

170249

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TUZ STRESİ ALTINDAKİ BİBER (*Capsicum annuum* L.) FİDELERİNDE
SALİSİLİK ASİTİN PROLİN BİRİKİMİ VE BAZI FİZYOLOJİK
ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Emine Gülten ERKİLİÇ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2005

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. A. Sülün ÜSTÜN danışmanlığında E. Gülden ERKİLİÇ tarafından hazırlanan bu çalışma 28 / 09 / 2005 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Şebnem ELLİALTIOĞLU
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi



Üye: Prof. Dr. A. Sülün ÜSTÜN
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi



Üye: Doç. Dr. Ergin DUYGU
Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUZ STRESİ ALTINDAKİ BİBER (*Capsicum annuum* L.) FİDELERİNDE SALİSİLİK ASİTİN PROLİN BİRİKİMİ VE BAZI FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

E. Gülden ERKİLİÇ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. A. Sülün ÜSTÜN

Bu çalışmada, biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde tuz (NaCl) ve tuzla birlikte uygulanmış çeşitli konsantrasyonlarda salisilik asitin (SA) serbest prolin birikimi ile bazı fizyolojik parametreler üzerine etkileri incelenmiştir.

Tuza-dayanıklı olduğu tespit edilen Demre-8 çeşidine ait fidelerde, tuz uygulaması sonucu kontrole oranla kök, sürgün uzunluğu ve yaprak alanı indeksinde azalma; yaprak dokusu taze ve kuru ağırlığı ile alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında artış tespit edilmiştir. İlk günlerde azalma saptanan yaprak oransal su içeriğinde (OSİ) ise ilerleyen günlerde belirgin olmayan artışlar görülmüştür. 0.1, 0.5 ve 1.0 mM SA'li ortamlarda yetiştirilen Demre-8 fidelerine tuz uygulamasıyla, kök, sürgün uzunluğu ve yaprak alanı indeksinde sadece tuz uygulanan fidelere oranla azalma; yaprak dokusu taze, kuru ağırlığı ve OSİ ile alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında artış belirlenmiştir.

Tuza-duyarlı olduğu tespit edilen Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait fidelerde, tuz uygulaması sonucu kontrole oranla kök, sürgün uzunluğu ve yaprak alanı indeksinde azalma; yaprak dokusu taze ve kuru ağırlığı ve OSİ ile alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında artış tespit edilmiştir. 0.1, 0.5 ve 1.0 mM SA'li ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı fidelerine tuz uygulamasıyla, kök uzunluğu, yaprak alanı indeksi, yaprak dokusu taze, kuru ağırlığı ve OSİ'de sadece tuz uygulanan fidelere oranla artış; sürgün uzunluğu ile alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında bir miktar azalma belirlenmiştir.

2005, 120 sayfa

ANAHTAR KELİMELER: Tuz stresi, biber, salisilik asit, prolin, yaprak alanı, yaprak oransal su içeriği

ABSTRACT

Masters Thesis

EFFECTS OF PROLINE ACCUMULATION AND SOME PHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF DIFFERENT SALICYLIC ACID ON PEPPER (*Capsicum annuum* L.) SEEDLINGS UNDER SALT STRESS

E. Gülden ERKILIÇ

Ankara University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. A. Sln ÜSTÜN

In this study, it has been examined that free proline accumulation of salicylic acid (SA) in salt (NaCl) and in many concentrations applied with salt within pepper (*Capsicum annuum* L.) plant and its effects on many physiological parameters.

In Demre-8 variety seedlings which have been determined that they are resistant to salt, at the end of salt application and comparing to control; decreasing of root, shoot length and leaf area index and increasing of fresh and dry weight of leaf tissue and increasing of free proline contents of lower and upper leaf have been determined. In leaf relative water content (RWC), in which a decrease have existed in first days, imperceptible increases have been observed through following days. In salt application of Demre-8 variety seedlings, which have been cultivated in media containing 0.1, 0.5, and 1.0 mM SA, comparing to only salt application seedlings; decreasing of root, shoot length and leaf area index and increasing of fresh and dry weight of leaf tissue and increasing of leaf RWC and free proline contents of lower and upper leaf have been determined.

In Kahramanmaraş-Acı variety seedlings which have been determined that they are sensitive to salt, at the end of salt application and comparing to control; decreasing of root, shoot length and leaf area index and increasing of fresh and dry weight of leaf tissue and increasing of leaf RWC and free proline contents of lower and upper leaf have been determined. In salt application of Kahramanmaraş-Acı variety seedlings, which have been cultivated in media containing 0.1, 0.5, and 1.0 mM SA, comparing to only salt application seedlings; increasing of root length, leaf area index, fresh and dry weight of leaf tissue and leaf RWC; and decreasing of shoot length and free proline contents of lower and upper leaf have been determined.

2005, 120 pages

KEY WORDS: Salt stress, pepper, salicylic acid, proline, leaf area, leaf relative water content

TEŞEKKÜR

Bana araştırma olanağı sağlayan ve çalışmamın her aşamasında yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. A. Sülün ÜSTÜN'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın her aşamasında yardımlarını gördüğüm Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ'e ve Sayın Prof. Dr. Süleyman TABAN'a, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Fikret GÜRBÜZ'e, araştırma görevlisi Sayın Yakup ÇIKILI (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü)'ya, araştırma görevlisi Sayın Özgür KOŞKAN (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü)'a, araştırma görevlisi Sayın Nuray ÇİÇEK (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü)'e, arkadaşlarım Sayın Cem KARTAL'a ve Sayın Kamil ERSOY'a teşekkür ederim.

Çalışmamda manevi desteklerini hiç esirgemeyen annem, babam ve ağabeyime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Emine Gülden ERKILIÇ

Ankara, Eylül 2005

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
RESİMLER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. Toprak Tuz Miktarının Artması.....	6
2.2. NaCl'ün Köke Alımı ve Bitkide Taşınımı	7
2.3. Bitki Hücrelerinde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Tolerans Mekanizmaları	8
2.3.1. İyon konsantrasyonunun hücrel homeostasisi	10
2.4. Bitkilerin Tuza Tolerans Açısından Sınıflandırılması.....	12
2.5. Bitkilerde Tuz Stresinin Etkileri.....	14
2.6. Bitkilerde Kök ve Sürgün Uzunluğuna Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri.....	15
2.7. Bitkilerin Yaprak Alanına Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri.....	16
2.8. Bitkilerin Yaprak Taze, Kuru Ağırlığı ve Oransal Su İçeriğine Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri	18
2.9. Bitkilerde Prolin Birikimine Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri.....	23
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	28
3.1. Materyal	28
3.1.2. Sera İçi İklim Özellikleri	28
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Tohumların Çimlendirilmesi.....	28
3.2.2. Bitki Yetiştirme Ortamının Hazırlanması ve Uygulamalar	29

3.2.3. Fidelerin Saksılara Transferi ve Büyütülmesi.....	30
3.2.4. Fidelere NaCl Uygulanması ve Örnek Alınması	31
3.2.5. İncelenen Parametreler.....	31
3.2.5.1. Kök ve sürgün uzunluğu.....	31
3.2.5.2. Yaprak alanı	32
3.2.5.3. Taze, kuru ağırlık ve oransal su içeriği.....	32
3.2.5.4. Serbest prolin analizi.....	33
3.2.5.5. İstatistik Analizler	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	35
4.1. Farklı Konsantrasyonlardaki Salisilik Asitli Ortamlarda Yetiştirilen Biber Fidelerinde Uygulanan Tuzun İlerleyen Günlerde Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi.....	43
4.1.1. Kök uzunluğu değişimi üzerine etkisi.....	43
4.1.2. Sürgün uzunluğu değişimi üzerine etkisi	48
4.1.3. Yaprak alanı değişimi üzerine etkisi	54
4.1.4. Taze ağırlık değişimi üzerine etkisi	59
4.1.5. Kuru ağırlık değişimi üzerine etkisi	65
4.1.6. Oransal su içeriği değişimi üzerine etkisi.....	71
4.1.7. Alt ve üst yapraklarda serbest prolin miktarlarının değişimi	77
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	90
KAYNAKLAR.....	103
EKLER.....	114
EK 1	115
EK 2	116
EK 3	117
ÖZGEÇMİŞ.....	120

SİMGELER DİZİNİ

ABA	Absisik asit
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ASA	Asetil salisilik asit
AtHKT1	Na ⁺ 'un hücre membranından sitozole geçişini kontrol eden protein geni
AtNHX	Tonoplast membranında yerleşen Na ⁺ /H ⁺ antiporterini şifreleyen gen
BZA	Benzoik asit
Ca(NO ₃) ₂	Kalsiyum nitrat
Ca ⁺²	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum klorür
cDNA	Komplamenter DNA
Cl ⁻	Klor
CO ₂	Karbondioksit
DNA	Deoksiribonükleik asit
H ⁺ -ATP az	Hidrojen pompalı adenzintrifosfataz
HCO ₃ ⁻	Bikarbonat
JA-Me	Metil jasmonat
K ⁺	Potasyum
K ₂ SO ₄	Potasyum sülfat
KH ₂ PO ₄	Potasyum dihidrojen fosfat
Mg ⁺²	Magnezyum
MSA	Metilsalisilik asit
N	Azot
Na ⁺	Sodyum
Na ₂ SO ₄	Sodyum sülfat
NaCl	Sodyum klorür
NahG	Salisilat hidroksilaz geni
NH ₄ ⁺	Amonyum tuzu
OSİ	Oransal su içeriği
RNA	Ribonükleik asit
ROS	Reaktif oksijen tipleri
S0	Transgenik olmayan
S3	Transgenik
SA	Salisilik asit
SAR	Sistemik kazanılan direnç
SO ₄ ⁻²	Sülfat
SOS	Tuza aşırı duyarlılık
SOS1	Plazma-membran Na ⁺ /H ⁺ antiporteri
SOS2	Serin/Threonin protein kinaz
SOS3	Ca ⁺² bağlı protein
SSA	Sülfosalisilik asit
TDM	Triadimefon

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Yetiştirme ortamından alınan bitki besin maddelerinin kök yapısında izlediği yol.....	7
Şekil 2.2. Tuz stresi altındaki bitki hücrelerinde osmotik düzenlemeye aracılık eden organik osmolitlerin ve iyonların yerleşimi	9
Şekil 2.3. Tuz stresi altındaki bitki hücrelerinde düşük sitoplazmik Na ⁺ miktarını korumak için gerekli iyon transporterleri ve gerçekleşen olayların yol izi.....	11
Şekil 2.4. Tuza toleransları farklı olan bitkilerin ortamdaki Cl ⁻ miktarına bağlı gösterdikleri büyüme-gelişme farklılıkları.....	13
Şekil 2.5. Kısa süreli NaCl stresinin etkisi ve bezelye yapraklarının büyümesinde (A) ve su miktarında (B) iyileşme.....	17
Şekil 2.6. Fasulye fidelerinin primer yapraklarından alınan disklerde taze ağırlık değişimi üzerine ASA ve NaCl'ün etkisi	19
Şekil 2.7. NaCl stresi altında 72 saat büyüme-gelişme gösteren <i>L. esculentum</i> (a) ve <i>L. pennellii</i> (b)'nin OSİ yanıtı	21
Şekil 2.8. Prolin amino asitinin biyosentez yol izi	24
Şekil 2.9. Kum kültüründe farklı NaCl konsantrasyonları uygulanarak yetiştirilen iki <i>V. mungo</i> L. kültürünün ortalama yaprak prolin miktarları	25
Şekil 4.1. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama kök uzunluğu değişimleri.....	47
Şekil 4.2. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama kök uzunluğu değişimleri.....	47
Şekil 4.3. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama sürgün uzunluğu değişimleri.....	53
Şekil 4.4. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama sürgün uzunluğu değişimleri.....	53
Şekil 4.5. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama yaprak alanı değişimleri.....	58

Şekil 4.6. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama yaprak alanı değişimleri.....	58
Şekil 4.7. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu taze ağırlık değişimleri.....	64
Şekil 4.8. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu taze ağırlık değişimleri.....	64
Şekil 4.9. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu kuru ağırlık değişimleri.....	70
Şekil 4.10. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu kuru ağırlık değişimleri.....	70
Şekil 4.11. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu OSİ değişimleri.....	76
Şekil 4.12. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu OSİ değişimleri.....	76
Şekil 4.13. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki alt ve üst yaprak serbest prolin değişimleri	79
Şekil 4.14. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki alt ve üst yaprak serbest prolin değişimleri	85

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Dünya çapındaki bitki üretiminde tuzluluğun etkisi	5
Çizelge 2.2. Deniz suyu ve iyi kalitede sulama suyu özellikleri	6
Çizelge 3.1. Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber çeşitlerine ait uygulamalar	30
Çizelge 4.1. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama kök uzunluğu değerleri	44
Çizelge 4.2. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama sürgün uzunluğu değerleri	49
Çizelge 4.3. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama yaprak alanı değerleri	55
Çizelge 4.4. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki taze ağırlık değerleri	60
Çizelge 4.5. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki kuru ağırlık değerleri	66
Çizelge 4.6. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki OSİ değerleri	72
Çizelge 4.7. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki alt ve üst yaprak serbest prolin miktarları	78

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. Çimlendirme sandıklarında çimlendirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinin 30 günlük gelişme dönemi sonunda genel görünüşleri	29
Resim 3.2. Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin 7-8 yapraklı dönemdeki genel görünüşleri	31
Resim 4.1. NaCl uygulamasından 5 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görünüşleri	36
Resim 4.2. NaCl uygulamasından 10 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görünüşleri	37
Resim 4.3. NaCl uygulamasından 15 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görünüşleri	39
Resim 4.4. NaCl uygulamasından 20 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görünüşleri	41

1.GİRİŞ

Toprak veya sulama suyu tuzluluğu, bitkisel üretim artışlarını sınırlayan (Dağüstü 2003) veya toplam ürün kayıplarıyla sonuçlanan, normal bitki büyüme ve gelişmesine engel olan önemli bir çevresel stesdir (Lazof and Läuchli 1991, Foolad 1996). A.B.D. Ulusal Bilimler Akademisi'ne göre, toprak ve su tuzluluğu dünya çapında biyolojik bir felakete katkıda bulunan süreç olarak görülmektedir (François and Maas 1994). Dünyada tarım yapılan toprakların yaklaşık %40'ı tuzluluk probleminin tehdidi altındadır (Serrano and Gaxiola 1994). Yurdumuzda ise 4 milyon hektar alanın tuz ile etkilenmiş topraklara sahip olduğu, bunun ise sulanabilir alan potansiyelimizin yaklaşık %18'ini oluşturduğu belirtilmektedir (Sönmez 1990).

Tuzluluk problemi, kurak ve yarı kurak bölgelerde yağışın az, buharlaşmanın fazla olduğu alanlarda doğal olarak ortaya çıkmaktadır. Toprak tuzluluğunun temel nedenleri arasında, çözünebilir tuzların toprak katmanlarında ve taban suyunda birikmesi veya mevcut taban suyunun yükselmesine bağlı olarak tuzların toprak yüzeyine taşınması, sulama suyunun kalitesizliği, sulama sularında aşırı düzeyde eriyebilir tuzların bulunması, yeterli drenajın olmaması ve kök bölgesinde tuz yığılması gösterilmektedir (Epstein *et al.* 1980, Quamme and Stushnoff 1983).

Bitkilerin gelişmelerini engelleyecek düzeyde tuz içeren tarım toprakları bazı özel işlemlerle kazanılmaya çalışılmaktadır. Organik gübreler kullanılarak toprağın humus miktarının artırılması, aşırı inorganik gübrelemelerden kaçınılması, fazla miktarda temiz sulama suyu kullanılarak tuzun bitki kök bölgesinden yıkanarak uzaklaştırılması, belirli zaman aralıklarında toprağın üst katmanının değiştirilmesi veya seralarda topraksız yetiştiricilik yapılması bu işlemlerden bazılarıdır. Fakat bu işlemler genel olarak zaman alıcı ve çoğunlukla da pahalı olmakta, ayrıca iyileştirilen alanlarda uygun sulama yöntemlerinin kullanılmadığı durumlarda yeniden tuzlu topraklar oluşabilmektedir (Aktaş 2002).

Bu çevresel stres tehdidine karşın, dünyada hızla artan nüfus ile gelişen ekonomik ve sosyal koşullar tarımsal ürünlere olan gereksinimleri giderek arttırmaktadır (Duvick 1996). Bundan dolayı tuzluluk sorunu olan toprakların kullanılmasında mümkün olan

alternatiflerden birisi ve daha ekonomik olanı, yüksek toprak tuzluluğuna dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik ürün üretebilen bitki tür ve çeşitlerinin belirlenip bu tür alanlarda yetiştirilmesini sağlamaktır (Shannon 1978, Ebstein 1985, Ashraf *et al.* 1986).

Bitkilerde tuza dayanıklılık, genellikle NaCl gibi tuzların varlığında meydana gelebilecek yıkımlardan korunmak ve büyüyebilmek için bitkinin kullandığı multigenik bir özellik olarak ifade edilmektedir (Hurkman 1992). Tuzluluk, tüm dünyada tarımsal üretimi engelleyen en büyük problemlerden birisi olmasına rağmen, tuza karşı bitki dayanıklılığının mekanizması henüz tam olarak anlaşılmış değildir (Babourina *et al.* 2000). Tuz stresi altındaki bitkiler, özellikle tuzun içeride birikmesi sonucu oluşan iyon toksisitesi ve dış ortamdaki düşük su potansiyelinin oluşturduğu osmotik stres ile başa çıkmak zorundadır (Greenway and Munns 1980). Yapılan araştırmalarda tuz stresine karşı bitkilerin göstermiş oldukları reaksiyonlar üzerine bitki yaşı, tuzun uygulanma zamanı ve şeklinin önemli olduğu belirtilmektedir (Nerson and Paris 1984).

Bitkilerin tuzluluktan etkilenme sınırı çevre faktörleri ve büyüme-gelişme dönemlerine göre farklılıklar gösterdiği gibi, bitki familyalarının ve hatta tür içindeki çeşitlerin de tuzluluğa farklı reaksiyonlar gösterdikleri bilinmektedir (Shannon 1995). Tuz zararı bitkilerde kök ve sürgün büyümesinin önemli derecede azalması, yaprak büyümesinin, yaprak sayılarının ve ürün ağırlıklarının azalması biçiminde önemli verim kayıplarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Sivritepe ve Eriş 1996).

Yüksek miktarlarda tuzluluğa maruz kalan bitki hücreleri bir dereceye kadar, bu potansiyel baskılarını tamir edebilir (Leshem and Kuiper 1996). Hücreler vakuollerinde tuz iyonlarını biriktirerek (Flowers *et al.* 1977) ve/veya hücre osmotik potansiyelini düşürmek için sitoplazmalarında osmoregülasyon fonksiyonu olduğu ileri sürülen prolin aminoasitlerini biriktirerek tuz stresine yanıt verirler (Stewart and Lee 1974, Treichel 1975).

Tuz stresinde prolin birikiminin kesin rolü henüz tam tespit edilememesine karşın, genel olarak prolinin tuza dayanıklılığın bir markırı olarak çalıştığı kabul edilmektedir (Lin and Kao 1996, Lutts *et al.* 1996). Prolinin, sitoplazma ve vakuol arasında hücre içi osmotik düzenleyici olarak rol oynadığı (Delauney and Verma 1993), stresli koşullarda

yüksek miktarlarda üretilerek sitozolik pH'ı düzenlemeye çalıştığı (Venekamp 1989), enzim koruyucusu ve makromoleküller ile organellerin yapısını stabilize edici olarak aktivite gösterdiği (Gadallah 1999) ileri sürülmektedir. Prolinin çoğunlukla uyumlu bir osmotik solüt olarak aktivite gösterdiği düşünülmekte ve stres ajanlarına karşı bitki dokularını geçici yada devamlı olarak koruduğuna inanılmaktadır (Lin and Kao 1996). Stres koşullarında büyüme-gelişme gösteren bitkilerde prolin birikimi "türe özgü" nitelik taşımakta (Cavalieri and Huang 1979) hatta aynı türün varyeteleri arasında bile farklılıklar göstermektedir (Singh *et al.* 1972).

Tuz ve osmotik stres gibi olumsuz çevre koşullarına bitki yanıtlarının düzenlenmesinde büyüme düzenleyicilerinin kullanımı, bitkilerin strese dayanıklılık geliştirmesini sağlayan yaklaşımlar arasındadır (Senaratna *et al.* 2000). Salisilik asit (SA), bitkilerde fizyolojik süreçlerin düzenlenmesine ortak olan, fenolik bileşiklere ait endogenik bir büyüme düzenleyicisidir (Shakirova *et al.* 2003). Hidroksil (-OH) grubu taşıyan aromatik halkalı bitki fenoller grubunda yer alan sekonder bir metabolit olan SA'nin birçok çevresel strese bitki yanıtlarının düzenlenmesinde büyük bir rol oynadığı düşünülmektedir (Yalpani *et al.* 1994, Senaratna *et al.* 2000). Pek çok bitki türünde patojen atağına karşı savunma yanıtı olarak önemli bir rol oynamaktadır. Aşırı duyarlılık yanıtında hücre ölümüne yol açan oksidatif parçalanmaya aracılık etmekte ve sistemik kazanılan direnç (SAR) gelişiminde bir sinyal gibi davranmaktadır (Shirasu *et al.* 1997). Buğday fidelerinin tuza (Shakirova and Bezrukova 1997) ve su eksikliğine (Bezrukova *et al.* 2001), mısırın soğuk stresine (Janda *et al.* 1999), domates ve fasulyenin soğuk ve sıcaklık stresine (Senaratna *et al.* 2000), pirincin ağır metal stresine (Mishra and Choudhuri 1999) direncinin SA uyarımıyla arttığı bilinmektedir. Tüm bu bilgiler, SA'li ortamlarda yetiştirilen biber fidelerine tuz uygulamasının, fidelerin bazı fizyolojik parametrelerinde meydana getirdiği değişimlerin belirlenmesi ve araştırılmasında etkili olmuştur.

Ülkemizdeki tuzlu toprakların giderek artması diğer bitkilerde olduğu gibi biber bitkisinin üretimini de tehlikeye sokmaktadır. Solanaceae familyasından olan biberin anavatanı Orta Amerika ve Meksika civarlarıdır. Kültürü yapılan beş türü (*Capsicum annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. pubescens*) olup, bunlar içerisinde sadece *C. annum* türü ekonomik anlamda yetiştirilmektedir (Wien 1997). Diğer türlerin yetiştiriciliği azdır. Kültür altındaki biberler, otsu bitkiler olup yetiştiricilikleri

ılıman, subtropik ve tropik iklim kuşaklarında yapılmaktadır. Bu bitkiler donlara karşı duyarlı oldukları için ılıman iklim kuşağında tek yıllık olarak, tropik iklimlerde ise bir kaç yıldan fazla büyüme devam edip çok yıllık olarak yetiştirilmekte, ürün vermektedir.

Biber taze tüketiminin yanında kurutulmuş toz biber şeklinde baharat sanayiinde değerlendirilmekte, ayrıca renk maddesi ve ilaç yapımında kullanılmaktadır. Greenleaf (1986)'e göre kültürü yapılan biber $2n=24$ kromozoma sahip olup, türler arası melezleme sınırlı olmakla birlikte ıslahçılar, melezlemeler yaparak amaçlarına uygun yeni çeşitler elde etmeye çalışmaktadırlar (Wien 1997). Türkiye biber üretimi bakımından Çin ve Meksika'dan sonra 1.390.000 ton üretimi ile üçüncü sırada yer almaktadır (Anonymous 2000). Ülkemizde Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adıyaman ve Hatay illerinin bazı yörelerinde tarla tarımı; Antalya, İçel, Muğla ve İzmir illerinde ise seracılık üretiminde önemli bir yer tutmaktadır (Üstün 1991). Türkiye'de özellikle sera alanlarında son zamanlarda görülen tuzluluk problemi, yetiştiriciliği kısıtlayan faktörlerin başında gelmektedir. Yetiştiricilik yapılan alanların tuzlaşması ve sulama sularından kaynaklanan tuzluluk, ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan bu sebze türünü tuza karşı hassasiyetinden dolayı olumsuz yönde etkilemektedir (Aktaş 2002). Tuzluluğun zararı biber yetiştiriciliğinde açıkça ortaya çıkmasına rağmen, tuz stresine karşı dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesine yönelik yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, topraklarına farklı konsantrasyonlarda (0.1, 0.5 ve 1.0 mM) SA ilave edilerek yetiştirilen biber (*C. annuum* L.) bitkisinin Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerinde 60 mM NaCl uygulamasından sonra farklı günlerde (5., 10., 15. ve 20. gün), kök, sürgün uzunlukları, yaprak alanı indeksi, yaprak taze, kuru ağırlıkları ve oransal su içerikleri (OSİ) ile alt ve üst yapraklarındaki prolin miktarlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi ve araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca incelenen bu özellikler bakımından çeşitler arasında olabilecek farklılıklar tespit edilip, bu parametrelerin, çeşitlerin tuza toleranslarıyla ilişkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tuzluluk, ekili alanların büyük bir bölümünü etkileyen tarımdaki majör sınırlama faktörlerinden birisidir (Jones *et al.* 1993). Tuz konsantrasyonu kullanılabilir su potansiyelini 0.5-1.0 bara düşürmeye yetecek kadar yüksek ise bitkide meydana gelen stres “Tuz Stresi” olarak tanımlanmaktadır (Lewitt 1980).

Tuzlu koşullarda genellikle çimlenme engellenmekte ve büyüme hızı yavaşlamaktadır. Bazı hallerde ise bitki hayat devresini bile tamamlayamadan ölmektedir (Tekin ve Bozcuk 1998). Bundan dolayı tuz, dünya çapında tarımı yapılan toprağı etkileyerek bitki verimliliğini azaltmada (Perez-Alfocea *et al.* 1996) ve ekilmeyen alanların tarımsal genişlemesini sınırlamada (Hasegawa *et al.* 1986) büyük bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Dünya çapındaki bitki üretiminde tuzluluğun etkisi (Taiz *et al.* 2002)

Dünya karasal alanı	150 × 10⁶ km²	% 100
Tuzun etkilediğı alan	9 × 10 ⁶ km ²	% 6
Tarımı yapılan alan	15 × 10⁶ km²	% 100
Tuzun etkilediğı alan	2 × 10 ⁶ km ²	% 13
Sulama yapılan alan	2.4 × 10⁶ km²	% 100
Tuzun etkilediğı alan	1.2 × 10 ⁶ km ²	% 50

Toprak bilimciler pek çok koruyucu önlemler kullanarak tuzluluktan etkilenmiş toprakların genişlemesini ve yayılmasını sınırlamakta başarılı olmuşlardır. Fakat bu metotlar çok pahalı olmasından dolayı gelişmekte olan ülkelerde esaslı bir şekilde hayata geçirilememektedir. Bundan dolayı tuzluluk sorunuyla başa çıkmak için oldukça cazip bir yaklaşım olan Epstein ve Norlyn (1977) 'in öne sürdüğü “Tuza dayanıklılık için seçim ve üretim” etkili ve oldukça ekonomik görünmektedir. Günümüzde biyoteknolojik olarak tuza dayanıklı bitki genotipleri elde etme potansiyeli bulunmaktadır (Hasegawa *et al.* 1986).

2.1. Toprak Tuz Miktarının Artması

Tuzun en önemli kaynağı okyanuslardır. Buralardan tuz buharlaşmayla su damlacıklarının içerisinde geniş alanlara taşınmakta, toprağa düşüp tutulmaktadır. Bu yolla toprak tuz miktarının arttığı ifade edilmektedir (Taiz *et al.* 2002).

Deniz suyunda en fazla oranda bulunan iyonların Na^+ (457 mM) ve Cl^- (536 mM) olmasından dolayı (Çizelge 2.2), doğadaki tuz stresi etmenlerinin, Na^+ tuzları öncelikle de NaCl 'e yönelik olduğu belirtilmektedir (Taiz *et al.* 2002).

Çizelge 2.2. Deniz suyu ve iyi kalitede sulama suyu özellikleri (Taiz *et al.* 2002)

İyon Konsantrasyonları, mM	Deniz suyu	Sulama suyu
Na^+	457.0	< 2.0
K^+	9.7	< 1.0
Ca^{+2}	10.0	0.5 - 2.5
Mg^{+2}	56.0	0.25 - 1.0
Cl^-	536.0	< 2.0
SO_4^{-2}	28.0	0.25 - 2.5
HCO_3^-	2.3	< 1.5

Toprak nemi, yağışlı koşullarda sürekli yağışlarla oluşurken, kurak ve yarı kurak iklimlerde sulama ile karşılanmaktadır. Fakat tüm yüzey veya yeraltı suları saf olmayıp erimiş tuzlar içerirler (Aktaş 2002). Dünyada sulama yapılan birçok alanda yetiştiriciler yeterli miktarda kaliteli su olmadığından dolayı tuzlu su kullanmaktadırlar (Villora *et al.* 2000). Bu durum tarım alanlarında tuzluluk sorunu olmasa bile, ilerleyen dönemlerde topraktaki tuz konsantrasyonunun artmasına ve yetiştirilen tarım ürününün veriminde belirgin azalmalara neden olabilmektedir (Vanderbeek and Ltifi 1991, Akilan *et al.* 1997).

Toprak tuzluluğu, doyumluk çamuru süzüğünde 25 °C'de ölçülen iletkenliğe (dS/m) göre, 0-2 arasında tuzsuz, 2-4 arasında çok az tuzlu, 4-8 arasında az tuzlu, 8-16 arasında orta tuzlu, 16'dan fazla ise çok tuzlu olarak sınıflandırılmaktadır (Dinç ve Şenol 1997).

Tuzun meydana getirdiği hasar ve bu hasarı engelleme potansiyel yerleri çeşitlidir;

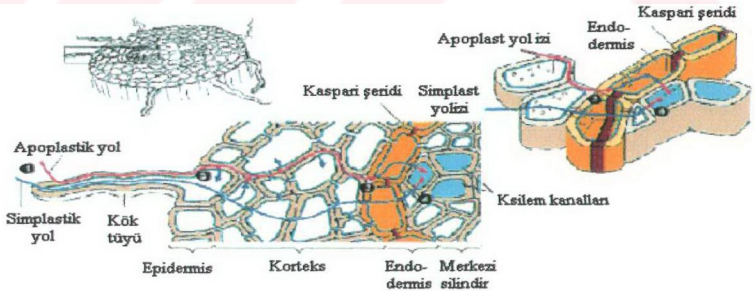
1. Toprak yapısı/strüktürü Yüksek tuz konsantrasyonları ve özellikle yüksek sodyum adsorbsiyon oranlarından, toprağın fiziksel özellikleri, partikül boyu ve hidrolik iletkenlik gibi değişken parametreler ters olarak etkilenmektedir (Davidson and Quirk 1961).

2. Toprak/kök etkileşimi Yüksek dışsal tuz konsantrasyonları, toprağın düşük su potansiyeli ve tuz ile besin iyonları arasındaki kimyasal rekabetten dolayı su ve besin kazanımını zorlaştırmaktadır (Jones *et al.* 1993).

3. Bitki içi Doku içinde yani, apoplastta yada sitoplazmada bazı iyonların aşırı miktarda bulunması, bitkide metabolik inhibisyon, protein sentezini engelleme, hücresel dehidrasyon, stomatal kapanma ve yaprakların erken senesensi gibi olayları etkilemektedir. Çünkü sitoplazma ve apoplast küçük kısımlardır ve bu kısımlar arasındaki dengesizlik, ortalama bütün dokularda açıkça görülen toksisiteyle sonuçlanarak yüksek tuzun etkisini güçlendirmektedir (Jones *et al.* 1993).

2.2. NaCl'ün Köke Alımı ve Bitkide Taşınımı

NaCl'ün toprak solüsyonundan köke doğru radyal taşınımı, apoplastik/simplastik (epidermis ve korteks) yolunu izleyerek simplastik yoldan endodermise ve oradan da ksileme doğru olmaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yetiştirme ortamından alınan bitki besin maddelerinin kök yapısında izlediği yol (http://www.bio.miami.edu/dana/160/160S04_23.html)

Ksileme Na^+ ve Cl^- 'un taşınımı, endodermisten önce epidermal ve korteks hücrelerinde sınırlanabilmektedir. Na^+ ve Cl^- 'un ksileme girmesi pasif taşınım ile olmaktadır ama bitkilerin ksilem özsuyundaki K^+/Na^+ konsantrasyonunu düzenleyebilecek kapasitelerinin olduğu düşünülmektedir. Bitkilerde ksilem içinden sürgüne doğru tuz hareketi, transpazyonal akışla sağlanmaktadır (Taiz *et al* 2002).

Bitkilerde Na^+ ve Cl^- iyonlarının dağılımı tuza dayanıklılığın ortaya çıkmasında büyük önem taşımaktadır. Örneğin tuzlu koşullarda yetiştirilen biber bitkisinin köklerindeki Na^+ miktarı yapraklardan daha yüksek çıkarken, yapraklardaki Cl^- miktarı köklerdekinden daha yüksek bulunmuş ve yapraklardaki zararlanmalar yüksek Cl^- içeriğine bağlanmıştır (Chartzoulakis and Klapaki 2000).

2.3. Bitki Hücrelerinde Tuz Stresine Karşı Geliştirilen Tolerans Mekanizmaları

Bitkilerde farklı şekillerde ortaya çıkan “tuza dayanıklılık” yüksek oranlarda çözünebilir tuz içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve gelişme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Ashraf 1994).

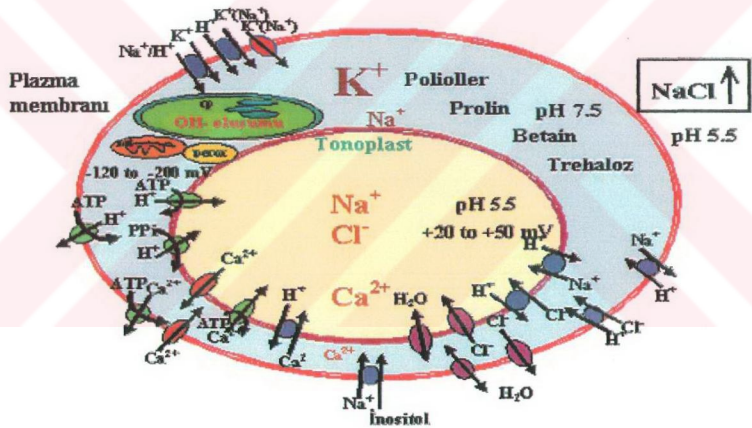
Bitkilerde tuza dayanıklılık, ya protoplazmada ulaşılan aşırı tuz miktarının düzenlenmesi, yani tuz regülasyonu yolu ile gerçekleşen kaçınma ya da alternatif olarak, artan iyon konsantrasyonu ile ortaya çıkan toksik ve osmotik etkileri tolere etme yeteneği ile sağlanabilmektedir. Tuz içeriğinin düzenlenmesi için bitkiler; tuzun bünyeye alınmaması, tuz eliminasyonu, seyreltilmesi, tuzun vakuollerde biriktirilmesi gibi farklı mekanizmalar geliştirmişlerdir.

Tuzluluğun bitki büyümesi üzerindeki temel zararlı etkisi osmotik basınç ile açıklanabilmektedir. Bitki hücreleri, tuz stresi ile birlikte oluşan su stresine osmotik düzenleme mekanizmalarını devreye koyarak direnebilmektedir (Ashraf 2004). Bitkilerin kök ortamındaki osmotik basınç değişimlerine karşı kendi osmotik durumlarını ayarlayabilmeleri için özel mekanizmalara sahip olmaları gerekmektedir. Bitkilerin

osmotik durumlarını ayarlamaları “osmotik uyum” olarak tanımlanmaktadır (Rains 1972).

Ortamdaki su potansiyelinde bir azalmaya cevap olarak hücrelerde organik bileşiklerin ve inorganik iyonların kompartımanlaştırılması, birikimi ve transportunu kapsayan osmotik uyum, artan iyon alınımı ile osmotik stresin giderilmesini ve böylece hücredeki turgor azalmasının engellenmesiyle bitkinin gelişimini sürdürülebilmesini sağlamaktadır.

Tuz stresine karşı ilgili organik osmolitler, sitozol veya organellerde birikerek osmotik düzenlemeye aracılık ederler (Şekil 2.2). Bitki türleri arasında birikimleri farklı olan osmotik solütler, gliserol, metil inositol, trehaloz, raffinoz gibi şekerler (Bohnert and Jensen 1996) ve prolin, glisinbetain gibi amino asitlerdir (Nuccio *et al.* 1999).



Şekil 2.2. Tuz stresi altındaki bitki hücrelerinde osmotik düzenlemeye aracılık eden organik osmolitlerin ve iyonların yerleşimi (Taiz *et al.* 2002)

Bu osmolitlerin sentezi genellikle tek bir biyokimyasal reaksiyon içindeki temel ara metabolitlerin yönünü değiştirmesiyle olmaktadır. Bu metabolik farklılaşmayı stres tetiklemektedir (Yokoi *et al.* 2002). Na^+ ve Cl^- 'un vakuole kompartımanlaştırılmasına aracılık eden osmotik düzenleme, tuza hüresel düzeydeki yanıttır. Na^+ ve Cl^- 'un vakuolde birikmesinden dolayı sitozolde bu toksik iyonların konsantrasyonları düşük

düzeylerde kalmaktadır. Vakuole iyon birikmesinden dolayı su girişi olduğundan, vakuol büyüklüğündeki artışa bağlı olarak hücre hacmi yaklaşık 10-100 kat artmaktadır (Taiz *et al.* 2002).

2.3.1. İyon konsantrasyonunun hücresel homeostasisi

İyon konsantrasyonunun hücresel homeostasisi, canlı hücre fizyolojisinin temelini oluşturmaktadır. Toksik iyonların düşük konsantrasyonlarını korumak ve temel iyonları biriktirmek için hücrelerde iyon akışının uygun düzenlenmesinin şart olduğu söylenmektedir (Zhu 2003).

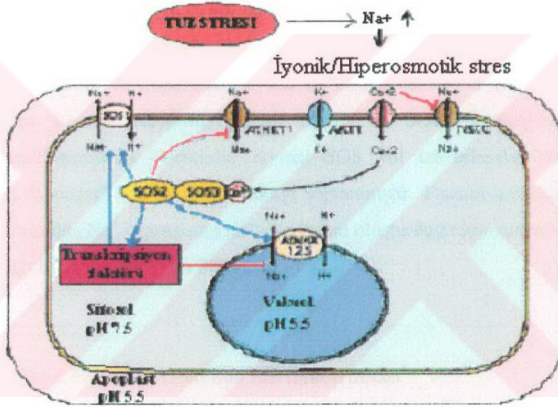
NaCl toprak tuzluluğu stresinin temelini oluşturduğundan, araştırmalar osmotik solütlerden Na^+ 'un taşınma sistemleri üzerine odaklanmaktadır (Niu *et al.* 1995, Blumwald *et al.* 2000, Hasegawa *et al.* 2000). Tuz stresi altında köke giriş için Na^+ , temel iyon olan K^+ ile rekabet etmektedir. Na^+ stresi altında büyüme-gelişmenin durmasına veya hücre ölümlerine engel olmak için bitki fazla Na^+ 'u çıkarmaya veya vakuolde biriktirmeye zorlanmaktadır (Hasegawa *et al.* 2000).

Yüksek sitozolik K^+/Na^+ ile $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ oranları hücresel metabolizmanın korunması için önemlidir. Bu oranların yüksek olması tuza toleransın bir göstergesi kabul edilmektedir. Çünkü K^+/Na^+ oranının yüksek olması bitkinin Na^+ yerine K^+ 'u tercih ettiğini dolayısıyla toleransının yüksek olduğunu göstermektedir (Al Karaki 2000). Tuzluluğun değişik patlıcan genotipleri üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, K^+/Na^+ oranının tuza tolerans düzeyi hakkında en iyi bilgiyi verebilecek parametrelerden biri olduğu ileri sürülmüştür (Yaşar 2003).

Aktaş (2002), tuz stresinde farklı biber genotiplerinin tolerans durumlarının belirlenmesinde bitkinin aldığı “ Na^+ ” konsantrasyonunun çok önemli olduğunu tespit etmiştir. Dayanıklı genotiplerin Na^+ yerine K^+ 'u tercih ettiklerini böylece bünyelerine daha az Na^+ alarak kendilerini bu stres faktörüne karşı koruduklarını söylemektedir. Bu durumda bitki bünyesindeki K^+/Na^+ ve $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ oranlarının da dayanıklılıkta

kullanılabilecek bir parametre olduğu düşünülmektedir. O halde tuz stresi ile çeşitli K^+ taşıyıcı genlerin transkript seviyeleri düşmekte veya yükselmektedir. Yani tuz stresi altında K^+ alınımı muhafaza etmek için bitkilerin farklı kapasiteleri olduğu muhtemeldir (Zhu 2003).

Bitki hücreleri sitozolde düşük Na^+ ve yüksek K^+ konsantrasyonunu korumak için H^+ -ATP az'ın aracılık ettiği birincil aktif taşımayı ve kanallar ile birlikte taşıyıcıların aracılık ettiği ikincil taşımayı kullanmaktadır. Tuz stresinin spesifik iyonları ve oluşturduğu çok yüksek osmolarite, bitki hücreleri tarafından hücre transmembran protein kinazlar ve belli kanallarla algılanmakta (Şekil 2.3) ve absisik asit (ABA) sentezini aktive etmektedir (Zhu 2003).



Şekil 2.3. Tuz stresi altındaki bitki hücrelerinde düşük sitoplazmik Na^+ miktarını korumak için gerekli iyon transporterleri ve gerçekleşen olayların yol izi (Taiz *et al.* 2002, Yokoi *et al.* 2002)

Ortaya çıkan ABA vakuoldeki Na^+/H^+ antiporterini şifreleyen $AtNHX1$ geninin transkripsiyonunu düzenlemektedir (Shi and Zhu 2002). Ortaya çıkan $AtNHX$ 'in tonoplast membranında yerleştiği (Yokoi *et al.* 2002) ve Na^+ 'un vakuolde birikmesinde aktivite gösterdiği söylenmektedir. Tuz stresine yanıtta vakuol H^+ -ATP az'ının da arttığı ifade edilmektedir (Blumwald 2000).

Na^+ 'un hücresel sistem tarafından algılanması konusunda az bilgi bulunmaktadır. Bitki hücreleri plazma membranının negatif potansiyelde olmasının, Na^+ 'un seçici olmayan kation kanalları (Amtmann and Sanders 1999) ve AtHKT1 aracılığıyla içeriye alınımını sağladığı düşünülmektedir (Rus *et al.* 2001, Máser *et al.* 2002).

Bulgular, Na^+ 'un hücreye alınımında en az iki sistemin bulunduğunu göstermektedir. Bu sistemlerden birisinin aktivitesinin Ca^{+2} tarafından direkt olarak engellendiği, diğeri olan AtHKT1'in ise tuza aşırı duyarlılık (SOS) yol izi tarafından negatif olarak engellenebildiği belirtilmektedir. SOS yol izinin, hücrede Na^+ ve K^+ homeostasisini düzenlediği ve Ca^{+2} ile aktivite gösterdiği tespit edilmiştir (Yokoi *et al.* 2002).

Bazı bitki hücrelerinde bulunan SOS yol izi bileşiklerinden SOS3'ün, Ca^{+2} 'un bağlandığı protein, SOS2'nin ise serin/threonin protein kinaz olduğu bildirilmiştir. Ca^{+2} , SOS3'e bağlandığı zaman SOS2 ve kinaz aktivasyonu ile etkileşime neden olmaktadır. SOS1, plazma-membran Na^+/H^+ antiporteri olup, SOS2 ve SOS3 kontrolünde Na^+ 'un hücrelerden uzaklaşmasında önemlidir. Ayrıca SOS yol izi bileşiklerinin, AtNHX ekspresyonunu da negatif olarak kontrol ettiği saptanmıştır. Plazma-membran H^+ -ATP az'ın, SOS1 tarafından Na^+ taşınımının sürücü gücünü oluşturduğu için tuz stresi altındaki hücrelerde arttığı bildirilmiştir (Zhu 2003).

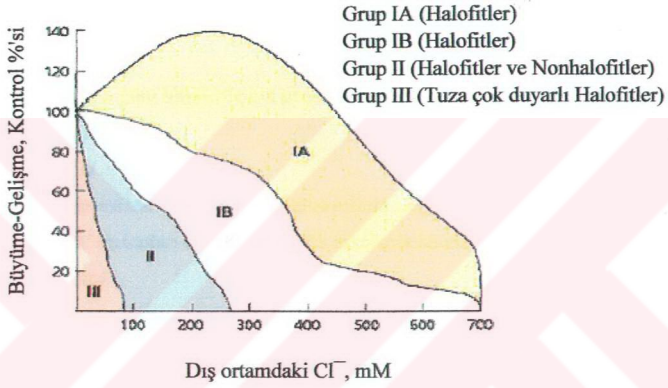
2.4. Bitkilerin Tuza Tolerans Açısından Sınıflandırılması

Bitki türlerinin büyüme-gelişmeleri (ve verimleri) tuz tarafından azaltılsa da, bunların tuza yanıtlarında çeşitlilik göze çarpar (Maas and Hoffman 1976).

Tuza gösterdikleri tolerans açısından bitkiler üç gruba ayrılır;

1- Halofitler: Tuzlu ortamların doğal florasıdır. Bu bitkiler 200-500 mM NaCl ortamında büyüme-gelişme göstermektedirler (Şekil 2.4). Tuza dirençli olan halofitler genellikle sitoplazmadaki tuzdan kurtulmak için vakuoller içinde sınırlama veya tuzu salgı bezleriyle dışarı atma gibi özel yapılara sahiptirler (Mohr *et al.* 1995).

- Öhalofitler veya fakültatif halofitler:** Optimum büyüme-gelişme için tuza gereksinim duyan genotiplerdir. *Suaeda maritima*, *Atriplex nummularia* örnekleridir.
- Miyohalofitler:** Sınırlı yüksek tuzluluk düzeylerinde büyüyüp gelişebilen genotiplerdir. *Atriplex hastata*, *Spartina townsendii* ve şeker pancarı örnekleridir.
- Obligat halofitler:** İlkel tuzlu su yosunları ve cyanobakteriler gibi sınırlı örnekleri vardır.



Şekil 2.4. Tuza toleransları farklı olan bitkilerin ortamdaki Cl^- miktarına bağlı olarak büyüme-gelişme farklılıkları (Greenway and Munns 1980, Taiz *et al.* 2002).

2- Halofitler ve bazı Glikofitler: Bu bitkilerde 200 mM NaCl'de büyüme-gelişme önemli oranda azalmaktadır. Pamuk, domates, arpa ve soya fasulyesi örnekleridir.

3- Tuza çok duyarlı Glikofitler: Meyve ağaçları ve avokado örnekleridir (Taiz *et al.* 2002).

Angiosperm familyasının 1/3'ünde tuza dayanıklı türler bulunur. Bununla birlikte, 20 familyaya ait 500 halofitik türün yaklaşık 1/2'si, monokotillerden Poaceae familyasında (%45) ve dikotillerden Chenopodiaceae familyasında (%44) yer almaktadır (Taiz *et al.* 2002).

2.5. Bitkilerde Tuz Stresinin Etkileri

Tuz stresi, bitkilerde hemen hemen her zaman, çok sayıda stres reaksiyonuna (stres sendromu) yol açmaktadır. Genel olarak bitkilerde tuzluluğun zararlı etkileri; turgor azalması, zar fonksiyonlarının veya enzim faaliyetlerinin inhibisyonu (Flowers *et al.* 1977, Greenway and Munns 1980, Wyn Jones and Gorham 1983), fotosentezin inhibisyonu (Schwarz and Gale 1981, Walker *et al.* 1981), taşıyıcı mekanizmaların eksikliğine bağlı olarak iyon eksikliğinin oluşması (Jeschke 1984) yada büyüme dışı işlemler için kullanılan metabolik enerjinin artması (Penning de Vries 1975, Yeo 1983) gibi çeşitli olayları kapsamaktadır.

Taiz *et al.* (2002)'e göre bitkilerde tuz stresinin etkileri iki grupta ele alınmaktadır,

1-Primer Etki:

- a) *Su Eksikliği*
- b) *İyon dengesizlikleri*: Membran potansiyelinin negatif olan çekici etkisinden dolayı, Na^+ 10^2 - 10^3 'ün katları olabilecek büyük oranlarda hücrede birikebilmektedir.

2-Sekonder Etki:

- a) *Hücre büyümesini azaltma*: Özümleme ürününün etkilediği hücre büyüme oranındaki azalma, su eksikliğine adaptasyondan dolayıdır.
- b) *Özümleme ürününü azaltma*: Karbon metabolizması ve fotofosforilasyon olayları tuza duyarlıdır.
- c) *Membran fonksiyonunu azaltma*
- d) *Sitozolik metabolizmayı yavaşlatma*: Halofit ve Glikofit enzimleri, NaCl'e eşit duyarlılıktadır.
- e) *Reaktif oksijen tiplerini (ROS) üretme*: NADPH gibi elektron alıcılarında elektron akışının çok fazla olması, ROS üretimiyle sonuçlanır. Bu yüzden ROS, fotosentetik ve mitokondriyal solunum ürünleridir. ROS lipid peroksidasyonu (membran yıkımı), protein oksidasyonu, enzim inaktivasyonu ve RNA/DNA zararından dolayı, hücre ölümlerine neden olabilen güçlü oksidantlardır.

2.6. Bitkilerde Kök ve Sürgün Uzunluğuna Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan eşitli Katkı Maddelerinin Etkileri

Tuzlu ortamda büyüme-gelişme gösteren bitkilerin yeşil aksamı ve kök gelişiminin bu durumdan olumsuz yönde etkilendiği saptanmıştır (Botella *et al.* 1997). Sera koşullarında yapılan bir çalışmada tuzluluğun salatalıkta sürgün uzamasını yavaşlattığı belirlenmiştir (Jones 1984, Jones *et al.* 1989). Chartzoulakis (1990) ve Abd-Alla (1992) da, salatalık bitkisi ile yaptıkları çalışmalarda bitki boyu ve yaprak sayısının tuzlulukla azaldığını bildirmişlerdir.

Bursa ve yöresinde yaygın olarak ekimi yapılan 6 ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidine (Gönen, Golia, Pehlivan, Marmara-86, Atilla-12, Saray Bosna) *in vivo* koşullarda uygulanan NaCl konsantrasyonunun artmasıyla kök boyu (cm) ve sürgün boyu (cm) değerlerinin önemli derecede azaldığı ifade edilmektedir. Özellikle Pehlivan çeşidinin diğer çeşitlere göre bu özellikler bakımından tuza daha fazla dayanıklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Dağüstü 2003).

Bitki büyümesindeki azalmanın ortamdaki tuzluluğun neden olduğu toprak içeriğinin osmotik potansiyelinin düşmesi (su stresi), iyon dengesizliği ve iyon toksisitesi ile bu faktörlerin kombinasyonu sonucu olduğu; bu faktörlerin tümünün bitki büyüme ve gelişmesine moleküler, biyokimyasal ve fizyolojik seviyelerde zararlı etkide bulunduğu ifade edilmektedir (Lewitt 1980, Mansour 2000).

Tuz stresine karşı dayanıklı bitki geliştirmeye yönelik araştırmalar bitki ıslahçılarının hedefleri arasında olup, bu çalışmalarda iyon transferi ve mineral beslenmeyi düzenleyen genler üzerinde durulmaktadır (Zhu *et al.* 1997, Zhu 2001). Osmotine benzer bir proteinin kodlandığı bir cDNA klonuyla transformaya uğratılan transgenik (S3) ve transgenik olmayan (S0) *in vitro* patates (*Solanum tuberosum* L. cv. Bintje) bitkilerinin NaCl'e maruz bırakılmasının sürgün büyümesini S0 bitkilerinde daha önemli olarak; kök büyümesini ise S3 bitkilerinde daha belirgin olarak azalttığı belirtilmektedir (Evers *et al.* 1999).

Tuzun meydana getirdiği zararlardan bitkileri kurtarma veya bitkilerin tuza toleranslarını arttırma stratejilerinden birisi de çeşitli katkı maddelerini tuzlu ortama yada bitkilerin direkt kendisine uygulamaktır. Tuzlu ortamların genellikle düşük azota sahip olduğu söylenmekte (Amonkar and Karnakar 1995) ve azotu bitki yetiştirme ortamına eklemenin, tuz stresi altında bitki büyümesini geliştirdiği belirtilmektedir (Dubey and Pessaraki 1995).

Kaya *et al.* (2001a) tarafından tuzun, çilek bitkisinin büyüme-gelişme ve üretim parametrelerinde hasar oluşturarak yapraklardaki P ve K konsantrasyonunu belirgin şekilde düşürdüğü; tuzlu ortamdaki çilek yapraklarına uygulanan KH_2PO_4 'ın tuz hasarını önlemeye çalıştığı söylenmektedir. Bu konuda yapılan bir başka çalışmada ise, 10^{-5} M metil jasmonatla (JA-Me) muamele edildikten sonra NaCl'e maruz bırakılan bezelye (*Pisum sativum* L.) fidelerinin sadece NaCl'e maruz bırakılan fidelerde ortaya çıkan büyüme-gelişme gerilemesini azalttığı ifade edilmektedir (Velitcukova and Fedina 1998).

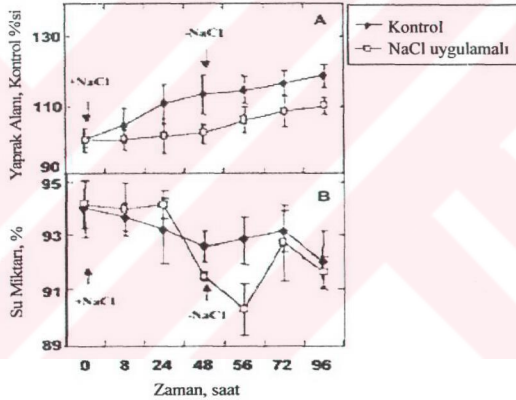
2.7. Bitkilerin Yaprak Alanına Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri

Tuz stresi altındaki bitkilerde genel olarak stomalar kapatılıp yaprak alanları azaltılarak transpasyon miktarı düşürülmeye çalışılmaktadır. Bu durumda hem bitkideki su kaybı en aza indirilmiş olur, hem de topraktan su ile birlikte tuzun alınması da engellenmiş olur. Yaprak alanlarındaki azalma ile birlikte birim alandaki CO_2 fiksasyonu da azalmaktadır (Karanlık 2001).

Tuzluluk, bitkilerin Na^+ iyonunu almalarıyla birlikte olumsuz etkilerini göstermeye başlamakta ve bu etkiler bitki tür ve çeşitlerine göre de farklılıklar göstermektedir. Örneğin, kavun genotipinde fide döneminde ortamın tuz konsantrasyonunun artması ile yaprak alanındaki azalma arasında yakın bir ilişki olduğu ve bu durumun kavun genotipinin fide döneminde tuza tolerans için kullanılabilir bir parametre olduğu belirtilmektedir (Jose *et al.* 1997). Bitkilerde yaprak alanlarındaki azalmanın bünyedeki Na^+ ve Cl^- iyonları ile doğrudan ilişkili olduğu (Yang *et al.* 1990) ve yapraktaki Na^+

konsantrasyonu ile bitki biyokütlesi arasında ters bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Schachtman *et al.* 1991).

Hernández and Almansa (2002), bezelye bitkilerine (*P. sativum* L.) kısa süreli 70 mM NaCl uygulamasının bitki yaprak alanını ve su miktarını etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bitkilere NaCl uygulamasıyla yaprak büyümesinin durduğunu ve su miktarında azalma olduğunu ifade etmektedirler. Ancak uygulamadan 48 saat sonra tuz içermeyen ortama alınan bitkilerde, alındıktan 8 saat (56. saat) sonra % 8.2'lik bir gecikmeyle yaprak büyümesinin tekrar başladığını (Şekil 2.5); bu zamanlarda maksimum derecede azalan yaprak su potansiyelinin iyileşme süreci sonunda (96. saat) kontrol değerine ulaştığını tespit etmişlerdir.



Şekil 2.5. Kısa süreli NaCl stresinin etkisi ve bezelye yapraklarının büyümesinde (A) ve su miktarında (B) iyileşme

Araştırmacılar, kısa süreli tuz (NaCl) stresinin bezelye yaprak alanı üzerinde ve yaprak su ilişkisinde geri dönüşebilen bir etkisi olduğunu ifade etmektedirler.

Tuzluluğun salatalık bitkisinin yaprak alanında da önemli bir azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Jones *et al.* 1989, Al-Harbi and Burrage 1992). Bu azalmanın azalan fotosentetik alanla birlikte büyümedeki gerilemenin önemli sebeplerinden biri olabileceği düşünülmektedir (Luna *et al.* 2000). Buna karşın, beş farklı şeker pancarı genotipine 50

mM NaCl uygulamasının yaprak alanı üzerine önemli bir etkide bulunmadığı, 100 ve 200 mM NaCl uygulamalarının ise bu büyüme parametresini yine olumsuz etkilediği ve genotipler arasında bu etkilenme açısından önemli farklar olduğu bildirilmiştir (Ghoulam *et al.* 2002).

Köklerden besin solüsyonuyla birlikte uygulanan NaCl'ün, çilek bitkilerinde yaprak alanını azalttığı, bu koşulda bitkilerin yapraklarına katkı maddesi olarak püskürtülen KH_2PO_4 'ın bitkilerin yaprak alanında belirgin bir artış sağladığı ifade edilmektedir (Kaya *et al.* 2001a).

Lopez *et al.* (2002)'nin yaptıkları bir çalışmada fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerine uygulanan tuz konsantrasyonunun artmasına ve maruz kalma süresine bağlı olarak fide yaprak alanında azalma olduğu tespit edilmiştir. 50 ve 100 mM NaCl uygulanmış fidelerin yapraklarına 10 mM glisinbetain püskürtülmesinin yaprak alanlarını sırasıyla %77 ve %63 oranlarında artırdığı fakat bu artışın stres altında olmayan bitkilere göre belirgin şekilde düşük değerlerde kaldığı belirtilmektedir.

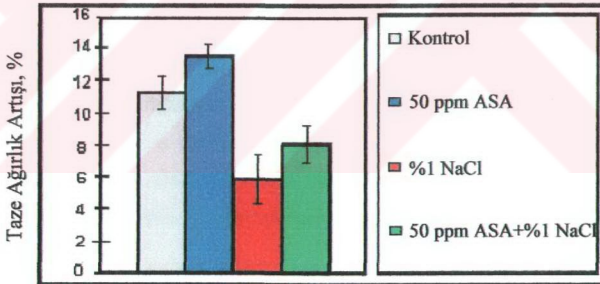
2.8. Bitkilerin Yaprak Taze, Kuru Ağırlığı ve Oransal Su İçeriğine Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri

Tuzlu ortamda büyüme ve gelişme gösteren bitkilerin yapraklarındaki Na^+ konsantrasyonu ile bitki biyokütlesi arasında ters bir ilişki olduğu saptanmıştır (Botella *et al.* 1997). Buğday ve salatalık fidelerine uygulanan NaCl'ün genotipler arasında farklılık göstererek bitkilerin taze ve kuru ağırlık miktarlarını azalttığı ifade edilmektedir (Güneş vd. 1997, Baysal 2004). Buna karşın, Evers *et al.* (1999) osmotine benzer bir proteinin kodlandığı bir cDNA klonuyla transformata uğratılan transgenik ve transgenik olmayan *in vitro* patates bitkileri NaCl'e maruz bırakıldığında bu durumun her iki genotipin taze ve kuru madde miktarında belirgin bir azalma oluşturmadığını ve sürgün nekrozunun da görülmediğini söylemektedirler.

Tuz stresine maruz bırakılan salatalık (*Cucumis sativus* L. cv. Beit Alpha F1) bitkisinin kontrol grubuyla karşılaştırıldığında kuru maddesinin ve büyüme-gelişmesinin daha düşük olduğu, bu bitkinin toprağına $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ilave edilmesinin kuru madde miktarını ve bitki büyüme-gelişmesini arttırdığı belirtilmektedir (Kaya and Higgs 2002).

Panneerselvam *et al.* (1997) tarafından turp (*Raphanus sativus* L.) bitkisinin NaCl'e maruz bırakıldığında kuru madde miktarını kontrol grubuna göre % 50'den daha fazla azalttığı; bitkiye NaCl ile birlikte uygulanan triadimefonun (TDM) bitkinin büyüme-gelişme ve kuru madde miktarı üzerinde maksimum iyileştirici etkide bulunduğu söylenmektedir.

Fenolik bir bileşik olan asetilsalisilik asitin (ASA) de, tuz stresi gibi stres tiplerine karşı bitkilere direnç sağladığı söylenmektedir (Duygu 1981). Bu amaçla Çanakçı ve Munzuroğlu (2002), fasulye (*P. vulgaris* L.) fidelerinin primer yapraklarından alınan disklerde ağırlık değişimleri üzerine NaCl ve/veya ASA'nin etkilerini araştırmışlardır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Fasulye fidelerinin primer yapraklarından alınan disklerde taze ağırlık değişimi üzerine ASA ve NaCl'ün etkisi

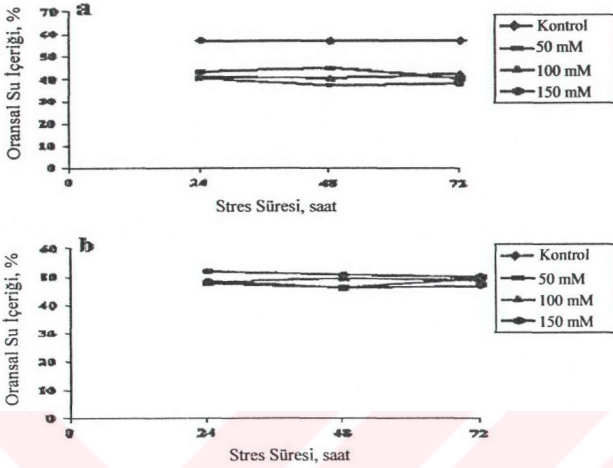
Fasulye yaprak disklerinde taze ağırlığın kontrol grubuna göre, sadece ASA uygulanan grupta % 19.59 oranında arttığı, sadece NaCl uygulanan grupta % 48.49 ile en fazla oranda azaldığı belirtilmiştir. ASA'nin, NaCl ile birlikte uygulandığı grupta ise kontrol grubuna göre % 28.63 oranında taze ağırlık kaybı olduğu yani ASA'nin NaCl'ün taze ağırlığı azaltmasını engellediği ifade edilmiştir.

Shakirova *et al.* (2003) yaptıkları bir çalışmada, 3 saat 0.05 mM SA ile muamele ettikleri buğday (*T. aestivum* L. cv. Saratouskaya 29) tohumlarının bir kısmını fide döneminde 24 saat %2 sukroz ve farklı (%1, %2 ve %4 NaCl) tuz konsantrasyonlarına maruz bıraktıklarını belirtmektedirler. Araştırmacılar, tohum evresinde SA ile muamele edilen sukroz ve NaCl'ün uygulanmadığı fidelerin, en yüksek taze ve kuru ağırlığa sahip olduğunu ve bu fidelere göre sadece %2 NaCl uygulanan fidelerin taze ve kuru ağırlıklarının bir miktar azaldığını ifade etmektedirler.

Bazı fizyolojik ve morfolojik olayların yaprakta azalmakta olan turgor potansiyeli ile ilişkili olduğu ve artan stresle birlikte yaprak dokusu OSI'nin de azaldığı belirtilmektedir (Jones *et al.* 1989, Al-Harbi *et al.* 1992). Drew *et al.* (1990), büyüme ortamında mevcut olan NaCl'ün salatalığın yaprak su potansiyelini azalttığını bildirmişlerdir. Ghoulam *et al.* (2002), 100 ve 200 mM NaCl uygulamalarının beş farklı şeker pancarı bitkisinde önemli farklılıklar oluşturarak taze, kuru ağırlık ve yaprak OSI miktarlarını olumsuz etkilediğini fakat 50 mM NaCl uygulamasının bu parametreler üzerinde önemli bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

Vigna mungo L. cv. Candhari Mash (göreceli tuza dayanıklı) ve *V. mungo* cv. Mash 654 (tuza duyarlı) kültür bitkilerine çiçeklenme dönemlerinde uygulanan NaCl'ün her iki kültür bitkisinin yaprak su potansiyeli, yaprak solüt potansiyeli ve turgor potansiyelini azalttığı söylenmektedir. Özellikle yüksek tuzluluk düzeylerinde Candhari Mash'ın daha büyük yaprak su potansiyeli ve turgor potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir (Ashraf 1989).

Tuza-duyarlı (*Lycopersicon esculentum* Mill cv. Falcon 82) ve tuza-dayanıklı (*L. pennellii* Corell) olan iki domates fidesine artan konsantrasyonlarda NaCl uygulanıp, bu türlerden 24, 48 ve 72. saatlerde alınan örneklerde yaprak OSI miktarının (Şekil 2.7), kontrollerine göre tuza-duyarlı domates türünde azaldığı, tuza-dayanıklı domates türünde ise arttığı söylenmektedir (Porgalı 2001).



Şekil 2.7. NaCl stresi altında 72 saat büyüme-gelişme gösteren *L. esculentum* (a) ve *L. pennellii* (b)'nin OSİ yanıtı

Katkı maddesi olarak SA uygulamasının tuz stresine olan etkisini görmek amacıyla yapılan bir çalışmada, domates bitkileri (*L. esculentum* Mill. L. cv. Rio Fuego) önce düşük (10^{-7} – 5×10^{-4} M) SA'ye yetiştirilip, belli bir süre sonra aynı ortama NaCl ilave edildiğinde, bitkide tuz zararının önüne geçilebildiği söylenmektedir. SA'in iyon birikim artışının sonucu olan yaprak su potansiyelini artırdığı tespit edilmiştir (Tari *et al.* 2002).

Tuz stresi altındaki biber (*C. annuum* cv. 11B14) bitkilerinin yetiştirme ortamına katkı maddesi olarak üre (N) ilave edilmesinin, tuzluluktan doğan zararı engellediği ifade edilmektedir. Kaya and Higgs (2003), tuz stresi altındaki biber bitkilerinin su kullanımında önemli azalmalar tespit ettiklerini, ortama ilave edilen üre ile kontrol grubundan düşük olarak bitkilerin su kullanımının arttığını belirtmektedirler.

Tuz stresi altındaki salatalık (*C. sativus*), biber (*C. annuum*) ve domates (*L. esculentum* Mill.) kültür bitkilerinde, tuzun uygulanmadığı (kontrol) gruplara göre kuru madde miktarının ve su kullanımının azaldığı tespit edilmiştir. Belirtilen tüm bitkilere uygulanan KH_2PO_4 ve sadece biber ile salatalığa uygulanan K_2SO_4 'ün bu bitkilerde kuru madde

miktarını ve su kullanımını düzelttiği söylenmektedir (Kaya *et al.* 2001b; Kaya *et al.* 2001c).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. cv. Giza 2) bitkisi farklı konsantrasyonlardaki NaCl ve CaCl₂ karışımlarıyla strese maruz bırakıldıklarında bitki büyüme oranlarının (uzama ve kuru madde üretimi) yavaşlayıp yaprak OSİ ve yaprak ile kök su potansiyelinin azaldığı tespit edilmiştir. Fide dönemlerinde tuz stresi altındaki bu bitkinin sürgün ve köklerine 5 ve 10 mL⁻¹ tıyamin uygulamasının yaprak OSİ'ni ve kuru madde üretimini arttırdığı söylenmektedir (Sayed and Gadallah 2001).

NaCl ve CaCl₂ ile strese sokulan fasulye (*Vicia faba* L. cv. Calvor 103) bitkisinin kuru madde miktarı ve yaprak OSİ'nde azalma olduğu ifade edilmektedir. Tuz stresi altındaki bu bitkilerin sürgünlerine prolin (8.7 µM) ve glisinbetain (8.5 µM) püskürtülmesinin genel olarak yaprak OSİ ve bitkinin kuru madde miktarlarını arttırdığı belirtilmektedir (Gadallah 1999).

Senaratna *et al.* (2000), fasulye (*P. vulgaris* L.) ve domates (*L. esculentum* L.) tohumlarına ve fidelerine uygulanan SA veya ASA'in (0.1-0.5 mM) bitkilerin sıcaklık, soğuk ve kuraklık streslerine toleranslarını arttırdığını ifade etmektedirler. Araştırmacılar özellikle 0.1 mM veya 0.5 mM SA ve ASA'in tohum veya fidelere uygulandığı bir hafta su verilmeyen bitkilerde, turgorun oransal olarak yüksek derecede korunduğunu belirtmişlerdir.

Aynı araştırmacılar yaptıkları bir başka çalışmada, fasulye (*P. vulgaris* cv. Brown Beauty) ve domates (*L. esculentum* cv. Romano) bitkilerinin tohumlarına veya fidelerine uygulanan 0.05, 0.1, 0.25, 0.5 ve 1.0 mM benzoik asit (BZA), sülfosalisilik asit (SSA), metilsalisilik asit (MSA) ve SA solüsyonlarının, bu bitkilerin soğuk, sıcaklık ve kuraklık streslerine karşı toleranslarını arttırdığını belirtmektedirler. Elde edilen verilere göre 0.1 ve 0.25 mM BZA ile 0.1 ve 0.5 mM SSA, MSA veya SA'in gerek tohum gerekse fide dönemi uygulamalarında belirtilen üç stres tipi için de bitkilerde %100 canlılık sağladığı söylenmektedir. BZA'in tüm konsantrasyonlarında ve 0.1 mM SSA, MSA veya SA uygulamalarında bu stres tiplerine maruz kalan bitkilerde kuruma ve yapraklarda nekroz

gibi belirgin zararlar görüldüğü belirtilmektedir. SSA, MSA veya SA'in uygulanmadığı veya 0.05 mM uygulandığı stres altındaki bitkilerde ise turgor kaybı, sonradan da %100'e varan oranlarda kuruma ve ölüm görüldüğü ifade edilmektedir (Senaratna *et al.* 2003).

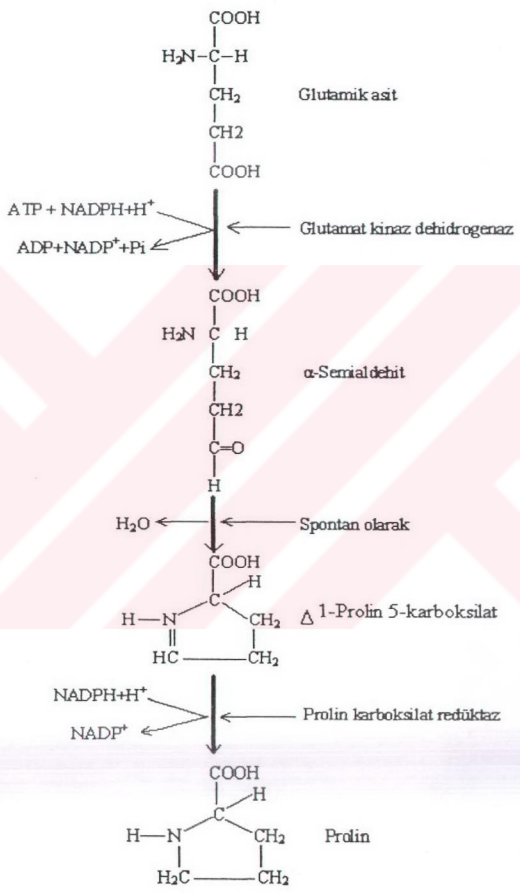
Tuz zararına karşı dayanıklı transgenik bitkiler, kuraklık ve don streslerine de dayanıklı olabilmektedir. Çünkü tuzluluğu kontrol eden birçok gen aynı zamanda diğer çevresel stres faktörlerini de kontrol edebilmektedir (Zhu *et al.* 1997). SA eksikliğini sağlayan bir salisilat hidroksilaz geni (NahG) olan transgenik *Arabidopsis* tipi ve transgenik olmayan yabancı tip *Arabidopsis*'in, farklı abiyotik stres koşullarına yanıtlarının araştırıldığı bir çalışmada, 100 mM NaCl ortamında çimlendirilmiş yabancı tip bitkilerin sürgünlerinde nekroz gözlemlendi fakat aynı koşullar altında çimlendirilmiş NahG bitkilerinin yeşil kalıp tam yaprak gelişimi gösterdiği ifade edilmektedir. Araştırmacılar, aynı koşullar altında NahG fidelerinde nekrozun görülmemesini, tuz ve osmotik stres sırasında fotosentetik dokularda SA'in ROS oluşturma potansiyeli taşımasıyla ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca ışık altında 100 mM NaCl ortamında 15 günden sonra NahG fide sürgünlerinin yabancı tipten yedi kat daha ağır (taze ağırlık, mg bitki⁻¹) olduğu belirlenmiştir (Borsani *et al.* 2001).

Velitcukova and Fedina (1998), bazı bezelye (*P. sativum* L.) fidelerine JA-Me ve daha sonra tüm fidelere NaCl uyguladıklarında yaprak OSİ'nin sadece NaCl uygulanan bitkilerde en fazla oranda (%88.3) azaldığını söylemektedirler. JA-Me ön-uygulamalı NaCl uygulama gruplarında ise oranın kontrol grubu değerine yaklaştığı bildirilmiştir.

2.9. Bitkilerde Prolin Birikimine Tuz ve Tuzla Beraber Uygulanan Çeşitli Katkı Maddelerinin Etkileri

Tuz stresine maruz kalan bitki hücrelerinde çoğunlukla gözlenen yanıtın prolin birikimi olduğu söylenmektedir (Jones *et al.* 1993). Hidrofilik karakterde olan prolinin, protein hidrolizi sonucu oluşmaktan ziyade yeni baştan sentezlendiği (Şekil 2.8) ve oldukça yüksek miktarlarda biriktiği belirtilmektedir. Bu sayede hücrenin protein hidrolizi sonucu ortaya çıkan NH₄⁺u, sentezlenen prolinin yapısına katarak, hücre içinde bu iyonun serbest halde depolanmasını önlemeye yönelik bir adaptasyon da sağladığı düşünülmektedir (Levitt 1972). NH₄⁺ iyonunun bu aminoasitin yapısına girmesi

konusunda glutamik asit anahtar rol oynamakta, sitrik asit döngüsünün bir ara metaboliti olan α -ketoglutarik asite NH_4^+ 'un katılmasıyla glutamik asit sentezi gerçekleşmektedir (Gözükara 1994).

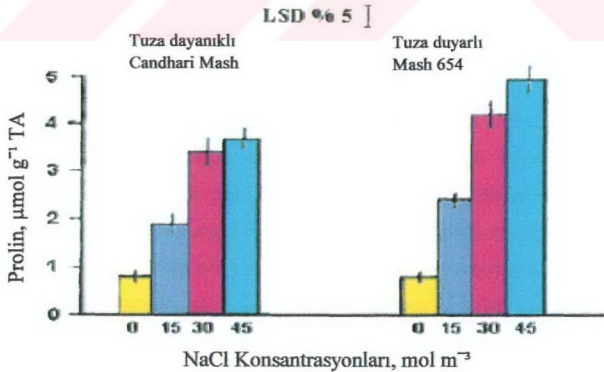


Şekil 2.8. Prolin aminoasitinin biyosentez yol izi

Prolin aminoasiti bitkilerin stres koşullarına adaptasyon belirtilerinden birisidir. Prolin birikiminin tuzluluk adaptasyonunu başlatmadığı fakat tuzluluk stresine karşı diğer yanıtların başlatılmasının bir sonucu olarak tetiklendiği düşünülmektedir (Hasegawa *et al.* 1986).

Yapılan çeşitli araştırmalarda birçok bitkinin tuza dayanıklı çeşitlerinde prolin konsantrasyonu duyarlı olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın Lutts *et al.* (1996), tuza dayanıklı pirinç genotipinin duyarlı olan genotipe oranla daha az prolin biriktirdiğini belirlemiş; prolinin tuz stresine maruz kalmış pirinç bitkisinin osmotik uyumunda rol almadığını savunmuştur. Prolinin tuza toleranstaki rolü üzerinde yapılan farklı bildiriler, prolinin tuz toleransı için bir seçim kriteri gibi kullanılmasında şüphe uyandırmaktadır (Wyn Jones 1981, Moftah and Michel 1987).

Köklenme ortamında artan NaCl konsantrasyonuna (15, 30 ve 45 mol m⁻³) bağlı olarak tuza-dayanıklı *V. mungo* cv. Candhari Mash ve tuza-duyarlı *V. Mungo* cv. Mash 654 kültürlerinin prolin miktarının (Şekil 2.9) önemli oranlarda arttığı; tuza duyarlı olan bitkinin dayanıklı bitkiye göre yapraklarında çok daha fazla prolin biriktirdiği belirtilmektedir (Ashraf 1989). Buna göre Moftah and Michel (1987)'in soya fasulyesinde de ileri sürdüğü gibi *V. mungo*'daki prolinin de tuz dayanıklılığının bir göstergesi olarak kullanılmayacağı sonucu çıkarılmaktadır.



Şekil 2.9. Kum kültüründe farklı NaCl konsantrasyonları uygulanarak yetiştirilen iki *V. mungo* L. kültürünün ortalama yaprak prolin miktarları

Çakırlar ve Topçuoğlu (1987), tuz gölü halofitlerinden *Frankenia hirsuta* L.(86.63 µmol prolin g⁻¹ taze ağırlık), *Artemisia herba-alba* Asso (40.19 µmol prolin g⁻¹ taze ağırlık) ve *Zygophyllum fabago* L. (37.29 µmol prolin g⁻¹ taze ağırlık)'da yüksek miktarlarda prolin tespit etmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, NaCl (50 ve 150 mM) ve Na₂SO₄ (33.5 ve 100 mM) tuzları ilave edilerek hazırlanmış izoosmotik kültür çözeltilerinde yetiştirdikleri ayçiçeği (*H. annuus* L. cv. Peredovik) bitkisinin yaprak dokularındaki prolin birikiminin artan NaCl ve Na₂SO₄ konsantrasyonları ile artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca ayçiçeği yapraklarındaki prolin birikimine, NaCl ve Na₂SO₄ izoosmotik konsantrasyonlarının benzer etki gösterdiği ifade edilmektedir. Yapılan bir başka çalışmada da, artan konsantrasyonlarda (50, 100 ve 150 mM) NaCl uygulamasının tuza-duyarlı (*L. esculentum* Mill cv. Falcon 82) ve tuza-dayanıklı (*L. pennellii* Corell) iki domates fidesinin yaprak dokularındaki prolin miktarlarını 24, 48 ve 72. saatlerde arttırdığı söylenmektedir (Porgalı 2001).

Baysal (2004), NaCl uygulamasının 7. ve 14. günlerinde hasat edilen salatalık (*C. sativus* L.) bitkisinin Çengelköy, Anadolu F1 ve Beith Alpha genotiplerine ait fidelerinin yaprak dokularındaki prolin miktarlarının uygulama süresi ve genotipe bağlı olarak farklı oranlarda arttığını ifade etmektedir. Diğer araştırmalarda ise, 68 mmol kg⁻¹ NaCl uygulanan temel gübreli topraklarda yetiştirilen buğday, mısır ve nohut genotiplerine ait fidelerin prolin miktarlarının farklı düzeylerde arttığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu artışları bitkilerin stres koşullarına dayanabilmeleriyle ilişkilendirmişlerdir (Güneş vd. 1997, Taban vd. 1999, Özcan vd. 2000).

Genetik kaynaklar arasında tuza dayanıklılık bakımından farklılıklar olmasına rağmen dayanıklı çeşit miktarı oldukça sınırlıdır. Bu nedenle tuza dayanıklı çeşit bulma çalışmaları ve mevcut genetik potansiyelin değerlendirilmesi önemlidir (Ashraf 1994). Fakat tuza dayanıklı genotip seçiminde yararlanılan fizyolojik ve moleküler düzeydeki çalışmaların tam olarak anlaşılabilmesi ve bu stres faktörünün çok gen tarafından kontrol edilen kompleks bir karakter olması, uygun genetik modelin bulunmasını ve dayanıklılık ıslahını zorlaştırmaktadır (Zhu 2000). Evers *et al.* (1999), patatesin transformasyonla üretilen transgenik (S3) ve transgenik olmayan (S0) iki genotipini 3 hafta 100 mM NaCl'e maruz bıraktıklarında prolin miktarının S0 bitkisinde 1. günden itibaren devamlı ve şiddetli

olarak arttıgını; S3 bitkisinde ise orta derecede yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bu farklılık iki genotipin tuza karşı farklı tolerans düzeylerine sahip olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bir başka çalışmada ise, pirinç (*Oryza sativa* L.) bitkisinin tuza duyarlı (Basmati 370) ve tuza dayanıklı (SR-26B) çeşitlerinden NaCl'e adapte olan ve olmayan kalluslar elde eden Basu *et al.* (2002) daha sonra bu kalluslara NaCl uyguladıklarında, toplam içsel prolin miktarının tuza adapte kalluslardan dayanıklı SR-26B ve tuza adapte olmayan kalluslardan duyarlı Basmati 370'de daha yüksek olarak artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

Tuz stresine maruz kalan bitkideki prolin miktarına katkı maddesinin etkisini görmek amacıyla yapılan bir çalışmada, Velitcukova and Fedina (1998), düşük konsantrasyondaki JA-Me ile ön-muamele edilen bezelye (*P. sativum* L.) fidelerine 30 mM NaCl uyguladıklarında prolin miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Sadece JA-Me uygulanan fidelerin prolin miktarının, sadece tuz uygulanan fidelerdeki prolin miktarına paralellik içinde arttığı fakat JA-Me ön-uygulamalı NaCl'e maruz bırakılan fidelerdeki artışın diğer gruplarla sinerjistik olmadığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, sadece NaCl uygulanan bitkilerde serbest prolinin yüksek olan miktarının, orta dereceli osmotik stres (ek olarak iyonik stres) den olabileceğini ileri sürmektedirler.

SA ile muamele edilen buğday (*T. aestivum* L. cv. Saratouskaya 29) tohumlarına fide dönemlerinde farklı (%1, %2 ve %4 NaCl) tuz konsantrasyonları uygulanmış ve bu durumun fidelerdeki prolin miktarlarını arttırdığı tespit edilmiştir. Özellikle %2 ve %4 NaCl uygulamalarında prolin miktarlarının daha fazla arttığı, bu artışın tuzun zararlı etkisinde azalmaya ve stresten sonraki onarım süreçlerinin hızlanmasına yardım ettiği belirtilmiştir (Shakirova *et al.* 2003). Buna karşın, Al-Hakimi and Hamada (2001), 0.6 mM askorbik asit, 0.3 mM tiyamin ve 0.6 mM sodyum salisilat ile muamele ettikleri buğday (*T. aestivum* L.) tohumlarına fide dönemlerinde farklı konsantrasyonlarda NaCl (40, 80, 120 ve 160 mM) uyguladıklarında, fidelerin kök ve sürgünlerindeki prolin birikiminin azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar prolin birikiminin stres şiddetinin bir göstergesi olarak algılanabilmesinden dolayı, vitamin ve sodyum salisilatın tuzluluk stresini düzelttiğini ileri sürmüşlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Nisan-Temmuz 2004 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında yürütülmüştür. Bitki örneklerinin analizleri ise Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Bitki Fizyolojisi Araştırma Laboratuvarları'nda yapılmıştır.

3.1. Materyal

Araştırmada Türkiye koşullarında yetiştirilen iki biber çeşidi (*C. annuum* L.) kullanılmıştır. Biber çeşitlerine ait tohumlardan Kahramanmaraş-Acı yerli olan tohum, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden (Doç. Dr. Gülat ÇAĞLAR); Demre-8 tohumu Demre Çelik Ticaret Ziraî İlaç ve Tohum Bayii'nden temin edilmiştir.

3.1.2. Sera İçi İklim Özellikleri

Bitkileri yetiştirme süresi boyunca, günlük rasatlar sonucunda sera içi gündüz sıcaklığının 25-40 °C arasında değiştiği, gece sıcaklığının minimum 11 °C'ye düştüğü, fakat genellikle 15-24 °C arasında olduğu saptanmıştır. Bu süre içerisinde günlük bağıl nem ölçümü değerleri ise %53-56 arasında değişmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohumların Çimlendirilmesi

Çeşitlere ait biber tohumları seçilerek çeşme suyu ile yıkanmıştır. Bu tohumlar Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi tarafından üretilip satışı yapılan çeşme suyu ile ıslatılmış %70 torf, %25 kum ve %5 perlit karışımının konulduğu çimlendirme sandıklarına yerleştirilmiş ve sera koşullarında çimlendirilmiştir (Resim 3.1). Çimlendirme

sandıklarında yetiştirilen biber fideleri, 2-3 yapraklı döneme gelinceye kadar geçen 30 günlük süre içinde sadece çeşme suyu ile sulanmıştır (Günay 1981).



Resim 3.1. Çimlendirme sandıklarında çimlendirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinin 30 günlük gelişme dönemi sonunda genel görünüşleri

3.2.2. Bitki Yetiştirme Ortamının Hazırlanması ve Uygulamalar

Denemede kullanılan toprak örneği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme tarlasından, 0-20 cm'lik yüzey katmanından sağlanmış, elenmiş ve kurutulmuştur. Bu toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Ek 1'de verilmiştir.

Temizlenmiş ve etiketlenmiş 75×15×13 cm boyutlarındaki plastik saksıların iç yüzeyleri, uygulanan Aklar Kimya'ya ait teknik saflıktaki SA'in, NaCl ve sulama suyunun ortamdaki uzaklaşmasını önlemek amacıyla naylon ile kaplanmıştır. Her saksıya 9'ar kg elenmiş ve kurutulmuş toprak doldurulmuştur. Temel gübreleme olarak NH_4NO_3 'tan 100 mg N kg^{-1} , KH_2PO_4 'tan 100 mg P kg^{-1} ve 125 mg K kg^{-1} uygulanmıştır.

Denemede kullanılan saksılar, amaca uygun olarak farklı uygulamalar yapılmak üzere gruplara ayrılmıştır. Bu grupların temsil ettiği uygulamalar Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber çeşitlerine ait uygulamalar

Uygulamalar	Demre-8	Kahramanmaraş-Acı
K	Kontrol	Kontrol
T	60 mM NaCl	60 mM NaCl
T+SA1	60 mM NaCl + 0.1 mM SA	60 mM NaCl + 0.1 mM SA
T+SA2	60 mM NaCl + 0.5 mM SA	60 mM NaCl + 0.5 mM SA
T+SA3	60 mM NaCl + 1.0 mM SA	60 mM NaCl + 1.0 mM SA

Uygulamalar arasında SA1 (0.1 mM), SA2 (0.5 mM) ve SA3 (1.0 mM) olarak ifade edilen konsantrasyonlardaki SA, kendi gruplarına ait topraklara fide transferinden önce katı formda uygulanmış ve topraklar karıştırılmıştır. Denemede, iki çeşide ait her bir uygulama için 3'er adet olmak üzere toplam 30 saksı bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Deneme tesadüfi bloklar deneme desenine uygun olarak kurulmuştur.

3.2.3. Fidelerin Saksılara Transferi ve Büyütülmesi

Çimlendirme sandıklarında yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber çeşitlerine ait fidelerden 30 günlük sürenin sonunda 2-3 yapraklı döneme ulaşanlar seçilmiş, hazırlanan her bir saksıya aralarında yaklaşık 5'er cm mesafe olacak şekilde 36'şar adet fide transfer edilmiştir. Bu işlem sırasında fidelerin kök bölgeleri, çimlendirme ortamından (torf, kum ve perlit) arındırmak için oda sıcaklığına getirilmiş musluk suyu ile yıkanmıştır.

Farklı konsantrasyonlardaki SA (0.1, 0.5 ve 1.0 mM)'in uygulandığı temel gübreli saksılara ve sadece temel gübreleme yapılmış diğer uygulamalara ait saksılara transfer edilen iki biber çeşidine ait fideler, yerleştirildikleri saksılarda çeşme suyu ile sulanarak 7-8 yapraklı döneme kadar büyütülmüşlerdir (Resim 3.2).



Resim 3.2. Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin 7-8 yapraklı dönemdeki genel görünüşleri

3.2.4. Fidelere NaCl Uygulanması ve Örnek Alınması

Biber fideleri 7-8 yapraklı döneme geldiklerinde iki çeşidin K hariç diğer uygulamalarını temsil eden saksılara, osmotik şoku önlemek amacıyla beş gün arayla iki adımda (30 mM+30 mM) toplam 60 mM NaCl sulama suyu şeklinde uygulanmıştır. Son NaCl uygulamasından 5, 10, 15 ve 20 gün sonra iki biber çeşidine ait her bir uygulamayı temsil eden saksılardan örnekler alınmıştır.

3.2.5. İncelenen Parametreler

3.2.5.1. Kök ve sürgün uzunluğu

NaCl uygulamasından 5, 10, 15 ve 20 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerine ait her bir uygulamayı temsil eden saksılardan eşit büyüklüğe ulaşan 7'şer fide tesadüfi olarak seçilip hasat edilerek kök ve sürgün uzunlukları cetvel yardımıyla cm cinsinden ölçülmüştür. Kök uzunluğu fidelerin kök tacı ile kök ucu arasındaki mesafenin

ölçülmesi ile sürgün uzunluğu ise aynı fidelerin kök tacı ile sürgün ucu arasındaki mesafenin ölçülmesi ile belirlenmiştir.

3.2.5.2. Yaprak alanı

NaCl uygulamasından 5, 10, 15 ve 20 gün sonra iki biber çeşidine ait her bir uygulamayı temsil eden saksılardan eşit büyüklükteki 7'şer fide tesadüfi olarak seçilmiş ve bu fidelerin tüm yaprakları, alanlarının hesaplanması için özel saydam kâğıtlar üzerine kopya edilmiştir. Yaprak alanı indeksi, yaprakların kopya edildiği kâğıtlardan Ortiz *et al.* (1994)'a göre PLACOM marka KOIZUMI KP-80N model Digital Planimeter cihazıyla cm^2 cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.5.3. Taze, kuru ağırlık ve oransal su içeriği

Taze, kuru ağırlık ve OSİ, Öncel vd. (2002)'lerine göre iki biber çeşidine ait fidelerin yaprakları kullanılarak ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Bunun için NaCl uygulamasından 5, 10, 15 ve 20 gün sonra iki çeşidin her bir uygulamasına ait fide yapraklarından 0.5 cm'lik 50'şer tane disk çıkarılmış ve hassas terazide tartılarak taze ağırlıkları belirlenmiştir. Bu diskler içlerinde 15'şer ml saf su bulunan petri kaplarına alınıp 3 saat bekletilmiş ve bu süre sonunda petrilere çıkarılıp, kurutma kağıdı ile kurutulan disklerin turgorlu ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra kuru petrilere alınan diskler, 85 °C'ye ayarlanmış etüvde 2 gün bekletilip kurutulmuş ve bu süre sonunda disklerin kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bu verilerden yararlanılarak OSİ aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Oransal su içeriği (OSİ)} = 100 (T_a - K_a) / (T_u - K_a)$$

Burada;

T_a : Taze ağırlık, g

K_a : Kuru ağırlık, g

T_u : Turgor ağırlığı, g'dır.

3.2.5.4. Serbest prolin analizi

NaCl uygulamasından 5, 10, 15 ve 20 gün sonra iki biber çeşidinin farklı uygulamalarına ait fide yaprakları aşağıdan yukarıya doğru alt (1-4. yaprak) ve üst (5-8. yaprak) yaprak şeklinde ayrılıp, etiketlenmiş ve liyofilizasyon işlemine kadar -70°C 'de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

Liyofilize edilerek kurutulan ve öğütülen yaprak örneklerindeki prolin miktarlarını tespit etmek için Bates *et al.* (1973)'nin analiz yöntemi kullanılmıştır. Bunun için hazırlanmış yaprak örneklerinden 0.5 g alınmış ve üzerine 10 ml %3'lük sulu sülfosalisilik asit ilave edilerek homojenize edilmiştir. Yaklaşık 12 saat bekletilen homojenat whatman no.2 filtre kağıdından süzülmüştür. Elde edilen süzüntüden 2 ml alınmış, üzerine günlük hazırlanmış 2 ml asit ninhidrin (1.25 g. ninhidrin, 30 ml glasiyal asetik asit ve 20 ml 6M fosforik asit) ve 2 ml glasiyal asetik asit ilave edilerek 100°C 'de 1 saat tutulmuştur. Bu süre sonunda ekstraktlar buz banyosunda soğutulmuştur. Daha sonra her bir örneğe ait ekstrakta 4 ml soğuk toluen ilave edilerek vorteksle 15-20 saniye karıştırılmıştır. Ayrılan toluen fazı alınarak oda sıcaklığına getirilmiş ve absorbans değerleri CECIL 5000 marka CE 5502 model U.V. spektrofotometresinde 520 nm dalga boyunda okunmuştur.

Örneklerdeki serbest prolin miktarlarını belirlemek için, 1 ve 30 μg prolin ml^{-1} değerleri arasında değişen standart çözeltiler hazırlanarak, 520 nm dalga boyunda U.V. spektrofotometresinde absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen değerlere göre standart eğri çizilmiş (Ek 2) ve absorbans değerleri okunan örneklerin bu eğriden yararlanarak serbest prolin miktarları tespit edilmiştir.

3.2.5.5. İstatistik Analizler

Araştırma sonuçları, faktöriyel düzende tekrarlanan ölçümlü (repeated measurement) varyans analizi tekniği ile değerlendirilmiştir. Denemedeki faktörlerden çeşit faktörünün Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı olmak üzere iki seviyesi, uygulama faktörünün kontrol (K), 60 mM NaCl (T), 60 mM NaCl+0.1 mM SA (T+SA1), 60 mM NaCl+0.5 mM SA

(T+SA2) ve 60 mM NaCl+1.0 mM SA (T+SA3) olmak üzere 5 seviyesi, zaman faktörünün 5, 10, 15 ve 20. gün olmak üzere 4 seviyesi bulunmaktadır. Tekrarlanan ölçümler zaman faktörünün seviyelerinde yapılmış ve üçer tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Prolin bakımından yapılan hesaplamalarda yukarıda belirtilenlere ilave olarak durum faktörünün alt yaprak ve üst yaprak olmak üzere iki seviyesi mevcuttur. Bu faktörün seviyelerinde de tekrarlanan ölçümler yapılmış ve üçer tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Farklı grupların saptanmasında ise ‘‘Duncan Testi’’ kullanılmıştır. Değerlendirmelerde Düzgüneş vd. (1987) ile Gürbüz vd. (2003)’den yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Farklı konsantrasyonlardaki (0.1, 0.5, 1.0 mM) SA'li ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerine sulama suyu şeklinde 60 mM NaCl uygulanmış ve bu uygulamadan 5, 10, 15 ve 20 gün sonra fidelerde meydana gelen değişimler gözlenmiştir.

İki çeşitte, belirtilen günlerde maruz kaldıkları tüm uygulamalardan dolayı ortaya çıkan değişimler Resim 4.1, Resim 4.2, Resim 4.3 ve Resim 4.4'de görülmektedir. 5., 10., 15. ve 20. günlerde Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı fidelerinde en fazla büyüme kontrol (K) uygulamasında tespit edilmiştir. Genellikle tüm uygulamalarda günlere bağlı olarak Demre-8 fidelerindeki büyüme Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha fazla gerçekleşmiştir.

Resim 4.1'de görüldüğü gibi 5. günde Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin K dışındaki diğer uygulamalarına ait yaprak ve sürgünlerinin renklerinde açılmalar olmuş, bu durum Kahramanmaraş-Acı'da daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

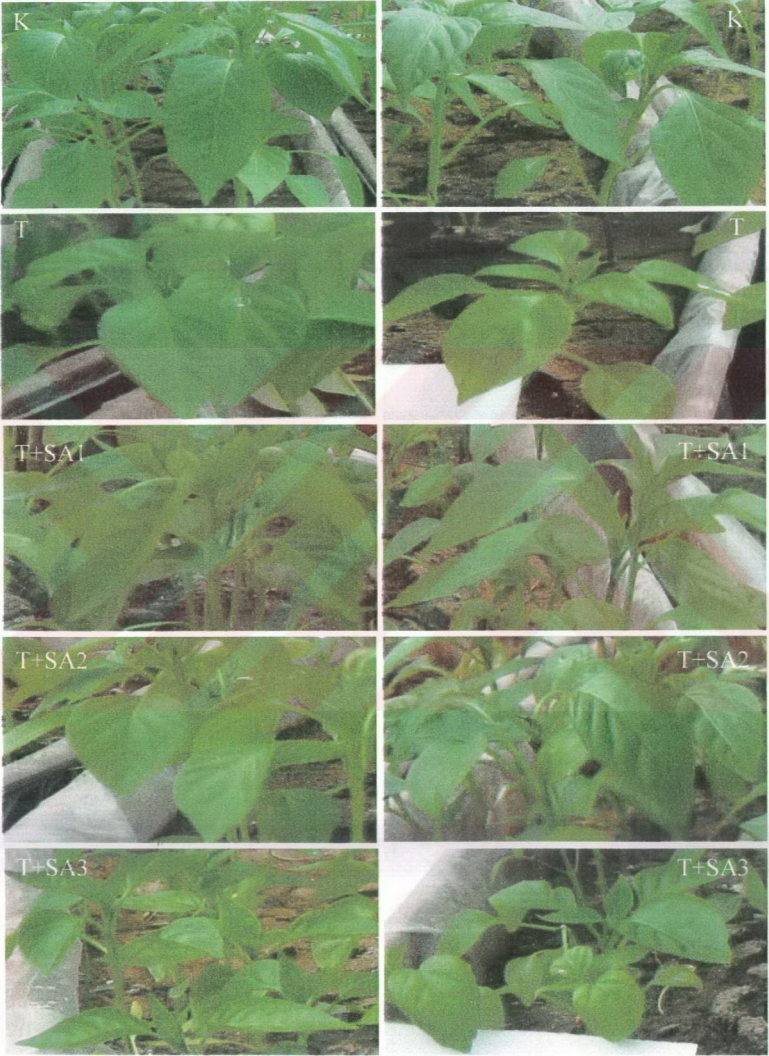
Demre-8 çeşidinin T uygulama fidelerinin bazı alt yaprak yüzey ve kenarlarında belirgin olmayan nekrotik lekeler görülmüştür. Fakat bu uygulama fideleri tuz stresinden belirgin şekilde etkilenmemiştir.

Bu çeşidin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerinde T uygulamasına oranla daha az büyüme gerçekleşmiş, özellikle T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına ait tüm fide yapraklarında belirgin şekilde kıvrılmalar olmuştur.

Kahramanmaraş-Acı'nın ise T uygulamasına ait fidelerinde belirgin renk kayıpları ve yapraklarında kıvrılmalar görülmüştür. Renk kayıpları alt yapraklarda, kıvrılmalar üst yapraklarda belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Belirtilen özellikler az oranda bu çeşidin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerinde de gözlenmiştir. Fakat Kahramanmaraş-Acı çeşidinin tüm uygulamaları arasında en az büyüme T uygulama fidelerinde görülmüştür.

Demre-8

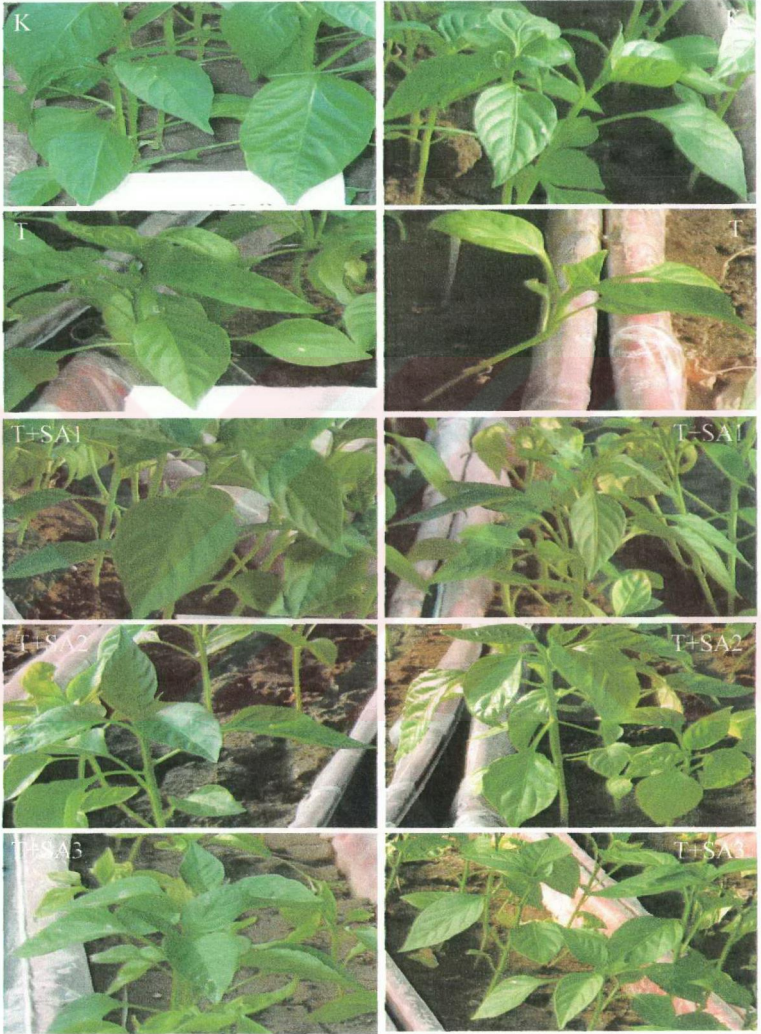
Kahramanmaraş-Acı



Resim 4.1. NaCl uygulamasından 5 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerin görünüşleri

Demre-8

Kahramanmaraş-Acı



Resim 4.2. NaCl uygulamasından 10 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görünüşleri

Resim 4.2'de görüldüğü gibi 10. günde Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı fidelerinde en fazla büyüme K uygulamasında belirlenmiş, diğer uygulamaların büyümelerinde azalma tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Demre-8'in tüm uygulamalara ait fidelerindeki büyüme Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha fazla gerçekleşmiştir.

Demre-8'in T uygulamasına ait fidelerinin yapraklarında kıvrılmalar görülmüştür. Özellikle üst yapraklarda bu kıvrılmalar daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Fakat bu uygulama fidelerinin alt yapraklarındaki nekrotik lekeler azalmıştır.

T+SA1 uygulamasına ait fidelerin bazı üst yapraklarında yüzeye dağılmış nekrotik lekeler göze çarpmaktadır. T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin bazı yapraklarında ise şekil bozuklukları ve klorozis gözlenmiştir.

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin K dışındaki diğer uygulamalara ait fidelerinde renk kayıpları ve üst yapraklarda kıvrılmalar belirgindir. Ayrıca bu çeşit, tuz uygulamasından belirgin şekilde etkilenmiş, T uygulamasına ait fidelerin alt yapraklarında kuruma, üst yapraklarında ise kıvrılmalar, renk ve şekil bozukluklarına rastlanmıştır.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin bazı yapraklarında ise şekil bozuklukları ve klorozis gözlenmiştir. Bu olumsuzluklar T+SA1 uygulamasına ait fidelerde daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

Demre-8

Kahramanmaraş-Acı



Resim 4.3. NaCl uygulamasından 15 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görünüşleri

Resim 4.3'de görüldüğü gibi 15. günde tüm uygulamalarda iki biber çeşidi arasındaki farklılıklar belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Demre-8 çeşidinin tüm uygulamalara ait fidelerinin Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha fazla büyüdüğü ve bu fidelerin daha fazla yaprak alanına sahip olduğu görülmüştür.

Demre-8 çeşidinin T uygulamasına ait fidelerinde büyüme, K uygulamasına oranla azalma göstermesine rağmen, bu fidelerde tuz stresinin belirgin zararlı etkileri gözlenmemiştir. Sadece bu uygulama fidelerinin bazı alt ve üst yapraklarında kıvrılmalar görülmüştür.

Fakat T+SA1 uygulamasına ait fidelerin alt ve üst yapraklarında kıvrılmalar ve özellikle üst yapraklarda şekil bozuklukları gözlenmiştir. Ayrıca T+SA2 uygulamasına ait fidelerin bazı alt ve üst yaprak yüzeyleri ile T+SA3 uygulama fidelerinin bazı alt yaprak uçlarında gözlenen nekrotik lekeler dikkat çekicidir.

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T uygulamasına ait fidelerinde büyüme belirgin şekilde azalmış, renk ve şekil bozuklukları gözlenmiştir. Ayrıca alt yapraklarda kuruma, üst yaprak uç ve kenarlarında belirgin lekeler ve bazı fidelerde erken ölüm görülmüştür.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin ise alt ve üst yapraklarında kıvrılmalar ve belirgin şekil bozuklukları olmuş, bazı yaprakların uç ve kenarlarında nekrotik lekelerle rastlanmıştır. Buna rağmen, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleri T uygulama fidelerine oranla tuz stresinden daha az etkilenmiştir.

Demre-8

Kahramanmaraş-Acı



Resim 4.4. NaCl uygulamasından 20 gün sonra Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerinin uygulamalara ait fidelerinin görüntüleri

Resim 4.4'de görüldüğü gibi Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitleri arasında tüm uygulamalar için 15. günde ortaya çıkan farklılıklar 20. günde daha belirgin hale gelmiştir. Demre-8 çeşidinin maruz kaldığı tuzluluk stresinden daha az etkilendiği ve Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha fazla büyüdüğü görülmüştür.

Demre-8 fidelerinin tuz stresi altında büyümelerine genel olarak olumlu bir etkiye bulunmayan SA konsantrasyonları, Kahramanmaraş-Acı fidelerini tuz stresi etkisinden korumaya ve bu fidelerin bir miktar büyümelerine katkıda bulunmuştur

Demre-8 çeşidinin T uygulama fidelerinin büyümeleri K uygulamasına oranla azalmış fakat diğer uygulamalara oranla artış göstermiştir. Bu fidelerin yapraklarında kıvrılmalar gözlenmiştir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin yapraklarında ise kıvrılmalar ve şekil bozuklukları görülmüştür. Bazı alt yaprakların uç ve kenarlarında nekrotik lekeler rastlanmış, kuruma ve dökülmeler gözlenmiştir.

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T uygulama fidelerinde diğer uygulamalara oranla büyüme belirgin şekilde azalmış, bazı fidelerin büyüme uçlarında deformasyon görülmüştür. Ayrıca bu uygulama fidelerinin yapraklarında kıvrılmalar, renk ve şekil bozuklukları, yaprak uç ve kenarlarında nekrotik lekeler ve bazı alt yapraklarda kuruma ve dökülmeler gözlenmiştir. Bu uygulamaya ait birçok fidede erken ölüm gerçekleşmiştir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin ise yapraklarında belirgin kıvrılmalar, renk ve şekil bozuklukları olmuştur. Bu uygulama fidelerinin bazı alt ve üst yapraklarının uç ve kenarlarında belirgin nekrotik lekeler ve klorozis görülmüştür.

4.1. Farklı Konsantrasyonlardaki Salisilik Asitli Ortamlarda Yetiştirilen Biber Fidelerinde Uygulanan Tuzun İlerleyen Günlerde Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi

Farklı konsantrasyonlardaki SA'li topraklarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerine 60 mM NaCl uygulamasından 5, 10, 15 ve 20 gün sonra, bu fidelerin kök, sürgün uzunlukları, yaprak alanı indeksi, yaprak taze ve kuru ağırlıkları, OSİ ile alt ve üst yapraklarında bulunan serbest prolin miktarlarındaki değişimler incelenmiş, elde edilen bulgular aşağıda başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

4.1.1. Kök uzunluğu değişimi üzerine etkisi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin ortalama kök uzunluklarıyla ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama interaksyonu istatistik açıdan önemli bulunmamıştır (Ek 3.1).

Demre-8 fidelerinin ortalama kök uzunlukları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.1). 5. gün hariç diğer günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin kök uzunlukları diğer uygulamalara oranla en yüksek değerlerde bulunmuştur. Fakat tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin kök uzunluğu değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Uygulamalar arasında, 5. günde en yüksek kök uzunluğu T uygulamasına ait fidelerde, en düşük kök uzunluğu T+SA2 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur. En yüksek kök uzunluğu K uygulama fidelerinde saptanan 10., 15. ve 20. günlerde en düşük kök uzunluğu T+SA1 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, 5., 10. ve 20. günlerde T uygulama fidelerinin kök uzunluğunun T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir. 15. günde ise T uygulama fidelerinin kök uzunluğu T+SA1 ve T+SA2

uygulamalarına oranla artış gösterdiği halde, T+SA3 uygulamasına oranla düşük değerde bulunmuştur.

Çizelge 4.1. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama kök uzunluğu değerleri (Ortalama±Standart hata, n=7)

Çeşit	Uygulamalar	Ortalama Kök Uzunluğu, cm bitki ⁻¹			
		5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Demre-8	Kontrol (K)	4.90±0.31	6.14±0.26	7.21±0.38	8.14±0.61
	60 mM NaCl (T)	5.00±0.57	5.21±0.31	5.57±0.56	7.43±0.97
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	4.21±0.63	4.36±0.46	5.14±0.64	5.64±0.63
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	3.50±0.38	4.93±0.30	5.50±0.94	6.93±0.84
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	3.86±0.36	4.93±0.23	5.93±0.80	6.00±0.68
Kahramanmaraş-Acı	Kontrol (K)	4.14±0.32	5.64±0.47	6.64±0.61	9.43±0.97
	60 mM NaCl (T)	3.93±0.40	3.93±0.44	4.36±0.65	7.00±0.90
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	3.64±0.56	3.86±0.37	3.93±0.49	7.79±0.69
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	4.14±0.21	4.29±0.41	5.14±0.66	9.29±0.93
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	4.57±0.30	4.57±0.94	5.29±0.53	7.86±0.39

Değerler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük kök uzunluğu 5. günde T+SA2 uygulama fidelerinde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin kök uzunluğu değerleri arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Demre-8 çeşidine ait uygulama fidelerinin ortalama kök uzunluklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, tüm uygulamalar için kök uzunluğu değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Demre-8'in K ve T uygulamalarına ait fidelerin kök uzunlukları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. T uygulamasına ait fidelerin kök uzunluklarında 5. gün ile 15. gün arasında belirgin olmayan, 20. günde ise belirgin artış tespit edilmiştir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kök uzunlukları da 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar göstermiştir. 5. gün ile 20. gün arasında T+SA1 uygulama fidelerinin kök uzunluğu belirgin olmayan, T+SA2 uygulama fidelerinin kök uzunluğu ise oldukça belirgin artışlar göstermiştir.

Yapılan istatistik analize göre, Demre-8'in uygulama fidelerinde 5., 10., 15. ve 20. günler arasında farklı oranlarda gerçekleşen kök uzunluğu artışları önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin ortalama kök uzunlukları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.1). 5. gün hariç diğer günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin kök uzunlukları diğer uygulamalara oranla en yüksek değerlerde bulunmuştur. Fakat tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin kök uzunluğu değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Uygulamalar arasında, 5. günde en yüksek kök uzunluğu T+SA3 uygulamasına ait fidelerde, en düşük kök uzunluğu T+SA1 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur. 10. ve 15. günlerde en düşük kök uzunluğu T+SA1 uygulama fidelerinde, 20. günde ise T uygulama fidelerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde, 5., 10. ve 15. günlerde T uygulama fidelerinin kök uzunluğu T+SA1 uygulamasından yüksek, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinden düşük değerlerde tespit edilmiştir. 20. günde ise T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en düşük kök uzunluğu T uygulamasına ait fidelerde saptanmıştır.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en yüksek kök uzunluğu 5., 10. ve 15. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulama fidelerinin kök uzunluğu değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

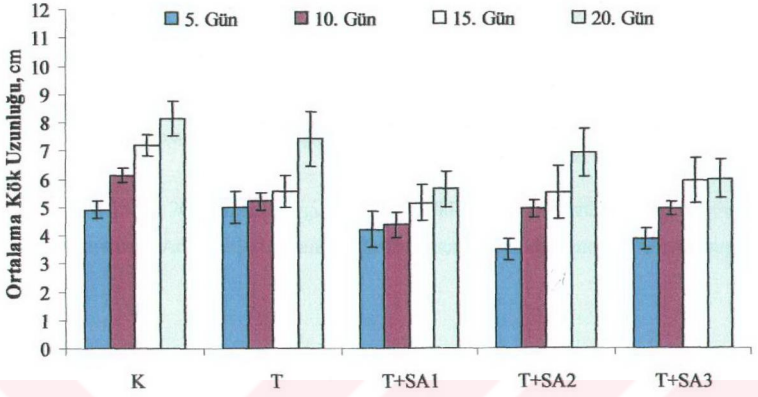
Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait uygulama fidelerinin ortalama kök uzunluklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, tüm uygulamalar için kök uzunluğu değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Kahramanmaraş-Acı'nın K uygulamasına ait fidelerin kök uzunlukları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. T, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin kök uzunluklarında 5. gün ile 15. gün arasında belirgin olmayan, 20. günde ise belirgin artış tespit edilmiştir. Bu uygulamalar arasında 5. gün ile 20. gün arasında kök uzunluğu artışı en fazla T+SA2 uygulama fidelerinde bulunmuştur.

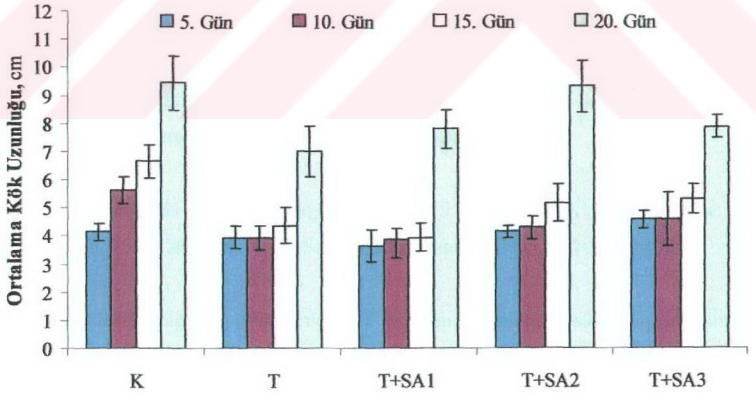
Yapılan istatistik analize göre, Kahramanmaraş-Acı'nın uygulama fidelerinde 5., 10., 15. ve 20. günler arasında farklı oranlarda gerçekleşen kök uzunluğu artışları önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de görüldüğü gibi, iki çeşidin tüm uygulamalarına ait fidelerin kök uzunluğu 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. Bununla birlikte, Demre-8 çeşidinin K uygulamasına ait fidelerinin kök uzunluğunda 5., 10. ve 15. günlerde Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulamasına oranla daha fazla artış tespit edilmiştir. 20. günde ise Kahramanmaraş-Acı fidelerinin kök uzunluğunun daha yüksek değerde olduğu bulunmuştur.

Tüm günlerde Demre-8'in T uygulama fidelerinin kök uzunluğunda Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulamasına oranla daha fazla artış tespit edilmiştir. İki çeşidin bu uygulamaya ait fidelerinin kök uzunluğu değerleri özellikle 5., 10. ve 15. günlerde belirgin farklılıklar göstermiştir.



Şekil 4.1. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama kök uzunluğu değişimleri



Şekil 4.2. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama kök uzunluğu değişimleri

Demre-8'in T+SA1 uygulama fidelerinin kök uzunlukları 5., 10. ve 15. günlerde, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kök uzunlukları ise 10. ve 15. günlerde, Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulamalarına oranla daha fazla artış göstermiştir. Fakat özellikle 20. günde SA ve tuzun birlikte uygulandığı fidelerde kök uzunluklarının Kahramanmaraş-Acı çeşidinde Demre-8'e oranla belirgin şekilde arttığı saptanmıştır.

Fakat 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalara ait fidelerin kök uzunluklarının Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitleri arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.2. Sürgün uzunluğu değişimi üzerine etkisi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin ortalama sürgün uzunlukları ile ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama interaksyonu istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Ek 3.2).

Demre-8 fidelerinin ortalama sürgün uzunlukları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.2). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin sürgün uzunlukları diğer uygulamalara oranla en yüksek değerlerde bulunmuştur. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin sürgün uzunluğu değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en düşük sürgün uzunluğu 5. günde T+SA1 uygulamasına ait fidelerde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA3 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, tüm günlerde T uygulama fidelerinin sürgün uzunluğunun T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir. T uygulamasına ait fidelerin sürgün uzunluğundaki artışlar 5. ve 10. günlerde istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu uygulama fidelerinin sürgün uzunluğundaki artışlar 15. günde T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla, 20. günde ise

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla belirgin olup, istatistik açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama sürgün uzunluğu değerleri (Ortalama±Standart hata, n=7)

Çeşit	Uygulamalar	Ortalama Sürgün Uzunluğu, cm bitki ⁻¹			
		5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Demre-8	Kontrol (K)	13.86±0.32 *Ac	19.79±0.42 Ab	20.64±0.72 Ab	24.57±1.19 Aa
	60 mM NaCl (T)	10.93±0.99 Bc	11.93±0.48 Bbc	14.07±1.00 Bb	18.00±1.31 Ba
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	8.86±0.24 Bb	11.21±0.79 Bab	11.43±0.99 Ca	12.29±1.28 Da
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	9.29±0.57 Bc	10.86±0.74 Bbc	12.93±1.21 BCb	15.43±1.39 Ca
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	9.79±0.65 Ba	10.36±0.52 Ba	10.57±1.17 Ca	11.50±1.78 Da
Kahramanmaraş-Acı	Kontrol (K)	14.14±0.39 Ac	14.50±0.59 Ac	17.57±0.62 Ab	24.64±1.08 Aa
	60 mM NaCl (T)	9.71±0.29 Bb	10.86±0.72 Bab	12.14±0.57 Bab	12.71±1.51 Ba
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	10.29±0.78 Ba	10.64±0.66 Ba	10.86±0.84 Ba	11.79±0.50 Ba
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	9.64±0.52 Ba	10.85±0.30 Ba	11.36±0.55 Ba	11.64±1.06 Ba
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	9.86±0.50 Ba	10.21±0.72 Ba	10.43±0.61 Ba	11.50±1.06 Ba

LSD_{0.05 uygulama} : 2.423, LSD_{0.05 gün} : 2.359

*: Büyük harfler dikey (uygulama), küçük harfler yatay (gün) karşılaştırmalar içindir. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemli değildir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük sürgün uzunluğu 5. günde T+SA1 uygulama fidelerinde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat 5., 10. ve 15. günlerde bu uygulamalara ait fidelerin sürgün uzunluğu

değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). 20. günde ise T+SA2 uygulama fidelerinin sürgün uzunluğu T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla belirgin şekilde artış göstermiş ve artış istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Demre-8 çeşidine ait uygulama fidelerinin ortalama sürgün uzunluklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, tüm uygulamalar için sürgün uzunluğu değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerin sürgün uzunlukları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Sürgün uzunluklarının 10. ve 15. gün değerleri arasındaki farkı önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T uygulamasına ait fidelerin sürgün uzunluklarının 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı ve 20. günde oldukça yüksek bir değere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin 10. gün sürgün uzunluğu değerinin 5. ve 15. gün değerleri ile arasındaki farklar önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin sürgün uzunlukları 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar göstermiştir. 5. gün ile 20. gün arasında sürgün uzunluğu artışı en fazla T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin sürgün uzunluğunun özellikle 15. ve 20. günlerde belirgin artışlar göstererek T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır.

T+SA1 uygulama fidelerinin sadece 5. gün sürgün uzunluğu değerinin 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA2 uygulama fidelerinin 10. gün sürgün uzunluğu değerinin 5. ve 15. gün değerleri ile arasındaki farklar önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA3 uygulama fidelerinin günlere bağlı olarak sürgün uzunluğu değerlerinde meydana gelen artışlar ise önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin ortalama sürgün uzunlukları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.2). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin sürgün uzunlukları diğer uygulamalara oranla en yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin sürgün uzunluğu değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en düşük sürgün uzunluğu 5. günde T+SA2 uygulamasına ait fidelerde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA3 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.2 incelendiğinde, 5. günde T uygulama fidelerinin sürgün uzunluğu T+SA2 uygulama fidelerinden yüksek, T+SA1 ve T+SA3 uygulama fidelerinden düşük değerlerde tespit edilmiştir. 10., 15. ve 20. günlerde ise T uygulama fidelerinin sürgün uzunluğunun T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en fazla artış gösterdiği bulunmuştur. Tüm günlerde T uygulaması ile T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin sürgün uzunluğu değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük sürgün uzunluğu 5. günde T+SA2 uygulama fidelerinde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin sürgün uzunluğu değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait uygulama fidelerinin ortalama sürgün uzunluklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, tüm uygulamalar için sürgün uzunluğu değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Kahramanmaraş-Acı'nın K uygulamasına ait fidelerinin sürgün uzunlukları 5 ile 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Sürgün uzunluklarının 5. ve 10. gün değerleri arasındaki farkı önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T uygulamasına ait fidelerin sürgün uzunluklarının 5. ile 20. gün arasında düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin 5. gün ile 20. gün sürgün uzunluğu değerleri arasındaki fark önemli olup ($p<0.05$), diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

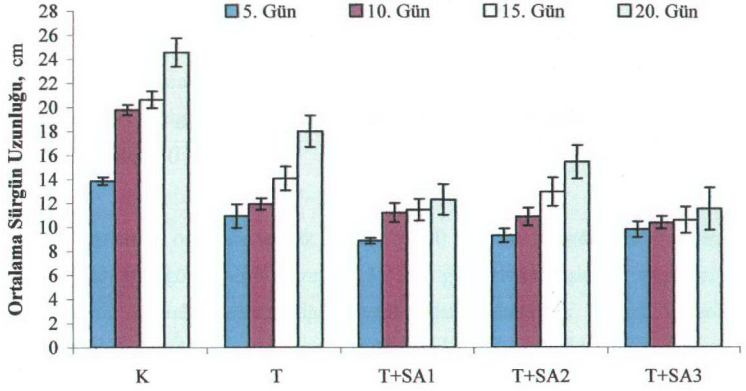
T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin sürgün uzunlukları 5 ile 20. gün arasında düzenli artışlar göstermesine rağmen, artışa uygulamalardan herhangi birisinin belirgin bir etkisi tespit edilememiştir. Bu uygulama fidelerinin sürgün uzunluklarında 5 ile 20. gün arasında meydana gelen artışlar istatistik açıdan da önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de görüldüğü gibi, iki çeşidin tüm uygulamalarına ait fidelerin sürgün uzunluğu 5 ile 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. Bununla birlikte, Demre-8 çeşidinin K uygulamasına ait fide sürgünleri Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulama fidelerine oranla kısa zamanda daha hızlı büyüme gerçekleştirmiştir. Özellikle Demre-8 fidelerinin 10. ve 15. günlerdeki sürgün uzunluğu Kahramanmaraş-Acı fidelerine oranla belirgin şekilde artış göstermiş, iki çeşidin bu değerler arasındaki farkları istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

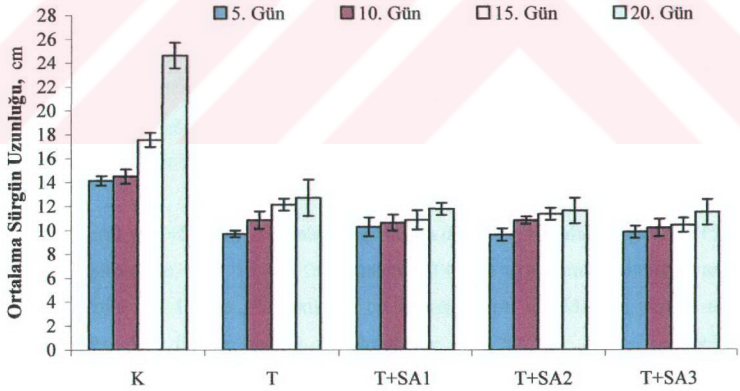
Tüm günlerde Demre-8'in T uygulama fidelerinin sürgün uzunluğunda Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulamasına oranla daha fazla artış tespit edilmiştir. Özellikle Demre-8 fidelerinin 20. günde sürgün uzunluğu belirgin bir artış göstermiş, bu artış istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

5. günde Kahramanmaraş-Acı'nın T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerinin sürgün uzunluğunda artış olmasına rağmen, 10., 15. ve 20. günlerde Demre-8 fide sürgünlerinin büyümesi daha fazla gerçekleşmiştir.

Özellikle 20. günde Demre-8'in T+SA2 uygulamasına ait fidelerinin sürgün uzunluğu Kahramanmaraş-Acı fidelerine oranla belirgin bir artış göstermiş, bu artış istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.3. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama sürgün uzunluğu değişimleri



Şekil 4.4. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama sürgün uzunluğu değişimleri

4.1.3. Yaprak alanı değişimi üzerine etkisi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin ortalama yaprak alanları ile ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama interaksiyonu istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Ek 3.3).

Demre-8 fidelerinin ortalama yaprak alanları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.3). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin yaprak alanları diğer uygulamalara oranla en yüksek değerlerde bulunmuştur. 5. günde K uygulaması ile T uygulamasına ait fidelerin yaprak alanı değerleri arasındaki fark hariç, tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin yaprak alanı değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en düşük yaprak alanı 5. günde T+SA1 uygulamasına ait fidelerde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA3 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, tüm günlerde T uygulama fidelerinin yaprak alanının T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en fazla artış gösterdiği tespit edilmiştir. 5. günde T uygulamasına ait fidelerin yaprak alanındaki bu artış istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Bu uygulama fidelerin yaprak alanındaki artışlar 10. ve 15. günlerde T+SA3 uygulamasına oranla, 20. günde ise T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla belirgin olup, istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük yaprak alanı 5. günde T+SA1 uygulama fidelerinde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat 5., 10. ve 15. günlerde bu uygulamalara ait fidelerin yaprak alanı değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). 20. günde ise T+SA2 uygulama fidelerinin yaprak alanı T+SA3 uygulamasına oranla belirgin şekilde artış göstermiş ve artış istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Demre-8 çeşidine ait uygulama fidelerinin ortalama yaprak alanlarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, tüm uygulamalar için yaprak alanı değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama yaprak alanı değerleri (Ortalama±Standart hata, n=7)

Çeşit	Uygulamalar	Ortalama Yaprak Alanı, cm ² bitki ⁻¹			
		5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Demre-8	Kontrol (K)	8.04±0.43 *Ac	14.01±0.53 Ab	14.69±0.72 Ab	18.15±1.05 Aa
	60 mM NaCl (T)	6.41±0.21 ABc	8.68±1.16 Bb	10.53±1.01 Bb	14.33±1.30 Ba
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	4.65±0.23 Bc	7.22±0.54 BCb	9.41±1.20 BCab	9.83±1.04 CDa
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	4.68±0.38 Bc	6.63±0.40 BCbc	8.72±0.99 BCab	10.51±1.30 Ca
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	4.84±0.51 Bc	5.27±0.38 Cbc	7.24±0.82 Cab	8.09±1.25 Da
Kahramanmaraş-Acı	Kontrol (K)	5.57±0.55 Ac	6.07±0.41 Ac	10.23±0.69 Ab	15.67±1.84 Aa
	60 mM NaCl (T)	3.43±0.20 Ab	4.91±0.72 Aab	5.75±0.59 Ba	6.67±1.04 Ba
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	4.10±0.25 Ab	5.21±0.53 Ab	5.57±0.43 Bab	7.59±0.71 Ba
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	4.29±0.29 Ab	6.04±0.57 Aab	6.07±0.63 Bab	7.13±0.95 Ba
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	4.61±0.23 Ab	6.01±0.77 Aab	6.17±0.86 Bab	7.34±0.73 Ba

LSD_{0.05} uygulama : 2.227, LSD_{0.05} gün : 2.225

*: Büyük harfler dikey (uygulama), küçük harfler yatay (gün) karşılaştırmalar içindir.

Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemli değildir.

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin yaprak alanları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Yaprak alanlarının 10. ve 15. gün değerleri arasındaki farkı önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0.05).

T uygulamasına ait fidelerin yaprak alanlarının 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı ve 20. günde en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin 10. ve 15. gün yaprak alanı değerleri arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin yaprak alanları 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar göstermiştir. 5. günde T+SA3 uygulamasına oranla, 10. ve 15. günlerde ise T+SA1 uygulamasına oranla düşük değerlerde bulunan T+SA2 uygulama fidelerinin yaprak alanı 20. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

T+SA1 uygulama fidelerinin 15. gün yaprak alanı değerinin 10. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin ise 5. gün yaprak alanı değerinin 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar ve 10. gün yaprak alanı değerinin 20. gün değeri ile arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin ortalama yaprak alanları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.3). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin yaprak alanları diğer uygulamalara oranla en yüksek değerlerde tespit edilmiştir. K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin yaprak alanı değerleri arasındaki farklar 5. ve 10. günlerde önemli bulunmamış ($p>0.05$), 15. ve 20. günlerde ise önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en düşük yaprak alanı 5., 10. ve 20. günlerde T uygulamasına ait fidelerde, 15. günde T+SA1 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.3 incelendiğinde, 5., 10. ve 20. günlerde T uygulama fidelerinin yaprak alanı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerine oranla en düşük değerde bulunmuştur. 15. günde ise T uygulama fidelerinin yaprak alanı T+SA1 uygulama fidelerinden yüksek, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinden düşük değerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde T uygulaması ile T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin yaprak alanı değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük yaprak alanı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin yaprak alanı değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

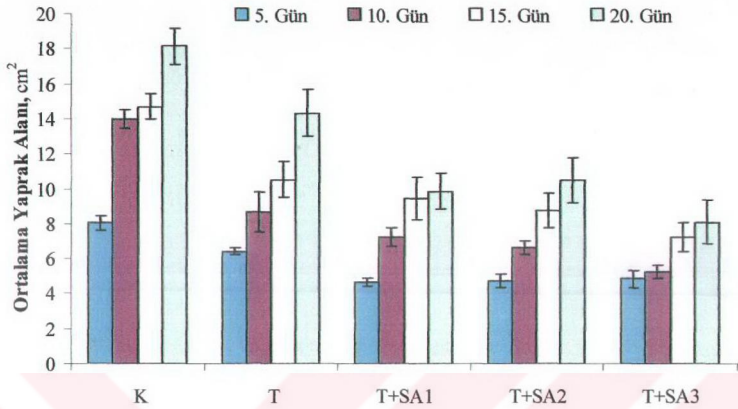
Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait uygulama fidelerinin ortalama yaprak alanlarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, tüm uygulamalar için yaprak alanı değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Kahramanmaraş-Acı'nın K uygulamasına ait fidelerinin yaprak alanları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Yaprak alanlarının 5. ve 10. gün değerleri arasındaki farkı önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

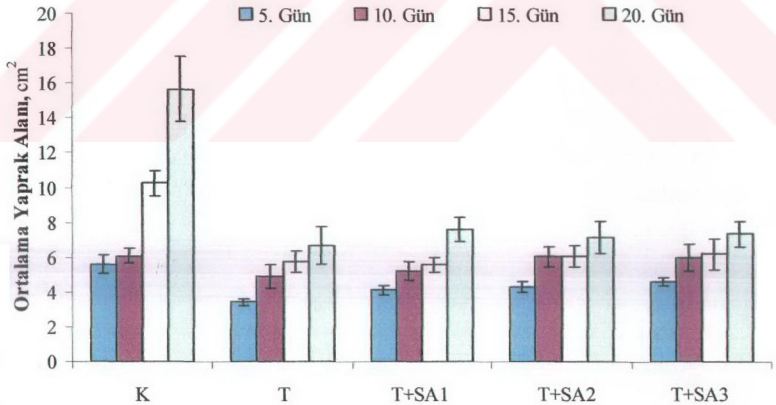
T uygulamasına ait fidelerin yaprak alanlarının 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin 5. gün yaprak alanı değeri ile 15. ve 20. gün değerleri arasındaki fark önemli olup ($p<0.05$), diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin yaprak alanları 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar göstermesine rağmen, artışa uygulamalardan herhangi birisinin belirgin bir etkisi tespit edilememiştir. T+SA1 uygulama fidelerinin 5. ve 10. gün yaprak alanı değerlerinin 20. gün değeri ile arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin ise 5. gün ile 20. gün yaprak alanı değerleri arasındaki fark istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüldüğü gibi, iki çeşidin tüm uygulamalarına ait fidelerin yaprak alanı 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. 10. gün T+SA3 uygulaması hariç Demre-8 çeşidinin tüm günlerde uygulamalara ait fidelerinin yaprak alanı Kahramanmaraş-Acı çeşidine oranla daha fazla artış göstermiştir. Özellikle Demre-8'in K ve T uygulamalarına ait fidelerin yaprak alanı Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulamalarına oranla belirgin şekilde artış göstermiştir.



Şekil 4.5. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama yaprak alanı değişimleri



Şekil 4.6. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki ortalama yaprak alanı değişimleri

İki çeşidin tüm günlerde bu uygulama fidelerinin yaprak alanı değerleri arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmuştur.

Demre-8'in T+SA1 ve T+SA2 uygulama fidelerinin özellikle 15. ve 20. gün yaprak alanı değerlerinde Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulama fidelerine oranla meydana gelen artış belirgin olup, iki çeşidin bu değerler arasındaki farkları istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

10. gün hariç diğer günlerde T+SA3 uygulama fidelerinin yaprak alanı Demre-8 çeşidinde daha fazla artış göstermesine rağmen iki çeşidin tüm günlerde değerler arasındaki farkları önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.4. Taze ağırlık değişimi üzerine etkisi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin yaprak dokularının taze ağırlıkları ile ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama interaksyonu istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Ek 3.4).

Demre-8 fidelerinin yaprak dokularına ait taze ağırlıkları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.4). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin taze ağırlıkları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. K uygulama fidelerinin taze ağırlık değerlerinin 5. günde T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarıyla, 20. günde ise T uygulamasıyla arasındaki farklar önemli olmayıp, tüm günlerde diğer uygulamalara ait fidelerin taze ağırlık değerleri ile arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en yüksek taze ağırlık 5., 15. ve 20. günlerde T+SA1 uygulamasına ait fideelerde, 10. günde T uygulamasına ait fideelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.4 incelendiğinde, 5. günde T uygulama fidelerinin taze ağırlığı T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerine oranla artış göstermesine rağmen, T+SA1 uygulama

fidelerine oranla daha düşük değerde tespit edilmiştir. Fakat bu uygulama fidelerinin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.4. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki taze ağırlık değerleri (Ortalama±Standart hata, n=3)

Çeşit	Uygulamalar	Yaprak Dokusu Taze Ağırlık, g			
		5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Demre-8	Kontrol (K)	0.601±0.019 *Bb	0.634±0.032 Cab	0.663±0.039 Bab	0.685±0.067 Ba
	60 mM NaCl (T)	0.803±0.021 Ab	0.995±0.066 Aa	0.841±0.042 Ab	0.794±0.019 Bb
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	0.837±0.043 Ac	0.880±0.018 ABbc	0.942±0.033 Aab	1.004±0.075 Aa
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	0.711±0.017 ABc	0.823±0.054 Bb	0.849±0.042 Ab	0.984±0.062 Aa
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	0.728±0.027 ABc	0.875±0.057 ABb	0.916±0.043 Aab	0.978±0.031 Aa
Kahramanmaraş-Acı	Kontrol (K)	0.578±0.053 Bc	0.630±0.031 Bbc	0.680±0.065 Bab	0.725±0.025 Ca
	60 mM NaCl (T)	0.843±0.077 Ac	1.030±0.041 Aa	0.940±0.024 Ab	0.892±0.011 Bbc
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	0.825±0.080 Ac	0.906±0.021 Ab	1.019±0.073 Aa	1.059±0.079 Aa
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	0.752±0.076 Ac	0.950±0.019 Ab	1.065±0.097 Aa	1.081±0.020 Aa
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	0.785±0.032 Ab	0.988±0.012 Aa	1.043±0.047 Aa	0.997±0.068 ABa

LSD_{0.05} uygulama : 0.1392, LSD_{0.05} gün : 0.07362

*: Büyük harfler dikey (uygulama), küçük harfler yatay (gün) karşılaştırmalar içindir.
Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemli değildir.

10. günde T uygulama fidelerinin taze ağırlığı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerine oranla en yüksek değere ulaşmış fakat sadece T uygulamasına ait fideler ile

T+SA2 uygulama fidelerinin taze ağırlık değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

15. ve 20. günlerde T uygulama fidelerinin taze ağırlığı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerine oranla daha düşük değerde bulunmuştur. T uygulama fideleri ile T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar 15. günde önemli bulunmamış ($p>0.05$), 20. günde ise önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük taze ağırlık 5., 10. ve 15. günlerde T+SA2 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Demre-8 çeşidinin T uygulaması hariç diğer uygulamalara ait fidelerin yaprak dokularının taze ağırlıklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, taze ağırlık değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin taze ağırlığı 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulamaya ait fidelerin sadece 5. ve 20. gün taze ağırlık değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T uygulamasına ait fidelerin taze ağırlığının 5. gün ile 10. gün arasında artış gösterdiği fakat 15. ve 20. günlerde düzenli olarak azaldığı tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin 10. gün taze ağırlık değerinin 5., 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlıkları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Tüm günlerde taze ağırlık artışı en fazla T+SA1 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir.

T+SA1 uygulama fidelerinin 5. gün taze ağırlık değerinin 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar ve 10. gün taze ağırlık değerinin 20. gün değeri ile arasındaki farklar

önemlidir ($p<0.05$). T+SA2 uygulama fidelerinin 10. ve 15. gün taze ağırlık değerleri arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA3 uygulama fidelerinin 15. gün taze ağırlık değerinin 10. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin yaprak dokularına ait taze ağırlıkları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.4). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin taze ağırlıkları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en yüksek taze ağırlık 5. ve 10. günlerde T uygulamasına ait fideelerde, 15. ve 20. günlerde T+SA2 uygulamasına ait fideelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.4 incelendiğinde T uygulama fidelerinin taze ağırlığı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla 5. ve 10. günlerde en yüksek, 15. ve 20. günlerde ise en düşük değerlerde tespit edilmiştir. 5., 10. ve 15. günlerde bu uygulama fidelerinin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamış ($p>0.05$), 20. günde ise T uygulamasına ait fideeler ile T+SA1 ve T+SA2 uygulama fidelerinin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük taze ağırlık 5. günde T+SA2 uygulama fidelerinde, 10. ve 15. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 20. günde ise T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T ve T+SA3 uygulamaları hariç diğer uygulamalara ait fidelerin yaprak dokularının taze ağırlıklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, taze ağırlık değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Kahramanmaraş-Acı'nın K uygulamasına ait fidelerinin taze ağırlığı 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulamaya ait fidelerin 5. gün taze ağırlık değerlerinin 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar ve 10. gün taze ağırlık değerinin 20. gün değeri ile arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$).

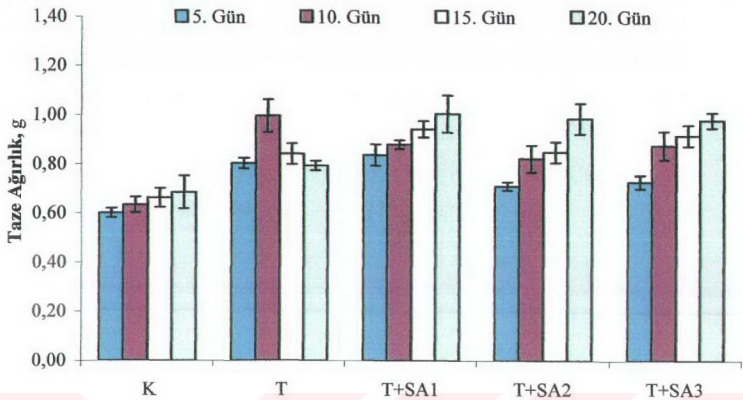
T uygulamasına ait fidelerin taze ağırlığının 5. gün ile 10. gün arasında artış gösterdiği fakat 15. ve 20. günlerde düzenli olarak azaldığı tespit edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin 20. gün taze ağırlık değerinin 5. ve 15. gün değerleri ile arasındaki farklar önemli olmayıp ($p>0.05$), diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1 ve T+SA2 uygulama fidelerinin taze ağırlıkları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermesine rağmen T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlıklarının 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı, 20. günde ise azaldığı tespit edilmiştir. 5. gün ile 20. gün arasında düzenli artış gösteren uygulamalar arasında 5. günde T+SA1 uygulamasına ait fidelerin, diğer günlerde ise T+SA2 uygulamasına ait fidelerin taze ağırlığı en fazla artış göstermiştir.

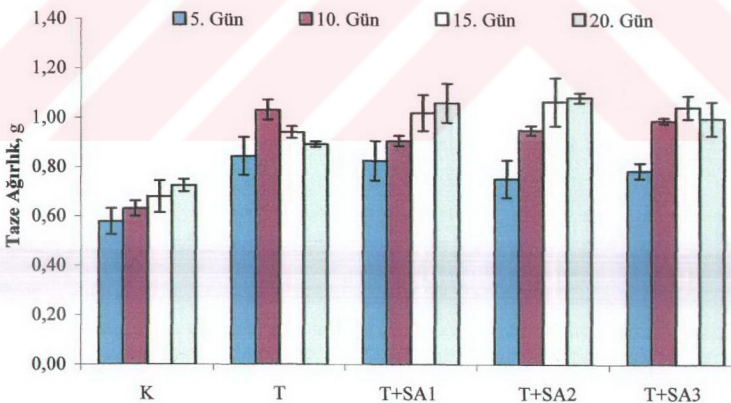
T+SA1 ve T+SA2 uygulama fidelerinin 15. ve 20. gün taze ağırlık değerleri arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA3 uygulama fidelerinin ise sadece 5. gün taze ağırlık değerlerinin 10., 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8'de görüldüğü gibi, iki çeşidin K, T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına ait fidelerin taze ağırlığı 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. Her iki çeşitte, T uygulamasına ait fidelerin taze ağırlığının 5. ve 10. günler arasında arttığı fakat 15. ve 20. günlerde düzenli olarak azaldığı tespit edilmiştir.

T+SA3 uygulamasına ait fidelerin taze ağırlığı ise Demre-8 çeşidinde 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermesine rağmen, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde 5. gün ile 15. gün arasında artmış, 20. günde ise azalma göstermiştir.



Şekil 4.7. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu taze ağırlık değişimleri



Şekil 4.8. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu taze ağırlık değişimleri

Demre-8 çeşidinin K uygulamasına ait fidelerinin taze ağırlığı 5. ve 10. günlerde Kahramanmaraş-Acı çeşidine oranla daha fazla artış göstermesine rağmen, 15. ve 20. günlerde Kahramanmaraş-Acı fidelerinin taze ağırlığı daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Ayrıca tüm günlerde Kahramanmaraş-Acı'nın T uygulama fidelerinin taze ağırlığı Demre-8'in aynı uygulamasına oranla daha fazla artış göstermiştir. Fakat K ve T uygulama fidelerinin tüm günlerde iki çeşit arasındaki taze ağırlık değişimleri belirgin olmayıp, değerler arasındaki farklar istatistik açıdan da önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı'nın T+SA1 uygulama fidelerinin taze ağırlığı 10., 15. ve 20. günlerde, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlığı ise tüm günlerde Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Kahramanmaraş-Acı'nın özellikle T+SA2 uygulama fidelerinin 15. gün taze ağırlık değerinde Demre-8'e oranla meydana gelen artış belirgin olup, iki çeşidin bu değerler arasındaki farkı istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bunun dışında iki çeşidin tüm günlerde T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.5. Kuru ağırlık değişimi üzerine etkisi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin yaprak dokularının kuru ağırlıkları ile ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama interaksiyonu istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Ek 3.5).

Demre-8 fidelerinin yaprak dokularına ait kuru ağırlıkları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.5). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin kuru ağırlıkları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. K uygulama fidelerinin kuru ağırlık değerlerinin 15. günde T+SA1 uygulama fideleriyle arasındaki fark önemli olup ($p<0.05$), tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Uygulamalar arasında en yüksek kuru ağırlık 5. ve 20. günlerde T+SA3, 10. günde T, 15. günde T+SA1 uygulamalarına ait fidelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki kuru ağırlık değerleri (Ortalama±Standart hata, n=3)

Çeşit	Uygulamalar	Yaprak Dokusu Kuru Ağırlık, g			
		5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Demre-8	Kontrol (K)	0.086±0.014 *Ab	0.095±0.013 Aa	0.098±0.012 Ba	0.102±0.009 Aa
	60 mM NaCl (T)	0.088±0.012 Ab	0.111±0.011 Aa	0.115±0.008 ABa	0.112±0.013 Aa
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	0.099±0.014 Ab	0.102±0.008 Ab	0.133±0.014 Aa	0.104±0.009 Ab
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	0.103±0.008 Ac	0.104±0.008 Ac	0.125±0.012 ABa	0.115±0.008 Ab
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	0.104±0.010 Ab	0.108±0.011 Ab	0.121±0.007 ABa	0.124±0.005 Aa
Kahramanmaraş-Acı	Kontrol (K)	0.085±0.008 Bb	0.098±0.010 Aa	0.104±0.008 Ba	0.106±0.008 Aa
	60 mM NaCl (T)	0.107±0.008 ABb	0.107±0.008 Ab	0.130±0.013 ABa	0.115±0.009 Ab
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	0.120±0.012 Ab	0.119±0.010 Ab	0.121±0.012 ABb	0.131±0.011 Aa
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	0.109±0.006 ABa	0.110±0.003 Aa	0.116±0.007 ABa	0.112±0.003 Aa
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	0.109±0.007 ABc	0.125±0.014 Ab	0.141±0.010 Aa	0.128±0.011 Ab

LSD_{0.05} uygulama : 0.02838,

LSD_{0.05} gün : 0.008487

*: Büyük harfler dikey (uygulama), küçük harfler yatay (gün) karşılaştırmalar içindir.

Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemli değildir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, T uygulama fidelerinin kuru ağırlığı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla 5. ve 15. günlerde en düşük değerde, 10. günde ise en yüksek değerde bulunmuştur. 20. günde T uygulama fidelerinin kuru ağırlığı T+SA1

uygulanmasına oranla artış göstermesine rağmen T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla daha düşük değerde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulama fidelerinin kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük kuru ağırlık 5., 10. ve 20. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 15. günde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Demre-8 çeşidinin T, T+SA1 ve T+SA2 uygulamaları hariç diğer uygulamalara ait fidelerin yaprak dokularının kuru ağırlıklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, kuru ağırlık değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin kuru ağırlığı 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. T uygulamasına ait fidelerin kuru ağırlığında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış, 20. günde ise azalma tespit edilmiştir. Bu uygulamalara ait fidelerin sadece 5. gün kuru ağırlık değerinin 10., 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Fide yapraklarının kuru ağırlıklarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış 20. günde ise azalma saptanan diğer uygulamalar T+SA1 ve T+SA2 olmuştur. Bu uygulamaların özellikle 15. gün değerleri diğer günlere oranla belirgin şekilde artış göstermiştir. T+SA3 uygulama fidelerinin ise kuru ağırlıklarında 5 ila 20. gün arasında düzenli artış olmuş, 20. günde bu uygulama fidelerinin kuru ağırlığı T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına oranla oldukça yüksek bir değere ulaşmıştır.

T+SA1 uygulama fidelerinin 15. gün kuru ağırlık değerinin 5., 10. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$). T+SA2 uygulama fidelerinin 5. ve 10. gün kuru ağırlık değerleri arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA3 uygulama fidelerinin ise 5. ve 10. gün kuru

ağırlık değerleri arasındaki fark ile 15. ve 20. gün değerleri arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin yaprak dokularına ait kuru ağırlıkları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.5). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin kuru ağırlıkları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Fakat K uygulama fidelerinin kuru ağırlık değerlerinin 5. gün T+SA1 ve 15. gün T+SA3 uygulama fideleriyle arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında en yüksek kuru ağırlık 5. ve 20. günlerde T+SA1 uygulamasına ait fidelerde, 10. ve 15. günlerde T+SA3 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, 5. ve 10. günlerde T uygulama fidelerinin kuru ağırlığı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerlerde tespit edilmiştir. 15. günde bu uygulama fidelerinin kuru ağırlığı T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına oranla artış göstermesine rağmen, T+SA3 uygulamasına oranla düşük değerde bulunmuştur. 20. günde ise T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerde tespit edilen T uygulama fidelerinin kuru ağırlığı T+SA2 uygulamasına oranla artış göstermiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulama fidelerinin kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük kuru ağırlık 5. günde T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinde eşit değerde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin K uygulamasına ait fidelerin yaprak dokularının kuru ağırlıklarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, kuru ağırlık değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu uygulama fidelerinin 5. gün kuru ağırlık değerinin 10., 15. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

T uygulamasına ait fidelerin kuru ağırlığı 5. gün ile 10. gün arasında değişmemiş, 15. günde oldukça belirgin bir artış, 20. günde ise azalma göstermiştir. Bu uygulamaya ait fidelerin 15. gün kuru ağırlık değerinin 5., 10. ve 20. gün değerleri ile arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

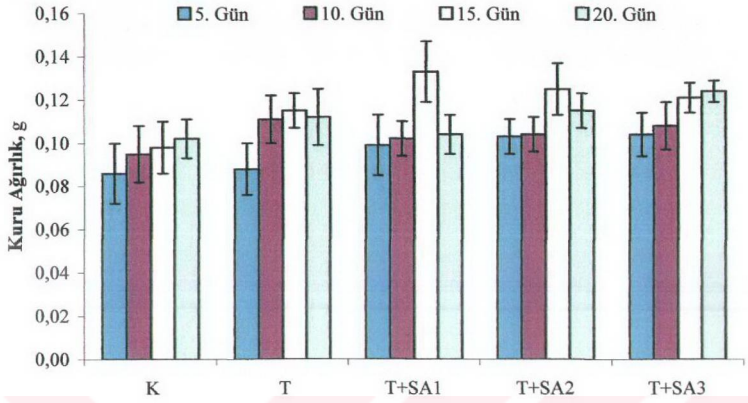
T+SA1 uygulama fidelerinin 5. gün kuru ağırlık değeri 10. günde belirgin olmayan bir azalma göstermiş, 10 ila 20. gün arasında ise düzenli artış göstererek 20. günde en yüksek değere ulaşmıştır. T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kuru ağırlıklarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış 20. günde ise azalma saptanmıştır. Özellikle T+SA3 uygulama fidelerinin 15. gün kuru ağırlık değeri diğer günlere oranla belirgin şekilde artış göstermiştir.

T+SA1 uygulama fidelerinin 20. gün kuru ağırlık değerinin 5., 10. ve 15. gün değerleri ile arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$). T+SA2 uygulama fidelerinin tüm günlerde kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). T+SA3 uygulama fidelerinin ise 10. ve 20. gün kuru ağırlık değerleri arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

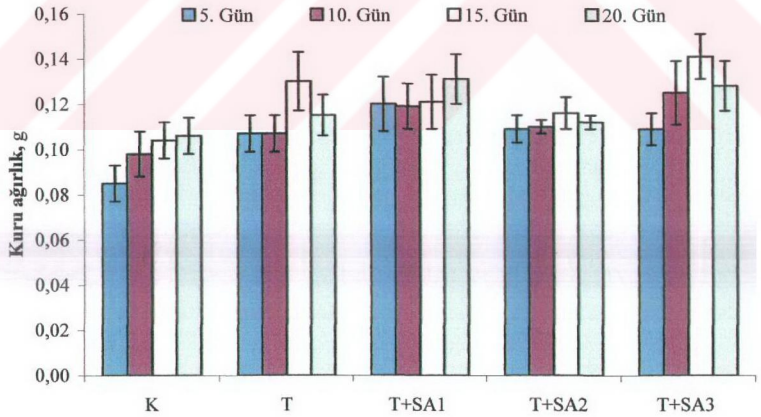
Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da görüldüğü gibi, Demre-8'in K ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin, Kahramanmaraş-Acı'nın ise K uygulamasına ait fidelerin kuru ağırlıkları 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. Her iki çeşitte, T ve T+SA2 uygulamalarına ait fidelerin kuru ağırlığı ve ilave olarak Kahramanmaraş-Acı'da T+SA3 uygulamasına ait fidelerin kuru ağırlığı 5. gün ile 15. gün arasında artmış, 20. günde ise azalma göstermiştir.

T+SA1 uygulamasına ait fidelerin kuru ağırlığı ise, Demre-8 çeşidinde 5. gün ile 15. gün arasında artış, 20. günde azalma göstermesine rağmen, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde 5 ila 20. gün arasında artış göstermiştir.

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin K uygulamasına ait fidelerin kuru ağırlığı 5. gün hariç diğer günlerde Demre-8'in aynı uygulama fidelerine oranla daha fazla artış göstermiştir.



Şekil 4.9. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu kuru ağırlık değişimleri



Şekil 4.10. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu kuru ağırlık değişimleri

Fakat bu uygulama fidelerinin tüm günlerde iki çeşit arasındaki kuru ağırlık değişimleri belirgin olmayıp, değerler arasındaki farklar istatistik açıdan da önemli bulunmamıştır.

Kahramanmaraş-Acı'nın T uygulama fidelerinin kuru ağırlığında ise 10. gün hariç diğer günlerde Demre-8'in aynı uygulamasına oranla daha fazla artış tespit edilmiştir. Özellikle Kahramanmaraş-Acı'nın bu uygulama fidelerinin 15. gün kuru ağırlığı oldukça yüksek bir değerde bulunmuştur. Buna rağmen tüm günlerde T uygulama fidelerinin iki çeşit arasındaki kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı'nın T+SA1 uygulama fidelerinin kuru ağırlığı 5., 10. ve 20. günlerde, T+SA2 uygulama fidelerinin kuru ağırlığı 5. ve 10. günlerde, T+SA3 uygulama fidelerinin kuru ağırlığı ise tüm günlerde Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla daha fazla artış göstermiştir. Bu artış Kahramanmaraş-Acı'nın özellikle T+SA1 uygulama fidelerinin 5., 10. ve 20. günlerinde ve T+SA3 uygulama fidelerinin 10. ve 15. günlerinde belirgindir. Fakat iki çeşidin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin tüm günlerdeki kuru ağırlık değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.6. Oransal su içeriği değişimi üzerine etkisi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin yaprak dokusunun OSİ ile ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama interaksiyonu istatistik açıdan önemli bulunmamıştır (Ek 3.6).

Demre-8 fidelerinin yaprak dokularında tespit edilen OSİ, 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.6). 5. günde K uygulamasına ait fidelerin OSİ, T ve T+SA2 uygulamalarına oranla artış göstermesine rağmen, T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla daha düşük değerde bulunmuştur. Uygulamalar arasında en yüksek OSİ T+SA1 uygulama fidelerinde, en düşük OSİ T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. 10. günde uygulamalar arasında en yüksek OSİ, K uygulama fidelerinde en düşük OSİ, T uygulama fidelerinde saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki OSİ değerleri (Ortalama±Standart hata, n=3)

Çeşit	Uygulamalar	Yaprak Dokusu Oransal Su İçeriği, %			
		5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün
Demre-8	Kontrol (K)	70.69±1.86	79.96±2.56	80.45±0.50	81.35±2.86
	60 mM NaCl (T)	65.49±5.80	74.05±1.38	83.15±4.05	81.46±3.08
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	75.12±5.17	77.36±4.35	77.95±2.69	81.43±5.24
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	61.65±3.68	79.12±1.45	79.77±3.38	89.95±4.44
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	70.74±3.42	78.01±4.71	79.90±2.54	86.87±2.57
Kahramanmaraş-Acı	Kontrol (K)	69.99±0.33	77.08±4.92	78.22±2.05	83.63±2.52
	60 mM NaCl (T)	69.19±0.65	78.50±0.23	84.01±1.43	83.03±2.72
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	66.50±0.29	78.01±5.52	82.52±4.56	80.15±1.37
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	67.23±2.48	82.83±0.57	83.15±7.34	87.48±0.62
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	71.68±2.56	79.00±2.35	81.98±0.85	85.33±4.45

Değerler arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır.

15. günde K uygulama fidelerinin OSİ, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla artış göstermiş, ancak uygulamalar arasında en yüksek OSİ'ne sahip olan T uygulama fidelerinden daha düşük değerde bulunmuştur. 20. günde ise, uygulamalar arasında en yüksek OSİ T+SA2 uygulama fidelerinde, en düşük OSİ K uygulama fidelerinde saptanmıştır. Fakat tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulama fidelerinde OSİ değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.6 incelendiğinde, 5. günde T uygulama fidelerinin OSİ, T+SA2 uygulamalarına oranla artış göstermesine rağmen, T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla daha düşük değerlerde tespit edilmiştir. T uygulama fidelerinin OSİ, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla 10. günde en düşük değerde, 15. günde ise en yüksek değerde bulunmuştur. 20. günde ise bu uygulama fidelerinin OSİ, T+SA1 uygulamasına oranla artış göstermesine rağmen T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla daha düşük değerlerde tespit edilmiştir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük OSİ 5. günde T+SA2 uygulama fidelerinde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin OSİ değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Demre-8 çeşidinin T uygulaması hariç diğer uygulamalara ait fidelerinin yaprak dokusu OSİ'nde günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, OSİ değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin OSİ 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. T uygulamasına ait fidelerin OSİ'nin 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı fakat 20. günde azaldığı tespit edilmiştir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin OSİ de 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulamalardan T+SA2 uygulama fidelerinin OSİ 5. günde en düşük değerde olmasına rağmen, 10. günde belirgin şekilde artmış ve 20. günde en yüksek değere ulaşmıştır.

Yapılan istatistik analize göre, Demre-8'in uygulama fidelerinde 5., 10., 15. ve 20. günler arasında farklı oranlarda gerçekleşen OSİ değişimleri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin yaprak dokularında tespit edilen OSİ, 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.6). 5. günde K uygulamasına ait fidelerin OSİ, T, T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına oranla artış

göstermiş, ancak uygulamalar arasında en yüksek OSİ'ne sahip olan T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerde bulunmuştur.

10. günde en yüksek OSİ, T+SA2 uygulama fidelerinde, 15. günde T uygulama fidelerinde bulunurken, bu günlerde en düşük OSİ, K uygulama fidelerinde saptanmıştır. 20. günde ise K uygulama fidelerinin OSİ, T ve T+SA1 uygulamalarına oranla artış göstermiş, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerde bulunmuştur. Bu günde, uygulamalar arasında en yüksek OSİ, T+SA2 uygulama fidelerinde, en düşük OSİ, T+SA1 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulama fidelerinde OSİ değerleri arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.6 incelendiğinde, 5. günde T uygulama fidelerinin OSİ, T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına oranla artış göstermesine rağmen, T+SA3 uygulamasına oranla daha düşük değerde tespit edilmiştir. 10. ve 20. günlerde bu uygulama fidelerinin OSİ, T+SA1 uygulamasına oranla yüksek değerde, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerde bulunmuştur. 15. günde ise T uygulama fidelerinin OSİ'nin, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla en yüksek değere ulaştığı saptanmıştır.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük OSİ 5., 10. ve 20. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 15. günde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Fakat tüm günlerde bu uygulamalara ait fidelerin OSİ değerleri arasındaki farklar önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T ve T+SA1 uygulamaları hariç diğer uygulamalara ait fidelerinin yaprak dokusu OSİ'nde günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, OSİ değeri en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Kahramanmaraş-Acı'nın K uygulamasına ait fidelerinin OSİ 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. T uygulamasına ait fidelerin OSİ'nin 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı fakat 20. günde azaldığı tespit edilmiştir.

T uygulamasına paralel olarak, T+SA1 uygulama fidelerinin OSİ de 5 ila 15. gün arasında düzenli olarak artmış, 20. günde azalma göstermiştir. Buna karşın, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin OSİ 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. 5. günde T+SA3 uygulamasına ait fidelerin OSİ'nde daha fazla artış tespit edilmesine rağmen, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA2 uygulama fidelerinin OSİ'nde daha fazla artış gerçekleşmiştir.

Yapılan istatistik analize göre, Kahramanmaraş-Acı'nın uygulama fidelerinde 5., 10., 15. ve 20. günler arasında farklı oranlarda gerçekleşen OSİ değişimleri önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

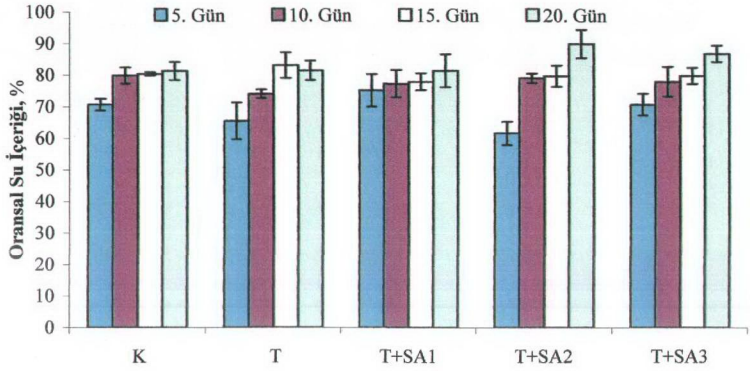
Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de görüldüğü gibi, iki çeşidin K, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin OSİ 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiş, T uygulamalarına ait fidelerinin OSİ ise 5. gün ile 15. gün arasında artmış, 20. günde ise azalma göstermiştir.

T+SA1 uygulamasına ait fidelerin OSİ, Demre-8 çeşidinde 5 ila 20. gün arasında artış göstermesine rağmen, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde 5. gün ile 15. gün arasında artış, 20. günde ise azalma göstermiştir.

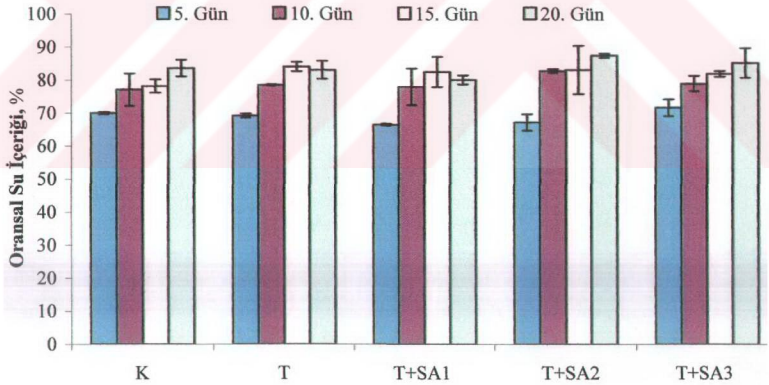
Demre-8 çeşidinin K uygulamasına ait fidelerinin OSİ, 5., 10. ve 15. günlerde Kahramanmaraş-Acı'nın aynı uygulamasına oranla daha fazla artış göstermiştir. 20. günde ise Kahramanmaraş-Acı fidelerinin OSİ'nin daha yüksek değerlerde olduğu bulunmuştur.

Tüm günlerde Kahramanmaraş-Acı'nın T uygulama fidelerinin OSİ'nde Demre-8'in aynı uygulamasına oranla daha fazla artış tespit edilmiştir. İki çeşidin bu uygulamaya ait fidelerinin OSİ değerleri özellikle 5. ve 10. günlerde belirgin farklılıklar göstermiştir.

Kahramanmaraş-Acı'nın T+SA1 uygulama fidelerinin OSİ 10. ve 15. günlerde, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin OSİ ise 5., 10. ve 15. günlerde Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla daha fazla artış göstermiştir.



Şekil 4.11. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu OSİ değişimleri



Şekil 4.12. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki yaprak dokusu OSİ değişimleri

İki çeşidin özellikle T+SA1 uygulama fidelerinin 15. gün değerleri ve T+SA2 uygulamasının 5., 10. ve 15. gün değerleri arasında belirgin farklılıklar saptanmıştır.

Fakat 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalara ait fidelerin OSI'nin Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitleri arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.1.7. Alt ve üst yapraklarda serbest prolin miktarlarının değişimi

Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı çeşitlerine ait fidelerin alt ve üst yapraklarındaki serbest prolin miktarları ile ilgili varyans analiz çizelgesine göre, gün*çeşit*uygulama*konum interaksyonu istatistik açıdan önemli bulunmuştur (Ek 3.7).

Demre-8 fidelerinin alt yapraklarına ait serbest prolin miktarları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.7). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında alt yapraklardaki en yüksek serbest prolin miktarı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA1 uygulamasına ait fidelerde, 20. günde T+SA3 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

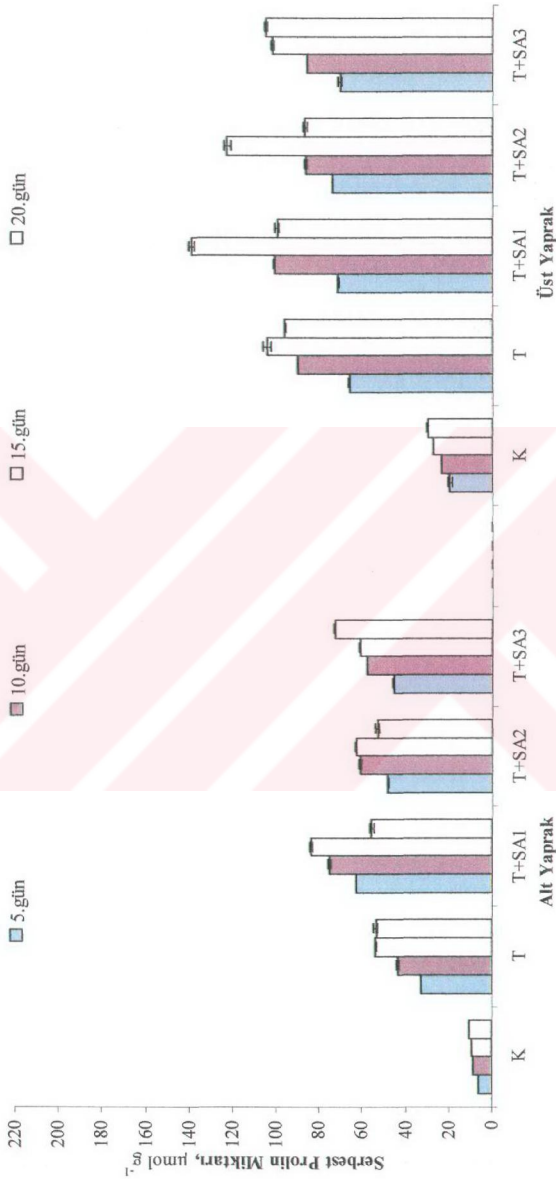
Şekil 4.13 incelendiğinde, 5., 10. ve 15. günlerde T uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarları T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerlerde tespit edilmiştir. 20. günde ise T uygulama fidelerinin alt yapraklarındaki serbest prolin miktarı T+SA2 uygulamasına oranla yüksek, T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerlerde bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber fidelerinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki alt ve üst yaprak serbest prolin miktarları (Ortalama±Standart hata, n=3)

Çeşit	Alt Yaprak Serbest Prolin Miktarı, $\mu\text{mol g}^{-1}$					Üst Yaprak Serbest Prolin Miktarı, $\mu\text{mol g}^{-1}$							
	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	5. Gün	10. Gün	15. Gün	20. Gün	
Demre-8	Kontrol (K)	6.16±0.04 *Ebil	8.96±0.03 Eail	9.33±0.07 Dail	10.71±0.04 Dail	19.72±0.96 Ddl	23.70±0.03 Del	27.37±0.26 Ebl	30.11±0.25 Eal				
	60 mM NaCl (T)	32.91±0.25 Dell	43.58±0.39 Dbil	53.93±0.22 Cail	53.63±0.76 Cail	66.14±0.13 Cdl	90.03±0.07 Bcl	104.38±1.63 Cal	96.12±0.37 Cbl				
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	62.70±0.16 Acll	75.50±0.62 Abil	84.11±0.56 Aail	55.85±0.87 Bdil	71.27±0.37 Bcl	100.76±0.25 Abi	139.02±1.14 Aal	99.70±0.95 Bbl				
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	48.25±0.16 Bdil	60.74±0.52 Bbil	62.87±0.27 Bail	52.96±0.81 Ccil	74.02±0.09 Acl	86.38±0.33 Cbl	122.81±1.55 Bal	86.86±0.88 Dbl				
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	45.53±0.41 Cdll	57.88±0.19 Ccil	61.19±0.07 Bbil	72.96±0.53 Aail	70.51±0.65 Bdl	85.79±0.12 Ccl	101.98±0.60 Dbl	105.10±0.61 Aal				
	Kontrol (K)	5.53±0.03 Cdll	8.84±0.03 Ecll	13.52±0.10 Ebil	25.79±0.24 Eail	17.35±0.13 Edl	28.62±0.84 Ecl	37.52±0.20 Ebl	42.17±0.03 Dal				
Kahramanmaraş-Acı	60 mM NaCl (T)	71.31±0.14 Adll	82.97±0.49 Bcill	88.99±0.25 Dbil	130.22±0.14 Aail	80.22±0.75 Ddl	107.61±0.88 Del	206.42±1.69 Aal					
	60 mM NaCl + 0.1 mM SA (T+SA1)	57.44±0.31 Bdil	77.72±0.45 Ccil	102.31±0.29 Cail	90.51±0.12 Cbil	99.35±0.22 Cdl	120.11±0.83 Ccl	176.48±0.36 Bal	128.68±1.43 Bbl				
	60 mM NaCl + 0.5 mM SA (T+SA2)	57.71±0.14 Bdil	105.80±0.09 Abil	131.60±0.43 Aail	97.57±0.21 Bcl	124.38±2.60 Acl	175.76±1.22 Abi	202.10±0.42 Aal	92.59±0.18 Cdil				
	60 mM NaCl + 1.0 mM SA (T+SA3)	59.26±0.17 Bcill	63.63±0.00 Dbil	109.31±1.09 Bail	65.28±0.21 Dbil	108.75±0.62 Bdl	141.03±1.40 Bbl	167.49±2.54 Cal	127.61±0.38 Bcl				
	Kontrol (K)	5.53±0.03 Cdll	8.84±0.03 Ecll	13.52±0.10 Ebil	25.79±0.24 Eail	17.35±0.13 Edl	28.62±0.84 Ecl	37.52±0.20 Ebl	42.17±0.03 Dal				
	60 mM NaCl (T)	71.31±0.14 Adll	82.97±0.49 Bcill	88.99±0.25 Dbil	130.22±0.14 Aail	80.22±0.75 Ddl	107.61±0.88 Del	206.42±1.69 Aal					

LSD_{0.05} uygulama : 2.094, LSD_{0.05} gün : 2.041, LSD_{0.05} konum : 2.299

*: Bilyük harfler dikkey (uygulama), küçük harfler yatay (gün) karşılaştırmalar, romen rakamları ise konum (alt-üst yaprak) karşılaştırmaları içindir. Aynı harfle gösterilen uygulamalar arasındaki fark istatistik açıdan önemli değildir.



Şekil 4.13. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Demre-8 biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki alt ve üst yaprak serbest prolin değişimleri

20. günde T uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarının T+SA2 uygulama fideleri ile arasındaki fark hariç tüm günlerde T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleri ile arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük alt yaprak serbest prolin miktarı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. 15. gün T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleri arasındaki fark hariç tüm günlerde T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

Demre-8 çeşidinin T, T+SA1 ve T+SA2 uygulamaları hariç diğer uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarlarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, serbest prolin miktarı en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Şekil 4.13).

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin alt yapraklarındaki serbest prolin miktarı 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulamaya ait fidelerin 5. gün alt yaprak serbest prolin miktarının 10., 15. ve 20. gün miktarları ile arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T uygulamasına ait fidelerin alt yapraklarındaki serbest prolin miktarının 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı, 20. günde ise belirgin olmayan bir azalma gösterdiği bulunmuştur. Bu uygulama fidelerinin 15. ve 20. gün alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar istatistik açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Alt yaprak serbest prolin miktarlarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış, 20. günde ise azalma saptanan diğer uygulamalar T+SA1 ve T+SA2 uygulama fideleri olmuştur. T+SA3 uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarlarında ise 5 ila 20. gün arasında düzenli artış tespit edilmiştir.

Bu uygulamalar arasında en yüksek alt yaprak serbest prolin miktarı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit

edilmiştir. Bu uygulama fidelerinin tüm günlere ait alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Demre-8 fidelerinin üst yapraklarına ait serbest prolin miktarları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.7). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında üst yapraklardaki en yüksek serbest prolin miktarı 5. günde T+SA2, 10. ve 15. günlerde T+SA1, 20. günde T+SA3 uygulamalarına ait fideelerde bulunmuştur.

Şekil 4.13 incelendiğinde, 5. günde T uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerde tespit edilmiştir. 10. günde bu uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarı T+SA1 uygulamasına oranla düşük, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla yüksek değerde bulunmuştur.

15. günde T uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarı T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına oranla düşük, T+SA3 uygulamasına oranla yüksek değerde bulunmuştur. 20. günde ise bu uygulama fidelerinin üst yapraklarındaki serbest prolin miktarının T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük T+SA2 uygulamasına oranla yüksek değerde olduğu tespit edilmiştir.

Tüm günlerde T uygulamasına ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarının T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleriyle arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük üst yaprak serbest prolin miktarı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA2 uygulama

fidelerinde tespit edilmiştir. 5. gün T+SA1 ve T+SA3 uygulama fideleri ile 10. gün T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleri arasındaki farklar hariç tüm günlerde T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

Demre-8 çeşidinin T, T+SA1 ve T+SA2 uygulamaları hariç diğer uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarlarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, serbest prolin miktarı en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Şekil 4.13).

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin üst yapraklarındaki serbest prolin miktarı 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulama fidelerinin tüm günlere ait üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T uygulamasına ait fidelerin üst yapraklarındaki serbest prolin miktarının 5. gün ile 15. gün arasında düzenli olarak arttığı, 20. günde ise azaldığı bulunmuştur. Bu uygulama fidelerinin tüm günlere ait üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Üst yaprak serbest prolin miktarlarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış, 20. günde ise azalma saptanan diğer uygulamalar T+SA1 ve T+SA2 uygulama fideleri olmuştur. Bu uygulama fidelerinin özellikle 15. gün üst yaprak serbest prolin miktarları diğer günlere oranla belirgin şekilde artış göstermiştir. T+SA3 uygulama fidelerinin ise üst yaprak serbest prolin miktarlarında 5 ila 20. gün arasında düzenli artış tespit edilmiştir.

Bu uygulamalar arasında en yüksek üst yaprak serbest prolin miktarı 5. günde T+SA2 uygulama fidelerinde, 10. ve 15. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 20. günde ise T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir.

T+SA1 ve T+SA2 uygulama fidelerinin 10. ve 20. günlerinde üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki fark önemli olmayıp, diğer günler arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$). T+SA3 uygulama fidelerinin ise tüm günlere ait üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Demre-8 çeşidinin tüm günlerde uygulamalarına ait fidelerin alt ve üst yapraklarındaki serbest prolin miktarları farklılıklar göstermiş ve üst yapraklardaki serbest prolin miktarlarında alt yapraklara oranla daha fazla artış tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

K uygulamasına ait fidelerin alt ve üst yapraklarındaki serbest prolin miktarlarında 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar saptanmıştır. Bu uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları alt yapraklara oranla belirgin artışlar göstermiş, bu artışlar istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T, T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına ait fidelerin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artışlar, 20. günde ise azalmalar tespit edilmiştir. Bu uygulamalara ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarları alt yapraklara oranla daha fazla artış göstermiştir. Bu artışlar özellikle T ve T+SA2 uygulamalarına ait fidelerin tüm günlerinde, T+SA1 uygulamasına ait fidelerin ise 10., 15. ve 20. günlerinde belirgindir. Uygulamalar arasında en yüksek serbest prolin miktarı, 15. günde T+SA1 uygulama fidelerinin üst yapraklarında tespit edilmiştir. Tüm günlerde T, T+SA1 ve T+SA2 uygulama fidelerinin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA3 uygulamasına ait fidelerin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar belirlenmiştir. Bu uygulama fidelerinin de üst yaprak serbest prolin miktarlarında alt yapraklara oranla belirgin artışlar tespit edilmiş, bu artışlar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin alt yapraklarına ait serbest prolin miktarları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.7). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında alt yapraklardaki en yüksek serbest prolin miktarı 5. ve 20. günlerde T uygulamasına ait fidelerde, 10. ve 15. günlerde T+SA2 uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

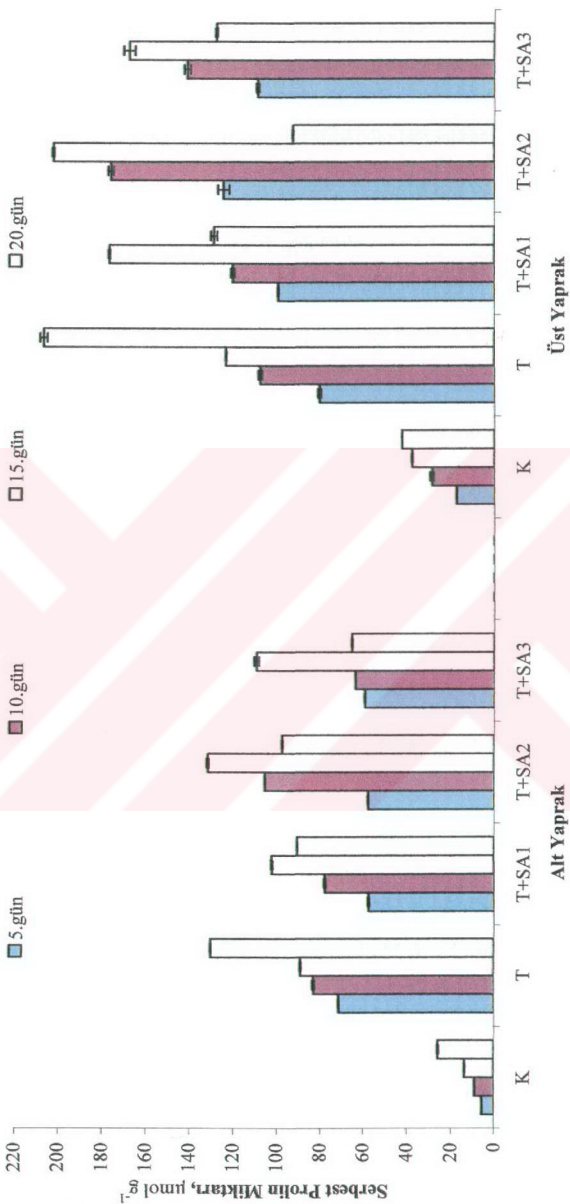
Şekil 4.14 incelendiğinde, 5. ve 20. günlerde T uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarları T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerine oranla yüksek değerde tespit edilmiştir. 10. günde T uygulama fidelerinin alt yapraklarındaki serbest prolin miktarı T+SA1 ve T+SA3 uygulamalarına oranla yüksek, T+SA2 uygulamalarına oranla düşük değerde bulunmuştur.

15. günde ise bu uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarı T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerde saptanmıştır. Tüm günlerde T uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarının T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleri ile arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük alt yaprak serbest prolin miktarı 5. ve 15. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 10. ve 20. günlerde T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. 5. günde T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemli olmayıp, 10., 15. ve 20. günlerde önemlidir ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları hariç diğer uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarlarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, serbest prolin miktarı en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

Kahramanmaraş-Acı'nın K ve T uygulamalarına ait fidelerinin alt yapraklarındaki serbest prolin miktarları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulama fidelerinin tüm günlere ait alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.14. Salisilik asitli ortamlarda yetiştirilen Kahramanmaraş-Acı biber fidesinde tuz uygulamasının 5., 10., 15. ve 20. günlerindeki alt ve üst yaprak serbest prolin değişimleri

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarlarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış, 20. günde ise azalma saptanmıştır. Özellikle T+SA1 ve T+SA3 uygulama fidelerinin 15. gününde, T+SA2 uygulama fidelerinin ise 10. ve 15. günlerinde alt yaprak serbest prolin miktarı belirgin artışlar göstermiştir.

Bu uygulamalar arasında en yüksek alt yaprak serbest prolin miktarı 5. günde T+SA3 uygulama fidelerinde, 10., 15. ve 20. günlerde T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. T+SA3 uygulama fidelerinin 10. ve 20. gün alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki fark hariç, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin tüm günlere ait alt yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı fidelerinin üst yapraklarına ait serbest prolin miktarları 5., 10., 15. ve 20. günlerde uygulamalar arasında farklılıklar göstermiştir (Çizelge 4.7). Tüm günlerde bu çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları diğer uygulamalara oranla en düşük değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde K uygulaması ile diğer uygulamalara ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Uygulamalar arasında üst yapraklardaki en yüksek serbest prolin miktarı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA2 uygulamasına ait fidelerde, 20. günde T uygulamasına ait fidelerde bulunmuştur.

Şekil 4.14 incelendiğinde, 5., 10. ve 15. günlerde T uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına oranla düşük değerlerde, 20. günde ise yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Tüm günlerde T uygulamasına ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarının T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fideleriyle arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları arasında en düşük üst yaprak serbest prolin miktarı 5. ve 10. günlerde T+SA1 uygulama fidelerinde, 15. günde T+SA3 uygulama fidelerinde, 20. günde ise T+SA2 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. 20. günde

T+SA1 ve T+SA3 uygulama fideleri arasındaki fark hariç tüm günlerde T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemlidir ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları hariç diğer uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarlarında günlere bağlı olarak düzenli artışlar olmuş, serbest prolin miktarı en düşük 5. günde, en yüksek 20. günde tespit edilmiştir (Şekil 4.14).

Kahramanmaraş-Acı'nın K ve T uygulamalarına ait fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları 5 ila 20. gün arasında düzenli artış göstermiştir. Bu uygulama fidelerinin tüm günlere ait üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarlarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artış, 20. günde ise azalma saptanmıştır. Özellikle T+SA1 uygulama fidelerinin 15. gününde, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin ise 10. ve 15. günlerinde üst yaprak serbest prolin miktarı belirgin artışlar göstermiştir.

Bu uygulamalar arasında en yüksek üst yaprak serbest prolin miktarı 5., 10. ve 15. günlerde T+SA2 uygulama fidelerinde, 20. günde T+SA1 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin tüm günlere ait üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı çeşidinin tüm günlerde uygulamalarına ait fidelerin alt ve üst yapraklarındaki serbest prolin miktarları farklılıklar göstermiş, 20. gün T+SA2 uygulama fideleri hariç üst yapraklardaki serbest prolin miktarlarında alt yapraklara oranla daha fazla artış tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

K ve T uygulamalarına ait fidelerin alt ve üst yapraklarındaki serbest prolin miktarlarında 5 ila 20. gün arasında düzenli artışlar saptanmıştır. Bu uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları alt yapraklara oranla belirgin artışlar göstermiş, bu artışlar

istatistik açıdan da önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Uygulamalar arasında en yüksek serbest prolin miktarı, 20. günde T uygulama fidelerinin üst yapraklarında tespit edilmiştir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında 5. gün ile 15. gün arasında düzenli artışlar, 20. günde ise azalmalar tespit edilmiştir. 20. gün T+SA2 uygulama fideleri hariç bu uygulamalara ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarları alt yapraklara oranla daha fazla artış göstermiştir. Bu artışlar özellikle T+SA1 uygulamalarına ait fidelerin 15. gününde, T+SA2 uygulamasına ait fidelerin 5., 10. ve 15. günlerinde, T+SA3 uygulama fidelerinin 10. ve 15. günlerinde belirgindir. T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin tüm günlerde alt ve üst yaprak serbest prolin miktarları arasındaki farklar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de görüldüğü gibi, iki çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarı 5 ila 20. gün arasında düzenli olarak artış göstermiştir. Her iki çeşitte, T+SA1 ve T+SA2 uygulamalarına ait fidelerin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarı 5. gün ile 15. gün arasında artmış, 20. günde ise azalma göstermiştir.

T uygulamasına ait fidelerin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarı Demre-8 çeşidinde 5. gün ile 15. gün arasında artış, 20. günde ise azalma göstermesine rağmen, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde 5 ila 20. gün arasında artış göstermiştir. Buna zıt olarak, T+SA3 uygulamasına ait fidelerin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarı Demre-8 çeşidinde 5 ila 20. gün arasında artış göstermesine rağmen, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde 5. gün ile 15. gün arasında artış, 20. günde ise azalma göstermiştir.

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarı Kahramanmaraş-Acı'ya oranla 5. ve 10. günlerde daha fazla artmasına rağmen, bu artış istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. 15. ve 20. günlerde ise Kahramanmaraş-Acı'nın alt yaprak serbest prolin miktarı belirgin şekilde artmış ve bu artışlar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tüm günlerde Kahramanmaraş-Acı'nın T uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarı Demre-8'den belirgin şekilde daha yüksektir ve iki çeşit arasındaki bu farklar önemlidir ($p<0.05$).

Kahramanmaraş-Acı'nın 5. gün T+SA1 uygulama fideleri ve 20. gün T+SA3 uygulama fideleri hariç, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarına ait fidelerin alt yaprak serbest prolin miktarı tüm günlerde yine daha yüksek olup, iki çeşit arasındaki bu farklar da istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kahramanmaraş-Acı'nın özellikle T+SA1 uygulama fidelerinin alt yaprak serbest prolin miktarı 15. ve 20. günlerde, T+SA2 uygulama fidelerinin 10., 15. ve 20. günlerde ve T+SA3 uygulama fidelerinin 15. günde belirgin şekilde artış göstermiştir.

Demre-8'in K uygulamasına ait fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarı Kahramanmaraş-Acı'ya oranla 5. günde daha fazla artmasına rağmen, 10., 15. ve 20. günlerde oldukça düşük değerlerde kalmıştır. Tüm günlerde bu uygulamaya ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarlarının iki çeşit arasındaki farkları istatistik açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tüm günlerde Kahramanmaraş-Acı'nın T, T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarı Demre-8'den belirgin şekilde daha yüksektir ve iki çeşit arasındaki bu farklar da önemlidir ($p<0.05$). Kahramanmaraş-Acı'nın özellikle T uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarı 20. günde, T+SA1 uygulama fidelerinin 15. günde, T+SA2 uygulama fidelerinin 5., 10. ve 15. günlerde, T+SA3 uygulama fidelerinin 10. ve 15. günlerde belirgin şekilde yüksektir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tuzluluk stresi, bitkilerin büyüme-gelişmesi ve verimi için tehlikeli olan yaygın bir çevresel problemdir. Tuzluluk toleransı üzerine spesifik fizyolojik özellikleri tanıma ve fizyolojik oluşum süreçlerini en iyi şekilde anlama çalışmaları devam etmekte, gelişmekte olan yetiştirme stratejileri çok büyük önem taşımaktadır (Flowers and Yeo 1995).

Bu amaçla, ekonomik önemi olan tuza hassasiyeti yüksek biber bitkileri 0.1 (SA1), 0.5 (SA2) ve 1.0 (SA3) mM'lık SA'li ortamlarda 7-8 yapraklı fide dönemine kadar yetiştirilmiş, bu dönemde bitkilere 60 mM NaCl (T) uygulanmıştır.

Na⁺ bitkide hem ksilem hem de floemde elde edilebilme yeteneğinde olan bir elementtir (Marschner 1997). Bu nedenle özellikle Na⁺, bitkinin birçok organeli üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Bu etki daha çok bitkilerin alt yaprak uçlarından başlayıp, yaprak ayası ve sapına doğru ilerleyerek nekrotik lekeler kadar dönüşen semptomlar şeklinde görülmektedir (Mer *et al.* 2000). Nitekim çalışmamızda, bu belirtiler Kahramanmaraş-Acı çeşidinin özellikle T uygulamasına ait fidelerinde çok kısa zamanda ortaya çıkmış, ilerleyen günlerde belirginleşip bazı fideleri ölüme götürmüştür. Demre-8 çeşidinin T uygulama fideleri ise NaCl'den daha az etkilenmiş, bu belirtiler belirgin olarak ortaya çıkmamıştır.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamalarından Demre-8 çeşidine ait fidelerin olumsuz etkilendiği tespit edilmiş, hatta ilerleyen günlerde en fazla zarar T+SA3 uygulama fidelerinde görülmüştür. Aksine bu uygulamaların Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait fidelerde T uygulamasının oluşturduğu belirgin bitki ölümlerinin önüne geçtiği tespit edilmiştir.

SA ile yapılan başka bir çalışmada, 0.05 mM ve 1.0 mM SA veya ASA uygulanmış fasulye ve domates fidelerine bir hafta su verilmediğinde bitkilerde turgor kaybı ve solma olduğu ifade edilmektedir. İki bitkinin de bir süre sonra solan yapraklarının kurduğu saptanmıştır. Halbuki 0.1 mM ve 0.5 mM SA veya ASA aynı bitkilere uygulandığında yaprakların turgorunun oransal olarak yüksek kaldığı bildirilmiştir (Senaratna *et al.* 2000).

O halde strese maruz kalan bitkilere uygulanan SA'in bitkiler üzerindeki olumlu ya da olumsuz etkisi, uygulandığı konsantrasyona bağlıdır. Bu çalışmadan yola çıkarak, Demre-8 ve Kahramanmaraş-Acı biber çeşitlerinin tuz stresine tolerans açısından farklı genetiksel içeriğe sahip olmalarının, farklı fizyolojik yanıtlar oluşturmalarını sağladığı söylenebilir.

Her iki çeşitte 5., 10., 15. ve 20. günlerde en fazla büyüme K uygulamasına ait fidelerde tespit edilmiş ve T uygulamasına ait fidelerin bu uygulamaya oranla daha düşük kök, sürgün uzunluğu ve yaprak alanına sahip olduğu bulunmuştur. Biber çeşitlerinde ortaya çıkan büyümedeki azalmanın toksik etkiye sahip olan Na^+ ve Cl^- iyonlarının bitki bünyesine gereğinden fazla alınmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Emilen su ve mineraller nedeniyle bitkilerin tuz stresi ile karşılaşan ilk kısımları kökleridir. Tuzun asıl etkisinin, hücre uzaması ve büyümesindeki azalmadan ileri gelen, köklerin kısa kalması ve kalınlaşması olduğu bildirilmiştir (Chen and Aine 1999). Abdal Aleem *et al.* (1992), tuz konsantrasyonunun artması ile kök boyunun azaldığını tespit etmişler ve kök boyunun tuza dayanıklı çeşitlerin belirlenmesinde önemli bir kriter olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre, tüm günlerde kök uzunluğu Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha yüksek değerlerde bulunan Demre-8'in, tuza dayanıklı olduğu söylenebilir.

Çalışmamızda, her iki çeşidin sürgün uzunluğu ve yaprak alanı da tuz stresinden olumsuz etkilenmiş, tuz uygulaması bitkilerde büyümeyi sınırlandırmıştır. Bununla birlikte, Demre-8'in T uygulama fidelerinin sürgün uzunluğu ve yaprak alanı yine tüm günlerde Kahramanmaraş-Acı'ya oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur.

Bitkilerde sürgünlere tuz iyonlarının translokasyonu ve türlere göre değişen fakat nispeten yüksek oranlardaki tuz taşınımı bitkilerde büyümeyi sınırlandırıcı bir etki yapmaktadır (Koca 2002). Perez-Alfocea and Larher (1995), uygulanan bütün tuz oranlarının sürgün büyümesine ket vurduğunu belirtmektedirler. Farklı konsantrasyonlarda NaCl uygulanan buğday fidelerinde de, tuz konsantrasyonu ile sürgün uzunluğu arasında negatif bir ilişkinin bulunduğu ifade edilmektedir (Dağüstü 2003).

Çalışmamızdaki yaprak alanına ait bulgularla paralellik gösteren bir çalışmada, Lopez *et al.* (2002), fasulye bitkilerinde tuzluluğun artması ve uygulanma süresine bağlı olarak fide yaprak alanının azaldığını belirtmektedirler. Bir başka çalışmada, bezelye bitkilerinin kısa süreli 70 mM NaCl'e maruz kalmasının bitkilerin yaprak büyümesini engellediği, NaCl'li ortamdan alındıklarında zamana bağlı olarak yaprak alanı artışının tekrar sağlandığı bildirilmektedir (Hernández and Almansa 2002).

Farklı konsantrasyonlarda NaCl'ün uygulandığı pirinç bitkilerinde tuza dayanıklı Damodar kültürünün, tuza duyarlı Jaya kültürüne göre tuz stresinden daha az etkilendiği ve daha fazla yaprak büyüklüğüne ulaştığı belirtilmektedir (Mısra *et al.* 1997). Bu bulgulara göre, çalışmamızda tuz uygulamasından daha az etkilenen Demre-8'in tuza dayanıklı, Kahramanmaraş-Acı'nın ise tuza duyarlı çeşit olduğu düşünülmektedir.

T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulamaları, Demre-8 fidelerinin kök, sürgün uzaması ve yaprak alanı artışını T uygulamasına oranla olumsuz etkilemiştir. Fidelerin kök uzamasını genellikle T+SA1 uygulaması, sürgün ve yaprak alanı artışını ise T+SA3 uygulaması en fazla etkilemiştir. Aksine, Kahramanmaraş-Acı'nın T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinde kök uzaması ve yaprak alanı artışı, T uygulamasına oranla genellikle daha fazla olmuş, sürgün uzamasında ise uygulamalardan herhangi birisinin belirgin bir etkisi tespit edilememiştir.

Özellikle 20. günde, Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kök uzunluğu Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla belirgin artışlar göstermiştir. O halde, Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait fidelerin SA'li ortamlarda yetiştirilmesi, bu fidelerin kök uzunluğu artışı üzerine tuzun oluşturduğu olumsuz etkiyi engelleyebilmektedir. Yani SA, ilerleyen günlerde iyileştirici etkisini belirgin şekilde göstererek tuza duyarlı bu çeşitin tuzlu ortama uyum gösterip hayatta kalmasını sağlayabilmiştir.

Yapılan bir çalışmada, 0.05 mM'lık SA'li ortamda bekletilen buğday tohumları çimlendirilip, fidelere %1, %2 ve %4 NaCl uygulanmıştır. Özellikle %2 NaCl'ün bitkilerde büyümeyle kısa süreli engellediği, SA ile ön muamelenin bir süre sonra

bitkilerde mitoz bölünmenin hızlanmasına yardım edip büyümeyi sağladığı ifade edilmektedir (Shakirova *et al.* 2003).

Borsani *et al.* (2001), SA eksikliğini sağlayan bir salisilat hidroksilaz geni olan (NahG) transgenik tip ve transgenik olmayan *Arabidopsis* bitkilerini ışık altında NaCl'lü ortamda çimlendirdiklerini ifade etmektedirler. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda elde ettikleri bulgulara göre, transgenik olmayan *Arabidopsis* sürgünlerinde nekroz görüldüğünü, bu fidelerin büyümediğini ve kotiledonlarını geliştiremediğini ifade etmektedirler. Transgenik tip *Arabidopsis*'in fideleri ise yeşil kalıp, tam yaprak gelişimine devam etmiş ve büyümüştür. Buna göre, SA'in NaCl ve osmotik stres tarafından oluşturulan ve *Arabidopsis* fidelerinin ölümüne yol açabilecek oksidatif hasarı arttırdığı belirtilmektedir.

Her iki biber çeşidinin tüm günlerde en düşük yaprak taze ve kuru ağırlığı K uygulamasına ait fidelerinde tespit edilmiştir. Bu uygulamaya oranla daha fazla artış gösteren T uygulama fidelerinin taze ve kuru ağırlıkları ise Kahramanmaraş-Acı çeşidinde genel olarak Demre-8'e oranla daha yüksek değerlerdedir. Halbuki Baysal (2004), salatalık bitkisinin Anadolu F1, Çengelköy ve Beith Alpha çeşitlerine uygulanan tuzun 0., 7., ve 14. günlerinde kontrole oranla yaprak taze ve kuru ağırlık değerlerinin azaldığını, bu azalma miktarının çeşitlere ve stres uygulamasının süresine bağlı olarak değiştiğini ifade etmektedir. Yine bulgularımıza ters olarak, Navarro *et al.* (2000) tuzluluktan etkilenmiş bitkilerin taze ve kuru ağırlıklarının kontrole oranla önemli miktarlarda azaldığını belirtmişlerdir.

Sacher and Stoples (1984) çalışmalarında, yaprak ağırlığında tuz uygulanmasıyla meydana gelen farklılıkların, yaprak alanındaki farklılıklarla ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, sürekli tuza maruz bırakılan bitkilerin; azalan yaprak alanını, artan bir spesifik yaprak ağırlığıyla (mg cm^{-2}) telafi ettiklerini belirtmektedirler. Bu bulgular çalışmamızdaki yaprak alanı daha düşük olan Kahramanmaraş-Acı çeşidi ile ilgili bulgularla paralellik göstermektedir.

Yine *L. pennellii*'de yaprak kuru ağırlığının tuzluluk şartlarında arttığı fakat bu türün kültür ve hibritlerinde yaprak kuru ağırlığının azaldığı belirtilmiştir (Koca 2002). Mısra *et al.* (1997), pirinç bitkisinin (*Oryza sativa* L.) tuza-duyarlı cv. Jaya ve tuza-dayanıklı cv. Damodar kültürlerini artan konsantrasyonlarda NaCl'e maruz bıraktıklarını belirtmektedirler. Uygulamadan 25 gün sonra Jaya kültürünün %1, %2 ve %3 NaCl uygulamalarının yaprak taze ağırlığında kontrole oranla artış tespit edilmiştir. Damodar kültürünün ise uygulamanın 15. gününde %0.5 NaCl uygulamasında, 25. gününde ise tüm NaCl uygulamalarında taze ağırlığı kontrole oranla yüksek tespit edilmiştir.

Aynı çalışmada, Jaya'nın yaprak kuru ağırlığı tüm NaCl uygulamalarında 15. ve 25. gün için kontrole oranla düşük değerde tespit edilmiştir. Damodar'ın ise 15. günde %0.5 NaCl uygulamasında, 25. günde %0.5, %1 ve %3 NaCl uygulamalarında kuru ağırlık değerleri kontrole oranla yüksek bulunmuştur. Bulgularımıza paralellik gösteren bu araştırmalardan yola çıkarak, tuz stresinin bazı bitkilerde taze ve kuru ağırlığı kontrolün üzerinde arttırdığını söyleyebiliriz.

Çalışmamızda, her iki çeşitte de T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlığı ilerleyen günlerde genel olarak artış gösterirken, T uygulama fidelerinin taze ağırlığı azalmıştır. Bununla birlikte, Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin taze ağırlığı genellikle Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla belirgin şekilde yüksek değerlerde bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada, fasulye yaprak disklerine kısa süreli uygulanan %1 NaCl'ün yaprak disklerinin taze ağırlığını belirgin şekilde azalttığı, 50 ppm ASA+%1 NaCl uygulanan disklerde ise taze ağırlık değerinin arttığı fakat kontrole oranla yine de düşük değerde kaldığı ifade edilmektedir (Çanakçı ve Munzuroğlu 2002).

SA ve tuz ilişkisine yönelik bir başka çalışmada, SA eksikliğini sağlayan bir salisilat hidroksilaz geni olan (NahG) transgenik *Arabidopsis*'in ışıklı ve NaCl'lü ortamdaki gelişimlerinin 15. günü sonrasında taze ağırlığının transgenik olmayan *Arabidopsis*'den yedi kat daha ağır olduğu tespit edilmiştir (Borsani *et al.* 2001). Bu bulgudan yola çıkarak araştırmacılar, transgenik olmayan bitkilerde aşırı SA birikiminin, O₃'e yanıt olarak

programlanmış hücre ölümü ara yoluna neden olabildiğini belirtmişlerdir (Rao and Davis 1999).

Demre-8'in T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kuru ağırlığı özellikle 15. günde T uygulamasına oranla daha fazla artış göstermiştir. Bu uygulamalar arasında düzenli artış T+SA3 uygulama fidelerinde tespit edilmiştir. Kahramanmaraş-Acı'nın ise T+SA1 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kuru ağırlığı hemen hemen tüm günlerde T uygulamasına oranla daha fazla artış göstermiştir. Ayrıca Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin kuru ağırlığı genellikle Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla belirgin şekilde yüksek değerlerde bulunmuştur.

Shakirova *et al.* (2003) tarafından SA ile yapılan bir çalışmada, 3 saat 0.05 mM SA ile muamele edilen buğday (*T. aestivum* L. cv. Saratouskaya 29) tohumlarının bir kısmına fide döneminde 24 saat %2 sukroz ve farklı (%1, %2 ve %4 NaCl) tuz konsantrasyonları uygulanmıştır. Araştırmacılar, tohum evresinde SA ile muamele edilen sukroz ve NaCl'ün uygulandığı fidelerin, taze ve kuru ağırlığının kontrole oranla arttığını ve bu fidelere göre sadece %2 NaCl uygulanan fidelerin taze ve kuru ağırlıklarının bir miktar azaldığını ifade etmektedirler. Bu çalışmada kullanılan buğday fideleri ve çalışmamızda kullandığımız biber fidelerinde tuz+SA etkileşimi taze ve kuru ağırlık artışı açısından paralellik göstermesine rağmen, sadece tuz uygulama fidelerinin taze ve kuru ağırlığının kontrole oranla düşük değerde olması çalışma bulgularımızla uyuşmamaktadır.

SA gibi çeşitli katkı maddelerinin tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde meydana getirdiği etkileri görmek amacıyla çok sayıda çalışma yapılmış ve bitkilerin kuru ağırlıkları değerlendirilmiştir;

Muthukumarasamy *et al.* (2000), tarafından tuz stresinin turp bitkisinin kuru ağırlığını azalttığı tuzla beraber uygulanan TDM'un bu bitkilerin büyümesinde ve kuru ağırlığında maksimum iyileştirici etkide bulunduğu ifade edilmektedir.

Biber bitkileri NaCl'lü topraklarda yetiştirildiğinde fidelerin kuru ağırlığında meydana gelen azalmanın, toprağa ilave edilen üre (N) ile engellendiği belirtilmektedir. Üre

ilavesinin kuru ağırlığı kontrol değerlerine yaklaştırdığı ve yüksek tuzluluğun bitkilerde meydana getirdiği etkilerle başedebildiği düşünülmektedir (Kaya and Higgs 2003).

Bir başka çalışmada, tuzlu (NaCl) topraklarda yetiştirilen salatalık bitkisinin kuru ağırlığında azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Bu bitkilere tuz ile beraber uygulanan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 'in tuz stres zararının önüne geçtiği ve kuru ağırlığı kontrol değerlerine yaklaştırdığı tespit edilmiştir (Kaya and Higgs 2002).

Tuz stresi altındaki salatalık (*C. sativus*), biber (*C. annuum*) ve domates (*L. esculentum* Mill.) kültür bitkilerinde, kontrole oranla kuru madde miktarının ve su kullanımının azaldığı tespit edilmiştir. Belirtilen tüm bitkilere uygulanan KH_2PO_4 ve sadece biber ile salatalığa uygulanan K_2SO_4 'ın bu bitkilerde kuru madde miktarını düzelttiği söylenmektedir (Kaya et al. 2001b; Kaya et al. 2001c).

Çalışmamızda, iki biber çeşidinin yaprak dokularının taze ve kuru ağırlıkları, tüm SA+tuz uygulama fidelerinde günlere bağlı olarak K uygulamasının üzerinde artışlar göstermiştir. Bu artışlar Kahramanmaraş-Acı çeşidinde daha fazla tespit edilmiştir. Bu durum tuz stresiyle oluşan osmotik ve iyonik strese karşı bitkilerin hayatta kalma mücadelesi olarak düşünülebilir. Bundan dolayı tuz stresinden daha fazla etkilendiğini tespit ettiğimiz Kahramanmaraş-Acı'da bu değerlerin daha yüksek olması kaçınılmaz bir durumdur.

Yaprak su potansiyeli bitkilerde tespit edilmesi gereken önemli fizyolojik parametrelerden birisidir. Toprak ve kök nisbi su içeriği ile ilişkili olan yaprak su potansiyeli, bitkinin su dengesini sağlaması bakımından önemli bir faktördür. Mezofilde su dengesi kurulduğu zaman hücreler intrasellular hava boşluklarına kolayca su kaybetmezler. Böylece uzunca bir süre kuraklık yaşamamış olurlar (Koca 2002).

İki çeşidin K uygulamasına ait fidelerinin OSİ diğer uygulamalara oranla genellikle düşük değerlerde bulunmuştur. Bu uygulamaya oranla ilerleyen günlerde daha fazla artış gösteren T uygulama fidelerinin OSİ ise Kahramanmaraş-Acı çeşidinde Demre-8'e oranla daha yüksek değerlerdedir. Koca (2002), tuza dayanıklı yabani tür *L. pennellii*'ye NaCl uygulanmasıyla OSİ değerlerinde kontrole oranla artışlar tespit etmiştir. Aksine tuza

duyarlı *L. esculentum*'un OSİ'nde azalmaların olduğu bu azalmaların stres uygulama süresindeki artışa bağlı olarak daha da belirginleştiği ifade edilmektedir.

İki çeşitte de 5. günden 15. güne OSİ düzenli artış göstermiş, 20. günde ise azalmıştır. Bu bulgumuza paralellik gösteren bir çalışmada, kısa süreli NaCl'e maruz kalan bezelye bitkilerinin su içeriklerinde artış ve azalmalar olduğu bildirilmiştir. Bitkilerin su içeriklerinde NaCl uygulama süresi içinde artışlar olduğu, uygulama sonunda su içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Hatta bu azalmanın NaCl'ün olmadığı ortama alınan bitkilerde bir süre daha devam ettiği daha sonra kontrol değerine yaklaştığı ifade edilmektedir (Hernández and Almansa 2002).

Bir başka çalışmada, 21 günlük soya fasulyesi (*Glycine max* L. cv. Essex ve cv. Forrest) fidelerine aşamalı olarak artırılarak uygulanan NaCl'ün ilk 9 günde OSİ'ni yaklaşık olarak kontrol değerlerinde tuttuğu, 14 gün sonra Forrest'de daha yüksek olarak her iki kültürdeki OSİ'ni azalttığı belirlenmiştir (Wood 1999).

Ayrıca çalışmalar arasında, bulgularımızla paralellik göstermese de tuz stresine maruz bırakılan bitkilerde çeşitlere ve uygulama süresine bağlı olarak OSİ'nin azaldığına dair bilgiler de mevcuttur. Tuz uygulanmış salatalık genotiplerinde (Anadolu F1, Çengelköy ve Beith Alpha) uygulamanın 0., 7. ve 14. günlerinde yaprak dokusu OSİ'nin farklı oranlarda azalma gösterdiği ifade edilmektedir (Baysal 2004).

Bitkinin bulunduğu ortamdan su alabilmesi için hücre içindeki osmotik potansiyelin dış ortamdan yüksek olması gerekmektedir. Tuz stresi altındaki bitkilerde osmotik denge büyüme ortamından inorganik iyonların alınmasıyla sağlanmaktadır (Prat *et al.* 1990). Bitkilerde K⁺ iyonunun aktif taşınma yoluyla alınması ve birikmesi sonucu hücrelerde osmotik potansiyel artmakta, böylece bitkiye daha fazla su girişi olabilmektedir (Alian *et al.* 2000, Hasegawa *et al.* 2000, Ashraf 2004). Çalışmamızda iki çeşidin K uygulamasına oranla diğer uygulamalara ait fidelerinin belirgin olmayan artışlar gösteren OSİ, bitkilerin osmotik denge kurma çabasıyla ilişkilendirilebilir.

Demre-8'in T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin, Kahramanmaraş-Acı'nın ise T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin OSİ, 5. günden 20. güne düzenli olarak artış göstermiştir. Ayrıca Kahramanmaraş-Acı çeşidinin T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin OSİ genellikle Demre-8'in aynı uygulamalarına oranla yüksek değerlerde bulunmuştur.

SA ve tuz etkileşimine yönelik yapılan bir çalışmada, Tari *et al.* (2002), domates bitkilerini çok düşük konsantrasyondaki SA'li ortamda yetiştirip 6 haftalık olduklarında bitkileri 1 hafta NaCl'e maruz bıraktıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada SA'in kısmen artan iyon birikiminin sonucu olan yaprak su potansiyelini arttırdığı tespit edilmiştir.

Senaratna *et al.* (2000) ise fasulye (*P. vulgaris* L.) ve domates (*L. esculentum* L.) tohumlarına ve fidelerine uygulanan SA veya ASA'nın (0.1-0.5 mM) bitkilerin sıcaklık, soğuk ve kuraklık streslerine toleranslarını arttırdığını ifade etmektedirler. Araştırmacılar özellikle 0.1 mM veya 0.5 mM SA ve ASA'nın tohum veya fidelere uygulandığı bir hafta su verilmeyen bitkilerde, turgorun oransal olarak yüksek derecede korunduğunu belirtmişlerdir.

Nitekim yapmış olduğumuz çalışmada da her iki biber çeşidinin SA ve tuz uygulamalarında diğer uygulamalara oranla genellikle OSİ artış göstermiştir. Özellikle 0.5 mM SA (SA2)'in her iki çeşitte de 5. güne oranla 20. günde belirgin şekilde artarak, tuz stresi altındaki bu bitkilerin yaprak su potansiyelini koruduğu tespit edilmiştir.

SA dışında çalışılan çeşitli katkı maddelerinin de, tuz uygulanmış bitkilerin yaprak OSİ'nde artma ve azalmalar oluşturduğu belirtilmektedir.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. cv. Giza2) fidelerine farklı konsantrasyonlarda NaCl ve CaCl₂ karışımı uygulandığında bitkinin büyüme oranlarında ve OSİ'nde meydana gelen azalmanın yapraklara püskürtülen tiyamin ile engellendiği belirlenmiştir. Tiyamin uygulanan yaprakların daha yüksek OSİ'ne sahip olduğu ifade edilmektedir (Sayed and Gadallah 2001).

Fasulye bitkilerinde 30 mM NaCl uygulaması hariç artan NaCl'e (50 ve 100 mM) bağlı olarak yaprak OSİ'nin belirgin şekilde azaldığı bildirilmiştir. 30mM NaCl uygulamasına ait fide yapraklarının OSİ'nin kontrol grubuna yakın değerler verdiği belirtilmiştir. OSİ'nin yapraklara püskürtülen 10 mM glisinbetain ile artış, 30 mM glisinbetain ile azalma gösterdiği tespit edilmiştir.

Aynı çalışmada, bitkilere uygulanan 50 ve 100 mM NaCl konsantrasyonlarıyla azalan OSİ değerlerinin farklı konsantrasyonlardaki glisinbetain uygulamalarıyla az veya çok oranda kontrole yaklaştığı da belirtilmektedir (Lopez *et al.* 2002)

Bir başka çalışmada, Gadallah (1999), *Vicia faba* fidesine farklı konsantrasyonlarda NaCl ve CaCl₂ karışımı uygulandığında bitkinin sürgün uzamasının ve OSİ'nin azaldığını tespit etmiş, bitki sürgünlerine prolin ve glisinbetain ayrı ayrı ve birlikte uygulandığında bu stres etkilerinin hafiflediğini belirtmiştir. Özellikle prolinin uygulandığı 0.3 ve 0.6 –MPa'lık osmotik potansiyeldeki toprak ortamlarında, glisinbetainin uygulandığı 0.3, 0.6 ve 0.9 –MPa'lık ortamlarda, prolin ve glisinbetainin birlikte uygulandığı 0.3, 0.6, 0.9 ve 1.2 –MPa'lık ortamlarda fide yapraklarının OSİ, kontrol grubundan daha yüksek değerlerde belirlenmiştir.

Prolin, tuz stresi sonucu biriktirildiği bildirilen önemli aminoasitlerden birisidir (Gadallah 1999). Demiral (2003) tarafından, prolinin stres sonrası iyileşme ve büyüme sürecinde bir azot ve karbon kaynağı, zarlar ve bazı moleküllerin kararlılığını sağlayan bir ajan, serbest radikal uzaklaştırıcı, ve hatta hücre içi pH düzenleyici olarak bilinen uyumlu bir osmotik koruyucu olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda iki biber çeşidinin T uygulama fidelerinin alt ve üst yaprak serbest prolin miktarları K uygulamasına oranla belirgin şekilde artış göstermiş, bu artışlar Kahramanmaraş-Acı çeşidinde Demre-8'e oranla daha fazla olmuştur.

Lin *et al.* (2002), artan tuz konsantrasyonuyla çeltik yapraklarında meydana gelen prolin birikiminin Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarının etkisinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Buna göre, Kahramanmaraş-Acı'nın tuz stresine maruz bırakılan fidelerinin alt ve üst yapraklarında,

Demre-8'e oranla daha fazla serbest prolin birikiminin meydana gelmesi, bu çeşidin ortamdan daha fazla toksik iyon almış olabileceğini göstermektedir.

Tuz stresi altındaki toprağın, mevcut düşük su potansiyelinden dolayı bitki büyümesi için gerekli olan su alımını sınırladığı, bitkiler için bu güçlüğü yenmenin bir yolunun hücrel osmotik bileşiklerin konsantrasyonunu arttırmak olduğu belirtilmiştir (Çakırlar ve Topcuoğlu 1987). Eğer hücrelerde yüksek tuz iyonları vakuolde lokalize olmuş ise (Flowers *et al.* 1977) tüm hücre düşük osmotik potansiyel kazanmak için sitoplazmada başka bir osmotik bileşiğe ihtiyaç duymaktadır. Prolin aminoasidinin osmotik düzenleyici fonksiyonu olduğu ileri sürülmektedir (Stewart and Lee 1974, Treichel 1975). Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait fidelerin yaprak dokusu taze ağırlığı ve OSI'nin tüm günlerde Demre-8'e oranla daha yüksek olması, tuzluluğun oluşturduğu osmotik stres sonunda bu çeşidin serbest prolin miktarını arttırarak hücre sitoplazmasında osmotik potansiyel sağladığını düşündürmektedir.

Çalışmamızda tuz stresi sonucu her iki biber çeşidine ait fidelerin üst yapraklarında alt yapraklara oranla daha fazla serbest prolin belirlenmiştir. Çünkü tuz stresi, bitki hücrelerinde proteinlerin hidrolizine neden olmakta, bunun sonucunda ortaya çıkan ve dışarıdan alınan N, hücrelerce sentezlenen serbest prolinin yapısına katılmaktadır. Bitkiler N'ü genellikle ya NH_4^+ ya da NO_3^- tuzları şeklinde almaktadır (Bozcuk 2000). Kaya and Higgs (2003), NaCl stresine maruz bırakılan biber bitkilerinin, alt ve üst yapraklarında N miktarının kontrole oranla azaldığını fakat büyüme-gelişme dönemindeki üst yapraklarda alt yapraklara oranla daha fazla N bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bozcuk (2000) tarafından, N noksanlığında yapraklardaki klorofil miktarının azalmasından dolayı yaprakların renginin sarardığı (klorozis), bu durumun, önce yaşlı (alt) yapraklarda daha sonra genç (üst) yapraklarda belirdiği bildirilmiştir. Araştırmacı, klorozisin genç yapraklarda daha geç gözlenmesinin nedeni olarak, bitki bünyesine giren N'un doğrudan doğruya gidip genç yapraklara yerleşmesi ve orada kalması olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca yaşlı yapraklarda bulunan N'unda zamanla daha genç yapraklara transfer edildiği söylenmektedir. Nitekim çalışmamızda da tuz stresinden daha fazla etkilenen Kahramanmaraş-Acı'da üst yaprak serbest prolin miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu

durum, bitkinin ortama uyum gösterme ve büyüme-gelişme için gerekli N'u bünyesinde tutma mücadelesi olarak algılanabilir. Demre-8, tuz stresinden çok daha az etkilendiği için daha az serbest prolin biriktirmiştir.

Her iki biber çeşidinin de tuz stresine karşı üst yaprak serbest prolin miktarlarını daha yüksek tutarak kendilerini korumaya aldıkları, böylece yaşam sürelerini uzatmaya çalıştıkları düşünülmektedir. Çünkü tuzlu ortamların genellikle düşük N'a sahip olduğu (Amonkar and Karnakar 1995) ve ayrıca NaCl'li topraklarda oldukça yüksek olan Cl⁻ iyonuna bağlı olarak, bitkiye NO₃⁻ alımının engellediği (Feigin *et al.* 1991, Khan and Srivastava 1998) söylenmektedir.

Yapılan çeşitli araştırmalarda birçok bitkinin tuza dayanıklı çeşitlerinde prolin konsantrasyonu duyarlı olanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın çalışmamıza paralel olarak, Lutts *et al.* (1996), tuza duyarlı pirinç genotipinin dayanıklı olan genotipe oranla daha fazla prolin biriktirdiğini belirlemiştir. Yine domateste (Tal *et al.* 1979), soya fasulyesinde (Moftah and Michel 1987) ve *Vigna mungo*'da (Ashraf 1989) yapılan çalışmalarda da tuza duyarlı olan bitkinin dayanıklı bitkiye göre yapraklarında çok daha fazla prolin biriktirdiği bildirilmiştir. İki mısır genotipi ile yapılan bir çalışmada da prolinin duyarlı genotipte dayanıklı genotipe oranla daha hızlı biriktirildiği bildirilmiştir (Çiçek and Çakırlar 2002).

Çalışmamızda SA ve tuz uygulamalarına ait fidelerin üst yaprak serbest prolin miktarları genel olarak alt yapraklara oranla daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Bu uygulamaların alt yaprak serbest prolin miktarı, T uygulamasına oranla genel olarak Demre-8 çeşidinde artmış, Kahramanmaraş-Acı çeşidinde ise azalmaya sebep olmuştur. T+SA1, T+SA2 ve T+SA3 uygulama fidelerinin üst yaprak serbest prolin miktarları ise T uygulamasına oranla iki çeşitte de artma ve azalmalar göstermiştir.

SA'li ortamda bekletilen buğday tohumlarına fide dönemlerinde uygulanan %1, %2 ve %4 NaCl'ün fidelerdeki prolin miktarlarını arttırdığı belirlenmiştir. Özellikle %2 ve %4 NaCl uygulamalarında prolin miktarlarının daha fazla arttığı, bu durumun tuzun zararlı

etkisinde azalmaya ve stresden sonraki onarım süreçlerinin hızlanmasına yardım ettiği bildirilmiştir (Shakirova *et al.* 2003).

Buna karşın, Al-Hakimi and Hamada (2001), 0.6 mM askorbik asit, 0.3 mM tiyamin ve 0.6 mM sodyum salisilat ile muamele ettikleri buğday (*T. aestivum* L.) tohumlarına fide dönemlerinde farklı konsantrasyonlarda NaCl (40, 80, 120 ve 160 mM) uyguladıklarında, fidelerin kök ve sürgünlerindeki prolin birikiminin azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar prolin birikiminin stres şiddetinin bir göstergesi olarak algılanabilmesinden dolayı, vitamin ve sodyum salisilatın tuzluluk stresini düzelttiğini ileri sürmüşlerdir. O halde tuz stresine karşı bitkilerin toleranslarını arttırmak için uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak seçilen SA konsantrasyonlarının önemli olduğu düşünülmektedir.

Sonuç olarak, çalışmamızda kullanılan iki biber çeşidi, gözlemler ve incelenen parametreler bakımından NaCl stresine farklı tepkiler göstermiştir. Beklendiği gibi, kök, sürgün uzunluğu, yaprak alanı, yaprak taze, kuru ağırlığı ve OSİ ile alt ve üst yapraklardaki prolin miktarları bakımından Demre-8 çeşidi Kahramanmaraş-Acı'ya oranla tuz stresine daha fazla tolerans göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan, Demre-8'in tuza dayanıklı, Kahramanmaraş-Acı'nın ise tuza duyarlı çeşit olduğu kabul edilmektedir.

Bitkilerde fizyolojik süreçlerin düzenlenmesine ortak olan SA (0.1, 0.5 ve 1.0 mM)'in, incelenen parametreler bakımından, tuz stresinden belirgin şekilde etkilenmeyen Demre-8'de olumsuz etkide bulunduğu, Kahramanmaraş-Acı'da ise tuz stresinin olumsuzluklarını engellediği görülmüştür.

Bu verilerden yola çıkarak, biber bitkisinde tuz toleransının artırılması için dışarıdan uygulanacak veya gen aktarımı yoluyla bitkinin sentezleyeceği SA'nin bitki talebine uygun konsantrasyonu tespit edilmelidir. Bu amaçla SA'nin bitkide meydana getirdiği metabolik etkilerin fizyolojik ve moleküler düzeyde ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Çalışmamızın bitkilerde tuz toleransının artırılmasını hedefleyen bitki fizyolojisi ve genetik mühendisliği alanlarında yapılacak çalışmalar için yol gösterici bir kaynak olacağı kanısındayız.

KAYNAKLAR

- Abdal Aleem, M.M.M., Sabry, S.R.S. and Hanna, N.S. 1992. Seedling characteristics as selection criteria for salinity tolerance in wheat. *Rachis*, 11 (1-2); 33-40.
- Abd-Alla, A.M., Abou-Hadid, A.F. and Jones, R.A. 1992. Salinity stress alters the vegetative and reproductive growth of cucumber plants. *Acta Hort.*, 323; 411-421.
- Akılan, K., Farrell, R.C.C., Bell, D.T. and Marshall, J.K. 1997. Response of clonal river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) to water logging by fresh and salt water. *Aust. J. Exp. Agric.*, 37; 243-248.
- Aktaş, H. 2002. Biberde tuza dayanıklılığın fizyolojik karakterizasyonu ve kalıtımı. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.
- Al Karaki, G.N. 2000. Growth, water use efficiency and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 23 (1); 1-8.
- Al-Hakimi, A.M.A. and Hamada, A.M. 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. *Biologia Plantarum*, 44 (2); 253-261.
- Al-Harbi, A.R. and Burrage, S.W. 1992. Effects of NaCl salinity on growth of cucumber, *Cucumis sativus* L. grown in NFT. *Acta Hort.*, 323; 39-50.
- Alian, A., Altman, A. and Heuer, B. 2000. Genotypic difference in salinity and water stress tolerance of fresh market tomato cultivars. *Plant Science*, 152; 59-65.
- Amonkar, D.V., and Karnakar, S.M. 1995. Nitrogen uptake and assimilation in halophytes. In: Nitrogen nutrition in higher plants; Srivastada, H.S., Singh, R.B., Eds.; Associated Publishing Co., New Delhi, 431-445.
- Amtmann, A. and Sanders, D. 1999. Mechanisms of Na⁺ uptake by plant cells. *Adv. Bot. Res.*, 29; 75-112.
- Anonymous. 2000. FAOSTAT. Agriculture database: <http://apps.fao.org>
- Ashraf, M., Naily, Mc., Bradshaw, T.A.D. 1986. The potential for evaluation of salt (NaCl) tolerance of seven grass species. *New Phytol.*, 103; 299-309.
- Ashraf, M. 1989. The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna mungo* L.). *Plant and Soil*, 119; 205-210.
- Ashraf, M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 13; 17-42.
- Ashraf, M. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*, 166 (1); 3-16.

- Babourina, O., Leonova, T. and Shabala, S. 2000. Effect of sudden salt stress on ion fluxes in intact wheat suspension cell. *Annals of Botany*, 85; 759-767.
- Basu, S., Gangopadhyay, G. and Mukherjee, B.B. 2002. Salt tolerance in rice in vitro: Implication of accumulation of Na⁺, K⁺ and proline. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 69; 55-64.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39; 205-207.
- Baysal, G. 2004. *Cucumis sativus* L.'da tuzluluğun bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Bezrukova, M.V., Sakhabutdinova, A.R., Fatkhutdinova, R.A., Kyldiarova, I.A. and Shakirova, F.M. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. *Agrochemya (Russ.)*, 2; 51-54.
- Blumwald, E. 2000. Sodium transport and salt tolerance in plants. *Curr. Opin. Cell Biol.*, 12; 431-434.
- Blumwald, E., Aharon, G.S., and Apse, M.P. 2000. Sodium transport in plant cells. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1465; 140-151.
- Bohnert, H.J., and Jensen, R.G. 1996. Strategies for engineering water-stress tolerance in plants. *Trends in Biotechnology*, 14; 89-97.
- Borsani, O., Valpuesta, V. and Botella, M.A. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in *Arabidopsis* seedlings. *Plant Physiology*, 126; 1024-1030.
- Botella, M.A., Martinez, J. and Cerda, A. 1997. Salinity induces potassium deficiency in maize plants. *Journal Plant Physiol.*, 50; 200-205.
- Bozcuk, S. 2000. Bitki Fizyolojisi: Metabolik Olaylar, 2. Baskı, Hatiboğlu Yayınları, 223 s., Ankara.
- Cavaliere, A.J. and Huang, A.H.C. 1979. Evaluation of proline accumulation in the adaptation of diverse species of marsh halophytes to the saline environment. *Amer. J. Bot.*, 66; 307-312.
- Chartzoulakis, K. and Klapaki, G. 2000. Response of greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulture*, 86; 247-260.
- Chartzoulakis, K.S. 1990. Effects of saline irrigation water on germination, growth and yield of greenhouse cucumber. *Acta Hort.*, 287; 327-334.
- Chen, C.C.S. and Aine, L. 1999. Salt-induced protein synthesis in tomato roots: The role of ABA. *Journal of Exp. Bot.*, 50 (334); 677-687.

- Çakırlar, H. ve Topcuoğlu, Ş.F. 1987. Bazı tuz gölü halofitlerinde prolin içeriği ve tuz stresinde büyütülen ayçiçeği (*Helianthus annuus* L. cv. Peredovik) bitkisinde prolin birikimi. Doğa TU Botanik D., 32-37.
- Çanakçı, S. ve Munzuroğlu, Ö. 2002. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yaprak disklerinde ağırlık değişimleri, pigment ve protein miktarları üzerine asetilsalisilik asit ve tuz (NaCl) uygulamasının karşılıklı etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü dergisi, 6 (2); 87-97.
- Çiçek, N. and Çakırlar, H. 2002. The effect of salinity on some physiological parametres in two maize cultivars. Bulg. J. Plant Physiol., 28 (1-2); 66-74.
- Dağüstü, N. 2003. Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin fide döneminde *in vivo* koşullarda NaCl stresine dayanma performanslarının belirlenmesi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri, 327-331.
- Davidson, J.L. and Quirk, J.P. 1961. The influence of dissolved gypsum and pasture establishment on irrigated sodic clays. Australian Journal of Agricultural Research, 12; 100-110.
- Delauney, A.J. and Verma, D.P.S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. Plant J., 4; 215-223.
- Demiral, T. 2003. Genç pirinç fidelerine dışarıdan glisinbetain uygulanmasıyla, tuza (NaCl) toleransının artırılmasında antioksidant enzim aktivitesinin rolünün araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- Dinç, U. ve Şenol, S. 1997. Toprak etüt ve haritalama. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 161, Adana, 235 s.
- Drew, M.C., Hole, P.S. and Picchioni, G.A. 1990. Inhibition by NaCl of net CO₂ fixation and yield of cucumber. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 115 (3); 472-477.
- Dubey, R.S., and Pessaraki, M. 1995. Physiological mechanisms of nitrogen absorption and assimilation in plants under stressful conditions. In: Hand-book of plant and crop physiology; Pessaraki, M., Ed.; Marcel Dekker, Inc.: New York, 605-625.
- Duvick, D.N. 1996. Plant breeding an evalutionary concept. Crop Sci. 36; 539-548.
- Duygu, E. 1981. Aspirin ve tarım. Bilim ve Teknik, sayı: 165, 169 s.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve deneme metodları (istatistik metodlar II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları ders kitabı. 295 s., Ankara.
- Epstein, E. and Norlyn J. D. 1977. Seawater-based crop production: A feasibility study. Science, 197; 249-251.
- Epstein, E., Nortlyn, J.D., Rush D.W., Kingbury, R.W., Keller D.B., Cunningham, G.A. and Wrona, A.F. 1980. Saline culture of crops: A Genetic. Approach. Sci., 210; 399-404.

- Epstein, E. 1985. Salt-tolerant crops origin development and prospects of the concept. *Plant and Soil*, 89; 187-198.
- Evers, D., Overney, S., Simon, P., Greppin, H. and Hausman, J.F. 1999. Salt tolerance of *Solanum tuberosum* L. overexpressing an heterologous osmotin-like protein. *Biologia Plantarum*, 42 (1); 105-112.
- Feigin, A., Pressman, E., Imas, P. and Milta, O. 1991. Combined effects of KNO₃ and salinity on yield and chemical composition of lettuce and Chinese cabbage. *Irrig. Sci.*, 12; 223-230.
- Flowers, T.J., Troke, P.F. and Yeo, A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 28; 89-121.
- Flowers, T.J. and Yeo, A.R. 1995. Viewpoint. Breeding for salinity resistance in crop plants: Where next? *Australian Journal of Plant Physiology*. 22; 875-884.
- Foolad, M.R. 1996. Genetic analysis of salt tolerance during vegetatif growth in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Plant Breeding* 115; 245-250.
- François, L.E. and Maas, E.V. 1994. Crop response and management on salt-affected soils. In: *Hand-book of plant crop stresses*; Pessarakli, M., Ed.; Marcel Dekker, Inc.: New York, 149-181.
- Gadallah, M.A.A. 1999. Effects of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* responses to salt stress. *Biologia Plantarum*, 42(2); 249-257.
- Ghoulam, C., Foursy, A. and Fares, K. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Env. and Exp. Botany*, 47; 39-50.
- Gözükara, E.M. 1994. *Biyokimya, Cilt II. 2. Baskı, Evin matbaası, 606 s., Malatya.*
- Greenway, H. and Munns, R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31; 149-190.
- Günay, A. 1981. *Özel sebze yetiştiriciliği. Cilt II, Serler, Çağ matbaası. 323 s., Ankara.*
- Güneş, A., Alpaslan, M., Taban, S. ve Hatipoğlu, F. 1997. Değişik buğday çeşitlerinin tuz stresine dayanıklılıkları. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 21; 165-169.
- Gürbüz, F., Başpınar, E., Çamdeviren, H. ve Keskin, S. 2003. Tekrarlanan ölçümlü deneme düzenlerinin analizi. 120 s., Van.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. and Handa, A.K. 1986. Cellular mechanisms of salinity tolerance. *Hort. Science*, 21(6); 1317-1324.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., and Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 51; 463-499.

- Hernández, J.A. and Almansa, M.S. 2002. Short-term effects of salt stress on antioxidant systems and leaf water relations of pea leaves. *Physiologia Plantarum*, 115; 251-257.
- Hurkman, W.J. 1992. Effect of salt stress on plant gene expression: A review, *Plant and Soil*, 146(1-2); 145-151.
- Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plant. *Planta*, 208; 175-180.
- Jeschke, W.D. 1984. K^+ - Na^+ exchange at cellular membranes, intracellular compartmentation of cations, and salt tolerance. In: *Salinity tolerance in plants*, Staples, R.C. and Toenniessen, G. ed. pp. 37-66. New York: John Wiley.
- Jones, H.G., Flowers, T.J., and Jones, M.B. 1993. *Plants under stress*. Cambridge University press, 257 p., Great Britain.
- Jones, R.W. 1984. Studies related to genetic salt tolerance in the cucumber, *Cucumis sativus* L. PhD diss. Texas A&M Univ., Collage Station, 26-74.
- Jones, R.W., Pike, L.M. and Yourman, L.F. 1989. Salinity influences cucumber growth and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 114 (4); 547-551.
- Jose, A.F., Fernandez, A. and Banon, S. 1997. Relationship between the effects of salinity on seedling leaf area and fruit yield of six muskmelon cultivars. *Hort. Science*, 32 (4); 642-644.
- Karanlık, S. 2001. değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Kaya, C., Kirnak, H. and Higgs, D. 2001a. An experiment to investigate the ameliorative effects of foliar potassium phosphate sprays on salt-stressed strawberry plants. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52; 995-1000.
- Kaya, C., Kirnak, H. and Higgs, D. 2001b. Effects of supplementary potassium and phosphorus on physiological development and mineral nutrition of cucumber and pepper cultivars grown at high salinity (NaCl). *Journal of Plant Nutrition*, 24 (9); 1457-1471.
- Kaya, C., Kirnak, H. and Higgs, D. 2001c. Enhancement of growth and normal growth parameters by foliar application of potassium and phosphorus in tomato cultivars grown at high (NaCl) salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 24 (2); 357-367.
- Kaya, C. and Higgs, D. 2002. Calcium nitrate as a remedy for salt-stressed cucumber plants. *Journal of Plant Nutrition*, 25 (4); 861-871.
- Kaya, C., and Higgs, D. 2003. Relationship between water use and urea application in salt-stressed pepper plants. *Journal of Plant Nutrition*, 26(1); 19-30.

- Khan, M.G. and Srivastava, H.S. 1998. Changes in growth and nitrogen assimilation in maize plants induced by NaCl and growth regulators. *Biologia Plantarum*, 41; 93-99.
- Koca, H. 2002. Tuz stresinin farklı domates (*Lycopersicon*) genotiplerinde fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi . Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir.
- Lazof, D. and Läuchli, A. 1991. The nutritional status of the apical meristem of *Lactuca sativa* as affected by NaCl salinization: An electron-probe microanalytic study. *Planta*, 184; 334-342.
- Leshem, Y.Y. and Kuiper, P.J.C. 1996. Is there a GAS (general adaptation syndrome) response to various types of environmental stress?. *Biologia Plantarum*, 38; 1-18.
- Lewitt, J. 1972. *Physiological Ecology: Responses of plants to environmental stresses*. Academic Press, New York. pp. 504.
- Lewitt, J. 1980. *Responses of plants to environmental stress*. Volume II, 2nd ed. Academic Press, New York. pp. 607.
- Lin, C.C. and Kao, C.J. 1996. Proline accumulation is associated with inhibition of rice seedling root growth caused by NaCl. *Plant Science*, 114; 121-128.
- Lin, C.C., Hsu, Y.T. and Kao, C.H. 2002. The effect of NaCl on proline accumulation in rice leaves. *Plant Growth Regul.*, 36; 275-285.
- Lopez, C.M.L., Takahashi, H. and Yamazaki, S. 2002. Plant-water relations of kidney bean plants treated with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. *J. Agronomy & Crop Science*, 188; 73-80.
- Luna, C., Seffino, L.G., Arias, C. and Taleisnik, E. 2000. Oxidative stress indicators as selection tools for salt tolerance in *Chloris gayana*. *Plant Breeding*, 119; 341-345.
- Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. Effects of salt stress on growth, mineral nutrition and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Plant Growth Regul.*, 19; 207-218.
- Maas, E.V., and Hoffman, G.J. 1976. Crop salt tolerance: evaluation of existing data. In: *Managing water for saline irrigation*; ed. H.E. Dregre. Lubbock: Texas Technical University.
- Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biologia Plantarum*, 43; 491-500.
- Marschner, H. 1997. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd edition. Academic Press, London. pp. 889.
- Máser, P., Eckelman, B., Vaidyanathan, R., Horie, T., Fairbairn, D.J., Kubo, M., Yamagami, M., Yamaguchi, K., Nishimura, M., Uozumi, N. 2002. Altered shoot/root Na⁺ distribution and bifurcating salt sensitivity in *Arabidopsis* by genetic disruption of the Na⁺ transporter AtHKT1. *FEBS Lett*, 531; 157-161.

- Mer, R.K., Prajith, P.K., Pandya, D.H. and Pandey, A.N. 2000. Effects of salts on germination of seeds and growth of young plants of *Hordeum vulgare*, *Triticum aestivum*, *Cicer arietinum* and *Brassica juncea*. J. Agronomy & Crop Science, 185; 209-217.
- Misra, A.N., Sahu, S.M., Misra, M., Singh, P., Meera, I., Das, N., Kar, M. and Sahu, P. 1997. Sodium chloride induced changes in leaf growth, and pigment and protein contents in two rice cultivars. *Biologia Plantarum*, 39 (2); 257-262.
- Mishra, A. and Choudhuri, M.A. 1999. Effect of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Biologia Plantarum*, 42; 409-415.
- Moftah, A.E., and Michel, B.E. 1987. The effect of sodium chloride on solute potential and proline accumulation in soybean leaves. *Plant Physiology*, 83; 238-243.
- Mohr, H., and Schopfer, P. 1995. *Plant Physiology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, p., 539-566.
- Muthukumarasamy, M., Dutta Gupta, S. and Panneerselvam, R. 2000. Enhancement of peroxidase, polyphenol oxidase and superoxide dismutase activities by triadimefon in NaCl stressed *Raphanus sativus* L. *Biologia Plantarum*, 43 (2); 317-320.
- Navarro, J.M., Martinez, V. and Carvajal, M. 2000. Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions. *Plant Science*, 157; 89-96.
- Nerson, H. and Paris, H.S. 1984. Effects of salinity on germination, seedling growth, and yield of melons irrigation. *Science*, 5; 265-273.
- Niu, X., Bressan R.A., Hasegawa, P.M. and Pardo, J.M. 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant Physiology*, 109; 735-742.
- Nuccio, M.L., Rhodes, D., McNeil, S.D. and Hanson, A.D. 1999. Metabolic engineering of plants for osmotic stress resistance. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 2; 128-134.
- Ortiz, A., Martinez, V. and Cerda, A. 1994. Effects of osmotic shock and calcium on growth and solute composition of *Phaseolus vulgaris* plants. *Physiologia Plantarum*, 91; 468-476.
- Öncel, I., Üstün, A.S. ve Keleş, Y. 2002. Bitki fizyolojisi laboratuvar kılavuzu. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi döner sermaye işletme yayınları, No: 48, 107 s., Ankara.
- Özcan, H., Turan, M.A., Koç, Ö., Çıkkılı, Y. ve Taban, S. 2000. Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer aietinum* L. cvs.) çeşitlerinin gelişimi ve prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimler. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 24; 649-654.
- Panneerselvam, R., Muthukumarasamy, M. and Karikalan, L. 1997. Triadimefon enhanced growth and net photosynthetic rate in NaCl stressed plants of *Raphanus sativus* L. *Photosynthetica*. 34; 605-609.

- Penning de Vries, F.W.T. 1975. The cost of maintenance processes in plant cells. *Ann. Bot.* 39; 77-92.
- Perez-Alfocea, F. and Larher, F. 1995. Effects of phlorizin and p-chloromercuribenzenesulfonic acid on sucrose and proline accumulation in detached tomato leaves submitted to NaCl and osmotic stresses. *J. Plant Physiol.*, 145; 367-373.
- Perez-Alfocea, F., Balibrea, M.E., Santa Cruz, A. and Estan, M.T. 1996. Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in a commercial tomato hybrid. *Plant and Soil*, 180; 251-257.
- Porgalı, Z.B. 2001. Tuza hassas ve dayanıklı iki domates türünde NaCl tipi tuz stresinin bazı metabolik olaylar üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Malatya.
- Prat, D. and Fathi-Ettei, R.A. 1990. Variation in organic and mineral components in young *Eucalyptus* seedlings under saline stress. *Physiologia Plantarum*, 79; 479-486.
- Quamme, H.A. and Stushnoff, C. 1983. Resistance to environmental stress. In: *Methods in Fruit Breeding*; Moore, J.N., Janick, J., eds.; Purdue Univ. Press, West Lafayette, Indiana, 242-266.
- Rains, D.W. 1972. Salt transport by plants in relation to salinity. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 23; 367-388.
- Rao, M.V. and Davis, R.D. 1999. Ozone-induced cell death occurs via two distinct mechanisms in *Arabidopsis*: The role of salicylic acid. *Plant J.*, 17; 603-614.
- Rus, A., Yokoi, S., Sharkhuu, A., Reddy, M., Lee, B.H., Matsumoto, T.K., Koiwa, H., Zhu, J.K., Bressan, R.A. and Hasegawa, P.M. 2001. AtHKT1 is a salt tolerance determinant that controls Na⁺ entry into plant roots. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 98; 14150-14155.
- Sacher, R.F. and Stoples, R.C. 1984. Inositol and sugars in adaptation of tomato to salt. *Plant Physiology*, 77; 206-210.
- Sayed, S.A. and Gadallah, M.A.A. 2001. Effects of shoot and root application of thiamin on salt-stressed sunflower plants. *Plant Growth Regul.*, 00; 1-10.
- Schachtman, D.P., Munns, R. and Whitecross, M.I. 1991. Variation in sodium exclusion and salt tolerance in *Triticum tauschii*. *Crop Sci.*, 31; 992-997.
- Schwarz, M. and Gale, J. 1981. Maintenance respiration and carbon balance of plants at low levels of sodium chloride salinity. *J. Exp. Bot.*, 32; 933-941.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul.*, 30; 157-161.

- Senaratna, T., Merritt, D., Dixon, K., Bunn, E., Touchell, D. and Sivasithamparam, K. 2003. Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants. *Plant Growth Regul.*, 39; 77-81.
- Serrano, R. and Gaxiola, R. 1994. Microbial models and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 13; 121-138.
- Shakirova, F.M. and Bezrukova, M.V. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biol. Bull. (Izv. Russ. Acad. Sci.)*, 24; 109-112.
- Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164; 317-322.
- Shannon, M.C. 1978. The testing of salt tolerance variability among tall wheatgrass lines. *Agron. J.*, 70; 719-722.
- Shannon, M.C. 1995. Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance. *Plant and Soil*, 89; 227-241.
- Shi, H. and Zhu, J. K. 2002. Regulation of expression of the vakuolar Na^+/H^+ antiporter gene *AfNHX1* by salt stress and ABA. *Plant Mol. Biol.*, 50; 543-550.
- Shirasu, K., Nakajima, H., Rajasekhar, V.K., Dixon, R.A. and Lamb, C. 1997. Salicylic acid potentiates an agonist-dependent gain control that amplifies pathogen signal in the activation of defense mechanisms. *Plant Cell.*, 9; 261-270.
- Singh, T.N., Aspinall, D. and Paleg, L.G. 1972. Proline accumulation and varietal adaptability to drought in barley: A potential metabolic measure of drought resistance. *Nature (London)*, 236; 188-190.
- Sivritepe, N. ve Eriş, A. 1996. Tuz stresi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi dergisi*, 12; 209-222.
- Sönmez, B. 1990. Tuzlu ve sodyumlu topraklar. *T.O.K.B. Köy Hizmetleri Şanlıurfa Arşt. Enst. Müd. yayınları*, 62; 60.
- Stewart, G.R. and Lee, J.A. 1974. The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, 120; 279-289.
- Taban, S., Güneş, A., Alpaslan, M. ve Özcan, H. 1999. Değişik mısır (*Zea mays* L. cvs.) çeşitlerinin tuz stresine duyarlılıkları. *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (3); 625-633.
- Taiz, L., Cruz, S., and Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*, Third Edition. Chapter 25; 611-616.
- Tal, M., Katz, A., Heiken, H. and Dehan, K. 1979. Salt tolerance in wild relatives of the cultivated tomato: Proline accumulation in *Lycopersicon esculentum* Mill., *L. peruvianum* Mill., and *Solanum penelli* Cor. treated with NaCl and polyethylene glycol. *New Phytol.*, 82; 349-360.

- Tari, I., Csiszár, J., Szalai, G., Horváth, F., Pécsváradi, A., Kiss, G., Szepesi, Á., Szabó, M. and Erdei, L. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Proceedings of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology. S2-02; 55-56.
- Tekin, F. ve Bozcuk, S. 1998. *Helianthus annuus* L. var. Santafe (ayçiçeği) tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine tuz ve dışsal putresinin etkileri. Tr. Journal of Biology, 22; 331-340.
- Treichel, S. 1975. Effect of NaCl on concentration of proline in different halophytes. Z. Pflanzenphysiol., 76; 56-68.
- Üstün, A.S. 1991. Biberlerde kök boğazı yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) hastalığına dayanıklılığın nedenlerinin fizyolojik ve biyokimyasal olarak incelenmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Vanderbeek, J.G. and Ltifi, A. 1991. Evidence for salt tolerance in pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) in Tunisia. Euphytica, 57; 51-56.
- Velítukova, M. and Fedina, I. 1998. Response of photosynthesis of *Pisum sativum* to salt stress as affected by methyl jasmonate. Photosynthetica, 35(1); 89-97.
- Venekamp, J.H. 1989. Regulation of cytosol acidity in plants under conditions of drought. Physiologia Plantarum, 76; 112-117.
- Villora, G., Moreno, A., Pulgar, G. and Romero, L. 2000. Yield improvement in zucchini under salt stress: determining micronutrient balance. Scientia Horticulture, 86; 175-183.
- Walker, R.R., Torokfalvy, E., Scott, N.S., and Kriedemann, E.P. 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. Australian Journal of Plant Physiology, 8; 359-374.
- Wien, H.C. 1997. The physiology of vegetable crops. CAP International. The Cambridge Uni., in press. UK., 259-293.
- Wood, A.J. 1999. Comparison of salt-induced osmotic adjustment and trigonelline accumulation in two soybean cultivars. Biologia Plantarum, 42 (3); 389-394.
- Wyn Jones, R.G. 1981. Salt tolerance. In: Johnson, C.B. (ed.). Physiological processes limiting plant productivity, Butterworths, London, 271-292.
- Wyn Jones, R.G., and Gorham, J. 1983. Aspects of salt and drought tolerance in higher plants. In: Genetic engineering of plants: An agricultural perspective, ed. Kosuge, T., Meredith, C.P., and Hollaender, A.; pp. 355-370. New York: Plenum Press.
- Yalpani, N., Enyedi, A.J., Leon, J. and Raskin, I. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid and pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. Planta, 193; 373-376.

- Yang, Y.W., Newton, R.J. and 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. 2003. Tuz stresi altındaki patlıcan genotiplerinde bazı antioksidant enzim aktivitelerinin *in vitro* ve *in vivo* olarak incelenmesi. Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.
- Yeo, A.R. 1983. Salinity resistance: physiologies and prices. *Physiologia Plantarum*, 58; 214-222.
- Yokoi, S., Bressan R.A. and Hasegawa, P.M. 2002. Salt stress tolerance of plants. JIRCAS Working Report, 25-33.
- Zhu, J.K., Hasegawa, P.M. and Bressan, R.A. 1997. Molecular aspects of osmotic stress in plants. *CRC Crit. Rev. Plant Sci.*, 16; 253-277.
- Zhu, J.K. 2000. Genetic analysis of plant-salt tolerance using *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 124; 941-948.
- Zhu, J.K. 2001. Plant salt tolerance. *Plant Science*, 6 (2); 66-71.
- Zhu, J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 6; 441-445.

WEB KAYNAKLARI

http://www.bio.miami.edu/dana/160/160S04_23.html

EKLER

Ek 1.Denemede kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Ek 2.Alt ve üst yaprakların serbest prolin miktarlarını belirlemede kullanılan standart eğri

Ek 3.Araştırma Bulgularındaki Fizyolojik Parametrelere İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Ek 3.1. Kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Ek 3.2. Sürgün uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Ek 3.3. Yaprak alanına ilişkin varyans analizi sonuçları

Ek 3.4. Taze ağırlığa ilişkin varyans analizi sonuçları

Ek 3.5. Kuru ağırlığa ilişkin varyans analizi sonuçları

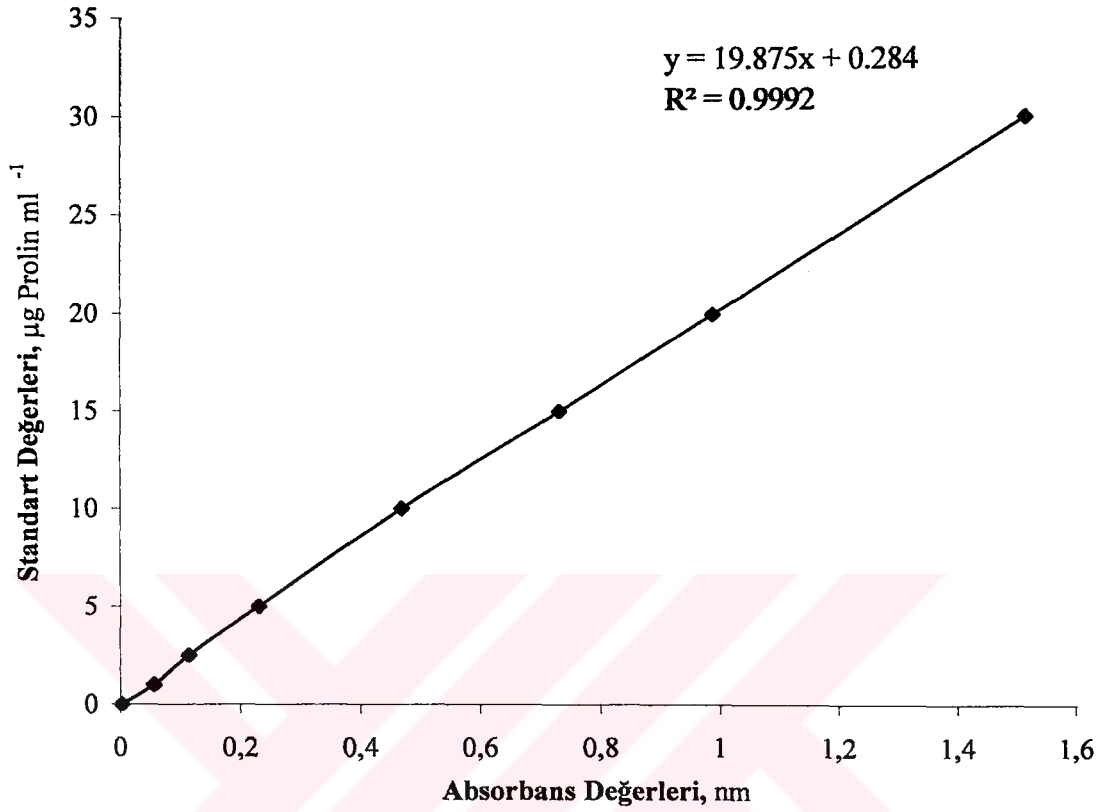
Ek 3.6. Oransal su içeriğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Ek 3.7. Alt ve üst yaprakların serbest prolin miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Ek 1. Denemede kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler

Kum, %	20.00
Silt, %	41.00
Kil, %	39.00
Bünye	Killi-tın
Solma noktası, % θ	11.80
Tarla kapasitesi, % θ	25.78
Yarayışlı su, % θ	12.60
Hacim ağırlığı, g cm ⁻³	1.27
Özgöl ağırlık	2.61
pH	7.97
EC, ds m ⁻¹	0.59
Organik madde, %	0.60
CaCO ₃ , %	6.84
Saturasyon, %	54.96
Tuz, %	0.02

Ek 2. Alt ve üst yaprakların serbest prolin miktarlarını belirlemede kullanılan standart eğri



Ek 3. Araştırma Bulgularındaki Fizyolojik Parametrelere İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Ek 3.1. Kök uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Gün	3	146.224	61.125 ***
Gün * Çeşit	3	20.309	8.490 ***
Gün * Uygulama	12	1.986	0.830 öd
Gün * Çeşit * Uygulama	12	2.243	0.938 öd
Hata	180	2.392	-
Çeşit	1	0.782	0.284 öd
Uygulama	4	18.698	6.781 ***
Çeşit * Uygulama	4	5.245	1.902 öd
Hata	60	2.757	-

***: p<0.001 ** : p<0.010 * : p<0.050 öd: önemli değil

Ek 3.2. Sürgün uzunluğuna ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Gün	3	252.618	50.511 ***
Gün * Çeşit	3	17.313	3.462 *
Gün * Uygulama	12	34.748	6.948 ***
Gün * Çeşit * Uygulama	12	13.861	2.772 **
Hata	180	5.001	-
Çeşit	1	92.001	14.882 ***
Uygulama	4	636.003	102.877 ***
Çeşit * Uygulama	4	16.231	2.625 *
Hata	60	6.182	-

***: p<0.001 ** : p<0.010 * : p<0.050 öd: önemli değil

Ek 3.3. Yaprak alanına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Gün	3	369.201	82.993 ***
Gün * Çeşit	3	15.831	3.559 *
Gün * Uygulama	12	19.531	4.390 ***
Gün * Çeşit * Uygulama	12	10.098	2.270 *
Hata	180	4.449	-
Çeşit	1	501.169	110.289 ***
Uygulama	4	266.053	58.548 ***
Çeşit * Uygulama	4	48.622	10.700 ***
Hata	60	4.544	-

***: p<0.001 ** : p<0.010 * : p<0.050 öd: önemli değil

Ek 3.4. Taze ağırlığa ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Gün	3	0.165	80.990 ***
Gün * Çeşit	3	2.091E-02	10.292 ***
Gün * Uygulama	12	2.012E-02	9.903 ***
Gün * Çeşit * Uygulama	12	6.391E-03	3.145 **
Hata	60	2.032E-03	-
Çeşit	1	0.116	5.000 *
Uygulama	4	0.333	14.310 ***
Çeşit * Uygulama	4	1.101E-02	0.473 ^{öd}
Hata	20	2.325E-02	-

***: p<0.001 **: p<0.010 *: p<0.050 ^{öd}: önemli değil

Ek 3.5. Kuru ağırlığa ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Gün	3	1.323E-03	48.936 ***
Gün * Çeşit	3	3.314E-04	12.259 ***
Gün * Uygulama	12	1.625E-04	6.010 ***
Gün * Çeşit * Uygulama	12	2.230E-04	8.248 ***
Hata	60	2.703E-05	-
Çeşit	1	1.470E-03	1.292 ^{öd}
Uygulama	4	1.907E-03	1.676 ^{öd}
Çeşit * Uygulama	4	2.061E-04	0.181 ^{öd}
Hata	20	1.138E-03	-

***: p<0.001 **: p<0.010 *: p<0.050 ^{öd}: önemli değil

Ek 3.6. Oransal su içeriğine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Gün	3	1237.550	40.221 ***
Gün * Çeşit	3	23.861	0.775 ^{öd}
Gün * Uygulama	12	57.326	1.863 ^{öd}
Gün * Çeşit * Uygulama	12	16.729	0.544 ^{öd}
Hata	60	30.769	-
Çeşit	1	17.016	0.412 ^{öd}
Uygulama	4	18.400	0.446 ^{öd}
Çeşit * Uygulama	4	19.771	0.479 ^{öd}
Hata	20	41.276	-

***: p<0.001 **: p<0.010 *: p<0.050 ^{öd}: önemli değil

Ek 3.7..Alt ve üst yaprakların serbest prolin miktarlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri
Konum	1	73966.588	40591.405 ***
Konum * Çeşit	1	543.576	298.304 ***
Konum * Uygulama	4	1212.396	665.339 ***
Konum * Çeşit * Uygulama	4	288.350	158.241 ***
Hata	20	1.822	-
Gün	3	8685.650	5559.733 ***
Gün * Çeşit	3	7855.409	5028.291 ***
Gün * Uygulama	12	4840.707	3098.563 ***
Gün * Çeşit * Uygulama	12	4677.647	2994.188 ***
Hata	60	1.562	-
Konum * Gün	3	3842.404	2185.272 ***
Konum * Gün * Çeşit	3	1263.413	718.535 ***
Konum * Gün * Uygulama	12	885.063	503.357 ***
Konum * Gün * Çeşit * Uygulama	12	1070.056	608.568 ***
Hata	60	1.758	-

***: $p < 0.001$ **: $p < 0.010$ *: $p < 0.050$ öd: önemli değil

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Emine Gülden ERKİLİÇ

Doğum Yeri: Ankara

Doğum Tarihi: 18.07.1976

Medeni Hali: Bekar

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu :

Lise: Ankara Yenimahalle Alparslan Lisesi/1990-1993

Lisans:Akdeniz Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü/1993-1997

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü/2001-2005

Çalıştığı Kurumlar:

Çeşitli özel dershanelerde 1997 yılından bu yana Biyoloji Öğretmeni olarak görev yapmaktadır.