} uygulaması, hücre zarının Na^+ iyonuna karşı geçirgenliğini azaltmaktadır. Bu şekilde sodyumun pasif alımla hücre içinde ve bitkide birikmesi önlenmektedir (Hoffman ve ark. 1989, Whittington ve Smith 1992).

Alfocea ve ark. (1993), değişik domates çeşitlerinin tuza tolerans durumlarını, iyon seçici özellik yönünden inceledikleri araştırmalarında tuza duyarlılığın, Na^+ ve Cl^- iyonlarının toksik etkileri ve buna bağlı olarak beslenme bozukluğunun ortaklaşa etkisiyle ortaya çıktığına işaret etmektedir. K^+ ve Ca^{+2} alımının artması sayesinde, bitki büyümesinin tuzlu ortamda olumlu etkilendiğini; ancak bazı çeşitlerde K^+ ve Ca^{+2} karşı seçicilik özelliği bulunmasına rağmen, yine de tuzdan etkilendiklerini belirten araştırmacılar, tuza toleransın sadece seçici iyon alımıyla açıklanamayacak bir mekanizma olduğunu ifade etmektedirler.

Caines ve Shennan (1999), domateste $CaCl_2$ ve $NaCl+CaCl_2$ tuz uygulamaları yapıldığında kök ağırlığı ve uzunluğu değerlerinin tuzluluktan en fazla etkilenen ve azalan parametreler olduğunu belirlemişlerdir.

Romero-Aranda ve ark. (2001), *L. esculentum* kùltivarlarıyla yaptıkları çalışmada, 2 ay süre ile 35 ve 70 mM NaCl stresi uygulanan domates bitkilerinin stoma iletkenliğinde önemli bir azalma bulmuşlardır. Benzer şekilde Sekmen ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl stresi uygulanan domates fidelerinin stoma iletkenliğinde önemli bir azalma görmüşlerdir.

Biber bitkisinde yapılan bir çalışmada, ortamdaki tuz miktarının artmasıyla bitkinin almış olduğu kalsiyum miktarında düşme, verimde azalma olduğu bildirilmektedir (Aktaş, 2002). Yapılan bir diğerk çalışmada, pamuk bitkisinde su kùltürü ortamındaki besin çözeltilisine NaCl eklenmesiyle iyon aktivitesinin önemli derecede etkilendiğı ve kök büyümesinin engellendiğı, fakat ortama Ca^{+2} eklenmesinin tuzlu koşullar altında kök gelişmesini olumlu yönde etkilediğı belirlenmiştir (Brugnoli ve Lauteri 1991).

Çiçek ve Çakırlar (2002), çalışmalarında tuz stresine maruz bırakılan mısır bitkisinde, bitki boyu, nispi su içeriğı ile toplam yaş ve kuru ağırlıklarda azalma saptarken, prolin, Na ve Na/K oranlarında artma rapor etmişlerdir. Yine Azevedo Neto ve ark. (2004) tarafından mısır bitkisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, tuz stresi ile ilişkili olarak yaprak ve köklerin Na içeriğı arttıkça potasyum (K) içeriğinin düştüğü, yaprak su potansiyeli ve transpirasyon yeteneğinin özellikle tuza hassas çeşitte bozulduğı bildirilmiştir.

Saied ve ark. (2005), Elsanta ve Korana çilek çeşitleri ile yapmış oldukları çalışmada 0,3 dS/m, 2,6 dS/m ve 5,1 dS/m elektrik iletkenliğine sahip tuz çözeltileri ile bitkileri sulamışlar ve etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, tuz çözeltilisinin uygulanmasının Koronada % 44'e ve Elsantada % 90'a kadar bitki gelişimini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, her iki çilek çeşidinde Na içeriğinin tüm tuz seviyelerinde 3 mg/g kuru ağırlığın altında olmasından dolayı çilek bitkisinin bir Na atıcı olduğı ileri sürülmüştür. Klor miktarının Elsantada en fazla yaprak sapında bulunmasına karşın, Koronada çiçek taçlarında ve köklerde tutulduğı da saptanmıştır. Tuz stresinin Koronada % 27'ye ve Elsantada % 74'e kadar meyve verimini azalttığı belirlenmiştir.

7 farklı konsantrasyonda hazırlanan artan tuzluluk seviyelerine (EC: 2.6-20.1 dSm-1) 12 farklı *Vigna unguiculata* genotipinin büyüme tepkilerini inceleyen bir

çalışmada ise, 2.6-20.1 dSm⁻¹ arasında değişen tuzluluğun fideciklerin yaprak alanı, yaprak kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığını anlamlı şekilde azalttığı bildirilmiştir (Wilson ve ark., 2006).

ZhiPing ve ark. (2008), Zaochun-hongyu karpuz çeşidinde yaptıkları çalışmada, hidroponik ortamdaki farklı tuz konsantrasyonlarının bitki büyümesi üzerine etkilerini; fide gelişimi sırasında, fotosentetik gaz değişim parametrelerini, membran geçirgenliğini ve prolin bileşiklerini incelemişlerdir. Sonuçlar göstermiştir ki, uygulamadan 9 gün sonra, 25 mmol/l NaCl karpuz fide gelişimini arttırmış, 75 mmol/l NaCl ise büyümeyi önemli şekilde engellemiştir. Yapraklarda fotosentetik pigmentlerin bileşimleri net bir şekilde artmış, 100 mmol/l'de ise en yüksek değere erişilmiştir. NaCl konsantrasyonunun artışı ile birlikte, net fotosentez oranı, stoma iletkenliği ve transpirasyon oranı azalmış ve daha düşük NaCl konsantrasyonu altında hücreler arası CO₂ konsantrasyonunun görünür bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. NaCl konsantrasyonunun artışı ile birlikte, yapraklarda membran geçirgenliği ve prolin içeriği artmıştır. Araştırma bulguları, NaCl stresinin karpuz yapraklarının fotosentezini önemli bir şekilde engellediğini göstermiştir. Düşük NaCl konsantrasyonu altında net fotosentez oranındaki düşüşün sebebi stomayla ilgili sınırlamalardır ve stomayla ilgili olmayan sınırlandırmaların temel nedeni ise yüksek tuzluluk altında fotosentez oranının düşmesidir.

Taffouo ve ark. (2008), karpuz, balkabağı ve su kabağında 0, 50, 100 ve 200 mM konsantrasyonlarında NaCl uygulamasını laboratuvar ve tarla koşullarında denemişlerdir. Laboratuvar koşullarında, fide büyümesi, bitki su içeriği ve mineral element miktarları tespit edilmiştir. Tarla koşullarında ise agronomik karakterlerin yanı sıra, klorofil içeriği, çiçeklenme zamanı, olgun meyve ağırlığı, tohum miktarı ve verim incelenmiştir. NaCl'nin düşük konsantrasyonu, agronomik parametrelere negatif etki yapmış ve bitki büyümesini azaltmıştır. Aynı zamanda karpuz ve balkabağında gövdedeki Na ve K içerikleri de azalmıştır. Yüksek tuz konsantrasyonlarında ise bitkilerde kloroz zararı dikkate değer oranda yüksek bulunmuştur. Su kabağında ise tuzluluktan etkilenme, karpuz ve bal kabağına göre daha az görülmüştür.

2.1.4. Bitkilerde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Mekanizmalar

Bitkiler, doğadaki her türlü biyotik ve abiyotik kökenli stres faktörlerine karşı bazı savunma mekanizmaları geliştirmekte, olumsuz koşullara uyum sağlayarak büyüme ve gelişmelerine devam etmeye çabalamaktadırlar. Tuzluluk stresi ile karşı karşıya kalan bitkilerde de genotipik özellikler çerçevesinde tepkiler oluşmakta, bazı bitki tür ve çeşitleri tuzluluktan az düzeyde etkilenirken, bazıları ise ölümcül biçimde zarara uğramaktadır. Genetik temellere dayanan bu tip farklı uyum yeteneklerinin yanı sıra herhangi bir bitkinin farklı gelişme dönemleri, tuzun cinsi, konsantrasyonu, uygulama süresi gibi faktörlerin de bitkilerin geliştirdiği savunma mekanizmaları üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Tunçer, 2007; Koç, 2005).

Bitkiler tuzdan sakınım mekanizması kapsamında, bünyeye giren Na iyonunu hücrelerden dışarıya pompalayarak tuzu bünyeden ihraç edebilmektedir. Na pompaları yardımıyla Na iyonlarının sitoplâzmadan dışarıya atılması, bitkideki Na miktarının tolere edilebilir sınırlar içerisinde kalmasını sağlamaktadır (Yang ve ark., 1990). Bu durumda tuzdan sakınımın sağlanmasında, pasif uzak tutmanın yanı sıra, enerji kullanımını gerektiren ihraç mekanizmasından da bahsetmek mümkündür (Hasegawa ve ark., 1986). Bir başka yöntem ise hızlı büyüme ile birim hacimde akümüle olan tuz miktarını azaltmak, diğer bir deyişle tuzu bünyede seyreltmektir. Hücrede biriken tuz iyonlarının vakuoller içerisine hapsedilerek plazmadan uzaklaştırılması da bitkiyi tuzun zararlı etkisinden koruyan bir başka mekanizmadır (Tattini ve ark., 1994).

Tuza tolerans gösteren bitkilerde ise tuzu kabullenme ve buna karşı uyum sağlamaya yönelik bazı düzenlemelerin bitki bünyesinde gerçekleştirilmesinden bahsedilebilir. Bitkiler, Na ve Cl iyonlarını köklerden, gövde ve yapraklara taşınımını kısıtlayarak tuza tolerans gösterirler (Tunçer, 2007).

Lahaye ve ark. (1971), fasulye bitkisinin yetişme ortamına 50 mM NaCl eklemiş ve bitkilerin köklerinde hasarlar oluştuğunu gözlemişlerdir. Ancak, besi ortamına uygulanan 0,1 mM kalsiyum, köklerin tuz zararından etkilenmesini önlemiştir. Yine aynı çalışmada, kalsiyum eklenmemiş besi ortamında, sodyumun yüksek oranlarda yaprakta biriktiği gözlenirken, kalsiyum eklenmiş besi ortamında

bu oran düşüş göstermiş ve hatta 3 mM'lık CaSO_4 eklenmiş besi ortamında yaprağa taşınan Na miktarı neredeyse kontrol bitkisine eşit miktarda bulunmuştur.

Arpa tuza toleransı oldukça yüksek olarak bilinen bir bitki türü olup, bu türde tuzun köklerden yeşil aksama gidiş aşamasında engellemeler bulunmakta, köklerdeki bariyerler sayesinde pasif alım ile bünyeye giren Na ve Cl iyonları yeşil aksama iletilmemektedir (Poljakoff –Mayber ve Gale 1975).

Nelson ve Paris (1984), adlı araştırmacıların kavunlarda tuz stresi konusunda yapmış oldukları araştırmada, çimlenme döneminde NaCl tuzluluğuna en iyi toleransı gösteren genotiplerin fide döneminde tuzdan çok çabuk etkilendiğini, ya da bu durumun tersinin gerçekleşerek çimlenme sırasında tuzluluktan olumsuz yönde etkilenen bazı genotiplerin fide döneminde tuza karşı daha yüksek bir tolerans sergilediklerini saptamışlardır.

Çeltik bitkisinin çimlenme ve olgunlaşma dönemlerinde tuza karşı duyarlılığı, fide dönemi, ürün vermeden önceki dönem, tozlanma ve döllenme döneminden daha fazladır (Fageria 1985, Khatun ve Flowers 1995). Yine aynı bitkide iklim koşulları da tuz toleransının ortaya çıkması üzerinde etkili olabilmekte, özellikle atmosferdeki nispi nem oranı, çeltik bitkisinin tuzluluğa karşı verdiği tepki üzerinde etki yapmaktadır (Asch ve ark., 1997).

Potasyum konsantrasyonunun bitki bünyesinde artması, bitkinin tuza dayanıklılığını arttırmaktadır (Hsiao ve Läuchli 1986). Ayrıca bitkinin sahip olduğu yüksek K^+/Na^+ oranının tuza dayanıklılıkla doğru orantılı olduğu bilinmektedir (Gorham 1990; Ashraf ve ark., 1997; Sherif ve ark., 1998).

Din ve ark. (2001), K^+/Na^+ oranının tuzluluğa bağlı olarak düştüğünü, tuza maruz bırakılan bitkilere yapraktan ve topraktan uygulanan potasyumun ise K^+/Na^+ oranını yükselttiğini bildirmektedirler. Helal ve ark. (1975), ile Shaaban ve ark. (2004)'da benzer sonuçları bildirmişlerdir.

Kaya ve ark. (2002a), yüksek NaCl (35 Mm) ve pH (8,5) şartlarında yetiştirdikleri Oso Grande, çilek çeşidinde yetiştirme ortamına ilave edilen K'nın etkisini araştırmışlardır. Bitkilere normal besin çözeltisi, normal besin çözeltisi + 35 mM NaCl ve normal besin çözeltisi + 35 mM NaCl + 3 mM K_2SO_4 uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca, iki pH seviyesi (5,5 - 8,5) denenmiştir. Sonuç olarak, yüksek

NaCl ve pH’da yetiştirilen bitkilerin normal besin çözeltisinde yetiştirilenden daha az kuru madde, meyve ve klorofil sahip olduğu besin çözeltisine ilave edilen K’nın klorofil, meyve ve kuru madde miktarının artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yüksek tuzun bitki gelişmesi üzerine zararlı etkisinin yüksek pH (8,5) şartlarında daha da belirginleştiği saptanmıştır. Membran geçirgenliğinin pH’nın 5,5’ten 8,5’e artması ve 35 mM NaCl ilavesiyle yükseldiği ve Na konsantrasyonunun artan NaCl ve pH ile fazlalaştığı tespit edilmiştir.

Kaya ve ark. (2002b) tarafından yapılan bir çalışmada, NaCl stresi altındaki çilek bitkilerine ilave Ca uygulamasının, NaCl’nin bitki gelişimi ve verim üzerine olan olumsuz etkisini azalttığı kaydedilmiştir.

Kaya ve ark. (2003), besin çözeltisi içerisinde yüksek NaCl (35 mM) uygulaması yapılan Oso Grande ve Camarosa çilek bitkilerinde ilave KNO₃ ve Ca(NO₃)₂ uygulamalarının tuz stresine etkileri araştırılmıştır. Gübre çözeltileri içerisine Ca(NO₃)₂ ve KNO₃ ilavesinin bitki ve meyvedeki tuzluluğun olumsuz etkilerini önemli derecede azalttığı belirlenmiştir.

Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine (membran geçirgenliği, nispi su içeriği, prolin, klorofil ve karotenoid miktarları ile yaprak ve köklerde makro elementler) kalsiyum (Ca), potasyum (K) ve magnezyumun (Mg) etkileri araştırılmıştır. Mısır bitkisine tuz ile ilave olarak verilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yapmış, tuzun olumsuz etkilerini kısmen hafifletmiştir. Prolin oranı tuz uygulamasıyla beraber artmıştır. Toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarları tuz uygulamasından olumsuz etkilenmiş ancak besin çözeltisine ilave edilen kalsiyum, magnezyum ve potasyumlu bileşikler tuzun olumsuz etkisini kısmen hafifletmiş, kontrol ve tuz grubuna göre iyileştirici etki yapmışlardır. Hasat sonrası, yapraklarda membran geçirgenliği (% EC) , bağıl su içeriği (% RWC) , prolin, klorofil ve karotenoid miktarları tayin edilmiş, yaprak ve köklerde makro element (N, P, K, Ca, Mg, Na) analizleri yapılmıştır. Ayrıca bazı bitki gelişim parametreleri (sürgün ve kök kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı) saptanmıştır (Yakıt ve Tuna, 2006).

2.1.5. Tuza Toleransın Belirlenmesine Yönelik Kullanılan Parametreler

Tuza tolerans bakımından bitki türleri ve hatta aynı tür içerisinde genotipler arasında farklılıkların bulunduğu daha önce de belirtildiği gibi birçok araştırma ile ortaya konmuş bir gerçektir (Dasgan ve ark., 2002; Tunçer, 2007; Dasgan ve Koç, 2009).

Picha (1986), küçük meyveli domateslerin, normal büyüklüktekilere oranla daha yüksek sukroz, indirgenmiş şekerler ve asitlere sahip olduğunu kaydetmiş; tuzluluk ile ilgili çalışan araştırmacılar da tuz toleransının bu özellikler ile açıklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Bitkilerde meyve şekli ve iriliği ile tuza tolerans arasında bir ilişkinin bulunduğu domatestede çalışan bazı araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Anastasio ve ark., 1987; Shanon ve ark., 1987).

Caro ve ark. (1991), yaptıkları çalışmada, kiraz domatesi (cherry tomato) olarak adlandırılan domateslerin, normal irilikteki meyvelere sahip domates çeşitlerine göre tuz stresine karşı daha dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir.

Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu (1994), domatestede tuz stresine karşı tolerans düzeyinin belirlenmesinde, çeşitli parametrelerin kullanım olanaklarını araştırdıkları bir çalışmada; yirmi adet kültür domates çeşidi (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ve iki yabancı türe (*L. peruvianum* ve *L. pimpinellifolium*) ait bitkileri kontrol ve 150 mM NaCl uyguladıkları tuz stresi ortamlarında yetiştirmişlerdir. Su kültüründe yapılan çalışmada incelenen parametreler arasında kuru madde stres indeks değeri ile kök hücrelerindeki iyon sızma ve ozmotik potansiyel arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Genotipler arasında tuza tolerans bakımından belirgin farklılıklar bulunmuş, Rio Grande VF12 çeşidi en yüksek toleransı gösterirken Apla F1 çeşidi tuza en duyarlı çeşit olarak belirlenmiştir.

Patlıcanda yürütülen bir başka araştırmada, altı değişik patlıcan çeşidinin tuza karşı gösterdikleri tolerans düzeyinin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. K 510, Antou Nasu ve Nepali Local patlıcan çeşitleri, denemede kullanılan diğer üç çeşide göre tuza daha yüksek tolerans göstermiştir (Tıpırdamaz ve Ellialtıoğlu 1997).

Cuartero ve Fernandez-Munoz'un (1999), çalışmalarında da domates bitkilerinde kök büyümesi sürgün büyümesine göre daha az etkilenmiş, gelişimin bütün evrelerinde tuz stresi altında büyüyen domates bitkilerinde kök/sürgün kuru ağırlık oranlarının kontrol bitkilerden daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

P. americana vegetatif klonlarının sürgün büyüme hassasiyetlerinin saptanabilmesi amacıyla çok sayıda vegetatif sürgün büyüme parametresi üzerine tuz stresi etkilerini (4 mM Na⁺ ve 6 mM Cl⁻ ile 18 mM Na⁺ ve 20 mM Cl⁻) inceleyen bir çalışmada, 4 vegetatif klonda yaprak büyüklüğü tuz stresi yoluyla farklı şekillerde etkilenirken, bunlardan özellikle 2 tanesinde stres altında maksimal yaprak büyüklüğündeki azalmayı teşvik eden görünümle karşılaşmıştır (Bernstein ve ark., 2001).

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. Araştırmacılar, 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.

8 farklı *H. vulgare* genotipinin tuza toleransını (3.4-59.3-133.3-216.6 ve 314.5 mM NaCl) inceleyen bir çalışmada, artan NaCl konsantrasyonları sürgün uzamasında anlamlı düşüşler ile sonuçlanırken, sürgün uzamasındaki azalmaların 59.3 mM NaCl konsantrasyonundan itibaren başladığı belirlenmiş, buna karşın kontrol bitkiler ile kıyaslandığında, 314.5 mM NaCl konsantrasyonu hariç, diğer tuz konsantrasyonlarında daha uzun kök boyları kaydedilirken, 314.5 mM NaCl konsantrasyonunda kök boyları yanında kök kuru madde üretiminde de şiddetli azalmalara tanık olunmuştur (Bağcı ve ark., 2003).

Pırlak ve Eşitken (2004), iki farklı çilek çeşidi (Fern ve Camarosa) üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, çeşitlere 3 farklı elektrik iletkenlik değerine sahip (2.0, 5.0 ve 7,5 mScm⁻¹) tuz uygulamışlardır. Elektrik iletkenliği değerindeki artışın çeşitlerin bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği ayrıca, gübre çözeltisi içerisindeki Na ve Cl konsantrasyonunun artışına paralel olarak bitkideki N, P ve K miktarının azaldığını; ancak prolin miktarının ise arttığını belirlemişlerdir.

Turhan ve Eriş (2004), Camarosa çilek çeşidi ile yaptıkları çalışmada, değişik konsantrasyonlardaki (0, 500, 1000 ve 2000 mg/l NaCl) tuz uygulamalarının bitkinin iyonik ve morfolojik kompozisyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, NaCl artışına bağlı olarak bitkide ciddi zararların olduğu, yapraklarda Na, Cl, Ca ve Mg artışına karşılık K ve P azaldığını saptamışlardır. Tuz uygulamalarının bitki kökünde Na ve Cl miktarını artırırken K ve Mg miktarını azalttığı, Ca ve P miktarına etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

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-sakınan (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).

NaCl tipi tuz stresi altında (4.0, 8.0 ve 12.0 dSm⁻¹) 4 ayrı *V. radiata* genotipini tuzluluk toleransı açısından değerlendiren bir çalışmada, bitki başına düşen toplam fotosentetik yaprak alanı genotipler arasında en az % 63, en fazla % 82 düzeylerinde azalma eğilimleri göstermiş, yeşil trifoliat yaprak sayıları ise tüm genotiplerde tuzluluktan en çok etkilenen parametre olarak bildirilmiştir (Ahmad ve ark., 2005).

Dölek (2009), değişik karpuz genotiplerinin tuz stresine tolerans düzeylerinin belirlenmesi konulu çalışmasında 15 farklı karpuz genotipini 75 ve 150 mM NaCl uygulayarak su kültürü koşullarında test etmiştir. Genotiplerin tuz stresine toleransı, yeşil aksam ve kök kuru madde üretimi, simptom skala dereceleri, sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum, (Ca) konsantrasyonları, K/Na ve Ca/Na oranlarıyla ilişkilendirilmiştir. Bunun yanında, yaprakların klorofil konsantrasyonları ve oransal su içeriklerindeki değişimler de incelenmiştir. Ancak, kullanılan parametreler içinde genotiplerin tolerans düzeylerini, simptom dereceleri ve yeşil aksam Na konsantrasyon değerleri daha güvenilir bir şekilde ortaya koymuştur.

2.2. Bitkilerde Kuraklık Stresi

Kuraklık yağış, sıcaklık, nem, evaporasyon, transpirasyon gibi belli başlı değişkenlere bağlı olarak gelişen bir olaydır. Genel olarak kuraklık yeryüzündeki çeşitli sistemlerce kullanılan doğal su varlığının, belli bir zaman sürecinde ve bölgesel ölçekte ortalamanın altında gerçekleşmesi sonucu ortaya çıkan su açığıdır şeklinde tanımlanmaktadır (Türkeş, 1990).

Kuraklık, dünyadaki tarım alanlarının büyük bir bölümünde bitkisel üretimi sınırlayan en önemli faktördür (Öztürk, 1998). Kurak ve yarı kurak iklimlerde, bitki gelişimini sınırlandıran en önemli etmen, kök bölgesinde bulunan yarayışlı suyun eksikliğidir (Falkenmark ve Rockström, 1993; Lal, 1991).

İklim değişikliğinin hızlandığı ve etkisini giderek arttırdığı günümüzde, su stresi üzerine yapılan araştırmalar gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır.

2.2.1. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri

Bitki hücrelerinden belirgin su yitimi gerçekleştiği zaman bitkide turgor kaybıyla kendini gösteren birincil stres mekanik etkidir (Levitt, 1980). Su kaybına bağlı olarak hücrede hacim azalır ve plazma membranı hücre duvarından ayrılarak yalnız plazmodezmler aracılığıyla ilişkisini sürdürür (plazmoliz). Gerilim altındaki plazma membranı ve tonoplastta gerçekleşen çökme, yırtılmalara yol açabilir (McKersie ve Leshem 1994) ve bu durum, zarlar üzerinde yerleşmiş olan hidrolitik enzimlerin serbest kalması ve dolayısıyla sitoplâzmanın otoliziyle sonuçlanabilir (Salisbury ve Ross 1992).

Hücre içeriğinin büyük bir kısmını oluşturması, taşıyıcı olması, hücresel reaksiyonlar ve işlevler için çözücü rolü oynaması gibi fonksiyonel özelliklerinden dolayı suyun, hücreden kaybı durumunda, normal regülasyon devam edemez ve metabolizma bozulur. Su kaybına bağlı olarak gerçekleşen iyon-birikimi, membran bütünlüğünün ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarak hücreye zarar verebilir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005).

Kuraklık sırasında fotosentezin gerilemesi büyük ölçüde iki nedene bağlı olarak gerçekleşmektedir; orta düzeydeki su noksanlığı koşulları altında stomaların kapanmasına bağlı olarak gerçekleşen stomatal sınırlamalar ve genellikle daha uzun süreli ve daha şiddetli streslerde ortaya çıkan stomatal olmayan sınırlamalar. Kuraklığa karşı oluşturulan en erken tepkilerden biri, kloroplastlara CO₂ difüzyonunu kısıtlayan stoma kapanması olayıdır (Lima ve ark., 2002; Muller ve Whitshitt 1996).

Kuraklık stresine bağlı olarak büyümede azalma, bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak alanı gibi parametrelerde azalma meydana geldiği birçok araştırmada bildirilmektedir (Anyia ve Herzog, 2004; Clavel ve ark., 2005; Mnasri ve ark., 2007).

Berenyi (1971), biber bitkisinde gerçekleştirdiği çalışmada, su stresinin biber bitkisinin meyve oluşumu üzerine etkisini incelemiştir. Su stresi koşullarında, biber bitkisinin çiçek ve meyve sayısının düştüğü ve meyvelerin küçük kaldığı tespit edilmiştir.

Lal (1981), Nijerya’da yaptığı çalışmada, su stresi koşulları yaratılarak manyok (*Manihot esculenta*) bitkisinin morfolojik ve fizyolojik özelliklerini incelemiştir. Su stresi koşullarında manyok bitkisinin gövde ve kökünün olumsuz etkilendiği ve yaprak alanının azaldığı tespit edilmiştir.

Biddington ve Dearman (1985), abiyotik streslerden biri olan mekanik stresin bitkilerde olan etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmalar; marul, kereviz ve karnabahar türünde gerçekleştirilmiştir. Mekanik stres olarak çalışmada, rüzgar ve yağışın etkisi tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu tür stres koşullarında sürtünme, sallama, eğme, değme gibi mekanik stres etmenleri etkileriyle birlikte saptanmıştır. Araştırmacılar, mekanik stres etmenlerinin karnabahar, marul ve kereviz sebzelerinin üzerinde de bitki taze ağırlığı, kuru ağırlığı ve yaprak alanının azalmasına sebep olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, marulda yaprakların eni ve boyunun azaldığı, taze ağırlığın olumsuz etkilendiği, kerevizde yaprak sapının incelendiği tespit edilmiştir. Bazı türlerde farklılık arz etmekle beraber; mekanik stresin, sebzelerin gövde ve yaprak sapı çapına, taze ağırlığa, klorofil düzeyine ve en önemlisi kuraklığa toleranslığı olumsuz olarak etkilediği saptanmıştır.

Shishido ve ark. (1992), Japonya’da, kavun bitkisinde gerçekleştirdikleri araştırmada, su gereksinimini tam ve yetersiz karşılayacak şekilde su uygulamışlardır. Araştırmacılar, topraktaki nem yetersizliğinden kaynaklanan gerilimin, fotosentetik özümleme oranını azalttığını, meyve olgunlaşmasını geciktirdiğini, ayrıca meyvelerdeki şeker miktarını da arttırmadığını saptamışlardır.

Kuraklık stresine maruz bırakılan sorgum bitkisinde, fotosentez, stomal hareket ve transpirasyonda azalma görülürken (Premachandra ve ark., 1990; Massacci ve ark., 1996), sorgumdaki net fotosentetik oran, stomatal davranış, yaprak su potansiyelinde azalma belirlenmiştir (Ackerson ve ark., 1980; Garrity ve ark., 1984; Massacci ve ark., 1996).

Tütün bitkisinde yapılan bir çalışmada kuraklık stresi sonucunda bitkilerin kuru ağırlıkların % 56 ile % 60 arasında değiştiği, iyi sulanan bitkilerde bu kaybın sadece % 20 olduğu belirlenirken kuraklık stresi ile fruktoz ve glikozun arttığı, hâlbuki sakaroz ve inositolde herhangi bir etkinin olmadığı tespit edilmiştir (Karakas ve ark., 1997).

İsmail ve Davies (1997), yaptıkları çalışmada, materyal olarak dört biber çeşidi ile biber türlerini kullanmışlardır. Bitkiler, su stresi altındayken, absisik asit, stomatal değişimleri ve su ilişkileri açısından araştırılmıştır. Sonuç olarak; çeşitler arasında farklılıklar gözlemlenirken, genotiplerde yaprak su içeriği değiştiğinde derhal stomaların kapandığı saptanmıştır.

Kaur ve ark. (1998), PEG ile oluşturulan kuraklık stresi altında nohutta çimlenme yüzdesi ve fide gelişiminin önemli derecede azaldığını, büyüme ortamına 3, 6, 9 ve 12 ppm dozlarında GA₃ uygulaması ile kontrolde % 58 olan çimlenme oranının % 88'e yükseldiğini vurgulamışlardır. Çalışmada, en etkili GA₃ dozunun 6 ppm olduğu ve bu dozun kök ve gövde uzunluğu ile kuru ağırlıklarını önemli derecede artırdığı belirtilmiştir. Aynı zamanda, GA₃'ün amilaz aktivitesini artırmak suretiyle nişastanın mobilizasyonunu artırdığını ve bu sayede stres şartları altında fide gelişiminin daha hızlı olduğunu ve erken çıkış sağlandığını açıklamışlardır.

Öztürk 1998, parsel örtülerinin kullanıldığı bir tarla denemesinde, kuraklığın "Doğu-88" kışlık buğday çeşidinin gelişmesi ve verimine etkisini incelemiştir. Sulu koşullar (SK), kuru koşullar (KK), erken kuraklık (EK), geç kuraklık (GK) ve tam kuraklık (TK) uygulamalarını içeren araştırma, Erzurum koşullarında yürütülmüştür. EK; SK'a göre birim alandaki tane sayısının % 44.4, 1000 tane ağırlığının % 6.9, tane veriminin ise % 40.6 oranında azalmasına neden olmuştur. GK'nın yeşil dokulardaki yaşlanmayı hızlandırması; daha kısa yeşil alan süresi (27.5 gün), daha düşük 1000 tane ağırlığı (3.8 g) ve tane veriminde azalma (% 24.0) ile sonuçlanmıştır. TK, SK'a göre birim alandaki tane sayısını % 54.9, tane ağırlığını % 19.9, tane verimini ise % 65.6 oranında azaltmıştır. Tane verimindeki varyasyon esas olarak uygulamaların birim alandaki tane sayısı üzerindeki etkisinden kaynaklanmıştır. EK başlıca birim alandaki tane sayısını, GK ise tane ağırlığını sınırlamıştır. EK'nın tane verimine olumsuz etkisi GK'a göre daha fazla olmuştur.

Boutraa ve Sanders (2001), sera koşullarındaki fasulye çeşidinde (Carioca ve Prince) su stresinin verim ve verim komponentleri üzerine etkilerinin araştırmışlardır. Bitkiler optimum koşullarda, çiçeklenme dönemi ve meyve (bakla) bağlama döneminde su stresinde yetiştirilmiştir. Araştırmacılar Carioca çeşidinin Prince'e göre kuraklığa daha dayanıklı olduğunu, her iki dönemde de uygulanan su

stresi bitkilerin gelişmelerini ve verim öğelerini (tane ağırlığı, bitkideki tane sayısı, bitkideki bakla sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu) olumsuz etkilemiştir.

Kaur ve ark. (2002), nohutta PEG ve NaCl ile sağlanan kuraklık ve tuz stresi altında tohum 24 saat süreyle mannitol (% 4) ve su uyguladıkları çalışmalarında; kuraklık stresi altında tohum uygulamaları ile uygulama yapılmayanlara göre fide gelişiminin arttığını, kök ve gövde uzunluğunda 3-4 kat, toplam ağırlığında ise 2-3 kat artış sağlandığını bildirmişlerdir. Çalışmada, tohum uygulaması ile amilaz, invertaz ve sukroz sentez aktivitelerinin arttığı, bu sayede fide gelişimi için daha fazla glukoz elde edildiğini vurgulamışlardır.

Mannan ve ark. (2002), marulun gelişimine ve verimine, dört farklı sulama düzeyinin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar, sulama aralıklarının bitki yüksekliği, yaprak sayısı, baş ağırlığı, baş büyüklüğü, kuru madde üretimi, yaprak alanı ve verime önemli derecede etki ettiğini belirlemişlerdir. Verim ve baş ağırlığının sulama sıklığıyla arttığı saptanmıştır. En büyük baş ağırlığı (369.67 g), en fazla bitki yüksekliği (27.0 cm), en büyük yaprak alanı (5.23 cm²), en fazla kuru madde ağırlığı (23.47 g), en fazla baş kalınlığı (15.67 cm), en geniş baş çapı (18.00 cm) ile en fazla toplam (2.52 t/ha) ve pazarlanabilir (1.64 t/ha) verim 7 günlük sulama aralığında tespit edilmiştir.

Yin ve ark. (2004), kuraklık stresinin gövde boyu, toplam ağırlık, kök/gövde oranı, kök kuru ağırlıklarının su stresi uygulanan ve iyi sulanan koşullarda önemli farklılıklar yarattığını, kurak koşullarda bu parametrelerde azalmalar meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Shubha ve Tyagi (2007), fasulyede gerçekleştirdikleri çalışmalarında, su stresi altındaki çalı fasulyesinin yaprak oransal su kapsamına, yaprak su potansiyeline, osmotik potansiyeline, klorofil düzeyine, çözünabilir şekerine ve tohum kalitesine fosforun etkilerini saptamışlardır. Araştırmacılar, su stresi altında fasulye bitkisinin YOSK, ozmotik basınç potansiyeli, klorofil değerleri ve tohum kalitesinin azaldığını, çözünabilir şeker miktarının ise arttığını tespit etmişlerdir.

Vermeulen ve ark. (2007), domateste gerçekleştirdikleri çalışmalarında, direkt bitki izleme yöntemleri kullanılarak, erkenci, verimli ve kaliteli ürün elde edilebileceğini tespit etmişlerdir. Çalışmada topraksız kültürde 8 domates çeşidi

materyal olarak kullanılmıştır. Kurak koşullara maruz bırakmak için, dört çeşidin besin solüsyonlarına 200 g/l oranında polietilen glikol 6000 ilave edilmiştir. Bu uygulamanın bitki içsel dolaşımında (besin-su) hemen fark edildiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, kullanılan kimyasalların, bitkiyi, stok suyunu kullanarak transpirasyona yönelttiğini saptamışlardır. Sonuç olarak, ana gövde çapının kurak koşullardan olumsuz etkilendiği, stomaların kapandığı durumda yaprak sıcaklığının yükseldiğini tespit etmişlerdir. Stres altında iken transpirasyonun kesilmesi, bitkinin serinlemesinin önüne geçmiştir.

2.2.2. Kuraklık Stresine Karşı Geliştirilen Uyum Mekanizmaları

Kuraklık stresi bitkilerde sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı indüklemektedir (Arora ve ark., 2002). Vejetatif dokularda kuraklık stresine karşı geliştirilen iki ana savunma mekanizması stresten kaçınma ve stres toleransıdır.

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

Babolola ve Fawusi (1980), Nijerya'nın Fireball ve İfe şehirlerinde yaptıkları çalışmada, hem sera koşullarında hem de açık tarla koşullarında farklı su seviyeleri uygulayarak iki domates çeşidinin verim ile su arasındaki ilişkilerini incelemişlerdir. Kurağa tolerant domates çeşitlerinde yaprak alanının nispeten az olduğu, daha güçlü kök sistemine sahip oldukları ve daha yüksek yaprak su potansiyeli (YSP) ve yaprak oransal su kapsamı (YOSK)'na sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Senaratna ve ark. 2000, yaptıkları çalışmada fasulye ve domateste kuraklık ve don stresine salisilik asit uygulamalarının bitkilerde toleransı arttırdığını bildirmişlerdir.

Türkan ve ark. (2005), polyethylene glycol (PEG) ile su eksikliği stresi oluşturarak, kuraklığa tolerans mekanizmalarını karşılaştırdıkları *P. vulgaris* ve *P. acutifolius* türlerinde, su eksikliği stresi altında, yaprak nispi su içeriği (Relative Water Content) ve stoma geçirgenliği (Stomatal Conductance) daha yüksek olan *P. acutifolius* türünün kuraklık stresine daha tolerant olduğunu bildirilmektedir.

Tari ve ark. (2008), fasulyede morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal açıdan kuraklığa toleranslığı kıyaslamışlardır. Bitkilerdeki ilk oluşan organlar grubunda suyun çekilmesi ve biyomasın yaşlı yapraklardan köklere hareketinden sonra kuru madde, taze bitki ağırlığı ve ilk yapraklardaki su potansiyelinin hızlı şekilde düşüş/azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Genotiplerin kurak şartlardaki genç yaprak ömrünün oldukça kısa sürdüğü, tolerant genotiplerde ise su potansiyeli ve fotokimyasal değişimler ile verim değerlerinin daha kontrollü bir şekilde değiştiği saptanmıştır. Tolerant genotiplerin ihtiva ettikleri enzimler sayesinde (peroxidase) morfolojik değişimlerinin de daha orantılı olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca, klorofil içeriği gibi fizyolojik değişimlerin tolerant genotiplerde biyokimyasal yapılarından dolayı daha düşük oranlarda gerçekleştiği sonucuna varmışlardır.

2.2.3. Kuraklık Stresinde Kullanılabilecek Parametreler

Al-Karaki ve ark. (1995), kurak ve yarı kurak bölgelerde bitkisel üretimin en önemli kısıtlayıcıları olarak toprak neminin ve fosforun yetersiz olmasını ifade etmiştir. Araştırmacılar, yapmış oldukları çalışmada iki farklı fasulye çeşidini kullanmışlardır. Fosfor ve su stresinin kök kuru miktarı, yaprak yüzeyi, kök hacmi, toplam kök uzunluğuna etkisi incelenmiştir. Buna göre kuraklığa dayanıklı çeşidin özellikle toplam kök uzunluğunda daha iyi değerler gösterdiği belirlenmiştir.

Su eksikliği stresi altındaki arpa bitkilerinde, nispi su içeriğinin (Relative Water Content-RWC), bitkinin biyomas üretimi ve dane verimi ile iyi bir korelasyon içerisinde olduğu bildirilmektedir (Teulat ve ark., 1997). Bitkilerin dane verimlerine

kadar gelişmesini beklemeden erken aşamada yapraklarda “nispi su içeriği” belirlenmesinin önemli bir parametre olabileceği bildirilmektedir.

Franca ve ark. (2000), sera koşullarında kuraklığın fasulye çeşitlerinde gelişme ve bitki su ilişkileri üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, 4 fasulye çeşidi (A320, Carioca, OuroNegro ve Xodo) su stresinde yetiştirilmiş ve adaptasyon mekanizmaları büyüme parametreleri, su statüsü, gaz alışverişi (stoma direnci) ile açıklanmıştır. Çeşitler arasında kuraklığa bağlı olarak büyüme oranı önemli farklılıklar göstermiştir. Düşük seviyedeki su stresinde ($\Psi_w = -0.60$ MPa) A320 çeşidinin stomalarını tamamen kapadığı, buna karşılık diğer çeşitlerin $\Psi_w = -0.90$ MPa’lık stres koşulunda stomalarını kapadığını ve net asimilasyon oranının tamamen stoma açıklığı ile ilgili olduğunu bildirmişlerdir. Carioca ve Ouro Negro çeşitlerinin yüksek su tutma kapasitesi, ve su stresinde verim yönünden diğer iki çeşitten daha iyi tolerans mekanizmasına sahip olduğunu, dayanıklı çeşitlerin (Carioca ve Ouro Negro) yaprak osmotik potansiyellerinin ve membran stabilitelerinin yüksek olduğu ve sonuç olarak aynı ekolojik koşullarda yetiştirilmelerine rağmen 4 farklı fasulye çeşidinin kuraklığa tolerans bakımından bir birine göre önemli düzeyde farklı tolerans mekanizmalarına sahip olduklarını ifade etmişlerdir.

Ribas ve ark. (2001), İspanya’da yaptıkları çalışmada, Piyonet-Piel de Sapo çeşidi kavunlara, su ihtiyacının % 125, % 100, % 75 ve % 50’sini karşılayacak şekilde su uygulamışlardır. Denemede yaprak gözenek dirençleri (stoma iletkenliği) ölçülmüştür. Sonuçta, değişik su uygulamalarının, büyüme mevsimi boyunca farklı gün ve zamanlarda ölçülen gözenek direncinde önemli farklılıklara neden olmadığı, fakat kısıtlı su uygulamalarının yaprak alan indeksi ve meyve verimini önemli düzeyde düşürdüğü tespit edilmiştir.

Gallardo ve ark. (2004), serada su stresi koşullarındaki kavun ve domates bitkisinde ana gövde çapını belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri bir çalışmada, su stresi koşullarını yaratmak için sulama aralığını kullanmışlardır. Domates bitkisi 9 gün, kavun bitkisi ise 10 gün aralıklarla sulanmıştır. Her iki bitki için de kontrol (tam sulama) konusu da bulundurulmuştur. Domates bitkisi geç meyve döneminde, kavun bitkisi ise meyve olgunluk döneminde su stresine maruz bırakılmıştır. Domateste ana

gövde çap ölçümleri, stoma iletkenliği ve fotosentez ölçümleri ile kavunda ise yaprak ve gövde su potansiyeli baz alınarak değerlendirilmiştir. Su stresi belirgin şekilde ana gövde çapını kısıtlamıştır. Su stresinde kavunda bitki boyu ve YSP'nin düşüş gösterdiği saptanmıştır.

Liu ve Stützel (2004), Çin ıspanağı (*Amaranthus dubius*) denilen gerek gövdesi haşlanarak gerekse yaprakları taze olarak tüketilmekte olan sebze çalışmalarını yürütmüşlerdir. Bu sebze yarı kurak bölgeler için umut verici bir C4 bitkisi olup, kuraklık stresine adapte olabilen yüksek besleyici özellikte bir bitkidir. Sıcaklık kontrolü sağlamış serada saksı denemesine alınan 4 çeşit Çin ıspanağında kuraklık stresi koşullarında toplam bitki biyoması, kök, gövde ve yapraklarda meydana gelen değişimleri izlemek için araştırma yapılmıştır. Kuraklık stresinde kök kuru ağırlığı artmış, yaprak alanı azalmıştır. Araştırmadan elde edilen bilgiler; kuraklığın, bitkinin su kaybeden ve su ayarlayabilen organlar arasındaki su oranı ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmacılar, özellikle tüm genotiplerde yaprak alanının düşüş gösterdiğini saptamışlardır.

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.

Htay Htay ve ark. (2005), Çin'de fasulyenin yerine kullanılabilen yeşil ve küçük fasulye olan mungo fasulyesinin üç çeşidinde kuraklık ve bitki dolaşım sistemindeki akışın sekteye uğrayarak meydana gelen stres koşullarındaki performanslarını araştırmışlardır. Araştırmada 3 çeşidin yetiştiriciliği, gelişimi, gaz alış verişi oranı ve klorofil düzeyleri araştırılmıştır. Çin'de yürütülen denemede çeşitlerin kuraklığa oldukça hassasiyet gösterdikleri tespit edilmiştir. Ancak Myanmar'da yürütülen çalışmada kuraklığa daha az hassasiyet kaydedilmiştir. Çalışmalarda, kurak parsellerin hızlı sulanmasından sonra fotosentez oranı ve stomatal regülasyonu olumsuz etkilemesinin azaldığı saptanmıştır. Kuraklığın olumsuz etkisi bitki dolaşım sistemindeki aksaklıktan dolayı meydana gelen stres koşullarından daha şiddetli etki etmiştir.

Kuşvuran ve ark. (2008), Türkiye'nin değişik yerlerinden toplanan bazı bamya genotipleri ile bazı tescilli çeşitlerin kuraklık stresine toleransları incelemişlerdir. Toplam 34 farklı materyal iki parselde yetiştirilmiş, bir parseldekiler kuraklık stresine maruz bırakılmış, diğer parseldekiler ise damla sulama yöntemiyle sulanarak yetiştirilmiştir. Kuraklık stresi, bitkiler dört- beş yapraklı aşamaya ulaştıklarında sulama kesilerek başlatılmıştır. Genotiplerin strese tepkileri, görsel olarak 0–5 skalasına göre değerlendirilmiş; ayrıca yeşil aksam yaş ve kuru ağırlıkları, yaprak sayısı, bitki boyu ve bitki çapı parametrelerine de bakılmıştır. Kuraklığa tepkileri bakımından genotipler arasında önemli varyasyonun olduğu belirlenmiştir.

Kuşvuran ve ark. (2008a), kuraklığa dayanıklı kavun genotiplerinin genç bitki aşamasında kitlesel tarama işlemlerinin hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için yöntem geliştirmek amacıyla yaptıkları çalışmada, son yıllarda kuraklık fizyolojisi çalışmalarında bir ozmotik koşullandırıcı olarak polyethylenglycol (PEG) kullanılmıştır. Çalışmada kavun için amaca en uygun PEG konsantrasyonunu belirlemek üzere 15, 30 ve 45 mM PEG 6000 dozları (sırasıyla –0.15 MPa, –0.52 MPa ve – 1.50 MPa) kontrol ile karşılaştırılmıştır. Deneme iki kavun genotipi (CU 3 ve CU 196) ile su kültürü ortamında serada gerçekleştirilmiştir. Bitkilerde kuru ve yaş ağırlıklar, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak sayısı gibi büyüme parametreleri ölçülmüştür. Sonuçta kavun bitkisinin erken gelişim aşamasında (36 günlük), kuraklık stresine yüksek tolerans gösteren genotiplerin belirlenebilmesi için en etkin PEG dozunun 30 mM (–0.52 MPa) olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Deneme Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait araştırma alanındaki 500 m² alana sahip bir cam serada yürütülmüştür. Bölümümüzün fasulye gen bankasında bulunan 81 genotip bitki materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan bitki materyallerinin adı ve ilk tohum temin edilen yerler Çizelge 3.1.'de sunulmaktadır. 2001 yılında oluşturulmaya başlanan germplasm şu ana kadar 3 defa kendilenerek yenilenmiştir. Çalışmada kullanılan genotiplerin isim ve temin edildiklere yere ait bilgiler Çizelge 3.1.'de sunulmaktadır.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan fasulye genotiplerinin kod numarası, adı ve ilk temin edildiği yer bilgileri

Genotip Kod No	Genotip adı	Temin Edildiği Yer
Bn-1	TR 62850	Isparta-Sütçüler
Bn-2	TR 46348	Kayseri-Karahıdır
Bn-4	TR 68587	Eskişehir-Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Bn-6	TR 38425	Tekirdağ-Güngörmez
Bn-9	TR 31516	Amasya
Bn-10	TR 33548	İstanbul-Binkılıç
Bn-11	TR 66342	Afyon-Pınarkaya
Bn-12	TR 66751	Bartın-Ulus Kumluca Beldesi
Bn-13	TR 49668	Burdur-Bademli
Bn-14	TR 35426	Konya-Akşehir
Bn-15	TR 68586	Eskişehir-Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Bn-16	TR 43477	İstanbul-Karacaköy
Bn-17	TR 62848	Isparta- Sütçüler
Bn-18	TR 53662	Çanakkale-Ahmetçelli
Bn-19	TR 53827	Kırklareli-Dereköy
Bn-20	TR 26774	Bilecik-Osmaneli
Bn-21	TR 57755	Kayseri-Höbek
Bn-22	TR 38468	Tekirdağ-Sefaalan
Bn-23	TR 53812	Kırklareli-Soğucak
Bn-24	TR 68588	Eskişehir- Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Bn-26	TR 28018	Aydın-Söke
Bn-27	TR 43862	Balıkesir-Tütüncü
Bn-30	TR 50771	Denizli-Kapuz
Bn-31	TR 50763	Denizli-Hanyıkığı
Bn-32	TR 39451	Hatay-Kırıkhan
Bn-33	TR 57749	Kayseri-Gömeç
Bn-34	TR 61436	Bursa-Mürsellers Osmangazi
Bn-35	TR 28035	Denizli
Bn-36	TR 66339	Isparta-Fele

Çizelge 3.1. (devamı)

Bn-37	TR 53656	Çanakkale-Mahmudiye
Bn-38/1	TR 42164	Hatay
Bn-38/2	TR 42164	Hatay
Bn-39	TR 53766	Edirne-Hasköy
Bn-40	TR 53730	Çanakkale-Yalova
Bn-42	Akman Fasulyesi	TİGEM
Bn-45	4-F 89 Sırık	TİGEM
Bn-46	Nassau	Golden West
Bn-47	Tender	Golden West
Bn-50	Özayşe	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü
Bn-51	Yalova-17	Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstit.
Bn-52	Yalova-5	Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstit.
Bn-54	Barbunya Kınalı	Bursa Tohumculuk
Bn-56	Magnum	May Tohumculuk
Bn-57	Cina	May Tohumculuk
Bn-60	5 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anomim
Bn-61	6 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anomim
Bn-62	7 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anomim
Bn-63	9 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anomim
Bn-64	10 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anomim
Bn-65	11 nolu hat	Amerika Birleşik Devletleri-Anomim
Bn-66	Ayşe Kadın-Adana	Adana
Bn-67	Kılçıksız Boncuk Ayşe	Adana
Bn-68	Romalika	Rancheris Tohumculuk
Bn-69	Arşın Fasulyesi	Osmaniye
Bn-70	Sarıköz Fasulyesi	Osmaniye
Bn-71	Siyah Fasulye	Osmaniye
Bn-73	Kıbrıs Amerikan	Osmaniye
Bn-74	Barbunya	Osmaniye
Bn-75	Ayşe Kadın-Osmaniye	Osmaniye
Bn-76	Ayşe Kadın-Hatay	Hatay
Bn-77	Barbunya-Osmaniye	Osmaniye
Bn-78	Dermason	Hatay
Bn-89	Yer Ayşesi 4000	Anomim
Bn-101	Tufanbeyli	Tufanbeyli
Bn-102	Sırık Ayşe-Kulcalı	Kulcalı
Bn-103	Nohut Fasulye	Kulcalı
Bn-104	Yerhammadisi	Kulcalı
Bn-105	Sarıköz-Kulcalı	Kulcalı
Bn-106	Yer Ayşe-Beyaz	Kulcalı
Bn-109	Şeker Fasulye	Abant-Mudurnu
Bn-113	Adıyaman 1	Adıyaman
Bn-114	Adıyaman 2	Adıyaman
Bn-115	Süs Fasulyesi	Fransa
Bn-116	Amerikan Bodur	Amerika BirleşikDevletleri-Anomim
Bn-122	Trabzon-Zaga	Trabzon-Zaga
Bn-138	Fas- Agadir-Suk- I (Uzun)	Fas Agadir
Bn-139	Fas- Agadir-Suk II (Kısa)	Fas Agadir
Bn-140	Fransa-Gandiyam	Korsika adası -Fransa
Bn-147	Lacivert	Anomim
Bn-149	Açık Badem Rengi	Anomim
Bn-150	Erzurum İspir	Erzurum

3.2. Metod

3.2.1. Denemenin Kurulması

Denemenin tamamında genç bitki aşamasında çalışılmış, bitkiler saksılarda substrat kültüründe yetiştirilmiş, meyveye kadar gidilmemiştir. Çalışma 3 uygulama şeklinde kurulmuştur. Bunlardan birisi kuraklık uygulaması, diğeri tuzluluk uygulaması ve bunlara paralel olarak bitkilerde stresin olmadığı kontrol uygulaması oluşturulmuştur.

Deneme bitkilerinin yetiştirildiği sera kısmı, 25 Eylül – 27 Ekim 2009 tarihleri arasında yürütülmüştür. Tohumlar vermikulit içeren ortama, 2 litre kapasitedeki saksılara ekilmiştir. Her saksıda 3 bitki olacak şekilde ekim düzenlemesi yapılmıştır (Şekil 3.1.). On beş günlük, 3 yapraklı aşamaya ulaşınca kadar stressiz koşullarda büyütülen bitkiler bu aşamadan itibaren tuz ve su stresine maruz bırakılmıştır.



Şekil 3.1. Tohum ekimi yapılmış vermikulit içeren saksılardaki 3 yapraklı aşamaya gelen bitkilerin görünümü

3.2.2. Besin Çözeltisi Kompozisyonu

Bitkilerin sulanmasında komple besin elementlerini içeren bir besin çözeltisi kullanılmıştır. Besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları Çizelge 3.2.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.2. Tez çalışmasında fasulye bitkilerini substrat kültüründe yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisindeki elementlerin konsantrasyonları

Besin elementi	Konsantrasyon (mg L ⁻¹)
N	130.00
P	35.00
K	220.00
Mg	45.00
Ca	150.00
S	70.00
Fe	1.50
Mn	0.80
B	0.50
Zn	0.15
Cu	0.10
Mo	0.10

3.2.3. Tuz Uygulamalarının Yapılması

Tuz stresine maruz bırakılacak bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaşınca kadar kontrol bitkileri ile aynı sulama koşullarında yetiştirilmiştir. Bu aşamadan sonra tuz stresine başlanmıştır. 50 mM NaCl ile ilk tuz uygulaması başlanmış, kademeli olarak tuz konsantrasyonu artırılmış ve 4 günün sonunda 200 mM NaCl değerine ulaşılmıştır. Tuz uygulamasında bitkiler strese girinceye kadar her gün aynı dozda NaCl ile muamele edilmiştir.

3.2.4. Kuraklık Uygulamalarının Yapılması

Kuraklık stresine maruz bırakılacak bitkiler aynı tuz uygulamasındaki gibi 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaşıncaya kadar standart besin çözeltisi ile sulanmıştır. Bu aşamadan sonra 160 ml/saksı besin çözeltisi ile ilk kuraklık uygulaması başlanmıştır, kademeli olarak su stresi dozu azaltılmış olup, 4. günün sonunda kuraklık uygulamasında 40 ml besin çözeltisi değerine ulaşılmıştır. Dördüncü günden sonra sulama kesilmiştir. Stres uygulanmayan kontrol bitkileri için su/besin çözeltisi miktarı hesaplanırken; drene olan çözeltinin $\div$ uygulanan çözeltiye oranı esas alınarak sulama yapılmıştır (Schröder ve Lieth, 2002). Bu oran deneme süresince bitkilerin büyümesine göre her gün ölçülerek % 20 civarında tutulmuştur (Çizelge 3.3.).

Tuz stresinde son konsantrasyon 200 mM NaCl'e ulaştıktan sonra bitkiler 11 gün tuz stresine maruz kalmışlardır. Ancak alıştırma aşamasıyla beraber toplam tuz uygulanan süre 15 gündür.

Kuraklık stresi alıştırma süresi tamamlandıktan sonra suyun tamamen kesildiği gün sayısı 15'tir. Bununla birlikte kuraklığa alıştırma süresiyle beraber toplam strese maruz kalınan süre 19 gündür.

Çizelge 3.3. Deneme boyunca her gün ölçülen drenaj miktarı

Bitki Yaşı*	Tuzluluk				Kuraklık				Kontrol			
	Drene olan Çözelti (ml/saksı)	Verilen Çözelti (ml/saksı)	Tuz Konsant. (mM)	Gün Ort. Drenaj (%)	Drene olan Çözelti (ml/saksı)	Verilen Çözelti (ml/saksı)	Gün Ort. Drenaj (%)	Drene olan Çözelti (ml/saksı)	Verilen Çözelti (ml/saksı)	Gün Ort. Drenaj (%)	Verilen Çözelti (ml/saksı)	Gün Ort. Drenaj (%)
6. gün	92	300	0	31	132	300	44	132	300	44	300	44
8. gün	117	300	0	39	144	300	48	140	300	47	300	47
10. gün	114	300	0	38	147	300	49	133	300	44	300	44
12. gün	39	450	0	14	91	150	22	92	450	23	450	23
14. gün	11	250	0	4	6	250	2.50	8	250	3	250	3
16. gün	42	200	50	21	35	160	22	36	200	18	200	18
17. gün	21	200	100	10	4	120	3	42	200	28	200	28
18. gün	13	200	150	7	0	80	0	17	200	8	200	8
19. gün	25	200	200	12	0	40	0	53	200	26	200	26
20. gün	56	300	200	19	0	0	0	47	300	16	300	16
21. gün	126	300	200	42	0	0	0	71	300	24	300	24
22. gün	61	200	200	37	0	0	0	25	300	8	300	8
23. gün	52	150	200	35	0	0	0	39	550	7	550	7
24. gün	0	80	200	0	0	0	0	55	550	10	550	10
25. gün	190	450	200	42	0	0	0	96	900	20	900	20
26. gün	78	150	200	52	0	0	0	80	600	27	600	27
27. gün	70	150	200	47	0	0	0	106	300	35	300	35
28. gün	116	150	200	77	0	0	0	114	300	38	300	38

* Tohum ekiminden itibaren bitkinin kaç günlük olduğunu göstermektedir.

Denemeler kuraklık (su stresi) uygulaması, tuz uygulaması ve kontrol uygulamasını içerecek biçimde, her uygulamada 4 saksı ve her saksıda 3 bitki olacak şekilde oluşturulmuştur. Her genotipten stres ve kontrol koşullarında ayrı ayrı en az 12’şer bitki olmuştur. Tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır (Şekil 3.2.–3.3.).



Şekil 3.2. Serada kurulmuş kuraklık, tuzluluk ve kontrol denemelerinin görünümüleri



Şekil 3.3. Serada kurulmuş kuraklık, tuzluluk ve kontrol denemelerinin görünümüleri

3.3. Yapılan Ölçüm ve Analizler

3.3.1. Skala ile Genotiplerin Görsel olarak Değerlendirilmesi

Bitkilerde su ve tuz stresinden kaynaklanan zararlanmanın gözle görülen belirtilerini ifade edebilmek amacıyla, 0-5 skala değerlendirmesi yapılmıştır (Şekil 3.4.). Genç bitkilerde su ve tuz stresi altında ortaya çıkan zararlanmanın derecesini bitkilerin görünüşlerine bakarak ortaya koyabilmek amacıyla skala değerlendirilmesi yapılmıştır. Aşağıda belirtilen skalaların oluşturulması ön denemeler yapılarak belirlenmiştir. Bitkilerin zararlanma derecesine göre 0- 5 arasında puan verilmiştir.

0: Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)

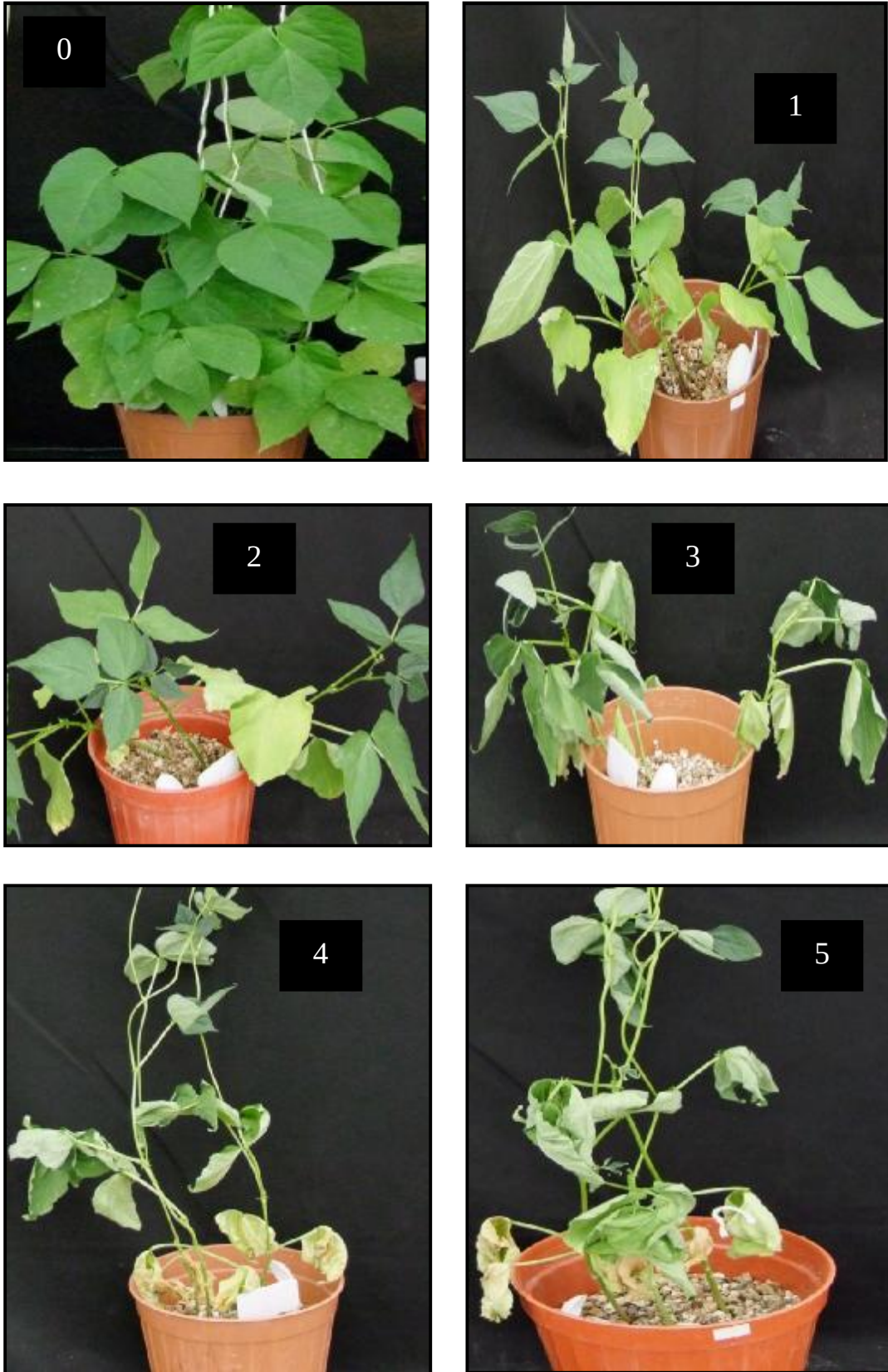
1: Su stresinden hafif etkilenme % 5'den fazla değil,

2: Alt yapraklarda solgunluk başlangıcı olabilir ve su stresinden etkilenme % 6-20 arası olabilir,

3: Yapraklarda kıvrılma, kapanma, solgunluk ve sararmalar % 21-50 arası stresten etkilenme olabilir,

4: Yaprakların % 51-80 düzeylerinde şiddetli solgunluk, sararma, yapraklarda nekroz ve kurumalar,

5: Bitkide % 80 üzerinde geriye dönüşümsüz solma, yapraklarda kurumalar veya ölüm olabilir.



Şekil 3.4. 0-5 skalasına örnek bitkilerin görünümü

3.3.2. Bitki Boyunun Belirlenmesi

Deneme sonunda bitkilerin kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm cinsinden metre ile ölçülmüştür.

3.3.3. Yaprak Sayısının Belirlenmesi

Deneme tamamlandığında fasulye bitkilerinde yaprak sayısı bitki üzerindeki tüm yaprakların sayılması ile adet/bitki olarak belirlenmiştir.

3.3.4. Yaprak Alanının Belirlenmesi

Deneme sonunda, Licor marka LI-3000A model yaprak alanı ölçer cihazı kullanılarak bir saksıdaki 3 bitki üzerindeki tüm yapraklar cm^2/bitki olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5.).



Şekil 3.5. Yaprak alanı ölçüm cihazında bitkilerin yaprak alanının belirlenmesi

3.3.5. Bitki Yeşil Aksam ve Köklerinin Yaş ve Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi

Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden tesadüfi olarak seçilen bitkiler hassas terazide tartılarak g (± 0.1) yaş ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra aynı örnekler 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak kaydedilmiştir.

3.3.6. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için fasulye bitkilerinin alttan alınan 3. veya 4. yaprakların taze ağırlıkları alınmış, daha sonra alınan yapraklar 4 saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır (Şekil 3.6.). Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 65°C etüvde 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık g olarak alınmıştır. Sanchez ve ark., 2004 ve Türkan ve ark., 2005'den uyarlanarak fasulye yaprak örnekleri aşağıdaki formüle göre “nispi su içeriği”-NSİ hesaplanmıştır.

Oransal Su İçeriği (%) = (Taze Ağırlık – Kuru Ağırlık) / (Turgor Ağırlık – Kuru Ağırlık) x 100



Şekil 3.6. Yaprak oransal su içeriğinde turgor ağırlığının belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış yaprakların saf su içerisinde bekletilmesi

3.3.7. Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanmasının Belirlenmesi (Membrane Injury Index)

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 2. veya 3. yapraklarından alınan diskler de-iyonize su içerisinde 4 saat bekletildikten sonra EC ölçülmüş, aynı diskler 100°C'de 10 dakika bekletildikten sonra çözeltinin EC değeri tekrar ölçülmüştür. Elde edilen değerden aşağıdaki formül yardımıyla yaprak hücrelerinde membran zararlanması (%) belirlenmiştir. (Şekil 3.7.)

$$\text{Membran Zararlanma İndeksi} = (Lt - Lc / 1-Lc) \times 100$$

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

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



Şekil 3.7. Yaprak hücrelerinde membran zararlanmasının belirlenmesi için disklerin alınması ve disklerde EC değerlerinin belirlenmesi

3.3.8. Yeşil Aksamda ve Köklerde Mineral Element Analizi

Tuz, kurak ve kontrol uygulamalarından tesadüfî olarak seçilen yeşil aksam için 6 bitki ve uygulamadaki tüm kökler 4 tekrarlamalı olarak mineral element analizi tayininde kullanılmıştır. Kurutulan bitki ve kök örnekleri öğütülmüş ve öğütülen bu örneklerden 200 mg alınarak 5 saat süreyle 550°C’de kül fırınında yakılmıştır. Yakma işleminden sonra meydana gelen kül % 3.3 lük HCl asitle çözünmüş ve mavi bant filtre kâğıdı kullanarak filtre edilmiştir. Özellikle tuz uygulaması örnekleri % 3.3’ lük HCl asitle gerektiği durumlarda 1/20 ve 1/10 oranında seyreltilmiştir. Seyreltilen örneklerin Na, K ve Ca konsantrasyonlarının belirlenmesi Varian marka FS220 model Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında emisyon modunda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8. Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre cihazında element okumaları

Tuz ve kontrol uygulamalarındaki bitki yeşil aksam ve kökteki Cl konsantrasyonu, Johnson ve Ulrich (1959)’e göre Mohr metodu ile yapılmıştır. Buna göre; öğütülmüş bitki örneklerinden 50 mg tartılarak 50 ml kapasiteli santrifüj tüpüne konulmuştur. Üzerine 12.5 ml saf su ilave edildikten sonra 10 dakika çalkalanmış ve

7000 devir ile santrifüj edilmiştir. Eriyikten 10 ml çekilerek erlenmayerlere konulmuş, üzerine 0,5 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:

$$\text{Klor \%} = (N-B)/A \times 100$$

N: Numune titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

B: Blank titrasyonunda kullanılan gümüş nitrat miktarı, ml

A: Analiz için alınan bitki numunesi miktarı

3.3.9. Yaprak Su Potansiyelinin Belirlenmesi

Bitkilerin alttan üçüncü yaprakları basınç çemberinde yüksek basınca maruz bırakılmış, elde edilen değerler MPa cinsinden (–) değerlikte belirlenip kaydedilmiştir. Yaprak su potansiyeli ölçümleri denemenin sonlandırılmasından bir gün önce bitkilerde tuz ve kuraklık stresi devam ederken yapılmıştır. Kontrol bitkilerinin ölçümleri de aynı tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerdeki gibi deneme sonlandırılmadan bir gün önce yapılmıştır. Bitki yaprağında su miktarı ne kadar düşük ise o kadar yüksek değerler elde edilmiştir. Ölçümler Soilmoisture Equipment Model 3005 aleti ile yapılmıştır. (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Basınç çemberinde yaprak su potansiyelinin belirlenmesi

3.3.10. Yaprak Sıcaklığının Belirlenmesi

Yaprak sıcaklıkları bir infrared termometre yardımı ile bitkilerin alttan 3. veya 4. yapraklarından °C cinsinden belirlenip kaydedilmiştir. Ölçümler Optris minisight marka termometre aleti ile denemenin sonlandırılmasından bir gün önce bitkilerde kuraklık ve tuz stresleri devam ederken yapılmıştır. Kontrol bitkilerinin ölçümleri de deneme sonlandırılmadan bir gün önce yapılmıştır. Bu ölçümün sonucunda bitkinin bünyesindeki suyu kullanarak fazla ısıyı dışarıya atabilme durumuna bakılmıştır. (Şekil 3.10.).



Şekil 3.10. Yaprak sıcaklığının ölçülmesi

3.3.11. Yaprak Stoma Geçirgenliğinin Belirlenmesi

Bitkilerin alttan ikinci yapraklarında Delta-T Devices AP4 marka porometre cihazı ile ölçümler denemenin sonlandırılmasından bir gün önce bitkilerde kuraklık ve tuz stresleri devam ederken yapılmıştır. Kontrol bitkilerinin ölçümleri de deneme sonlandırılmadan bir gün önce yapılmıştır. Yapraklar porometrenin okuma ucuna yerleştirilmiş, okuma sensörü yaprağın alt kısmına gelecek şekilde ayarlanmıştır. Elde edilen değerler $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ cinsinden kaydedilmiştir. Bitki stomalarından çıkan su buharı miktarında oluşabilecek azalmalara göre bitkinin stres durumu belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Porometre ile stoma geçirgenliğinin belirlenmesi

3.3.12. Yaprak Ozmotik Potansiyelinin Belirlenmesi

Bitkilerin alttan 4. veya 5. yapraklarında Knauer marka Semi-micro osmometer K-7400 model ozmometre cihazı ile ölçümler yapılmıştır. Yapraklardan 1 gram'lık örnek alınıp 19 gram saf su ile 20 grama tamamlanmış ve porselen havanda homojenize edilmiştir. Homojenize edilmiş örneklerden 150 µl alınarak filtreden geçirilmiş ve ozmometre cihazında donma sıcaklığı esasına göre yaprak ozmotik potansiyeli belirlenmiştir. Yaprak ozmotik potansiyeline göre uygulamalara göre stres durumu belirlenmiştir (Şekil 3.12.).



Şekil 3.12. Ozmometre ile yaprak ozmotik potansiyelinin belirlenmesi

3.3.13. Klorofil SPAD metre Okumaları

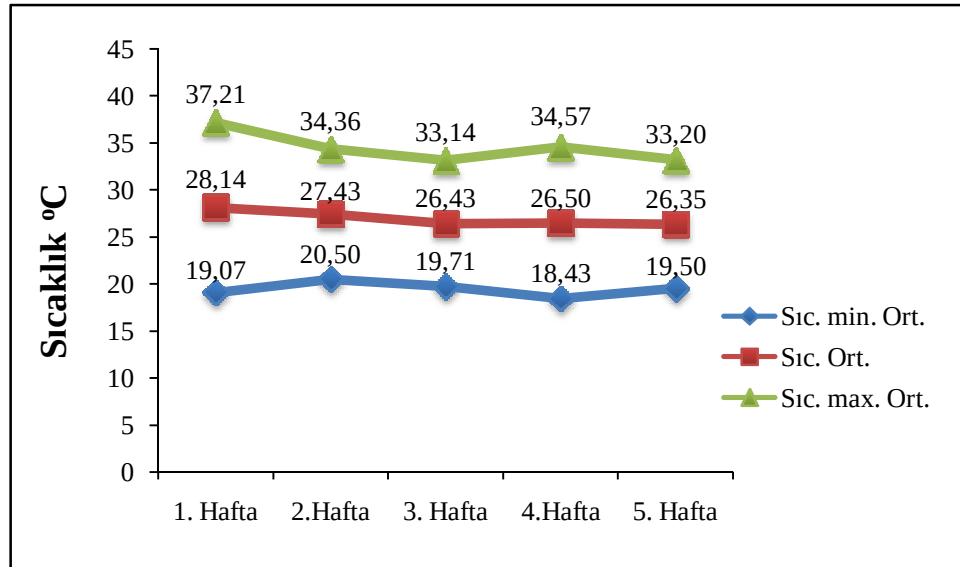
Tuz ve kuraklık stresleri ile kontrol koşullarında yetiştirilen fasulye genotiplerinin 3. veya 4. yapraklarında klorofil miktarına bağımlı değişen yeşilin tonunu belirlemek amacıyla deneme sonunda Minolta marka SPAD metre cihazı ile bitkilerin okumaları yapılmıştır (Şekil 3.13).



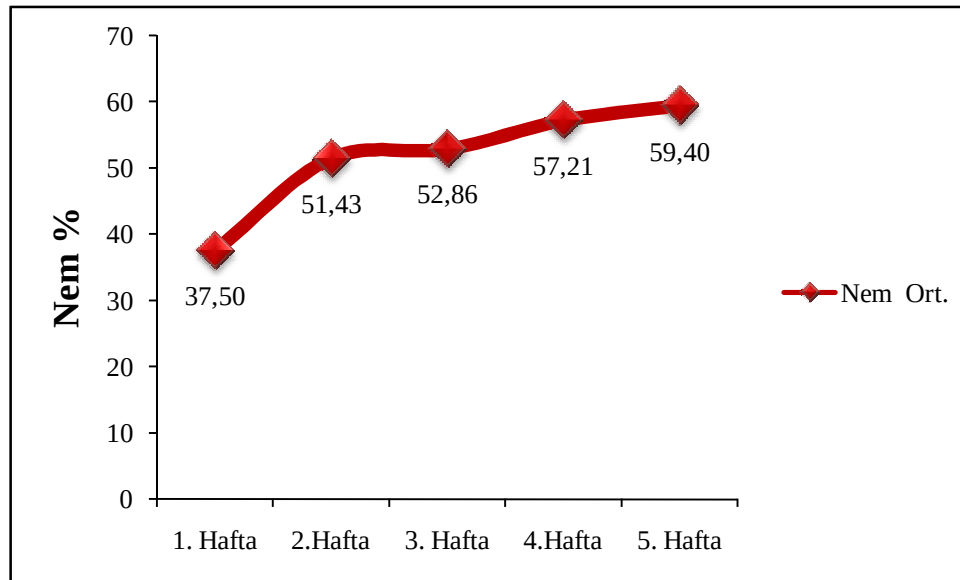
Şekil 3.13. SPAD metre ile genotiplerin klorofil miktarının belirlenmesi

3.3.14. İklim Değerlerinin Kaydedilmesi

Deneme serasındaki sıcaklık (Şekil 3.14) ve nem değerleri (Şekil 3.15.) ayrı ayrı kaydedilmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır.



Şekil 3.14. Deneme boyunca kaydedilen haftalık minimum, maximum ve ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 3.15. Deneme boyunca kaydedilen haftalık nem değerleri

3.3.15. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada tesadüf blokları deneme deseni kullanılmıştır. Elde edilen veriler kullanılan deneme desenine göre Costat paket programına tabi tutularak varyans analizi yapılmış, ortalamalar % 5 önem seviyesinde LSD testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. İncelenen parametreler arasındaki korelasyon ilişkileri Windows Excelde hesaplanmış ve tüm parametreler göz önüne alınarak genotiplerin tuz ve kurak stresi altında ortaya koydukları tolerans seviyeleri belirlenmiştir.

Ayrıca çalışmada yapılan tuz ve kuraklık stresi sonucu ortaya çıkan değerlerin kontrole göre % değişimleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

Kontrole göre % değişim = $((\text{Tuz uygulaması veya Kurak uygulaması değerleri} - \text{Kontrol uygulaması değerleri}) \div \text{Kontrol uygulaması değerleri}) \times 100$

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı fasulye genotiplerinin tuz ve kuraklık stresi karşısında tolerans seviyelerinin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amacıyla yapılan bu tez çalışmasından elde edilen bulgular sunulduktan sonra hemen arkasından her bir incelenen parametre için tartışması da yapılarak aşağıda sunulmaktadır.

4.1. 0-5 Skalası

Tuz ve kuraklık stresi sonucunda bitkilerde meydana gelen zararlanmanın görsel bir ifadesi olan 0-5 skala değerlendirmesi, fasulye genotiplerinin stres koşullarında ortaya koydukları etkilerin genel bir değerlendirmesi olarak ele alınmıştır. Bitkilerin değerlendirmesinde “0” değeri kontrol bitkileri için kullanılmış olup, skala değeri arttıkça bitkide meydana gelen zararlanmada artış göstermiştir. Kuraklık uygulamasından 19 gün sonra, tuz uygulamasından ise 15 gün sonra 81 adet fasulye genotipinde bitkilerde görsel olarak zararlanma başlamış ve genotiplerin zararlanma seviyelerini temsil eden puanları 0 ile 5 arasında verilmiştir.

200 mM NaCl uygulanan 81 farklı fasulye genotipinde görsel skala değerlendirmesi bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.1.’de verilmiştir. Tuz koşullarında yetiştirilen fasulye genotipleri içerisinde 115, 147, 35, 10, 24, 101, 31, 60, 12, 36, 4, 15, 114, 116, 64, 52, 75 ve 113 no’lu genotipler 1.03-1.97 aralığında değerler alarak kontrol bitkilerine göre en az zararlanma gösteren genotipler olmuştur. Ancak 138, 70, 21 ve 16 no’lu genotipler “5” skala değeri ile kontrol bitkilerine göre en fazla zararlanmanın görüldüğü genotipler olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.1.’de de görüldüğü gibi tuzluluk stresi karşısında 115 (1.03) ve 147 (1.40) no’lu genotipler en az zararlanma ile kontrol bitkilerine yakın bir gelişme göstermişlerdir. Diğer genotipler ise 2-4.5 skala değeri almışlardır.

Kuraklık stresinde ise, genotipler aldıkları skala değerleri bakımından geniş bir varyasyon göstermişlerdir. “0” skala değerinin kontrol olarak ele alındığı değerlendirmede, 115, 37, 147, 109, 150, 46, 68 ve 45 no’lu genotipler 1-1.97 aralığında skala değerine sahip olurken; 39 ve 27 no’lu fasulye genotipleri “5” skala

değeri ile kuraklıktan en fazla zarar gören genotipler olmuştur. Diğer fasulye genotipleri ise 2.19 ile 4.75 skala değerleri arasında kalmıştır. Genel ortalamalara bakıldığında ise tuz stresi sonucunda tüm genotiplerin ortalaması 2.76 değerini verdiği, kuraklık stresinde ise tüm genotiplerin ortalaması 3.12 olduğu saptanmıştır.

Tuz stresibitkinin ölümüne neden olabildiği gibi tolerans durumuna bağlı olarak büyümeyi engellemekte, kloroz, nekrotik lekelerin oluşumuna yol açabilmekte, verim ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Hasegawa ve ark., 1986). Mer ve ark. (2000), da tuzun toksik etkisinin ilk önce yaşlı yapraklarda görülmeye başladığını, bu yaprakların uçlarından başlayıp yaprak ayasına ve sapına doğru ilerleyen kloroz şeklinde kendini gösterdiğini, daha sonra bu kısımların nekroze olduğunu belirtmektedir.

Burada yapılan çalışma sonucu değerlendirilen fasulye genotipleri tuz ve kurak stresinden farklı şekilde etkilenmişlerdir. Skala puanları ortalamalarına göre, genel olarak fasulye türünün tuz stresine göre kuraklıktan daha fazla etkilendiği söylenebilir. 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. Domateste (Daşgan ve ark., 2002), biberde (Aktaş ve ark., 2006), patlıcanda (Yaşar, 2009), fasulyede (Daşgan ve Koç, 2009), yapılan tuz stresine karşı tarama çalışmalarında skala değerleri bakımından genotipler arasında önemli varyasyonların görüldüğü ve diğer morfolojik ve fizyolojik parametreler yanında skala değerlendirmesinin de önemli olduğu bildirilmektedir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada stres sonucu, genotiplerin tuz ve kurak koşullarda göstermiş oldukları tepkilerin şiddeti birbirlerinden farklı olduğunu genel olarak kuraklık stresinin tuz stresine oranla görsel açıdan daha fazla etkili olduğunu tespit etmiştir.

Bamyada yapılan kuraklık tarama çalışmasında ise skala değerleri bakımından genotiplerin farklılıklar gösterdiği ve farklı puanlamalara sahip oldukları, tuz stresinde olduğu gibi skala değerlendirmelerinin diğer morfolojik ve fizyolojik parametreler ile beraber önemli olduğu bildirilmektedir. (Kuşvuran ve ark., 2007a)

Çizelge 4.1. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında skala değerleri

Genotip Kod No	Tuzluluk	Kuraklık
Bn-1	4.30 ab	3.21 f-q
Bn-2	3.43 b-d	3.35 e-q
Bn-4	1.85 e-g	3.73 b-m
Bn-6	2.37 c-g	2.88 h-s
Bn-9	2.00 e-g	2.73 i-t
Bn-10	1.68 e-g	3.02 f-r
Bn-11	4.13 ab	3.77 b-l
Bn-12	1.75 e-g	3.23 f-q
Bn-13	2.38 c-g	2.98 f-s
Bn-14	2.17 c-g	3.42 d-q
Bn-15	1.85 e-g	3.34 f-q
Bn-16	5.00 a	3.92 b-i
Bn-17	2.07 d-g	3.13 f-r
Bn-18	2.83 c-f	2.51 m-t
Bn-19	2.57 c-f	3.90 b-j
Bn-20	2.20 c-g	2.38 p-u
Bn-21	5.00 a	4.50 a-d
Bn-22	2.77 c-f	4.00 a-h
Bn-23	2.60 c-f	3.50 c-p
Bn-24	1.70 e-g	2.44 n-u
Bn-26	4.17 ab	2.54 l-t
Bn-27	2.23 c-g	5.00 a
Bn-30	2.37 c-g	3.73 b-m
Bn-31	1.72 e-g	3.67 b-n
Bn-32	4.08 ab	4.17 a-f
Bn-33	4.10 ab	2.91 g-s
Bn-34	2.17 c-g	2.64 k-s
Bn-35	1.60 e-g	3.01 f-s
Bn-36	1.77 e-g	3.03 f-r
Bn-37	4.20 ab	1.22 wx
Bn-38/1	2.20 c-g	3.21 f-q
Bn-38/2	2.23 c-g	2.19 q-v
Bn-39	4.20 ab	5.00 a
Bn-40	2.17 c-g	4.50 a-d
Bn-42	2.03 e-g	4.63 a-c
Bn-45	2.37 c-g	1.97 r-w
Bn-46	4.50 ab	1.81 s-x
Bn-47	4.50 ab	2.78 h-t
Bn-50	2.73 c-f	3.00 f-s
Bn-51	2.60 c-f	2.89 h-s
Bn-52	1.97 e-g	2.36 p-u
Bn-54	2.27 c-g	4.13 a-g

Çizelge 4.1. (devamı)

Genotip Kod No	Tuzluluk	Kuraklık
Bn-56	2.57 c-f	4.48 a-e
Bn-57	4.27 ab	2.42 o-u
Bn-60	1.73 e-g	4.75 ab
Bn-61	2.13 c-g	3.11 f-r
Bn-62	2.63 c-f	2.68 i-t
Bn-63	3.00 c-e	2.79 h-t
Bn-64	1.93 e-g	2.96 f-s
Bn-65	2.27 c-g	3.31 f-q
Bn-66	2.37 c-g	2.38 p-u
Bn-67	2.78 c-f	2.51 m-t
Bn-68	4.50 ab	1.81 s-x
Bn-69	4.50 ab	2.80 h-t
Bn-70	5.00 a	2.66 j-t
Bn-71	2.47 c-f	2.96 f-s
Bn-73	2.67 c-f	4.00 a-h
Bn-74	2.53 c-f	3.64 b-o
Bn-75	1.97 e-g	2.92 g-s
Bn-76	2.27 c-g	3.91 b-i
Bn-77	2.67 c-f	3.71 b-m
Bn-78	4.00 ab	3.70 b-m
Bn-89	2.30 c-g	3.79 b-k
Bn-101	1.70 e-g	3.79 b-k
Bn-102	2.00 e-g	4.50 a-d
Bn-103	2.23 c-g	3.00 f-s
Bn-104	3.50 bc	3.27 f-q
Bn-105	2.33 c-g	3.03 f-r
Bn-106	4.00 ab	2.70 i-t
Bn-109	2.20 c-g	1.44 u-x
Bn-113	1.97 e-g	2.88 h-s
Bn-114	1.87 e-g	2.49 m-t
Bn-115	1.03 g	1.00 x
Bn-116	1.90 e-g	2.50 m-t
Bn-122	4.50 ab	3.40 d-q
Bn-138	5.00 a	3.52 c-p
Bn-139	2.73 c-f	2.90 h-s
Bn-140	2.53 c-f	2.85 h-s
Bn-147	1.40 fg	1.27 v-x
Bn-149	2.83 c-f	3.06 f-r
Bn-150	2.13 c-g	1.68 t-x
Ortalama	2.76	3.12
LSD _{0.05}	0.69	0.61

4.2. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Bitki Boyunda Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri altında yetiştirilen 81 farklı fasulye genotipinde bitki boyu bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

On beş gün süre ile devam eden tuz stresi, çalışmaya dahil edilen bütün fasulye genotiplerinde bitki boylarının kontrol bitkilerine oranla azalmasına neden olmuştur. Tuz stresi uygulanan genotipler içerisinde en yüksek bitki boyu 92.00 cm değeri ile 70 no'lu genotipte, en düşük bitki boyu ise 12.50 cm değeri ile 77 no'lu genotipte belirlenmiştir. Tüm genotiplerin tuz stresi sonucu ortalaması 38.87 cm değerini alarak kontrol bitkilerine (127.71 cm) göre önemli düzeyde azalma göstermiştir. Kontrol bitkilerine göre genotiplerin ortaya koydukları % değişimler açısından değerlendirildiğinde ise geniş bir varyasyonun ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Tuz stresinde en az düzeyde etkilenecek kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren fasulye genotipleri sırasıyla 74 (% 27.35), 16 (% 34.67), 122 (% 39.83), 40 (% 48.83), 109 (% 49.59), 113 (% 53.51), 115 (% 54.18), 75 (% 54.64), 138 (% 54.93), 103 (% 55.33) no'lu genotipler şeklinde sıralanmıştır. 200 mM NaCl konsantrasyonu karşısında kontrol bitkilerine oranla en yüksek % değişimin meydana geldiği ve tuz stresinde en fazla etkilenen genotipler ise sırasıyla 2 (% 88.23), 77 (% 87.70), 37 (% 87.38), 78 (% 86.61), 22 (% 86.23), 4 (% 86.08), 1 (% 84.76), 57 (% 84.50), 13 (% 83.99) ve 63 (% 83.90) olarak belirlenmiştir. Diğer genotipler ise tuzluluk stresi karşısında % 57-83 aralığında bir azalma meydana getirmişlerdir.

Fasulye genotiplerinin kuraklık stresine gösterdikleri tepkiler bakımından da genotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Kademeli olarak suyun tamamen kesilmesi şeklinde ortaya çıkan kuraklık stresi bitki boyunda azalmalara yol açmıştır. Kuraklık stresinde en yüksek bitki boyuna sahip olan genotip 16 (98.50 cm) no'lu genotip olurken, tuz stresinde olduğu gibi yine kuraklık stresinde de en düşük bitki boyuna sahip olan genotip 77 (14.00 cm) no'lu genotip olmuştur. Genel ortalamaya bakıldığında ise kuraklık stresi sonucu tüm genotiplerin ortalaması 40.60 cm değerini alarak kontrol koşullarındaki genotiplere (127.71 cm) göre tuz stresinde olduğu gibi yine bitki boyunda önemli düzeyde azalma göstermiştir. Bitki boyu bakımından

değerlendirilen fasulye genotiplerinde kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren genotipler sırasıyla 16 (% 16.24), 74 (% 38.24), 122 (% 45.32), 104 (% 48.00), 103 (% 48.53), 45 (% 50.97), 71 (% 51.19), 75 (% 52.14), 38/2 (% 52.45) ve 113 (% 53.59) no'lu genotipler olmuştur. Kuraklık stresinin en fazla etkilediği ve bitki boyunda en yüksek % değişimlerin tespit edildiği genotipler ise sırasıyla; 1 (% 93.03), 6 (% 89.30), 77 (% 86.23), 2 (% 84.98), 13 (% 84.37), 42 (% 83.43), 37 (% 82.65), 15 (% 82.20), 149 (% 81.29), 54 (% 79.65) no'lu genotiplerdir. Diğer genotipler ise % 79-54 aralığında bitki boyunda azalma meydana getirmişlerdir.

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

Tuz stresi sonucu bitki büyüme ve gelişmesi genel anlamda olumsuz etkilenir ve bazı hallerde bitki hayat devresini tamamlamadan ölür.(Erdal ve ark., 2000).Kurak stresi bitkinin ilk büyüme ve gelişme aşamasını sınırlandıran önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Yin ve ark. 2004).Patates, soya fasulyesi gibi bitkilerde bitki boyunun kurak stresinden etkilenerek kontrol bitkilerine oranla %25 oranında azaldığı bildirilmektedir (Shao ve ark., 2008).Tuz stresi altında bitki büyümesinde ortaya çıkan gerilemeler karpuzda (Colla ve ark., 2007; Goreta ve ark., 2008; Yetişir ve Uygur, 2009), biberde (Aktaş ve ark., 2006), ve domateste de (Daşgan ve ark., 2002; Turhan ve ark., 2009) bulunmuştur.Su stresi altında bitki boyunun azalması yönündeki bulgularımız; fasulyede su stresinin boğum sayısına ve bitkiboyuna etkilerini araştıran Taylor ve ark. (1982),serada su stresi koşullarında kavun vedomateste bitki boyunun su stresinden olumsuz etkilendiğini tespit eden Gallardo ve ark. (2004) ile fasulye çeşitlerinde Tari ve ark. (2008)'nın yaptıkları çalışmalarınbulguları ile paralellik arz etmektedir.Kuşvuran (2010), kavunda tuz ve kuraklık stresinin bitki boyu bakımından ortaya çıkardığı tepkiler karşılaştırıldığında, tuz stresinin bitki boyunda meydana getirdiği azalmanın kuraklık stresine göre daha fazla olduğunu belirlemiştir.

Çizelge 4.2. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında bitki boyu değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (cm)	Tuzluluk (cm)	Kuraklık (cm)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	229.67 ab	35.00 g-q	16.00 op	-84.76	-93.03
Bn-2	107.60 j-t	12.67 q	16.17 op	-88.23	-84.98
Bn-4	101.80 k-t	14.17 pq	25.20 i-p	-86.08	-75.25
Bn-6	186.83 a-f	80.83 a-c	20.00 m-p	-56.74	-89.30
Bn-9	146.50 d-n	35.17 g-q	55.83 b-m	-76.00	-61.89
Bn-10	121.75 h-r	21.75 l-q	25.50 i-p	-82.14	-79.06
Bn-11	208.60 a-c	77.33 a-d	62.80 b-h	-62.93	-69.89
Bn-12	154.67 c-l	38.33 f-q	51.17 b-o	-75.22	-66.92
Bn-13	132.20 e-q	21.17 l-q	20.67 l-p	-83.99	-84.37
Bn-14	155.50 c-l	45.00 c-q	39.00 c-p	-71.06	-74.92
Bn-15	100.20 k-t	17.00 n-q	17.83 n-p	-83.03	-82.20
Bn-16	117.60 i-r	76.83 a-e	98.50 a	-34.67	-16.24
Bn-17	132.17 e-q	35.00 g-q	39.33 c-p	-73.52	-70.24
Bn-18	80.33 n-t	24.83 j-q	33.33 e-p	-69.09	-58.51
Bn-19	189.20 a-e	68.33 a-h	67.20 b-e	-63.88	-64.48
Bn-20	71.67 q-t	15.17 pq	22.17 l-p	-78.84	-69.07
Bn-21	191.50 a-e	63.67 a-i	77.33 b	-66.75	-59.62
Bn-22	207.00 a-c	28.50 i-q	53.83 b-n	-86.23	-73.99
Bn-23	94.00 l-t	23.67 k-q	38.00 c-p	-74.82	-59.57
Bn-24	81.60 n-t	16.17 o-q	21.50 l-p	-80.19	-73.65
Bn-26	88.60 m-t	34.33 h-q	37.50 c-p	-61.25	-57.67
Bn-27	125.00 g-r	34.00 h-q	50.33 b-p	-72.80	-59.73
Bn-30	139.00 e-p	48.17 b-q	36.80 d-p	-65.35	-73.53
Bn-31	68.67 q-t	20.83 l-q	24.17 k-p	-69.66	-64.81
Bn-32	140.80 e-p	43.83 c-q	39.83 c-p	-68.87	-71.71
Bn-33	148.60 dm	26.83 i-q	34.67 e-p	-81.94	-76.67
Bn-34	118.20 i-r	39.83 e-q	28.33 h-p	-66.30	-76.03
Bn-35	138.00 e-p	53.50 b-p	37.83 c-p	-61.23	-72.58
Bn-36	126.67 f-r	51.00 b-q	44.00 b-p	-59.74	-65.26
Bn-37	137.40 e-p	17.33 n-q	23.83 k-p	-87.38	-82.65
Bn-38/1	156.83 c-l	60.00 a-l	60.17 b-j	-61.74	-61.64
Bn-38/2	92.00 l-t	24.67 j-q	43.75 b-p	-73.19	-52.45
Bn-39	203.00 a-d	61.33 a-k	49.17 b-p	-69.79	-75.78
Bn-40	71.00 q-t	36.33 g-q	29.17 g-p	-48.83	-58.92
Bn-42	116.67 i-s	19.50 m-q	19.33 m-p	-83.29	-83.43
Bn-45	116.25 i-s	39.33 f-q	57.00 b-l	-66.16	-50.97
Bn-46	54.25 st	19.67 m-q	21.50 l-p	-63.75	-60.37
Bn-47	120.79 h-r	30.17 i-q	33.50 e-p	-75.03	-72.27
Bn-50	143.00 e-o	45.00 c-q	65.20 b-f	-68.53	-54.41
Bn-51	102.60 k-t	21.17 l-q	40.67 c-p	-79.37	-60.36
Bn-52	75.17 p-t	29.00 i-q	25.17 i-p	-61.42	-66.52

Çizelge 4.2. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (cm)	Tuzluluk (cm)	Kuraklık (cm)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	119.50 h-r	27.33 i-q	24.32 j-p	-77.13	-79.65
Bn-56	77.17 o-t	23.50 k-q	20.67 l-p	-69.55	-73.22
Bn-57	121.50 h-r	18.83 m-q	43.25 c-p	-84.50	-64.40
Bn-60	77.83 o-t	15.50 pq	20.67 l-p	-80.09	-73.45
Bn-61	103.17 k-t	22.67 k-q	25.17 i-p	-78.03	-75.61
Bn-62	126.40 f-r	36.00 g-q	30.33 f-p	-71.52	-76.00
Bn-63	117.00 i-s	18.83 m-q	26.33 i-p	-83.90	-77.49
Bn-64	104.67 k-t	24.50 j-q	27.33 i-p	-76.59	-73.89
Bn-65	101.50 k-t	24.67 j-q	23.17 k-p	-75.70	-77.18
Bn-66	159.17 c-k	52.33 b-q	60.17 b-j	-67.12	-62.20
Bn-67	121.40 h-r	52.17 b-q	53.80 b-n	-57.03	-55.68
Bn-68	79.67 o-t	17.00 n-q	26.83 i-p	-78.66	-66.32
Bn-69	188.83 a-e	70.33 a-h	72.50 bc	-62.75	-61.61
Bn-70	234.00 a	92.00 a	71.00 b-d	-60.68	-69.66
Bn-71	76.83 p-t	28.33 i-q	37.50 c-p	-63.12	-51.19
Bn-73	84.67 m-t	28.83 i-q	34.50 e-p	-65.94	-59.25
Bn-74	62.17 r-t	45.17 c-q	38.33 c-p	-27.35	-38.34
Bn-75	126.75 f-r	57.50 b-m	60.67 b-i	-54.64	-52.14
Bn-76	225.00 ab	56.50 b-n	71.00 b-d	-74.89	-68.44
Bn-77	101.67 k-t	12.50 q	14.00 p	-87.70	-86.23
Bn-78	138.17 e-p	18.50 m-q	46.50 b-p	-86.61	-66.34
Bn-89	177.60 b-i	75.00 a-f	46.00 b-p	-57.77	-74.10
Bn-101	182.17 a-h	52.17 b-q	49.40 b-p	-71.36	-72.88
Bn-102	211.33 a-c	63.83 a-i	65.67 b-e	-69.79	-68.93
Bn-103	125.00 g-r	55.83 b-o	64.33 b-g	-55.33	-48.53
Bn-104	83.33 n-t	17.60 n-q	43.33 c-p	-78.88	-48.00
Bn-105	67.83 q-t	19.33 m-q	30.00 f-p	-71.50	-55.77
Bn-106	120.67 h-r	41.00 d-q	33.17 e-p	-66.02	-72.51
Bn-109	164.33 c-k	82.83 ab	58.50 b-k	-49.59	-64.40
Bn-113	155.50 c-l	72.29 a-g	72.17 bc	-53.51	-53.59
Bn-114	192.67 a-e	45.00 c-q	55.17 b-m	-76.64	-71.37
Bn-115	137.20 e-p	62.87 a-j	45.50 b-p	-54.18	-66.84
Bn-116	93.60 l-t	20.17 m-q	27.83 h-p	-78.45	-70.26
Bn-122	78.33 o-t	47.13 b-q	42.83 c-p	-39.83	-45.32
Bn-138	133.50 e-q	60.17 a-l	37.67 c-p	-54.93	-71.79
Bn-139	184.20 a-g	50.67 b-q	53.33 b-n	-72.49	-71.05
Bn-140	169.40 c-j	69.60 a-h	71.33 b-d	-58.91	-57.89
Bn-147	64.60 r-t	17.33 n-q	23.33 k-p	-73.17	-63.88
Bn-149	111.33 j-t	25.50 i-q	20.83 l-p	-77.10	-81.29
Bn-150	52.33 t	21.00 l-q	16.50 op	-59.87	-68.47
Ortalama	127.71	38.87	40.60	-69.46	-67.16
LSD _{0.05}	32.42	19.27	17.53		

4.3. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Sayısında Ortaya Çıkan Değişimler

Seksen bir adet farklı fasulye genotipinin kullanıldığı tuz ve kuraklık stresi çalışmasında, genotiplerin yaprak sayısında meydana gelen değişimler Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Tuz stresi sonucunda genotiplerin yaprak sayılarında kontrol bitkilerine göre azalmaların meydana geldiği belirlenirken, 2 nolu genotipte yaprak sayısının kontrol bitkilerine göre % 8 oranında arttığı görülmüştür. Bitkilerde yaprak sayısı bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyonun olduğu tespit edilmiş olup, tolerant genotiplerin kontrol bitkilerine göre ortaya koydukları % değişimlerin, hassas genotiplere oranla daha düşük olduğu görülmüştür. Yaprak sayısı kontrol bitkilerine en yakın olan ve en az % değişim gösteren genotipler; 18 (% 22.86), 57 (% 34.62), 34 (% 37.50), 24 (% 38.24), 20 (% 38.46), 105 (% 40.74), 16 (% 42.31), 47 (% 43.18), 31 (% 43.33), 67 (% 44.44) no'lu genotiplerdir. Yaprak sayısı bakımından değerlendirilen fasulye genotipleri içerisinde en fazla kaybın meydana geldiği ve hassas olarak değerlendirilen genotipler ise 104 (% 72.31), 89 (% 69.83), 54 (% 68.99), 42 (% 68.75), 61 (% 68.52), 56 (% 68.14), 13 (% 67.74), 147 (% 67.74), 37 (% 67.59), 78 (% 66.67) şeklinde sıralamıştır. Diğer genotipler % 45-66 aralığında azalma göstermişlerdir.

Kuraklık stresi sonucunda ise genotiplerin yaprak sayılarında kontrol bitkilerine göre azalma olmuştur. 20 (% 38.46), 105 (% 44.44), 18 (% 45.71), 38/2 (% 45.83), 68 (% 46.67), 47 (% 46.97), 62 (% 47.62), 57 (% 49.23), 34 (% 50.00) ve 24 (% 50.00) no'lu genotipler bu zararlanmadan en az derecede etkilenen ve kontrollerine göre % kayıpların en az olduğu fasulye genotipleri arasında yer almıştır. Buna karşılık kuraklık stresinin oluşturduğu etkilerin genel olarak en fazla görüldüğü genotipler ise 13 (% 77.42), 89 (% 77.01), 54 (% 76.74), 65 (% 76.47), 14 (% 75.76), 139 (% 75.51), 78 (% 74.51), 39 (% 73.48), 12 (% 73.33) ve 11 (% 73.21) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler kontrol bitkilerine oranla % 56-73 aralığında azalma göstermişlerdir.

Çizelge 4.3. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak sayısı değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (adet/bitki)	Tuzluluk (adet/bitki)	Kuraklık (adet/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	8.50 b-i	3.50 b-e	2.67 a-c	-58.82	-68.63
Bn-2	8.33 b-j	9.00 a	2.67 a-c	8.00	-68.00
Bn-4	7.50 d-m	4.00 b-e	2.50 a-c	-46.67	-66.67
Bn-6	10.00 a-e	4.50 bc	3.50 ab	-55.00	-64.00
Bn-9	8.33 b-j	3.33 b-e	2.83 a-c	-60.00	-66.00
Bn-10	7.50 d-m	3.00 b-e	3.17 a-c	-60.00	-57.78
Bn-11	11.20 ab	4.50 bc	3.00 a-c	-59.82	-73.21
Bn-12	10.00 a-e	3.83 b-e	2.67 a-c	-61.67	-73.33
Bn-13	10.33 a-d	3.33 b-e	2.33 a-c	-67.74	-77.42
Bn-14	11.00 a-c	3.83 b-e	2.67 a-c	-65.45	-75.76
Bn-15	7.50 d-m	3.17 b-e	2.50 a-c	-57.78	-66.67
Bn-16	8.67 b-i	5.00 b	3.17 a-c	-42.31	-63.46
Bn-17	8.00 c-k	3.67 b-e	3.00 a-c	-55.42	-62.50
Bn-18	5.83 g-m	4.50 bc	3.17 a-c	-22.86	-45.71
Bn-19	7.40 d-m	4.00 b-e	3.00 a-c	-45.95	-59.46
Bn-20	4.33 m	2.67 b-e	2.67 a-c	-38.46	-38.46
Bn-21	7.83 d-k	4.33 b-d	3.17 a-c	-44.68	-59.57
Bn-22	7.80 d-k	3.33 b-e	3.00 a-c	-57.26	-61.54
Bn-23	6.83 e-m	2.83 b-e	2.50 a-c	-58.54	-63.41
Bn-24	5.67 g-m	3.50 b-e	2.83 a-c	-38.24	-50.00
Bn-26	7.17 d-m	3.00 b-e	2.50 a-c	-58.14	-65.12
Bn-27	8.00 c-k	3.00 b-e	2.17 bc	-62.50	-72.92
Bn-30	7.67 d-l	3.00 b-e	2.60 a-c	-60.87	-66.09
Bn-31	5.00 j-m	2.83 b-e	2.20 bc	-43.33	-56.00
Bn-32	7.60 d-m	3.50 b-e	2.33 a-c	-53.95	-69.30
Bn-33	8.20 c-j	3.17 b-e	2.83 a-c	-61.38	-65.45
Bn-34	5.33 i-m	3.33 b-e	2.67 a-c	-37.50	-50.00
Bn-35	7.60 d-m	4.00 b-e	3.00 a-c	-47.37	-60.53
Bn-36	8.00 c-k	3.67 b-e	2.67 a-c	-54.17	-66.67
Bn-37	7.20 d-m	2.33 c-e	2.83 a-c	-67.59	-60.65
Bn-38/1	7.83 d-k	3.83 b-e	3.00 a-c	-51.06	-61.70
Bn-38/2	6.00 g-m	2.83 b-e	3.25 a-c	-52.78	-45.83
Bn-39	8.80 b-h	4.33 b-d	2.33 a-c	-50.76	-73.48
Bn-40	6.17 f-m	3.33 b-e	2.00 c	-45.95	-67.57
Bn-42	8.00 c-k	2.50 c-e	2.17 bc	-68.75	-72.92
Bn-45	6.50 f-m	3.17 b-e	2.67 a-c	-51.28	-58.97
Bn-46	7.20 d-m	2.83 b-e	2.83 a-c	-60.65	-60.65
Bn-47	4.40 lm	2.50 c-e	2.33 a-c	-43.18	-46.97
Bn-50	7.00 e-m	3.17 b-e	2.60 a-c	-54.76	-62.86
Bn-51	5.50 h-m	2.67 b-e	2.17 bc	-51.52	-60.61
Bn-52	7.83 d-k	3.50 b-e	2.33 a-c	-55.32	-70.21

Çizelge 4.3. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (adet/bitki)	Tuzluluk (adet/bitki)	Kuraklık (adet/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	8.60 b-i	2.67 b-e	2.00 c	-68.99	-76.74
Bn-56	6.80 e-m	2.17 c-e	2.00 c	-68.14	-70.59
Bn-57	4.33 m	2.83 b-e	2.20 bc	-34.62	-49.23
Bn-60	6.00 g-m	2.83 b-e	2.00 c	-52.78	-66.67
Bn-61	9.00 b-g	2.83 b-e	2.83 a-c	-68.52	-68.52
Bn-62	7.00 e-m	3.83 b-e	3.67 a	-45.24	-47.62
Bn-63	8.60 b-i	3.00 b-e	2.83 a-c	-65.12	-67.05
Bn-64	8.60 b-i	3.50 b-e	3.00 a-c	-59.30	-65.12
Bn-65	8.50 b-i	3.50 b-e	2.00 c	-58.82	-76.47
Bn-66	7.50 d-m	3.67 b-e	2.17 bc	-51.11	-71.11
Bn-67	6.00 g-m	3.33 b-e	2.00 c	-44.44	-66.67
Bn-68	5.00 j-m	2.67 b-e	2.67 a-c	-48.00	-46.67
Bn-69	6.40 f-m	3.00 b-e	2.00 c	-53.13	-68.75
Bn-70	5.33 i-m	2.83 b-e	2.00 c	-46.88	-62.50
Bn-71	4.67 k-m	2.50 c-e	2.00 c	-46.43	-57.14
Bn-73	5.33 i-m	2.67 b-e	2.00 c	-50.00	-62.50
Bn-74	5.00 j-m	2.50 c-e	2.17 bc	-50.00	-56.67
Bn-75	6.80 e-m	3.33 b-e	2.83 a-c	-50.98	-58.33
Bn-76	6.33 f-m	2.83 b-e	2.50 a-c	-55.26	-60.53
Bn-77	6.67 f-m	2.67 b-e	2.00 c	-60.00	-70.00
Bn-78	8.50 b-i	2.83 b-e	2.17 bc	-66.67	-74.51
Bn-89	11.60 a	3.50 b-e	2.67 a-c	-69.83	-77.01
Bn-101	8.50 b-i	3.67 b-e	2.60 a-c	-56.86	-69.41
Bn-102	8.00 c-k	3.50 b-e	2.83 a-c	-56.25	-64.58
Bn-103	6.40 f-m	3.33 b-e	2.67 a-c	-47.92	-58.33
Bn-104	6.50 f-m	1.83 e	2.83 a-c	-72.31	-56.41
Bn-105	4.50 lm	2.67 b-e	2.50 a-c	-40.74	-44.44
Bn-106	5.60 f-m	3.00 b-e	2.17 bc	-53.85	-66.67
Bn-109	8.33 b-j	3.67 b-e	2.50 a-c	-56.00	-70.00
Bn-113	7.80 d-k	3.00 b-e	2.83 a-c	-61.54	-63.68
Bn-114	9.40 a-f	3.17 b-e	3.00 a-c	-66.31	-68.09
Bn-115	7.20 d-m	2.83 b-e	2.17 bc	-60.65	-69.91
Bn-116	5.80 g-m	2.50 c-e	2.17 bc	-56.90	-62.64
Bn-122	7.00 e-m	3.17 b-e	2.17 bc	-54.29	-69.05
Bn-138	8.00 c-k	3.00 b-e	2.17 bc	-62.50	-72.92
Bn-139	8.17 c-j	3.17 b-e	2.00 c	-61.22	-75.51
Bn-140	10.00 a-e	4.33 b-d	3.33 a-c	-56.00	-66.67
Bn-147	6.20 f-m	2.00 de	2.33 a-c	-67.74	-62.37
Bn-149	7.50 d-m	3.00 b-e	2.33 a-c	-60.00	-68.89
Bn-150	4.50 lm	2.33 c-e	2.00 c	-48.15	-55.56
Ortalama	7.31	3.28	2.55	-54.01	-63.72
LSD _{0.05}	1.62	1.13	0.69		

Tuz ve kurak koşullardaki fasulye genotiplerinde yaprak sayısı bakımından % değişimlere göre bir değerlendirme yapıldığında genel ortalama bakılarak 2 stres arasında yaklaşık % 10'luk bir fark görülmektedir. Kuraklık stresi fasulye genotiplerinde % 63.72 oranında bir kayba sebep olmasına rağmen tuz stresinde bu oran % 54.01 olarak belirlenmiştir.Yaprak sayısının kuraktan biraz daha fazla etkilendiği söylenebilir (Çizelge 4.3).

Yaprak sayısı bakımından, tüm genotiplerin ortalamasına bakıldığında kuraklık stresi sonucu genotipler 2.55 adet/bitki değerini almış olup, tuz stresi sonucu genotipler yaprak sayısı bakımından 3.28 adet/bitki değerini alarak kontrol bitkilerine (7.31 adet/bitki) göre her iki streste de azalma olduğu kaydedilmiştir.

Genel olarak tuz stresi, yaprak sayısında azalmanın meydana geldiği büyümede yavaşlama şeklinde etkisini göstermektedir. Kuraklık stresinde ise kuraklığa karşı yaprak büyümesinin engellendiği ve yeni yaprak oluşumunun sınırlandırıldığı görülmektedir (Kuşvuran, 2010).

Lutts ve ark. (1996), tuz stresi sonucu stres bitkilerinde kontrol bitkilerine oranla yaprak sayısında bir farklılık meydana gelmediğini bildirmişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2008), kurak stresi altında yetiştirdikleri farklı bamya genotiplerinin yaprak sayıları bakımından, elli günlük kurak uygulaması sonucunda tüm genotiplerin yaprak sayılarında %7.7 ile %86 oranında azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

4.4. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam Yaş Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin yaş ağırlık değerleri bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi çalışmada yer alan fasulye genotiplerinin tamamında yaş ağırlık değerlerinin azalmasına neden olmuştur.Tuz ve kuraklık stresinin fasulye genotipleri üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında kuraklık stresinin ortaya koyduğu etkinin daha yüksek olduğu ve bu nedenle yaş ağırlık bakımından kontrol bitkilerine oranla daha büyük kayıpların meydana geldiği belirlenmiştir.Genel olarak kuraklık

stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin kontrol bitkilerine göre % 75.52 oranında değişim gösterdiği tespit edilirken, tuz stresinde görülen bu etkinin % 67.75 oranlarında olduğu belirlenmiştir.

200 mM tuz uygulaması sonucunda genotiplerde kontrole göre meydana gelen değişimler incelendiğinde 40 (% 42.64), 47 (% 47.31), 116 (% 57.48), 62 (% 57.49), 10 (% 58.33), 105 (% 59.06), 101 (% 59.45), 150 (% 59.93), 38/1 (% 60.06) ve 31 (% 60.19) no'lu genotiplerin kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren başka bir deyişle ağırlık kaybı az olan genotipler olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık 104 (% 82.90), 16 (% 80.77), 21 (% 80.00), 37 (% 79.50), 22 (% 77.91), 46 (% 77.49), 138 (% 75.66), 33 (% 75.65), 42 (% 75.52) ve 77 (% 75.24) no'lu genotiplerin ise yeşil aksam yaş ağırlık bakımından en fazla kaybın meydana geldiği genotipler olmuştur. Diğer genotipler % 61-75 aralığında kontrol bitkilerine göre azalma meydana getirmişlerdir.

Kuraklık stresi ise tuz stresinde olduğu gibi yeşil aksam yaş ağırlığı bakımından genotipler arasında farklı tepkilerin ortaya konmasına neden olmuştur. Buna göre kuraklık stresinden daha az etkilenen genotiplersırasıyla 47 (% 40.54), 20 (% 55.74), 105 (% 62.32), 38/2 (% 63.37), 68 (% 63.38), 45 (% 65.31), 24 (% 65.40), 18 (% 67.16), 150 (% 67.43) ve 31 (% 68.03) no'lu genotiplerdir. Yeşil aksam yaş ağırlık değerleri açısından kuraklık stresinden en fazla etkilenen fasulye genotipleri arasında 1 (% 86.58), 65 (% 85.98), 54 (% 84.65), 66 (% 84.50), 11 (% 84.48), 89 (% 84.30), 27 (% 83.54), 78 (% 83.02), 77 (% 82.86) ve 42 (% 82.81) no'lu genotipler ilk sırayı almıştır. Diğer genotipler % 68-82 aralığında azalma göstermişlerdir.

Her iki stres sonucu tüm genotiplerin kendi aralarındaki ortalamalarına bakıldığında ise tuz stresi 8.72 g/bitki değerini alırken, kuraklık stresinin aldığı değer 6.47 g/bitki olmuştur. Böylece tuz ve kuraklık stresi tüm genotiplerin ortalamasında kontrol bitkilerine (27.43 g/bitki) göre önemli derecede azalmıştır.

Çizelge 4.4. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam yaş ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	25.33 a-e	7.08 a-c	3.40 d	-72.04	-86.58
Bn-2	25.17 a-e	6.75 a-c	5.42 a-d	-73.18	-78.48
Bn-4	25.40 a-e	8.75 a-c	5.67 a-d	-65.55	-77.69
Bn-6	30.20 a-d	11.58 a-c	7.30 a-d	-61.64	-75.83
Bn-9	31.17 a-d	10.00 a-c	7.42 a-d	-67.91	-76.20
Bn-10	20.10 b-e	8.38 a-c	6.17 a-d	-58.33	-69.32
Bn-11	40.80 a	12.42 ab	6.33 a-d	-69.57	-84.48
Bn-12	29.75 a-d	10.08 a-c	7.25 a-d	-66.11	-75.63
Bn-13	27.33 a-d	10.33 a-c	6.83 a-d	-62.20	-75.00
Bn-14	34.25 a-d	11.00 a-c	6.67 a-d	-67.88	-80.54
Bn-15	23.17 b-e	8.75 a-c	6.25 a-d	-62.23	-73.02
Bn-16	29.90 a-d	5.75 bc	5.75 a-d	-80.77	-80.77
Bn-17	29.40 a-d	9.10 a-c	5.67 a-d	-69.05	-80.73
Bn-18	26.90 a-d	7.50 a-c	8.83 ab	-72.12	-67.16
Bn-19	32.60 a-d	12.50 ab	6.00 a-d	-61.66	-81.60
Bn-20	19.58 b-e	7.67 a-c	8.67 ab	-60.85	-55.74
Bn-21	29.17 a-d	5.83 bc	6.75 a-d	-80.00	-76.86
Bn-22	34.70 a-c	7.67 a-c	6.92 a-d	-77.91	-80.07
Bn-23	28.67 a-d	9.00 a-c	8.91 ab	-68.60	-68.93
Bn-24	23.60 b-e	7.08 a-c	8.17 a-c	-69.99	-65.40
Bn-26	19.42 c-e	5.50 bc	5.42 a-d	-71.67	-72.10
Bn-27	32.92 a-d	9.75 a-c	5.42 a-d	-70.38	-83.54
Bn-30	26.83 a-d	7.92 a-c	7.60 a-d	-70.50	-71.68
Bn-31	26.58 a-d	10.58 a-c	8.50 ab	-60.19	-68.03
Bn-32	27.50 a-d	9.58 a-c	6.92 a-d	-65.15	-74.85
Bn-33	30.12 a-d	7.33 a-c	6.50 a-d	-75.65	-78.42
Bn-34	28.00 a-d	9.33 a-c	7.58 a-d	-66.67	-72.92
Bn-35	29.10 a-d	11.33 a-c	6.67 a-d	-61.05	-77.09
Bn-36	29.60 a-d	9.58 a-c	6.42 a-d	-67.62	-78.32
Bn-37	31.70 a-d	6.50 a-c	5.70 a-d	-79.50	-82.02
Bn-38/1	26.50 a-d	10.58 a-c	5.00 a-d	-60.06	-81.13
Bn-38/2	25.25 a-e	8.83 a-c	9.25 a	-65.02	-63.37
Bn-39	27.75 a-d	9.67 a-c	5.92 a-d	-65.17	-78.68
Bn-40	21.50 b-e	12.33 ab	5.92 a-d	-42.64	-72.48
Bn-42	32.00 a-d	7.83 a-c	5.50 a-d	-75.52	-82.81
Bn-45	23.30 b-e	7.17 a-c	8.08 a-c	-69.24	-65.31
Bn-46	29.25 a-d	6.58 a-c	8.00 a-c	-77.49	-72.65
Bn-47	11.07 e	5.83 bc	6.58 a-d	-47.31	-40.54
Bn-50	27.17 a-d	7.57 a-c	7.50 a-d	-72.09	-72.39
Bn-51	24.75 a-e	6.25 bc	6.50 a-d	-74.75	-73.74
Bn-52	33.42 a-d	11.08 a-c	7.08 a-d	-66.83	-78.80

Çizelge 4.4. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	32.58 a-d	8.92 a-c	5.00 a-d	-72.63	-84.65
Bn-56	29.83 a-d	8.42 a-c	6.33 a-d	-71.79	-78.77
Bn-57	22.63 b-e	6.90 a-c	5.58 a-d	-69.50	-75.32
Bn-60	24.83 a-e	8.17 a-c	4.58 b-d	-67.11	-81.54
Bn-61	29.33 a-d	10.50 a-c	7.20 a-d	-64.20	-75.45
Bn-62	23.92 b-e	10.17 a-c	6.75 a-d	-57.49	-71.78
Bn-63	29.23 a-d	9.67 a-c	6.08 a-d	-66.93	-79.19
Bn-64	28.50 a-d	10.50 a-c	5.25 a-d	-63.16	-81.58
Bn-65	27.33 a-d	10.33 a-c	3.83 cd	-62.20	-85.98
Bn-66	32.25 a-d	8.58 a-c	5.00 a-d	-73.39	-84.50
Bn-67	24.20 b-e	8.42 a-c	6.00 a-d	-65.22	-75.21
Bn-68	17.75 de	4.40 c	6.50 a-d	-75.21	-63.38
Bn-69	30.30 a-d	9.25 a-c	6.00 a-d	-69.47	-80.20
Bn-70	30.67 a-d	8.50 a-c	5.83 a-d	-72.28	-80.98
Bn-71	19.75 b-e	7.08 a-c	6.25 a-d	-64.14	-68.35
Bn-73	29.42 a-d	11.08 a-c	7.67 a-d	-62.32	-73.94
Bn-74	22.89 b-e	7.83 a-c	6.17 a-d	-65.78	-73.06
Bn-75	31.38 a-d	11.67 ab	6.25 a-d	-62.82	-80.08
Bn-76	29.50 a-d	8.00 a-c	5.92 a-d	-72.88	-79.94
Bn-77	26.25 a-d	6.50 a-c	4.50 b-d	-75.24	-82.86
Bn-78	27.00 a-d	7.33 a-c	4.58 b-d	-72.84	-83.02
Bn-89	36.10 ab	11.00 a-c	5.67 a-d	-69.53	-84.30
Bn-101	27.33 a-d	11.08 a-c	5.70 a-d	-59.45	-79.15
Bn-102	34.25 a-d	13.50 a	6.00 a-d	-60.58	-82.48
Bn-103	24.10 b-e	8.25 a-c	5.42 a-d	-65.77	-77.52
Bn-104	31.00 a-d	5.30 bc	6.82 a-d	-82.90	-77.96
Bn-105	23.00 b-e	9.42 a-c	8.67 ab	-59.06	-62.32
Bn-106	27.33 a-d	9.25 a-c	8.00 a-c	-66.16	-70.73
Bn-109	31.59 a-d	9.67 a-c	8.10 a-c	-69.39	-74.35
Bn-113	23.20 b-e	6.50 a-c	6.17 a-d	-71.98	-73.42
Bn-114	31.80 a-d	9.25 a-c	7.75 a-d	-70.91	-75.63
Bn-115	20.00 b-e	7.25 a-c	5.25 a-d	-63.75	-68.75
Bn-116	21.17 b-e	9.00 a-c	5.50 a-d	-57.48	-74.02
Bn-122	27.42 a-d	7.02 a-c	6.25 a-d	-73.74	-77.20
Bn-138	26.70 a-d	6.50 a-c	6.40 a-d	-75.66	-76.03
Bn-139	31.00 a-d	9.08 a-c	6.33 a-d	-70.70	-79.57
Bn-140	32.30 a-d	9.20 a-c	7.08 a-d	-71.52	-78.07
Bn-147	21.70 b-e	6.83 a-c	6.08 a-d	-68.51	-71.97
Bn-149	25.92 a-d	7.17 a-c	6.25 a-d	-72.35	-75.88
Bn-150	25.58 a-e	10.25 a-c	8.33 ab	-59.93	-67.43
Ortalama	27.43	8.72	6.47	-67.75	-75.52
LSD _{0.05}	7.71	3.37	2.08		

Tuz ve kuraklık stresi çalışmada kullanılan tüm genotiplerde yeşil aksam yaş ağırlığının azalmasına neden olmuştur. Strese sokulmuş bitkilerde yaş ağırlığının azaldığı (Itai ve ark., 1973), bunun kuru madde miktarındaki artış veya su içeriğindeki azalıştan kaynaklanmış olabileceği ileri sürülmüştür (Smit-Spinks ve ark., 1984). Mer ve ark. (2000), tuz stresinin büyümede sınırlanma ve yaşlı yapraklarda nekrozlar şeklinde etkisini gösterdiğini bildirmiştir.

Kuşvuran ve ark. (2008), kurak stresi altında farklı bamya genotiplerinin tepkilerini araştırdıkları çalışmada bitki yaş ağırlık kayıplarının ön seçim aşamasında önemli bir tarama faktörü olabileceğini görmüşlerdir.

Abdalla ve El-Khoshiban (2007), kuraklık stresinin buğdayda yaş ağırlık değerlerinin hassas olan genotipte % 85 oranında azaldığını belirtmiştir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada tuz ve kuraklık streslerinin, yeşil aksam yaş ağırlık üzerindeki etkileri karşılaştırıldığında, tuz stresinin % değişim bakımından genotiplerde daha fazla kayıplara yol açtığını görmüş, tuz stresi koşullarında % 55.50 oranında bir azalma meydana gelirken, kuraklık stresinde bu oran % 43.91 düzeyinde olduğunu belirlemiştir.

4.5. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam Kuru Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Yeşil aksam kuru ağırlık değerleri bakımından tuz ve kuraklık stresleri sonucu fasulye genotiplerinde ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.5.'te verilmiştir.

Tuz stresi fasulye genotiplerinin yeşil aksam kuru ağırlıklarında azalmaya neden olmuştur. Tuz stresi sonucu ortaya çıkan zararlanmanın belirgin olarak görüldüğü genotipler sırasıyla 104 (% 82.30), 89 (% 77.75), 22 (% 76.36), 51 (% 75.37), 66 (% 74.22), 140 (% 73.42), 16 (% 71.62), 114 (% 71.23), 46 (% 71.16), 78 (% 70.28) no'lu genotipler olduğu tespit edilmiştir. Tuz stresine karşı tolerans düzeyleri yüksek olan ve kontrol bitkilerine en yakın gelişme gösteren genotipler ise sırasıyla 47 (% 6.54), 71 (% 38.70), 40 (% 40.73), 10 (% 52.29), 150 (% 52.73), 13 (% 54.84), 34 (% 55.92), 63 (% 56.32), 67 (% 56.46), 52 (% 56.55) no'lu genotipler

olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipler ise % 57-70 aralığında azalma göstermişlerdir. Tuzluluk sonucu tüm genotiplerin ortalaması değerini almıştır.

Kuraklık stresi, yaş ağırlıkta olduğu gibi fasulye genotiplerinin kuru ağırlıklarında da azalmaya neden olmuştur. Özellikle su eksikliği nedeniyle bitki besin elementlerinden yeterince yararlanamayan ve fotosentez gibi biyokimyasal olaylarda meydana gelen aksamalar, fasulye genotiplerinin kuru madde miktarında meydana gelen azalmanın en önemli sebepleri arasında yer almaktadır. Ancak tolerans düzeyleri yüksek olan genotipler bu aksaklıkları en düşük düzeylerde gerçekleştirerek, bitki gelişimlerinin devam ettirmeye çalışmışlardır. Ancak 47 no'lu genotip diğer genotiplerden farklı olarak kuru ağırlığının kontrol bitkilerine göre % 7.92 oranında arttığı gözlenmiştir. Fasulye genotiplerinin kuraklık koşullarında kontrol bitkilerine oranla kuru ağırlıklarında meydana gelen % değişimleri incelendiğinde 71 (% 44.40), 20 (% 45.73), 10 (% 52.62), 38/2 (% 52.84), 105 (% 53.86), 24 (% 55.01), 15 (% 56.79), 18 (% 57.62), 23 (% 58.05) ve 45 (% 58.86) no'lu genotiplerin stresten en az etkilenen genotipler olduğu anlaşılmıştır. Kurak koşullarda kontrol bitkilerine göre en fazla kaybın meydana geldiği genotipler ise 89 (% 80.13), 66 (% 79.82), 78 (% 79.29), 65 (% 78.70), 27 (% 77.27), 54 (% 77.21), 70 (% 76.56), 14 (% 76.32), 11 (% 75.93) ve 140 (% 75.37) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler ise % 60-75 aralığında azalma meydana getirmiştir.

Tuz ve kuraklık stresinin her ikisi de, genel olarak bitkilerin kuru ağırlıklarında azalmalara neden olmuştur. Tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında ise kuru ağırlık bakımından fasulye genotiplerinin kurak uygulamasından % 66.56 oranında etkilenirken, tuz uygulamasında bu oran % 63.12 olduğu gözlenmiştir.

Kuraklık ve tuz stresi tüm genotiplerin ortalaması yönünden değerlendirildiğinde kuraklık stresi tuz stresine göre daha fazla zararlanma göstermiştir. Kontrol bitkilerine göre (3.04 g/bitki) değerlendirildiğinde ise tuz stresi sonucu tüm genotipler 1.08 g/bitki ortalamasına sahip olurken, kuraklık stresi tüm genotiplerde ortalama 0.97 g/bitki değerini vermiştir.

Çizelge 4.5. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam kuru ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	2.98 a-e	1.13 ab	0.83 ab	-62.06	-72.27
Bn-2	2.69 b-f	0.90 ab	0.91 ab	-66.58	-66.09
Bn-4	2.56 b-f	0.99 ab	0.88 ab	-61.43	-65.80
Bn-6	3.75 a-e	1.32 ab	1.02 ab	-64.92	-72.72
Bn-9	3.70 a-e	1.20 ab	1.10 ab	-67.63	-70.28
Bn-10	1.88 d-f	0.90 ab	0.89 ab	-52.29	-52.62
Bn-11	4.91 a	1.55 a	1.18 ab	-68.33	-75.93
Bn-12	3.29 a-e	1.13 ab	1.12 ab	-65.74	-65.99
Bn-13	2.84 b-f	1.28 ab	1.05 ab	-54.84	-63.01
Bn-14	3.86 a-d	1.28 ab	0.91 ab	-66.90	-76.32
Bn-15	2.22 c-f	0.96 ab	0.96 ab	-56.71	-56.79
Bn-16	3.69 a-e	1.05 ab	1.04 ab	-71.62	-71.76
Bn-17	3.26 a-e	1.18 ab	0.96 ab	-63.77	-70.68
Bn-18	2.77 b-f	1.04 ab	1.17 ab	-62.61	-57.62
Bn-19	3.31 a-e	1.44 a	1.04 ab	-56.77	-68.65
Bn-20	2.22 c-f	0.86 ab	1.21 ab	-61.32	-45.73
Bn-21	3.29 a-e	1.11 ab	1.11 ab	-66.31	-66.21
Bn-22	3.98 a-d	0.94 ab	1.21 ab	-76.36	-69.66
Bn-23	3.20 a-e	1.13 ab	1.34 a	-64.62	-58.05
Bn-24	2.68 b-f	0.85 ab	1.21 ab	-68.25	-55.01
Bn-26	2.13 c-f	0.84 ab	0.54 b	-60.38	-74.71
Bn-27	3.80 a-e	1.28 ab	0.86 ab	-66.26	-77.27
Bn-30	2.93 a-e	0.97 ab	1.12 ab	-67.01	-61.77
Bn-31	3.20 a-e	1.26 ab	1.21 ab	-60.67	-62.13
Bn-32	3.33 a-e	1.21 ab	1.12 ab	-63.75	-66.45
Bn-33	2.70 b-f	0.89 ab	0.94 ab	-66.89	-65.29
Bn-34	2.83 b-f	1.25 ab	1.10 ab	-55.92	-61.04
Bn-35	3.35 a-e	1.27 ab	0.91 ab	-61.99	-72.89
Bn-36	3.19 a-e	1.23 ab	1.10 ab	-61.39	-65.52
Bn-37	2.90 a-f	0.87 ab	0.86 ab	-69.98	-70.50
Bn-38/1	3.25 a-e	1.19 ab	0.97 ab	-63.26	-70.19
Bn-38/2	2.90 a-f	1.19 ab	1.37 a	-59.14	-52.84
Bn-39	3.33 a-e	1.28 ab	1.00 ab	-61.56	-70.12
Bn-40	2.51 b-f	1.49 a	0.96 ab	-40.73	-61.66
Bn-42	3.57 a-e	1.08 ab	0.99 ab	-69.85	-72.14
Bn-45	2.35 c-f	0.99 ab	0.97 ab	-57.94	-58.86
Bn-46	3.61 a-e	1.04 ab	1.10 ab	-71.16	-69.45
Bn-47	0.97 f	0.91 ab	1.05 ab	-6.54	7.92
Bn-50	3.00 a-e	1.00 ab	0.97 ab	-66.76	-67.57
Bn-51	3.13 a-e	0.77 ab	0.88 ab	-75.37	-71.81
Bn-52	3.04 a-e	1.33 ab	0.96 ab	-56.55	-68.60

Çizelge 4.5. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	3.90 a-d	1.23 ab	0.89 ab	-68.55	-77.12
Bn-56	3.25 a-e	1.03 ab	0.95 ab	-68.34	-70.87
Bn-57	2.32 c-f	0.89 ab	0.72 ab	-61.59	-68.84
Bn-60	2.73 b-f	0.95 ab	0.71 ab	-65.08	-73.75
Bn-61	3.34 a-e	1.29 ab	1.08 ab	-61.34	-67.53
Bn-62	2.69 b-f	1.14 ab	0.95 ab	-57.63	-64.52
Bn-63	2.65 b-f	1.16 ab	0.92 ab	-56.32	-65.43
Bn-64	2.70 b-f	1.17 ab	0.81 ab	-56.91	-69.98
Bn-65	3.10 a-e	1.08 ab	0.66 b	-65.14	-78.70
Bn-66	3.54 a-e	0.91 ab	0.71 ab	-74.22	-79.92
Bn-67	2.62 b-f	1.14 ab	0.76 ab	-56.46	-70.97
Bn-68	1.88 d-f	0.77 ab	0.75 ab	-58.72	-60.00
Bn-69	2.99 a-e	1.21 ab	0.82 ab	-59.30	-72.53
Bn-70	3.46 a-e	1.13 ab	0.81 ab	-67.29	-76.56
Bn-71	1.67 ef	1.02 ab	0.93 ab	-38.70	-44.40
Bn-73	3.38 a-e	1.29 ab	1.15 ab	-61.77	-66.02
Bn-74	2.49 c-f	0.91 ab	0.88 ab	-63.42	-64.75
Bn-75	3.02 a-e	1.25 ab	0.87 ab	-58.44	-71.15
Bn-76	3.09 a-e	0.96 ab	0.79 ab	-69.67	-74.41
Bn-77	3.20 a-e	1.09 ab	0.80 ab	-65.90	-74.96
Bn-78	3.83 a-d	1.14 ab	0.79 ab	-70.28	-79.29
Bn-89	4.61 ab	1.03 ab	0.92 ab	-77.75	-80.13
Bn-101	3.23 a-e	1.31 ab	0.95 ab	-59.47	-70.64
Bn-102	4.18 a-c	1.27 ab	1.07 ab	-69.68	-74.31
Bn-103	2.64 b-f	0.87 ab	0.91 ab	-67.22	-65.77
Bn-104	3.11 a-e	0.55b	1.08 ab	-82.30	-65.24
Bn-105	2.29 c-f	0.97 ab	1.06 ab	-57.58	-53.86
Bn-106	3.05 a-e	1.05 ab	1.10 ab	-65.46	-63.98
Bn-109	3.54 a-e	1.19 ab	0.93 ab	-66.27	-73.62
Bn-113	2.50 b-f	0.74 ab	0.96 ab	-70.24	-61.67
Bn-114	3.41 a-e	0.98 ab	1.15 ab	-71.23	-66.25
Bn-115	2.66 b-f	1.05 ab	1.08 ab	-60.76	-59.64
Bn-116	2.34 c-f	0.98 ab	0.75 ab	-58.13	-67.90
Bn-122	3.35 a-e	1.13 ab	1.03 ab	-65.30	-69.14
Bn-138	2.90 a-f	1.00 ab	0.97 ab	-65.63	-66.38
Bn-139	3.63 a-e	1.18 ab	0.93 ab	-67.48	-74.45
Bn-140	4.04 a-c	1.07 ab	1.00 ab	-73.42	-75.37
Bn-147	2.45 c-f	0.80 ab	0.81 ab	-67.37	-67.10
Bn-149	2.61 b-f	0.86 ab	0.90 ab	-67.22	-65.50
Bn-150	2.68 b-f	1.27 ab	0.95 ab	-52.73	-64.60
Ortalama	3.04	1.08	0.97	-63.12	-66.56
LSD _{0.05}	1.00	0.39	0.315		

Kuşvuran ve ark. (2008), kurak stresi altında farklı bamya genotiplerinin tepkilerini araştırdıkları çalışmada bitki kuru ağırlık kayıplarının ön seçim aşamasında önemli bir tarama faktörü olabileceğini görmüşlerdir.

Sankar ve ark.(2008), kurak stresine maruz bırakılan bamyada kuru ağırlık kayıplarının %78 oranında gerçekleştiğini bildirirken, tütün bitkisinde meydana gelen kuru ağırlık kayıplarının %56 ile % 60 arasında değiştiği kaydedilmiştir (Karakas ve ark., 1997).

Tuz stresine bağlı olarak genotiplerin kuru ağırlıklarındaki gerilemelerin tuz stresine toleransta önemli birparametre olabileceğini ortaya koymaktadır. Benzer durum, Agong ve ark. (1997)tarafından da bildirilmiştir.

Debouba ve ark. (2006), domateste tuz konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak bitkilerin kuru ağırlık değerlerinde azalma meydana geldiğini ifade etmiştir.

Kavunda yapılan çalışmalar tuz stresi sonucu vegetatif gelişme ve meyve ağırlığında azalmalar meydana geldiğini gösterirken (Mendlinger ve Pasternak, 1992; Botia ve ark., 2005); Chartzoulakis ve Klapaki (2000), biberde 25 mM üstünde tuz uygulanan ortamlarda yetiştirilen biber bitkilerinde kuru ağırlığın önemli ölçüde azaldığını ifade etmişlerdir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada yeşil aksam kuru ağırlık bakımından tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında genotiplerin tuz toksisitesinden daha fazla etkilendiği sonucunu bulmuştur.

4.6. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök Yaş Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlıkları da incelenmiş olup elde edilen bulgular Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması, fasulye genotiplerinin kök yaş ağırlıklarında azalmalara neden olmuştur. Meydana gelen bu etki genotipler arasında farklılıklar göstermiş olup, tolerant olan genotiplerde kontrol bitkilerine daha yakın hatta kontrol bitkilerine göre bir artış gözlenmiştir. Bitki kök yaş ağırlıkları bakımından tuz stresinden en az etkilenen ve kontrol bitkilerine göre artış gösteren genotipler 38/2

(% 1.69), 105 (% 3.64), 14 (% 5.08), 149 (% 5.36), 45 (% 5.88), 10 (% 10.26), 13 (% 13.46), 24 (% 15.79), 64 (% 24.19), 40 (% 38.89) no'lu genotipler olmuştur. Yüksek tuz konsantrasyonundan olumsuz etkilenerek kök yaş ağırlıklarının en fazla etkilendiği genotipler arasında; 16 (% 60.11), 104 (% 58.11), 6 (% 57.04), 113 (% 48.72), 50 (% 47.77), 122 (% 46.15), 76 (% 44.95), 52 (% 44.26), 9 (% 44.19) ve 51 (% 43.33) no'lu genotipler ilk sıraları almıştır. Diğer genotipler ise % 2-44 aralığında azalma meydana gelmiştir.

Çalışmaya dâhil edilen 81 fasulye genotipinin kuraklık stresi uygulamaları sonucu, kök yaş ağırlıklarının kontrol bitkilerine oranla azaldığı tespit edilmiştir. Genotiplerin kontrol bitkilerine göre kayıplarının belirlenmesi amacıyla oluşturulan % değişimler incelendiğinde, kuraklıktan en az etkilenen ilk 10 genotip; 47 (% 5.88), 45 (% 9.80), 24 (% 10.53), 40 (% 11.11), 10 (% 23.08), 13 (% 25.00), 18 (% 26.60), 20 (% 26.63), 51 (% 26.67) ve 35 (% 27.87) no'lu genotipler olmuştur. Buna karşılık kök yaş ağırlıkları bakımından en fazla etkilenmenin görüldüğü genotipler ise sırasıyla 16 (% 76.86), 89 (% 76.04), 102 (% 74.68), 76 (% 73.39), 101 (% 72.01), 77 (% 71.57), 27 (% 68.60), 78 (% 68.60), 6 (% 67.41) ve 69 (% 67.29) no'lu genotiplerin olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipler ise % 30-67 aralığında azalma göstermiştir.

Çizelge 4.6'da da görüldüğü gibi kuraklık stresi sonucu tüm genotiplerin ortalaması 8.67 g/bitki değerini alırken tuz stresi sonucu tüm genotiplerin ortalaması 13.77 g/bitki değerini alarak kontrol koşullarına (18.46 g/bitki) göre her iki stres de kök yaş ağırlığında azalma göstermiştir. Tuz stresi sonucu 34 (17.50 g/bitki) ve 65 (17.00 g/bitki) no'lu genotipler ise herhangi bir değişim göstermeyerek kontrol bitkileri ile aynı değeri almıştır.

Tuz ve kurak stresi fasulye genotiplerinde genel olarak kök yaş ağırlığında azalmaya neden olmuş olup tuz stresi uygulanan bazı genotiplerde kök yaş ağırlığının arttığı görülmüştür. Uygulanan iki stres kök yaş ağırlığı bakımından karşılaştırıldığında ise, kurak stresinin kök yaş ağırlığında meydana getirdiği azalmanın tuz stresine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tuzluluk fasulye genotiplerinde % 21.90 oranında azalmaya neden olurken, kuraklık stresinde bu oran % 49.61 düzeyinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.6. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök yaş ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	17.75 b-f	12.13 a-d	6.75 a-c	-31.69	-61.97
Bn-2	18.25 b-f	13.50 a-d	8.50 a-c	-26.03	-53.42
Bn-4	19.00 b-f	15.25 a-d	9.00 a-c	-19.74	-52.63
Bn-6	33.75 a	14.50 a-d	11.00 a-c	-57.04	-67.41
Bn-9	21.50 a-f	12.00 a-d	10.00 a-c	-44.19	-53.49
Bn-10	9.75 f	10.75 a-d	7.50 a-c	10.26	-23.08
Bn-11	28.75 a-c	18.25 a-c	10.25 a-c	-36.52	-64.35
Bn-12	16.00 c-f	15.50 a-d	8.75 a-c	-3.13	-45.31
Bn-13	13.00 d-f	14.75 a-d	9.75 a-c	13.46	-25.00
Bn-14	14.75 c-f	15.50 a-d	9.00 a-c	5.08	-38.98
Bn-15	17.00 b-f	15.25 a-d	9.00 a-c	-10.29	-47.06
Bn-16	31.33 ab	12.50 a-d	7.25 a-c	-60.11	-76.86
Bn-17	19.00 b-f	13.00 a-d	9.50 a-c	-31.58	-50.00
Bn-18	15.67 c-f	11.00 a-d	11.50 ab	-29.79	-26.60
Bn-19	23.75 a-f	14.00 a-d	9.75 a-c	-41.05	-58.95
Bn-20	15.33 c-f	13.00 a-d	11.25 a-c	-15.22	-26.63
Bn-21	27.25 a-d	16.25 a-d	11.00 a-c	-40.37	-59.63
Bn-22	18.00 b-f	13.00 a-d	9.50 a-c	-27.78	-47.22
Bn-23	18.25 b-f	12.50 a-d	10.50 a-c	-31.51	-42.47
Bn-24	9.50 f	11.00 a-d	8.50 a-c	15.79	-10.53
Bn-26	15.50 c-f	10.00 a-d	8.00 a-c	-35.48	-48.39
Bn-27	26.33 a-d	16.00 a-d	8.25 a-c	-39.24	-68.67
Bn-30	15.50 c-f	13.25 a-d	7.75 a-c	-14.52	-50.00
Bn-31	14.75 c-f	12.00 a-d	9.75 a-c	-18.64	-33.90
Bn-32	22.75 a-f	14.50 a-d	8.75 a-c	-36.26	-61.54
Bn-33	15.75 c-f	12.50 a-d	7.00 a-c	-20.63	-55.56
Bn-34	17.50 b-f	17.50 a-d	10.00 a-c	0.00	-42.86
Bn-35	15.25 c-f	13.75 a-d	11.00 a-c	-9.84	-27.87
Bn-36	18.00 b-f	13.50 a-d	9.50 a-c	-25.00	-47.22
Bn-37	16.00 c-f	13.50 a-d	11.25 a-c	-15.63	-29.69
Bn-38/1	14.00 c-f	9.25 b-d	7.50 a-c	-33.93	-46.43
Bn-38/2	14.75 c-f	15.00 a-d	9.25 a-c	1.69	-37.29
Bn-39	24.00 a-f	15.00 a-d	9.50 a-c	-37.50	-60.42
Bn-40	9.00 f	12.50 a-d	8.00 a-c	38.89	-11.11
Bn-42	18.25 b-f	14.75 a-d	8.25 a-c	-19.18	-54.79
Bn-45	12.75 d-f	13.50 a-d	11.50 ab	5.88	-9.80
Bn-46	13.25 c-f	11.75 a-d	8.00 a-c	-11.32	-39.62
Bn-47	12.75 d-f	12.00 a-d	12.00 a	-5.88	-5.88
Bn-50	18.67 b-f	9.75 a-d	8.50 a-c	-47.77	-54.46
Bn-51	15.00 c-f	8.50 cd	11.00 a-c	-43.33	-26.67
Bn-52	24.67 a-f	13.75 a-d	9.50 a-c	-44.26	-61.49

Çizelge 4.6. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	19.25 b-f	17.50 a-d	7.50 a-c	-9.09	-61.04
Bn-56	17.00 b-f	12.50 a-d	6.00 bc	-26.47	-64.71
Bn-57	12.67 d-f	10.00 a-d	8.25 a-c	-21.05	-34.87
Bn-60	19.75 b-f	12.50 a-d	7.00 a-c	-36.71	-64.56
Bn-61	22.50 a-f	17.50 a-d	9.75 a-c	-22.22	-56.67
Bn-62	15.00 c-f	13.00 a-d	7.75 a-c	-13.33	-48.33
Bn-63	16.00 c-f	15.75 a-d	9.00 a-c	-1.56	-43.75
Bn-64	15.50 c-f	19.25 ab	7.75 a-c	24.19	-50.00
Bn-65	17.00 b-f	17.00 a-d	7.25 a-c	0.00	-57.35
Bn-66	27.00 a-d	16.25 a-d	9.00 a-c	-39.81	-66.67
Bn-67	19.50 b-f	15.25 a-d	8.00 a-c	-21.79	-58.97
Bn-68	16.00 c-f	11.25 a-d	7.50 a-c	-29.69	-53.13
Bn-69	26.75 a-d	16.25 a-d	8.75 a-c	-39.25	-67.29
Bn-70	18.75 b-f	12.75 a-d	9.25 a-c	-32.00	-50.67
Bn-71	14.00 c-f	11.00 a-d	8.00 a-c	-21.43	-42.86
Bn-73	16.75 b-f	14.00 a-d	8.50 a-c	-16.42	-49.25
Bn-74	17.75 b-f	13.00 a-d	8.00 a-c	-26.76	-54.93
Bn-75	20.25 a-f	17.50 a-d	7.75 a-c	-13.58	-61.73
Bn-76	27.25 a-d	15.00 a-d	7.25 a-c	-44.95	-73.39
Bn-77	25.50 a-e	14.75 a-d	7.25 a-c	-42.16	-71.57
Bn-78	21.50 a-f	17.25 a-d	6.75 a-c	-19.77	-68.60
Bn-89	24.00 a-f	14.00 a-d	5.75 c	-41.67	-76.04
Bn-101	22.33 a-f	17.75 a-d	6.25 bc	-20.52	-72.01
Bn-102	25.67 a-e	19.75 a	6.50 a-c	-23.05	-74.68
Bn-103	17.00 b-f	14.75 a-d	11.50 ab	-13.24	-32.35
Bn-104	18.50 b-f	7.75 d	8.75 a-c	-58.11	-52.70
Bn-105	13.75 c-f	14.25 a-d	9.25 a-c	3.64	-32.73
Bn-106	19.75 b-f	13.50 a-d	9.50 a-c	-31.65	-51.90
Bn-109	19.00 b-f	16.75 a-d	9.50 a-c	-11.84	-50.00
Bn-113	19.50 b-f	10.00 a-d	7.00 a-c	-48.72	-64.10
Bn-114	19.00 b-f	17.00 a-d	8.75 a-c	-10.53	-53.95
Bn-115	10.25 ef	8.00 cd	6.25 bc	-21.95	-39.02
Bn-116	16.50 b-f	13.25 a-d	8.00 a-c	-19.70	-51.52
Bn-122	19.50 b-f	10.50 a-d	6.75 a-c	-46.15	-65.38
Bn-138	15.50 c-f	14.75 a-d	7.50 a-c	-4.84	-51.61
Bn-139	22.00 a-f	15.75 a-d	9.00 a-c	-28.41	-59.09
Bn-140	22.00 a-f	15.25 a-d	8.00 a-c	-30.68	-63.64
Bn-147	16.67 b-f	11.50 a-d	7.50 a-c	-31.00	-55.00
Bn-149	14.00 c-f	14.75 a-d	9.50 a-c	5.36	-32.14
Bn-150	13.00 d-f	11.25 a-d	8.50 a-c	-13.46	-34.62
Ortalama	18.46	13.77	8.67	-21.90	-49.61
LSD _{0.05}	7.35	4.76	2.64		

Yaptığımız çalışmada yeşil aksamda meydana gelen değişimin bitkinin kök kısmında meydana gelen zararlanmaya göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Termaat ve Muns (1986), tuzlu ortamlarda, yeşil aksam gelişmesinin kök gelişmesinden daha fazla etkilendiğini bildirerek bizim çalışmamızı destekler niteliktedir.

Stres koşullarında tolerant olmayan bitkilerin kök büyümesinin durduğu saptanmıştır (Stewart ve Howell, 2003; Jang ve ark., 2007).

Dadkhah ve Grrrifiths (2006), yüksek tuz konsantrasyonlarının şeker pancarında kök gelişimini engellediğini bildirmişlerdir.

Abdalla ve El-Khoshiban (2007) tarafından buğdayda yapılan çalışmada da bulduğumuz sonuçların tam tersi, kuraklık stresi sonucu kök ağırlığında artış meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Kuşvuran (2010), yaptığı çalışma sonucunda tuz ve kuraklık stresinin kavun genotiplerinde kök yaş ağırlığında azalmaya neden olduğunu, tuz stresi koşullarında oluşan % değişim oranının % 38.41 olurken, kuraklık stresinde ortaya çıkan değişimin % 36.97 oranında olduğunu belirlemiştir.

4.7. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök Kuru Ağırlık Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda fasulye genotiplerinde kök kuru ağırlıkları bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi kök kuru ağırlıkları bakımından genotiplerin farklı tepkiler vermesine yol açmıştır. Bazı genotipler stres koşullarında kök kuru ağırlıkları bakımından artışlar ortaya koyarken, bazı genotiplerde ise değişen oranlarda kayıplar söz konusu olmuştur. Buna göre tuz stresi koşullarında 101, 34, 24, 74, 10, 105, 38/2, 71, 40 ve 47 no'lu genotiplerde % 0.75 ile % 26 düzeyinde kuru madde miktarında artış gözlenmiştir. Diğer genotiplerde ise % 2.05 ile % 50 oranında bir azalma kaydedilmiştir.

Kuraklık stresinde ise 20, 46, 38/1, 149, 105, 23, 71, 74, 18, 22, 34, 62, 13, 10 ve 40 no'lu genotiplerde % 0.68 ile % 72 düzeyinde artış meydana gelirken;

çalışmada kullanılan diğer fasulye genotiplerinde % 1.79 ile % 49 oranında bir azalma belirlenmiştir.

Kök kuru ağırlıkları incelenen fasulye genotiplerinde tuz stresinin bitkileri daha fazla etkilediği belirlenmiştir. Tuz stresi koşullarında meydana gelen % değişimler genel olarak % 24.18 düzeyinde saptanırken, kuraklık stresinde genel olarak % değişim ortalamaları % 14.39 olmuştur.

Kök bölgesinde oluşan zararlanma bakımından tüm genotiplerin genel ortalaması incelendiğinde tuz stresi sonucu genotiplerin ortalaması 0.57 g/bitki değerini aldığı gözlenmiştir. Kuraklık stresi sonucu ise tüm genotiplerin ortalaması 0.64 g/bitki değerini almıştır. Böylece kontrol koşullarında yetiştirilen genotiplere (0.78 g/bitki) göre her iki streste de tüm genotiplerin ortalamasında azalmanın olduğu ortaya çıkmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular incelendiğinde, tuz ve kuraklık stresi karşısında bitki kök kuru ağırlığının olumsuz etkilendiği, kontrol bitkilerine göre değişen oranlarda kayıpların meydana geldiği belirlenmiştir.

Şeker pancarı bitkisi ile yapılan bir çalışmada NaCl stresi altında bitkinin kök kuru ağırlık oranlarının belirgin şekilde azaldığı kaydedilmiştir (Ghoulam ve Fares, 2001).

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.

Adavi ve ark. (2007) artan tuz konsantrasyonlarının kök kuru ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu saptamışlardır.

Kuşvuran (2010), yaptığı çalışma sonucunda kök kuru ağırlıkları incelenen kavun genotiplerinde tuz stresinin bitkileri daha fazla etkilediğini belirlemiştir. Tuz stresi koşullarında meydana gelen % değişimler genel olarak % 47.64 düzeyinde saptanırken, kuraklık stresinde genel olarak % değişim ortalamaları % 26.49 olmuştur.

Çizelge 4.7. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök kuru ağırlık değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	0.68 a-g	0.57 a-e	0.59 b-e	-16.85	-14.29
Bn-2	0.76 a-g	0.54 a-e	0.61 a-e	-28.81	-18.87
Bn-4	0.89 a-g	0.67 a-e	0.71 a-e	-24.93	-20.45
Bn-6	1.09 a-d	0.66 a-e	0.74 a-d	-39.91	-32.57
Bn-9	0.85 a-g	0.53 a-e	0.65 a-e	-37.28	-23.08
Bn-10	0.38 g	0.41 c-e	0.56 b-e	5.88	45.10
Bn-11	1.14 a-c	0.73 a-d	0.65 a-e	-36.54	-43.54
Bn-12	0.61 b-g	0.60 a-e	0.52 c-e	-2.05	-14.75
Bn-13	0.59 c-g	0.58 a-e	0.80 a-d	-2.53	35.02
Bn-14	0.70 a-g	0.68 a-e	0.69 a-e	-3.57	-1.79
Bn-15	0.87 a-g	0.74 a-c	0.80 a-d	-15.03	-8.09
Bn-16	0.94 a-g	0.49 b-e	0.59 b-e	-48.13	-36.63
Bn-17	0.77 a-g	0.49 b-e	0.65 a-e	-35.62	-15.03
Bn-18	0.69 a-g	0.53 a-e	0.75 a-d	-23.91	8.33
Bn-19	0.89 a-g	0.58 a-e	0.71 a-e	-35.03	-20.34
Bn-20	0.73 a-g	0.67 a-e	0.74 a-d	-8.56	0.68
Bn-21	1.04 a-e	0.56 a-e	0.92 a	-46.27	-11.81
Bn-22	0.69 a-g	0.51 b-e	0.75 a-d	-26.55	8.36
Bn-23	0.78 a-g	0.67 a-e	0.83 a-c	-14.10	6.41
Bn-24	0.61 b-g	0.64 a-e	0.40 e	4.96	-34.67
Bn-26	0.69 a-g	0.43 c-e	0.51 c-e	-37.96	-25.18
Bn-27	0.96 a-f	0.63 a-e	0.52 c-e	-34.11	-46.04
Bn-30	0.73 a-g	0.50 b-e	0.55 b-e	-31.40	-24.57
Bn-31	0.79 a-g	0.57 a-d	0.63 a-e	-27.62	-19.68
Bn-32	0.89 a-g	0.52 b-e	0.79 a-d	-42.02	-11.48
Bn-33	0.71 a-g	0.51 b-e	0.63 a-e	-28.87	-11.62
Bn-34	0.66 b-g	0.70 a-e	0.72 a-d	4.91	9.06
Bn-35	0.72 a-g	0.56 a-e	0.60 a-e	-22.30	-16.72
Bn-36	0.80 a-g	0.61 a-e	0.74 a-d	-23.99	-7.48
Bn-37	0.68 a-g	0.66 a-e	0.63 a-e	-3.31	-8.09
Bn-38/1	0.60 b-g	0.41 c-e	0.62 a-e	-31.54	2.90
Bn-38/2	0.65 b-g	0.70 a-e	0.62 a-e	7.69	-5.38
Bn-39	0.82 a-g	0.56 a-e	0.74 a-d	-31.91	-10.64
Bn-40	0.46 fg	0.55 a-e	0.78 a-d	20.88	71.98
Bn-42	0.92 a-g	0.69 a-e	0.86 ab	-25.14	-6.56
Bn-45	0.56 d-g	0.51 b-e	0.69 a-e	-9.38	-10.27
Bn-46	0.62 b-g	0.46 c-e	0.63 a-e	-25.20	2.44
Bn-47	0.47 e-g	0.60 a-e	0.81 a-d	25.93	70.90
Bn-50	0.61 b-g	0.39 de	0.51 c-e	-35.92	-17.14
Bn-51	0.69 a-g	0.38 e	0.63 a-e	-44.73	-8.73
Bn-52	1.09 a-d	0.61 a-e	0.78 a-d	-44.39	-28.83

Çizelge 4.7. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (g/bitki)	Tuzluluk (g/bitki)	Kuraklık (g/bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	1.08 a-d	0.81 ab	0.64 a-e	-25.40	-40.65
Bn-56	0.84 a-g	0.61 a-e	0.55 b-e	-27.38	-35.12
Bn-57	0.57 c-g	0.41 c-e	0.50 c-e	-27.63	-11.84
Bn-60	1.25 a	0.71 a-e	0.68 a-e	-42.77	-45.18
Bn-61	1.17 ab	0.86 a	0.76 a-d	-27.08	-34.97
Bn-62	0.64 b-g	0.56 a-e	0.73 a-d	-13.28	13.67
Bn-63	0.72 a-g	0.65 a-e	0.71 a-e	-10.69	-2.76
Bn-64	0.71 a-g	0.61 a-e	0.64 a-e	-14.39	-10.53
Bn-65	0.81 a-g	0.66 a-e	0.55 b-e	-19.14	-31.79
Bn-66	1.01 a-f	0.61 a-e	0.51 c-e	-39.05	-49.00
Bn-67	0.85 a-g	0.52 b-e	0.59 b-e	-39.00	-30.50
Bn-68	0.57 c-g	0.39 de	0.48 de	-32.75	-16.16
Bn-69	0.98 a-f	0.59 a-e	0.69 a-e	-39.90	-29.92
Bn-70	1.02 a-f	0.56 a-e	0.52 c-e	-45.07	-49.26
Bn-71	0.46 fg	0.54 a-e	0.49 de	19.23	7.69
Bn-73	1.01 a-f	0.59 a-e	0.75 a-d	-41.48	-26.17
Bn-74	0.58 c-g	0.61 a-e	0.63 a-e	5.60	7.76
Bn-75	0.78 a-g	0.43 c-e	0.64 a-e	-44.73	-18.53
Bn-76	0.98 a-f	0.54 a-e	0.62 a-e	-45.01	-36.57
Bn-77	1.09 a-d	0.59 a-e	0.63 a-e	-46.45	-42.11
Bn-78	1.00 a-f	0.65 a-e	0.66 a-e	-34.92	-33.67
Bn-89	0.91 a-g	0.52 b-e	0.48 de	-42.54	-47.24
Bn-101	0.67 b-g	0.67 a-e	0.54 b-e	0.75	-19.10
Bn-102	0.94 a-g	0.70 a-d	0.60 a-e	-25.60	-36.27
Bn-103	0.69 a-g	0.51 b-e	0.65 a-e	-25.55	-5.11
Bn-104	0.73 a-g	0.37 e	0.55 b-e	-48.97	-25.34
Bn-105	0.53 d-g	0.57 a-e	0.55 b-e	7.08	3.30
Bn-106	0.88 a-g	0.58 a-e	0.75 a-d	-34.29	-14.00
Bn-109	0.71 a-g	0.60 a-e	0.51 c-e	-15.60	-27.66
Bn-113	0.75 a-g	0.37 e	0.58 b-e	-50.00	-21.81
Bn-114	0.69 a-g	0.53 a-e	0.60 a-e	-22.91	-12.73
Bn-115	0.55 d-g	0.45 c-e	0.51 c-e	-19.09	-8.18
Bn-116	0.83 a-g	0.66 a-e	0.55 b-e	-21.02	-34.53
Bn-122	0.88 a-g	0.49 b-e	0.61 a-e	-44.00	-30.29
Bn-138	0.70 a-g	0.55 a-e	0.66 a-e	-21.58	-5.04
Bn-139	0.80 a-g	0.58 a-e	0.57 b-e	-27.27	-28.21
Bn-140	0.87 a-g	0.57 a-e	0.70 a-e	-34.96	-19.48
Bn-147	0.62 b-g	0.52 b-e	0.60 a-e	-16.13	-3.23
Bn-149	0.59 c-g	0.48 b-e	0.60 a-e	-18.72	2.13
Bn-150	0.86 a-g	0.59 a-e	0.65 a-e	-31.78	-24.20
Ortalama	0.78	0.57	0.64	-24.18	-14.39
LSD _{0.05}	0.27	0.16	0.15		

4.8. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Klorofil Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda fasulye genotiplerinde klorofil değerleri bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Tuz stresi, genotiplerin klorofil değerleri açısından farklı etkiler ortaya koymuştur. Buna göre 39 (% 45.70), 105 (% 45.64), 37 (% 43.94), 113 (% 40.52), 54 (% 35.48), 47 (% 27.70), 51 (% 23.85), 12 (% 23.52), 38/2 (% 23.42) ve 115 (% 23.38) no'lu genotiplerde kontrol bitkilerine göre klorofil değerlerinde belirtilen oranlarda artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte 60, 11, 89, 62, 78, 77, 6, 2, 66 ve 1 no'lu genotiplerde ise % 10.25 ile % 35 oranlarında kontrole göre kayıpların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Diğer genotipler % 0.73-8.19 oranında azalma ve % 0.77 ile % 22.70 oranında artma göstererek farklı etkiler göstermişlerdir. Tuz stresi altındaki tüm genotiplerin ortalaması ise 38.40 değerini alarak, kontrol bitkilerine (36.59) göre artış göstermiştir.

Kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinde klorofil miktarı kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. Klorofil miktarının en fazla artış gösterdiği genotipler 39 (% 105.44), 38/1 (% 81.93), 10 (% 76.42), 35 (% 70.38), 15 (% 69.41), 14 (% 64.43), 22 (% 62.07), 105 (% 55.88), 12 (% 54.91) ve 71 (% 53.12) no'lu genotipler olarak saptanmıştır. Kurak stresi altında kalan diğer genotiplerin klorofil değerleri ise % 7 ile % 53 oran aralığında artış göstermiştir. Tüm genotiplerin kuraklık stresi altında göstermiş oldukları ortalama değer 49.95'tir. Böylece kontrol bitkilerine (36.59) göre kuraklık stresi altında büyüyen genotipler ortalama klorofil değerlerinde artış göstermiştir.

Tuz ve kuraklık stresinin etkileri karşılaştırıldığında klorofil değerleri, kuraklık stresi ve tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerde artış göstermiştir. Ancak tuz koşullarında yetiştirilen bitkilerde bu artış daha düşük oranlarda gerçekleşmiştir. Bu durumda klorofil değerleri açısından tuz stresi fasulye genotiplerinde ortalama % 6.05 oranında artış gösterirken, kuraklık stresi fasulye genotiplerinde genel olarak ortalama % 37.88 oranında artış göstermiştir.

Çizelge 4.8. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında klorofil SPAD-metre değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol	Tuzluluk	Kuraklık	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	39.67 a-h	35.60 b-j	54.80 a-d	-10.25	38.15
Bn-2	41.67 a-f	35.30 b-j	51.07 a-e	-15.28	22.56
Bn-4	37.10 a-h	36.73 b-j	46.50 a-e	-0.99	25.34
Bn-6	39.83 a-h	33.70 f-j	50.77 a-e	-15.40	27.45
Bn-9	39.23 a-h	41.20 a-i	50.17 a-e	5.01	27.87
Bn-10	31.10 d-i	37.53 a-j	54.87 a-d	20.69	76.42
Bn-11	42.83 a-c	34.03 e-j	51.17 a-e	-20.54	19.46
Bn-12	34.30 b-h	42.37 a-i	53.13 a-e	23.52	54.91
Bn-13	42.33 a-d	38.87 a-i	55.27 a-c	-8.19	30.55
Bn-14	32.33 c-h	36.43 b-j	53.17 a-e	12.68	64.43
Bn-15	30.73 e-i	34.23 e-j	52.07 a-e	11.39	69.41
Bn-16	32.60 c-h	34.40 d-j	42.43 de	5.52	30.16
Bn-17	36.23 a-h	35.27 b-j	52.50 a-e	-2.67	44.89
Bn-18	37.03 a-h	34.67 c-j	47.60 a-e	-6.39	28.53
Bn-19	34.77 b-h	35.13 b-j	43.67 b-e	1.05	25.60
Bn-20	37.40 a-h	45.50 a-c	50.43 a-e	21.66	34.85
Bn-21	35.30 b-h	34.87 b-j	50.77 a-e	-1.23	43.81
Bn-22	32.60 c-h	34.83 c-j	52.83 a-e	6.85	62.07
Bn-23	36.80 a-h	34.67 c-j	51.50 a-e	-5.80	39.95
Bn-24	37.00 a-h	45.40 a-d	50.27 a-e	22.70	35.86
Bn-26	42.17 a-f	40.77 a-i	49.60 a-e	-3.32	17.63
Bn-27	38.97 a-h	37.63 a-j	52.40 a-e	-3.42	34.47
Bn-30	39.80 a-h	38.17 a-i	54.33 a-e	-4.10	36.52
Bn-31	34.63 b-h	42.10 a-i	48.60 a-e	21.56	40.33
Bn-32	40.23 a-h	38.27 a-i	53.60 a-e	-4.89	33.22
Bn-33	34.07 b-h	38.47 a-i	49.47 a-e	12.92	45.21
Bn-34	33.27 b-h	38.90 a-i	49.20 a-e	16.93	47.90
Bn-35	32.30 c-h	37.23 a-j	55.03 a-c	15.27	70.38
Bn-36	35.40 b-h	35.70 b-j	53.23 a-e	0.85	50.38
Bn-37	30.80 d-i	44.33 a-g	42.87 c-e	43.94	39.18
Bn-38/1	29.33 hi	35.73 b-j	53.37 a-e	21.82	81.93
Bn-38/2	37.00 a-h	45.67 a-c	47.10 a-e	23.42	27.30
Bn-39	23.27 i	33.90 e-j	47.80 a-e	45.70	105.44
Bn-40	33.77 b-h	33.50 g-j	42.17 e	-0.79	24.88
Bn-42	37.17 a-h	41.57 a-i	50.57 a-e	11.84	36.05
Bn-45	36.73 a-h	44.77 a-f	49.43 a-e	21.87	34.57
Bn-46	37.30 a-h	38.10 a-i	49.20 a-e	2.14	31.90
Bn-47	35.13 b-h	44.87 a-e	52.20 a-e	27.70	48.58
Bn-50	35.70 a-h	37.27 a-j	49.93 a-e	4.39	39.87
Bn-51	38.43 a-h	47.60 a	49.60 a-e	23.85	29.05
Bn-52	39.23 a-h	40.73 a-i	47.33 a-e	3.82	20.65

Çizelge 4.8. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol	Tuzluluk	Kuraklık	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	31.57 c-i	42.77 a-i	47.37 a-e	35.48	50.05
Bn-56	38.43 a-h	37.60 a-j	48.50 a-e	-2.17	26.19
Bn-57	34.37 b-h	36.73 b-j	51.60 a-e	6.89	50.15
Bn-60	42.30 a-e	27.50 j	46.83 a-e	-34.99	10.72
Bn-61	38.17 a-h	40.50 a-i	45.47 a-e	6.11	19.13
Bn-62	44.47 ab	36.13 b-j	50.73 a-e	-18.74	14.09
Bn-63	38.53 a-h	42.43 a-i	55.77 ab	10.12	44.72
Bn-64	36.97 a-h	40.77 a-i	54.03 a-e	10.28	46.17
Bn-65	40.93 a-g	40.63 a-i	56.73 a	-0.73	38.60
Bn-66	39.07 a-h	34.73 c-j	48.97 a-e	-11.09	25.34
Bn-67	38.23 a-h	43.50 a-h	49.43 a-e	13.78	29.29
Bn-68	39.30 a-h	45.87 ab	49.40 a-e	16.71	25.70
Bn-69	37.83 a-h	35.93 b-j	47.40 a-e	-5.02	25.29
Bn-70	34.27 b-h	33.50 g-j	50.83 a-e	-2.24	48.35
Bn-71	32.07 c-h	34.90 b-j	49.01 a-e	8.84	53.12
Bn-73	35.73 a-h	38.67 a-i	47.90 a-e	8.21	34.05
Bn-74	36.00 a-h	39.07 a-i	48.60 a-e	8.52	35.00
Bn-75	39.17 a-h	39.47 a-i	41.90 e	0.77	6.98
Bn-76	36.07 a-h	37.70 a-j	50.43 a-e	4.53	39.83
Bn-77	46.63 a	39.20 a-i	50.07 a-e	-15.94	7.36
Bn-78	38.40 a-h	32.10 ij	56.70 a	-16.41	47.66
Bn-89	40.63 a-h	32.60 h-j	53.83 a-e	-19.77	32.49
Bn-101	33.60 b-h	35.23 b-j	49.70 a-e	4.86	47.92
Bn-102	35.17 b-h	33.87 e-j	49.63 a-e	-3.70	41.14
Bn-103	38.40 a-h	41.27 a-i	48.77 a-e	7.47	27.00
Bn-104	35.10 b-h	38.83 a-i	48.37 a-e	10.64	37.80
Bn-105	30.60 f-i	44.57 a-g	47.70 a-e	45.64	55.88
Bn-106	38.60 a-h	38.07 a-i	50.00 a-e	-1.38	29.53
Bn-109	39.40 a-h	43.03 a-i	48.80 a-e	9.22	23.86
Bn-113	29.70 g-i	41.73 a-i	44.87 a-e	40.52	51.07
Bn-114	40.20 a-h	39.47 a-i	53.57 a-e	-1.82	33.25
Bn-115	36.93 a-h	45.57 a-c	45.93 a-e	23.38	24.37
Bn-116	34.93 b-h	35.67 b-j	48.53 a-e	2.10	38.93
Bn-122	33.27 b-h	37.10 a-j	47.70 a-e	11.52	43.39
Bn-138	34.20 b-h	32.63 h-j	50.63 a-e	-4.58	48.05
Bn-139	36.87 a-h	36.17 b-j	53.87 a-e	-1.90	46.11
Bn-140	33.97 b-h	38.07 a-i	45.70 a-e	12.07	34.54
Bn-147	38.03 a-h	41.20 a-i	49.33 a-e	8.06	29.71
Bn-149	39.83 a-h	37.53 a-j	52.50 a-e	-5.77	31.80
Bn-150	40.53 a-h	42.57 a-i	47.00 a-e	5.02	15.95
Ortalama	36.59	38.40	49.95	6.05	37.88
LSD _{0.05}	5.37	5.18	5.78		

Seemann ve Critchley (1985) ile Aranda ve Syvertsen (1996), yüksek tuz konsantrasyonlarında iyon birikimi ve stomaların açılıp kapanmasındaki düzensizliklernedeniyle toplam klorofil miktarında azalmalar olduğunu ve bunun sonucu olarak fotosentez etkinliğinin azalarak bitkinin gelişiminde gerilemeler ortaya çıktığını açıklamaktadırlar.

Çiçek ve Çakırlar, (2002) mısırdaki, Gadallah, (1999) ise bakla bitkisinde tuz stresi altında yaprakların klorofil içeriğinde azalmalar görüldüğünü bildirmişlerdir. Biber bitkisi kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada da tuz stresi altındaki bitkiye dışarıdan uygulanan KNO_3 bileşiğinin, yaprak ve köklerde K ve klorofil içeriğini arttırdığı ve stres parametrelerini hafiflettiği bildirilmiştir (Kaya ve Higgs, 2003). Öte yandan 30 ve 60 mM NaCl stresi altındaki *Psidium guajava* L. bitkisinde ilave olarak verilen 0-5-10-15 mM $Ca(NO_3)_2$ bileşiğinin yaprak klorofil içeriğini önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir (Ebert ve ark., 2002).

Tuz stresinin artışıyla birlikte klorofil düzeyinde azalmalar olduğu Kaya ve ark. (2003b, 2007), Ahmad ve ark. (2005) ve Kuşvuran ve ark. (2008b) tarafından da bildirilmiştir. Tuz stresi altında klorofil düzeyinin azalması klorofilaz enzim aktivitesinin artmasıyla ilgili bir durumdur (Rao ve Rao, 1981).

Kurak koşullarda renk, klorofil ve karotenoid içeriği olumsuz etkilenmektedir (Mena-Violante ve ark., 2006).

Mishra ve ark. (2002) domatesteki yaptıkları çalışmada tolerant çeşitlerin su kısıntısının olumsuz etkilerini azalttığını klorofil düzeyi ile ispatlamışlardır. Kuo ve ark. (1988) Çin lahanasında yaptıkları çalışmada tolerant çeşitlerde klorofil düzeyini intolerant çeşitlere göre daha yüksek tespit etmişlerdir.

Su stresi altında sınırlı sulamda Shubhra ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada, klorofil değerlerinin su stresi ile ters orantılı olarak azalmakta olduğunu tespit etmişlerdir.

Karipçin'in (2009), farklı karpuz genotiplerini kullanarak yaptığı çalışmada kuraklık açısından önemli bir parametre olan klorofil miktarı açısından, kuraklık koşulları arttıkça klorofil düzeyi azaldığını tespit etmiştir.

4.9. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Alan Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri 81 adet fasulye genotipine ait bitkilerde gerçekleştirilmiş olup, elde edilen bulgular sonucunda yaprak alanı bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.9.'da verilmiştir.

On beş gün devam eden tuzluluk stresi fasulye genotiplerinde yaprak alanlarının azalmasına neden olmuştur. Tuz stresini öncelikli olumsuz etkileri arasında yaprak alanlarında azalma ve dolayısıyla büyümede yavaşlama yer almaktadır. Ancak yaprak alanını kontrol bitkilerine yakın tutmayı başarabilen genotipler fotosentezi daha iyi bir şekilde gerçekleştirerek stres etkisini en aza indirmeyi başarabilmektedirler. Genel olarak tolerant olan genotiplerde kontrollerine yakın yaprak alanı oluşturabilmektedir. Tüm fasulye genotiplerinde tuz uygulaması karşısında yaprak alanlarında azalmaların ortaya çıktığı, bu azalışın genotipler arasında farklılıkları da ortaya koyduğu saptanırken, 9 no'lu genotip yaprak alanı ölçümü süresince tuz stresi altındadayanıklılık gösteremediğinden bitki kaybı yaşanmış ve ölçüm yapılamamıştır. Tuzluluk karşısında en yüksek yaprak alanı 552.80 cm²/3 bitki ile 36 no'lu genotipte belirlenirken, 68 (148.01cm²/3 bitki) no'lu genotipte en düşük yaprak alanı belirlenmiştir. Yapılan çalışmada tuz stresinin etkilerini minimum seviyeye indirerek % değişimleri en az olan genotipler 150 (% 11.04), 50 (% 24.99), 10 (% 25.94), 36 (% 27.13), 147 (% 27.70), 37 (% 29.19), 105 (% 31.96), 109 (% 36.22), 71 (% 36.49) ve 23 (% 43.19) no'lu genotipler olmuştur. Ancak 1, 69, 122, 76, 20, 56, 54, 89, 26 ve 106 no'lu genotipler 200mM NaCl uygulamasından olumsuz etkilenerek % 76-83 oranında % değişim göstermişlerdir. Diğer genotiplerde ise % 45 ile % 74 oranında azalma meydana gelmiştir.

Kuraklık stresinde ise tüm fasulye genotiplerinde kontrol bitkilerine oranlayaprak alanı bakımından değişen oranlarda kayıpların meydana geldiği saptanmıştır. Kurak koşullarda en yüksek yaprak alanı 109 ve 114 no'lu genotiplerde tespit edilmiştir (343.32 ve 320.59 cm²/3 bitki). En düşük yaprak alanı ise 63 (93.09 cm²/3 bitki) ve 64 (105.39 cm²/3 bitki) no'lu genotiplerde meydana gelmiştir.

Kuraklık karşısında yaprak alanı değişimlerinin en az düzeyde gerçekleştiği genotipler 37 (% 28.09), 109 (% 36.29), 50 (% 41.13), 150 (% 43.34), 47 (% 48.81), 147 (% 49.16), 45 (% 56.26), 105 (% 57.58), 10 (% 60.14), 115 (% 60.76) no'lu genotipler olmuştur. Buna karşılık kontrol bitkilerine oranla en fazla kayıp gösteren bu nedenle % değişimleri en yüksek olan genotipler ise 56, 54, 63, 122, 89, 78, 64, 12, 16 ve 6 no'lu genotipler olup, bu genotiplerde meydana gelen değişim % 82-90 düzeyinde gerçekleşmiştir. Kuraklık stresi altında diğer genotipler ise % 61 ile % 82 oranında azalma göstermişlerdir.

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

Çizelge 4.9.'da da görüldüğü gibi tuz stresinin etkisi ile tüm genotiplerin ortalaması $301.01 \text{ cm}^2/3$ bitki değerini, kuraklık stresi altındaki tüm genotiplerin ortalaması $211.94 \text{ cm}^2/3$ bitki değerini alırken kontrol koşullarındaki bitkilerin genel ortalaması 836.45 değerini almıştır. Böylece her iki stres koşullarında yetiştirilen genotipler kontrol bitkilerine göre yaprak alanı bakımından önemli düzeyde azalma göstermiştir.

Çizelge 4.9. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak alanı değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (cm ² / 3 bitki)	Tuzluluk (cm ² / 3 bitki)	Kuraklık (cm ² / 3 bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	904.25 ab	157.48 c	212.12 ab	-82.58	-76.54
Bn-2	950.45 ab	272.07 bc	231.95 ab	-71.37	-75.60
Bn-4	866.48 ab	315.18 ac	205.39 ab	-63.63	-76.30
Bn-6	1160.34 ab	353.45 ac	209.08 ab	-69.54	-81.98
Bn-9	969.10 ab	Bitki Yok	229.81 ab	Bitki Yok	-76.29
Bn-10	444.23 ab	329.00 ac	177.06 ab	-25.94	-60.14
Bn-11	1133.85 ab	371.24 ac	309.09 ab	-67.26	-72.74
Bn-12	1163.90 ab	307.07 ac	195.40 ab	-73.62	-83.21
Bn-13	919.04 ab	310.56 ac	237.94 ab	-66.21	-74.11
Bn-14	906.73 ab	403.06 ac	229.92 ab	-55.55	-74.64
Bn-15	837.74 ab	356.48 ac	165.59 ab	-57.45	-80.23
Bn-16	998.86 ab	302.19 ac	174.19 ab	-69.75	-82.56
Bn-17	954.78 ab	257.35 bc	237.10 ab	-73.05	-75.17
Bn-18	1052.43 ab	371.68 ac	269.36 ab	-64.68	-74.41
Bn-19	743.54 ab	339.61 ac	228.38 ab	-54.33	-69.28
Bn-20	761.59 ab	162.44 c	294.57 ab	-78.67	-61.32
Bn-21	970.43 ab	294.33 ac	257.83 ab	-69.67	-73.43
Bn-22	832.64 ab	331.15 ac	236.53 ab	-60.23	-71.59
Bn-23	715.49 ab	406.45 ac	224.43 ab	-43.19	-68.63
Bn-24	671.06 ab	253.30 bc	232.35 ab	-62.25	-65.38
Bn-26	831.68 ab	192.12 bc	179.21 ab	-76.90	-78.45
Bn-27	797.76 ab	252.80 bc	157.62 ab	-68.31	-80.24
Bn-30	716.35 ab	297.15 ac	183.87 ab	-58.52	-74.33
Bn-31	1047.43 ab	462.59 ab	223.70 ab	-55.84	-78.64
Bn-32	854.77 ab	297.12 ac	183.47 ab	-65.24	-78.54
Bn-33	775.05 ab	293.81 ac	199.88 ab	-62.09	-74.21
Bn-34	762.60 ab	317.48 ac	240.54 ab	-58.37	-68.46
Bn-35	900.57 ab	325.02 ac	232.92 ab	-63.91	-74.14
Bn-36	758.65 ab	552.80 a	165.24 ab	-27.13	-78.22
Bn-37	388.31 b	274.95 ac	279.25 ab	-29.19	-28.09
Bn-38/1	868.81 ab	269.03 bc	233.87 ab	-69.03	-73.08
Bn-38/2	934.95 ab	383.63 ac	262.52 ab	-58.97	-71.92
Bn-39	1052.47 ab	337.30 ac	216.07 ab	-67.95	-79.47
Bn-40	980.73 ab	431.84 ac	190.21 ab	-55.97	-80.60
Bn-42	596.26 ab	311.83 ac	204.78 ab	-47.70	-65.66
Bn-45	658.57 ab	256.01 bc	288.08 ab	-61.13	-56.26
Bn-46	712.98 ab	345.53 bc	256.47 ab	-64.30	-64.03
Bn-47	489.70 ab	231.39 bc	250.67 ab	-52.75	-48.81
Bn-50	392.48 b	294.39 ac	231.05 ab	-24.99	-41.13
Bn-51	635.90 ab	183.71 bc	247.89 ab	-71.11	-61.02
Bn-52	1028.41 ab	360.56 ac	250.85 ab	-64.94	-75.61

Çizelge 4.9. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (cm ² / 3 bitki)	Tuzluluk (cm ² / 3 bitki)	Kuraklık (cm ² / 3 bitki)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	1399.10 a	314.22 ac	166.02 ab	-77.54	-88.13
Bn-56	1173.62 ab	259.89 bc	114.84 ab	-77.86	-90.21
Bn-57	742.08 ab	213.88 bc	170.03 ab	-71.18	-77.09
Bn-60	715.66 ab	222.00 bc	143.38 ab	-68.98	-79.97
Bn-61	854.67 ab	303.86 ac	247.19 ab	-64.45	-71.08
Bn-62	879.10 ab	252.65 bc	203.90 ab	-71.26	-76.81
Bn-63	743.25 ab	244.95 bc	93.09 b	-67.04	-87.47
Bn-64	639.30 ab	327.25 ac	105.39 b	-48.81	-83.51
Bn-65	751.84 ab	262.22 bc	148.23 ab	-65.12	-80.28
Bn-66	938.84 ab	251.88 bc	174.58 ab	-73.17	-81.40
Bn-67	787.54 ab	272.03 bc	181.17 ab	-65.46	-77.00
Bn-68	562.56 ab	148.01 c	187.47 ab	-73.69	-66.68
Bn-69	1033.80 ab	178.77 bc	191.54 ab	-82.71	-81.47
Bn-70	795.43 ab	302.42 ac	196.84 ab	-61.98	-75.25
Bn-71	534.58 ab	339.50 ac	196.75 ab	-36.49	-63.20
Bn-73	933.89 ab	407.32 ac	234.14 ab	-56.39	-74.93
Bn-74	873.10 ab	304.27 ac	175.31 ab	-65.15	-79.92
Bn-75	869.85 ab	234.73 bc	215.82 ab	-73.07	-75.19
Bn-76	888.14 ab	187.85 bc	160.58 ab	-78.85	-81.92
Bn-77	876.30 ab	277.39 ac	208.52 ab	-68.34	-76.20
Bn-78	1060.75 ab	354.95 ac	164.00 ab	-66.54	-84.54
Bn-89	1052.04 ab	237.35 bc	161.71 ab	-77.44	-84.63
Bn-101	818.56 ab	412.89 ac	177.46 ab	-49.56	-78.32
Bn-102	1039.42 ab	310.99 ac	224.36 ab	-70.08	-78.42
Bn-103	885.16 ab	270.42 bc	226.53 ab	-69.45	-74.41
Bn-104	1105.01 ab	356.97 ac	281.93 ab	-67.69	-74.49
Bn-105	566.51 ab	385.48 ac	240.33 ab	-31.96	-57.58
Bn-106	995.76 ab	237.64 bc	235.59 ab	-76.14	-76.34
Bn-109	538.87 ab	343.71 ac	343.32 a	-36.22	-36.29
Bn-113	977.38 ab	338.79 ac	191.28 ab	-65.34	-80.43
Bn-114	941.80 ab	347.93 ac	320.59 ab	-63.06	-65.96
Bn-115	684.84 ab	320.18 ac	268.70 ab	-53.25	-60.76
Bn-116	821.19 ab	273.67 ac	208.64 ab	-66.67	-74.59
Bn-122	1160.59 ab	222.58 bc	159.70 ab	-80.82	-86.24
Bn-138	901.91 ab	332.96 ac	182.64 ab	-63.08	-79.75
Bn-139	699.84 ab	215.32 bc	175.17 ab	-69.23	-74.97
Bn-140	682.36 ab	375.69 ac	198.30 ab	-44.94	-70.94
Bn-147	352.26 b	254.68 bc	179.08 ab	-27.70	-49.16
Bn-149	841.25 ab	271.15 bc	197.12 ab	-67.77	-76.57
Bn-150	492.95 ab	438.55 ac	279.28 ab	-11.04	-43.34
Ortalama	836.45	301.01	211.94	-60.73	-72.59
LSD _{0.05}	449.65	135.69	105.37		

Birçok araştırmacıya göre tuzlu şartlarda büyütülen bitkilerde bir taraftan toplam yaprak alanı azalırken (Levitt 1972, Caro ve ark., 1991, Cuartero ve ark., 1999), birtaraftan da stomaların kapanmasıyla fotosentez hızı yavaşlar (Shalaby ve ark., 1993). Sakamoto ve Shaw (1967); Jeffers ve Shibbles (1969) ile Egli ve ark. (1970)'na göre yaprak alanının daralması yüksek respirasyona karşılık, bitkilerin adaptasyon yeteneğini göstermektedir. Chartzoulakis ve Klapaki (2000), hibrit biber çeşitlerinde yaptıkları bir tuzluluk çalışmada, farklı dozlarda NaCl kullanmışlar, 100 ve 150 mM NaCl dozunun yaprak alanında azalmaya neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada genotiplerin yaprak alanının tuz ve kuraklık stres koşullarında azalma eğilimi gösterdiğini belirlemiştir. Genotiplerin daha çok tuz koşullarından etkilendiği görülen çalışmada genotiplerin ortalama % değişim oranı % 48.37 olurken, bu değer kuraklık stresinde % 30.81 düzeyinde saptanmıştır.

Kurak koşullarda bitki yaprak alanı her ne kadar transpirasyonla su kaybının azalması demekse de aynı zamanda fotosentezin azalması, dolayısıyla bitkinin her aşamada negatif etkilenmesi demektir. Kuraklık şiddeti arttıkça yaprak alanının azalması şeklindeki bulgularımız, Karipçin'in (2009) karpuzda, Liu ve Stützel, (2004)'in ıspanakta, Babolola ve Fawusi (1980)'nin domateste, Nesmith ve ark. (1992)'nin Jupiter çanbiberinde, Ribas ve ark. (2001)'nin kavunda, Mannan ve ark. (2002) ile Karam ve ark. (2002)'nin marulda yaptıkları çalışmanın bulguları ile paralellik arz etmektedir.

4.10. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Oransal Su İçeriği Değerlerinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen fasulye bitkilerinde yaprak oransal su içeriği (RWC) değerleri bakımından ortaya çıkan değişimler incelenmiş ve Çizelge 4.10.'da gösterilmiştir.

Tuz stresi, yapraklarda su oransal içeriği bakımından fasulye genotipleri arasında geniş bir varyasyonun ortaya çıkmasından dolayı olmuştur. Çalışmada

kullanılan 81 adet fasulye genotipi içerisinde 70, 57, 139, 66, 19, 12, 6, 65, 89, 78, 61, 75, 149, 33, 30, 51, 116, 37, 77, 71, 21, 138, 45, 69, 1,122, 36, 16ve 35 no'lu genotiplerde yaprak oransal su içeriği bakımından kontrol bitkilerine göre % 0.02 ile % 53.60 oranında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Ancak çalışmada kullanılan diğer fasulye genotiplerinde ise % 0.23 ile % 109.42 oranında bir artış söz konusu olmuştur.

Kuraklık stresi, tuz stresi ile yaklaşık olarak benzer bir durum oluştururken, çalışmada kullanılan fasulye genotiplerinde yaprak oransal su içeriğinin stres koşullarında değiştiği belirlenmiştir. Stres etkisinin en fazla görüldüğü ve kontrol bitkilerine oranla bünyelerinde yaprak su içeriği bakımından azalma gösteren genotipler 35 (% 39.53), 69 (% 37.54), 102 (% 34.81), 140 (% 30.18), 139 (% 30.08), 21 (% 29.34), 19 (% 28.72), 16 (% 26.38), 27 (% 24.97) ve 75 (% 23.98) no'lu genotipler olmuştur. Buna karşılık 10, 46, 47, 106, 38/2, 38/1, 18, 68, 9 ve 13 no'lu genotiplerde % 23-86 oranlarında artış belirlenmiştir. Diğer genotipler ise % 0.36-18 oranında artma ve % 0.13 ile % 22 oranında azalma göstermişlerdir.

Tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler bakımından yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiği görülmüştür (Çizelge 4.10.). Tuz stresi koşullarında ortalama değişim % 8.01 oranında artış gösterirken, kuraklık stresinde bu oran ortalama % 1.62 oranında azalma şeklinde görülmüştür.

Tüm genotiplerin ortalaması değerlendirildiğinde tuz stresinin genel ortalaması % 56.48 değerini alarak kontrol bitkilerine (% 54.08) göre artış sağlamıştır. Kuraklık stresi ise % 51.64 değerini alarak kontrol bitkilerine göre bir azalma göstermiştir.

Oransal sudüzeyindeki azalmalar, turgor kaybının bir sonucu olup, bu durum hücre genişlemesi olmaları için gerekli suyun kısıtlanması anlamına gelmektedir (Katerji ve ark., 1997). Yetiştirme ortamındaki su potansiyelinin tuz stresine bağlı olarak azaltılması sonucu, oransal su içeriklerinde meydana gelen azalmalar, buğday (Sirivastava ve ark., 1998; Farooq ve Azam, 2006), biber (Kaya ve Higgs, 2003) ve mısır (Yakıt ve Tuna, 2006) gibi farklı bitki türlerinde de ortaya konmuştur.

Yakıt ve Tuna (2006), mısırdaki yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasında nispi su içeriğinin stres koşullarında düştüğünü ve kontrol bitkilerinde ise en yüksek değerlere ulaştığını ifade etmişlerdir.

Katerji ve ark., (1997) şeker pancarında, Srivastava ve ark., (1998) buğdayda, Kaya ve Higgs, (2003) biber bitkisinde olmak üzere tuz stresi altındaki bitkilerde %RWC değerlerinin azaldığını ve ilave besin elementi takviyesiyle %RWC değerlerinde düzelme olduğunu bildirmişlerdir.

Su stresi ile yaprak oransal su kapsamı (YOSK) arasında ilişki bulunmaktadır (Karipçin, 2009). Cornic ve Ghashghaie (1991), fasulyede yaptıkları denemede, yaprak oransal su içeriğinin % 70 civarında olduğunu ve bu koşullarda fotosentezin normal işleyişini sürdürerek gelişimini devam ettirdiğini saptamışlardır.

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.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada tuz ve kuraklık çalışmaları sonucu elde edilen değerler ışığında yaprak oransal su içeriğinin genel olarak kuraklık stresinden daha fazla etkilendiğini belirlemiştir. Tuz stresi koşullarında ortalama değişimin % 18.66 olduğunu kuraklık stresinde bu oranın % 26.65 olduğunu tespit etmiştir.

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 4.10. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak oransal su içeriği (YOSİ) değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	69.38 ab	49.30 ab	62.32 ab	-28.94	-10.16
Bn-2	69.53 ab	70.51 a	56.22 a-e	1.41	-19.14
Bn-4	57.48 ab	67.12 a	52.50 a-e	16.78	-8.66
Bn-6	65.99 ab	63.34 ab	52.87 a-e	-4.02	-19.88
Bn-9	51.10 ab	71.03 a	64.26 ab	39.00	25.75
Bn-10	33.18 b	69.48 a	61.73 a-c	109.42	86.06
Bn-11	48.90 ab	59.06 ab	55.18 a-e	20.77	12.84
Bn-12	68.27 ab	65.98 a	59.20 a-e	-3.36	-13.28
Bn-13	53.82 ab	61.53 ab	66.37 a	14.33	23.34
Bn-14	48.79 ab	66.49 a	51.06 a-e	36.27	4.66
Bn-15	50.10 ab	54.57 ab	50.04 a-e	8.94	-0.13
Bn-16	72.30 ab	40.74 ab	53.23 a-e	-43.66	-26.38
Bn-17	51.39 ab	68.82 a	56.80 a-e	33.91	10.53
Bn-18	42.29 ab	55.06 ab	55.68 a-e	30.22	31.66
Bn-19	61.75 ab	59.79 ab	44.01 a-e	-3.17	-28.72
Bn-20	47.11 ab	55.95 ab	47.39 a-e	18.78	0.60
Bn-21	72.48 ab	57.30 ab	51.22 a-e	-20.94	-29.34
Bn-22	56.06 ab	65.09 ab	53.03 a-e	16.11	-5.40
Bn-23	46.53 ab	59.54 ab	43.35 a-e	27.97	-6.83
Bn-24	45.87 ab	60.11 ab	54.05 a-e	31.06	17.85
Bn-26	46.62 ab	61.29 ab	45.93 a-e	31.47	-1.48
Bn-27	55.34 ab	66.14 a	41.52 b-e	19.52	-24.97
Bn-30	57.92 ab	52.54 ab	52.89 a-e	-9.29	-8.68
Bn-31	54.11 ab	55.46 ab	53.51 a-e	2.51	-1.09
Bn-32	56.51 ab	66.86 a	44.79 a-e	18.31	-20.75
Bn-33	59.41 ab	54.07 ab	54.12 a-e	-8.99	-8.90
Bn-34	52.57 ab	56.87 ab	47.05 a-e	8.18	-10.50
Bn-35	86.58 a	40.17 ab	52.35 a-e	-53.60	-39.53
Bn-36	66.13 ab	39.86 ab	56.43 a-e	-39.73	-14.68
Bn-37	59.43 ab	51.55 ab	62.27 ab	-13.26	4.77
Bn-38/1	47.39 ab	62.61 ab	62.47 ab	32.10	31.81
Bn-38/2	45.01 ab	51.75 ab	61.28 a-d	14.97	36.13
Bn-39	51.81 ab	55.98 ab	47.25 a-e	8.04	-8.81
Bn-40	39.13 ab	61.54 ab	44.17 a-e	57.28	12.89
Bn-42	46.26 ab	57.11 ab	47.42 a-e	23.44	2.52
Bn-45	61.95 ab	44.69 ab	52.61 a-e	-27.86	-15.07
Bn-46	36.21 ab	52.50 ab	54.31 a-e	45.00	50.00
Bn-47	36.87 ab	53.30 ab	54.68 a-e	44.57	48.31
Bn-50	51.56 ab	51.99 ab	55.38 a-e	0.84	7.41
Bn-51	53.24 ab	47.70 ab	52.04 a-e	-10.40	-2.24
Bn-52	53.43 ab	66.08 a	43.18 a-e	23.68	-19.18

Çizelge 4.10. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	48.05 ab	51.20 ab	47.22 a-e	6.55	-1.71
Bn-56	58.14 ab	62.06 ab	48.43 a-e	6.74	-16.69
Bn-57	50.93 ab	49.97 ab	57.61 a-e	-1.89	13.13
Bn-60	48.80 ab	52.21 ab	53.55 a-e	6.98	9.73
Bn-61	60.54 ab	55.86 ab	56.19 a-e	-7.74	-7.18
Bn-62	53.31 ab	57.04 ab	54.06 a-e	7.00	1.42
Bn-63	55.88 ab	60.06 ab	53.01 a-e	7.48	-5.15
Bn-64	63.20 ab	66.97 a	56.13 a-e	5.97	-11.18
Bn-65	57.71 ab	54.32 ab	53.77 a-e	-5.89	-6.83
Bn-66	54.97 ab	53.63 ab	49.33 a-e	-2.44	-10.27
Bn-67	46.48 ab	50.48 ab	54.96 a-e	8.61	18.25
Bn-68	43.78 ab	47.93 ab	56.62 a-e	9.48	29.33
Bn-69	74.24 ab	53.12 ab	46.38 a-e	-28.46	-37.54
Bn-70	50.06 ab	50.05 ab	48.36 a-e	-0.02	-3.39
Bn-71	57.08 ab	49.11 ab	51.48 a-e	-13.96	-9.82
Bn-73	44.85 ab	55.68 ab	46.25 a-e	24.16	3.12
Bn-74	58.93 ab	60.66 ab	51.80 a-e	2.93	-12.10
Bn-75	56.26 ab	51.49 ab	42.77 a-e	-8.47	-23.98
Bn-76	54.51 ab	54.91 ab	47.43 a-e	0.73	-12.99
Bn-77	60.52 ab	52.40 ab	53.61 a-e	-13.40	-11.41
Bn-78	58.22 ab	54.05 ab	58.44 a-e	-7.18	0.36
Bn-89	61.33 ab	57.12 ab	54.44 a-e	-6.86	-11.23
Bn-101	35.50 ab	56.19 ab	37.14 de	58.30	4.65
Bn-102	53.66 ab	58.26 ab	34.98 e	8.59	-34.81
Bn-103	58.39 ab	63.86 ab	54.28 a-e	9.37	-7.03
Bn-104	44.07 ab	48.79 ab	49.81 a-e	10.73	13.04
Bn-105	44.88 ab	52.18 ab	50.96 a-e	16.26	13.53
Bn-106	33.95 b	56.32 ab	49.30 a-e	65.88	45.19
Bn-109	50.79 ab	58.27 ab	46.57 a-e	14.72	-8.30
Bn-113	58.65 ab	58.78 ab	47.14 a-e	0.23	-19.63
Bn-114	60.85 ab	66.94 a	51.84 a-e	10.02	-14.80
Bn-115	56.00 ab	63.98 ab	60.54 a-d	14.26	8.12
Bn-116	54.63 ab	47.44 ab	53.74 a-e	-13.16	-1.64
Bn-122	52.72 ab	33.88 b	47.01 a-e	-35.75	-10.83
Bn-138	59.77 ab	46.55 ab	46.59 a-e	-22.12	-22.06
Bn-139	62.27 ab	61.03 ab	43.54 a-e	-1.98	-30.08
Bn-140	53.56 ab	53.74 ab	37.40 c-e	0.33	-30.18
Bn-147	42.85 ab	58.05 ab	47.85 a-e	35.48	11.67
Bn-149	61.42 ab	56.14 ab	50.73 a-e	-8.59	-17.41
Bn-150	49.16 ab	63.16 ab	55.22 a-e	28.48	12.33
Ortalama	54.08	56.48	51.64	8.01	-1.62
LSD _{0.05}	23.98	14.93	11.33		

4.11. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Hücrelerinde Membran Zararlanması Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda yaprak hücrelerinde meydana gelen membran zararlanması bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Tuz stresi toksik Na ve Cl iyonlarının olumsuz etkisi nedeniyle hücre bütünlüğüne zarar vermekte, hücre membranlarının zararlanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle hücre bütünlüğünü sağlayabilen ve membran zararlanma indeksi küçük olan genotiplerin tuz stresine toleransının da yüksek olduğu ve bu nedenle genotiplerin seçiminde önemli bir parametre olduğu düşünülmektedir(Kuşvuran, 2010). Bu tez çalışmasında, tuz stresi altındaki fasulye genotipleri içerisinde membran zararlanması en düşük düzeyde kalan ve dolayısıyla tolerans düzeyleri daha yüksek olan genotiplerden başlıcaları 115 (% 12.48), 74 (% 12.89), 52 (% 14.19), 150 (% 15.69), 24 (% 17.19), 42 (% 17.22), 4 (% 19.44), 50 (% 19.66), 31 (% 19.82) ve 20 (% 19.98) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. Tuz stresinin olumsuz etkilerinin en fazla ortaya çıktığı bu nedenle membranlarda en fazla zararlanmanın ortaya çıktığı genotipler ise 116, 16, 39, 22, 17, 102, 78, 30, 36 ve 1 no'lu genotipler olup bu genotiplerde ortaya çıkan zararlanma % 55-71 düzeyinde meydana gelmiştir. Diğer genotipler ise % 22 ile % 55 oranları arasında kalmıştır.

Kuraklık stresi fasulye genotiplerinde de membran zararlanmasına yol açmıştır. Meydana gelen zararlanma 115, 150, 57, 24, 51, 104, 42, 149, 31 ve 10 no'lu genotiplerde % 0.01 ile % 1.15 düzeyinde gerçekleşirken;63 (% 13.51), 33 (% 14.32), 102 (% 15.00), 101 (% 15.05), 26 (% 17.22), 21 (% 17.76), 138 (% 19.03), 140 (% 19.64), 47 (% 20.11) ve 60 (% 27.97) no'lu genotiplerde membran zararlanmasının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipler ise % 1.15- 13.37 oranları arasında kalmıştır.

Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen 81 adet fasulye genotipinde yaprak hücre membranlarında meydana gelen zararlanma bakımından ortaya çıkan değişimler, her iki stres koşulunda farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Çizelge 4.11.'de de görüldüğü gibi bitkiler tuz stresinden daha fazla etkilenmiş olup kontrol bitkilerine göre

ortalama % 38.44 oranında hücre membranlarında zararlanma meydana getirirken, kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde bu oran ortalama % 6.88 olduğu belirlenmiştir.

Hücre membranlarının bütünlüğünün bozulması ve seçiciliğinin ortadan kalkması 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 tanımlanabilmektedir. Bu test, hücre membran stabilitesi hakkında ve apoplastik bölgelerdeki nispi iyon içeriği hakkında da değerli bilgiler vermektedir (Munns, 2002; Ghoulam ve ark., 2002).

Bitkilere uygulanan tuz genel olarak membran geçirgenliğinin yükselmesine ve böylece stabilitesinin bozulmasına yol açmakta ve bitkinin zarar görmesinde önemli bir etken olmaktadır. Stres koşullarından ilk olarak ve en çok etkilenen hücre membranlarıdır. Yüksek NaCl uygulamalarına bağlı olarak membran yapısının bozulması ile permeabilitenin zarar görmesi sonucu hücrelerden dış ortama elektrolit sızmasında artış kaydedilmiştir (Leopold ve Willing, 1984).

Arpa(El-Tayeb, 2005), çilek (Kaya ve ark., 2002a) ve çeltik (Lutts ve ark., 1996) gibi bitki türleri ile yapılan çalışmalarda, tuz uygulamalarının membran geçirgenliğini artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışma sonucunda hücrelerde stres sonrası meydana gelen zararlanmanın tuz ve kuraklık stresi koşullarında benzer değerler gösterdiğini, tuz stresinde genotiplerin ortalama % değişiminin % 34.25 olduğunu kuraklık stresinde ise bu oranın % 30.60 olduğunu belirlemiştir.

Ghoulam ve ark., (2002) şeker pancarında tuz stresi altında %EC değerlerinde artış görüldüğünü rapor 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. Araştırmacıların ortaya koyduğu sonuçlar, çalışmamızda sunulan bulguları da desteklemektedir.

Çizelge 4.11. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak hücrelerinde membran zararlanması (MII) değerleri (MII kontrol verileri ile birlikte hesaplandığı için ayrıca kontrol verileri sunulmamaktadır)

Genotip Kod No	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)
Bn-1	54.80 a-f	7.25 c-i
Bn-2	46.84 a-f	7.05 c-i
Bn-4	19.44 c-f	3.92 f-i
Bn-6	30.60 a-f	5.33 e-i
Bn-9	34.09 a-f	4.69 e-i
Bn-10	31.75 a-f	1.15 hi
Bn-11	37.23 a-f	4.49 f-i
Bn-12	34.59 a-f	1.27 g-i
Bn-13	37.37 a-f	7.76 b-i
Bn-14	37.87 a-f	7.38 c-i
Bn-15	26.42 a-f	11.89 b-i
Bn-16	66.99 ab	5.85 e-i
Bn-17	59.34 a-e	2.18 g-i
Bn-18	45.90 a-f	5.21 e-i
Bn-19	31.15 a-f	6.75 d-i
Bn-20	19.98 c-f	3.09 g-i
Bn-21	45.95 a-f	17.76 b-e
Bn-22	60.91 a-d	6.04 e-i
Bn-23	43.08 a-f	12.20 b-i
Bn-24	17.19 d-f	0.04 i
Bn-26	35.08 a-f	17.22 b-f
Bn-27	45.22 a-f	1.31 g-i
Bn-30	55.74 a-f	12.00 b-i
Bn-31	19.82 c-f	1.13 hi
Bn-32	34.35 a-f	12.91 b-i
Bn-33	49.47 a-f	14.32 b-h
Bn-34	47.77 a-f	8.58 b-i
Bn-35	28.73 a-f	8.80 b-i
Bn-36	54.98 a-f	4.45 f-i
Bn-37	31.69 a-f	5.69 e-i
Bn-38/1	36.49 a-f	7.38 c-i
Bn-38/2	29.38 a-f	12.05 b-i
Bn-39	65.38 a-c	8.31 b-i
Bn-40	41.88 a-f	13.07 b-i
Bn-42	17.22 d-f	0.07 i
Bn-45	38.49 a-f	8.90 b-i
Bn-46	33.01 a-f	7.39 c-i
Bn-47	38.32 a-f	20.11 ab
Bn-50	19.66 c-f	5.18 e-i
Bn-51	22.91 b-f	0.05 i
Bn-52	14.19 ef	13.37 b-i

Çizelge 4.11. (devamı)

Genotip Kod No	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)
Bn-54	38.04 a-f	5.12 e-i
Bn-56	32.73 a-f	5.58 e-i
Bn-57	37.65 a-f	0.03 i
Bn-60	38.04 a-f	27.97 a
Bn-61	30.35 a-f	1.15 hi
Bn-62	42.09 a-f	4.79 e-i
Bn-63	33.77 a-f	13.51 b-i
Bn-64	32.89 a-f	3.42 g-i
Bn-65	43.46 a-f	3.69 g-i
Bn-66	49.92 a-f	1.39 g-i
Bn-67	49.21 a-f	4.98 e-i
Bn-68	42.18 a-f	3.55 g-i
Bn-69	53.03 a-f	8.22 b-i
Bn-70	52.13 a-f	3.82 f-i
Bn-71	36.63 a-f	8.02 b-i
Bn-73	39.61 a-f	3.57 g-i
Bn-74	12.89 f	2.79 g-i
Bn-75	47.11 a-f	10.59 b-i
Bn-76	54.74 a-f	10.54 b-i
Bn-77	28.75 a-f	2.04 g-i
Bn-78	56.94 a-f	3.00 g-i
Bn-89	49.42 a-f	1.51 g-i
Bn-101	35.97 a-f	15.05 b-g
Bn-102	57.64 a-f	15.00 b-g
Bn-103	21.86 b-f	4.36 f-i
Bn-104	41.43 a-f	0.06 i
Bn-105	25.88 a-f	5.71 e-i
Bn-106	28.61 a-f	1.61 g-i
Bn-109	53.88 a-f	11.96 b-i
Bn-113	35.92 a-f	5.98 e-i
Bn-114	41.90 a-f	2.67 g-i
Bn-115	12.48 f	0.01 i
Bn-116	71.00 a	2.56 g-i
Bn-122	52.38 a-f	10.22 b-i
Bn-138	40.32 a-f	19.03 a-d
Bn-139	27.68 a-f	5.90 e-i
Bn-140	35.58 a-f	19.64 a-c
Bn-147	35.97 a-f	3.91 f-i
Bn-149	36.91 a-f	0.58 hi
Bn-150	15.69 d-f	0.02 i
Ortalama	38.44	6.88
LSD _{0.05}	21.33	6.51

4.12. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam Cl Konsantrasyonlarında Ortaya Çıkan Değişimler

Yapılan çalışmada, on beş günlük tuz stresi sonucu fasulye genotiplerinde yeşil aksam Cl konsantrasyonları belirlenerek Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması sonucu fasulye bitkilerinde yeşil aksam Cl iyonu konsantrasyonukontrol bitkilerine oranla artış gösterdiği belirlenmiştir. Genotipler içerisinde en yüksek Cl konsantrasyonunu6 no'lu genotip % 11.05 değerini alırken, en az Cl konsantrasyonunu % 3.83 değeri ile 115 no'lu genotip olmuştur. Tuz stresi etkisi ile tüm genotiplerin ortalaması % 7.85 değerini alarak kontrol koşullarına (% 1.07)göre Cl iyonu yönünden önemli bir artış göstermiştir. Çalışmada kullanılan 81 adet farklı fasulye genotipinin bünyelerine aldıkları Cl iyonu konsantrasyonu oldukça farklılık göstermiştir. Kontrollerine göre bünyelerinde meydana gelen artışın değerlendirilmesi amacı ile oluşturulan % değişimler göz önüne alındığında 104, 115, 50, 139, 51, 138, 68, 150, 52 ve 103 no'lu genotiplerde Cl konsantrasyonu % 234-434 düzeyinde artış göstermiştir. Yüksek tuz konsantrasyonu karşısında bünyesinde fazla miktarda Cl iyonu alan genotipler ise 23 (% 1341.98), 10 (% 1294.15), 2 (% 1260.75), 13 (% 1147.43), 34 (% 1130.70), 37 (% 1108.38), 39 (% 1097.42), 14 (% 1067.53), 22 (% 1059.65) ve 6 (% 1025.98) no'lu genotipler olmuştur. Çalışmada yer alan diğer fasulye genotiplerinde ise Cl iyon konsantrasyonu artma eğilimi % 437 ile % 1011 arasında değişim göstermiştir.

Tuz stresi sonucu bitkilerde görülen yeşil aksam Cl iyonu konsantrasyonu % değişimi Çizelge 4.12.'de de görüldüğü gibi ortalama % 677.87 olmuştur.

Maas (1993), turuncgillerde olduğu gibi yüksek klorür duyarlılığı ve buna bağlı olarak oluşan klor toksisitesinin de gözden uzak tutulmaması gereken zararlandırma faktörüolduğuna işaret etmektedir. Birçok bitki türünde, bitkilere uygulanan yüksek NaClkonsantrasyonu ile bitkinin klor akümülyasyonunda artış belirlenmiştir. Tuz stresialtındaki asmalarda sürgün uzamasındaki azalma ve limonlardaki klorofil miktarındakıkayıplar (Nieves ve ark., 1991) ile portakallarda fotosentez miktarı ve stomailetkenliğindeki azalmalar (Banuls and Primo-Milo 1992); aşırı klorür birikimi sonucuortaya çıkan olumsuzluklar olarak yorumlanmıştır.

Garcia-Sanchez ve ark. (2003), tuzluluğun limon yapraklarında Cl iyonu konsantrasyonunda artışa neden olduğunu ifade ederken; Ünlükara ve ark. (2008b) tuz seviyesindeki artış ile birlikte patlıcanda Cl iyon miktarında artışların görüldüğünü bildirmişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2007b), kavun genotiplerinde yaptıkları çalışma sonucunda, tüm kavun genotiplerinde NaCl içeren ortamında yetiştirme sonrası Cl⁻ iyonu artışının olduğunu ve bu artış oranları arasında çok büyük farklılıkların ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Bu sonuçlar yaptığımız çalışmanın klor sonuçları ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.12. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksamda Cldeğerleri ve kontrol koşullarına göre tuz stresinde meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	1.04 b-i	8.68 a-l	731.63
Bn-2	0.80 c-i	10.86 ab	1260.75
Bn-4	0.96 b-i	10.61 a-c	1011.34
Bn-6	0.98 b-i	11.05 a	1025.98
Bn-9	0.87 b-i	8.17 c-l	840.88
Bn-10	0.57 hi	7.95 c-l	1294.15
Bn-11	0.81 c-i	8.68 a-l	973.40
Bn-12	0.95 b-i	8.48 b-l	795.77
Bn-13	0.84 b-i	10.51 a-d	1147.43
Bn-14	0.65 e-i	7.55 f-m	1067.53
Bn-15	0.83 b-i	6.72 g-m	706.00
Bn-16	1.20 a-i	7.17 f-m	497.22
Bn-17	1.12 b-i	8.81 a-k	689.25
Bn-18	1.09 b-i	8.12 c-l	645.26
Bn-19	0.87 b-i	7.32 f-m	744.62
Bn-20	0.80 c-i	7.04 g-m	776.76
Bn-21	0.89 b-i	7.13 f-m	701.12
Bn-22	0.76 d-i	8.81 a-k	1059.65
Bn-23	0.54 i	7.79 e-m	1341.98
Bn-24	0.61 f-i	6.33 i-m	943.41
Bn-26	1.04 b-i	6.92 g-m	566.13
Bn-27	1.02 b-i	9.39 a-h	822.42
Bn-30	1.07 b-i	9.06 a-i	744.10
Bn-31	1.00 b-i	7.66 f-m	668.56
Bn-32	0.94 b-i	9.63 a-g	920.49
Bn-33	1.13 b-i	10.45 a-e	827.22
Bn-34	0.76 d-i	9.35 a-h	1130.70
Bn-35	0.98 b-i	8.03 c-l	719.39
Bn-36	1.04 b-i	6.08 k-m	484.29
Bn-37	0.60 g-i	7.21 f-m	1108.38
Bn-38/1	0.92 b-i	7.61 f-m	727.17
Bn-38/2	0.88 b-i	6.96 g-m	690.53
Bn-39	0.78 d-i	9.30 a-h	1097.42
Bn-40	0.74 d-i	6.67 h-m	798.21
Bn-42	1.16 b-i	7.72 e-m	567.44
Bn-45	1.23 a-i	6.72 g-m	446.07
Bn-46	1.14 b-i	7.36 f-m	547.80
Bn-47	0.98 b-i	7.77 e-m	695.90
Bn-50	1.13 b-i	5.10 mn	352.96
Bn-51	1.26 a-i	5.95 k-m	373.74
Bn-52	1.38 a-e	6.96 g-m	405.33

Çizelge 4.12. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	1.14 b-i	7.91 d-l	592.13
Bn-56	1.11 b-i	6.49 h-m	482.63
Bn-57	0.91 b-i	9.03 a-j	889.05
Bn-60	0.82 c-i	7.77 e-m	851.84
Bn-61	1.05 b-i	5.87 lm	459.05
Bn-62	1.03 b-i	7.88 d-m	662.90
Bn-63	1.24 a-i	7.75 e-m	526.68
Bn-64	1.12 b-i	7.50 f-m	569.35
Bn-65	1.10 b-i	8.31 b-l	657.75
Bn-66	1.40 a-d	8.69 a-l	520.71
Bn-67	1.22 a-i	8.66 a-l	612.05
Bn-68	1.44 a-d	7.14 f-m	394.69
Bn-69	1.41 a-d	8.20 c-l	480.19
Bn-70	1.23 a-i	7.97 c-l	547.97
Bn-71	1.26 a-i	7.67 f-m	508.47
Bn-73	1.13 b-i	7.97 c-l	607.10
Bn-74	1.04 b-i	6.90 g-m	561.34
Bn-75	1.11 b-i	7.33 f-m	558.38
Bn-76	1.29 a-h	8.47 b-l	554.90
Bn-77	1.36 a-e	9.59 a-g	606.88
Bn-78	1.54 a-c	9.99 a-f	548.48
Bn-89	1.10 b-i	7.86 d-m	614.85
Bn-101	1.35 a-f	9.25 a-i	585.40
Bn-102	1.34 a-g	8.08 c-l	504.49
Bn-103	1.32 a-g	7.06 g-m	433.75
Bn-104	1.84 a	6.14 j-m	233.70
Bn-105	1.39 a-e	7.67 f-m	450.72
Bn-106	0.93 b-i	9.09 a-i	880.94
Bn-109	1.15 b-i	6.51 h-m	467.44
Bn-113	0.94 b-i	7.78 e-m	727.30
Bn-114	0.93 b-i	7.32 f-m	689.57
Bn-115	0.96 b-i	3.83 n	297.23
Bn-116	1.03 b-i	6.87 g-m	569.48
Bn-122	1.16 b-i	7.93 d-l	583.62
Bn-138	1.47 a-d	7.24 f-m	393.41
Bn-139	1.57 ab	7.28 f-m	364.68
Bn-140	1.09 b-i	7.17 f-m	555.49
Bn-147	1.35 a-f	7.23 f-m	437.13
Bn-149	1.27 a-i	8.54 a-l	572.18
Bn-150	1.16 b-i	5.84 lm	405.19
Ortalama	1.07	7.85	677.87
LSD _{0.05}	0.35	1.38	

4.13. Tuz Stresi Sonucunda Kök Cl Konsantrasyonlarında Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinde köklerde Cl iyonu konsantrasyonları bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.13.'te verilmiştir.

Tuz stresi, fasulye genotiplerinin kök kısımlarında kontrol bitkilerine göre Cl konsantrasyonunun artmasına neden olmuştur. En yüksek artışın görüldüğü genotip % 6.45 değeri ile 74 no'lu genotiptir. Bünyesinde en az Cl iyonu bulunduran genotip ise 89 (% 1.52) no'lu genotip olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması değerlendirildiğinde kontrol bitkilerinin % 0.90 değeri sonucunun ortaya çıktığı ve tuz stresi sonucu % 3.38 değeri ile kontrol koşullarında yetiştirilen bitkilere göre Cl konsantrasyonunun arttığı görülmüştür. Ancak köklerde meydana gelen artış, yeşil aksamda ortaya çıkan artışa oranla daha düşük düzeylerde olmuştur. Çalışmada yer alan fasulye genotipleri içerisinde kök kısmında en az Cl değişiminin meydana geldiği genotipler arasında 42 (% 49.70), 39 (% 50.00), 38/1 (% 52.63), 40 (% 64.09), 33 (% 84.28), 149 (% 87.56), 32 (% 93.08), 38/2 (% 101.96), 36 (% 113.00) ve 45 (% 132.76) no'lu genotipler ilk sırayı almıştır. 200 mM NaCl uygulaması karşısında köklerde en fazla Cl iyonu bulunduran genotipler ise 74, 105, 76, 60, 140, 63, 106, 103, 78 ve 22 no'lu genotipler olup, bu genotiplerde ortaya çıkan % değişim % 457-1021 düzeylerinde gerçekleşmiştir. Diğer genotiplerin değişim ortalaması % 143-443 oranı arasında kalmıştır.

Kök Cl konsantrasyonu bakımından tuz stresi koşullarında yetiştirilen fasulye genotiplerinin kökleri kontrol bitkilerinin köklerine göre ortalama % 296 oranında artış olarak değişim göstermiştir.

Bitkilerin köklerinde daha az oranda Cl iyonu biriktirdikleri ve genelde bu iyonu yeşil aksam kısmına gönderdikleri düşünülmektedir.

Amor ve ark. (2000) domates ve kavunda; Chartzoulakis ve Klapaki (2000) biberde; Meloni ve ark. (2001) pamukta yaptıkları tuzluluk çalışmalarında NaCl uygulamaları karşısında bitki dokusunda Cl iyonlarının arttığını bildirmişlerdir.

Grewal (2010), bitki dokularında artan Cl konsantrasyonunun kök gelişimini olumsuz etkilediğini saptamıştır.

Çizelge 4.13. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında kökCldeğerleri ve kontrol koşullarına göre tuz stresinde meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	0.99 c-o	3.53 e-n	257.87
Bn-2	0.82 g-o	3.19 f-o	291.41
Bn-4	0.78 i-o	3.64 e-m	366.67
Bn-6	0.78 i-o	3.28 e-n	323.23
Bn-9	0.87 d-o	2.79 i-o	220.69
Bn-10	0.84 f-o	3.46 e-n	313.77
Bn-11	0.75 i-o	2.91 h-o	289.93
Bn-12	0i73 j-o	3.44 e-n	374.48
Bn-13	0.81 g-o	3.39 e-n	317.90
Bn-14	0.73 i-o	2.99 g-o	309.59
Bn-15	0.67 k-o	2.92 h-o	339.10
Bn-16	0.67 k-o	2.49 j-o	273.68
Bn-17	0.72 k-o	2.77 i-o	286.71
Bn-18	1.20 b-n	3.63 e-m	203.35
Bn-19	0.74 i-o	2.73 i-o	270.75
Bn-20	1.94 a	5.44 a-c	180.41
Bn-21	0.89 d-o	3.57 e-m	303.39
Bn-22	0.85 e-o	4.71 b-g	457.40
Bn-23	0.88 d-o	3.86 d-m	341.14
Bn-24	1.15 b-o	5.38 a-d	367.39
Bn-26	1.35 b-k	4.94 b-e	265.56
Bn-27	1.45 a-h	4.02 c-l	176.90
Bn-30	1.46 a-g	3.69 e-m	152.40
Bn-31	1.41 a-j	3.42 e-n	143.06
Bn-32	1.30 b-l	2.51 i-o	93.08
Bn-33	1.59 a-c	2.93 h-o	84.28
Bn-34	1.35 b-k	4.43 c-i	219.33
Bn-35	1.05 c-o	2.99 g-o	185.65
Bn-36	1.50 a-e	3.20 f-o	113.00
Bn-37	0.90 d-o	3.85 d-m	327.78
Bn-38/1	1.52 a-d	2.32 l-o	52.63
Bn-38/2	1.28 b-m	2.58 i-o	101.96
Bn-39	1.41 a-i	2.12 m-o	50.00
Bn-40	1.49 a-f	2.45 k-o	64.09
Bn-42	1.68 ab	2.52 i-o	49.70
Bn-45	1.17 b-o	2.70 i-o	132.76
Bn-46	0.81 g-o	2.35 l-o	191.93
Bn-47	0.98 c-o	2.72 i-o	177.55
Bn-50	1.17 b-o	3.60 e-m	208.58
Bn-51	0.96 c-o	4.90 b-f	412.57
Bn-52	0.97 c-o	3.60 e-m	270.62
Bn-54	1.02 c-o	4.15 c-k	306.86

Çizelge 4.13. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-56	0.81 g-o	3.86 d-m	378.88
Bn-57	1.10 b-o	4.64 b-h	323.74
Bn-60	0.88 d-o	5.86 ab	569.71
Bn-61	0.86 e-o	4.16 c-k	385.96
Bn-62	0.73 i-o	3.33 e-n	355.48
Bn-63	0.65 l-o	3.78 e-m	486.05
Bn-64	0.76 i-o	2.16 m-o	186.09
Bn-65	0.82 g-o	2.50 j-o	206.13
Bn-66	0.90 d-o	4.08 c-l	352.78
Bn-67	0.88 d-o	3.78 e-m	332.00
Bn-68	0.71 k-o	3.83 d-m	442.55
Bn-69	0.84 f-o	2.49 j-o	197.60
Bn-70	0.76 i-o	2.57 i-o	239.74
Bn-71	0.55 no	2.84 i-o	421.10
Bn-73	0.50 no	2.11 m-o	325.25
Bn-74	0.58 m-o	6.45 a	1020.87
Bn-75	0.61 l-o	2.39 k-o	290.98
Bn-76	0.59 m-o	4.27 c-j	629.06
Bn-77	0.53 no	2.61 i-o	397.14
Bn-78	0.62 l-o	3.50 e-n	469.11
Bn-89	0.55 no	1.52 o	175.45
Bn-101	0.74 i-o	3.48 e-n	369.59
Bn-102	0.70 k-o	3.34 e-n	376.43
Bn-103	0.70 k-o	3.99 c-l	470.00
Bn-104	0.65 l-o	3.14 g-o	386.05
Bn-105	0.47 o	4.09 c-l	778.49
Bn-106	0.75 i-o	4.28 c-j	473.83
Bn-109	1.01 c-o	4.30 c-i	327.36
Bn-113	1.45 a-h	4.03 c-l	177.93
Bn-114	0.91 d-o	2.55 i-o	179.67
Bn-115	1.10 c-o	3.75 e-m	255.54
Bn-116	0.89 d-o	2.34 l-o	162.92
Bn-122	1.04 c-o	2.75 i-o	165.70
Bn-138	0.72 k-o	2.45 k-o	240.28
Bn-139	0.71 k-o	3.18 f-o	350.35
Bn-140	0.68 k-o	4.01 c-l	494.07
Bn-147	0.65 l-o	2.66 i-o	312.40
Bn-149	0.97 c-o	1.81 no	87.56
Bn-150	0.79 h-o	3.27 e-n	313.29
Ortalama	0.90	3.38	296.00
LSD _{0.05}	0.33	0.85	

4.14. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi sonucunda fasulye genotiplerinde yeşil aksam Na konsantrasyonunda kontrol bitkilerine oranla ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.14.'te verilmiştir.

200 mM NaCl uygulanan fasulye bitkilerinden ve uygulanmayan kontrol bitkilerinden alınan yeşil aksam örneklerinde Na iyon miktarları belirlenmiştir. Tuz uygulaması çalışmada yer alan bütün genotiplerin yeşil aksam Na konsantrasyonun artışına neden olmuştur. Kontrol koşullarında yetiştirilen bitkilerin içerdiği Na konsantrasyonu ortalama olarak % 0.82 olmasına karşın 200 mM NaCl uygulaması, bu değerin % 3.30 düzeyine çıkmasını sağlamıştır. Genotipler içerisinde 22 no'lu genotip % 5.05 ve 57 no'lu fasulye genotipi % 5.15 ile bünyelerine en fazla Na iyonu alan genotipler olurken; 115 (% 1.63) ve 50 (% 1.69) no'lu genotipler Na iyonunu bünyelerinden uzak tutmayı başaramamışlardır. Genotiplerin kontrollerine göre % değişimleri incelendiğinde Na iyonu konusunda seçici davranabilen ve en düşük artışların izlendiği genotipler sırasıyla 115 (% 117.31), 140 (% 130.11), 9 (% 166.60), 150 (% 195.45), 40 (% 195.57), 10 (% 202.82), 24 (% 204.47), 52 (% 206.58), 6 (% 208.66) ve 4 (% 217.38) no'lu genotipler olmuştur. Buna karşılık Na iyonu fazla miktarda alarak en yüksek % değişimleri oluşturan genotipler; 27 (% 759.98), 57 (% 670.05), 22 (% 625.02), 60 (% 577.49), 77 (% 577.48), 106 (% 576.65), 33 (% 520.07), 17 (% 519.59), 101 (% 518.03) ve 138 (% 516.39) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler ise % 218-496 oranları arasında artma göstermiştir.

Tuz stresi altında yetiştirilen 81 farklı fasulye genotiplerinde ölçülen yeşil aksam Na konsantrasyonları % değişimi bakımından ortalama % 349.82 oranında kontrollerine göre artış sonucu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.14. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksam Na değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	0.70 b-g	3.45 a-j	394.98
Bn-2	0.79 b-g	4.31 a-i	446.89
Bn-4	0.86 b-f	2.76 c-j	217.38
Bn-6	0.80 b-g	2.47 f-j	208.66
Bn-9	0.53 b-f	2.22 ij	166.60
Bn-10	0.78 b-g	2.36 h-j	202.82
Bn-11	0.72 b-g	3.83 a-j	426.41
Bn-12	0.70 b-g	3.04 a-j	287.42
Bn-13	0.82 b-g	4.27 a-i	418.26
Bn-14	0.75 b-g	2.57 d-j	241.19
Bn-15	0.77 b-g	3.43 a-j	345.43
Bn-16	0.83 b-f	3.80 a-j	359.49
Bn-17	0.68 c-g	4.22 a-i	519.59
Bn-18	0.82 b-g	4.05 a-i	394.82
Bn-19	0.71 b-g	2.39 g-j	238.56
Bn-20	0.69 b-g	3.11 a-j	351.11
Bn-21	0.79 b-g	4.42 a-i	463.59
Bn-22	0.70 b-g	5.05 ab	625.02
Bn-23	0.73 b-g	3.02 a-j	316.03
Bn-24	0.75 b-g	2.27 ij	204.47
Bn-26	0.63 c-g	3.69 a-j	483.10
Bn-27	0.56 e-g	4.78 a-d	759.98
Bn-30	0.69 b-g	3.82 a-j	451.44
Bn-31	0.60 c-g	2.54 e-j	325.89
Bn-32	0.60 c-g	3.57 a-j	496.43
Bn-33	0.77 b-g	4.75 a-e	520.07
Bn-34	0.72 b-g	2.93 b-j	307.98
Bn-35	0.69 b-g	2.38 h-j	244.28
Bn-36	0.55 e-g	2.33 h-j	323.91
Bn-37	0.62 c-g	2.93 b-j	369.03
Bn-38/1	0.62 c-g	2.29 h-j	273.01
Bn-38/2	0.60 c-g	2.55 d-j	324.42
Bn-39	0.81 b-g	2.96 b-j	266.98
Bn-40	0.86 b-f	2.56 d-j	195.57
Bn-42	0.65 c-g	2.85 c-j	340.88
Bn-45	0.68 c-g	2.77 c-j	307.61
Bn-46	0.73 b-g	3.46 a-j	375.03
Bn-47	1.21 a	3.85 a-j	217.66
Bn-50	0.48 fg	1.69 j	250.38
Bn-51	0.69 b-g	2.47 f-j	256.20
Bn-52	0.86 b-f	2.62 d-j	206.58

Çizelge 4.14. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	0.79 b-g	4.03 a-i	413.25
Bn-56	0.77 b-g	3.25 a-j	324.39
Bn-57	0.67 c-g	5.15 a	670.05
Bn-60	0.44 g	2.97 b-j	577.49
Bn-61	0.71 b-g	2.49 f-j	250.33
Bn-62	0.97 a-d	4.20 a-i	334.11
Bn-63	0.80 b-g	3.62 a-j	352.31
Bn-64	0.84 b-f	3.06 a-j	265.64
Bn-65	0.78 b-g	3.53 a-j	351.90
Bn-66	0.76 b-g	2.75 c-j	260.55
Bn-67	0.62 c-g	3.53 a-j	473.63
Bn-68	0.81 b-g	4.00 a-i	388.95
Bn-69	0.71 b-g	3.23 a-j	354.74
Bn-70	0.83 b-f	4.62 a-g	456.32
Bn-71	0.81 b-g	2.86 c-j	251.54
Bn-73	0.73 b-g	4.00 a-i	447.58
Bn-74	0.87 b-e	4.00 a-i	353.11
Bn-75	0.61 c-g	2.56 d-j	319.13
Bn-76	0.68 c-g	3.19 a-j	368.04
Bn-77	0.70 b-g	4.75 a-e	577.48
Bn-78	0.94 b-e	4.92 a-c	424.07
Bn-89	0.63 c-g	2.69 d-j	323.00
Bn-101	0.73 b-g	4.54 a-h	518.03
Bn-102	0.82 b-g	3.16 a-j	283.73
Bn-103	0.83 b-f	2.65 d-j	218.10
Bn-104	0.59 d-g	2.89 b-j	388.45
Bn-105	0.66 c-g	2.57 d-j	287.34
Bn-106	0.69 b-g	4.68 a-f	576.65
Bn-109	0.72 b-g	2.88 b-j	302.28
Bn-113	0.98 a-d	3.50 a-j	258.27
Bn-114	0.68 c-g	2.67 d-j	291.25
Bn-115	0.75 b-g	1.63 j	117.31
Bn-116	0.67 c-g	3.35 a-j	403.96
Bn-122	0.78 b-g	3.70 a-j	376.03
Bn-138	0.67 c-g	4.10 a-i	516.39
Bn-139	0.93 b-e	3.51 a-j	278.18
Bn-140	0.99 a-c	2.27 ij	130.11
Bn-147	0.72 b-g	2.85 c-j	296.33
Bn-149	1.07 ab	3.58 a-j	235.04
Bn-150	0.76 b-g	2.25 ij	195.45
Ortalama	0.82	3.30	349.82
LSD _(0.05)	0.18	1.06	

Yeşil aksamda Na konsantrasyonu düşük olan ve tuzluluğa karşı dayanıklı genotiplerin, Na iyonunu kökten dışarı ihraç ederek yeşil aksama göndermeyerek kendilerini tuztoksisitesinden koruduğu ifade edilirken (Marschner, 1995), yeşil aksamda Na konsantrasyonu yüksek olan ve bundan zarar gören duyarlı genotiplerin ise köklerden alınan Na iyonunu yeşilaksama taşıyıp, toksisite düzeylerine ulaştırdığı ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğidüşünülmektedir (Alian ve ark., 2000; Qian ve ark., 2000).

Bitkilerin Na ve Cl iyonlarını kendilerinden uzak tutmaları sayesinde tuz toleransı sağlayabildikleri bilinmektedir. Rush ve Epstein (1981) domateste Na^+ akümülyasyonmiktarının tuza tolerant genotip seçiminde iyi bir indeks olabileceğinden söz etmekte;Caro ve ark. (1991) ise bu görüşü destekledikleri gibi domateste tuza tolerant genotiplerinseçilmesi için yapraklardaki Na^+ ve Cl^- iyon miktarlarının iyi birer seçim kriteri olarakgörüldüğünü kaydetmektedirler.Tuza tolerans konusunda yapılan birçok çalışmada, iyon birikimi açısından tolerant olan çeşitlerde Na birikiminin hassas çeşitlere göre daha az olduğu bildirilmektedir (Grattanve Grieve, 1992).Aktaş (2002) da tuza duyarlı biber genotipi olan Pazarcık-3 bitkilerinin yeşil aksamında biriken Na iyonu miktarının, aynı tuz stresialtındaki dayanıklı genotip Cac (*Capsicum annuum* var. *cerasiforme* hat no:95)'e göre 3kat daha fazla bulunduğunu bildirmektedir.

Domates bitkisinde çeşitlerin tuza farklı dayanım gösterdiklerini belirleyen Alian ve ark. (2000), Fireball adındaki birçeşidin tuzlu koşullarda bünyesine fazla miktarda Na^+ iyonu aldığı halde bundanolumsuz yönde etkilenmediğini; buna karşılık aynı oranda Na^+ iyonunu bünyesine alanPatio adlı domates çeşidinin tuz toksisitesi belirtilerini gösterdiğini kaydetmektedir. Elde edilen bu sonuç ile yaptığımız çalışmanın sonuçları uyum göstermektedir.

4.15. Tuz Stresi Sonucunda Kök Na Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi sonucunda fasulye bitkilerinin köklerinde Na Konsantrasyonu bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.15.'te verilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması karşısında stres bitkilerinde Na iyon konsantrasyonu kontrol bitkilerine oranla artış göstermiştir. Bu artış kontrol bitkilerinde % 0.42 değerini alırken, tuz koşullarında yetiştirilen tüm genotiplerin ortalaması % 4.42 değerini almıştır. Ancak genel olarak fasulye genotiplerinin Na iyonunu köklerde tutmak yerine yeşil aksam kısmına gönderdikleri görülmüştür. Köklerde meydana gelen bu artış genotipler arasında farklılıklarında ortaya çıkmasına neden olmuştur. Na iyonunun köklerden uzak tutmayı başarabilen genotipler içerisinde 11 (% 404.89), 75 (% 422.12), 31 (% 489.83), 9 (% 491.38), 33 (% 596.56), 57 (% 609.23), 32 (% 615.36), 39 (% 621.71), 26 (% 646.36) ve 6 (% 650.37) no'lu genotipler ilk sıralarda yer almıştır. Buna karşılık Na iyonunu bünyesine en fazla alan genotipler ise 46, 24, 150, 22, 1, 68, 47, 69, 20 ve 139 no'lu genotipler olup bu genotiplerde kontrollere göre % değişim oranları % 1386 ile % 2769 düzeylerinde seyretmiştir. Diğer genotiplerde ise % değişim oranları % 655-1379 oranlarında kalmıştır.

Kök Na konsantrasyonu bakımından uygulanan tuz stresi fasulye genotiplerinde ortaya çıkardığı % değişim Çizelge 4.15.'te de görüldüğü gibi kontrol bitkilerine göre ortalama % 1023.24 oranında artış göstermiştir.

Kök bölgesindeki tuz konsantrasyonu artışı ile yeşil aksama doğru Na iyonu hareketliliğinde artışın olduğu birçok araştırmacının ortak görüşüdür (Dionisio-Sese ve Tobita, 2000; Meneguzzo ve ark., 2000; Qian ve ark., 2000). 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. Tolerant genotiplerin Na iyonunu kökten dışarı ihraç ederek (Yang ve ark., 1990) veya kök hücrelerinde vakuollerde depolayarak (Apse ve ark., 1999) yeşil aksama göndermediği önceki yıllarda değişik araştırmacılar tarafından kaydedilmiştir. Alian ve ark. (2000) ise, duyarlı genotiplerde

köklerden alınan Na iyonlarının yeşil aksamına taşınarak toksik düzeylere ulaşmasına karşı konulamadığını ileri sürmektedir.

Asch ve ark. (2000), çeltik bitkisinde tuza tolerans özelliği bakımından yapılacak bir seçme için Na iyonu miktarının önemli bir parametre olabileceğinden bahsetmektedir. Yaptığımız çalışmada tuz stresi karşısında fasulye bitkilerinin köklerinde yeşil aksamlarına oranla daha fazla Na iyonu biriktirdikleri görülmüştür.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000) biberde, Yakıt ve Tuna (2006) mısırdaki yaptıkları çalışmalarda Na iyonunun genelde köklerde artış gösterdiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacıların bulduğu bu sonuçlar ile bizim elde ettiğimiz bulgular uyum göstermektedir.

Çizelge 4.15. Fasulye genotiplerinde tuzstresi altında kök Na değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	0.26 bc	1.08 ab	1851.51
Bn-2	0.40 a-c	0.59 ab	693.18
Bn-4	0.35 a-c	0.81 ab	1043.22
Bn-6	0.41 a-c	0.55 ab	650.37
Bn-9	0.60 a-c	0.69 ab	491.38
Bn-10	0.32 a-c	1.02 ab	1310.73
Bn-11	0.61 a-c	0.50 ab	404.89
Bn-12	0.43 a-c	0.86 ab	1005.14
Bn-13	0.45 a-c	0.75 ab	1126.19
Bn-14	0.58 a-c	0.75 ab	691.36
Bn-15	0.34 a-c	0.92 ab	1266.19
Bn-16	0.53 a-c	0.87 ab	760.36
Bn-17	0.46 a-c	0.73 ab	1064.53
Bn-18	0.62 a-c	0.69 ab	672.74
Bn-19	0.36 a-c	0.66 ab	757.48
Bn-20	0.51 a-c	0.96 ab	1440.25
Bn-21	0.29 bc	0.34 b	727.76
Bn-22	0.40 a-c	0.85 ab	1960.78
Bn-23	0.45 a-c	0.46 b	1029.43
Bn-24	0.43 a-c	0.85 ab	2053.37
Bn-26	0.29 bc	0.70 ab	646.36
Bn-27	0.49 a-c	1.01 ab	843.47
Bn-30	0.30 bc	0.58 ab	1115.69
Bn-31	0.81 a	0.80 ab	489.83
Bn-32	0.39 a-c	0.59 ab	615.36
Bn-33	0.59 a-c	0.72 ab	596.56
Bn-34	0.58 a-c	0.99 ab	741.69
Bn-35	0.50 a-c	0.67 ab	844.82
Bn-36	0.74 ab	1.23 ab	689.69
Bn-37	0.57 a-c	0.95 ab	1050.72
Bn-38/1	0.44 a-c	0.51 ab	677.90
Bn-38/2	0.43 a-c	0.68 ab	934.95
Bn-39	0.47 a-c	0.65 ab	621.71
Bn-40	0.36 a-c	0.79 ab	861.67
Bn-42	0.31 bc	0.73 ab	934.73
Bn-45	0.42 a-c	0.76 ab	720.56
Bn-46	0.16 c	1.21 ab	2768.64
Bn-47	0.30 bc	1.18 ab	1493.19
Bn-50	0.52 a-c	1.26 ab	1094.08
Bn-51	0.74 ab	1.35 ab	879.87
Bn-52	0.48 a-c	0.97 ab	1351.81
Bn-54	0.48 a-c	0.78 ab	1370.18

Çizelge 4.15. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-56	0.63 a-c	0.87 ab	705.95
Bn-57	0.65 a-c	0.80 ab	609.23
Bn-60	0.43 a-c	1.07 ab	1165.06
Bn-61	0.65 a-c	0.91 ab	736.13
Bn-62	0.41 a-c	0.68 ab	994.36
Bn-63	0.39 a-c	0.67 ab	881.70
Bn-64	0.26 bc	0.26 b	1025.10
Bn-65	0.32 a-c	0.73 ab	1032.13
Bn-66	0.39 a-c	0.93 ab	1378.89
Bn-67	0.41 a-c	0.81 ab	993.27
Bn-68	0.28 bc	0.74 ab	1503.65
Bn-69	0.23 c	1.08 ab	1465.97
Bn-70	0.29 bc	0.62 ab	1041.29
Bn-71	0.48 a-c	0.63 ab	697.43
Bn-73	0.30 bc	0.28 b	695.90
Bn-74	0.32 bc	1.32 ab	1239.07
Bn-75	0.41 a-c	0.35 b	422.12
Bn-76	0.28 bc	0.96 ab	1279.99
Bn-77	0.43 a-c	1.20 ab	869.18
Bn-78	0.26 bc	0.37 b	1204.73
Bn-89	0.32 a-c	0.30 b	659.47
Bn-101	0.33 a-c	0.82 ab	1232.32
Bn-102	0.31 bc	0.55 ab	1038.20
Bn-103	0.40 a-c	1.22 ab	988.52
Bn-104	0.35 a-c	0.86 ab	1292.80
Bn-105	0.52 a-c	1.10 ab	666.32
Bn-106	0.29 bc	0.72 ab	1377.94
Bn-109	0.49 a-c	1.06 ab	1059.95
Bn-113	0.30 bc	0.79 ab	1079.48
Bn-114	0.30 bc	0.61 ab	963.77
Bn-115	0.40 a-c	1.62 a	1111.13
Bn-116	0.38 a-c	0.58 ab	1212.52
Bn-122	0.52 a-c	0.50 ab	655.15
Bn-138	0.33 a-c	0.77 ab	964.43
Bn-139	0.22 c	0.81 ab	1385.84
Bn-140	0.42 a-c	1.00 ab	916.58
Bn-147	0.43 a-c	1.28 ab	907.96
Bn-149	0.24 bc	0.71 ab	1042.86
Bn-150	0.29 bc	1.22 ab	2041.71
Ortalama	0.42	4.42	1023.24
LSD _(0.05)	0.24	0.53	

4.16. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam K Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda fasulye genotiplerinde yeşil aksamda belirlenen K iyonu konsantrasyonuna ait veriler, istatistiksel değerlendirmeler ve ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

200 mM NaCl uygulaması genel olarak fasulye genotipleri yeşil aksamında K konsantrasyonunun kontrol bitkilerine oranla artmasına neden olmuştur. Çizelge 4.16.'da da görüldüğü gibi tuz stresi uygulanan genotiplerden 66, 68, 20 ve 67 no'lu genotiplerde % 0.16 ile % 8.65 oranında kontrol bitkilerine göre azalma tespit edilirken; 37 (% 0.16), 18 (% 3.45), 13 (% 3.62), 14 (% 4.26), 4 (% 4.89), 61 (% 5.00), 16 (% 6.27), 77 (% 6.88), 60 (% 6.93) ve 30 (% 11.42) no'lu genotiplerde en düşük düzeyde artma eğilimi görülmüştür. Buna karşın diğer genotipler içerisinde ise en yüksek artışın görüldüğü genotipler 114 (% 100.98), 22 (% 95.86), 116 (% 79.98), 102 (% 75.18), 150 (% 66.88), 42 (% 65.85), 65 (% 64.87), 63 (% 64.10), 106 (% 63.36) ve 10 (% 59.79) no'lu fasulye genotipleri olmuştur. Diğer genotipler kontrol bitkilerine göre % 12-58 oranında artma eğiliminde değişim göstermişlerdir.

Kuraklık stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin K konsantrasyonu bakımından ortaya koydukları tepkiler farklılıklar göstermiştir. Buna göre 109, 122, 140, 101, 115, 104, 147, 103, 89, 105, 138, 106, 113, 139, 149, 150, 114, 116 ve 102 no'lu genotiplerde stres koşullarında K konsantrasyonu kontrol bitkilerine göre artış göstermiş olup, meydana gelen bu artış % 7.67 ile % 69.33 oranları arasında gerçekleşmiştir. Diğer genotiplerde ise K konsantrasyonu bakımından kuraklık stresi altında yetiştirilen bitkiler kontrol koşullarına göre azalma göstermekle birlikte, bu oranlar % 1.20 ile % 48.35 düzeyinde oluşmuştur.

Tuz ve kurak koşullarda yetiştirilen fasulye genotiplerinde kontrol bitkilerine göre % değişim ise K konsantrasyonu bakımından tuz uygulanan bitkilerde genel olarak ortalama % 32.05 oranında artma meydana gelirken, kuraklık stresi altında yetiştirilen genotiplerde bu ortalama % 11.26 oranında azalma meydana getirmiştir.

Çizelge 4.16. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam K değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	3.69 d-o	4.74 d-j	2.94 k-r	28.41	-20.18
Bn-2	4.43 b-j	4.98 c-j	3.48 g-o	12.39	-21.45
Bn-4	4.78 a-f	5.01 c-j	2.85 k-r	4.89	-40.44
Bn-6	4.32 b-l	5.68 b-g	3.64 g-m	31.54	-15.75
Bn-9	3.93 c-o	5.42 b-i	3.01 k-r	37.99	-23.42
Bn-10	3.71 d-o	5.92 b-g	3.39 i-q	59.79	-8.32
Bn-11	3.65 d-o	5.45 b-i	3.26 j-r	49.21	-10.71
Bn-12	4.17 b-l	5.37 b-i	3.06 k-r	28.63	-26.55
Bn-13	4.71 a-g	4.88 d-j	2.81 l-r	3.62	-40.43
Bn-14	4.89 a-d	5.10 b-j	2.94 k-r	4.26	-39.88
Bn-15	4.81 a-e	5.43 b-i	3.47 g-p	12.89	-27.79
Bn-16	4.84 a-d	5.14 b-j	3.12 k-r	6.27	-35.53
Bn-17	4.40 b-k	5.23 b-j	2.94 k-r	20.12	-33.24
Bn-18	4.88 a-d	5.05 c-j	2.73 m-r	3.45	-44.11
Bn-19	5.68 a	6.45 bc	3.69 g-l	13.51	-35.09
Bn-20	4.72 a-g	4.68 d-j	3.26 j-r	-0.89	-30.88
Bn-21	4.32 b-l	5.83 b-g	3.23 j-r	35.15	-25.25
Bn-22	4.33 b-l	8.47 a	3.69 g-l	95.86	-14.72
Bn-23	4.26 b-l	6.23 b-d	3.23 j-r	46.24	-24.13
Bn-24	4.29 b-l	6.01 b-f	3.41 i-q	39.97	-20.56
Bn-26	5.13 a-c	6.08 b-e	3.22 j-r	18.70	-37.17
Bn-27	4.90 a-d	6.60 b	2.99 k-r	34.82	-39.04
Bn-30	4.72 a-g	5.26 b-j	3.25 j-r	11.42	-31.04
Bn-31	4.40 b-k	5.23 b-j	3.06 k-r	18.96	-30.45
Bn-32	4.17 b-l	5.15 b-j	3.27 j-r	23.56	-21.51
Bn-33	4.18 b-l	5.93 b-g	2.95 k-r	42.09	-29.24
Bn-34	4.10 b-m	5.83 b-g	3.26 j-r	41.98	-20.58
Bn-35	4.45 b-j	5.40 b-i	2.79 l-r	21.17	-37.38
Bn-36	4.25 b-l	5.19 b-j	2.78 m-r	22.11	-34.73
Bn-37	5.25 ab	5.26 b-j	2.71 n-r	0.16	-48.35
Bn-38/1	4.22 b-l	4.92 c-j	2.62 o-r	16.48	-37.91
Bn-38/2	4.28 b-l	5.27 b-j	2.94 k-r	23.04	-31.26
Bn-39	3.62 d-o	5.11 b-j	3.57 g-n	41.38	-1.20
Bn-40	3.07 l-o	5.54 e-j	2.92 k-r	47.71	-5.14
Bn-42	3.72 d-o	6.17 b-d	3.44 h-p	65.85	-7.43
Bn-45	3.93 c-o	4.99 c-j	2.93 k-r	27.03	-25.35
Bn-46	3.78 d-o	4.67 d-j	2.83 l-r	24.10	-25.30
Bn-47	4.23 b-l	4.88 d-j	3.04 k-r	15.21	-28.15
Bn-50	4.55 b-i	5.08 b-j	3.12 k-r	11.60	-31.54
Bn-51	4.30 b-l	5.38 b-i	3.22 j-r	25.06	-25.24
Bn-52	4.61 a-h	5.61 b-h	2.83 k-r	21.78	-38.47

Çizelge 4.16. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	4.08 b-n	5.15 b-j	3.24 j-r	25.98	-20.59
Bn-56	4.26 b-l	5.47 b-i	2.36 r	28.28	-44.56
Bn-57	3.84 d-o	4.55 e-j	2.79 l-r	18.62	-27.41
Bn-60	4.72 a-g	5.05 c-j	2.55 p-r	6.93	-46.06
Bn-61	4.56 b-i	4.79 d-j	2.98 k-r	5.00	-34.71
Bn-62	4.29 b-l	5.15 b-j	3.11 k-r	20.05	-27.44
Bn-63	3.51 f-o	5.76 b-g	3.28 j-q	64.10	-6.41
Bn-64	3.63 d-o	5.65 b-g	2.92 k-r	55.45	-19.60
Bn-65	3.35 h-o	5.52 b-i	2.83 k-r	64.87	-15.36
Bn-66	4.82 a-d	4.40 g-j	2.56 o-r	-8.65	-46.85
Bn-67	4.43 b-j	4.42 f-j	2.99 k-r	-0.16	-32.61
Bn-68	4.19 b-l	4.06 h-j	2.73 m-r	-3.05	-35.01
Bn-69	4.32 b-l	5.28 b-j	2.75 m-r	22.15	-36.29
Bn-70	3.71 d-o	5.62 b-h	2.71 n-r	51.47	-27.16
Bn-71	4.30 b-l	5.27 b-j	2.74 m-r	22.45	-36.37
Bn-73	3.68 d-o	5.08 b-j	2.50 qr	37.85	-32.06
Bn-74	3.53 e-o	4.90 c-j	2.58 o-r	38.84	-27.01
Bn-75	3.52 e-o	4.85 d-j	2.76 m-r	37.62	-21.55
Bn-76	4.52 b-i	5.31 b-j	3.10 k-r	17.31	-31.46
Bn-77	4.62 a-h	4.93 c-j	4.41 c-f	6.88	-4.47
Bn-78	4.27 b-l	5.65 b-g	4.18 e-h	32.13	-2.25
Bn-89	3.34 h-o	4.93 c-j	4.62 b-f	47.43	38.10
Bn-101	3.44 g-o	5.25 b-j	4.54 b-f	52.72	32.07
Bn-102	3.38 h-o	5.92 b-g	5.72 a	75.18	69.33
Bn-103	3.38 h-o	4.69 d-j	4.63 b-f	38.92	37.08
Bn-104	3.78 d-o	5.18 b-j	5.16 a-c	37.02	36.43
Bn-105	3.65 d-o	5.56 b-h	5.07 a-d	52.18	38.73
Bn-106	3.10 l-o	5.06 c-j	4.40 d-f	63.36	42.09
Bn-109	3.91 c-o	4.85 d-j	4.21 e-g	24.01	7.67
Bn-113	3.29 i-o	5.18 b-j	4.97 b-d	57.32	50.90
Bn-114	2.90 m-o	5.83 b-g	4.68 b-f	100.88	61.24
Bn-115	2.78 o	3.79 j	3.73 g-k	36.39	34.20
Bn-116	2.87 no	5.16 b-j	4.64 b-f	79.98	61.72
Bn-122	3.43 h-o	4.79 d-j	3.98 f-j	39.74	15.90
Bn-138	3.65 d-o	4.68 d-j	5.13 a-d	28.23	40.47
Bn-139	3.13 k-o	4.76 d-j	4.79 b-e	51.89	52.80
Bn-140	3.53 e-o	3.97 ij	4.14 e-i	12.36	17.34
Bn-147	3.74 d-o	5.33 b-i	5.12 a-d	42.33	36.63
Bn-149	3.31 i-o	5.22 b-j	5.21 ab	57.70	57.29
Bn-150	3.24 j-o	5.40 b-i	5.12 a-d	66.88	58.23
Ortalama	4.06	5.26	3.45	32.05	-11.26
LSD _(0.05)	0.62	0.75	0.45		

Tuz stresi karşısında % 8.47 değeri ile en fazla K iyonuna sahip olan genotip 22 no'lu genotip olurken 115 (% 3.79) ve 140 (% 3.97) no'lu genotip en düşük K iyonuna sahip olmuştur. Kuraklık karşısında tüm genotipler birbirinden çok farklı bir değer almamıştır. Böylece tuz stresi karşısında tüm genotipler K iyonu bakımından ortalama % 5.26 değeri ile kontrol bitkilerinin genel ortalamasına göre (% 4.06) artış sağlamıştır. Kuraklık stresi ise % 3.45 ortalama değeri ile kontrol bitkilerine göre K iyonu yönünden azalma göstermiştir.

Potasyum, iletim işleminin itici gücü olan turgor basıncının oluşturulmasını kolaylaştıran kök hücrelerindeki ozmotik potansiyelin düşürülmesine ve tüm bitki su dengesinin korunmasına önemli derecede katkı sağlamaktadır. Buna göre tuzlu alanlarda yeterli düzeylerde potasyumun korunması bitki yaşamı için esas olmaktadır (Grattan ve Grieve, 1999).

Levitt (1980), ortamda sodyum klorürün fazla olması durumunda, bitkiler tarafından Na^+ iyonunun gereğinden fazla alındığı ve oluşan rekabet nedeniyle K^+ iyonu alımında azalmaların ve böylece K^+ noksanlığının ortaya çıktığını ifade etmektedir. Yüksek sodyum iyonunun bulunduğu ortamda bitkide potasyum alımının azaldığı bilinen bir gerçektir (Ashraf 1994, Lazof ve Cheeseman 1988, Chow ve ark., 1990). Ashraf ve ark. (1994), tuza toleranslı çeşitlerin duyarlı olanlara oranla daha fazla K aldığını, kuraklık ve tuz baskısına toleransta K'nın önemli rol oynadığını belirtmişlerdir. Yapılan bir başka çalışmada tuz stresi koşullarında yetiştirilen ıspanağın gereksinim duyduğu K miktarının normal koşullara göre 2 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Chow ve ark., 1990).

Pırlak ve Eşitken (2004) çilekte tuz uygulaması ile K miktarının azaldığını, Awang ve Atherton (1994) tuz uygulamasının K içeriğini etkilemediğini saptamışlardır. Franco ve ark. (1993) kavunda yaptıkları tuzluluk çalışmasında yapraklarda biriken toksik Na ve Cl iyonlarına bağlı olarak K miktarında kayıplar meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada tuz stresi altındaki genotipler ortamda yoğun miktarda Na iyonu bulunmasına rağmen K iyon miktarında artma göstermiştir. Bu durum birçok araştırmacının bulguları ile örtüşmemektedir.

Kuşvuran (2010), yaptığı çalışma sonucunda kavun genotiplerinde tuz ve kuraklık stresleri nedeniyle yeşil aksam K konsantrasyonlarında azalma meydana geldiğini bulmuştur. Genotiplerin % değişim ortalamaları incelendiğinde tuz stresinde oluşan % değişimin % 37.95 olduğunu, kuraklık stresinde bu değişimin % 32.58 oranında azalma olduğunu saptamıştır.

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.

Nasri ve ark. (2008), kolzada yaptıkları araştırmada artan kuraklık stresi sonucu yapraklarda K konsantrasyonunun azaldığını bildirmişlerdir. Choluş ve ark. (2004) şeker kamışında; Güneş ve ark. (2008), ayçiçeğinde; Sivritepe ve ark. (2008), kirazda yaptıkları çalışmalarda kuraklık stresinin K iyonunu alımının engellenerek bitki bünyesinde azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar, kuraklık stresinin fasulyede K iyonu bakımından azaldığını göstermesi araştırmacıların bulguları ile de desteklenmektedir.

4.17. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök K Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda fasulye genotiplerinde kök K konsantrasyonu bakımından meydana gelen değişim incelenerek Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Tuz stresi uygulanan fasulye bitkilerinden ve uygulanmayan kontrol bitkilerinden alınan kök materyallerinde yapılan iyon analiz sonuçları incelenerek kök kısmında K konsantrasyonu bakımından elde edilen bulgular değerlendirilmiştir. Kontrol koşullarında tüm genotiplerin ortalaması % 0.88 değerini alırken tuz stresi tüm genotiplerde ortalama % 0.81 değeri ile önemli bir azalma göstermemiştir. Buna göre % değişimleri bakımından fasulye genotiplerinin genel olarak tuz stresi altında kontrol bitkilerine oranla K konsantrasyonunun azaldığı belirlenmiştir. Ancak 106, 149, 77, 42, 150, 74, 139, 47, 140 ve 46 no'lu genotiplerde % 0.42 ile % 597.70 oranlarında bir artış olduğu saptanmıştır. Çalışmada yer alan

diğer fasulye genotiplerinde ise kontrol bitkilerine göre % 6.06 ile % 84.03 oranlarında değişen bir azalmanın olduğu görülmüştür.

Kuraklık stresinde ise fasulye genotiplerinin K konsantrasyonları farklılıklar göstermiş olup, genel olarak genotiplerin K konsantrasyonu bakımından azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık sonucu tüm genotiplerde ortalama değer % 0.59 olmuştur. Bu genotipler içerisinde 74, 139, 42, 47, 40 ve 46 no'lu genotiplerin % 7.46 ile % 150.57 oranında K konsantrasyonlarında artış olduğu görülürken, kontrol bitkilerine göre bünyelerinde en az düzeyde K iyonu bulunduran genotipler ise 67 (% 84.67), 66 (% 83.72), 109 (% 82.24), 75 (% 77.99), 50 (% 74.93), 138 (% 74.27), 140 (% 74.17), 6 (% 72.59), 14 (% 72.46) ve 22 (% 72.09) no'lu genotiplerin olduğu belirlenmiştir. Diğer genotiplerin aralığı % 13 ile % 72 oranında kalmıştır.

Tuz ve kuraklık stresinin kök K iyonu bakımından meydana getirdikleri değişimler karşılaştırıldığında ise kuraklık stresinin köklerde K iyonu bakımından tuz stresine oranla daha fazla kayıplara neden olduğu görülmüştür. Genel olarak tuz stresinde köklerde kontrol bitkilerine göre meydana gelen % değişim, % 18.78 azalma şeklinde olurken, kuraklık stresinde bu azalma % 43.47 düzeyine çıkmıştır.

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. Lynch ve Läuchli (1984) ve Jeschke ve Wolf (1985) tarafından tuz stresıyla birlikte K alımının ve kökten yeşil aksamataşınmasının engellendiği bildirilmiştir. Debouba ve ark. (2006), ise domateste artan NaCl dozuna bağlı olarak yaprak ve kökte K iyon konsantrasyonlarında azalmalar gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma sonucunda tuz stresi altındaki bitkilerde köklerden yeşil aksama doğru K iyonu taşınımı olduğu, böylece kök K konsantrasyonunun azaldığı görülmüştür. Bu bulgular ile araştırmacıların sonuçları uyum göstermemektedir.

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. Potasyum, kuraklık

stresindeki bitkilerde de rezistans geliştirmekte ve diğer metabolik faaliyetleri desteklemektedir. Egilla ve ark. (2001) *Hibiscus rosa-sinensis* L. bitkisi üzerinde yaptıkları bir çalışmada kuraklık şartlarında kök gelişmesinin ve kök yaşam süresinin kısa olduğu, ancak uygun K sağlanması durumunda bitkide kuraklığa dayanıklılık geliştiği ve kök yaşam süresinin arttığı rapor edilmiştir. Özpay (2008) ise fasulyede yaptığı çalışmada kuraklık stresinin özellikle kök ve yapraklarda K iyonunu artırıcı bir özellik taşıdığını bildirmiştir. Cho ve ark. (1996)'nın çeltik bitkisinde yapmış olduğu araştırmada, bitkilerin yaprak ve gövdesinde artan sodyumun, potasyum üzerinde etkisi belirgin bulunmazken, köklerde artan tuzla birlikte potasyum alımının azaldığı saptanmıştır.

Kuchenbuch ve ark. (1986), kuraklık sonucu kök uzunluğu ve gelişiminde azalma meydana geldiğini, bunun sonucu olarak K bakımından eksikliklerin de ortaya çıktığını ifade etmiştir. Bu durum bizim çalışmamız ile paralellik göstermektedir. Bizim çalışmamızda kuraklık stresi sonucu köklerde yeşil aksama oranla daha fazla K iyon kaybı olmuştur.

Kuşvuran (2010), yaptığı çalışmada tuz ve kuraklık stresi sonucu kavun genotiplerinin köklerindeki K iyonu kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. 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 4.17. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök K değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	0.40 j-l	1.08 ab	0.32 b	172.22	-20.83
Bn-2	0.96 g-l	0.59 ab	0.32 b	-38.83	-66.65
Bn-4	0.92 g-l	0.81 ab	0.67 ab	-12.14	-26.73
Bn-6	1.20 d-l	0.55 ab	0.33 b	-54.44	-72.59
Bn-9	0.88 g-l	0.67 ab	0.48 ab	-22.27	-45.04
Bn-10	1.50 c-l	1.02 ab	0.70 ab	-31.78	-53.50
Bn-11	1.17 d-l	0.50 ab	0.34 b	-57.21	-71.03
Bn-12	1.08 e-l	0.86 ab	0.34 b	-20.66	-68.68
Bn-13	1.20 d-l	0.75 ab	0.44 ab	-37.20	-63.22
Bn-14	1.72 c-k	0.75 ab	0.48 ab	-56.53	-72.46
Bn-15	1.39 c-l	0.92 ab	0.41 ab	-33.33	-70.13
Bn-16	1.13 d-l	0.87 ab	0.40 ab	-23.26	-64.74
Bn-17	0.77 h-l	0.73 ab	0.37 ab	-6.15	-52.43
Bn-18	1.29 d-l	0.69 ab	0.49 ab	-46.31	-61.51
Bn-19	0.77 h-l	0.66 ab	0.41 ab	-15.22	-46.89
Bn-20	1.57 c-l	0.96 ab	0.46 ab	-39.05	-70.63
Bn-21	0.55 i-l	0.34 b	0.46 ab	-38.22	-16.92
Bn-22	1.26 d-l	0.85 ab	0.35 ab	-32.60	-72.09
Bn-23	0.95 g-l	0.46 b	0.48 ab	-51.86	-50.29
Bn-24	0.93 g-l	0.85 ab	0.38 ab	-8.12	-59.17
Bn-26	1.75 c-k	0.70 ab	0.61 ab	-60.03	-64.94
Bn-27	1.79 c-j	1.01 ab	0.57 ab	-43.34	-68.00
Bn-30	0.78 h-l	0.58 ab	0.50 ab	-26.07	-35.63
Bn-31	1.63 c-l	0.80 ab	0.47 ab	-50.98	-71.18
Bn-32	1.27 d-l	0.59 ab	0.72 ab	-53.63	-43.47
Bn-33	1.70 c-k	0.72 ab	0.48 ab	-57.58	-71.65
Bn-34	1.67 c-l	0.99 ab	0.75 ab	-40.89	-55.19
Bn-35	1.27 d-l	0.67 ab	0.66 ab	-47.16	-47.63
Bn-36	1.74 c-k	1.23 ab	0.71 ab	-29.49	-59.10
Bn-37	2.01 b-i	0.95 ab	0.77 ab	-52.84	-61.79
Bn-38/1	0.89 g-l	0.51 ab	0.67 ab	-42.73	-25.06
Bn-38/2	1.37 c-l	0.68 ab	0.86 ab	-50.49	-36.91
Bn-39	1.18 d-l	0.65 ab	0.59 ab	-45.04	-50.11
Bn-40	0.25 kl	0.79 ab	0.60 ab	215.60	140.00
Bn-42	0.51 i-l	0.73 ab	0.73 ab	43.73	43.53
Bn-45	1.26 d-l	0.76 ab	0.65 ab	-39.44	-48.75
Bn-46	0.17 l	0.21 ab	0.44 ab	597.70	150.57
Bn-47	0.52 i-l	1.18 ab	0.90 ab	125.17	70.83
Bn-50	2.44 a-f	1.26 ab	0.61 ab	-48.25	-74.93
Bn-51	3.22 a	1.35 ab	0.97 ab	-58.16	-69.76
Bn-52	1.40 c-l	0.97 ab	0.75 ab	-30.65	-46.77

Çizelge 4.17. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	1.46 c-l	0.78 ab	0.82 ab	-46.36	-43.78
Bn-56	1.19 d-l	0.87 ab	1.01 ab	-27.04	-14.63
Bn-57	1.88 c-j	0.80 ab	0.91 ab	-57.25	-51.73
Bn-60	1.69 c-k	1.07 ab	0.84 ab	-36.65	-49.96
Bn-61	1.02 f-l	0.91 ab	0.75 ab	-10.83	-26.18
Bn-62	0.91 g-l	0.68 ab	0.67 ab	-25.12	-26.66
Bn-63	1.26 d-l	0.67 ab	0.77 ab	-47.15	-38.96
Bn-64	0.93 g-l	0.34 b	0.32 b	-63.42	-65.70
Bn-65	1.69 c-k	0.73 ab	0.49 ab	-56.52	-70.55
Bn-66	2.37 a-g	0.93 ab	0.39 ab	-60.62	-83.72
Bn-67	2.51 a-e	0.81 ab	0.39 ab	-67.79	-84.67
Bn-68	1.20 d-l	0.74 ab	0.68 ab	-38.04	-42.88
Bn-69	1.37 c-l	1.08 ab	0.77 ab	-21.33	-43.60
Bn-70	2.55 a-d	0.62 ab	0.73 ab	-75.49	-71.18
Bn-71	1.66 c-l	0.63 ab	0.69 ab	-61.88	-58.39
Bn-73	0.92 g-l	0.28 b	0.76 ab	-69.36	-17.71
Bn-74	0.80 h-l	1.32 ab	0.86 ab	65.04	7.46
Bn-75	2.21 a-h	0.35 b	0.49 ab	-84.03	-77.99
Bn-76	1.97 b-i	0.96 ab	0.94 ab	-51.42	-52.21
Bn-77	0.92 g-l	1.20 ab	0.36 ab	29.89	-60.43
Bn-78	0.64 i-l	0.37 b	0.47 ab	-43.01	-27.10
Bn-89	0.64 i-l	0.30 b	0.49 ab	-53.30	-22.09
Bn-101	1.37 c-l	0.82 ab	0.59 ab	-40.22	-56.52
Bn-102	1.14 d-l	0.55 ab	0.63 ab	-52.27	-45.10
Bn-103	2.46 a-f	1.22 ab	0.69 ab	-50.26	-71.94
Bn-104	1.05 e-l	0.86 ab	0.66 ab	-18.46	-37.83
Bn-105	1.23 d-l	1.10 ab	0.61 ab	-10.36	-50.08
Bn-106	0.72 h-l	0.72 ab	0.63 ab	0.42	-12.71
Bn-109	2.68 a-c	1.06 ab	0.48 ab	-60.61	-82.24
Bn-113	1.29 d-l	0.79 ab	0.57 ab	-38.56	-55.55
Bn-114	0.92 g-l	0.61 ab	0.63 ab	-33.41	-31.77
Bn-115	3.10 ab	1.62 a	1.09 a	-47.72	-64.85
Bn-116	1.06 e-l	0.58 ab	0.59 ab	-45.36	-44.37
Bn-122	0.96 g-l	0.50 ab	0.58 ab	-47.77	-40.19
Bn-138	1.43 c-l	0.77 ab	0.37 ab	-45.95	-74.27
Bn-139	0.38 j-l	0.81 ab	0.51 ab	111.18	32.77
Bn-140	1.72 c-k	1.00 ab	0.45 ab	-41.72	-74.17
Bn-147	1.36 c-l	1.28 ab	0.63 ab	-6.06	-53.58
Bn-149	0.69 i-l	0.71 ab	0.34 b	1.51	-50.76
Bn-150	0.79 h-l	1.22 ab	0.52 ab	53.98	-33.88
Ortalama	0.88	0.81	0.59	-18.78	-43.47
LSD _(0.05)	0.72	0.53	0.35		

4.18. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yeşil Aksam Ca Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda fasulye genotiplerinde yeşil aksam Ca konsantrasyonu bakımından ortaya çıkan değişimler incelenerek Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Tuz stresi altında yetiştirilen 81 adet farklı fasulye genotipinin Ca konsantrasyonu bakımından farklı tepkiler verdikleri saptanmıştır. Bünyesine en fazla Ca iyonu alan genotip 1 (% 2.81) no'lu genotip olurken bünyesine en az Ca iyonu alan genotip % 0.74 değeri ile 115 no'lu genotip olmuştur. Kontrol koşullarında bulunan bitkilerde ortalama Ca konsantrasyonu % 2.11 olarak tespit edilirken, tuz stresi karşısında yeşil aksam Ca iyon içeriği % 1.70 olmuştur. Bitkilerin kontrollerine göre % değişimlerinin dikkate alındığı değerlendirilmedi; 18, 15, 16, 114, 116, 11, 13, 6, 27, 10, 17, 12, 4, 19, 21, 23, 20, 9, 22, 2, 26, 24 ve 1 no'lu genotipler bünyelerinde Ca iyonunu tercih ederek % 1.30 ile % 130.37 oranında bir artış sağlamışlardır. Buna karşılık diğer genotiplerde Ca iyonu bakımından kontrol bitkilerine göre % 4.30 ile % 57.37 düzeyinde bir azalmanın olduğu tespit edilmiştir.

Genotiplerin kuraklık stresi karşısında bünyelerine aldıkları Ca miktarları da farklılıklar göstermiştir. Bünyelerinde en fazla Ca iyonu bulunduran genotipler % 1.45 değeri ile 18 ve 20 no'lu genotipler olurken, tuz stresinde de olduğu gibi yine bünyesinde en az Ca iyonu bulunduran genotip % 0.23 değeri ile 115 no'lu genotip olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması ise % 0.90 değerini almıştır. Kurak koşullarda yetiştirilen fasulye bitkileri Ca konsantrasyonu bakımından kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Ancak 20 no'lu genotip diğer genotiplerden farklı olarak Ca iyonu konsantrasyonu bakımından kontrol bitkilerine göre % 13.56 oranında artış meydana getirmiştir. Buna karşılık kontrol bitkilerine göre Ca kaybını en az oluşturan genotipler, 21 (% 3.58), 6 (% 8.80), 24 (% 8.84), 18 (% 14.40), 23 (% 15.82), 13 (% 20.96), 16 (% 24.38), 2 (% 26.31), 22 (% 26.76) ve 9 (% 30.17) no'lu genotiplerdir. Su stresinde Ca konsantrasyonunun kontrole göre en fazla kayıp gösterdiği genotipler ise sırasıyla 109 (% 85.50), 115 (% 80.96), 66 (% 79.80), 56 (% 77.19), 113 (% 75.82), 140 (% 74.77), 78 (% 73.48), 114 (% 72.74), 52 (% 71.46) ve

45 (% 70.98) no'lu genotiplerdir. Diğer genotipler ise % 30-71 oranında azalma göstermiştir.

Tuz ve kuraklık stresi sonucu elde edilen değerler bakımından kurak koşullarda yetiştirilen bitkilerde Ca konsantrasyonunun daha az olduğu belirlenmiştir. Genel olarak kuraklık stresinin kontrol bitkilerine göre ortalama % değişimi % 54.22 oranında azalma gösterirken, bu azalma oranı tuz uygulanan bitkilerde % 11.65 olduğu görülmüştür.

Kalsiyumun tuz stresine karşı koruyucu bir rol oynamasını çeşitli mekanizmalarla açıklamaya çalışan araştırmacıların ortak düşünceleri; kalsiyumun hücre zarını sağlamlaştırması ve iyon alımı ve taşınımında seçiciliğin kontrolünü sağlaması yönündedir (Tunçer, 2007).Bush (1995), yüksek kalsiyum seviyesinin hücre zarlarını tuzun olumsuz etkisine karşı koruyabileceğini iddia etmektedir. Marschner'a göre (1986) Ca, hücre membranlarının seçici geçirgenliğini kontrol etmede çok önemli bir rol oynamaktadır. Tuzluluktan kaynaklanan Ca eksikliğinde iyon alımı ve ozmotik düzen bozulur. Bunun sonucunda bitkide iyon toksitesi, ozmotik stres ve beslenme bozuklukları ortaya çıkar.

Tuz uygulamasına bağlı olarak Ca içeriğinde görülen artışlar Clarkson ve Hanson (1980) ve Epstein (1981) tarafından bildirildiği gibi, aşırı Na varlığında bitkiyi tuzluluğa karşı toleranslı kılabilmek için Na yanında Ca'nın alınması şeklinde açıklamak mümkündür (Erdal ve ark., 2000).Marschner (1995)'e göre tuz stresi koşullarında iyibir büyüme için kalsiyum beslenmesi önemli bir role sahiptir. Soya fasulyesi ve hıyarda yapılan çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilerde Ca ilavesinin Na alımını ve taşınımını azaltarak tuz stresine toleransı artırdığı bulunmuştur (Dabuxilatu ve Ikeda, 2005). Membran bütünlüğünün korunmasından ve iyon transportundan sorumlu olan kalsiyum tuz stresine toleransta önemli rol oynamaktadır (Grattan ve Grieve, 1994).

Tuz konsantrasyonundaki yükselişe bağlı olarak Ca alımında ve taşınımında azalmalar olduğu iyi bilinmektedir (Whittington ve Smith, 1992). Farklı bitki tür ve çilek çeşitleri ile yapılan çalışmalarda Ca miktarının arttığı ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir (Turhan ve Eriş, 2004; Alpaslan ve ark.,1998). Buna karşılık çilekte Awang ve Atherton (1994) tarafından yapılan bir çalışmada tuz uygulamasının Ca

miktarını etkilemediği, Saied ve ark. (2005), yaptıkları çalışmada Ca miktarının yüksek dozlarında azaldığını belirlemişlerdir. Bizim bulgularımız ile Saied ve ark. (2005)'te yaptıkları çalışma paralellik göstermektedir.

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

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada Ca konsantrasyonları bakımından tuz stresinde ortalama % değişiminin % 26.13 oranında azalma olduğu belirlenirken, kuraklık stresinde bu azalma oranının % 39.78 olduğu belirlenmiştir.

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 bulundurdıkları konsantrasyonların önemli bir parametre olabileceğini vurgulamışlardır. Buğdayda yapılan bir kuraklık çalışması, su stresinin kalsiyum konsantrasyonunun azalmasına neden olduğunu, bu etkinin hassas genotiplerde daha önce ortaya çıktığını göstermiştir (Abdalla ve El-Khoshiban, 2007). Kuraklık stresi karşında bitkilerin Ca konsantrasyonlarında meydana gelen azalma ve elde edilen bulgular araştırmacıların bulguları ile de uyum göstermiştir.

Çizelge 4.18. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yeşil aksam Ca değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	1.22 rs	2.81 a	0.56 h-l	130.37	-53.78
Bn-2	1.33 o-s	2.41 a-c	0.98 a-j	81.70	-26.31
Bn-4	1.62 h-s	2.13 b-h	0.94 a-k	31.18	-43.19
Bn-6	1.24 q-s	1.48 g-q	1.14 a-h	18.88	-8.80
Bn-9	1.39 m-s	2.29 a-e	0.97 a-j	64.77	-30.17
Bn-10	1.81 f-s	2.23 b-g	1.07 a-j	22.80	-40.84
Bn-11	1.53 j-s	1.70 c-q	1.06 a-j	11.07	-30.42
Bn-12	1.58 i-s	2.06 b-i	0.90 a-k	30.47	-42.93
Bn-13	1.77 f-s	2.02 b-k	1.40 ab	13.92	-20.96
Bn-14	1.73 g-s	1.64 d-q	0.98 a-j	-5.48	-43.70
Bn-15	1.92 d-s	1.96 b-n	1.32 a-c	2.00	-31.20
Bn-16	1.71 g-s	1.76 c-q	1.29 a-d	2.69	-24.38
Bn-17	1.71 g-s	2.10 b-i	0.88 b-k	22.95	-48.54
Bn-18	1.69 g-s	1.72 c-q	1.45 a	1.30	-14.40
Bn-19	1.47 k-s	2.00 b-l	0.80 c-k	36.26	-45.52
Bn-20	1.27 p-s	2.04 b-j	1.45 a	60.53	13.56
Bn-21	1.45 l-s	2.01 b-k	1.41 ab	38.18	-3.58
Bn-22	1.29 p-s	2.30 a-d	0.94 a-k	78.52	-26.76
Bn-23	1.30 p-s	2.07 b-i	1.09 a-i	59.55	-15.82
Bn-24	1.05 s	2.25 b-f	0.96 a-j	114.01	-8.84
Bn-26	1.37 n-s	2.54 ab	0.85 b-k	85.55	-37.74
Bn-27	2.06 c-r	2.52 ab	0.62 g-l	22.29	-69.75
Bn-30	2.23 b-p	1.95 b-n	0.80 c-k	-12.49	-64.07
Bn-31	2.24 b-p	1.78 c-q	0.98 a-j	-20.70	-56.39
Bn-32	1.95 c-s	1.82 c-p	0.91 a-k	-6.53	-53.31
Bn-33	1.98 c-s	1.89 b-o	0.82 c-k	-4.30	-58.37
Bn-34	2.18 b-r	1.91 b-n	0.97 a-j	-12.25	-55.64
Bn-35	2.31 a-o	1.99 b-m	0.72 d-k	-13.88	-68.87
Bn-36	2.36 a-n	1.85 b-p	0.81 c-k	-21.81	-65.88
Bn-37	2.86 a-e	1.43 h-q	0.84 c-k	-49.98	-70.66
Bn-38/1	2.64 a-g	1.79 c-q	0.97 a-j	-32.29	-63.26
Bn-38/2	2.16 b-r	1.35 i-r	0.83 c-k	-37.27	-61.72
Bn-39	2.46 a-l	1.84 b-p	1.25 a-e	-25.03	-49.19
Bn-40	1.83 f-s	1.55 e-q	0.82 c-k	-15.30	-55.14
Bn-42	2.25 b-p	1.85 b-p	0.66 f-l	-17.54	-70.80
Bn-45	2.36 a-n	1.88 b-p	0.68 e-l	-20.26	-70.98
Bn-46	2.38 a-m	2.05 b-i	1.19 a-g	-13.87	-50.23
Bn-47	2.20 b-r	1.25 k-r	1.03 a-j	-43.01	-52.98
Bn-50	2.58 a-i	1.37 h-r	0.91 a-k	-46.89	-64.96
Bn-51	2.30 a-o	1.14 o-r	0.98 a-j	-50.59	-57.39
Bn-52	2.89 a-d	1.52 f-q	0.82 c-k	-47.45	-71.46

Çizelge 4.18. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	2.86 a-e	1.35 i-r	1.02 a-j	-52.73	-64.39
Bn-56	2.76 a-f	1.51 f-q	0.63 f-l	-45.36	-77.19
Bn-57	2.25 b-p	1.49 g-q	0.83 c-k	-33.63	-62.95
Bn-60	3.08 ab	1.77 c-q	1.21 a-f	-42.59	-60.77
Bn-61	2.57 a-i	1.40 h-q	1.07 a-j	-45.57	-58.53
Bn-62	2.53 a-j	1.41 h-q	1.04 a-j	-44.26	-58.82
Bn-63	2.14 b-r	1.77 c-q	1.01 a-j	-16.94	-52.93
Bn-64	2.13 b-r	1.59 d-q	1.02 a-j	-25.43	-52.06
Bn-65	1.96 c-s	1.64 d-q	0.74 c-k	-16.59	-62.23
Bn-66	3.05 ab	1.56 d-q	0.62 g-l	-49.09	-79.80
Bn-67	2.36 a-n	1.64 d-q	0.78 c-k	-30.72	-66.79
Bn-68	2.47 a-k	1.44 h-q	1.02 a-j	-41.69	-58.84
Bn-69	2.31 a-o	1.47 h-q	0.95 a-j	-36.41	-58.77
Bn-70	2.07 c-r	1.23 m-r	0.75 c-k	-40.69	-63.91
Bn-71	2.33 a-n	1.66 d-q	0.78 c-k	-28.94	-66.56
Bn-73	2.19 b-r	1.77 c-q	1.01 a-j	-19.23	-53.89
Bn-74	1.67 g-s	1.45 h-q	0.88 b-k	-13.41	-47.56
Bn-75	2.22 b-q	1.75 c-q	1.02 a-j	-20.88	-53.98
Bn-76	2.51 a-j	1.20 n-r	0.92 a-k	-52.17	-63.59
Bn-77	3.22 a	1.87 b-p	0.98 a-j	-42.00	-69.46
Bn-78	2.94 a-c	1.58 d-q	0.78 c-k	-46.32	-73.48
Bn-89	2.66 a-g	1.53 f-q	0.92 a-k	-42.58	-65.52
Bn-101	2.10 b-r	1.68 d-q	0.81 c-k	-20.14	-61.28
Bn-102	2.41 a-l	1.54 f-q	0.76 c-k	-36.28	-68.33
Bn-103	2.38 a-m	1.14 o-r	0.90 a-k	-52.10	-62.26
Bn-104	2.30 a-o	1.04 qr	0.84 b-k	-54.74	-63.48
Bn-105	1.79 f-s	1.12 p-r	0.62 g-l	-37.39	-65.13
Bn-106	1.87 e-s	1.21 n-r	0.64 f-l	-35.40	-65.58
Bn-109	2.63 a-h	1.12 p-r	0.38 kl	-57.37	-85.50
Bn-113	2.17 b-r	1.84 b-p	0.52 i-l	-15.01	-75.82
Bn-114	1.83 f-s	1.91 b-n	0.50 j-l	4.37	-72.74
Bn-115	1.23 rs	0.74 r	0.23 j	-39.64	-80.96
Bn-116	1.73 g-s	1.81 c-p	0.85 b-k	4.66	-50.96
Bn-122	1.92 d-s	1.28 j-r	0.86 b-k	-33.43	-55.57
Bn-138	2.46 a-l	1.64 d-q	0.92 a-k	-33.44	-62.70
Bn-139	2.35 a-n	1.42 h-q	0.76 c-k	-39.81	-67.89
Bn-140	2.93 a-c	1.54 f-q	0.74 d-k	-47.67	-74.77
Bn-147	2.43 a-l	1.45 h-q	0.76 c-k	-40.44	-68.58
Bn-149	2.12 b-r	1.74 c-q	0.89 b-k	-17.86	-58.26
Bn-150	1.97 c-s	1.24 l-r	0.70 e-l	-37.09	-64.35
Ortalama	2.11	1.70	0.90	-11.65	-54.22
LSD _(0.05)	0.49	0.37	0.28		

4.19. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Kök Ca Konsantrasyonu Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri altında fasulye genotiplerinin kök Ca konsantrasyonlarına yönelik değişimler Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

200 mM tuz uygulaması altında fasulye genotiplerinin köklerinde Ca konsantrasyonu geniş bir varyasyon göstermiştir. 19, 139, 16, 20, 22, 21, 23, 15, 17, 105, 115, 150, 18, 69, 113, 106, 14, 12, 66, 73, 76, 24, 71, 4, 104, 30, 6, 50, 140, 61 ve 11 no'lu fasulye genotiplerinde kontrol bitkilerine oranla Ca konsantrasyonunda azalma kaydedilmiştir. Bu genotiplerde meydana gelen % değişim % 1.16 ile % 60.22 oran aralığında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan diğer fasulye genotiplerinde ise kontrol bitkilerine göre % 0.91 ile % 206.75 oranlarında artış tespit edilmiştir.

Kuraklık stresi bakımından da değerlendirilen fasulye genotiplerinde Ca konsantrasyonunun genotiplere göre farklı değerler aldığı görülmüştür. Buna göre bazı genotiplerde stres karşısında Ca konsantrasyonunun arttığı gözlenirken, bazı genotiplerde kontrol bitkilerine oranla Ca iyon içeriğinin azaldığı görülmüştür. Genotiplerin kontrol bitkileri ile karşılaştırılması sonucu elde edilen % değişimlere göre, en fazla Ca iyon kaybının meydana geldiği genotipler 115 (% 69.81), 76 (% 65.83), 113 (% 57.99), 21 (% 54.49), 54 (% 54.42), 30 (% 52.07), 69 (% 50.89), 14 (% 49.73), 12 (% 47.56) ve 50 (% 46.28) no'lu genotiplerdir. Buna karşılık kontrol bitkilerine göre Ca konsantrasyonunun arttığı genotipler ise 104 (% 82.71), 1 (% 74.80), 47 (% 74.76), 34 (% 74.71), 62 (% 71.50), 46 (% 67.94), 103 (% 66.33), 26 (% 46.89), 67 (% 46.10) ve 2 (% 43.66) no'lu genotiplerin olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipler % 1.98 ile % 40.51 oranında artma ve % 1.93-45.86 oranında azalma göstererek farklı etkiler göstermişlerdir.

Kuraklık ve tuzluluk stresleri % değişimi bakımından karşılaştırıldığında tuz uygulanan genotiplerin kurak koşullarda yetiştirilen genotiplere oranla Ca iyon içeriğinde daha fazla artışın olduğu saptanmıştır. Genel olarak tuz stresi altındaki fasulye bitkilerinin ortalaması % 19.24 oranında artma gösterirken, kuraklık stresi uygulanan genotiplerin ortalaması % 3.40 oranında azalma meydana getirmiştir.

Çizelge 4.19. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında kök Ca değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	0.35 gh	0.38 ef	0.61 d-i	10.73	74.80
Bn-2	0.53 e-h	0.66 a-f	0.76 b-i	25.80	43.66
Bn-4	1.16 a-g	0.99 a-d	0.84 b-i	-14.87	-27.63
Bn-6	0.80 a-h	0.71 a-f	0.82 b-i	-10.78	2.80
Bn-9	0.53 e-h	0.60 b-f	0.44 g-i	13.64	-17.42
Bn-10	0.37 gh	0.56 c-f	0.46 f-i	53.96	25.14
Bn-11	0.92 a-h	0.91 a-f	0.91 a-i	-1.16	-2.08
Bn-12	0.76 a-h	0.62 a-f	0.40 g-i	-19.11	-47.56
Bn-13	0.62 b-h	0.63 a-f	0.46 f-i	1.85	-25.32
Bn-14	0.73 a-h	0.58 b-f	0.37 g-i	-20.53	-49.73
Bn-15	1.43 ab	1.04 a-d	1.09 a-f	-39.97	-24.11
Bn-16	0.94 a-h	0.46 c-f	0.76 b-i	-50.79	-19.43
Bn-17	0.72 a-h	0.46 c-f	0.66 c-i	-35.29	-7.92
Bn-18	0.96 a-h	0.69 a-f	1.19 a-e	-28.16	24.86
Bn-19	0.87 a-h	0.35 f	0.51 f-i	-60.22	-41.27
Bn-20	0.88 a-h	0.49 c-f	1.20 a-d	-44.42	36.74
Bn-21	1.42 a-c	0.83 a-f	0.65 c-i	-41.67	-54.49
Bn-22	1.06 a-h	0.60 b-f	0.58 e-i	-42.99	-45.23
Bn-23	1.36 a-d	0.81 a-f	0.93 a-i	-40.25	-31.49
Bn-24	0.94 a-h	0.78 a-f	0.96 a-g	-17.69	2.61
Bn-26	0.37 gh	0.76 a-f	0.55 f-i	104.39	46.89
Bn-27	0.46 e-h	0.45 d-f	0.29 i	16.73	-36.89
Bn-30	0.84 a-h	0.73 a-f	0.40 g-i	-12.77	-52.07
Bn-31	0.77 a-h	1.01 a-d	0.95 a-h	30.77	24.04
Bn-32	0.76 a-h	1.02 a-d	0.62 c-i	34.41	-18.90
Bn-33	0.45 e-h	0.80 a-f	0.55 f-i	76.60	20.97
Bn-34	0.58 d-h	0.73 a-f	1.02 a-g	24.90	74.71
Bn-35	0.76 a-h	0.86 a-f	0.42 g-i	14.29	-44.58
Bn-36	0.53 e-h	0.70 a-f	0.50 f-i	32.58	-6.50
Bn-37	0.73 a-h	0.97 a-e	0.62 c-i	32.92	-14.49
Bn-38/1	0.55 d-h	1.01 a-d	0.40 g-i	82.94	-26.77
Bn-38/2	0.72 a-h	1.03 a-d	0.66 c-i	42.52	-8.31
Bn-39	0.75 a-h	0.81 a-f	0.44 g-i	7.89	-40.71
Bn-40	1.08 a-h	1.17 ab	1.00 a-g	8.65	-7.45
Bn-42	0.53 e-h	1.00 a-d	0.71 b-i	87.88	33.93
Bn-45	0.44 e-h	0.82 a-f	0.52 f-i	86.21	18.26
Bn-46	0.59 d-h	0.92 a-f	1.00 a-g	53.45	67.94
Bn-47	0.29 h	0.88 a-f	0.50 f-i	206.75	74.76
Bn-50	0.73 a-h	0.66 a-f	0.40 g-i	-9.88	-46.28
Bn-51	0.60 c-h	0.68 a-f	0.50 f-i	13.66	-16.56
Bn-52	0.48 e-h	1.05 a-d	0.38 g-i	120.58	-20.94

Çizelge 4.19. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Kuraklık (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	0.63 b-h	0.64 a-f	0.29 i	1.07	-54.42
Bn-56	0.48 e-h	1.06 a-c	0.66 c-i	120.65	37.62
Bn-57	0.79 a-h	0.96 a-e	0.76 b-i	21.65	-3.78
Bn-60	0.29 h	0.60 b-f	0.30 i	107.25	1.98
Bn-61	0.84 a-h	0.80 a-f	1.18 a-e	-5.22	40.51
Bn-62	0.38 gh	0.78 a-f	0.66 c-i	103.64	71.50
Bn-63	0.39 f-h	0.90 a-f	0.44 g-i	133.12	13.02
Bn-64	0.68 a-h	0.88 a-f	0.88 a-i	29.99	29.18
Bn-65	0.54 e-h	0.60 b-f	0.73 b-i	10.83	35.56
Bn-66	0.87 a-h	0.71 a-f	0.70 b-i	-18.37	-18.95
Bn-67	0.36 gh	0.63 a-f	0.53 f-i	73.60	46.10
Bn-68	0.89 a-h	0.98 a-e	0.50 f-i	10.10	-43.71
Bn-69	1.23 a-f	0.91 a-f	0.61 d-i	-26.42	-50.89
Bn-70	0.71 a-h	0.85 a-f	0.61 d-i	19.58	-14.60
Bn-71	0.93 a-h	0.79 a-f	0.92 a-i	-15.62	-1.93
Bn-73	1.47 a	1.20 a	1.27 ab	-18.04	-13.75
Bn-74	0.63 b-h	0.64 a-f	0.85 b-i	0.91	33.81
Bn-75	0.51 e-h	0.83 a-f	0.39 g-i	63.83	-23.91
Bn-76	1.25 a-e	1.03 a-d	0.43 g-i	-17.92	-65.83
Bn-77	0.74 a-h	0.81 a-f	0.60 d-i	9.76	-18.70
Bn-78	0.72 a-h	0.74 a-f	0.48 f-i	2.53	-34.00
Bn-89	0.57 d-h	0.98 a-e	0.39 g-i	71.43	-32.40
Bn-101	0.45 e-h	0.84 a-f	0.56 f-i	86.90	25.08
Bn-102	0.77 a-h	0.94 a-f	0.47 f-i	20.66	-38.73
Bn-103	0.43 e-h	0.56 c-f	0.71 b-i	30.78	66.33
Bn-104	0.76 a-h	0.65 a-f	1.39 a	-14.71	82.71
Bn-105	1.23 a-f	0.82 a-f	0.67 c-i	-33.75	-45.86
Bn-106	0.99 a-h	0.76 a-f	0.54 f-i	-23.69	-45.77
Bn-109	0.38 gh	0.62 a-f	0.53 f-i	63.23	38.28
Bn-113	0.94 a-h	0.70 a-f	0.39 g-i	-25.27	-57.99
Bn-114	0.76 a-h	0.97 a-e	0.70 b-i	27.56	-7.47
Bn-115	1.02 a-h	0.70 a-f	0.31 hi	-31.63	-69.81
Bn-116	0.54 e-h	0.69 a-f	0.49 f-i	29.16	-8.13
Bn-122	0.78 a-h	0.86 a-f	0.62 c-i	9.72	-21.33
Bn-138	0.48 e-h	0.85 a-f	0.64 c-i	76.78	33.58
Bn-139	1.02 a-h	0.48 c-f	1.22 a-c	-53.42	19.53
Bn-140	0.78 a-h	0.72 a-f	0.74 b-i	-7.69	-5.31
Bn-147	0.70 a-h	0.79 a-f	0.69 b-i	11.84	-2.38
Bn-149	0.54 e-h	0.81 a-f	0.67 c-i	50.63	25.24
Bn-150	1.10 a-h	0.76 a-f	0.73 b-i	-30.61	-33.85
Ortalama	0.49	0.78	0.66	19.24	-3.40
LSD _(0.05)	0.40	0.28	0.31		

Tuz ve kurak stresi altındaki fasulye genotiplerinin bünyelerinde bulundurdıkları Ca iyonu bakımından tüm genotiplerin ortalaması tuz stresinde % 0.78 değerini alarak kontrol koşullarındaki genotiplere göre (% 0.49) artış göstermiştir. Kurak stresinde ise bu oran % 0.66 değerini almıştır.

Ca hücre içerisindeki iç dengenin sağlanması ve hücre zararının sağlamlştırılması açısından oldukça önemli bir element niteliğindedir (Kuşvuran, 2010). Rengel (1992), kalsiyum elementinin hücre zarına bağlanarak geçirgenliği kontrol altındatuttuğunu, hücre içinde bulunan kalsiyumun dışarı verilmesini engellediğini ileri sürmektedir.

Cramer ve ark. (1986), su kültüründe yetiştirdiği pamuk bitkilerine NaCl ilave ettiklerinde, bitki gelişimi ve kök büyümesinin tuzluluktan etkilendiğini; ancak ortamakalsiyum eklenmesi sonucunda kök gelişiminin bundan olumlu yönde etkilendiğini belirlemişlerdir. Genotiplerin kök Ca konsantrasyonlarının tuz stresinden önemli ölçüde etkilendiği ve azaldığı Colmer ve ark. (1994,1996) tarafından bildirilmiştir. Yaptığımız çalışma sonucunda tuz stresi altındaki genotiplerde Ca konsantrasyonlarında artma olduğu görülmüştür. Bu durum araştırmacıların bulguları ile bizim çalışmamızın sonuçları arasında uyum göstermemektedir.

Su eksikliği, kök hücrelerinden başlayarak diğer doku ve organlara besin maddesi akışının azalmasına, böylece farklı dokularda besin elementi eksikliklerinin meydana gelmesine neden olmaktadır (Kuşvuran, 2010).

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. Akhondi ve ark. (2006), yoncada artan kuraklık stresi sonucu Ca konsantrasyonunun artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kuşvuran (2010), yaptığı çalışmada tuz ve kuraklık stresinin kavun genotiplerinin köklerinde Ca konsantrasyonunun azalmasına yol açtığını bulmuştur. Meydana gelen bu azalmanın tuz stresi koşullarında % 34.44 oranında olduğu, kuraklık stresinde ise % 23.89 oranında meydana geldiği saptanmıştır.

4.20. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi sonucunda fasulye genotiplerinin K/Na oranlarında ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.20.'de verilmiştir.

On beş gün süre ile 200 mM NaCl uygulanan fasulye bitkilerinde K/Na oranları incelendiğinde, tuz stresi altındaki genotiplerinkontrol bitkilerine oranla önemli bir azalmanın olduğu görülmüştür. Özellikle Na iyonunu bünyelerine fazla miktarda alan genotiplerde bu değişim daha yüksek oranlarda ortaya çıkmıştır.Genotiplerin kontrol bitkilerine göre değişimleri göz önüne alındığında Na yerine K iyonunu tercih ederek K/Na oranı bakımından daha az oranda değişimin söz konusu olduğu genotipler115 (% 36.93), 150 (% 44.04), 9 (% 44.56), 114 (% 46.18), 10 (% 47.56), 40 (% 49.45), 24 (% 49.98), 140 (% 50.07), 149 (% 51.21) ve 102 (% 54.94) no'lu genotipler olmuştur.K iyonu yerine Na iyonunu tercih ederek kontrol bitkilerine göre daha yüksek oranlarda % değişim gösteren genotipler ise 77, 57, 60, 27, 67, 17, 18, 13, 30 ve 26 no'lu genotipler olup bu genotiplerde meydana gelen değişim % 79-85 düzeyinde gerçekleşmiştir. Diğer genotiplerin K/Na oranları ise % 55 ile % 79 aralığında olmuştur.

Tuz uygulanan fasulye bitkilerinin ve uygulanmayan kontrol bitkilerine göre % değişim ortalamalarına bakıldığında ise, K/Na oranları bakımından önemli bir azalmanın olduğu görülmüştür. Buna göre tuzlulukta kontrole göre değişim ortalamasının % 67.65 olduğu tespit edilmiştir.

Tuz stresinde genotiplerin K-Na seçiciliğinin belirlenmesi amacı ile yapılan K/Na oranlarında bu oranın genel olarak Na iyonu yönünde değiştiği görülmüştür.Tüm genotipler incelendiğinde kontrol bitkilerinin K iyon ortalaması % 5.80 olurken, tuz stresi karşısında bu değer % 1.79 düzeyine gelmiştir. Tuz stresinde bünyesinde K iyonu en fazla olan genotipler 50 (% 3.07) ve 24 (% 3.01) no'lu genotipler olurken, bünyesinde en az K iyonu bulunduran genotip 57 (% 0.92) no'lu genotip olmuştur.

Çizelge 4.20. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksam K/Na oranları ve bu oran bakımından kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim

Genotip Kod No	Kontrol(%)	Tuzluluk(%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	5.83 e-n	1.38 d-i	-76.36
Bn-2	5.73 e-n	1.25 e-i	-78.24
Bn-4	5.83 e-n	1.90 a-i	-67.48
Bn-6	5.56 f-n	2.30 a-h	-58.53
Bn-9	4.74 g-n	2.63 a-d	-44.56
Bn-10	4.85 g-n	2.55 a-e	-47.56
Bn-11	5.15 g-n	1.59 d-i	-69.13
Bn-12	5.52 f-n	1.81 b-i	-67.13
Bn-13	5.73 e-n	1.17 f-i	-79.61
Bn-14	6.76 c-k	2.04 a-i	-69.89
Bn-15	6.37 c-n	1.65 d-i	-74.12
Bn-16	5.96 e-n	1.37 d-i	-77.01
Bn-17	6.60 c-l	1.27 e-i	-80.82
Bn-18	6.24 c-n	1.27 e-i	-79.69
Bn-19	9.00 a-d	2.95 a-c	-67.24
Bn-20	7.37 c-i	2.12 a-i	-71.27
Bn-21	5.70 f-n	1.34 d-i	-76.58
Bn-22	6.31 c-n	1.78 c-i	-71.87
Bn-23	5.92 e-n	2.35 a-h	-60.28
Bn-24	6.01 e-n	3.01 ab	-49.98
Bn-26	8.23 b-f	1.71 c-i	-79.21
Bn-27	9.03 a-c	1.49 d-i	-83.54
Bn-30	6.82 c-k	1.41 d-i	-79.32
Bn-31	7.40 c-i	2.06 a-i	-72.14
Bn-32	7.07 c-j	1.60 d-i	-77.39
Bn-33	5.64 f-n	1.33 d-i	-76.44
Bn-34	5.83 e-n	2.06 a-i	-64.70
Bn-35	6.46 c-n	2.40 a-g	-62.85
Bn-36	7.77 b-g	2.46 a-f	-68.41
Bn-37	8.69 b-e	1.89 a-i	-78.21
Bn-38/1	7.25 c-j	2.19 a-i	-69.85
Bn-38/2	7.53 c-h	2.47 a-f	-67.24
Bn-39	4.93 g-n	1.80 b-i	-63.46
Bn-40	3.57 l-n	1.80 b-i	-49.45
Bn-42	5.95 e-n	2.19 a-i	-63.11
Bn-45	5.76 e-n	1.85 b-i	-67.93
Bn-46	5.39 f-n	1.44 d-i	-73.39
Bn-47	3.53 l-n	1.34 d-i	-62.03
Bn-50	9.94 ab	3.07 a	-69.15
Bn-51	6.34 c-n	2.29 a-h	-63.93
Bn-52	5.92 e-n	2.87 a-h	-61.28

Çizelge 4.20. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol(%)	Tuzluluk(%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	5.37 f-n	1.32 e-i	-75.44
Bn-56	5.63 f-n	1.81 b-i	-67.79
Bn-57	5.83 e-n	0.92 i	-84.25
Bn-60	10.88 a	1.77 c-i	-83.74
Bn-61	6.53 c-m	2.12 a-i	-67.51
Bn-62	4.56 h-n	1.28 e-i	-72.02
Bn-63	4.50 h-n	1.73 c-i	-61.57
Bn-64	4.41 h-n	1.92 a-i	-56.47
Bn-65	4.31 i-n	1.61 d-i	-62.71
Bn-66	6.40 c-n	1.69 d-i	-73.56
Bn-67	7.34 c-j	1.41 d-i	-80.88
Bn-68	5.54 f-n	1.18 f-i	-78.76
Bn-69	6.21 d-n	1.71 c-i	-72.50
Bn-70	4.50 h-n	1.34 d-i	-70.17
Bn-71	5.40 f-n	2.01 a-i	-62.74
Bn-73	5.24 f-n	1.45 d-i	-72.22
Bn-74	4.79 g-n	1.68 d-i	-64.98
Bn-75	6.10 e-n	1.97 a-i	-67.64
Bn-76	6.67 c-l	1.78 c-i	-73.38
Bn-77	7.00 c-j	1.08 hi	-84.59
Bn-78	4.57 h-n	1.21 f-i	-73.59
Bn-89	5.29 f-n	1.91 a-i	-63.88
Bn-101	4.92 g-n	1.18 f-i	-76.03
Bn-102	4.20 j-n	1.89 a-i	-54.94
Bn-103	4.42 h-n	1.86 b-i	-57.97
Bn-104	6.50 c-m	1.83 b-i	-71.87
Bn-105	5.74 e-n	2.18 a-i	-62.11
Bn-106	4.62 h-n	1.11 g-i	-76.04
Bn-109	5.44 f-n	1.71 c-i	-68.65
Bn-113	3.47 mn	1.53 d-i	-55.33
Bn-114	4.32 i-n	2.32 a-h	-46.18
Bn-115	3.77 k-n	2.38 a-h	-36.93
Bn-116	4.56 h-n	1.58 d-i	-65.34
Bn-122	4.53 h-n	1.34 d-i	-70.47
Bn-138	5.55 f-n	1.18 f-i	-78.82
Bn-139	3.44 mn	1.40 d-i	-59.21
Bn-140	3.58 l-n	1.79 b-i	-50.07
Bn-147	5.46 f-n	2.00 a-i	-63.35
Bn-149	3.33 n	1.63 d-i	-51.21
Bn-150	4.44 h-n	2.48 a-f	-44.04
Ortalama	5,80	1,79	-67.65
LSD _(0.05)	1.50	0.62	

K/Na oranı, tuza toleransın belirlenmesinde kullanılan önemli parametrelerden birisidir. Bitki genotiplerinin farklı oranlarda Na^+ ve K^+ absorpsiyonu yapması ve böylece bünyelerinde farklı K/Na oranlarına sahip olmasının (Na – K ayırım özelliği) tuzluluğa dayanım konusunda rol oynadığı, Heimler ve ark. (1995), Lopez ve Satti (1996), Yu ve ark. (1998), Daşgan ve ark., (2002), Aktaş (2002) ve Daşgan ve Koç (2009) tarafından gösterilmiştir. Tuz toleransı Na ve Cl'un yeşil aksamda birikimini sınırlama, K alımını artırarak yüksek K/Na oranı sağlama kabiliyeti ile ilişkilidir (Greenway ve Munns, 1980; Gorham ve ark., 1985). K/Na oranının yüksek olması, bitkinin Na^+ iyonu yerine K^+ iyonunu tercih ettiğini ve bunu ya dışarıdan aldığını veya yaşlı yapraklardan genç yapraklara taşıdığını göstermektedir (Tunçer, 2007). K^+ iyonunun tercih edilmesi sonucu Na^+ iyonu alımı azalmakta ve bunun tuza dayanımını artırdığı Al-Karaki (2000) tarafından da kaydedilmektedir. Litifi ve ark. (1992), tarafından bitkilerin tuza toleransını etkileyen faktörlerin araştırıldığı çalışmada bitkilerin tuza toleransının Na alımındaki sınırlandırma ile ilişkili olduğu ve bu sınırlandırmada K'nın önemli rol oynadığı belirlenmiştir.

Erdal ve ark. (2000), tuz stresi altında hıyar fidelerinin gelişimini inceledikleri çalışmada, bitkideki K/Na oranının artması ile tuza toleransının arttığını görmüşlerdir. İki değişik *Sorghum* çeşidinde yapılan bir tuz stresine tolerans çalışmasında, tuza tolerans gösteren çeşidin K/Na oranı kökte ve yeşil aksamda yüksek bulunmuş, duyarlı çeşitte ise bu oranın daha düşük olduğu saptanmıştır (Yang ve ark., 1990). Kuşvuran (2010), yaptığı kavun denemesinde K/Na oranı bakımından tuz stresi koşullarında kontrol bitkilerine göre oluşan % değişimin % 93.84 oranında azalma olduğunu belirlerken, kuraklık stresinde ise % değişimin % 19.66 oranında azalma şeklinde olduğunu belirlemiştir. Tuz stresine toleransta yüksek K/Na oranlarının güvenilir bir parametre olduğu domates (Agong ve ark., 1997; Daşgan ve ark., 2002), buğday (Gorham ve ark., 1991; Karanlık, 2001; Colmer ve ark., 2006), pamuk (Ashraf ve Ahmad, 2000; Ashraf, 2002) ve fasulye (Daşgan ve Koç, 2009) gibi farklı bitki türlerinde de ortaya konmuştur. Yapılan çalışmada tuz stresi karşısında bitkilerin Na alımına bağlı olarak K alımının azaldığı buna bağlı olarak K/Na oranlarının da kontrol bitkilerine oranla azaldığı belirlenmiştir.

4.21. Tuz Stresi Sonucunda Kök K/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi altında yetiştirilen fasulye genotiplerinin köklerinde K/Na oranı bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.21.'de verilmiştir.

Tuz stresi karşısında 81 farklı fasulye genotiplerinin kökleri de yeşil aksamda olduğu gibi K/Na oranları bakımından kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Kontrol bitkilerinde genotiplerin ortalaması % 3.33 oranına sahipken, tuz bitkilerinde tüm genotiplerin ortalaması % 0.19 değerini vermiştir. Genotipler içerisinde Na iyonu yerine K iyonunu tercih eden K/Na oranı bakımından 40 (% 61.51), 46 (% 80.04), 1 (% 84.67), 139 (% 85.38), 47 (% 86.57), 74 (% 87.64), 77 (% 88.06), 105 (% 88.73), 9 (% 88.75) ve 42 (% 89.45) no'lu genotipler % değişimin en düşük seviyede görüldüğü genotipler içerisinde yer almıştır. Buna karşılık 70 (% 98.03), 66 (% 97.52), 75 (% 97.41), 67 (% 97.25), 76 (% 96.94), 22 (% 96.75), 64 (% 96.61), 109 (% 96.58), 102 (% 96.55) ve 54 (% 96.47) no'lu fasulye genotipleri tercihini Na iyonu yönünde kullanarak K/Na oranı bakımından % değişimlerin en yüksek olduğu genotipler arasında yer almıştır. Diğer genotipler % 90-96 oranında bir azalma göstererek K/Na yönünden çok fazla bir fark ortaya çıkarmamışlardır.

K/Na oranı % değişim ortalaması bakımından Çizelge 4.21.'de de görüldüğü gibi tuz stresifasulye genotiplerinde kontrole göre % 93.15 oranında önemli bir azalma meydana getirmiştir. Bitkilerin tuz stresi karşısında farklı oranlarda aldıkları Na ve K konsantrasyonu ve bünyelerindeki K/Na oranları, genotiplerin tuz stresine dayanıklılıklarının belirlenmesinde önemli bir kriter olarak düşünülmektedir.

Çizelge 4.21. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında kök K/Na oranları ve bu oran bakımındankontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	1.40 l-n	0.21 a-e	-84.67
Bn-2	2.24 h-n	0.20 a-e	-91.01
Bn-4	2.71 g-n	0.20 a-e	-92.64
Bn-6	2.92 f-n	0.17 a-e	-94.20
Bn-9	1.77 j-n	0.20 a-e	-88.75
Bn-10	4.67 c-l	0.22 a-e	-95.32
Bn-11	1.99 j-n	0.16 a-e	-92.16
Bn-12	2.67 g-n	0.18 a-e	-92.95
Bn-13	2.65 g-n	0.14 b-e	-94.99
Bn-14	3.29 d-n	0.16 a-e	-95.00
Bn-15	3.91 d-n	0.20 a-e	-94.91
Bn-16	2.23 h-n	0.20 a-e	-91.24
Bn-17	1.85 j-n	0.14 b-e	-92.48
Bn-18	2.23 h-n	0.15 b-e	-93.51
Bn-19	2.12 i-n	0.21 a-e	-90.22
Bn-20	3.07 f-n	0.12 de	-95.95
Bn-21	1.60 j-n	0.14 b-e	-91.64
Bn-22	3.18 e-n	0.10 e	-96.75
Bn-23	2.19 h-n	0.13 c-e	-94.22
Bn-24	2.20 h-n	0.10 e	-95.79
Bn-26	5.94 b-f	0.35 a	-94.17
Bn-27	3.53 d-n	0.22 a-e	-93.88
Bn-30	2.68 g-n	0.16 a-e	-94.01
Bn-31	2.44 h-n	0.16 a-e	-93.25
Bn-32	3.33 d-n	0.20 a-e	-94.04
Bn-33	3.21 e-n	0.18 a-e	-94.38
Bn-34	3.11 f-n	0.21 a-e	-93.40
Bn-35	2.63 g-n	0.14 b-e	-94.59
Bn-36	2.39 h-n	0.21 a-e	-91.20
Bn-37	3.75 d-n	0.15 b-e	-96.12
Bn-38/1	2.18 h-n	0.15 b-e	-93.28
Bn-38/2	3.32 d-n	0.15 b-e	-95.55
Bn-39	2.47 h-n	0.19 a-e	-92.35
Bn-40	0.59 n	0.23 a-e	-61.51
Bn-42	2.09 i-n	0.22 a-e	-89.45
Bn-45	2.89 f-n	0.24 a-e	-91.96
Bn-46	1.27 mn	0.25 a-e	-80.04
Bn-47	1.75 j-n	0.24 a-e	-86.57
Bn-50	4.99 c-j	0.20 a-e	-95.95
Bn-51	4.95 c-k	0.18 a-e	-96.28
Bn-52	2.85 f-n	0.14 b-e	-95.13

Çizelge 4.21. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	3.01 f-n	0.11 e	-96.47
Bn-56	1.91 j-n	0.16 a-e	-91.49
Bn-57	3.52 d-n	0.18 a-e	-94.97
Bn-60	4.51 c-m	0.19 a-e	-95.84
Bn-61	1.57 k-n	0.17 a-e	-89.53
Bn-62	2.27 h-n	0.16 a-e	-93.26
Bn-63	3.28 d-n	0.16 a-e	-95.04
Bn-64	3.66 d-n	0.12 de	-96.61
Bn-65	5.39 b-i	0.21 a-e	-96.07
Bn-66	6.26 b-e	0.16 a-e	-97.52
Bn-67	6.31 b-d	0.18 a-e	-97.25
Bn-68	4.04 d-m	0.16 a-e	-96.04
Bn-69	5.78 b-g	0.33 ab	-94.29
Bn-70	8.93 a	0.18 a-e	-98.03
Bn-71	3.51 d-n	0.16 a-e	-95.62
Bn-73	3.03 f-n	0.12 de	-95.88
Bn-74	2.52 h-n	0.31 a-d	-87.64
Bn-75	5.50 b-h	0.14 b-e	-97.41
Bn-76	7.09 a-c	0.22 a-e	-96.94
Bn-77	2.23 h-n	0.27 a-e	-88.06
Bn-78	2.70 g-n	0.11 e	-95.96
Bn-89	1.97 j-n	0.12 de	-94.12
Bn-101	4.29 c-m	0.19 a-e	-95.68
Bn-102	3.98 d-m	0.14 b-e	-96.55
Bn-103	6.29 b-d	0.28 a-e	-95.61
Bn-104	3.19 e-n	0.18 a-e	-94.58
Bn-105	2.36 h-n	0.27 a-e	-88.73
Bn-106	2.57 g-n	0.17 a-e	-93.42
Bn-109	5.52 b-h	0.19 a-e	-96.58
Bn-113	4.48 c-m	0.22 a-e	-94.99
Bn-114	2.94 f-n	0.16 a-e	-94.69
Bn-115	7.93 a-b	0.32 a-c	-95.88
Bn-116	2.46 h-n	0.12 de	-95.14
Bn-122	1.83 j-n	0.12 de	-93.16
Bn-138	4.88 c-k	0.21 a-e	-95.73
Bn-139	1.77 j-n	0.26 a-e	-85.38
Bn-140	4.27 c-m	0.24 a-e	-94.47
Bn-147	3.32 d-n	0.29 a-e	-91.19
Bn-149	2.82 f-n	0.26 a-e	-90.96
Bn-150	2.72 g-n	0.20 a-e	-92.62
Ortalama	3,33	0,19	-93.15
LSD _(0.05)	1.60	0.09	

Bitkide yüksek K/Na seçiciliği köklerde kalsiyumun yeterli olması ve köklere yeterli O₂ sağlanmasıyla korunmaktadır (Carter, 1983; Drew ve ark., 1988). Dölek (2009), değişik karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmada kökler için hesaplanan K/Na oranının, tuz uygulamasına bağlı olarak ciddi oranda düştüğünü bildirmektedir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmada kök K/Na oranı bakımından tuz stresinde kontrol bitkilerine göre % 79.69 oranında bir azalma olduğunu, kuraklık stresinde ise bu azalmanın % 42.32 oranında olduğunu belirlemiştir.

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 Grewal (2010)'da yaptığı çalışmanın sonuçlarıyla da desteklenmektedir.

4.22. Tuz Stresi Sonucunda Yeşil Aksam Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi sonucu fasulye genotiplerinde yeşil aksam Ca/Na oranları değerlendirilerek Çizelge 4.22.'de verilmiştir.

Tuz stresi koşullarında yetiştirilen 81 adet fasulye genotipinde Ca/Na oranı bakımından geneotipler arasında farklılıklar ortaya çıkmış olup, kontrollerine göre % değişimleri göz önüne alındığında Ca iyonu yerine Na iyonunu tercih eden % değişimlerin en yüksek olduğu genotipler; 77 (% 91.49), 60 (% 91.30), 106 (% 90.96), 54 (% 90.84), 57 (% 90.84), 104 (% 90.61), 78 (% 89.41), 109 (% 89.20), 37 (% 89.18) ve 76 (% 89.10) no'lu genotipler olmuştur. Tuz stresi karşısında Ca iyonunu tercih ederek daha yüksek Ca/Na oranı oluşturan ve kontrollerine oranla en düşük % değişim gösteren genotipler ise 24 (% 23.88), 9 (% 32.45), 20 (% 55.66), 23 (% 56.53), 1 (% 58.48), 4 (% 58.88), 10 (% 59.49), 6 (% 60.61), 19 (% 60.68) ve 2 (% 64.84) no'lu genotiplerdir. Diğer genotipler % 68 ile % 89 oranında bir azalma göstermiştir.

200 mM NaCl uygulanan fasulye genotiplerinin Ca/Na oranları bakımından kontrol bitkilerine göre değişimi genel olarak ortalama % 78.48 oranında azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir.

Tüm genotipler genel olarak değerlendirildiğinde kontrol bitkilerinin genel ortalaması % 3.03 değerini alırken, tuz stresi altındaki bitkilerin genel ortalaması % 0.58 değerini alarak azalma göstermiştir. Tuz stresinde bu azalmanın en fazla olduğu genotip 106 (% 0.26) no'lu genotip olurken, 24 (% 1.17) ve 9 (% 1.12) no'lu genotipler tuz stresinde en fazla Ca iyonuna sahip olarak Ca/Na oranını yükselten genotipler olmuştur.

Bitkilerin tuzlu koşullarda Na^+ iyonu yerine K^+ veya Ca^{+2} iyonlarını almayı tercih etmelerini sağlayan seçicilik özelliğinin gelişmiş olması ve buna bağlı olarak ölçülen yüksek K/Na ve Ca/Na oranları, tuza tolerant genotip seçimlerinde kullanılabilecek güvenilir bir parametre olarak literatürde karşımıza çıkmaktadır (Muhammed ve ark., 1987; Maathuis ve Altmann 1999; Daşgan ve ark., 2002; Daşgan ve Koç, 2009; Kuşvuran, 2010).

Tuzlu koşullarda Ca/Na oranının düşmesinin membran geçirgenliğinin bozulmasına neden olup başta Na olmak üzere diğer tuzların daha fazla alınması ile toksisite şiddetini artırdığı düşünülmektedir (Davenport ve ark., 1997; Kreij, 1999).

Davenport ve ark. (1997) buğdayda, Aktaş (2002) biberde ve Daşgan ve ark., (2002) domateste Ca/Na oranının tuza tolerant genotiplerde, duyarlı genotiplere oranla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Florunso ve Yakubu (1988) mısırdaki 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. Yaptığımız çalışmada Ca/Na oranı bakımından elde edilen sonuçlar araştırmacıların bulguları ile de uyum göstermiştir.

Çizelge 4.22. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında yeşil aksam Ca/Na oranları ve bu oran bakımından kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	1.97 g-l	0.82 a-g	-58.48
Bn-2	1.71 i-l	0.60 c-h	-64.84
Bn-4	1.97 g-l	0.81 a-g	-58.88
Bn-6	1.53 l	0.60 c-h	-60.61
Bn-9	1.65 kl	1.12 ab	-32.45
Bn-10	2.36 e-l	0.96 a-c	-59.49
Bn-11	2.17 e-l	0.48 c-h	-77.79
Bn-12	2.16 e-l	0.70 b-h	-67.72
Bn-13	2.15 e-l	0.49 c-h	-77.49
Bn-14	2.39 e-l	0.66 b-h	-72.49
Bn-15	2.55 d-l	0.60 c-h	-76.42
Bn-16	2.16 e-l	0.47 c-h	-78.17
Bn-17	2.56 d-l	0.50 c-h	-80.41
Bn-18	2.25 e-l	0.43 c-h	-80.82
Bn-19	2.42 e-l	0.95 a-c	-60.68
Bn-20	1.95 g-l	0.87 a-e	-55.66
Bn-21	1.85 h-l	0.46 c-h	-75.17
Bn-22	1.84 h-l	0.50 c-h	-72.93
Bn-23	1.79 h-l	0.78 a-h	-56.53
Bn-24	1.53 l	1.17 a	-23.88
Bn-26	2.25 e-l	0.71 b-h	-68.18
Bn-27	3.86 c-j	0.57 c-h	-85.27
Bn-30	3.24 c-l	0.52 c-h	-83.90
Bn-31	3.76 c-k	0.70 b-h	-81.35
Bn-32	3.32 c-l	0.57 c-h	-82.72
Bn-33	2.70 d-l	0.44 c-h	-83.91
Bn-34	3.11 c-l	0.69 b-h	-78.17
Bn-35	3.41 c-l	0.89 a-d	-74.00
Bn-36	4.33 b-e	0.86 a-e	-80.24
Bn-37	4.85 bc	0.52 c-h	-89.18
Bn-38/1	4.64 b-d	0.81 a-g	-82.62
Bn-38/2	3.83 c-k	0.65 c-h	-83.06
Bn-39	3.51 c-l	0.66 b-h	-81.23
Bn-40	2.10 f-l	0.62 c-h	-70.39
Bn-42	3.56 c-l	0.66 b-h	-81.48
Bn-45	3.46 c-l	0.71 b-h	-79.65
Bn-46	3.51 c-l	0.64 c-h	-81.93
Bn-47	1.86 h-l	0.35 e-h	-81.41
Bn-50	5.73 b	0.83 a-f	-85.44
Bn-51	3.38 c-l	0.50 c-h	-85.27
Bn-52	3.85 c-j	0.62 c-h	-84.08

Çizelge 4.22. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	2.80 c-k	0.35 e-h	-90.84
Bn-56	3.64 c-l	0.52 c-h	-85.73
Bn-57	3.37 c-l	0.31 f-h	-90.84
Bn-60	7.14 a	0.62 c-h	-91.30
Bn-61	3.67 c-l	0.63 c-h	-82.87
Bn-62	2.69 d-l	0.36 e-h	-86.80
Bn-63	2.78 c-l	0.53 c-h	-80.93
Bn-64	2.57 d-l	0.55 c-h	-78.79
Bn-65	2.54 d-l	0.48 c-h	-81.00
Bn-66	4.06 c-g	0.62 c-h	-84.75
Bn-67	3.91 c-i	0.54 c-h	-86.25
Bn-68	3.37 c-l	0.42 d-h	-87.38
Bn-69	3.34 c-l	0.48 c-h	-85.46
Bn-70	2.51 d-l	0.29 gh	-88.36
Bn-71	2.94 c-l	0.65 c-h	-77.96
Bn-73	3.11 c-l	0.51 c-h	-83.66
Bn-74	2.34 e-l	0.52 c-h	-77.81
Bn-75	3.87 c-j	0.72 b-h	-81.33
Bn-76	3.70 c-l	0.40 d-h	-89.10
Bn-77	4.80 bc	0.41 d-h	-91.49
Bn-78	3.17 c-l	0.34 e-h	-89.41
Bn-89	4.22 b-f	0.59 c-h	-86.00
Bn-101	3.07 c-l	0.37 d-h	-87.84
Bn-102	3.00 c-l	0.50 c-h	-83.49
Bn-103	3.20 c-l	0.46 c-h	-85.63
Bn-104	3.93 c-h	0.37 d-h	-90.61
Bn-105	2.90 c-l	0.44 c-h	-84.88
Bn-106	2.94 c-l	0.26 h	-90.96
Bn-109	3.67 c-l	0.40 d-h	-89.20
Bn-113	2.27 e-l	0.54 c-h	-76.30
Bn-114	2.71 d-l	0.76 a-h	-71.94
Bn-115	1.68 j-l	0.47 c-h	-72.23
Bn-116	2.78 c-l	0.56 c-h	-79.66
Bn-122	2.59 d-l	0.36 d-h	-85.86
Bn-138	3.74 c-k	0.41 d-h	-89.02
Bn-139	2.65 d-l	0.41 d-h	-84.51
Bn-140	2.98 c-l	0.70 b-h	-76.69
Bn-147	3.48 c-l	0.56 c-h	-83.98
Bn-149	2.16 e-l	0.57 c-h	-73.76
Bn-150	2.56 d-l	0.57 c-h	-77.59
Ortalama	3,03	0,58	-78.48
LSD _(0.05)	1.04	0.25	

4.23. Tuz Stresi Sonucunda Kök Ca/Na Oranları Bakımından Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz stresi sonucunda fasulye genotiplerinde kök Ca/Na oranları bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.23.'te verilmiştir.

Tuz stresi yeşil aksam kısmında olduğu gibi, köklerde de Ca/Na oranının kontrole göre azalmasına neden olmuştur. Kontrol bitkilerinin genel ortalaması % 2.24 değerini alırken, tuz stresi altındaki tüm genotiplerin ortalaması % 0.22 değerini alarak kontrol bitkilerine göre önemli bir azalma göstermiştir. 200 mM tuz uygulamasının sonucunda Ca/Na oranı bakımından bünyelerine Na iyonu yerine Ca iyonunularak kontrol bitkilerine göre en düşük % değişim gösteren genotipler sırasıyla 75 (% 67.50), 56 (% 69.03), 63 (% 69.58), 26 (% 73.38), 38/1 (% 75.32), 33 (% 75.32), 89 (% 75.96), 32 (% 77.95), 47 (% 79.89) ve 52 (% 81.39) no'lu genotipler olurken; bünyelerine Ca iyonu yerine Na iyonunu tercih eden ve kontrol bitkilerine göre en yüksek % değişim gösteren genotipler ise 22 (% 97.32), 139 (% 96.90), 15 (% 96.60), 24 (% 96.60), 20 (% 96.59), 150 (% 95.66), 19 (% 95.40), 17 (% 95.06), 69 (% 95.06) ve 106 (% 95.00) no'lu genotipler olduğu belirlenmiştir. Diğer genotipler % 82 ile % 95 oranında bir azalma göstererek Ca/Na bakımından önemli bir fark ortaya çıkmamıştır.

Genel olarak köklerde meydana gelen % değişim yeşil aksam Ca/Na oranlarına göre daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Tuz koşullarında yetiştirilen fasulye genotiplerinin % değişim ortalaması kontrol bitkilerine göre % 88.20 oranında azalma göstermiştir.

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 (Kuşvuran, 2010).

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 tespit etmiştir. Yetiştir

ve Uygur (2009), Na birikimine bağlı olarak Ca konsantrasyonunun azaldığını, bu nedenle Ca/Na oranlarında da azalma meydana geldiğini ifade etmiştir.

Dölek (2009), değişik karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmada kökler için hesaplanan ortalama Ca/Na oranlarının tuz uygulamasından önemli düzeyde etkilendiğini bildirmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızla uyum göstermektedir.

Kuşvuran (2010), kavunda yaptığı çalışmadagenotiplerin köklerindeki Ca/Na oranının,tuz stresinde kontrol bitkilerine göreoluşan % değişiminin % 82.33 oranında bir azalma olduğu,kuraklık stresinde ise bu azalmanın % 55.34 oranında kaldığını belirlemiştir.

Çizelge 4.23. Fasulye genotiplerinde tuzluluk stresi altında kök Ca/Na oranları ve bu oran bakımındankontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	1.46 cd	0.08 b	-94.72
Bn-2	1.82 b-d	0.22 ab	-87.84
Bn-4	3.87 a-d	0.25 ab	-93.65
Bn-6	2.39 a-d	0.28 ab	-88.41
Bn-9	1.46 cd	0.19 b	-87.03
Bn-10	1.27 cd	0.12 b	-90.27
Bn-11	1.68 b-d	0.31 ab	-81.59
Bn-12	2.09 a-d	0.13 b	-93.76
Bn-13	1.42 cd	0.12 b	-91.68
Bn-14	1.69 b-d	0.13 b	-92.35
Bn-15	5.58 ab	0.19 b	-96.60
Bn-16	1.93 b-d	0.11 b	-94.42
Bn-17	1.92 b-d	0.10 b	-95.06
Bn-18	1.78 b-d	0.20 ab	-89.09
Bn-19	2.54 a-d	0.12 b	-95.40
Bn-20	1.93 b-d	0.07 b	-96.59
Bn-21	5.14 a-c	0.45 ab	-91.19
Bn-22	2.74 a-d	0.08 b	-97.32
Bn-23	3.06 a-d	0.24 ab	-92.02
Bn-24	2.51 a-d	0.09 b	-96.60
Bn-26	1.35 cd	0.36 ab	-73.38
Bn-27	1.42 cd	0.13 b	-91.24
Bn-30	3.15 a-d	0.23 ab	-92.76
Bn-31	1.15 cd	0.21 ab	-81.84
Bn-32	2.14 a-d	0.47 ab	-77.95
Bn-33	0.82 d	0.20 ab	-75.32
Bn-34	1.14 cd	0.15 b	-86.69
Bn-35	1.56 b-d	0.19 b	-87.83
Bn-36	0.72 d	0.12 b	-83.35
Bn-37	1.32 cd	0.15 b	-88.47
Bn-38/1	1.28 cd	0.32 ab	-75.32
Bn-38/2	1.76 b-d	0.28 ab	-84.34
Bn-39	1.75 b-d	0.26 ab	-85.39
Bn-40	3.97 a-d	0.35 ab	-91.15
Bn-42	2.77 a-d	0.41 ab	-85.30
Bn-45	1.99 b-d	0.29 ab	-85.46
Bn-46	4.32 a-d	0.23 ab	-94.80
Bn-47	0.94 cd	0.19 b	-79.89
Bn-50	1.71 b-d	0.11 b	-93.54
Bn-51	1.25 cd	0.10 b	-92.30
Bn-52	1.26 cd	0.24 ab	-81.39

Çizelge 4.23. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (%)	Tuzluluk (%)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	1.58 b-d	0.10 b	-93.53
Bn-56	0.78 d	0.24 ab	-69.03
Bn-57	2.14 a-d	0.21 ab	-90.08
Bn-60	0.69 d	0.12 b	-83.16
Bn-61	1.34 cd	0.16 b	-88.54
Bn-62	1.06 cd	0.18 b	-83.23
Bn-63	0.94 cd	0.29 ab	-69.58
Bn-64	2.98 a-d	0.36 ab	-87.93
Bn-65	1.75 b-d	0.17 b	-90.17
Bn-66	2.30 a-d	0.15 b	-93.69
Bn-67	0.90 d	0.16 b	-82.65
Bn-68	3.30 a-d	0.29 ab	-91.42
Bn-69	5.91 a	0.29 ab	-95.06
Bn-70	2.61 a-d	0.29 ab	-89.02
Bn-71	2.07 a-d	0.24 ab	-88.18
Bn-73	4.87 a-d	0.57 a	-88.30
Bn-74	2.72 a-d	0.15 b	-94.44
Bn-75	1.29 cd	0.42 ab	-67.50
Bn-76	4.50 a-d	0.34 ab	-92.40
Bn-77	1.97 b-d	0.27 ab	-86.38
Bn-78	3.12 a-d	0.22 ab	-93.04
Bn-89	1.78 b-d	0.43 ab	-75.96
Bn-101	1.55 b-d	0.22 ab	-86.16
Bn-102	2.63 a-d	0.32 ab	-88.05
Bn-103	1.18 cd	0.14 b	-87.66
Bn-104	2.45 a-d	0.15 b	-93.91
Bn-105	2.31 a-d	0.23 ab	-89.99
Bn-106	3.72 a-d	0.19 b	-95.00
Bn-109	0.77 d	0.12 b	-84.55
Bn-113	3.75 a-d	0.22 ab	-94.18
Bn-114	3.14 a-d	0.40 ab	-87.19
Bn-115	2.52 a-d	0.16 b	-93.81
Bn-116	2.00 b-d	0.15 b	-92.75
Bn-122	1.64 b-d	0.25 ab	-84.58
Bn-138	1.51 cd	0.27 ab	-82.44
Bn-139	4.57 a-d	0.14 b	-96.90
Bn-140	2.12 a-d	0.16 b	-92.65
Bn-147	1.66 b-d	0.20 ab	-88.30
Bn-149	2.58 a-d	0.41 ab	-84.12
Bn-150	4.26 a-d	0.19 b	-95.66
Ortalama	2.24	0.22	-88.20
LSD _(0.05)	1.96	0.19	

4.24. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Su Potansiyelinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda yaprak su potansiyeli bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.24.'de verilmiştir.

Tuz stresi sonucunda genotiplerin yaprak su potansiyeli, kontrole göre artma göstermiştir. En fazla artışın olduğu genotip 12 no'lu genotip olup 55.50 MPa değerini almıştır. En düşük değer ise 147 ve 61 no'lu genotipler olup 7.00 MPa değerini aldığı belirlenmiştir. Tuzluluk karşısında 150, 78, 35, 102, 122, 113, 18, 52, 20, 147, 31, 116, 32, 114, 61, 10, 4, 71, 67, 89, 9, 15, 138, 69, 47, 24 ve 74 no'lu genotipler kontrol bitkilerine göre % 2.50 ile % 51.85 aralığında azalma göstermiştir. 63 no'lu genotip ise diğer genotiplerden farklı olarak herhangi bir değişim göstermemiştir. Kontrol bitkilerine göre % değişimleri en az düzeyde artan genotipler sırasıyla 65 (% 3.45), 50 (% 9.09), 106 (% 17.14), 23 (% 17.39), 33 (% 18.52), 115 (% 20.00), 76 (% 30.43), 62 (% 32.76), 64 (% 37.50) ve 139 (% 37.93) no'lu genotipler olurken; 13 (% 190.91), 16 (% 194.74), 12 (% 220.19), 22 (% 250.00), 40 (% 252.38), 30 (% 272.73), 36 (% 273.08), 109 (% 300.00), 149 (% 331.37) ve 34 (% 856.25) no'lu genotipler kontrol bitkilerine göre en yüksek düzeyde artma göstererek yaprak su potansiyelini koruyan genotipler olmuştur. 1, 11, 14 ve 101 no'lu genotiplerde ise bitki kaybı yaşandığı için ölçüm yapılamamıştır. Diğer genotipler % 38.46 ile % 182.61 değeri arasında artış göstermiştir.

Kuraklık stresinde genotipler yaprak su potansiyeli bakımından kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir. Kuraklık karşısında en fazla yaprak su potansiyeline sahip olan genotip 36 (37.50 MPa) no'lu genotip olarak belirlenirken en düşük değeri alan genotip ise 149 (4.33 MPa) no'lu genotip olarak belirlenmiştir. Kontrol bitkilerine göre stresten en fazla etkilenen genotipler 150 (% 72.22), 71 (% 67.50), 10 (% 65.12), 47 (% 65.08), 78 (% 56.67), 35 (% 56.10), 32 (% 53.62), 6 (% 52.81), 114 (% 5.27) ve 45 (% 51.16) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresinden en az etkilenecek kontrol bitkilerine göre yaprak su potansiyelini koruyan genotipler 46 (% 108.33), 26 (% 140.00), 14 (% 140.91), 68 (% 154.55), 76 (% 156.52), 34 (% 181.25), 36 (% 188.46), 39 (% 203.70), 60 (% 285.71) ve 40 (% 285.71) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir.

414.29) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler ise % 3.33 ile % 51.06 aralığında azalma ve % 2.86 ile % 105.88 artma göstermiştir. Ancak 74 no'lu genotip diğer genotiplerden farklı olarak herhangi bir değişim göstermemiştir.

Tuz ve kuraklık stresi karşılaştırılacak olunursa tuz stresi yaprak su potansiyeli bakımından % 68.25 oranındadeğişim göstererek kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir. Kuraklık stresi ise % 24.90 oranında değişim göstererek tuz stresinden daha az düzeyde kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir.

Kontrol bitkilerinin genel ortalaması 13.88 MPa değerini alırken, tuz bitkileri 15.75 MPa değerini alarak kontrol bitkilerine göre artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık sonucunda tüm genotiplerin ortalaması 14.99 MPa değerini almıştır.

Çözeltide tuz konsantrasyonunun artması su potansiyelini doğrusal olarak azaltmakta ve sonuçta bitki daha az su almaktadır (Franco ve ark., 1993).

Ashraf ve ark. (2005), Sabzpari ve Chinese-red bamya çeşitlerinde tarla kapasitesinin % 100 ve % 40 oranında sulama olmak üzere iki su uygulaması ilegerçekleştirdikleri çalışmalarında, su stresinin bamya çeşitlerinde yaprak su potansiyeline etkilerini araştırmışlardır. Kuraklık etkisiyle, yaprak su potansiyelinin her iki çeşitte de düştüğünü saptamışlardır.

Karipçin (2009), karpuz genotipleri ile yaptığı çalışmasında su düzeyi arttıkça yaprak su potansiyelinin negatif yönde arttığı, yani stres koşulları arttıkça yaprak su potansiyelinin de arttığı saptanmıştır. Bu durum ile bizim çalışmamızın sonuçları uyum göstermektedir.

Çizelge 4.24. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak su potansiyeli değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (MPa)	Tuzluluk (MPa)	Kuraklık (MPa)	Tuzlulukta kontrole göre değişim(%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim(%)
Bn-1	19.50 a-f	Bitki Yok	9.67 l-r	Bitki Yok	-50.43
Bn-2	16.67 a-n	35.00 c-i	9.00 m-r	110.00	-46.00
Bn-4	16.50 a-o	12.33 t-y	13.67 i-q	-25.25	-17.17
Bn-6	14.83 a-q	22.67 k-t	7.00 o-r	52.81	-52.81
Bn-9	15.33 a-q	12.50 t-y	8.67 m-r	-18.48	-43.48
Bn-10	14.33 a-r	10.67 u-y	5.00 qr	-25.58	-65.12
Bn-11	15.00 a-q	Bitki Yok	13.33 i-q	Bitki Yok	-11.11
Bn-12	17.33 a-l	55.50 a	11.33 k-r	220.19	-34.62
Bn-13	11.00 f-s	32.00 d-k	20.50 f-j	190.91	86.36
Bn-14	11.00 f-s	Bitki Yok	26.50 c-f	Bitki Yok	140.91
Bn-15	9.00 k-s	7.68 xy	14.67 h-p	-14.81	62.96
Bn-16	9.50 j-s	28.00 f-n	14.00 i-q	194.74	47.37
Bn-17	19.00 a-h	29.33 e-m	22.50 e-h	54.39	18.42
Bn-18	17.69 a-k	10.00 u-y	32.00 a-c	-43.40	81.13
Bn-19	19.67 a-f	33.50 d-j	28.50 c-e	70.34	44.92
Bn-20	20.00 a-f	12.00 t-y	10.50 l-r	-40.00	-47.50
Bn-21	20.50 a-e	30.67 e-l	12.00 j-r	49.59	-41.46
Bn-22	8.00 m-s	28.00 f-n	13.33 i-q	250.00	66.67
Bn-23	23.00 a	27.00 g-o	33.00 a-c	17.39	43.48
Bn-24	17.00 a-m	16.50 o-y	35.00 ab	-2.94	105.88
Bn-26	13.33 c-s	37.50 c-f	32.00 a-c	181.25	140.00
Bn-27	13.33 c-s	27.00 g-o	17.33 h-n	102.50	30.00
Bn-30	11.00 f-s	41.00 cd	17.67 h-m	272.73	60.61
Bn-31	14.00 b-r	9.00 v-y	20.00 f-j	-35.71	42.86
Bn-32	23.00 a	16.00 p-y	10.67 l-r	-30.43	-53.62
Bn-33	22.50 ab	26.67 g-p	30.67 b-d	18.52	36.30
Bn-34	5.33 rs	51.00 a	15.00 h-p	856.25	181.25
Bn-35	20.50 a-e	10.33 u-y	9.00 m-r	-49.59	-56.10
Bn-36	13.00 c-s	48.50 ab	37.50 a	273.08	188.46
Bn-37	11.33 f-s	20.00 l-w	17.33 h-n	76.47	52.94
Bn-38/1	16.50 a-o	25.00 i-r	8.67 m-r	51.52	-47.47
Bn-38/2	15.33 a-q	43.33 bc	8.33 n-r	182.61	-45.65
Bn-39	9.00 k-s	19.33 m-x	27.33 c-e	114.81	203.70
Bn-40	7.00 p-s	24.67 i-r	36.00 ab	252.38	414.29
Bn-42	9.33 j-s	21.33 l-u	5.00 qr	128.57	-46.43
Bn-45	14.33 a-r	39.00 c-e	7.00 o-r	172.09	-51.16
Bn-46	12.00 d-s	19.67 m-w	25.00 d-g	63.89	108.33
Bn-47	21.00 a-d	19.67 m-w	7.33 o-r	-6.35	-65.08
Bn-50	18.33 a-j	20.00 l-w	9.33 l-r	9.09	-49.09
Bn-51	11.67 e-s	30.67 e-l	12.00 j-r	162.86	2.86
Bn-52	18.67 a-i	10.67 u-y	10.00 l-r	-42.86	-46.43

Çizelge 4.24. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (MPa)	Tuzluluk (MPa)	Kuraklık (MPa)	Tuzlulukta kontrole göre değişim(%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim(%)
Bn-54	10.33 g-s	20.00 l-w	13.67 i-q	93.55	32.26
Bn-56	7.33 o-s	20.50 l-v	13.00 i-r	179.55	77.27
Bn-57	19.50 a-f	33.50 d-j	14.00 i-q	71.79	-28.21
Bn-60	4.67 s	9.33 v-y	18.00 g-l	100.00	285.71
Bn-61	10.00 h-s	7.00 y	9.67 l-r	-30.00	-3.33
Bn-62	19.33 a-g	25.67 h-q	22.33 e-h	32.76	15.52
Bn-63	19.00 a-h	19.00 m-x	9.33 l-r	0.00	-50.88
Bn-64	8.00 m-s	11.00 u-y	15.50 h-p	37.50	93.75
Bn-65	9.67 i-s	10.00 u-y	14.67 h-p	3.45	51.72
Bn-66	12.33 d-s	19.33 m-x	14.00 i-q	56.76	13.51
Bn-67	10.00 h-s	8.00 xy	15.67 h-o	-20.00	56.67
Bn-68	5.50 rs	8.33 w-y	14.00 i-q	51.52	154.55
Bn-69	16.00 a-p	14.67 r-y	18.00 g-l	-8.33	12.50
Bn-70	15.00 a-q	24.33 j-s	13.67 i-q	62.22	-8.89
Bn-71	20.00 a-f	15.00 q-y	6.50 p-r	-25.00	-67.50
Bn-73	8.00 m-s	18.00 n-y	7.00 o-r	125.00	-12.50
Bn-74	13.33 c-s	13.00 t-y	13.33 i-q	-2.50	0.00
Bn-75	15.67 a-q	22.50 k-t	7.67 o-r	43.62	-51.06
Bn-76	7.67 n-s	10.00 u-y	19.67 f-k	30.43	156.52
Bn-77	8.00 m-s	17.67 n-y	10.33 l-r	120.83	29.17
Bn-78	20.00 a-f	10.00 u-y	8.67 m-r	-50.00	-56.67
Bn-89	12.50 d-s	10.00 u-y	14.00 i-q	-20.00	12.00
Bn-101	14.33 a-r	Bitki Yok	27.67 c-e	Bitki Yok	93.02
Bn-102	14.67 a-q	7.68 xy	7.50 o-r	-47.73	-48.86
Bn-103	20.67 a-e	32.67 d-k	19.67 f-k	58.06	-4.84
Bn-104	9.00 k-s	12.67 t-y	11.00 k-r	40.74	22.22
Bn-105	6.50 q-s	9.00 v-y	11.00 k-r	38.46	69.23
Bn-106	11.67 e-s	13.67 s-y	20.67 f-i	17.14	77.14
Bn-109	9.00 k-s	36.00 c-h	17.50 h-m	300.00	94.44
Bn-113	14.33 a-r	7.68 xy	8.00 o-r	-46.51	-44.19
Bn-114	22.00 a-c	15.33 q-y	10.50 l-r	-30.30	-52.27
Bn-115	10.00 h-s	12.00 t-y	13.67 i-q	20.00	36.67
Bn-116	14.33 a-r	9.67 v-y	11.00 k-r	-32.56	-23.26
Bn-122	14.00 b-r	7.33 y	8.00 o-r	-47.62	-42.86
Bn-138	13.00 c-s	11.67 u-y	11.00 k-r	-10.26	-15.38
Bn-139	9.67 i-s	13.33 t-y	12.33 i-r	37.93	27.59
Bn-140	15.50 a-q	26.67 g-p	8.33 n-r	72.04	-46.24
Bn-147	11.67 e-s	7.00 y	11.00 k-r	-40.00	-5.71
Bn-149	8.50 l-s	36.67 c-g	4.33 r	331.37	-49.02
Bn-150	18.00 a-k	8.67 w-y	5.00 qr	-51.85	-72.22
Ortalama	13.88	15.75	14.99	68.25	24.90
LSD _{0.05}	4.440	5.863	4.422		

4.25. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Sıcaklığında Ortaya Çıkan Değişimler

Yaprak sıcaklığı bakımından tuz ve kuraklık stresleri sonucunda ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.25.'de verilmiştir.

Tuz stresi sonucunda yaprak sıcaklığı kontrole göre azalma göstermiştir. Tuz stresi karşısında en yüksek yaprak sıcaklığına sahip olan genotip 36.67°C ile 30 no'lu genotip olarak belirlenmiştir. En düşük yaprak sıcaklığı değeri ise 21.93°C ile 147 no'lu genotip olarak saptanmıştır. Yaprak sıcaklığı kontrol bitkilerine göre en fazla azalma gösteren genotipler 106 (% 36.31), 140 (% 35.45), 113 (% 35.18), 105 (% 34.70), 138 (% 34.31), 139 (% 33.76), 104 (% 33.56), 109 (% 33.07), 115 (% 32.39) ve 122 (% 32.38) no'lu genotipler olmuştur. En az azalma gösteren genotipler ise 21 (% 6.42), 9 (% 6.27), 20 (% 6.11), 2 (% 5.46), 12 (% 5.29), 18 (% 4.58), 16 (% 4.00), 17 (% 2.22), 4 (% 2.13) ve 19 (% 0.70) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir. 10 (% 0.12), 51 (% 5.57) ve 37 (% 5.66) no'lu genotipler ise kontrol bitkilerine göre yaprak sıcaklığı bakımından artma göstermiştir. 1, 11, 14, 101 no'lu genotiplerde bitki kaybı yaşandığı için ölçüm yapılamamıştır. Diğer genotipler % 6.48 ile % 31.87 arasında kalmıştır.

Kuraklık stresinde ise yaprak sıcaklığı kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir. En düşük yaprak sıcaklığı değerini gösteren genotip 24.43°C ile 51 no'lu genotip olarak belirlenirken, en yüksek değere sahip olan genotip 39.47°C ile 26 no'lu genotip olarak belirlenmiştir. Yaprak sıcaklığı bakımından % değişimleri en fazla artma gösteren genotipler sırasıyla 18 (% 27.00), 15 (% 27.37), 22 (% 27.38), 20 (% 28.14), 21 (% 28.27), 23 (% 29.65), 26 (% 30.83), 10 (% 32.22), 17 (% 32.98) ve 19 (% 34.03) no'lu genotipler olmuştur. Yaprak sıcaklığı kontrol bitkilerine göre en az artma gösteren genotipler ise 105 (% 0.78), 140 (% 1.25), 104 (% 1.94), 56 (% 2.86), 47 (% 3.09), 38/2 (% 3.34), 54 (% 3.50), 77 (% 3.70), 42 (% 3.74) ve 52 (% 3.99) no'lu genotipler olmuştur. Ancak 139 (% 0.68) ve 39 (% 0.30) no'lu genotipler kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Diğer genotipler % 4.05 ile % 26.91 aralığında artma göstermiştir.

Çizelge 4.25. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak sıcaklığı değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod no	Kontrol (°C)	Tuzluluk (°C)	Kuraklık (°C)	Tuzlulukta kontrole göre değişim(%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim(%)
Bn-1	30.90 r-A	Bitki Yok	38.53 a-e	Bitki Yok	24.70
Bn-2	30.50 t-C	28.83 ab	38.17 a-g	-5.46	25.14
Bn-4	29.80 y-D	29.17 a	36.33 a-l	-2.13	21.92
Bn-6	30.13 v-D	25.00 n-t	36.30 a-l	-17.04	20.46
Bn-9	30.30 v-D	28.40 a-c	37.37 a-k	-6.27	23.32
Bn-10	28.87 B-D	28.90 ab	38.17 a-g	0.12	32.22
Bn-11	30.77 s-B	Bitki Yok	38.10 a-g	Bitki Yok	23.84
Bn-12	29.60 z-D	28.03 b-d	37.57 a-j	-5.29	26.91
Bn-13	30.37 u-D	28.40 a-c	38.07 a-g	-6.48	25.36
Bn-14	30.53 t-C	Bitki Yok	35.37 e-n	Bitki Yok	15.83
Bn-15	29.83 y-D	27.63 c-f	38.00 a-h	-7.37	27.37
Bn-16	30.03 w-D	28.83 ab	37.80 a-i	-4.00	25.86
Bn-17	28.50 D	27.87 c-e	37.90 a-h	-2.22	32.98
Bn-18	29.13 A-D	27.80 c-e	37.00 a-l	-4.58	27.00
Bn-19	28.70 CD	28.50 a-c	38.47 a-f	-0.70	34.03
Bn-20	28.90 B-D	27.13 d-g	37.03 a-l	-6.11	28.14
Bn-21	29.60 z-D	27.70 c-e	37.97 a-h	-6.42	28.27
Bn-22	30.43 u-D	27.83 c-e	38.77 a-c	-8.54	27.38
Bn-23	29.23 A-D	26.37 g-k	37.90 a-h	-9.81	29.65
Bn-24	29.90 x-D	26.37 g-k	37.00 a-l	-11.82	23.75
Bn-26	30.17 v-D	26.80 f-i	39.47 a	-11.16	30.83
Bn-27	31.-3 q-A	26.40 g-k	37.97 a-h	-14.93	22.34
Bn-30	33.50 a-n	36.67 g-j	36.87 a-l	-20.40	10.05
Bn-31	29.90 x-D	27.00 e-h	37.77 a-i	-9.70	26.31
Bn-32	31.30 o-z	26.07 h-m	38.10 a-g	-16.72	21.73
Bn-33	32.20 e-v	26.60 g-j	37.57 a-j	-17.39	16.67
Bn-34	34.73 ab	26.93 e-i	38.73 a-d	-22.46	11.52
Bn-35	31.40 m-z	26.33 g-k	36.73 a-l	-16.14	16.99
Bn-36	33.13 b-q	26.17 g-l	34.63 i-n	-21.03	4.53
Bn-37	22.97 E	24.27 s-x	24.83 o	5.66	8.13
Bn-38/1	31.57 l-z	25.93 i-o	35.93 b-n	-17.85	13.83
Bn-38/2	31.97 i-x	25.57 k-p	33.03 n	-20.02	3.34
Bn-39	33.10 b-q	25.43 k-q	33.00 n	-23.16	-0.30
Bn-40	31.57 l-z	25.97 i-n	36.40 a-l	-17.74	15.31
Bn-42	33.00 b-q	25.57 k-p	34.23 k-n	-22.53	3.74
Bn-45	33.07 b-q	24.87 p-t	35.13 g-n	-24.80	6.25
Bn-46	32.80 b-s	25.30 l-r	34.77 h-n	-22.87	6.00
Bn-47	33.43 a-o	25.67 j-p	34.47 j-n	-23.23	3.09
Bn-50	32.13 f-v	24.83 p-t	33.93 l-n	-22.72	5.60
Bn-51	23.33 E	24.63 p-v	24.43 o	5.57	4.71
Bn-52	33.43 a-o	24.60 p-v	34.77 h-n	-26.42	3.99

Çizelge 4.25. (devamı)

Genotip Kod no	Kontrol (°C)	Tuzluluk (°C)	Kuraklık (°C)	Tuzlulukta kontrole göre değişim(%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim(%)
Bn-54	34.27 a-f	24.93 o-t	35.47 d-n	-27.24	3.50
Bn-56	33.80 a-j	24.80 p-u	34.77 h-n	-26.63	2.86
Bn-57	31.50 m-z	24.40 q-w	33.17 mn	-22.54	5.29
Bn-60	32.40 d-u	24.67 p-v	33.93 l-n	-23.87	4.73
Bn-61	32.53 c-t	24.30 r-x	36.30 a-l	-25.31	11.58
Bn-62	33.53 a-m	24.60 p-v	36.57 a-l	-26.64	9.05
Bn-63	32.97 b-q	24.33 r-x	36.67 a-l	-26.19	11.22
Bn-64	31.63 k-z	25.13 m-s	36.73 a-l	-20.55	16.12
Bn-65	31.40 m-z	24.13 s-y	36.13 b-m	-23.14	15.07
Bn-66	31.40 m-z	25.50 k-p	36.77 a-l	-18.79	17.09
Bn-67	31.37 n-z	24.87 p-t	37.80 a-i	-20.72	20.51
Bn-68	31.83 i-y	23.73 u-z	36.20 b-m	-25.45	13.72
Bn-69	32.67 b-s	25.43 k-q	38.20 a-g	-22.14	16.94
Bn-70	33.00 b-q	23.97 t-y	37.83 a-i	-27.37	14.65
Bn-71	31.77 j-y	23.73 u-z	35.23 f-n	-25.29	10.91
Bn-73	33.73 a-k	24.80 p-u	37.97 a-h	-26.48	12.55
Bn-74	33.53 a-m	23.70 v-z	35.57 c-n	-29.32	6.06
Bn-75	33.10 b-q	23.73 u-z	38.80 a-c	-28.30	17.22
Bn-76	33.97 a-i	23.17 y-B	38.97 ab	-31.80	14.72
Bn-77	34.23 a-g	24.37 q-w	35.50 d-n	-28.82	3.70
Bn-78	33.07 b-q	23.13 y-B	35.60 c-n	-30.04	7.66
Bn-89	33.73 a-k	23.33 x-A	36.27 a-l	-30.83	7.51
Bn-101	33.23 b-p	Bitki Yok	35.47 d-n	Bitki Yok	6.72
Bn-102	32.90 b-r	22.93 z-C	35.43 e-n	-30.29	7.70
Bn-103	33.77 a-k	23.57 w-z	35.67 c-n	-30.21	5.63
Bn-104	34.37 a-d	22.83 z-C	35.03 g-n	-33.56	1.94
Bn-105	34.20 a-h	22.33 A-C	34.47 j-n	-34.70	0.78
Bn-106	35.43 a	22.57 A-C	37.40 a-k	-36.31	5.55
Bn-109	33.67 a-l	22.53 A-C	36.47 a-l	-33.07	8.32
Bn-113	34.30 a-e	22.23 BC	36.37 a-l	-35.18	6.03
Bn-114	32.07 h-w	23.13 y-B	36.63 a-l	-27.86	14.24
Bn-115	33.03 b-q	22.33 A-C	35.70 c-n	-32.39	8.07
Bn-116	33.46 a-n	22.80 z-C	35.77 b-n	-31.87	6.87
Bn-122	33.77 a-k	22.83 z-C	35.73 b-n	-32.38	5.82
Bn-138	34.20 a-h	22.47 A-C	33.97 l-n	-34.31	-0.68
Bn-139	33.77 a-k	22.37 A-C	35.13 g-n	-33.76	4.05
Bn-140	34.60 a-c	22.33 A-C	35.03 g-n	-35.45	1.25
Bn-147	31.77 j-y	21.93 C	35.57 c-n	-30.95	11.96
Bn-149	32.10 g-w	22.33 A-C	37.03 a-l	-30.43	15.37
Bn-150	31.27 p-z	21.97 C	37.20 a-k	-29.74	18.98
Ortalama	31.84	25.10	36.16	-20.57	13.95
LSD _{0.05}	1.085	0.611	1.568		

Tuz ve kuraklık stresinin % değişimleri kontrol bitkilerine göre farklı tepkiler göstermiştir. Tuz stresi kontrol bitkilerine göre yaprak sıcaklığı bakımından ortalama % 20.57 oranında azalma gösterirken, kuraklık stresi ortalama % 13.95 oranda artma göstermiştir.

Tüm genotiplerin ortalaması değerlendirildiğinde ise tuz stresinin genel ortalaması 25°C değerini alarak kontrol bitkilerine (32°C) göre azalma göstermiştir. Kuraklık stresinde tüm genotiplerin ortalaması 36°C değerini almıştır.

Bitki strese girdiğinde en erken belirtilerden biri yaprak sıcaklığının artması olup, bu durum radyasyon emiliminin olduğu ve transpirasyonun engellendiği anlamına gelmektedir (Buschmann ve Lichtenthaler, 1998; Chaerle ve Van DerStraeten, 2000).

Cornic ve Ghashgaie (1991), fasulyede yaptıkları denemede yaprak sıcaklığını araştırmışlardır. Yaprak sıcaklığı düştüğünde stomaların açıldığını saptamışlardır.

Vermeulen ve ark. (2007), domateste gerçekleştirdikleri çalışmalarında stomaların kapandığı durumda yaprak sıcaklığının yükseldiğini tespit etmişlerdir.

4.26. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Stoma Geçirgenliğinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda stoma geçirgenliği bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.26.'da verilmiştir.

Tuz stresi sonucunda genotiplerin stoma geçirgenliğinde kontrole göre azalma tespit edilmiştir. Stoma geçirgenliğinde en yüksek değer 138 (40.63 mmol/m²/sn) ve 24 (40.00 mmol/m²/sn) no'lu genotiplerde bulunmuştur. Buna karşılık en düşük değere sahip olan genotip ise 2.68 mmol/m²/sn değeri ile 16 no'lu genotip olarak belirlenmiştir. Kontrole göre stoma geçirgenliği bakımından en fazla azalmanın görüldüğü genotipler 38/2 (% 95.26), 113 (% 91.79), 12 (% 90.87), 19 (% 89.94), 32 (% 89.56), 70 (% 89.34), 114 (% 87.89), 139 (% 87.73), 4 (% 86.30) ve 20 (% 85.58) no'lu genotipler olmuştur. En az azalmanın olduğu genotipler ise 54 (% 85.58) no'lu genotipler olmuştur.

10.22), 35 (% 17.69), 77 (% 23.51), 68 (% 25.12), 31 (% 26.72), 104 (% 27.10), 65 (% 27.60), 15 (% 28.40), 60 (% 36.35) ve 140 (% 36.98) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir. Diğer genotipler ise % 45 ile % 85 aralığında azalma göstermiştir. Buna karşılık tuz stresi altında yetiştirilen genotiplerden bazıları artma göstermiştir. Bu genotipler sırasıyla; 69, 17, 45, 74, 116, 24, 22, 64, 115, 63, 46, 27, 75, 56, 138, 89, 67, 103, 106, 78, 73, 66 ve 47 no'lu genotipler olup % 7.08 ile % 273.95 oranında kontrol bitkilerine göre artma göstermiştir. 1, 11, 14 ve 101 no'lu genotiplerde bitki kaybı yaşandığı için ölçüm yapılamamıştır.

Kuraklık stresinde ise genotiplerin stoma geçirgenliği kontrol bitkilerine göre azalma göstermiştir. Stoma geçirgenliği en yüksek değere ulaşan genotip 219 mmol/m²/sn değeri ile 4 no'lu genotip olmuştur. 70 (0.36 mmol/m²/sn), 75 (0.36 mmol/m²/sn) ve 76 (0.35 mmol/m²/sn) no'lu genotipler ise stoma geçirgenliği en düşük genotipler olarak belirlenmiştir. Kuraklık karşısında % değişimlerinde en fazla azalmanın meydana geldiği genotipler 70 (% 99.12), 76 (% 98.79), 75 (% 97.47), 114 (% 97.00), 38/1 (% 96.95), 12 (% 96.89), 37 (% 96.53), 9 (% 96.48), 64 (% 94.32) ve 19 (% 93.75) no'lu genotipler olmuştur. Stoma geçirgenliğinde kontrole göre en az azalmanın görüldüğü genotipler 66 (% 8.10), 45 (% 8.99), 16 (% 9.18), 104 (% 14.97), 109 (% 15.09), 11 (% 17.56), 35 (% 28.30), 50 (% 33.79), 36 (% 35.41) ve 22 (% 36.45) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler % 38 ile % 93 oranında azalma göstermiştir. Tuz stresinde olduğu gibi kuraklık stresinde de stoma geçirgenliğinde kontrol bitkilerine göre % değişimlerin arttığı genotipler görülmüştür. Bu genotipler 140, 78, 27, 52, 89, 57, 42, 46, 74, 138, 30, 103, 106, 13, 4, 68, 18 ve 14 no'lu genotipler olarak belirlenmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi karşılaştırıldığında tuz stresi altındaki bitkilerin stoma geçirgenliği bakımından genel ortalaması Çizelge 4.26.'da da görüldüğü gibi % 20.12 oranında azalma olduğu belirlenirken, kuraklık stresi karşısında genotiplerin genel ortalaması % 14.13 oranında azalma göstermiştir.

Tuz stresi altındaki tüm genotiplerin ortalaması 10.95 mmol/m²/sn değerini alırken kontrol bitkilerinin genel ortalaması 28.28 mmol/m²/sn değerini alarak stoma geçirgenliğinde azalma görülmüştür. Kuraklık stresi etkisiyle tüm genotiplerin ortalaması 17.10 mmol/m²/sn değerini almıştır.

Çizelge 4.26. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında stoma geçirgenliği değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (mmol/m ² sn ⁻¹)	Tuzluluk (mmol/m ² sn ⁻¹)	Kuraklık (mmol/m ² sn ⁻¹)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	6.89 p-t	Bitki Yok	2.55 h	Bitki Yok	-62.91
Bn-2	26.27 g-t	8.40 g-k	3.42 h	-68.02	-86.98
Bn-4	48.17 d-f	6.60 i-k	219.00 a	-86.30	354.67
Bn-6	27.60 f-s	15.07 e-g	3.61 h	-45.41	-86.91
Bn-9	57.00 cd	11.35 f-j	2.01 h	-80.09	-96.48
Bn-10	21.05 i-t	6.00 i-k	2.75 h	-71.50	-86.94
Bn-11	23.40 h-t	Bitki Yok	19.29 gh	Bitki Yok	-17.56
Bn-12	52.00 de	4.75 jk	1.62 h	-90.87	-96.89
Bn-13	18.15 j-t	8.30 g-k	60.00 e	-54.27	230.58
Bn-14	22.85 i-t	Bitki Yok	191.67 b	Bitki Yok	738.80
Bn-15	12.15 n-t	8.70 g-k	6.63 h	-28.40	-45.40
Bn-16	4.90 r-t	2.68 k	4.45 h	-45.31	-9.18
Bn-17	5.58 q-t	6.15 i-k	3.47 h	10.31	-37.82
Bn-18	15.33 l-t	7.90 g-k	107.50 d	-48.45	601.47
Bn-19	52.50 de	5.28 jk	3.28 h	-89.94	-93.75
Bn-20	47.50 d-f	6.85 h-k	10.45 h	-85.58	-78.00
Bn-21	45.25 d-g	8.10 g-k	4.07 h	-82.10	-91.01
Bn-22	5.53 q-t	7.98 g-k	3.52 h	44.13	-36.45
Bn-23	37.55 d-l	6.90 h-k	5.05 h	-81.62	-86.55
Bn-24	27.77 f-r	40.00 a	4.48 h	44.06	-83.88
Bn-26	32.57 e-n	11.95 f-j	3.17 h	-63.31	-90.28
Bn-27	17.15 j-t	27.00 bc	18.70 gh	57.43	9.04
Bn-30	17.35 j-t	5.97 i-k	37.70 fg	-65.61	117.29
Bn-31	30.50 f-p	22.35 b-d	6.27 h	-26.72	-79.45
Bn-32	71.50 c	7.47 g-k	15.90 h	-89.56	-77.76
Bn-33	32.03 e-o	6.60 i-k	4.93 h	-79.40	-84.60
Bn-34	13.50 n-t	4.80 jk	3.03 h	-64.44	-77.58
Bn-35	4.90 r-t	4.03 jk	3.51 h	-17.69	-28.30
Bn-36	18.97 j-t	4.15 jk	12.25 h	-78.12	-35.41
Bn-37	125.00 a	18.90 de	4.33 h	-84.88	-96.53
Bn-38/1	38.33 d-k	9.60 f-k	1.17 h	-74.96	-96.95
Bn-38/2	106.50 b	5.05 jk	62.33 e	-95.26	-41.47
Bn-39	25.00 g-t	9.95 f-k	2.67 h	-60.20	-89.33
Bn-40	14.87 m-t	6.83 h-k	1.73 h	-54.04	-88.34
Bn-42	8.70 p-t	4.02 jk	16.80 gh	-53.83	93.10
Bn-45	4.73 r-t	5.25 jk	4.30 h	11.11	-8.99
Bn-46	3.72 st	5.70 i-k	7.50 h	53.43	101.88
Bn-47	2.38 t	8.90 f-k	1.32 h	273.95	-44.54
Bn-50	36.25 e-m	10.63 f-k	24.00 gh	-70.69	-33.79
Bn-51	69.33 c	24.20 b-d	5.17 h	-65.10	-92.55
Bn-52	10.65 n-t	4.55 jk	14.03 h	-57.28	31.77

Çizelge 4.26. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (mmol/m ² sn ⁻¹)	Tuzluluk (mmol/m ² sn ⁻¹)	Kuraklık (mmol/m ² sn ⁻¹)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-54	18.10 j-t	16.25 ef	1.42 h	-10.22	-92.17
Bn-56	4.75 r-t	8.00 g-k	1.78 h	68.42	-62.60
Bn-57	73.00 c	26.83 bc	128.33 c	-63.24	75.80
Bn-60	17.33 j-t	11.03 f-j	1.41 h	-36.35	-91.87
Bn-61	17.97 j-t	9.28 f-k	4.09 h	-48.35	-77.22
Bn-62	16.27 k-t	7.93 g-k	4.35 h	-51.23	-73.26
Bn-63	6.70 q-t	9.90 f-k	0.79 h	47.76	-88.21
Bn-64	15.25 l-t	22.00 cd	0.87 h	44.26	-94.32
Bn-65	9.60 n-t	6.95 h-k	1.52 h	-27.60	-84.17
Bn-66	3.50 t	11.33 f-j	3.22 h	223.71	-8.10
Bn-67	3.22 t	6.70 i-k	1.69 h	107.86	-47.72
Bn-68	10.35 n-t	7.75 g-k	49.17 ef	-25.12	375.04
Bn-69	11.30 n-t	12.10 f-j	1.15 h	7.08	-89.87
Bn-70	41.50 d-i	4.43 jk	0.36 h	-89.34	-99.12
Bn-71	28.97 f-q	6.85 h-k	2.78 h	-76.35	-90.42
Bn-73	4.55 r-t	11.40 f-j	1.06 h	150.55	-76.70
Bn-74	9.35 o-t	10.50 f-k	19.05 gh	12.30	103.74
Bn-75	14.33 m-t	24.00 b-d	0.36 h	67.44	-97.47
Bn-76	29.00 f-q	7.70 g-k	0.35 h	-73.45	-98.79
Bn-77	8.37 p-t	6.40 i-k	3.62 h	-23.51	-56.69
Bn-78	4.60 r-t	10.80 f-j	4.75 h	134.71	3.26
Bn-89	5.45 q-t	10.80 f-j	7.53 h	98.17	38.23
Bn-101	57.00 cd	Bitki Yok	21.00 gh	Bitki Yok	-63.16
Bn-102	57.50 cd	13.55 e-i	13.60 h	-76.43	-76.35
Bn-103	5.00 q-t	10.75 f-j	11.70 h	115.00	134.00
Bn-104	22.27 i-t	16.23 ef	18.93 gh	-27.10	-14.97
Bn-105	42.25 d-i	12.07 f-j	5.70 h	-71.44	-86.51
Bn-106	3.67 st	7.95 g-k	9.80 h	116.82	167.27
Bn-109	21.43 i-t	11.25 f-j	18.20 gh	-47.51	-15.09
Bn-113	102.33 b	8.40 g-k	17.23 gh	-91.79	-83.16
Bn-114	121.67 a	14.73 e-h	3.65 h	-87.89	-97.00
Bn-115	19.40 j-t	28.00 b	4.17 h	44.33	-78.52
Bn-116	7.35 p-t	9.80 f-k	3.47 h	33.33	-52.74
Bn-122	39.17 d-j	8.30 g-k	5.65 h	-78.81	-85.57
Bn-138	22.53 i-t	40.63 a	46.75 ef	80.29	107.47
Bn-139	51.33 de	6.30 i-k	14.25 h	-87.73	-72.24
Bn-140	11.27 n-t	7.10 h-k	11.45 h	-36.98	1.63
Bn-147	45.17 d-g	10.55 f-k	13.00 h	-76.64	-71.22
Bn-149	43.83 d-h	8.35 g-k	7.85 h	-80.95	-82.09
Bn-150	22.57 i-t	11.55 f-j	9.05 h	-48.82	-59.90
Ortalama	28.28	10.95	17.10	-20.12	-14.13
LSD _{0.05}	11.670	3.900	13.071		

Turhan ve Eriş (2007) tarafından iki farklı çilek çeşidinin farklı tuz dozlarındaki (0, 8, 5, 17 ve 34 mM) stoma hareketliliği ve transpirasyon oranı incelenmiş, tuz ilavesiyle Camarosa çeşidinde stoma iletkenliği ve transpirasyon oranı düşmüş, Chander çeşidinin ise 34mM dozuna kadarki tuz uygulaması ile stoma iletkenliği etkilenmemiş; ancak 34mM NaCl uygulaması stomaitkenliği ve transpirasyon oranını belirgin şekilde arttırmıştır. Camarosa çeşidinde stoma iletkenliği ve transpirasyon oranında görülen azalmanın tuza toleransta adaptasyon mekanizmasının bir parçası olduğu belirtilmiştir. Romero-Aranda ve ark. (2001) *L. esculentum* kùltivarlarıyla yaptıkları çalışmada, 2 ay süre ile 35 ve 70 mM NaCl stresi uygulanan domates bitkilerinin stoma iletkenliğinde önemli bir azalma bulmuşlardır. Yapılan çalışma sonucunda stoma iletkenliği bakımından araştırmacıların bulguları ile bizim çalışmamızın sonuçları desteklenmektedir.

Moriana ve Fereres (2002)'e göre stomatal verileri stabil olan bitkiler kurağa daha toleranttır. Ashraf ve ark. (2005), Sabzpari ve Chinese-red bamya çeşitlerinde iki su uygulamasını gerçekleştirdikleri çalışmalarında kuraklığın etkisiyle stoma iletkenliğinin düştüğünü tespit etmişlerdir.

4.27. Tuz ve Kuraklık Stresleri Sonucunda Yaprak Ozmotik Potansiyelinde Ortaya Çıkan Değişimler

Tuz ve kuraklık stresleri sonucunda yaprak ozmotik potansiyeli bakımından ortaya çıkan değişimler Çizelge 4.27.'de verilmiştir.

Tuz stresi sonucunda genotiplerin yaprak ozmotik potansiyeli kontrole göre artmıştır. Tuzluluk karşısında en yüksek değere sahip olan genotip 5666.67 mOsmol değeri ile 37 no'lu genotip olurken, en düşük değer ise 546.67 mOsmol değeri ile 9 no'lu genotip olmuştur. Yaprak ozmotik potansiyeli bakımından kontrol bitkilerine göre % değişimlerinde en fazla artışın olduğu genotipler 37 (% 1391.23), 50 (% 531.37), 17 (% 528.13), 12 (% 475.51), 6 (% 463.64), 36 (% 418.33), 70 (% 336.51), 20 (% 333.33), 52 (% 304.04) ve 42 (% 223.19) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir. En az artışın olduğu genotipler ise 113 (% 1.02), 38/2 (% 8.65), 150 (% 10.98), 65 (% 19.12), 69 (% 22.73), 114 (% 23.81), 149 (% 28.33), 60 (% 35.71),

34 (% 39.80) ve 33 (% 49.29) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler ise % 54 ile % 217 aralığında artış göstermiştir. Ayrıca bazı genotipler tuz stresi karşısında azalma göstermiştir. Yaprak ozmotik potansiyeli kontrol bitkilerine göre azalma gösteren genotipler 102, 67, 66, 64, 105, 101, 27, 115, 140, 104, 32, 116, 147, 122, 78 ve 68 no'lu genotipler olup % 2.47 ile % 100 oranında azalma görülmüştür. 1, 4, 11, 14, 15, 16, 18, 21, 26, 39, 46, 47, 57, 61, 62, 63, 106 ve 139 no'lu genotiplerden ölçüm sırasında bitki kaybı yaşandığı için veri alınamamıştır.

Kuraklık stresi sonucunda genotiplerin yaprak ozmotik potansiyeli artış göstermiştir. Yaprak ozmotik potansiyeli en yüksek olan genotip 4780 mOsmol değeri ile 64 no'lu genotip olmuştur. En düşük değere sahip olan genotip ise 25.33 mOsmol değeri ile 27 no'lu genotip olarak saptanmıştır. Kontrol bitkilerine göre en fazla artışın olduğu genotipler 70 (% 336.51), 37 (% 303.51), 10 (% 238.46), 50 (% 221.57), 75 (% 204.35), 103 (% 201.47), 47 (% 188.41), 35 (% 170.00), 71 (% 121.11) ve 21 (% 120.83) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir. Buna karşılık kontrol bitkilerine göre en fazla azalmanın olduğu genotipler ise 27 (% 97.63), 14 (% 80.93), 1 (% 73.20), 51 (% 70.00), 13 (% 69.16), 67 (% 67.92), 42 (% 62.32), 32 (% 59.90), 17 (% 56.25) ve 23 (% 55.07) no'lu genotipler olmuştur. Diğer genotipler ise % 1.19 ile % 55.07 oranında azalma ve % 1.02 ile % 120.63 oranında artış göstermiştir. 15, 26, 46, 57, 61, 62, 63, 102, 106 ve 139 no'lu genotiplerden ölçüm sırasında bitki kaybı yaşandığı için veri alınamamıştır.

Tuz ve kuraklık stresi altındaki genotiplerin ortalama % değişimi kontrol bitkilerine göre değerlendirildiğinde, tuz stresi % 292.30 oranında artış göstermiştir. Kuraklık stresi ise yaprak ozmotik potansiyeli bakımından tuz stresinden daha az düzeyde genel olarak ortalama % 31.74 oranında artış göstermiştir.

Tüm genotiplerin ortalaması değerlendirildiğinde tuz bitkileri 1966 mOsmol değerini alırken kontrol bitkileri 611 mOsmol değerini almıştır. Kuraklık stresi altında yetiştirilen tüm genotiplerin ortalaması 690.00 mOsmol değerini alarak kontrol bitkilerine (611mOsmol) göre yaprak ozmotik potansiyeli artma göstermiştir.

Shubha ve Tyagi (2007), fasulyede gerçekleştirdikleri çalışmalarında su stresi altındaki çalı fasulyesinin ozmotik basınç potansiyelinin azaldığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.27. Fasulye genotiplerinde tuzluluk ve kuraklık stresleri altında yaprak ozmotik potansiyeli değerleri ve kontrol koşullarına göre stres koşullarında meydana gelen değişim oranları

Genotip Kod No	Kontrol (mOsmol)	Tuzluluk (mOsmol)	Kuraklık (mOsmol)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-1	2413.33 a	Bitki Yok	646.67 n-r	Bitki Yok	-73.20
Bn-2	866.68 ef	2746.67 g	586.67 q-u	216.92	-32.31
Bn-4	706.67 g	Bitki Yok	506.67 r-z	Bitki Yok	-28.30
Bn-6	366.67 v-z	2066.67 ij	766.67 l-n	463.64	109.09
Bn-9	313.33 x-z	546.67 A	393.33 x-C	74.47	25.53
Bn-10	433.33 n-w	793.33 zA	1466.67 cd	83.08	238.46
Bn-11	260.00 z	Bitki Yok	226.67 D-F	Bitki Yok	-12.82
Bn-12	326.67 w-z	1880.00 j-l	580.00 q-u	475.51	77.55
Bn-13	713.33 g	1366.67 o-t	220.00 D-F	91.59	-69.16
Bn-14	1293.33 c	Bitki Yok	246.67 D-F	Bitki Yok	-80.93
Bn-15	Bitki Yok	2253.33 i	180.00 F	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-16	386.68 t-y	Bitki Yok	280.00 C-F	Bitki Yok	-27.59
Bn-17	426.67 o-w	2680.00 gh	186.67 EF	528.13	-56.25
Bn-18	560.00 i-m	Bitki Yok	326.67 B-E	Bitki Yok	-41.67
Bn-19	306.67 yz	800.00 zA	380.00 y-C	160.87	23.91
Bn-20	440.00 n-v	1906.67 j-l	620.00 o-s	333.33	40.91
Bn-21	580.00 k-u	Bitki Yok	1060.00 gh	Bitki Yok	120.83
Bn-22	413.33 q-x	1006.67 u-z	313.33 B-E	143.55	-24.19
Bn-23	560.00 l-u	1426.67 n-r	206.67 D-F	210.14	-55.07
Bn-24	566.67 l-u	886.66 x-z	313.33 B-E	90.00	-32.86
Bn-26	Bitki Yok	1663.33 m-o	1800.00 b	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-27	1066.67 d	740.00 zA	25.33 G	-30.63	-97.63
Bn-30	1000.00 d	1440.00 m-p	933.33 i-k	54.00	-6.67
Bn-31	546.67 j-n	1306.67 o-u	460.00 t-A	139.02	-15.85
Bn-32	1380.00 b	1113.33 r-y	553.33 q-v	-19.32	-59.90
Bn-33	933.33 e	1393.33 o-r	1973.33 a	49.29	111.43
Bn-34	653.33 g-i	913.33 w-z	1046.67 g-i	39.80	60.20
Bn-35	666.67 g-i	1100.00 r-y	1800.00 b	65.00	170.00
Bn-36	400.00 s-y	2073.33 ij	740.00 l-o	418.33	85.00
Bn-37	380.00 t-y	5666.67 a	1533.33 c	1391.23	303.51
Bn-38/1	406.67 r-y	1206.67 pq	786.67 lm	196.72	93.44
Bn-38/2	693.33 gh	753.33 zA	733.33 m-p	8.65	5.77
Bn-39	880.00 ef	Bitki Yok	960.00 h-k	Bitki Yok	9.09
Bn-40	560.00 l-u	1433.33 n-r	866.67 j-l	211.59	88.41
Bn-42	560.00 l-u	1486.67 n-q	173.33 F	223.19	-62.32
Bn-45	653.33 g-i	1280.00 p-u	413.33 v-B	95.92	-36.73
Bn-46	Bitki Yok	2533.33 gh	Bitki Yok	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-47	560.00 l-u	Bitki Yok	1326.67 e	Bitki Yok	188.41
Bn-50	340.00 v-z	2146.67 ij	1093.33 g	531.37	221.57
Bn-51	533.33 j-p	1046.67 t-z	160.00 F	96.25	-70.00
Bn-52	660.00 g-i	2666.67 gh	560.00 q-v	304.04	-15.15
Bn-54	426.67 o-w	1293.33 o-u	420.00 v-B	203.13	-1.56

Çizelge 4.27. (devamı)

Genotip Kod No	Kontrol (mOsmol)	Tuzluluk (mOsmol)	Kuraklık (mOsmol)	Tuzlulukta kontrole göre değişim (%)	Kuraklıkta kontrole göre değişim (%)
Bn-56	513.33 j-s	813.33 y-A	806.67 lm	58.44	57.14
Bn-57	Bitki Yok	780.00 zA	27.00 G	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-60	560.00 i-m	760.00 zA	553.33 q-v	35.71	-1.19
Bn-61	Bitki Yok	4023.33 d	986.67 g-i	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-62	Bitki Yok	Bitki Yok	366.67 A-D	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-63	Bitki Yok	Bitki Yok	760.00 l-n	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-64	840.00 f	1313.33 o-u	4780.00 s-z	-42.86	-42.86
Bn-65	553.33 m-u	933.33 v-z	540.00 q-w	19.12	19.12
Bn-66	1046.67 d	2450.00 h	593.33 q-u	-43.31	-43.31
Bn-67	1413.33 b	Bitki Yok	453.33 u-A	-67.92	-67.92
Bn-68	540.00 j-o	2120.00 ij	526.67 q-w	-2.47	-2.47
Bn-69	440.00 n-v	5540.00 a	540.00 q-w	22.73	22.73
Bn-70	420.00 p-w	4766.67 b	1833.33 b	336.51	336.51
Bn-71	600.00 h-j	4506.67 c	1326.67 e	121.11	121.11
Bn-73	513.33 j-s	2113.33 ij	973.33 h-j	89.61	89.61
Bn-74	526.67 j-q	1240.00 p-v	846.67 k-m	60.76	60.76
Bn-75	560.00 l-u	1113.33 r-y	1400.00 de	204.35	204.35
Bn-76	566.67 l-u	4213.33 d	760.00 l-n	62.86	62.86
Bn-77	420.00 p-w	3166.67 f	926.67 i-k	120.63	120.63
Bn-78	593.33 j-t	1493.33 n-q	480.00 s-z	-2.70	-2.70
Bn-89	566.67 i-m	3186.67 f	1200.00 f	111.76	111.76
Bn-101	593.33 h-j	1160.00 q-x	373.73 z-C	-37.08	-37.08
Bn-102	400.00 s-y	3373.33 f	Bitki Yok	-100.00	Bitki Yok
Bn-103	553.33 m-u	1773.33 k-m	1366.67 e	201.47	201.47
Bn-104	573.33 i-l	1280.00 p-u	460.00 t-A	-19.77	-19.77
Bn-105	666.67 g-i	1293.33 o-u	413.33 v-B	-38.00	-38.00
Bn-106	Bitki Yok	1700.00 l-n	626.67 o-s	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-109	520.00 j-r	1260.00 p-u	1000.00 g-i	92.31	92.31
Bn-113	653.33 g-i	4006.67 d	660.00 n-q	1.02	1.02
Bn-114	420.00 p-w	3633.33 e	520.00 q-x	23.81	23.81
Bn-115	666.67 g-i	1386.67 o-s	486.67 s-z	-27.00	-27.00
Bn-116	560.00 i-m	Bitki Yok	453.33 u-A	-19.05	-19.05
Bn-122	653.33 g-i	2013.33 i-k	620.00 o-s	-5.10	-5.10
Bn-138	Bitki Yok	1053.33 s-z	453.33 u-A	88.89	88.89
Bn-139	Bitki Yok	Bitki Yok	606.67 p-t	Bitki Yok	Bitki Yok
Bn-140	856.67 i-k	1133.33 r-x	460.00 t-A	-21.59	-21.59
Bn-147	753.33 g	Bitki Yok	653.33 n-r	-13.27	-13.27
Bn-149	400.00 s-y	4533.33 c	513.33 q-y	28.33	28.33
Bn-150	546.67 j-n	Bitki Yok	606.67 p-t	10.98	10.98
Ortalama	611.00	1966.00	690.00	292.30	31.74
LSD _{0.05}	61.493	188.055	81.473		

4.28. Korelasyon Bulguları

Tuz ve kuraklık stresleri altında yetiştirilen, 81 genotip ile gerçekleştirilen çalışma sonucunda incelenen parametreler arasındaki korelasyon bulguları Çizelge 4.28., 4.29.,4.30.ve 4.31.'de verilmiştir. Korelasyon bulguları tuz ve kuraklık stresinde bitkilerin kontrole göre % değişimleri göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Her iki stres için ayrı çizelgeler oluşturulmuştur.

Kuraklık stresi sonucu ölçülen parametrelere göre skala ile yaprak sayısı ($r = -0.356$ $P = 0.01$), yeşil aksam yaş ($r = -0.397$ $P = 0.01$) ve kuru ağırlık ($r = -0.230$ $P = 0.05$), kök yaş ağırlık ($r = -0.391$ $P = 0.01$), yaprak alanı ($r = -0.568$ $P = 0.01$) ve yaprak oransal su içeriği ($r = -0.302$ $P = 0.01$) arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Bitki boyu ile yaprak sayısı parametreleri arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.279$ $P = 0.05$). Bu durumda bitki boyu arttıkça yaprak sayısının arttığı söylenebilir. Kuraklık stresi altında yetiştirilen genotiplerin yaprak sayısı ile yeşil aksam yaş ($r = 0.646$ $P = 0.01$) ve kuru ($r = 0.605$ $P = 0.01$) ağırlıkları, kök yaş ($r = 0.496$ $P = 0.01$) ve kuru ağırlıkları ($r = 0.350$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yaprak sayısı ile ayrıca yaprak alanı arasında da ($r = 0.367$ $P = 0.01$) pozitif bir ilişki bulunmuştur. Böylece yaprak sayısının artması durumunda yaprak alanının da arttığı tespit edilmiştir. Yaprak sayısı ile yaprak oransal su içeriği ($r = 0.340$ $P = 0.01$) ve yeşil aksam Ca konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.228$ $P = 0.01$). Yeşil aksam yaş ağırlığı ile kuru ağırlığı arasında ($r = 0.888$ $P = 0.01$), kök yaş ($r = 0.662$ $P = 0.01$) ve kuru ağırlığı ($r = 0.555$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yeşil aksam yaş ağırlığı ile yaprak alanı ($r = 0.452$ $P = 0.01$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.458$ $P = 0.01$), kök K ($r = 0.199$ $P = 0.05$) ve Ca konsantrasyonu ($r = 0.167$ $P = 0.05$) arasında da pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yeşil aksam kuru ağırlık ile kök yaş ($r = 0.633$ $P = 0.01$) ve kuru ($r = 0.673$ $P = 0.01$) ağırlığı, yaprak alanı ($r = 0.366$ $P = 0.01$) ve yaprak oransal su içeriği arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Kuraklık stresi sonucu kök yaş ağırlığı ile kök kuru ağırlık ($r = 0.688$ $P = 0.01$) ve yaprak alanı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.463$ $P = 0.01$). Ayrıca kök yaş ağırlığı ile yaprak oransal su içeriği ($r = 0.470$ $P = 0.01$) ve kök Ca konsantrasyonu ($r = 0.222$ $P = 0.05$) arasında

da pozitif bir ilişki saptanmıştır. Kök kuru ağırlık ile diğer parametrelerin arasındaki ilişkiler incelendiğinde klorofil ($r = 0.257$ $P = 0.05$), yaprak alanı ($r = 0.287$ $P = 0.01$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.454$ $P = 0.01$), kök K konsantrasyonu ($r = 0.422$ $P = 0.01$) ve kök Ca konsantrasyonu ($r = 0.244$ $P = 0.05$) kök kuru ağırlık ile pozitif bir ilişki göstermiştir. Çizelge 4.29.'da da görüldüğü gibi yaprak alanı ile yaprak oransal su içeriği ($r = 0.315$ $P = 0.01$) ve yaprak ozmotik potansiyeli arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.286$ $P = 0.05$). Yaprak oransal su içeriği ile kök K konsantrasyonu ($r = 0.277$ $P = 0.05$) ve stoma geçirgenliği ($r = 0.222$ $P = 0.05$) arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Yeşil aksam K konsantrasyonu ile yeşil aksam Ca konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.292$ $P = 0.01$). Ayrıca yeşil aksam K konsantrasyonu ile yaprak sıcaklığı arasında da negatif bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.363$ $P = 0.01$). Kök K konsantrasyonu ile yaprak sıcaklığı arasında ($r = -0.238$ $P = 0.05$) negatif bir ilişki bulunmuştur. Yeşil aksam Ca konsantrasyonu ile yaprak sıcaklığı ($r = 0.673$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Yaprak su potansiyeli ile yaprak ozmotik potansiyeli arasında negatif bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.309$ $P = 0.01$). Yaprak membran zararlanması ile diğer tüm parametreler arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır.

Tuz stresi altında yetiştirilen genotiplerin skala ile yeşil aksam yaş ağırlık ($r = -0.429$ $P = 0.01$), kök yaş ($r = -0.282$ $P = 0.05$) ve kuru ağırlık ($r = -0.246$ $P = 0.05$), yaprak alanı ($r = -0.286$ $P = 0.05$), yaprak oransal su içeriği ($r = -0.219$ $P = 0.05$) ve yeşil aksam Ca/Na oranı ($r = -0.234$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca skala ile yaprak membran zararlanması ($r = 0.339$ $P = 0.01$), yeşil aksam Na konsantrasyonu ($r = 0.394$ $P = 0.01$) ve yeşil aksam K/Na oranı ($r = 0.443$ $P = 0.01$) arasında da pozitif bir ilişki bulunmuştur. Bitki boyu ile yaprak sıcaklığı ($r = 0.286$ $P = 0.05$) arasında pozitif, bitki boyu ile yeşil aksam Cl ($r = -0.319$ $P = 0.01$), Na ($r = -0.222$ $P = 0.05$) ve Ca ($r = -0.232$ $P = 0.05$) konsantrasyonları arasında ise negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Tuz stresi sonucu genotiplerin yaprak sayısı ile yeşil aksam kuru ağırlık ($r = -0.299$ $P = 0.01$) ve yeşil aksam K konsantrasyonu ($r = -0.258$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki bulunurken, yaprak sayısı ile yeşil aksam Ca konsantrasyonu ($r = 0.225$ $P = 0.05$) ve yaprak sıcaklığı ($r = 0.286$ $P = 0.05$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Çizelge 4.30.'da da görüldüğü gibi yeşil aksam yaş ve

kuru ağırlığı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.714$ $P = 0.01$). Yeşil aksam yaş ağırlık ile kök yaş ($r = 0.407$ $P = 0.01$) ve kuru ağırlık ($r = 0.584$ $P = 0.01$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.364$ $P = 0.01$), yeşil aksam ($r = 0.359$ $P = 0.01$) ve kök ($r = 0.284$ $P = 0.05$) K/Na oranı arasında da pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yeşil aksam yaş ağırlığı ile yeşil aksam Na konsantrasyonu ($r = -0.341$ $P = 0.01$), arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlık ile kök yaş ağırlık ($r = 0.407$ $P = 0.01$) ve kök kuru ağırlık ($r = 0.584$ $P = 0.01$), yaprak alanı ($r = 0.242$ $P = 0.05$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.235$ $P = 0.05$), kök Ca ($r = 0.348$ $P = 0.01$) ve K/Na oranı ($r = 0.290$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Kök yaş ve kuru ağırlıkları arasında pozitif bir ilişki bulunurken ($r = 0.747$ $P = 0.01$), yaprak alanı ile negatif bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.262$ $P = 0.05$). Kök yaş ağırlık ile klorofil ($r = 0.237$ $P = 0.05$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.257$ $P = 0.05$), yeşil aksam ($r = 0.272$ $P = 0.05$) ve kök ($r = 0.221$ $P = 0.05$) K/Na oranı arasında da pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Kök kuru ağırlık ile klorofil ($r = 0.336$ $P = 0.01$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.314$ $P = 0.01$), yeşil aksam Cl konsantrasyonu ($r = 0.231$ $P = 0.05$), yeşil aksam ($r = 0.271$ $P = 0.05$) ve kök ($r = 0.290$ $P = 0.01$) K/Na oranı ve yeşil aksam Ca/Na oranı ($r = 0.244$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca kök kuru ağırlık ile yaprak membran zararlanması ($r = -0.219$ $P = 0.05$) ve yeşil aksam Na konsantrasyonu ($r = -0.272$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki saptanmıştır. Klorofil ile yaprak membran zararlanması ($r = 0.228$ $P = 0.05$) ve yeşil aksam K/Na oranı arasında ($r = 0.251$ $P = 0.05$) pozitif bir ilişki bulunurken, yeşil aksam Na konsantrasyonu ($r = -0.321$ $P = 0.01$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Yaprak alanı ile diğer genotipler arasındaki ilişkiler incelendiğinde, yaprak membran zararlanması ($r = -0.263$ $P = 0.05$) ve yeşil aksam Na konsantrasyonu ($r = -0.322$ $P = 0.01$) yaprak alanı ile negatif bir ilişki göstermiştir. Ayrıca yaprak alanı ile yeşil aksam K/Na oranı arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir ($r = 0.369$ $P = 0.01$). Çizelge 4.31.'de de görüldüğü gibi yaprak oransal su içeriği ile yaprak membran zararlanması arasında negatif bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.277$ $P = 0.05$). Ayrıca yaprak oransal su içeriği ile yeşil aksam Cl konsantrasyonu ($r = 0.301$ $P = 0.01$), kök Na ($r = 0.235$ $P = 0.05$) ve K ($r = 0.228$ $P = 0.05$) konsantrasyonları ve yeşil aksam K/Na oranı ($r = 0.220$ $P = 0.05$) arasında pozitif bir

ilişki bulunmuştur. Yaprak membran zararlanması ile yeşil aksam Na konsantrasyonu arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.359$ $P = 0.01$). Bu durum bitkiler bünyelerine Na iyonunu alarak hücre çeperlerine zarar verdiği sonucunu çıkarmıştır. Ayrıca yaprak membran zararlanması ile yeşil aksam K/Na oranı arasında da negatif bir ilişki bulunmuştur ($r = -0.337$ $P = 0.01$). Çizelge 4.31.'de de görüldüğü gibi yeşil aksam Cl konsantrasyonu ile yeşil aksam Ca konsantrasyonu ($r = 0.542$ $P = 0.01$) yaprak sıcaklığı ($r = 0.562$ $P = 0.01$) ve yaprak ozmotik potansiyeli ($r = 0.264$ $P = 0.05$) arasında pozitif bir ilişki bulunurken, yeşil aksam Ca/Na oranı ($r = -0.446$ $P = 0.01$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Kök Cl konsantrasyonu ile kök Ca/Na oranı ($r = -0.224$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Tuz stresi altında yetiştirilen genotiplerin yeşil aksam Na konsantrasyonu ile yeşil aksam K/Na ($r = -0.792$ $P = 0.01$) ve Ca/Na oranları ($r = -0.395$ $P = 0.01$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Kök Na konsantrasyonu ise kök K konsantrasyonu ($r = 0.586$ $P = 0.01$) ve stoma geçirgenliği ile ($r = 0.254$ $P = 0.05$) pozitif bir ilişki gösterirken, kök Ca/Na oranı ($r = -0.523$ $P = 0.01$) ile negatif bir ilişki göstermiştir. Yeşil aksam K konsantrasyonu ile yeşil aksam K/Na oranı ($r = 0.517$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yeşil aksam K konsantrasyonu ile yaprak sıcaklığı ($r = -0.378$ $P = 0.01$) ve yaprak ozmotik potansiyeli ($r = -0.266$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Kök K konsantrasyonu ile kök K/Na oranı arasında pozitif bir ilişki bulunurken ($r = 0.720$ $P = 0.01$), kök Ca/Na oranı arasında ($r = -0.224$ $P = 0.05$) negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Yeşil aksam Ca konsantrasyonu ile kök Ca konsantrasyonu ($r = -0.230$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yeşil aksam Ca konsantrasyonu ile yeşil aksam Ca/Na oranı ($r = 0.803$ $P = 0.01$) ve yaprak sıcaklığı ($r = 0.645$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Kök Ca konsantrasyonu ile yeşil aksam Ca/Na oranı ($r = -0.244$ $P = 0.05$) ve yaprak sıcaklığı ($r = -0.247$ $P = 0.05$) arasında negatif bir ilişki bulunurken, kök Ca/Na oranı ($r = 0.771$ $P = 0.01$) ve stoma geçirgenliği ($r = 0.324$ $P = 0.01$) arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır. Tuz stresi sonucu genotiplerin yeşil aksam K/Na oranı ile yeşil aksam Ca/Na oranı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.453$ $P = 0.01$). Yeşil aksam Ca/Na oranı ile kök Ca/Na oranı arasında negatif bir ilişki bulunurken ($r = -0.222$ $P = 0.05$), yaprak

sıcaklığı ile yeşil aksam Ca/Na oranı arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir ($r = 0.522$ $P = 0.01$). Yaprak sıcaklığı ile stoma geçirgenliği arasında negatif bir ilişki bulunurken ($r = -0.239$ $P = 0.05$), yaprak ozmotik potansiyeli arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur ($r = 0.476$ $P = 0.01$). Tuz stresi altında yetiştirilen genotiplerin parametreler arasındaki korelasyon ilişkilerinden sadece yaprak su potansiyeli ile diğer tüm parametreler arasında ilişki bulunmamıştır.

Çizelge 4.28. Kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri

	Skala	Bitki Boyu	Yaprak Sayısı	Y.A. Y.A.	Y.A. K.A.	Kök Y.A.	Kök K.A.	Klorf.	Yaprak Alanı
Skala	-	-0.054	-0.356**	-0.397**	-0.230*	-0.391**	-0.117	0.210	-0.568**
Bitki Boyu	-	-	0.279*	0.173	0.069	-0.032	0.030	-0.107	0.014
Yaprak Sayısı	-	-	-	0.646**	0.605**	0.496**	0.350**	-0.033	0.367**
Y.A. Y.A.	-	-	-	-	0.888**	0.662**	0.555**	0	0.452**
Y.A. K.A.	-	-	-	-	-	0.633**	0.673**	0.132	0.366**
Kök Y.A.	-	-	-	-	-	-	0.688**	0.150	0.463**
Kök K.A.	-	-	-	-	-	-	-	0.257*	0.287**
Klorfl.	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.060

İşaret yoksa parametreler arasında önemli bir ilişki yoktur.

* : % 5'e göre önemli

** : % 1'e göre önemli

- : parametreler arasındaki ilişkinin negatif olduğunu ifade etmektedir.

+ : parametreler arasındaki ilişkinin pozitif olduğunu ifade etmektedir.

Y.A.Y.A. : Yeşil Aksam Yaş Ağırlığı

Y.A.K.A. : Yeşil Aksam Kuru Ağırlığı

Kök Y.A. : Kök Yaş Ağırlığı

Kök K.A. : Kök Kuru Ağırlığı

Klorfl. : Klorofil

Çizelge 4.29. Kuraklık stresi altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri

	RWC	MII	K Y.A.	K Kök	Ca Y.A.	Ca Kök	Yap. Su Pot.	Yap. Sıc.	Stma Geçr.	Yap. Ozmo. Pot.
Skala	-0.302**	0.207	-0.105	0.124	-0.153	-0.164	0.191	0.062	-0.051	-0.143
Bitki Boyu	0.057	-0.028	0	-0.014	-0.049	0.079	0.032	0.085	-0.014	0.028
Yaprak Sayısı	0.340**	0.045	-0.132	0.032	0.228*	0.218	-0.062	-0.071	0.017	0.179
Y.A. Y.A.	0.458**	-0.082	0	0.199*	0.185	0.167*	-0.051	0.017	0.065	0.074
Y.A. K.A	0.423**	-0.146	-0.046	0.229	0.215	0.220	-0.103	-0.017	0	0.145
Kök Y.A.	0.470**	0.089	-0.111	0.205	0.196	0.222*	0.082	-0.095	0.137	0.147
Kök K.A.	0.454**	0.157	-0.049	0.422**	-0.205	0.244*	0.143	0.068	0.128	0.093
Klorfl.	0.095	0.017	0.022	-0.044	-0.042	-0.183	0	-0.030	-0.024	0.136
Yaprak Alanı	0.315**	-0.065	0.069	0.014	-0.126	0.069	-0.126	-0.080	-0.030	0.286*
RWC	-	-0.158	-0.075	0.277*	-0.126	0.190	0.130	0.028	0.222*	-0.066
MII	-	-	-0.105	0.088	-0.046	0.039	0.206	-0.108	-0.078	0.097
K Y.A.	-	-	-	0.066	0.292**	-0.010	-0.185	-0.363**	-0.145	-0.037
K Kök	-	-	-	-	0.063	0.211	0.205	-0.238*	0.026	-0.103
Ca Y.A.	-	-	-	-	-	0.026	0.036	0.673**	0.132	-0.109
Ca Kök	-	-	-	-	-	-	0	-0.073	-0.057	0.222
Yap. Su Pot.	-	-	-	-	-	-	-	-0.036	0.157	-0.309**
Yap. Sıc.	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-0.131
Stoma Geçrg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.151

Y.A. : Yeşil Aksam

RWC : Yaprak Oransal Su İçeriği (Relative Water Content)

MII : Yaprak Membran Zararlanması (Membrane Injury Index)

Yap. Su Pot. : Yaprak Su Potansiyeli

Yap. Sıc. : Yaprak Sıcaklığı

Stma Geçr.: Stoma Geçirgenliği

Yap. Ozmo. Pot. : Yaprak Ozmotik Potansiyeli

Çizelge 4.30. Tuz stresi altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri

	Skala	B.B.	Yaprak Sayısı	Y.A. Y.A.	Y.A. K.A.	Kök Y.A.	Kök K.A.	Klorof.	Yaprak Alanı	RWC	MI	Cl Y.A.	Cl Kök	Na Y.A.	Na Kök
Skala	-	-0.077	-0.116	-0.429**	0	-0.282*	-0.246*	-0.099	-0.286*	-0.219*	0.339**	0	-0.068	0.394**	0.052
Bitki Boyu	-	-	0.118	0.108	0.037	-0.185	-0.120	0.010	0	-0.164	0.090	-0.319**	0.035	-0.222*	-0.169
Yap. Sayısı	-	-	-	0.207	-0.209**	0.030	0.106	0.017	-0.039	-0.020	0	0.188	0.033	0	-0.098
Y.A. Y.A.	-	-	-	-	0.714**	0.473**	0.519**	0.090	0.204	0.164**	-0.187	0.131	-0.079	-0.141**	-0.097
Y.A. K.A.	-	-	-	-	-	0.407**	0.584**	0.172	0.242*	0.235*	-0.116	0.069	-0.114	-0.198	0
Kök Y.A.	-	-	-	-	-	-	0.747**	0.237*	-0.262*	0.257*	-0.171	0.166	-0.095	-0.200	0.131
Kök K.A.	-	-	-	-	-	-	-	0.336**	0.030	0.114**	-0.219*	0.231*	0.075	-0.272*	0.138
Klorofil	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.024	0.085	0.228*	-0.026	-0.049	-0.121**	0.024
Yap. Alanı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.049	-0.263*	0	0	-0.322**	0.036
RWC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.277*	0.301**	0.052	-0.062	0.235*
MI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.109	-0.202	0.359**	-0.102
Cl Y.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.119	0.153	-0.103
Cl Kök	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.062	0.170
Na Y.A.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

İşaret yoksa parametreler arasında önemli bir ilişki yoktur.

* : % 5'e göre önemli

** : % 1'e göre önemli

- : parametreler arasındaki ilişkinin negatif olduğunu ifade etmektedir.

+ : parametreler arasındaki ilişkinin pozitif olduğunu ifade etmek tedir.

B.B. : Bitki boyu

Klorof. : Klorofil

Yap. Alanı : Yaprak Alanı

Yap. Sayısı : Yaprak Sayısı

Çizelge 4.31. Tuz stresi altındaki fasulye genotiplerinin farklı parametreler arasındaki korelasyon değerleri

	K Y.A.	K Kök	Ca Y.A.	Ca Kök	K/Na Y.A.	K/Na Kök	Ca/Na Y.A.	Ca/Na Kök	Yap. Su Pot.	Yap. Sic.	Stoma Geçg.	Yap. Ozmo. Pot.
Skala	-0.135	0.179	0.022	0.062	0.443**	-0.082	-0.234*	0.066	-0.028	-0.022	0.104	0.135
Birki Boyu	-0.014	0.049	-0.232*	-0.046	-0.173	0.153	0.117	0.097	0.036	0.286*	0.079	-0.128
Yaprak Sıvısı	-0.258*	-0.051	0.225*	-0.109	-0.116	-0.068	0.196	0.087	0.077	0.298**	-0.051	-0.032
Y.A.Y.A.	0.103	0.037	-0.041	0.188	0.359**	0.284*	0.157	0.114	-0.105	0	0.110	-0.149
Y.A.K.A.	-0.110	0.141	-0.024	0.348**	0.129	0.290**	0.065	0.170	-0.022	0.062	0.196	-0.042
Kök Y.A.	0.177	0.162	0.039	0.190	0.272*	0.221*	0.156	0.032	0.221	-0.047	0.110	-0.050
Kök K.A.	0.083	0.197	0.116	0.164	0.271*	0.290**	0.244*	-0.062	0.188	0	0.076	0.089
Klorofil	0.022	-0.057	-0.134	-0.044	0.251*	-0.082	0.046	-0.098	0.024	-0.090	-0.039	0.185
Yaprak Alanı	0.174	0.152	-0.092	0.091	0.369**	0.024	0.049	-0.099	-0.014	0	0.189	-0.200
RWC	0.195	0.228*	0.122	0.139	0.220*	0.179	0.209	-0.032	-0.071	0.051	0.187	-0.085
MI	0.090	-0.117	0.064	-0.030	-0.337**	-0.069	-0.211	0.042	0.218	-0.028	0.084	-0.125
Cl Y.A.	0	-0.079	0.542**	-0.101	-0.088	-0.017	-0.446**	-0.062	0.194	0.562**	-0.193	0.264*
Cl Kök	-0.039	-0.052	-0.106	-0.185	-0.057	-0.128	-0.094	-0.224*	-0.126	-0.184	0.135	-0.074
Na Y.A.	-0.010	-0.073	0.114	0.055	-0.792**	-0.157	-0.395**	0.058	0.084	0.054	0.118	-0.032
Na Kök	0.109	0.586**	0.114	-0.093	0.071	0.085	0.100	-0.523**	-0.110	-0.081	0.254*	-0.051
K Y.A.	-	0.030	0.090	0.017	0.517**	0.040	0.074	0.020	-0.017	-0.378**	0.022	-0.266*
K Kök	-	-	0.084	0.065	0.064	0.720**	0.071	-0.224*	0.032	-0.064	0.122	0
Ca Y.A.	-	-	-	-0.230*	0	0.121	0.803**	-0.190	0.049	0.645**	-0.160	0.079
Ca Kök	-	-	-	-	-0.053	0	-0.244*	0.771**	0.054	-0.247*	0.324**	-0.039
K/Na Y.A.	-	-	-	-	-	0.162	0.453**	-0.071	-0.097	-0.201	-0.088	-0.163
K/Na Kök	-	-	-	-	-	-	0.158	-0.087	0.155	0.028	-0.066	0.032
Ca/Na Y.A.	-	-	-	-	-	-	-	-0.222*	-0.054	0.522**	-0.193	0.046
Ca/Na Kök	-	-	-	-	-	-	-	-	0.053	-0.166	0.110	-0.035
Yap. Su Pot.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.075	-0.122	0.071
Yap. Sic.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.239*	0.476**
Stoma Geçg.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.226

Tuz ve kuraklık stresinin incelenen parametreler bakımından ilişkileri de incelenmiş olup korelasyon bulguları Çizelge 4.32.'de sunulmuştur. Tuz ve kuraklık stresinde kontrole göre % değişimleri bakımından korelasyonlar oluşturulmuştur.

Çizelge 4.32. Çalışmada incelenen parametreler bakımından tuz ve kuraklık stresleri arasındaki korelasyon değerleri

Parametre	Korelasyon Katsayısı (r)	Parametre	Korelasyon Katsayısı (r)
Skala	0.055	Yap. Membran Zararlı.	0.182
Bitki Boyu	0.646**	Yeşil Aks.K Konsant	0.669**
Yaprak Sayısı	0.570**	Kök K Konsant.	0.822**
Yeşil Aks. Yaş Ağırl.	0.399**	Yeşil Aks.Ca Konst.	0.705**
Yeşil Aks.Kuru Ağırl.	0.737**	Kök Ca Konsant.	0.484**
Kök Yaş Ağırl.	0.651**	Yaprak Su Potansiyeli	0.423**
Kök Kuru Ağırl.	0.695**	Yaprak Sıcaklığı	0.720**
Klorofil	0.519**	Stoma Geçirgenliği	0.120
Yaprak Alanı	0.686**	Yaprak Ozmotik Pot.	0.525**
Yaprak Oransal Su İçerğ.	0.725**		

** : %1 düzeyde önemli

Tuz ve kuraklık stresleri arasında en yüksek korelasyona sahip olan parametre kök K konsantrasyonu ($r = 0.822$ $P = 0.01$) olmuştur. Yüksek korelasyona sahip olan diğer parametreler ise sırasıyla; yeşil aksam kuru ağırlık ($r = 0.737$ $P = 0.01$), yaprak oransal su içeriği ($r = 0.725$ $P = 0.01$), yaprak sıcaklığı ($r = 0.720$ $P = 0.01$), yeşil aksam Ca konsantrasyonu ($r = 0.705$ $P = 0.01$), kök kuru ağırlık ($r = 0.695$ $P = 0.01$), yaprak alanı ($r = 0.686$ $P = 0.01$), yeşil aksam K konsantrasyonu ($r = 0.669$ $P = 0.01$), kök yaş ağırlık ($r = 0.651$ $P = 0.01$) ve bitki boyu ($r = 0.646$ $P = 0.01$) olmuştur. Ayrıca yaprak sayısı ($r = 0.570$ $P = 0.01$), yaprak ozmotik potansiyeli ($r = 0.525$ $P = 0.01$), klorofil ($r = 0.519$ $P = 0.01$), kök Ca konsantrasyonu ($r = 0.484$ $P = 0.01$), yaprak su potansiyeli ($r = 0.423$ $P = 0.01$) ve yeşil aksam yaş ağırlık ($r = 0.399$ $P = 0.01$) parametreleri de Çizelge 4.32.'de görüldüğü gibi tuz ve kuraklık stresleri arasında önemli düzeyde ilişki bulunan parametrelerdir.

4.29. Tuz ve Kuraklık Koşullarında Dayanıklı ve Hassas Genotiplerin Belirlenmesi

Seksen bir adet farklı fasulye genotipi ile gerçekleştirilen tuz ve kurak uygulamaları karşısında, genotiplerin strese toleranslık derecelerinin de farklı olduğu belirlenmiştir. İncelenen genotipler, tolerant, orta tolerant ve hassas olarak sınıflandırılırken, bu sınıflandırma sırasında çalışmada yer alan bütün parametreler ve genotiplerin bu parametreler içerisinde % değişim oranları ve sıralamaları göz önüne alınmıştır.

Tuz stresinin genotipler üzerindeki etkisinin anlaşılabilmesi için yukarıda açıklanan parametreler ve Na iyonuna karşı gösterdikleri tepkiler önemli bulunmuş, elde edilen bulgular ışığında Çizelge 4.33.'da verilen bir sınıflandırma oluşturulmuştur. Genel olarak düşük skala değerine sahip olan genotipler, diğer parametrelerde de en iyi performansı göstererek tuz stresine tolerans sağlayabilmişlerdir. Buna karşılık yüksek skala değerine sahip olan genotiplerin incelen özelliklerde kontrollerine göre daha yüksek % değişim ortaya koydukları tespit edilmiştir.

Kuraklık, stresinde ise genotiplerin görsel zararlanma derecelerini ifade eden skala değerleri ile diğer parametrelerde gösterdikleri performans göz önüne alınarak Çizelge 4.34.'de görülen ve genotiplerin tolerans düzeylerini içeren bir sınıflandırma oluşturulmuştur.

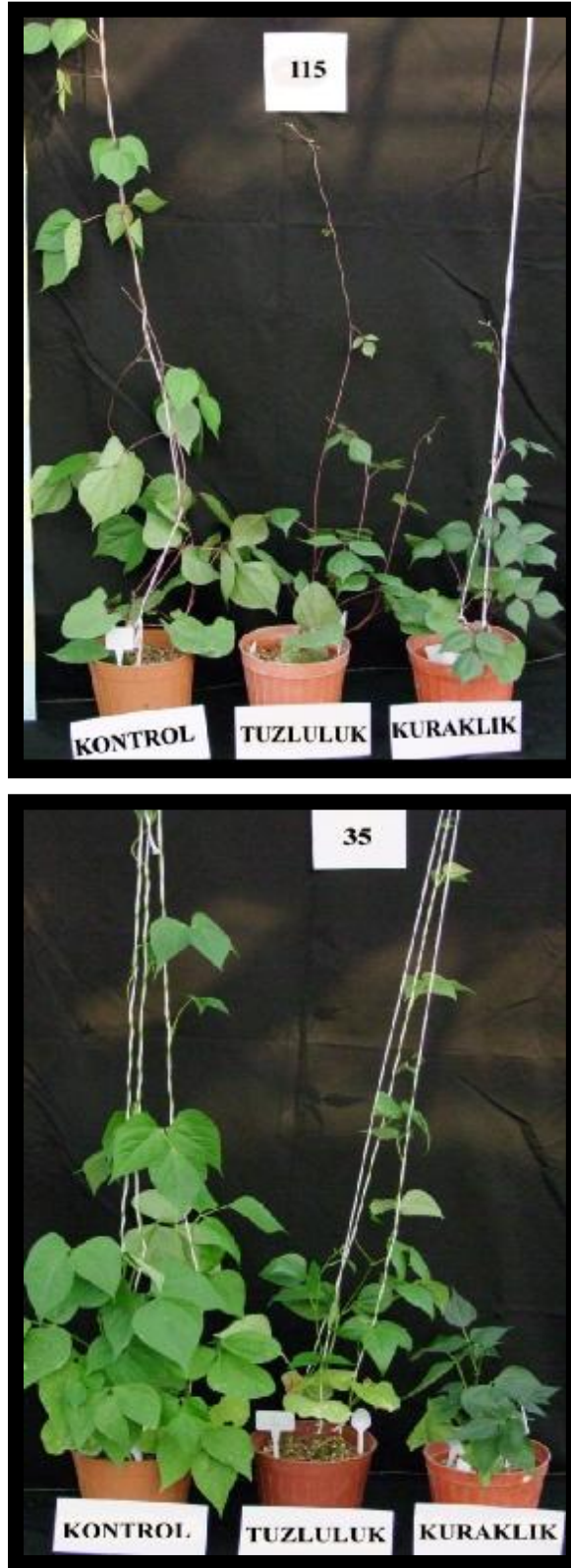
Tuz ve kuraklık stresi sonucu tolerans düzeyleri belirlenen ve stresten etkilenen genotiplerden bazılarının görünümü Şekil 4.1., 4.2. ve 4.3.'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Tuz stresi sonucunda fasulye genotiplerinin toleranslık düzeyleri

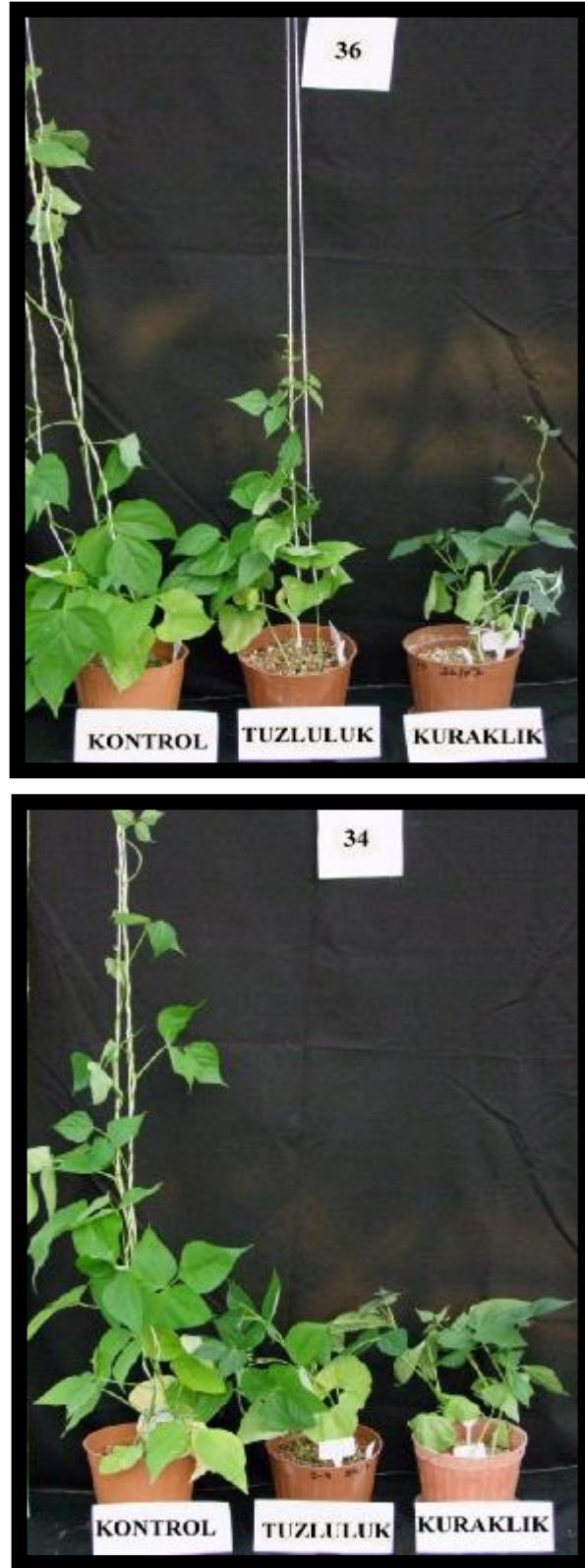
Kod No	Dayanıklı	Kod No	Orta Dayanıklı	Kod No	Duyarlı
Bn-4	TR 68587	Bn-2	TR 46348	Bn-1	TR 62850
Bn-9	TR 31516	Bn-6	TR 38425	Bn-11	TR 66342
Bn-10	TR 33548	Bn-13	TR 49668	Bn-16	TR 43477
Bn-12	TR 66751	Bn-18	TR 53662	Bn-21	TR 57755
Bn-14	TR 35426	Bn-19	TR 53827	Bn-26	TR 28018
Bn-15	TR 68586	Bn-22	TR 38468	Bn-32	TR 39451
Bn-17	TR 62848	Bn-23	TR 53812	Bn-33	TR 57749
Bn-20	TR 26774	Bn-27	TR 43862	Bn-37	TR 53656
Bn-24	TR 68588	Bn-30	TR 50771	Bn-39	TR 53766
Bn-31	TR 50763	Bn-38/2	TR 42164	Bn-46	Nassau
Bn-34	TR 61436	Bn-45	4-F 89 Sırık	Bn-47	Tender
Bn-35	TR 28035	Bn-50	Özayşe	Bn-57	Cina
Bn-36	TR 66339	Bn-51	Yalova 17	Bn-68	Romalika
Bn-38/1	TR 42164	Bn-56	Magnum	Bn-69	Arşın Fasulyesi
Bn-40	TR 53730	Bn-62	7 nolu hat	Bn-70	Sarıköz Fasulyesi
Bn-42	Akman Fasulyesi	Bn-63	9 nolu hat	Bn-78	Dermason
Bn-52	Yalova-5	Bn-65	11 nolu hat	Bn-106	Yer Ayşe Beyaz
Bn-54	Barbunya Kınalı	Bn-66	Ayşe Kadın-Adana	Bn-122	Trabzon-Zaga
Bn-60	5 nolu hat	Bn-67	Kılçıksız Boncuk Ayşe	Bn-138	Fas-Agadir-Suk I (Uzun)
Bn-61	6 nolu hat	Bn-71	Siyah Fasulye		
Bn-64	10 nolu hat	Bn-73	Kıbrıs Amerikan		
Bn-75	Ayşe Kadın-Osmaniye	Bn-74	Barbunya		
Bn-101	Tufanbeyli	Bn-76	Ayşe Kadın-Hatay		
Bn-102	Sırık Ayşe-Kulcalı	Bn-77	Barbunya-Osmaniye		
Bn-109	Şeker Fasulye	Bn-89	Yer Ayşesi 4000		
Bn-113	Adıyaman-1	Bn-103	Nohut Fasulye		
Bn-114	Adıyaman-2	Bn-104	Yerhammadisi		
Bn-115	Süs Fasulyesi	Bn-105	Sarıköz-Kulcalı		
Bn-116	Amerikan Bodur	Bn-139	Fas-Agadir-Suk II (Kısa)		
Bn-147	Lacivert	Bn-140	Fransa-Gandiyam		
Bn-150	Erzurum İspir	Bn-149	Açık Badem Rengi		

Çizelge 4.34. Kuraklık stresi sonucunda fasulye genotiplerinin toleranslık düzeyleri

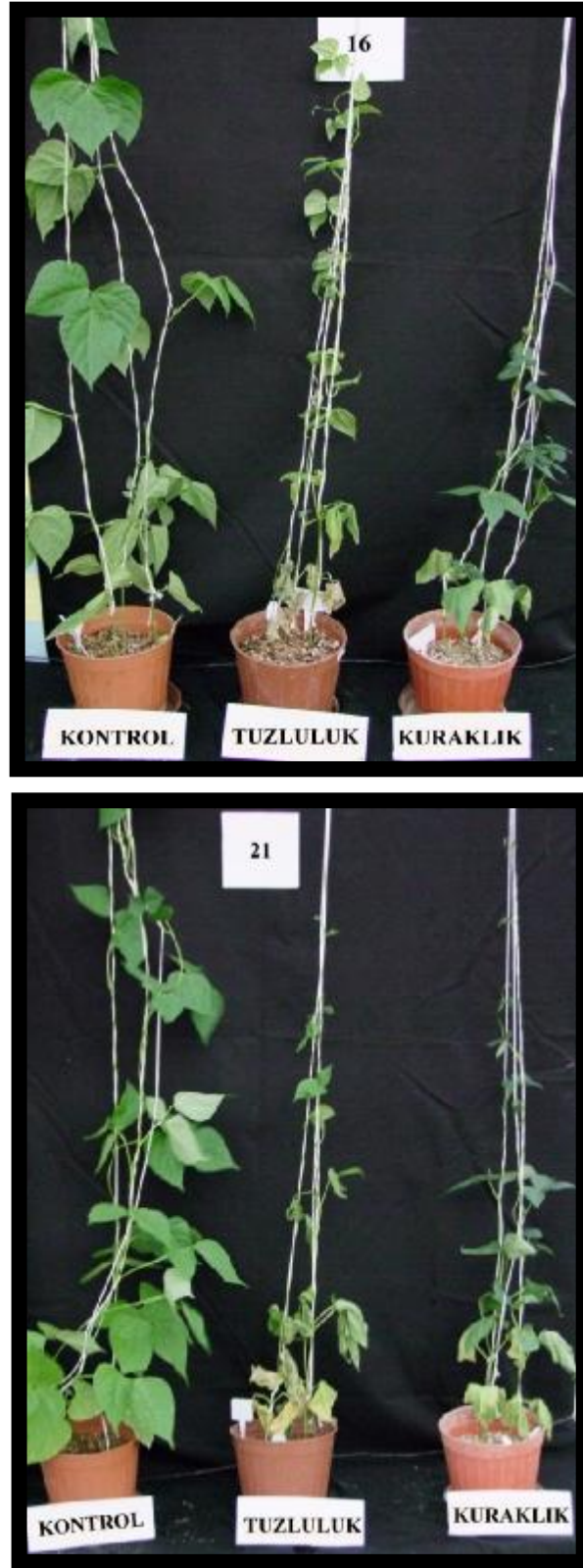
Kod No	Dayamlı	Kod No	Orta Dayamlı	Kod No	Duyarlı
Bn-18	TR 53662	Bn-1	TR 62850	Bn-16	TR 43477
Bn-20	TR 26774	Bn-2	TR 46348	Bn-19	TR 53827
Bn-24	TR 68588	Bn-4	TR 68587	Bn-21	TR 57755
Bn-26	TR 28018	Bn-6	TR 38425	Bn-22	TR 38468
Bn-37	TR 53656	Bn-9	TR 31516	Bn-27	TR 43862
Bn-38/2	TR 42164	Bn-10	TR 33548	Bn-30	TR 50771
Bn-45	4-F 89 Sırık	Bn-11	TR 66342	Bn-32	TR 39451
Bn-46	Nassau	Bn-12	TR 66751	Bn-39	TR 53766
Bn-47	Tender	Bn-13	TR 49668	Bn-40	TR 53730
Bn-52	Yalova-5	Bn-14	TR 35426	Bn-42	Akman Fasulyesi
Bn-57	Cina	Bn-15	TR 68586	Bn-54	Barbunya Kınalı
Bn-66	Ayşe Kadın-Adana	Bn-17	TR 62848	Bn-56	Magnum
Bn-67	Kılçıksız Boncuk Ayşe	Bn-23	TR 53812	Bn-60	5 nolu hat
Bn-68	Romalika	Bn-31	TR 50763	Bn-73	Kıbrıs Amerikan
Bn-70	Sarıköz Fasulyesi	Bn-33	TR 57749	Bn-76	Ayşe Kadın-Hatay
Bn-75	Ayşe Kadın-Osmaniye	Bn-34	TR 61436	Bn-89	Yer Ayşesi 4000
Bn-106	Yer Ayşe Beyaz	Bn-35	TR 28035	Bn-101	Tufanbeyli
Bn-109	Şeker Fasulye	Bn-36	TR 66339	Bn-102	Sırık Ayşe-Kulcalı
Bn-114	Adıyaman-2	Bn-38/1	TR 42164	Bn-138	Fas-Agadir-Suk I (Uzun)
Bn-115	Süs Fasulyesi	Bn-50	Özayşe		
Bn-116	Amerikan Bodur	Bn-51	Yalova 17		
Bn-139	Fas-Agadir-Suk II (Kısa)	Bn-61	6 nolu hat		
Bn-140	Fransa-Gandiyam	Bn-62	7 nolu hat		
Bn-147	Lacivert	Bn-63	9 nolu hat		
Bn-150	Erzurum İspir	Bn-64	10 nolu hat		
		Bn-65	11 nolu hat		
		Bn-69	Arşın Fasulyesi		
		Bn-71	Siyah Fasulye		
		Bn-74	Barbunya		
		Bn-77	Barbunya-Osmaniye		
		Bn-78	Dermason		
		Bn-103	Nohut Fasulye		
		Bn-104	Yerhammadisi		
		Bn-105	Sarıköz-Kulcalı		
		Bn-113	Adıyaman-1		
		Bn-122	Trabzon-Zaga		
		Bn-149	Açık Badem Rengi		



Şekil 4.1. Dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü



Şekil 4.2. Orta dayanıklı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü



Şekil 4.3. Duyarlı olarak bulunan bazı genotiplerin görünümü

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kurak ve tuzluluğa dayanıklı genotiplerin erken bitki gelişme aşamasında araştırılması amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Seksen bir farklı fasulye genotipi ile gerçekleştirilen kuraklık ve 200 mM NaCl uygulanması ile oluşturulan tuz stresi karşısında genotiplerin farklı dayanıklılık ve duyarlılık seviyeleri gösterdikleri belirlenmiştir.

Tuz ve kurak koşullar altında yetiştirilen bitkilerin bitki boyu ve yaprak sayısı parametreleri her iki stres koşulunda da azalma gösterdiği saptanmıştır. Bitki boyu tuz stresinden daha fazla etkilenirken, yaprak sayısı kurak koşullardan tuz stresine oranla daha fazla etkilenmiştir.

Tuz ve kuraklık stresi yeşil aksam ve kök yaş ağırlıklarında da azalmalara neden olmuştur. Her iki parametre de kuraklık stresinden daha fazla etkilenmiştir. Yeşil aksam ve kök yaş ağırlıkları karşılaştırılacak olunursa tuz ve kurak stresi fasulye bitkilerinin yeşil aksamına kök kısmından daha fazla zarar verdiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları ise tuz ve kuraklık stresi karşısında azalma göstermiştir. Yeşil aksam kuru ağırlık kuraklık stresinden daha fazla etkilenirken, kök kuru ağırlık tuz stresinden daha fazla etkilendiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bitkilerin klorofil değerleri tuz ve kurak stresi karşısında artma göstermiştir. Ancak bu artış tuz stresi altında yetiştirilen genotiplerde düşük oranda gerçekleşmiştir. Kuraklık stresinde ise genotiplerin klorofil değerleri tuz stresine oranla daha fazla artış göstermiştir.

Yaprak alanı parametresi ise her iki stres karşısında da önemli düzeyde azalmıştır. Bu azalma kuraklık koşullarında yetiştirilen genotiplerde daha fazla olduğu görülmüştür.

Tuz ve kuraklık stresi altındaki genotiplerin yaprak oransal su içeriği değerleri incelendiğinde tuz stresi altında yetiştirilen bitkiler, yaprak oransal su içeriğini koruyarak düşük oranda artma göstermişlerdir. Kuraklık stresinde ise tuz

stresinden farklı olarak bitkilerin yaprak oransal su içeriği çok düşük oranda azalma göstermiştir.

Çalışmada incelenen bir diğer parametre ise yaprak membran zararlanmasıdır. Tuz ve kuraklık stresleri fasulye genotiplerinde yaprak membran zararlanmasına neden olmuştur. Tuz ve kuraklık stresleri karşılaştırıldığında tuz stresinin yaprak membranlarına olan zararı kuraklık stresinden daha fazla olduğu görülürken, tuz ve kuraklığa toleransı yüksek olan genotiplerde indeksin daha düşük çıktığı, hassas olan genotiplerde ise indeks derecesinin arttığı belirlenmiştir.

Özellikle tuz stresi koşullarında bitkilerin zarar görmesindeki en büyük toksik etkinin Na ve Cl iyon birikiminden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bitkilerin yeşil aksam ve kök Na ve Cl oranları incelendiğinde, Cl iyonu köklerden daha çok yeşil aksamda bulunmuştur. Na iyonu ise yeşil aksamda, köklere oranla daha az bulunmuştur.

Tuz koşullarında yetiştirilen bitkilerin köklerinde K iyonu azalma eğilimi gösterirken, yeşil aksamlarında artma eğilimi göstermiştir. Bu çalışmada bitkiler Na iyonunu köklerde tutarak K iyonunu yeşil aksamlarına göndermeyi başardığı sonucu ortaya çıkmıştır. Tuz stresi ile birlikte bitki bünyesinde artan Na iyonu Ca iyonunun alımını sınırlandırmıştır. Çalışmada tuz stresi sonucu Ca konsantrasyonları incelendiğinde, yeşil aksamda Ca iyonu azalırken, köklerde artış göstermiştir. 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. Kurak koşullarda yetiştirilen genotiplerin K iyonu, köklerde yeşil aksama oranla daha yüksek düzeyde azalma göstermiştir. Ca iyonunun ise kuraklık stresi karşısında genotiplerin, köklerde yeşil aksama oranla daha düşük düzeyde azalma gösterdiği belirlenmiştir. Tuz ve kuraklık stresi karşısında bu iki element karşılaştırıldığında Ca iyonu K iyonuna göre her iki stresten de daha fazla etkilenmiştir.

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. K/Na ve Ca/Na parametreleri tuz stresi karşısında değerlendirildiğinde her iki parametrenin de yeşil aksamda kontrole göre değişimlerinin azalması köklere oranla daha az düzeyde olmuştur.

Tuz ve kuraklık stresi sonucunda yaprak su potansiyeli parametresi çok geniş bir varyasyon göstererek her iki streste de artma göstermiştir. Ancak bu artışın tuz stresinde daha fazla olduğu görülmüştür.

Yaprak sıcaklığı tuz koşullarında yetiştirilen genotiplerde azalma gösterirken, kurak stresi altında yetiştirilen genotiplerde artma göstermiştir.

Tuz ve kuraklık stresinin genotiplerdeki etkisi stoma geçirgenliği yönünden incelendiğinde tuz stresinin genotiplerin stomalarının açılıp kapanma mekanizmasını kuraklık stresinden daha fazla etkilediği sonucu ortaya çıkmıştır.

Yaprak osmotik potansiyeli bakımından tuz ve kuraklık stresi sonucunda genotiplerin arttığı saptanmıştır. Her iki stres karşılaştırıldığında yaprak osmotik potansiyelin bitkilerdeki artışının tuz stresinde daha fazla olduğu görülmüştür.

Tuz stresi karşısında toplam 31 genotip dayanıklı, 31 genotip orta düzeyde dayanıklı ve 19 genotip duyarlı olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresi karşısında ise toplam 25 genotip dayanıklı, 37 genotip orta dayanıklı ve 19 genotip duyarlı olarak belirlenmiştir. Genotipler içerisinde hem tuz hem de kuraklık stresine karşı dayanıklılık gösterenler 20 (TR 26774), 24 (TR 68588), 52 (Yalova-5), 75 (Ayşe Kadın-Osmaniye), 109 (Şeker Fasulye), 114 (Adıyaman-2), 115 (Süs Fasulyesi), 116 (Amerikan Bodur), 147 (Lacivert) ve 150 (Erzurum İspir) no'lu genotipler olmuştur. Her iki stres karşısında duyarlı olan genotipler ise 16 (TR 43477), 21 (TR 57755), 32 (TR 39451), 39 (TR 53766) ve 138 (Fas-Agadir-Suk I) no'lu genotipler olarak belirlenmiştir.

Fasulyede tuz stresine ve kuraklığa toleransın belirlenmesine yönelik bundan sonra yapılacak çalışmalarda öneriler aşağıda sunulmuştur.

Gelecekteki çalışmalarda, bu tez ile dayanıklı ve duyarlı olarak belirlenen az sayıda genotiple daha çok parametrenin incelendiği daha detaylı fizyolojik çalışmalar yapılabilir.

Bu tez çalışması substrat kültüründe yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar ışığında toprak ortamında da tuz ve kurak koşullar yaratılıp genotipler daha detaylı incelenebilir.

Deneme sırasında genotiplere kademeli olarak tuz uygulandığı ve kademeli olarak kuraklık oluşturulduğu için belli dönemlerde bitki hasatı yapılarak iyonların davranışları belirlenebilir.

Bu çalışmada tolerant olarak belirlenen fasulye genotiplerinin saflaştırılarak, 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.

İklim değişikliğinin hızlandığı ve etkisini giderek arttırdığı günümüzde, su stresi ve kuraklığın getirdiği tuzluluk üzerine yapılan araştırmalar gittikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Su stresi koşullarına tolerant bitki geliştirilmesi, su kullanım etkinliğinin artırılmasından daha fazla önem arz etmektedir.

Her iki çalışma sonucunda elde edilen veriler ve tolerans düzeyleri belirlenen genotipler özellikle bundan sonra gerçekleştirilecek çalışmalar için bir ışık değerini içermektedir. İklim değişikliğinin beraberinde getirdiği kuraklık ve tuzlanma, özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli stres faktörleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada yer alan tolerant fasulye genotipleri bu alanların değerlendirilerek, tarımsal üretimin artırılması yönünde yeni çeşitlerin geliştirilmesine imkân sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- 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.
- AGONG, GS., SCHITTENHELM, S., FRIEDT, W., 1997. Assessment of Tolerance to Salt Stress in Kenya Tomato Germplasm. Kluwer Academic Publisher Netherlands. 95: 57-66.
- AHMAD, S., WAHID, A., RASUL, E., WAHID A., 2005. Comparative Morphological and Physiological Responses of Green Gram Genotypes to Salinity Applied at Different Growth Stages. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 46: 135-142.
- 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.
- AKTAŞ, H. 2002. Biberde Tuza Dayanıklılığın Fizyolojik Karakterizasyonu ve Kalıtımı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. (Doktora tezi), Adana, 105 s.
- AKTAS, H., ABAK, K., ÇAKMAK, I. 2006. Genotypic Variation in The Response of Pepper to Salinity. Scientia Hort. 110: 260-266.
- ALFOCEA, F.P., ESTAN, M.T. CARO, M., BOLARIN, M.C. 1993. Response of Tomato Cultivars to Salinity. Plant and Soil 150: 203-211.
- AL-KARAKI, G.N, CLARK, R.B., SULLIVAN, C.Y. 1995. Effects of Phosphorus and Waterstress Levels on Growth and Phosphorus Uptake of Bean and Sorghum Cultivars. Journal of Plant Nutrition Vol. 18, No.3, 563-578.

- 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.
- ALIAN, A., ALTMAN, A., HEUER, B., 2000. Genotypic Difference in Salinity and Water Stress Tolerance of Fresh Market Tomato Cultivars. Plant Science, 152: 59-65.
- ALPASLAN M., GÜNEŞ A., TABAN S., ERDAN İ., TARAKÇIOĞLU C. 1998. Tuz Stresinde Çeltik ve Buğday Çeşitlerinin Kalsiyum, Fosfor, Demir, Bakır, Çinko ve Mangan İçeriklerinde Değişmeler. Tr. J. of Agriculture and Forestry 22:227-233.
- 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.
- ANASTASIO, G., CATALA, M.S., PALOMARES, G., COSTA, J., NUEZ, F. 1987. An Assessment of the Salt Tolerance in Several Tomato Genotypes. 10th Meeting of the Tomato Working Group of Eucarpia, Palermo (Italia). 57-61.
- ANLARSAL, E., 2005. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Yemeklik Tane Baklagiller Ders Notları.
- ANNAN, K., 2000. UN Millennium Summit. <http://www.un.org/millennium/summit.htm>
- ANONYMOUS, 1978. Türkiye Arazi Varlığı. Kullanma. Sınıflar. Sorunlar. T.C. Köyleri ve Kooperatifler Bakanlığı Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak Etütleri ve Haritalama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- 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.
- ANYIA, A.O., HERZOG, H., 2004. Genotypic variation in drought performance and recovery in cowpea under controlled environment. J. Agro.& Crop Sci. 190; 151-159.

- APSE, M.P., ABARON, G.S., SNEDDEN, W.A., BLUMWALD, E., (1999). Salt Tolerance Conferred by Overexpression of a Vacuolar Na⁺/H⁺ Antiporter in *Arabidopsis thaliana*. *Science*. 285: 1256-1258.
- ARANDA, R.R., SYVERTSEN, J.P. 1996. The Influence of Foliar Applied Urea Nitrogen and Saline Solutions on Net Gas Exchange of Citrus Leaves, *J. Amer. Soc. Hort. Sci*, 121: 501-506.
- ARORA, A., SAIRAM, R.K., SRIVASTAVA, G.C., 2002. "Oxidative Stress and Antioxidative Systems in Plants", *Curr. Sci.*, 82: 1227–1238.
- ASCH F., DINGKUHN M., DORFFLING K., 1997. Physiological Stresses of Irrigated Rice Caused by Soil Salinity in the Sahel. In: *Irrigated Rice in the Sahel: Prospects for sustainable development* (Eds. KM Miezán, MCS Wopereis, M Dingkuhn, J Deckers, TF Randolph). West Africa Rice Development Association, Ivory Coast, pp. 247-273.
- ASCH, F. DINGKUN, M., DORFLING, K. MIEZAN, K. 2000. Leaf K/Na Ratio Predicts Salinity Induced Yield Loss in Irrigated Rice. *Euphytica* 113: 109-118.
- ASHRAF, M. 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 13(1): 17-42.
- ASHRAF, M. 2002. Salt Tolerance of Cotton: Some New Advances. *Crit. Rev. Plant Sci*. 21: 1-30.
- ASHRAF, M., ZAFAR, Z.U., CHEEMA, Z.A., 1994. Effect of Low Potassium Regimes on Some Salt and Grougthtolerant Lines of Pearl Millet. *Phyton. Horn.*, 34 (2): 219-227.
- ASHRAF, M., AASIYA K., KHANUM. A., 1997. Relationship Between Ion Accumulation and Growth in Two Spring Wheat Lines Differing in Salt Tolerance at Different Growth Stages. *Journal of Agronomy and Crop Science* 178: 39-51.
- ASHRAF, M., AHMAD, S., 2000. Influence of Sodium Chloride on Ion Accumulation, Yield Components and Fiber Characteristic in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Lines of Cotton. *Field Crops Research*. 66(2): 115-127.

- ASHRAF, M., ARFAN, M., 2005. Gas Exchange Characteristics and Water Relations in Two Cultivars of *Hibiscus esculentus* Under Waterlogging. *Biologia Plantarum*, 49 (3): 459-462.
- AWANG Y.B., ATHERTON J.G., 1994. Salinity and Shading Effects on Leaf Water Relations and Ionic Composition of Strawberry Plants Grown on Rockwool. *Journal of Horticultural Science* 69 (2): 377-383.
- 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.
- BABOLOLA, O., FAWUSI, M.O.A., 1980. Drought Susceptibility of Two Tomato Varieties. *Plant and Soil*, 55, 205-215.
- BAĞCI, S.A., EKİZ, H., YILMAZ A., 2003. Determination of the Salt Tolerance of Some Barley Genotypes and the Characteristics Affecting Tolerance. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27 (5): 253-260.
- 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.
- BANULS, J., PRIMO-MILO, E., 1992. Effect of Chlorid and Sodium on Gas Exchanc Parameters and Water Relations of Citrus Plants. *Plant Physiology*, 78: 238-246.
- BERENYI, M., 1971. Some Results of Studies on Fruit Set in Capsicums. *Zoldsegttermesztési kullntezet Bullettje*, 6, 83-95.
- BERGMANN, W. 1992. Plant Analysis-Purpose Evolution and Table Showing “Adequate Ranges” of Mineral Plant Nutrients, Nutritional Disorders of Plants- Development, Visual and Analytical Diagnosis, (Ed: W. Bergmann), 333-371., Gutv Fisher, Stuttgart, New York.
- BERNSTEIN, N., IOFFE, M., ZILBERSTAIN, M., 2001. Salt-Stress Effects on Avocado Rootstock Growth I. Establishing Criteria For Determination of Shoot Growth Sensitivity on the Stress. *Plant and Soil*, 233: 1–11.

- BIDDINGTON, N.L., DEARMAN, A.S., 1985. The Effect of Mechanicall Induced Stress on The Growth of Cauliflower, Lettuce and Celery Seedlings. *Annals of Botany*, 55, 109-119.
- BLUM, A., 1984. Breeding Crop Varieties for Stress Environments CRC Critical Reviews in Plant Sciences. Vol. 2: 199-238.
- BOHRA, J. S., DOFFLING, K., 1993. Potassium Nutration of Rice (*Oryza sativa* L.) Varieties under NaCl Salinity. *Plant and Soil*, 152: 299-303.
- BOTELLA, M.A., MARTINEZ, J., CERDA, A., 1997. Salinity Induces Potassium Deficiency in Maize Plants. *Journal Plant Physiol.*, 50: 200-205.
- 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.
- BOUTRAA, T., SANDERS, F.E., 2001. Influence of Water Stress on Grain Yield and Vegetative Growthof Two Cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science* 187, 251-257.
- BOYER, J.S., 1982. Plan Productivity and Environment Potential For Increasing Crop Plant Productivity, Genotypic Selection. *Science*, 218, 443-448.
- BRUGNOLI, E., LAUTERI, M., 1991. Effects of Salinity on Stomal Conductance, Photosynthetic Capacity, and Carbon Isotop Discirmination of Salt Tolerant (*Gossypium hirsitum* L.) and Salt-sensitive (*Phaseolus vulgaris* L.) C Nonhalofites. *Plant physiol.*, 95: 628-635.
- BUSCHMANN, C., LICHTENTHALER, H.K., 1998. Principles and Characteristics of Multi-Colour Fluorescence Imaging of Plants. *Journal of Plant Physiology*, 152, 297-314.
- BUSH, D.S., 1995. Calcium Regulation in Plant Cells and its Role in Signaling. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 46: 95-122.
- CACHORRO, P., ORTIZ, A., CERDA, A., 1994. Implications of Calcium Nutrition on The Response of *Phaseolus vulgaris* L. to Salinity. *Plant and Soil* 159, 205-212.

- CAINES, A.M. SHENNAN, C., 1999. Interactive Effects of Ca^{+2} and Differing in Ca^{+2} Use Efficiency. *Plant Physiol. Biochem.*, 37(7/8): 569-576.
- CARO, M., CRUZ, V., CUARTERO, J., ESTAN, MT., BOLARIN, MC., 1991. Salinity Tolerance of Normal-Fruited and Cherry Tomato Cultivars. *Plant and Soil* 136, 249-255.
- CARTER, M.R., 1983. Growth and Mineral Composition of Barley and Wheat Across Sequences of Solonchic Soil. *Plant Soil*, 74: 229-235.
- CHAEERLE, L., VAN DER STRAETEN, D., 2000. Imaging Techniques and The Early Detection of Plant Stress. *Trends in Plant Science*, 5, 495-501.
- CHARTZOULAKIS, K., KLAPAKI, G., 2000. Response of Two Greenhouse Pepper Hybrids to NaCl Salinity During Different Growth Stages. *Scientia Horticulture*, 86: 247-260.
- CHO, D.H., ITOH, R., ISHI, R., 1996. Studies on Salt Tolerance Korean Rice Cultivars, Effect of NaCl Treatment on Sodium and Potassium Ions Concentration in Leaf Blade, Leaf Sheath and Root of Rice Plants. *Japan. J. of Crop Science*. (1) 65: 1- 7[Abstract]
- CHOLUJ, D., KARWOWSKA, R., JASINSKA, M. , HABER, G., 2004. Growth and Dry Matter-- Partitioning in Sugar Beet Plants (*Beta Vulgaris* L.) under Moderate Drought. *Plant Soil Environ.*, 50 (6): 265–272.
- CHOW, W.S., BALL, M.C., NADERSON, J.M., 1990. Growth and Photosynthetic Response of Spinach to Salinity: Implications of K^{+} Nutrition for Salt Tolerance. *Aust. J. Plant Physiol.* 46: 53-56.
- CLARKSON, D.T., HANSON, J.B., 1980. The Mineral Nutrition of Higher Plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 239-2980.
- CLAVEL, D., DRAME, N.K., ROY-MACAULEY, H., BRACONNIER, S. LAFFRAY, D., 2005. Analysis of Early Responses to Drought Associated With Field Drought Adaptation in Four Sahelian Groundnut (*Arachis hypoganea* L.) Cultivars. *Environmental and Experimental Botany* 54: 219-230.

- COLLA, G., ROUPHAEL, Y., CARDARELLI, M., TEMPERINI O., FANASCA, S., PIERANDREI, F., SALERNO, A., REA, E., 2007. Salt Tolerance and Mineral Relations for Grafted and Ungrafted Watermelon Plants Grown in NFT. *Acta Hortic.* 747: 243-247.
- COLMER, T.D., FAN, T.W.M., HIGASI, R.M., LÄUCHLI, A., 1994. Interaction of Ca and NaCl Stres on the Ion Relations and Intracelcular pH of Sorghum Bicolor Root Tips: In vivo ³¹P-NMR study. *J. Exp. Bot.* 45: 1037-1044.
- COLMER, T.D., FAN, T.W.M., HIGASI, R.M., LÄUCHLI, A., 1996. Interactive Effects of Ca and NaCl Salinity on the Ionic Relations and Proline Accumulation in the Primary Root Tip of Sorghum Bicolor. *Physiol. Plant.* 97: 421-424.
- COLMER, T.D., FLOWERS, T.J., MUNNS, R., 2006. Use of Wild Relatives to Improve Salt Tolerance in Wheat. *J. Exp. Bot.* 57: 1059-1078.
- CORNIC, G., GHASGHAIE, J., 1991. Effect of Temperature on Net CO₂ Assimilation and Photosystem II Quantum Yield of Electron Transfer of French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Leaves During Drought Stress. *Planta*, 185, 255- 260.
- COSTA FRANÇA, M.G., PHAM THI, A.T., PIMENTEL, C., PEREYRA ROSIELLO, R.O., ZUILY-FODIL, Y., LAFFRAY, D., 2000. Differences in Ggrowth and Water Relations Among *Phaseoulus vulgaris* in Response to Induced Drought Stres. *Env. Exp. Bot.* 43; 227-237.
- CUARTERO J, FERNANDEZ-MUNOZ R, 1999. Tomato and Salinity. *Science Horticulture*, 78, 83-125.
- CRAMER, G. R. LÄUCHLI, A. EPSTEIN, E. 1986. Effects of NaCl and CaCl₂ on Ion Activities in Complex Nutrient Solutions and Root Growth of Cotton. *Plant Physiol.* 81: 792-797.
- ÇIRAK, C., ESENDAL, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(2):231-237
- ÇİÇEK, N., ÇAKIRLAR, H., 2002. The Effect of Salinity on Some Physiol. Parameters in two Maize Cult..*Bulg. J.Plant Physiol.*, 28 (1–2), 66–74.

- DABUXILATU, M., IKEDA, M., 2005. Interactive Effect of Salinity and Supplemental Calcium Application on Growth and Ionic Concentration of Soybean and Cucumber Plants. *Soil Sci. Plant Nutr.* 51: 549-555.
- 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.
- DASGAN, H.Y., AKTAS, H., ABAK, K., CAKMAK, I., 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* 2006, 5 (1): 23-31
- DAŞGAN, H.Y., 2009. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü “Bitkilerde Kuraklık Stresi” Ders notları.
- DAŞGAN, H.Y., KOÇ, S., 2009 Evaluation of Salt Tolerance in Common Bean Genotypes by Ion Regulation and Searching for Screening Parameters *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (2): 363 - 372.
- DAVENPORT, R.J., REID, R.J., SMITH, F.A., 1997. Sodium-Calcium Interaction in Two Wheat Species Differing in Salinity Tolerance. *Physiologia Plantarum*, 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.
- DIN, C., MEHDI, S. M., SARFRAZ, M., GHULAM H., SADIQ, M., 2001. Comparative Efficiency of Foliar and Soil Application of K on Salt Tolerance in Rice. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 4: 815-817
- DİNÇ, U., ŞENOL, S., 1997. Toprak Etüt ve Haritalama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayın No: 161, Adana, 235s.
- DIONISIO-SESE, M.L., TOBITA, S., 2000. Effects of Salinity on Sodium Content and Photosynthetic Responses of Rice Seedlings Differing in Salt Tolerance. *J. Plant Phsiol.*, 157: 54-58.

- DLUGOKECKA, E., KACPERSKA-PALACZ A., 1978. Re-examination of Electrical Conductivity Method for Estimation of Drought In-Jury. *Biologia Plantarum* (Prague), 20, 262–267.
- DREW, M.C., GUENTER, J., LÄUCHLI, A., 1988. The Combined Effects of Salinity and Root Anoxia on Growth and Net Na⁺ and K⁺ Accumulation in *Zea mays* Grown in Solution Culture. *Ann Bot* 61: 41-53.
- DÖLEK, N.M., 2009. Değişik Karpuz Genotiplerinin Tuz Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, 60 sayfa, Adana.
- EBERT G., EBERLE J., ALİ-DİNAR H., LÜDDERS P. 2002. Ameliorating Effects of Ca(NO₃)₂ on Growth, Mineral Uptake and Photosynthesis of NaCl-Stressed Guava Seedlings (*Psidium guajava* L.). *SCI. HORT.* 93: 125-135.
- EGILLA, J. N, DAVIES F. T, MALCOLM C. D., 2001. Effect of K on Drought Resistance of *Hibiscus Rosa-Sinensis* Cv. Leprechaun: Plant Growth, Leaf Macro- and Micronutrient Content and Root Longevity. *Plant and Soil*, 229: 2, 213-224.
- EGLI, D.B., PENDLETON, J.W., PETERS, D.B., 1970. Photosynthetic Rate of Three Soybean Communities as Related to Carbondioxide Levels and Solar Radiation. *Agron. J.*, 62, 411-414.
- EL-TAYEB, M. A., 2005. Response of Barley Grains to The Interactive Effect of Salinity and Salicylic Acid. *Plant Growth Regulation*. 45: 215–224.
- ELKOCA, E., KANTAR, F., 2005. Farklı Sıcaklık ve Tuzluluk Seviyelerinin Fasulyede (*Phaseolus Vulgaris* L.) Çıkış ve Fide Gelişimi Üzerine Etkisi Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya (Araştırma Sunusu Cilt I, Sayfa 191-195).
- ELLİALTIOĞLU, S. TIPIRDAMAZ, R. 1998. Doku Kültürünün Tuz Stresine Dayanıklılıkta Kullanımı. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu, 22-26 Haziran 1998, Bornova-İzmir, s: 70-81.
- EPSTEIN, E. NORTLYN, J.D. RUSH, D.W. KINGBURY, R.W. KELLER, D.B. CUNNINGHAM, G.A. WRONA, A.F. 1980. Saline Culture of Crops: A Genetic Approach. *Sci.* 210: 399-404

- EPSTEIN, E., 1981, Genetic Engineering of Osmoregulation. Impact of Plant Productivity for Food. Chemicals and Energy pp 7-29 Eds. D.W. Rains, c. Valentine and H. Follander, Plenum Press, London.
- ERDAL, İ., TÜRKMEN, Ö., YILDIZ, M., 2000. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Kimi Besin Maddeleri İçeriğindeki Değişimler Üzerine Potasyumlu Gübrelemenin Etkisi Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 10(1): 25-29.
- ERGENE, A., 1982. Toprak Bilgisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.
- ERİŞ, A., 1990. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. U.Ü.Z.F. Yay. Ders Notları No: 11, Bursa.
- ERÖZEL, A.Z., 1993. Sulama Suyu Kalitesinin Kuru Fasulye Verimine Etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1333, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler No: 738, Ankara.
- ESECHIE, H.A., 1994. Interaction of Salinity and Temperature on The Germination of Sorghum. J. Agron. and Crop Sci. 172, 194-199.
- FAGERIA, N.K. 1985. Salt Tolerance of Rice Cultivars. Plant and Soil 88: 237-243.
- FALKENMARK M. ROCKSTROM J. 1993. Curbing Rural Exodus From Tropical Drylands. AMBIO-0122 no 7.
- FAN, S., BLAKE, T. G. 1994. Absciscic Acid Induced Electrolyte Leakage in Woody Species with Contrasting Ecological Requirements. Plant Physiol. 89: 817-823.
- FAO, 2009. FAOSTAT <http://faostat.fao.org>
- FAROOQ, 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.
- FLORUNSO, O.A., YAKUBU, H., 1988. Salinity Tolerance of Selected Sorghum and Millet Varieties. Dept. of Soil Sci. Faculty of Agric., 24, Nigeria.
- FLOWERS, T. J., 1999. Salinisation and Horticultural Production. Sci. Hort. 78, 1-4.

- FRANCA, M.G.C., THI, A.T.P., PIMENTAL, C., ROSSIELLO, R.O.P., FODIL, Y.Z., LAFFRAY, D., 2000. Differences in Growth and Water Relations Among *Phaseolus vulgaris* Cultivars in Response to Induced Drought Stress. Environ. Exp. Bot. 43, 227-237.
- FRANCO, J.A., ESTEBAN, C., RODRIGUEZ, C., 1993. Effect of Salinity on Various Growth Stages of Muskmelon Cv. Revigal. J. Hort., Sci., 68: 899-904.
- GADALLAH, M.A.A., 1999. Effects of Proline and Glycinebetaine on *Vicia faba* Responses to Salt Stress. Biologia Plantarum, 42(2): 249-257.
- GALLARDO, M., THOMPSON, R.B., VALDEZ, L.C., PÉREZ, C., 2004. Response of Stem Diameter to Water Stress in Greenhouse-Grown Vegetable Crops. Acta Hort, 664, 253-260.
- GARCIA-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.
- GARRITY, D., SULLIVAN, C.Y., WATTS, D.G., 1984. Changes in Grain Sorghum Stomatal and Photosynthetic Response to Moisture Stress Across Growth Stages. Crop Sci., 24: 441-446.
- GHOULAM, C., FARES, K., 2001. Effect of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Growth of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. & Technol, 29: 357-364.
- GHOULAM, C., FOURSAY, A., FARES, K., 2002. Effects of Salt Stress on Growth Inorganic ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars, Environmental and Exp. Botany, 47: 39-50.
- GORETA, S., BUCEVIC-POPOVIC, V., SELAK, V., PAVELAVRANCIC, G., PERICA, S. 2008. Vegetative Growth, Superoxide Dismutase Activity and Ion Concentration of Salt Stressed Watermelon as Influenced by Rootstock. Journal of Agriculture Science, vol. 146 (6), pp. 695-704.

- GORHAM, J., MCDONNEL, E., WYN, JONES, R.G., 1985. Salt Tolerance in Tehe Triticeae; Growth and Solute Accumulation in Leaves of *Thinopyrum Bessa Rabicum*. J. Expt. Bot., 36: 1021-1031.
- GORHAM, J. 1990. Salt Tolerance in The Triticeae: Ion Discrimination in Rye and Triticale. Journal of Experimental Botany 41: 609-614.
- GORHAM, J., BRISTOL, A., YOUNG, E.M., WYN JONES, R.G., 1991. The Presence of the Enhanced K/Na Discrimination Trait in Diploid Triticum Species. Theor. Appl. Genet. 82: 729-736.
- GRAHAM, P.H., RANALLI, P., 1997. Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Field Crops Res. 53: 131-146.
- GRATTAN, S.R., C.M. GRIEVE. 1992. Mineral Element Acquisition and Growth Response of Plants Grown in Saline Environments. Agric., Ecosys. Environ. 38: 275-300.
- GRATTAN, S.R., GRIEVE, C.M., 1994. Mineral Nutrient Acquisition and Response by Plants in Saline Environments. In Handbook of Plant and Crop Stres. 203-206. Marcel Dekker Inc. New York.
- GRATTAN, S.R., GRIEVE, C.M., 1999. Mineral Nutrient Acquisition and Response by Plants Grown in Saline Environments. In: Pessarakli M. (ed.), Handbook of Plant and Crop Stress. Taylor & Francis Group, second edition, Boca Raton, p: 203-229.
- GREENWAY, H., 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.
- GUNES, A. INAL, A. ALPASLAN, M. 1996. Effect of Salinity on Stomatal Resistance, Proline and Mineral Composition of Pepper. J. of Plant Nutrition, 19(2): 389-396.

- GUNES, A., CICEK, N., INAL, A., ALPASLAN, M., ERASLAN, F., GUNERI, E., GUZELORDU, T., 2006. Genotypic Response of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.) Cultivars to Drought Stress Implemented at Pre- and Post-Anthesis Stages and its Relations with Nutrient Uptake and Efficiency. *Plant Soil Environ.*, 52 (8): 368–376.
- GUNES, A., KADIOGLU, Y.K., PILBEAM, J.D., INAL, A., COBAN, S., AKSU, A., 2008. Influence of Silicon on Sunflower Cultivars Under Drought Stress, I: 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.
- GÜNGÖR, Y., ARTIK, N., YURTSEVEN, E., 1993. Sulama Suyu Tuzluluğunun Soya Kimyasal Bileşimi Üzerine Etkisi. *Doğa Tr. J. of Agricultural and Forestry*, 17: 443-449.
- HASEGAWA, P.M. BRESSAN, R.A. HANDA, A.V. 1986. Cellular Mechanisms of Salinity tolerance. *Hort. Sci.* 21: 1317-1324.
- HEIMLER, D. TATTINI, M. TICCI, S. CORADESHI, M.A. TRAVERSI, M.L., 1995. Growth, Ion Accumulation, and Lipid Composition of Two Olive Genotypes Under Salinity. *J. Plant Nutrition*, 18: 1723-1734.
- HELAL, M., KOCH, K., MENGEL, K., 1975. Effect of Salinity and Potassium on The Uptake of Nitrogen and Nitrogen Metabolism in Young Barley Plants. *Physiol Plant* 35: 310-313.
- HOFFMAN, R. TUFARIELLO, J. BISSON, M.A. 1989. Effect of Divalent Cations on the Sodium Permeability of *Chara corallina* and Freshwater Grown *Cahara buckelli*. *J. of Exp. Bot.* 40: 875-881.
- HSIAO, T. C., LÄUCHLI, A., 1986. Role of Potassium in Plant-Water Relations. In: *Advances in Plant Nutrition*, Tinker, B. and Läuchli, A. (eds.), Vol. 2. Praeger Scientific, New York, pp. 281-312.
- HUANG, J., REDMAN, R.E., 1995. Solute Adjustment to Salinity and Calcium Supply in Cultivated and Wild Barley. *J. Plant Nutrition*, 18: 1371-1389.

- HTAY HTAY, O., TAKUYA, A., FUMITAKE, K., 2005. Effects of Drought and Flooding Stresses on Growth and Photosynthetic Activity of Mungbean (*Vigna radiata* L.) Wilczek, Cultivars. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University 50 (2), 533-542.
- IPCC. 1996. Climate Change 1995, Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analyses. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Watson R, T., et al., eds., WMO/UNEP. Cambridge University Press, New York.
- ISMAIL, M.R., DAVIES W.J., 1997. Water Relations of Capsicum Genotypes Under Water Stress. Biologia Plantarum, 39 (2), 293-297.
- ITAI, C., BEN-ZIONI, A., ORDIN, L., 1973. Correlative Changes in Endogenous Hormone Levels and Shoot Growth Induced by Short Heat Treatments to the Root. Physiol. Plant. 29, 355.
- JANG, J.Y., LEE, S.H., RHEE, J.Y., CHUNG, G.C., AHN, S.J., KANG, H.S., 2007. Transgenic Arabidopsis and Tobacco Plants Over Expressing an Aquaporin Respond Differently to Various Abiotic Stresses. Plant Molecular Biology. 64, 621–632.
- JEFFERS, D.L., SHIBLES, R.M., 1969. Some Effects of Leaf Area, Solar Radiation, Air Temperature and Variety on Net Photosynthesis in Field-Grown Soybeans. Crop Science Society of America, 9, 762-764.
- JESCHKE, W.D., WOLF, O., 1985. Na^+ Dependent Net K^+ Retranslocation in Leaves of *Hordeum vulgare* cv. California Mariout and *Hordeum distichon* cv. Villa under Salt stres. J. Plant Physiol.121, 211-233.
- JOHNSON, C. M., ULRICH, A., 1959. II. Analytical Methods for Use in Plant Analysis. California Agriculturel Experiment Station. Bull. 766.
- JOHNSON, M. GROF, C.P.L. BROWNEL, T.F. 1988. The Effect of Na Nutrition on The Pool Size of Intermediate of The C4 Photosynthetic Pathway. Aust. J. of Physiol.15: 749-760.
- JONES, H.G., Plants and Microclimate, Cambridge University Press, Cambridge, (1992).

- KADIOĞLU, M., 2007. İklim Değişiklikleri ve Etkileri: Meteorolojik Afetler. TMMOB Afet Sempozyumu Bildiriler Kitabı Ankara 47-55.
- KALEFETOĞLU, T., EKMEKÇİ, Y., 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları. G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 18(4): 723-740.
- KATERJI, N., VAN, HORN, J.W., HAMDY, A., MASTRORILLI, M., MOU
- KARZEL, E., 1997. Osmotic Adjustment of Sugarbeets in Response to Soil Salinity and its Influence on Stomatal Conductance, Growth and Yield. *Agricul. Water Manage.*, 34, 57-69.
- KARA, T., 2002. Irrigation Scheduling to Present Soil Salinization from a Shallow Water Table, *Acta Horticulture*, Number 573, pp. 139-151.
- KARAKAS, B., OZIAS- AKINS, P., STUSHNOFF, C., SUEFFERHELD, M., RIEGER, M., 1997. Salinity and Drought Tolerance of Mannitol Accumulating Transgenic Tobacco. *Plant, Cell and environment*, 20, 609-616.
- KARAM, F., MOUNZER, O., SARKIS, F., LAHOUD, R., 2002. Yield and Nitrogen Recovery of Lettuce Under Different Irrigation Regimes. *Journal of Applied Horticulture*, 4 (2), 70-76.
- KARANLIK, S. 2001. Değişik Buğday Genotiplerinde Tuz Stresine Dayanıklılık ve Dayanıklılığın Fizyolojik Nedenlerinin Araştırılması. Ç.Ü. Fen Bil. Enst., Adana. Doktora Tezi 123 sayfa.
- KARİPÇİN, M.Z., 2009. Yerli ve Yabancı Karpuz Genotiplerinde Kuraklığa Toleransın Belirlenmesi Doktora Tezi, 259 sayfa, Adana.
- KAUR, S., GUPTA, A. K., KAUR, N., 1998. Gibberelic Acid and Kinetin Partially Reverse The Effect of Water Stress on Germination and Seedling Growth. *Plant Growth Regulation*. 25: 29–33.
- KAUR, S., GUPTA, A. K., KAUR, N., 2002. Effect of Osmo and Hydropriming of Chickpea Seeds on Seedling Growth and Carbohydrate Metabolism Under Water Deficit Stress. *Plant Growth Regul.* 37, 17-22.
- KAYA, C., HIGGS, D., SALTALI, K., GEZEREL ,Ö., 2002a. Response of Strawberry Grown at High Salinity and Alkalinity To Supplementary Potassium. *Journal of Plant Nutrition*. 25(7), 1415–1427.

- KAYA, C., KIRNAK, H., HIGGS, D., SALTALI, K., 2002b. Supplementary Calcium Enhances Plant Growth and Fruit Yield in Strawberry Cultivars Grown at High (NaCl) Salinity. *Sci. Horti.* 93, 65-74.
- KAYA, C., AK, B.E., HIGGS, D., 2003. Response of Salt-Stressed Strawberry Plants to Supplementary Calcium Nitrate and/or Potassium Nitrate. *Journal of Plant Nutrition.* Vol. 26, No. 3: 543–560.
- KAYA, C., HIGGS, D., 2003. Supplementary KNO₃ Improves Salt Tolerance in Bell Pepper Plants, *J. of Plant Nutr.* 26, 7, 1367-1382.
- KAYA, C., TUNA, A.L., ASHRAF, M., ALTUNLU, H., 2007. Improved Salt Tolerance of Melon by the Addition of Proline and Potassium Nitrate. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 397-403.
- KESMEZ, G.D., ÜNLÜKARA, A., YURTSEVEN, E., KÜTÜK, C., 2007. Farklı Düzeyde Azot ve Tuzlu Su Uygulamalarının Taze Fasulyede Meyve Verimi ve Mineral Madde Birikimi Üzerine Etkisi. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül 2007, Erzurum.
- KHATUN, S., FLOWERS, T.J., 1995. The Estimation of Pollen Viability in Rice. *Journal of Experimental Botany* 46(1): 151–154.
- KIEGLE, E., MOORE, C.A., HASELOF, J., TESTER, M.A., KNIGHT, M.R., 2000. Cell Type Specific Calcium Responses to Drought, Salt and Cold in Arabidopsis root. *The Plant Journal*, 23 (2): 267-278.
- KOÇ, S., 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıkların Erken Bitki Gelişimi Aşamasında Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. - Yüksek Lisans tezi 87 sayfa.
- KORKMAZ, K., 2007 Küresel Isınma ve Tarımsal Uygulamalara Etkisi. *Alatarım* 6(2): 43-49
- 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 Araştırılması. Muğla Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi 106 sayfa.

- KREIJ, C., 1999. Production, Blossom-end Wet, and Cation Uptake of Sweet Pepper as Affected by Sodium, Cation Ratio, and EC of the Nutrient Solution. *Graterbauwissenschaft*, 64(4): 158-164 [Abstract].
- KUCHENBUCH, R., CLAASSEN, N., JUNGK, A. 1986. Potassium Availability in Relation to Soil-Moisture Effect of Soil-Moisture on Potassium Diffusion, Root-Growth and Potassium Uptake of Onion Plants. *Plant Soil*, 95: 221–231.
- KUO, C.G., SHEN, B.J., CHEN, H. M.H., CHEN, C., OPENA, R.T. 1988. Associations Between Heat Tolerance, Water Consumption, and Morphological Characters in *Chinese cabbage*. *Euphytica*, 39, (1), 65-73.
- 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., DAŞGAN, H.Y., ABAK, K. 2008. Farklı Bamya Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos Yalova.
- KUŞVURAN, Ş., DAŞGAN, H.Y., ABAK, K., 2008a. Kavunda Kuraklık Çalışmalarında Kullanılan PEG 6000 Dozunun Belirlenmesi üzerine Bir Araştırma. VII. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova.
- KUŞVURAN, Ş., YAŞAR, F., ABAK, K., ELLİALTIOĞLU, Ş., 2008b. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Tuza Tolerant ve Duyarlı *Cucumis sp.*'nin Bazı Genotiplerinde Lipid Peroksidasyonu, Klorofil ve İyon Miktarlarında Meydana Gelen Değişimler Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2008, 18(1): 13-20
- KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi 356 sayfa, Adana

- KWIATOWSKY, J., 1998. Salinity Classification, Mapping and Managment in Alberta. <http://www.agric.gov.ab.ca/sustain/soil/salinity>
- LAHAYE, P.A., EPSTEIN, E., 1971. Calcium and Salt Toleration by Bean Plants. *Physiol. Plant.*, 25,213-218.
- LAL, R., 1981. *Proc. Tropical Root Crops*, Ibadan, Nigeria, s. 120-123.
- LAL, R., 1991. Current Research on Crop Water Balance and Implications For The Future. In: *Soil Water Balance in the Soudano Sahelian Zone*. Eds.
- LÄUCHLI, A. 1986. Responses and Adaptations of Crops to Salinity. *Acta Horticulturae* 190. pp. 243-246.
- LAZOF, J.S.H., CHEESEMAN, M., 1988. Sodium and Potassium Compertmentation and Transport Across The Roots of Intact *Spergularia marina*. *Plant Physiol.*, 88: 1274-1278.
- LEOPOLD, A.C., WILLING, R.P., 1984. Evidence For Toxicity Effects of Salt on Membranes: 67-76 In: *Staples, R.C. and Toenniessen, D.H. (eds.) John Wiley and Sons, New York, NY.*
- LEVITT, J., 1972. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Academic Press, New York, pp. 345.
- LEVITT, J., 1980. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Vol. II, 2nd Ed. Academic Press, New York, Pp:607.
- LIMA, A.L.S., DAMATTA, F.M., PINHEIRO, H.A., TOTOLA, M.R., LOUREIRO, M.E., 2002. "Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions", *Environ. Exp. Bot.*, 47: 239-247.
- LITIFI, A., BEEK, J.G., VAN-DE-BEEK, J.G., 1992. *Capsicum-Newsletter*. 1992, Special Issue, 51-56, EUCARPIA VIII th. Meeting on Genetics and Breeding on *Capsicum* and Egg Plan3633t, Rome, Italy, 7-10 September, 1992. 6 ref.
- LIU, F., STUTZEL, H., 2004. Biomass Partitioning, Specific Leaf Area and Water Use Efficiency of Vegetable Amaranth (*Amaranthus spp.*) in Response to Drought Stress. *Scientia Horticulturae*, 102 (1), 15-27.
- LOPEZ, M.V. SATTI, S.M.E. 1996. Calcium and Potassium- Enhanced Growth and Yield of Tomato Under Sodium Chloride Stress. *Plant Sci.* 114: 19-27.

- 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. LÄUCHLI, A. 1984. Potassium Transport in Salt-Stressed Barley Roots. *Planta* 161, 295-301.
- MAAS, E.V. 1993. Salinity and Citriculture. *Tree Physiol.* 12: 195-216.
- MAATHUIS, F.J.M., ALTMANN, A., 1999. K⁺ Nutrition and Na⁺ Toxicity: The Basis of Cellular K⁺/Na⁺ Ratios. *Ann. Bot.*, 10:123-133.
- MADAKBAŞ, S.H., DOLAR, S., BAYRAKTAR, H., ELLİALTIOĞLU, Ş., Orta Karadeniz Bölgesi'nde Taze Fasulye Yetiştirilen Alanlarda Görülen Antraknoz Hastalığı Etmenine (*Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc&Magnus)Lambs.Scrib) Ait Irkların Tesbiti ve Bazı Fasulye Çeşitlerinin Hastalığa Dayanım Durumlarının Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül, Kahramanmaraş, Bildiriler, s:138-142.
- MANNAN, M. A., BHUIYA, M., BEGUM, R., 2002. Effect of Water Regimes on The Growth and Yield of Summer Lettuce. *Journal of Training and Development*, 15 (1-2), 145-149.
- MARSCHNER, H., 1986. Relationship Between Mineral Nutrition and Plant Diseases and Pests. pp 369-390 In: *Mineral Nutrition in Higher Plants*. Academic Press, London, UK.
- 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. p. 889.
- MASSACCI, A., BATTISTELLI, A., LORETO, F., 1996. Effect of Drought Stress on Photosynthetic Characteristics, Growth and Sugar Accumulation of Field Grown Sweet Sorghum. *Aust. J.Plant Physiol*, 23: 331-336.
- MCKERSIE, B.D., ESHAM, Y., 1994. *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

- MELONI, A.D., OLIVA, M.A., RUIZ, H.A., MARTINEZ, C.A., 2001. Contribution of Proline and Inorganic Solutes to Osmotic Adjustment in Cotton Under Salt Stres. *Journal of Plant Nutrition*, 24(3): 599-612.
- MENA-VIOLANTE, H.G., OCAMPO-JIMÉNEZ, O., DENDOOVEN, L., MARTINEZ-SOTO, G., GONZÁLEZ-CASTANEDA, J., FRED T. DAVIES, J.R., OLALDE-PORTUGAL, V., 2006. Arbuscular Mycorrhizal Fungi Enhance Fruit Growth and Quality of chile ancho (*Capsicum annum* L. Cv San Luis) Plants Exposed to Drought. *Mycorrhiza*, 16, (4), 261-267.
- MENDLINGER, S., PASTERNAK, D., 1992. Screening for Salt Tolerance in Melons. *Journal of Horticultural Science*, 27 (8): 905-907.
- MENEGUZZO, S., NAVARI-IZZO, F., IZZO, R., 2000. NaCl Effects on Water Relations and Accumulation of Mineral Nutrients in Shoots, Roots and Cell of Wheat Seedlings. *J. Plant Physiol.*, 156: 711-716.
- MER, R.K., PRAJITH, P.K., PANDYA, D.M., PANDEY, A.N., 2000. Effect of Salts on Germination of Seeds and Growth of Young Plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, and *Brassica juncea*. *J. Agro. Crop Sci.*, 185 (4), 209-217.
- 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.
- MISHRA, S.K., TRIPP, J., WINKELHAUS, S., 2002. In The Complex Family of Heat Stress Transcription Factors, HsfA1 has a Unique Role as Master Regulator of Thermo Tolerance in Tomato. *Genes & Development*, 16, 1555-1567.
- MNASRI, B., AOUANI, M.E., MHAMDI, R., 2007. Nodulation and Growth of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Under Water Deficiency. *Soil Biology & Biochemistry* 39: 1744-1750.
- MORIANA, A., FERERES, E., 2002. Plant Indicators for Scheduling Irrigation of Young Olive Trees. *Irrigation Science*, 21, 83-90.

- MUHAMMED, S., AKBAR, M., NEUE, H.U., 1987. Effect on Na/Ca and Na/K Ratios in Saline Culture Solution on The Growth and Mineral Nutrition of Rice (*Oryza sativa*). Plant and Soil, 104: 57-62.
- MULLER, J.E., WHITSHITT, M.S., 1996. "Plant Cellular Responses to Water Deficit, Plant Growth Regul., 20: 41-46 ,.
- MUNDREE, S.G, BAKER, B., MOWLA, S., PETERS, S., MARAIS, S., WILLIGEN, C.V., GOVENDER, K., MAREDZA, A., MUYANGA, S., FARRANT, J.M., THOMSON J.A., 2002. "Physiological and Molecular Insights into Drought Tolerance", 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 Stress, Plant, Cell & Environment, 25:2, 239.
- NASRI, M., ZAHEDI, H., MOGHADAM, H.R.T., GHOSH, 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.
- NELSON, H., PARIS, H.S., 1984. Effects of Salinity on Germination, Seedling Growth and Yield of Melons Irrigation. Science-5: 265-273.
- NESMITH, D.S., BRIDGES, D.C., BARBOUR, J.C., 1992. Bell Pepper Responses to Root Restriction. Journal of Plant Nutrition, 15 (12), 2763-2776.
- NIEVES, M. CERDA, A. BOTELLA, M. 1991. Salt Tolerance of 2 Lemon Scions Measured by Leaf Chloride and Sodium Accumulation. J. Plant Nutrition, 14: 623-636.
- NUI, X. BRESSAN, R.A. HASEGAWA, P.M. PARDO, J.M., 1995. Ion Homeostasis in NaCl Stress Environments. Plant Physiol. 109: 479-486.
- ÖZDEMİR, S., ENGİN, M., 1994. Nohut (*Cicer arietinum* L.) Bitkisinin Çimlenme ve Fide Büyümesi Üzerine NaCl Konsantrasyonlarının Etkisi. Doğa Tarım ve Ormancılık Derg. 18, 323-328.

- 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 A., 1998. Kuraklığın Kışlık Buğdayın Gelişmesi ve Verimine Etkisi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 25240 Erzurum-TÜRKİYE.
- ÖZTÜRK K., 2002. G.Ü. “Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye’ye Olası Etkileri” G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 22, Sayı 1 (2002) 47-65. Gazi Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara-TÜRKİYE.
- PICHA, D.H. 1986. Effect of Harvest Maturity on the Final Fruit Composition of Cherry and Large-Fruited Tomato Cultivars. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 111: 723-727.
- PIRLAK L., ESITKEN A., 2004. Salinity Effects on Growth, Proline and Ion Accumulation in Strawberry Plants. Acta Agric. Scand., Sect. B., Soil and Plant Sci. 54: 189-192.
- POLJAKOFF- MAYBER, A. GALE, J. 1975. Plant in Salin Environments. Springer-Verlag, Berlin, S.213.
- PREMCHANDRA, G.S., SANEOKA, H., OGATA, S., 1990. Cell Membrane Stability, an Indicator of Drought Tolerance as Affected by Applied Nitrogen in Soybean. J. Agric. Sci. Camb., 115: 63-66.
- QIAN, Y.L., ENGELKE, M.C., FOSTER, M.J.V., 2000. Salinity Effects on Zoysiagrass Cultivars and Experimental Lines. Crop Sci., 40: 488-492.
- QUAMME, H.A., STUSHNOFF, C., 1983. Resistance to Environmental Stress. “In Methods in Fruit Breeding” (J.N., Moore. J., Janick. Eds.). Purdue Univ. Press. West Lafayette, 242- 266.
- 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, G.G., RAO, G.R. 1981. Pigment Composition and Chlorophyllase Activity in Pigeon pea (*Cajanus indicus* spreng) and Gingelloy (*Sesamum indicum* L.) under NaCl salinity. Indian J.Exp. Biol. 19: 768-770.

- RENGEL, Z., (1992). The Role of Calcium in Salt Toxicity, *Plant and Soil*, 229-233.
- RIBAS, F., CABELLO, M.J., MORENO, M.M., MORENO, A., LOPEZ BELLIDO, L., 2001. Effect of Irrigation and Potassium Application in Melon (*Cucumis melo* L.) Production, I: Yield. *Investigacion Agraria, Produccion Y Proteccion Vegetales*, 16 (2), 283-297.
- 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.
- ROMERO, L., BELAKBIR, A., RAGALA, L., RUIZ, J.M., 1997. Response of Plant Yield and Leaf Pigments to Aline Conditions: Effectiveness of Different Rootstocks In Melon Plants (*Cucumis melo* L.). *Soil Sci. Plant Nutr.* 43(4): 855-862.
- ROMERO-ARANDA, R., SORIA, T., CUARTERO, J., 2001. Tomato Plant-Water Uptake and Plant-Water Relationships Under Saline Growth Conditions. *Plant Sci.*, 160:265-272.
- RUSH, D.V. EPSTEIN, E. 1981. Comparative Studies on the Sodium, Potassium and Chloride Relations of a Wild Hallophytic and Domestic Salt-Sensitive Tomato Species. *Plant Physiol.* 68: 1308-1313.
- SAIED A.S., KEUTGEN A.J., NOGA G. 2005. The Influence of NaCl Salinity on Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry Cvs. ‘Elsanta’ and ‘Korona’. *Scientia Horticulturae* 103. 289–303.
- SAKAMOTO, C.M., SHAW, H., 1967. Light Distrubiton in Field Soybean Canopies. *American Society of Agronomy*, 59, 7-9.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C.W., 1992. *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing Co., California.
- 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.) Subjected to Water Stres. *Field Crops Research* 86, 81-90.

- SANKAR B, ABDUL JALEEL C., MANIVANNAN P., KISHOREKUMAR A., SOMASUNDARAM R., PANNEERSELVAM R., 2008. Relative Efficacy of Water Use in Five Varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Under Water-Limited Conditions, Colloids and Surfaces, 62: 125–129.
- SCHRODER FG, LIETH JH 2002. Irrigation Control in Hydroponics. In: Savvas D, Passam P (eds) Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. Athens, Greece, pp. 263-269.
- SEEMANN, J.R., CRITCHLEY, C., 1985. Effects of Salt Stress on Growth. Ion Content, Stomatal Behaviour and Photosynthetic Capacity of a Salt Sensitive Species, *Phaseolus vulgaris* L. Planta, 164:151-162.
- SEKMEN, A.H., DEMİRAL, T., TOSUN, N., TÜRKÜSAY, H., TÜRKAN, İ. 2005. Tuz Stresi Uygulanan Domates Bitkilerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Toplam Protein Miktarı Üzerine Bitki Aktivatörünün Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 42(1): 85-95 (ISSN 1018-8851).
- SENARATNA, T., TOUCHELL, D., BUNN, E., DIXON, K., 2000. Acetyl Salicylic Acid Induce Multiple Stress Tolerance in Bean and Tomato Plants. Plant Growth Regul. 30: 157-161.
- SERRANO, R., GAXIOLA, R., 1994. Microbial Models and Salt Tolerance in Plants, Crit. Rev. Plant Sci. 13: 121-138.
- SEVGİCAN, A. 1999. Örtüaltı Sebzeciliği, E.Ü.Ziraat Fakültesi Basımevi, İzmir, S.302.
- SHAABAN, M. M., EL-FOULY, M. M., EL-ZANATY, A. A., EL-NOUR, A., ABDEL-WAHAB, A., ABDEL, M., 2004. Halophytes and Foliar Fertilization As A Useful Technique For Growing Processing Tomatoes in The Saline Affected Soils. Pakistan Journal of Biological Sciences 7: 503-507.
- SHALABY EE, EPSTEIN E, QUALSET CO, 1993. Variation in Salt Tolerance Among Some Wheat and Triticale genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science, 171, 298-304.

- SHANNON, M.C. GRONWALD, J. TAL, M., 1987. Effects of Salinity on Growth and Accumulation of Organic and Inorganic Ions in Cultivated and Wild Tomato Species. *J. Ann. Soc. Hortic. Sci.* 112:416-423.
- SHAO H.B., CHEN, X.Y., CHU, L.Y., ZHAO, X.N., WU, G., YUAN, Y.B., ZHAO, C.X., HU, Z.M., 2006. Investigation on The Relationship of Proline With Wheat Anti-Drought Under Soil Water Deficits, *Colloids Surf. B: Biointerfaces* 53: 113-119.
- SHAO HONG-BO, CHU LI-YE, JALEEL CHERUTH ABDUL, ZHAO CHANG-XING, 2008. Water-Deficit Stress-Induced Anatomical Changes in Higher Plants. *Plant Biology and Pathology*, 331, 215–225.
- SHERIF M.A., EL-BESHBESHY, T. R., RICHTER, C., 1998. Response of Some Egyptian Varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Salt Stress Through Potassium Application. *Bulletin of Faculty of Agriculture, University of Cairo* 49: 129-151.
- 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.
- SHISHIDO, Y., YAHASHI, T., SEYAMA, N., IMADA, S., 1992. Effects of Leaf Position and Water Management on Translocation and Distribution of ¹⁴C Assimilates in Fruiting Muskmelons. *Journal of The Japanese Society for Horticultural Science*, 60 (4), 897-903.
- SHUBHA, V., TYAGI, A.K., 2007. Emerging Trends in the Functional Genomics of The Abiotic Stress Response in Crop Plants. *Plant Biotechnology Journal*, 5 (3), 361-380.
- SHUBHRA, DAYAL, J., GOSWAMI, C.L., MUNJAL, R., 2004. Influence of Phosphorus Application on Water Relations, Biochemical Parameters and Gum Content in Cluster Bean Under Water Deficit. *Biologia Plantarum*, 48 (3), 445- 448.

- SİVRİTEPE, N. 1995. Asmalarda Tuza Dayanıklılık Testleri ve Tuza Dayanımda Etkili Bazı Faktörler Üzerinde Araştırmalar. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, (Doktora tezi), Bursa, 176s.
- SIVRITEPE, N., ERTURK, U., YERLIKAYA, C., TURKAN, I., BOR, M., OZDEMIR, F., 2008. Response of The Cherry Rootstock to Water Stress Induced In Vitro. *Biologia Plantarum*, 52 (3): 573-576.
- SMIRNOFF, N., 1993. "The Role of Active Oxygen in The Response of Plants To Water Deficit and Desiccation", *New Phytol.*, 125: 27-58.
- SMIT-SPINKS, B., SWANSON, B.T., MARKHART, A.H., 1984. Changes in Water Relations, Water Flux, and Root Exudate Abscissic Acid Content With Cold Acclimation of *Pinus sylvestris* L. *Aust. J. Plant Physiol.*, 11, 431.
- SÖNMEZ, B., 2004. Türkiye’de Çorak Islahı Araştırmaları ve tuzlu Toprakların Yönetimi. Sulanan alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 20-21 Mayıs, 2004, Ankara, s.157-162.
- SRIVASTAVA, T. P., GUPTA, S.C., LAL, P., MURALIA, P.N., KUMAR, A., 1998. Effect of Salt Stress on Physiological and Biochemical Parameters of Wheat. *Ann. Arid Zone* 27, 197-204.
- STEWART, B. A., HOWELL, T. A., 2003. Drought Evidance and Drought Adaptation. *Encyclopedia of Water Science*, 1076.
- TAFFOUO, V. D., DJIOTIE, N.L., KENNÉ, M., DIN, N., PRISO, J.R., DIBONG, S., AKOA, A., 2008. Effects of Salt Stress on Physiological and Agronomic Characteristics of Three Tropical Cucurbit Species. *Journal of Applied Biosciences*, 10 (1), Nairobi, 434-441.
- TAIZ, L., ZIEGER, E., 2002. *Plant Physiology*. 3. Edition, Sinuoer Press.
- TARI, I., CAMEN, D., CORADINI, G., CSISZAR, J., FEIUC, E., GÊMES, K., LAZAR, A., MADOSA, E., MIHACEA, S., POOR, P., POSTELNICU, S., STAICU, M., SZEPESE, A., NEDELEA, A., ERDEI, L., 2008. Changes in Chlorophyll Fluorescence Parameters and Oxidative Stress Responses of Bush Bean Genotypes for Selecting Contrasting Acclimation Strategies Under Water Stress. *Acta Biologica Hungarica*, 59 (3), 335-345.

- TATTINI, M. CORADESCHI, M.A. PONZIO, C. TRAVERSI, L. 1994. Responses of Olive Plants to Salt Stress. Abstracts. XXIVth Int. Hort. Congress, 21-27 August 1994, Kyoto- Japan ISHS.
- TAYLOR, H.M., MASOU, W.K., BEUNIE, A.T.P., ROUSE, P., 1982. Responses of Soybeans to Two Row Spacing and Two Soil Water Levels, Field Crops. 5, 1-14.
- TEULAT, B., MONNEVEUX, P., WERY, J., BORRIES, C., SOUYRIS, I., CHARRIER, A., THIS, D., 1997. Relationships Between Relative Water Content and Growth Parameters Under Water Stres in Barley: a QTL study. New Phytol 137; 99-107.
- 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.
- TIPIRDAMAZ, R. ELLİALTIOĞLU, S. 1994. Domates Genotiplerinde Tuza Dayanıklılığın Belirlenmesinde Değişik Tekniklerin Kullanımı. Ankara Üniv. Ziraat Fak Yayınları, Yayın No: 1358, Bilimsel Ar. ve nc.: 752, 21s.
- TIPIRDAMAZ, R. ELLİALTIOĞLU, S. 1997. Some Physiological and Biochemical Changes in *Solanum melongena* L. Genotypes Grown Under Salt Conditions. First Balkan Botanical Congress, Abstracts, pp: 121, 19-22 September 1997, Thessaloniki, Greece.
- TIPIRDAMAZ, R. KARAKULLUKÇU, S. 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.
- TUNÇER N., 2007. Patlıcanda Tuza Toleransın Kalıtımı Üzerinde Araştırmalar, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi 59 sayfa.
- TURHAN, A., SENİZ, V., KUSCU, H., 2009. Genotypic Variation in the Response of Tomato to Salinity. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (6): 1062-1068.

- TURHAN E., ERIS A., 2004. Effects of Sodium Chloride Applications and Different Growth Media on Ionic Composition in Strawberry Plant. Journal of Plant Nutrition. Vol. 27, No. 9: 1653–1665.
- TURHAN, E., ERIS, A., 2007. Growth and Stomatal Behaviour of Two Strawberry Cultivars Under Long-Term Salinity Stress Turk J Agric For 31, 55-61.
- TURKAN, I., BOR, M., OZDEMİR, F., KOCA, H., 2005. Differential Responses of Lipid Peroxidation and Antioxidants in The Leaves of Drought-Tolerant *P. Acutifolius* Gray and Drought Sensitive *P. vulgaris* L. Subjected to Polyethylene Glycol Mediates Water Stres. Plant Science, 168; 223-231.
- TÜRKEŞ, M. 1997. ‘Hava ve İklim Kavramları Üzerine’, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 355, 36-37, Ankara.
- TÜRKEŞ, M., SÜMER, U. M., ÇETİNER, G. 1999. ‘İklim değişikliğinin bilimsel değerlendirilmesi’, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (7 Nisan 1999, Ankara), Çevre Bakanlığı, Çevre Kirliliğini Önleme ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 52-66, Ankara.
- TÜRKEŞ, M. 2008. Küresel İklim Değişikliği Nedir? Temel Kavramlar, Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler (What is Climate Change? Basic Definition, Causes, Observed and Predicted Results of Climate Change). İklim Değişikliği ve Çevre 1: 45-64.
- 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., ÇIKILI, Y., ÖZTÜRK, A., 2008a. Farklı Yıkama Oranlarında Sulama Uygulamalarının Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris*) Gelişimine ve Besin Maddesi İçeriğine Etkisi. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(2), 51-60
- ÜNLÜKARA, A., KURUNÇ, A., KESMEZ, D.G., YURTSEVEN, E., SUAREZ, D.L., 2008b. Effects of Salinity on Eggplant (*Solanum melongena* L.) Growth and Evapotranspiration. Irrigation and Drainage. Published Online in Wiley Interscience (www.interscience.wiley.com).

- VERMEULEN, K., STEPPE, K., LIUNH, N.S., LEMEUR, R., DE BACKER, L., BLEYAERT, P., DEKOCK, J., AERTS, J.M., BERCKMANS, D., 2007. Simultaneous Response of Stem Diameter, Sap Flow Rate and Leaf Temperature of Tomato Plants to Drought Stress. *Acta Hort.*, 801, 1259-1266.
- VILLORA, G. PULGAR, G. MORENO, D.A. ROMERO, L. 1997. Salinity Treatments and Their Effect on Nutrient Concentration in Zucchini Plants (*Cucurbitia pepo L. var. moschata*) *Aust. J.Exp. Agric.* 37: 605-608.
- WHITTINGTON, J. SMITH, F.A. 1992. Calcium-Salinity Interactions Affect Ion Transport in *Chara corallina*. *Plant Cell and Environ.* 15: 727-733.
- WILSON, C., LIU, X., LESCH, S.M., SUAREZ, D.L. 2006. Growth Response of Major U.S. Cowpea Cultivars. 1. Biomass Accumulation and Salt Tolerance. *HortScience*, 41 (1): 225-230.
- 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.
- YANG, Y.W. NEWTON, R.J. MILLER, F.R., 1990. Salinity Tolerance in Sorghum. I. Whole Plant Response to Sodium Chloride in *S.bicolor* and *S. halepense*. *Crop Sci.*, 30: 775-781.
- YAŞAR, F., ELLİALTIOĞLU Ş., 2009. Tuz Stresi Altında Yetiştirilen Patlıcan Genotiplerinde Meydana Gelen Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 13 (1), 51-68.
- YETİSİR, 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.
- YEO, A.R. LEE, K.S. IZARD P. BOURSIER, P.J. FLOWERS, T.J. 1991. Short and Long Term Effects of Salinity on Leaf Growth in Rice (*Oryza sativa L.*), *J. Exp. Bot.* 42: 881-889.

- YIN, C., WANG, X., DUAN, B., LUO, J., LI, C., 2004. Early Growth, Dry Matter Allocation and Water Use Efficiency of two sympatric *Populus species* as Affected by Water Stres. Environmental and Experimental Botany 53: 315–322.
- YU, B. GONG, H. LIU, Y. 1998. Effects of Calcium on Lipit Composition and Function of Plasma Membrane and Tonoplast Vesicles Isolated from Roots of Barley Seedlings Under Salt Stress. J. Plant Nutr. 21: 1589-1600.
- YURTSEVEN, E., PARLAK, M., DEMİR, K., ÖZTÜRK, A., KÜTÜK, C., 1999. Turp (*Raphanus, Sativus* L.) Bitkisinde Farklı Sulama Suyu Tuzluluğu ve Ca/Mg Oranı Uygulamaları: I. Bazı Verim Parametrelerine Etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 5(3): 28-34.
- YURTSEVEN, E., KUTUK, C., UNLUKARA, A., KESMEZ, G.D., 2002. The Effects of Salinity and Nitrogen Fertilization on Bean Yield and Quality. 13th Int. Fertilizer Sym., 10-13 June Tokat/Turkey, 253-262.
- ZHENG Q.S., LIU, Z.P., LIU Y.L., LIU, L., 2004. Effects of Iso-Osmotic Salt and Water Stresses on Growth and Ionic Distribution in Aloe Seedlings. Journal of Plant Ecology, 28 (6): 823-827.
- ZHIPING, H., SHIRONG, G., YANSHENG, J., HUAIFU, F., JUN, L., 2008. Effect of NaCl Stress on Growth and Photosynthetic Gas Exchange of Watermelon Seedlings. 28 (4) Beijing: Science Press, 745-751.
- ZHU, J.K., 2001. Plant Salt Tolerance. Plant Sci. 6 (2): 66-71.

ÖZGEÇMİŞ

27.02.1988 tarihinde Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’da tamamladıktan sonra 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü’nü kazandı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bahçe Bitkileri Bölümü’nde Lisans öğrenimini tamamlayarak 2008 yılında Ziraat Mühendisi unvanını aldı. 2008 yılında Çukurova Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.