

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**F1 HİBRİDİ BAZI YERLİ DOMATES ÇEŞİTLERİNDE TUZ STRESİ
TEPKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Emine KÜRKER

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2013**

Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL danışmanlığında, 115104012 no'lu yüksek lisans öğrencisi Emine KÜRKER hazırladığı “**F1 hibridi bazı yerli domates çeşitlerinde tuz stresi tepkilerinin araştırılması**” konulu bu çalışma 07/ 01/ 2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak **kabul** edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hediye Aşkım SEKMEN-ESEN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN

Bu Tezin Biyoloji Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Doç. Dr. Seyit TEMİR
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 12045

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

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Tuza Tolerans	7
2.2. Tuzluluk Çeşitleri	11
2.2.1. Kurak bölgelerdeki tuzluluk çeşitleri	11
2.2.2. Sulanan bölgelerdeki tuzluluk çeşitleri	12
2.3. Antioksidan Sistem	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM	21
3.1. Materyal	21
3.1.1. Bitki materyali ve ekipmanlar	21
3.2. Yöntem	21
3.2.1. Bitki ekstraktlarının hazırlanması	21
3.2.2. Deneysel uygulamalar	22
3.2.3. Screening denemelerinin yürütülmesi	23
3.2.4. Oransal su içeriğinin (OSİ) belirlenmesi	24
3.2.5. Ozmotik potansiyelin belirlenmesi	25
3.2.6. Büyüme parametrelerinin belirlenmesi	26
3.2.6.1. Kök büyümesinin belirlenmesi	26
3.2.6.2. Gövde büyümesinin belirlenmesi	27
3.2.7. Protein miktarının belirlenmesi	28
3.2.8. Fotosentetik pigment miktarının belirlenmesi	28
3.2.9. Lipid peroksidasyonu	29
3.2.10. Enzim aktivitelerinin ölçülmesi	29
3.2.10.1. Askorbat peroksidaz (APOX; EC 1.11.1.11) aktivitesi tayini	29
3.2.10.2. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) aktivitesi tayini	30
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	31
4.1. Araştırma Bulguları	31
4.1.1. Oransal su içeriği (OSİ-RWC)	31
4.1.2. Ozmotik potansiyel	33
4.1.3. Büyüme parametreleri	35
4.1.3.1. Kök büyümesi	35
4.1.3.2. Gövde büyümesi	37
4.1.4. Total çözümlü protein miktarı	39
4.1.5. Fotosentetik pigment içeriği	41
4.1.5.1. Klorofil a içeriği	41
4.1.5.2. Klorofil b içeriği	43
4.1.5.3. Klorofil a/b içeriği	45
4.1.5.4. Karotenoid içeriği	47
4.1.6. Lipid peroksidasyonu	49
4.1.7. Enzim aktiviteleri	51
4.1.7.1. APOX aktivitesi	51
4.1.7.2. CAT aktivitesi	53
4.2. Tartışma	55
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	61
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	71
ÖZET	72
SUMMARY	78

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

F1 HİBRİDİ BAZI YERLİ DOMATES ÇEŞİTLERİNDE TUZ STRESİ TEPKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Emine KÜRKER

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL

Yıl: 2013, Sayfa: 83

Çalışmamızda Bursa Tohum A.Ş.'den temin ettiğimiz beş çeşit *L. esculentum* türünün hibrit çeşitleri olan BT 131 Gülle F1 Hibrit, BT 11-20 F1 Hibrit, BT 11-34 F1 Hibrit, BT 236 F1 Hibrit ve BT BUR Ty F1 Hibrit (Oturak) tohumlar deney materyali olarak kullanılmıştır. Tohumlar çimlendirildikten sonra 3-yapraklı evreye kadar yetiştirilen bitkilere uygulanan 0 mM, 100 mM ve 200 mM NaCl'ye karşı verdikleri fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler incelenerek, tolerans düzeylerinin karşılaştırmalı bir şekilde araştırılması amaçlanmıştır. Tuz uygulamasının yaprak nispi su içeriğini (OSİ) azalttığı bulunmuştur. BT BUR Ty'nin OSİ açısından en hassas çeşit olduğu görülmüştür. Ozmotik potansiyel değerlerinin tuz uygulamalarına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur. Ozmotik potansiyel bakımından BT 236'nın en hassas, BT 11-20'nin ise en dirençli çeşit olduğu bulunmuştur. Kök büyümesi tuz uygulamalarından önemli oranda etkilenmemiştir hatta kontrol gruplarına göre arttığı bulunmuştur. Tuz uygulamaları gövde büyümesini inhibe ederek azaltmıştır. Gövde büyümesinde en fazla azalmanın %58 oranıyla BT BUR Ty çeşidinde olduğu görülmüştür. 100 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak total protein içeriğinde oluşan en yüksek orandaki azalma %78 ile BT 11-34'de görülürken, BT BUR Ty'de %49 oranında artmıştır. 200 mM tuz uygulaması ile BT 236'nın total çözünür protein içeriği %7 artış gösterirken, BT 11-34'de %67 azalmıştır. Klorofil a içeriğinin 100 mM tuz stresi altında BT 131 Gülle'de %7 azalırken, BT 236'da fazla etkilenmediği bulunmuştur. 200 mM tuz stresiyle BT 11-34'ün klorofil-a içeriği %36 azalma göstermesine rağmen, BT 11-20'de biraz artmıştır. Tuz uygulamaları klorofil b miktarını BT 131 Gülle'de hafifçe arttırsa da, diğer çeşitlerde azaltmıştır. Klorofil a/b içeriğinde de klorofil a içeriğine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Karoten içeriğine baktığımızda sadece BT 131 Gülle'de %38 artma görülürken diğer bütün türlerde azalma görülmüştür. 100 mM tuza maruz bırakılan çeşitler arasında lipid peroksidasyon düzeyi BT 131 Gülle'de %2 azalırken, BT 11-34'de %258 oranında artmıştır. 100 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak APOX aktivitesinde oluşan artış miktarları sırasıyla BT 11-34'de %478, BT 236'da %176, BT 131 Gülle'de %122, BT 11-20'de %38 ve BT BUR Ty'de %22'dir. 200 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak APOX aktivitesinde oluşan artış miktarları sırasıyla BT 11-34'de %98, BT 11-20'de %80, BT 236'da %59, BT BUR Ty'de %52 ve BT 131 Gülle'de %2'dir. CAT aktivitesi, 100 mM NaCl uygulamasında BT-131 Gülle %278, BT 11-34 %102 artarken, BT 11-20 %74, BT 236 %57 ve BT BUR Ty %52 azalmıştır. CAT aktivitesi, 200 mM NaCl uygulamasında sırasıyla BT-11-34 %270, BT BUR Ty %59, BT 131 Gülle %40, BT 11-20 %30 ve BT 236 %28 artmıştır. Yapılan analizler sonucunda, tuz toleransı incelenen 5 farklı domates F1 hibritinin tuz stresine farklı seviyelerde direnç gösterdiği, ve genel olarak diğer hibritlere göre BT BUR Ty'nin tuza duyarlı, BT 131 Gülle'nin ise tuza dirençli olduğu gözlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), tuz stresi, lipid peroksidasyonu, antioksidan enzimler

ABSTRACT

MSc Thesis

RESEARCH ON SALINITY STRESS RESPONSES OF SOME LOCAL F1 HYBRIDS OF TOMATO

Emine KÜRKER

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

Supervisor: Assist.Prof.Dr. Tijen DEMİRAL

Year: 2013, Pages: 83

Five kinds of tomato F1 hybrid seeds obtained from Bursa Seed Co. including BT 131 Glle, BT 11-20, BT 11-34, BT 236 and BT BUR Ty (Oturak) were used as an experimental material. After germination, seedlings were grown up to 3-leaf stage and then exposed to 0 mM, 100 mM and 200 mM NaCl. Physiological and biochemical responses of tomato plants under salinity were investigated comparatively. Leaf relative water content (RWC) of tomato hybrids were decreased by salinity treatments and BT BUR Ty seemed to be most sensitive to salinity stress regarding leaf RWC. Osmotic potential of tomato plants were decreased by salinity treatments and BT 236 and BT 11-20 were found to be most sensitive and tolerant hybrids, respectively. Root growth was not significantly affected by salt treatments or even increased compared to the control groups whereas salt applications decreased shoot growth. The maximum reduction in the growth rate was of BT BUR Ty cultivar by 58%. The highest rate of decrease (78%) in total soluble protein content after 100 mM NaCl exposure was found in BT 11-34, while it was increased by 49% in BT BUR Ty. While total soluble protein content of BT 236 was increased by 7% after exposure to 200 mM NaCl, it was decreased by 67% in BT 11-34. Although chlorophyll a content of BT 131 Glle was decreased by 7% under 100 mM salt stress, it was not affected much in BT 236. Even though chlorophyll a content of BT 11-34 was decreased by 36% with 200 mM salt stress, it was slightly increased in BT 11-20. Salinity treatments slightly increased chlorophyll b content of BT 131, while chlorophyll b contents of the remaining genotypes were decreased. Regarding the ratios of chlorophyll a/b, similar results were obtained as in chlorophyll a contents. Carotenoid contents of all tomato genotypes decreased by salinity except a 38% increase in BT 131 Glle alone. Lipid peroxidation level of BT 131 Glle was slightly (2%) lower than in control group while 258% increase was observed in that of BT 11-34. 100 mM NaCl treatment caused 478%, 176%, 122%, 38% and 22% increases in APOX activities of BT 11-34, BT 236, BT 131 Glle, BT 11-20 and BT BUR Ty, respectively. 200 mM NaCl treatment increased APOX activities by 98%, 80%, 59%, 52% and 2% in leaves of BT 11-34, BT 11-20, BT 236, BT BUR Ty and BT 131 Glle, respectively. 100 mM NaCl caused 278% and 102% enhancements in CAT activities of BT 131 Glle and BT 11-34, respectively, while 74%, 57% and 52% decreases in CAT activities of BT 11-20, BT 236 and BT BUR Ty. After 200 mM NaCl treatment CAT activities of all genotypes showed remarkable increases with the rates of 270%, 59%, 40%, 30% and 28% respectively, in BT 11-34, BT BUR Ty, BT 131 Glle, BT 11-20 and BT 236. It can be concluded that tomato F1 hybrids employed in this work exhibited different levels of salinity tolerance. Generally, BT BUR Ty seemed salt-sensitive while BT 131 Glle as salt-tolerant characteristics.

KEY WORDS: Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), salinity stress, lipid peroxidation, antioxidant enzymes

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimin başlamasından, en verimli şekilde tamamlanmasına kadar geçen süre içerisinde yardımlarını hiç bir zaman benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim. Deneysel çalışmalarım boyunca çok büyük yardımlarını gördüğüm ekip arkadaşlarımdan doktora öğrencisi Hatice ÇELİK'e, yüksek lisans öğrencileri Nimet CAN ve Ayten ÖZMEN'e, Biyoloji Bölümü lisans öğrencilerinden Tuba ACI, Semra ALMAS ve Özgür ÇELİK'e teşekkür ederim. Tez çalışmamda kullandığım hibrit domates tohumlarının temin edilmesinde yardımcı olan Bursa Tohumculuk Ziraat ve Ticaret A.Ş. yetkilisi Sayın Mehmet ÖZKALE'ye teşekkür ederim. Ayrıca destekleri ile her zaman yanımda olan aileme, O'nunla tanıştıktan sonra hayatımın her aşamasında bana desteklerini esirgemeyen eşime, çocuklarıma ve 12045 No'lu proje ile tez çalışmamı finansal olarak destekleyen Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne (HÜBAK) teşekkür ederim. Ayrıca tez savunma sınavımda jüri üyesi olarak bulunan Ege Üniversitesi, Biyoloji Bölümünden Sayın Yrd. Doç. Dr. A. Hediye SEKMEN-ESEN, Harran Üniversitesi, Biyoloji Bölümünden Sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN, Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Hasan AKAN ve Fen Edebiyat Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Nihat DİLSİZ'e değerli katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Harran Ovası ve çevresinin Güneyinde tuzlu bir alan	12
Şekil 2.2. Bitki hücresinde SOD enzimlerinin yerleşimi	18
Şekil 2.3. Yüksek bitkilerde aktif oksijen türlerinin giderilmesi	20
Şekil 3.1. Bitki büyütme odasında yetiştirilen F1 hibrid çeşitleri	23
Şekil 3.2. Yaprakların turgorlu ağırlıklarının belirlenmesi için deiyonize suda bekletilmesi ...	24
Şekil 3.3. Hasat sonrası yaprak yaş ağırlığının hassas terazide tartılması	25
Şekil 3.4. Hasat edilen bitkilerin büyüme parametrelerinin belirlenmesi	26
Şekil 3.5. Hasat edilen bitkilerin kök uzunluğunun ölçülmesi	27
Şekil 3.6. Hasat edilen bitkilerin gövde uzunluğunun ölçülmesi	28
Şekil 4.1. F1 hibritleri'nin 0. gün OSİ (%) analiz sonuçları	31
Şekil 4.2. F1 hibritleri'nin 8. gün OSİ (%) analiz sonuçları	32
Şekil 4.3 F1 hibritleri'nin 0. Gün ozmotik potansiyel (MPa) değişimleri	33
Şekil 4.4. F1 hibritleri'nin 8. Gün ozmotik potansiyel (MPa) değişimleri	34
Şekil 4.5. F1 hibritleri'nin 0. Gün Kök uzunluğu (cm) değişimleri.....	35
Şekil 4.6. F1 hibritleri'nin 8. Gün Kök uzunluğu (cm) değişimleri	36
Şekil 4.7. F1 hibritleri'nin 0. Gün Gövde uzunluğu (cm) değişimleri.....	37
Şekil 4.8. F1 hibritleri'nin 8. Gün Gövde uzunluğu (cm) değişimleri	38
Şekil 4.9. F1 hibritlerinin 0. gün protein miktarı (mg/mL) değişimleri	40
Şekil 4.10. F1 hibritlerinin 8. gün protein miktarı (mg/mL) değişimleri.....	40
Şekil 4.11. F1 hibritlerinin 0. gün klorofil a ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	42
Şekil 4.12. F1 hibritlerinin 8. gün klorofil a ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	42
Şekil 4.13. F1 hibritlerinin 0. gün klorofil b ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	44
Şekil 4.14. F1 hibritlerinin 8. gün klorofil b ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	44
Şekil 4.15. F1 hibritlerinin 0. gün klorofil a/b ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri.....	46
Şekil 4.16. F1 hibritlerinin 8. gün klorofil a/b ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	46
Şekil 4.17. F1 hibritlerinin 0. gün karotenoid ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	48
Şekil 4.18. F1 hibritlerinin 8. gün karotenoid ($\text{mg g}^{-1}\text{YA}$) miktarı değişimleri	48
Şekil 4.19. F1 hibritlerinin 0. gün değişen MDA ($\text{nmol g}^{-1}\text{YA}$) miktarı	50
Şekil 4.20. F1 hibritlerinin 8. gün değişen MDA ($\text{nmol g}^{-1}\text{YA}$) miktarı	50
Şekil 4.21. F1 hibritlerinin 0. gün değişen APOX (ünite mg^{-1} protein) aktivitesi	52
Şekil 4.22. F1 hibritlerinin 8. gün değişen APOX (ünite mg^{-1} protein) aktivitesi	52
Şekil 4.23. F1 hibritlerinin 0. gün değişen CAT (ünite mg^{-1} protein) aktivitesi.....	54
Şekil 4.24. F1 hibritlerinin 8. gün değişen CAT (ünite mg^{-1} protein) aktivitesi	54

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1. F1 hibritlerinin OSİ (%) analiz sonuçları	31
Çizelge 4.2. F1 hibritlerinin ozmotik potansiyel analiz sonuçları	33
Çizelge 4.3 F1 hibritlerinin kök uzunluğu (cm) analiz sonuçları	35
Çizelge 4.4. F1 hibritlerinin gövde uzunluğu (cm) analiz sonuçları	37
Çizelge 4.5. F1 hibritlerinin protein miktarı (mg/mL) analiz sonuçları	39
Çizelge 4.6. F1 hibritlerinin klorofil a analiz sonuçları	41
Çizelge 4.7. F1 hibritlerinin klorofil b analiz sonuçları	43
Çizelge 4.8. F1 hibritlerinin klorofil a/b analiz sonuçları	45
Çizelge 4.9. F1 hibritlerinin karotenoid analiz sonuçları	47
Çizelge 4.10. F1 hibritlerinin MDA analiz sonuçları.....	49
Çizelge 4.11. F1 hibritlerinin APOX aktivite analiz sonuçları.....	51
Çizelge 4.12. F1 hibritlerinin CAT aktivite analiz sonuçları	53

SİMGELERİN DİZİNİ

ABA	Absisik asit
ABD	Amerika birleşik devletleri
AsA	Askorbat
APOX	Askorbat peroksidaz
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz enzimi
Cl	Klor
Cu	Bakır
Cu-Zn SOD	Bakır-çinko ihtiva eden süperoksit dismutaz
DHA	Dehidroaskorbat
DHAR	Dehidroaskorbat redüktaz
DNA	Deoksiribonükleik asit
EDTA	Etilendiamintetraasetikasit
EDTA.Na ₂	Etilendiamintetraasetikacidisodyum
Fe	Demir
Fe-SOD	Demir içeren süperoksit dismutaz
GR	Glutasyon redüktaz
GSH	Glutasyon redükte
GSMH	Gayrisafi milli hasıla
GSSG	Glutasyon redüktaz okside
H	Hidrojen
ha	Hektar
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
K	Potasyum
KCN	Potasyum siyanür
Klo a	Klorofil a
Klo b	Klorofil b
MDA	Malondialdehit
MDHA	Monodehidroaskorbat
MDHAR	Monodehidroaskorbat redüktaz
mg	Miligram
mL	Mililitre
mM	Milimolar
Mn	Mangan
Mn-SOD	Mangan ihtiva eden süperoksit dismutaz
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum klorür
NADP	Nikotinamid adenin dinükleotid fosfat
NBT	Nitrobluetetrazolyumklorit
nm	Nanometre
O ₂	Oksijen molekülü
OH	Hidroksil
POX	Peroksidaz
PS1	Pigment sistemi 1
ROT	Reaktif oksijen türleri
SOD	Süperoksit dismutaz
UV	Ultraviole
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Toprak tuzluluğu, tarım dünyasındaki en önemli abiyotik streştir (Zhu, 2003). Tuzlu topraklar, sodik topraklara göre ıslahı daha kolay ve bitki yetiştirmeye daha müsaittir (Ergene, 1982). Bu durum tuza dayanıklı bitkilerin geliştirilmesini ön plana çıkarmıştır. Bu nedenle tuz stresine maruz kalan bitkilerin metabolizmalarının iyi bilinmesi gerekmektedir (Dasgan ve ark., 2002).

Bitkilerin tuzluluğa tepkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmaların bir çoğunda tuz kaynağı olarak NaCl kullanılmıştır (La Haye ve Epstein, 1971; Ayoub ve Ishag, 1974; Greenway ve Munns, 1980; Helal ve Mengel, 1981; Goertz ve Coons, 1989; Botella ve ark., 1997; Perdassi ve ark., 1999; Al. Karaki, 2000; Yıldız ve ark., 2000).

Artan tuzlulukla bitkide; stoma açıklığının, transpirasyonun ve yaprak alanının azalması gibi fizyolojik değişiklikler meydana gelmektedir. Tuzlu koşullar altında diğer bir strateji de su potansiyelinin korunması ve tuza dirençli olunmasıdır (Türkan ve Demiral, 2009)

Tuzluluk toprağı çoraklaşmaya doğru götürmektedir. Toprakların ve suların tuzlanmasının nedeni, suda çözünebilir tuzların yeraltında, toprakta ve suda birikmesidir (Koca, 2007). Bugün işlenen arazilerin yaklaşık %20'si ve sulanan toprakların neredeyse yarısı tuzluluktan etkilenmektedir (Sönmez, 2003).

Yanlış sulama uygulamaları özellikle drenaj koşullarının kötü olduğu yerlerde tuzluluğa sebep olabilmektedir (Ergene, 1982). Tuz içeriği düşük sular ile sulama yapılması, toprakların yıkanması, iyi bir drenaj sisteminin kurulması ve toprağı bazı kimyasalların uygulanması alınabilecek önlemler arasındadır (Turhan ve Şeniz, 2010).

Bu nedenle artan nüfusun besin ihtiyacını karşılamanın başında verimli arazilerin bozulmasının önüne geçilmesi gerektiği gelmektedir. Yapılan bir tahmine göre önümüzdeki 75 yıl içinde tarım arazilerinin yaklaşık %10 artabileceği, buna karşın dünya nüfusunun iki katına çıkacağı ve bu artışın büyük bir kısmının, tuzluluğun çok yaygın olduğu dünyanın yarı kurak ve kurak bölgelerinde olması konunun ciddiyetini göstermektedir (Sönmez, 2003).

Son yıllarda tarım sektörünün Gayrisafi Milli Hasıla (GSMH) içindeki payı azalmış olmasına rağmen gerek istihdamdaki payı gerekse ihracat ve 2005 yılı rakamları ile gelen 21 milyon turist de dahil olmak üzere ülkemiz insanının, yeterli ve dengeli beslenmesindeki önemi devam etmektedir (Tarımsal Araştırma Mastır Planı, 2006).

Tarımsal araştırmalarda amaç üretimin artırılmasının yanında stres koşullarına dayanıklı, besin değeri yüksek ve çevre kirliliğine en az katkısı olan ürünler geliştirmektir.

Tarımsal araştırmaların en önemli amacı, ülkemizdeki değişik ekolojilerde yetiştirilecek ürünlerin üretilmesine uygun teknolojileri geliştirmek, bunların uygulanmasında yol gösterici olmak ve karar vericilere bilimsel temele dayanan veriler sağlayarak ülkemizin yarınları için daha sağlıklı karar verilmesine imkân tanımaktır (Tarımsal Araştırma Mastır Planı, 2006).

Domates özellikle Akdeniz ülkelerinin kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetiştirilen ticari öneme sahip bir bitkidir. Domates üretiminin %30'u dünyada Akdeniz ülkelerinde yapılır (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999). Bu ülkeler yarı kurak iklime sahip olduklarından dolayı domatesin verimi de yüksek olmaktadır.

Sebzeler içinde çok fazla tüketim alanı bulunan domates ihtiva ettiği çeşitli mineraller ve vitaminler ile insan sağlığı için en yararlı gıda maddelerinden birisidir (Bilgin ve Yıldız, 2008).

İnsan sağlığı açısından yararlı olan antioksidan bileşikleri, vitaminleri ve minareleri önemli ölçüde içerdii için domates pek çok ülkede günlük yemeklerin temel içeriğini oluşturmaktadır (Ünlükara ve ark., 2006).

Ülkemiz tarımında domates üretimi son 20 yılda 2 katına çıkarak 8 milyon tona yükselmiştir (Gökmen, 2006). Türkiye, dünya domates üretiminde ABD ve Çin'den sonra 3. büyük üretici ülke konumundadır (Vural ve Ark., 2000).

Sera yetiştiriciliğinde gerek kalitesi düşük suların kullanımı gerekse topraksız tarım tekniğinde besin çözeltilisinin çevrimi sonucu tuzluluk sorunları ortaya çıkmaktadır (Ünlükara ve ark., 2006).

Tuzluluk belirli bir düzeyden sonra verimde düşüölere neden olmakta ve iyi yönetilememesi durumunda sürdürülebilir tarımı engellemektedir (Ünlükara ve ark., 2006). Kuraklık ve tuzluluk dünya çapında tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir (Demiral ve ark., 2011).

Domates üretiminde hem verimi hem de kaliteyi önemli oranda etkileyen etken tuzluluktur. Bu nedenle tuza toleranslı domates çeşitlerinin geliştirilmesi domatesin hem verimini hem de kalitesini arttıracaktır.

Bu çalışmanın sonucunda, domates bitkisinin tuz stresine karşı fizyolojik düzeyde nasıl tepki verdiği anlaşılacaktır. Seçilen tohumların stres koşullarında verdikleri tepkiler karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Bu çalışmadan elde edilen morfolojik, anatomik ve fizyolojik değişimlere ait veriler bitki ıslahına ve moleküler çalışmalara ışık tutacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yeryüzündeki yaşamın evrimi süresince karşılaşılan ilk kimyasal stres faktörü tuzdur (Özcan ve ark., 2001). Tuzlu habitatlar, okyanuslar, tuzlu havuzlar, tuz gölleri olup yüksek düzeyde tuz içeriklerine sahiptirler. Gerek buralarda gerekse kurak ve nemli iklim koşullarında bulunan tuzlu topraklarda yaşayan canlılar, protoplazmik yapılarını sabitlemek ve iyon düzenini sağlamak için çeşitli mekanizmalar geliştirmişlerdir.

Evaporasyon ve transpirasyon sonucu oluşan kalıntılar bitkinin vejetasyon süresince yaprak gibi kısımlarında birikmektedir. Bu kısımların toprağa düşmesinin ardından yağışlarla tuzlar toprağa dönmüş olmaktadır. Tuzluluk, sularda veya topraklarda var olan çözülmüş mineral tuzların konsantrasyonundan ileri gelmektedir (Ünlükara ve ark., 2006).

Sulanan alanların yaklaşık üçte birinde tuzluluk problemi vardır ve bu alan dünya genelinde 400–950 milyon hektar olarak tahmin edilmektedir (Shannon, 1984).

Taban suyunun yüksek olduğu veya drenajın olmadığı çukur alanlarda, sulama suyunda ve yetersiz drenaj koşullarında fark edilir derecede yüksek tuz içeriğinin olduğu gözlenmektedir (Özcan ve ark., 2004).

Bitkisel üretimde stres, abiyotik (tuzluluk, kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklıklar, besin elementlerinin eksiklik veya fazlalıkları, ağır metaller, hava kirliliği, radyasyon gibi) ve biyotik (hastalık oluşturan mantar, bakteri, virüs vb. ve zararlılar) kökenli etmenler nedeniyle bitkinin büyüme ve gelişmesinde olumsuzluklara, bunlara bağlı olarak verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerilemeye neden olması biçiminde tanımlanabilir (Kuşvuran, 2010).

Dünyada tarımsal üretimi azaltan abiyotik streslerden ikisi kuraklık ve tuzluluktur. Dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak %45'i sürekli olarak kuraklık stresine maruz kalırken, dünya üzerinde bulunan alanların yaklaşık %6'sı tuzluluk sorunu ile karşı karşıya gelmiştir (Asraf ve Foolad, 2007).

Su ve toprak tuzluluğu, toprak suyunun yarayırlılığını azaltır, gelişme, çimlenme, ve verim düşüşüne neden olur (Tanji, 1990). Şayet verimde kayba neden olacak bir konsantrasyona kadar bitki kök bölgesinde tuz birikiyorsa bir tuzluluk problemi mevcuttur (Ünlükara ve ark., 2006).

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

Yağışın yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde derinlere taşınamayan çözünebilir tuzlar kılcal yükselme ile toprak yüzeyine çıkmaktadırlar. Buharlaşma ile toprak yüzeyindeki sular kaybolurken, tuzlar toprak yüzeyinde kalmaktadırlar. Bu bölgelerdeki tuzlulaşmanın temel nedeni yağışların yetersiz, buna karşılık evaporasyonun yüksek olmasıdır (Saruhan ve ark., 2008).

Ülkemizin kurak ve yarı kurak bölgelerinde drenaj koşullarının iyi olmadığı topraklarda sulama suları ile gelen tuzlar, yağışlar ve sulama suları ile yeterli bir yıkama sağlanamadığı durumlarda, zamanla toprakların tuzlulaşmasına neden olmaktadır (Uygan ve ark., 2006).

Tuzlu topraklarda büyüyen bitkiler Bilgin ve Yıldız (2008), çalışmasına göre iki sorunla karşılaşır. Bunlar:

1) Toprak çözeltisinde yüksek tuz konsantrasyonu (yüksek ozmotik basınç ve onunla uyumlu olarak düşük toprak su potansiyeli).

2) Cl^- ve Na^+ gibi potansiyel olarak zehirli iyonların yüksek konsantrasyonları veya tuz iyonlarının uygun olmayan kombinasyonları.

Geniş alanların tarım dışı kalmasına neden olan tuz stresi; klorür, sülfat, karbonat, borat, bikarbonat gibi tuzların toprakta veya suda bulunarak, bitkinin büyümesini engellemesi olayıdır.

Tuz stresinin etkileri şu şekildedir:

1. Toprağın geçirgenliğini azaltarak, yapısını bozar.
2. Tuzluluk elektrik iletkenliğini artırarak ozmotik basıncın artmasına neden olur.
3. Bitkinin büyümesi yavaşlar.
4. Bitkide iyon toksisitesi denilen durum ortaya çıkar. Bu durumda Na^+/K^+ oranının yükselmesi ile enzimlerin aktifliği azalır ve protein sentezi yavaşlar.
5. Bitkinin kloroplastlarında tuz iyonlarının birikmesi fotosentezin yavaşlamasına neden olur.

Bitkiler fazla tuzları yaprak, sürgün gibi organları aracılığıyla dışarı atarlar. Tuz iyonları konsantrasyonlarının sitosolde artması buradaki enzimler için toksik etki oluşturur. Bu toksisiteyi azaltmak için bitki bu tuz iyonlarını vakuolde biriktirir.

Bitkiler arasında tuza tolerans bakımından önemli farklılıklar olduğu kadar, aynı türün genotipleri arasında da tuza tolerans bakımından farklılıklar bulunmaktadır (Asraf, 1994).

Tuzluluğun bitki üzerindeki etkileri, nem, sıcaklık, sulama, gübreleme, hava kirliliği ve ışık yoğunluğu gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Kantar ve Elkoca, 1998).

Ozmotik olarak suyun tutulması ve protoplazma üzerine iyonların etkilerinden dolayı bitkiler tuzluluktan zarar görürler. Tuz konsantrasyonunun artması, bitkilere su girişini azaltmaktadır. Protoplazmada Na^+ ve Cl^- miktarlarında artışların olması, enzim proteinleri ve membranlar üzerindeki iyonun spesifik etkilerinde olduğu gibi, iyonik dengede de (K^+ ve Ca^{+2} ile Na^+) karışıklıklara yol açmaktadır (Özcan ve ark., 2004). Solunuma ait zincirde fotofosforilizasyon ve fosforilizasyon ile çok az enerji üretilmekte, azot asimilasyonu bozulmakta, protein metabolizmasında karışıklıklar oluşmakta, ayrıca putresin, kadaverin gibi diaminlerin ve poliaminlerin birikimi gerçekleşmektedir (Özcan ve ark., 2004).

Daha yüksek sıcaklıklarda yetiştirilen bitkiler verimde erkencilik sağlamakla birlikte ürün süresi kısa olacağından toplam verim azalmaktadır (Uzun, 1999).

Bitkinin büyüme oranları tuza duyarlılığın ölçülmesinde kullanılan bir göstergedir. Bitkide tuz konsantrasyonunun artması ile yaprak alanı küçülmekte, sürgünlerin boyu kısalarak uçlarında nekrozlar oluşmakta, tomurcuk açması gecikerek hücre ölümü gerçekleşmektedir.

2.1. Tuza Tolerans

Bitkiler tuzlu ortama tolerans bakımından iki gruba ayrılmaktadırlar.

1. Tuzu seven halofitler: Tuzlu ortamlarda yaşayabilen bitkilerdir.

2. Tuzu sevmeyen glikofitler: Tuzlu ortamı sevmeyen ve bu ortamlarda pek gelişemeyen bitkilerdir.

Hava sıcaklığı, atmosfer nemi ve hava kirliliği gibi çeşitli iklimsel ve çevresel etmenler bitki tuz toleransını önemli şekilde etkilemektedir (Ünlükara ve ark., 2006).

Tarımı yapılan bitkiler arasında fasulye, mısır, turunçgiller, ceviz, marul ve soğan tuza yüksek oranda duyarlı, arpa ve pamuk orta derecede toleranslı, şeker pancarı ile hurma ağacı ise yüksek oranda toleranslı bitkilerdir (Taiz ve Zeiger, 1998).

İlkbahar veya yazın uygulanan, gün boyu tuzluluk, sonbahar esnasında uygulanan, gece boyunca tuzluluktan daha fazla verim düşüşüne neden olmaktadır (Van Ieperen, 1996). Çünkü yazın daha yüksek sıcaklıklar, daha fazla aydınlanma ve daha düşük nispi nem daha fazla transpirasyona neden olarak bitki su potansiyelini düşürür (Ünlükara ve ark., 2006).

Gerek sulama suyu ile gerekse toprak aracılığı ile tuz stresine maruz kalan bitkiler çeşitli stratejiler geliştirmektedirler. Bunlardan bazıları şunlardır:

1. Tuz taşınımı kök ve sürgünlerde engellenerek tuzun yapraklara, genç meyvelere, meristemlere gitmesi azaltılmış olur.
2. Özelleşmiş bezlerin salgıları ile fazla tuz dışarı atılır.
3. Bitkinin kök ve sürgün yüzeyleri ile fazla tuz dışarı atılır.
4. Tuz içeren yaprak gibi kısımlarını dökerek fazla tuz dışarı atılır.
5. Hücre öz suyu seyreltilerek tuz konsantrasyonu azaltılmış olur.

Tuz stresine dayanıklılık tuz toleransıdır. Bu da artan tuz iyonları konsantrasyonlarının ozmotik etkilerini tolere edebilme derecesidir. Bitki tuz stresine maruz kaldığında hem stres proteinleri devreye girmekte hem de uygun ve toksik olmayan organik bileşikler ile ozmotik denge korunmaya çalışılmaktadır. Yüksek iyonik

konsantrasyonlarının protein ve biyo-membranlara verecekleri zararlı etkilerinden korunulmasına, çözüner karbonhidratlar ve aminoasitler katkıda bulunmaktadır (Larcher, 1995).

Daha çok Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen domates bitkisi de diğer bitkiler gibi tuzluluktan etkilenmektedir. Akdeniz Bölgesi'nde suların tuzlu olması, denizden gelen rüzgarların etkisi, yeraltı sularının tuzlu olması bu alanlarda yapılan tarımın tuzluluktan etkilenmesine neden olmaktadır (De Herralde ve ark., 1998). Domatesin kalitesinde ve veriminde azalmaya yol açan önemli bir problem kurak ve ılıman bölgelerde toprak ve taban suyunun tuzluluğudur (Romero-Aranda ve ark., 2001). Bu problem domates bitkisinin verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Domates bitkisi, tuzlu alanların iyileştirilmesi için model bir bitki olarak rol oynayabilmektedir (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999).

Domates seçici olmamakla beraber süzek, organik maddece zengin, kumlu ve kumlu tınlı topraklarda en iyi gelişmeyi gösterir (Bilgin ve Yıldız, 2008). 1-3 metre boya sahip olan domates bitkisinin hafif odunsu bir gövdesi vardır (Ertekin, 2002).

Tuzlu topraklarda yaşayan bitkiler, sulama iyi bir şekilde yapılırsa bile tuz stresinin yanında su stresine de maruz kalırlar. Bu nedenle su molekülleri tuz çözeltilerinde tutulur. Böylece tuz konsantrasyonu artarken, bitkilere daha az su girişi ve beraberinde su sıkıntısı meydana gelir (Zhang ve Blumwald, 2001).

Tuzluluk bitki vejetasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Toprakta NaCl oranının fazlalığı bitki membranında tahribatlara meydan vermektedir. Böylece bitkiler büyümek için gerekli olan iyonları yetersiz almaktadır.

Işık yapraklarda klorofil oluşumu, fotosentezin yapılması, sürgün, yaprak, çiçek ve meyvelerin normal şekil, irilik ve kalınlıkta oluşabilmeleri ve meyvelerde renk oluşumu üzerine doğrudan ve dolaylı olarak etkili olmaktadır (Ünlükara ve ark., 2006).

Glikoliz ve trikarboksilik asit (Krebs) döngülerinin enzim sistemleri, tuza duyarlıdır (Özcan ve ark., 2001). Bu nedenle sadece fotosentez değil solunum olayı da tuzluluktan olumsuz yönde etkilenmektedir. Oksijenli solunumun yavaşlaması, üretilen enerjinin azalması demektir. Bu durum da bitkinin enerji gerektiren bütün olaylarının olumsuz yönde etkilenmesi demektir.

Tuzluluk bitkideki senesensi de etkiler. Senesens; klo-a/klo-b oranındaki değişiklikler, çözünür protein içeriğinin azalması, lipid peroksidasyonundaki artışlar, toksik iyonların birikimi ya da besin yetersizliği, membran geçirgenliğindeki bozukluklar yüzünden uyarılmaktadır (Houle ve ark., 2001; Vieira Santos ve ark., 2001).

Işınım düzeyi ve diğer faktörlerin uygun olmaması nedeniyle fotosentez işleminin sınırlandırılması durumunda, bitkideki solunum hızının artması karbonhidrat kaybına neden olur ve ürün kalitesi azalır (Ünlükara ve ark., 2006).

Bitkiler tuz stresine metabolik olaylarda meydana getirdiği olumsuz durumlara ya hormonlar aracılığı ile ya da gen ekspresyonu ile cevap verirler. Su ve tuz stresinde bitkilerde çok hızlı olarak ABA hormonu biriktirilmektedir (Jia ve ark., 2002). Tuzluluktan kaynaklanan sitokininin düşük seviyeleri, absisik asit ve etilen miktarlarındaki artış olgunlaşmanın erken başlamasında etkili olmaktadır (Özcan ve ark., 2001).

Tarımsal araştırmaların en önemli amacı, ülkemizdeki değişik ekolojilerde yetiştirilecek ürünlerin üretilmesine uygun teknolojileri geliştirmek, bunların uygulanmasında yol gösterici olmak ve karar vericilere bilimsel temele dayanan veriler sağlayarak ülkemizin yarınları için daha sağlıklı karar verilmesine imkân tanımaktır (Tarımsal Araştırma Mastır Planı, 2006).

2.2. Tuzluluk Çeşitleri

2.2.1. Kurak bölgelerdeki tuzluluk çeşitleri

Gerek kalitesi düşük suların tarımda kullanılması zorunluluğunun giderek artıyor olması ve gerekse serada topraksız kültür yetiştiriciliğinde besin çözeltilisinin çevrimi sonucu ortamın ve çözeltilinin tuzlaşması sonucu tuzluluk zamanımızda kaçınılmaz bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Ünlükara ve ark., 2006).

1. Artezyen tuzluluğu: Geçirimsiz iki tabaka arasındaki tuzlu yer altı suyunun herhangi bir çatlaktan veya açılan bir kuyudan yüzeye çıkması ile oluşan tuzluluktur. (Woods, 1996).
2. Yüzey/Meyil değişim tuzluluğu: Taban suyunun eğimli arazilerin eteklerindeki düz kısımlardan yüzeye çıkması ile oluşan tuzluluktur (Woods, 1996).
3. Sel yarıntı tuzluluğu: Sel tarafından üstteki tuzu yıkanmış tabakanın aşındırılması sonucu alttaki tuzlu tabakanın yüzeye çıkması sebebiyle oluşan tuzluluktur (Woods, 1996).
4. Çöküntü tabanı tuzluluğu: Çöküntü tabanlarında yüksek taban suyunun kapillarite ile yüzeye çıkması ile oluşan bir tuzluluktur (Woods, 1996).
5. Aşınma tuzluluğu: Üst toprak katmanının çeşitli sebeplerle aşınması sonucu oluşan tuzluluktur (Woods, 1996).
6. Bataklık kenarı tuzluluğu: Bataklık kenarlarında, bataklık sularının toprak altından düşey olarak kapillarite etkisiyle hareket etmesi sonucu bant şeklinde oluşan tuzluluktur (Woods, 1996).

2.2.2. Sulanan bölgelerdeki tuzluluk çeşitleri



Şekil 2.1. Harran Ovası ve çevresinin Güney kesiminde Türkiye-Suriye sınırında yer alan Akçakale bölgesinde tuzlu bir alan (Fotoğraf: Ö F.Kaya, Harran Üniversitesi, 2010)

1. Kanal sızıntıları ile oluşan tuzluluk: Gerek sulama ve gerekse drenaj kanallarında meydana gelen sızıntılar buharlaşmanın da etkisiyle kanal civarında tuz birikmesine sebep olabilmektedir (Woods, 1996).
2. Tuz içeriği yüksek sulama suyu kullanılması ile oluşan tuzluluk (Woods, 1996).
3. Aşırı sulama nedeniyle yer altı su tablasının yükselmesine neden olarak meydana gelen tuzluluk (Woods, 1996).
4. Sulama uygulamalarının neden olduğu tuzluluk (Woods, 1996).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde yetersiz yağıştan dolayı çözünebilir tuzlar uzaklara taşınmamakta, özellikle sıcak ve yağışsız olan dönemlerde, tuzlu taban suları kılcal yükselme ile toprak yüzeyine kadar ulaşabilmektedir (Koca, 2007). Bu bölgelerdeki tuzlulaşma yağışların yetersiz ve evaporasyonun yüksek olması sebebi ile oluşur (Richards, 1954). Şekil 2.1. bu bölgelere örnek teşkil etmektedir.

Tuzluluğun potansiyel etkisi, yarı kurak iklim koşullarında sulama yapılan alanlarda önemli bir sorundur ve sadece ürün verimi üzerine değil, aynı zamanda arazilerin tuzlulaşması, toprağın ve suyun bozulması ve yer altı sularına tuzun karışmasına da neden olmaktadır (Feng ve ark., 2003).

Tuzluluk bitkide genel olarak büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Bu da bitkinin boyunun, yaprakların kısa olması ve bazen yaprak sayısının az olması demektir. Bitkinin tuzluluğa cevabını, bitkinin içinde bulunduğu fiziksel ve kimyasal koşullar da belirlemektedir. Tuzluluk miktarına gösterilen tepkinin şiddetini nem, ısı, radyasyon ve hava kirliliği gibi çevresel etkileşimler de etkilemektedir (Shannon ve ark., 1994).

Tuzluluk miktarı; solüsyonunun niteliğine göre belirli bir iyonun üstünlüğü veya katyonlar ya da anyonlar içinde rekabet nedeniyle iyon ağırlıkları ile ortaya çıkabilir (Bernstein ve ark., 1974).

Tuzluluk nedeni ile bitkinin yaprak ve diğer dokularında Na^+ , Cl^- ve diğer tuzlu bileşikleri oluşturan iyonların birikmesi yaprakların yanmasına neden olabileceği gibi bitkinin büyüme ve gelişmesini olumlu yönde de etkileyebilir. Diğer bir deyişle tuzluluk bitkide her zaman olumsuz etkiye sahip olmayabilir.

Az ile orta derece tuzluluk miktarı ıspanakta, verimi önemli ölçüde arttırabilir (Osawa, 1963). Havuçta tuzluluk arttıkça şeker oranı artar ve patatesten nişasta oranı azalır (Bernstein, 1959); düşük tuzluluk miktarı seviyesinde lahana başları katılaşıp; ancak miktar arttıkça sıkılaşıp azalır (Osawa, 1961).

Tuzluluk bitkinin verimini, kalitesini olumlu yönde de etkileyebilmektedir. Bitkinin tuz toleransı veya direnci genel olarak bitkinin kök bölgesinde veya yaprakları üzerinde bulunan yüksek oranda tuzların etkilerine dayanmak konusunda sahip olduğu belirgin bir ters etkisi olmayan kalıtsal bir yetenek olarak düşünülmektedir (Koca, 2007).

Çeşitli ürünlerin tuz tepkileri toprak tipine ve diğer çevresel faktörlere bağlıdır (Levitt, 1972). Toprakların karmaşıklığı ve çevresel etkileşimleri, tuz toleransı için başarılı yetiştirme bakımından ana engeldir (Rana, 1985).

Tuz toleransı bitkilerin tuzlu koşullarda büyümelerini dolayısıyla metabolik faaliyetlerini sürdürebilme yetenekleridir. Tuzlu koşullarda iyi büyüme gelişme gösteren bitkilere halofitler denir. Tuz toleransı kapasitelerine bağlı olarak halofitler ya obligattır veya fakültatiftir (Paridaa ve Das, 2004).

Tuzlu koşullara maruz kalan bitkiler metabolik faaliyetlerini düzenlemek için çeşitli biyokimyasal stratejiler geliştirir. Tuz toleransını arttıran biyokimyasal stratejiler Paridaa ve Das, 2004 çalışmasına göre şu şekilde sıralanabilir:

1. İyonların seçici birikmesi veya atılması,
2. İyonların kökler tarafından alınıp yapraklara gönderilmesinin kontrolü,
3. İyonların hücresel veya tüm bitki seviyelerinde bölüştürülmesi,
4. Ozmotik düzenleyicilerin sentezi,
5. Fotosentez yolundaki değişim,
6. Zar yapısındaki değişim,
7. Antioksidatif enzimlerin indüksiyonu,
8. Bitki hormonlarının indüksiyonu.

Bitkiler ister glikofit ister halofit olsun sitoplazmadaki fazla tuzu tolere edemezler ve tuzlu koşullarda ya fazla tuzu vakuollerle sınırlarlar ya da iyonları, metabolik fonksiyonlarını harekete geçirmek için farklı dokulara bölüştürürler (Paridaa ve Das, 2004).

2.3. Antioksidan Sistem

Bitkilerde verimliliği, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyen stres, biyotik olabileceği gibi fiziksel ve kimyasal çevreden kaynaklanan abiyotik de olabilir. Stresler;

diğer organizmaların zararlı etkisiyle oluşan biyotik stres veya fiziksel kimyasal çevrelerdeki çeşitli artış ve azalışlardan meydana gelen abiyotik stres olarak gruplandırılabilir (Bray ve ark., 2000).

Bitkiler, biyotik ve abiyotik herhangi bir stres faktörü ile karşılaştıklarında biyokimyasal ve fizyolojik olarak çeşitli tepkiler vermektedir (Bray ve ark., 2000). Bitkileri olumsuz etkileyen biyotik ve abiyotik streslerden bahsederken oksidatif stres terimi sıkça kullanılmaktadır. Bu terimi Sies 1985 yılında “Oksidatif Stres” adlı kitabının başlığında bilim dünyasına tanıtmıştır. Sies, 1991 yılında oksidatif stresi; “prooksidant- antioksidant dengesinde prooksidantların lehine bir şekilde meydana gelen ve potansiyel olarak hasara yol açabilen bir durum” olarak tanımlamıştır.

Vejetatif bitki dokularında oksidatif stresin en yaygın nedeni suyun kısıtlı olduğu durumlarda kloroplastta olan ışık klorofil etkileşimleridir (Farrant, 2000). Bu durumda bitki su kaybının daha da artmaması için stomalarını kapatır. Stomaların kapatılmasından fotosentez olumsuz etkilenir.

Bu durum kuantum verimini azaltır ve fotosentetik aparatın reaksiyon merkezlerindeki eksitasyon enerjisinin aşırılığına neden olur (Stuhlfauth ve ark., 1990). Bu durumda $NADP^+$ (fotosentezdeki e- akseptörü) sınırlı hale gelir ve ferrodoksin $NADP^+$ yerine oksijeni redükler böylece fotosistem I (PSI)'in elektronları O_2 'ye transferi sonucunda reaktif O_2^- radikali üretilir (Mehler reaksiyonu) (Tambussi ve ark., 2000).

Süperoksitin kendisi fazla reaktif değildir ve daha çok H_2O_2 ve daha sonra OH. oluşturmak suretiyle etkili olur (Halliwell ve Gutteridge, 1989). Birçok türde kuraklık stresi altında artan O_2^- oluşum hızı; lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonuçta membranların bütünüyle zarar görmesine neden olur (Sgherry ve ark., 1996). Süperoksit ve hidrojen peroksitin OH radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında

artan demir ya da bakır gibi diğer geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırmak suretiyle oksidatif hasarı daha da arttırabilir (Fenton reaksiyonu) (Smirnoff, 1993).

Çevre ve stres faktörleri bitkide ROT meydana getirir. Söz konusu faktörlere radyasyon, hava kirleticiler, herbisidler (ör. paraquat, diquat), çeşitli patojenler, doku yaraları, hipoksi, hiperoksi, ozon, ısı değişimleri ve çoğu aerobik organizmada serbest radikal formasyonunu uyardığı bilinen diğer bir takım stresler dahildir (Scandalios 1992, 1993).

SOD, O_2^- 'nin H^+ ile tepkimeye girmesinden oluşan O_2 ve H_2O_2 reaksiyonunu katalizler.

Oksidatif stres, mitokondriyal DNA'da meydana gelen delesyonlara ve diğer mutasyonlara katkıda bulunabilmektedir ve oluşan bu mutasyonlar, yaşlılık süreciyle nükleer DNA'da olduğundan çok daha yüksek bir hızla birikime uğramaktadır (Scandalios, 1997).

Bitki nükleusları, DNA tamir enzimleri içerirler ancak ultraviyole (UV) ile başlatılan lezyonların (ve muhtemelen diğer lezyonların) onarımı kloroplastlarda, nükleusda olduğundan daha yavaş gerçekleşiyor gibi görünmektedir (Halliwell, 1987).

Bitkilerde, oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerle mücadele etmek için; yağda çözünen ve membrana bağlı antioksidanlar [doğrudan lipid peroksidasyonunun serbest radikallerini (triplet klorofil ve O_2) gideren α - tokoferol, β -karoten], suda çözünen antioksidanlar [O_2^- ve H_2O_2 'nin detoksifikasyonunda rol oynayan glutasyon ve askorbat] ve enzimatik antioksidanlar [süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APOX) ve glutasyon redüktaz (GR)]'dan oluşan karmaşık bir antioksidan koruyucu sistemine sahiplerdir (Srivalli ve ark., 2003 ; Jung, 2004 ; Pinheirove ark., 2004 ; Ramachandra Reddy ve ark., 2004).

Bitki tuz toleransında, genellikle iyonik ve ozmotik dengenin düzenlenmesi mekanizmaları ile ilgili olarak çalışılmıştır. (Zhu, 2003; Ashraf ve Harris, 2004).

Tuz stresi, iyonik ve ozmotik bileşenlerin yanında; süperoksit (O_2^-), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalleri (OH) gibi reaktif oksijen türlerinin sebep olduğu oksidatif stres gibi diğer abiyotik streslere de benzer (Mittler, 2002; Neill ve ark., 2002a).

Stresler bitkide çeşitli mekanizmaları harekete geçirerek bitkinin kendini savunmasına neden olmaktadır. Bu savunma, enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmaları kapsamaktadır (Scandalios, 1997). Enzimatik olmayan antioksidanlar, tripeptid olan glutasyonu, sistini, hidrokinonları, askorbatı (vitamin C), lipofilik antioksidan α -tokoferolu, flavonidleri, karotenoid pigmentleri, alkaloidleri ve antioksidan aktivitesi olduğu bilinen diğer türlü bitki bileşiklerini içine alan, genellikle küçük moleküllerdir (Larson, 1988).

Enzimatik antioksidan savunmaları şunlardır: Kloroplastlardaki ve mitokondrideki H_2O_2 'yu temizleyen sırasıyla askorbat peroksitler ve glutasyon redüktaz (Foyer ve Halliwell, 1976); H_2O_2 'yu çok etkili bir şekilde yok eden katalazlar (CAT) ve süperoksit anyonları temizleyen süperoksit dismutazlar (Scandalios, 1993) ve peroksidazlar (Scandalios, 1994) 'dır.

Streste ve optimal şartlarda metabolizma fonksiyonunun korunması için, oksijen radikallerinin üretim ve yıkımı arasındaki dengenin düzenlenmesi gerekmektedir (Halliwell, 1982).

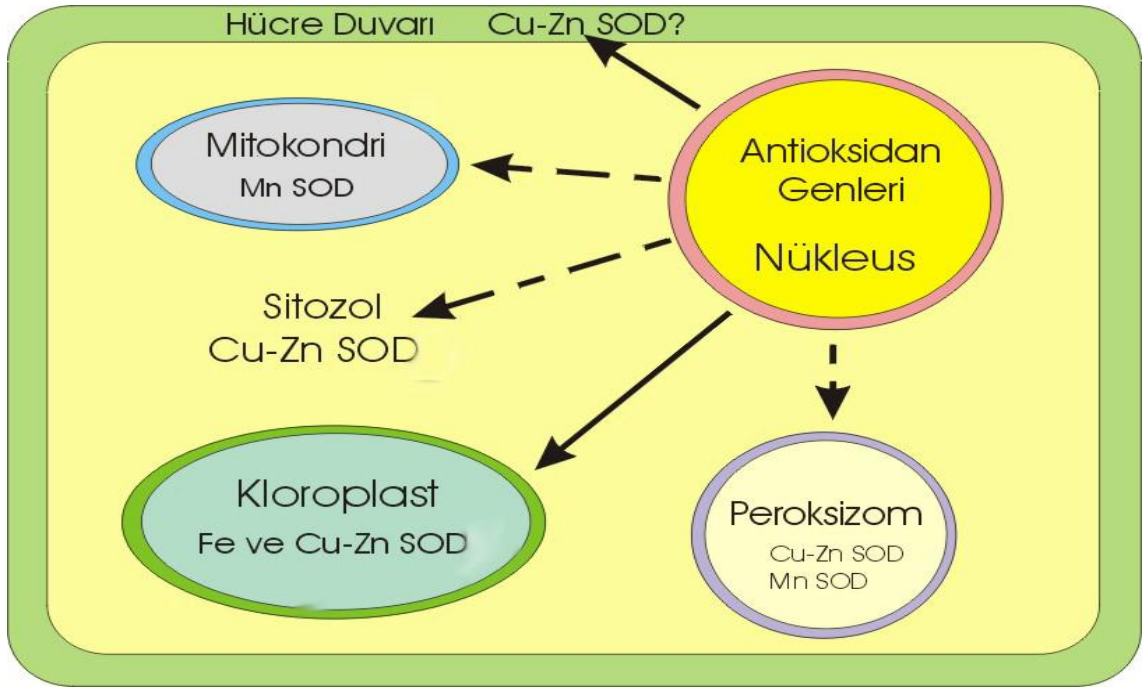
Elektron transport zincirinin mevcut olduğu herhangi bir yerde O_2^- üretilmektedir ve bu nedenle hücrenin mitokondri, kloroplast, mikrozoim, glioksizom, peroksizom, apoplast ve sitosol gibi farklı bölmelerinde O_2 aktivasyonu ortaya çıkabilir (Eltner,

1991). Hücrenin tüm bölmelerinde O_2^- oluşumu mümkün iken, kloroplast, mitokondri ve peroksizomlar ROT'un en önemli üreticisi olarak düşünülmektedir (Fridovich, 1986).

SOD (Süperoksit dismutaz)'lar ROT'a karşı oluşur. SOD'lar enzimler tarafından kullanılırlar ve bu enzimler metal kofaktörle bağlıdır. SOD'ın üç tane izoenzimi vardır. Bunlar; demir SOD (Fe SOD), mangan SOD (Mn SOD) ve bakır-çinko SOD (Cu-Zn SOD)'dur.

Fe SOD aktif alandaki Fe(III)'den oluşur ve kloroplastta bulunur. Mn SOD aktif alandaki Mn(III)'ten oluşur, mitokondri ve peroksizomda bulunur. Cu-Zn SOD ise aktif alandaki Cu(II) ve Zn(II)'den oluşur, kloroplast, sitozol ve hücre dışında bulunur. Fe SOD H_2O_2 ile inaktive olur, KCN'ye dirençlidir. Cu-Zn SOD KCN, H_2O_2 ile inaktive olur. Mn SOD her iki inhibitöre de dirençlidir (Alscher ve ark., 2002).

Bitki hücresinde SOD enzimlerinin yerleşimi Şekil 2.2.'de gösterildiği gibidir.

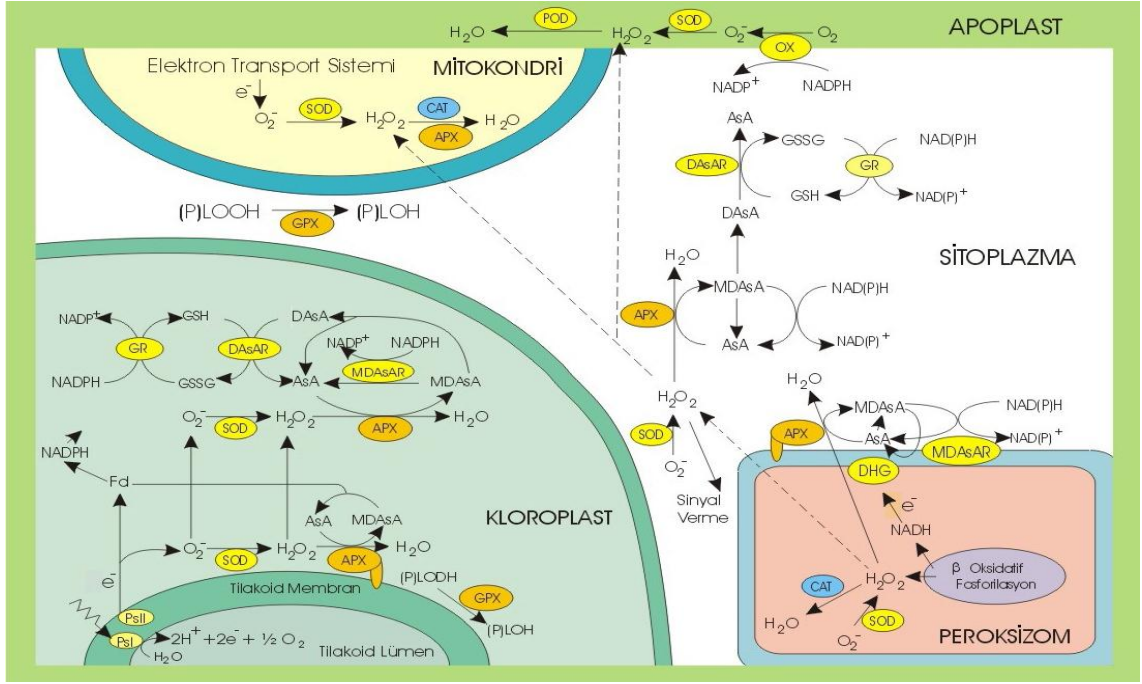


Şekil 2.2. Bitki hücresinde SOD enzimlerinin yerleşimi (Alscher ve ark., 2002)

SOD izoenzimlerinin değişik metaller içermesinin nedeni, farklı jeolojik alanların havasındaki O₂ içeriğinin biyosferde bulunan çözüdür metal bileşiklerinin değişik oranlarda kullanılrlığı ile ilişkili olmasından kaynaklanır (Alscher ve ark., 2002).

Bunun için hidrojen peroksit ve oksijen radikallerinin suya ve moleküler oksijene dönüştürülerek hücrel hasarların önlenmesi gerekmektedir. Hidrojen peroksitin katalaz yada askorbat-glutasyon döngüsü ile birikimi önlenabilir. Detoksifikasyonun enzimatik mekanizması, dehidroaskorbat redüktaz, glutasyon redüktaz ve diğer enzimleri içermektedir (Dixit ve ark., 2001).

Askorbat-glutasyon döngüsünde APOX, hidrojen peroksidi suya indirger. Bu sırada monodehidroaskorbat'a (MDHA) okside olur. MDHA da monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) tarafından askorbata dönüştür. MDHA'nın iki molekülü enzimatik olmayan yol ile MDHA'ya ve dehidroaskorbat'a (DHA) eşit olmayacak şekilde dönüştürmüş olur. Sonra DHA, dehidroaskorbat redüktaz (DHAR; EC 1.6.5.4) ve GR (GR; EC 1.6.4.2) tarafından askorbata indirgenir. Redükte glutasyon (GSH), DHAR'ın etkisi ile okside glutatyona (GSSG) dönüştür ve GSSG, GR tarafından GSH'a geri indirgenir (Shalata ve ark,2001; Shigeoka ve ark., 2002) (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yüksek bitkilerde aktif oksijen türlerinin giderilmesi (Shigeoka ve ark., 2002). AsA; Askorbat, MDAAsA; Monodehidroaskorbat, MDAAsAR; Monodehidroaskorbat redüktaz, DAsA; Dehidroaskorbat, DAsAR; Dehidroaskorbat redüktaz, AP; Askorbat peroksidaz, SOD; Süperoksit dismutaz, GR; Glutasyon redüktaz, KAT; Katalaz

Çalışmamızda Bursa Tohum A.Ş.'den temin ettiğimiz beş çeşit *L. esculentum* hibrit türleri olan BT 131 Gülle F1 Hibrit, BT 11-20 F1 Hibrit, BT 11-34 F1 Hibrit, BT 236 F1 Hibrit ve BT BUR Ty F1 Hibrit (Oturak) tohumlar deney materyali olarak kullanılmıştır. Tohumlar çimlendirildikten sonra 3-yapraklı evreye kadar yetiştirilmiş ve bu aşamadan itibaren bitkilere uygulanan 0 mM, 100 mM ve 200 mM NaCl'ye karşı hibritlerin verdikleri fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler incelenerek, tolerans düzeylerinin karşılaştırmalı bir şekilde araştırılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyali ve ekipmanlar

Bu çalışma Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Bitki Büyütme odasında yürütülmüştür. Burada iklim odası, antioksidatif enzimler, antioksidanlar ve diğer analizlerde kullanılan soğutmalı santrifüj, saf su cihazı, derin dondurucu, buz dolabı, otoklav, etüv, hassas terazi, kaba terazi, magnetik karıştırıcı, pH metre, ozmometre (Wescor Vapro Vapor Pressure Osmometer), Harran Üniversitesi Osman Bey Kampüsü Merkezi Laboratuvarı (HÜMEL)'nda bulunan UV-Spektrofotometre (Shimatsu UV-1700 Pharma Spec) ve sıcak su banyosu gibi bir çok cihaz ve donanımlar bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında Bursa Tohumculuk Ziraat ve Ticaret A.Ş.'den temin edilen beş çeşit domates tohumları kullanılmıştır. Domates tohum çeşitleri BT 131 Gülle F1 Hibrit, BT 11-20 F1 Hibrit, BT 11-34 F1 Hibrit, BT 236 F1 Hibrit, BT BUR Ty F1 Hibrit (Oturak)'dir. Bu tohumlar yetiştirildikten sonra, bitkilerin tuz stresine tolerans veya dayanıklılık mekanizmasında antioksidan savunma sisteminin oynadığı rolün araştırılması için bazı fizyolojik ve biyokimyasal analizler yapılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki ekstraktlarının hazırlanması

Domates bitkisinin yetiştirilmesinde kullanılan besin çözeltisi Hoagland kültür çözeltisidir (Hoagland ve Arnon, 1950). Bu kültür çözeltisinde bulunan makro elementler ve mikro elementler aşağıdaki gibidir.

Makro Elementler: KNO_3 (Potasyum Nitrat), $CaNO_3$ (Kalsiyum Nitrat), $NH_4H_2PO_4$ (Amonyum Fosfat) ve $MgSO_4$ (Magnezyum Sülfat) 'tür.

Mikro Elementler: H₃BO₃ (Borik Asit), MnCl₂ (Mangan Klorür), CuSO₄ (Bakır Sülfat), ZnSO₄ (Çinko Sülfat) ve (NH₄)₆Mo₇O₂₄ (Amonyum Molibdenat)'tür.

1M KNO₃'ten 47.5 mL, 1M CaNO₃'ten 14.25 mL, 1M NH₄H₂PO₄'ten 9.5 mL, 1M MgSO₄'ten 9.5 mL, 1M H₃BO₃'ten 237.5 µL, 1M MnCl₂'den 47.5 µL, 0.1M CuSO₄'ten 15.8 µL, 0.1M ZnSO₄'ten 36.7 µL, 0.1M (NH₄)₆Mo₇O₂₄'ten 23.8 µL, Fe SO₄⁺ Tartarikasit'ten 2.85 mL alınıp saf su ile 19 litreye tamamlanmıştır. Bu oranlar ¼ oranlarıdır. Çözeltinin pH'sı 5N NaOH ile 6.02'ye ayarlanmıştır.

3.2.2. Deneysel uygulamalar

Tohumlar %2 sodyum hipoklorit içerisinde 15 dakika bekletildikten sonra otoklavlanmış steril su ile 4-5 defa yıkanmıştır. Daha sonra otoklavlanmış steril suda 1 saat bekletilmiştir. Deiyonize su ile yıkanan perlitler 19cm x 21cm x 20cm ölçülerine sahip saksılara konulmuştur. Suda iyice şişen tohumlar saksılara ekilerek, saksıların üzerleri streç filmle kapatılmıştır. Bu saksılar 30°C/18°C gündüz/gece sıcaklığı, %65-%70 nem, 16s/8s aydınlık/karanlık fotoperiyodunda ve 480 µmolm²s⁻¹ ışık şiddeti koşulları içeren iklim odasına yerleştirilmiştir.

Bitkiler ilk günden itibaren 4 hafta boyunca ¼ besin solüsyonu ile sulanmıştır. Dördüncü haftadan sonra ½ besin solüsyonu ile sulanmıştır. Birinci haftanın sonunda saksıların üzerlerine örtülen streç filmler kaldırılmıştır. Bitkiler 8 hafta süreyle Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi yetiştirilmiştir. Bu süre sonunda stres uygulamalarına başlanmıştır. Stres uygulamalarının 0. ve 8. günlerinde bitkiler hasat edilmiştir.



Şekil 3.1. Bitki büyütme odasında yetiştirilen F1 hibrid çeşitleri

Bitkiler saksılardan dikkatlice çıkarılarak kökleri yıkanmış, kök ve gövde uzunlukları ölçülmüştür. Hasat edilen gövde ve köklerin taze ağırlıkları (YA) ölçüldükten sonra, etüvde 70°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurularak kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir. Hasat gününde domateslerin yapraklarının oransal su içeriği (OSİ) ölçülmüştür. Hasat edilen yapraklar sıvı azotta dondurularak ve analiz işlemlerine kadar -80°C’de derin dondurucuda saklanmıştır.

3.2.3. Screening denemelerinin yürütülmesi

Tohumlar %2 sodyum hipokloritte bekletildikten sonra önce çimlendirilerek saksılara alınmış, sonra otoklavlanmış iyonize suda 1 saat bekletilerek direk saksılara ekilmiş, daha sonra yine otoklavlanmış iyonize suda 1 saat bekletilerek çimlendirildikten sonra saksılara alınmıştır.

Saksılar ekime hazırlanırken ilk ekimde perlit ile dolu saksıların her birine ekim öncesinde 350 mL saf su verilmiştir. Sonraki ekimlerde ekim öncesinde perlitler saf su ile yıkanmıştır.

Tohumlar ekildikten sonra ilk ekimde 1. günden itibaren $\frac{1}{2}$ besin solüsyonu ile sulama yapılırken diğer ekimde saksılar ilk hafta saf su ile, 2. Hafta $\frac{1}{4}$ besin solüsyonu ile, 3. ve diğer haftalarda $\frac{1}{2}$ besin solüsyonu ile sulanmıştır. Son ekimde ise tohumları içeren saksılar ilk hafta saf su ile, 2. ve 3. hafta $\frac{1}{4}$ besin solüsyonu ile, 4. hafta $\frac{1}{2}$ besin solüsyonu ile sulanmıştır.

3.2.4. Oransal su içeriğinin (OSİ) belirlenmesi

Bitkiler üç yapraklı evreye kadar yetiştirildikten sonra ilk hasat için hazırlıklar yapılmıştır. Hasat edilen yaprakların önce yaş ağırlıkları (YA) tartılmıştır. Sonra bu yapraklar deiyonize su içinde Şekil 3.2.'de görüldüğü gibi 6 saat bekletildikten sonra turgorlu ağırlıkları (TA) ölçülmüştür.



Şekil 3.2. Yaprakların turgorlu ağırlıklarının belirlenmesi için deiyonize suda bekletilmesi

Daha sonra bu yapraklar paketlenerek 70°C 'ye ayarlanmış etüve yerleştirilmiş ve 72 saat boyunca kurutulmaya bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda etüvden çıkarılan yaprakların kuru ağırlıkları (KA) Şekil 3.3.'deki gibi tartılmıştır. Bu işlem her grup için en az 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.



Şekil 3.3. Hasat sonrası yaprak yaş ağırlığının hassas terazide tartılması

Bitkilerin toplam gerçek su içerikleri (OSİ) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Gibon ve arkadaşları, 1997):

$$\text{OSİ (\%)} = [(YA-KA)/(TA-KA)] \times 100$$

3.2.5. Ozmotik potansiyelin belirlenmesi

Ozmotik potansiyel Wescor Vapro Vapor Pressure Osmometer cihazı ile ölçülmüştür. Ozmotik potansiyel ölçümünde her grup için 3-5 tekrar olmak üzere bitkilerden yapraklar alınmıştır. Yapraklar pens ile enjektörlere yerleştirilmiş ve sıvı azotta dondurulmuştur. Enjektörler sıvı azottan çıkarılıp tüplüklere alınmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika çözünmesi için tüplüklerde bekletilmiştir (Mohammad ve ark., 1998).

Enjektörlerdeki yaprakların özsuyu çıkarılmıştır. Bu işlem pistonla ileri geri itilerek yapılmış ve her gruptan 3-5 tekrarlı olmak üzere ozmotik potansiyelleri ozmometre cihazı ile ölçülmüştür.

Yaprakların yetersiz kaldığı durumlarda ozmotik potansiyel ölçümü için yapraklar ependorflara konulmuştur. Ependorflar sıvı azotta dondurulmuş ve çözünmesi için oda sıcaklığında 1 saat kadar bekletildikten sonra ezilmiştir. Ezilen yaprakları içeren ependorflar santrifüjde 13 000 devir/dakika ile 20 dakika boyunca çevrilmiştir. Sonra ozmometre cihazında ozmotik potansiyelleri ölçülmüştür.

3.2.6. Büyüme parametrelerinin belirlenmesi

Büyüme parametrelerinin belirlenmesinde kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı kullanılmıştır. Bu ölçümlerin yapılması için her çeşitten 4 bitki bu ölçümler için kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Hasat edilen bitkilerin büyüme parametrelerinin belirlenmesi

3.2.6.1. Kök büyümesinin belirlenmesi

Kök büyümesi için ayrılan bitkilerin kökleri incitilmeden Şekil 3.4.'de görüldüğü gibi saksılardan çıkarılıp perlitleri hafif su ile temizlenmiştir. Kurutma kağıdında hafifçe kurulandıktan sonra Şekil 3.5.'de görüldüğü gibi kök uzunlukları

ölçülmüş ve kök yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra kökler beyaz kâğıtlara sarılıp 70°C etüvde 1 hafta bekletilmiş ve kök kuru ağırlıkları ölçülmüştür.



Şekil 3.5. Hasat edilen bitkilerin kök uzunluğunun ölçülmesi

3.2.6.2. Gövde büyümesinin belirlenmesi

Bunun için önce bitkinin kökten ayrılan toprak üstü gövdesinin uzunluğu Şekil 3.6.'da görüldüğü gibi ölçülmüştür. Sonra gövde yaş ağırlığı tartılıp, beyaz kâğıtlara sarılarak 70°C etüvde 1 hafta bekletilmiştir. Daha sonra gövde kuru ağırlıkları ölçülmüştür.



Şekil 3.6. Hasat edilen bitkilerin gövde uzunluğunun ölçülmesi

3.2.7. Protein miktarının belirlenmesi

Domates çeşitlerinde total çözümlü protein miktarı Bradford (1976)'a göre belirlenmiştir. Standart olarak bovine serum albumin kullanılmış ve standartlar 0.02-0.2 mg/ml aralığında hazırlanmıştır. Bu işlem her grup için 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.8. Fotosentetik pigment miktarının belirlenmesi

Yaprak dokularındaki klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarları Arnon (1949)'a göre belirlenmiştir. Bunun için önce hasat sırasında taze yaprak dokularından çıkarılan ve -80°C'de saklanmakta olan 0.1 g yaprak örnekleri, 3 mL asetonda ezilerek homojenize edilmiş ve filtre kağıtlarında süzümüştür. Klorofil pigmentlerinin miktarları 645 nm, 663 nm ve 480 nm dalga boylarındaki absorbans değerleri ölçülerek aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Bu işlem her grup için 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

$$Kl-a = \Delta A_{663} \times 12.70 - \Delta A_{645} \times 2.69 \dots\dots\dots (I)$$

$$Kl-b = \Delta A_{645} \times 22.90 - \Delta A_{663} \times 4.68 \dots\dots\dots (II)$$

$$Karotenoid = \Delta A_{480} + \Delta A_{663} \times 0.114 - \Delta A_{645} \times 0.638/112.50 \dots\dots\dots (III)$$

3.2.9. Lipid peroksidasyonu

Yaprak dokularında meydana gelen membran hasarını ölçmek için lipid peroksidasyonunun son ürünü olan MDA (malondialdehit) miktarı TBA (tiobarbitirik asit) testi ile belirlenmiştir (Madhava Rao ve Sresty, 2000). Bunun için kontrol ve stres gruplarına ait bitkilerin yaprak dokularından alınan 0.1 gr'lık doku örnekleri %0.1 TCA (trikloroasetik asit) ile homojenize edilmiştir. Homojenatların her 1 mL'si için 4 mL %0.5 TBA (tiobarbitirik asit) içeren %20'lik TCA deney tüplerine eklenmiştir. Tüplerin tümü 90 °C sıcak su banyosunda bir saat kaynatılmış ve ardından reaksiyonu durdurmak için tüpler buz banyosuna alınmıştır. 10 000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilen örnekler Shimadzu UV-1700 marka spektrofotometrede 532 nm ve 600 nm dalga boylarında ölçülmüştür ve MDA konsantrasyonu ekstinksiyon katsayısı ($\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$) kullanılarak hesaplanmıştır. Bu işlem her grup için 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.10. Enzim aktivitesinin ölçülmesi

Homojenizasyon için -80°C'de saklanmakta olan 0.1 g yaprak örnekleri, porselen havana alınarak önce sıvı azotla toz haline getirilmiştir. Üzerine %0.02 PVP içeren seyreltme tamponu çözeltisinden eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenat, +4°C'de 14000 rpm de 15 dk santrifüj edilmiştir. Sonra süpernatantlar yeni ependorflara alınmıştır.

3.2.10.1. Askorbat peroksidaz (APOX; EC 1.11.1.11) aktivitesi tayini

APOX aktivitesi Nakano ve Asada (1981)'ya göre ölçülmüştür. Uygun oranda seyreltilen süpernatant ile beraber 50 mM Na-P (pH 7) tamponu, 50 mM EDTA.Na₂, 5 mM askorbat, ve 12 M H₂O₂ içeren 1 mL'lik reaksiyon karışımının 290 nm'de absorbansında, askorbatın oksidasyonu ile oluşan düşüş hızı belirlenmiştir. Reaksiyon, 180 sn boyunca takip edilmiş ve 1 birim APOX aktivitesi dakikada okside olan 1 mmol ml⁻¹ Askorbat olarak ifade edilmiştir. Bu işlem her grup için 8 tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.2.10.2. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) aktivitesi tayini

Katalaz enziminin aktivitesi Bergmeyer (1970)'in metoduna göre ölçülmüştür. 1 mL'lik reaksiyon karışımına, uygun oranda seyreltilmiş süpernatantın yanı sıra, 0.1 mM EDTA ve 50 mM Na-P tamponu (pH 7) konulmuştur. %0.3 H₂O₂ ilavesiyle başlatılan reaksiyon sonucu 240 nm'de absorbansta oluşan düşüş 120 sn boyunca takip edilmiştir. CAT aktivitesi dakikada harcanan µmol H₂O₂ olarak ifade edilmiştir. Bu işlem her grup için 4 tekrarlı olarak yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

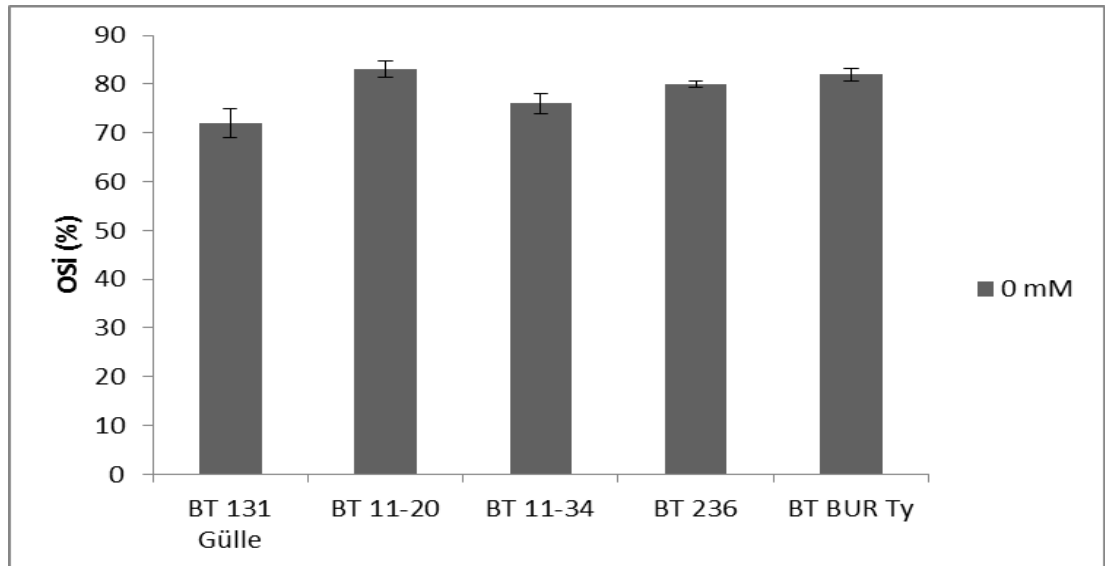
4.1. Araştırma Bulguları

Laboratuvar çalışmalarımızda elde etmiş olduğumuz bulgular aşağıda mevcut çizelgeler ve grafiklerde gösterilmiştir.

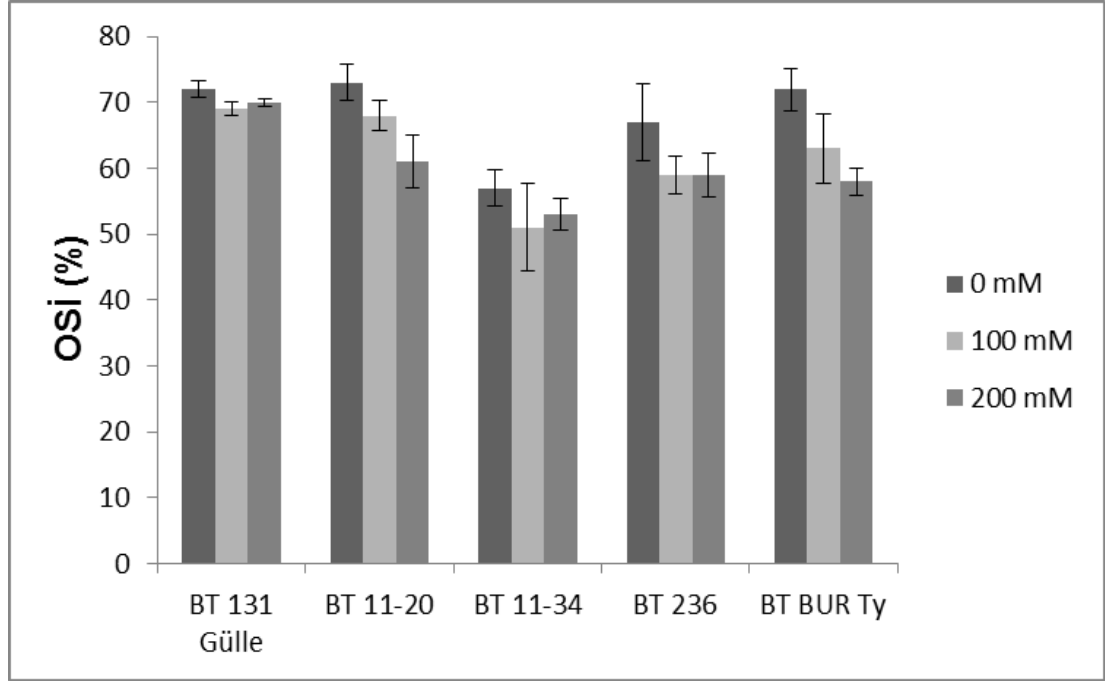
4.1.1. Oransal su içeriği (OSİ-RWC)

Çizelge 4.1. F1 hibritlerinin OSİ (%) analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	72±3		
	8	72±1.3	69±1.0	70±0.6
BT 11-20	0	83±1.7		
	8	73±2.7	68±2.3	61±4.1
BT 11-34	0	76±2		
	8	57±2.7	51±6.7	53±2.4
BT 236	0	80±0.6		
	8	67±5.8	59±2.8	59±3.3
BT BUR Ty	0	82±1.3		
	8	72±3.2	63±5.3	58±2.1



Şekil 4.1. F1 hibritleri'nin 0. gün OSİ (%) analiz sonuçları



Şekil 4.2. F1 hibritleri'nin 8. gün OSİ (%) analiz sonuçları

Tuz uygulamasının *L. esculentum* var. BT 131 Gülle'nin oransal su içeriğini %10 azalttığı bulunmuştur. Yalnız 100 mM tuz uygulaması ve 200 mM tuz uygulaması arasında Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi belirgin bir farklılık bulunmamıştır.

L. esculentum var. BT 11-20'de, Şekil 4.1. ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi tuz uygulaması arttıkça oransal su içeriğinin de azaldığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre oransal su içeriği %10 azalmıştır. 200 mM tuz uygulamasındaki oransal su içeriğindeki azalma ise kontrol grubuna göre yaklaşık %13 olmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34'de 100 mM tuz uygulanan bitkilerin oransal su içeriğinin kontrol grubuna göre %10 azaldığı bulunmuştur. 200 mM tuz uygulanan bitkilerin oransal su içeriğinin kontrol grubuna göre yaklaşık %6 azaldığı bulunmuştur.

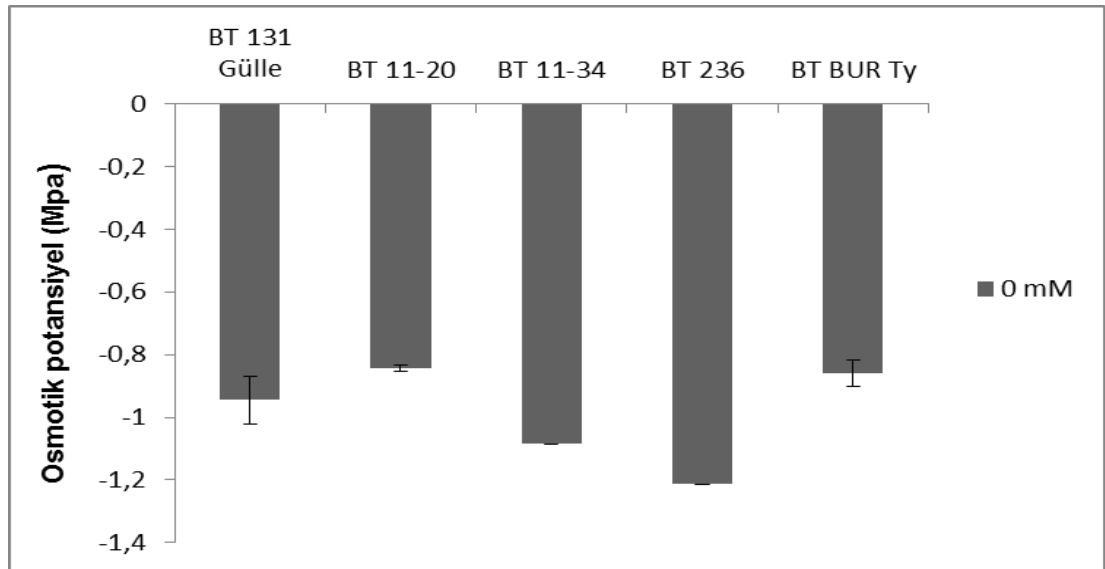
L. esculentum var. BT 236'da kontrol grubuna göre 100 mM tuz uygulamasında ve 200 mM tuz uygulamasında oransal su içeriğinin %12 azaldığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty'de tuz uygulamasının oransal su içeriğini azalttığı bulunmuştur. Bu azalma 100 mM tuz uygulanan grupta %13 iken , 200 mM tuz uygulanan grupta %20 olmuştur.

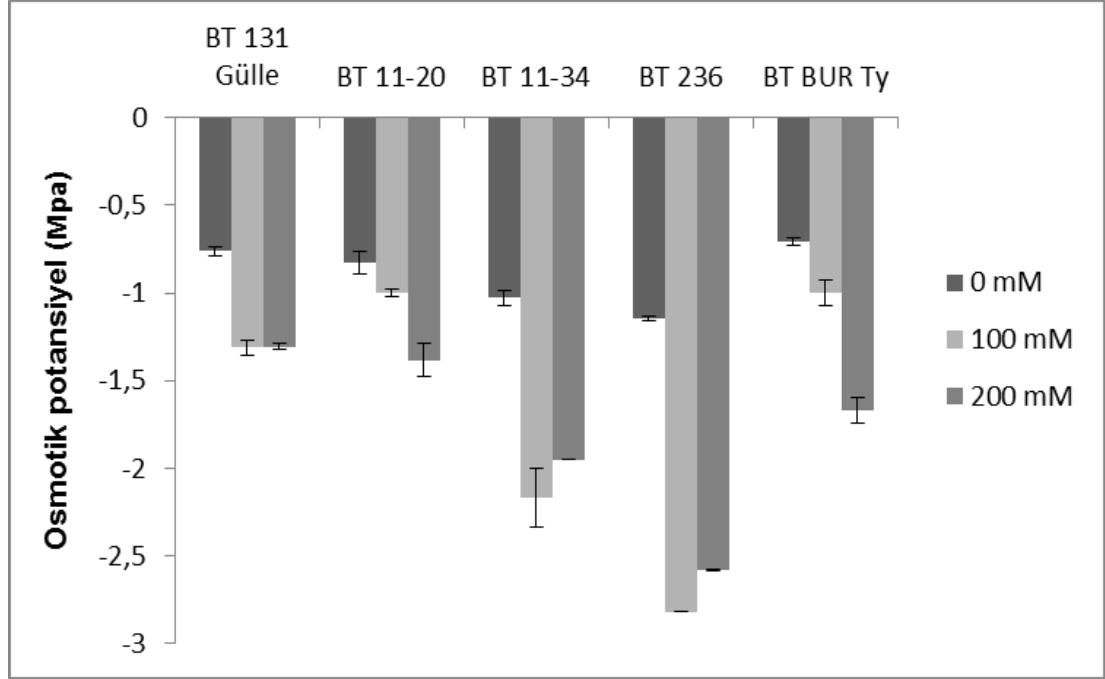
4.1.2. Ozmotik potansiyel

Çizelge 4.2. F1 hibritlerinin ozmotik potansiyel analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	-0.945±0.076		
	8	-0.762±0.025	-1.312±0.046	-1.305±0.020
BT 11-20	0	-0.844±0.009		
	8	-0.829±0.062	-0.998±0.019	-1.384±0.095
BT 11-34	0	-1.084±0.000		
	8	-1.027±0.042	-2.168±0.167	-1.953±0.000
BT 236	0	-1.213±0.000		
	8	-1.146±0.011	-2.820±0.000	-2.581±0.005
BT BUR Ty	0	-0.860±0.041		
	8	-0.708±0.019	-1.000±0.072	-1.671±0.071



Şekil 4.3. F1 hibritleri'nin 0. gün ozmotik potansiyel (MPa) değerleri



Şekil 4.4. F1 hibritleri'nin 8. gün ozmotik potansiyel (MPa) değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de tuz uygulaması Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi ozmotik potansiyelin azalmasına neden olmuştur. Bu azalma kontrol grubuna göre 100 mM tuz grubunda ve 200 mM tuz grubunda yaklaşık olarak %72 olmuştur.

L. esculentum var. BT 11-20'de, Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de görüldüğü gibi tuz uygulaması arttıkça ozmotik potansiyelin azaldığı sonucu elde edilmiştir. 100 mM'lık grubun kontrol grubuna göre ozmotik potansiyeli %20 azalırken, 200 mM'lık grubun ozmotik potansiyeli kontrol gruba göre %66 azaldığı sonucu elde edilmiştir.

L. esculentum var. BT 11-34'de tuz uygulamaları kontrol grubuna göre ozmotik potansiyelin azalmasına neden olmuştur. 100 mM'lık grubun kontrol grubuna göre ozmotik potansiyeli %167 azalırken, 200 mM'lık grubun ozmotik potansiyeli kontrol gruba göre %140 azaldığı sonucu elde edilmiştir.

L. esculentum var. BT 236'da 100 mM'lık grubun ozmotik potansiyeli kontrol grubuna göre %194 azalmıştır. 200 mM'lık grubun ozmotik potansiyeli kontrol grubun ozmotik potansiyeline göre %169 azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

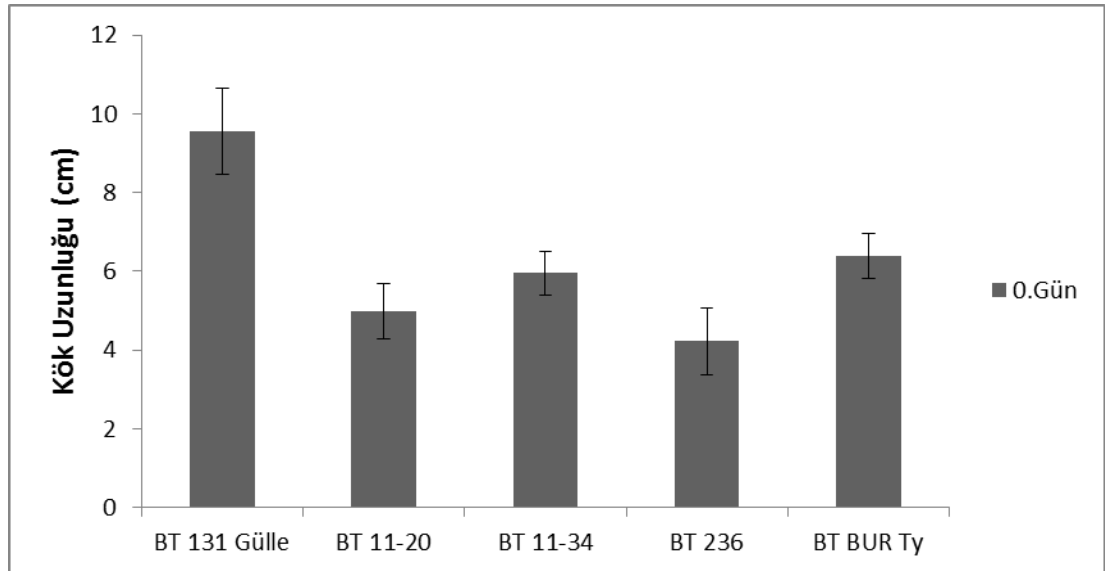
L. esculentum var. BT BUR Ty’de 100 mM’lık grubun ozmotik potansiyeli kontrol grubuna göre %41 azalmıştır. 200 mM’lık grubun ozmotik potansiyeli, kontrol grubun ozmotik potansiyeline göre %135 azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.1.3. Büyüme parametreleri

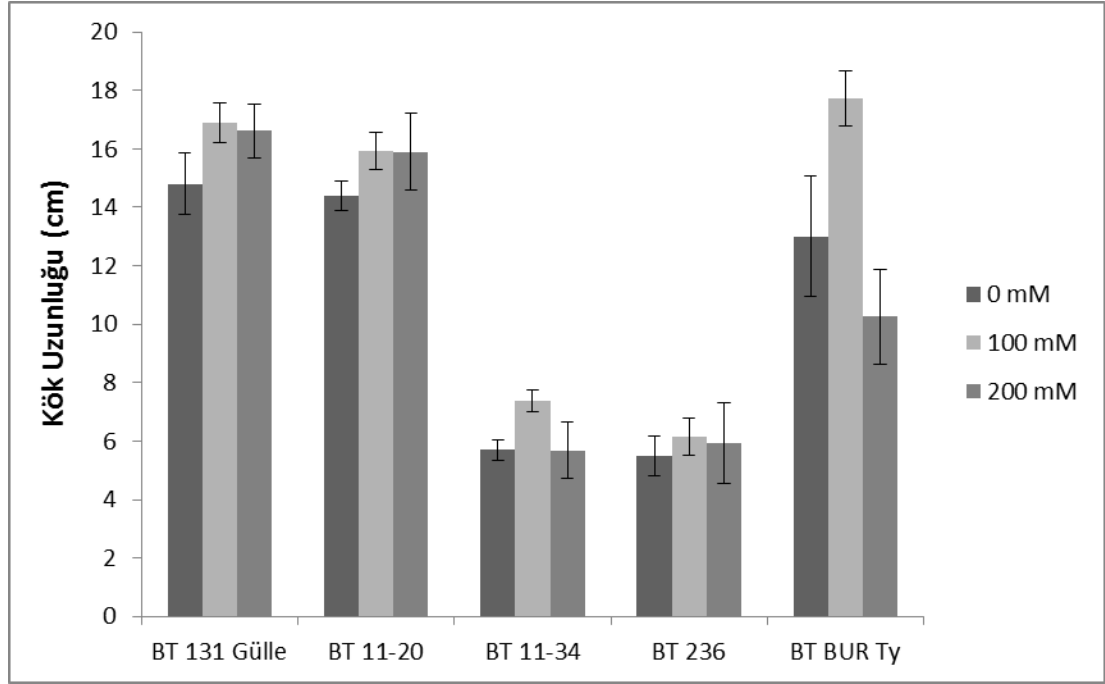
4.1.3.1. Kök büyümesi

Çizelge 4.3. F1 hibritlerinin kök uzunluğu (cm) analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	9.55±1.09		
	8	14.80±1.05	16.90±0.68	16.61±0.93
BT 11-20	0	4.98±0.71		
	8	14.39±0.51	15.93±0.65	15.89±1.32
BT 11-34	0	5.95±0.56		
	8	5.70±0.34	7.38±0.38	5.68±0.96
BT 236	0	4.23±0.85		
	8	5.50±0.67	6.15±0.65	5.95±1.38
BT BUR Ty	0	6.38±0.57		
	8	13.00±2.07	17.73±0.94	10.25±1.61



Şekil 4.5. F1 hibritleri'nin 0. gün kök uzunluğu (cm) değişimleri



Şekil 4.6. F1 hibritleri'nin 8. gün kök uzunluğu (cm) değişimleri

Tuz uygulamasının kök uzunluğunu fazla azaltmadığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de tuz uygulaması Çizelge 4.3.'de görüldüğü gibi kök büyümesinin artmasına neden olmuştur. Bu artma Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da görüldüğü gibi kontrol grubuna göre 100 mM tuz grubunda %14 iken 200 mM tuz grubunda %12 olmuştur.

L. esculentum var. BT 11-20'de tuz uygulamalarının kök büyümesini inhibe etmediği bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki kök büyümesinin kontrol grubuna göre %11 artarken, 200 mM'lık tuz uygulamasının kök büyümesinin kontrol grubundaki tuz uygulamasındaki kök büyümesinden %10 fazla olduğu bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34'de 100 mM'lık tuz uygulamasındaki kök büyümesinin kontrol grubundaki kök büyümesine göre %29 arttığı bulunmuştur. 200 mM'lık tuz uygulamasındaki kök büyümesinin kontrol grubundaki kök büyümesine göre %1 azaldığı bulunmuştur.

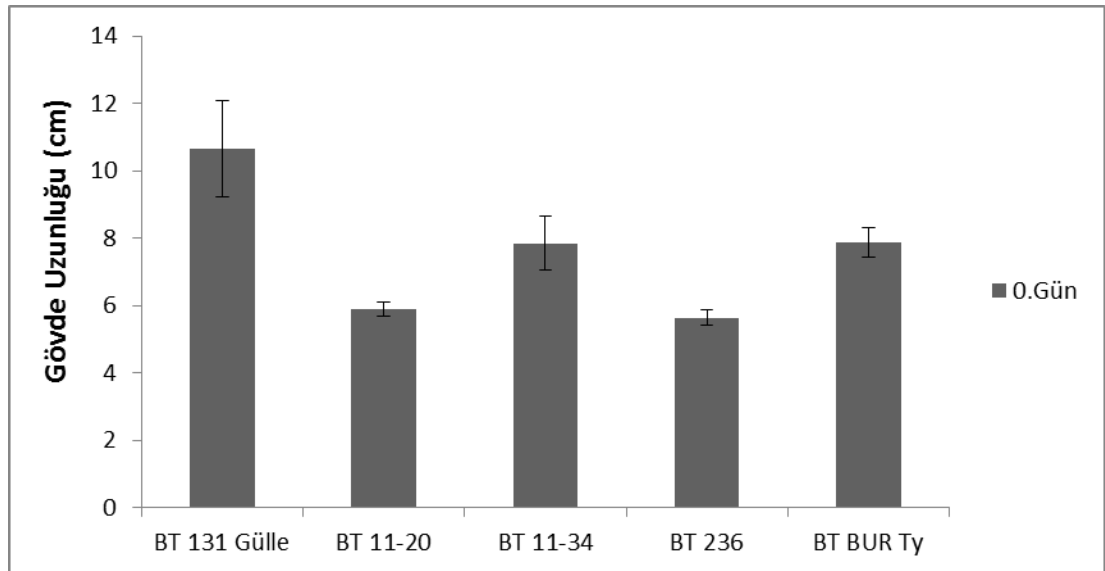
L. esculentum var. BT 236'da 100 mM tuz uygulamasının kontrol grubuna göre kök büyümesinin %12 arttığı, 200 mM tuz uygulamasının ise kök büyümesinin kontrol grubuna göre %8 arttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty'de 100 mM tuz uygulaması kök büyümesini %36 artırırken, 200 mM tuz uygulamasının kök büyümesini kontrol grubuna göre %21 azalttığı tespit edilmiştir.

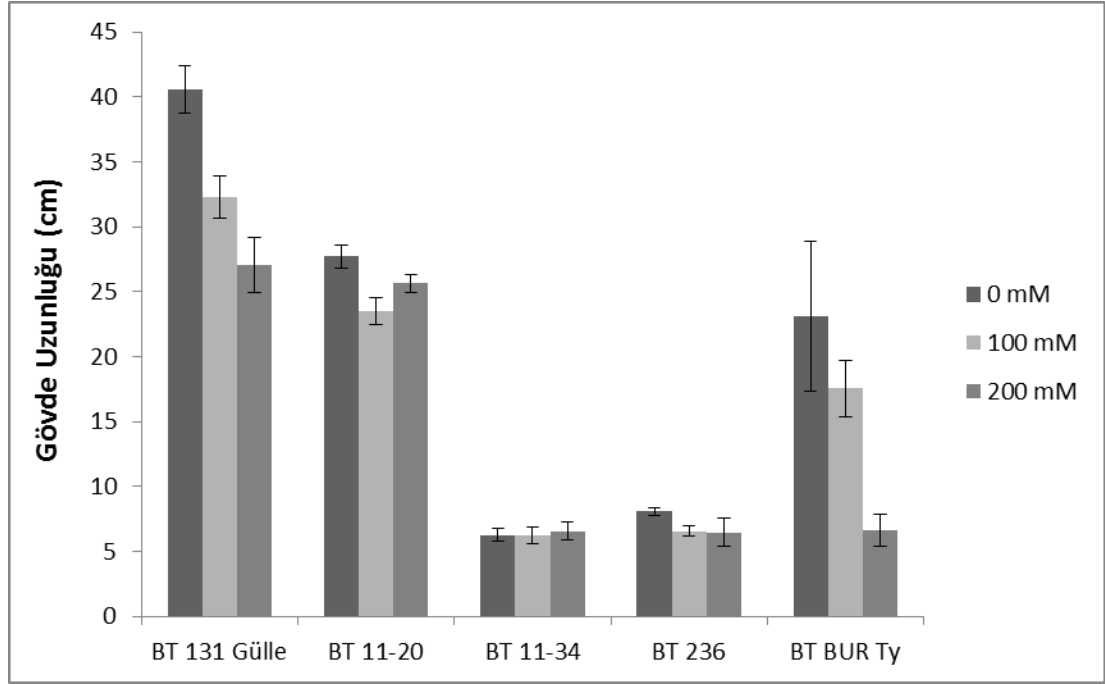
4.1.3.2. Gövde büyümesi

Çizelge 4.4. F1 hibritlerinin gövde uzunluğu (cm) analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	10.65±1.44		
	8	40.56±1.85	33.27±1.66	27.06±2.09
BT 11-20	0	5.90±0.21		
	8	27.72±0.86	23.51±1.01	25.64±0.68
BT 11-34	0	7.85±0.80		
	8	6.25±0.50	6.23±0.63	6.58±0.66
BT 236	0	5.63±0.23		
	8	8.10±0.29	6.55±0.40	6.48±1.08
BT BUR Ty	0	7.88±0.44		
	8	23.13±5.77	17.55±2.15	6.63±1.22



Şekil 4.7. F1 hibritleri'nin 0. gün gövde uzunluğu (cm) değişimleri



Şekil 4.8. F1 hibritleri'nin 8. gün gövde uzunluğu (cm) değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de tuz uygulamalarının Çizelge 4.4.'de görüldüğü gibi gövde büyümesini inhibe ederek azalttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki gövde büyümesinin kontrol grubuna göre %18 azaldığı, 200 mM tuz uygulamasındaki gövde büyümesinin kontrol grubu gövde büyümesine göre %33 azaldığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-20'de tuz uygulamalarının Şekil 4.7. ve Şekil 4.8.'de görüldüğü gibi gövde büyümesini inhibe ederek azalttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki gövde büyümesinin kontrol grubuna göre %15 azaldığı, 200 mM tuz uygulamasındaki gövde büyümesinin kontrol grubu gövde büyümesine göre %8 azaldığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34'de tuz uygulamasının gövde büyümesini fazla etkilemediği bulunmuştur. Kontrol ve 100 mM tuz uygulanan gruplardaki gövde büyümesinde belirgin bir farklılık bulunmamıştır. 200 mM tuz uygulamasındaki gövde büyümesinin kontrol grubu gövde büyümesine göre %5 arttığı bulunmuştur.

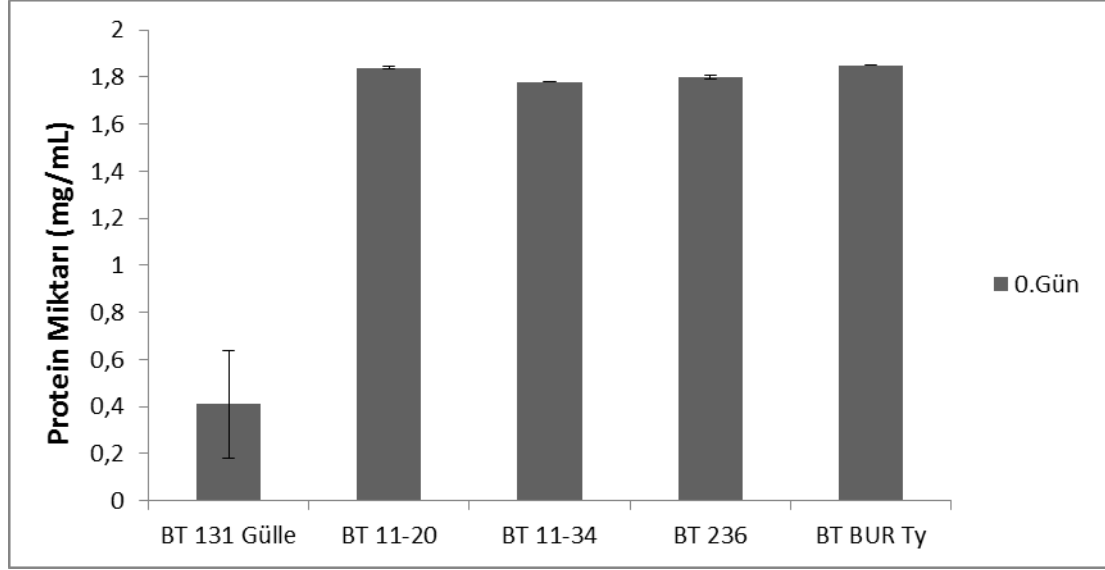
L. esculentum var. BT 236'da 100 mM tuz uygulamasının kontrol grubuna göre gövde büyümesini %19 azalttığı, 200 mM tuz uygulamasının ise gövde büyümesini %20 azalttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty'de ise tuz uygulamasının gövde büyümesini olumsuz etkilediği görülmüştür. Tuz uygulaması attıkça gövde büyümesi azalmıştır. 100 mM tuz uygulanan gruptaki gövde büyümesi kontrol grubundaki gövde büyümesine göre %24 azalmıştır. 200 mM tuz uygulanan gruptaki gövde büyümesi, kontrol grubundaki gövde büyümesine göre %58 azaldığı tespit edilmiştir.

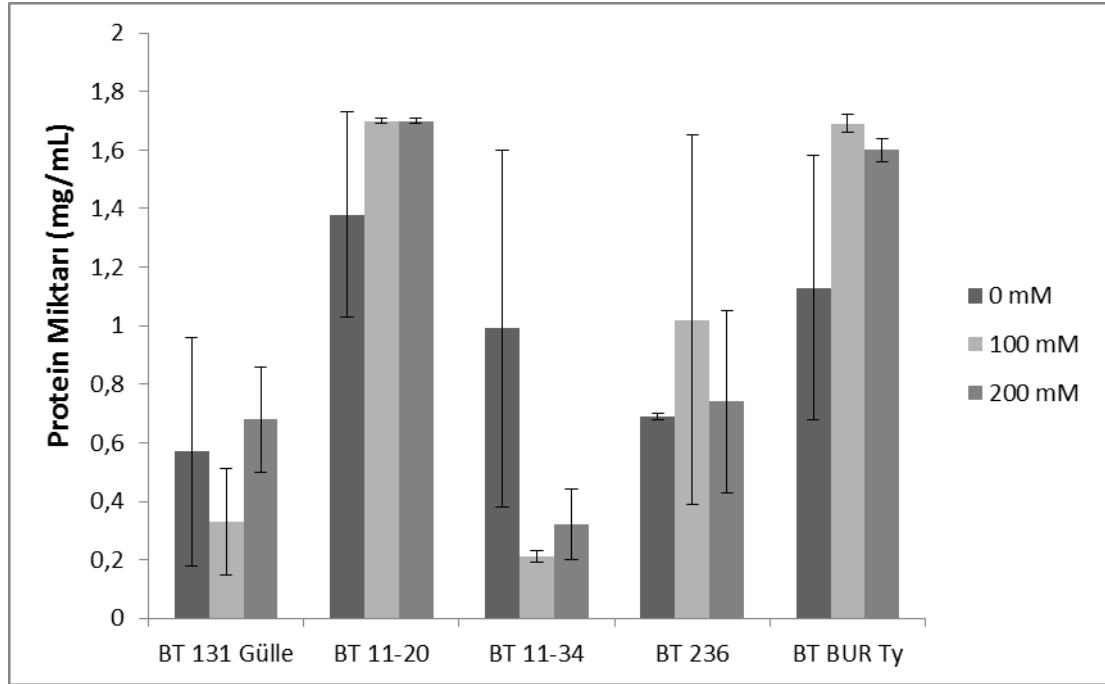
4.1.4. Total çözüner protein miktarı

Çizelge 4.5. F1 hibritlerinin protein miktarı (mg/mL) analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	0.41±0.23		
	8	0.57±0.39	0.33±0.18	0.68±0.18
BT 11-20	0	1.84±0.03		
	8	1.38±0.35	1.70±0.01	1.70±0.01
BT 11-34	0	1.78±0.00		
	8	0.99±0.61	0.21±0.02	0.32±0.12
BT 236	0	1.80±0.01		
	8	0.69±0.01	1.02±0.63	0.74±0.31
BT BUR Ty	0	1.85±0.00		
	8	1.13±0.45	1.69±0.03	1.60±0.04



Şekil 4.9. F1 hibritlerinin 0. gün protein miktarı (mg/mL) değişimleri



Şekil 4.10. F1 hibritlerinin 8. gün protein miktarı (mg/mL) değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de Çizelge 4.5.'deki gibi 100 mM tuz uygulaması protein miktarını kontrol grubuna göre %42 azaltırken, 200 mM tuz uygulaması protein miktarının kontrol grubundan %15 fazla olmasına neden olmuştur.

L. esculentum var. BT 11-20’de, Şekil 4.9. ve Şekil 4.10.’da görüldüğü gibi tuz uygulamaları kontrol grubuna göre protein miktarının %23 artmasına neden olurken, 100 mM ve 200 mM tuz uygulamalarındaki protein miktarları aynı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34’de tuz uygulamaları protein miktarını azaltmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki protein miktarı kontrol grubuna göre %78 düşerken, 200 mM tuz uygulamasındaki protein miktarı kontrol grubu protein miktarına göre %67 azalmıştır.

L. esculentum var. BT 236’da tuz uygulaması protein miktarını arttırmıştır. 100 mM tuz uygulaması protein miktarı, kontrol grubuna göre %47 artarken, 200 mM tuz uygulaması protein miktarı, kontrol grubundaki protein miktarından %7 artış göstermiştir.

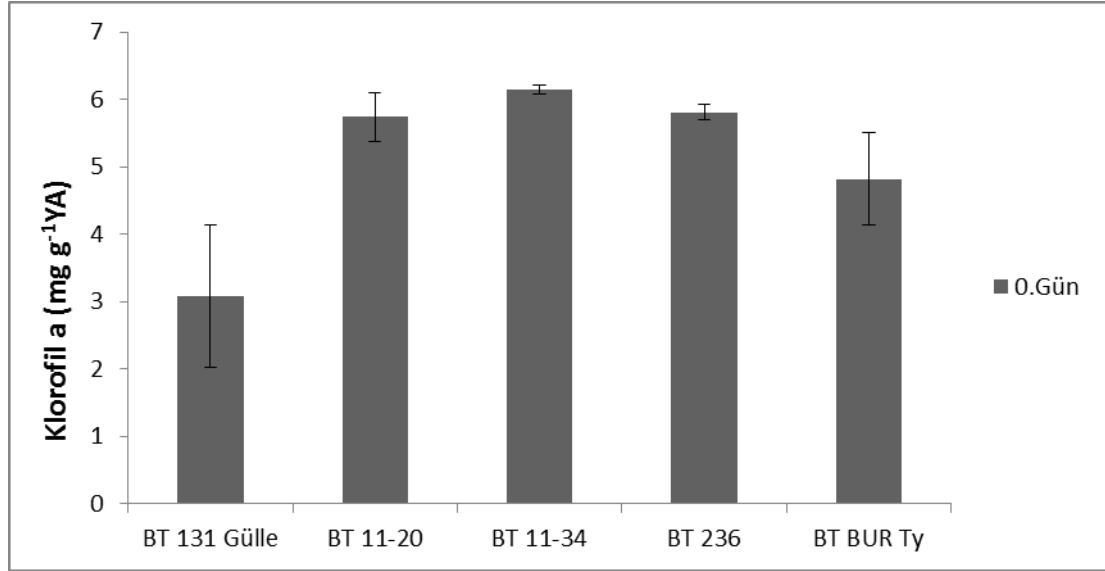
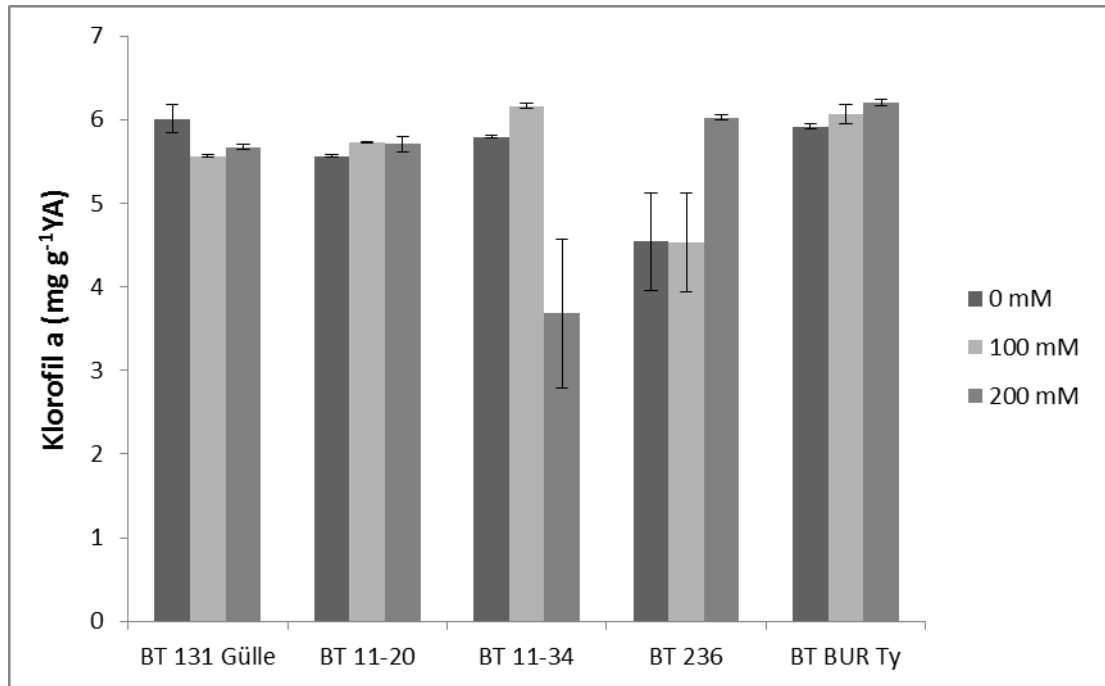
L. esculentum var. BT BUR Ty’de tuz uygulaması protein miktarını arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki protein miktarı, kontrol grubuna göre %49 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki protein miktarı da kontrol grubuna göre %41 artmıştır.

4.1.5. Fotosentetik pigment içeriği

4.1.5.1. Klorofil a içeriği

Çizelge 4.6. F1 hibritlerinin klorofil a analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	3.078±1.051		
	8	6.008±0.170	5.567±0.012	5.673±0.027
BT 11-20	0	5.737±0.366		
	8	5.564±0.011	5.729±0.005	5.706±0.090
BT 11-34	0	6.145±0.062		
	8	5.797±0.018	6.164±0.028	3.681±0.885
BT 236	0	5.809±0.118		
	8	4.542±0.579	4.528±0.588	6.027±0.025
BT BUR Ty	0	4.817±0.682		
	8	5.917±0.032	6.068±0.110	6.203±0.040

Şekil 4.11. F1 hibritlerinin 0. gün klorofil a (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleriŞekil 4.12. F1 hibritlerinin 8. gün klorofil a (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de tuz uygulaması Çizelge 4.6.'daki gibi klorofil a içeriğinin azalmasına neden olmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriği, kontrol grubuna göre %7 azalırken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriği, kontrol grubuna göre %6 azalmıştır.

L. esculentum var. BT 11-20’de tuz uygulaması Şekil 4.11. ve Şekil 4.12.’de görüldüğü gibi klorofil a içeriğini arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriği, kontrol grubuna göre %3 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriği de kontrol grubuna göre %2 artmıştır.

L. esculentum var. BT 11-34’de tuz uygulamalarının klorofil a içeriğini hem arttırdığı hem de azalttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriğinin kontrol grubuna göre %6 arttığı, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriğinin kontrol grubu klorofil a içeriğine göre %36 azaldığı bulunmuştur.

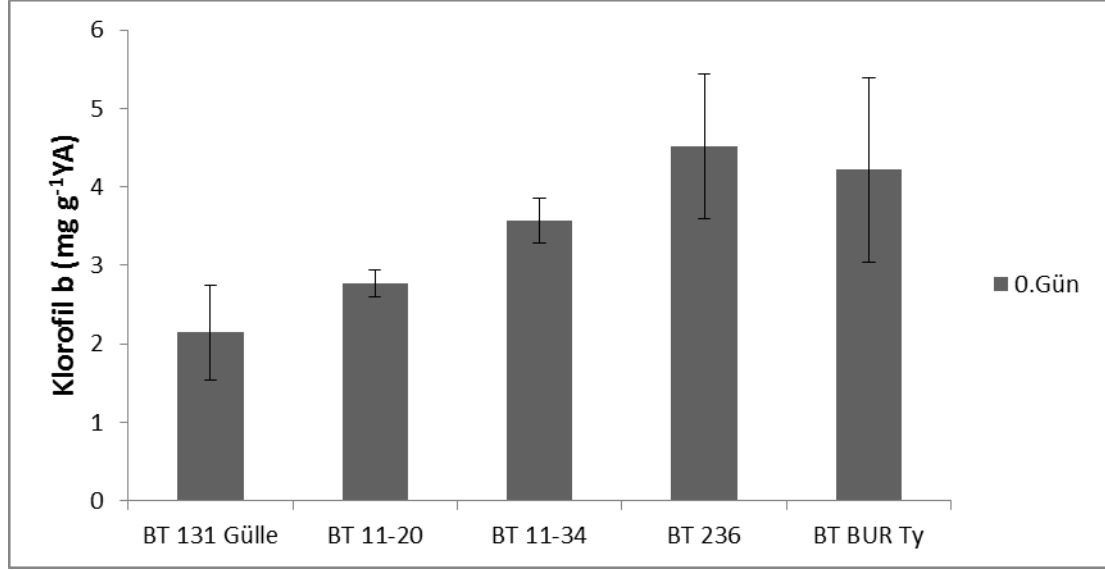
L. esculentum var. BT 236’da 100 mM tuz uygulamasının kontrol grubuna göre klorofil a içeriğini fazla etkilemediği, 200 mM tuz uygulamasının ise klorofil a içeriğini %32 arttırdığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty’de tuz uygulaması klorofil a içeriğini arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriği, kontrol grubuna göre %3 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a içeriği de kontrol grubuna göre %5 artmıştır.

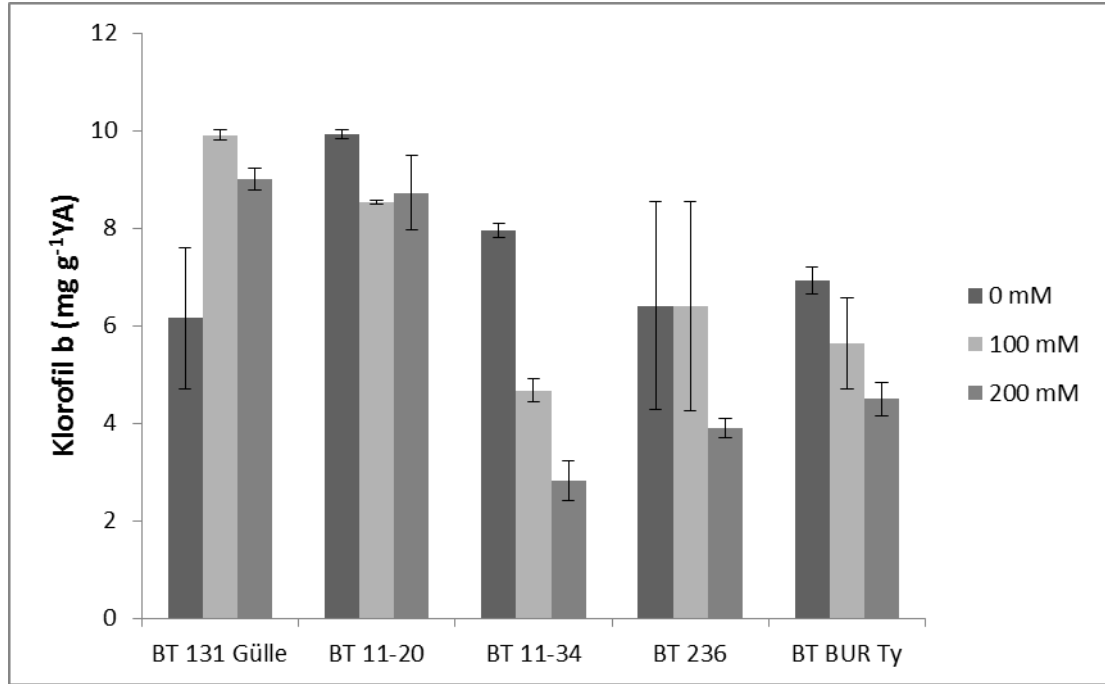
4.1.5.2. Klorofil b içeriği

Çizelge 4.7. F1 hibritlerinin klorofil b analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	2.141±0.606		
	8	6.161±1.445	9.911±0.106	9.012±0.226
BT 11-20	0	2.771±0.169		
	8	9.934±0.093	8.531±0.046	8.726±0.764
BT 11-34	0	3.569±0.290		
	8	7.953±0.150	4.674±0.227	2.823±0.399
BT 236	0	4.514±0.921		
	8	6.405±2.130	6.399±2.133	3.897±0.199
BT BUR Ty	0	4.217±1.181		
	8	6.934±0.275	5.646±0.936	4.495±0.344



Şekil 4.13. F1 hibritlerinin 0. gün klorofil b (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleri



Şekil 4.14. F1 hibritlerinin 8. gün klorofil b (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle’de tuz uygulaması Çizelge 4.7.’de görüldüğü gibi klorofil b içeriğinin artmasına neden olmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriği, kontrol grubuna göre %61 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriği, kontrol grubuna göre %46 artmıştır.

L. esculentum var. BT 11-20’de tuz uygulaması Şekil 4.13. ve Şekil 4.14.’de görüldüğü gibi klorofil b içeriğini azaltmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriği, kontrol grubuna göre %14 azalırken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriği de kontrol grubuna göre %12 azalmıştır.

L. esculentum var. BT 11-34’de tuz uygulamalarının klorofil b içeriğini azalttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriğinin kontrol grubuna göre %41 azaldığı, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriğinin kontrol grubu klorofil b içeriğine göre %65 azaldığı bulunmuştur.

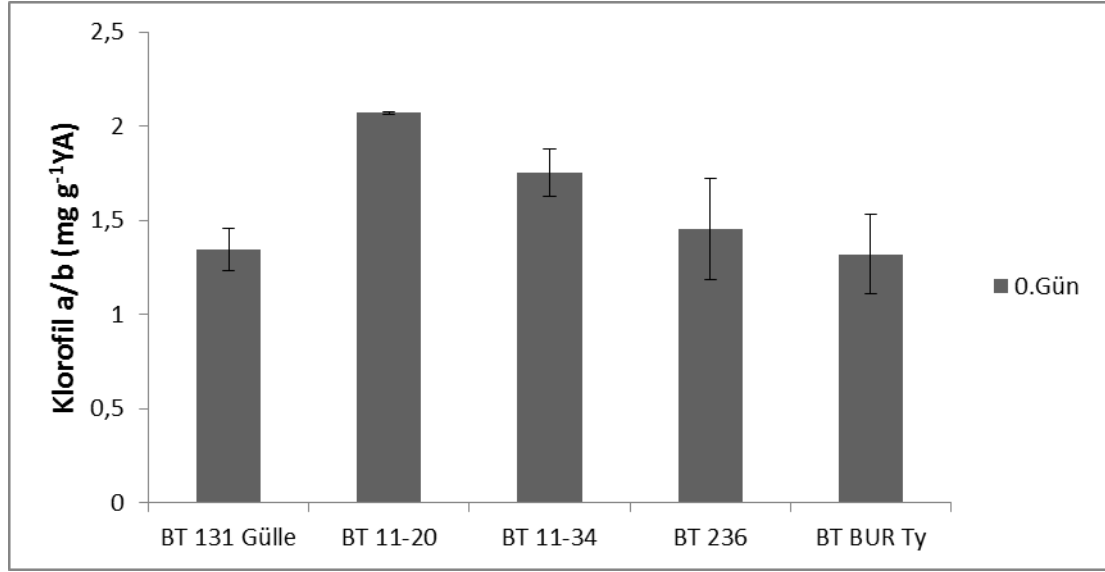
L. esculentum var. BT 236’da 100 mM tuz uygulamasının kontrol grubuna göre klorofil b içeriğini etkilemediği, 200 mM tuz uygulamasının ise klorofil b içeriğini %39 azalttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty’de tuz uygulaması klorofil b içeriğini azaltmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriği, kontrol grubuna göre %19 azalırken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil b içeriği de kontrol grubuna göre %35 azalmıştır.

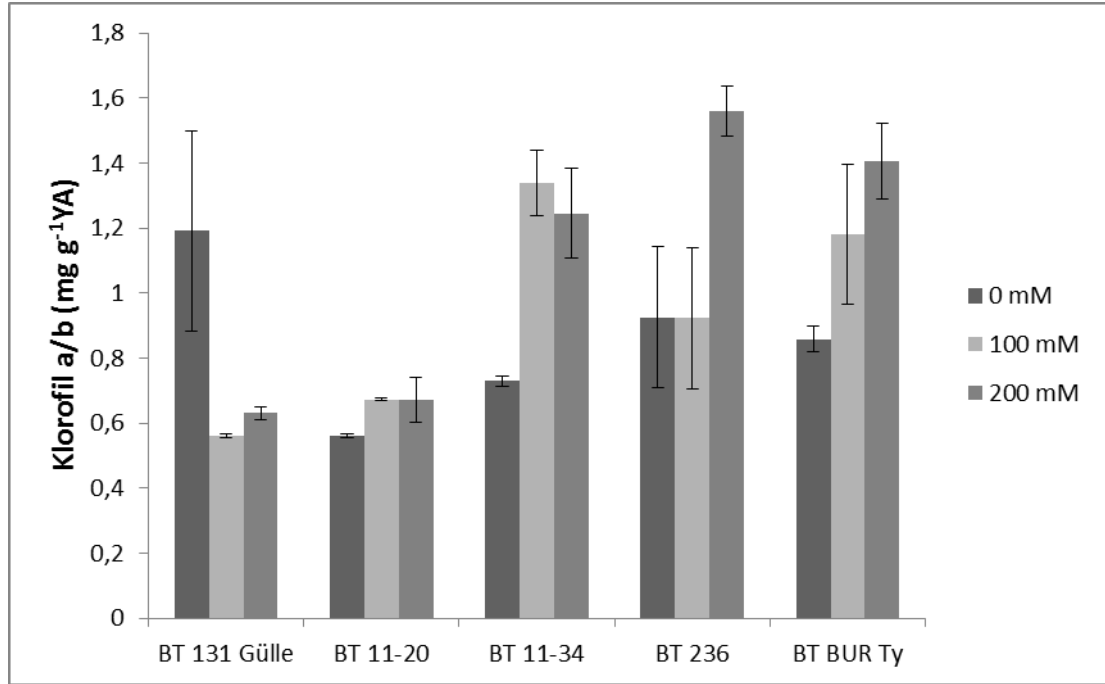
4.1.5.3. Klorofil a/b içeriği

Çizelge 4.8. F1 hibritlerinin klorofil a/b analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	1.343±0.111		
	8	1.191±0.307	0.562±0.007	0.631±0.019
BT 11-20	0	2.069±0.006		
	8	0.560±0.006	0.672±0.004	0.672±0.069
BT 11-34	0	1.752±0.125		
	8	0.730±0.016	1.340±0.100	1.246±0.138
BT 236	0	1.452±0.270		
	8	0.926±0.218	0.923±0.216	1.559±0.078
BT BUR Ty	0	1.318±0.211		
	8	0.858±0.039	1.182±0.216	1.407±0.117



Şekil 4.15. F1 hibritlerinin 0. gün klorofil a/b (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleri



Şekil 4.16. F1 hibritlerinin 8. gün klorofil a/b (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle’de tuz uygulaması Çizelge 4.8.’de görüldüğü gibi klorofil a/b içeriğinin azalmasına neden olmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a/b içeriği, kontrol grubuna göre %53 azalırken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a/b içeriği, kontrol grubuna göre %47 azalmıştır.

L. esculentum var. BT 11-20’de tuz uygulaması Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.’da görüldüğü gibi klorofil a/b içeriğini artmıştır. 100 mM ve 200 mM tuz

uygulamasındaki klorofil a/b içeriği, kontrol grubuna göre %20 artmıştır. Her iki tuz grubu olan 100 mM ve 200 mM grupları arasında farklılık bulunmamıştır.

L. esculentum var. BT 11-34'de tuz uygulamalarının klorofil a/b içeriğini arttırdığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a/b içeriğinin kontrol grubuna göre %84 arttığı, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a/b içeriğinin kontrol grubu klorofil a/b içeriğine göre %71 arttığı bulunmuştur.

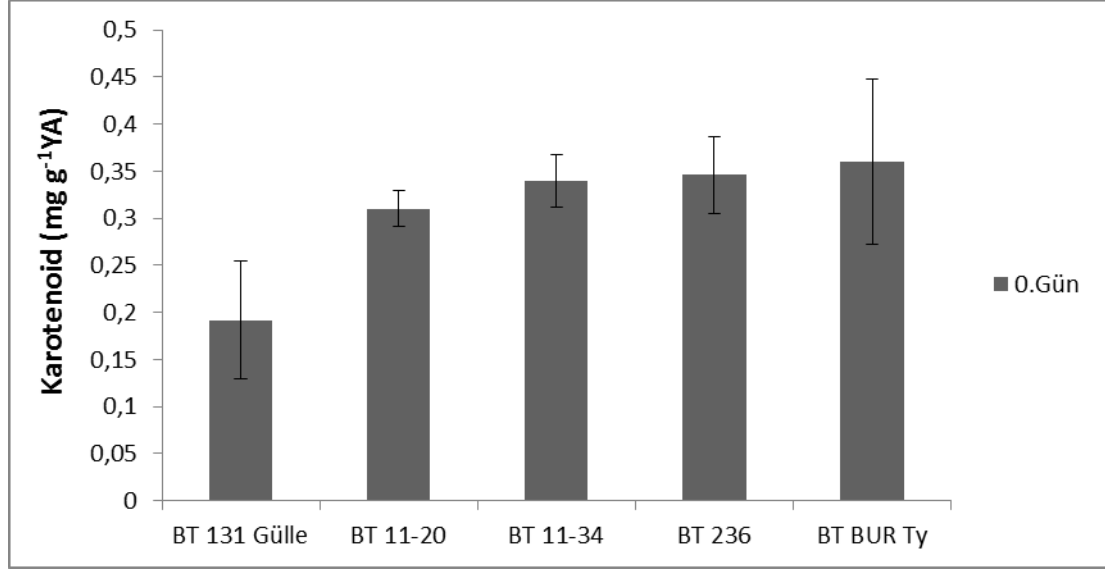
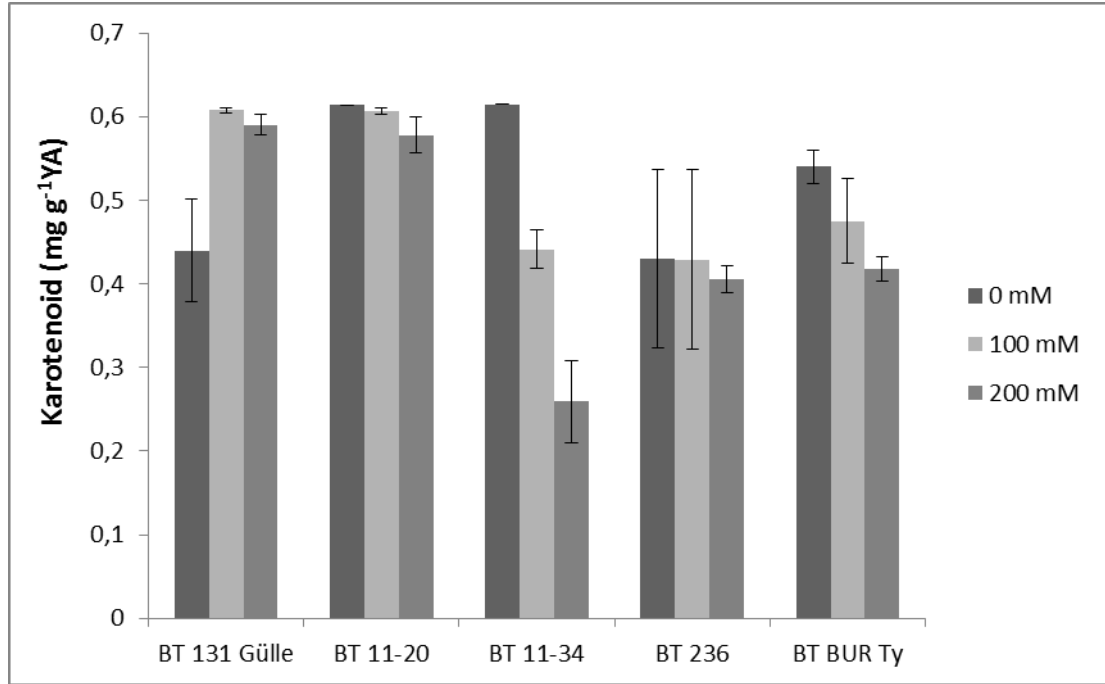
L. esculentum var. BT 236'da 100 mM tuz uygulamasının kontrol grubuna göre klorofil a/b içeriğini etkilemediği, 200 mM tuz uygulamasının ise klorofil a/b içeriğini %68 arttırdığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty'de tuz uygulaması klorofil a/b içeriğini arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki klorofil a/b içeriği, kontrol grubuna göre %38 artırırken, 200 mM tuz uygulamasındaki klorofil a/b içeriği de kontrol grubuna göre %64 artmıştır.

4.1.5.4. Karotenoid içeriği

Çizelge 4.9. F1 hibritlerinin karotenoid analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	0.192±0.063		
	8	0.440±0.061	0.608±0.003	0.590±0.012
BT 11-20	0	0.310±0.019		
	8	0.614±0.000	0.607±0.004	0.578±0.021
BT 11-34	0	0.340±0.028		
	8	0.615±0.000	0.441±0.023	0.259±0.049
BT 236	0	0.346±0.041		
	8	0.430±0.106	0.429±0.107	0.405±0.016
BT BUR Ty	0	0.360±0.088		
	8	0.540±0.020	0.475±0.051	0.418±0.015

Şekil 4.17. F1 hibritlerinin 0. gün karotenoid (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleriŞekil 4.18. F1 hibritlerinin 8. gün karotenoid (mg g⁻¹YA) miktarı değişimleri

L. esculentum var. BT 131 Gülle’de, Çizelge 4.9.’daki gibi 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre karotenoid içeriği %38 artmıştır. 200 mM tuz uygulamasında ise karotenoid içeriğindeki artış kontrol grubuna göre %34 olmuştur.

L. esculentum var. BT 11-20’de tuz uygulamaları Şekil 4.17. ve Şekil 4.18.’de görüldüğü gibi kontrol grubuna göre karotenoid içeriğinin azalmasına neden

olmuştur. 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre karotenoid içeriği %1 azalmıştır. 200 mM tuz uygulamasında ise karotenoid içeriğindeki azalış kontrol grubuna göre %6 olmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34’de tuz uygulaması karotenoid içeriğini azaltmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki karotenoid içeriği, kontrol grubuna göre %28 azalırken, 200 mM tuz uygulamasındaki karotenoid içeriği de kontrol grubuna göre %58 azalmıştır.

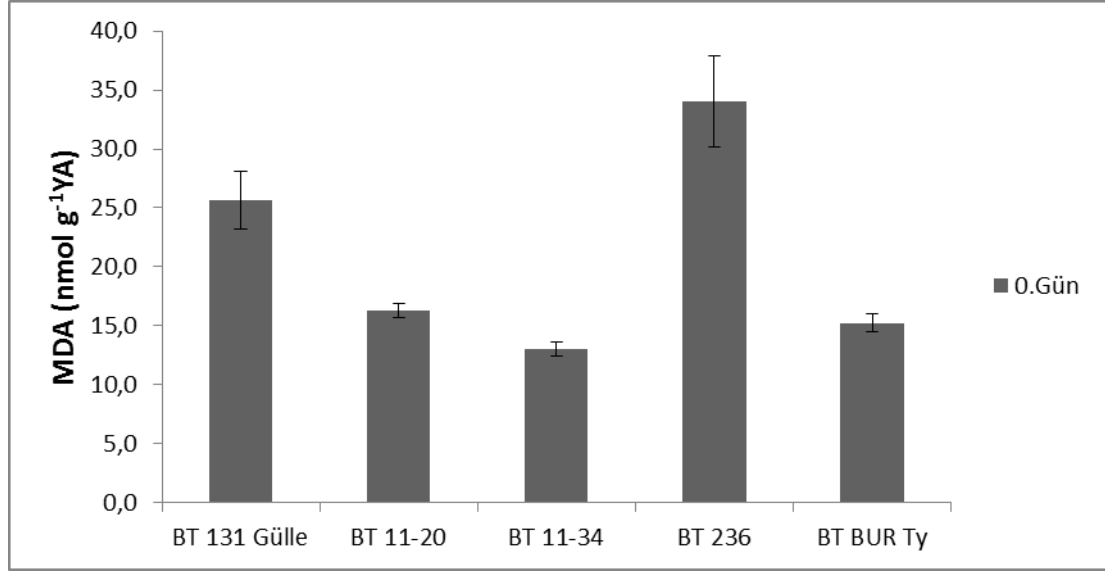
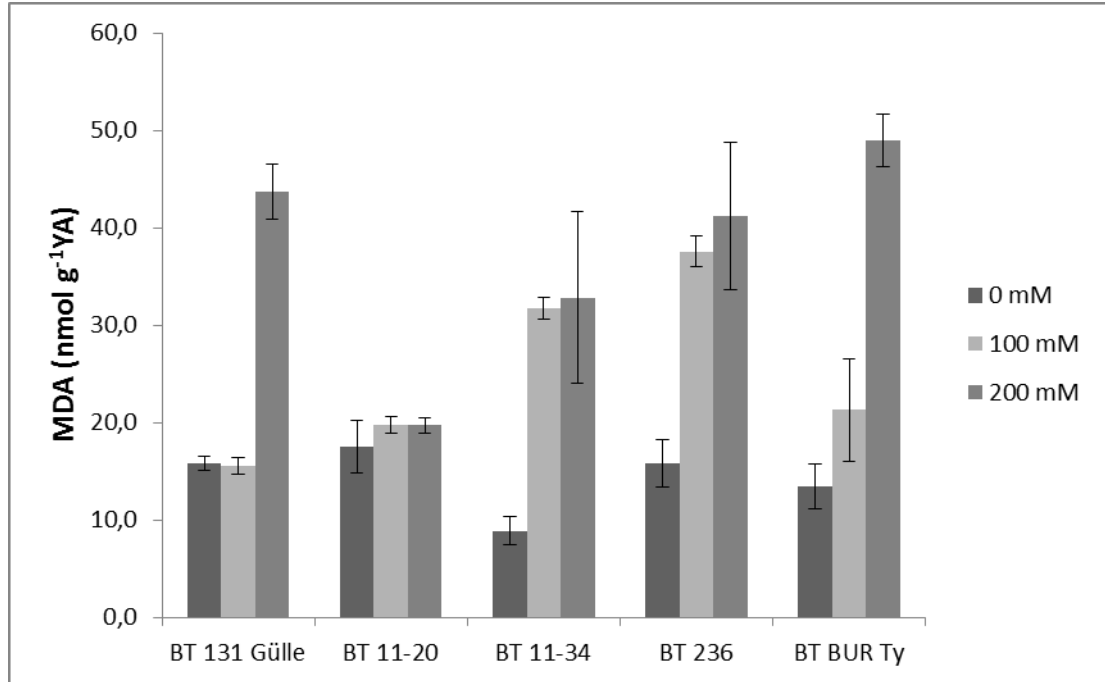
L. esculentum var. BT 236’da 100 mM tuz uygulamasının kontrol grubuna göre karotenoid içeriğini fazla etkilemediği, 200 mM tuz uygulamasının ise karotenoid içeriğini %6 azalttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT BUR Ty’de tuz uygulamalarının karotenoid içeriğini azalttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki karotenoid içeriğinin kontrol grubuna göre %12 azalttığı, 200 mM tuz uygulamasındaki karotenoid içeriğinin kontrol grubuna göre %23 azaldığı bulunmuştur.

4.1.6. Lipid peroksidasyonu

Çizelge 4.10. F1 hibritlerinin MDA analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	25.6±2.42		
	8	15.8±0.8	15.6±0.9	43.7±2.8
BT 11-20	0	16.3±0.57		
	8	17.6±2.7	19.8±0.8	19.8±0.8
BT 11-34	0	13.1±0.6		
	8	8.9±1.4	31.8±1.1	32.8±8.8
BT 236	0	34.0±3.91		
	8	15.8±2.4	37.6±1.6	41.2±7.6
BT BUR Ty	0	15.2±0.73		
	8	13.5±2.3	21.3±5.3	49.0±2.7

Şekil 4.19. F1 hibritlerinin 0. gün değişen MDA (nmol g⁻¹YA) miktarıŞekil 4.20. F1 hibritlerinin 8. gün değişen MDA (nmol g⁻¹YA) miktarı

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de, Çizelge 4.10.'daki gibi 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre MDA içeriği %2 azalmıştır. 200 mM tuz uygulamasında ise MDA içeriği kontrol grubuna göre %177 artmıştır.

L. esculentum var. BT 11-20'de, Şekil 4.19. ve Şekil 4.20.'de görüldüğü gibi 100 mM ve 200 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriğinin kontrol grubuna göre %12 arttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34'de tuz uygulaması MDA içeriğini arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriği kontrol grubuna göre %258 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriği kontrol grubuna göre %270 artmıştır.

L. esculentum var. BT 236'da tuz uygulaması MDA içeriğini arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriği kontrol grubuna göre %138 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriği de kontrol grubuna göre %161 artmıştır.

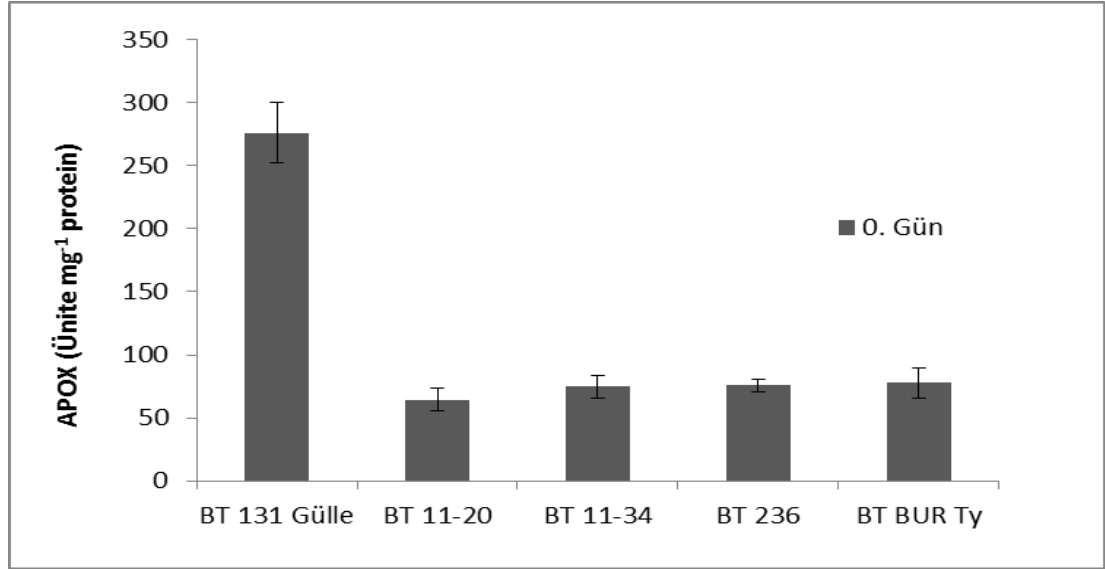
L. esculentum var. BT BUR Ty'de tuz uygulaması arttıkça MDA içeriğinin de arttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriğinin kontrol grubuna göre %58 arttığı, 200 mM tuz uygulamasındaki MDA içeriğinin kontrol grubu MDA içeriğine göre %263 arttığı bulunmuştur.

4.1.7. Enzim aktiviteleri

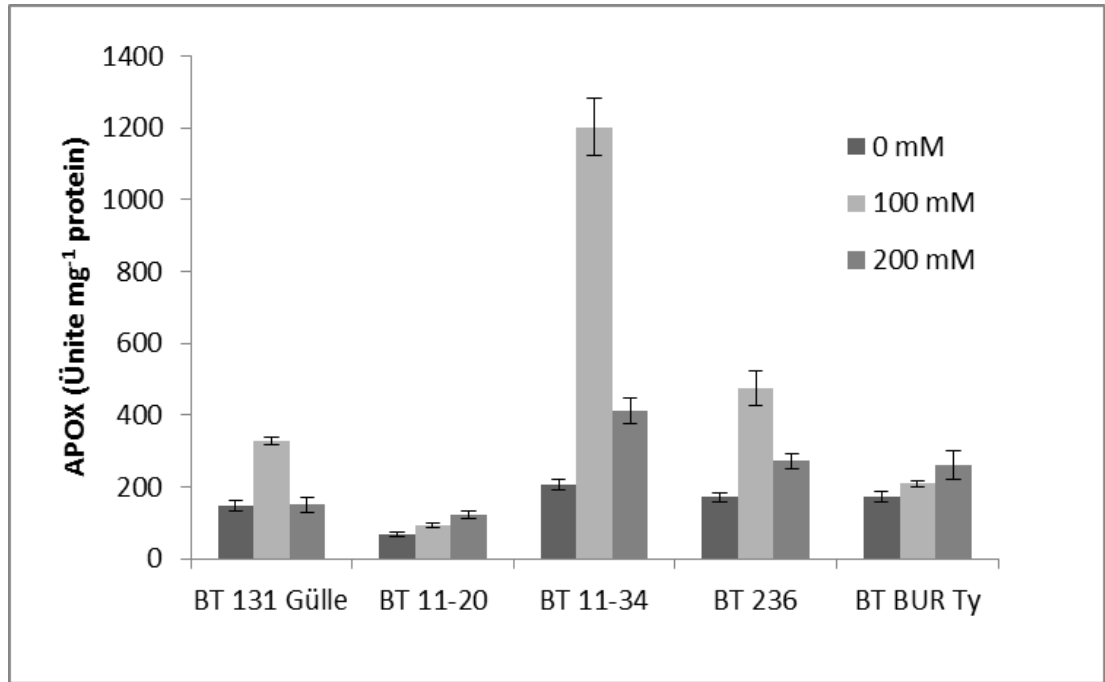
4.1.7.1. APOX aktivitesi

Çizelge 4.11. F1 hibritlerinin APOX aktivite analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	276±24		
	8	148±14	329±11	151±21
BT 11-20	0	64±9		
	8	69±6	95±6	124±10
BT 11-34	0	75±9		
	8	208±15	1203±79	411±36
BT 236	0	76±5		
	8	172±13	475±47	273±20
BT BUR Ty	0	78±12		
	8	172±15	210±8	261±39



Şekil 4.21. F1 hibritlerinin 0. gün değişen APOX (ünite mg⁻¹ protein) aktivitesi



Şekil 4.22. F1 hibritlerinin 8. gün değişen APOX (ünite mg⁻¹ protein) aktivitesi

L. esculentum var. BT 131 Gülle'de, Çizelge 4.11.'de görüldüğü gibi 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre APOX aktivitesi %122 artmıştır. 200 mM tuz uygulamasında ise APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %2 artmıştır.

L. esculentum var. BT 11-20'de tuz uygulaması arttıkça Şekil 4.21. ve Şekil 4.22.'de görüldüğü gibi APOX aktivitesinin de arttığı bulunmuştur. 100 mM tuz

uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %38 artmıştır. 200 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %80 arttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34'de tuz uygulaması ile APOX aktivitesinin arttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %478 artmıştır. 200 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %98 arttığı bulunmuştur.

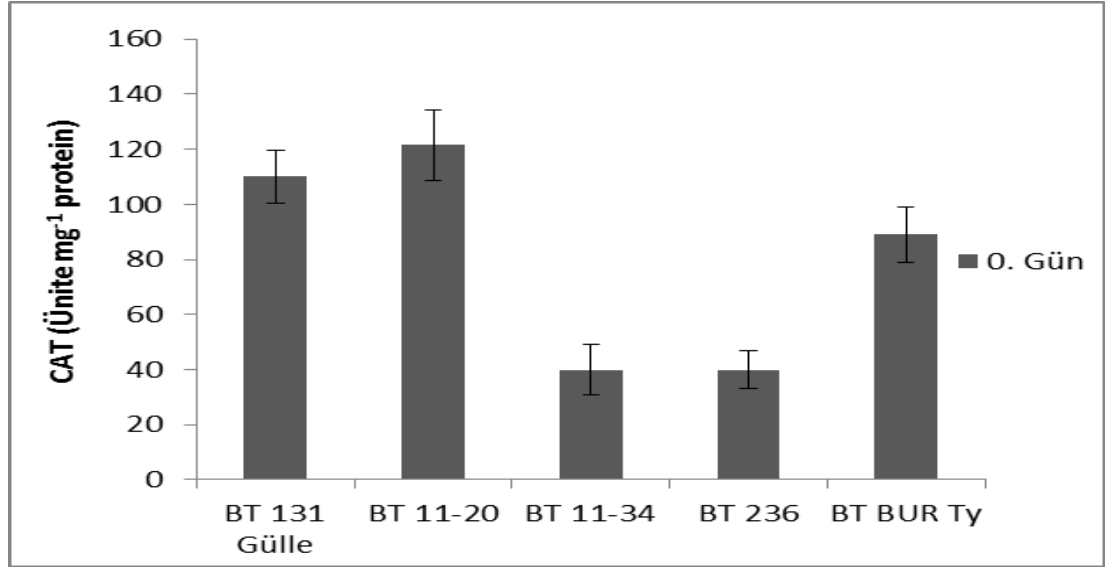
L. esculentum var. BT 236'da tuz uygulaması APOX aktivitesini arttırmıştır. 100 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %176 artarken, 200 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %59 artmıştır.

L. esculentum var. BT BUR Ty'de tuz uygulamalarının APOX aktivitesini arttırdığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubuna göre %22 arttığı, 200 mM tuz uygulamasındaki APOX aktivitesi kontrol grubu APOX aktivitesine göre %52 arttığı bulunmuştur.

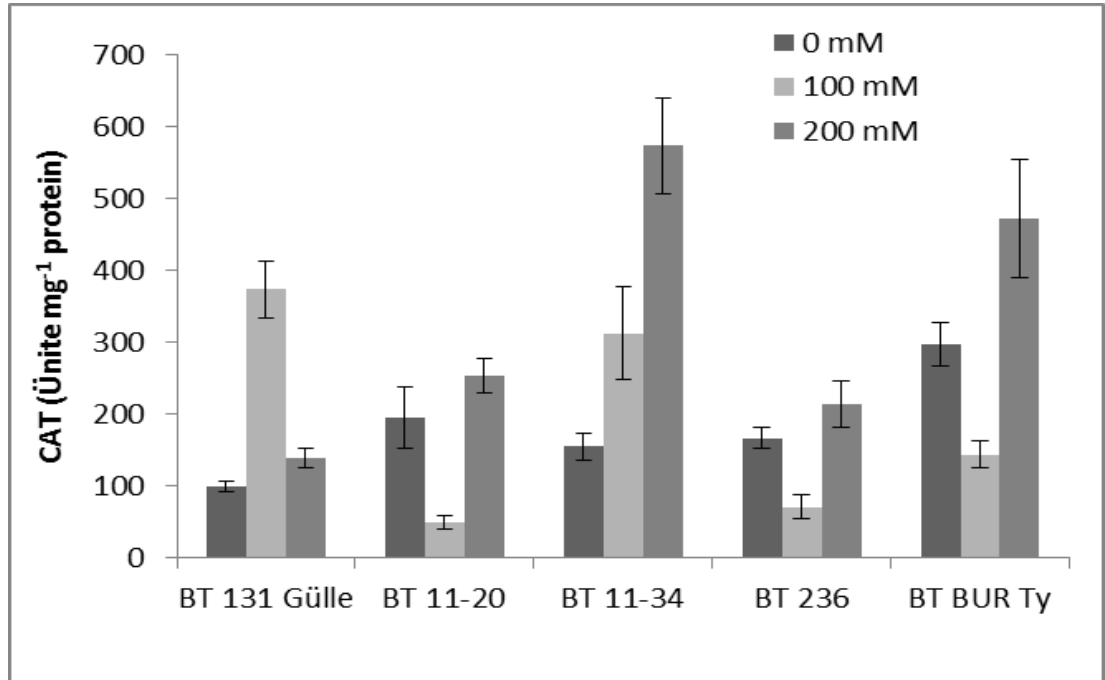
4.1.7.2. CAT aktivitesi

Çizelge 4.12. F1 hibritlerinin CAT aktivite analiz sonuçları

Gruplar	Günler	0 mM	100 mM	200 mM
BT 131 Gülle	0	110±10		
	8	99±7	374±39	139±14
BT 11-20	0	122±13		
	8	195±43	50±9	253±24
BT 11-34	0	40±9		
	8	155±18	313±65	574±67
BT 236	0	40±7		
	8	167±15	71±17	214±32
BT BUR Ty	0	89±10		
	8	298±30	144±19	473±82



Şekil 4.23. F1 hibritlerinin 0. gün değişen CAT (ünite mg⁻¹ protein) aktivitesi



Şekil 4.24. F1 hibritlerinin 8. gün değişen CAT (ünite mg⁻¹ protein) aktivitesi

L. esculentum var. BT 131 Gülle’de, Çizelge 4.12.’de görüldüğü gibi tuz uygulaması arttıkça CAT aktivitesinin de arttığı bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre CAT aktivitesi %278 artmıştır. 200 mM tuz uygulamasında ise CAT aktivitesi kontrol grubuna göre %40 artmıştır.

L. esculentum var. BT 11-20'de 100 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesi Şekil 4.23. ve Şekil 4.24.'de görüldüğü gibi kontrol grubuna göre %74 azalmıştır. 200 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesi kontrol grubuna göre %30 arttığı bulunmuştur.

L. esculentum var. BT 11-34'de tuz uygulaması ile CAT aktivitesi 100 mM tuz uygulamasında kontrol grubuna göre CAT aktivitesi %102 artmıştır. 200 mM tuz uygulamasında ise CAT aktivitesi kontrol grubuna göre %270 artmıştır.

L. esculentum var. BT 236'da 100 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesi kontrol grubuna göre %57 azalırken, 200 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesi kontrol grubuna göre %28 artmıştır.

L. esculentum var. BT BUR Ty'de 100 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesinin kontrol grubuna göre %52 azaldığı, 200 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesinin kontrol grubu CAT aktivitesine göre %58 arttığı bulunmuştur.

4.2. Tartışma

Tuzluluk dünya yüzölçümünün %7'sini etkilemektedir, bu da 930 milyon hektara karşılık gelir ve bu alanlar gittikçe artmaktadır (Muns, 2002). Topraktaki tuzluluk bitkilerde strese neden olduğundan dolayı tarımda çok dikkat edilmesi gereken önemli bir faktördür (Dionisio-Sese ve Tobita., 1998).

Gerek açık alanda gerekse seralarda domates bitkisi ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde yetiştirilmektedir. Tuzluluk domates bitkisini hem büyüme hem de çiçeklenme döneminde olumsuz etkileyerek verimi düşürmektedir. Tuz stresi kloroplastları da olumsuz etkilemektedir. Bu duruma bitkiler stomalarını ayarlayarak karşılık vermektedir. Fakat domates bitkisinin stomaları bazı bitkilere göre daha büyüktür; örneğin *Robinia pseudoacacia*'da stomaların daha küçük olduğu bildirilmiştir (Liptay ve ark., 1998).

Toprak tuzluluğu, topraktan oluşan evaporasyonun yıl boyunca toprağa süzülen yağış miktarından daha fazla olduğu kurak bölgelerde büyük ölçüde artma göstermektedir (Özcan ve ark., 2001).

Yüksek sıcaklıklar, bitkilerde yapraklanma hızını ve yaprak genişleme hızını artırmasının yanında yaprağın ömrünü kısaltmakta ve daha düşük sıcaklığa maruz kalan yapraklardan çok daha erken fotosentetik kapasiteyi düşürmektedir (Ünlükara ve ark., 2006).

Tuza toleranslı olan *L. pennellii*'nin kontrol grubunun toplam klorofil içeriği tuza toleranslı olmayan *L. esculentum*'a göre daha fazla olduğunu ve tuza toleranslı olmayan türde tuz stresine bağlı olarak azalma gösterdiğini bulmuşlardır (Mittova ve ark., 2002). Benzer sonuçlar çalışmamızda da elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre klorofil a miktarı tuza toleranslı olmayan BT 11-34'de %36 azalırken, tuza toleranslı BT 236'da %32 artmıştır.

Klorofil b miktarı sonuçları klorofillerin parçalandığı veya sentezlerinin inhibisyona uğradığını belirten Sandalio ve ark., (2001), Bazzaz ve ark., (1992) çalışmalarla desteklenmektedir. Sonuçlarımıza göre tuza hassas olan BT 11-34'de %65 azalırken, tuza toleranslı olan BT 131 Gülle'de %61 artmıştır. *Argyranthemum coronopifolium* ile yapılan çalışmada tuz stresinin klorofil içeriğini azalttığı elde edilmiştir (De Herralde ve ark., 1998). Bu sonuçlar BT 11-34'de elde ettiğimiz %58 azalma gösteren karotenoid sonuçları ile de uyusmaktadır. Bu çalışmalar sonuçlarımızı desteklemektedir.

Yüksek sıcaklığın bitki büyüme ve gelişmesine olan zararlı etkileri; bitki gövde direncinin azalması, yaprak alanının azalması, tohum döllenesinin kötüleşmesi, meyve tutumunun azalması, meyve boyutunun küçülmesi ve çiçeklenmesinin gecikmesi şeklinde özetlenebilir (Ünlükara ve ark., 2006).

Tuz stresi, meyvelerin küçük kalmasına, tuz konsantrasyonu ve bitkinin dayanıklılığına göre büyümeyi engellemekte, yaprak yanıklığı gibi nekrozlara,

döllenme bozukluklarına, kalitenin düşmesine, ürün kayıplarına ve bitkilerde ölüme yol açabilmektedir (Sivritepe ve Eriş, 1996). Büyüme engellemenin sonucu benzer şekilde çalışmamızda da elde edilmiştir. Sonuçlarımıza göre BT BUR Ty'nin kök uzunluğu %21 azalırken, gövde uzunluğu %58 azalmıştır. Bu sonuç tuz stresinin BT BUR Ty'nin kök ve gövde büyümesini baskıladığını göstermiştir.

Bruggink ve ark., (1987), genç domates bitkilerinde gün boyunca düşük tuzluluk uygulamasının, yüksek tuzluluk uygulamasına oranla vejetatif gelişmeyi olumlu etkilediğini bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar çalışmamızda da elde edilmiştir. BT 11-34'de 100 mM tuz uygulamasında kök uzunluğu %29 artarken, 200 mM tuz uygulamasında %1 azalmıştır. Benzer sonuç BT BUR Ty'de 100 mM tuz uygulamasında kök uzunluğu %36 artma, 200 mM tuz uygulamasında %21 azalma şeklinde elde edilmiştir.

Bitkinin azot kaynağı amonyum, nitrat ve nitrittir. Tuzluluk, nitratın kökten sürgüne iletimini inhibe eder (Rios-Gonzalez ve ark., 2002). Bu nedenle tuzluluk, bitkiler için gerekli olan azot fiksasyonunu ve fotosentezi olumsuz yönde etkiler (Sairam ve Srivastava, 2002).

Fotosentezin azalması, üretilen glikozun ve dolayısıyla yaprak ile gövdenin kuru ağırlığının azalması demektir. Hücre turgoru, yaprak büyümesindeki indirgenme, fotosentezin strese bağlı olarak indirgenmesi ve hücre duvarının özelliklerinin değişmesi ile ilgilidir (Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999). Bu durum oransal su içeriğinin azalmasına neden olur. Benzer sonuçlar çalışmamızda da elde edilmiştir. Oransal su içeriği sonuçlarımızda tuz uygulaması BT 11-20'de %13 azalırken, BT BUR Ty'de %20 azalmıştır. NaCl uygulaması domates bitkilerinin kök ve gövde uzamasını engelleyerek yapraklardaki oransal su içeriğini azaltır (Sekmen ve ark., 2005). Bu çalışma ile sonuçlarımız paralellik göstermektedir.

Tuzluluk, bitkinin kök ve sürgün bölümündeki dokuların büyümesini geçici süreliğine de olsa baskılayarak bitkinin bodurlaşmasına neden olur. Tuz stresi, tomurcuklarda, yaprak kenarlarında ve sürgün uçlarında nekrozlar oluşturur,

yaprakların sararmasına ve sürgünün tüm kısımlarında kurumaya neden olur (Özcan ve ark., 2001). Tuzluluk miktarı domatesin (*Lycopersicon esculentum*) çiçeklenmesini geciktirir (Pasternak ve ark., 1979).

Yetiştirme ortamındaki artan ozmotik potansiyelden dolayı, bitkinin suyu yeteri kadar kullanamaması veya ortamda fazla bulunan Na^+ ve Cl^- gibi iyonların sebep olduğu toksik etki ve bitki iyon dengesindeki bozulmalar bunun nedeni olarak gösterilmektedir (Lewitt, 1980). Bu durum ozmotik potansiyelin düşmesine neden olmaktadır. Çalışmamızda da ozmotik potansiyelin düştüğü sonucu elde edilmiştir. Sonuçlarımıza göre BT 131 Gülle %72, BT 11-20 %66, BT 11-34 %140, BT 236 %194 ve BT BUR Ty %135 azalmıştır.

Tuzluluk miktarının sızma etkileri büyüme oranının azalmasına, yaprak rengindeki değişikliklere ve kök/sürgün oranları ve olgunlaşma hızı gibi gelişim özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Koca, 2007).

İyonlaştırıcı radyasyon hem OH hem de O_2^- üretir ve bu durum hücrel DNA'da, zarlarda, proteinlerde ve lipidlerde ciddi zararlara neden olur (Ward, 1975). Çalışmamızda protein miktarı tuza toleranslı olmayan BT 11-34'de %78 azalırken, tuza toleranslı BT 11-20'de %23, BT 236'da %47 artma göstermiştir. Lipid peroksidasyon da artmıştır. Bu da çalışmalarımızı desteklemektedir. Çalışmamızda CAT ve APOX aktiviteleri yükselmesine rağmen bitkinin lipid membranlarının peroksidasyonunu engelleyemediği bulunmuştur. Benzer sonuçlar Demiral ve Türkan (2005)'te elde edilmiştir. Bu çalışmada CAT aktivitesi ve MDA miktarı artmıştır.

Hücrelerde aerobik metabolizmada ortaya çıkan aksaklıklar sonucu elektron transport zincirinden çıkan elektronlar, O_2 ile reaksiyona girerek singlet oksijen ($^1\text{O}_2$), süperoksit radikali (O_2^-) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi reaktif oksijen türleri oluştururlar (Dionisio-Sese ve Tobita., 1998). Oluşan aktif oksijen türleri; lipidler, pigmentler ve nükleik asitler ile reaksiyona girerler ve lipid peroksidasyonuna, dolayısıyla hücrenin yaşama kabiliyetine olumsuz yönde etki ederler (Dionisio-Sese

ve Tobita., 1998; Dixit ve ark., 2001). Benzer lipid peroksidasyon sonuçları çalışmamızda da elde edilmiştir. Sonuçlarımıza göre MDA miktarı 5 çeşitte de artmıştır. Bu artış BT 11-34'de %270, BT 131 Güllü'de %177, BT 236'da %161, BT 11-20'de %12 ve BT BUR Ty'de %263 olmuştur. Yazıcı ve ark. (2007), çalışmalarında MDA miktarının arttığı sonucu, elde ettiğimiz sonuçlarla paraleldir. Demiral ve Türkan (2005), çalışmalarında MDA miktarı IR-28'de artarken, Pokkali'de değişmemiştir.

SOD'ın katalizlediği reaksiyon sonucu oluşan ve kuvvetli bir oksidan olan H_2O_2 ; DNA'da, proteinlerde hasarlara, stomaların kapanmasına, lipid peroksidasyonuna ve hücre ölümüne neden olabilir (Neill ve ark., 2002b).

Antioksidatif savunma sisteminin diğer bileşenleri olan askorbat ve glutatyonun stres koşullarında arttığı bilinmektedir (Dixit ve ark., 2001).

Sonuçlarımıza göre BT 11-34'de tuz uygulaması APOX aktivitesinin kontrollere göre belirgin bir şekilde artmasına neden olmuştur. BT 11-20'de ise tuz uygulamalarında BT 11-34'deki kadar belirgin bir artış olmamıştır. APOX aktivitesinin organel membranlarında bulunduğunu ve buradaki H_2O_2 'i membranlarda parçalayarak sitoplazmik H_2O_2 düzeyinin artmasını önleyerek gerek membranların gerekse hücrelerin bozulmasını önlediği bildirilmektedir (Shigeoka ve ark., 2002). Demiral ve Türkan (2005), çalışmasında da tuz stresinde APOX aktivitesinin arttığı sonucu elde edilmiştir. Bulgularımıza göre APOX aktivitesinin artış göstermesi literatür bilgilerimizi desteklemektedir.

Demiral ve Türkan (2005), çalışmasında artan tuz stresinde CAT aktivitesi Pokkali'de artarken, IR-28'de önce azalma sonra ise artma sonucu elde edilmiştir. Bu sonuca benzer sonuç çalışmamızda elde edilmiştir. Elde ettiğimiz sonuç 100 mM tuz uygulamasındaki CAT aktivitesi BT 11-20'de %74 azalırken 200 mM tuz uygulamasında %30 artmıştır. CAT aktivitesinin tuz stresinden etkilenmemiş (artmamış) ve lipid peroksidasyon düzeyinin de artmamış olması SOD, POX, GR

gibi baŐka antioksidan enzimlerin lipid peroksidasyonunu engellediđini dűŐndűrmektedir.

Bununla beraber tuza toleranslı olmayan BT BUR Ty'de APOX aktivitesi stres koŐullarında artarken, CAT aktivitesi azalma gűsterdiđi için, H₂O₂'nin detoksifikasyonunda APOX aktivitesinin CAT aktivitesine gűre daha etkili olduđu dűŐnűlmektedir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Tuz stresi hemen hemen bütün bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açmaktadır. Bu çalışmamızda 5 çeşit F1 hibriti domates çeşitleri 100 mM ve 200 mM tuz uygulamalarına maruz bırakılarak meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişiklikler ölçülmüştür.

Bu ölçümlerden OSİ sonuçlarına baktığımızda; tuz uygulamasının bütün gruplarda OSİ'yi azalttığı bulunmuştur. *L. esculentum* var. BT 131 Gülle, BT 11-20 ve BT 11-34 çeşitleri kontrol ve 100 mM tuz grupları arasında en az etkilenenler olup OSİ %10 azalırken, BT BUR Ty en fazla etkilenen grup olup OSİ %13 azalmıştır. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %6 azalma ile BT 11-34 olurken, en fazla etkilenen %20 azalma ile BT BUR Ty olmuştur. BT BUR Ty'nin OSİ açısından en hassas çeşit olduğu bulunmuştur.

Ozmotik potansiyel sonuçlarına baktığımızda ozmotik potansiyelin tuz uygulaması ile azaldığı bulunmuştur. 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en az azalma %20 ile BT 11-20 olurken, en fazla azalma %194 ile BT 236 olmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında %66 ile BT 11-20'nin en az etkilendiği, %169 ile BT 236'nın en fazla etkilendiği bulunmuştur. Ozmotik potansiyel olarak domates çeşitlerini değerlendirdiğimizde BT 236'nın en hassas, BT 11-20'nin ise en dirençli çeşit olduğu bulunmuştur.

Büyüme parametrelerinden kök büyümesi açısından değerlendirdiğimizde tuz uygulamasının fazla inhibe etmediği kontrol gruplarına göre arttığı bulunmuştur. 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en az artma %11 ile BT 11-20'de olurken, en fazla artma %36 ile BT BUR Ty'de olmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında BT BUR Ty'de %21 azalma olurken, BT 131 Gülle'de %12 artış olmuştur.

Tuz uygulaması büyüme parametrelerinden gövde büyümesini inhibe ederek azaltmıştır. Sadece BT 11-34'de azalma değil %5 oranında artma meydana gelmiştir.

Gövde büyümesi açısından en dirençli çeşidin BT 11-34 olduğu sonucu bulunmuştur. En hassas çeşidin ise %58 azalma ile BT BUR Ty olduğu bulunmuştur.

Total çözümlü protein miktarı sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en fazla azalma %78 ile BT 11-34'de olurken, en az azalma %49 artma ile BT BUR Ty'de olmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %7 artış ile BT 236 olurken, en fazla etkilenen %67 azalma ile BT 11-34 olmuştur.

Klorofil a ölçüm sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda BT 236'nın fazla etkilenmediği, en fazla etkilenenin ise %7 azalma ile BT 131 Gülle olduğu bulunmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %2 artma ile BT 11-20 olurken, en fazla etkilenen %36 azalma ile BT 11-34 çeşidi olmuştur.

Tuz uygulaması klorofil b miktarını BT 131 Gülle'de arttırmış, diğer türlerin hepsinde azaltmıştır. Bu azalma en az %14 ile BT 11-20'de olurken, en fazla %65 ile BT 11-34'de olmuştur. Klorofil a/b içeriğinde de klorofil a ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Karotenoid içeriğine baktığımızda sadece BT 131 Gülle'de %38 artma görülürken diğer bütün türlerde azalma görülmüştür. Bu azalma en az BT 11-20'de %1 olmuş, en fazla BT 11-34'de %58 olmuştur.

MDA miktarı sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda tek azalma %2 ile BT 131 Gülle'de görülürken, en fazla artma %258 ile BT 11-34'de görülmüştür. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %12 artış ile BT 11-20 olurken, en çok etkilenen %270 artış ile BT 11-34 çeşidi olmuştur.

APOX aktivitesi sonuçlarına göre; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en az artma %22 ile BT BUR Ty'de görülürken, en fazla artma

%478 ile BT 11-34'de görülmüştür. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %2 artış ile BT 131 Gülle olurken, en çok etkilenen %98 artış ile BT 11-34 çeşidi olmuştur.

CAT aktivitesi sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en çok azalma %81 ile BT BUR Ty'de görülürken, en fazla artma %150 ile BT 131 Gülle'de görülmüştür. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %8 azalış ile BT 11-20 olurken, en çok etkilenen %308 artış ile BT 131 Gülle çeşidi olmuştur.

Yapılan analizler sonucunda, tuz toleransı incelenen 5 farklı domates F1 hibritinin tuz stresine farklı seviyelerde direnç gösterdiği ve genel olarak diğer hibritlere göre BT BUR Ty'nin tuza duyarlı, BT 131 Gülle'nin ise tuza dirençli olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmada, domates bitkisinin tuz stresine karşı fizyolojik düzeyde nasıl tepki verdiği anlaşılmıştır. Seçilen tohumların stres koşullarında verdikleri tepkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen morfolojik, anatomik ve fizyolojik değişimlere ait verilerin bitki ıslahına ve moleküler çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- AHMADI, A., EMAM, Y., and PESSARAKLI, M., 2009. Response of Various Cultivars of Wheat and Maize to Salinity Stress. *Journal of Food, Agriculture Environment*, 7(1):123-128.
- AL KARAKI, G. N., 2000. Growth, Water Use Efficiency, Sodium and Potassium Acquisition by Tomato Cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 23(1):1-8.
- ALSCHER, G. R., ERTURK, N., and HEATH, L. S., 2002. "Role of Superoxide Dismutases (SODS) in Controlling Oxidative Stress in Plants", *Journal of Experimental Botany*, 53(372):1331-1341.
- ANONYMOUS, 2008. FAO Agricultural Statistical Database. <http://faostat.org>. (Erişim Tarihi: 22.12.2011).
- ARNON, D. I., 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenol Oxidase in Beta Vulgaris. *Plant Physio.*, 24:1-10.
- ASHRAF, M., 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants. *CRC Critical Reviews in Plant Sciences*, 13:17-42.
- ASHRAF, M., and FOOLAD M. R., 2007. Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance. *Environ. Exp. Bot.*, 59:206-216.
- ASHRAF, M., and HARIS, P. J. C., 2004, Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants, *Plant Science*, 166:3-16.
- AYOUB, A. T., and ISHAG H. M., 1974. Sodium Toxicity and Catron Imbalance in Dry Beans (*Phaseolous Vulgaris* L) *J. Agric. Scr. Comb.*, 82:339-342.
- BAZZAZ, F. A., ROLFE, G. L., and CARLSON, R. W., 1992. "Effect of Cadmium on Photosynthesis and Transpiration of Excised Leaves of Corn and Sun Flower", *Physioogia Plantarum*, 32:373-77.
- BERGMEYER, N., 1970. *Methoden der Enzymatischen Analyse*. Vol.1, Akademie Verlag, Berlin, pp. 636-647.
- BERNSTEIN, L., 1959. Salt Tolerance of Vegetable Crops in The West. *USDA Information Bulletin* 205.
- BERNSTEIN, L., FRANCOIS, L. E., and CLARK, R. A., 1974. Interactive Effects of Salinity and Fertility on Yields of Grains and Vegetables. *Agron. J.*, 66:412-421.
- BILGIN, N., ve YILDIZ, N., 2008. Besin Kültüründe Yetiştirilen (Kaya F1) Domates Çeşidinin (*Lycopersicon Esculentum*) Artan NaCl Uygulamalarına Toleransı ve Tuzluluk Stresinin Kuru Madde Miktarı ile Bitki Mineral Madde İçeriğine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Derg.*, 39(1):15-21.
- BONNET, M., CAMARES, O., and VEISSEIRE, P., 2000. "Effects of Zinc and Influence of Acremonium Lolii on Growth Parameters, Chlorophyll a Fluorescence and Antioxidant Enzyme Activities of Ryegrass (*Lolium Perenne* L.cv Apollo)", *Journal of Experimental Botany*, 51(346):945-953.
- BONILLA, I., EL-HAMDAOUI, A., and BOLANOS, L., 2004. Boron and Calcium Increase Pisum Sativum Seed Germination and Seedling Development under Salt Stress. *Plant Soil*, 267(1-2):97-107.

- BOR, M., ÖZDEMİR, F., ve TÜRKAN, I., 2003. "The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation and Antioxidants in Leaves of Sugar Beet *Beta Vulgaris* L. and Wild Beet *Beta Maritima* L.", *Plant Science*, 164:77-84.
- BOTELLA, M. A., MARTINEZ V., NIEVEZ M., and CERDA A., 1997. Effects of Salinity on The Growth and Nitrojen Uptake by Wheat Seedlings *Journal of Plant Nutrition*, (20)6:793-804.
- BRADFORD, M. M., 1976. A Rapid and Sensitive Method for The Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing The Principle of Protein-Dye Binding. *Anal. Biochem*, 72:248-254.
- BRAY, E., BAILEY-SERRES., J., and WERETILNYK. E., 2000. Responses to Abiotik Stresses Chapter 22. In: *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*. B.B.Buchanan, W.Gruissem and R.L. Jones, (ed.) Amer. Soc. Plant Physio. Rockrille MD.
- BRUGGINK, G. T., SCHOUWINK, H. E., and COOLEN, E., 1987. Effects of Different Day and Night Osmotic Pressure of The Nutrient Solution on Growth, Water Potentials and Osmotic Potentials of Young Tomato Plants in Soilless Culture. *Soilless Culture*, 3:9-19.
- CUARTERO, J., and FERNANDEZ-MUNOZ, R., 1999. "Tomato and Salinity", *Scientia Horticulturae*, 78:83-125.
- DASGAN, H. Y., AKBAŞ, H., ABAK, K., and ÇAKMAK, I., 2002. "Determination of Screening Techniques to Salinity Tolerance in Tomatoes and Investigation of Genotype Responses", *Plant Science*, 163:695-703.
- DE HERRALDE, F., BIEL, C., SAVE, R., MORALES, M. A., TORRECILLAS, A., ALARCON, J. J., and SANCHEZ-BLANCO, M. J., 1998. "Effect of Water and Salt Stresses on The Growth, Gas Exchange and Water Relations in *Argyranthemum Coronopifolium* Plants", *Plant Science*, 139:9-17.
- DEBOUBA, M., GOUIA, H., SUZUKI, A., and GHORBEL, M. H., 2006. NaCl Stress Effects on Enzymes Involved in Nitrogen Assimilation Pathway in Tomato "*Lycopersicon Esculentum*" Seedling. *Journal of Plant Physiogy*, 163:1247-1258.
- DEMIRAL, T., and TÜRKAN, I., 2005. Comparative Lipid Peroxidation, Antioxidant Defense Systems and Proline Content in Roots of Two Rice Cultivars Differing in Salt Tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 53(3):247-257.
- DEMIRAL, T., TURKAN I., and SEKMEN A. H., 2011. Chapter 8 - Signalling Strategies During Drought and Salinity, *Recent News. Advances in Botanical Research*, 57:293-317.
- DIONISIO-SESE, M. L., and TOBITA, S., 1998. "Antioxidant Responses of Rice Seedlings to Salinity Stress", *Plant Science*, 135:1-9.
- DIXIT, V., PANDEY, V., and SHYAM, R., 2001. "Differential Antioxidative Responses to Cadmium in Roots and Leaves of Pea (*Pisum Sativum* L.cv.Azad)", *Journal of Experimental Botany*, 52(358):1101-1109.
- ELSTNER, E. F., 1991. Mechanisms of Oxygen Activation in Different Compartments of Plant Cells. In *Active Oxygen/Oxidative Stress and Plant Metabolism* (Eds E.J. Pell & K.L. Steffen), pp. 13-25. American Society of Plant Physiology, Rockville, MD, USA.
- ERGENE, A., 1982. Toprak Bilgisi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:267, Ders Kitapları Serisi No:42, Erzurum.

- ERTEKIN, M., 2002. Seracılık ve Örtü Altı Biber, Domates, Hıyar ve Patlıcan Yetiştiriciliği, 135-156s.
- FARRANT, J. M., 2000. "A Comparison of Mechanisms of Desiccation Tolerance Among Three Angiosperm Resurrection Plant Species", *Plant Ecol.*, 151:29-39.
- FENG, G. L., MEIRI, A., and LETEY, J., 2003. Evaluation a Model for Irrigation Management under Saline Conditions: II. Salt Distribution and Rooting Pattern Effects. *Soil Science Soc. Am. Jour.*, 67:77-80
- FRIDOVICH, I., 1986. Biological Effects of The Superoxide Radical. *Arch. Biochem. Biophys.*, 247:1-11.
- FOYER, C. H., and HALLIWELL, B., 1976. Presence of Glutathione and Glutathione Reductase in Chloroplasts: A Proposed Role in Ascorbic Acid Metabolism *Planta*, 133:21-25.
- GIBON, Y., BESSIERES, M. A., and LARHER, F., 1997. Is Glycine Betaine a Noncompatible Solute in Higher Plants That do not Accumulate It? *Plant, Cell and Environment*, 20:329-340.
- GOERTZ, S. H., and COON, J. M., 1989. Germination Response of Topy and Navy Beans to Sodium Shloride and Temperature *Hortscience*, 24(6):923-925.
- GÖKMEN, Ö. Ö., 2006. Domateste Soğuk Stresinin Antioksidatif Mekanizmalar Yönünden Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Ün., Fen Bilimleri Ens., Adana, 69s.
- GREENWAY, H., and MUNNS, R., 1980. Mechanism of Salt Tolerance in Nonholophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol*, 31:149-190.
- HALLIWELL, B., 1982. The Toxic Effects of Oxygen on Plant Tissues, In: L.W. Oberley (Ed.), *Superoxide Dismutase*, Vol. 1, CRC Press, Boca Raton, FL, 89-123s.
- HALLIWELL, B., 1987. Oxidative Damage, Lipid Peroxidation and Antioxidant Protection in Chloroplasts. *Chem. Phys. Lipids*, 44:327- 40.
- HALLIWELL, B., and GUTTERIDGE, J. M. C., 1989. *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford, Clarendon Press.
- HELAL, M. H., and K., 1981. İnteraction Between Light Intensity and NaCl Salinity and Their Effects on Growth. CO₂ Assimilation and Photosynthonte Conversion in Young Broad Beans. *Plant Physio*, 67:999-1002.
- HOAGLAND, D. R., and ARNON. D. I., 1950. "The Water-Culture Method For Growing Plants Without Soil". *Circ. 347. Univ. of Calif. Agric. Exp. Station, Berkley.*
- HOULE, G., MOREL, L., REYNOLDS, C. E., and SIEGEL, J., 2001. "The Effect of Salinity on Different Developmental Stages of an Endemic Annual Plant, *Aster Laurentianus* (Asteraceae)", *American Journal of Botany*, 88(1):62-67.
- JIA, W., WANG, Y., ZHANG, S., and ZHANG, J., 2002. "Salt-Stress-Induced ABA Accumulation is More Sensitively Triggered in Roots Than in Shoots", *Journal of Experimental Botany*, 53(378):2201-2206.
- JUNG, S., 2004. "Variation in Antioxidant Metabolism of Young and Mature Leaves of *Arabidopsis Thaliana* Subjected to Drought", *Plant Sci.*, 166: 459-466.
- KANTAR, F., ve ELKOCA, E., 1998. Kültür Bitkilerinde Tuza Dayanıklılık. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 29(1):163-174.

- KOCA, H., 2007. Tuz Stresinin Farklı Susam Çeşitlerinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ege Ün., Fen Bilimleri Ens., İzmir, 132s.
- KUŞVURAN, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar. Doktora Tezi, Çukurova Ün., Fen Bilimleri Ens., Adana, 356s.
- LA HAYE, H. A., and EPSTEIN. E., 1971. Calcium and Salt Tolerance by Bean Plants. *Physio Plant*, 25:213-218.
- LARCHER, W., 1995. *Physiological Plant Ecology*. Springer-Verlag, Berlin, 23(3):212.
- LARSON, R. A., 1988. The Antioxidants of Higher Plants *Phytochemistry*, 27:969-978.
- LEVITT, J., 1972. *Responses of Plants to Environmental Stresses*. Academic Press, New York, 697s.
- LEWITT, J., 1980. *Response of Plants to Enviromental Stress*. Academic Press. Newyork, 489-530s.
- LIPTAY, A., SIKKEMA, P., and FONTENO, W., 1998. “Transplant Growth Control Through Water Deficit Stress-a Review”, *Hort Technology*, 8(4):540-543.
- MADHAVA RAO, K. V., and SRESTY, T. V. S., 2000. Antioxidative Parameters in The Seedlings of Pigeonpea (*Cajanus Cajan L. Millspaugh*) in Response to Zn and Ni Stresses. *Plant Science*, 157:113-128.
- MOHAMMAD, M., SHIBLI, R., AJLOUNI, M., and NIMRI, L., 1998. Tomato Root and Shoot Responses to Salt Stress Under Different Levels of Phosphorus Nutrition, *Journal of Plant Nutrition*, 21(8):1667-1680.
- MUNNS, R., 2002. “Comparative Physiogy of Salt and Water Stress”, *Plant, Cell and Environment*, 25:239-250.
- MITTLER, R., 2002. Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance. *Trends Plant Sci.*, 22:561–569.
- MITTOVA, V., TAL, M., VOLOKITA, M., and GUY, M., 2002. “Salt Stress Induces Up-Regulation of an Efficient Chloroplast Antioxidant System in The Salt-Tolerant Wild Tomato Species *Lycopersicon Pennellii* But not in The Cultivated Species”, *Physioogia Plantarum*, 115:393-400.
- NAKANO, Y., and ASADA, K., 1981. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-Specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant and Cell Physiogy*, 22(5):867-880.
- NEILL, S., DESIKAN, R., and HANCOCK, J., 2002A. Hydrogen Peroxide Signalling. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 5:388–395.
- NEILL, S. J., RADHIKA DESIKAN, R., CLARKE, A., HURST, R. D., and HANCOCK, J. T., 2002B. “Hydrogen Peroxide and Nitric Oxide as Signalling Molecules in Plants”, *Journal of Experimental Botany*, 53(372):1237-1247.
- OHKAWA, H., OHISHI, N., and YAGI, Y., 1979. Assay of Lipid Peroxides in Animal Tissue by Thiobarbituric Acid Reaction, *Anal. Biochem.*, 95:351-358.
- OSAWA, T., 1961. Studies on The Salt Tolerance of Vegetable Crops in Sand Cultures. II. Leafy Vegetables. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.*, 30:48-56.

- OSAWA, T., 1963. Studies on The Salt Tolerance of Vegetable Crops With Special Reference to Osmotic Effects and Specific Ion Effects. J. Jpn. Soc. Hort. Sci., 32:211-223.
- ÖZCAN, S., GÜREL, E., ve BABAOĞLU, M., 2001. "Bitki Biyoteknolojisi II-Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları",1. Baskı, S.Ü. Basımevi, Konya, 456s.
- ÖZCAN, S., GÜREL, E., ve BABAOĞLU, M., 2001. Bitki Biyoteknolojisi, 308-309s.
- ÖZCAN, S., GÜREL, E., ve BABAOĞLU, M., 2004. Bitki Biyoteknolojisi II-Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları, 309s.
- PARIDA, A. K., and DAS, A. B., 2004. Effects of NaCl Stress on Nitrogen and Phosphorous Metabolism in a True Mangrove *Bruguiera Parviflora* Grown under Hydroponic Culture. J. Plant Physio., 161:921-928.
- PASTERNAK, D., TWERSKY, M., and DE MALACH, Y., 1979. Salt Resistance in Agricultural Crops. In: Mussel, H.W., Staples, R.C. (Eds.), Stress Physiology of Crop Plants. Wiley, New York, 107-142p.
- PERDASSI, A., BAGROLI, G., MALORGIO, F., COMPIOTTI C. A., and TAGNONI. F., 1999. NaCl Effects of Celery (*Apium graveolens*) Grown in NFT. Science Horticulturae., 81(3):229-242.
- PINHEIRO, H. A., DAMATTA, F. M., CHAVES, A. R. M., FONTES, E. P. B., and LOUREIRO, M. E., 2004. "Drought Tolerance in Relation to Protection Against Oxidative Stress in Clones of *Coffea Canephora* Subjected to Long-Term Drought", Plant Sci., 167:1307-1314.
- RAMACHANDRA REDDY, A., CHAITANYA, K. V., JUTUR, P. P., and SUMITHRA, K., 2004. "Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars", Environ. Exp. Bot., 52:33-42.
- RANA, R. S., 1985. Breeding for Salt Resistance: Concept and Strategy. Int. J. Trop. Agric., 3:236-254.
- RICHARDS, L. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. U.S. Dept. Agr. Handbook, 60p.
- RIOS-GONZALEZ, K., ERDEI, L., and LIPS, S.H., 2002. "The Activity of Antioxidant Enzymes in Maize and Sunflower Seedlings as Affected by Salinity and Different Nitrogen Sources", Plant Science, 162:923-930.
- ROMERO-ARANDA, R., SORIA, T., and CUARTERO, J., 2001. "Tomato Plant-Water Uptake and Plant-Water Relationships under Saline Growth Conditions", Plant Science, 160:265-272.
- SAIRAM, R. K., and SRIVASTAVA, G. C., 2002. "Changes in Antioxidant Activity in Sub-Cellular Fractions of Tolerant and Susceptible Wheat Genotypes in Response to Long Term Salt Stress", Plant Science, 162:897-904.
- SANDALIO, L. M., DALURZO, H. C., GOMEZ, M., ROMERO-PUERTAS, M. C., and DEL RIO, L. A., 2001. "Cadmium-Induced Changes in The Growth and Oxidative Metabolism of Pea Plants", Journal of Experimental Botany, 52(364):2115-2126.
- SARUHAN, V., ÜZEN, N., EYLEN, M., ve ÇETİN, Ö., 2008. Toprak Tuzluluğunun Kültür Bitkilerine Etkileri ve Alınabilecek Somut Önlemler. Sulama-Tuzlama Konferansı, Şanlıurfa, 318-319s.

- SCANDALIOS, J. G., 1992. Current Communications in Cell and Molecular Biology: Molecular Biology of Free Radical Scavenging Systems, Vol.5. Cold Spring Laboratory Pres, Cold Spring Harbor, New York.
- SCANDALIOS, J. G., 1993. Oxygen Stress and Superoxide Dismutase. *Plant Physio.*, 101:7-12.
- SCANDALIOS, J. G., 1994. Regulation and Properties of Plant Catalases. In Causes of Photo Oxidative Stress and Amelioration of Defense Systems in Plants (Ed. C. H. Foyer and P.M. Mullineaux), CRC Pres, Boca Raton Florida, 275-315s.
- SCANDALIOS, J. G., 1997. Oxidative Stress and Molecular Biology of Antioxidant Defenses., Cold Spring Laboratory Pres.
- SEKMEN, A. H, DEMIRAL, T., TOSUN, N., TÜRKÜSAY, H., ve TÜRKAN, İ., 2005. Tuz Stresi Uygulanan Domates Bitkilerinin Bazı Fizyolojik Özellikleri ve Toplam Protein Miktarı Üzerine Bitki Aktivatörünün Etkisi. *Ege Üniv., Ziraat Fak., Derg.*, 42(1):85-95.
- SGHERRY, C. L. M., PINZINO C., and NAVARI-IZZO, F., 1996. "Sunflower Seedlings Subjected to Increasing Water Stress by Water Deficit: Changes in O₂⁻ Production Related to The Composition of Thylakoid Membranes", *Physio Plant*, 96:446-452.
- SHANNON, M., 1984. Breeding, Selection and Genetres of Salt Tolerance. Salinity Tolerance in Plants. Strategies for Crop Improvement. John Wiley and Sans. New York R.C. Stabtes, G.H. Toenniensen, 199-244p.
- SHANNON, M. C., GRIEVE, C. M., and FRANCOIS, L. E., 1994. Whole-Plant Response to Salinity. In: Wilkinson, R.E. (Ed.), *Plant-Environment Interactions*. Marcel Dekker, New York, 199-244p.
- SHALATA, A., MITTOVA, V., VOLOKITA, M., GUY, M., and TAL, M., 2001. "Response of Cultivated Tomato and Its Wild Salt-Tolerant Relative *Lycopersicon Pennellii* to Salt-Dependent Oxidative Stress: The Root Antioxidative System", *Physiologia Plantarum*, 112:487-494.
- SHIGEOKA, S., ISHIKAWA, T., TAMOI, M., MIYAGAWA, Y., TAKEDA, T., YABUTA, Y., and YOSHIMURA, K., 2002. "Regulation and Function of Ascorbate Peroxidase Isoenzymes", *Journal of Experimental Botany*, 53(372):1305-1319.
- SIVRITEPE, N., ve ERIŞ, A., 1996. Tuz Stresi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 12:209-222.
- SMIRNOFF, N., 1993. "The Role of Active Oxygen in The Response of Plants to Water Deficit and Desiccation", *New Phytol.*, 125:27-58.
- SÖNMEZ, B., 2003. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Yayın No: 33, Ankara, 66s.
- SRIVALLI, B., SHARMA, G., and KHANNA-CHOPRA, R., 2003. "Antioxidative Defence System in Upland Rice Cultivar Subjected to Increasing Intensity of Water Stress Followed by Recovery", *Physio. Plant.*, 119:503-512 .
- STUHLFAUTH, T., SCHEUERMANN, R., and FOCK, H. P., 1990. "Light Energy Dissipation under Water Stress Conditions", *Plant Physio.*, 92:1053-1061.
- TAIZ, L., and ZEIGER, E., 1998. *Plant Physiology*. 2nd ed. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Mass.
- TAMBUSSI, E. A., BARTOLI, C. G, BELTRANO, J., GUIAMET, J. J., and ARAUS, J. L., 2000. "Oxidative Damage to Thylakoid Proteins in Water-

- Stressed Leaves of Wheat (*Triticum aestivum*)”, *Physio. Plant.*, 108:398-404.
- TANJI, K. K., 1990. *Agricultural Salinity Assessment and Management*. Published by American Society of Civil Engineers, 619 New York.
- TARIMSAL ARAŞTIRMA MASTIR PLANI, T.C. TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI TARIMSAL ARAŞTIRMALAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, (2006-2010) Şubat-2006 Ankara.
- TURHAN, A., ve ŞENİZ, V., 2010. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Domates Genotiplerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. *Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2):11-22.
- TURKAN, I., ve DEMİRAL, T., 2009. Recent Developments in Understanding Salinity Tolerance. *Environmental and Experimental Botany*, 67:2-9.
- UYGAN, D., HAKGÖREN, F., ve BÜYÜKTAŞ, D., 2006. Eskişehir Sulama Şebekesinde Drenaj Sularının Kirlenme Durumu ve Sulamada Kullanma Olanaklarının Belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1):47-58.
- UZUN, S., 1999. Sıcaklık ve Işığın Bitki Büyüme, Gelişme ve Verimine Etkisi (III. Verim). *O.M.Ü. Ziraat Fak. Dergisi*, 15(1):105–108.
- ÜNLÜKARA, A., CEMEK, B., ve KARADAVUT, S., 2006. Farklı Çevre Koşulları ile Sulama Suyu Tuzluluğu İlişkilerinin Domatesin Büyüme, Gelişme, Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *GOÜ., Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1):15-23.
- VAN IEPEREN, W., 1996. Effects of Different Day and Night Salinity Levels on Vegetative Growth, Yield and Quality of Tomato. *J. Horti. Sci.*, 107:387-390.
- VIEIRA SANTOS, C. L., CAMPOS, A., AZEVEDO, H., and CALDEIRA, G., 2001. “In Situ and In Vitro Senescence Induced by KCl Stress: Nutritional Imbalance, Lipid Peroxidation and Antioxidant Metabolism”, *Journal of Experimental Botany*, 52(355):351-360.
- VURAL, H., ESİYOK, D., ve DUMAN, I. 2000. *Kültür Sebzeleri*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova-İzmir, s440.
- WARD., J. F., 1975. Molecular Mechanism of Radiation Induced Damage to Nucleic Acids. *Adv. Free Radical Biol.*, 5:182-239.
- WOODS, S. A., 1996. *Salinity Tolerance of Ornamental Trees and Shrubs*. Her Majesty The Queen in The Right of Alberta, 158s.
- YAZICI, I., TURKAN, I., SEKMEN, A. H., and DEMİRAL, T., 2007. Salinity Tolerance of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is Achieved by Enhanced Antioxidative System, Lower Level of Lipid Peroxidation and Proline Accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, 61(1):49-57.
- YILDIZ, N., CANBOLAT M., and AYDIN, A., 2000. Influence of Increasing NaCl and NaHCO₃ on Tomato Plant Grown in Hydro Culture. *Workshop on Enviromental Impact of Water Quality, Irrigation Practices. Soil Type and Crop Interactions*. November 7, Antalya-Turkey.
- ZHANG, H. X., and BLUMWALD, E., 2001. “Transgenic Salt Tolerant Tomato Plants Accumulate Salt in The Foliage But not in Fruits”, *Nat. Biotechnol.*, 19:765-768.
- ZHU, J. K., 2003. Regulation of Ion Homeostasis under Salt Stress. *Curr. Opin. Plant Biol.*, 6:441–445.

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Adıyaman'da doğdu. İlkokul ve ortaokulu Adıyaman'da okudu. 1996 yılında Adıyaman Sağlık Meslek Lisesi Hemşirelik Bölümü'nü bitirip, 1997 yılında Erzurum Numune Hastanesi'nde Hemşire olarak işe başladı. Aynı zamanda 1997 yılında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'ne girip 2001 yılında mezun oldu. 2004 yılında kurumlar arası geçişle öğretmenliğe başladı ve halen devam etmekte. Aynı yıl evlendi ve şu an iki çocuk annesi. 2011 yılı Şubat ayında Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde Bitki Fizyolojisi alanında yüksek lisansa başladı.

ÖZET

Domates özellikle Akdeniz ülkelerinin kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetiştirilen ticari öneme sahip bir bitkidir. Domates üretiminin %30'u dünyada Akdeniz ülkelerinde yapılır. İnsan sağlığı açısından yararlı olan antioksidan bileşikleri, vitaminleri ve mineralleri önemli ölçüde içerdiği için domates pek çok ülkede günlük yemeklerin temel içeriğini oluşturmaktadır. Türkiye, dünya domates üretiminde ABD ve Çin'den sonra 3. büyük üretici ülke konumundadır.

Domates üretiminde hem verimi hem de kaliteyi önemli oranda etkileyen etken tuzluluktur. Bu nedenle tuza toleranslı domates çeşitlerinin geliştirilmesi domatesin hem verimini hem de kalitesini arttıracaktır.

Bu çalışmanın sonucunda, domates bitkisinin tuz stresine karşı fizyolojik düzeyde nasıl tepki verdiği anlaşılacaktır. Seçilen tohumların stres koşullarında verdikleri tepkiler karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Bu çalışmadan elde edilen morfolojik, anatomik ve fizyolojik değişimlere ait veriler bitki ıslahına ve moleküler çalışmalara ışık tutacaktır.

Çalışmamızda Bursa Tohum A.Ş.'den elde ettiğimiz beş çeşit *L. esculentum* hibrit türleri olan BT 131 Gülle F1 Hibrit, BT 11-20 F1 Hibrit, BT 11-34 F1 Hibrit, BT 236 F1 Hibrit ve BT BUR Ty F1 Hibrit (Oturak) tohumlar deney materyali olarak kullanılmıştır. Tohumlar çimlendirildikten sonra 3-yapraklı evreye kadar yetiştirilen bitkilere uygulanan 0 mM, 100 mM ve 200 mM NaCl'ye karşı verdikleri fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler incelenerek, tolerans düzeylerinin karşılaştırmalı bir şekilde araştırılması amaçlanmıştır.

Tohumlar ekildikten sonra ilk hafta saf su ile 2. ve 3. hafta ¼ besin solüsyonu ile 4. hafta ½ besin solüsyonu ile sulanmıştır. Bitkiler 8 hafta süreyle yetiştirilmiştir. Bu süre sonunda stres uygulamalarına başlanmıştır. Stres uygulamalarının 0. ve 8. günlerinde bitkiler hasat edilmiştir.

Bitkiler saksılardan dikkatlice çıkarılarak kökleri yıkanmış, kök ve gövde uzunlukları ölçülmüştür. Hasat edilen gövde ve köklerin taze ağırlıkları (YA) ölçüldükten sonra, etüvde 70°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir. Hasat gününde domateslerin yapraklarının oransal su içeriği (OSİ) ölçülmüştür. Hasat edilen yapraklar sıvı azotta dondurularak ve analiz işlemlerine kadar -80°C’de derin dondurucuda saklanmıştır.

Bitkilerin toplam gerçek su içerikleri (OSİ) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Gibon ve arkadaşları, 1997):

$$\text{OSİ (\%)} = [(YA-KA)/(TA-KA)] \times 100$$

OSİ sonuçlarına baktığımızda; tuz uygulamasının bütün gruplarda OSİ’yi azalttığı bulunmuştur. *L. esculentum* var. BT 131 Gülle, BT 11-20 ve BT 11-34 çeşitleri kontrol ve 100 mM tuz grupları arasında en az etkilenenler olup OSİ %10 azalırken, BT BUR Ty en fazla etkilenen grup olup OSİ %13 azalmıştır. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %6 azalma ile . BT 11-34 olurken, en fazla etkilenen %20 azalma ile BT BUR Ty olmuştur. BT BUR Ty’nin OSİ açısından en hassas çeşit olduğu bulunmuştur.

Ozmotik potansiyel ölçümünde her grup için 3-5 tekrar olmak üzere bitkilerden yapraklar alınmıştır. Yapraklar pens ile enjektörlere yerleştirilmiş ve sıvı azotta dondurulmuştur. Enjektörler sıvı azottan çıkarılıp tüplüklere alınmıştır. Oda sıcaklığında 30 dakika çözünmesi için tüplüklerde bekletilmiştir (Mohammad ve ark., 1998).

Ozmotik potansiyel sonuçlarına baktığımızda ozmotik potansiyelin tuz uygulaması ile azaldığı bulunmuştur. 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en az azalma %20 ile BT 11-20 olurken, en fazla azalma %194 ile BT 236 olmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında %66 ile BT 11-20’nin en az etkilendiği, %169 ile BT 236’nın en fazla etkilendiği bulunmuştur. Ozmotik

potansiyel olarak domates çeşitlerini değerlendirdiğimizde BT 236'nın en hassas, BT 11-20'nin ise en dirençli çeşit olduğu bulunmuştur.

Kök ve gövde büyümesi için ayrılan bitkilerin kök ve gövdeleri incitilmeden saksılardan çıkarılıp perlitleri hafif su ile temizlenmiştir. Kurutma kâğıdında hafifçe kurulandıktan sonra kök ve gövde uzunlukları ölçülmüş ve kök-gövde yaş ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra kökler beyaz kâğıtlara sarılıp 70°C etüvde 1 hafta bekletilmiş ve kök-gövde kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Büyüme parametrelerinden kök büyümesi açısından değerlendirdiğimizde tuz uygulamasının fazla inhibe etmediği kontrol gruplarına göre arttığı bulunmuştur. 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en az artma %11 ile BT 11-20'de olurken, en fazla artma %36 ile BT BUR Ty'de olmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında BT BUR Ty'de %21 azalma olurken, BT 131 Gülle'de %12 artış olmuştur.

Tuz uygulaması büyüme parametrelerinden gövde büyümesini inhibe ederek azaltmıştır. Sadece BT 11-34'de azalma değil %5 oranında artma meydana gelmiştir. Gövde büyümesi açısından en dirençli çeşidin BT 11-34 olduğu sonucu bulunmuştur. En hassas çeşidin ise %58 azalma ile BT BUR Ty olduğu bulunmuştur.

Domates çeşitlerinde total çözümlü protein miktarı Bradford (1976)'a göre belirlenmiştir. Standart olarak bovine serum albumin kullanılmış ve standartlar 0.02-0.2 mg/ml aralığında hazırlanmıştır.

Total çözümlü protein miktarı sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda en fazla azalma %78 ile BT 11-34'de olurken, en az azalma %49 artma ile BT BUR Ty'de olmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %7 artış ile BT 236 olurken, en fazla etkilenen %67 azalma ile BT 11-34 olmuştur.

Yaprak dokularındaki klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarları Arnon (1949)'a göre belirlenmiştir. Bunun için önce hasat sırasında taze yaprak dokularından çıkarılan ve -80°C'de saklanmakta olan 0.1 g yaprak örnekleri, 3 mL asetonda ezilerek homojenize edilmiş ve filtre kağıtlarında süzülmüştür. Klorofil pigmentlerinin miktarları 645 nm, 663 nm ve 480 nm dalga boylarındaki absorbans değerleri ölçülerek aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$Kl-a = \Delta A_{663} \times 12.70 - \Delta A_{645} \times 2.69$$

$$Kl-b = \Delta A_{645} \times 22.90 - \Delta A_{663} \times 4.68$$

$$\text{Karotenoid} = \Delta A_{480} + \Delta A_{663} \times 0.114 - \Delta A_{645} \times 0.638/112.50$$

Klorofil a ölçüm sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda BT 236'nın fazla etkilenmediği, en fazla etkilenenin ise %7 azalma ile BT 131 Gülle olduğu bulunmuştur. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %2 artma ile BT 11-20 olurken, en fazla etkilenen %36 azalma ile BT 11-34 çeşidi olmuştur.

Tuz uygulaması klorofil b miktarını BT 131 Gülle'de arttırmış, diğer türlerin hepsinde azaltmıştır. Bu azalma en az %14 ile BT 11-20'de olurken, en fazla %65 ile BT 11-34'de olmuştur. Klorofil a/b içeriğinde de klorofil a ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Karotenoid içeriğine baktığımızda sadece BT 131 Gülle'de %38 artma görülürken diğer bütün türlerde azalma görülmüştür. Bu azalma en az BT 11-20'de %1 olmuş, en fazla BT 11-34'de %58 olmuştur.

Yaprak dokularında meydana gelen membran hasarını ölçmek için lipid peroksidasyonunun son ürünü olan MDA (malondialdehit) miktarı TBA (tiobarbütirik asit) testi ile belirlenmiştir (Madhava Rao ve Sresty, 2000). Bunun için kontrol ve stres gruplarına ait bitkilerin yaprak dokularından alınan 0.1 gr'lık doku örnekleri %0.1 TCA (trikloroasetik asit) ile homojenize edilmiştir. Homojenatların her 1 mL'si için 4 mL %0.5 TBA (tiobarbütirik asit) içeren %20 lik TCA deney tüplerine eklenmiştir. Tüplerin tümü 90°C sıcak su banyosunda bir saat kaynatılmış

ve ardından reaksiyonu durdurmak için tüpler buz banyosuna alınmıştır. 10 000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilen örnekler Shimadzu UV-1700 marka spektrofotometrede 532 nm ve 600 nm dalga boylarında ölçülmüştür ve MDA konsantrasyonu ekstinksiyon katsayısı ($\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$) kullanılarak hesaplanmıştır.

MDA miktarı sonuçlarına baktığımızda; 100 mM tuz gruplarını kontrol gruplarıyla kıyasladığımızda tek azalma %2 ile BT 131 Gölle'de görülürken, en fazla artma %258 ile BT 11-34'de görülmüştür. 200 mM tuz uygulamaları arasında en az etkilenen %12 artış ile BT 11-20 olurken, en çok etkilenen %270 artış ile BT 11-34 çeşidi olmuştur.

Homojenizasyon için -80°C 'de saklanmakta olan 0.1 g yaprak örnekleri, örnekleri porselen havana alınmış üzerine sıvı azot dökülerek karıştırılmıştır. Karışımın üzerine 0.02gr PVP ve 1ml tampon çözeltisinden eklenerek ezilmiştir. Ezilen karışım ependorflarda $+4^{\circ}\text{C}$ 14 000 rpm de 15 dk santrifüj edilmiştir. Sonra süpernatantlar yeni ependorflara alınmıştır.

APOX aktivitesi Nakano ve Asada (1981)'ya göre ölçülmüştür. Uygun oranda seyreltilen süpernatant ile beraber 50 mM Na-P (pH 7) tamponu, 50 mM EDTA.Na₂, 5 mM askorbat, ve 12 M H₂O₂ içeren 1 mL'lik reaksiyon karışımının 290 nm'de absorbansında, askorbatın oksidasyonu ile oluşan düşüş hızı belirlenmiştir. Reaksiyon, 180 sn boyunca takip edilmiş ve 1 birim APOX aktivitesi dakikada okside olan 1 mmol ml⁻¹ Askorbat olarak ifade edilmiştir.

100 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak APOX aktivitesinde oluşan artış miktarları sırasıyla BT 11-34'de %478, BT 236'da %176, BT 131 Gölle'de %122, BT 11-20'de %38 ve BT BUR Ty'de %22'dir. 200 mM NaCl uygulamasına bağlı olarak APOX aktivitesinde oluşan artış miktarları sırasıyla BT 11-34'de %98, BT 11-20'de %80, BT 236'da %59, BT BUR Ty'de %52 ve BT 131 Gölle'de %2'dir.

Katalaz enziminin aktivitesi Bergmeyer (1970)'in metoduna göre ölçülmüştür. Bunun için 1ml'lik son hacme sahip kuvartz küvetlere 0.1 mM EDTA, 50 mM Na-fosfat tamponu (pH:7), dI-H₂O ve %0.3 H₂O₂ konulmuştur. 120 sn boyunca absorbansta oluşan düşüş takip edilmiştir. 240 nm'deki absorbans değeri ile H₂O₂'in miktarında oluşan azalma belirlenmiştir. CAT aktivitesi dakikada harcanan µmol H₂O₂ olarak ifade edilmiştir.

CAT aktivitesi, 100 mM NaCl uygulamasında BT-131 Gülle %278, BT 11-34 %102 artarken, BT 11-20 %74, BT 236 %57 ve BT BUR Ty % 52 azalmıştır. CAT aktivitesi, 200 mM NaCl uygulamasında sırasıyla BT-11-34 %270, BT BUR Ty %59, BT 131 Gülle %40, BT 11-20 %30 ve BT 236 % 28 artmıştır.

Bu çalışmada, domates bitkisinin tuz stresine karşı fizyolojik düzeyde nasıl tepki verdiği anlaşılmıştır. Seçilen tohumların stres koşullarında verdikleri tepkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen morfolojik, anatomik ve fizyolojik değişimlere ait verilerin bitki ıslahına ve moleküler çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

SUMMARY

Tomato is a commercially important plant, which especially grown in arid and semi-arid regions of the Mediterranean countries. 30% of Tomato production is produced in Mediterranean countries. Because of semi-arid climate of these countries, the efficiency of tomato is high.

Tomato has a huge consumption and is one of the most beneficial plants for human health, because it contains the various minerals and vitamins.

Because of containing significant amount antioxidant compounds, vitamins and minerals, which are useful for human health, it is the main content of daily meals in very countries.

Our country's agriculture tomato production increased doubled to 8 million tons in the last 20 years. Turkey is the third biggest tomato manufacturer after the U.S. and China in the World.

The salinity factor affects significantly as well as productivity and quality in the production of tomato. Therefore, the development of salt-tolerant cultivars of tomato improves as well as productivity and quality.

At the end of this study, it will be shown how tomato plants react against salt stress at the physiological level. The selected seeds will be examined in comparison with their response to stress conditions. The results obtained in this study will shed light on morphological, anatomical and physiological changes in the plant breeding and molecular studies.

In our study, we have obtained five different *L. esculentum* hybrid kinds from Bursa Tohum Co. which were; BT 131 Glle F1 Hybrid, BT 11-20 F1 Hybrid, BT 11-34 F1 Hybrid, BT 236 F1 Hybrid and BT BUR Ty F1 Hybrid (Seat) seeds, were

used as experimental material. Then seeds are germinated and grown up the plants to 3-leaf level examined their physiological and biochemical responses by 0 mM, 100 mM, and 200 mM NaCl, to investigate the tolerance levels in a comparative manner.

After sowing the seeds were watered with pure water in the first week, 2. and 3. week $\frac{1}{4}$ with nutritional solution, 4. week $\frac{1}{2}$ with nutritional solution. Plants were grown for 8 weeks. Stress applications began at the end of this period. The plants were harvested at 0. and 8. days of stress applications.

The roots of the plants carefully removed from the plastic pot and washed, after that were measured their stem and root lengths. After measuring weight of the fresh harvested stems and roots, they will be dried until the constant weight in an incubator with 70°C and were determined the dry weight as (KA). At the harvest day, the relative water content of tomato leafs was measured as (OSİ). The harvested leafs were frozen in liquid nitrogen and protected in a freezer with -80°C until analysis procedures.

Total real water content of plants (OSI) was calculated according to the following formula:

$$\text{OSI (\%)} = [(YA-KA)/(TA-KA)] \times 100$$

Looking the results of OSI, it was found, that salt application decreases OSİ in all groups. There is *L. esculentum* while BT 131Gülle, BT 11-20 and 11-34 kinds are affected control and 100 mM salt between the groups at least and the OSI show a 10% decrease, BT BUR Ty is the most affected group OSİ decreased by 13%. BT 11-34 is affected with a reduction of at least 6% 200 mM salt applications, while BT BUR Ty is the most affected and has showed a decrease by 20%. It was found, that BT BUR Ty is most sensitive kind with regards to OSI.

During the potential measurement of osmotic for each group, it is taken the leafs of plants 3-5 times. Leafs are placed in syringes with pens and frozen in liquid

nitrogen. Injectors were removed from liquid nitrogen into tubes. They are waited to dissolve at room temperature for 30 minutes in tubes.

When “osmotic” potential results are considered, it is found that “osmotic” potential descending with implementation of salt. If 100mM salt groups are compared to the control group least decrease is occurred with 20% at BT 11-20, and most significant decrease is 194% at BT 236. It was also found that when 200mM salt is applied, BT 11-20 got affected less with 66%; BT 236 got affected most with 169%. Evaluating the tomato types as osmotic potential BT 236 is the most sensitive one whereas BT 11-20 is the toughest one.

The plants kept to research root and body growing, were taken out from their flowerpot without harming the root and body, latter their “perlite”s were cleaned with light water. After softly drying with drying paper, their root and body lengths were measured and root-body wet weights were scaled. Later, roots were clothed with white papers and kept 1 week at 70°C “etüv” and then root-body dry weights were scaled again.

When one of the growing paramaters, root growing is considered and evaluated, it can be said the growing is increased compared to the control groups which were not inhibited by salt implementation. Comparing 100 mM salt groups to control groups less ascending is BT 11-20 with 11%, most ascending is seen at BT BUR Ty with 36%. Among 200 mM salt implementations, there are decreasing at BT BUR Ty with 21% and there is an increase at BT 131 Gülle with 12%.

Appliance of salt inhibited the body growing, one of the growing parameters. However it was observed only at BT 11-34 there is not a decreasing but an increasing with 5% occurred. BT 11-34 were the toughest type according to body growing. Most sensitive type was BT BUR Ty with 5% descending.

The amount of total resolving protein in tomato types was determined according to the Bradford (1976). Bovine serum albumin was used as standard and standards were set and prepared between 0.02-0.2 mg/ml ranges.

When total resolving protein amount results were investigated, comparing 100 mM salt groups with control groups most decrement is BT 11-34 with 78%, and less decrement is BT BUR Ty with 49% increase. Among 200 mM salt appliance, the one less affected is BT 236 with 7% accretion, the one got affected most is BT 11-34 with 67% decrement.

Chlorophyll a and b and carotenoid amounts in leaf structure is determined regarding Arnon (1949). For this, at first 0.1 g leaves samples obtained from fresh leaves during harvest which kept at -80°C, homogenized smashing in 3mL acetone and filtrated with filter papers. The amount of chlorophyll pigments' absorbance values were calculated under 645 nm, 663 nm and 438 nm wavelengths and computed according to the formula below.

$$Kl-a = \Delta A_{663} \times 12.70 - \Delta A_{645} \times 2.69$$

$$Kl-b = \Delta A_{645} \times 22.90 - \Delta A_{663} \times 4.68$$

$$\text{Karotenoid} = \Delta A_{480} + \Delta A_{663} \times 0.114 - \Delta A_{645} \times 0.638/112.50$$

According to the chlorophyll a measurement results, comparing 100 mM salt groups to the control groups, it is seen that BT 236 is not slightly affected whereas the most affected one is BT 131 Glle with 7% decrease. Among 200 mM salt implementations BT 11-20 was least affected with 2% increase, and BT 11-34 were the most affected with a 36% decrease.

Salt appliance raised the chlorophyll b amount in BT 131 Glle, however decreased at all other types. This descending was lowest at BT 11-20 with 14%, and was highest at BT 11-34 at BT 11-34. Regarding the ratios of chlorophyll a/b, similar results were obtained as in chlorophyll a contents.

When carotenoid content is checked, there is only increase at BT 131 Gölle with 38%, and only decreasing at all rest. The decrease was lowest at BT 11-20 with 1% whereas was highest at BT 11-34 with 58%.

In order to measure membrane damage that occurs in leaf structures, the amount of MDA (malondialdehit) which is the last product of lipid peroksidasyon was determined with the test of TBA (tiobarbütiric) (Madhava Rao ve Sresty, 2000). For this, 0.1 gr tissue samples taken from leaf tissues of plants that belong to control and stres groups were homogenitized with 0.1% of TCA (trikloroasetik acid). 20% of TCA that includes 4 mL %0.5 TBA (tiobarbutricacid) was added to test tube for each of 1 ml of homogenants. All the tubes were boiled in hot water-bath at 90 °C for one hour and then they were taken to ice-bath to stop reaction. The samples that were centrifuged at 10 000 rpm for 15 minutes were measured at 532 nm and 600 nm wave lengths at Shimadzu UV-1700 mark spektrofotometre. MDA concentration was calculated by using extinction coefficient ($\epsilon = 155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$).

When we look at the results of the amount of MDA; when we compare 100 mM salt group with control groups, the only decrease was seen in BT 131 Gölle with 2%, the most increase was seen in BT 11-34 with 258%. Among 200 mM salt applications, the least affected one was BT 11-20 with an increase of 12% and the most affected one was BT 11-34 type with an increase of 270%.

0.1 leaf samples that were kept at -80°C for homogenization were taken to porcelain mortar and liquid nitrogen was poured on and mixed with it. The mixture was crushed by adding 0.02 gr PVP and 1 ml buffer solution. The crushed mixture was centrifuged at +4°C 14 000 rpm for 15 minutes in ependorfars. Then, it was taken to supernatants and ependorfars.

APOX activity was measured according to Nakana and Asada (1981). The samples whose homogenizations were made were diluted on the 1/3 ratio with 50mM EDTA.Na₂ (pH 7) by centrifugal +4°C, 14000 rpm for 5 minutes. For preparing reference point, 1mL quartz spectrophotometer tube was added 700 µL out of 50 mM Na-P (pH 7) buffer, 100 µL out of 50 mM EDTA.Na₂ (pH 7) and 100 µL out of 35%

11.7 M H_2O_2 . This mixture was read as reference point. Then one of the quartz tubs was emptied and by adding 600 μ L out of 50 mM Na-P (pH 7) buffer, 100 μ L out of 5 mM EDTA.Na₂ (pH 7), 100 μ L out of 5 mM askorbatt, 100 μ L out of 35% 11.7M H_2O_2 and 100 μ L out of the sample, the speed of ascorbat's Oksidasyon was determined at 290 nm. This speed was monitored for 180 second 1 unit APOX activity was expressed as 1 mmol ml⁻¹askorbat that is oxidized perminute.

100 mM NaCl treatment caused 478%, 176%, 122%, 38% and 22% increases in APOX activities of BT 11-34, BT 236, BT 131 Glle, BT 11-20 and BT BUR Ty, respectively. 200 mM NaCl treatment increased APOX activities by 98%, 80%, 59%, 52% and 2% in leaves of BT 11-34, BT 11-20, BT 236, BT BUR Ty and BT 131 Glle, respectively.

Catalase enzyme activity was measured according to the method of Bergmeyer (1970). For this, quartz containers that have the last volume were put 0.1 mM EDTA, 50 mM Na Phosphate buffer (pH 7), dI-%0.3 H_2O_2 . The decrease in absorbance was monitored for 120 second the decrease in H_2O_2 was determined with the value of 240 nm absorbance. CAT activity was expressed as mmol H_2O_2 minutes spent per minute.

100 mM NaCl caused 278% and 102% enhancements in CAT activities of BT 131 Glle and BT 11-34, respectively, while 74%, 57% and 52% decreases in CAT activities of BT 11-20, BT 236 and BT BUR Ty. After 200 mM NaCl treatment CAT activities of all genotypes showed remarkable increases with the rates of 270%, 59%, 40%, 30% and 28% respectively, in BT 11-34, BT BUR Ty, BT 131 Glle, BT 11-20 and BT 236.

In this study, how tomato plants respond to salt stress at the physiological level is understood. The responses that the selected seeds gave on stress conditions were analyzed by comparing. The data of morphological, anatomical and physiological changes obtained in this study are thought to shed light on plant breeding and molecular studies.