

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FENBİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TUZ VE KURAKLIK STRESİNİN DOMATES GELİŞİMİ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Ali Abdelrahim Omar BOHALİMA

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN
Doç. Dr. Talip ÇETER
Doç. Dr. Dilek ÜNAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ BÖLÜMÜ**

KASTAMONU – 2017

TEZ ONAYI

Ali Abdelrahim Omar BOHALIMA tarafından hazırlanan “Tuz ve Kuraklık Stresinin Domates Gelişimi Üzerine Etkileri” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve oy birliği ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Talip ÇETER
Kastamonu Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Dilek ÜNAL
Şeyh Edebali Üniversitesi



11/08/2017

Enstitü Müdür V.

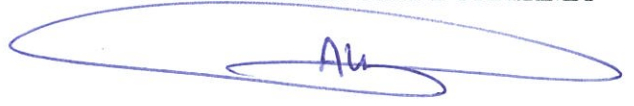
Doç. Dr. Mehmet Altan KURNAZ



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yaptığımı bildirir ve taahhüt ederim.

İmza
Ali Abdelrahim Omar BOHALİMA



TEŐEKKÜR

Çalışma süresince danıőmanlıęı, prensipleri doğrultusunda yardımları için Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN'a teőekkür ederim. Desteği olmadan bunu baőaramazdım. Ayrıca Yrd.Doç.Dr. Oytun Emre SAKICI'ya verilerin istatistiksel analizi sürecinde yapmış olduğu çok değerli yardımları için teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen değerli eőim Mona, babam, annem ve küçük çocuklarım Mastora, Tasneem, Abdelrahim ve Renad'a őükranlarımı sunarım.

Ali Abdelrahim Omar BOHALİMA
Kastamonu, Ağustos, 2017



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUZ VE KURAKLIK STRESİNİN DOMATES GELİŞİMİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Ali Abdelrahim Omar BOHALİMA

Kastamonu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Nezahat TURFAN

Domates, beslenmede önemli yer tutan ve ekonomik değeri yüksek bitkilerden biridir. Ancak abiyotik ve biyotik stres faktörleri domates gelişimini olumsuz etkileyerek verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışma ile Ege Tarımsal Araştırma Merkezinde geliştirilmiş MSC50 ve SC2121 domates çeşitlerinin farklı tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl) ve kuraklık (% 25, % 50, % 75) uygulamalarına tolerans mekanizması araştırılmıştır. Bu amaçla stres uygulanmış fidelerden toplanan yaprak örneklerinde Fotosentetik pigmentler, prolin, toplam çözünür protein, malondialdehit (MDA), hidrojen peroksit (H_2O_2), glikoz, fruktoz, sukroz ve toplam çözünür karbohidrat miktarı ile askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT), guaiakol peroksidaz (GuPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri ölçülmüştür. Bulgulara göre MSC50 domates çeşidinde her iki stres uygulaması klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit içeriği kontrole göre yüksek bulunmuştur. Pigment değerleri SC2121 domates çeşidinde tuz uygulamalarında azalma gösterirken kuraklık uygulamalarında ise artmıştır. MDA miktarı MC50'de kuraklık uygulamalarında yükselirken tuz uygulamalarında düşük, H_2O_2 içeriği ise 100 mM tuz ve % 75 kuraklık uygulamalarında yüksektir. MDA, SC2121'de 100 mM tuz ve % 25 kuraklıkta en düşük, H_2O_2 ise hem tuz hem de kuraklık uygulamalarında yüksektir. Prolin miktarı, MC50 çeşidinde 150 ve 50 mM NaCl uygulamasında yüksek iken, toplam çözünür protein 50 mM tuz ve % 50 kuraklıkta artmıştır. Prolin içeriği SC2121 domates çeşidinde her iki stres uygulamalarında artış gösterirken protein miktarı tuz uygulamalarında yükselmiştir. Domates çeşitlerinde glikoz miktarı MC50'de tüm uygulamalarda yüksek, SC2121'de ise 150 mM tuz ve % 50 kuraklıkta düşüktür. Tuz uygulamaları ve % 75 kuraklık uygulaması MC50'de fruktoz içeriğinde artışa neden olurken, SC2121'de 50 mM ve 150 mM NaCl'de azalmaya neden olmuştur. Sukroz içeriği her iki çeşitte genel olarak yüksek, toplam çözünür karbohidrat miktarı ise MC50'de genel olarak yüksek SC2121'de ise düşüktür. MC50 çeşidinde CAT aktivitesi tuz uygulamalarında, GuPX sadece % 50 kuraklık ve SOD ise 50 ve 150 mM tuz uygulamalarında yüksektir. SC2121'de CAT aktivitesi % 25 kuraklık, GuPX aktivitesi 50 mM tuz ve % 25 kuraklık uygulamalarında yüksek, SOD aktivitesi ise 50 mM tuz uygulamasında düşüktür. Sonuç olarak MSC50'in % 50 kuraklığa yüksek toleranslı, SC2121'in ise tüm kuraklık uygulamalarına orta derecede toleranslı olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca MC50, 50 ve 150 mM

NaCl'e, SC2121 ise 150 mM NaCl'e duyarlı olduğu anlaşılmıştır. Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde ise MSC50 çeşidi, SC2121'e göre daha tolerant bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dayanıklılık, kuraklık, tuzluluk, MSC50, SC2121.

2017, 77 Sayfa

Bilim Kodu: 203



ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECT OF SALINITY AND DROUGHT STRESSES ON TOMATO GROWTH

Ali Abdelrahim Omar BOHALİMA

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

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Nezahat TURFAN

Tomato is a vegetable that plays a part in nourishment and has a high economic value. Abiotic and biotic stress factors, however, affect negatively tomato development and cause yield losses. With this study, tolerance mechanisms of MSC50 and SC2121 tomato varieties grown in Ege Agricultural Research Center against different salt (50 mM, 100 mM and 150 mM NaCl) and drought (25 %, 50 %, 75 %) treatments have been studied. For this purpose, photosynthetic pigments, proline, total soluble protein, malondialdehyde (MDA), hydrogen peroxide (H₂O₂), glucose, fructose, sucrose and total soluble carbohydrates amount and also ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), guaiacol peroxidase (GuPX) and superoxide dismutase (SOD) activities have been measured on leaves collected from seedlings on which stress have been treated. According to the findings, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid contents have been higher at both treatments in MCS50 tomato variety compared to the control. While pigment values decreased at salt treatments in SC2121 tomato variety, they rose at drought treatments. MDA content increased at drought treatments and lowered at salt treatments and H₂O₂ content was high at 100 mM salt and 75 % drought treatments. MDA was the lowest in SC2121 at 100 mM salt and 25 % drought, while H₂O₂ was high at both salt and drought treatments. While proline amount was high in MSC50 variety at 150 and 50 mM NaCl treatments, total soluble protein rose at 50 mM salt and 50 % drought treatments. While proline content increased in SC2121 tomato variety at both stress treatments, protein content increased at salt treatments. For tomato varieties, glucose content was high at all treatments in MSC50 but it was lower in SC2121 at 150 mM salt and 50 % drought. While salt treatments and 75 % drought treatment caused an increase in fructose content in MSC50, it caused a decrease in SC2121 at 50 mM and 150 mM NaCl. Sucrose content was generally high in both varieties, however, total soluble carbohydrate content was usually higher in MSC50 and lower in SC2121. CAT activity was high in MSC50 at salt treatments, GuPX activity was high only at 50 % drought and SOD activity was high at 50 and 150 mM salt treatments. In SC2121 CAT activity was high at 25 % drought and GuPX activity was high at 50 mM salt and 25 % drought treatments and SOC activity was lower at 50 mM salt treatment. In conclusion, it is concluded that MSC50 is high tolerant to 50 % drought and SC2121 is medium-tolerant to all

drought treatments. Besides, it is found that MSC50 is sensitive to 50 and 150 mM NaCl and SC2121 is sensitive to 150 mM NaCl. Given all the results, MSC50 variety is concluded to be more tolerant compared to SC2121.

Key Words: Resistance, drought, salinity, MSC50, SC2121.

2017, 77 Pages

Science Code: 203



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
GRAFİKLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuraklık Nedir?.....	1
1.2. Tuzluluk Nedir?.....	2
1.3. Bitkiler Üzerinde Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkileri.....	3
1.3.1. Oksidatif Etki.....	3
1.3.2. Kuraklık ve Tuz Stresi Koşullarında Antioksidan Savunma Sisteminin Etkileri.....	4
1.3.3. Kuraklık ve Tuz Stresinin Bitkilerdeki Mineral-Besin Dengesine Etkisi	5
1.3.4. Fotosentez Üzerinde Kuraklık ve Tuz Streslerinin Etkisi.....	5
1.4. Kuraklık ve Tuz Stresine Bitkilerin Geliştirdikleri Tolerans Mekanizmaları.....	8
1.4.1. Bitkilerde Kaçınma ve Tolerans	8
1.4.2. Kuraklık Ve Tuz Stresi Koşullarında Ozmolitlerin Birikimi	8
1.4.3. Kuraklık ve Tuz Stresinde Prolinin Rolü	9
1.5. Çalışmanın Amacı	10
2. LİTERATÜR İNCELEMESİ.....	11
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Bitki Örneği.....	17
3.2. Sera Denemesi.....	17
3.3. Kimyasal Maddeler ve Cihazlar	18
3.4. Kullanılan Kimyasal Çözeltiler	18
3.5. Klorofil ve Karotenoit Miktar Tayini.....	20
3.6. Prolin Miktar Tayini	21

3.7. Protein Miktar Tayini	22
3.8. Lipit Peroksidasyonu (MDA) Miktar Tayini.....	23
3.9. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) Miktar Tayini	24
3.10. Glikoz, Fruktoz, Sukroz ve Toplam Çözünür Karbohidrat Tayini.....	25
3.11. Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi ve Ekstraktların Hazırlanması.....	27
3.11.1.Katalaz (CAT) Aktivite Tayini	27
3.11.2.Guaiacol Peroksidaz (GuPX) Aktivite Tayini	27
3.11.3.Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivite Tayini.....	28
3.12. Verilerin İstatiksel Analizi (SPSS PROGRAM)	28
4. BULGULAR.....	30
4.1.Fotosentetik Pigment Miktarının Belirlenmesi	30
4.2. Prolin Miktarının Belirlenmesi.....	32
4.3. Toplam Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi.....	32
4.4. Lipit Peroksidasyonu Miktarının Belirlenmesi	33
4.5. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) Miktarının Belirlenmesi	33
4.6. Karbohidrat Miktarının Belirlenmesi	34
4.6.1.Glikoz Miktarının Belirlenmesi.....	34
4.6.2.Fruktoz Miktarının Belirlenmesi	35
4.6.3.Sukroz Miktarının Belirlenmesi	35
4.6.4. Toplam Çözünür Karbonhidrat Miktarının Belirlenmesi	36
4.7. Antioksidan Enzimler Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	37
4.7.1. Katalaz (CAT) Aktivitesinin Belirlenmesi	37
4.7.2. Guaiacol Peroksidaz (GuPX) Aktivitesinin Belirlenmesi	38
4.7.3. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Belirlenmesi.....	38
5. TARTIŞMA	40
5.1. Fotosentetik Pigment Miktar Değişimleri.....	40
5.2. Prolin Miktar Değişimleri	41
5.3. Toplam Çözünür Protein Miktar Değişimleri	42
5.4. Lipit Peroksidasyonu Miktar Değişimleri	43
5.5. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) Miktar Değişimleri.....	44
5.6. Karbonhidrat Miktar Değişimleri.....	45
5.6.1.Glikoz Miktar Değişimleri.....	46
5.6.2. Fruktoz Miktar Değişimleri.....	46

5.6.3. Sukroz Miktar Değişimleri	47
5.6.4. Toplam Çözünür Karbonhidrat Miktar Değişimleri	48
5.7. Antioksidan Enzimler Aktivite Değişimleri	49
5.7.1. Katalaz (CAT) Aktivite Değişimleri	49
5.7.2. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivite Değişimleri	50
5.7.3. Guaiakol Peroksidaz (GuPX) Aktivite Değişimleri	51
6.SONUÇ	52
KAYNAKLAR	54
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	77



GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 3.1. Proline standart grafiği	22
Grafik 3.2. Protein standart grafiği	23
Grafik 3.3. MDA standart grafiği.....	24
Grafik 3.4. H ₂ O ₂ standart grafiği	24
Grafik 3.5. Glikoz standart grafiği	25
Grafik 3.6. Fruktoz standart grafiği.....	26
Grafik 3.7. Sukroz standart grafiği.....	26



TABLULAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) klorofila, klorofilb, toplam klorofil ve toplam karotenoit üzerindeki etkileri.....	31
Tablo 4.2. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) prolin, toplam çözülebilir protein, MDA ve H ₂ O ₂ içerikleri üzerindeki etkileri.	34
Tablo 4.3. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) glikoz, früktoz, sukroz ve toplam çözümlür karbonhidrat içerikleri üzerindeki etkileri.....	37
Tablo 4.4. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) katalaz (CAT), guaiacol peroksidaz (GuPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi üzerindeki etkileri.	39
Tablo 6.1. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) MC50 ve SC2121 domates çeşitlerinde fotosentetik pigmentler, proline, protein, glikoz, früktoz, sukroz ve toplam çözümlür karbonhidrat miktarı, MDA ve H ₂ O ₂ konsantrasyonu ve APX, CAT ve SOD aktivitelerine etkileri	52

SİMGELER VE KISALTMALAR

MDA	Malondialdehit
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
APX	Askorbat Peroksidaz
CAT	Katalaz
POD	Peroksidaz
GuPX	Guaiakol Peroksidaz
SOD	Süperoksit Dismutaz
ROS	Serbest Oksijen Radikalleri
SA	Spesifik Aktivitenin
*O	Singlet Oksijen
OH	Hidroksil Radikaller
1O ₂	Singlet Oksijen
O ₂ ⁻	Süperoksit Radikali
CO ₂	Karbondioksit
ABA	Absisik Asit
ATP	Adenozin Trifosfat
NADPH	Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
DNA	Deoksiribonükleik Asit
RNA	Ribonükleik Asit
RuBP	Ribuloz-1,5-Difosfat
BSA	Bovin Serum Albümin
EDTA	Etilendiamin Tetraasetik Asit
KH ₂ PO ₄	Potasyum Di Hidrojen Fosfat
Na ₂ HPO ₄	Di Sodyum Hidrojen Fosfat
TCA	Trichloro Asetikasit
TBA	Thiobarbütirik Asit
NBT	Nitro Blue Tetrazolium
NaCl	Sodyum Klorit
NO ₃ ⁻	Nitrat
NH ₃	Amin Grubu
NH ₂	İmin Grubu
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
N	Nitrojen
Mg	Magnezyum
Na	Sodyum
Cl	Klorit
Kl	Klorofil
EU	1 Enzim Ünitesi

1. GİRİŞ

Bitkiler, genetik olarak belirlenmiş yaşam döngülerinde birçok stres faktörüne maruz kalmaktadır. Bitkinin yaşadığı ortamda bir veya birden fazla etkenin, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyerek ürün kalitesi, miktar ve verim düşüklüğüne neden olması “stres” olarak tanımlanmaktadır (Wang, Vinocur, Shoseyov ve Altman, 2000). Stres faktörleri genel olarak biyotik ve abiyotik olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Patojenler (yabani bitkiler), hastalık etmenleri, diğer organizmalar ile rekabet ve mikroorganizmalar gibi faktörler biyotik stres faktörlerini oluştururken kuraklık, tuzluluk, radyasyon, yüksek veya düşük sıcaklık, su baskını ve mekanik etkiler ise abiyotik stres faktörlerini oluşturmaktadır. Söz konusu faktörlerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri genellikle eş zamanlı gerçekleşmektedir. Günümüzde tarım bitkilerini etkileyen en önemli abiyotik stres etmenleri arasında kuraklık ve toprak tuzluluğu yer almaktadır. Dünya tarım alanlarının yaklaşık olarak % 45’i sürekli olarak kuraklık stresinin etkisi altında iken, % 6’sı tuzluluk stresinin etkisi altındadır (Anonymous, 2008).

1.1. Kuraklık Nedir?

Kuraklık "yağışların, kaydedilen normal seviyelerinin önemli ölçüde altına düşmesi sonucu, arazi ve su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine ve hidrolojik dengenin bozulmasına sebep olan doğal olay" olarak tanımlanmaktadır. Literatürlerde temel olarak tanımlanan “meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik kuraklık olmak üzere” üç çeşit kuraklık tipi vardır (Wilhite ve Glantz, 1985). Kuraklığın her üç tipi de bitki büyüme ve gelişimi üzerinde ekilidir. Büyüme ve gelişim sürecinde toprak nemi bitkinin gereksinim duyduğu miktardan az olduğunda tarımsal kuraklık meydana gelir (Palmer, 1968; Mishra ve Cherkauer, 2010; Şimşek, 2010). Bitki kökleri ile topraktan yeterli su alamadığında, hücre, doku ve organlarda ve bütün bir bitkide oluşan su eksikliği, bitkilerde büyüme ve gelişmede rol oynayan metabolik reaksiyonların yavaşlamasına ya da engellenmesine neden olabilir (Öncel ve Keleş, 2002; Ashraf ve Foolad, 2007).

1.2. Tuzluluk Nedir?

Beslenmede önemli yer tutan ve ekonomik olarak önemli sebzelerin çoğu tuz stresine duyarlıdır. Tus stresi, “bitkilerin kök alanındaki toprakta yüksek konsantrasyonda iyonlaşabilir tuzların bulunması” olarak tanımlanabilir. Tuzluluğun büyüme ve gelişme üzerindeki etkileri, kök bölgesindeki düşük su potansiyeli nedeniyle su alımının azalması, bitkisel dokularda Na^+ ve Cl^- iyonlarının aşırı birikimi ve iyon toksisitesini uyarma ve ayrıca besin maddelerinin alımı ve taşınımı sırasında ortaya çıkan dengesizlikler olarak üç şekilde oluşabilmektedir (Tester ve Devenport, 2003). Kök çevresinde biriken tuzlar, topraktaki suyun iyonlar arasında tutulmasına neden olarak, suyun bağlı formda bulunmasına ve bitkiler tarafından alımının engellenmesine neden olur (Tester ve Devenport, 2003; Verslues, Agarwal, Katiyar-Agarwal ve Zhu, 2006). Ayrıca toprakta çözülmüş iyon miktarının artması pH, mineral içeriği, oksijen oranı, nem miktarı gibi toprak karakteristiklerini etkileyerek toprak yapısının bozulmasına ve dolayısı ile de bitkilerde büyüme ve gelişme olaylarının baskılanmasına neden olabilmektedir (Bhardwaj ve Yadav, 2012). Tuzluluk ve kuraklık stresinin bitkiler üzerinde fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler etkileri farklı şekillerde gerçekleştiği gibi benzer şekilde de olabilmektedir (Sairam ve Tyagi, 2004). Örneğin, hem tuz hem de kuraklık bitkisel dokularda su eksikliğine neden olmaktadır. Su bitkiler dahil tüm canlı sistem için zorunlu yaşam sıvısıdır. Çünkü hücrede tüm kimyasal reaksiyonlar protoplazmanın sulu ortamında gerçekleşmektedir. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyen fotosentez, solunum, azot ve karbon metabolizması, asimiyatların taşınımı gibi canlılıkla ilgili tüm fizyolojik prosesler doğrudan veya dolaylı olarak su ile yakından ilişkilidir. Ayrıca tuzluluk ve kuraklığın ozmotik denge (Lang, 2014; Nayyar, 2003; Farooq, Hussain ve Siddique, 2014), stoma hareketleri (Fischer, Bidinger, Syme ve Wall, 1981; Lawlor ve Cornic, 2002; Flexas, Bota, Galmes, Medrano ve Ribas-Carbó, 2006), asimilatların dağılımı (Farooq, Hussain, Wahid ve Siddique, 2012) ve oksidatif stres üzerindeki etkileri de benzerlik göstermektedir (Mittler, 2002; Jiang ve Ren, 2004).

1.3. Bitkiler Üzerinde Kuraklık ve Tuz Stresinin Etkileri

1.3.1. Oksidatif Etki

Oksidatif stres, süperoksit molekülü ($O_2^{\bullet-}$), singlet oksijen (1O_2), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalleri (OH^{\bullet}) gibi radikallerin sentezi olarak tanımlanmaktadır (Bhattacharya, Sood ve Citovsky, 2010; Kabiri, Nasibi ve Farahbakhsh, 2014). Reaktif oksijen türevleri ya da serbest radikaller (ROS), eşleşmemiş elektron içeren moleküllerdir. Bu bileşikler radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron çıkması ya da bir elektron eklenmesi ile oluşabilmektedir. ROS'lar büyüme ve gelişmenin farklı safhalarında gerçekleşen fotosentez, solunum, çeper gevşemesi, doku farklılaşması gibi fizyolojik proseslerde oluşabilir (Komaki ve Sugimoto, 2012; De Rybel, Breda ve Weijers, 2014). Ancak bu süreçte oksidatif metabolizma ve antioksidant sistem denge halinde olduğu için, bu ROS'lar hücre ve dokularda hasar oluşturamaz (Miller, Suzuki, Ciftci-Yilmaz ve Mittler, 2010). Kuraklık, tuzluluk, düşük sıcaklık ve senesens gibi stres koşullarında bu bileşiklerin hücre içi birikimi artmaktadır (Shalata ve Tal, 1998; Khanna-Chopra, 2012). Ashraf ve Iram (2005), kurak koşullarda ve Fischer, Bidinger, Syme ve Wall (1981) ise tuz stresi altında yetişen bitkilerde duyarlı türlerde ROS miktarının arttığını saptamışlardır. Araştırmacılar bu bileşiklerin kloroplastlar, peroksizomlar, mitokondriler, endoplazmik retikulum gibi organellerde ve pH bağımlı hücre çeperi peroksidazları, okzalat oksidazlar ve amin oksidazların lokalize olduğu apoplastik alanlarda oluşabildiğini bildirmişlerdir (Fukuda, 2000; Gill ve Tuteja, 2010; Sharma, Jha, Dubey ve Pessaraki, 2012). Bununla birlikte bitkilerde en fazla ROS üretimi kloroplastlarda olmaktadır (Asada, 2006). Çünkü fotosentezde rol oynayan pigment sistemleri (fotosistem I ve fotosistem II) ve elektron taşıma zinciri sistemi (ETS) kloroplastın granal zarlarında bulunmaktadır (Barber, 1995; Blankenship ve Chen, 2013). Fotosistemlerin reaksiyon merkezlerinde ışık enerjisi ile uyartılmış elektronlar ferrodoksin üzerinden $NADP^+$ 'ye aktarılır (Clark, Hawkesford, Coughlan, Bennett ve Hind, 1984; Duysens, 1989). Ancak kuraklık ve tuz stresi altında pigmentlerin absorbe ettiği ışık miktarı ve yararlanılan ışık arasındaki denge bozulduğu için fotosistemlerde özellikle de fotosistem II'de elektronların oluşumu ve kullanım oranı da değişir (Fryer, Oxborough, Mullineaux ve Baker, 2002; Brudvig, 2008). Bu

değişimler ETS'e aşırı elektron yüklenmesine, elektronlardan bazılarının geri dönerek ferrodoksenden NADP yerine O₂ molekülüne geçmesine (Mehler reaksiyonu) ve süper oksit (O₂•⁻) ve diğer radikallerin (IO₂, H₂O₂, OH oluşmasına neden olabilir (Eltner, 1987). Oluşan O₂•⁻ radikalleri, stroma membran yüzeylerinde Cu/Zn-SOD aracılığıyla ters değişime uğrayarak H₂O₂ sentezini uyarabilir (Buchert ve Forreiter, 2010). Hatta klorofil a molekülü elektron alamadığı durumlarda okside durumda kalarak kendisi bir radikale dönüşebilir (Johnson ve Ruban, 2009; Hussein ve Safinaz, 2013). Kloroplastlarda oluşan ROS'lar ise NADPH+H ve ATP setezinin engellenmesi, kloroplast zar bütünlüğünün bozulması ve bunun sonucu olarak pigment sistemlerinin işlevlerinin engellenmesi, pigment yıkımı ile fotosentetik aktivitenin baskılanması gibi olumsuz etkileri ile büyüme ve gelişmeyi baskılamaktadır (Fryer vd., 2002; Lawlor ve Cornic, 2002). Kurak ve tuz koşullarında, ROS miktarı eşik değeri üzerine çıkar ve lipid peroksidasyon seviyesini artırır (Berger vd., 2001; Dacosta ve Huang, 2007). Lipid peroksidasyonu, serbest radikallerin etkisi ile membran yapısında bulunan doymamış yağ asidi zincirinden bir hidrojen atomunun uzaklaştırılması ile başlar ve stresin süresi, şiddeti ve bitkinin gelişim durumuna göre artan şekilde devam eder. Lipid peroksidasyonun en önemli ürünü malondialdehittir (MDA). Oluşan MDA, membranların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bozulmasına ve hücrenin elektrolitlere geçirgenliğinin artmasına neden olur (Halliwell ve Chirico, 1993; Spiteller, 2003). Hücre içinde Ca⁺² ve Na⁺ iyonlarının birikmesi ATP pompalarının yapısını bozarak enerji sentezini engeller. ROS'lar ayrıca indirgen ve yükseltgen özellikleri nedeniyle DNA, amino asitler, proteinler, nükleik asitler, karbonhidratlar ve amino asitler ile de reaksiyona girerek onların işlevlerini engelleyebilmektedir (Shalata ve Tal, 1998; Blokhina, 2000; Christ ve Hörtensteiner, 2014).

1.3.2. Kuraklık ve Tuz Stresi Koşullarında Antioksidan Savunma Sisteminin Etkileri

Bitkilerde oksidatif stres ajanlarının neden olduğu zararın indirgenmesi ya da yok edilmesi için fenolik bileşikler, flavonoid, karetenoit gibi enzimatik olmayan (Pallett ve Young, 1993; Smirnoff, 2005) ve süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (KAT), peroksidaz (PO), askorbat peroksidaz (AP), glutatyon redüktaz (GR) gibi enzimatik bileşiklerden oluşan bir antioksidan savunma sistemi geliştirmişlerdir (Halliwell,

2006; Kusvuran, Ellialtioglu, Yasar ve Abak, 2007). Kurak ve tuz stresi koşullarında antioksidant aktivite artarak strese toleransın artırılmasını sağlamaktadır (Boscaiu vd., 2010; Edreva, 2005). Araştırcılar tolerant tür ve çeşitlerde hücrelerde ROS ve MDA miktarının düşük olduğunu, bunun da bu bitkilerde antioksidant kapasitenin artması ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (Ge, Sui, Bai, Lu ve Zhou, 2006; Dacosta ve Huang, 2007).

1.3.3. Kuraklık ve Tuz Stresinin Bitkilerdeki Mineral-Besin Dengesine Etkisi

Tuzlu ve kurak koşullarda yetişen bitkilerin kök hücrelerinde protein sentezinin yavaşlaması, zar yapısının bozulması (Tester ve Blatt, 1989; Qiu, Guo, Dietrich, Schumaker ve Zhu, 2002) ve bu nedenle de iyon taşıyıcıların yeterli kapasitede oluşmaması nedeniyle bitkilerin kökleri ile iyon emilimi büyük ölçüde azalmaktadır (Radić, Radić-Stojković ve Pevalek-Kozlina, 2006; de Lacerda, Cambraia, Oliva ve Ruiz, 2005). Ayrıca toprak karışımında bulunan iyonlar arasındaki etkileşimler de iyon absorpsiyon oranını indirgemektedir (Niu, Bressan, Hasegawa ve Pardo, 1995). Hücrelerde yeterli taşıyıcı olmaması durumunda Mg gibi taşıyıcılarla kompleks kurma gücü zayıf olan elementlerin emilimi de azalmaktadır. Ya da Ca ve K, Mg'e göre taşıyıcılarla daha güçlü baę kurduğundan alımları daha fazla olmaktadır. Ayrıca düşük pH'da Ca'un K alımını arttırdığı da saptanmıştır (Ghoshal ve Masood, 1974; Szabolcs, 1994). Bu da iyonların bitki hücrelerine alımı ve hücrede iyon dengesinin bozulmasına neden olmaktadır (Niu vd., 1995; Zhu, 2003). Birçok araştırmacı farklı bitkilerde artan tuz oranına bağlı mineral seviyelerindeki değişimleri incelemiştir. Bazı araştırmacılar NaCl konsantrasyonundaki artışın Na ve Cl seviyelerinde artışa neden olduğunu, bazı araştırmacılar ise NaCl konsantrasyonundaki artışın N, P, Ca, K ve Mg seviyelerinde düşüşe neden olduğunu bulmuşlardır (Farooq, Wahid, Kobayashi, Fujita ve Basra, 2009).

1.3.4. Fotosentez Üzerinde Kuraklık ve Tuz Streslerinin Etkisi

Fotosentez, kloroplastlarda ışık enerjisinin enerjice zengin organik bileşiklerde kimyasal bağ enerjisine dönüştürüldüğü fizyolojik bir prosestdir (Ainsworth vd., 2003). Fotosentezin ışık raksiyonları, tillakoit zar sisteminde özellikle grana üzerinde daha yerleşim gösteren fotosistemler (PSI-PSII) etkinliğinde gerçekleşmektedir

(Duysens, 1989; Arnon, 1984). Işığa bağımlı olmayan reaksiyonlar ise stromada Calvin döngüsü reaksiyonları ile yapılmaktadır (Benson ve Calvin, 1947). Işık reaksiyonlarında ışık enerjisinin yakalanmasından sorumlu klorofiller (klorofil a ve klorofil b) ve karotenoidler, pigment sistemi I (PS I-P700) ve Pigment sistemi II (PS II-P680) olma üzere iki fotosentetik birimde iş görmektedir (Croce ve van Amerongen, 2014; Armond, Staehelin ve Arntzen, 1977). Pigment sistemindeki tüm pigmenter ışık enerjisini yakalayabilirken ışık etkisi ile uyarılan elektronun PSII ve PSI arasında taşınımını sadece klorofil a molekülü yapabilmektedir (Johnson ve Ruban, 2009). Klorofil a dışındaki pigment molekülleri, radyo antenlerindeki gibi, görünür ışığı yakaladıkları için “anten sistemleri” ya da “ışık hasat sistemleri” olarak da adlandırılmaktadır (Demmig-Adams ve Adams, III, 1992; Dutton, 1997). Bu bileşikler ışık enerjisinin yakalanması ve klorofil a molekülüne akatarılması dışında ışığın neden olduğu aşırı O₂ çıkışından kaynaklanan oksijen radikallerinin yıkıcı etkilerine karşı, klorofil a molekülü ve kloroplastın bütünlüğünün korunmasında da rol oynamaktadır (Green ve Durnford, 1996; Fryer, Oxborough, Mullineaux ve Baker, 2002). Fotosentezin ışık safhasında pigmentler tarafından absorbe edilen ışık enerjisi, enerjice zengin Adenozin Trifosfat (ATP) ve Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat (NADPH +H⁺) yapısında tutulur (Arnon, 1984; Clark, Hawkesford, Coughlan, Bennett ve Hind, 1984; Cruz vd., 2004). ATP ve NADPH oluşumu ile bitki artık atmosferin karbondioksitini karbonhidratlar biçiminde indirgemeye hazır duruma gelmiş olmaktadır. Bu bileşikler, karanlık reaksiyonlarda CO₂'in indirgenerek karbonhidratlara sentezinde rol oynarlar (Frenkel, 1995; Raines, 2003). Oluşan karbonhidratlar da enerji kaynağı olarak hücrede lipitlerin, proteinlerin ve benzeri ürünlerin sentezinde görev yaparlar (Renger, 2010). Fotosentezin karanlık reaksiyonları, Calvin döngüsü reaksiyonlarında karboksilasyon (karbon tutulması), indirgenme (redüksiyon) ve CO₂ alıcısının (RuBP) yenilenmesi (rejenerasyon) olmak üzere üç safhada gerçekleşir (Benson ve Calvin, 1947). Karboksilasyon safhasında atmosferin CO₂'i, beş karbonlu bir bileşik olan rubiloz bifosfat (RuBP) ile Rubisco enzimi etkinliğinde yakalanır ve su katılımı ile ya da indirgenerek kararlı ürün olan 2 molekül 3-PGAld (fosfogliseraldehit) oluşturulur. İndirgenme safhasında 3-fosfogliserat molekülleri ATP ve NADPH'den gelen bir protonlar ile indirgenir ve 3-fosfogliser aldehit oluşur. PGAld moleküllerinden bir kısmı kloroplastlarda nişasta oluşumunda kullanılırken, üç karbonlu triozfosfatlara benzer şekilde,

dihidroksiaseton fosfata dönüşerek, kloroplast dışına yani sitoplazmaya taşınmaktadır. Bu bileşikler, sitosolde heksoz fosfatları oluşturur. Bunlar da fruktozanların, sakkarozun ve hücre çeperi polisakkaritlerinin sentezinde öncül madde olarak ve ayrıca bitkinin diğer yüzlerce bileşiğın yapımında kullanılmaktadır. Havanın CO₂ yakalayıcı bileşiğının (RuBP- Ribuloz-1,5-bisfosfat) yenilenmesinde oluşan pentoz fosfatlardan ksiluloz-5-P bir epimeraz ile riboz-5-P ise bir izomeraz ile ribuloz-5-P haline izomerize olurlar. Bu fosforile şeker de ATP tarafından yeniden fosforile edilerek, Calvin Çemberi reaksiyonlarının başlangıç maddesi olan ve çemberin sürekliliğini sağlayan molekül olan ribuloz-1,5-bisfosfatın sentezi sağlanır. Böylece, sonuç olarak Calvin Çemberinde RuBP yeniden oluşur ve bu molekülün yeniden bir CO₂ molekülü yakalaması ile çember reaksiyonları tekrar dönmeye başlar (Benson ve Calvin, 1947; Fridlyand ve Scheibe, 1999). Tuz ve kuraklık stresi, fotosentezin ışık ve karanlık reaksiyonları komponentlerini stomalara bağılı ya da stomalardan bağımsız olarak etkilemektedir (Foyer ve Noctor, 2000; Asada, 2006; Yıldız ve Terzi, 2013). Hem tuz hem de kuraklık etkisi altındaki bitkiler, su kaybını engellemek için stomalarını kapatırlar (Lima, DaMatta, Pinheiro, Totola ve Loureiro, 2002). Stomalar kapandığında yaprak içerisine havanın CO₂ girişini engellenir. Bu da karanlık reaksiyonları ve dolayısıyla da indirgen şekerlerin oluşumunu engeller. Stres faktörlerinin fotosentez mekanizmasını bu şekilde etkilemesi “stomalara bağılı olarak fotosentez indirgenmesi” olarak bilinmektedir (Portis Jr, 1992). Fotosentez metabolizmasında iş gören enzimler, pigmentler, ETS elemanları, kloroplast zar lipitleri kuraklık ve tuz stresine duyarlıdır (Asada, 2006). Söz konusu etmenler ROS üretimi, membran yapısının bozulması sonucu MDA birikimi (Ge vd., 2006; Farmer ve Muller, 2013), pigment yıkımı, pigment sentezi ve sorumlu enzimlerin inaktivasyonu (Goussias, Boussac ve Rutherford, 2002), ETS etkinliğinin indirgenmesi (Johnson ve Ruban, 2009), NDAPH+H ve ATP sentezinin engellenmesi gibi olumsuz etkileri ile de fotosentez akivitesini yavaşlatmakta ya da tamamen inhibe etmektedir (bkz,oksidatif stress) (Foyer ve Fletcher, 2011; Buchert ve Forreiter, 2010). Ayrıca karanlık reaksiyonlarda iş gören enzim de stres faktörlerinden etkilendiği için CO₂ fiksasyonu indirgenmektedir (Jampeetong ve Brix, 2009; Sharma vd., 2012). CO₂ fiksasyonu engellendiğinde, elektron taşıma zinciri fazla ışık ile aktif hale gelerek süperoksit, hidrojen peroksit, hidroksil radikaller ve singlet oksijen gibi (ROS) reaktif oksijen türlerinin üretimini

uyarmaktadır (Powles, 1984; Gutowski ve Kowalczyk, 2013). Stres faktörlerinin bu şekilde fotosentez metabolizmasını etkilemesi ise “stomalardan bağımsız fotosentez indirgenmesi” olarak tanımlanmaktadır.

1.4. Kuraklık ve Tuz Stresine Bitkilerin Geliştirdikleri Tolerans Mekanizmaları

Bitkilerin su eksikliği ve tuz stresine karşı tepkileri ve dayanım mekanizması bitkinin türüne, stresin süresi ve şiddeti, tuz stresinin konsantrasyonu, bitkinin strese maruz kaldığı dönemdeki yaşam döngüsü, hücre, doku ve organların çeşidine göre değişebilir (Kalefetoğlu ve Ekmekci, 2005).

1.4.1. Bitkilerde Kaçınma ve Tolerans

Bitkiler, kuraklık ve tuz stresleri altında tepki verir ve bu streslere karşı kendilerini anatomik, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yönden adapte ederler. Ayrıca bitkiler, abiyotik streslere adapte olabilmek için kaçınma ve tolerans gibi farklı stratejiler geliştirir (Reddy, Chaitanya ve Vivekanandan, 2004). Kaçınma, su yetersizliğinde ve toprakta yüksek tuzluluk gibi durumlarda bitkinin su potansiyelini koruyabilme kabiliyetidir. Kaçınma stratejisi olarak, bitkiler birçok farklı stratejiye sahiptirler. Örneğin bitkilerin terleme ile su kaybını azaltmak için stomalarını kapatması, yaprak yüzey alanını azaltması ve kök emici tüylerinin miktarının artırılması vb değişimler, kaçınma hareketleridir. Bu değişimler bitkilerde topraktan su alımı ve ozmotik potansiyelin sürdürmelesinde yardımcı olur (Dietz ve Pfanschmidt, 2011). Tolerans stratejileri ise, hücrelerin ve dokuların morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal veya moleküler değişiklikler ile stres etkisini indirmek amacıyla oluşturulan dirençtir. Örneğin prolin birikimi, enzimatik hem de enzimatik savunma sisteminin uyarılması strese maruz kalan bitkilerde oluşan kimyasal değişimlerdir (Gong, Zhu, Chen, Wang ve Zhang, 2005; Hayat vd., 2012).

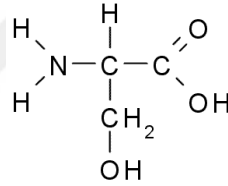
1.4.2. Kuraklık ve Tuz Stresi Koşullarında Osmolitlerin Birikimi

Bitkilerin abiyotik stresin etkisine karşı geliştirdiği tepkilerden biri osmotik dengelemedir. Bu süreçte, bitkiler hücrelerinde sitoplâzma veya vakuolde çözünebilen düşük moleküler ağırlığına sahip ve çok yüksek konsantrasyonlarda dahi toksik etkisi göstermeyen prolin, glisin betain, sukroz, mannitol gibi çözüdür

bileşiklerin sentezini artırır (Ashraf ve Foolad, 2007; Mahajan ve Tuteja, 2005). Bu bileşiklerin birincil işlevi, hücre içerisinde çözünebilen patikül miktarını artırarak hücre içi ozmotik potansiyel ve turgorun dengelemesini sağlamaktır. Ayrıca ROS detoksifikasyonu, enzim stabilizasyonu, protein ve DNA yapısının korunması ve hücrel membranların bütünlüğünün sürdürülmesinde de rol oynarlar (Bartels ve Souer, 2004).

1.4.3. Kuraklık ve Tuz Stresinde Prolinin Rolü

Prolin büyüme ve gelişmenin düzenlenmesinde iş gören en önemli amino asitlerden biridir. Prolin ve hidroksprolin, serbest amino grubu yerine karbon atomunda imino grubu taşıması ile diğer amino asitlerden farklılık göstermektedir. Sahip olduğu geniş yan grup nedeni ile proteinlerde düz zincirde şişkinliklere neden olur ve yapısına katıldığı proteinlerin esnekliğini azaltarak kararlılığını artırır (Verslues ve Sharma, 2010; Tanner, 2008).



Bu nedenle stres koşullarında hücrede prolin birikimi araştırmacılar tarafından strese toleransın artırılmasında indikator bileşik olarak kabul edilmektedir (Sharma, Villamor ve Verslues, 2011). Yapılan çalışmalarda kurak ve tuz stresi koşullarında prolinin, DNA, protein ve enzim yapısı, membrane bütünlüğünün korunması, ROS temizlenmesi (Ashraf ve Foolad, 2007; Lehmann, Funck, Szabados ve Rentsch, 2010), hücrel turgor ve ozmotik dengenin sürdürülmesi (Heuer, 1999; Burton, 1991), çeper aktivitelerinin kontrolü (Karlsson, Melzer, Prokhorenko, Johansson ve Wingsle, 2005; Gomes, Oliva, Mielke, Almeida ve Aquino, 2010) gibi fonksiyonları ile bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenlediği bildirilmiştir. Ayrıca klorofil biyosentezine katılması, gerekli koşullarda glikoza dönüşerek enerji kaynağı sağlaması (Tanner, 2008; Mattioli vd., 2009), yaprak, çiçek, sürgün ve kök gelişimini teşvik etmesi gibi önemli etkileri de bulunmaktadır (Lehmann vd., 2010). Bitki organlarındaki prolin seviyesi, genotip, doku ve orgaların gelişim durumu, senesens,

abiyotik ve biyotik stres etmenlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Claussen, 2005; Gomes vd., 2010; Bhaskara, Yang veVerslues, 2015).

1.5. Çalışmanın Amacı

Bitkisel üretimde verim ve kaliteyi artırmak için stress faktörlerinin olumsuz etkisinin giderilmesi amacı ile toprak ıslahı, organik gübre kullanımı, seralarda topraksız yetiştiricilik gibi bazı yetiştirme tekniklerinin kullanımı gibi bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu alanda yapılan farklı çalışma teknikleri kalıcı çözüm olşturmadığı gibi oldukça da masraflı olması, araştırmacıları farklı tekniklerin bulunması ve kullanılmasına yönelik çalışmalara zorlamıştır. Bu teknikler arasında stres faktörlerine toleransı yüksek genotiplerin seçilmesi ve geliştirilmesi, yeni çeşitlerin ıslahı oldukça büyük önem taşımaktadır. Bugüne kadar çeşitli domates türleri ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Fakat MSC50 ve SC2121 domates çeşitlerinin kuraklık ve uz stresine toleranslarının belirlenmesine yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Bu yönüyle yaptığımız çalışma özgün bir çalışmadır. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda kuraklık (% 25, % 50 ve % 75) ve tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl) uygulamalarına toleransının araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca, bir stres etmenine dayanıklı olan domates çeşidinin farklı bir diğer stres etmenine toleransının değişiminin belirlenmesi de hedeflenmiştir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Domates, Dünyanın her ülkesinde uygulamalı olarak yetiştirilebilen önemli bir sebze ürünüdür. Domatesten başta salça olmak üzere, domates suyu, çorba, ketçap, sos, kurutulmuş domates gibi birçok farklı ürün üretilmektedir. İçerisinde A, B1, B, B6, C, K vitaminleri, niacin, protein, yağ, karbonhidrat, potasyum, kalsiyum, demir ve yüksek miktarda likopen ve β - karoten içermesi nedeniyle sağlıklı bir besin kaynağıdır (Evgenidis vd., 2011). Türkiye'nin 11,85 milyon tonluk üretimle Çin, Hindistan ve ABD'in ardından dördüncü sırada yer almakta ve dünya domates üretiminin yüzde 6,9'unu karşılamaktadır. Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB) Genel Başkanı Şemsi Bayraktar, domatesin ekonomiye 12,7 milyar liralık katkı sağladığını belirterek, üretimin artırılması için mevcut sorunların giderilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu nedenle Türkiye ve birçok dünya ülkesinde domates üretiminin nitelik ve niceliğinin geliştirilmesi için birçok çalışma yapılmaktadır (Farré vd., 2010). Tuzluluk ve kuraklık stresleri, domates veriminin miktarı ve kalitesi için oldukça önemlidir. Su ve tuz stresleri, domates türlerinin fizyolojisini çeşitli şekillerde etkilemektedir. Örneğin söz konusu faktörler fotosentez, solunum, protein sentezi, aminoasit, karbonhidrat metabolizması ve antioksidan enzim aktiviteleri gibi bazı reaksiyonlarında değişikliklere neden olmaktadır (Gulen ve Eris, 2004). Kuraklık ve tuz stresinin domatesin büyümesi, gelişimi ve metabolik reaksiyonlarına etkisi ile ilgili pek çok araştırma mevcuttur. Bu kapsamda domates yetiştiriciliğinde tuz ve kuraklık stresine yönelik yapılan çalışmalar, sera ve açık alan yetiştiriciliği temel alınarak verilmiştir.

Giannakoula ve Ilias (2013) domateste (*Lycopersicon esculentum*) tuz uygulamalarının klorofil pigment miktarı üzerine etkisini araştırmışlardır ve çalışma sonuçlarına göre 150 mM NaCl uygulaması klorofil miktarını düşürdüğünü saptamışlardır. Tuna (2014) çalışmasında domateste tuz uygulamasının klorofil ve toplam karotenoit içeriğine etkisini araştırmışlar ve 120 mM NaCl uygulamasının klorofil ve toplam karotenoit içeriğini azalttığını saptamıştır. Sholi (2012) ise 100 mM NaCl ve 150 mM NaCl uygulamalarının klorofil ve toplam karotenoit miktarlarını arttırdığını belirlemiştir. Juan, Rivero, Romero ve Ruiz (2005)

çalışmalarında domates genotiplerinde çeşitli tuz uygulamalarının karotenoid miktarlarına etkisini incelemişler ve sonuç olarak 100 mM NaCl uygulamasının toleranslı genotiplerinde (*Lycopersicon esculentum*) karotenoid miktarını arttırdığını kaydetmişlerdir. Mafakheri, Siosemardeh, Bahramnejad, Struik ve Sohrabi (2010) nohutta (*Cicer arietinum*) su eksikliğinin klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriklerini arttırdığını; Hayat, Hasan, Fariduddin, ve Ahmad (2008) çalışmalarında kısa dönemli su kıtlığının domateste (*Lycopersicon esculentum*) klorofil miktarını azalttığını; Behnamnia (2015) ise 3 ve 5 günlük kuraklık stresinin (su kıtlığı) toplam klorofil miktarını düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Tuzun prolin üzerine etkisine yönelik çalışmalarda Giannakoula ve Ilias (2013), domateste (*Lycopersicon esculentum*) 100 mM ve 150 mM NaCl, Tuna (2014), 125 mM NaCl; Eraslan, Güneş, İnal, Çiçek ve Alpaslan (2008) 40 mM NaCl; Li (2009), 300 mM NaCl ve Amini ve Ehsanpour (2005), 160 mM NaCl uygulamalarında prolin miktarının arttığını bulmuşlardır. Gharsallah, Fakhfakh, Grubb ve Gorsane (2016) çalışmalarında domateste (*Lycopersicon esculentum*) tuz uygulamasının prolin miktarına etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, yüksek tuz uygulaması domateste prolin miktarını arttırmıştır. Ali, Ashraf, Shahbaz ve Humera (2008), mısırdaki (*Zea mays*) 60 mM NaCl uygulamasının; Koca, Bor, Özdemir ve Türkan (2007) ise susam (*Sesamu m indicum*) genotiplerinde 50 ve 100 mM NaCl; Aghaleh, Niknam, Ebrahimzadeh ve Razavi (2009), ise deniz börülcesinde (*Salicornia persica*) 200 mM NaCl uygulamalarının prolin değerini arttırdığını belirlemişlerdir. Kuraklık stresinin prolin miktarı üzerine etkilerine ilişkin yapılan çalışmalarda prolin birikiminin genotipe göre değiştiği belirlenmiştir. Khan vd., (2015), domateste (*Lycopersicon esculentum*), Gunes, Pilbeam, Inal ve Coban (2008) ayçiçek (*Helianthus annuus*) bitkisinde % 24 kuraklık uygulamasının prolin miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Mahboobeh ve Akbar (2013), çalışmalarında tütün bitkisinde (*Nicotiana glumaginifolia*) tuz uygulamasının protein miktarına etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre, 250 mM tuz uygulaması tütünde protein miktarını azaltmıştır. Hameed, Naseer, Iqbal, Syed ve Haq (2008) çalışmalarında ekmeçlik buğdayda (*Triticum aestivum*) 150 mM tuz uygulamasının protein miktarını azalttığını

belirlemişlerdir. Amini ve Ehsanpour (2005), domateste (*Lycopersicon esculentum*) tuz uygulamasının protein miktarına etkisini çalışmışlar ve 40 ve 80 mM NaCl uygulamalarının çözülebilir protein değerini arttırdığı saptamışlardır. Fazeli, Ghorbanli ve Niknam (2007), % 75 kuraklık uygulamasının susamda (*Sesamum indicum*); Ahkzari ve Pessarakli (2016) çalışmalarında yaban kerevizinde (*Levisticum officinale* Koch) protein içeriğini azalttığını buna karşın, Ibrahim ve Semary (2001) mısırdaki (*Zea mays*) kısa dönemli su stresi uygulamasında, kuraklık stresinin toplam çözünen protein miktarını yükselttiğini belirlemişlerdir.

Bor, Özdemir ve Türkan (2003) şeker pancarında (*Beat vulgaris* L.), Eraslan vd., (2008), domateste (*Lycopersicon esculentum*) çeşitli tuz konsantrasyon uygulamalarının MDA içeriğine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar pancarda 150 mM NaCl uygulamasının domateste ise 40 mM tuz uygulamasında MDA miktarını azalttığını ifade etmişlerdir. Yine Pan, Wu ve Yu (2006), çalışmalarında % 20 tuz konsantrasyon uygulamasının meyan kökünde (*Glycyrrhiza glabra*) MDA miktarında düşüşe neden olduğunu; Li (2009), domateste 200 mM NaCl, Guerrero, González, DellAmico, Núñez ve Pieters (2015) domateste 100 mM NaCl, Koca vd., (2007) susam (*Sesamum indicum*) genotiplerinde 50 ve 100 mM NaCl uygulamalarının MDA seviyesinde artışa sebebiyet verdiğini kaydetmişlerdir. Fazeli vd., (2007) % 25 ve % 50 su eksikliğinin susamda (*Sesamum indicum*), Bhardwaj ve Yadav (2012) mısırdaki (*Zea mays*) % 18 kuraklık, Hayat vd., (2008), domateste su seklilikliği uygulamalarının hücrelerde MDA birikimini uyardığını belirlemişlerdir. Ayrıca Gunes vd., (2008) ayçiçek (*Helianthus annuus*) bitkisinde % 24 kuraklığın, Terzi, Sağlam, Kutlu, Nar ve Kadioğlu (2010) fasulyede kuraklığın, Zhang, Chen ve Shen (2011), ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) 4, 8, ve 12 gün aralıklı kuraklık uygulamalarının MDA seviyesinde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

Tuz stresinin H₂O₂ konsantrasyonu üzerine etkilerine ilişkin çalışmalara göre Bor vd., (2003) 150 mM NaCl uygulamasının şeker pancarında (*Beat vulgaris* L.), Jovanović, Maksimović ve Radović (2011), ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) 25 mM NaCl stres uygulamasının H₂O₂ miktarında artışa neden olduğunu kaydetmişlerdir. Eraslan vd., (2008), 40 mM NaCl uyguladıkları domates çeşitlerinde (*Lycopersicon esculentum*) H₂O₂ miktarını azalttığını; Giannakoula ve Ilias (2013),

ise 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarında H₂O₂ miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Gunes vd., (2008) çalışmalarında ayçiçek (*Helianthus annuus*) yapraklarında % 24 kuraklık stres uygulamasının H₂O₂ içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Luna vd., (2005), yaptıkları çalışmada % 60 kuraklık uygulamasının ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*), Kavas, Baloğlu, Akça, Köse ve Gökçay (2013), kavunda (*Cucumis melo* Var). % 10 kuraklık uygulamasının H₂O₂ miktarını arttırdığını gözlemlemişlerdir.

Mahboobeh ve Akbar (2013), mısırdaki (*Zea mays*) tuz uygulamasının çözülür karbonhidrat miktarına etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, 150 mM tuz uygulaması mısırdaki çözülür karbonhidrat miktarını arttırmıştır. Juan vd., (2005), domates genotiplerinde (*Lycopersicon esculentum*) yaptıkları çalışmada 100 mM NaCl uygulamasının sukroz miktarını arttırdığını, Giannakoula ve Ilias (2013) ise 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarında karbonhidrat seviyesinde artış olduğunu belirlemişlerdir. Ghosh, Asanuma, Kusutani ve Toyota (2001), çalışmalarında 30 mM NaCl stres uygulamasının patatesin (*Solanum tuberosum*) fruktoz miktarını arttırdığını saptamışlardır. Mahboobeh ve Akbar (2013) yaptıkları çalışmada tütünde (*Nicotiana plumbaginifolia*) 150 mM NaCl uygulamasının toplam çözülebilir karbonhidrat miktarını azalttığını belirlemişlerdir. Balibrea, Dell'Amico, Bolarín ve Pérez-Alfocea (2000), domateste (*Lycopersicon esculentum*) 100 mM NaCl uygulamasının toplam çözülebilir glikoz, fruktoz ve sukroz miktarlarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Liu ve Van Staden (2001), çalışmalarında 100 mM NaCl uygulamasının soya fasulyesinin (*Glycine max*) glikoz ve fruktoz miktarlarını arttırdığını fakat sukroz miktarını düşürdüğünü gözlemlemişlerdir. Dubey ve Singh (1999), 14 mM NaCl uygulamasının pirincin (*Oryza sativa*) sukroz miktarında azalmaya sebebiyet verdiğini belirlemişlerdir. Amini ve Ehsanpour (2005), yaptıkları çalışmada domateste (*Lycopersicon esculentum*) 160 mM NaCl uygulamasının toplam çözülebilir karbonhidrat miktarını azalttığını saptamışlardır. Behnamnia (2015), çalışmalarında kuraklık uygulaması ile toplam çözülebilir karbonhidrat miktarı arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlar ve 3 ve 5 günlük su kuraklığının domateste (*Lycopersicon esculentum*) toplam çözülür karbonhidrat miktarını düşürdüğünü bulmuşlardır. Pelleschi, Rocher ve Prioul (1997) % 80 kuraklık stres uygulamasının serada yetişen mısır (*Zea mays*) yapraklarında glukoz

ve fruktoz miktarlarını arttırdığını, fakat sukroz miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Keller ve Ludlow (1993), bezelyede (*Cajanus cajan*) kuraklık stresinin fruktoz miktarını arttırdığını belirlemişlerdir. Schubert, Serraj, Plies-Balzer ve Mengel (1995), yoncada (*Medicago sativa*) 3 ve 5 günde bir uygulanan kuraklık stresinde glikoz miktarının azaldığını tespit etmişlerdir. Nahar, Ullah ve Islam (2011), % 80 kuraklık uyguladıkları domates genotiplerinde glikoz, fruktoz ve sukroz miktarlarını yükseldiğini, Pattanagul ve Thitisaksakul (2008), % 100 ve % 150 kuraklık uygulaması pirinçte (*Oryza sativa* L.) toplam çözülebilir karbonhidrat ve sukroz miktarlarının arttığını tespit etmişlerdir.

Tuz ve kuraklık uygulamalarının domates ve değişik bitkilerde antioksidant enzimler üzerine yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Enzim aktiviteleri tolerant genotiplerde duyarlı olanlara göre yüksek bulunmuştur. Nitekim Bor vd., (2003), 150 mM NaCl uygulamasının şeker pancarında (*Beta vulgaris*) SOD ve CAT aktivitelerini arttırdığını saptamışlardır. Tari vd., (2015), 100 mM NaCl uyguladıkları domates çeşitlerinde katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve guaiakol peroksidaz (GuPX) aktivitelerinin düştüğünü tespit etmişlerdir. Koca vd., (2007) 50 mM ve 100 mM tuz uygulamalarının susamda (*Sesamum indicum*) CAT aktivitesini arttırdığını buna karşın, Hameed vd., (2008) 15 mM tuz uygulamasının ekmeklik buğdayında CAT aktivitesini azalttığını gözlemlemişlerdir. Shalata, Mittova, Volokita, Guy ve Tal (2001) 100 mM NaCl uygulamasının domateste SOD ve CAT aktivitelerini arttırdığını belirlerken, Mohammad, Shibli, Ajlouni ve Nimri (1998) ise 150 mM NaCl uygulamasının GuPX aktivitesini uyardığını saptamıştır. Guerrero vd., (2015) yapmış oldukları çalışmada domateste (*Lycopersicon esculentum*) 150 mM NaCl stres uygulamasının katalaz aktivitesini yükselttiğini, fakat süperoksit dismutaz enzim aktivitesini azalttığını; Li (2009), 100 mM NaCl uygulamasının domateste CAT, SOD ve GuPX enzim aktivitelerini arttırdığını belirlemiştir. Abedi ve Pakniyat (2010) kolzada (*Brassica napus*) % 60 kuraklık uygulamasının guaiakol peroksidaz (GuPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitelerini arttırdığını, fakat katalaz (CAT) aktivitesini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Hayat vd., (2008), çeşitli aralıklarda (10, 20 ve 30 günde bir kez olmak üzere) kuraklık uyguladıkları domates fidelerinde enzim aktivitesinin 30. günde topladıkları örneklerde en yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca su eksikliği uygulamalarının peroksid, katalaz ve

süperoksit dismutaz aktivitelerinde artışa neden olduğunu da ifade etmişleridir. Gunes vd., (2008) yaptıkları çalışmada % 24 kuraklık uygulamasının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) SOD antioksidan enzim aktivitesini arttırdığını belirlemişlerdir.

Bu bölümde verilen literatür çalışmaları tarlada yetiştirilen bitkilerde kuraklık ve tuz stresinin etkilerine ilişkindir. Jaleel, Sankar, Sridharan ve Panneerselvam (2008) çalışmalarında peervane çiçeğinde (*Catharanthus roseus*) tuz uygulamalarının klorofil ve toplam karotenoit içeriğine etkisini araştırmışlar ve bulgularında 100 mM NaCl uygulamasının klorofil ve toplam karotenoit miktarını düşürdüğünü saptamışlardır. Gummuluru, Jana ve Hobbs (1989), çalışmalarında 300 ve 450 mM NaCl uygulamalarının ekmeklik buğdayda (*Triticumaestivum*) klorofil miktarını düşürdüğünü belirlerken, Khayatnezhad ve Gholamin (2012), mısırdaki (*Zea mays*) % 100 kuraklık stresinin klorofil miktarını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Yine Homayoun, Daliri ve Mehrabi (2011) mısırdaki kısa dönemli su eksikliği uygulamalarının klorofil ve karotenoit miktarlarını indirgediğini gözlemlemişlerdir. Nahar vd., (2011), farklı konsantrasyonlarda kuraklık uygulamalarının domateste (*Lycopersicon esculentum*) % 80 ve % 100 su eksikliğinin prolin birikimini uyardığını belirlemişlerdir. Hurkman ve Tanaka (1987) 200 mM NaCl uygulaması yaptıkları arpada (*Hordeum vulgare*) protein içeriğini azalttığını tespit etmişlerdir. Ouerghi, Rémy, Ouelhazi, Ayadi ve Brulfert (2000) ise 200 mM tuz uygulamasının ekmeklik buğdayda protein içeriğini indirgediğini saptamışlardır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bitki Örneği

DeneYlerde kullanılan domates (*Lycopersicon esculentum* L.) bitkisinin tohumları (MSC50 ve SC2121) İzmir Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Tohumlar K.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'ne ait serada yetiştirilmiştir. Analizlerde tam olarak gelişmiş yapraklar kullanılmıştır. MSC50 (*Solanum lycopersicum* L.), 23.01.2014/075 yerli köy domatesi tipinde Ege Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü tarafından geliştirilen F1 domates çeşitlerinden biridir. İslahçılar Sevgi Mutlu, Mehmet Asım Haytaoğlu, Ayşe Kahraman ve Seyfullah Binbir'dir. Çeşit özellikle açık tarla çeşitlerine uygun, agronomik özellikleri iyi, heterosis gücü yüksek Fusarium, Verticillium, TSWV, ToMV, nematod dayanımı olan hatlardan birisidir. SC2121 Domatesi, Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğünce Geliştirilmiş ince kabuk yeni bir domates çeşididir. SC2121 oturak çeşitlerdendir. Çeşit erkenci bir çeşit olup, özellikle Ege ve Marmara bölgesinde turfanda yetiştiricilik için uygundur. Çatlama yapmaz ve sofralık Pazar için uygundur. SC2121, açık tarla yetiştiriciliğine uygun, bitki yapısı kuvvetli ve bol yapraklıdır. Dikim ile hasat arası 65-70 gün, hasat süresi ise 60 gündür. Meyve ağırlığı ortalama 140-180 gr'dır. Dekara verim ortalama 9 ton/da'dır. Adaptasyon kabiliyeti oldukça iyidir (Republic of Turkey Ministry of Food, 2014).

3.2. Sera Denemesi

Tohumlar önce steril torf içerisinde çimlendirilmiştir. Daha sonra iyi gelişen fidelerden içerisinde bahçe toprağı: yanmış ahır gübresi: kum (2:1:1) bulunan saksılara (4000 ml) 3 adet olacak şekilde alınmıştır. Harç toprağı naylon bir örtü üzerine konulmuş ve gübrelerle iyi bir şekilde karıştırılarak saksılara doldurulmuştur. Tuz uygulaması yapılan saksılardaki drenajı önlemek için harç toprağı polietilen torbalar içerisinde yerleştirilmiştir. Kuraklık uygulaması kontrol, % 25, % 50 ve % 75 su eksikliği olacak şekilde hazırlanmış, kuraklık uygulaması toprağın tarla kapasitesine göre yapılmıştır. Kontrol grubu bitkiler 774.5 ml, % 25 kuraklık uygulama grubu bitkiler 581 ml, % 50 kuraklık uygulama grubu bitkiler 387 ml ve %

75 kuraklık uygulama grubu bitkiler ise 194 ml su ile sulanmıştır. Tuz uygulamaları kontrol, 50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl konsantrasyonları şeklinde yapılmış ve her bir grup için 774 ml su kullanılmıştır. Bitkiler 10 litre su içerisinde saf NaCl tuzu ilave edilerek hazırlanmış farklı konsantrasyonlardaki sulama solüsyonları ile sulanmıştır. Sulama suyu her uygulama sırasında taze hazırlanmıştır. Kontrol uygulaması ise çeşme suyu (EC değeri: 0.4 dS/m) ile sulanmıştır. Deneme her uygulama için 3 tekrarlamalı ve her tekrarlama 3 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Uygulamalara fidanlar 6-7 yapraklı safhada iken başlanılmış ve meyve tutumu başlayana kadar devam edilmiştir. Uygulamalar haftada iki kez olacak şekilde yapılmıştır. Stres faktörlerinin etkisini belirlemek amacıyla uygulamalara başladıktan sonra sekizinci haftada iyi gelişmiş yapraklar toplanarak fotosentetik pigment miktarları, prolin, toplam çözümlü protein, lipid peroksidasyon seviyesi (malondialdehit-MDA), hidrojen peroksit (H_2O_2), glikoz, fruktoz, sukroz ve toplam çözümlü şeker miktarları ve askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivite tayinleri yapılmıştır. Analizlerde kullanılan yaprak örnekleri 65 °C etüvde 10 saat kurutulularak blenderde öğütülmüş ve toz haline getirilmiştir.

3.3. Kimyasal Maddeler ve Cihazlar

Deneyleerde kullanılan kimyasal maddeler analitik saflıkta olup Sigma ve Merck firmalarından satın alınmıştır. Deneyleerde; blender(CAC33 32 OZ), analitik terazi (Precisa XB 3200C) , ısıtmalı su banyosu (Nüve NB 20), vortex (VELP F20220176), spektrofotometre (T80 UV/VIS), pH metre (WTW pH 330i), santrifüj(Nüve NF 1200R), manyetik karıştırıcı (Wisd MSH-20A), dağıtıcı ve mikro pipetler (Eppendorf) kullanılmıştır.

3.4. Kullanılan Kimyasal Çözeltiler

% 80 Aseton: 80 ml aseton ile 20 ml saf su karıştırılmıştır.

% 3 sülfosalisilik asit: 3 gr sülfosalisilik asit 100 ml saf suda çözündürülmüştür.

Asidik ninhidrin: 1,25 gr ninhidrin 30 ml glasiyel asetik asit (% 96) içerisine konulup ve üzerine 20 ml 6 M ortofosforik asit ilave edilmiştir.

6 M ortho-phosphoric asit: 100 ml saf su 1000 ml balon jojeye konuldu. zerine 405,5 ml ortofosforik asit ilave edildi. Daha sonra da 494,5 ml saf su ilave edilerek son hacim 1000 ml'e tamamlanmıştır.

L-prolin standart stoğu: 0,025 gr L prolin tartılarak 250 ml %1 lik sülfosalisilik asit içerisinde eritilmiş ve stok hazırlanmıştır.

0,2 M Na₂HPO₄. 12 H₂O : 71,64 gr tartılıp 1000 ml saf suda eritilmiştir.

0,2 M NaH₂PO₄. 1 H₂O: 27,6 gr tartılıp 1000 ml saf suda eritilmiştir.

50 mM NaHPO₄ tamponu: 0,2 M Na₂HPO₄. 12 H₂O'dan 43,5 ml, 0,2 M NaH₂PO₄. 1 H₂O'dan ise 6,5 ml alınmış ve üzerine 0,0292 gr EDTA eklenmiştir. Karışım saf su ile 100 ml'e tamamlanmıştır.

Brillan Blue reaktifi hazırlanması: 100 mg Coomassie Brilliant Blue, 50 ml % 95'lik etil alkolde zlmş, üzerine 100 ml % 85'lik ortofosforik asit ilave edilerek saf su ile 600 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışım filtre kağıdından szlp süzüntüye % 85'lik gliserol ilave edilerek saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır,(indikatör zlti).

% 0,1 TCA: 0,1 gr TCA (Trichloro Aceticacid), 100 ml saf su içerisinde zndrlmştir.

% 20 TCA: 20 gr TCA 100 ml saf su içerisinde zndrlmştir.

TBA: 0,5 gr TBA (Thiobarbtiric Acid), 100 ml % 20 TCA içerisinde zndrlmştir.

50 mM KH₂PO₄ tamponu: 0,68 gr KH₂PO₄, 100 ml saf suda eritilmiştir. 0,4 gr alınıp NaOH, 100 ml saf suda eritilmiştir. Daha sonra mM KH₂PO₄ tamponundan 50 ml alınmış üzerine 22 ml NaOH solusyonundan ilave edilmiştir. Karışım saf su ile 100

ml'e tamamlanmış pH (7) ayarlanmıştır. Bu karışım ise saf su ile 400 ml'e tamamlanmıştır. KI:16,6 gr KI, 100 ml saf suda eritilmiştir.

%1 TCA : 1 gr TCA, 100 ml saf suda eritilmiştir.

H₂O₂ tayininde kullanılan kör: 500 µl %1 TCA, 500 µl 50 mM KH₂PO₄ tamponu ve 1000 µl KI solusyonu ile hazırlanmıştır.

H₂O₂ stoğu: 20 mg toz H₂O₂, 40 ml % 0,1 TCA içerisinde eritilmiştir.

% 80 etanol: 80 ml etanol ile 20 ml saf su karıştırılmıştır.

Anthron reaktifi: 200 mg Anthron, 100 ml soğuk sülfürik asit (% 96) içerisinde çözülmüştür.

% 52 Perklorik asit: firmadan alınmıştır.

Glikoz stoğu: 1 gr glikoz 100 ml saf suda eritilmiştir.

Frukto stoğu: 1 gr fruktoz 100 ml saf suda eritilmiştir.

Sukroz stoğu: 1 gr sukroz 100 ml saf suda eritilmiştir.

3.5. Klorofil ve Karotenoit Miktar Tayini

Klorofil miktarının belirlenmesi için 0,1 gr (100 mg) kuru yaprak örneği 4 °C'de % 80'lik aseton çözeltilisinden 10 ml ilave edilerek homojenize edilmiştir. Ependorf tüplerine aktarılarak 3000 rpm'de 5 dakika santrüfuj edilmiştir. Süpernatant alınarak spektrofotometrede 450, 645, 663 nm'de ölçüm yapılmıştır. Kör/standart olarak soğuk aseton kullanılmıştır. Deneyler üç tekrarlı yapılmıştır. Toplam klorofil miktarı Arnon denklemi (Arnon, 1949), karotenoit miktarı ise Jaspars formülüne göre belirlenmiştir (Witham ve ark, 1971). Klorofil miktarının hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

Klorofil a mg /g kuru örnek: $[(12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645})] \times (V/1000 \times W)$

Klorofil b mg/g kuru örnek= [(22,9 x A645)- (4,68 x A663)]X(V/1000xW)

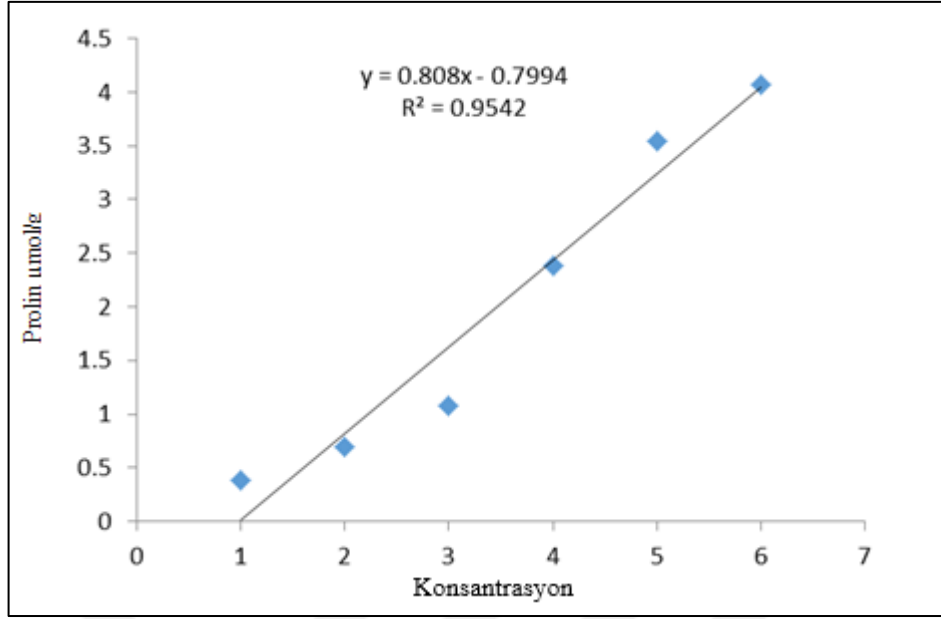
Toplam klorofil mg/g kuru örnek = klorofil a + klorofil b

Toplam karotenoit mg/g kuru örnek = [(4,07 x D450)- (0,0435 x klorofil a+ 0,367 x klorofil b)]

3.6. Prolin Miktar Tayini

Kontrol ve uygulama gruplarında prolin miktarını belirlemek için 0,1 gr (100 mg) kuru örnek, 7 ml % 3'lik sülfosalisilik asitte homojenize edilmiş ve kısa süreli vortekslenmiştir. Homojenat çift kat kurutma kağıdı ile süzölmüştür. Süzöntüden 2 ml alınarak cam tüplere (20 ml) konulmuş ve üzerine sırasıyla 2 ml glasiyel asetik asit (% 96) ve 2 ml'de asidik ninhidrin ilave edilmiştir. Tüplerin ağzı parafilm ile sıkıca kapatılmış ve toplu iğne ile küçük delikler açılmıştır. Bunun ardından bütün tüpler 100 °C'de sıcak su banyosunda 60 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra tüpler buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Soğuyan örneklere 4 ml soğuk toulen ilave edilerek vortekslenmiştir. Her tüpün üst kısmında oluşan pembe fazın 520 nm'de absorbansı ölçülerek kaydedilmiştir. Kör olarak ya da spektrofotometreyi dengelemek için toluen kullanılmıştır. Sonuçlar prolinden (Merck) hazırlanan standart grafik yardımıyla gr taze doku başına prolin miktarı hesaplanmıştır (Grafik 3.1).

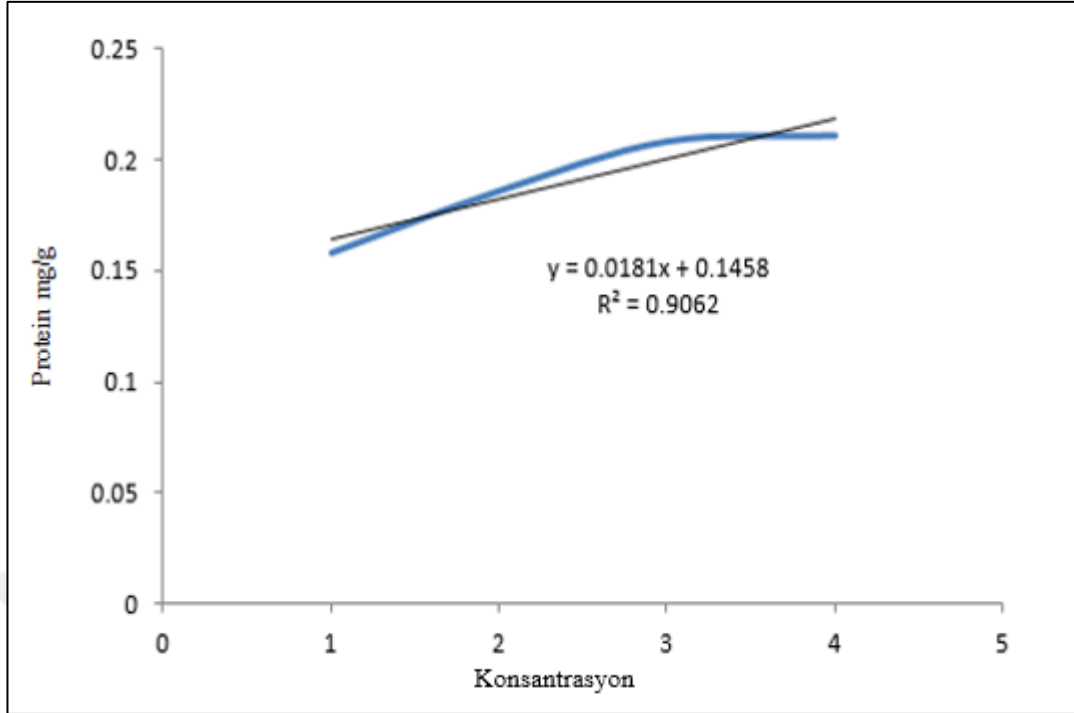
Prolin µmol: µg prolin x ml (toluen) /115,5/örnek (gr)/5



Grafik 3.1. Prolin standart grafiği

3.7. Protein Miktar Tayini

Yapraklardaki protein miktarı Bradford (1976) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemde kullanılan Coomassie brilliant blue G-250 boyası negatif yüklüdür ve protein üzerindeki pozitif yüklere bağlanır. Bu boyanın kırmızı ve mavi formları mevcuttur. Boya ile proteinin bağlanması kırmızı formun mavi forma dönüşümünü sağlar. Protein miktarının belirlenebilmesi için 100 mg toz örnek 5ml, 50 mM Na-fosfat tamponu (pH: 7.4-7.6) ile homojenize edilmiştir. Ezme işlemleri buz banyosunda yapılmıştır. Ezilen örnek çift katlı tülbent bezi ile süzölmüş ve eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Örnekler +4 °C'te 10.000 g 'de 15-20 dk santrifüjlenmiştir. Süpernatantlardan 300 µl alınmış üzerine 200 µl saf su ve en son olarak da 500 µl Coomassie brilliant blue G-250 reaktifi eklenmiştir. Örnekler kısa süreli vortekslenmiş ve 10 dk karanlıkta inkubasyona bırakılmıştır. İnkubasyondan sonra 595 nm de absorbanslar kaydedilmiş ve BSA (Bovin Serum Albümin) ile standartlar (0,01; 0,02; 0,04; 0,08; 0,16; 0,32 mg/ml) hazırlanmıştır. Standart grafik yardımıyla yapraklardaki protein miktarı mg/g KA olarak belirlenmiştir (Grafik 3.2).

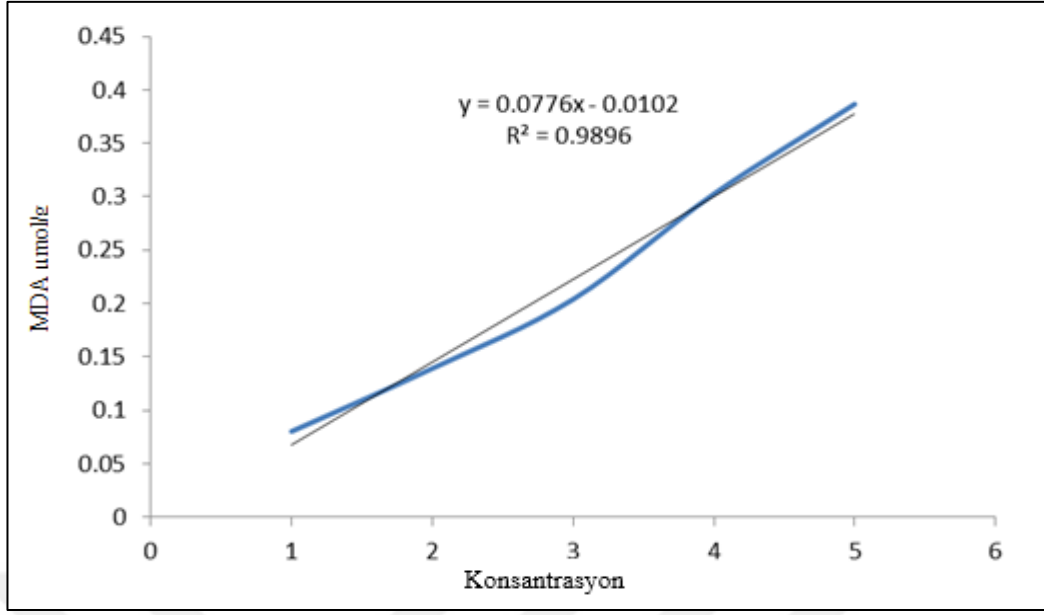


Grafik 3.2. Protein standart grafiği

3.8. Lipit Peroksidasyonu (MDA) Miktar Tayini

MDA miktarı Lutts, Kinet ve Bouharmont (1996)'nen yöntemi esas alınarak yapılmıştır. 100 mg toz örnek üzerine 5 ml % 0.1 'lik Trichloro Aceticacid (TCA) ilave edilmiş, kısa süre vortekslenerek çift kat tülbent bezi ile süzölmüştür. Homojenat 10000 rpm devir hızında 10 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Süpernatanttan 1 ml alınarak 10 ml cam tüplere aktarılmış ve üzerine 1 ml TBA ilave edilmiştir. Karışım 95 °C' deki sıcak su banyosunda 60 dakika bekletilmiş ve buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuştur. Örneklerin, 532 ve 600 nm'de absorbans değerleri spektrofotometrede (T80 UV/VIS) okunmuştur. Kör olarak, içinde % 20 TBA bulunan % 0.1 lik TCA kullanılmıştır. Yapraklardaki MDA konsantrasyonu, 155 mM cm⁻¹ olan "extinction katsayısı" kullanılarak µmol/g KA olarak belirlenmiştir (Grafik 3.3).

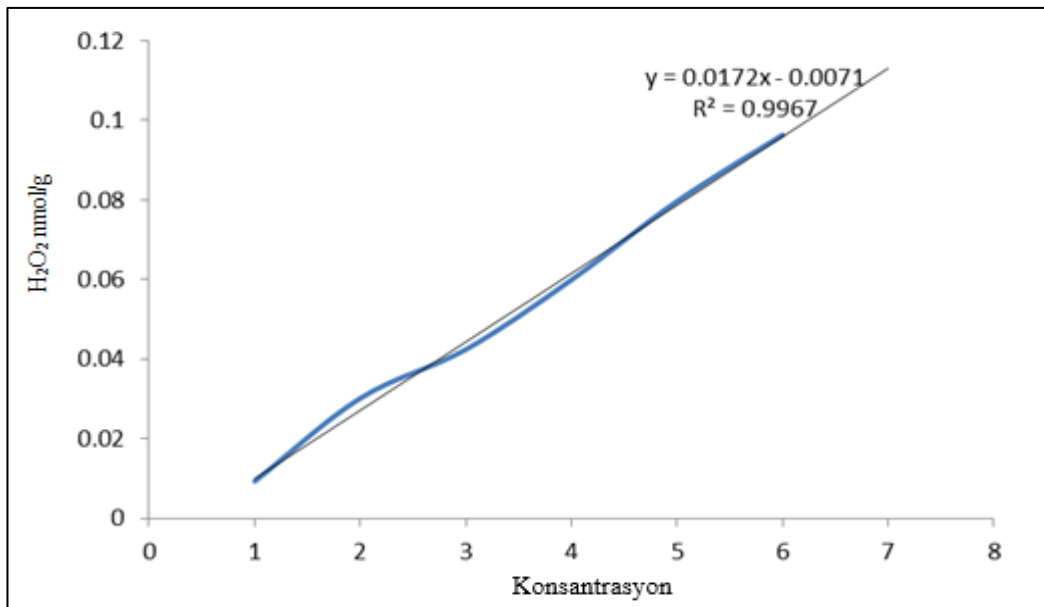
MDA: (A532-A600) x ekstrakt hacmi (ml)/155/cm x örnek miktarı (mg)



Grafik 3.3. MDA standart grafiği

3.9. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) Miktar Tayini

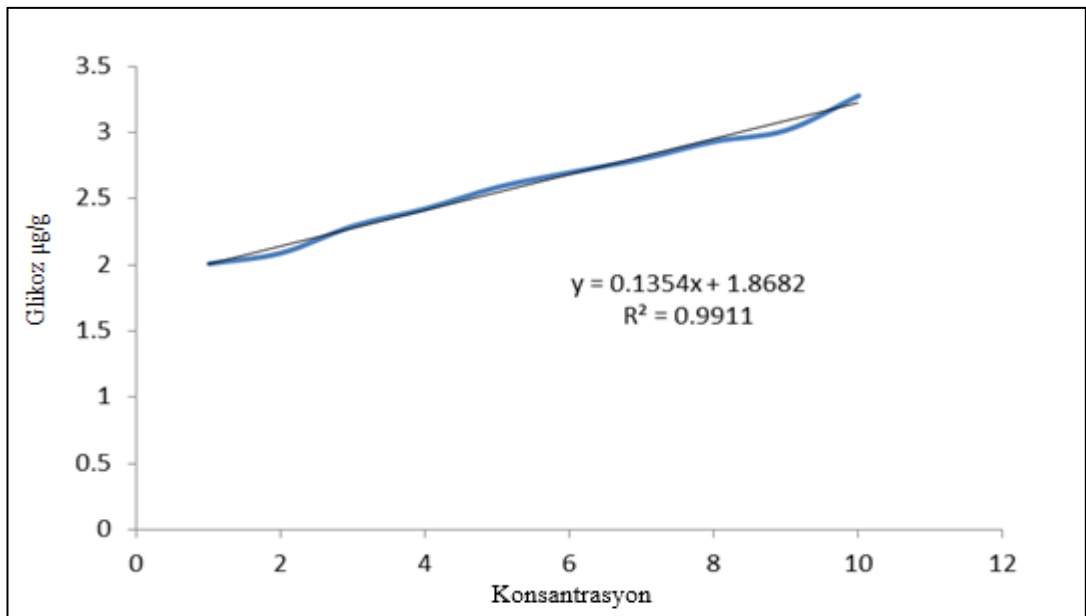
100 mg kuru yaprak örneği 5 ml %1 lik (w/v) TCA'da homojenize edilmiştir. Homojenat 12000 g 10 dk santrifüjlenmiştir. 0,5 ml süpernatant üzerine 10 mM (pH=7) fosfat tamponu ve 1 M KI ilave edilerek 355 nm'de absorbansı ölçölmüştür (Velikova ve ark, 2000). 2, 4, 8, 16, 20 ve 24 μl konsantrasyonlarında hazırlanan standartlardan elde edilen grafik yardımıyla H_2O_2 miktarı belirlenmiştir (Grafik 3.4).



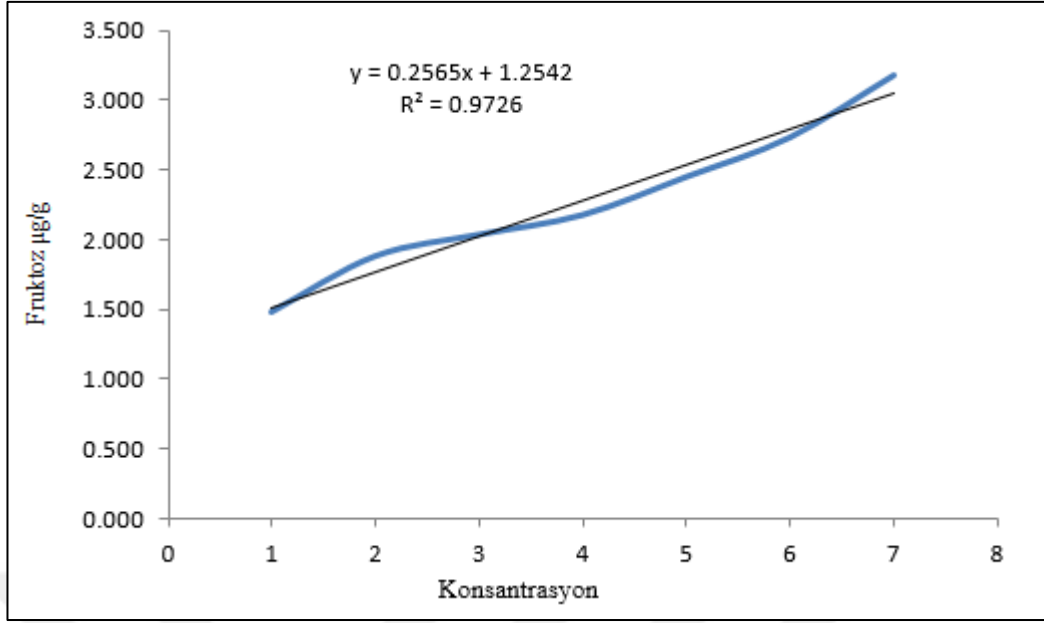
Grafik 3.4. H_2O_2 standart grafiği

3.10. Glikoz, Fruktoz, Sukroz ve Toplam Çözünür Karbohidrat Tayini

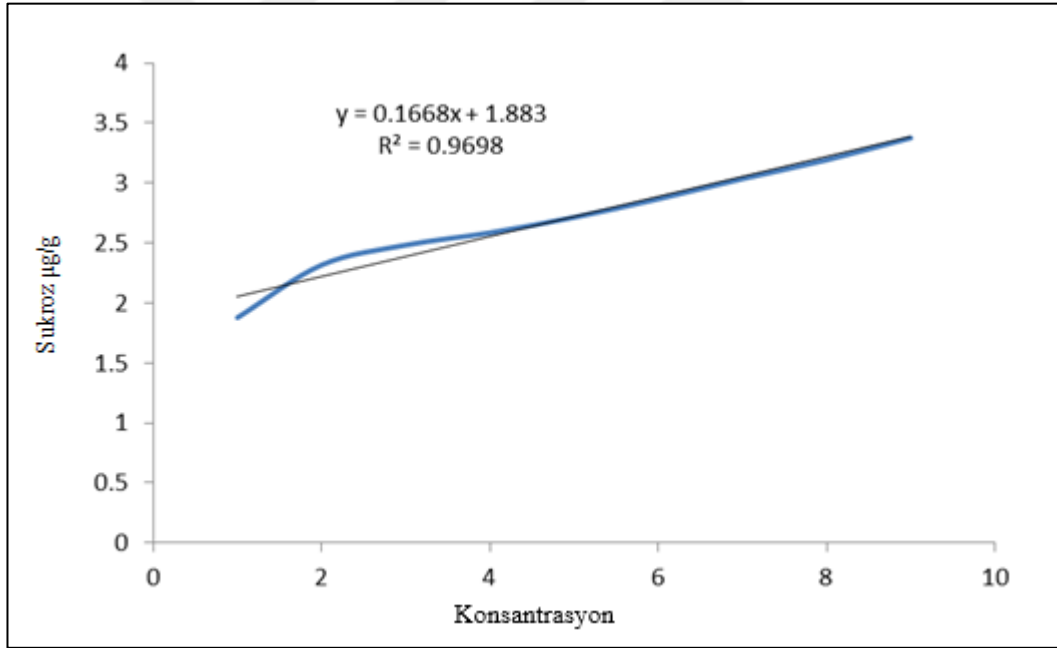
Şekerler ve toplam çözünür karbohidrat miktarı anthron metodu (Pearson ve Ark, 1976) kullanılarak yapılmıştır. Kuru toz halindeki örnekten 1 gr alınmış ve 50 ml balon jölelere konulmuştur. Üzerine 50 ml % 80'lik etanol eklenerek +4 °C'ta 24 saat inkübe edilmiştir. Homojenat çift katlı filtre kağıdından (kaba kurutma kağıdı da olur) süzölmüştür (süzüntü 1) ve etanolü 2-3 ml kalacak şekilde 60 °C'lik su banyosunda buharlaştırılmıştır. Kalan posa ise 30 ml saf su içerisinde +4 °C'ta 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. 24 saat sonra örnek süzölmüş (süzüntü 2) ve fruktoz tayininde kullanılmıştır. Kalan posa ise 30 ml % 52'lik periklorik asit ilave edilerek +4 °C'ta 24 saat inkübe edilmiştir. Karışım süzölmüş ve bu süzöntü de sukroz tayininde kullanılmıştır. Glikoz, fruktoz ve sukroza ilişkin süzöntülerden 2 ml alınarak cam tüplere konulmuştur. Tüpler kısa süreli vortekslenmiş ve üzerin 5 ml anthron reaktifi ilave edilmiştir. Karışım 10 dk sıcak su banyosunda inkübasyona bırakılarak reaksiyonun başlaması sağlanmıştır. Tüpler buz banyosunda oda sıcaklığına soğutulmuş ve glikoz ve fruktoz için 630 nm, sukroz için ise 620 nm'de absorbansları okunmuştur. Glikoz, fruktoz ve sukroz miktarları her bir bileşiğk için hazırlanmış standart grafikleri yardımıyla mg/g KA olarak hesaplanmıştır (grafikler3.5, 3.6ve 3.7). Toplam çözünür karbohidrat miktarı glikoz miktarı esas alınarak ölçölmüştür.



Grafik 3.5. Glikoz standart grafiğı



Grafik 3.6. Fruktoz standart grafiği



Grafik 3.7. Sukroz standart grafiği

3.11. Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi ve Ekstraktların Hazırlanması

Enzim ekstraktların hazırlanması amacıyla 100 mg kuru örnek içinde 0.1 mM Na-EDTA bulunan 50 mM'lık (pH 7.6) fosfat tampon çözeltisi ile (5 ml) homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler 15 dk süre ile 10 000 g ve +4°C'de santrifüj edildikten sonra, elde edilen süpernatantta enzim aktiviteleri ölçülmüştür (APX, GuPX, CAT ve SOD).

3.11.1. Katalaz (CAT) Aktivite Tayini

Katalaz aktivitesi spektrofotometrik olarak Bergmeyer (1970) yöntemine göre ölçülmüştür. Reaksiyon ortamında 50 mM sodyum fosfat (pH=7,4), 300 µl H₂O₂ ve 50 µl örnek ekstraktı kullanılmıştır. Küvet içinde çalışılan reaksiyon hacmi 2 ml olarak belirlenmiştir. Kör olarak tampon ve hidrojen peroksit kullanılmıştır. Reaksiyon H₂O₂ ilavesi ile başlatılmış ve 240 nm dalga boyunda 2 dakika süresince absorbans değerindeki değişim gözlenmiştir. Reaksiyonun başlangıç ve bitiş anındaki absorbans değerleri kaydedilip aktivite hesaplamalarında kullanılmıştır. Katalaza ait ε değeri soğurma katsayısı olup 40 mM⁻¹cm⁻¹'dir. Formülle hesaplanan mililitredeki protein miktarına bölünerek spesifik aktivite değerleri hesaplanmıştır. Spesifik aktivitenin (SA) birimi µmol/ml/dakika = ünite/mg cinsinden elde edilmiştir. Katalaz için kullanılan formülün son hali ise şu şekilde olmuştur.

$$SA: \Delta Abs(240) / \text{dakika} * V(\text{ml}) / \epsilon \text{ mM} * V(\text{enzim}) * C_{\text{protein}}$$

3.11.2. Guaiakol Peroksidaz (GuPX) Aktivite Tayini

GuPX aktivitesi Lee ve ark (1995)'in modifiye yöntemlerine göre yapılmıştır. Guaiakol Peroksidaz Aktivitesinin belirlenmesinde 50 mM potasyum fosfat (pH 7,4), 50 mM H₂O₂ (% 3' H₂O₂), 50 mM guaiakol reaksiyon karışımı kullanılmıştır. Reaksiyonu başlatmak için küvete 50 µl olacak şekilde enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Reaksiyon hacmi 3 ml olarak belirlenmiştir. Reaksiyon 470 nm'de 2 dakika boyunca spektrofotometrede absorbans artışı okunmuştur. Reaksiyonun başlangıç ve bitiş absorbans değerleri alınmıştır. Guaiakol'a ait ε değeri 26,6 mM⁻¹cm⁻¹'dir.

SA: $\Delta\text{Abs}(470) / \text{dakika} * V(\text{ml}) / \epsilon \text{ mM} * \text{venz}(\text{ml}) * C_{\text{protein}}$

3.11.3. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivite Tayini

SOD aktivitesi, Nitro blue tetrazolium kloridin (NBT) ışık altında O_2^- tarafından indirgenmesi yöntemine göre ölçülmüştür. Reaksiyon karışımı 50 mM sodyum fosfat (pH=7,8), 0,1 mM EDTA, 48,75 mM metionin, 180 μM p-Nitro Blue Tetrazolium (NBT), 60 μM riboflavin içerecek şekilde hazırlanmıştır. NBT'nin ve riboflavinin ışıktan olumsuz etkilenebilecekleri ihtimali göz önünde bulundurularak solüsyon ışık geçirmeyen (amber) şişelere hazırlanmış ve bu iki kimyasal karışıma en son ilave edilmiştir. SOD ölçümünde tek dalga boyu kullanıldığı için, hata payını en aza indirmek amacıyla örnekler üç tekrarlı çalışılmıştır. Cam tüplere öncelikle 50, 100 ve 150 μl olacak şekilde enzim örneklerinden ilave edilmiş ve son hacim 3 ml olacak şekilde tüplerin üzerine reaksiyon karışımı ilave edilerek vortekslenmiştir. Ağzıları kapakları ile kapatılan tüpler 30 dakika süre ile 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışığa maruz bırakılmıştır. Sürenin tamamlanmasının ardından örneklerin absorbans değerleri 560 nm'de spektrofotometrede okunmuş ve % inhibisyon hesaplaması için kaydedilmiştir (Beyer ve Fridovich, 1987). SOD aktivitesi U/g T.A. olarak hesaplanmıştır.

3.12. Verilerin İstatiksel Analizi (SPSS PROGRAM)

Denemeler, üç tekrarlı yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin istatistiki analizleri, % 95 güven aralığında ANOVA ve Tukey testlerine göre yapılmıştır (Windows için SPSS 20 programı kullanılmıştır).

Örneklerin yetersiz olmasından dolayı çalışma üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Üç tekrardan elde edilen veriler istatiksel olarak karşılaştırılmıştır. Özellikle, korelasyon testi için üç tekrar sonucu karşılaştırma için yeterli ve güvenilir sonuçlar sağlamayabilir. Yinede elde edilen sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

Çalışma kapsamında iki farklı domates türü (MSC50 ve SC2121) üzerinde tuzluluk ve kuraklık uygulamalarının tolerans mekanizmalarını araştırmak üzere farklı tuzluluk ve kuraklık konsantrasyonları denenerek elde edilen sonuçlar, herhangi bir işleme tabi tutulmamış kontrol grubu sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Tuzluluk için 50

mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonları ve kuraklık için de % 25, % 50 ve % 75 konsantrasyonları uygulanmıştır. Sözü edilen her bir konsantrasyon uygulaması ve ayrıca herhangi bir tuzluluk veya kuraklık konsantrasyonu uygulanmayan kontrol uygulaması için 3'er tekerrür yapılarak her bir uygulamada fotosentetik pigment, prolin, toplam çözümlü protein, glikoz, fruktoz, sukroz ve toplam karbohidrat miktarları, lipid perosidasyon seviyesi (malondialdehit – MDA) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) konsantrasyonları ve katalaz (CAT), guaiakol peroksidaz (GuPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktiviteleri ölçülmüştür. Yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler tuzluluk ve kuraklık uygulamaları için ayrı ayrı olmak üzere Basit Varyans Analizi (ANOVA) ile % 95 güven düzeyinde karşılaştırılmıştır. Tuzluluk veya kuraklık konsantrasyonları arasında ölçülen değerler bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunması (p<0,05) durumunda gruplar arası ikili karşılaştırmalar için Tukey testinden yararlanılmıştır. İstatistik analizler IBM SPSS Statistics 20 programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

% 25, % 50 ve % 75 kuraklığın ve 50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarının MSC50 ve SC2121 domates çeşitlerindeki klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit miktarları; prolin, toplam çözümlü protein, malondialdehit (MDA) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) miktarları; glikoz, früktoz, sukroz ve toplam çözümlü karbonhidrat içeriklerine ve ayrıca katalaz (CAT), guaiakol peroksidaz (GuPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitelerine etkisi ilişkin veriler Tablo 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de verilmiştir. Tuz ve kuraklık uygulamalarının tüm bu enzim aktivitelerine etkisi uygulamanın çeşidi, konsantrasyonu ve domates çeşidine göre değişmiştir.

4.1. Fotosentetik Pigment Miktarının Belirlenmesi

50 ve 150 mM tuz uygulaması MSC50 domates çeşidinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit miktarında azalmaya neden olmuştur. MSC50 çeşidinde kontrole göre en düşük klorofil a (% 28), klorofil b (% 29) ve toplam klorofil (% 28) ve karotenoit (% 21) 50 mM tuz konsantrasyonunda gözlemlenmiştir (p< 0.05) 100 mM tuz uygulamasında ise klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit değeri kontrole göre sırasıyla 2.1, 2,2.1 ve 1.8 kat artış göstermiştir (Tablo 4.1). Kuraklık uygulaması MSC50 domates çeşidinde tüm konsantrasyonlarda klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil konsantrasyonlarında artışa neden olmuştur. Kontrole göre, % 75 kuraklık uygulamasında en yüksek klorofil a 1.3, klorofil b 1.2 ve toplam klorofil 1.3 oranında artış göstermiştir. Fakat en yüksek toplam karotenoit miktarı % 25 kuraklık uygulamasında 1.4 oranında tespit edilmiştir (p< 0.05). NaCl ise, kuraklık uygulaması SC2121 domates çeşidinde tüm tuz konsantrasyonlarında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit konsantrasyonlarında azalmaya neden olmuştur. Kontrole göre en düşük klorofil a (% 61), klorofil b (% 0.50), toplam klorofil (% 0.58) ve karotenoit (% 48) miktarı 150 mM tuz uygulamasında saptanmıştır (p< 0.05) (Tablo 4.1). SC2121 domates çeşidinde % 25 kuraklık uygulaması klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoit miktarlarında azalmaya neden olmuştur; bu azalma klorofil a için % 36, klorofil b için % 24, toplam klorofil miktarı için % 33 ve toplam karotenoit miktarı için % 28 oranında

gözlemlenmiştir. Fakat kuraklık stresi, % 50 kuraklık uygulamasında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarlarında artışa neden olmuştur; bu artışlar sırasıyla 1.1, 1.4, 1.2 ve 1 oranında kontrole göre artış göstermiştir. Bunun dışında, % 75 kuraklık uygulamasında ise klorofil a, toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarlarında azalma gözlemlenmiştir; bu azalma kat sayıları sırası ile % 16, % 8 ve % 9 dur. Fakat % 75 kuraklık uygulaması klorofil b miktarında 1.2 oranında artışa neden olmuştur ($p < 0.05$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (% 25, % 50 ve % 75) klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam karotenoid üzerindeki etkileri.

			klorofil a mg/g	klorofil b mg/g	Toplam klorofil mg/g	Toplam karotenoid mg/g
MSC50	Kontrol		0.05±0.01c*	0.02±0.01b	0.07±0.01d	4.60±0.15b
	NaCl	50 mM	0.03±0.00a	0.01±0.00a	0.04±0.00a	3.65±0.12a
		100 mM	0.10±0.00f	0.04±0.01d	0.15±0.00h	8.30±0.05f
		150 mM	0.05±0.00c	0.01±0.00a	0.06±0.00c	4.51±0.04b
	Kuraklık	% 25	0.06±0.00d	0.03±0.01c	0.08±0.01e	6.45±0.31d
		% 50	0.06±0.00d	0.03±0.00c	0.09±0.00f	6.18±0.21d
		% 75	0.06±0.01d	0.03±0.02c	0.09±0.01f	6.17±0.90d
SC2121	Kontrol		0.10±0.00f	0.03±0.10c	0.13±0.00	7.96±0.08
	NaCl	50 mM	0.05±0.00c	0.02±0.01b	0.07±0.01d	5.01±0.13c
		100 mM	0.08±0.00e	0.03±0.00c	0.12±0.00g	7.45±0.06e
		150 mM	0.04±0.00b	0.02±0.00b	0.05±0.00b	4.10±0.08b
	Kuraklık	% 25	0.06±0.00d	0.02±0.01b	0.05±0.00ab	5.68±0.05c
		% 50	0.11±0.02g	0.04±0.00d	0.16±0.01i	8.27±0.15f
		% 75	0.08±0.01e	0.04±0.00d	0.12±0.00g	7.23±0.17e

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir ($P < 0.05$).

4.2. Prolin Miktarının Belirlenmesi

Tuz uygulaması MSC50 domates çeşidinde prolin seviyesini 100 mM tuz stresinde 1,05 oranında, 150 mM tuz stresinde ise 1,65 oranında arttırmıştır. 50 mM tuz stresinde ise prolin seviyesi kontrole göre % 17 oranında düşüş göstermiştir (Tablo 4.2). Kuraklıkta, MSC50 domates çeşidinde prolin miktarları % 25 kuraklık uygulamasında 2,8 oranında azalma gösterirken bu miktar % 75 kuraklık uygulamasında 9,4 oranında azalış göstermiştir. Bunun aksine, % 50 kuraklık uygulamasında prolin miktarı yaklaşık 1,3 oranında artış göstermiştir ($p < 0.05$). Tuz uygulaması SC2121 domates çeşidinde, tüm tuz konsantrasyonlarında (50 mM, 100mM ve 150 mM) prolin miktarında artış göstermiştir. Kontrole göre en yüksek prolin konsantrasyonu 1,38 oranında artış ile 150mM konsantrasyonda gözlemlenmiştir (Tablo 4.2). SC2121 domates çeşidinde % 25, % 50 ve % 75 konsantrasyonların tümünde su stresinde prolin miktarında artış görülmüştür. En yüksek prolin miktarı 1.50 oran ile % 50 konsantrasyonda belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.2).

4.3. Toplam Çözünür Protein Miktarının Belirlenmesi

Tuz uygulaması MSC50 domates çeşidinde toplam çözünür protein miktarını kontrole göre 50 mM konsantrasyonda 2.29 kat arttırırken, 100 mM'da % 31 ve 150 mM'da ise % 67 oranında azaltmıştır (Tablo 4.2). Su eksikliği ise MSC50 domates çeşidinde protein miktarında % 25 kuraklıkta 37 % oranında azalırken, % 75 kuraklıkta % 31 oranında azalma göstermiştir. Fakat % 50 kuraklıkta, protein miktarı 4,7 oranında artış göstermiştir ($p < 0.05$). SC2121 domates çeşidinde tüm tuz konsantrasyonlarında ise protein miktarı artış göstermiştir; özellikle en yüksek protein miktarı kontrole göre 1,42 oranında artış ile 150 mM konsantrasyonda görülmüştür (Tablo 4.2). Kuraklık stresi % 50 ve % 75 kuraklığın her ikisinde de protein miktarında azalmaya neden olmuştur, % 25 kuraklık uygulamasında ise protein konsantrasyonu 1,9 oranında artış göstermiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.2).

4.4. Lipit Peroksidasyonu Miktarının Belirlenmesi

Tuzluluk MSC50 domates çeşidinde tüm NaCl konsantrasyonlarında malondialdehit (MDA) düzeyini düşürmüştür, en düşük MDA değeri kontrole göre 100 mM konsantrasyonda % 54 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2). Kuraklık uygulaması, MSC50 domates çeşidinde tüm % 25, % 50 ve % 75 uygulamalarında MDA birikimine neden olmuştur, en yüksek MDA içeriği % 75 konsantrasyonda yaklaşık 1.41 kat olarak gözlemlenmiştir ($p < 0.05$). NaCl stresi, SC2121 domates çeşidinde MDA konsantrasyonu hem 50 mM hem de 150 mM konsantrasyonlarda sırasıyla 1,15 ve 1,13 kat artmıştır, fakat MDA miktarı kontrole ilişkin olarak 100 mM konsantrasyonda % 13 olarak azalmıştır (Tablo 4.2). SC2121 domates çeşidinde, su stresi MDA içeriğini % 25 konsantrasyonda % 22 olarak düşürmüştür, fakat MDA düzeyi kontrol ile kıyaslandığı zaman hem % 50 hem de % 75 konsantrasyonlarda sırasıyla % 1,25 ve % 1,12 oranında artış göstermiştir ($p < 0.05$) (Tablo 4.2).

4.5. Hidrojen Peroksit (H_2O_2) Miktarının Belirlenmesi

MSC50 domatesindeki tuzluluk uygulaması, kontrole ilişkin olarak 50 mM konsantrasyonda % 17 ile ve 150 mM konsantrasyonda % 5 ile H_2O_2 içeriğinin azalmasına neden olmuştur (Tablo 4.2). Fakat, 100 mM konsantrasyonda H_2O_2 değeri % 2,18 oranında yükselmiştir ($p < 0.05$). MSC50 domatesinde H_2O_2 miktarı sırasıyla % 25 ve % 50 konsantrasyonlarda yaklaşık % 39 ve % 16 olarak azalmıştır, fakat kontrole kıyasla H_2O_2 konsantrasyonu %75 konsantrasyonda % 3 oranında daha yüksek H_2O_2 konsantrasyona sahiptir. SC2121 domates çeşidinde tuz uygulaması tüm 50 mM, 100 mM, 150 mM konsantrasyonlarda H_2O_2 düzeyini arttırmıştır, en yüksek H_2O_2 içeriği kontrole kıyasla % 20 ile 150 mM konsantrasyonda tespit edilmiştir (Tablo 4.2). Su eksikliği, bütün % 25, % 50 ve % 75 konsantrasyon uygulamalarında SC2121 domates çeşidindeki H_2O_2 düzeyinin artmasına neden olmuştur, en yüksek H_2O_2 değeri % 25 konsantrasyonda % 16 olarak gözlemlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 4.2. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (% 25, % 50 ve %75) prolin, toplam çözülebilir protein, MDA ve H₂O₂ içerikleri üzerindeki etkileri.

			Prolin µmol/g	Protein mg/g	MDA µmol/g	H₂O₂ nmol/g	
MSC50	Kontrol		12,06±0,37d*	22,95±0,97c	4,50±0,14c	1032,47±0,33f	
	NaCl	50 mM	10,07±0,02b	52,42±0,66d	4,41±0,30c	852,80±0,38b	
		100 mM	12,72±0,43d	15,76±0,37b	2,08±0,14a	1055,02±0,89g	
		150 mM	19,89±0,62g	7,48±0,37a	3,65±0,19b	982,58±0,59e	
	Kuraklık	% 25	11,72±0,31c	14,48±0,64b	4,58±0,11d	637,47±1,15a	
		% 50	12,31±0,08d	108,03±0,80e	4,54±0,01c	870,35±0,23c	
		% 75	10,93±0,27b	15,86±0,48b	6,33±0,02h	1062,13±1,15g	
	SC2121	Kontrol		9,67±0,25a	168,07±0,32g	4,80±0,13d	97,54±0,10d
		NaCl	50 mM	12,46±0,59d	182,43±0,32h	5,51±0,30f	107,88±0,12h
100 mM			10,07±0,23b	168,25±0,49g	4,18±0,01c	115,50±0,21i	
150 mM			13,28±0,65e	239,15±0,49i	5,44±0,18e	117,66±0,08m	
Kuraklık		% 25	11,79±0,50c	182,43±0,32h	3,72±0,04b	113,15±0,07k	
		% 50	14,54±0,49f	161,45±0,32f	5,97±0,04g	112,48±0,04j	
		% 75	11,99±0,22c	160,51±0,37f	5,38±0,19e	109,28±0,08i	

*:Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir ($P<0.05$).

4.6. Karbohidrat Miktarının Belirlenmesi

4.6.1. Glikoz Miktarının Belirlenmesi

NaCl uygulaması, MSC50 domates çeşidindeki glikoz içeriğini tüm 50 mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonlarında yükseltmiştir. En yüksek glikoz değeri kontrole göre 100 mM konsantrasyonda %18 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.3). MSC50 domates çeşidindeki kuraklık, tüm % 25, % 50 ve % 75 uygulamaların tümünde glikozu arttırmıştır, en yüksek glikoz miktarı % 50 konsantrasyonda yaklaşık % 61 olarak gözlemlenmiştir ($p< 0.05$). SC2121 domates çeşidindeki tuzluluk uygulaması, hem 50 mM hem de 100 mM konsantrasyonlarda glikoz konsantrasyonunun sırasıyla % 1,56 ve % 1,07 olarak artmasına neden olmuştur. Glikoz miktarı ise kontrole göre 150 mM konsantrasyonda % ,59 olarak azalmıştır (Tablo 4.3). Glikoz içeriği % 25 ve

% 75 konsantrasyonlarda sırasıyla % 4,32 ve % 1,36 olarak yükselmiştir fakat glikoz değeri % 50 konsantrasyonda % 6,03 olarak azalmıştır ($p < 0.05$).

4.6.2. Fruktoz Miktarının Belirlenmesi

Fruktoz düzeyi, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonların tümünde azalmıştır; en düşük fruktoz içeriği kontrole göre % 28 oranında 100 mM konsantrasyonda belirlenmiştir (Tablo 4.3). Kuraklık, MSC50 domates çeşidinde % 25 ve % 50 konsantrasyonlarda sırasıyla % 2,37 ve % 1,47 olarak fruktoz birikimine neden olmuştur, fakat fruktoz değeri % 75 konsantrasyonda % 1,49 olarak azalmıştır ($p < 0.05$). Tuzluluk, hem 50 mM hem de 150 mM konsantrasyonlarda sırasıyla % 1,25 ve % 3,86 ile fruktoz miktarının artmasına neden olmuştur; fruktoz düzeyi ise kontrole göre 100 mM konsantrasyonda % 1,42 daha düşüktür (Tablo 4.3). Su stresi, SC2121 domates cesidinde fruktoz konsantrasyonunda % 25 konsantrasyonda % 2,53 ve % 50 konsantrasyonda % 1,50 düşüşe neden olmuştur. Bununla birlikte, fruktoz içeriği % 75 konsantrasyonda yaklaşık % 2,20 olarak yükselmiştir ($p < 0.05$).

4.6.3. Sukroz Miktarının Belirlenmesi

Tuzluluk, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonların tümünde sukroz içeriğini arttırmıştır. En yüksek sukroz düzeyi kontrole ilişkin olarak 100 mM konsantrasyonda % 70 olarak gözlemlenmiştir (Tablo 4.3). MSC50 domates çeşidinde sukroz düzeyi, hem % 25 hem de % 50 konsantrasyonlarda sırasıyla % 86 ve % 46 oranında azalmıştır. Fakat sukroz değeri % 75 konsantrasyonda % 4 oranında artmıştır ($p < 0.05$). Tuz stresi, SC2121 domatesindeki sukroz miktarında hem 50 mM hem de 100 mM konsantrasyonda sırasıyla yaklaşık olarak % 7,56 ve % 26 olarak artışa neden olmuştur, sukroz konsantrasyonu ise kontrole göre 150 mM konsantrasyonunda % 49 oranında azalmıştır (Tablo 4.3). Su eksikliği, sukroz düzeyinde % 25 konsantrasyonunda % 8,4 ve % 50 konsantrasyonunda % 11 oranında artışa neden olmaktadır fakat sukroz içeriği % 75 konsantrasyonda yaklaşık % 14 oranında azalmıştır ($p < 0.05$).

4.6.4. Toplam Çözünür Karbonhidrat Miktarının Belirlenmesi

Toplam çözülebilir karbohidrat düzeyi, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM tuz konsantrasyonlarının tümünde azalmıştır, en düşük toplam çözülebilir karbohidrat düzeyi kontrole göre 150 mM konsantrasyonda % 3,21 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.3). Su stresi, MSC50 domates çeşidindeki toplam çözülebilir karbohidrat miktarını hem % 25 hem de % 75 konsantrasyonda sırasıyla % 0,56 ve % 0,12 olarak azaltmıştır, fakat toplam çözülebilir karbohidrat değeri % 50 konsantrasyonda % 0,15 olarak artmıştır ($p < 0.05$). SC2121 domates çeşidinde NaCl uygulaması, toplam çözülebilir karbohidrat konsantrasyonunu hem 50 mM hem de 100 mM konsantrasyonlarda sırasıyla yaklaşık olarak % 0,72 ve % 2,23 olarak arttırmıştır, toplam çözülebilir karbohidrat düzeyi ise kontrole ilişkin olarak 150 mM konsantrasyonda % 0,12 olarak azalmıştır (Tablo 4.3). Kuraklık, SC2121 domates çeşidindeki toplam çözülebilir karbohidrat içeriğinin % 25 konsantrasyonda % 2,47 olarak azalmasına neden olmuştur. Fakat, toplam çözülebilir karbohidrat miktarı % 50 ve % 75 konsantrasyonlarda yaklaşık % 1,13 olarak artmıştır ($p < 0.05$).

Tablo 4.3. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) glikoz, fruktoz, sukroz ve toplam çözümlür karbonhidrat içerikleri üzerindeki etkileri.

		Glikoz µg/g	Fruktoz µg/g	Sukroz µg/g	Toplam çözülebilir karbonhidrat mg/g	
MSC50	Kontrol	309,69±0,16a*	668,00±1,33f	430,54±0,21c	20,26±0,01g	
	NaCl	50 mM	354,64±0,60c	655,21±0,43c	448,60±0,35e	19,86±0,01d
		100 mM	365,99±0,23g	478,72±0,26a	460,59±0,21h	20,04±0,01e
		150 mM	357,71±0,23d	603,55±0,17b	438,37±0,28d	19,61±0,01c
	Kuraklık	% 25	412,29±0,32i	683,85±0,17j	393,29±0,27a	20,15±0,01f
		% 50	497,71±0,32j	671,11±0,34g	410,63±0,21b	20,30±0,21h
		% 75	411,15±0,23i	658,07±0,17d	447,08±0,49e	20,24±0,00g
SC2121	Kontrol	361,09±0,18e	673,09±0,26h	454,36±0,76f	19,53±0,01b	
	NaCl	50 mM	366,72±0,36g	681,48±0,17i	457,80±0,28g	19,67±0,01c
		100mM	364,95±0,27f	663,51±0,26e	466,19±0,28i	19,97±0,01d
		150 mM	355,36±0,23c	699,06±0,36l	431,89±0,14c	18,76±0,01a
	Kuraklık	% 25	376,67±0,14h	656,00±0,34c	458,19±0,89g	19,05±0,01a
		% 50	339,32±0,14b	663,01±0,26e	459,55±0,35h	19,55±0,00b
		% 75	365,99±0,32g	687,90±0,26k	448,36±0,21e	19,75±0,01c

*:Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir ($P<0.05$).

4.7. Antioksidan Enzimler Aktivitelerinin Belirlenmesi

4.7.1. Katalaz (CAT) Aktivitesinin Belirlenmesi

Tuzluluk, MSC50 domates çeşidinde CAT aktivitesini 50 mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonların tümünde arttırmıştır, en yüksek CAT aktivitesi kontrole göre 50 mM konsantrasyonda 2,09 oranında belirlenmiştir (Tablo 4.4). Kuraklık, MSC50 domates çeşidinde % 25, % 50 ve % 75 uygulamaların tümünde CAT enzim

aktivitesinin birikmesine neden olmuştur, en yüksek CAT aktivitesi % 50 konsantrasyonda yaklaşık 2,15 olarak gözlemlenmiştir ($p < 0.05$). NaCl, SC2121 domates çeşidinde CAT aktivitesini 50 mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonların tümünde azaltmıştır, en düşük CAT aktivitesi kontrole göre 150 mM konsantrasyonda % 70 olarak kaydedilmiştir (Tablo 4.4). Su stresi, SC2121 domates çeşidinde CAT aktivitesini hem % 50 hem de % 75 konsantrasyonda sırasıyla % 62 ve % 5 oranında azaltmıştır, fakat CAT aktivitesi % 25 konsantrasyonda % 5 oranında yükselmiştir ($p < 0.05$).

4.7.2. Guaiakol Peroksidaz (GuPX) Aktivitesinin Belirlenmesi

MSC50 domates çeşidindeki NaCl stresi, 50 mM, 100 mM ve 150 mM konsantrasyonların tümünde GuPX aktivitesini azaltmıştır, en düşük GuPX aktivitesi kontrole ilişkin olarak 50 mM konsantrasyonda %86 olarak gözlemlenmiştir (Tablo 4.4). Kuraklık, GuPX aktivitesinin hem % 25 hem de % 75 konsantrasyonda % 83 oranında azalmasına neden olmuştur, GuPX aktivitesi ise % 50 konsantrasyonda 2,7 kat yükselmiştir ($p < 0.05$). SC2121 domates çeşidinde GuPX aktivitesi, 50 mM NaCl konsantrasyonunda % 11 oranında artış göstermiştir fakat kontrole kıyasla hem 100 mM hem de 150 mM konsantrasyonlarda sırasıyla % 82 ve % 9 oranında azalmıştır (Tablo 4.4). Su eksikliği, SC2121 domates çeşidindeki GuPX aktivitesinin % 25 ve % 75 konsantrasyonlarda sırasıyla 1,18 ve 3,70 kat artmasına neden olmuştur, GuPX aktivitesi % 50 konsantrasyonda % 79 oranında azalmıştır ($p < 0.05$).

4.7.3. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivitesinin Belirlenmesi

MSC50 domates çeşidinde uygulanan tuz stresi, hem 50 mM hem de 100 mM konsantrasyonlarında sırasıyla % 32 ve % 16 oranında SOD aktivitesinin artmasına neden olmuştur, bununla birlikte SOD aktivitesi kontrole ilişkin olarak 150 mM konsantrasyonda yaklaşık % 6 oranında azalmıştır (Tablo 4.4). MSC50 domates çeşidinde, kuraklık hem % 50 hem de % 75 konsantrasyonda sırasıyla % 43 ve % 19 oranında artışa neden olmuştur, SOD aktivitesi ise % 25 konsantrasyonda % 12 oranında azalmıştır ($p < 0.05$). Tuzluluk, SC2121 domates çeşidinde SOD aktivitesinin 50 mM konsantrasyonda % 12 oranında azalmasına neden olmuştur, SOD aktivitesi kontrole göre hem 100 mM hem de 150 mM konsantrasyonlarda

sırasıyla 1,17 ve 1 kat yükselmiştir (Tablo 4.4). SC2121 domates çeşidinde SOD aktivitesi, % 25, % 50 ve % 75 konsantrasyonların tmnde artmıştır, en yüksek SOD aktivitesi % 50 konsantrasyonda yaklaşık % 13 olarak belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Tablo 4.4. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) katalaz (CAT), guaikaol peroksidaz (GuPX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi üzerindeki etkileri.

		CAT EU/mg protein	GuPX EU/mg protein	SOD EU/mg protein	
MSC50	Kontrol		0,16±0,01a*	0,75±0,01j	488,13±0,27g
	NaCl	50 mM	0,34±0,02h	0,10±0,007b	645,61±0,31m
		100 mM	0,26±0,01f	0,57±0,01h	569,14±0,62k
		150 mM	0,29±0,02g	0,66±0,01i	457,91±0,31e
	Kuraklık	% 25	0,23±0,01d	0,13±0,008d	430,64±0,31b
		% 50	0,36±0,009h	2,01±0,05k	699,62±0,31n
		% 75	0,17±0,02b	0,13±0,01d	581,44±0,62l
SC2121	Kontrol		0,68±0,02k	0,13±0,008d	450,79±0,47c
	NaCl	50 mM	0,54±0,04i	0,15±0,008e	398,64±0,24a
		100 mM	0,28±0,01f	0,02±0,003a	529,21±0,47j
		150 mM	0,20±0,02c	0,12±0,008c	453,10±0,30d
	Kuraklık	% 25	0,71±0,03k	0,16±0,009f	499,63±0,62h
		% 50	0,25±0,004e	0,03±0,007a	507,11±0,31i
		% 75	0,64±0,005j	0,50±0,01g	465,94±0,31f

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemli değildir ($P < 0.05$).

5. TARTIŞMA

Bitkiler yaşadıkları ortamda fotosentetik pigmentler, prolin, toplam çözümler protein, MDA, H₂O₂, glikoz, fruktoz, sukroz toplam çözümler karbohidrat miktarlarını ve ayrıca askorbat peroksidaz, katalaz, glutatyon redüktaz ve süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzim aktivitelerini etkileyebilecek abiyotik stres etmenlerine maruz kalmaktadırlar. Birçok araştırmacı, strese dirençli olan bitkilerde yüksek oranda pigment, prolin, protein, glikoz, fruktoz, sukroz, toplam çözümler karbohidrat ve antioksidan enzim bulunduğunu, fakat bu bitkilerde % ve MDA seviyelerinin düşük seviyede olduğunu tespit etmişlerdir (Sairam, Srivastava ve Saxena, 2000; Juan vd., 2005).

5.1. Fotosentetik Pigment Miktar Değişimleri

Klorofil a, b ve karotenoitler tillakoidal zarlarda proteinlerle bütünleşmiş olarak bulunan fotoreseptörlerdir (Sakuraba, Yokono, Akimoto, Tanaka ve Tanaka, 2010; Grossman, Bhaya, Apt ve Kehoe, 1995; Akoyunoglou, 1977). Araştırmacılar doku ve organlarda pigment miktarının doku ve organların gelişim durumu, senesens, çevresel değişimlere bağlı olarak değiştiği gibi plastitlerin mevsimsel ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişiminden de etkilendiğini kaydetmişlerdir (Brown, 1991). Bu çalışmada, MSC50 domates türünde 50 mM ve 150 mM NaCl uygulaması klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karotenoit içeriklerini azaltmıştır. Fakat 100 mM NaCl uygulamasında klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karotenoit içeriklerinde artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte, % 25, % 50 ve % 75 karotenoit kuraklık uygulamalarının her birinde klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karotenoit içeriklerinde artış olmuştur (Tablo 4.1). SC2121 domates türünde ise, % 50 kuraklık uygulaması dışındaki tuz ve kurak uygulamalarında klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karotenoit içeriklerinde azalma tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Giannakoula ve Ilias (2013) çalışmalarında 150 mM tuzluluk uygulamasında domatesteki (*Lycopersicon esculentum*) klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve toplam karotenoit içeriklerinin azaldığını saptamışlardır. Gummuluru vd., (1989) 300 mM ve 450 mM NaCl uygulamasının ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) klorofil ve toplam karotenoit

içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. Nyachiro, Briggs, Hoddinott ve Johnson-Flanagan (2001) çalışmalarında, kuraklığın klorofil ve karotenoit içeriğini indirgediğini tespit etmişlerdir. Mafakheri vd., (2010), kuraklığın veya su eksikliğinin nohutta (*Cicer arietinum*) klorofil ve karotenoit içeriğinde azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre, klorofil ve karotenoit içeriğinin azalması kuraklık ve tuzluluktan kaynaklanmaktadır. Arora vd., (2002), Yordanov vd., (2000) ve Herbinger vd., (2002) tuz ve kuraklık uygulamalarının oksidatif stresi uyurarak ROS birikimi, klorofil yıkımı ve sentezinin azalmasına neden olduğunu bildirmişlerdir. Tuz stresi iyon dengesini bozarak klorofil sentezinde gerekli Mg ve Fe elementlerinin eksikliği ya da fazlalığına neden olabilir (Smirnoff ve Cumbes, 1989). Pigment verilerine bağlı olarak, MSC50 domates çeşidinin 100 mM NaCl ve tüm kuraklık uygulamalarına toleranslı olduğu sonucuna varılmıştır. SC2121 domates çeşidi de % 50 kuraklığa dayanım göstermiştir.

5.2. Prolin Miktar Değişimleri

Prolin çevresel koşulların değişkenliği ya da abiyotik stres faktörlerine tepki olarak bitki hücrelerinde en fazla biriken bileşiklerden biridir (Kishor vd., 2005). Olumsuz çevre koşulları altında hücre ve dokularda biriken prolin hücre turgorunu ya da osmotik potansiyeli düzenleyerek, ROS'ların bitkilerde oluşturacağı hasarı indirgeyerek bitki büyüme ve gelişmesinde önemli rol oynamaktadır (Hare, Cress ve Van Staden, 1998; Hamilton ve Heckathorn, 2001). Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamasında prolin seviyesi kontrol örneğine göre artış göstermiştir, ancak 50 mM tuz konsantrasyonunda prolin seviyesi azalma göstermiştir (Tablo 4.2). MSC50 domates çeşidinde ayrıca % 25 ve % 75 Kuraklık uygulamalarında prolin seviyesi düşerken, % 50 kuraklık uygulamasında prolin seviyesinin yükseldiği gözlemlenmiştir (Tablo 4.2). Bu bulgular Gharsallah vd., (2016)'ın çalışmalarında da bulunduğu tuz stresinin prolin içeriğini arttırdığı sonuçlar ile aynı doğrultudadır. Bu çalışmada da domateste (*Lycopersicon esculentum*) tuzluluk stresinin prolin miktarını yükselttiği tespit edilmiştir. Ali vd., (2008), tuzluluğun kavunda (*Cucumis melo*) prolin miktarında artışa neden olduğunu bulmuşlardır. Misra ve Gupta (2006), çalışmalarında mas fasulyesinde (*Vigna radiata*) yüksek prolin miktarının kuraklıktan kaynaklandığını tespit etmişlerdir.

Hsu, Hsu ve Kao (2003) pirinçte (*Oryza sativa*) kuraklığın prolin seviyesinde artışa neden olduğunu saptamışlardır. Ranganayakulu, Chinta ve Reddy (2015), fıstıkta (*Arachis hypogaea* L.) su eksikliğinin prolin seviyesini yükselttiğini belirlemişlerdir. Yoshiba vd., (1995), domateste (*Lycopersicon esculentum* su eksikliğinin prolin seviyesini yükselttiğini belirlemişlerdir. Prolin seviyesinde ki artış bu türlerin tuz ve su stresine dayanıklılık ve adaptasyon gösterdiklerini açıklamaktadır (Kishor vd., 2005). Prolin verilerine bağlı olarak, MSC50 domates çeşidinin 100 mM ve 150 mM NaCl ve % 50 kuraklık uygulamalarına dayanıklı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak, SC2121 domates çeşidi tüm tuzluluk ve kuraklık uygulamalarına tolerans göstermiştir.

5.3. Toplam Çözünür Protein Miktar Değişimleri

Bitkilerin büyüme ve gelişmesinde proteinler enerji ve karbon kaynağı olarak önemli rol oynamaktadır (Chapin, 1995). Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamasında protein seviyesi kontrol örneğine göre azalma göstermiştir, fakat 50 mM tuz uygulamasında protein seviyesi artmıştır. MSC50 domates çeşidinde ayrıca % 25 ve % 75 kuraklık uygulamalarında protein seviyesi düşerken, % 50 kuraklık uygulamasında protein seviyesinin arttığı gözlemlenmiştir (Tablo 4.2). SC2121 domates türünde ise, tüm tuzluluk uygulamalarında protein seviyesinin arttığı görülmüştür. Ancak, % 50 ve % 75 kuraklık uygulamaları ile protein seviyesi düşerken % 25 kuraklık uygulamasında protein seviyesi artmıştır (Tablo 4.2). Merrill (1990) tuzluluk stresinin tütünde (*Nicotiana glauca*) protein miktarını azalttığını tespit etmişlerdir. Fazeli vd., (2007), NaCl uygulamasının susam bitki türünde (*Sesamum indicum*) protein miktarını azalttığını tespit etmişlerdir. Akhzari ve Pessarakli (2016), su eksikliğinin yaban kerevizi (*Levisticum officinale* Koch) protein değerini düşürdüğünü göstermişlerdir. Lang vd., (2014), su eksikliğinin kuş otunda (*Stellaria dichotoma*) protein içeriğinde azalmaya neden olduğunu aktarmışlardır. Bradford (1976), kuraklığın susamda (*Sesamum indicum*) protein içeriğinde azalmaya sebebiyet verdiğini tespit etmişlerdir. Ashraf ve O'Leary (1999) ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) NaCl uygulamasının protein miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Sacała, Demczuk, Grzyś ve Sobczak (2002), mısırdaki (*Zea mays*) tuz stresinin toplam çözünür protein miktarını

yükselttiğini bulmuşlardır. Amini ve Ehsanpour (2005), tuz stresinin domateste (*Lycopersicon esculentum*) protein seviyesini yükselttiğini belirlemişlerdir. Chen ve Tabaeizadeh (1992), Kuttanan vd., (1995) ve Ibrahim ve Semary (2001) mısırdaki (*Zea mays*) kuraklık uygulamalarının protein miktarında artışa neden olduğunu saptamışlardır. Tuz ve kuraklık stresi altındaki bitkilerde protein içeriğinin artması, CAT ve SOD enzim aktivitelerinin artması ve H₂O₂ ve MDA içeriğini idirgemesinden kaynaklanmış olabilir (Jiang ve Huang, 2001). Ayrıca sukroz miktarının artmış olması da protein miktarının yüksek olmasına katkıda bulunmuş olabilir (Geiger ve Fuchs, 2002). Protein verilerine bağlı olarak, MSC50 domates çeşidi, 50 mM NaCl ve % 50 kuraklık uygulamalarına direnç gösterirken, SC2121 tüm NaCl uygulamaları ve % 25 su eksikliğine karşı tolerans göstermişlerdir.

5.4. Lipit Peroksidasyonu Miktar Değişimleri

Malondialdehit, tuz ve kuraklık stresinin neden olduğu reaktif oksijen türlerinin membran fosfolipidlerinde oluşturduğu reaksiyonların son ürünüdür. Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM tuz konsantrasyonlarının her birinde MDA seviyesi kontrol örneğine göre azalma göstermişlerdir. Ancak, % 25, 50 % ve % 75 kuraklık uygulamalarının her birinde MDA seviyesi artış göstermişlerdir (Tablo 4.2). SC2121 domates türünde ise, 50 mM ve 150 mM NaCl tuz konsantrasyonlarında MDA seviyesi düşerken 100 mM tuz uygulamasında MDA seviyesi artmıştır. Bunun yanı sıra, SC2121’de % 25 kuraklık uygulamasında MDA seviyesi artarken % 50 ve % 75 kuraklık uygulamalarında MDA seviyesi azalmıştır (Tablo 4.2). Bu bulgular, tuz stresinin enginar (*Cynara scolymus*) MDA’yı azalttığını tespit eden Sairam ve diğerlerinin (2000) çalışmaları ile benzerlik göstermiştir. Ozturk vd., (2012) bezelye yapraklarında (*Pisum sativum*) NaCl’in MDA’yı düşürdüğünü belirlemişlerdir. Terzi vd., (2010) kuraklık uygulanmış soya (*Glycine max*) yapraklarında MDA içeriğinin azaldığını; Zhang vd., (2011) ise ekmeçlik buğdayda kuraklık uygulamasının MDA içeriğini azalttığını tespit etmişlerdir. Li (2009), 200 mM NaCl uygulanmış domateste (*Lycopersicon esculentum*) fidelerinde MDA içeriğinin yükseldiğini tespit etmişlerdir. Kuraklığı MDA içerisine etkisine ilişkin yapılan çalışmalara göre MDA miktarının bitki türü ve çeşidine göre değiştiği belirlenmiştir. Fazeli vd., (2007), % 25 ile % 50 kuraklık uygulanmış susam yapraklarında; Bhardwaj ve Yadav (2012), su eksikliği

uygulanmış mısırdaki (*Zea mays*) MDA içeriğinin arttığını gözlemlemişlerdir. Araştırmacılar kurak koşullarında membranların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişmesi nedeni MDA miktarının arttığını bildirmişlerdir (Dacosta ve Huang, 2007; Fermer ve Muller, 2013). Ayrıca SOD ve GuPX enzim aktivitelerinin düşmüş olması da MDA miktarının yükselmesine neden olmuş olabilir (Ge vd., 2006; Rosales vd., 2006). MDA verilerine bağlı olarak, MSC50 domates çeşidi tüm kuraklık uygulamalarına dirençliyken, SC2121 domates çeşidi sadece 100 mM NaCl ve % 25 kuraklık uygulamalarına toleranslıdır.

5.5. Hidrojen Peroksit (H₂O₂) Miktar Değişimleri

H₂O₂ ROS türevlerinden birisidir. Düşük miktarları sinyal etkisi yaparken, yüksek konsantrasyonları hücrel komponentlerde oksidatif stresi ve lipid peroksidasyon reaksiyonlarını uyarabilir (Gill ve Tuteja, 2010; Foyer vd., 2017). Kuraklık ve tuzluluk uygulamaları bitkisel dokularda H₂O₂ miktarının çeşit ve stres tipine göre farklı etkilemektedir (Ercan, 2008; Foyer ve Shigeoka, 2011). Nitekim Hernández vd., (2001) tuz uygulanmış bezelye yaprak dokusundaki H₂O₂ konsantrasyonunun 10-15 µmol/g arasında değiştiğini ve bu miktarın oksidatif stresin uyarılması için yeterli olduğunu bildirmiştir. He vd., (2005) çayır salkım otu (*Poa pratensis*) yapraklarını kuru ağırlığının % 1.3'ünde 60 µmol/g -100 µmol/g H₂O₂ bulunduğunu; Amor, Budde ve Gatzert (2006) bir kıyı halofiti *Cakile maritima*'da 45 µmol/g H₂O₂ biriktiğini saptamışlardır. Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 50 mM ve 150 mM tuz uygulamalarında H₂O₂ seviyesi kontrol gruba göre azalırken 100 mM tuz uygulamasında artış göstermiştir. Ayrıca, % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarında da H₂O₂ konsantrasyonu kontrole göre düşerken % 75 kuraklık uygulamasında yükselmiştir (Tablo 4.2). SC2121 domates türünde ise, tuz ve kuraklık uygulamalarının tümünde H₂O₂ miktarı artmıştır (Tablo 4.2). Çalışmada H₂O₂ değerlerine ilişkin sonuçlar, Öztürk vd., (2012), Eraslan vd., (2008) ve Kavas vd., (2013)'nin bulguları ile örtüşmektedir. Öztürk vd., (2012) çalışmalarında, yüksek tuz konsantrasyonlarında bezelye (*Pisum sativum*) yapraklarında, Eraslan vd., (2008) domateste (*Lycopersicon esculentum*) H₂O₂ içeriğinin indirildiğini tespit etmişlerdir. Buna karşın Jovanović vd., (2011), yüksek düzeyde NaCl'nin domateste (*Lycopersicon esculentum*), Pan vd., (2006), 150 mM tuz uygulamasının susamda

(*Sesamum indicum*), Hernandez, Olmos, Corpas, Sevilla ve Del Rio (1995), Asya pirincinde (*Oryza sativa*) ve bezelyede (*Pisum sativum*) tuz uygulamalarının H₂O₂ miktarını yükselttiğini tespit etmişlerdir. Kavas vd., (2013), kuraklık stresinin kavunda (*Cucumis melo* var. *cantalupensis*) H₂O₂ miktarında azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır. Giannakoula ve Ilias (2013), susamda (*Sesamum indicum*), Luan vd., (2005), ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) su stresi uygulamalarının H₂O₂ birikimine neden olduğunu saptamışlardır. Bitkilerde H₂O₂ seviyesinin düşmesinde antioksidan enzim aktivitelerinin indirgenmesi etkili olmuş olabilir. Tuzluluk ve su stresi altında, CAT aktivitesi artarak H₂O₂'i su ve osijene dönüştürür ve onun toksik etkisini önler (Gill ve Tuteja, 2010; Yang ve Deng, 2015). H₂O₂ verilerine bağlı olarak, MSC50 domates çeşidi 50 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarına ve % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarına dirençli, SC2121 tüm kuraklık ve tuzluluk uygulamalarına karşı duyarlı bulunmuştur.

5.6. Karbonhidrat Miktar Değişimleri

Fotosentez reaksiyonlarında oluşturulan karbohidratlar bitkilerin yapısal bileşenleri için önemli yapı taşlarının oluşmasını sağlarlar (Pérez, 2002; Ballicora, Iglesias ve Preiss, 2004). Ayrıca solunum reaksiyonlarına girerek evrensel enerji ATP, biyosentez yollarında kullanılacak metabolitlerin oluşumunda da rol onarlar (Boraston, Bolam, Gilbert ve Davies, 2004; Cummings ve Stephen, 2007). Araştırmacılar kök ucu, sürgün ucu, yaprak tomurcukları gibi aktif büyüme noktalarının hücre bölünmesi ve genişlemesi zonlarında metabolik aktivitenin çok yüksek olduğunu, bu bölgelerde ATP ve metabolit gereksiniminin arttığını (Hendriks, Kolbe, Gibon, Stitt ve Geigenberger 2003; Gibson, 2005) ve büyüme noktalarında 300-400 mg/g kadar glikoz, fruktoz, sukroz gibi çözünebilir karbohidratların bulunduğunu belirtmişlerdir (Gerardeaux vd., 2009). Fotosentez yapabilen tüm organizmalarda, özellikle de yüksek bitkilerde floemde taşınan temel fotoasimilatın sukroz ve glikoz olması da bu bileşiklerin asimilat taşınımındaki önemini göstermektedir (Chiou ve Bush, 1998; Salerno ve Curatti, 2003). Ayrıca bu bileşikler abiyotik ve biyotik stres faktörlerine toleransın artırılması, asimilat taşınımı, ozmotik dengenin sürdürülmesinde de önemli rol oynamaktadır (Rolland, Moore ve Sheen, 2002; Barra vd., 2003).

5.6.1. Glikoz Miktar Değişimleri

Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM tuz uygulamalarının ve % 25, % 50 ve % 75 kuraklık uygulamalarının tümünde glikoz seviyesi kontrol örneğine göre artış göstermişlerdir (Tablo 4.3). SC2121 domates türünde ise, % 25 ve % 75 kuraklık uygulamalarında glikoz seviyesi artarken % 50 kuraklık uygulamasında glikoz miktarı azalmıştır (Tablo 4.3). Bu bulgular, tuzun akdari (*Sorghum bicolor*) içinde glikoz içeriğini arttırdığını aktaran Almodares ve Dosti'nin (2008) çalışmalarına uygundur. Ghosh ve diğerleri (2001), NaCl'nin patatesten (*Solanum tuberosum*) glikoz birikimine neden olduğunu saptamışlardır. Hartzendorf ve Rolletschek (2001), tuzluluğun kamış bitkisinde (*Phragmites australis*) glikozu artırdığını belirlemişlerdir. Muscolo, Panuccio ve Sidari (2003), İngiliz çiminde (*Pennisetum clandestinum*) yetersiz suyun glikoz artışına neden olduğunu bulmuşlardır. Martin, Miceli, Morgan, Scalet ve Zerbi (1993), ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) kuraklığın glikoz artışına neden olduğunu öne sürmüşlerdir. Bazı araştırmacılar ise glikoz miktarının stres koşullarında azaldığını bulmuşlardır. Schubert vd., (1995) ve Fougere, Le Rudulier ve Streeter (1991), yoncada (*Medicago sativa*), Khodary (2004), mısırdaki (*Zea mays*) tuz uygulamalarının glikoz içeriğini azalttığını gözlemlemişlerdir. Glikoz değerlerine göre MSC50 domates çeşidi tüm tuzluluk ve kuraklık uygulamalarına karşı direnç göstermişlerdir ancak SC2121 50 mM ve 100 mM NaCl uygulamalarına, ayrıca % 25 ve % 75 kuraklık uygulamalarına karşı toleranslıdır.

5.6.2. Fruktoz Miktar Değişimleri

Fruktoz, pek çok bitkide bulunan basit bir monosakkarit olup glikoz bağlanarak disakkarit sukroz oluşturur (Tzia, Giannou, Lebesi ve Cranioti, 2012). MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM tuz uygulamalarının tümünde fruktoz içeriği düşmüştür. Bununla birlikte % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarında fruktoz seviyesi artış gösterirken, % 75 kuraklık uygulamasında azalma göstermiştir (Tablo 4.3). SC2121 domates türünde ise, 50 mM ve 150 mM NaCl uygulamasında artmış, 100 mM tuz konsantrasyonunda fruktoz miktarı düşmüştür. Bunun dışında, SC2121 domates türünde % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarında fruktoz miktarı

azalırken % 75 kuraklık uygulamasında artmıştır (Tablo 4.3). Bu sonuçlar, tuzluluğun İngiliz çimi (*Pennisetum clandestinum*) içinde fruktoz arttırdığına dair inceleme yapan Muscolo vd., (2003) ait çalışmaya uygunluk göstermiştir. Giannakoula ve Ilias (2013), tuz uygulanmış domates (*Lycopersicon esculentum*) çeşitlerinde fruktoz miktarını artırdığını, Martin vd., (1993) ise ekmeçlik buğdayda (*Triticum aestivum*), Keller ve Ludlow (1993), güvercin bezelyede (*Cajanus cajan*) kuraklık uygulamasının fruktoz birikimine neden olduğunu belirtmişlerdir. Bazı araştırma sonuçları ise kuraklık ve tuzlu koşullarda bitkisel dokularda fruktoz miktarının indirgendiğini tespit etmişlerdir. Al Hakimi, Monneveux ve Galiba (1995), Kerepesi ve Galiba (2000), ekmeçlik buğdayda (*Triticum aestivum*) kuraklık stresinin fruktoz seviyesinde azalmaya neden olduğunu saptamışlardır. Kuraklık ve tuzluluk stresleri altında, bitkide fruktoz seviyesinin azalması fotosentez ve solunum dengesinin değişmesinden kaynaklanmış olabilir (Krömer, 1995). Karanlık reaksiyonlarda havadan yakalanan CO₂'in kloroplastlarda nişasta ya da sitoplazmada sukroza dönüşümü fruktoz miktarı ile kontrol edilmektedir. Fruktoz solunum reaksiyonlarının kilit bileşiklerinden birisidir ve tuz ve kurak koşullarda fotosentez hızı düşerek solunum hızı artar, bu da fruktozun artışına neden olabilir (Stitt ve Cseke, 1987; Kruger ve Volin, 2006). Fruktoz değerlerine göre, MSC50 domates çeşidi % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarına direnç göstermişlerdir, ancak SC2121 50 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarına ve yalnızca % 75 kuraklık uygulamalarına karşı toleranslıdır.

5.6.3. Sukroz Miktar Değişimleri

Çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM tuz uygulamalarının tümünde sukroz miktarı artmıştır. Buna karşın % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarında sukroz değeri azalırken % 75 kuraklık uygulamasında kontrole göre artmıştır (Tablo 4.3). SC2121 domates türünde ise, sukroz miktarı 50 mM ve 100 mM NaCl uygulamasında artmış, 150 mM tuz konsantrasyonunda azalmıştır. SC2121'de % 25 ve % 50 kuraklık uygulamalarında sukroz miktarı yüksek, % 75 kuraklık uygulamasında ise düşüktür (Tablo 4.3). Bu sonuçlar, pirinçte (*Oryza sativa*) tuzluluk stresinin sukroz içeriğini yükselttiğini öne süren Pattanagul ve Thitisaksakul'e (2008) ait bulgular ile benzerlik göstermektedir. Juan vd., (2005),

domateste (*Lycopersicon esculentum*) tuzluluk stresinin, Kaur, Gupta ve Kaur (2007) kuraklığın ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*), Keller ve Ludlow (1993), su eksikliğinin güvercin bezelyesinde (*Cajanus cajan*) sukroz içeriğini yükselttiğini belirlemişlerdir. Bu alanda yapılan diğer çalışmalarda ise tuz ve kurak koşullarda sukroz miktarının azaldığı öne sürülmüştür. Liu ve Van Staden (2001) tuz uygulanmış soya fasulyesinde (*Glycine max*), Dubey ve Singh (1999) tuz uygulaması yapılmış pirinç fidelerinde sukroz içeriğini azalttığını tespit etmişlerdir. (*Glycine max*) sukroz içeriğinin düştüğünü saptamışlardır. Norris ve Thomas (1982) ise kuraklık stresinin İngiliz çiminde (*Lolium perenne*) sukroz içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. Sukroz değerlerine göre, MSC50 domates tüm tuzluluk uygulamalarına ve % 75 kuraklığa karşı direnç göstermişlerdir ancak SC2121 domates çeşidi 50 mM ve 100 mM NaCl uygulamalarına ve ayrıca % 25 ve % 50 kuraklık uygulamasına toleranslıdır.

5.6.4. Toplam Çözünür Karbonhidrat Miktar Değişimleri

MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM tuz uygulamalarının tümünde karbohidrat içeriği düşmüştür. Kuraklık uygulamalarının % 25 ve % 75 konsantrasyonlarında toplam çözünür karbohidrat miktarı düşük, % 50 su eksikliğinde ise yüksektir (Tablo 4.3). SC2121 domates türünde, 50 mM ve 100 mM NaCl uygulama grubunda çözünür karbohidrat seviyesi yükselirken 150 mM tuz konsantrasyonunda azalmıştır. SC2121 domateste % 25 kuraklık uygulamasında çözünür karbohidrat seviyesi azalırken % 50 ve % 75 kuraklık uygulamalarında artmıştır (Tablo 4.3). Bu sonuçlar, akdarı (*Sorghum bicolor*) bitkilerinde NaCl'nin toplam çözünür karbohidratazalttığını gösteren Almodares, Hadi ve Dosti (2008) ait çalışma verileri ile örtüşmüştür. Kerepesi ve Galiba (2000), ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*) tuzun, Norris ve Thomas (1982), İngiliz çiminde (*Lolium perenne*) su eksikliğinin toplam çözünür karbohidrat içeriğini azalttığını tespit etmişlerdir. Mafakheri vd., (2010), nohutta (*Cicer arietinum*) kuraklığın toplam çözünür karbohidrat içeriğini indirgediğini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaların tersine Ashraf ve Tufail (1995) ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*), Bagheri ve Sadeghipour (2009), arpada (*Hordeum vulgare*), Azooz (2009), akdarıda (*Sorghum bicolor*) tuzluluğun toplam çözünür karbohidrat miktarını yükselttiğini tespit etmişlerdir.

Abdelasmad (1993), kuraklığın ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum*), Thorne ve Giaquinta (1984), makarnalık buğdayda (*Triticum durum*) toplam çözümlü karbohidrat birikimine neden olduğunu saptamışlardır. Yapılan çalışmada domates çeşitlerinin toplam çözümlü karbohidrat miktarının değişmesinde fotosentez aktivitesinin değişimi ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Araştırmacılar, tuz ve kuraklık etkisiyle klorofil miktarının azaldığını ve buna bağlı olarak ta dışık reaksiyonlarında klorofil eşikliği nedeniyle ATP ve NAPH+H sentezinin engellendiğini ifade etmişlerdir (Lawlor ve Cornic, 2002; Hendriks vd., 2003). ATP ve NADPH₂ indirgenmesi ise karbohidrat üretimi indirgemektedir (Le Fur, Le Stunff, Dos Santos ve Bougnères, 2004; Praxedes, DaMatta, Loureiro, Ferrao ve Cordeiro, 2006). Toplam çözümlü karbohidrat değerlerine göre, MSC50 domates % 50 kuraklığa karşı direnç göstermişlerdir, ancak SC2121 domates çeşidi 50 mM ve 100 mM NaCl uygulamalarına ve ayrıca % 75 kuraklık uygulamasına toleranslıdır.

5.7. Antioksidan Enzimler Aktivite Değişimleri

Antioksidant bileşikler tuz ve kurak koşullarında tolerant tür ve çeşitlerde ROS etkisi, lipid peroksidasyon hasarı ve redoks dengesini düzenleyerek bitki büyüme ve gelişimini kontrol etmektedir (Gill ve Tuteja, 2010). Antioksidan enzimlere ilişkin bilgiler antioksidant metaolizmayı kapsamına detaylı olarak verilmiştir.

5.7.1. Katalaz (CAT) Aktivite Değişimleri

CAT, hidrojen peroksidin su ve oksijene indirgenmesini sağlayarak oksidatif hasarın önlenmesine yardımcı olan en önemli enzimdir (Scandalios ve Scandalios, 1997). Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık (% 25, % 50 ve % 75) uygulamalarının tümünde ve CAT aktivitesi yüksektir (Tablo 4.4). Buna karşın SC2121 domates türünde, tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) konsantrasyonlarının tümünde CAT aktivitesi düşüktür. Bunun dışında, SC2121 domates türünde % 25 kuraklık uygulamasında CAT aktivitesi azalırken % 50 ve % 75 kuraklık uygulamalarında artmıştır (Tablo 4.4). CAT aktivitesine ilişkin sonuçlar bu alanda yapılan çalışmalar ile örtülmektedir. Agarwal ve Pandey (2004), Azevedo, Alas, Smith ve Lea (1998) ve Koca vd., (2007) gibi araştırmacılar farklı bitkiler ile yapıları çalışmalarında tuz stresinin CAT aktivitesinde artışa neden

olduğunu saptamışlardır. Sankar vd., (2007), tepary fasulyesinde (*Phaseolus acutifolius*), Wang (1999), çilekte (*Fragaria vesca*) su eksikliğinin CAT aktivitesinde artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir. Zhang ve Kirkham, (1994) ise ekemelik buğdayda, Tahi, Wahbi, El Modafar, Aganchich ve Serraj (2008) domateste (*Lycopersicon esculentum*) ve Jiang ve Zhang (1990) ise mısır bitkisinde tuzluluğun CAT aktivitesini azalttığını belirlemişlerdir. Quartacci ve Navari (1992), kuraklık uygulamalarının ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) CAT aktivitesini azalttığını gözlemlemişlerdir. CAT değerlerine göre, MSC50 domates çeşidi tüm tuzluluk ve kuraklık uygulamalarına direnç gösterirken SC2121 sadece % 25'lik kuraklık uygulamasına karşı tolerans göstermiştir.

5.7.2. Süperoksit Dismutaz (SOD) Aktivite Değişimleri

SOD enziminin temel işlevi, süperoksit (O_2^-) iyonlarını hidrojen peroksit (H_2O_2) katalize etmektir. Daha sonra CAT enzimi bu bileşgi su ve moleküler oksijene dönüştürür. Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 50 mM ve 100 mM NaCl uygulamalarında SOD aktivitesi artarken, 150 mM NaCl uygulamasında SOD aktivitesi azalmıştır. Ancak kurak uygulamalarında SOD aktivitesi % 50 ve % 75 su eksikliğinde yüksek, % 25 su eksikliğinde ise düşüktür (Tablo 4.4). SOD aktivitesi SC2121 domates türünde, 50 mM tuz konsantrasyonunda azalırken, 100 mM ve 150 mM tuz uygulamasında ise yükselmiştir. Kurak uygulamaları SC2121 domates türünde tüm konsantrasyonlarda (% 25, % 50 ve % 75) SOD aktivitesini artmıştır (Tablo 4.4). Bu sonuçlar, domateste (*Solanum lycopersicum*) tuzluluk stresinin SOD aktivitesini yükselttiğini öne süren Kumar, Karajol ve Naik (2011)'e ait bulgular ile örtüşmektedir. Çelik ve Atak (2012), tütün (*Nicotiana tabacum*) bitkisinde NaCl'nin SOD aktivitesini uyardığını, Rahman vd., (2004) ise domateste (*Solanum lycopersicum*) kuraklığın SOD aktivitesini yükselttiğini tespit etmişlerdir. Yine Gunes vd., (2008) ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) su eksikliğinin SOD aktivitesini arttırdığını belirlemiştir. Bazı bitki türlerine yapılan çalışmalarda ise tuz ve kuraklığın SOD aktivitesini olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur. Zhu, Wei ve Qian (2004) salatalıkta (*Cucumis sativus* L.) ve De Azevedo Neto, Prisco, Enéas-Filho, de Abreu ve Gomes-Filho (2006) mısırdaki NaCl uygulamalarının SOD aktivitesini indirgediğini belirlemişlerdir. SOD aktivite değerleri, MSC50 domates

çeşidinin 50 mM ve 100 mM NaCl ile % 50 ve % 75 kuraklık uygulamalarına dirençli olduğunu göstermiştir. Buna karşın SC2121 domates türü ise sadece 50 mM NaCl uygulamasına toleranslı bulunmuştur. Sonuç olarak, SOD aktivitesinde antioksidan seviyelerindeki değişim bitkilerin tuzluluk ve kuraklık streslerine gösterdiği tolerans ve adaptasyonla yakın ilişkili olduğu söylenebilir.

5.7.3. Guaiakol Peroksidaz (GuPX) Aktivite Değişimleri

Guaiakol peroksidaz (GuPX) H_2O_2 'yi oksijen ve suya dönüştürülmesinde iş gören bir diğer enzimdir (Gill ve Tuteja, 2010). Bu çalışmada, MSC50 domates çeşidinde 50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl uygulamalarında GuPX aktivitesi düşüktür. Ayrıca, % 25 ve 75 kuraklık konsantrasyonlarında GuPX aktivitesi düşük, % 50 kuraklık uygulamasında ise yüksektir (Tablo 4.4). SC2121 domates türünde ise GuPX aktivitesi 50 mM tuz konsantrasyonunda yüksek, 100 mM ve 150 mM tuz konsantrasyonlarında ise düşüktür. Kuraklı uygulamalarında GuPX aktivitesi % 25 ve % 75 konsantrasyonlarda yükselirlen, % 50 su eksikliğinde ise düşmüştür (Tablo 4.4). Bu sonuçlar, ekmeclik buğdayda (*Triticum aestivum*) tuzluluk stresinin GuPX yükselttiğini öne süren Csiszár vd., (2005)'e ait bulgular ile uyum göstermektedir. De Azevedo Neto vd., (2006), tuz uygulanmış pirinçte (*Zea mays*), Gunes vd., (2008) kurak uygulaması yapılmış ayçiçek (*Helianthus annuus*) yapraklarında GuPX aktivitesinin arttığını bulmuşlardır. Das ve Uprety (2006) lahanada çeşitlerinde (*Brassica oleracea*) kurak uygulamalarının GuPX aktivitesini uyardığını tespit etmişlerdir. Çalışmada MSC50 domates çeşidinin % 50 kuraklık uygulamasına direnç gösterdiği buna karşın SC2121 domates çeşidinin ise 50 mM NaCl ile % 25 ve % 75 kuraklık uygulamalarına toleranslı olduğu saptanmıştır. Çalışmada enzim aktivite değişimlerinin tuz ve kurak uygulamalarının azot alımı, taşınımı ve biyosentez yollarında kullanımının indirgenmiş olmasından, ROS üretiminin protein sentezini engellemesi ve ayrıca protein yıkımına sebep olmasından kaynaklanmış olabileceği sonucuna varılmıştır (Herbinger vd., 2002; Bakalova, Nikolova ve Nedeva, 2004; Jung, 2004; Guo, Ou, Lu ve Zhong, 2006).

6. SONUÇ

Tablo6.1. Tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (%25, %50 ve %75) MC50 ve SC2121 domates çeşitlerinde fotosentetik pigmentler, proline, protein, glikoz, früktoz, sukroz ve toplam çözümlü karbonhidrat miktarı, MDA ve H₂O₂ konsantrasyonu ve APX, CAT ve SOD aktivitelerine etkileri.

		KI a	KI b	Toplam KI	Toplam karo	Prolin	Protein	MDA	H ₂ O ₂	Glikoz	Fruktoz	Sukroz	Toplam çözülebilir karbonhidrat	CAT	SOD	GuPX
MC50	Kontrol	0.05	0.02	0.07	4.60	12,06	22,95c	4,50	1032,47	309,69	668,00	430,54	20,26	0,16	488,13	0,75
	50mMNaCl	0.03	0.01	0.05	3.65	10,07	52,42	4,41	852,80	354,64	655,21	448,60	19,86	0,34	645,61	0,10
	100mMNaCl	0.10	0.04	0.15	8.30	12,72	15,76	2,08	1055,02	365,99	478,72	460,59	20,04	0,26	569,14	0,57
	150mMNaCl	0.05	0.01	0.06	4.51	19,89	7,48	3,65	982,58	357,71	603,55	438,37	19,61	0,29	457,91	0,66
	%25 Kuraklık	0.06	0.03	0.08	6.45	11,72	14,48	4,58	637,47	412,29	683,85	393,29	20,15	0,23	430,64	0,13
	%50 Kuraklık	0.06	0.03	0.09	6.18	12,31	108,03	4,54	870,35	497,71	671,11	410,63	20,30	0,36	699,62	2,01
	%75 Kuraklık	0.06	0.03	0.09	6.17	10,93	15,86	6,33	1062,13	411,15	658,07	447,08	20,24	0,17	581,44	0,13
SC2121	Kontrol	0.10	0.03	0.13	7.96	9,67	168,07	4,80	97,54	361,09	673,09	454,36	19,53	0,68	450,79	0,13
	50mMNaCl	0.05	0.02	0.07	5.01	12,46	182,43	5,51	107,88	366,72	681,48	457,80	19,67	0,54	398,64	0,15
	100mMNaCl	0.08	0.03	0.12	7.45	10,07	168,25	4,18	115,50	364,95	663,51	466,19	19,97	0,28	529,21	0,02
	150mMNaCl	0.04	0.02	0.05	4.10	13,28	239,15	5,44	117,66	355,36	699,06	431,89	18,76	0,20	453,10	0,12
	%25 Kuraklık	0.06	0.02	0.05	5.68	11,79	182,43	3,72	113,15	376,67	656,00	458,19	19,05	0,71	499,63	0,16
	%50 Kuraklık	0.11	0.04	0.16	8.27	14,54	161,45	5,97	112,48	339,32	663,01	459,55	19,55	0,25	507,11	0,03
	%75 Kuraklık	0.08	0.04	0.12	7.23	11,99	160,51	5,38	109,28	365,99	687,90	448,36	19,75	0,64	465,94	0,50

Bu çalışmada, tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM NaCl) ve kuraklık (% 25, % 50 ve % 75) uygulamalarının MSC50 ve SC2121 domates çeşidinde fotosentetik pigment (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoit), prolin, protein, MDA, H₂O₂, karbohidrat içerikleri ve guaiakol peroksidaz (GuPX), katalaz (CAT) ve süperoksit dismutaz (SOD) enzim aktivitesi üzerinde etkileri araştırılmıştır. Verilere göre SC2121 domates çeşidinde klorofil a, b, toplam klorofil ve karotenoit içeriği MSC50 domates çeşidine göre artmıştır. Pigment içeriğine bağlı olarak, MCS 50 tüm kuraklık konsantrasyonlarına, 100 mM NaCl uz uygulamasına tolerans gösterirken SC2121 sadece % 50 kuraklık uygulamasına dirençli bulunmuştur. Prolin ve toplam çözünür protein miktarı genel olarak SC2121 genotipinde yüksektir. MDA ve hidrojen peroksit H₂O₂ konsantrasyonu, MSC50 domatesinde düşüktür. Glikoz içeriği MSC50'de artış gösterirken, fruktoz miktarı azalmıştır. Sukroz içeriği her iki domates çeşidinde kontrole göre artış göstermişlerdir. toplam çözünür karbohidrat miktarı, SC2121 çeşidinde daha düşük bulunmuştur. CAT aktivitesi MSC50'de artış gösterirken, SOD aktivitesi MSC50 azalmış, SC2121 ise artmıştır. GuPX aktivitesi ise SC2121 çeşidinde MSC50'a göre daha yüksektir. Sonuç olarak, MSC50 domates çeşidinin tuz ve kuraklık uygulamalarına daha toleranslı olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 6.1).

KAYNAKLAR

- Abdelasmad H.H. (1993). Counteraction of NaCl with CaCl₂ or KCl on pigment saccharide and mineral contents in wheat. *Biologia Plantarum*, 35, 555-560.
- Abedi, T., & Pakniyat, H. (2010). Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 46(1), 27-34.
- Agarwal, S., & Pandey, V. (2004). Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia*. *Biologia Plantarum*, 48(4), 555-560.
- Aghaleh, M., Niknam, V., Ebrahimzadeh, H., & Razavi, K. (2009). Salt stress effects on growth, pigments, proteins and lipid peroxidation in *Salicornia persica* and *S. europaea*. *Biologia Plantarum*, 53(2), 243-248.
- Ainsworth, E., Davey, P., Hymus, G., Osborne, C., Rogers, A., Blum, H., . . . Long, S. (2003). Is stimulation of leaf photosynthesis by elevated carbon dioxide concentration maintained in the long term? *Plant, Cell & Environment*, 26(5), 705-714.
- Akhzari, D., & Pessarakli, M. (2016). Effect of drought stress on total protein, essential oil content, and physiological traits of *Levisticum officinale* Koch. *Journal of Plant Nutrition*, 39(10), 1365-1371.
- Akoyunoglou, G. (1977). Development of the photosystem II unit in plastids of bean leaves greened in periodic light. *Archives of biochemistry and biophysics*, 183(2), 571-580.
- Al Hakimi, A., Monneveux, P., & Galiba, G. (1995). Soluble sugars, proline and relative water content (RCW) as traits for improving drought tolerance and divergent selection for RCW from *Triticum polonicum* into *Triticum durum*. *Journal of Genetics and Breeding (Italy)*.
- Ali, Q., Ashraf, MU., Shahbaz, M., & Humera, HA. (2008). Ameliorating effect of foliar applied proline on nutrient uptake in water stressed maize (*Zea mays* L.) plants. *Pakistan Journal of Botany*, 40(1), 211-219.
- Almodares, A., Hadi, M. R., & Dosti, B. (2008). The effects of salt stress on growth parameters and carbohydrates contents in sweet sorghum. *Research Journal of Environmental Sciences*, 2(4), 298-304.
- Amini, F., & Ehsanpour, A. A. (2005). Soluble proteins, proline, carbohydrates and Na⁺/K⁺ changes in two tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars under in vitro salt stress. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*, 1(4), 204-208

- Amor, A. B., Budde, T., & Gatzert, H. (2006). A magnetoelastic microtransformer-based microstrain gauge. *Sensors and Actuators A: Physical*, 129(1), 41-44.
- Anonymous. (2008). FAO Agricultural Statistical Database. Retrieved from <http://faostat.org>
- Apel, K., & Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 373-399.
- Armond, P., Staehelin, L., & Arntzen, C. (1977). Spatial relationship of photosystem I, photosystem II, and the light-harvesting complex in chloroplast membranes. *The Journal of cell biology*, 73(2), 400-418.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiology*, 24(1), 1-10.
- Arnon, D. I. (1984). The discovery of photosynthetic phosphorylation. *Trends in Biochemical Sciences*, 9(6), 258-262.
- Arora, A., Sairam, R., & Srivastava, G. (2002). Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*, 1227-1238.
- Asada, K. (2006). Production and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts and their functions. *Plant physiology*, 141(2), 391-396.
- Ashraf, M., & Foolad, M. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 206-216.
- Ashraf, M., & Iram, A. (2005). Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200(6), 535-546.
- Ashraf, M., & O'leary, J. W. (1999). Changes in soluble proteins in spring wheat stressed with sodium chloride. *Biologia plantarum*, 42(1), 113-117.
- Ashraf, M., & Tufail, M. (1995). Variation in salinity tolerance in sunflower (*Helianthus annuum* L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 174(5), 351-362.
- Azevedo, R. A., Alas, R. M., Smith, R. J., & Lea, P. J. (1998). Response of antioxidant enzymes to transfer from elevated carbon dioxide to air and ozone fumigation, in the leaves and roots of wild-type and a catalase-deficient mutant of barley. *Physiologia Plantarum*, 104(2), 280-292.
- Azooz, M. M. (2009). Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in two faba bean genotypes differing in salt tolerance. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 11(4), 343-350.

- Bagheri, A., & Sadeghipour, O. (2009). Effects of salt stress on yield, yield components and carbohydrates content in four hulless barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivars. *Journal of Biological sciences*, 9(8), 909-912.
- Bakalova, S., Nikolova, A., & Nedeva, D. (2004). Isoenzyme profiles of peroxidase, catalase and superoxide dismutase as affected by dehydration stress and ABA during germination of wheat seeds. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 30, 64-77.
- Balibrea, M. E., Dell'Amico, J., Bolarín, M. C., & Pérez-Alfocea, F. (2000). Carbon partitioning and sucrose metabolism in tomato plants growing under salinity. *Physiologia Plantarum*, 110(4), 503-511
- Ballicora, M. A., Iglesias, A. A., & Preiss, J. (2004). ADP-glucose pyrophosphorylase: a regulatory enzyme for plant starch synthesis. *Photosynthesis Research*, 79(1), 1-24.
- Barber, J. (1995). Molecular basis of the vulnerability of photosystem II to damage by light. *Functional Plant Biology*, 22(2), 201-208.
- Barra, L., Pica, N., Gouffi, K., Walker, G. C., Blanco, C., & Trautwetter, A. (2003). Glucose 6-phosphate dehydrogenase is required for sucrose and trehalose to be efficient osmoprotectants in *Sinorhizobium meliloti*. *FEMS microbiology letters*, 229(2), 183-188.
- Bartels, D., & Souer, E. (2004). Molecular responses of higher plants to dehydration. In *Plant responses to abiotic stress* (pp. 9-38). Springer Berlin Heidelberg.
- Behnamnia, M. (2015). Protective roles of brassinolide on tomato seedlings under drought stress. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 8(4), 552.
- Benson, A., & Calvin, M. (1947). The dark reductions of photosynthesis. *Science*, 105(2738), 648-649.
- Berger, S., Weichert, H., Porzel, A., Wasternack, C., Kühn, H., & Feussner, I. (2001). Enzymatic and non-enzymatic lipid peroxidation in leaf development. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1533(3), 266-276.
- Bergmeyer, H. U. (Ed.). (1970). *Methoden der enzymatischen Analyse*. 2. Verlag Chemie.
- Beyer Jr, W. F., & Fridovich, I. (1987). Effect of hydrogen peroxide on the iron-containing superoxide dismutase of *Escherichia coli*. *Biochemistry*, 26(5), 1251-1257.

- Bhardwaj, J., & Yadav, S. K. (2012). Comparative study on biochemical parameters and antioxidant enzymes in a drought tolerant and a sensitive variety of horse gram (*Macrotyloma uniflorum*) under drought stress. *American Journal of Plant Physiology*, 7, 17-29.
- Bhaskara, G. B., Yang, T. H., & Verslues, P. E. (2015). Dynamic proline metabolism: importance and regulation in water limited environments. *Frontiers in plant science*, 6.
- Bhattacharya, A., Sood, P., & Citovsky, V. (2010). The roles of plant phenolics in defence and communication during *Agrobacterium* and *Rhizobium* infection. *Molecular plant pathology*, 11(5), 705-719.
- Blankenship, R. E., & Chen, M. (2013). Spectral expansion and antenna reduction can enhance photosynthesis for energy production. *Current opinion in chemical biology*, 17(3), 457-461.
- Blokhina, O. (2000). *Anoxia and oxidative stress: lipid peroxidation, antioxidant status and mitochondrial functions in plants*: University of Helsinki.
- Bor, M., Özdemir, F., & 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(1), 77-84.
- Boraston, A. B., Bolam, D. N., Gilbert, H. J., & Davies, G. J. (2004). Carbohydrate-binding modules: fine-tuning polysaccharide recognition. *Biochemical Journal*, 382(3), 769-781.
- Boscaiu, M., Sánchez, M., Bautista, I., Donat, P., Lidón, A., Llinares, J., ...& Vicente, O. (2010). Phenolic compounds as stress markers in plants from gypsum habitats. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 67(1), 44-49.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
- Brown, S. B. (1991). Chlorophyll breakdown. *Chlorophylls*, 465-489.
- Brudvig, G. W. (2008). Water oxidation chemistry of photosystem II. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 363(1494), 1211-1219.
- Buchert, F., & Forreiter, C. (2010). Singlet oxygen inhibits ATPase and proton translocation activity of the thylakoid ATP synthase CF₁CF_o. *FEBS letters*, 584(1), 147-152.
- Burton, R. S. (1991). Regulation of proline synthesis in osmotic response: effects of protein synthesis inhibitors. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, 259(2), 272-277.

- Çelik, Ö., & Atak, Ç. (2012). The effect of salt stress on antioxidative enzymes and proline content of two Turkish tobacco varieties. *Turkish Journal of Biology*, 36(3), 339-356.
- Chapin III, F. S. (1995). New cog in the nitrogen cycle. *Nature*, 377(6546), 199.
- Chen, R. D., & Tabaeizadeh, Z. (1992). Alteration of gene expression in tomato plants (*Lycopersicon esculentum*) by drought and salt stress. *Genome*, 35(3), 385-391.
- Chiou, T.-J., & Bush, D. R. (1998). Sucrose is a signal molecule in assimilate partitioning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(8), 4784-4788.
- Christ, B., & Hörtensteiner, S. (2014). Mechanism and significance of chlorophyll breakdown. *Journal of plant growth regulation*, 33(1), 4-20.
- Clark, R., Hawkesford, M., Coughlan, S., Bennett, J., & Hind, G. (1984). Association of ferredoxin-NADP⁺ oxidoreductase with the chloroplast cytochrome b_f complex. *FEBS letters*, 174(1), 137-142.
- Claussen, W. (2005). Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Science*, 168(1), 241-248.
- Croce, R., & Van Amerongen, H. (2014). Natural strategies for photosynthetic light harvesting. *Nature chemical biology*, 10(7), 492-501.
- Cruz, J. A., Avenson, T. J., Kanazawa, A., Takizawa, K., Edwards, G. E., & Kramer, D. M. (2004). Plasticity in light reactions of photosynthesis for energy production and photoprotection. *Journal of Experimental Botany*, 56(411), 395-406.
- Csiszár, J., Fehér-Juhász, E., Kotai, E., Ivankovits-Kiss, O., Horváth, G. V., Mai, A., & Erdei, L. (2005). Effect of osmotic stress on antioxidant enzyme activities in transgenic wheat calli bearing MsALR gene. *Acta Biologica Szegediensis*, 49(1-2), 49-50.
- Cummings, J., & Stephen, A. (2007). Carbohydrate terminology and classification. *European journal of clinical nutrition*, 61(S1), S5.
- Dacosta, M., & Huang, B. (2007). Changes in antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation for bentgrass species in response to drought stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(3), 319-326.
- Das, R., & Uprety, D. C. (2006). Interactive effect of moisture stress and elevated CO₂ on the oxidative stress in Brassica species. *International journal of food, agriculture and environment*, 4(2), 298-305.

- De Azevedo Neto, A. D., Prisco, J. T., Enéas-Filho, J., de Abreu, C. E. B., & Gomes-Filho, E. (2006). Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, *56*(1), 87-94.
- de Lacerda, C. F., Cambraia, J., Oliva, M. A., & Ruiz, H. A. (2005). Changes in growth and in solute concentrations in sorghum leaves and roots during salt stress recovery. *Environmental and Experimental Botany*, *54*(1), 69-76.
- De Rybel, B., Breda, A. S., & Weijers, D. (2014). Prenatal plumbing—vascular tissue formation in the plant embryo. *Physiologia Plantarum*, *151*(2), 126-133.
- Demmig-Adams, B., & Adams Iii, W. (1992). Photoprotection and other responses of plants to high light stress. *Annual review of plant biology*, *43*(1), 599-626.
- Dietz, K. J., & Pfannschmidt, T. (2011). Novel regulators in photosynthetic redox control of plant metabolism and gene expression. *Plant Physiology*, *155*(4), 1477-1485.
- Duysens, L. (1989). The discovery of the two photosynthetic systems: a personal account. *Photosynthesis research*, *21*(2), 61-79.
- Dubey, R. S., & Singh, A. K. (1999). Salinity induces accumulation of soluble sugars and alters the activity of sugar metabolising enzymes in rice plants. *Biologia Plantarum*, *42*(2), 233-239.
- Dutton, H. J. (1997). Carotenoid-sensitized photosynthesis: quantum efficiency, fluorescence and energy transfer. *Photosynthesis research*, *52*(2), 175-185.
- Edreva, A. (2005). The importance of non-photosynthetic pigments and cinnamic acid derivatives in photoprotection. *Agriculture, ecosystems & environment*, *106*(2), 135-146.
- Elstner, E. F. (1987). Metabolism of activated oxygen species. *The Biochemistry of plants: a comprehensive treatise (USA)*.
- Eraslan, F., Güneş, A., İnal, A., Çiçek, N., & Alpaslan, M. (2008). Comparative physiological and growth responses of tomato and pepper plants to fertilizer induced salinity and salt stress under greenhouse conditions.
- Ercan, O. (2008). "Effect of drought and salt stress on antioxidant defense system and physiology of Lentil (*Lens culinaris* M.) seedlings". MSc Thesis. Middle East Technical University, Ankara Turkey.
- Evgenidis, G., Traka-Mavrona, E., & Koutsika-Sotiriou, M. (2011). Principal component and cluster analysis as a tool in the assessment of tomato hybrids and cultivars. *International Journal of Agronomy*, 2011.

- Farmer, E. E., & Mueller, M. J. (2013). ROS-mediated lipid peroxidation and RES-activated signaling. *Annual review of plant biology*, 64, 429-450.
- Farooq, M., Hussain, M., & Siddique, K. H. (2014). Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 33(4), 331-349.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. (2012). Drought stress in plants: an overview. In *Plant responses to drought stress* (pp. 1-33). Springer Berlin Heidelberg.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. In *Sustainable agriculture* (pp. 153-188). Springer Netherlands.
- Farré, G., Sanahuja, G., Naqvi, S., Bai, C., Capell, T., Zhu, C., & Christou, P. (2010). Travel advice on the road to carotenoids in plants. *Plant Science*, 179(1), 28-48.
- Fazeli, F., Ghorbanli, M., & Niknam, V. (2007). Effect of drought on biomass, protein content, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in two sesame cultivars. *Biologia Plantarum*, 51(1), 98-103.
- Fischer, R., Bidinger, F., Syme, J., & Wall, P. (1981). Leaf photosynthesis, leaf permeability, crop growth, and yield of short spring wheat genotypes under irrigation. *Crop Science*, 21(3), 367-373.
- Flexas, J., Ribas-Carbó, M., Bota, J., Galmés, J., Henkle, M., Martínez-Cañellas, S., & Medrano, H. (2006). Decreased Rubisco activity during water stress is not induced by decreased relative water content but related to conditions of low stomatal conductance and chloroplast CO₂ concentration. *New Phytologist*, 172(1), 73-82.
- Fougere, F., Le Rudulier, D., & Streeter, J. G. (1991). Effects of salt stress on amino acid, organic acid, and carbohydrate composition of roots, bacteroids, and cytosol of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant physiology*, 96(4), 1228-1236.
- Foyer, C. H., & Noctor, G. (2000). Tansley Review No. 112 Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling. *The New Phytologist*, 146(3), 359-388.
- Foyer, C. H., & Shigeoka, S. (2011). Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis. *Plant physiology*, 155(1), 93-100.
- Foyer, C. H., Ruban, A. V., & Noctor, G. (2017). Viewing oxidative stress through the lens of oxidative signalling rather than damage: Portland Press Limited.
- Frenkel, A. W. (1995). Photosynthetic phosphorylation. *Photosynthesis research*, 46(1), 73-77.

- Fridlyand, L. E., & Scheibe, R. (1999). Regulation of the Calvin cycle for CO₂ fixation as an example for general control mechanisms in metabolic cycles. *Biosystems*, 51(2), 79-93.
- Fryer, M. J., Oxborough, K., Mullineaux, P. M., & Baker, N. R. (2002). Imaging of photo-oxidative stress responses in leaves. *Journal of Experimental Botany*, 53(372), 1249-1254.
- Fukuda, H. (2000). Programmed cell death of tracheary elements as a paradigm in plants. *Plant molecular biology*, 44(3), 245-253.
- Ge, T.-D., Sui, F.-G., Bai, L.-P., Lu, Y.-Y., & Zhou, G.-S. (2006). Effects of water stress on the protective enzyme activities and lipid peroxidation in roots and leaves of summer maize. *Agricultural Sciences in China*, 5(4), 291-298.
- Geiger, D. R., & Fuchs, M. A. (2002). Inhibitors of aromatic amino acid biosynthesis (glyphosate). In *Herbicide Classes in Development* (pp. 59-85). Springer Berlin Heidelberg.
- Gerardeaux, E., Saur, E., Constantin, J., Porté, A., & Jordan-Meille, L. (2009). Effect of carbon assimilation on dry weight production and partitioning during vegetative growth. *Plant and soil*, 324(1-2), 329-343.
- Gharsallah, C., Fakhfakh, H., Grubb, D., & Gorsane, F. (2016). Effect of salt stress on ion concentration, proline content, antioxidant enzyme activities and gene expression in tomato cultivars. *AoB Plants*, 8, plw055.
- Ghosh, S. C., Asanuma, K. I., Kusutani, A., & Toyota, M. (2001). Effect of salt stress on some chemical components and yield of potato. *Soil science and plant nutrition*, 47(3), 467-475.
- Ghoshal, S. K., & Masood, M. A. (1974). Gronwall's Vector Inequality and its Application to a Class of Non-Self-Adjoint Linear and Non-Linear Hyperbolic Partial Differential Equations. *Journal of the Indian Mathematical Society*, 38(1-4), 383-394.
- Giannakoula, A. E., & Ilias, I. F. (2013). The effect of water stress and salinity on growth and physiology of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mil.). *Archives of Biological Sciences*, 65(2), 611-620.
- Gibson, S. I. (2005). Control of plant development and gene expression by sugar signaling. *Current opinion in plant biology*, 8(1), 93-102.
- Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant physiology and biochemistry*, 48(12), 909-930.
- Gomes, F. P., Oliva, M. A., Mielke, M. S., Almeida, A. A. F., & Aquino, L. A. (2010). Osmotic adjustment, proline accumulation and cell membrane

- stability in leaves of *Cocos nucifera* submitted to drought stress. *Scientia Horticulturae*, 126(3), 379-384.
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., & Zhang, C. (2005). Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. *Plant Science*, 169(2), 313-321.
- Goussias, C., Boussac, A., & Rutherford, A. W. (2002). Photosystem II and photosynthetic oxidation of water: an overview. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 357(1426), 1369-1381.
- Green, B., & Durnford, D. (1996). The chlorophyll-carotenoid proteins of oxygenic photosynthesis. *Annual review of plant biology*, 47(1), 685-714.
- Grossman, A. R., Bhaya, D., Apt, K. E., & Kehoe, D. M. (1995). Light-harvesting complexes in oxygenic photosynthesis: diversity, control, and evolution. *Annual review of genetics*, 29(1), 231-288.
- Guerrero, Y. R., González, L. M., DellAmico, J., Núñez, M., & Pieters, A. J. (2015). Reversion of deleterious effects of salt stress by activation of ROS detoxifying enzymes via foliar application of 24-epibrassinolide in rice seedlings. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*, 27(1), 31-40.
- Gulen, H., & Eris, A. (2004). Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants. *Plant Science*, 166(3), 739-744.
- Gummuluru, S., JANA, S., & HOBBS, S. (1989). Genotypic variability in physiological characters and its relationship to drought tolerance in durum wheat. *Canadian Journal of Plant Science*, 69(3), 703-711.
- Gunes, A., Pilbeam, D. J., Inal, A., & Coban, S. (2008). Influence of silicon on sunflower cultivars under drought stress, I: Growth, antioxidant mechanisms, and lipid peroxidation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39(13-14), 1885-1903.
- Guo, Z.-f., Ou, W.-z., Lu, S.-y., & Zhong, Q. (2006). Differential responses of antioxidative system to chilling and drought in four rice cultivars differing in sensitivity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 44(11), 828-836.
- Gutowski, M., & Kowalczyk, S. (2013). A study of free radical chemistry: their role and pathophysiological significance. *Acta Biochimica Polonica*, 60(1), 1-16.
- Halliwell, B. (2006). Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant physiology*, 141(2), 312-322.
- Halliwell, B., & Chirico, S. (1993). Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *The American journal of clinical nutrition*, 57(5), 715S-724S.

- Hameed, A., Naseer, S., Iqbal, T., Syed, H., & Haq, M. A. (2008). Effects of NaCl salinity on seedling growth, senescence, catalase and protease activities in two wheat genotypes differing in salt tolerance. *Pakistan Journal of Botany*, *40*(3), 1043-1051.
- Hamilton, E. W., & Heckathorn, S. A. (2001). Mitochondrial adaptations to NaCl. Complex I is protected by anti-oxidants and small heat shock proteins, whereas complex II is protected by proline and betaine. *Plant physiology*, *126*(3), 1266-1274.
- Hare, P. D., Cress, W. A., & Van Staden, J. (1998). Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *Plant, cell & environment*, *21*(6), 535-553.
- Hartzendorf, T., & Rolletschek, H. (2001). Effects of NaCl-salinity on amino acid and carbohydrate contents of *Phragmites australis*. *Aquatic Botany*, *69*(2), 195-208.
- Hayat, S., Hasan, S. A., Fariduddin, Q., & Ahmad, A. (2008). Growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in response to salicylic acid under water stress. *Journal of Plant Interactions*, *3*(4), 297-304.
- Hayat, S., Hayat, Q., Alyemeni, M. N., Wani, A. S., Pichtel, J., & Ahmad, A. (2012). Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signaling & Behavior*, *7*(11), 1456-1466.
- He, Y., Liu, Y., Cao, W., Huai, M., Xu, B., & Huang, B. (2005). Effects of salicylic acid on heat tolerance associated with antioxidant metabolism in Kentucky bluegrass. *Crop Science*, *45*(3), 988-995.
- Hendriks, J. H., Kolbe, A., Gibon, Y., Stitt, M., & Geigenberger, P. (2003). ADP-glucose pyrophosphorylase is activated by posttranslational redox-modification in response to light and to sugars in leaves of *Arabidopsis* and other plant species. *Plant physiology*, *133*(2), 838-849.
- Herbinger, K., Tausz, M., Wonisch, A., Soja, G., Sorger, A., & Grill, D. (2002). Complex interactive effects of drought and ozone stress on the antioxidant defence systems of two wheat cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, *40*(6), 691-696.
- Hernández, J. A., Ferrer, M. A., Jiménez, A., Barceló, A. R., & Sevilla, F. (2001). Antioxidant Systems and O₂·⁻/H₂O₂ production in the apoplast of pea leaves. Its relation with salt-induced necrotic lesions in minor veins. *Plant physiology*, *127*(3), 817-831.
- Hernandez, J. A., Olmos, E., Corpas, F. J., Sevilla, F., & Del Rio, L. A. (1995). Salt-induced oxidative stress in chloroplasts of pea plants. *Plant Science*, *105*(2), 151-167.
- Heuer, B. (1999). Osmoregulatory role of proline in plants exposed to environmental stresses. *Handbook of Plant and Crop Stress*, *2*, 675-695.

- Homayoun, H., Daliri, M. S., & Mehrabi, P. (2011). Effect of drought stress on leaf chlorophyll in corn cultivars (*Zea mays*). *Middle-East Journal of Scientific Research* 9(3), 418-420.
- Hsu, S. Y., Hsu, Y. T., & Kao, C. H. (2003). The effect of polyethylene glycol on proline accumulation in rice leaves. *Biologia Plantarum*, 46(1), 73-78.
- Hurkman, W. J., & Tanaka, C. K. (1987). The effects of salt on the pattern of protein synthesis in barley roots. *Plant physiology*, 83(3), 517-524.
- Hussain, N., Irshad, F., Jabeen, Z., Shamsi, I. H., Li, Z., & Jiang, L. (2013). Biosynthesis, structural, and functional attributes of tocopherols in planta; past, present, and future perspectives. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(26), 6137-6149.
- Ibrahim, M., Zeid, N., & El-Semary, A. (2001). Response of two differentially drought tolerant varieties of maize to drought stress. *Pakistan Journal of Biological Science*, 4, 779-784.
- Jaleel, C. A., Sankar, B., Sridharan, R., & Panneerselvam, R. (2008). Soil salinity alters growth, chlorophyll content, and secondary metabolite accumulation in *Catharanthus roseus*. *Turkish Journal of Biology*, 32(2), 79-83.
- Jampeetong, A., & Brix, H. (2009). Effects of NaCl salinity on growth, morphology, photosynthesis and proline accumulation of *Salvinia natans*. *Aquatic Botany*, 91(3), 181-186.
- Jiang, H.-F., & Ren, X.-P. (2004). The effect on SOD activity and protein content in groundnut leaves by drought stress. *Acta Agronomica Sinica*, 30(2), 169-174.
- Jiang, Y., & Huang, B. (2001). Effects of calcium on antioxidant activities and water relations associated with heat tolerance in two cool-season grasses. *Journal of Experimental Botany*, 52(355), 341-349.
- Jiang, Z. Y., Woollard, A. C., & Wolff, S. P. (1990). Hydrogen peroxide production during experimental protein glycation. *FEBS letters*, 268(1), 69-71.
- Johnson, M. P., & Ruban, A. V. (2009). Photoprotective energy dissipation in higher plants involves alteration of the excited state energy of the emitting chlorophyll (s) in the light harvesting antenna II (LHCII). *Journal of Biological Chemistry*, 284(35), 23592-23601.
- Jovanović, Ž. S., Maksimović, V. R., & Radović, S. R. (2011). Biochemical and molecular changes in buckwheat leaves during exposure to salt stress. *Archives of Biological Sciences*, 63(1), 67-77.
- Juan, M., Rivero, R. M., Romero, L., & Ruiz, J. M. (2005). Evaluation of some nutritional and biochemical indicators in selecting salt-resistant tomato cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 54(3), 193-201.

- Jung, S. (2004). Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. *Plant Science*, 166(2), 459-466.
- Kabiri, R., Nasibi, F., & Farahbakhsh, H. (2014). Effect of Exogenous Salicylic Acid on Some Physiological Parameters and Alleviation of Drought Stress in *Nigella sativa* Plant under Hydroponic Culture. *Plant Protection Science*, 50(1).
- Kalefetoğlu, T., & Ekmekci, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*, 18(4), 723-740.
- Karlsson, M., Melzer, M., Prokhorenko, I., Johansson, T., & Wingsle, G. (2005). Hydrogen peroxide and expression of hspI-superoxide dismutase are associated with the development of secondary cell walls in *Zinnia elegans*. *Journal of Experimental Botany*, 56(418), 2085-2093.
- Kaur, K., Gupta, A. K., & Kaur, N. (2007). Effect of water deficit on carbohydrate status and enzymes of carbohydrate metabolism in seedlings of wheat cultivars.
- Kavas, M., Baloğlu, M. C., Akça, O., Köse, F. S., & Gökçay, D. (2013). Effect of drought stress on oxidative damage and antioxidant enzyme activity in melon seedlings. *Turkish Journal of Biology*, 37(4), 491-498.
- Keller, F., & Ludlow, M. M. (1993). Carbohydrate metabolism in drought-stressed leaves of pigeonpea (*Cajanus cajan*). *Journal of Experimental Botany*, 44(8), 1351-1359.
- Kerepesi, I., & Galiba, G. (2000). Osmotic and salt stress-induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Crop Science*, 40(2), 482-487.
- Khan, S. H., Khan, A., Litaf, U., Shah, A. S., Khan, M. A., Bilal, M., & Ali, M. U. (2015). Effect of Drought Stress on Tomato cv. Bombino. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(7), 1.
- Khanna-Chopra, R. (2012). Leaf senescence and abiotic stresses share reactive oxygen species-mediated chloroplast degradation. *Protoplasma*, 249(3), 469-481.
- Khayatnezhad, M., & Gholamin, R. (2012). The effect of drought stress on leaf chlorophyll content and stress resistance in maize cultivars (*Zea mays*). *African Journal of Microbiology Research*, 6(12), 2844-2848.
- Khodary, S. (2004). Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *Int. J. Agric. Biol.*, 6(1), 5-8.

- Kishor, P. K., Sangam, S., Amrutha, R. N., Laxmi, P. S., Naidu, K. R., Rao, K. R. S. S., ... & Sreenivasulu, N. (2005). Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current science*, 424-438.
- Koca, H., Bor, M., Özdemir, F., & Türkan, I. (2007). The effect of salt stress on lipid peroxidation, antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 60(3), 344-351.
- Komaki, S., & Sugimoto, K. (2012). Control of the plant cell cycle by developmental and environmental cues. *Plant and Cell Physiology*, 53(6), 953-964.
- Krömer, S. (1995). Respiration during photosynthesis. *Annual review of plant biology*, 46(1), 45-70.
- Kruger, E. L., & Volin, J. C. (2006). Reexamining the empirical relation between plant growth and leaf photosynthesis. *Functional Plant Biology*, 33(5), 421-429.
- Kumar, R. R., Karajol, K., & Naik, G. R. (2011). Effect of polyethylene glycol induced water stress on physiological and biochemical responses in pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp.). *Recent Research in Science and Technology*, 3(1).
- Kusvuran, S., Ellialtioglu, S., Yasar, F., & Abak, K. (2007). Effects of salt stress on ion accumulation and activity of some antioxidant enzymes in melon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5(2), 351.
- Kuttan, N., Rosin, M., Ambika, K., Priddy, R., Bhakthan, N., & Zhang, L. (1995). High prevalence of expression of p53 oncoprotein in oral carcinomas from India associated with betel and tobacco chewing. *European Journal of Cancer Part B: Oral Oncology*, 31(3), 169-173.
- Lang, D. Y., Cui, J. J., Da, Z., Li, Y. T., Zhou, L., & Zhang, X. H. (2014). Effect of drought stress on growth and physiological-biochemical characteristics of *Stellaria dichotoma*. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo zhongyao zazhi= China journal of Chinese materia medica*, 39(11), 1995-1999.
- Lawlor, D. W., & Cornic, G. (2002). Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), 275-294.
- Le Fur, S., Le Stunff, C., Dos Santos, C., & Bougnères, P. (2004). The common-866 G/A polymorphism in the promoter of uncoupling protein 2 is associated with increased carbohydrate and decreased lipid oxidation in juvenile obesity. *Diabetes*, 53(1), 235-239.

- Lee, T. M., & Lin, Y. H. (1995). Changes in soluble and cell wall-bound peroxidase activities with growth in anoxia-treated rice (*Oryza sativa* L.) coleoptiles and roots. *Plant Science*, *106*(1), 1-7. *lant Sci.106,1-7*
- Lehmann, S., Funck, D., Szabados, L., & Rentsch, D. (2010). Proline metabolism and transport in plant development. *Amino acids*, *39*(4), 949-962.
- Li, Y. (2009). Physiological responses of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum*) to salt stress. *Modern Applied Science*, *3*(3), 171.
- Lima, A. L. S., DaMatta, F. M., Pinheiro, H. A., Totola, M. R., & Loureiro, M. E. (2002). Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental and Experimental Botany*, *47*(3), 239-247.
- Liu, T., & Van Staden, J. (2001). Partitioning of carbohydrates in salt-sensitive and salt-tolerant soybean callus cultures under salinity stress and its subsequent relief. *Plant Growth Regulation*, *33*(1), 13-17.
- Luna, C. M., Pastori, G. M., Driscoll, S., Groten, K., Bernard, S., & Foyer, C. H. (2005). Drought controls on H₂O₂ accumulation, catalase (CAT) activity and CAT gene expression in wheat. *Journal of experimental botany*, *56*(411), 417-423.
- Lutts, S., Kinet, J. M., & Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance. *Annals of Botany*, *78*(3), 389-398.
- Mafakheri, A., Siosemardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P. C., & Sohrabi, Y. (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. *Australian journal of crop science*, *4*(8), 580.
- Mahajan, S., & Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, *444*(2), 139-158.
- Mahboobeh, R., & Akbar, E. A. (2013). Effect of salinity on growth, chlorophyll, carbohydrate and protein contents of transgenic *Nicotiana Plumbaginifolia* over expressing P5CS gene. *Journal of Environmental Research and Management*, *4*, 0163-0170.
- Martin, M., Miceli, F., Morgan, J. A., Scalet, M., & Zerbi, G. (1993). Synthesis of osmotically active substances in winter wheat leaves as related to drought resistance of different genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, *171*(3), 176-184.
- Mattioli, R., Costantino, P., & Trovato, M. (2009). Proline accumulation in plants: not only stress. *Plant signaling & behavior*, *4*(11), 1016-1018.
- Mattioli, R., Falasca, G., Sabatini, S., Altamura, M. M., Costantino, P., & Trovato, M. (2009). The proline biosynthetic genes P5CS1 and P5CS2 play

overlapping roles in Arabidopsis flower transition but not in embryo development. *Physiologia Plantarum*, 137(1), 72-85.

- Merril, C. R. (1990). [36] Gel-staining techniques. *Methods in enzymology*, 182, 477-488.
- Miller, G. A. D., Suzuki, N., CIFTCI-YILMAZ, S. U. L. T. A. N., & MITTLER, R. O. N. (2010). Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, cell & environment*, 33(4), 453-467.
- Mishra, V., & Cherkauer, K. A. (2010). Retrospective droughts in the crop growing season: Implications to corn and soybean yield in the Midwestern United States. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(7), 1030-1045.
- Misra, N., Ansari, M. S., & Gupta, A. K. (2006). Differential response of scavenging of reactive oxygen species in green gram genotype grown under salinity stress. *American Journal of Plant Physiology*, 1.
- Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in plant science*, 7(9), 405-410.
- Mohammad, M., Shibli, R., Ajlouni, M., & 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.
- Muscolo, A., Panuccio, M. R., & Sidari, M. (2003). Effects of salinity on growth, carbohydrate metabolism and nutritive properties of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum* Hochst). *Plant science*, 164(6), 1103-1110.
- Nahar, K., Ullah, S. M., & Islam, N. (2011). Osmotic adjustment and quality response of five tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill) following water deficit stress under subtropical climate. *Asian Journal of Plant Sciences*.
- Nayyar, H. (2003). Accumulation of osmolytes and osmotic adjustment in water-stressed wheat (*Triticum aestivum*) and maize (*Zea mays*) as affected by calcium and its antagonists. *Environmental and Experimental Botany*, 50(3), 253-264.
- Niu, X., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M., & Pardo, J. M. (1995). Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant physiology*, 109(3), 735.
- Norris, I. B., & Thomas, H. (1982). The effects of cutting on regrowth of perennial ryegrass selections exposed to drought conditions. *The Journal of Agricultural Science*, 99(3), 547-553.
- Nyachiro, J. M., Briggs, K. G., Hoddinott, J., & Johnson-Flanagan, A. M. (2001). Chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat. *Cereal Research Communications*, 135-142.

- Öncel, I., & Keleş, Y. (2002). Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözümlü madde kompozisyonunda değişimler. *Fen Bilimleri Dergisi*, 23(2).
- Ouerghi, Z., Rémy, R., Ouelhazi, L., Ayadi, A., & Brulfert, J. (2000). Two-dimensional electrophoresis of soluble leaf proteins, isolated from two wheat species (*Triticum durum* and *Triticum aestivum*) differing in sensitivity towards NaCl. *Electrophoresis*, 21(12), 2487-2491.
- Ozkur, O., Ozdemir, F., Bor, M., & Turkan, I. (2009). Physiochemical and antioxidant responses of the perennial xerophyte *Capparis ovata* Desf. to drought. *Environmental and experimental botany*, 66(3), 487-492.
- Ozturk, L., Demir, Y., Unlukara, A., Karatas, I., Kurunc, A., & Duzdemir, O. (2012). Effects of long-term salt stress on antioxidant system, chlorophyll and proline contents in pea leaves. *Rom Biotech Lett*, 17, 7227-7236.
- Pallett KE., Y. A. (1993). Carotenoids. In: Alscher RG, Hess JL, eds. Antioxidants in higher plants. . *Boca Raton*, 91–110.
- Palmer, W. C. (1968). Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: The new crop moisture index.
- Pan, Y., Wu, L. J., & Yu, Z. L. (2006). Effect of salt and drought stress on antioxidant enzymes activities and SOD isoenzymes of liquorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch). *Plant Growth Regulation*, 49(2-3), 157-165.
- Pattanagul, W., & Thitisaksakul, M. (2008). Effect of salinity stress on growth and carbohydrate metabolism in three rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity tolerance.
- Pearson, D., Melon, H.K., & Ronald, S. (1976). Chemical analysis of Food, 8th edition. *Churchill Livingstone*. Pp 5-63.
- Pelleschi, S., Rocher, J. P., & Prioul, J. L. (1997). Effect of water restriction on carbohydrate metabolism and photosynthesis in mature maize leaves. *Plant, Cell & Environment*, 20(4), 493-503.
- Pérez, J., Munoz-Dorado, J., de la Rubia, T. D. L. R., & Martinez, J. (2002). Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *International Microbiology*, 5(2), 53-63.
- Portis Jr, A. R. (1992). Regulation of ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase activity. *Annual review of plant biology*, 43(1), 415-437.
- Powles, S. B. (1984). Photoinhibition of photosynthesis induced by visible light. *Annual Review of Plant Physiology*, 35(1), 15-44.

- Praxedes, S. C., DaMatta, F. M., Loureiro, M. E., Ferrao, M. A., & Cordeiro, A. T. (2006). Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. kouillou) leaves. *Environmental and Experimental Botany*, 56(3), 263-273.
- Qiu, Q.-S., Guo, Y., Dietrich, M. A., Schumaker, K. S., & Zhu, J.-K. (2002). Regulation of SOS1, a plasma membrane Na⁺/H⁺ exchanger in *Arabidopsis thaliana*, by SOS2 and SOS3. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(12), 8436-8441.
- Quartacci, M. F., & Navari-Izzo, F. (1992). Water stress and free radical mediated changes in sunflower seedlings. *Journal of Plant physiology*, 139(5), 621-625.
- Radić, S., Radić-Stojković, M., & Pevalek-Kozlina, B. (2006). Influence of NaCl and mannitol on peroxidase activity and lipid peroxidation in *Centaurea ragusina* L. roots and shoots. *Journal of plant physiology*, 163(12), 1284-1292.
- Rahman, S. L., Mackay, W. A., Nawata, E., Sakuratani, T., Uddin, A. M., & Quebedeaux, B. (2004). Superoxide dismutase and stress tolerance of four tomato cultivars. *Hortscience*, 39(5), 983-986.
- Raines, C. A. (2003). The Calvin cycle revisited. *Photosynthesis research*, 75(1), 1-10.
- Ranganayakulu, G., Chinta, S., & Reddy, P. (2015). Effect of water stress on proline metabolism and leaf relative water content in two high yielding genotypes of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with contrasting drought tolerance. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 3(1), 97-103.
- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V., & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of plant physiology*, 161(11), 1189-1202.
- Renger, G. (2010). The light reactions of photosynthesis. *Current Science*, 1305-1319.
- Republic of Turkey Ministry of Food, A. a. L. G. D. o. P. P. (2014). Plant Varieties Bulletin. 2014-2, 5/19.
- Rolland, F., Moore, B., & Sheen, J. (2002). Sugar sensing and signaling in plants. *The plant cell*, 14(suppl 1), S185-S205.
- Rosales, M. A., Ruiz, J. M., Hernández, J., Soriano, T., Castilla, N., & Romero, L. (2006). Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(10), 1545-1551.

- Sacała, E., Demczuk, A., Grzyś, E., & Sobczak, A. (2002). The effects of salt stress on growth and biochemical parameters in two maize varieties. *Acta societatis botanicorum Poloniae*, 71(2), 101-107.
- Sairam, R. K., Rao, K. V., & Srivastava, G. C. (2002). Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. *Plant Science*, 163(5), 1037-1046.
- Sairam, R. K., Srivastava, G. C., & Saxena, D. C. (2000). Increased antioxidant activity under elevated temperatures: a mechanism of heat stress tolerance in wheat genotypes. *Biologia Plantarum*, 43(2), 245-251.
- Sairam, R. K., Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Curr. Sci.*, 86, 407- 421.
- Sakuraba, Y., Yokono, M., Akimoto, S., Tanaka, R., & Tanaka, A. (2010). Deregulated chlorophyll b synthesis reduces the energy transfer rate between photosynthetic pigments and induces photodamage in *Arabidopsis thaliana*. *Plant and Cell Physiology*, 51(6), 1055-1065.
- Salerno, G. L., & Curatti, L. (2003). Origin of sucrose metabolism in higher plants: when, how and why? *Trends in plant science*, 8(2), 63-69.
- Sankar, B., Jaleel, C. A., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., & Panneerselvam, R. (2007). Effect of paclobutrazol on water stress amelioration through antioxidants and free radical scavenging enzymes in *Arachis hypogaea* L. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 60(2), 229-235.
- Scandalios, J. G., & Scandalios, J. G. (1997). *Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defenses*.
- Schubert, S., Serraj, R., Plies-Balzer, E., & Mengel, K. (1995). Effect of drought stress on growth, sugar concentrations and amino acid accumulation in N₂-fixing alfalfa (*Medicago sativa*). *Journal of Plant Physiology*, 146(4), 541-546.
- Shalata, A., & Tal, M. (1998). The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in the leaf of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii*. *Physiologia Plantarum*, 104(2), 169-174.
- Shalata, A., Mittova, V., Volokita, M., Guy, M., & Tal, M. (2001). Response of the cultivated tomato and its wild salt-tolerant relative *Lycopersicon pennellii* to salt-dependent oxidative stress: The root antioxidative system. *Physiologia Plantarum*, 112(4), 487-494.
- Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., & Pessarakli, M. (2012). Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of botany*, 2012.

- Sharma, S., Villamor, J. G., & Verslues, P. E. (2011). Essential role of tissue-specific proline synthesis and catabolism in growth and redox balance at low water potential. *Plant physiology*, 157(1), 292-304.
- Sholi, N. J. (2012). Effect of salt stress on seed germination, plant growth, photosynthesis and ion accumulation of four tomato cultivars. *American Journal of Plant Physiology*, 7(6), 269-275.
- Şimşek, O. (2010). Türkiye’de Tarım Yılı Kuraklık Değerlendirmesi ve Bitki Gelişim Modeli İle Buğdayda Kuraklık-Verim Analizi. A.Ü. Ziraat Fak.(Doktora Tezi, Ankara).
- Smirnoff, N. (2005). Ascorbate, tocopherol and carotenoids: metabolism, pathway engineering and functions. *Antioxidants and Reactive Oxygen Species in Plants*, 53-86.
- Smirnoff, N., & Cumbes, Q. J. (1989). Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes. *Phytochemistry*, 28(4), 1057-1060.
- Spiteller, G. (2003). The relationship between changes in the cell wall, lipid peroxidation, proliferation, senescence and cell death. *Physiologia Plantarum*, 119(1), 5-18.
- Stitt, M., & Cseke, C. (1987). *Alterations of fructose-2, 6-bisphosphate during plant respiratory metabolism*. Paper presented at the Hungarian-USA Binational symposium on Photosynthesis.
- Szabolcs, I. (1994). I.(1994) Soils and salinisation (pp. 3-11): New York: Marcel Dekker.
- Tahi, H., Wahbi, S., El Modafar, C., Aganchich, A., & Serraj, R. (2008). Changes in antioxidant activities and phenol content in tomato plants subjected to partial root drying and regulated deficit irrigation. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 142(3), 550-562.
- Tanner, J. J. (2008). Structural biology of proline catabolism. *Amino acids*, 35(4), 719-730.
- Tari, I., Csiszár, J., Horváth, E., Poór, P., Takács, Z., & Szepesi, Á. (2015). The alleviation of the adverse effects of salt stress in the tomato plant by salicylic acid shows a time-and organ-specific antioxidant response. *Acta Biologica Cracoviensia s. Botanica*, 57(1), 21-30.
- Tegley, J. R., Witham, F. H., & Krasnuk, M. (1971). Chromatographic analysis of a cytokinin from tissue cultures of crown-gall. *Plant physiology*, 47(4), 581-585.
- Terzi, R., Sağlam, A., Kutlu, N., Nar, H., & Kadioğlu, A. (2010). Impact of soil drought stress on photochemical efficiency of photosystem II and

- antioxidant enzyme activities of *Phaseolus vulgaris* cultivars. *Turkish Journal of Botany*, 34(1), 1-10.
- Tester, M., & Blatt, M. R. (1989). Direct measurement of K⁺ channels in thylakoid membranes by incorporation of vesicles into planar lipid bilayers. *Plant physiology*, 91(1), 249-252.
- Tester, M., & Davenport, R. (2003). Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. *Annals of botany*, 91(5), 503-527.
- Thorne, J. H., & Giaquinta, R. T. (1984). Pathways and mechanisms associated with carbohydrate translocation in plants. In *Seminar series-Society for Experimental Biology*.
- Tuna, A. L. (2014). Influence of foliarly applied different triazole compounds on growth, nutrition, and antioxidant enzyme activities in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under salt stress. *Australian Journal of Crop Science*, 8(1), 71.
- Tzia, C., Giannou, V., Lebesi, D., & Chranioti, C. (2012). Chemistry and functional properties of carbohydrates and sugars (monosaccharides, disaccharides, and polysaccharides). In *Sweeteners: Nutritional Aspects, Applications, and Production Technology* (pp. 11-44). CRC Press.
- Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151(1), 59-66.
- Verslues, P. E., & Sharma, S. (2010). Proline metabolism and its implications for plant-environment interaction. *The arabidopsis book*, e0140.
- Verslues, P. E., Agarwal, M., Katiyar-Agarwal, S., Zhu, J., & Zhu, J. K. (2006). Methods and concepts in quantifying resistance to drought, salt and freezing, abiotic stresses that affect plant water status. *The Plant Journal*, 45(4), 523-539.
- Wang, S. Y. (1999). Methyl jasmonate reduces water stress in strawberry. *Journal of plant growth regulation*, 18(3), 127-134.
- Wang, W. X., Vinocur, B., Shoseyov, O., & Altman, A. (2000, July). Biotechnology of plant osmotic stress tolerance physiological and molecular considerations. In *IV International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 560* (pp. 285-292).
- Wilhite, D. A., & Glantz, M. H. (1985). Understanding: the drought phenomenon: the role of definitions. *Water international*, 10(3), 111-120.
- Withman, F., Blaydes, D., & Devlin, R. (1971). *Experiments in Plant Physiology* Van Nostrand New York, pp: 245.

- Yang, S., & Deng, X. (2015). Effects of drought stress on antioxidant enzymes in seedlings of different wheat genotypes. *Pak. J. Bot*, 47(1), 49-56.
- Yildiz, M., & Terzi, H. (2013). Effect of NaCl stress on chlorophyll biosynthesis, proline, lipid peroxidation and antioxidative enzymes in leaves of salt-tolerant and salt-sensitive barley cultivars. *J Agric Sci*, 19, 79-88.
- Yordanov, I., Velikova, V., & Tsonev, T. (2000). Plant responses to drought, acclimation, and stress tolerance. *Photosynthetica*, 38(2), 171-186.
- Yoshihara, Y., Kiyosue, T., Katagiri, T., Ueda, H., Mizoguchi, T., Yamaguchi-Shinozaki, K & Shinozaki, K. (1995). Correlation between the induction of a gene for δ 1-pyrroline-5-carboxylate synthetase and the accumulation of proline in *Arabidopsis thaliana* under osmotic stress. *The Plant Journal*, 7(5), 751-760.
- Zhang, J., & Kirkham, M. B. (1994). Drought-stress-induced changes in activities of superoxide dismutase, catalase, and peroxidase in wheat species. *Plant and Cell Physiology*, 35(5), 785-791.
- Zhang, M., Chen, Q., & Shen, S. (2011). Physiological responses of two Jerusalem artichoke cultivars to drought stress induced by polyethylene glycol. *Acta physiologiae plantarum*, 33(2), 313-318.
- Zhu, J.-K. (2003). Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current opinion in plant biology*, 6(5), 441-445.
- Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q., & Yu, J. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167(3), 527-533.

EKLER

EK 1. Çeşitli tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (% 25, % 50 ve % 75) MSC50 domates çeşitlerinde fotosentetik pigmentler, proline, protein, glikoz, früktoz, sukroz ve toplam çözümlür karbonhidrat miktarı, MDA ve H₂O₂ konsantrasyonu ve APX, CAT ve SOD aktivitelerine etkileri her parameter için üç paralel tekrar sonuçları.

MSC50 Domatos	Kl a	Kl b	Toplam Kl	Toplam karo	Prolin	Protein	MDA	H ₂ O ₂	Glikoz	Fruktoz	Sukroz	Toplam çözünebilir karbonhidrat	CAT	SOD	GuPX
Kontrol	0.049	0.017	0.065	4.396	11.990	23.31	4.243	1031.467	310.938	668.741	430.935	20.250	0.163	490	0.740
Kontrol	0.050	0.025	0.075	4.909	12.426	24.420	4.360	1032.800	309.844	666.667	430.456	20.273	0.161	487.86	0.750
Kontrol	0.046	0.021	0.068	4.524	11.690	21.105	4.643	1032.133	309.531	669.333	430.216	20.258	0.165	488.39	0.761
50mMNaCl	0.035	0.015	0.050	3.448	10.097	52.044	4.992	852.133	354.375	654.519	447.962	19.844	0.346	646.15	0.105
50mMNaCl	0.035	0.015	0.050	3.855	10.047	53.702	4.011	852.800	353.750	656.000	448.681	19.859	0.337	645.61	0.104
50mMNaCl	0.035	0.015	0.050	3.652	10.072	51.492	4.227	853.467	355.781	655.111	449.161	19.867	0.339	645.08	0.102
100mMNaCl	0.105	0.046	0.151	8.229	13.126	15.028	2.364	1054.133	366.406	478.815	460.911	20.023	0.265	569.14	0.568
100mMNaCl	0.106	0.042	0.148	8.299	13.161	16.133	1.949	1056.800	365.625	479.111	460.192	20.039	0.266	568.07	0.580
100mMNaCl	0.106	0.040	0.146	8.389	11.854	16.133	1.932	1054.133	365.938	478.222	460.671	20.047	0.261	570.21	0.571
150mMNaCl	0.047	0.017	0.064	4.510	20.962	6.740	3.645	983.467	358.125	603.852	438.369	19.609	0.294	457.38	0.659
150mMNaCl	0.046	0.018	0.063	4.432	19.891	7.845	3.329	982.800	357.656	603.556	437.890	19.625	0.289	458.45	0.663
150mMNaCl	0.048	0.016	0.064	4.587	18.819	7.845	3.994	981.467	357.344	603.259	438.849	19.609	0.299	457.91	0.656
%25Kuraklık	0.064	0.022	0.086	7.075	11.725	14.475	4.509	637.467	412.813	683.852	392.806	20.141	0.229	430.10	0.126
%25Kuraklık	0.062	0.026	0.087	6.068	12.261	15.580	4.792	635.467	411.719	684.148	393.285	20.156	0.227	430.64	0.128
%25Kuraklık	0.055	0.021	0.076	6.229	11.183	13.370	4.443	639.467	412.344	683.556	393.765	20.164	0.223	431.17	0.127
%50Kuraklık	0.064	0.030	0.094	6.185	12.315	106.740	4.559	870.133	497.188	670.519	410.312	20.039	0.351	699.62	2.016
%50Kuraklık	0.068	0.030	0.098	6.547	12.454	107.845	4.526	870.800	498.281	671.704	410.552	20.141	0.349	699.09	2.004
%50Kuraklık	0.061	0.029	0.090	5.819	12.176	109.503	4.543	870.133	497.656	671.111	411.031	20.711	0.352	700.16	1.999
%75Kuraklık	0.082	0.035	0.117	7.350	11.068	15.856	6.289	1064.133	411.094	658.074	447.962	20.242	0.172	582.51	0.124
%75Kuraklık	0.066	0.028	0.094	6.776	10.404	16.685	6.372	1060.133	410.781	658.370	446.283	20.234	0.179	581.44	0.127
%75Kuraklık	0.049	0.017	0.065	4.396	11.304	15.028	6.339	1062.133	411.563	657.778	447.002	20.250	0.170	580.37	0.130

EK 1. İn devamı

Çeşitli tuz (50 mM, 100 mM ve 150 mM) ve kuraklık uygulamalarının (% 25, % 50 ve % 75) SC2121 domates çeşitlerinde fotosentetik pigmentler, proline, protein, glikoz, früktoz, sukroz ve toplam çözümlür karbonhidrat miktarı, MDA ve H₂O₂ konsantrasyonu ve APX, CAT ve SOD aktivitelerine etkileri her parameter için üç paralel tekrar sonuçları.

SC2121 Domatos	Kl a	Kl b	Toplam Kl	Toplam karo	Prolin	Protein	MDA	H ₂ O ₂	Glikoz	Fruktoz	Sukroz	Toplam çözülebilir karbonhidrat	CAT	SOD	GuPX
Kontrol	0.098	0.031	0.129	7.97	9.23	168.06	5.06	97.74	361.40	673.185	455.63	19.555	0.698	451.49	0.134
Kontrol	0.101	0.033	0.134	8.111	9.68	168.61	4.70	97.41	360.78	672.593	452.99	19.516	0.624	450.96	0.133
Kontrol	0.100	0.028	0.128	7.824	10.11	167.51	4.64	97.48	361.09	673.482	454.43	19.531	0.695	449.89	0.136
50mMNaCl	0.055	0.019	0.073	5.237	11.43	181.87	6.10	108.08	366.72	681.482	458.27	19.672	0.554	398.29	0.148
50mMNaCl	0.046	0.018	0.064	4.798	13.48	182.98	5.16	107.68	366.09	681.185	457.31	19.688	0.538	398.55	0.149
50mMNaCl	0.050	0.025	0.075	5.015	12.46	182.43	5.27	107.88	367.34	681.778	457.79	19.664	0.540	399.09	0.151
100mMNaCl	0.087	0.036	0.123	7.566	10.06	169.17	4.21	115.48	364.84	663.111	465.70	19.953	0.279	529.037	0.025
100mMNaCl	0.081	0.035	0.117	7.350	10.45	167.51	4.18	115.15	365.47	664.000	466.67	19.984	0.282	530.10	0.025
100mMNaCl	0.085	0.035	0.120	7.456	9.68	168.06	4.16	115.88	364.53	663.407	466.18	19.969	0.275	528.50	0.024
150mMNaCl	0.038	0.015	0.054	4.046	13.93	238.23	5.42	117.55	355.78	699.259	431.89	18.742	0.203	453.63	0.123
150mMNaCl	0.038	0.016	0.054	4.266	11.99	239.89	5.14	117.81	355.00	698.370	432.13	18.758	0.201	453.10	0.121
150mMNaCl	0.039	0.014	0.053	3.998	13.92	239.33	5.75	117.61	355.31	699.556	431.65	18.781	0.208	452.56	0.124
%25Kuraklık	0.064	0.024	0.087	5.776	10.92	181.87	3.69	113.15	376.72	656.000	459.95	19.047	0.712	500.69	0.160
%25Kuraklık	0.063	0.022	0.085	5.585	12.66	182.43	3.66	113.01	376.40	656.593	457.07	19.063	0.702	498.55	0.157
%25Kuraklık	0.064	0.024	0.088	5.682	11.78	182.98	3.81	113.28	376.87	655.407	457.55	19.039	0.714	499.62	0.159
%50Kuraklık	0.109	0.045	0.155	8.053	13.76	161.98	5.96	112.55	339.37	663.111	458.99	19.555	0.253	507.65	0.030
%50Kuraklık	0.116	0.046	0.162	8.566	15.43	160.88	5.89	112.41	339.53	663.407	460.19	19.539	0.251	506.58	0.028
%50Kuraklık	0.109	0.043	0.152	8.181	14.41	161.43	6.04	112.48	339.06	662.519	459.47	19.547	0.252	507.11	0.027
%75Kuraklık	0.083	0.037	0.120	7.500	12.37	160.88	5.05	109.28	365.94	687.407	448.44	19.750	0.643	465.93	0.498
%75Kuraklık	0.080	0.037	0.118	6.906	11.61	159.78	5.37	109.41	365.45	688.000	447.96	19.750	0.645	466.47	0.495
%75Kuraklık	0.086	0.037	0.123	7.284	11.99	160.88	5.72	109.15	366.56	688.296	448.68	19.766	0.643	465.40	0.492

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ali Abdelrahim Omar BOHALİMA
Doğum Yeri ve Yılı : Alkufra.Libya – 1985
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : alibohalema@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Al Qadisiyah
Lisans : Bingaze Üniversitesi –Ziraat Fakültesi

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Bingaze Üniversitesi