

ADİYAMAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Solanum muricatum* Ait. BİTKİSİNİN KURAKLIK STRESİNE
KARŞI BAZI FİZYOLOJİK DEĞİŞİMLERİNİN
İNCELENMESİ**

SEVCAN DUMAN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADİYAMAN

2013

TEZ ONAYI

Sevcan Duman tarafından hazırlanan “*Solanum muricatum* Ait. bitkisinin kuraklık stresine karşı bazı fizyolojik değişimlerinin incelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüriler tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Aysel SIVACI

Jüri Üyeleri :

Doç. Dr. Aysel SIVACI



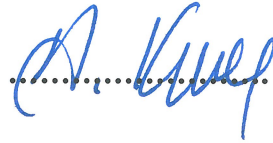
Adıyaman Üniversitesi, Biyoloji

Yrd.Doç.Dr. Emel YİĞİT



İnönü Üniversitesi, Biyoloji

Yrd.Doç.Dr. Armağan KAYA



Adıyaman Üniversitesi, Bitkisel ve Hayvansal Üretim

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Doç. Dr. Mustafa ÖZDEN



Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Solanum muricatum Ait. BİTKİSİNİN KURAKLIK STRESİNE KARŞI BAZI FİZYOLOJİK DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ

Sevcan DUMAN

Adıyaman Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

54+x sayfa

2013

Danışman: Doç. Dr. Aysel SIVACI

Bu çalışmada, Adıyaman’da doğal sera koşullarında *Solanum muricatum* Ait. fidelerinde kuraklık stresinin etkileri incelendi. Kontrol bitkileri tarla kapasitesinde sulandı fakat stres grubu sulanmadı. Kuraklık stresine maruz bırakılan *S. muricatum* fidelerinin yapraklarından 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde örnekler alındı ve bu örneklerde oransal su içeriği, toplam fenolik bileşikler, malondialdehid (MDA), prolin ve total fotosentetik pigment (klorofil a, klorofil b ve karotenoidler) içerikleri belirlendi.

Stres grubunda günlere bağlı olarak oransal su içeriği, klorofil a, klorofil b, karotenoidler, toplam klorofil miktarı, klorofil a/b oranı kontrol grubuna oranla daha düşük bulundu. Ayrıca toplam fenolik bileşikler ve prolin düzeylerinin kontrol grubuna göre arttığı belirlendi. Fenolik bileşiklerdeki artışın 24. ve 36. günlerde, prolinin ise 12., 24. ve 36. günlerde önemli olduğu saptandı. MDA içeriklerinde ise 36. günde kontrol grubuna göre önemli bir artış tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Fotosentetik pigmentler, Fenolik bileşikler, Kuraklık stresi, Malondialdehid, Prolin, *Solanum muricatum* Ait.

ABSTRACT

Master of Science Thesis

INVESTIGATION OF SOME PHYSIOLOGICAL CHANGES OF *Solanum muricatum* Ait. PLANT AGAINST DROUGHT STRESS

Sevcan DUMAN

Adiyaman University

Institute of Science

Department of Biology

54+x page

2013

Thesis Advisor : Assoc. Prof. Dr. Aysel SIVACI

In this study the effects of drought stress in *Solanum muricatum* Ait. seedlings in natural greenhouse conditions in Adiyaman was investigated. The control plants were watered at field capacity but the stress group wasn't watered. The samples were taken from the leaves of *S. muricatum* seedlings exposed to drought stress on the 0th, 6th, 12th, 24th and 36th day and in these samples relative water content, total phenolic compounds malondialdehyde (MDA), proline and total photosynthetic pigments (chlorophyll a, chlorophyll b and carotenoids) contents were determined.

In the stress group depending on days relative water content, chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids, total chlorophyll content, chlorophyll a / b ratio were found to be lower than the control group. And also it was determined that the amount of total phenolic compounds and proline increased in comparison to the control group. The increase in phenolic compounds on the 24th and 36th day and the increase in proline on 12th, 24th and 36th day were found to be significant. A significant increase was determined among MDA contents in comparison to the control group on the 36th day.

Key Words: Photosynthetic pigments, Phenolic compounds, Drought stress, Malondialdehyde, Proline, *Solanum muricatum* Ait.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde başından sonuna dek her adımda maddi ve manevi yardım ve katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Aysel SIVACI' ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında gerekli imkânı ve kolaylıkları sağlayan Adıyaman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölüm Başkanı Doç. Dr. Rıdvan SIVACI' ya, Kimya Bölüm Başkanı Murat KOCA' ya ve Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÖZKAYA' ya, Adıyaman Üniversitesi Merkez Laboratuvarı Müdür ve personeline teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmada pepino fidelerinin temininde bana yön veren hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Garip YARŞI' ye, fideleri temin eden Bahtiyar UZUNBAY'a teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

FEFYL/2012-0004 kodlu projemi maddi olarak destekleyen Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışma süresince bilgi ve yardımlarıyla bana hep destek olan hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Armağan KAYA' ya, çalışmalarım esnasında benden yardımlarını esirgemeyen sevgili dostlarım Sevrans EROĞLU, Ekin DEMİRAY, Mustafa TEKTAŞ'a ve bu çalışma boyunca bana yardımcı olan tüm hocalarım ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak yaşamım boyunca iyi ya da kötü günde daima benimle birlikte olan abim Özcan DUMAN'a ve ailemin tüm fertlerine, en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	x
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE METOD	11
3.1 Bitkisel Materyal	11
3.2 Yöntemler	14
3.2.1 Oransal Su İçeriklerinin Belirlenmesi	14
3.2.2 Pigmentlerin Ekstraksiyonu ve Saflaştırılması	15
3.2.3 Total Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi	15
3.2.4 Lipid Peroksidasyonunun Malondialdehit (MDA) İçeriği İle Belirlenmesi	15
3.2.5 Prolin Analizi	16
3.2.6 İstatistik analizler	16
4. BULGULAR	17
4.1 Oransal Su İçeriklerinin Değişimi	19
4.2 Kl a Değişimleri	20
4.3 Kl b Değişimleri	22
4.4 Karotenoid Değişimleri	23
4.5 Toplam Klorofil Değişimleri	25
4.6 Klorofil a/b Oranı Değişimleri	26
4.7 Toplam Fenolik Bileşiklerin Değişimi	28
4.8 Prolin Değişimleri	29
4.9 Malondialdehit (MDA) Değişimleri	31
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	33

KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	53

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Askorbat
ABA	Absisik asit
APX	Askorbat peroksidaz
CAT	Katalaz
GSH	Glutasyon
GR	Glutasyon redüktaz
K ⁺	Potasyum
KA	Kuru ağırlık
Kl a	Klorofil a
Kl b	Klorofil b
LEA	Geç embriyogenez
MDA	Malondialdehid
MDHAR	Monodehidroaskorbat redüktaz
OSİ	Oransal su içeriği
POD	Peroksidaz
ROT	Reaktif oksijen türleri
Rubisco	Ribuloz 1,5 bifosfat karboksilaz oksidaz
SOD	Süperoksit dismutaz
TA	Turgorlu ağırlık

TBA

Thiobarbiturik asit

YA

Yaş ağırlık

TCA

Trikloroasetik asit

Ψ

Yaprak su potansiyeli

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü seranın görünümü	12
Şekil 3.2. Serada alıştırma sürecindeki pepino fideleri	13
Şekil 3.3. Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino fideleri	13
Şekil 3.4. Kuraklık stresinde solmanın başladığı pepino fideleri (36.gün)	14
Şekil 4.1. Kuraklık stresindeki pepino fidelerinin yapraklarındaki semptomlar	17
Şekil 4.2. Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino fidelerinin gelişiminde kontrol ve stres grubundaki morfolojik farklılıklar	18
Şekil 4.3. Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino fidelerinin kontrol ve stres grubundaki yaprak morfolojileri	18
Şekil 4.4. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki oransal su içeriklerinin değişimleri	19
Şekil 4.5. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki Kl a içeriklerinin değişimleri (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)	21
Şekil 4.6. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki Kl b içeriklerinin değişimleri (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)	22
Şekil 4.7. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki karotenoid içeriklerinin değişimleri (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)	24
Şekil 4.8. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam klorofil içeriklerinin değişimleri (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)	25
Şekil 4.9. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki klorofil a/b oranı değişimleri	27
Şekil 4.10. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki total fenoliklerin değişimleri (µg mg ⁻¹ Yaş ağırlık)	28

Şekil 4.11. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki prolin değişimleri

($\mu\text{M g}^{-1}$ Yaş ağırlık)

30

Şekil 4.12. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki MDA değişimleri

($\mu\text{mol g}^{-1}$ Yaş ağırlık)

31

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Sera içi sıcaklık ve nem değerleri	11
Tablo 3.2. Sera dışı sıcaklık ve nem değerleri	12
Tablo 4.1. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki oransal su içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	20
Tablo 4.2. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki K1 a içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	21
Tablo 4.3. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki K1 b içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	23
Tablo 4.4. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki karotenoid içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	24
Tablo 4.5. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam klorofil içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	26
Tablo 4.6. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki klorofil a/b oranlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi	27
Tablo 4.7. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam fenolik bileşiklerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	29
Tablo 4.8. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki prolin içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	30
Tablo 4.9. Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki MDA değişimlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi	32

1.GİRİŞ

Solanaceae familyası üyesi olan *Solanum muricatum* Aiton., *S. variegatum* R. & P., *S. pedunculatum* Roem & Schult, *S. guatemalense* Hort. botanik isimleri ile tanımlanmakta olup yaygın ismi pepinodur. Anavatanı Andean Bölgesi, Kolombiya, Peru ve Şili olduğu bilinen pepinonun (*Solanum muricatum* Ait.), pre-Hispanik zamanlardan beri yetiştiriciliği yapılmaktadır. Pepino gerek yetiştiricilik gerekse gelişim özellikleri bakımından domates ile patatese benzerlik göstermektedir (Anonymous 1989, 1994).

Pepino, ağaçsı gövdeye sahip olup çok dallı bir yapı göstermektedir. Kökleri fibrözdür ve bitki yaklaşık 1 metreye kadar uzar. Toprağa temas eden dallar kök oluşumuna katılabilir. Yaprakları fazlaca olup basit ya da pinnattır. Bitkiler hızlıca vejetatif olarak büyür ve ekilmelerinden 4-5 ay sonra çiçeklenirler. Vejetatif büyüme dal ve yaprak sayılarının bolluğunun artması ile ortaya çıkar ve 3,5 ay kadar devam eder. Hasat sonrası dönem ise dal ve yaprakların ortaya çıkmadığı dinlenme dönemi olup, çelik alma ve bitkinin budanması için en elverişli dönemdir. Kökten alınan çelikler nemli toprakta 10-15 gün içinde büyürler. Tohumdan yetiştirme çok uzun süre almaktadır. Meyvesinde uzunlamasına çizgiler ve benekleri bulunmaktadır. Erken dönemde sarımsı beyaz renkli olan meyve olgun dönemde mor renge dönüşmektedir (Anonymous 1989, 1994).

Yeterli iyot içeriği ve yüksek su miktarı (%90-92) ile diüretik özellik göstermesi nedeniyle besin değeri düşüktür. İyot içeriği bakımından zengin olması nedeni ile guatr tedavisinde kullanılmaktadır. Her 100 gramında 29-35 mg C vitamini ve %7 oranında karbohidrat içermektedir. A vitamini yönünden de zengindir (Anonymous 1989, 1994, Rodriguez-Burruezzo vd. 2011). Kendine özgü tipik aroması, kokusu ve hafif tatlı olan tadı ile ilgi çekici bir meyvedir. Yeşil çizgili olan olgunlaşmamış meyveler salatalık tadında iken olgunlaşmış meyveler kavun-mango tadındadır ve potasyumca zengindir (Francke 2010). Protein, kül ve yağ oranları olgunlaşmamış ve olgunlaşmış meyvelerde oldukça düşüktür. Meyveler olgunlaşırken glukoz ve fruktoz miktarı azalmakta, sukroz artmaktadır (Yalçın 2010).

Kola (2010)'ya göre pepino meyvesinde en bol bulunan organik asit, sitrik asit iken bunu askorbik asit ve malik asit izlemektedir. Pepino meyvesi taze olarak ve hıyar gibi salatalarda kullanılabildiği gibi (Prohens vd. 2002), diğer egzotik meyveler gibi meyve suyundan da yararlanılmaktadır (Cruz vd. 2009). Ayrıca hipotansiyon tedavisi, idrar söktürücü özelliği ve antitümör aktivitesi gibi bazı tıbbi özelliklere de sahiptir (Redgwell ve Turner 1986, Ren ve Tang 1999).

Pepino morfolojik ve fizyolojik varyasyonlar göstermektedir. Morfolojik varyasyonlar; meyvenin şekli ve rengi, kök ve dalların ayrımı (tüysüz-sert tüylü), yaprak laminasının bölünmesinde (basit ya da bileşik) ortaya çıkar. Fizyolojik varyasyonlar ise meyve ve tohum üretiminde ortaya çıkar. Bazı biyotipler polinasyon sonrası fertil tohumlar içeren meyveler üretirken, steril polen taşıyanlar tohum içermeyen partenokarpik meyveler oluştururlar (Kowalczyk vd. 2008, Anonymous 1994). Optimum meyve oluşumu için 12-15°C arasında sıcaklıklara ihtiyaç duyan pepino bitkisinde (Bravo ve Arias 1983), 10°C' nin altındaki ve 30°C' nin üstündeki sıcaklıklarda meyve oluşumunun azaldığı belirtilmiştir (Prohens vd. 2000).

Ülkemiz için yeni bir tür olan pepino meyvesinin Akdeniz Bölgesi'nde, Antalya'da örtü altı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Yalçın 2010).

Bitkiler sesil organizmalar oldukları için yaşamları süresince birçok stres faktörü ile karşılaşmaktadır. Stres, canlı yapılar için uygun olmayan herhangi bir çevre faktörü olarak tanımlanmaktadır. Normal metabolizmanın esnekliği günlük ya da mevsimsel, düzenli ve tahmin edilebilir çevresel değişimlere karşı yanıt geliştirilmesini sağlar. Bu nedenle optimum koşullarda meydana gelen her çevresel değişim stres oluşumuna neden olmaz. Bitkilerin elverişsiz bir çevre koşuluna karşı hayatta kalma yeteneklerine stres direnci adı verilmiştir (Levitt 1980).

Çevresel stres, bitkilerde gen ifadesi ve hücrel metabolizmadaki değişimlerden büyüme oranındaki ve üretkenlikteki değişimlere kadar çok farklı yanıtların oluşmasına neden olur. Stres faktörleri, abiyotik ve biyotik stres olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. Tuzluluk, su baskını, su eksikliği, radyasyon, kimyasallar, pestisitler, ağır

metaller, düşük ve yüksek sıcaklık gibi etmenler abiyotik stres faktörlerini kapsamaktadır. Allelopati, rekabet, insan ve hayvan tahribi, hastalıklar ise biyotik stres faktörünü kapsamaktadır (Levitt 1972).

Dünyada bitkisel üretimi sınırlandıran çevresel stres faktörlerinden dolayı, yetiştiricilikte bitkinin normal ürün potansiyeline ulaşabilecek uygun alanların sağlanması oldukça zordur. Bu nedenle, tarımsal üretimin azalmasında %71 oranında abiyotik stres, %29 oranında ise diğer stres faktörleri etkilidir (Boyer 1982). Bitkilerin büyüme ve gelişimleri için hücrelerinde meydana gelen biyokimyasal tepkimeler için su mutlaka gereklidir (Nobel 1999, Yoo vd. 2009). Buna karşın bitkiler absorbladıkları suyun %97'sini stomaları aracılığıyla atmosfere salarlar (Taiz ve Zeiger 2006). Transpirasyonel kayıp bitkinin su miktarının, yaprak optimum sıcaklığının ve topraktan esansiyel mineral madde alınımının sürdürülmesinde önemlidir (Yoo vd. 2009).

Sera gazları salınımının artışı ile karakterize olan küresel ısınma mikroklimaların değişimine yol açmaktadır (Kerr 2007). Bitki gelişimi sırasında meydana gelen çevresel değişimler, besin alınımını ve sonuçta bitkinin gelişimini engellemektedir (Villora vd. 2003). Bu nedenle, tatlı su kaynaklarının azalması ve tarımsal kuraklıkta meydana gelen artış dünya çapında sürdürülebilir tarımı tehlikeye atmaktadır (Yoo vd. 2009).

Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında, doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi %26'lık payla en büyük dilimi kapsamaktadır. Bunu %20 ile mineral stresi ve %15 ile soğuk ve don stresi takip etmektedir. Bunların dışında kalan diğer tüm stresler %29'luk bir paya, %10'luk bir alan ise herhangi bir stres faktörüne maruz kalmamaktadır (Blum 1986).

Kuraklık, meteorolojik bir terim olarak tanımlanmakta ve yağış miktarının önemli derecede düşük olduğu mevsimsel periyotlar olarak ifade edilmektedir. Kuraklık stresi, toprakta kullanılabilir suyun oldukça düşük olduğu ve transpirasyon ya da evaporasyon ile sürekli su kaybının yaşandığı atmosferik koşullarla ortaya çıkar. Tüm bitkiler kuraklık stresine bir takım yanıtlar geliştirmişlerdir; fakat bu yanıtların ortaya çıkışı türden türe hatta bir tür içerisinde bile farklılık göstermektedir (Jaleel vd. 2009).

Bitkiler kuraklık stresine yanıt olarak önemli morfolojik ve metabolik değişimlere uğrarlar. Bunlar arasında bitkinin normal büyüklüğüne göre küçük olması, erken olgunlaşma, kök boyunun azalması ya da artması ve kök-gövde oranında artış, toplam yaprak sayısının, toplam yaprak alanının ve toplam yaprak kütlesinin azalması (Fischer ve Wood 1979, Karamanos ve Papatheohari 1999, Cattivelli vd. 2008, Jaleel vd. 2009) ve yaprak kıvrılması (Terzi ve Kadioğlu 2006) gibi değişimleri içermektedir.

Fizyolojik yanıtlar kökten gelen sinyallerin tanınmasını, turgor kaybı ve ozmotik düzenlemeyi, yaprak su potansiyelinin (ψ) azalmasını, stomatal iletkenliğin, internal CO₂ derişiminde, net fotosentezde, büyüme oranında azalmayı kapsar. Kuraklığa verilen erken yanıtlar bitkinin hayatta kalmasını sağlamakla birlikte prolin ve glisin betain gibi belirli metabolitlerin birikimi yoluyla dehidrasyona direnç geliştirilerek yapısal bütünlük korunmakta ve bitkinin işlevselliği sürdürölmektedir. Strese yanıt sırasında miktarları artan diğer ozmolit bileşikler arasında sukroz, şeker alkolleri ve oligosakkaritler de bulunmaktadır. Artan kuraklıkla orantılı olarak sitosoldeki miktarları artış gösterir (Pinhero vd. 2001). Toplam mevsimsel evotranspirasyonun ve dolayısıyla verimin azalmasına yol açan uzun süreli stomatal kapanma, CO₂ derişiminde sınırlama ve ribuloz 1,5 bifosfat karboksilaz/oksidaz (Rubisco) aktivitesinde azalma nedeniyle fotosentez oranı azalmaktadır (Lawlor 1995, Pinhero vd. 2004).

Kloroplastlar ve mitokondrilerdeki elektron taşıma zinciri karbon metabolizması ile yakın ilişkilidir ve artan stres koşullarında karbon metabolizması ile enerji dengesinin hem kloroplastlarda hem de mitokondrilerde değiştii bilinmektedir. Bu organellerde enerji akışındaki dengesizlik reaktif oksijen türleri (ROT) üretiminde artışa ve dolayısıyla oksidatif strese neden olmaktadır (Farooq vd. 2009, Anjum vd. 2011, Suzuki vd. 2012). Kuraklık stresine bağlı olarak gelişen oksidatif stres zararı enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidant sistemler tarafından önlenebilir. Bunlar; β karotenler, askorbat (AA), α -tokoferol, glutatyon (GSH) ve süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), peroksidaz (POD), glutatyon redüktaz (GR) ve monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) gibi antioksidantlardır (Prochazkova vd. 2001). Kuraklıkla uyarılan aşırı ROT üretimi, malondialdehid (MDA) içeriğini artırır.

MDA içeriğinin oksidatif hasarın bir indikatörü ve membran lipid peroksidasyonunun uygun bir işaretleyicisi olduğu düşünülmektedir (Moller vd. 2007).

Kuraklığa maruz kalan bitkilerde ABA (absisik asit) miktarının arttığı bilinmektedir. ABA kurak şartlarda stomaların kapanmasını sağlayan bir hormondur (Hartung vd. 2002). Kuraklık stresi altındaki bitkilerde stoma hücrelerinde ABA miktarı artmakta, bunun sonucu olarak suda çözünemeyen nişasta oluşmakta ve K⁺ iyonu azalmaktadır. Bunun sonucunda ozmotik değeri azalan stoma hücreleri turgorunu kaybederek kapanmaktadır (Çırak ve Esenal 2006).

Kuraklık stresine karşı oluşturulacak cevabın düzenlenmesindeki ilk basamak stresin algılanmasıdır. Hücreden suyun kaybı, hücresel bir sinyal iletim yolunu tetiklemektedir. Bu durumda su kaybının hücresel algılanmasını takiben, bir sinyal mekanizması ile spesifik genler aktive edilmektedir (Bray 1997). Bazı genler kuraklık stresine oldukça hızlı cevap verirken, diğerleri ABA birikiminden sonra indüklenmektedir. Su kaybı ABA üretimini tetikler ve sentezlenen ABA çeşitli genleri uyarır. Kuraklık stresi altında indüklenen genler, metabolik proteinler üreterek hücreleri su noksanlığından korumada ve kuraklık stresine cevapta önemli rol oynamaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi 2005).

Stres toleransında işlev gören ilk grup proteinler olarak su kanal proteinleri, ozmotik koruyucuların (şekerler, prolin, glisin-betain) biyosentezinde görev alan enzimler, LEA (geç embriyogenez) proteinleri, şaperonlar, proteazlar, detoksifikasyon enzimleri yer almaktadır. İkinci grupta ise strese cevapta rol oynayan genlerin ifadesinde ve sinyal iletiminin regülasyonunda yer alan proteinler protein kinazlar, transkripsiyon faktörleri ve fosfolipaz C'dir (Shinozaki ve Yamaguchi-Shinozaki 1996).

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda *S. muricatum*'da potasyumlu gübrelemenin, meyve olgunlaşması ve meyvedeki makro besin içerikleri üzerine etkisi (Franke 2010), farklı aylarda alınıp yetiştirilmenin meyve verimi ve niteliği (Çavuşoğlu vd. 2009), tuzluluk stresi ve CO₂'in büyüme ve meyve verimi üzerine etkileri (Chen vd.1999), agroklimatik koşullarda yetiştirilmeye uygunluğu (Rodriguez-Burruezo vd. 2011)

araştırılmıştır. Ancak Türkiye’de üretimine yeni başlanan pepino bitkisinde kuraklık stresi ve buna bağlı olarak gelişen bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin çalışılmadığı saptanmıştır.

Bu nedenle çalışmamızda, pepino bitkisinin kuraklık stresine karşı gösterdiği bazı fizyolojik değişimler incelenmiştir. Bu çalışmada, kuraklık stresine maruz bırakılan *S. muricatum*’un Miski eşidinde (pepino) oransal su içeriği, total fenolik bileşikler, malondialdehid (MDA), prolin ve total pigment (klorofil a, klorofil b ve karotenoidler) içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgulara göre; pepininin kuraklık stresine maruz bırakıldığında, metabolizmasının nasıl değiştiği ve bu strese karşı göstereceği bazı tolerans mekanizmalarının belirlenmesi, bundan sonraki yapılacak diğer çalışmalara bir veri sağlayacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Stres altındaki bitkilerin gelişmeleri, metabolizmaları ve verimleri önemli ölçüde olumsuz etkilenir. Abiyotik bir stres olan kuraklık, bitkisel üretimi sınırlandıran bir stres koşuludur. Bitkiler bu stres tipine karşı farklı tepkiler göstermektedirler. Su kullanılmasını en aza indirgeyerek ekonomik su kullanım yoluyla metabolizmaların sürdürülmesi, transpirasyon yüzeyinin azalması sonucu meydana gelebilen su kaybının azaltılması, yüksek bir iletim kapasitesi veya su depolaması gibi kuraklıktan kaçınma için gerekli önlemleri almaktadırlar. Yaprak alanının küçülmesi, nemli toprak tabakalarına doğru derinlemesine kök gelişimi ve stomaların kapanması bu tepkilerden bazılarıdır (Çırak ve Esendal 2006, Jaleel vd. 2009).

Fulda vd. (2011), kuraklık stresi etkisindeki ayçiçeği (*Helianthus annuus*) bitkisinde sürgün gelişiminin kök gelişimine oranla kısıtlı olması nedeniyle kök:gövde oranının arttığını ve yapraklarda inositol, glukoz, prolin, fruktoz ve sukroz gibi ozmolit birikiminin arttığını belirtmişlerdir.

Güler vd. (2012) tarafından, *Phaseolus vulgaris*'in Yakutiye (kuraklığa toleranslı) ve Zulbiye (kuraklığa duyarlı) çeşitlerinin apoplastik ve simplastik bölgelerinde endojen ABA içeriği, prolin ve inorganik iyonlardaki değişimler incelenmiştir. Kuraklığa toleranslı ve hassas olan çeşitlerde kuraklığa bağlı olarak hem apoplastik hem de simplastik bölgelerde prolin derişiminin arttığını belirtmişlerdir. Ayrıca kuraklık stresinin her iki çeşitte su potansiyeli ve stomatal iletkenliği azalttığını, inorganik iyonların karakteristik farklılıklar gösterdiğini saptamışlardır.

Türkan vd. (2005), kuraklığa toleranslı *P.acutifolius* Gray ve kuraklığa duyarlı *P. vulgaris*'te polietilen glikol ile oluşturulmuş su stresine bağlı olarak bitki büyümesi, nispi su içeriği, stomatal iletkenlik, lipid peroksidasyonu, prolin ve antioksidant enzim sistemindeki değişimler belirlenmiştir. Su stresi ile 14. günde kök ve sürgün kuru ağırlığı *P. acutifolius*'te artmış, *P. vulgaris*'te ise azalmıştır. Bağlı su içeriğinin *P. acutifolius*'te değişmediği, *P. vulgaris*'te azaldığını saptamışlardır. Lipid

peroksidasyonu düzeyinin *P. vulgaris*'te değişmediği ancak *P.acutifolius*'te daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir.

Pang vd. (2011) yaptıkları çalışmada, legümen türlerinin farklı stratejilerle kuraklığa adapte olmaya çalıştıklarını ve bu adaptasyonların bilinmesinin bitki seleksiyon programlarında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Toker ve Çağırğan (1998) yaptıkları çalışmada, 64 nohut hat ve çeşitlerinin, kuraklık stresine tepkilerini belirlemek amacıyla yağmurla beslenen koşullar altında kuraklık stresi ve kuraklık stresi bulunmayan çevre şartlarında yetiştirmişlerdir. Sonuç olarak kuraklık stresi olan çevrelerde dane verimi ile biyolojik verim, hasat indeksi ortalama verimlilik, kuraklık stresine tolerans ve kuraklığa duyarlılık indeksi arasında önemli ilişkiler tespit etmişlerdir.

Fu ve Huang (2001) yaptıkları çalışmada, iki çim (*Poa pratensis* ve *Festuca arundinacea*) bitkisine kuraklık uygulayarak bitkilerin gelişim performansları, nispi su içeriği, klorofil miktarları, lipid peroksidasyonu ve antioksidant enzim aktivitelerini belirlemişlerdir. Kuraklık uygulamasıyla iki çim bitkisinin nispi su ve klorofil içeriklerinin azaldığını, MDA, SOD ve POD enzim aktivitelerinde bir artışın olduğunu belirtmişlerdir.

Sairam vd. (1998), buğday bitkisine uygulanan kuraklık stresi sonucunda bitkilerin klorofil miktarlarında azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir. Öztürk (1999), kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi üzerine yaptığı araştırmada, kuraklığa dayanıklılık ölçütleri bakımından buğday genotipleri arasında önemli farklar saptamıştır. Kuraklığın erken gelişme dönemlerinde verim üzerindeki etkisi geç kuraklığa göre daha fazla olmuştur. Erken kuraklık başlıca birim alandaki tane sayısını, geç kuraklık ise tane ağırlığını sınırlamıştır.

França vd. (2000), *P. vulgaris* çeşitleri arasında büyüme parametreleri, gaz değişimi, su ilişkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, 4 fasulye çeşidi kullanılmıştır. İki toleranslı fasulye çeşidinde osmotik düzenlenme ve yüksek membran direnci

belirtilmiştir. Çeşitler aynı coğrafik alanda yetişmesine rağmen, dört fasulye çeşidi vejetatif evre boyunca uzun kuraklık için, kuraklık uyum kapasitelerinin biraz farklılık gösterdiğini saptamışlardır.

Tuz ve kuraklık stresinin *Pisum sativum*'un çeşitlerinde çimlenme ve fide gelişimi safhaları üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, çimlenme ve erken fide gelişiminin büyüme evrelerinde, tuz ve su stresine karşı farklı yanıtlar verdiği belirtilmiştir. Ancak fide gelişiminin çimlenmeye göre tuz stresine karşı daha duyarlı olduğu belirtilmiştir (Okçu vd. 2005).

Makbul vd. (2011), kuraklık stresi altındaki *Glycine max* L.'nin anatomik ve fizyolojik parametrelerindeki değişimlerini incelemişlerdir. Kontrolle kıyaslandığında stresli bitkilerde kök:gövde oranının arttığını, toplam klorofil içeriği ve stoma iletkenliğinin azaldığını saptamışlardır. Mohammadian vd. (2005), şeker pancarı genotiplerinin erken sezon kuraklık stresinin büyüme özellikleri üzerine etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, stres olmayan koşullara göre kuraklık stresinde yaprak alanı indeksi, yaprak kuru ağırlığı, sürgün, kök kuru ağırlığında azalmanın meydana geldiği ve bu azalmanın stresin artması sonucu meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Pool ve Lakso (2000), kuraklık stresinin olgun asma bitkilerinin meyveleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, meyvelerin normale göre daha küçük boyutta, meyve tanelerinde büzüşme ve dökülme, salkımlarda seyrekleşme, salkım eksen uçlarında kuruma ve meyve olgunlaşma zamanında gecikme gibi belirtilerin olduğunu gözlemişlerdir. Mohammadkhani ve Heidari (2008), kuraklık stresinin iki mısır varyetesinin çözücü proteinleri üzerine etkisi ile yaptıkları çalışmada, kuraklık stresi PEG-6000 uygulanarak oluşturulmuştur. Kuraklık stresinin protein sentezinde değişimlere neden olduğunu, her iki varyetede dehidrin gibi proteinlerin biriktiğini ve bu proteinlerin dehidrasyon zararına karşı bitkileri koruduğunu saptamışlardır.

Kuşvuran vd. (2011) farklı kavun tiplerinin kuraklık stresine tepkilerini araştırmışlardır. Stres sonucunda yeşil aksam, kök yaş ve kuru ağırlıkları ile bitki boyu, bitki çapı, yaprak alanı ve yaprak sayısı ve yaprak alanı gibi büyüme parametrelerinin

olumsuz şekilde etkilendiği saptanmıştır. Ayrıca hassas genotiplerde membran zararlanma indeksinin daha yüksek değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Kavun türü içinde kuraklığa tolerans düzeyleri bakımından genotipler arasında geniş bir varyasyon olduğu belirlenmiştir.

Ahmad vd. (2009) ayçiçeğinin, fide büyüme aşamasında ve çimlenmesi sırasında su stresine verdiği tepkiyi araştırmışlardır. Çalışmada su stresi PEG-6000 uygulanarak oluşturulmuştur. Su stresine maruz bırakılan ayçiçeği genotiplerinde çimlenme toleransı indeksi, kök uzunluğu stres indeksi, bitki boyu stres indeksi ve kuru madde stres indeksini belirlemişlerdir. Bitki boyu ve kuru madde indekslerinin su stresi ile azaldığını ancak kök boyu indeksinin ise bütün genotiplerde arttığını saptamışlardır.

Çamoğlu vd. (2011) tatlı mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt) su stresinin bitki su tüketimine, fizyolojik ve morfolojik parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Su stresine bağlı olarak bitki su tüketimi, klorofilmetre değeri, yaprak su içeriği, taze koçan verimi, yaprak alan indeksi ve kuru biyokütle miktarı istatistiksel olarak önemli düzeyde değişmiştir. Çamoğlu vd. (2010) damla sulama ile sulanan karpuzda (*Citrullus vulgaris*) su stresinin bitki su tüketimine, su tüketim randımanına, verim ve kalite parametrelerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, karpuz bitkisinde oluşabilecek su stresinin verim ve bazı kalite parametrelerini olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu nedenle bitkide herhangi bir su stresi meydana gelmeden, uygun zamanda sulamaların yapılması ve her sulamada yeterli miktarda suyun verilmesinin önemli olduğu kanısına varmışlardır.

Siddique vd. (2000) buğday çeşitlerinde kuraklık stresinin etkilerini saptamışlardır. Bu çalışmada, kuraklık stresiyile buğday yaprak su potansiyeli ve oransal su içeriğinin azaldığını, fotosentez oranının etkilendiğini, yaprakta stomatal kapanma sonucunda transpirasyonun azaldığını ve solunumun arttığını belirlemişlerdir. Pace vd. (1999), kuraklık stresine maruz bırakılan ve yeniden sulanan pamukta yaprak alanı, bitki uzunluğu, yaprak ve gövde kuru ağırlık oranlarının kontrol bitkilerinden az olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERİYAL VE METOD

3.1 Bitkisel Materyal

Bu araştırmada, pepino (*S. muricatum*) bitkisinin Miski çeşidi kullanılmıştır. 35 günlük pepino fideleri perlit-torf (2:1) karışımını içeren eşit büyüklükteki saksılara alınmıştır. Çalışma, gündüz ortalama 29°C, gece 7°C sıcaklık, gündüz %44 ve gece %72 nem ve doğal fotoperiyot şartlarına sahip serada yapılmıştır (Şekil 3.1, Tablo 3.1). Deneme süresince sera dışı sıcaklık değerleri ise Tablo 3.2’de gösterilmiştir. Denemelerde her saksıya 5 fide ekilmiştir. Fideler saksıya alındıktan sonra 15 gün boyunca bulundukları ortama alıştırmıştır (Şekil 3.2). Bu sürenin sonunda saksılardaki fideler kontrol ve stres grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır (Şekil 3.3). Her grup için 6 deneme kurulmuştur. Kontrol grupları 2 günde bir tarla kapasitesinde sulanırken, stres grubu 36 gün boyunca sulanmayarak kuraklık stresine maruz bırakılmıştır. Stres grubunda fidelerde solmanın başladığı noktada örnekleme son verilmiştir (Şekil 3.4). 36. günden sonraki günlerde bitkilerde kuruma ve ölüm gerçekleşmiştir. Denemeler boyunca 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde bitki yapraklarından örnekler alınmıştır. Örneklenen bitki yapraklarında, oransal su içeriği (OSİ), klorofil a (Kl a), klorofil b (Kl b) ve karotenoidler, total fenolik bileşikler, malondialdehit (MDA) ve prolin miktarları analizleri yapılmıştır.

Tablo 3.1 Sera içi sıcaklık ve nem değerleri

	Gündüz	Gece
Min. sıcaklık	10	2
Max. sıcaklık	45	14
Ortalama sıcaklık	29.08	7.47
Min. nem	20	60
Max. nem	80	95
Ortalama nem	44.47	71.61

Tablo 3.2 Sera dışı sıcaklık ve nem değerleri

	Gündüz
Min. Sıcaklık	5.0
Max. Sıcaklık	24.8
Ortalama Sıcaklık	13.8
Min. Nem	28
Max. Nem	96
Ortalama Nem	69.1



Şekil 3.1 Araştırmanın yürütüldüğü seranın görünümü.



Şekil 3.2 Serada alıştırma sürecindeki pepino fideleri



Şekil 3.3 Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino fideleri



Şekil 3.4 Kuraklık stresinde solmanın başladığı pepino fideleri (36.gün)

3.2 Yöntemler

3.2.1 Oransal Su İçeriklerinin Belirlenmesi

Kuraklık stresi uygulamaları sırasında 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde pepino bitkisinden alınan yaprak örneklerinin yaş ağırlıkları (YA) belirlendikten sonra 4 saat suda bekletilerek turgorlu hale gelmeleri sağlandı. Yaprakların turgorlu ağırlıkları (TA) tartıldıktan sonra 65 °C’de 48 saat etüvde kurutulup kuru ağırlıkları (KA) belirlendi. % OSİ (Oransal su içeriği) içerikleri aşağıdaki formülle hesaplandı (Barr ve Weatherley 1962, Sairam vd.2002).

$$OSİ = [(YA - KA) / (TA - KA)] \times 100$$

YA: Yaş ağırlık, KA: Kuru ağırlık, TA: turgid durumundaki ağırlık

3.2.2 Pigmentlerin Ekstraksiyonu ve Saflaştırılması

Pigmentlerin ekstraksiyonu ve saflaştırılmasında De Kok ve Graham (1989) yöntemi kullanıldı. Pepino bitkisinin yaprak örneklerinden 1'er gram alınıp üzerine 50 mL aseton ilave edilerek homojenize edildi ve 1 gün boyunca +4 °C'de buzdolabında bekletildi. Daha sonra homojenize edilen örnekler 1/5 oranında distile su eklenerek tekrar homojenize edildi ve süzüldü. Süzülen örnekler 3000 rpm' de 10 dakika santrifüj edildi. Santrifüj edilen örneklerin absorbans değerleri Lichtenthaler ve Wellburn (1983)'a göre 662, 645 ve 470 nm'de okundu ve hesaplandı.

3.2.3 Total Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi

Pepino bitkisinden 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde alınan yaprak örneklerinde toplam fenolik miktarlarının tayini Slinkard ve Singleton (1977) ve Chandler ve Dodds (1983)'a göre yapıldı. 50 mg yaprak dokusu 2.5 mL etanol içerisinde homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler 25°C' de 24 saat çalkalamalı su banyosunda çalkalandı. Daha sonra örnekler süzülerek santrifüj edildi ve 1 mL süpernatant üzerine 1 mL etanol, 5 mL distile su ve 1 mL folin reaktifi eklenerek çalkalandı. 3 dakika sonra elde edilen karışım üzerine 3 mL %2'lik Na₂CO₃ eklenerek 2 saat boyunca aralıklı olarak karanlıkta çalkalandı. Daha sonra örneklerin 760 nm'de absorbans değerleri okunarak, standart gallik asit eşdeğerliğine bağlı olarak miktarları belirlendi (Slinkard ve Singleton 1977, Chandler ve Dodds 1983).

3.2.4 Lipid peroksidasyonunun Malondialdehit (MDA) İçeriği İle Belirlenmesi

Pepino bitkisinden alınan yaprak örneklerinden 0.5 g alınarak %0.1'lik 5 mL trikloroasetik asit (TCA) içinde homojenize edildi ve homojenat 10.000 rpm' de 5 dakika santrifüj edildi. Bu solüsyonun 2 mL'si 2 mL %0.5'lik tiobarbiturik asit (TBA) ile 30 dakika 95°C'de su banyosunda kaynatıldı (TBA %20'lik TCA içerisinde hazırlanmıştır). Daha sonra örnekler buz banyosunda soğutuldu. Son karışım tekrar 10.000 rpm' de 15 dakika santrifüj edildi. Süpernatantın absorbansı 532 nm'de ve 600 nm'de ölçülerek 532 nm'de saptanan ölçümlerden 600 nm'de yapılan ölçümler çıkarıldı

ve $155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ekstinksiyon katsayısı ile MDA miktarı hesaplandı (Heath ve Packer 1968).

3.2.5 Prolin Analizi

Yöntem Bates vd. (1973)'a göre yapıldı. 0.5 g yaprak dokusu %3'lük sülfosalisilik asit ile homojenize edildi. Homojenize edilen örnekler whatman filtre kağıdı ile süzüldü. Ekstraktan 2 mL alınarak üzerine 2 ml asit ninhidrin ve 2 mL glasiyal asetik asit eklendi. Daha sonra 1 saat 100°C su banyosunda bekletildi. Reaksiyonun durdurulması için örnekler 5 dakika buz banyosunda bekletildi. Tüplerdeki örnekler ve standartlara 4 mL tolueen ilave edildi ve karıştırıldı. Üst kısımda ki faz otomatik pipet yardımı ile alınarak, 520 nm 'de absorbansları ölçüldü. Kör olarak tolueen kullanıldı. Standart olarak L-prolin kullanıldı. Prolin konsantrasyonu kalibrasyon eğrisi yardımıyla μg prolin olarak hesaplandı ve belirtilen yöntemde verilen eşitlikte değerler yerine konularak yaprakta bulunan prolin miktarı $\mu\text{M g}^{-1}$ taze ağırlık olarak belirlendi.

3.2.6 İstatistik analizler

Araştırmadaki bütün analizler 3 tekrarlı olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçların istatistiksel değerlendirmeleri SPSS 15.0 programında yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesi için Duncan ve T-testleri kullanılmıştır. Analizlerde $p < 0.05$ önemli kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Kuraklık stresine maruz bırakılan (36 gün) pepino bitkisinde morfolojik olarak değişimler gözlemlendi. Stres grubunda, kontrol grubuna göre pepino bitkisinin yapraklarında solma, klorozis, yaprak kıvrılması ve nekrotik bölgeler izlendi (Şekil 4.1). Stres grubunun fide boylarının kontrol grubuna göre daha kısa olduğu saptandı. Ayrıca stres grubundaki yaprakların kontrole göre daha küçük olduğu belirlendi (Şekil 4.2, 4.3).



Şekil 4.1 Kuraklık stresindeki pepino fidelerinin yapraklarındaki semptomlar



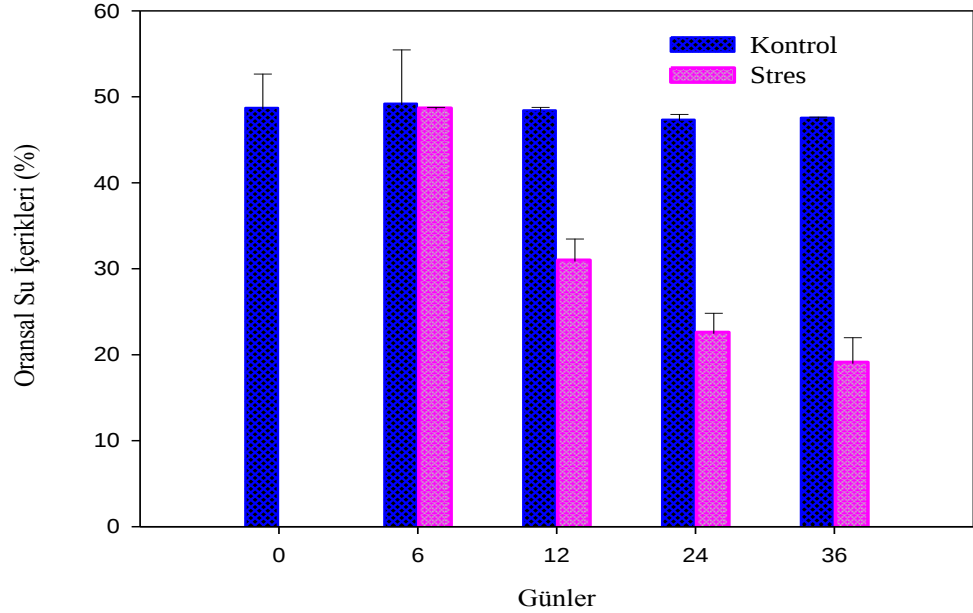
Şekil 4.2 Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino fidelerinin gelişiminde kontrol ve stres grubundaki morfolojik farklılıklar



Şekil 4.3 Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino fidelerinin kontrol ve stres grubundaki yaprak morfolojileri

4.1 Oransal Su İçeriklerinin Değişimi

Kuraklık stresine maruz kalan pepino bitkisinin kontrol grubundaki oransal su içeriklerinin 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde değişmediği saptandı ($p>0.05$) (Şekil 4.4, Tablo 4.1). Stres grubunda ise oransal su içeriklerinin deneme süresince azaldığı bulundu. Bu azalmanın 24. güne kadar önemli olduğu ($p<0.05$) ancak 24. ve 36. günlerde önemsiz olduğu belirlendi ($p>0.05$) (Şekil 4.4, Tablo 4.1). Kontrol grubuna kıyasla stres grubunun oransal su içeriklerinin 6. günde azaldığı ancak önemli bir farklılığın olmadığı saptandı ($p>0.05$). Stres grubunda oransal su içeriklerinin 12., 24. ve 36. günlerde kontrole göre azaldığı ve bu azalmanın önemli olduğu belirlendi ($p<0.05$). Oransal su içeriklerindeki değişim 6. günde kontrol grubunda % 49.21, stres grubunda % 48.69, 12. günde % 48.42, % 31.02, 24. günde % 47.34, % 22.61 ve 36.günde ise % 47.56, % 19.13 olarak tespit edildi (Şekil 4.4, Tablo 4.1).



Şekil 4.4 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki oransal su içeriklerinin değişimleri

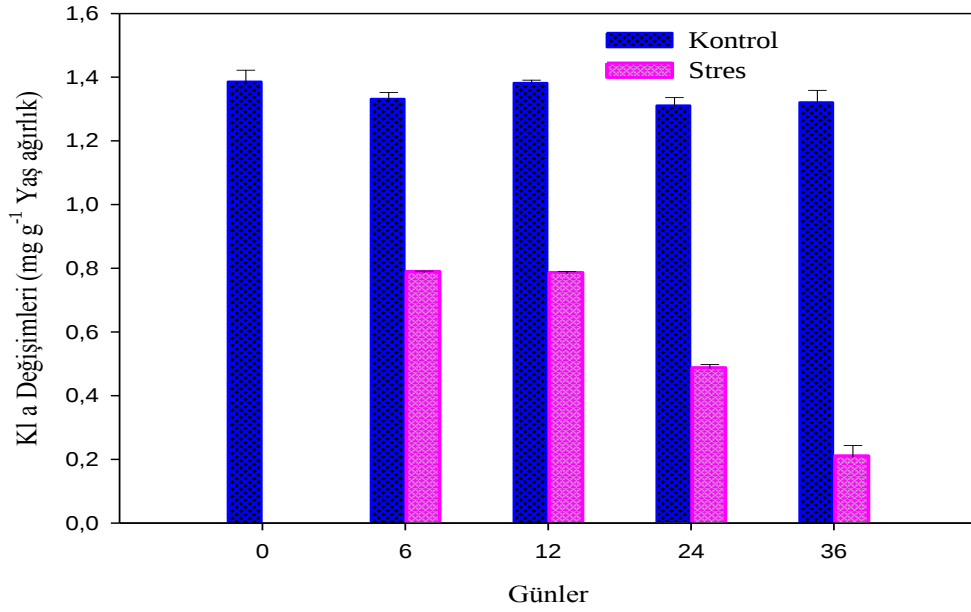
Tablo 4.1 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki oransal su içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Oransal Su İçeriği (%)			
	6.GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 49.21±3.67 ^a	^a 48.42±0.26 ^a	^a 47.34±0.42 ^a	^a 47.56±0.10 ^a
Stres	^a 48.69±0.11 ^a	^b 31.02±1.47 ^b	^b 22.61±1.34 ^c	^b 19.13±1.71 ^c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p<0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.2 Kl a Değişimleri

Pepino bitkisinin kontrol gruplarının Kl a içeriklerinde 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde önemli bir değişim gözlenmedi ($p>0.05$) (Şekil 4.5, Tablo 4.2). Stres grubundaki Kl a düzeylerinin 12. günden itibaren azaldığı belirlendi ($p<0.05$) (Tablo 4.2). Stres grubunda Kl a değerleri 12. günde 0.78 mg g^{-1} , 24. günde 0.48 mg g^{-1} , 36. günde 0.21 mg g^{-1} olarak bulundu. Kontrol ve stres gruplarının Kl a değişimlerine bakıldığında, 6., 12., 24. ve 36. günlerde stres grubunda kontrole göre önemli oranda azaldığı saptandı ($p<0.05$) (Şekil 4.5, Tablo 4.2).



Şekil 4.5 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki Kl a içeriklerinin değişimleri (mg g⁻¹ Yaş ağırlık)

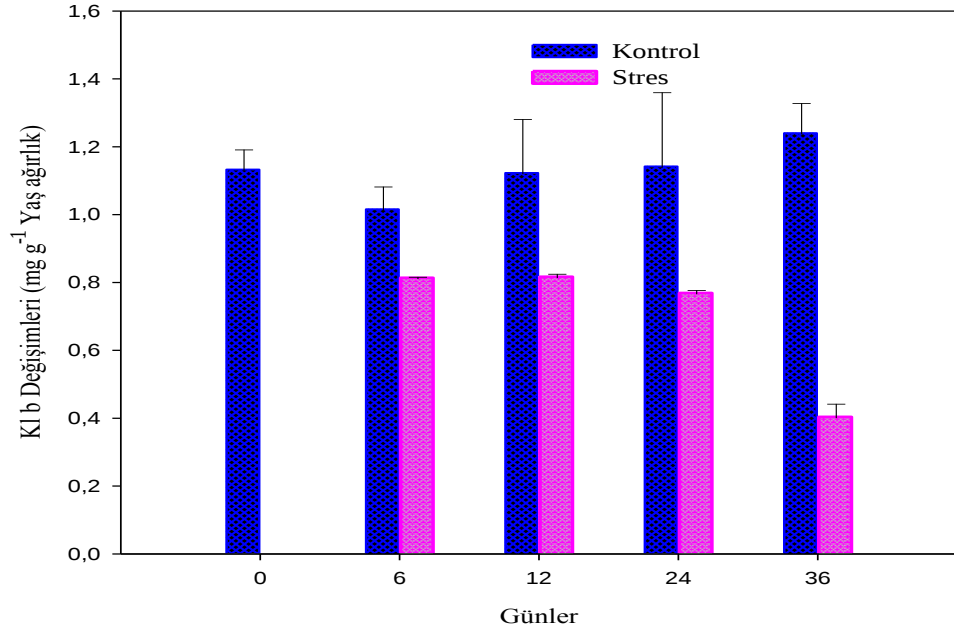
Tablo 4.2 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki Kl a içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Kl a (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 1.33±0.01 ^a	^a 1.38±0.01 ^a	^a 1.31±0.02 ^a	^a 1.32±0.02 ^a
Stres	^b 0.79±0.04 ^a	^b 0.78± 0.00 ^b	^b 0.48± 0.01 ^c	^b 0.21±0.02 ^d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p < 0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.3 Kl b Değişimleri

Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino bitkisinin kontrol gruplarında 0., 6., 12., 24.ve 36. günlerde Kl b içeriğinde önemli bir değişim saptanmadı (Şekil 4.6, Tablo 4.3). Stres grubunda Kl b değerlerinin 12. günden itibaren azaldığı belirlendi. Stres grubu bitkilerinde Kl b değerleri 12. günde 0.81 mg g^{-1} , 24. günde 0.76 mg g^{-1} , 36. günde 0.40 mg g^{-1} olarak belirlendi. Kl b düzeylerinin kontrol ve stres grupları arasında önemli farklılıklar gösterdiği bulundu ($p < 0.05$) (Tablo 4.3). Kl b içeriklerinin 6. günde kontrol grubunda 1.01 mg g^{-1} , stres grubunda 0.81 mg g^{-1} ; 12. günde kontrol grubunda 1.12 mg g^{-1} , stres grubunda 0.81 mg g^{-1} ; 24. günde kontrol grubunda 1.14 mg g^{-1} , stres grubunda 0.76 mg g^{-1} ; 36. günde kontrol grubunda 1.24 mg g^{-1} , stres grubunda 0.40 mg g^{-1} saptandı (Şekil 4.6, Tablo 4.3).



Şekil 4.6 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki Kl b içeriklerinin değişimleri (mg g^{-1} Yaş ağırlık)

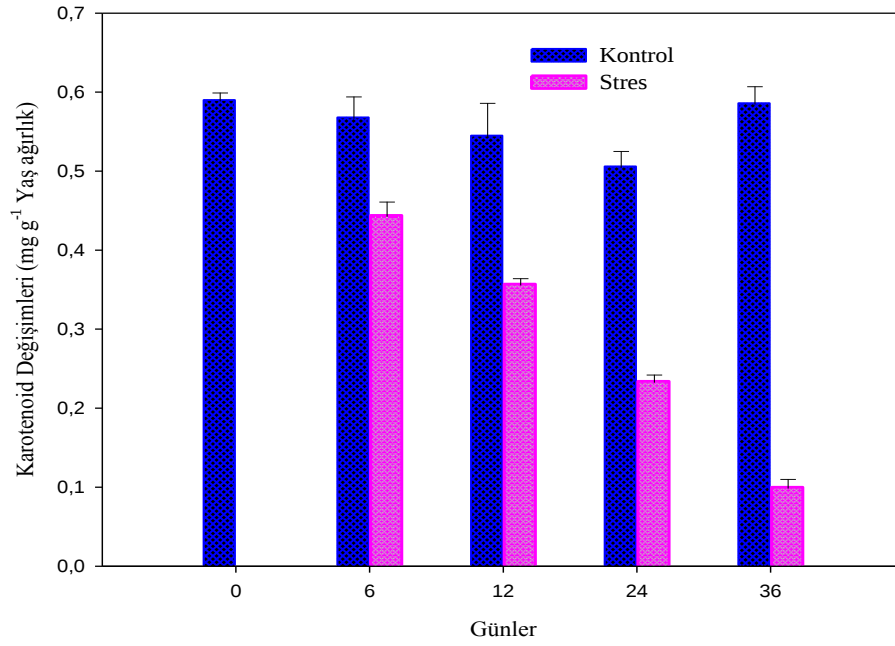
Tablo 4.3 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki Kl b içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Kl b (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 1.01±0.04 ^a	^a 1.12±0.09 ^a	^a 1.14±0.12 ^a	^a 1.24±0.05 ^a
Stres	^b 0.81±0.00 ^{ab}	^b 0.81±0.01 ^a	^b 0.76±0.01 ^b	^b 0.40±0.02 ^c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p<0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.4 Karotenoid Değişimleri

Kuraklık stresindeki pepino bitkisinin stres grubunda, karotenoid içeriklerinin kontrole göre önemli oranda azaldığı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 4.7, Tablo 4.4). Kontrol grubunda karotenoid içeriklerinin 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde önemli oranda değişmediği belirlendi ($p>0.05$). Stres grubundaki karotenoid içeriklerinin 6. günde yüksek olduğu (0.44 mg g^{-1}), 36. günde ise en düşük değerde olduğu saptandı (0.09 mg g^{-1}).



Şekil 4.7 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki karotenoid içeriklerinin değişimleri (mg g⁻¹ Yaş ağırlık)

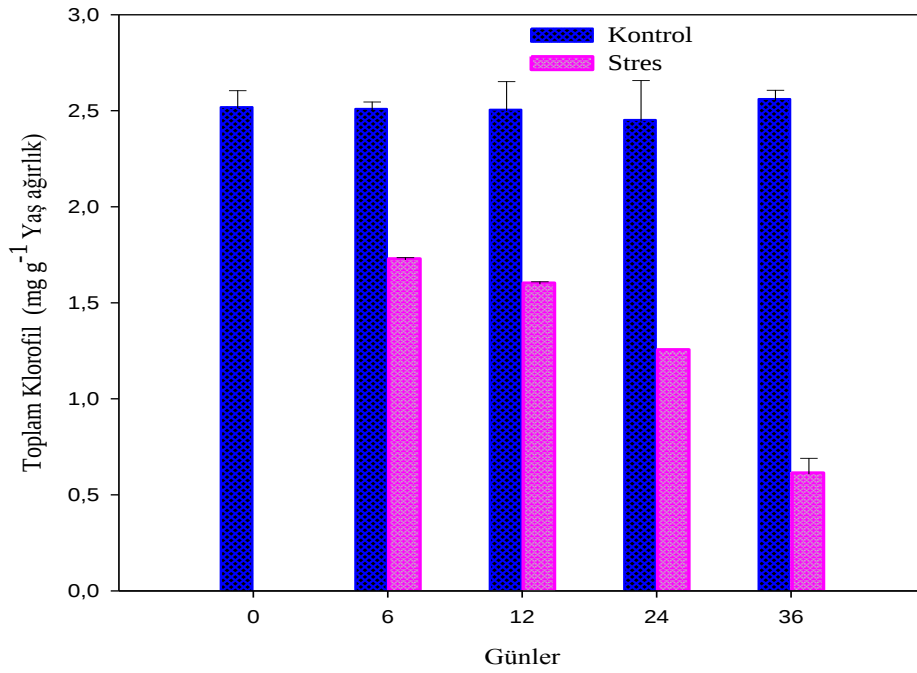
Tablo 4.4 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki karotenoid içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Karotenoidler (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 0.56±0.02 ^a	^a 0.54 ± 0.02 ^a	^a 0.50±0.01 ^a	^a 0.58±0.01 ^a
Stres	^b 0.44±0.02 ^a	^b 0.35±0.01 ^b	^b 0.23±0.01 ^c	^b 0.09 ±0.01 ^d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p < 0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.5 Toplam Klorofil Değişimleri

Pepino bitkisinin yapraklarında 0., 6., 12., 24. ve 36. günlerde toplam klorofil düzeylerinin stres grubunda kontrole göre önemli derecede azaldığı bulundu ($p<0.05$) (Şekil 4.8, Tablo 4.5). Kontrol grubundaki toplam klorofil içeriklerinin denemeler boyunca değişmediği ($p>0.05$) ancak stres grubunda ise azaldığı saptandı ($p<0.05$) (Şekil 4.8, Tablo 4.5). Toplam klorofil değerleri 6. günde kontrol grubunda 2.51 mg g^{-1} , stres grubunda 1.73 mg g^{-1} ; 12. günde kontrol 2.50 mg g^{-1} , stres 1.60 mg g^{-1} ; 24. günde kontrol 2.45 mg g^{-1} , stres 1.25 mg g^{-1} ; 36. günde kontrol 2.56 mg g^{-1} , stres 0.61 mg g^{-1} olarak belirlendi (Şekil 4.8, Tablo 4.5).



Şekil 4.8 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam klorofil içeriklerinin değişimleri (mg g^{-1} Yaş ağırlık)

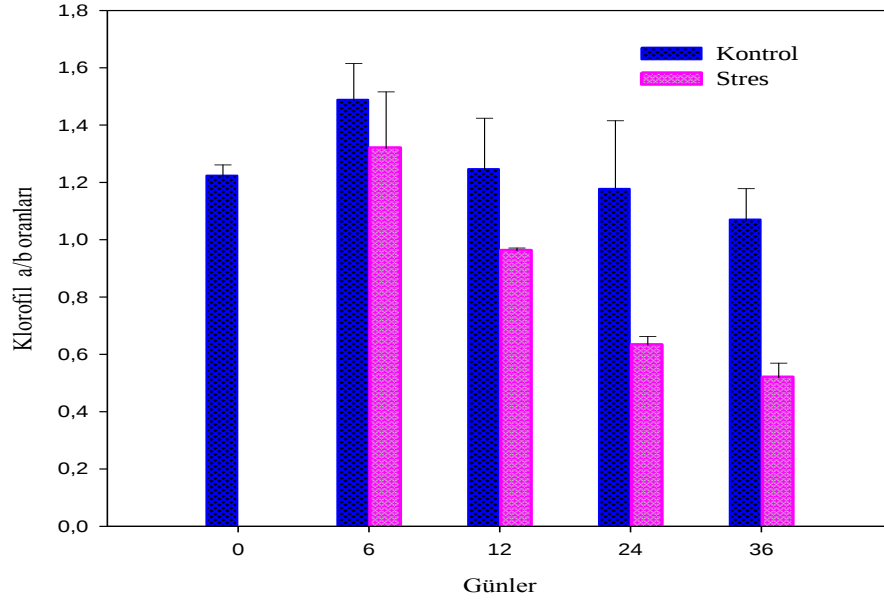
Tablo 4.5 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam klorofil içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Toplam Klorofil (mg g ⁻¹ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 2.51±0.04 ^a	^a 2.50±0.08 ^a	^a 2.45±0.121 ^a	^a 2.56±0.028 ^a
Stres	^b 1.73±0.01 ^a	^b 1.60±0.00 ^b	^b 1.25±0.003 ^c	^b 0.61±0.043 ^d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p<0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.6 Klorofil a/b Oranı Değişimleri

Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarında klorofil a/b oranlarındaki değişimlerin 6. ve 12. günlerde önemsiz ($p>0.05$) ancak 24. ve 36. günlerde önemli ($p<0.05$) olduğu belirlendi (Şekil 4.9, Tablo 4.6). Kontrol gruplarında klorofil a/b oranlarındaki değişimlerin önemsiz olduğu bulundu ($p>0.05$) (Tablo 4.6). Stres grupları incelendiğinde, klorofil a/b oranlarındaki değişimlerin önemli olduğu saptandı ($p<0.05$) (24. ve 36., günler arasındaki değişim hariç) (Tablo 4.6). Stres gruplarında klorofil a/b oranları, 6. günde 1.32, 12. günde 0.96 ve 24. günde 0.63 ve 36. günde 0.52 olduğu bulundu (Şekil 4.9, Tablo 4.6).



Şekil 4.9 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki klorofil a/b oranı değişimleri

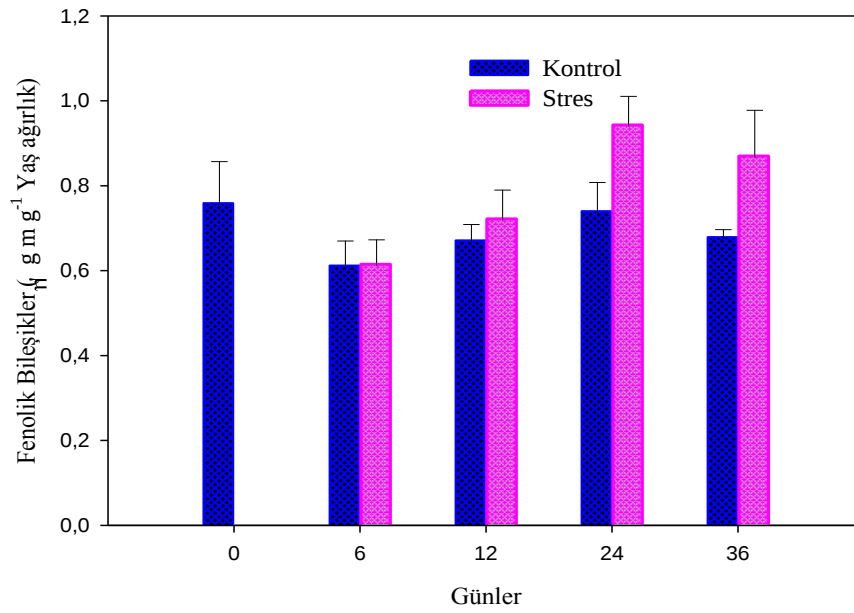
Tablo 4.6 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki klorofil a/b oranlarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Klorofil a/b Oranı			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 1.48±0.12 ^a	^a 1.24 ± 0.10 ^a	^a 1.17 ±0.14 ^a	^a 1.07±0.07 ^a
Stres	^a 1.32±0.19 ^a	^a 0.96±0.01 ^b	^b 0.63±0.02 ^c	^b 0.52±0.03 ^c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p < 0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.7 Toplam Fenolik Bileşiklerin Değişimi

Kuraklık stresindeki pepino bitkisinin kontrol gruplarında toplam fenolik bileşikler 24. günde yüksek, 6. 12. ve 36. günlerde birbirine yakın değerlerde bulundu (Şekil 4.10, Tablo 4.7). Stres gruplarında ise toplam fenolik bileşiklerin kontrol grubunda olduğu gibi 24. günde yüksek, 6. günde ise en düşük değerde olduğu belirlendi (Şekil 4.10, Tablo 4.7). Kontrol ve stres gruplarındaki toplam fenolikler incelendiğinde, 6. ve 12. günlerdeki değişimlerin önemsiz ($p>0.05$), 24 ve 36 günlerdeki değişimlerin önemli ($p<0.05$) olduğu bulundu. Toplam fenoliklerin 24. günde kontrol grubunda $0.74 \mu\text{g mg}^{-1}$, stres grubunda $0.94 \mu\text{g mg}^{-1}$, 36. günde kontrol grubunda $0.67 \mu\text{g mg}^{-1}$, stres grubunda $0.87 \mu\text{g mg}^{-1}$ belirlendi (Şekil 4.10, Tablo 4.7).



Şekil 4.10 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam fenoliklerin değişimleri ($\mu\text{g mg}^{-1}$ Yaş ağırlık)

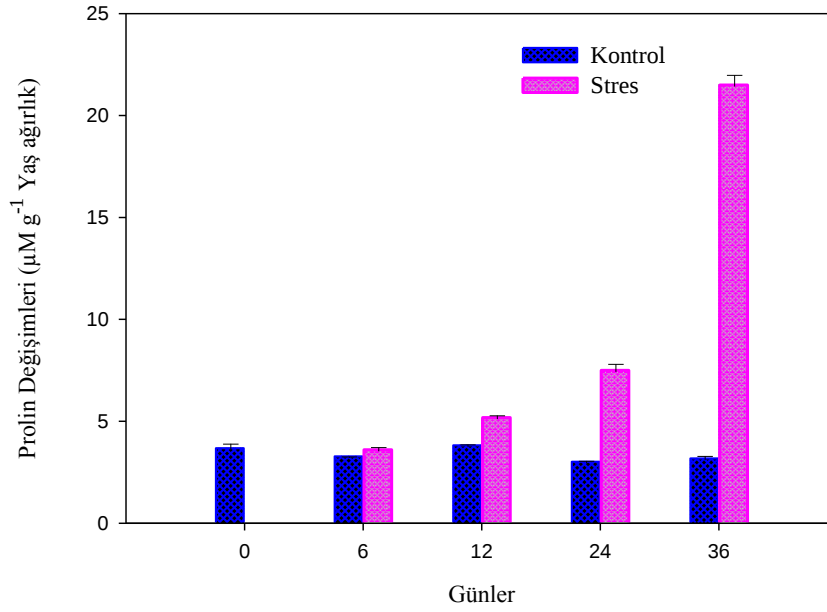
Tablo 4.7 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki toplam fenolik bileşiklerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Fenolikler ($\mu\text{g mg}^{-1}$ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 0.61±0,03 ^b	^a 0.67±0.02 ^{ab}	^a 0.74±0.04 ^a	^a 0.67±0.02 ^{ab}
Stres	^a 0.61±0,04 ^c	^a 0.72±0.04 ^{bc}	^b 0.94±0.04 ^a	^b 0.87±0.06 ^{ab}

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p<0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.8 Prolin Değişimleri

Kuraklık stresine maruz bırakılan pepino bitkisinde prolin miktarları incelendiğinde, kontrol grubundaki değişimlerin birbirine yakın değerlerde olduğu bulundu. Stres grubunda ise 6., 12., 24. ve 36. günlerde prolin değişimlerinin önemli olduğu saptandı ($p<0.05$). Kontrol ve stres gruplarındaki prolin miktarlarının 6. günde önemsiz ($p>0.05$) 12., 24. ve 36. günlerde önemli olduğu bulundu ($p<0.05$). En yüksek prolin içeriği, stres grubunda 36. günde $21.50 \mu\text{M g}^{-1}$ olarak saptandı. Diğer günlerde ise prolin içeriği 6. günde $3.60 \mu\text{M g}^{-1}$, 12. günde $5.18 \mu\text{M g}^{-1}$ ve 24. günde $7.57 \mu\text{M g}^{-1}$ olarak belirlendi (Şekil 4.11, Tablo 4.8).



Şekil 4.11 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki prolin değişimleri ($\mu\text{M g}^{-1}$ Yaş ağırlık)

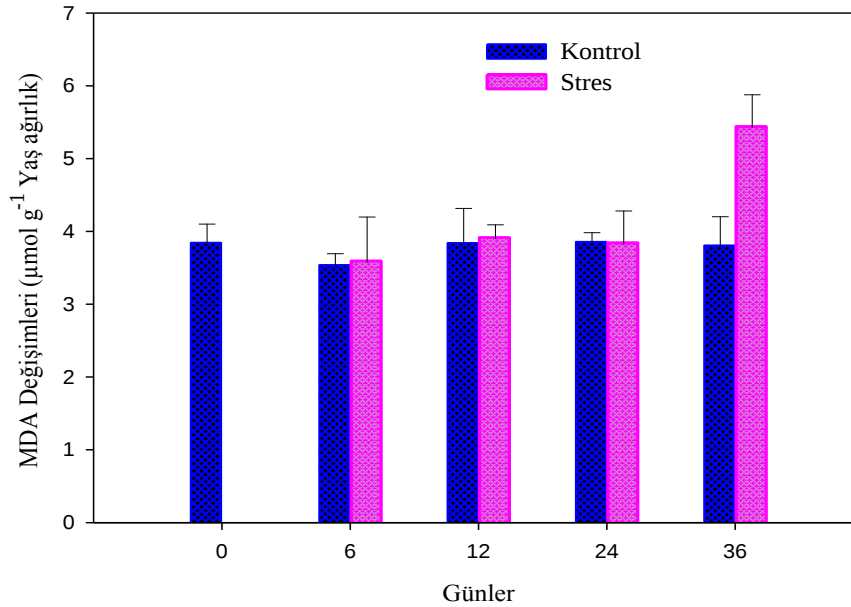
Tablo 4.8 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki prolin içeriklerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

	Prolin ($\mu\text{M g}^{-1}$ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 3.28±0.02 ^b	^a 3.82± 0.07 ^a	^a 3.02±0.07 ^b	^a 3.18±0.15 ^b
Stres	^a 3.60±0.16 ^d	^b 5.18±0.14 ^c	^b 7.57±0.34 ^b	^b 21.50±0.52 ^a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p < 0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

4.9 Malondialdehit (MDA) Değişimleri

Kuraklık stresi uygulanan pepino yapraklarında MDA miktarı incelendiğinde, MDA içeriklerinin stres grubunda 6., 12. ve 24. günlerde önemsiz ($p>0.05$), 36. günde değişimin önemli olduğu belirlendi ($p<0.05$). Kontrol gruplarındaki MDA içeriklerinin önemli oranda değişmediği ve birbirine yakın değerlerde olduğu belirlendi. Kontrol ve stres gruplarındaki MDA içeriklerinin 6., 12. ve 24. günlerdeki değişimlerinin önemsiz ($p>0.05$), 36. günde ise önemli olduğu saptandı ($p<0.05$). Kontrol grubunda MDA içerikleri 6. günde $3.53 \mu\text{mol g}^{-1}$, 12. günde $3.83 \mu\text{mol g}^{-1}$, 24. günde $3.85 \mu\text{mol g}^{-1}$ ve 36. günde $3.80 \mu\text{mol g}^{-1}$ bulundu. Stres grubunda ise 6. günde $3.59 \mu\text{mol g}^{-1}$, 12. günde $3.91 \mu\text{mol g}^{-1}$, 24. günde $3.84 \mu\text{mol g}^{-1}$, 36. günde $5.44 \mu\text{mol g}^{-1}$ olarak saptandı (Şekil 4.12, Tablo 4.9).



Şekil 4.12 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki MDA değişimleri ($\mu\text{mol g}^{-1}$ Yaş ağırlık)

Tablo 4.9 Pepino bitkisinin kontrol ve stres gruplarındaki MDA değışimlerinin istatistiksel olarak değlendirilmesi ($\mu\text{mol g}^{-1}$ Yaş ağırlık)

	MDA ($\mu\text{mol g}^{-1}$ Yaş ağırlık)			
	6. GÜN	12. GÜN	24. GÜN	36. GÜN
Kontrol	^a 3.53±0.10 ^a	^a 3.83±0.29 ^a	^a 3.85±0.08 ^a	^a 3.80±0.24 ^a
Stres	^a 3.59±0.36 ^b	^a 3.91±0.11 ^b	^a 3.84±0.26 ^b	^b 5.44±0.26 ^a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistikî açıdan ($p<0.05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı (Duncan Karşılaştırma Testi), sol kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder (T Testi).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, kuraklık stresine maruz bırakılan pepino (*Solanum muricatum* Ait.) bitkisinin yapraklarında; oransal su içeriği (OSİ), toplam fenolik bileşikler, malondialdehid (MDA), prolin ve fotosentetik pigment (klorofil a, klorofil b ve karotenoidler) içeriklerinin kontrole göre farklılık gösterdiği ve bazı morfolojik değişimlerin olduğu gözlenmiştir.

Younis vd. (2000), *Sorghum bicolor* L.'nin üç genotipi ile yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin etkilerini belirlemişlerdir. Kuraklık stresinde, kuraklığa toleransları farklı olan 3 genotipin gövde uzunlukları incelendiğinde, kuraklık stresinin gövde uzunluğunu azalttığını belirtmişlerdir. *Citrus* fideleri ile yapılan çalışmada su eksikliğine bağlı olarak bitki boyunun % 25 oranında azaldığı saptanmıştır (Wu vd. 2008). Su eksikliğine bağlı olarak *Populus* ve *Soja* gibi birçok bitki türlerinde yaprak büyümesinin azaldığı belirtilmiştir (Wulschleger vd. 2005, Zhang vd. 2004). Jaleel vd. (2008), *Catharanthus roseus* bitkisinin *Rosea* ve *Alba* varyeteleri ile yaptıkları çalışmada, kuraklık stresine bağlı olarak yaprak alanı, transpirasyon oranı ve verimin azaldığını saptamışlardır. Bizim çalışmamızda, elde ettiğimiz bulgulara göre stres grubundaki fide boylarının kontrol grubuna göre kısa olduğu, yaprakların kontrole göre daha küçük olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2, 4.3). Bu sonuç, kuraklık stresinin fide uzamasını baskılayabileceğini göstermektedir.

Kuraklık stresine yanıt olarak belirlenen parametrelerden biri olan oransal su içeriklerinin, pepino fidelerinin stres gruplarında kuraklık stresine bağlı olarak azaldığı saptanmıştır (Şekil 4.4, Tablo 4.1). Terzi ve Kadioğlu (2006), *Ctenanthe setosa* bitkisinde kök, petiol ve yapraktaki kıvrılma sırasında kuraklık stresi toleransı ile antioksidant enzim sistemi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada kuraklık periyodu ile ilgili belirlenen parametrelerde kuraklığa bağlı olarak oransal su içeriğinin düştüğünü saptamışlardır. Kalefetoğlu ve Ekmekçi (2009), nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarının kuraklık stresine karşı dayanıklılığının karakterizasyonu araştırmıştır. Bu çalışmada kuraklık stresıyla birlikte genotiplerdeki oransal su içeriklerinin kontrole göre azaldığını belirlemiştir.

Fu ve Huang (2001), iki farklı çim (*Poa pratensis* ve *Festuca arundinacea*) bitkisinde kuraklık stresi sonucunda oransal su içeriğinde azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Türkan vd. (2005), kuraklığa hassas ve toleranslı olan fasulyelerle yaptıkları çalışmada, toleranslı olan genotipin kuraklıktan etkilenmediğini ve duyarlı olan genotipte oransal su içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Liu vd. (2004), kuraklık stresine maruz bırakılan *Amaranthus* spp.'de oransal su içeriğinin azaldığını saptamışlardır. Guerfel vd. (2009), iki zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidinde kuraklık stresinin etkilerini incelemişler ve yaprak su potansiyelinin iki çeşitte kuraklığa bağlı olarak azaldığını belirtmişlerdir.

Nayyar ve Gupta (2006), C₃ ve C₄ bitkilerinde su eksikliğine bağlı olarak oksidatif stres ve antioksidantlarla ilişkisini araştırmışlardır. Buğday ve mısır bitkisinde su stresi PEG-6000 uygulanarak oluşturulmuştur. Orta strete oransal su içeriğinin değişmediği fakat stresin şiddeti arttıkça azaldığı saptanmıştır. Yüksek stres seviyesinde buğdayın kök ve yapraklarındaki nispi su içeriği mısırın kök ve yapraklarındaki su içeriğinden daha az bulunmuştur. Moran vd. (1994), bezelye bitkisi ile yaptığı çalışmada kuraklığa bağlı olarak oransal su içeriğinde azalmanın olduğunu belirtmişlerdir. Siddique vd. (2000), buğday çeşitlerinde kuraklık stresinin etkilerini saptamışlardır. Bu çalışmada, kuraklık stresiyile buğday yaprak su potansiyeli ve oransal su içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada, yukarıdaki çalışmalarda belirtildiği gibi, pepino bitkisinde de kuraklık stresine bağlı olarak oransal su içeriklerinin azaldığı bulunmuştur (Şekil 4.4, Tablo 4.1).

Kuraklık stresine bağlı olarak yapılan birçok çalışmada, fotosentetik pigmentlerin azaldığı belirtilmiştir. Çamoğlu vd. (2011), tatlı mısırdaki su stresinin bitki su tüketimine, fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkisini araştırmış ve su stresinin artışına paralel olarak klorofil içeriklerinin önemli düzeyde azaldığını saptamışlardır. Chen vd. (1999), pepino'da NaCl tuzluluğu ve CO₂ zenginleştirmesine bağlı olarak yaprak fotosentetik özellikleri ve gaz değişimini incelemişlerdir. Çalışmada toplam klorofil içerikleri, Kl a, Kl b, stomatal iletkenlik ve transpirasyon oranının azaldığı belirtilmiştir.

Anjum vd. (2003), su stresinde arpa (*Hordeum vulgare* L.) çeşitlerinde çözünen madde birikimi ve klorofil içeriğindeki değişimleri araştırmışlardır ve kuraklık stresinin etkilerinin arpa çeşitlerine göre değiştiğini ve toplam klorofil oranlarının her iki çeşitte azaldığını fakat Kl a ve Kl b içerik değişimlerinin çeşitlere göre değiştiğini saptamışlardır.

Manivannan vd. (2007), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin varyetelerinde kuraklık stresinin büyüme, biyokimyasal değişimler ve prolin metabolizması üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Kl a, Kl b ve toplam klorofil düzeylerinde azalmanın olduğunu göstermişlerdir. Elde ettiğimiz bulgulara göre yukarıdaki çalışmalarda belirtildiği gibi, kuraklık stresine pepino fidelerinin etkilenme süresine bağlı olarak Kl a, Kl b ve toplam klorofil, klorofil a/b ve karotenoid içeriklerinin kontrol grubuna göre azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4.5-4.9; Tablo 4.2-4.6). Fotosentetik pigmentlerdeki azalma kuraklık stresinin bitkide oluşturduğu olumsuz etkinin bir sonucu olarak düşünülebilir.

Birçok çalışma, çevresel streslere bağlı olarak fenilpropanoidlerin biriktiğini ve bazı metabolik süreçlerde düzenleyici rol oynadığını göstermiştir (Dixon ve Paiva 1995, Solecka 1997, Janas vd. 2000, Wrobel vd. 2005). Lim vd. (2012), arap darısında (*Fagopyrum esculentum* M.) tuzluluk stresinin etkileri ile yaptıkları çalışmada, tuz stresine toplam fenolikler, karotenoidler ve antioksidant aktivitenin arttığını belirtmişlerdir. Bosch ve Peñuelas (2004), Akdeniz tarla koşullarında büyüyen çilek bitkisinde kuraklık stresi ile oksidatif hasar arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Kuraklık stresine bağlı olarak belirledikleri parametrelerden α -tokoferol, zeaksantin ve askorbat düzeylerinde stresin şiddetine bağlı olarak arttığını saptamışlardır.

Weidner vd. (2009), serada kuraklık stresi ve optimum şartlar altında yetiştirilen asma (*Vitis vinifera* L.) fidelerinin köklerinde, kuraklık stresine bağlı olarak fenolik bileşikler ve antioksidant aktivitenin arttığını belirtmişlerdir. Oh vd. (2010), marul (*Lactuca sativa*) bitkisinde kademeli su eksikliğine bağlı olarak fotokimyasal bileşikler ve antioksidant özelliklerini incelemişlerdir. Su stresine bağlı olarak marul bitkisinde antioksidant kapasite ve toplam fenolik bileşiklerin arttığını saptamışlardır.

Mehrjerdi vd. (2013), farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) genotiplerinde hidroponik şartlarda kuraklık stresinin etkisine bağlı olarak fenolik bileşikler, radikal temizleme aktiviteleri ve fotosentetik karakteristikleri araştırmışlardır. Kuraklık stresinin artışı ile toplam fenollerin, fotosentetik oranın, transpirasyonun, K_{la}, K_{lb}, su kullanım etkinliğinin ve membran kararlılık indeksinin azaldığını belirtmişlerdir. Ahmed vd. (2012), kuraklık ve tuzluluk stresinin bahçe teresinin in vitro filiz kültürlerinde toplam fenolik, flavonoidler, flavanollerin içeriği ve antioksidant aktivitesini araştırmışlardır. Kuraklık ve tuzluluk stresinin farklı konsantrasyonlarına bağlı olarak toplam fenoliklerin değiştiğini ve kontrole göre arttığını belirlemişlerdir.

Radwan (2012), celathodim uygulanan mısır yapraklarında herbisit konsantrasyonuna bağlı olarak fenoliklerin arttığını saptamıştır. Sivaci vd. (2007), *Myriophyllum spicatum* L. ve *Myriophyllum triphyllum* Orchard kadmiyum stresine bağlı olarak toplam fenolik madde içeriğinin arttığını ve türlere göre değiştiğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda kuraklık stresine bağlı olarak toplam fenolik bileşiklerin kontrole göre stres gruplarında arttığı ve en yüksek fenolik bileşik içeriği 24. günde belirlenmiştir (Şekil 4.10;Tablo 4.7). Yukarıdaki çalışmalara bakıldığında; değişik stres koşullarında fenolik bileşiklerin arttığı, bazı çalışmalarda azaldığı saptanmış ve bitki gruplarına göre değiştiği belirtilmiştir. Bitkiler kuraklık stresine bağlı olarak savunma amaçlı bazı fenolikleri biriktirebilir.

Stres koşullarına bağlı olarak serbest prolin birikimi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bir amino asit olan prolin, stres altındaki bitkilerde hücre ve dokuların zarar görmesini önlemek amacıyla birikmektedir. Birçok çalışmada, prolinin ozmolit olarak görev yaptığı, hacmi dengelediği, proteinlerin stabilizasyonu, sitozolik pH'nın ve hidroksil radikallerinin düzenlenmesi gibi etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Yancey vd. 1982, Delauney ve Verma 1993, Rhodes vd. 2002, Matysik vd. 2002, Demiral ve Türkan 2003, Kocsy vd. 2005, Cramer vd. 2007).

Deng vd. (2012), *Chrysanthemum morifolium* ve *Ajaniaa przewalskii* arasındaki intergenerik melezlerin kuraklık toleransını araştırmışlardır ve kuraklık stresiyile prolin miktarında artış olduğunu belirtmişlerdir.

Güler vd. (2012) tarafından, *Phaseolus vulgaris*'in Yakutiye (kuraklığa toleranslı) ve Zulbiye (kuraklığa duyarlı) çeşitlerinin kuraklığa toleranslı ve hassas olan çeşitlerinde kuraklığa bağlı olarak hem apoplastik hem de simplastik bölgelerde prolin derişiminin arttığını saptamışlardır. Kadioglu ve Turgut (1999), artan kuraklık stresine karşı *Ctenanthe setosa*'da kıvrılan yapraklarda indirgeyici şekerler glukoz ve fruktoz ile prolin derişiminin arttığını bildirmişlerdir.

Avcıoğlu vd. (2003), farklı bitkilerle yaptıkları çalışmada, tuz stresıyla birlikte bitkilerde prolin miktarlarında artış olduğunu ve bitki türlerine göre değiştiğini saptamışlardır. Maralian vd. (2009), kuraklık stresine bağlı olarak buğdayda prolin içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Zou vd. (2012), pirinçde kuraklık ve tuzluluk stresine bağlı olarak prolin içeriklerin arttığını tespit etmişlerdir. Prolin ile ilgili bulgularımıza bakıldığında, kuraklık stresine bağlı olarak pepino bitkisinin yapraklarında prolin miktarının arttığı bulunmuştur. En yüksek prolin içeriği stresin 36. gününde saptanmıştır (Şekil 4.11; Tablo 4.8). Bu sonuç yukarıdaki çalışmalara paralellik göstermektedir.

Lipit peroksidasyon ürünü olan MDA hücre zarında meydana gelen bir bozulmanın sonucu olarak oluşmaktadır. Moaveni (2011), buğdayda yaptığı çalışmada, kuraklık stresine bağlı olarak MDA içeriğindeki değişimlerin kontrole göre önemli olmadığını belirtmiştir. Kuşvuran vd. (2007), tuz stresi altında yetiştirilen *Cucumis sp.*'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarında meydana gelen değişimleri incelemiş ve tuz stresıyla MDA miktarının hassas genotiplerde artış gösterdiğini saptamışlardır. Gossett vd. (1994), tuz stresine duyarlı ve toleranslı pamuk genotipleri ile yaptıkları çalışmada, MDA içeriklerinin genotiplere göre değiştiğini 150 mM tuz uygulamasının ardından ölçülen lipid peroksidasyonun, duyarlı genotipte dayanıklı genotipten %51 oranında daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Shalata ve Tal (1998), kültür ve yabani toleranslı domates çeşitlerinde tuzluluk stresinin lipid peroksidasyonunu azalttığını rapor etmişlerdir. Torun (2005), foliar olarak uygulanan 24-epibrassinolidinin *Ctenanthe setosa* bitkisinde kuraklık stresi sırasında bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri üzerindeki etkisini araştırmış ve

lipid peroksidasyonunun belirleyicisi olan MDA miktarında önemli artış olduğunu belirtmiştir.

Yin vd. (2005), *Populus kangdingensis*'in kuraklık stresine yanıtlarını incelemişler ve kuraklık stresinin etkisiyle MDA içeriklerinin arttığını tespit etmişlerdir. Kaya (2012), flurokloridon herbisitinin *Helianthus annuus* L. ve *Vicia sativa* L.' da bazı biyokimyasal ve fizyolojik parametreler üzerine etkilerini incelemiş ve herbisit stresine bağlı olarak her iki türde MDA içeriğinin arttığını saptamıştır. Bizim bulgularımızda, kontrol ve stres gruplarındaki MDA içeriklerinin 6., 12. ve 24. günlerdeki değişimlerinin önemsiz, 36. günde ise önemli olduğu saptandı (Şekil 4.12; Tablo 4.9). Pepino bitkisinin stres grubunda MDA değerlerinin kontrole göre yüksek olması, (36.gün) pepinonun çevresel stres faktörlerinden etkilenebileceğini ve serbest radikal oluşumunun yüksek olabileceği sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Artan kuraklık stresine bağlı olarak pepino bitkisinin membranlarında oluşan MDA içeriğindeki artış oksidatif hasarın bir göstergesi olabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada, pepino (*Solanum muricatum* L. cv. Miski) bitkisinde kuraklık stresinin etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, pepino bitkisinin yapraklarında, deneme süresince (36 gün) kontrole göre stres gruplarında oransal su içerikleri ve pigmentlerin (Kl a, Kl b, Karotenoidler) azaldığı, total fenolik bileşikler, prolin ve MDA içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Bu bulguları değerlendirdiğimizde, pepino bitkisi kuraklık stresine bağlı olarak tolerans göstergesi olan bazı koruyucu bileşiklerin (fenolikler ve prolin) sentezini artırmış olsa da, kuraklık stresinden olumsuz etkilenebileceği saptanmıştır. Bundan sonraki çalışmalarda, kuraklık stresine bağlı olarak antioksidant enzimler ve stres koşullarına dayanıklılığı sağlayan bazı maddeleri uygulayarak, bu tür stres koşullarında pepinonun bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri incelenebilir.

KAYNAKLAR

- Ahmad, S., Ahmad, R., Ashraf, M., Ashraf, M.Y., Ashraf, M. and Waraich, E.A. 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. PAK. J. BOT. 41(2), 647-654.
- Ahmed, A.R., Gabr, M.M. Hanan, A.E., Al-Sayed, M. A. and Smetanska, I. 2012. Effect of drought and salinity stress on total phenolic, flavonoids and flavonols content and antioksidant activity in *in vitro* sprout cultures of garden cress (*Lepidium sativum*). J.APPL. SCI. RES. 8(8), 3934-3942.
- Anjum, F., Yaseen, M., Rasool, E., Wahid, A. and Anjum, S. 2003. Water stress in barley (*Hordeum vulgare* L.) II. Effect on chemical composition and chlorophyll contents. PAK. J. AGRI. SCI. 40(1-2), 45-49.
- Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L., Saleem, M., Man, C. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. AFR. J. AGRIC. RES. 6(9), 2026-2032.
- Anonymous. 1989. Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Report of an Ad Hoc Panel of the Advisory Committee on Technology Innovation Board on Science and Technology for International Development National Research Council, National Academy Press, Washington. D.C.
- Anonymous. 1994. Corporate document repository, Agriculture and Consumer Protection. FAO (<http://www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E0i.htm>)
- Avcioglu, R., Demiroglu, G., Khalvati, M., Geren, H. 2003. Ozmotik basıncın bazı kültür bitkilerinin erken gelişme dönemindeki etkileri II. Prolin, klorofil birikimi ve zar dayanıklılığı. EGE ÜNİV. ZİRAAT FAK. DERG. 40, 9-16.

- Barr, H.D. and Weatherley P.E, 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. AUST. J. BIOL.SCI. 15, 413-428.
- Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. PLANT AND SOIL. 39, 205-207.
- Blum, A. 1986 "Breeding Crop Varieties for Stress Environments", CRIT. REV. PLANT SCI. 2: 199-237.
- Bosch, S., Peñuelas, J. 2004. Drought-induced oxidative stress in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) growing in Mediterranean field conditions. PLANT SCI. 166, 1105–1110.
- Boyer, J.S. 1982. Plant productivity and environment. SCI. 218, 443-448.
- Bravo, M.A. and Arias, E. 1983. Cultivo del pepino dulce. antecedentes agronómicos y económicos (*Solanum muricatum*). ((Sweet cucumber cultivation. agronomic and economic background information (*Solanum muricatum*)). AGRINTER. 114(3), 15-34.
- Bray, E.A. 1997. Plant Responses to Water Deficit. TRENDS PLANT SCI. 2, 48-54.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A., Stanca, A.M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. FIELD. CROP. RES. 105, 1-14.
- Chandler, S.F., Dodds, J.H. 1983. The effect of phosphate, nitrogen and sucrose on the production of phenolics and solasidine in callus cultures of *Solanum lacinitum*. PLANT CELL REP. 2, 105-110.

- Chen, K., Hu, G., Keutgen, N., Janssens, M.J.J., Lenz, F. 1999. Effects of NaCl salinity and CO₂ enrichment on pepino (*Solanum muricatum* Ait.) I. Growth and yield. SCI. HORTIC. 81, 25-41.
- Cramer, G.R., Ergül, A., Grimplet, J., Tillet, R.L. 2007. Water and salinity stress in grapevines: early and late changes in transcript and metabolite profiles. FUNCT. INTEGR. GENOMICS. 7, 111–134.
- Cruz, D., Carvalho, M.H., Laffary, D., Louguet, P. 2009. Comparison of physiological responses of *Phaseolous vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. ENVIRON. EXP., BOT. 40, 197-207.
- Çamoğlu, G., Aşık, Ş., Genç, L., Demirel, K. 2010. The effects of water stress on evapotranspiration, water use efficiency, yield and quality parameters in watermelon irrigated by drip irrigation. EGE ÜNİV. ZİRAAT FAK. DERG. 47(2), 135-144.
- Çamoğlu, G., Genç, L., Aşık, Ş. 2011. Tatlı mısırdaki (*Zea mays saccharata* Sturt) su stresinin fizyolojik ve morfolojik parametreler üzerine etkisi. EGE ÜNİV. ZİRAAT FAK. DERG. 48(2), 141-149.
- Çavusoglu, A., Erkel, İ.E., Sülüsoğlu, M. 2009. The effect of climatic factors at different growth periods on pepino (*Solanum muricatum* Aiton) fruit quality and yield. J. FOOD AGRIC ENVIRON. 7(2), 551-554.
- Çırak, C.ve Esendal, E. 2006. Soyada Kuraklık Stresi. OMÜ. ZİR. FAK. DERGİSİ. 21, 231-237.
- De Kok, L.J. and Graham, M. 1989. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark-induced and natural senescence. PLANT PHYSIOL. BIOCHEM. 27, 203-209.

- Delauney, A.J. and Verma, D.P.S. 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *PLANT J.* 4, 215-223.
- Demiral, T. and Türkan, I. 2003. Does exogenous glycinebetaine affect antioxidative system of rice seedling under NaCl treatment. *J. PLANT PHYSIOL.* 161,1089-1110.
- Deng, Y.,Jiang, J., Chen, S., Huang, C., Fang, W., Chen, F. 2012. Drought tolerance of intergeneric hybrids between *Chrysanthemum morifolium* and *Ajania przewalskii*. *SCI. HORTIC.* 148, 17-22.
- Dixon, R.A.and Paiva, N.L. 1995. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *PLANT CELL.* 7, 1085-1097.
- Farooq, M., Wahid, A., Fujita, D. and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress effects, mechanisms and management. *SUSTAIN. SCI.* 29,185-212.
- Fischer, R.A.and Wood, J.T. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars. III. Yield association with morpho-physiological traits. *AUST. J. AGR. RES.* 30, 1001–1020.
- Francke, A. 2010. The effect of magnesium fertilization on the macronutrient content of pepino dulce (*Solanum muricatum* Ait.) fruit. *J. ELEM.* 15, 467-475.
- França, G.M., Thi Pham, T.A., Pimentel, C., Rossiello, R., Pereyra, O.R., Zuily- Fodil, Y., Laffray, D. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus sativum* cultivars in response to induced drought stress. *ENVIRON. EXP. BOT.* 43, 227-237.
- Fu, J. and Huang, B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress. *ENVIRON. EXP. BOT.* 45, 105-114.

- Fulda, S, Mikkat, S., Stegmann, H., Horn, R. 2011. Physiology and proteomics of drought stress acclimation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). PLANT BIOL. 13, 632-642.
- Gossett D.R., Millhollon E.P., Lucas, M.C. 1994. Antioxidant response to NaCl stress in salt-tolerant and salt-sensitive cultivars of cotton. CROP SCI. 34, 706-714.
- Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Chaibi, W. and Zarrouk, M. 2009. Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. SCI. HORTIC. 119, 257–263.
- Guler, N.S., Saglam, A., Demiralay, M., Kadioglu, A. 2012. Apoplastic and symplastic solute concentrations contribute to osmotic adjustment in bean genotypes during drought stress. TURK. J. BIOL. 36, 151-160.
- Hartung, W., Sauter, A. and Hose, E. 2002. Absciscic acid in the xylem where does it come from, where does it go to. J. EXP. BOT. 53, 27–37.
- Heath, R. L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast, I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. ARCH. BIOCHEM. BIOPHYS. 125, 180-198.
- Jaleel, C.A., Gopi, R., Sankar, B., Gomathinayagam, M., Panneerselvam, R. 2008. Differential responses in water use efficiency in two varieties of *Catharanthus roseus* under drought stress. COMPTES RENDUS BIOL. 331, 1, 42-47.
- Jaleel, C., Manivannan P., Wahid, A., Farooq, M., Al- Juburi, J., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. INTER. JOUR. AGRI. BIO. 11, 100-105.

- Janas, K.M., Cvikrova, M., Palagiewicz A., Eder, J. 2000. Alternations in phenylpropanoid content in soybean roots during low temperature acclimation. PLANT. PHYSIOL BIOCHEM. 38,587-593.
- Kadioglu, A., Turgut, R. 1999. Some biochemical changes during leaf rolling in *Ctenanthe setosa* (Marantaceae). ACTA PHYSIOLOGIAE PLANTARUM. 21, 209-214.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y. 2005. Bitkilerde Kuraklık Stresinin Etkileri ve Dayanıklılık Mekanizmaları. G.U. JOUR. SCI.18(4), 723- 740.
- Kalefetoglu, T.and Ekmekçi, Y. 2009. Alterations in photochemical and physiological activities of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress, J. AGRON. CROP SCI. 5, 335-346.
- Karamanos, A.J. and Papatheohari, A.Y. 1999. Assessment of drought resistance of crop genotypes by means of the water potential index. CROP.SCI. 39, 1792–1797.
- Kaya, A. 2012. Flurokloridon herbisitinin *Helianthus annuus* L. ve *Vicia sativa* L.’ da bazı biyokimyasal ve fizyolojik parametreler üzerine etkileri. İnönü Üni. Fen Bilimleri Enst. DOKTORA TEZİ.
- Kerr, A.R. 2007. Global warming is changing the world. SCI. 316, 188-190.
- Kocsy, G., Laurie, R., Szalai, G., Szilagyi, V. 2005. Genetic manipulation of proline levels affects antioxidants in soybean subjected to simultaneous drought and heat stresses. PHYSIOL. PLANT. 124, 227–235.
- Kola, O. 2010. Physical and chemical characteristics of the ripe pepino (*Solanum muricatum*) fruit grown in Turkey. J. FOOD. AGRIC. ENVIRON. 8, 168-171.

- Kowalczyk, K., Kobry, J., Zieli, W. 2008. Evaluation of pollen fertility in pepino (*Solanum muricatum* Ait.). FOLIA HORTICULTURAE ANN. 20(1), 43-59.
- Kuşvuran, Ş., Yıldız, H., Abak, K. 2007. Tuz altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarında meydana gelen değişimler. TAR. BİL. DERG. 18(1), 11-18.
- Kuşvuran, Ş., Yıldız, H., Abak, K. 2011. Responses of different melon genotypes to drought stress. YYÜ. TAR. BİL. DERG. 21, 209-219.
- Lawlor, D.H. 1995. The effects of water deficit on photosynthesis environment and plant metabolism flexibility and acclimation. BIOS. SCIENTIFIC PUBLISHERS. 25, 129–156.
- Levitt, J. 1972. Responses of plant to environmental stress.1. ACADEMIC PRESS, NEW YORK.
- Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. ACADEMIC PRESS. INC. (LONDON).
- Lichtenthaler, H.K., and Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. BIOCHEM.SOC.TRANS. 11, 591-592.
- Lim, J.H., Park, K.J., Kim, B.K., Jeong, J.W., and Kim, H.J. 2012. Effect of salinity stress on phenolic and carotenoids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) sprout. FOOD CHEM. 135, 1065-1070.
- Liu, F., Liu, Q., Liang, X., Huang, H., Zhang, S. 2004. Morphological, anatomical and physiological assessment of ramie [*Boehmeria Nivea* (L.) Gaud.] tolerance to soil drought. GENET. RESOUR. CROP. EV. 52, 497-506.

- Makbul, S., Guler, N., Durmus, N., Guven, S. 2011. Changes in anatomical and physiological parameters of soybean under drought stres. *TURK. J. BIOL.* 35, 369-377.
- Manivannan, P., Abdul Jaleel, C., Sankar, B., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Lakshmanan, G. M., Panneerselvam, R. 2007. Growth, biochemical modifications and proline metabolism in *Helianthus annuus* L. as induced by drought stres. *COLLOID SURFACE B: BIOINTERF.* 59, 141–149.
- Maralian, H., Moharram, H., Johari, P. 2009. Evaluation of 10 wheat cultivars under water stress at Moghan (Iran) condition. *AFR. J. BIOTECHNOL.* 10, 10900-10905.
- Matysik, J., Bhalu, B., Mohanty, P. 2002 Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *CURRENT SCI.* 82, 525-532.
- Mehrjerdi, M.Z., Bagheri, A., Bahrami, A.R., Nabati J., Massomi A. 2013. Effect of drought stress on photosynthetic characteristics, phenolic compounds and radical scavenging activities in different chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in hydroponic conditions. *J. SCI. TECHNOL.* 3,59-76.
- Moaveni, P. 2011. Effect of water deficit stress on some physiological traits of wheat (*Triticum aestivum*). *AGR. RES.* 1, 64-68.
- Mohammadian, R., M. Moghaddam, H. Rahimian, S.Y. Sadeghian. 2005. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. *TURK J AGRIC FOR.* 29,357-450.
- Mohammadkhani, N. and Heidari. R. 2008. Effects of drought stress on soluble proteins in two maize varieties *TURK. J. BIOL.* 32(23)-30.368.

- Møller I. M., Jensen P.E., and Hansson A. 2007. Oxidative modifications to cellular components in plants. ANNU. REV. PLANT BIOLOGY. 58, 459-481.
- Moran Jose, F., M. Becana, I., Iturbe-Ormaetxe, S., Frechilla, 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. PLANTA. 194, 346-352.
- Nayyar, H. and Gupta, D. 2006. Differential sensitivity of C3 and C4 plants to water deficit stress association with oxidative stress and antioxidants. ENVIRON. EXP. BOT. 58, 106-113.
- Nobel, P.S. 1999. Physicochemical and Environmental Plant Physiology. 2nd ed, Academic Press, San Diego.
- Oh, M. M., Carey, E. E., Rajashekar C.B. 2010. Regulated water deficits improve phytochemical concentration in lettuce. J. AMER. SOC. HORT. SCI. 135, 223-229.
- Okçu, G., Kaya, M., Atak, M. 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). TURK. J. AGRIC. FOR. 29, 237-242.
- Öztürk, A. 1999. Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. TURK. J. AGRIC. FOR. 23, 531-540.
- Pace, P.F., Harry, T., Cralle Sherief H., El-Halawany M., Tom Cothorn, J., and Scott, A. 1999. Drought-induced changes in shoot and root growth of young cotton plants. ENVIRON. EXP. BOT. 3, 183-187.
- Pang, J., Yang, J., Ward, P., Siddique, K.H.M., Lambers, H., Tibbett, M., Ryan, M. 2011. Contrasting responses to drought stress in herbaceous perennial legumes. PLANT SOIL. 348, 299-314.

- Pinhero, H.A., Reena, C., Reena, G. and Gopinadhan P. 2001. Antioxidant and calmodulin-inhibitory activities of phenolic components in fruit wines and its biotechnological implications. *FOOD BIOTEC.* 15, 179-192.
- Pinhero, H.A., DaMatta, F.M., Chaves, A.R.M., Fontes, E.P.B., Loureiro, M.E. 2004. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *PLANT SCIENCE.* 167, 1307-1314.
- Pool, R.M. and Lakso, A.N. 2000. Recognizing and responding to drought stress in maturing grapevines. *J. AMER. SOC. HORT. SCI.* 10, 1469-8137.
- Prochazkova, D., Sairam, R.K., Srivastava, G.C., Singh, D.V. 2001. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in maize leaves. *PLANT SCIENCE.* 161, 765–771.
- Prohens, J., Ruiz, J.J. and Nuez, F. 2000. Growing cycles for a new crop, the pepino, in the Spanish mediterranean. *ACTA HORT.* 523, 53-58.
- Prohens, J., Leiva- Brondo, M., Rodriguez-Burruezo, A, Nuez, F. 2002. Puzol: A facultatively parthenocarpic hybrid of pepino (*Solanum muricatum*). *HORTSCI.* 37, 418-419.
- Radwan ,M.M., Ross, S.A., Slade, D., Ahmed, S.A, Zulficar, F., ElSohly, M.A. 2012. Isolation and characterization of new cannabis constituents from a high potency variety. *PLANTA MED.* 74, 2008-107521.
- Redgwell, R.J.and Turner, N.A. 1986. Pepino (*Solanum muricatum*): Chemical composition of ripe fruit. *J. SCI. FOOD. AGRIC.* 37, 1217-1222.
- Ren, W.and Tang, D.G. 1999. Extract of *Solanum muricatum* (Pepino/CSG) inhibits tumor growth by inducing apoptosis. *ANTI-CANCER. DRUG.* 19, 403-408.

- Rhodes, O.E., Travis, L.D., Lehr, B. 2002. Factors influencing the acquisition of rodent carrion by vertebrate scavengers and decomposers. CAN. J. ZOOLOG. 82, 502-509.
- Rodriguez-Burruezo, A.R., Prohens, J., Fita, A.M. 2011. Breeding strategies for improving the performance and fruit quality of the pepino (*Solanum muricatum*): A model for the enhancement of underutilized exotic fruits. FOOD RES. INT. 44, 1927-1935.
- Sairam, R.K., Shukla, D.S. and Saxena, D.C. 1998. Stress induced injury and antioxidant enzymes in relation to drought tolerance in wheat genotypes. BIOL. PLANT. 40(3), 357-364.
- Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G. C. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration. PLANT SCI. 163, 1037–1046.
- Shalata, A. and 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*. PHYSIOL. PLANT. 104, 169-174.
- Shinozaki, K. and Yamaguchi-Shinozaki, K. 1996. Molecular responses to drought and cold stress. CURR. OPIN. BIOTECHNOL. 7, 161-167.
- Siddique, M.R.B., Hamid M.S., Islam A. 2000. Drought stress effect on water relation of wheat. BOT. BULL. ACAD. SINICA. 41, 35-39.
- Sivaci, A., Sivaci, E.R., Sökmen, M. 2007. Changes in antioxidant activity, total phenolic and abscisic acid constituents in the aquatic plants *Myriophyllum spicatum* L. *Myriophyllum triphyllum* Orchard exposed to cadmium. ECOTOXICOLOGY. 16, 423-428.

- Slinkard, K., Singleton, V.L. 1977. Total phenol analyses: automation and comparison with manual methods. AM. J. ENOL. VITIC. 28, 49-55.
- Solecka, D. 1997. Role of phenylpropanoid compounds in plant responses to different stress factors. ACTA. PHYSIOL. PLANT. 19(3), 257-268.
- Suzuki, N., Koussevitzky, S., Mittler, R., Miller, G. 2012. ROS and redox signalling in the response of plants to abiotic stress. PLANT CELL ENVIRON. 35, 259–270.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2006. Plant Physiology. 4thed. Sinauer Associates, Inc. 764 pp.
- Terzi, R. and Kadioglu, A. 2006. Drought stress tolerance and the antioxidant enzyme system in *Ctenanthe setosa*. ACTA. BIOL. CRACOV. BOT. 48(2), 89-96.
- Toker, C. and Çağırğan M.I. 1998. Assessment of response to drought stress of chickpea (*cicer arietinum* l.) lines under rainfed conditions. TR. J. OF AGRI. AND FORESTRY. 22, 615-621.
- Torun, H. 2005. Foliar olarak uygulanan 24-epibrassinolidin *Ctenanthe setosa* (Rosc.) eichler bitkisinde kuraklık stresi sırasında bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri üzerine etkisi. K.T.Ü. Fen Bil. Enst. YÜKSEK LİSANS TEZİ.
- Türkan, G., Bor, M., Ozdemir, F., Koca, H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P.vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. PLANT SCI. 168, 223-231.
- Villora, G., Moreno, D.A., Romero, L. 2003. Crop quality under adverse conditions: importance of determining the nutritional status. In crop management and postharvest handling of horticultural products. Nutrition and growth, Dris, R., Niskanen, R., Jain, S.M. eds 296 pp.

- Weidner, S., Karolak, M., Karamać, M., Kosinska, A., Amarowicz, R. 2009. Phenolic compounds and properties of antioxidants in grapevine roots (*Vitis vinifera* L.) under drought stress followed by recovery. ACTA SOC. BOT. POL. 78(2), 97-103.
- Wrobel, M., Karaagac, M., Amarowicz, R., Franczek, E., Weidner, S. 2005. Metabolism of phenolic compounds in *Vitis riparia* seeds during stratification and during germination under optimal and low temperature stress conditions. ACTA. PHYSIOL. PLANT. 27, 313-320.
- Wu, Q.S., Zou, Y.N., Xia, R.X. and Wang, M.Y. 2008. Five *Glomus* species affect water relations of citrus tangerine during drought stress. BOT. STUD. 48, 147-154.
- Wullschlegel, S.D, Yin, T.M., DiFazio, S.P., Tschaplinski, T.J., Gunter, L.E., Davis, M.F., Tuskan, G.A. 2005. Phenotypic variation in growth and biomass distribution for two advanced-generation pedigrees of hybrid poplar. CAN. J. FOREST. RES. 35, 1779-1789.
- Yalçın, H. 2010. Effect of ripening period on composition of pepino (*Solanum muricatum*) fruit grown in Turkey. J. AGRIC. FOR. 9, 3901-3903.
- Yancey, P.H., Clark, M.E., Hand, S.C., Bowlus, R.D., Somero, G.N. 1982. Living with water stress: evolution of osmolyte systems. PLANT SCI. 217, 1214-1222.
- Yin, C., Peng, Y., Zang, R., Zhu, Y. and Li, C. 2005. Adaptive responses of *Populus kandingensis* to drought stress. PHYSIOLOGIA PLANTARUM. 123, 445-451.
- Yoo, C.Y., Pence, H.E., Hasegawa, P.M., Mickelbart, M.V. 2009. Regulation of transpiration to improve crop water use. CRIT. REV. PLANT SCI. 28, 410-431.

- Younis, M.E., El-Shahabay, O.A., Abo-Hamed, S.A., Ibrahim, A.H. 2000. Effects of water stress on growth, pigments and CO₂ assimilation in three sorghum cultivars. *J.AGRONOMY AND CROP. SCIENCE*. 185, 73-82.
- Zhang, M.,L., Li, Z.J., Wang, T.B., He, Z. and Li Z. 2004. Effects plant growth regulators on water deficit-induced yield loss in soybean. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia.
- Zou, J., Liu, C., Liu, A., Zou, D., Chen, X. 2012. Overexpression of OsHsp 17.0 and OsHsp 23.7 enhances drought and salt tolerance in rice. *J. PLANT PHYSIOL*. 169, 628-635.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Sevcan DUMAN

Doğum Yeri: Malatya

Doğum Tarihi: 14.03.1987

Medeni Hali: Bekâr

Yabancı Dili: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise: Gazi Lisesi, Malatya 2004

Üniversite: İnönü Üniversitesi, Malatya 2010

Yüksek lisans: Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman 2013

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: --

Yayınlar:

1-SIVACI A., ELMAS E., BOZKURT N. and DUMAN S., The effects of the pine sac beetle (*Thaumatopoea pityocampa* Schiff.) on total phenolic compounds and photosynthetic pigment contents in pine species (*Pinus nigra* L. and *Pinus brutia* Ten.). African Journal of Biotechnology Vol. 11(78): 14297-14302, 2012. (SCI)

Kongreler:

1- SIVACI A., ELMAS E., BOZKURT N., DUMAN S., Çam kese böceği (*Thaumatopoea pityocampa*)'nin Bazı Çam Türlerinin (*Pinus nigra* L. ve *Pinus brutia* Ten.) Total Fenolik Bileşikler ve Pigment İçerikleri Üzerine Etkileri. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 2011.

2- SIVACI A., DUMAN S., Adıyaman ilinde yetişen bazı badem (*Prunus amygdalus*, *Rosaceae*) çeşitlerinin gövdelerindeki total karbohidrat içeriklerinin mevsimsel olarak incelenmesi. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, 2012.

3-SIVACI ER., SIVACI A., EROĞLU S., DUMAN S., Farklı fosfat konsantrasyonlarında *Lemna minor*'ün fotosentetik pigmentler, fenolik bileşikler ve oransal su içeriklerinin değişimlerinin incelenmesi. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, 2012.

Projeler:

1-Adıyaman İlinde Yetişen Badem (*Prunus amygdalus* L.) Çeşitlerinde Bazı Fizyolojik Parametre Değişimlerinin Mevsimsel Olarak İncelenmesi, Yardımcı Araştırmacı

2- Bazı *Onosma* L.(Boraginaceae) türlerinin vejetatif ve reprodüktif dönemlerindeki bazı fizyolojik parametre değişimlerinin incelenmesi, Yardımcı Araştırmacı