

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PAMUK ÇEŞİTLERİNDE (*Gossypium hirsutum* L.) KURAKLIK STRESİ  
ETKİLERİNİN FİZYOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ**

**Nimet CAN**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ŞANLIURFA  
2013**

Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL danışmanlığında, Nimet CAN'ın hazırladığı "Pamuk çeşitlerinde (*Gossypium hirsutum* L.) kuraklık stresi etkilerinin fizyolojik olarak incelenmesi" konulu bu çalışma 07/ 01/ 2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL

Üye: Prof. Dr. Nihat DİLSİZ

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

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

**Doç. Dr. Seyit Temir**  
**Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma HÜBAK tarafından desteklenmiştir.**  
**Proje No: 1197**

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

## ÖZ

### Yüksek Lisans Tezi

## PAMUK (*Gossypium hirsutum* L.) ÇEŞİTLERİNDE KURAKLIK STRESİ ETKİLERİNİN FİZYOLOJİK OLARAK İNCELENMESİ

Nimet CAN

Harran Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Tijen DEMİRAL  
Yıl: 2013, sayfa: 98

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisine ait 9 farklı genotipin kuraklık stresi toleransı araştırılmıştır. 32 günlük pamuk genotiplerine %10'luk ve %20'lik PEG (Polyethylene glycol) 6000 uygulanarak kuraklık stresi oluşturulmuştur. Kuraklık stresinin kök ve gövde boyu, taze ve kuru ağırlıkları gibi büyüme parametreleri ile yaprak nispi su içeriği, yaprak dokularındaki total klorofil miktarı, besin elementleri içerikleri, fotosentetik verim, iyon sızıntısı, toplam fenolik madde, çözümlü karbonhidrat ve çözümlü protein miktarları, lipid peroksidasyon düzeyi, katalaz ve glutatyon redüktaz aktivitelerinde meydana getirdiği değişimler incelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde, pamuk genotiplerinden ADN P 01, DİCLE 2002, DP 499, DP 396 ve BA 119'un orta derecede kuraklığa toleranslı olduğu söylenebilir. Ayrıca KARTANESİ, STONEVİLLE 468, GWTEKS ve ŞAHİN 2000'in diğer genotiplere göre kuraklık stresine daha belirgin metabolik yanıtlar verdiği söylenebilir. CAT aktivitesinin genel olarak %10'luk PEG (Polyethylene glycol) 6000 uygulanan grupta kontrol grubuna göre artış gösterdiği, fakat %20'lik PEG (Polyethylene glycol) 6000 uygulanan grupta kontrol grubuna göre azaldığı görülmüştür. GR aktivitesinin kuraklık stresi düzeyine bağlı olarak pamuk genotiplerinin genelinde azaldığı fakat ADN P-01 ve STONEVİLLE 468 genotiplerinde %20 PEG (Polyethylene glycol) 6000 uygulamasına bağlı olarak arttığı görülmüştür. Özellikle KARTANESİ, STONEVİLLE 468, GWTEKS ve ŞAHİN 2000 genotiplerinin stres grupları arasındaki değişimlerin az ve benzer olması ve bu genotiplerin yapraklarındaki lipid peroksidasyon düzeyi ve iyon sızıntısı artarken toplam klorofil miktarı ve fotosentetik verimin stres durumundan fazla etkilenmemesi, pamuk bitkisinin kuraklık stresine karşı gösterdiği bir direnç mekanizması olabilir. Ayrıca normal koşullarda adaptasyonu yüksek olan pamuk bitkisinin kuraklık stresi altında total çözümlü karbonhidrat biriktirmesi de pamuk genotiplerinin hücrel osmoregülasyonun ayarlanmasını sağlayan aktif bir mekanizmanın varlığını gösterebilir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Kuraklık stresi, pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), lipid peroksidasyonu, katalaz, glutatyon redüktaz

## ABSTRACT

MSc Thesis

### A PHYSIOLOGICAL RESEARCH ON THE EFFECTS OF DROUGHT STRESS ON COTTON (*Gossypium hirsutum* L.) GENOTYPES

Nimet CAN

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

Supervisor: Assist.Prof.Dr. Tijen Demiral  
Year: 2013, page: 98

Drought tolerance of nine different varieties of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes was investigated in this study. Drought stress was initiated by applying different concentrations of PEG (Polyethylene glycol) 6000 to 32-day old plants. Effects of drought stress on cotton plants were examined by evaluating growth parameters such as lengths of roots and shoots and their fresh and dry weights, leaf relative water content, elemental analysis, total chlorophyll content, photosynthetic efficiency, ion leakage, total phenolics, soluble carbohydrate and soluble protein contents, lipid peroxidation level and activities of catalase and glutathione reductase enzymes. According to the results of this study, ADN P-01, DICLE 2002, DP 499, DP 396 and BA 119 seemed to have medium level of drought tolerance while KARTANESİ, STONEVILLE 468, GWTEKS and ŞAHİN 2000 genotypes were more responsive to drought stress. CAT activity in leaves of ADN P-01 and DP 396 genotypes was slightly increased after 10% PEG (Polyethylene glycol) 6000 exposure in comparison to control. However, 20% PEG (Polyethylene glycol) 6000 treatment decreased CAT activity of DP 396 and ŞAHİN 2000. GR activities generally decreased by drought stress whereas it was enhanced in leaves of ADN P-01 and STONEVILLE 468 by 20% PEG (Polyethylene glycol) 6000 treatment. Slight and similar changes in the responses of especially KARTANESİ, STONEVILLE 468, GWTEKS and ŞAHİN 2000 against drought and no significant change in their total chlorophyll content and photosynthetic efficiency in spite of increased lipid peroxidation level and ion leakage might suggest a tolerance mechanism of cotton plants against drought stress. Increased total soluble carbohydrate level under water-limited conditions might also indicate the presence of an active mechanism for maintaining cellular osmoregulation in cotton which is highly adaptable under normal conditions.

**KEYWORDS:** Drought stress, cotton (*Gossypium hirsutum* L.), lipid peroxidation, catalase, glutathione reductase

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZ .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	v
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	7
2.1. Kuraklığın Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tolerans Mekanizmaları .....	7
2.2. Pamukta Kuraklık ile İlgili Çalışmalar .....	14
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	14
3.1. Materyal .....	19
3.1.1. Bitki materyali .....	19
3.2. Yöntem .....	24
3.2.1. Tohum yüzey sterilizasyonu .....	24
3.2.2. Saksı ve perlit sterilizasyonu .....	24
3.2.3. Deneme serilerinin hazırlanması .....	24
3.2.4. Ekim yöntemi .....	25
3.2.5. Besin çözeltisinin hazırlanması .....	27
3.2.6. Hasat zamanı .....	28
3.2.7. Kök boyu ve gövde boyunun belirlenmesi .....	29
3.2.8. Kök ve gövdede yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi .....	29
3.2.9. Yaprak dokularında bağıl su içeriği .....	29
3.2.10. Yaprak dokularında total klorofil içeriğinin belirlenmesi .....	30
3.2.11. Yaprak dokularında fotosentetik verimin belirlenmesi .....	30
3.2.12. Yaprak dokularında iyon sızıntısının belirlenmesi .....	31
3.2.13. Yaprak dokularında besin element analizi .....	32
3.2.14. Enzim ekstratlarının hazırlanması .....	33
3.2.14.1. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) enzim aktivitesinin belirlenmesi .....	33
3.2.14.2. Glutasyon redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) enziminin aktivitesinin belirlenmesi .....	33
3.2.15. Yaprak dokularında lipit peroksidasyonunun belirlenmesi (MDA) .....	34
3.2.16. Yaprak dokularında total fenol miktarının belirlenmesi .....	34
3.2.17. Yaprak dokularında total çözünür karbonhidrat miktarının belirlenmesi .....	34
3.2.18. Yaprak dokularında total çözünür proteinin miktarının belirlenmesi .....	35
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA .....	36
4.1. Kök Boyları .....	36
4.2. Kök Yaş Ağırlıkları .....	38
4.3. Kök Kuru Ağırlıkları .....	40
4.4. Gövde Boyları .....	42
4.5. Gövde Yaş Ağırlıkları .....	44
4.6. Gövde Kuru Ağırlıkları .....	47
4.7. Yaprak Dokularında Bağıl Su İçeriği .....	49
4.8. Yaprak Dokularında Total Klorofil İçeriğini .....	51
4.9. Yaprak Dokularında Fotosentetik Verim .....	53
4.10. Yaprak Dokularında İyon Sızıntısı .....	55
4.11. Yaprak Dokularında Element Analizi .....	57
4.12. Yapraklarda Total Karbonhidrat Miktarı .....	63
4.13. Yapraklarda Total Fenol Miktarı .....	64
4.14. Yaprak Dokularında Total Protein İçeriği .....	66
4.15. Yaprak Dokularında Malondialdehit (MDA) Miktarı .....	67

4.16	Glutasyon Redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) Enziminin Aktivitesinin Belirlenmesi .....	68
4.17	Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) Enzim Aktivitesinin Belirlenmesi .....	70
4.18	Kuraklık Stresinin Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkileri.....	72
4.19	Kuraklık Stresinin Bağlı Su İçeriği Üzerindeki Etkileri.....	73
4.20	Kuraklık Stresinin Yapraklardaki Total Klorofil İçeriği ve Fotosentetik Verim Üzerine Etkileri.....	74
4.21	Kuraklık Stresinin Yapraklardaki Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum ve Fosfor Element Üzerine Etkileri.....	74
4.22	Kuraklık Stresinin Pamuk Genotipinin Yapraklarındaki Toplam Çözünür Protein Miktarı Üzerine Etkileri.....	76
4.23	Kuraklık Stresinin Pamuk Genotiplerinin Yapraklarındaki MDA ve İyon Sızıntısı Üzerine Etkileri.....	77
4.24	Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) Aktivitesi Üzerine Etkileri.....	78
4.25	Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Glutasyon Redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) Aktivitesi Üzerine Etkisi .....	79
4.26	Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Total Karbonhidrat Miktarları Üzerine Etkileri....	80
4.27	Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Total Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri.....	81
5.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	82
	KAYNAKLAR.....	83
	ÖZGEÇMİŞ.....	95
	ÖZET .....	96
	SUMMARY .....	98

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren danışman hocam Sayın Yrd. Doç.Dr. Tijen DEMİRAL'a, benden bilgisini, desteğini hiç bir zaman esirgemeyen danışman hocam kadar emeği geçen hocam Doç. Dr. Eşref Erdoğan HAKKI'ya ve Yrd. Doç.Dr. Ufuk DEMİREL'e çok teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmamda tohumların temininde yardımcı olan Diyarbakır Tarımsal Araştırma Enstitü personeli Dr. Çetin KARADEMİR'e, bitkilerimin gelişmesinde bitki büyütme odasını kullanma imkânı sağlayan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekan Yardımcısı Yrd. Doç.Dr. Mustafa YORGANCILAR'a, bitkilerimin yetiştirilmesinde emeği geçen Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğrencileri Erdem VERGİLİ ve Alper KÜÇÜKBASMACI'ya, tezde ki MDA, GR ve CAT analizlerini yapmamda laboratuvarını kullanma imkânı sağlayan Yrd. Doç.Dr. Mehmet HAMURCU'ya ve bu analizlerin yapılmasında yardımcı olan Zeynep Zuhal AVŞAROĞLU'na, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi element analizi laboratuvarını kullanma imkânı sağlayan Toprak Ana Bilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Sait GEZGİN'e, Element Analizinde ve veri sonuçlarını hesaplamam konusunda bana yardımcı olan Uzman Ali KAHRAMAN'a, tezimle ilgili biyokimyasal analizlerin yürütülmesi esnasında Harran Üniversitesi Merkezi Laboratuar (HÜMEL) imkanından faydalanmamı sağlayan HÜMEL Müdürü Sayın Prof. Dr. Nihat DİLSİZ'e, tezimi maddi olarak destekleyen Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (HÜBAK)'ne yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZDEN'e, laboratuar çalışmaları esnasında bana yardımcı olan doktora öğrencisi Hatice Tosyagülü ÇELİK'e, yüksek lisans öğrencileri Emine KÜRKER ve Ayten ÖZMEN'e teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisansa başlamama vesile olan ve beni bu yolda ilerlemem için elinden geleni yapan, geçen sene kaybettiğim canım babama ve sevgili aileme ithaf ediyorum.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 3.1. Dokuz genotipe verilen kodlar.....	26
Çizelge 3.2. Saksıların bitki büyüme odasındaki yerleşim düzeni.....	26
Çizelge 3.3. 1/2 Hoagland besin çözeltisi.....	27
Çizelge 4.1 Pamuk genotiplerinde kök boyu değerleri (cm bitki <sup>-1</sup> ).....	38
Çizelge 4.2. Pamuk genotiplerinde kök yaş ağırlık değerleri (g bitki <sup>-1</sup> ).....	40
Çizelge 4.3. Pamuk genotiplerinde kök kuru ağırlık değerleri (g bitki <sup>-1</sup> ).....	42
Çizelge 4.4. Pamuk genotiplerinde gövde boyu değerleri (cm bitki <sup>-1</sup> ).....	44
Çizelge 4.5. Pamuk genotiplerinde gövde yaş ağırlık değerleri (g bitki <sup>-1</sup> ).....	45
Çizelge 4.6. Pamuk genotiplerinde gövde kuru ağırlık değerleri (g bitki <sup>-1</sup> ).....	48
Çizelge 4.7. Pamuk genotiplerinde yaprakta bağıl su içeriği (% bitki <sup>-1</sup> YA).....	50
Çizelge 4.8. Pamuk genotiplerinde yaprakta total klorofil içerik değerleri.....	52
Çizelge 4.9. Pamuk genotiplerinde yaprakta fotosentetik verim değerleri .....	54
Çizelge 4.10. Pamuk genotiplerinde yaprakta iyon sızıntısı değerleri (% bitki <sup>-1</sup> YA bitki <sup>-1</sup> ).....	56
Çizelge 4.11. Pamuk genotiplerinde besin elementlerinin değerleri (g kg <sup>-1</sup> ).....	61
Çizelge 4.12. Pamuk genotiplerinde yaprakta total karbonhidrat değerleri (mg ml <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	64
Çizelge 4.13. Pamuk genotiplerinde yaprakta total fenol değerleri (mg GA g <sup>-1</sup> ).....	65
Çizelge 4.14. Pamuk genotiplerinde yaprakta total protein değerleri (mg ml <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	66
Çizelge 4.15. Pamuk genotiplerinde yaprakta MDA değerleri (nmol g <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	68
Çizelge 4.16. Pamuk genotiplerinde GR (GR; EC 1.6.4.2) aktivite (ünite mg <sup>-1</sup> protein).....	69
Çizelge 4.17. Pamuk genotiplerinde CAT (CAT; E.C. 1.11.1.6) aktivite (ünite mg <sup>-1</sup> protein).....	70



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 3.1. Tohum sterilizasyonu aşaması.....	24
Şekil 3.2. Bitki büyütme odasında bitkilerin genel görünümü.....	27
Şekil 3.3. Bitkilere besin solüsyonu verilmesi.....	28
Şekil 3.4. Kök ve gövde boyunun belirlenmesi (cm bitki <sup>-1</sup> ).....	29
Şekil 3.5. Bitkinin kuru ve taze ağırlıkları belirlenmesi (g bitki <sup>-1</sup> ).....	29
Şekil 3.6. Yaprak dokularında klorofil içeriğinin belirlenmesi.....	30
Şekil 3.7. Yaprak dokularında fotosentetik verimin belirlenmesi.....	31
Şekil 3.8. Yaprak dokularındaki iyon sızıntısının belirlenmesi.....	31
Şekil 3.9. Yaprak dokularında besin element analizi.....	32
Şekil 3.10. Enzim ekstraktlarının hazırlanması.....	33
Şekil 4.1. Pamuk genotiplerinde kök boyları (cm bitki <sup>-1</sup> ).....	37
Şekil 4.2. Pamuk genotiplerinde kök yaş ağırlık değerleri (g bitki <sup>-1</sup> ).....	39
Şekil 4.3. Pamuk genotiplerinde kök kuru ağırlık grafiği (g bitki <sup>-1</sup> ).....	41
Şekil 4.4. Pamuk genotiplerinde gövde boyu değerleri (cm bitki <sup>-1</sup> ).....	43
Şekil 4.5. Pamuk genotiplerinde bitki gövde yaş ağırlıkları (g bitki <sup>-1</sup> ).....	45
Şekil 4.6. Pamuk genotiplerinde gövde kuru ağırlıkları (g bitki <sup>-1</sup> ).....	48
Şekil 4.7. Pamuk genotiplerinde bağıl su içeriği (% bitki <sup>-1</sup> ).....	50
Şekil 4.8. Pamuk genotiplerinde total klorofil indexi.....	52
Şekil 4.9. Pamuk genotiplerinde fotosentetik verim.....	54
Şekil 4.10. Pamuk genotiplerinde iyon sızıntısı (% bitki <sup>-1</sup> ).....	56
Şekil 4.11. Pamuk genotiplerinde besin element değerleri (g kg <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	62
Şekil 4.12. Pamuk genotiplerinde total karbonhidrat değerleri (mg ml <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	63
Şekil 4.13. Pamuk genotiplerinde total fenolik değerleri (mg GA g <sup>-1</sup> ).....	65
Şekil 4.14. Pamuk genotiplerinde total çözümlü protein içerikleri (mg ml <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	67
Şekil 4.15. Pamuk genotiplerinde MDA içerikleri (nmol g <sup>-1</sup> bitki <sup>-1</sup> ).....	68
Şekil 4.16. Pamuk genotiplerinde GR (GR; EC 1.6.4.2) aktivitesi (ünite mg <sup>-1</sup> protein).....	69
Şekil 4.17. Pamuk genotiplerinde CAT (CAT; E.C. 1.11.1.6) aktivitesi (ünite mg <sup>-1</sup> protein).....	71

## SİMGELER DİZİNİ

3DP:	DP 396 pamuk genotipi
4DP:	DP 499 pamuk genotipi
ABA:	Absisik Asit
ADN:	ADN P 01 pamuk genotip
AOT :	Aktif oksijen radikali
APOD :	Askorbat Peroksidaz
ATP :	Adenozin tri fosfat
BA:	BA 119 pamuk genotipi
BSA:	Sığır serum albümini (Bovine serum albumin)
Ca <sup>+2</sup> :	Kalsiyum iyonu
CAM:	Crassulasean asit metabolizması
CAT:	Katalaz
DHAR :	Dehidroaskorbat redüktaz
DİCLE:	DİCLE 2002 pamuk genotipi
DNA :	Deoksiribonükleik asit
FCR:	Folin Ciocalteu's Reagent
FSI:	Fotosistem I
GR :	Glutasyon redüktaz
GSİ:	Gerçek Su İçeriği
GWTEKS:	GWTEKS pamuk genotipi
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> :	Sülfirik Asit
HNO <sub>3</sub>	Nitrik asit
ITK	Işık Tutucu Kompleks
KA:	Kuru Ağırlık
KARTANESİ:	KARTANESİ adlı pamuk genotipi
KAT :	Katalaz
MDA:	Malondialdehit
MDHAR :	Monodehidro askorbat redüktaz
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> :	Sodyum Karbonat
NADPH:	Nikotinamidadenin dinükleotid fosfat
NaOCl :	Sodyum Hipoklorit
nmol:	Nanomol
O <sub>2</sub> <sup>-</sup> :	Süperoksit radikali
O <sub>2</sub> :	Moleküler oksijen
OH <sup>-</sup> :	Hidroksil iyonu
PEG	Polyetilen glikol
POD :	Peroksidaz
RuBP:	Rubiloz- 1,5- bifosfat
SOD :	Süperoksit dismutaz
STONEVILLE:	STONEVILLE 468 pamuk genotipi
ŞAHİN:	ŞAHİN 2000 pamuk genotipi
TA:	Taze Ağırlık
TBAR:	Tiyobarbütirik asit
UV:	Ultraviyole
µl:	Mikrolitre

**1.GİRİŞ**

Çevre koşullarında meydana gelen her anormal değişim, bitki büyüme ve gelişmesini belli oranda etkilemekte ve stres kavramını ortaya çıkarmaktadır. En genel anlamıyla stres, bir çevrede sürekli olarak ya da belirli aralıklarla meydana gelen, bitkilerin veya bitki organlarının büyüme ve gelişmesini hatta verimliliğini olumsuz yönde etkileyen durum veya madde olarak tanımlanmaktadır. Kısacası stres, bitkilerde zarar meydana getiren bir etmendir. (Mahajan ve Tuteja, 2005; Hale ve Orcutt, 1987; Kocaçalışkan, 2004).

Stres faktörlerinin özellikle ekonomik öneme sahip olan bitkiler üzerindeki etkilerini araştırmak konusunda fizyolojik çalışmaların yapılmasında iki önemli temel nedeni vardır.

Bunlardan ilki bitkilerin strese karşı reaksiyon mekanizmalarının öğrenilmesi ikincisi ise ekonomik bitkilerin stres faktörlerine dayanıklılık mekanizmalarının belirlenmesidir. Buna bağlı olarak çalışmaların temelinde ürün kaybının azaltılması hedeflenmektedir. Yeryüzündeki karasal alanların %10'undan daha az bir kısmının, tarımsal faaliyetler için elverişli olduğu bildirilmiştir (Kadioğlu, 2007). Bu kadar sınırlı olan tarımsal alanlarda başta kuraklık olmak üzere, mineral madde, düşük sıcaklık ve don gibi stres faktörlerin etkisiyle ürünlerde verim kayıpları gerçekleşmektedir (Blum, 1986). Bu nedenle stres faktörlerine dayanıklılık gösterebilen ya da bu stres faktörlerini tolere edebilen bitki genotiplerinin belirlenmesi ve dayanıklılık mekanizmalarının geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bunun için strese dayanıklılık ve tolerans mekanizmalarının iyice anlaşılması gerekmektedir.

Abiyotik stres faktörleri arasında bulunan ve küresel ısınmanın sonucu olarak ortaya çıkan kuraklık stresi, tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de tarımsal verim kaybına sebep olan en önemli etkenlerden birisidir (Chopra, 2007).

Yeryüzündeki tarımsal alanların yaklaşık % 40'ı ya kurak ve yarı kurak bölgelerde olduğunu ya da düşük yağış rejimine sahip olan bölgelerden oluşmaktadır. Her iki durumda da suyu daha etkin kullanabilen ve yüksek verime sahip olan bitki türlerinin seçilip, kullanılması tarımsal anlamda ekonomik avantajlar sağlamaktadır (Hirt ve Shinozaki, 2006).

Kuraklık stresi hücrelerde aşırı su kaybına sebep olmaktadır. Aşırı su kaybı, hücre içi bazı serbest aminoasit ve şekerlerin derişimi artarak, hücre içinde osmotik potansiyel yükseltmektedir. Osmotik potansiyeli yükselen hücrelerin su tutma kapasitesini arttığını, böylelikle hücrelerin makro moleküllerini ve hücre membranlarını koruduğunu bildirmiştir (Özpay, 2008). Ayrıca kuraklık stresinin etkisiyle bitki hücreleri prolin adı verilen bir aminoasidin oluşturduğunu ve bu aminoasidin bitki hücrelerinde su eksikliğine karşı önemli bir rol oynadığı bildirilmiştir (Hare, 1997).

Kuraklık stresi bitkilerde yaprakların nispi su miktarını ve su potansiyelini azalttığını, bu sebeple bitkilerin fotosentetik reaksiyonları olumsuz yönde etkilendiğini görülmüştür (Lawlor ve Cornic, 2002). Stomaların kapanması ile yapraklardaki içsel karbondioksit (CO<sub>2</sub>) derişimi azaldığını buna bağlı olarak fotosentez hızında azalmaktadır (Lawlor ve Cornic, 2002). Kuraklığın şiddetine bağlı olarak stomaların kapanması, köklerde sentezlenen ve transpirasyon akımı ile yapraklara taşınan absisik asit (ABA) adlı bitki hormonu tarafından sağlanmaktadır (Socias, 1997). Ksilemdeki absisik asit derişimi ile stomaların kapanma derecesi arasında önemli derecede pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Socias, 1997). Ancak kuraklık stresi altındaki bitkilerde stomaların kapanması, bitkilerin beslenme durumlarını da olumsuz etkilemektedir (Ören, 1999). Kuraklık stresi bitki yapraklarındaki fotosentetik pigment miktarını azalttığını belirlenmiştir (Richardson, 2004). Kuraklığın hücrel membranlar üzerindeki etkileri, yaprak dokularındaki malondialdehit (MDA) miktarı ve elektriksel iletkenlik değerlerindeki değişimler yardımıyla araştırılmaktadır.

AOT'lerin hücre zarlarında lipid peroksidasyonuna neden olur. Bu reaksiyon sonucu ortaya çıkan malondialdehit (MDA) adı verilen bu madde hücre membran geçirgenliğinde değişimlere sebep olmaktadır (Çelikezen, 2008). Ayrıca MDA, DNA'da bulunan bazlarla reaksiyona girerek mutajenik etkilere yol açmaktadır (Çelikezen, 2008).

Kuraklık stresi koşullarında, hücresel reaksiyonların yavaşlaması ile ATP' ye olan ihtiyaç azalır. Böylelikle mitokondri ve kloroplastlardaki elektron taşınım sistemlerinde elektron fazlalığı oluşabilmektedir (Eker, 2002). Absorblanan ışık enerjisinin etkisiyle açığa çıkan elektronlar, hem yaprak dokularında CO<sub>2</sub> yetersizliğinden hemde CO<sub>2</sub>'nin indirgenme hızının azalmasından dolayı uygun şekilde kullanılamaz duruma gelerek, hücre içinde moleküler oksijenin aktivasyonuna neden olmaktadır. Yani fotosentez kaynaklı elektronlar CO<sub>2</sub> yerine O<sub>2</sub>'ye aktarılmaktadır (Özpay, 2008). Bunun sonucunda yaprak dokularında, süperoksit radikali (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), hidroksil radikali (OH<sup>-</sup>) ve tekil oksijen (1O<sub>2</sub>) gibi çok yüksek toksik etkiye sahip aktif oksijen türleri (AOT) oluşmaktadır. Oluşan AOT'ler bitkilerin membran sistemlerine, nükleik asitlerine ve proteinlerine bağlanarak yapısal ve fonksiyonel hasarlara neden olmaktadır. Ancak bitkiler, AOT'lerin yol açtığı bu hücresel hasarlardan korunmayı sağlayan bir antioksidan sistemine sahiptirler.

Bitkiler çevresel stres altında aktif oksijeni uzaklaştıran enzim aktivitelerini arttırırlar. Bitkiler sahip oldukları yüksek antioksidan enzimler sayesinde farklı çevresel streslere karşı cevap ve tolerans sağlamaktadırlar (Bor ve ark., 2003; Türkan ve Demiral, 2004). Aktif oksijen türlerinin etkisi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma mekanizmaları sayesinde en az düzeyde tutulmaktadır (Payton ve ark., 2001). Antioksidanlar oksidatif hasarı önlemede kritik bir rol oynamaktadırlar. Antioksidanların derişimi, stres faktörüne ve şiddetinden önemli derecede etkilenmektedirler (Georgieva, 1999). Süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APOD), monodehidro askorbat redüktaz (MDHAR), dehidro askorbat redüktaz (DHAR), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (KAT) ve peroksidaz (POD) grubundan enzimler antioksidant sistemin enzimatik bileşenlerini oluşturmaktadır.

$\alpha$ -tokoferol (E vitamini), askorbik asit (C vitamini),  $\beta$ -karoten ve fenolik bileşikler de bu sistemin enzimatik olmayan bileşenleridir (Jung, 2004). Bu antioksidan moleküller arasında bulunan fenolik bileşiklerin kuraklık stresi durumunda bitki dokularında AOT'lerin oluşumunu engellemek amacıyla arttığı bilinmektedir (Rodriguez, 2010; Oh, 2009).

Stres koşullarında aktif oksijen türlerinin üretiminin artması, hücre bileşiklerinde oksidatif hasara sebep olmaktadır (Panchuk ve ark., 2002). Üretilen aktif oksijen türleri lipitleri, proteinleri, karbonhidratları ve nükleik asitleri kapsayan birçok hücrel bileşeni oksidasyona uğratarak zarar vermektedir. Ayrıca oksidatif stres fotosentez ve solunum işlemlerinin engellenmesine neden olurken bitki gelişimini olumsuz şekilde engelleyebilmektedir (Panchuk ve ark., 2002).

Bitkiler, AOT'lerin oluşturduğu hasarını engellemek için enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemleri geliştirmişlerdir (Vranova ve ark., 2002a). Reaktif oksijen türlerine karşı katalaz, peroksidaz, glutatyon redüktaz ve süperoksit dismutaz gibi reaktif oksijen türlerini temizleyen bazı antioksidan enzimlerin aktivitelerinin indüksiyonu ile kendilerini savunurlar. Bitkilerde bir dizi enzim intraselüler düzeyde  $H_2O_2$ 'nin üretiminin düzenlenmesinde rol oynar; fakat CAT, APOX, POX ve GR en önemlilerindedir (Demiral, 2003). Enzimatik sistemlerde süper oksit dismutaz (SOD) enzimi, süper oksit ( $O_2^-$ ) radikalini  $H_2O_2$  ve  $O_2$ 'ye dönüştürmektedir (Breusegem ve ark. 2001). Askorbat peroksidaz (APX) bitkilerin en önemli antioksidanlarından birisidir. APX askorbatı kullanarak  $H_2O_2$ 'i monodihidroaskorbat (MDHA) ve  $H_2O$ 'ya dönüştürerek,  $H_2O_2$ 'nin toksik etkisini ortadan kaldırmaktadır (Payton ve ark., 2001; Panchuk ve ark., 2002). Aynı zamanda glutatyon redüktaz (GR) da indirgenmiş askorbatın kloroplastlardaki yüksek seviyesini korumak için  $H_2O_2$ 'i askorbat glutatyon döngüsünden uzaklaştırmaktadır (Jiang ve Huang, 2001). Glutatyon redüktaz, okside glutatyonun (GSSG) glutatyona (GSH) indirgenmesini katalizleyen antioksidan enzimlerden biridir (Noctor ve Foyer, 1998).

Bitkilerde glutatyona mitokondride, sitozolde ve kloroplastlarda bulunur. Çevresel streslere ve patojen etkilere karşı oluşturulan cevapta ve gen ifadesinin düzenlenmesinde rol oynar.  $H_2O_2$  ve  $O_2^-$  farklı genleri uyarabilmektedir. (Arora ve ark., 2002). Tuza toleranslı pamuk çeşitlerinin tuz stresi koşullarında yetiştirildiğinde; tuza toleranslı çeşitler tuza hassas çeşitlere göre daha yüksek düzeyde katalaz, APX ve GR bulunduğunu ortaya koymuşlardır (Gossett ve ark., 1994). Fasulye bitkisiyle yapılan çalışmada kuraklık stresinin kontrole göre uygulamalarda GR aktivitesinin ilk yedi güne kadar arttığı sonra azaldığı gözlenmiştir (Türkan ve ark., 2004).

Katalaz ise peroksizomlarda hidrojen peroksidi su ve oksijene parçalayan bir enzimdir (Arora ve ark., 2002). Bu şekilde gerçekleşen olay hücrelerde daha reaktif olan hidroksil radikallerinin oluşması engellenmektedir. CAT hücrelerde hidrojen peroksidin detoksifikasyonunda ve ROS'ların temizlenmesinde önemli bir rol oynayan enzimdir (Scandalios, 1993). Tuz stresinde CAT aktivitesinde bir artışın olmaması diğer metabolik maddelerin ( $\alpha$ -tokoferol, hekzoslar (glukoz, fruktoz, galaktoz), askorbat, flavonoidler) ROS'ları temizlemesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Demiral, 2003).

AOT birikimi hücrelerde negatif etkiye neden olarak stres sinyal iletimini de etkilemektedir (Vranova ve ark., 2002a). Düşük konsantrasyonlarda AOT, savunma genlerini ve çevre koşullarına uyum tepkisini uyarmaktadır (Vranova ve ark., 2002a). Öldürücü olmayan düzeydeki AOT, bitkilerin biyotik ve abiyotik stres koşullarına alışabilmelerini sağlayabilmekte fakat bitki gelişimini de azaltmaktadır. Yüksek derişimdeki AOT ise genetik olarak kontrol edilen programlı hücre ölümlerine (apoptozis) neden olmaktadır (Breusegem ve ark., 2001).

Su stresi koşullarında yapılacak pamuk tarımında, ürün miktarı ve kalitesinde kayıpların olmaması veya kayıpların en aza indirilmesi için tarımı yapılan pamuk çeşitlerinin su stresinden en az etkilenen, kuraklığa dayanıklı çeşitler olması gerekmektedir. Ülkemizde tarımı yapılan pamuk çeşitleri su stresine karşı hassastırlar. Bu nedenle, su stresine dayanıklı pamuk çeşitlerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Kuraklığa dayanıklı pamuk genotipleri geliştirilmesi ile pamuk

tarımına verilecek suyun diğer ürünlere verilmesini sağlaması, üretim girdilerinin azaltılması, hastalık ve zararlı etkilerinin azaltılması ve fazla sulamadan dolayı toprakların fiziksel ve kimyasal yapısında meydana gelen bozulmaların en aza indirilmesi bakımlarından da önem arz etmektedir (Kıvılcım ve ark., 2005).

Bu çalışmada Diyarbakır Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşitlerinde kuraklık stresi sonucunda meydana gelen fizyolojik değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde, ülkemizde yoğun şekilde tarımı yapılan pamuğun farklı çeşitlerin kuraklık stresine dayanıklılık derecelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla, pamuk bitkilerinin taze ve kuru ağırlıkları, bitki genel boyu, nispi su içeriği (%) gibi büyüme parametreleri, fotosentetik verim, total klorofil içeriği gibi kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Ayrıca pamuk yapraklarındaki CAT ve GR enzim aktivite değişimleri, toplam fenolik madde, toplam çözünür karbonhidrat ve protein miktarları belirlenerek kuraklığa cevap mekanizmaları incelenmiştir. Kuraklığın hücresel zarlarda meydana getirdiği değişimler yapraklardaki MDA miktarı ve elektriksel iletkenlik değerlerindeki değişimler yardımıyla araştırılmıştır.



**2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR****2.1. Kuraklığın Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tolerans Mekanizmaları**

Kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir olgu olup, toprağın su içeriği ile bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması; toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapo-transpirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Jones, 1992; Smirnof, 1993). Kuraklık genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki tipe ayrılabilir (Smirnof, 1993). Buna göre:

1. Su noksanlığı, stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybıdır. Oransal su kapsamının yaklaşık %70'te kaldığı hafif su noksanlığına maruz kalan bitkilerde stomaların kapanmasına bağlı olarak karbondioksit alımı kısıtlanmaktadır (Smirnof, 1993).
2. Kuruma, metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve sonunda enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek potansiyele sahip olan aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir. Genel bir kural olarak, kurumaya duyarlı vasküler bitkilerin çoğunda vejetatif doku, %30'un altındaki oransal su kapsamında iyileşme sürecine giremez (Smirnof, 1993).

Kuraklık; bitki hücrelerinden belirgin su kaybı gerçekleştiği zaman bitkide turgor kaybıyla kendini gösteren birincil strestir (Levitt, 1972). Su kaybına bağlı olarak hücrede hacimde azalır ve plazma membranı hücre duvarından ayrılarak yalnız plazmodezmler aracılığıyla ilişkisini sürdürür (plazmoliz). Gerilim altındaki plazma membranı ve tonoplastta gerçekleşen çökme, yırtılmalara yol açabilir (McKersie, 1994). Bu durum, zarlar üzerinde yerleşmiş olan hidrolitik enzimlerin serbest kalması ve dolayısıyla sitoplazmanın otoliziyle sonuçlanabilir, bu zarar, normal hücresel metabolizmayı genelde kalıcı olarak bozar (Salisbury, 1992).

Hücre içeriğinin büyük bir kısmını oluşturması, taşıyıcı olması, hücresel reaksiyonlar ve işlevler için çözücü rolü oynaması gibi fonksiyonel özelliklerinden dolayı suyun, hücreden kaybı durumunda, normal regülasyon devam edemez ve

metabolizma bozular. Su kaybına bağlı olarak gerçekleşen iyon-birikimi, membran bütünlüğünün ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarak hücreye zarar verebilir. Su kaybı sonucunda; proteinlerin yapısında bulunan hidrofobik ve hidrofilik aminoasitlerin su ile etkileşimleri bozular (Bray, 1997). Bu durum da protein denatürasyonlarına ve enzim inhibisyonlarına neden olur (Bray, 1997).

Kuraklık stresi sırasındaki hasarda bir başka faktör, DNA ve RNA gibi nükleik asitlerin degradasyonudur. Kessler (1961), kuraklık stresine maruz kalmış olan yapraklarda RNAaz aktivitesi arttığını, bu artmanın enzimin bağlı durumdan serbest duruma geçmesinden kaynaklandığını, nükleik asitlerin yıkımından sorumlu diğer moleküller ise serbest radikaller olabileceğini belirtmiştir.

Serbest radikallerin, özellikle aktif oksijen türleri, süperoksit molekülü ( $O_2^-$ ), tekil oksijen ( $*O$ ), hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) ve hidroksil radikallerini ( $OH^-$ ) oluşumunu içerir. Serbest radikaller, eşleşmemiş elektron içeren moleküller olup, oldukça reaktiftirler. Bu radikaller; plazma membranı, mitokondri, ER membranlarında da oluşabilir (McKersie, 1994). Bununla beraber, suyun kısıtlı olduğu periyotlarda, vejetatif bitki dokularında oksidatif stresin en yaygın nedeni kloroplastta gerçekleşen ışık-klorofil etkileşimleri diye düşünülmektedir (Farrant, 2000). Su kısıtlı hale gelince bitki daha fazla su kaybetmemek için, genelde, stomalarını kapatır; bu da fotosentezle fiksasyon için gerekli  $CO_2$ 'nin alımının kısıtlanmasına neden olur. Bu durum; kuantum verimini azaltır ve fotosentetik aparatın reaksiyon merkezlerindeki uyarma enerjisinin aşırılığına neden olur (Stuhlfauth, 1990) Bu durumda;  $NADP^+$  (fotosentezdeki e- akseptörü) kısıtlı hale gelir ve ferrodoksin  $NADP^+$  yerine oksijeni redükler; böylece, fotosistem I (PSI)'in elektronları  $O_2$ 'ye transferi sonucunda reaktif  $O_2^-$  radikali üretilir (Mehler reaksiyonu) (Tambussi, 2000). Birçok türde kuraklık stresi altında artan  $O_2^-$  oluşum hızı; lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonuçta membranların bütünüyle zarar görmesine neden olur (Sgherry, 1996). Süperoksit fazla aktif değildir ve daha çok  $H_2O_2$  ve daha sonra  $OH^-$  oluşturmak suretiyle etkili olur (Halliwell, 1989). Hidrojen peroksit Calvin döngüsünün birçok enziminin inaktivasyonuna yol açmaktadır (Charles, 1980; Kaiser,1979). Süperoksit ve hidrojen peroksitin  $OH^-$  radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında (Haber-Weiss reaksiyonu), artan demir ya da bakır gibi diğer geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırmak suretiyle

oksidatif hasarı daha da arttırabilir (Fenton reaksiyonu) (Smirnof, 1993). Bunların yanı sıra, fotosistem II (PS II)'deki suyu parçalayan bölgede de serbest radikal oluşabilir. Bitkilerde, oksidatif zararın yol açtığı yıkıcı etkilerle mücadele etmek için yağda çözünen ve membrana bağlı antioksidanlar, doğrudan lipid peroksidasyonunun serbest radikallerini (triplet klorofil ve  $1O_2$ ) gideren  $\alpha$ - tokoferol,  $\beta$ -karoten, suda çözünen antioksidanlar ( $O_2^-$  ve  $H_2O_2$ 'nin detoksifikasyonunda rol oynayan glutatyon ve askorbat) ve enzimatik antioksidanlar, süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD), askorbat peroksidaz (APX) ve glutatyon redüktaz (GR) oluşan karmaşık bir antioksidan sistemine sahiptirler. Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler antioksidan savunma sistemlerinin bazılarının ya da tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelebilirler (Jung, 2004; Srivalli, 2003; Ramacandra Reddy, 2004; Pinheiro, 2004). Bununla beraber, uzun süreli ve akut hatta bazen kısa süreli stres durumunda bile savunma mekanizmalarının kapasiteleri aşılır ve bu durum, gözle görülür zararlara ve hatta bitki ölümüne neden olabilir (Alexieva, 2003).

Kuraklık sırasında fotosentezin gerilemesi genelde iki nedene bağlı olarak gerçekleşmektedir; orta düzeydeki su noksanlığı koşulları altında stomaların kapanmasına bağlı olarak gerçekleşen stomatal sınırlamalar ve genellikle daha uzun süreli ve daha şiddetli streslerde ortaya çıkan stomatal olmayan sınırlamalardır. (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Stomatal sınırlamaların kuraklığa karşı oluşturulan en erken tepkilerden biri, kloroplastlara  $CO_2$  difüzyonunu kısıtlayan stoma kapanması olayıdır (Lima, 2002; Müller ve Whitshitt, 1996). Kuraklık sırasında bitkilerin stomalarını kapatmalarına neden olan iki temel etken, hidrolik sinyaller (yaprak su potansiyeli, hücre turgoru) ve kimyasal sinyaller (absisik asit)'dir. Köklerde sentezlenen ve transpirasyon akıntısıyla bekçi hücrelerine taşınan absisik asit (ABA), bekçi hücrelerindeki hipotetik ABA reseptörüne bağlanarak, kuraklık stresi koşulları altında stomaların kapanmasını sağlar (Teiz ve Zeiger, 1998). Önceleri stomaların kapanmasında, yapraktaki su potansiyelinin ve hücre turgorunun azalmasının etkili olduğu düşünülmüş sonra yaprak su potansiyelinde bir düşme olmaksızın stomatal iletkenliğinin azaldığı görülmesi üzerine stoma kapanmasının yapraktaki su

potansiyelinden çok toprağın su potansiyeline bağlı olduğu görülmüştür (Asama ve ark., 2002; Asada, 1999).

Şiddetli su noksanlığına maruz bırakılan bitkilerden izole edilen kloroplastlarda fotosentetik elektron transportu ve fotofosforilasyon kapasitelerinin azaldığı gösterilmiştir (Smirnoff, 1993). Fotosentetik elektron zincir reaksiyonlarının inhibisyonu, fotoindirgeyici ya da fotooksidatif hasara neden olabilecek aktif oksijen türlerinin oluşumuna neden olabilir (Asada, 1999). İzole edilen kloroplastlardaki çalışmalar iki fotosistemin ve özellikle de PSII' nin kuraklık stresi ile etkilendiğini göstermiştir (He ve ark., 1995). PSII'nin reaksiyon merkezinde yer alan D1 ve D2 proteinleri fotoinhibisyonun en etkili olduğu bölgelerdir (Baker, 1991). Bitkiler stres durumunda D1 proteininin içeriğini sabit tutacak bir onarım sistemine sahiptir ve yapım hızının yıkım hızına yakın olması nedeniyle hafif şiddetli stres koşullarında PS II'nin D1 içeriğinde büyük bir değişiklik meydana gelmez. Stresin yeterince güçlü olması durumunda D1 proteininin sentezi sınırlı hale gelir ve PS II'nin reaksiyon merkezinde D1'in degradasyonu kaçınılmaz olur. Bunun sonucunda ikinci reaksiyon merkezi polipeptidi olan D2 proteini ve son olarak da tüm PSII parçalanır (He ve ark., 1995). Yapraklardaki klorofilin büyük bir kısmı, tilakoit membranlarda en çok bulunan protein olan ışık tutucu kompleks (ITK) II'ye bağlıdır ve bu nedenle stres koşulları altında bu klorofil protein kompleksinde büyük miktarlarda singlet oksijen üretilebileceği düşünülmüştür. Bununla beraber, ITK II'deki pigment molekülleri O<sub>2</sub> geçirmez bir bariyer ile O<sub>2</sub>'den ayrılmış gibi görünmektedir ve böylece ITK II tarafından reaktif oksijen türlerinin üretimi sınırlanmıştır (Siefermann-Harms ve Angerhofer, 1998). Bu bariyer, ITK II'yi tilakoit membranın diğer kısımlarında oluşan reaktif oksijen türlerinden de koruyabileceğini fikrini düşündürmüştür (Tambussi, 2000) ITK II'nin etrafında yer alan lipid özelliğindeki yapıda oksijen ve oksijen radikallerinin bu klorofil-protein kompleksine girişini sınırlıyabileceğini belirtmiştir (Siefermann-Harms ve Angerhofer, 1998). Her durumda ITK II oksidatif hasara oldukça dirençli gibi görünmektedir. Fotosentezin stomatal olmayan sınırlanması; kloroplast lipidlerinin, pigmentlerinin ya da proteinlerinin oksidatif olarak hasar görmesiyle ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Tambussi, 2000). Bitkilerde fotosentetik kapasite, ortamın ışık yoğunluğu ve oransal

su kapsamının (OSK) değişimine bağlı olarak değişmektedir. (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005).

Kuraklık stresi bitkilerde sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayacak birçok fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler cevabı indüklemektedir (Arora ve ark., 2002). Vejetatif dokularda kuraklık stresine karşı geliştirilen iki ana savunma mekanizması stresten kaçınma ve stres toleransıdır. Stresten kaçınma mekanizmalarından ilki efemerlerde görülen kaçıştır. Çöl efemeri kurak mevsim sırasında yalnızca dormant tohumlar olarak varlık göstermek şartıyla kuraklıktan kaçan tek yıllık bitkilerdir. Protoplazmaları hiçbir zaman şiddetli negatif su potansiyellerine maruz kalmaz (Salisbury, 1992). Diğer bir kaçınma mekanizması ise sukkulent bitkilerde görülür. Bu bitkiler, kuraklığa karşı, sukkulent dokularında su depolayarak direnir ve su kayıp oranlarının son derece düşük olmasından dolayı nem almaksızın uzun periyotlarda canlılıklarını sürdürebilirler (Salisbury, 1992). Protoplazmaları aşırı derecede negatif su potansiyellerine maruz kalmadığından gerçek anlamda kuraklığa toleranslı değildirler. Çöl herdem yeşil bitkileri ise su noksanlığı boyunca dokularındaki turgoru sürdürmek için ozmotik koruyucular sentezleyerek kuraklıktan kaçınırlar (Mundree ve ark., 2002). Stresten kaçınan bitkiler yalnızca orta şiddetteki kuraklık stresi durumunda hayatta kalırken strese toleranslı bitki grupları ise koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli kuraklık stresi durumunda hayatta kalabilirler. Kurumaya toleranslı olan bitki grupları içerisinde yer alan dirilen (resurrection) bitkilerde, suyun kısıtlı olduğu periyotlarda vejetatif dokulardaki bağıl su içeriğinin %5'ine kadar kaybedilebildiği ve suyun yeniden alınabilir olması durumunda rehidrasyonun gerçekleşebildiği oldukça farklı bir strateji izlenir (Mundree ve ark., 2002). Bu bitkilerin vejetatif dokuları ışık varlığında gerçekleşen aşırı kuraklıkla ilişkili streslerle mücadele edebilme yeteneğine sahiptir (Sherwin ve ark., 1998). Fotooksidatif stresten kaçınmak için geliştirdikleri stratejiye göre 2 gruba ayrılırlar:

1. Klorofil Alıkoyucu Dirilen Bitkiler (Homiochlorophyllous Resurrection Bitkiler): Kuruma sırasında klorofillerini alıkoyarlar. Klorofil-ışık etkileşimlerinin tehlikeleri ise klorofilin saklanması ile önlenir. Yaprakların kıvrılma ve katlanması ışık stresinden kaçınmada önemli bir mekanizmadır (Sherwin ve ark., 1998).

2. Klorofil Kaybeden Dirilen Bitkiler (Poikilochlorophyllous Resurrection Bitkiler): Tüm klorofilleri yıkarlar ve kloroplastların tilakoit membranlarını parçalarlar (Sherwin ve ark., 1998). Böylece, kloroplastta serbest radikal oluşturan reaksiyonlar gerçekleşemezler. Suyun tekrar alınmasıyla beraber, fotosentetik aparat tekrar oluşur ve fotosentez yeniden başlar. Bunu başarmak için bitki tarafından rehidrasyon sırasında onarım proteinleri sentezlenir. Kurumaya karşı duyarlı olan bitkilerde turgor kaybıyla beraber, hücre membranlarına ve hücre çeperine uygulanan mekanik basınç ortadan kalkar ve bunun sonucunda genellikle hücre çeperi çöküşü ve membran zararı gerçekleşir; bu zararlar onarılamaz (Wander Willigen ve ark., 2002). Bununla beraber dirilen bitkilerde, hücre hacmindeki azalmayla ilişkili olan mekanik stres çeşitli koruma mekanizmaları aracılığıyla engellenir. *Myrothamnus flabellifolius*, *Craterostigma wilmsii* (Sherwin ve ark., 1999; Farrant, 2000) ve *Eragrostis nindensis* (Vander Willigen ve ark., 2001) gibi bazı türlerde mezofil hücreleri, hücre duvarlarındaki katlanmayla ilişkili olarak hücre hacminde belirgin bir azalma gösterir. *Xerophyta humilis*, *Xerophyta viscosa* (Mundree ve ark., 2000; Farrant, 2000) ve *Eragrostis nindensis* (Mundree ve ark., 2002) gibi diğer bir grup dirilen bitkilerde ise demet kını hücreleri, çok sayıda (küçük) vakuol oluşturmak suretiyle hücre hacminin değişmeden kalmasını sağlar. Bu vakuollerde su, prolin gibi ozmotik düzenleyiciler aracılığıyla yeniden kazanılır (Wander Willigen ve ark., 2002).

Su noksanlığına karşı oluşturulan cevaplar; türe, genotipe, su kaybı şiddetine ve uzunluğuna, bitkinin gelişme durumuna, yaşına, organ ile hücre tipine ve hücrel kompartmanlaşmaya (hücre çeperi ve hücre zarı gibi) bağlı olarak değişmektedir (Bray, 1997). Oluşturulan bu cevaplar birkaç saniye içinde gerçekleşebilir (Bir proteinin fosforilasyon derecesinde meydana gelen bir değişiklik gibi) ya da dakikalar veya saatler sürebilir (Gen ifadesinde meydana gelen bir değişiklik gibi) (Bray, 1997). Strese karşı oluşturulan cevapta yer alan genler iki tiptir:

1. Erken cevap genleri: Çok hızlı (dakikalar içinde) ve geçici olarak indüklenir. İndüklenmeleri yeni protein sentezine gereksinim duymaz çünkü tüm sinyal bileşenleri önceden mevcuttur.

2. Geç cevap genleri: Strese karşı daha yavaş (saatler içinde) indüklenir ve ifadeleri çoğunlukla devamlıdır. Strese cevapta yer alan genlerin büyük bir kısmını oluştururlar. Erken cevap genleri tipik olarak geç cevap genlerini aktive edecek transkripsiyon faktörlerini kodlamaktadır (Zhu, 2002).

Kuraklık stresine karşı oluşturulacak cevabın düzenlenmesindeki ilk basamak stresin algılanmasıdır. Hücrede suyun kaybı, hücrede bir sinyal iletim yolunu tetiklemektedir. Bu durumda su kaybının hücrede algılanmasını takiben, bir sinyal mekanizması ile spesifik genler aktive edilmektedir (Bray, 1997). Bazı genler kuraklık stresine oldukça hızlı cevap verirken; diğerleri ABA birikiminden sonra, yavaş olarak indüklenmektedir. Su kaybı ABA üretimini tetikler ve sentezlenen ABA çeşitli genlerin indüklenmesini uyarır. Su stresi ile indüklenen birçok gen dışarıdan uygulanan ABA'ya cevap vermez. Bu bulgular; kuraklık stresinin başlangıç sinyali ile spesifik genlerin ifadesi arasında ABA-bağımlı ve ABA bağımsız olmak üzere iki sinyal iletim yolunun varlığını göstermektedir (Shinozaki ve Yamagucci-Shinozaki, 1996).

Kuraklık stresi koşulları altında bazı genler, ABA birikiminden sonra yavaş yavaş indüklenmektedir. İndüklenen bu genler, metabolik proteinler üreterek hücreleri su noksanlığından korumada ve kuraklık stresine cevap vermede görev üstlenirler. Bu genlerin ürünleri iki gruba ayrılır. İlk grup muhtemelen stres toleransında fonksiyon gösteren proteinleri içermektedir: Su kanal proteinleri, ozmotik koruyucuların (şekerler, prolin, glisin-betain) biyosentezinde görev alan enzimler, LEA (geç embriyogenez proteinleri), şaperonlar, mRNA'ya bağlanan proteinler gibi makromolekülleri ve membranları koruyan proteinler, proteazlar, detoksifikasyon enzimleri gibi. İkinci grup ise strese karşı cevapta rol oynayan genlerin ifadesinin ve sinyal iletiminin ileri regülasyonunda yer alan proteinleri içermektedir: Protein kinazlar, transkripsiyon faktörleri ve fosfolipaz C gibi (Shinozaki ve Yamagucci-Shinozaki, 1997).

Tohum gelişiminin kurumadan önceki geç evrelerinde, bitki embriyolarında (Soulages ve ark., 2000) yüksek konsantrasyonlarda ve aynı zamanda dışarıdan

absisik asit uygulamasına ve dehidrasyon, ozmotik stres ve düşük sıcaklık streslerinin etkisinde kalmış vejetatif dokularda birikirler (Nylander ve ark., 2001).

Kuraklığın bir sonucu olarak ozmotik strese maruz kalan bitkiler, ozmolitler olarak bilinen ve turgorun devamını sağlayan katıları biriktirirler. Ozmotik koruyucular büyük ölçüde organellerde dahil olmak üzere sitoplazmada birikmekte ve vakuolde neredeyse hiç bulunmamaktadır (Moghaieb ve ark., 2004). Ozmotik düzenleme, hücrenin su potansiyelindeki düşüşe cevap olarak, hücrede organik ve inorganik katıların aktif birikimini içermektedir (Sánchez ve ark., 2004). Biriken organik bileşikler hücre içinde kararlı durumda bulunmakta, kolaylıkla metabolize edilememekte ve yüksek konsantrasyonlarda birikmeleri durumunda bile hücre fonksiyonlarına karşı herhangi bir etki yapmamaktadırlar (İba, 2002).

Ozmotik düzenleme, su noksanlığına cevapta, solütlerin net birikimlerine bağlı olarak ozmotik potansiyelin düşürülmesini ifade etmekte ve büyüme, fotosentez ve stomaların açılması gibi fizyolojik fonksiyonlar üzerinde stresin etkilerini sınırlayan yüksek bir turgor potansiyeli devamı olarak sonuçlanmaktadır (Chimenti ve ark., 2002). Prolin, betainler, dimetilsülfoniopropionat (DMSP), polyoller (mannitol, sorbitol, pinitol), trehaloz ve fruktanlar ozmotik koruyuculara örnektir (Smirnoff, 1998). Bunlardan prolin, ozmotik bir koruyucu olup hücre içi yapıların korunması ile serbest radikallerin uzaklaştırılmasında rol oynar (Mani ve ark., 2002).

## **2.2 Pamukta Kuraklık ile İlgili Çalışmalar**

Pamuk, kurak ve yarı kurak alanlarda yetişen en önemli lif bitkilerinden biridir. Kuraklığa dayanıklı bir tür olarak kabul edilse de, kuraklık stresi pamukta büyüme ve gelişmeyi sınırlandırmakta ve verimi önemli oranda düşürmektedir (Ullah ve ark., 2008). Pamuk, C3 tip karbon metabolizmasına sahip olmasına karşın, fotosentetik kapasitesi oldukça yüksek bir bitkidir (Faver ve ark., 1996). Pettigrew ve ark. (2005), pamukta kuraklık koşullarında fotosentez oranının düştüğü tespit edilmiştir. Bu düşüş stoma ile ilişkili veya stomadan bağımsız faktörlerce etkilenebilmektedir. Fotosentez oranı dışında kuraklıkla ilişkili olarak genç çiçek tomurcuklarında kuruma (Hearn, 1975), erken olgunlaşma ve düşük verim (Kitao ve Lei, 2007) saptanmıştır. Pamukta verim, koza tutumu ve üretimine bağlıdır ve her iki parametre



de kuraklıktan etkilenmektedir (Yazar ve ark., 2002). Kuraklık, pamukta lif kalitesini ve özellikle de lif uzunluğunu azaltan bir faktör olarak belirlenmiştir (Ritchie ve ark., 2004; Mert, 2005). Aynı zamanda, lif mukavemeti ve uzunluğunun, toprak su içeriği ile bağlantılı olduğu bulunmuştur.

Pamukta suyun kıt olduğu koşullarda ürün miktarı, yetiştirilen çeşidin su stresi altında ürün verme yeteneğine, toprakta mevcut faydalı suyu iyi kullanmasına, gelişme ve fonksiyonlarını devam ettirebilmesine bağlıdır (Şahin, 1997).

Pamuk kuraklığa hassas bir bitkidir. Ancak bazı pamuk çeşitleri su stresinden daha az etkilenmektedir. Bu konuda yapılan araştırmalarda, pamuk çeşitlerinde çeşit x su ilişkisinin, su stresi koşullarında stoma hareketinin, transpirasyon ve fotosentez oranlarının, iletim demetlerinin ve hücre gelişme durumlarının, kök ve sürgün büyümesinin farklı olduğu ortaya konmuştur (Şahin ve ark., 1997).

Zamanında yapılan sulamaların, pamukta büyüme hızını, koza büyüklüğünü ve lif uzunluğunu arttırdığı ifade edilerek, sulamaların, çevre koşullarını değiştirdiği için dolaylı olarak koza ve lif özelliklerini etkilediği belirtilmiştir (Dağdelen ve ark., 1998). Pamukta su stresinin, koza bağlama, tarak ve koza dökümü, lif verimi ve lif kalitesi üzerinde olumsuz faktörlerden biri olduğu ifade edilmiştir (Kıvılcım ve ark., 2005). Uygulanan sulama suyuna ve sulama suyu miktarındaki artışa bağlı olarak genelde verimde de artışlar görülmüştür (Yılmaz ve ark., 1998).

Yeterli besin seviyeleri, su eksikliği yoluyla pamuğun iyileşmesine yardımcı olmaktadır. Bununla birlikte, bazı besinlerin kuraklık boyunca alınimleri daha kısıtlanır. Azot ve potasyum alınımı, kuraklık stresi boyunca daha az gerçekleşmektedir (McWilliams, 2003).

Su stresi, lif kalitesini özellikle de lif uzama periyodu boyunca değişik şekillerde etkilemektedir. Mukavemet ve elastikiyet faktörlerinin toprak suyu ile iyi ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Koza gelişimi öncesi ve sonrasında yüksek çevre sıcaklığı ile birlikte olan uygun toprak suyu, lif olgunluğunu arttırmaktadır (Basal ve ark., 2008).

Pamukta bitki x su ilişkileri bakımından stoma aktivitesinin ölçülmesinin tek başına iyi bir kriter olamayacağı, birden çok fizyolojik olayın saptanmasının kuraklığa dayanıklı pamuk çeşitlerinin ıslahında daha iyi seleksiyon kriterleri oluşturabilecekleri bildirilmiştir (Kıvılcım ve ark., 2005).

Prolinin enerji kaynağı olduğu ve protein sentezini arttırdığı belirtilerek, bu konuda DPL 16 pamuk çeşidi ile yapılan bir araştırmada, yapraklarda prolin miktarı arttıkça su stresine dayanıklılığın arttığı, su stresi boyunca yapraklarda prolinin biriktiği ve su stresinde bitkilerin prolinde bulunan azotu kullandıkları ifade edilmiştir (Kıvılcım ve ark., 2005).

Kurak koşullarda, yapraklardaki indirgen ya da indirgen olmayan şeker, toplam çözünür şeker, toplam amino azot ve polifenol içeriklerinde azalmalar olduğu bildirilmiştir (Basal ve ark., 2008).

Eğer bir genotip, optimum nispi su içeriğini muhafaza edebilirse veya yaprak yüzeyinden yüksek oranda su kaybına izin vermezse ya da net fotosentezi azaltmaksızın daha düşük stoma büyüklüğünü ve frekansını sağlayabilirse, kurak koşullar altında iyi verim sağlayabileceği ifade edilmiştir (Karademir ve Gençler, 2008).

Pamukta sulu ve kurak koşullarda, sürgün kuru ağırlığı, yan kök sayısı, kök uzunluğu, yaprak alanı ve sıcaklığı bakımından çeşitler arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ayrıca, kök morfolojisi ve büyüme potansiyelinin su stresi koşullarında önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Kıvılcım ve ark., 2005).

Kuraklığa dayanma özelliği, pamuk çeşitlerinin bünyelerinde fazlasıyla su tutmalarına ve su azlığında fonksiyonlarını devam ettirmelerine bağlıdır. Pamuk çeşitleri arasında sıcaklığa dayanıklılık, kök gelişmesi, kuru madde akümüasyonu ve kurak koşullarda suyu en iyi kullanabilme özelliği bakımından geniş bir varyabilite vardır. Pamuk bitkisinin kurak koşullara adaptasyonunda kök morfolojisi, kökün büyüme potansiyeli önemli ve sınırlayıcı bir faktördür (Kıvılcım ve ark., 2005).

Kuraklık (su stresi); verimi en çok sınırlayan abiyotik stres faktörleri arasında yer almaktadır. Kurağa dayanıklılığın çoklu gen etkilerinin etkisinde kompleks bir agronomik özelliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Daha önce yapılan araştırmalarda

güçlü kök sistemi, su kullanım randımanı, stoma iletkenliği, fotosentez oranı, karbon izotop ayırımı, kanopi sıcaklığı, yaprak su içeriği, yaprak su kaybı ve ozmotik düzenleyicilerin, kurağa dayanıklı pamuk ıslahı çalışmalarında seleksiyon kriteri olarak önerildiği belirtilmiştir (Başal ve Ünay, 2006).

Pamuk çeşitlerinde kuraklığa dayanıklılık mekanizması incelendiğinde, T 25 çeşidinin daha çok yan kök verdiği ve su stresi koşullarında stomalarının su kaybını daha iyi kontrol ettiği ve su ilişkileri, stomatal hareketler, terleme, fotosentez oranı, su kullanma etkinliği, kök-sürgün büyümesi, iletim demetleri ve hücre gelişimi ve kök yayılımı bakımlarından potansiyel olarak kurak koşullara uygun olduğu belirlenmiştir (Kıvılcım ve ark., 2005).

Yapraklardaki daha düşük su kaybı, daha düşük transpirasyon oranı (daha düşük stoma büyüklüğü ve frekansı) ve yapraktaki daha yüksek nispi su içeriği, kuraklık stresine karşı bitkileri ıslah etmek için seleksiyon kriteri olarak ele alınabileceği bildirilmiştir (Karademir ve Gençer, 2008).

Çeşitlerin kurak koşullarda dayanıklılıkları ile ilgili olarak, su kullanma etkinlikleri ve kullanılan her birim su için bitkinin meydana getirdiği kuru madde miktarları ölçülmüştür. Pamuk çeşitleri arasında kuraklığa dayanıklılıkta, diğer basitçe ölçülebilen kantitatif karakterler gibi geniş bir genetik varyasyon bulunduğu belirlenmiştir (Kıvılcım ve ark., 2005).

Kuraklık toleransı ile birlikte bitkinin fizyolojik özellikleri ve kökün morfolojik özelliklerinin birleştirilebilmesiyle pamukta kuraklığa dayanıklılığın geliştirilebileceği ifade edilmiştir. Kök parametrelerinin, kesik yaprak su kaybının (ELWL) ve başlangıç su içeriği (IWC)'nin kuraklığa tolerans için güvenilir seleksiyon kriterleri olduğu bildirilmiştir (Başal ve ark., 2005).

Kuraklığa tolerans ile ilgili araştırmaların çoğunluğu da ya kök morfolojisi ya da bitki fizyolojik özellikleri üzerine yoğunlaşmıştır. Kök özellikleri, mantıklı olarak strese cevabın belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Su eksikliği, sürgün büyüme oranını, bitki uzunluğunu ve ürün verimi azaltmaktadır. Fakat kök büyümesi, sürgün büyümesine göre kuraklığa daha az duyarlılık göstermektedir. Çeşitli araştırmacılar tarafından, kuraklık stresine maruz kalan pamuk fidelerinin kök

uzunluğunda biraz artışın olduğu, kök çapında ise azalmanın olduğu bildirilmiştir (Başal ve ark., 2005).

Uygun toprak neminin pamukta kök uzunluğunu azalttığı, optimum koşulların altındaki toprak neminin çıkıştan sonraki 42. ve 70. günde kök uzunluğunun ve yoğunluğunun düştüğü belirlenmiştir. Farklı birkaç morfo-fizyolojik özelliğin pamukta kuraklık toleransı ile önemli bağlantı olduğu ileri sürülmüştür. Bunlar ilk ana lateral kökün toprak seviyesine olan mesafesi, kazık kökün ağırlığı, lateral kök sayısı, fide canlılığı, hızlı kök sisteminin gelişmesi ve kök/sürgün oranı, daha uzun kazık kök uzunluğu, azalan transpirasyon, stomatal iletkenlik, fotosentetik oran, yaprak nispi su içeriği ve karbon izotop diskriminasyonu olduğu ifade edilmiştir (Başal ve ark., 2005). Ayrıca aynı araştırmacılar tarafından kuraklık toleransının diğer önemli özelliği ise erken stoma kapanması veya yaprak morfolojik özellikleri ile bitkinin su kaybını azaltma yeteneğinin olduğu belirtilmiştir (Başal ve ark., 2005). Birçok çalışmada eksik su koşulları altında kuraklığa dayanıklılığın bitkide absisik asit (ABA) akümüasyonu, kesik yaprak su kaybı oranı ve stomatal kapanma ile birlikte olduğunun vurgulandığı bildirilmiştir (Başal ve ark., 2005). Kuraklık stresi altında stomatal kapanma, kökten sürgüne ksilemde iletilen ve bekçi hücre apoplastında bulunduğu belirlenen ABA konsantrasyonu ile esas olarak kontrol edilmektedir (Başal ve ark., 2005).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3. 1. Materyal

Araştırmada kullanılan pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) tohumları Diyarbakır Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmamızda dokuz farklı pamuk genotipi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan genotipler hakkında bilgiler şu şekildedir:

a) ADN P 01

Genel Özellikleri

Erkencilik: Orta

100 Tohum Ağırlığı: 10.9 g

Yaprak Şekli: Palmiye

Yaprak ve Gövde Tüylülüğü: Orta

Koza Büyüklüğü: Orta

Kütlü Verimi: Yüksek

Çırçır Randımanı: % 41

Hastalıklara Dayanıklılık: İyi

Makinelik Hasada Uygunluk: Çok iyi

Lif Uzunluğu: 30.1 mm

Lif İnceliği: 4.8 mic.

Lif Mukavemeti: 30.0 g teks<sup>-1</sup>

<http://www.cukurovataem.gov.tr/?/pamuka>

b) BA-119

Mikroner: 4,4-4,6

Mukavvet: 31—33

Elyaf uzunluğu: 28-30

Parlaklık: 70-72

Çırçır randımanı: 41-43

<http://www.progenseed.com/index.php?okod=169>

## c) DİCLE 2002

İslah Edildiği Kuruluş: Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü

Tescil Yılı: 2002

Bitkisel Özellikler:

Adaptasyon yeteneği çok yüksek olup verim potansiyeli mükemmeldir.

Erkenci bir çeşittir, ekimden 110-115 gün sonra ilk kozasını açmaktadır.

İlk el toplama yüzdesi % 75-80'dir.

Yaprakları orta tüylüdür.

Çırcır randımanı iyidir. (%38-40)

İri kozalıdır.

Makine ile hasada uygundur.

Teknolojik Özellikleri

Lif kopma dayanıklılığı: 26-29 gr tex<sup>-1</sup>

Lif İnceliği: 3,9-4,5 micronaire

Lif Uzunluğu: 27,5-28,5 mm ile tekstil sanayinin aradığı ölçülerdedir.

<http://gatae.gov.tr/Urun.aspx?ID=135>

## d) DP 396

Erkencilik: Erkenci

Koza Büyüklüğü: Orta ve Konik

Çırcır Randımanı: %42-43

Bitki Boyu: Orta, Yayvan

Lif Uzunluğu: 29-30mm

Lif Mukavemeti: 36-38 g tex<sup>-1</sup>

Yüksek verimli erkenci bir çeşidimizdir. Bitki boyu orta uzunlukta, bitki şekli olarak yarı çalı formunda, yayvan olup, odun dalı sayısı azdır. Kozaları küçük olmasına karşın, bitki başına koza sayısı fazladır. Kozaları konik şekilli ve uçları sivridir. Lüleler kozaya dipten sıkıca tutunmuştur. Bu nedenle rüzgar mukavemeti yüksektir. Yaprak orta büyüklükte 5 parçalı, yaprak rengi diğer çeşitlerle kıyaslandığında daha açık yeşil renktedir. Yaprak tüylülüğü orta düzeydedir.

<http://www.settohumculuk.com/tr/set-pamuk-tohum-cesitleri/deltapine-dp396-pamuk-tohumu.html>

e) DP 499

Erkencilik: Orta Erkenci

Koza Büyüklüğü: Orta ve Eliptik

Çırcır Randımanı: %44-45

Bitki Boyu: Uzun, yayvan

Lif Uzunluğu: 28-30mm

Lif Mukavemeti: 39-40 g tex<sup>-1</sup>

Yüksek verimli, orta geçi bir çeşidimizdir. Uzun boylu ve kluster olan çeşidimiz makinalı hasada çok uygundur. Çok kuvvetli bir kök yapısına sahip olan çeşidimiz, eğimli arazilerde de çok iyi sonuçlar vermektedir. Gövde yapısı çok sağlam, meyve dalları ana gövdeye yakın açı yapacak şekilde kısa oluşmuştur. Bu durum sık bitki sayılarına da olanak sağlamaktadır. Yaprakları koyu yeşil renkte, 5 bölmeli ve iridir. Kozaları eliptik ve uçları sivridir. Solgunluk hastalıklarına (Fusarium ve Verticillium) oldukça toleranslı bir çeşidimizdir. Gap ve Ege bölgelerinde çok iyi sonuçlar alınmıştır.

<http://www.settohumculuk.com/tr/set-pamuk-tohum-cesitleri/deltapine-dp499-pamuk-tohumu.html>

f) GW TEKS

Karakteristik Özellikleri

Olgunlaşma Grubu :Orta

Bitki Boyu :Orta

Hastalık Mukavemeti :Mükemmel

Makinalı hasada uygunluk :Çok İyi

Adaptasyon Kabiliyeti : İyi

Yaprak Tüylülüğü :Az Tüylü

Hastalık mukavemeti yüksektir.

[http://www.progenseed.com/ozbugday\\_tohum/index.php?okod=64](http://www.progenseed.com/ozbugday_tohum/index.php?okod=64)

## g) KAR TANESİ

İslah Edildiği Kuruluş: Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
Müdürlüğü

Tescil Yılı: 2011

Bitki Şekli: Konik

Bitki Boyu: Orta (80-85 cm)

Yaprak Şekli: Palmiye

Yaprak Yoğunluğu: Orta Yoğunlukta

Koza Şekli: Oval ve orta büyüklükte

Çırcır Randımanı: % 40,65

Lif Uzunluğu: 29,26 mm

Lif Kopma Dayanıklılığı: 31,77 g tex<sup>-1</sup>

Lif İnceliği: 4,51 micronaire

Yüksek verimli, Güneydoğu Anadolu Bölgesi yüksek sıcaklık ve kurak koşullarına uygun, su stresine tolerant

Fırtınaya Dayanıklı ( Makineli hasat İçin)

Yatmaya Dayanıklı ( Makineli hasat İçin)

Orta-Erkenci (İlk el toplama oranı % % 87.18)

Bölgede Pamukta önemli bir hastalık olan Verticillium solgunluğuna tolerant.

Bölgede son dönem pamuk zararlısı olarak bilinen yaprak pirelerine karşı tolerant

Tavsiye Edilen Bölgeler: Güneydoğu Anadolu Bölgesi (Diyarbakır, Ş.Urfa, Adıyaman, Mardin, Batman,K.Maraş, G.Antep, Şırnak)

<http://gatae.gov.tr/Urun.aspx?ID=136>

## h) STONEVİLLE 468

Adaptasyon kabiliyeti çok yüksek olup, verim potansiyeli mükemmeldir. Orta erkenci bir çeşittir. Hasat döneminde meydana gelebilecek fırtına ve yağmurdan dolayı lüleler dökme yapmaz. Yaprakları çok tüylü olup, emicilere karşı (Thrips ve Empoasca) dayanıklılık sağlar. Kozaların %70-75'i beş çenetlidir.

Bakım ve iklimsel faktörlerden dolayı meydana gelebilecek kötü koşullara karşı emsalsiz bir üstünlüğü vardır. Çırcır randımanı yüksektir. (%42-43) Kozası orta



büyüktektir. Hem makine ile, hem de el ile hasada uygundur. 100 tohum ağırlığı 10,6 gr kadardır. Lif Kalitesi: Lif mukavemeti ortalama 34,7 gr teks<sup>-1</sup>; lif inceliği 4,2 Micronaire; lif uzunluğu ise 30 mm. civarında olup, tekstil sanayinin aradığı ölçülerdir.

[http://www.tarimziraat.com/cesit\\_katalogu/endustri\\_bitkileri\\_cesitleri/pamuk\\_cesitleri/st\\_468\\_pamuk\\_cesidi/st\\_468](http://www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/endustri_bitkileri_cesitleri/pamuk_cesitleri/st_468_pamuk_cesidi/st_468)

i) ŞAHİN 2000

1993 yılında başlatılan ve susuz koşullarda yapılan seleksiyon çalışmaları sonucunda Nazilli M-503 pamuk çeşidinden geliştirilen Nazilli M-503 (93-7) hattı soy verim denemelerinde ümitli görülerek 1998 yılında iki lokasyonda adaptasyon çalışmalarına, 1999 yılında da tescil denemelerine alınmıştır. Tescil denemelerinin iki yıllık sonuçlarında verim bakımından ilk sırada yer alan Nazilli M-503 (93-7), 2001 yılında Şahin 2000 ismi ile tescil edilmiştir. Sık ekime uygun, su stresine dayanıklıdır.

İslah Metodu: Seleksiyon İslahı

Çırcır Randımanı (%) : 41-42

100 Tohum Ağırlığı (g) : 11-12

Lif Uzunluğu (mm) : 30-31

Lif İnceliği (micronaire) : 4.4-4.6

Lif Mukavemeti (g tex<sup>-1</sup>) : 27-28

[http://www.tarimziraat.com/cesit\\_katalogu/endustri\\_bitkileri\\_cesitleri/pamuk\\_cesitleri/sahin\\_2000\\_pamuk\\_cesidi/sahin\\_2000/](http://www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/endustri_bitkileri_cesitleri/pamuk_cesitleri/sahin_2000_pamuk_cesidi/sahin_2000/)

### 3. 2. YÖNTEM

#### 3. 2. 1. Tohum yüzey sterilizasyonu

Eşit büyüklükte ve sağlam olan tohumlar seçilerek yüzey sterilizasyonu amacıyla önce %70'lik EtOH'de 30 sn bekletilmiş sonra % 10'luk sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 10 dakika daha bekletilmiştir. Daha sonra tohumlar, üç kez distile su ile yıkanmıştır (Wu ve ark., 2011). Tohumların şişmesi için 24 saat distile suda bekletilmiştir. Aşağıdaki resim tohum sterilizasyon aşamalarını göstermektedir.



Şekil 3.1. Tohum sterilizasyonu aşaması

#### 3. 2. 2. Saksı ve perlit sterilizasyonu

Tohumların ekimi için kullanılacak olan saksılar çeşme suyundan çalkalanmış, sonra da saf su ile yıkanmıştır. Saksıların içine yıkanmış perlit konulmuştur.

#### 3. 2. 3. Deneme serilerinin hazırlanması

Araştırmada kullanılan bitkiler, Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüsü'nde bulunan Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü bitki büyütme kabininde gerçekleştirilmiştir. Analizlerin bir kısmı da Selçuk Üniversitesi Alaaddin Keykubat Kampüsü'nde bulunan Ziraat Fakültesi Bitki Besleme ve Toprak Bölümünün Fizyoloji laboratuvarlarında bir kısmı da Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada kullanılan bitkiler iklim odasında kontrollü koşullarda yetiştirilmişlerdir. İklim odası; bitkilerin tohum çimlenmesi ve çimlenme sonrası genç fidecikleri, büyüme ve gelişme süresince % 45- 55 nem, 14 saat aydınlık 10 saat karanlık fotoperiyot, bitki yetiştirme ortamının sıcaklığı günlük ortalama  $27 \pm$

1°C olacak şekilde (30 °C/ 24 °C ±1 °C ) ayarlanmıştır. (Reddy ve ark., 2004; Salvucci ve Crafts-Brandner, 2004). Deneme düzeni iki aşamadan oluşmaktadır.

İlk aşamada dokuz genotipin bitkileri yetiştirilmiş, stres uygulama sonrası bitkilerde toksisite belirtilerini gösterinceye kadar yetiştirilmiş ve hasat edilmiştir. İkinci aşamada hasat sonrası tüm genotiplerin büyüme parametreleri, RWC, fotosentetik verim, total klorofil içeriği, besin element analizi, iyon sızıntısına bakılmış, toplamda dört farklı genotip üzerinden MDA, CAT, GR, total fenol, total karbonhidrat içeriklerine bakılmıştır.

### 3. 2. 4. Ekim yöntemi

Şişen tohumlar, süper iri perlit içeren 17 x 14 cm (üst çap x yükseklik) ebatlarındaki plastik saksılara ekilmiştir. Pamuk tohumları, Biosan firmasına ait bitki büyütme odasında, 01.05.12 tarihinde ekimi yapılmıştır. Çalışmamız ‘Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır. Buna göre dokuz pamuk genotipinde aşağıdaki uygulama yapılmıştır.

1-4 numara arası kontrol grup (0.gün hasatı için)

5-8 numara arası (Kontrol grubu)

9-12 numara arası (%10 oranında PEG 6000 stres uygulaması)

13-16 numara arası ise (%20 oranında PEG 6000 stres uygulaması )

Bitki büyütme odasındaki 144 tane saksının PEG dozlarına göre dizilimi MiniTab istatistik programından yararlanılarak belirlenmiştir.

Aşağıdaki Çizelge 3.1.’de dokuz pamuk genotipine kodlar verilmiş, bu kodlar saksıların üzerine yapıştırılmıştır. Ayrıca bu bilgiler, hasat sonrası analizlerde tüplerin üzerine yazılarak çalışmalara devam edilmiştir. Çizelge 3.2.’de ise ekimi yapılan saksıların bitki büyütme odasındaki düzenini belirtmektedir.

Çizelge 3.1. Dokuz pamuk genotipine verilen kodlar

No:	Pamuk genotip ismi	Kodu
1	ADANA P-01	ADN
2	BA-119	BA
3	Dicle 2002	DİC
4	DP 396	3DP
5	DP 499	4DP
6	GW TEKS	GWT
7	KARTANESİ	KAR
8	STONEVİLLE 468	STONE
9	ŞAHİN 2000	ŞHN

Çizelge 3.2. Ekimi yapılan saksıların bitki büyüme odasındaki yerleşim düzeni

<u>0 peg</u>	<u>10% peg</u>	<u>20% peg</u>	<u>0.gün</u>	-	-	<u>0.gün</u>	<u>20% peg</u>	<u>10% peg</u>	<u>0 peg</u>
ADN-3	ADN-6	STONE10	STONE13	-	-	ŞHN15	ŞHN10	STONE6	ŞHN4
GWT1	3DP6	ADN-10	3DP14			BA-14	ADN-11	STONE7	DİC2
DİC3	3DP5	STONE12	ŞHN14			3DP15	ADN-12	ŞHN7	BA-2
4DP2	KAR8	4DP12	ADN-13			STONE14	GWT12	DİC7	ŞHN1
KAR3	BA-8	3DP12	KAR15			ADN-14	KAR11	DİC8	3DP3
3DP2	KAR7	KAR12	STONE16			DİC16	BA-12	ŞHN6	4DP1
KAR2	GWT6	BA-9	4DP16			KAR14	4DP11	GWT5	3DP4
KAR1	STONE5	DİC12	KAR16			BA-16	STONE9	GWT7	ŞHN3
STONE3	ADN-5					4DP15	3DP10		
BA-1	4DP8					GWT15	3DP9		
ADN-2	ADN-7					3DP16	4DP10		24 saksı
STONE1	GWT8					DİC15	ŞHN11		
GWT4	BA-7	STONE11	STONE15			GWT13	ŞHN9	ŞHN5	KAR4
BA-4	4DP5	DİC9	KAR13			BA-13	GWT11	3DP8	DİC1
4DP4	ŞHN8	GWT10	DİC13			GWT16	GWT9	KAR6	GWT3
4DP3	STONE8	DİC10	GWT14			DİC14	ŞHN12	KAR5	3DP1
BA-3	4DP6	4DP9	ŞHN13			4DP14	BA-10	3DP7	ADN-4
STONE4	4DP7	BA-11	3DP13			BA-15	DİC11	BA-5	ADN-1
GWT2	ADN-8	3DP11	4DP13			ADN-15	KAR9	DİC6	ŞHN2
STONE2	DİC5	ADN-9	ŞHN16			ADN-16	KAR10	BA-6	DİC4
<u>0 peg</u>	<u>25%</u>	<u>50%</u>	<u>75%</u>	-	-	<u>75%</u>	<u>50%</u>	<u>25%</u>	<u>0 peg</u>
				10 saksı					



Şekil 3.2. Bitki büyütme odasındaki bitkilerin genel görünümü

### 3.2.5. Besin çözeltisinin hazırlanması

Besin çözeltisi olarak *Half Hoagland* çözeltisi uygulanmıştır (Hoagland, 1920). Bitkiler iki yapraklı evreye gelinceye kadar saf su verilmiştir. İki yapraklı evreden sonra stres uygulanıncaya kadar *Half Hoagland* çözeltisi verilmiştir. Bitkide osmotik stres oluşturmak için *Half Hoagland* çözeltisinin içine % 10 ve % 20 oranında PEG-6000 eklenmiştir. Hoagland Besin solüsyon içeriği Çizelge 3.3.'te gibidir.

Çizelge 3.3.  $\frac{1}{2}$  Hoagland besin çözeltisi

No:	Kimyasal adı:	Molaritesi	Stoktan alınan
1	KNO <sub>3</sub>	1M	300 Mlt
2	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	1M	90 Mlt
3	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1M	60 Mlt
4	MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	1M	60 Mlt
5	MnCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	0,5 M	0.6 Mlt
6	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1 M	1.5 Mlt
7	CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	0,1 M	0.1 Mlt
8	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,1 M	0.23 Mlt
9	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,1 M	18 Mlt
10	Tartaric asit (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub> )	%0,4	18 Mlt
11	MoO <sub>3</sub>	0,1 M	0.15 Mlt

Yukarıdaki tabloda belirtilen ölçülerde kimyasallar stok çözeltisi olarak hazırlanmıştır. 0. gün hasatı yapıldığı gün, tüm bitkilere stres uygulaması yapılmıştır. Uygulanan stres grupları ise aşağıdaki gibidir.

1. Kontrol grup (%0 PEG)
2. %10 PEG içeren grup
3. %20 PEG içeren grup

Bitkiler stres uygulanıncaya kadar düzenli olarak her gün bir fidenin köküne 25 ml besin çözeltisi olacak şekilde sulanmıştır. 0. gün hasatından sonra bitkilere yukarıda belirtildiği dozlarda stres uygulanmış, PEG 6000 içeren Hoagland besin solüsyonunu iki günde bir 25 ml olacak şekilde verilmiştir. Tüm genotipler toksisite belirtileri gösterinceye kadar stres uygulanmıştır. Bitkilere solüsyon uygulanması Şekil 3.3'te görüldüğü gibi yapılmıştır.



Şekil 3.3. Bitkilere besin solüsyonu verilmesi

### 3.2.6. Hasat Zamanı

Bitkiler, PEG (Polyethylene glycol) 6000 ile yapılan kuraklık stresi uygulanmasından etkilenme durumuna bağlı olarak stres uygulamasının aşağıdaki günlerinde hasat edilmiştir. Stres uygulamasının on üçüncü günü; DP 396 ve Şahin 2000 genotipleri, stres uygulamasının on dördüncü günü; DİCLE 2002 ve ADN P 01 genotipleri, stres uygulamasının on beşinci günü; STONEVILLE 468 ve KARTANESİ genotipleri, stres uygulamasının on altıncı günü; DP 499 ve BA 119 genotipleri, stres uygulamasının on yedinci günü; GW TEKS genotipi hasat edilmiştir.

### 3.2.7. Kök boyu ve gövde boyunun belirlenmesi

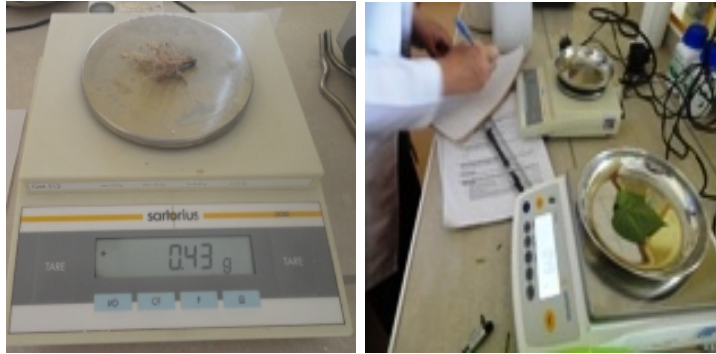
Kontrol ve stres gruplarındaki pamuk çeşitlerine ait bitkilerin hasat işlemleri sırasında kök boyu, gövde boyu ve toplam boyları  $\text{cm bitki}^{-1}$  olarak ifade edilmiştir. Şekil 3.4. kök ve gövde boyu ölçülmesini göstermektedir.



Şekil 3.4. Kök ve gövde boyunun ölçülmesi ( $\text{cm bitki}^{-1}$ )

### 3.2.8. Bitkilerin yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

Kontrol ve stres grubuna ait bitkilerin hasat işlemleri sırasında toplam taze ağırlıkları ( $\text{g bitki}^{-1}$ ) tartılmıştır. Daha sonra bitkiler  $80^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlanmış etüvde 48 saat bekletilmiş ve tekrar tartılarak kuru ağırlıkları ( $\text{g bitki}^{-1}$ ) kaydedilmiştir. Şekil 3.5.'te bitkilerin kuru ve taze ağırlıkların ölçülmesini göstermektedir.



Şekil 3.5. Bitkinin kuru ve taze ağırlıkları belirlenmesi ( $\text{g bitki}^{-1}$ )

### 3.2.9. Yaprak dokularındaki bağıl su içeriği (RWC)

Dört ayrı bitkinin yaprakları alınmış, ilk ağırlıkları not edilmiştir. Sonra 6 saat boyunca deiyonize  $\text{H}_2\text{O}$  içinde petri kaplarında bekletilerek turgor haline gelmeleri

sağlanmıştır. Bu durumdaki turgorlu ağırlıkları (TA) alınmıştır. Daha sonra bu yapraklar 70 °C' de 72 saat etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları (KA) hesaplanmıştır. Bu veriler kullanılarak her bir gruba ait yaprak örneklerinin bağıl su içeriği aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

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

YA=Yaş Ağırlık

KA=Kuru Ağırlık

TA=Turgorlu Ağırlık

### 3.2.10. Yaprak dokularında total klorofil içeriği

Dört ayrı bitkide SPAD 502 cihazıyla ölçüm yapılmıştır. Bu sistem yaprakların sahip olduğu yeşil rengin ölçme yoluyla dolaylı olarak klorofil ve N içeriğinin belirlenme esasına dayanır (Fischer, 2001). Yaprak dokularında klorofil içeriğinin ölçülmesi Şekil 3.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Yaprak dokularında klorofil içeriğinin ölçülmesi

### 3.2.11. Yaprak dokularında fotosentetik verim (Klorofil flüoresansı)

Bitkiler hasat edilmeden önce, 4 ayrı bitkide yapılmıştır. Yapraklardaki verim analizi Plant Efficiency Analyzer (PEA) (Handsatech instruments T.D.) fluometresi değişken floresans indüksiyonu (Fv/Fm) oranları belirtilmiştir. 2000 yıllarında saptanan klorofil floresans ölçüm metodu tohumların olgunlaşma sürecindeyken içinde buldukları klorofilin olgunlaşma gerçekleştirdikçe parçalanmasını baz alarak bitki tohumlarına verdiği kırmızı ışığın (670 nm) emilimine ve emilmeyen kısmının yansıma esasına dayanan bir metottur. Sınıflandırma cihazı, analize ve tohuma bağlı olarak klorofil floresans sinyali verir. Klorofil tarafından emilmeyen ve



yansıyan ışık sensörle algılanarak bilgisayara aktarılır. Bilgisayardan dalga boyuna göre de tohumu yüksek/düşük olan gruba göre ayırmaktadır. Metodun temelinde klorofil miktarı ile kalite arasında negatif bir ilişki vardır. Daha fazla klorofil daha düşük kaliteyi, daha az klorofil daha yüksek kaliteyi temsil etmektedir. Yaprak dokularında fotosentetik verimin belirlenmesi Şekil 3.7.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.7. Yaprak dokularında fotosentetik verimin ölçülmesi

### 3.2.12. Yaprak dokularında iyon sızıntısının belirlenmesi

Hücre zarı geçirgenliği elektrolit sızıntısının ölçümüyle (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998) göre belirlenmektedir. Bunun için 100 mg yaprak örnekleri 0,5 cm uzunluğunda kesilerek 10 ml deiyonize su içeren deney tüplerine transfer edilir. Tüpler plastik kapaklarla kapatıldıktan sonra 32° C'lik su banyosunda 2 saat süreyle tutulur. Ortamın elektriksel iletkenliği ECmetre (İnolab pH/ECmetre) ile ölçülerek (EC<sub>1</sub>) elde edilir. Ölçüm sonrası 121 °C'de 20 dakika boyunca tüm dokuların ölmesi ve elektrolitlerin dışarı çıkması için otoklavlanır. Sonra örnekler 25° C'ye kadar soğutulur, ECmetre ile ikinci kez okuma yapılır (EC<sub>2</sub>). Yaprak dokularındaki iyon sızıntısı ölçümü Şekil 3.8.'de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.8. Yaprak dokularındaki iyon sızıntısının belirlenmesi

### 3.2.13. Yaprak dokularında besin element analizi (Ca, Mg, K, P)

Kese kâğıdına ayrı ayrı konulan bitki kısımları hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 70 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuşlardır. Kuruyan bitki örneklerinin ağırlıkları belirlendikten sonra tungsten kaplı bitki öğütme değirmeninde öğütülmüşlerdir. Polietilen kavanozlara konulan öğütülmüş bitki örnekleri analizde kullanılmadan önce 70°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bırakılmış ve kavanozların kapakları sıkıca kapatılmıştır.

Kurutulan ve öğütülen bitki örneklerinden 0.2 g tartılmış 5 ml HNO<sub>3</sub>+3 ml deiyonize saf su eklenerek, yüksek sıcaklık (210°C) ve yüksek basınç (200 PSI) altında mikrodalga cihazında (CEM Mars 5) çözündürülmüştür. Örnekler daha önceden hazırlanmış ince gözenekli (Whatman No: 42 veya mavi bant) filtre kağıdı ile süzülerek 50 ml'lik steril tüplere aktarılmıştır. Soğuyan örneklerin üzerine deiyonize su eklenerek total hacim 25 ml'e tamamlanmıştır. Yirmi sekiz element analizi yapabilen ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer) (Varian-Vista, axiel) cihazı ile belirlenmiştir (Soil survey laboratory methods manual, 2004). Şekil 3.9.'da bitkilerin besin element analiz aşamaları gösterilmektedir.



Şekil 3.9. Yaprak dokularında besin element analizi

### 3.2.14. Yaprak dokularında enzim ekstraktlarının hazırlanması

Antioksidan enzimlerin ekstraksiyonu için derin dondurucuda  $-80^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmakta olan yaprak örnekleri kullanılmıştır. Soğutulmuş havanda 0,5 gr yaprak örneği sıvı azotta 0,003 gr (w/v) polyvinylpolyrrolidone (PVPP) ve 1 mM EDTA içeren pH:7'de 50 mM Na-fosfat tamponuyla homojenize edilmiştir. Filtrasyon sonrası  $+4^{\circ}\text{C}$ 'de, 14 000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant, enzim aktivitesi analizlerinde kullanılmıştır. Ekstraksiyon prosedürünün tümü  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 'de gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.10.'da enzim ekstraksiyon aşamalarını göstermektedir.



Şekil 3.10. Enzim ekstraktlarının hazırlanması

#### 3.2.14.1. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) enzim aktivitesinin tayini

Katalaz (CAT) enzim aktivitesi, Bergmayer'in (1970) tanımladığı metoda göre yapılmıştır. Analiz UV ışığı bölgesinde köre karşı 240 nm'de  $\text{H}_2\text{O}_2$ 'nin azalma oranının belirlenmesi ile yapılmıştır. Bu enzim aktivitesi dakikada tüketilen  $\mu\text{mol}$   $\text{H}_2\text{O}_2$  olarak ifade edilmiştir. Reaksiyon boyunca absorbansta oluşan düşüş 180 sn boyunca takip edilmiştir. CAT aktivitesi dakikada harcanan  $\mu\text{mol}$   $\text{H}_2\text{O}_2$  olarak ifade edilmiştir.

#### 3.2.14.2. Glutasyon redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) enziminin aktivite tayini

Glutasyon redüktaz (GR) aktivitesi, 340 nm'deki absorbans azalmasından yola çıkılarak hesaplanmıştır (Foyer ve Haliwell, 1976). NADPH varlığında, okside glutasyon miktarındaki azalma, kuvarz küvette köre karşı 180 sn boyunca takip edilmiştir. Hesaplamalar glutasyon redüktaz enziminin ekstinksiyon katsayısı

kullanılarak yapılmıştır. Spesifik enzim aktivitesi, dakikada indirgenen 1 mmol ml<sup>-1</sup> GSSG miktarı olarak ifade edilmiştir.

### 3.2.15. Yaprak dokularında malondialdehidin (MDA) belirlenmesi

TBAR reaksiyonu sonucu oluşan malondialdehit (MDA) miktarının belirlendiği aşağıda belirtilen yöntemle yapılmıştır (Madhava ve Sresty, 2000). Aktivite için 532-600 nm aralığında absorbans değişimlerine bakılmıştır.

### 3.2.16. Yaprak dokularında total fenolik madde miktarının belirlenmesi

Yaprak dokularındaki toplam fenolik madde miktarı (Chandler ve Dodds,1983) tarafından geliştirilen metodun modifiye edilmesiyle belirlenmiştir. Buna göre taze yaprak örneklerinden alınan 0,5 gr'lık dokular sıvı azotta öğütülmüştür. Öğütülmüş yaprak dokuları cam tüplere alınarak üzerlerine % 80'lik 5 ml metil alkol eklenmiş ve 48 saat buzdolabında bekletilmiştir. 20 µl süpernatant üzerine sırasıyla 1.58 ml distile su, 100 µL % 50'lik Folin Ciocalteu's Reagent (FCR) ve 300 µl % 5'lik sodyum karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) eklenerek hazırlanan reaksiyon karışımı, oda sıcaklığında bir saat bekletilmiştir. Karışımların absorbans değerleri, 725 nm dalga boyunda spektrofotometrik (SHIMADZU, UV mini 1700, UV-VIS Spectrophotometer) olarak belirlenmiştir. Yaprak dokularındaki toplam fenolik madde miktarları, gallik asitle hazırlanan standart grafik yardımıyla hesaplanmıştır.

### 3.2.17. Total çözüner karbonhidrat miktarının belirlenmesi

Yaprak dokularındaki toplam çözüner karbohidrat miktarı fenol-sülfirik metoduna göre belirlenmiştir (Dubois, 1956). 85 °C'lik etüvde 48 saat kurutulduktan sonra toz haline getirilen yapraklardan alınan 0,1 gr'lık örneklerin üzerine 5 ml 2.5 N HCl eklenerek 2 saat boyunca 80 °C'ye ayarlanmış sıcak su banyosunda tutulmuştur. Daha sonra deney tüplerine 1000 µl süpernatant, 1000 µl % 5'lik fenol ve 5000 µl derişik sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) eklenerek vortekslenmiştir. Daha sonra karışımların absorbans değerleri, 490 nm dalga boyunda spektrofotometrik (SHIMADZU, UV mini 1700, UV-VIS Spectrophotometers) olarak belirlenmiştir. Yaprak dokularındaki

toplam çözüner karbohidrat miktarı, glukoz ile hazırlanan standart grafikler yardımıyla hesaplanmıştır.

### **3.2.18. Yaprak dokusunda total çözüner protein miktarının belirlenmesi**

Yaprak dokularındaki toplam çözüner protein miktarı Bradford metoduna göre belirlenmiştir (Bradford, 1976). Bu şekilde hazırlanan reaksiyon karışımları vorteksle karıştırılarak, karışımların absorbans değerleri 595 nm dalga boyunda spektrofotometrik (SHIMADZU, UV mini 1700, UV-VIS Spectrophotometers) olarak belirlenmiştir. Yaprak dokularındaki toplam çözüner protein miktarı bovine serum albumin (BSA) ile hazırlanan standart grafik yardımıyla hesaplanmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmamızda farklı dozlarda kuraklık stresi ile yetiştirilen dokuz pamuk genotipinin morfolojik ve fizyolojik değişimleri araştırılmıştır. Elde edilen değerler başlıklar altında incelenmiştir. Hasat edilen genotipler, son hasatın kontrol grubuna göre kıyaslanmış, değişim oranları % cinsinden belirtilmiştir.

İlk aşamada dokuz genotipte büyüme parametreleri, bağıl su içeriği, total klorofil içeriği, fotosentetik verim ve besin elementi analizlerine bakılmıştır. Bu veriler neticesinde analizler dokuz genotipten dört genotipe düşürülmüş, bu dört genotipte MDA, toplam çözümlü protein, toplam çözümlü karbonhidrat, toplam fenole bakılmıştır.

Araştırmamızda %10'luk PEG 6000 uygulaması -0,19 mPa, %20'lik PEG 6000 uygulaması ise -0,73 mPa olduğu ölçülmüştür.

##### 4.1. Kök Boyları

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 7.4 oranında artma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 14.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 21.5 oranında azalma göstermiştir.

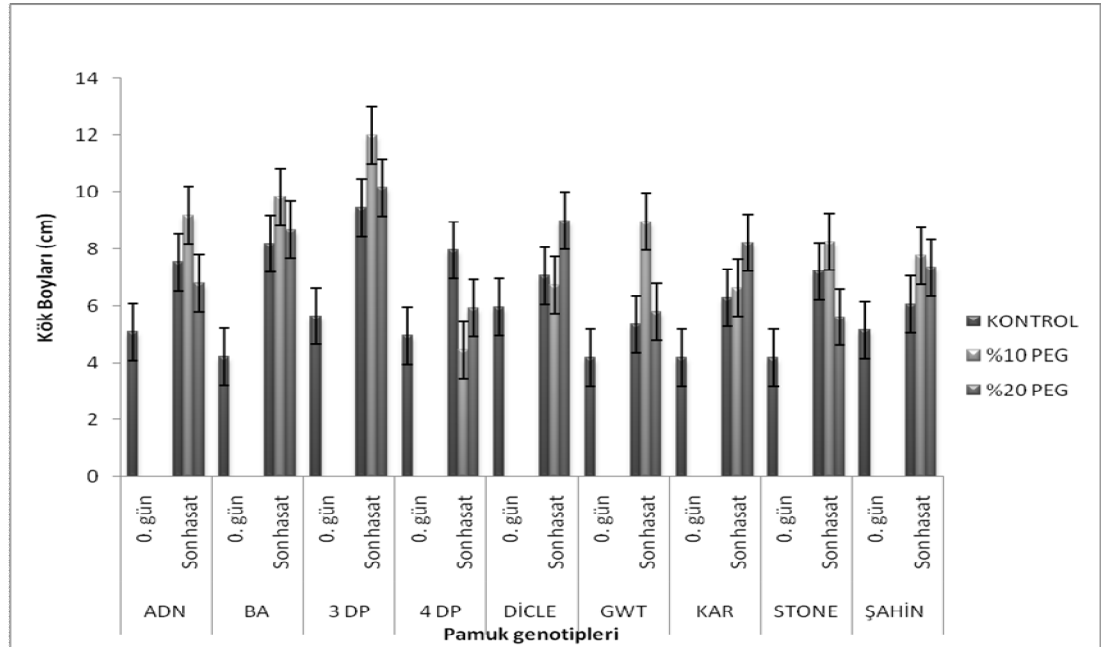
Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 11.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.9 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 14.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 27.7 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 12.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 22.5 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat

edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 14.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 21.5 oranında artma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 16.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 25.5 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 10.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 6.1 oranında artma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 22 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 5.8 oranında azalma göstermiştir.

Aşağıdaki Şekil 4.1. pamuk genotipleri arasında kök boyunun cm cinsinden değişimini göstermektedir. Çizelge 4.1. ise bu genotiplerinin Standart sapma cinsinden değişimlerini göstermektedir.



Şekil 4.1. Pamuk genotiplerinde kök boyları (cm bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.1. Pamuk genotiplerinde kök boyu değerleri (cm bitki<sup>-1</sup>) (n=10).

Genotip	Hasat	KONTROL	% 10 PEG	% 20 PEG
ADN	0. gün	5.1 ± 1.2		
	Son hasat	7.6 ± 2	9.2 ± 3.2	6.8 ± 2
BA	0. gün	4.2 ± 1.4		
	Son hasat	8.2 ± 3.8	9.8 ± 1.7	8.7 ± 1.2
3 DP	0. gün	5.6 ± 1.4		
	Son hasat	9.5 ± 2.2	12 ± 1.2	10 ± 2.8
4 DP	0. gün	5 ± 1.7		
	Son hasat	8 ± 1.6	4.5 ± 1.2	5.9 ± 2.4
DICLE	0. gün	6 ± 0.6		
	Son hasat	7.1 ± 3	6.7 ± 5.5	9 ± 4.6
GWT	0. gün	4.2 ± 1.8		
	Son hasat	5.4 ± 0.8	9 ± 5.1	5.8 ± 3.1
KAR	0. gün	4.2 ± 1		
	Son hasat	6.3 ± 0.9	6.7 ± 1.6	8.2 ± 1.3
STONE	0. gün	4.2 ± 1		
	Son hasat	7.2 ± 1	8.3 ± 1.9	5.6 ± 2.2
ŞAHİN	0. gün	5.2 ± 1.1		
	Son hasat	6.1 ± 0.6	7.8 ± 2.6	7.4 ± 0.9

#### 4.2. Kök Yaş Ağırlıkları

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 3.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 43.2 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 19.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 22.3 oranında azalma göstermiştir.

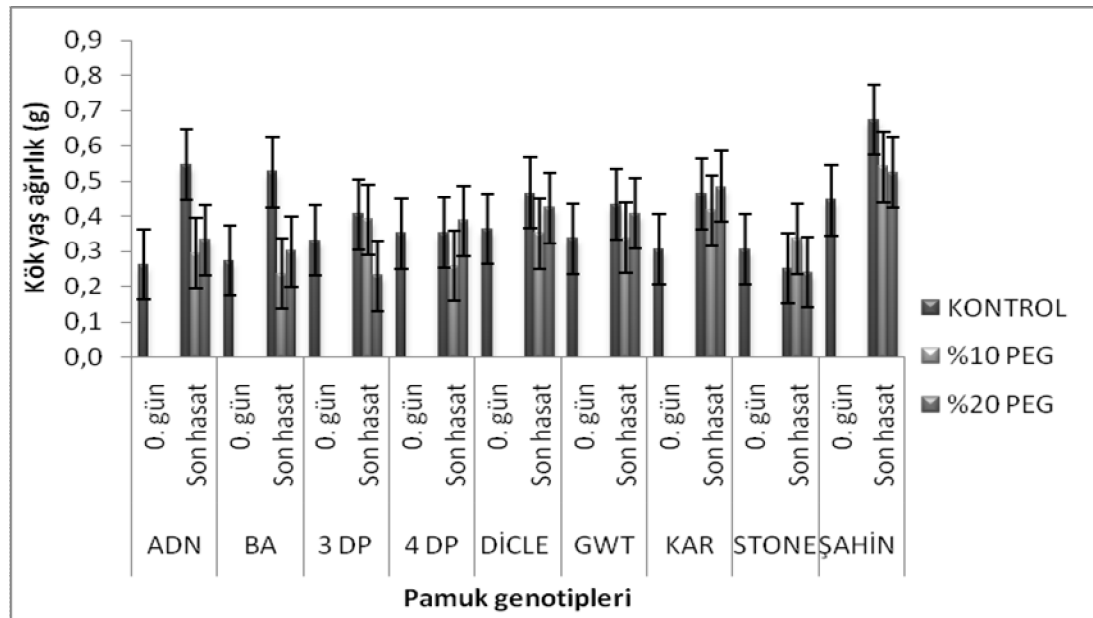
Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 46.2 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 39 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 24.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.1 oranında azalma göstermiştir.



Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 34 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 4 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 10.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 4.3 oranında artma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 27 oranında. % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.9 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 55.2 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 42.9 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 22 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 5.8 oranında azalma göstermiştir.

Aşağıdaki Şekil 4.2. pamuk genotiplerine ait kök yaş ağırlıklarını göstermektedir. Çizelge 4.2. ise pamuk genotiplerine ait kök yaş ağırlıklarının ortalama sapma değerleri göstermektedir.



Şekil 4.2. Pamuk genotiplerinde kök yaş ağırlık değerleri (gr bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.2. Pamuk genotiplerinde kök yaş ağırlık değerleri (gr bitki<sup>-1</sup>) (n=10).

Genotip	Hasat	KONTROL	% 10 PEG	% 20 PEG
ADN	0. gün	0.26±0.05		
	Son hasat	0.55±0.15	0.29±0.10	0.33±0.09
BA	0. gün	0.27±0.11		
	Son hasat	0.53±0.22	0.24±0.10	0.30±0.06
3 DP	0. gün	0.33±0.07		
	Son hasat	0.41±0.15	0.39±0.21	0.23±0.04
4 DP	0. gün	0.35±0.09		
	Son hasat	0.35±0.14	0.26±0.07	0.39±0.19
DİCLE	0. gün	0.36±0.17		
	Son hasat	0.47±0.08	0.35±0.10	0.42±0.10
GWT	0. gün	0.34±0.09		
	Son hasat	0.43±0.06	0.34±0.09	0.41±0.14
KAR	0. gün	0.31±0.06		
	Son hasat	0.46±0.18	0.42±0.05	0.48±0.13
STONE	0. gün	0.31±0.06		
	Son hasat	0.25±0.07	0.34±0.08	0.24±0.05
ŞAHİN	0. gün	0.45±0.13		
	Son hasat	0.67±0.06	0.54±0.14	0.52±0.18

### 4.3. Kök Kuru Ağırlıkları

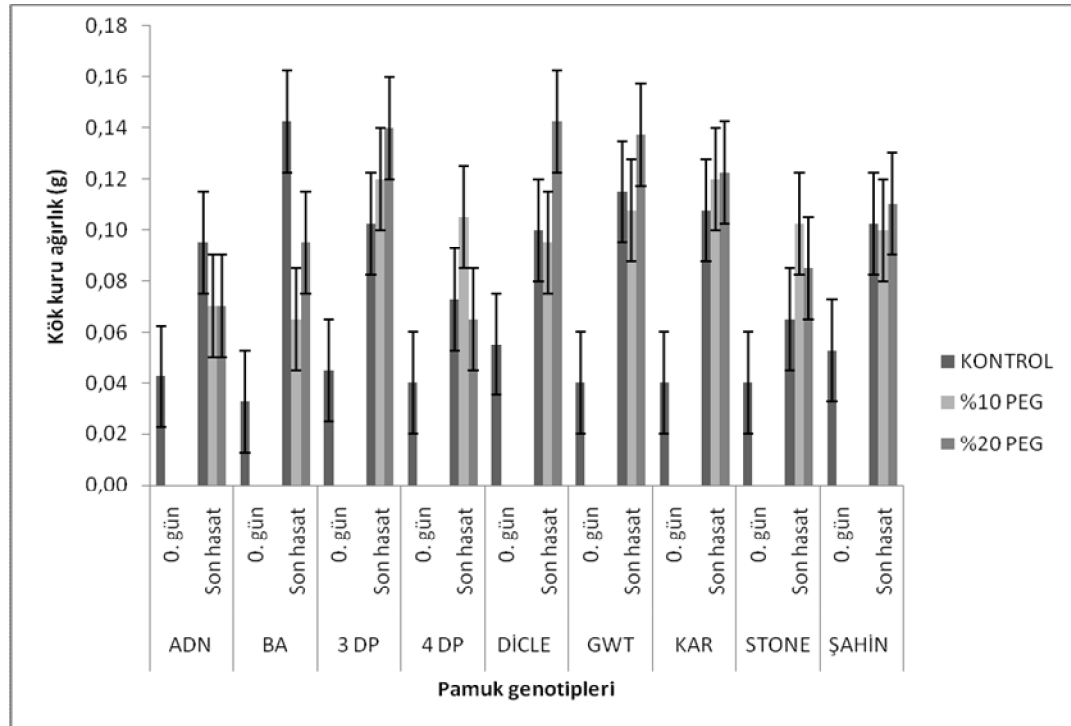
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 17.1 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 36.6 oranında artma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 2.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 7.3 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 26.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 26.6 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 42 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 57.7 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 30.8 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 10 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 12 oranında göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 44.8 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 10.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 54.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 33.3 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 6.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 19.6 oranında artış göstermiştir.

Şekil 4.3. pamuk genotiplerine ait kök kuru ağırlık değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.3.'te kök kuru ağırlık değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.



Şekil 4.3. Pamuk genotiplerin kök kuru ağırlık değerleri (g bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.3. Pamuk genotiplerinde kök kuru ağırlık değerleri (g bitki<sup>-1</sup>) (n=10).

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	0.04 ± 0.01		
	Son hasat	0.10 ± 0.04	0.07 ± 0.04	0.07 ± 0,04
BA	0. gün	0,03 ± 0.01		
	Son hasat	0.14 ± 0.06	0.07 ± 0.03	0.10 ± 0.02
3 DP	0. gün	0.05 ± 0.02		
	Son hasat	0.10 ± 0.03	0.12 ± 0.04	0.14 ± 0.05
4 DP	0. gün	0.04 ± 0.02		
	Son hasat	0.07 ± 0.03	0.11 ± 0.04	0.07 ± 0.01
DICLE	0. gün	0.06 ± 0.01		
	Son hasat	0.10 ± 0.06	0.10 ± 0.02	0.14 ± 0.06
GWT	0. gün	0.04 ± 0.01		
	Son hasat	0.12 ± 0.02	0.11 ± 0.02	0.14 ± 0.05
KAR	0. gün	0.04 ± 0.01		
	Son hasat	0.11 ± 0.05	0.12 ± 0.01	0.12 ± 0.03
STONE	0. gün	0.04 ± 0.01		
	Son hasat	0.07 ± 0.02	0.10 ± 0.03	0.09 ± 0.01
ŞAHİN	0. gün	0.05 ± 0.01		
	Son hasat	0.10 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.11 ± 0.04

#### 4.4. Gövde Boyları

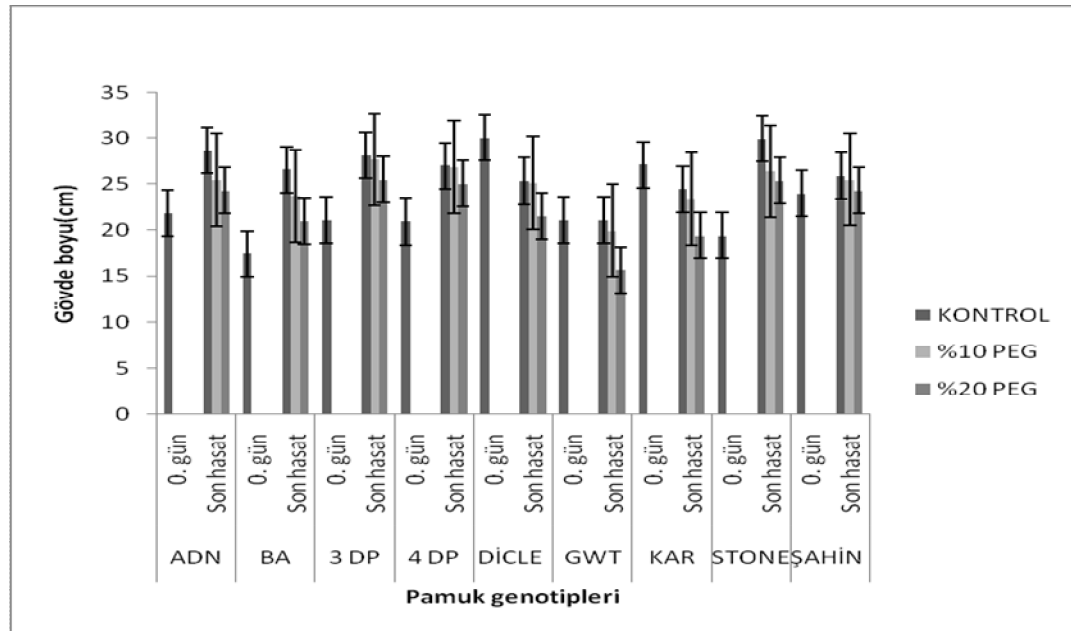
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 6.3 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 11.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 15.1 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 14.8 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 11.9 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 15.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 4.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 20.7 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 7.1 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 10.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 21 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 5.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 25.8 oranında azalma göstermiştir.

Şekil 4.4. pamuk genotiplerine ait gövde kuru ağırlık değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.4.'te gövde kuru ağırlık değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.



Şekil 4.4. Pamuk genotiplerinde gövde boyu değerleri (cm bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.4. Pamuk genotiplerinde gövde boyu değerleri (cm bitki<sup>-1</sup>)

Genotip	Hasat	KONTROL	% 10 PEG	% 20 PEG
ADN	0. gün	21.88 ±1.84		
	Son hasat	28.65 ±2.83	25.47 ± 3.29	24.33 ± 2.52
BA	0. gün	17.45 ±0.48		
	Son hasat	26.58 ±1.50	23.73 ± 4.20	21.00 ± 2.09
3 DP	0. gün	21.10 ±1.92		
	Son hasat	28.10 ±2.66	27.68 ± 4.12	25.48 ± 1.21
4 DP	0. gün	20.98 ±1.51		
	Son hasat	27.00 ±5.66	26.85 ± 2.13	25.08 ± 0.94
DİCLE	0. gün	30.03 ±3.17		
	Son hasat	25.33 ±4.14	25.18 ± 2.12	21.58 ± 1.51
GWT	0. gün	21.13 ±1.26		
	Son hasat	21.13 ±4.38	19.98 ± 1.51	15.68 ± 3.16
KAR	0. gün	27.10 ±3.09		
	Son hasat	24.45 ±3.00	23.40 ± 2.80	19.40 ± 3.56
STONE	0. gün	19.40 ±0.40		
	Son hasat	29.95 ±3.56	26.38 ± 24.73	25.37 ± 0.17
ŞAHİN	0. gün	23.95 ±0.59		
	Son hasat	25.93 ±0.33	25.50 ± 3.08	24.30 ± 0.73

#### 4.5. Gövde Yaş Ağırlıkları

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 34.5 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen

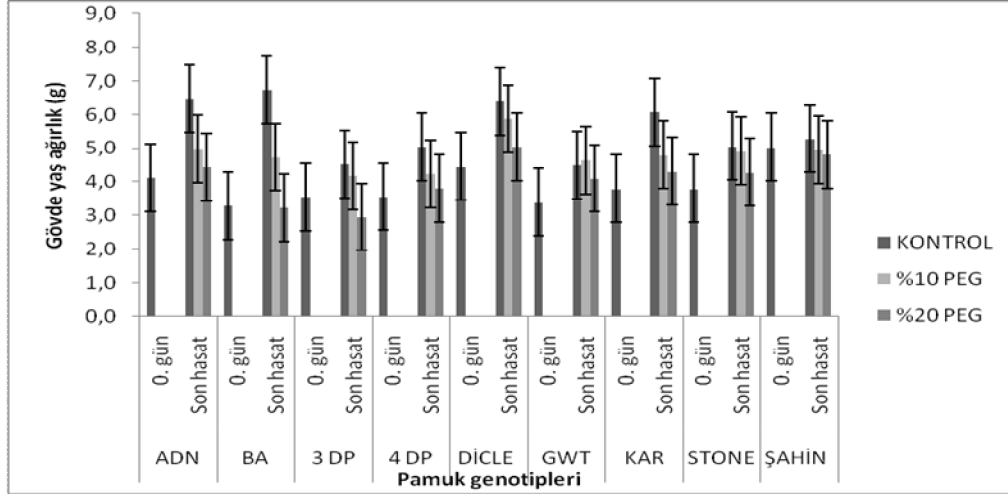
ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 8.8 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 23 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 31.5 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 8.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 21.1 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 2.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 15.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 40 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 26 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 16.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 24.7 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 29.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 53.6 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 3.34 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 8.6 oranında azalma göstermiştir.

Şekil 4.5. pamuk genotiplerine ait gövde yaş ağırlık değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.5.'te gövde yaş ağırlık değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Şekil 4.1. Pamuk genotiplerinde bitki gövde yaş ağırlık değerleri (g bitki<sup>-1</sup>)Çizelge 4.5. Pamuk genotiplerinde gövde yaş ağırlık değerleri (g bitki<sup>-1</sup>) (n=10)

Genotip	Hasat	KONTROL	% 10 PEG	% 20 PEG
ADN	0. gün	4.12 ± 1.21		
	Son hasat	6.48 ± 1.25	4.99 ± 1.06	4.99 ± 1.05
BA	0. gün	3.30 ± 0.78		
	Son hasat	6.73 ± 1.31	4.74 ± 0.64	4.74 ± 0.97
3 DP	0. gün	3.54 ± 0.44		
	Son hasat	4.52 ± 1.83	4.19 ± 1.02	4.19 ± 0.52
4 DP	0. gün	3.56 ± 0.45		
	Son hasat	5.05 ± 1.63	4.23 ± 1.25	4.23 ± 1.46
DICLE	0. gün	4.45 ± 1.00		
	Son hasat	6.39 ± 1.54	5.86 ± 1.36	5.86 ± 1.01
GWT	0. gün	3.39 ± 0.28		
	Son hasat	4.49 ± 0.83	4.64 ± 1.55	4.64 ± 0.98
KAR	0. gün	3.80 ± 0.84		
	Son hasat	6.06 ± 1.59	4.80 ± 0.79	4.80 ± 1.00
STONE	0. gün	3.80 ± 0.84		
	Son hasat	5.06 ± 0.71	4.92 ± 0.50	4.92 ± 0.85
ŞAHİN	0. gün	5.03 ± 1.15		
	Son hasat	5.28 ± 1.62	4.96 ± 0.93	4.96 ± 0.36



#### 4.6. Gövde Kuru Ağırlıkları

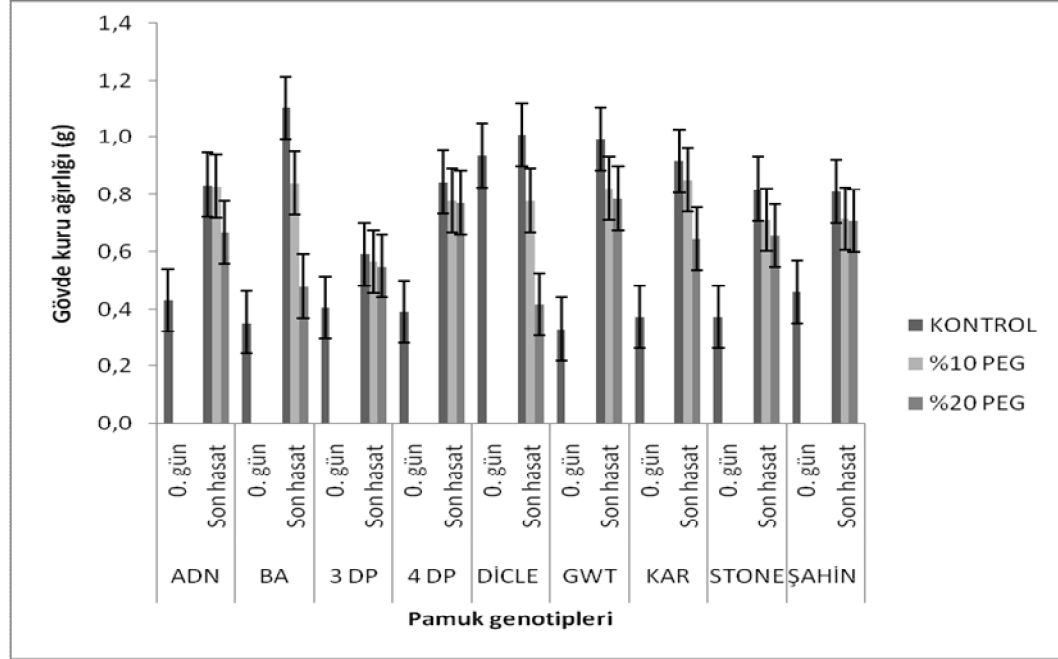
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 4.2 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 7.2 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen şAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 11.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 12.4 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 20.1 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 22.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 58.8 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVİLLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 13.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 19.8 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 29.7 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 8.6 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 23.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 56.5 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 17.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 20.7 oranında azalma göstermiştir.

şekil 4.6. pamuk genotiplerine ait gövde kuru ağırlık değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.6. ise gövde kuru ağırlık değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Şekil 4.6. Pamuk genotiplerinde gövde kuru ağırlıkları (g bitki<sup>-1</sup>)Çizelge 4.6. Pamuk genotiplerinde gövde kuru ağırlık değerleri (g bitki<sup>-1</sup>). (n:10)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	0,43 ± 0,13		
	Son hasat	0,84 ± 0,49	0,83 ± 0,24	0,67 ± 0,15
BA	0. gün	0,35 ± 0,07		
	Son hasat	1,10 ± 0,24	0,84 ± 0,17	0,48 ± 0,09
3 DP	0. gün	0,41 ± 0,06		
	Son hasat	0,59 ± 0,16	0,57 ± 0,27	0,55 ± 0,12
4 DP	0. gün	0,39 ± 0,08		
	Son hasat	0,85 ± 0,20	0,78 ± 0,30	0,77 ± 0,28
DİCLE	0. gün	0,94 ± 0,23		
	Son hasat	1,01 ± 0,30	0,78 ± 0,08	0,42 ± 0,08
GWT	0. gün	0,33 ± 0,05		
	Son hasat	0,99 ± 0,28	0,82 ± 0,21	0,79 ± 0,25
KAR	0. gün	0,37 ± 0,08		
	Son hasat	0,92 ± 0,26	0,85 ± 0,20	0,65 ± 0,20
STONE	0. gün	0,37 ± 0,08		
	Son hasat	0,82 ± 0,21	0,71 ± 0,16	0,66 ± 0,07
ŞAHİN	0. gün	0,46 ± 0,03		
	Son hasat	0,81 ± 0,14	0,72 ± 0,16	0,71 ± 0,18

#### 4.7. Yaprak Dokularında Bağıl Su İçerikleri

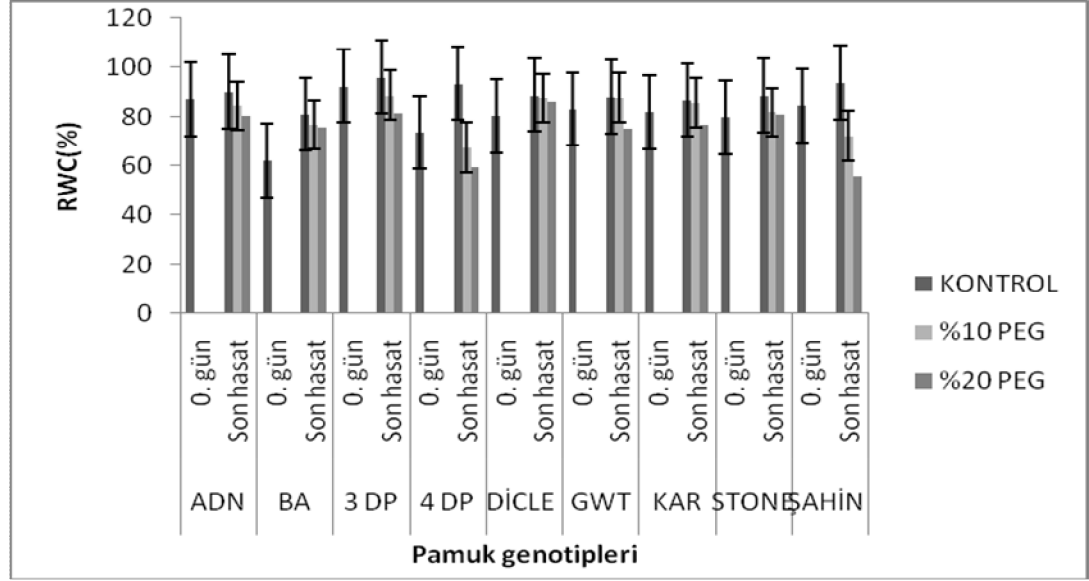
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 15.4 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 23.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 40.4 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 6.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 11 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 3.4 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 11.7 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 27.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 36.5 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 5.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 6.4 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 14.8 oranında azalma göstermiştir.

Şekil 4.7. pamuk genotiplerine ait yaprak bağıl su içerik değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.7. ise yaprak bağıl su içerik değişimlerini standart sapma değerleri verilmiştir.

Şekil 4.7. Pamuk genotiplerinde yapraklarda bağlı su içeriği (% bitki<sup>-1</sup>)Çizelge 4.7. Pamuk genotiplerinde yaprakta bağlı su içeriği (% bitki<sup>-1</sup>)(n=4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	87 ± 6		
	Son hasat	90 ± 8	85 ± 6	80 ± 6
BA	0. gün	62 ± 14		
	Son hasat	81 ± 6	76 ± 3	76 ± 3
3 DP	0. gün	93 ± 2		
	Son hasat	96 ± 6	89 ± 28	81 ± 5
4 DP	0. gün	74 ± 5		
	Son hasat	93 ± 1	68 ± 3	59 ± 4
DICLE	0. gün	80 ± 2		
	Son hasat	89 ± 6	88 ± 1	86 ± 1
GWT	0. gün	83 ± 1		
	Son hasat	88 ± 2	88 ± 2	75 ± 5
KAR	0. gün	82 ± 3		
	Son hasat	87 ± 9	86 ± 5	77 ± 2
STONE	0. gün	80 ± 5		
	Son hasat	89 ± 3	82 ± 9	81 ± 2
ŞAHİN	0. gün	84 ± 6		
	Son hasat	94 ± 1	72 ± 4	56 ± 25

#### 4.8. Yaprak Dokularında Total Klorofil İçeriği

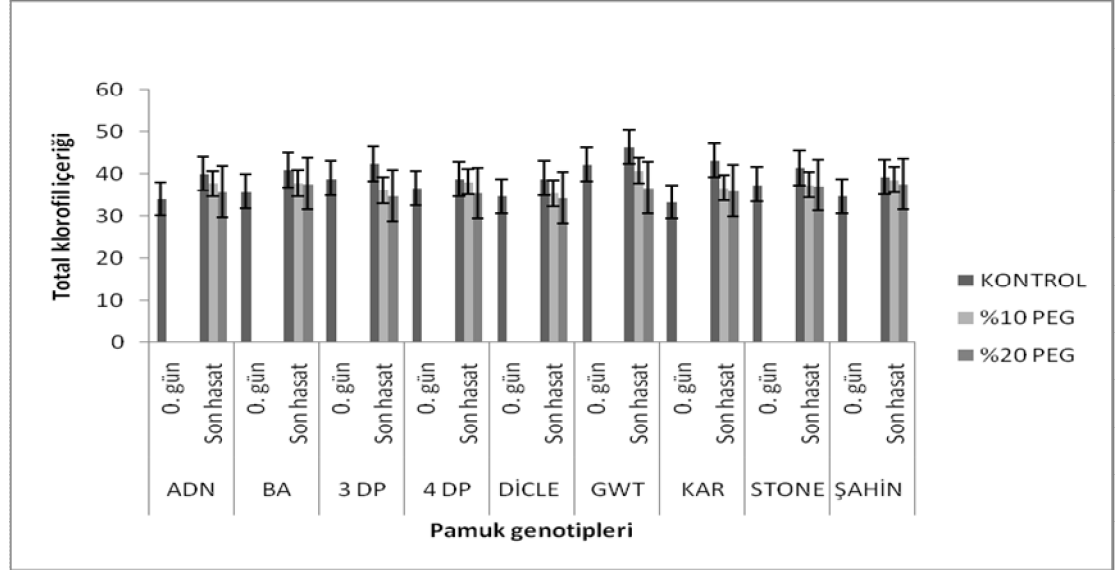
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 14.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 17.6 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 4.2 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 5.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 10.7 azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 9 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 11.6 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 9.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.9 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 15 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 16.5 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 8.5 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 8.1 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 11.9 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 20.8 oranında azalma göstermiştir.

Şekil 4.8. pamuk genotiplerine ait yaprak total klorofil içerik değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.8. ise yaprak total klorofil içerik değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Şekil 4.8. Pamuk genotiplerinde total klorofil içeriği (bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 4.8. Pamuk genotiplerinde yaprakta total klorofil index değerleri (n=4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	34,05 ± 2,66		
	Son hasat	40,00 ± 3,38	37,75 ± 4,75	35,73 ± 3,46
BA	0. gün	35,83 ± 2,20		
	Son hasat	40,93 ± 2,19	37,78 ± 4,55	37,63 ± 2,87
3 DP	0. gün	38,93 ± 2,31		
	Son hasat	42,30 ± 2,99	36,10 ± 2,20	34,85 ± 2,36
4 DP	0. gün	36,60 ± 8,05		
	Son hasat	38,73 ± 5,65	38,13 ± 3,87	35,45 ± 3,05
DICLE	0. gün	34,65 ± 1,59		
	Son hasat	38,90 ± 3,84	35,40 ± 1,70	34,38 ± 2,87
GWT	0. gün	42,20 ± 2,70		
	Son hasat	46,30 ± 6,26	40,78 ± 2,62	36,68 ± 4,30
KAR	0. gün	33,40 ± 2,41		
	Son hasat	43,15 ± 3,47	36,68 ± 3,22	36,03 ± 0,67
STONE	0. gün	37,50 ± 3,16		
	Son hasat	41,33 ± 5,62	37,50 ± 3,65	37,25 ± 5,61
ŞAHİN	0. gün	34,75 ± 3,26		
	Son hasat	39,20 ± 2,35	38,55 ± 1,66	37,58 ± 2,77

#### 4.9. Yaprak Dokularında Fotosentetik Verim

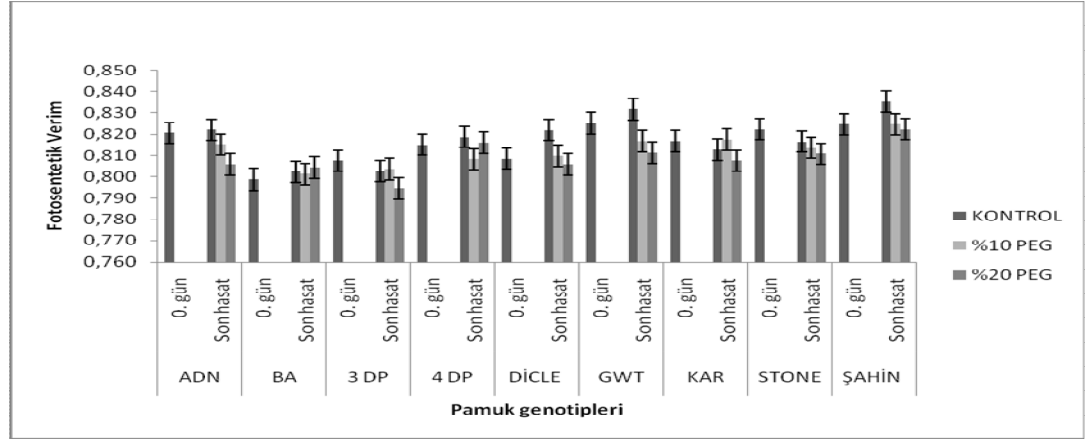
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.1 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 1 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 1.6 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.9 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 2 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 2 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 0.7 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % .6 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 0.7 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 0.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 0.3 oranında artış göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 2.5 oranında azalma göstermiştir.

Şekil 4.9. pamuk genotiplerine ait yaprak fotosentetik verim değerleri değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.9. ise yaprak fotosentetik verim değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Şekil 4.9. Pamuk genotiplerinde fotosentetik verim (bitki<sup>-1</sup>)

Çizelge 1.9. Pamuk genotiplerinde yaprakta fotosentetik verim değerleri

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	34.05 ± 2.66		
	Son hasat	40.00 ± 3.38	37.75 ± 4.75	35.73 ± 3.46
BA	0. gün	35.83 ± 2.20		
	Son hasat	40.93 ± 2.19	37.78 ± 4.55	37.63 ± 2.87
3 DP	0. gün	38.93 ± 2.31		
	Son hasat	42.30 ± 2.99	36.10 ± 2.20	34.85 ± 2.36
4 DP	0. gün	36.60 ± 8.05		
	Son hasat	38.73 ± 5.65	38.13 ± 3.87	35.45 ± 3.05
DİCLE	0. gün	34.65 ± 1.59		
	Son hasat	38.90 ± 3.84	35.40 ± 1.70	34.38 ± 2.87
GWT	0. gün	42.20 ± 2.70		
	Son hasat	46.30 ± 6.26	40.78 ± 2.62	36.68 ± 4.30
KAR	0. gün	33.40 ± 2.41		
	Son hasat	43.15 ± 3.47	36.68 ± 3.22	36.03 ± 0.67
STONE	0. gün	37.50 ± 3.16		
	Son hasat	41.33 ± 5.62	37.50 ± 3.65	37.25 ± 5.61
ŞAHİN	0. gün	34.75 ± 3.26		
	Son hasat	39.20 ± 2.35	38.55 ± 1.66	37.58 ± 2.77



#### 4.10. Yaprak Dokularındaki İyon Sızıntısının Belirlenmesi

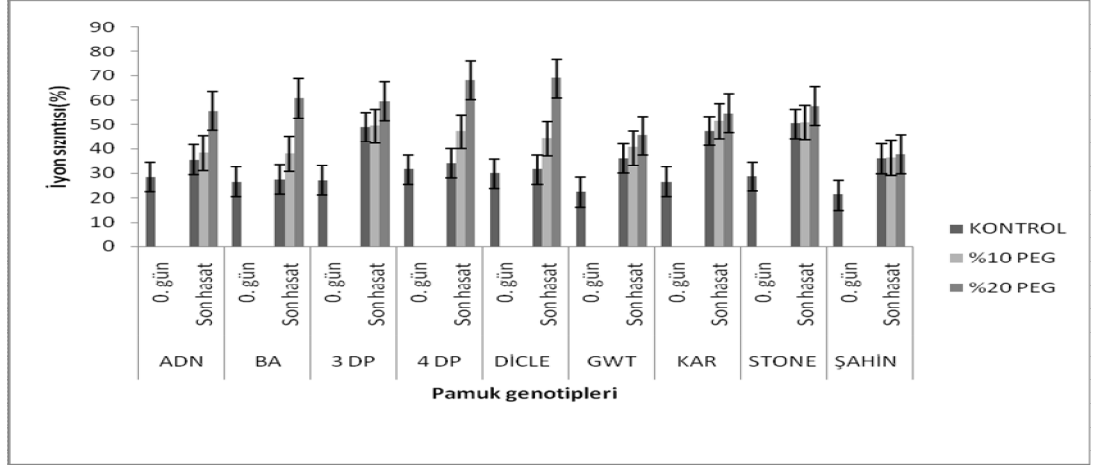
Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 21 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1 oranında artış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 5 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 7 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 56 oranında artma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 40 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 118 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 13'lük azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 14'lük azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 6'lik azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 15'lik azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 14 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 37 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 120 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 12 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 26 oranında artış göstermiştir.

Şekil 4.10. pamuk genotiplerine ait yaprakta iyon sızıntısı değişimlerini göstermektedir. Çizelge 4.10. ise yaprak iyon sızıntısı değerlerinin standart sapmaları verilmiştir.

Şekil 4.10. Pamuk genotiplerinde iyon sızıntısı ( % bitki<sup>-1</sup> )Çizelge 4.10. Pamuk genotiplerinde yaprakta iyon sızıntısı değerleri (% bitki<sup>-1</sup> ) (n=4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	29 ± 4		
	Son hasat	36 ± 7	38 ± 4	56 ± 9
BA	0. gün	27 ± 1		
	Son hasat	28 ± 7	38 ± 4	61 ± 7
3 DP	0. gün	27 ± 8		
	Son hasat	49 ± 6	49 ± 10	59 ± 3
4 DP	0. gün	32 ± 5		
	Son hasat	34 ± 8	47 ± 10	68 ± 7
DICLE	0. gün	30 ± 6		
	Son hasat	32 ± 4	44 ± 3	69 ± 4
GWT	0. gün	22 ± 7		
	Son hasat	36 ± 4	40 ± 2	46 ± 3
KAR	0. gün	27 ± 8		
	Son hasat	47 ± 12	51 ± 20	55 ± 5
STONE	0. gün	29 ± 9		
	Son hasat	50 ± 2	51 ± 4	57 ± 12
ŞAHİN	0. gün	21 ± 6		
	Son hasat	36 ± 2	36 ± 2	38 ± 4

#### 4.11. Yaprak Dokularında Besin Element Analizleri

Yaprak dokularında besin elementlerinin yüzde değişimi ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Elementlerin standart sapma değerleri ile genotipler arası element değişimleri aynı başlık altında incelenmiştir.

##### 4.11.1. Yaprak dokularındaki kalsiyum (Ca) elementinin belirlenmesi

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 35.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 37.7 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 18.4 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 43.8 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 13.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 27.8 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 39 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 47.8 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 39.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 38.6 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin %10'luk grup kontrol grubuna göre % 64.2 oranında azalma % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 68.5 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 29 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 48.9 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 35.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 47.5 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna

göre % 32.2 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 48.6 oranında azalma göstermiştir.

#### 4.11.2. Yaprak dokularında potasyum (K) elementinin belirlenmesi

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 12.3 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 35 oranında artma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 4.4 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 5.1 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 0.8 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 26.4 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 12.9 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 17.1 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 3.3 oranında artış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 4.9 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 1.8 oranında artış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 49 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 4.6 oranında artış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.9 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 4.1 oranında artış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 16.6 oranında artış göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 28.2 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 28.8 oranında azalma göstermiştir.

#### 4.11.3. Yaprak dokularında magnezyum (Mg) elementinin belirlenmesi

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 54.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 57.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 33.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 50.2 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 35.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 55.2 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 42.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 54.6 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 46.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 56.8 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 73.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 73.9 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 38.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 57.5 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 43.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 47.7 oranında azalma göstermiştir. Son hasat gününün son genotipi olan hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 54.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 67.8 oranında azalma göstermiştir.

#### 4.11.4. Yaprak dokularında fosfor (P) elementinin belirlenmesi

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 25.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 54.2 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 29.3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 35.4 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 30.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 54 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen Dicle 2002 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 54.4 azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 58.3 oranında azalma göstermiştir.

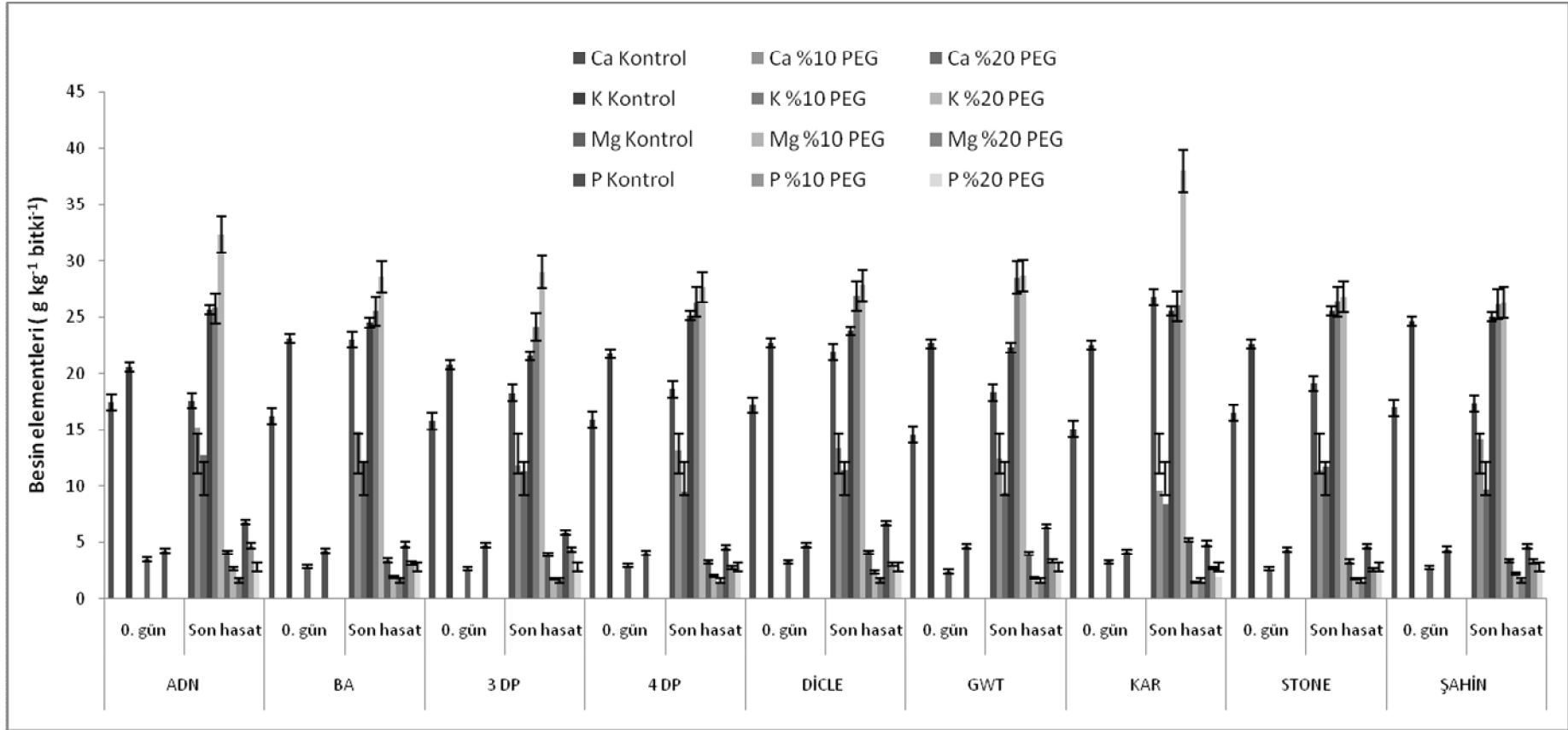
Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 44.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 33.3 azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen KARTANESİ genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 44.8 oranında azalma % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 60 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on altıncı gününde hasat edilen DP 499 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 39.2 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 40 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen BA 119 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 34.7 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 35 oranında azalma göstermiştir. Stres uygulamasının on yedinci gününde hasat edilen GWTEKS genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 47.6 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 61.7 oranında azalma göstermiştir.

Aşağıda Çizelge 4.11'de besin elementlerinin standart sapmaları, Şekil 4.11'de ise genotipler arası besin element değişimi verilmiştir.

Çizelge 4.11. Pamuk genotiplerinde besin elementlerinin  $\pm$  Standart sapma değerleri ( $\text{g kg}^{-1}$ )

Genotip	Hasat	Kalsiyum			Potasyum			Magnezyum			Fosfor		
		Kontrol	%10 PEG	%20 PEG	Kontrol	%10 PEG	%20 PEG	Kontrol	%10 PEG	%20 PEG	Kontrol	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	17.4 $\pm$ 2.5			20.6 $\pm$ 3.2			3.5 $\pm$ 3.7			4.2 $\pm$ 0.2		
	Son hasat	17.6 $\pm$ 0.3	15.2 $\pm$ 1.8	12.7 $\pm$ 1.4	25.6 $\pm$ 2.7	25.8 $\pm$ 2.3	32.3 $\pm$ 2.3	4.1 $\pm$ 3.4	2.7 $\pm$ 3.0	1.9 $\pm$ 1.9	6.8 $\pm$ 0.6	4.7 $\pm$ 0.1	3.1 $\pm$ 0.1
BA	0. gün	16.2 $\pm$ 0.9			23.1 $\pm$ 2.4			2.8 $\pm$ 2.3			4.3 $\pm$ 0.1		
	Son hasat	23.0 $\pm$ 2.1	14.8 $\pm$ 3.9	12.1 $\pm$ 2.3	24.5 $\pm$ 2.9	25.5 $\pm$ 4.1	28.6 $\pm$ 1.1	3.4 $\pm$ 3.4	1.9 $\pm$ 1.4	1.8 $\pm$ 1.2	4.8 $\pm$ 0.1	3.1 $\pm$ 0.2	3.1 $\pm$ 0.5
3 DP	0. gün	15.8 $\pm$ 10.6			20.8 $\pm$ 14.4			2.7 $\pm$ 3.5			4.7 $\pm$ 0.4		
	Son hasat	18.3 $\pm$ 1.9	11.8 $\pm$ 1.4	11.4 $\pm$ 3.1	21.5 $\pm$ 6.7	24.2 $\pm$ 0.8	29.0 $\pm$ 3.0	3.9 $\pm$ 4.1	1.8 $\pm$ 2.3	1.7 $\pm$ 1.7	5.8 $\pm$ 0.4	4.3 $\pm$ 0.1	2.7 $\pm$ 0.3
4 DP	0. gün	15.9 $\pm$ 1.2			21.7 $\pm$ 3.9			2.9 $\pm$ 2.5			4.1 $\pm$ 0.1		
	Son hasat	18.6 $\pm$ 4.3	13.2 $\pm$ 5.5	9.5 $\pm$ 3.4	25.2 $\pm$ 1.0	26.3 $\pm$ 8.7	27.7 $\pm$ 6.3	3.3 $\pm$ 3.9	2.0 $\pm$ 1.6	1.4 $\pm$ 1.7	4.6 $\pm$ 0.2	2.8 $\pm$ 0.3	2.7 $\pm$ 0.1
DİCLE	0. gün	17.2 $\pm$ 0.8			22.7 $\pm$ 1.9			3.3 $\pm$ 3.9			4.7 $\pm$ 0.1		
	Son hasat	21.9 $\pm$ 1.2	13.4 $\pm$ 4.3	11.4 $\pm$ 1.5	23.8 $\pm$ 1.9	26.8 $\pm$ 2.5	27.8 $\pm$ 4.3	4.1 $\pm$ 4.1	2.4 $\pm$ 1.6	1.9 $\pm$ 1.9	6.7 $\pm$ 0.2	3.0 $\pm$ 0.5	2.8 $\pm$ 0.2
GWT	0. gün	14.6 $\pm$ 1.5			22.6 $\pm$ 0.5			2.4 $\pm$ 2.5			4.6 $\pm$ 0.1		
	Son hasat	18.3 $\pm$ 1.4	12.4 $\pm$ 2.6	9.4 $\pm$ 1.3	22.3 $\pm$ 2.3	28.5 $\pm$ 2.8	28.7 $\pm$ 3.0	4.0 $\pm$ 3.9	1.8 $\pm$ 1.9	1.3 $\pm$ 1.4	6.4 $\pm$ 0.3	3.3 $\pm$ 0.2	2.4 $\pm$ 0.6
KAR	0. gün	15.1 $\pm$ 2.8			22.5 $\pm$ 4.1			3.3 $\pm$ 3.2			4.2 $\pm$ 0.2		
	Son hasat	26.8 $\pm$ 16.4	9.6 $\pm$ 2.5	8.4 $\pm$ 1.6	25.5 $\pm$ 4.6	26.0 $\pm$ 1.6	38.0 $\pm$ 18.2	5.2 $\pm$ 3.5	1.4 $\pm$ 1.2	1.3 $\pm$ 1.5	4.9 $\pm$ 0.3	2.7 $\pm$ 0.4	2.0 $\pm$ 0.3
STONE	0. gün	16.5 $\pm$ 1.0			22.6 $\pm$ 0.9			2.7 $\pm$ 2.3			4.3 $\pm$ 0.1		
	Son hasat	19.1 $\pm$ 2.6	11.5 $\pm$ 0.5	11.7 $\pm$ 2.2	25.5 $\pm$ 1.6	26.4 $\pm$ 4.0	26.8 $\pm$ 4.2	3.3 $\pm$ 3.1	1.8 $\pm$ 1.6	1.4 $\pm$ 1.7	4.6 $\pm$ 0.1	2.6 $\pm$ 0.4	3.1 $\pm$ 0.1
ŞAHİN	0. gün	16.9 $\pm$ 1.4			24.6 $\pm$ 1.2			2.7 $\pm$ 2.2			4.4 $\pm$ 0.2		
	Son hasat	17.3 $\pm$ 2.1	14.1 $\pm$ 8.7	9.7 $\pm$ 0.7	25.0 $\pm$ 3.0	26.1 $\pm$ 7.1	26.3 $\pm$ 2.7	3.4 $\pm$ 3.5	2.2 $\pm$ 1.6	1.7 $\pm$ 0.9	4.7 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 1.7	3.0 $\pm$ 0.3



Şekil 4.11. Pamuk genotiplerinde besin elementlerini değerleri (g kg<sup>-1</sup>)



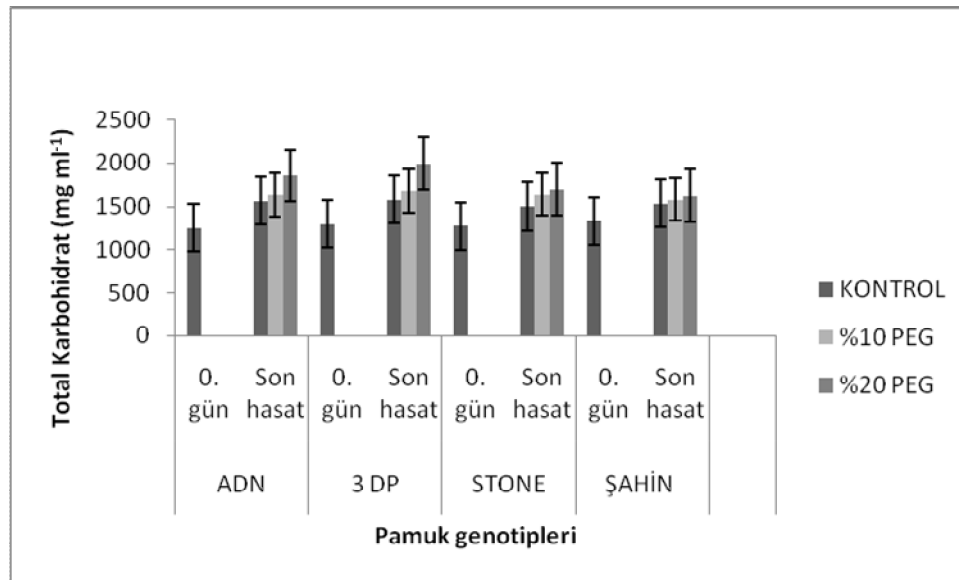
#### 4.12. Yapraklarda Total Karbonhidrat Miktarı

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 9.5 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 13.4 oranında artma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 3 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 5.9 oranında artma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 4.9 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 18.8 oranında artma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 9.5 oranında artış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 13.4 oranında artış göstermiştir.

Aşağıda Şekil 4.12.'de pamuk genotiplerinin total karbonhidrat değişimleri, Çizelge 4.12.'de pamuk genotiplerinin total karbonhidrat standart sapma değerleri verilmiştir.



Şekil 4.12. Pamuk genotiplerinde total karbonhidrat değerleri ( $\text{mg ml}^{-1}$  bitki $^{-1}$ )

Çizelge 4.12. Yaprakta total karbonhidrat değerleri (mg ml<sup>-1</sup> bitki<sup>-1</sup>) (n=4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	1250 ± 324.1		
	Son hasat	1562.5 ± 144.5	1638.7 ± 138.2	1855.9 ± 18.5
3 DP	0. gün	1300.0 ± 131.9		
	Son hasat	1582.9 ± 62.8	1679.7 ± 169.7	2000.4 ± 212.4
STONE	0. gün	1274.7 ± 62.1		
	Son hasat	1500.1 ± 146.7	1642.3 ± 106.9	1700.6 ± 71.8
ŞAHİN	0. gün	1334.2 ± 162.5		
	Son hasat	1534.5 ± 99.5	1580.9 ± 148.3	1624.7 ± 86.1

#### 4.13. Yapraklarda Total Fenol Miktarı

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi %10'luk grup kontrol grubuna göre % 98.1 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 132.7 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 57.6 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 91.3 oranında artış göstermiştir.

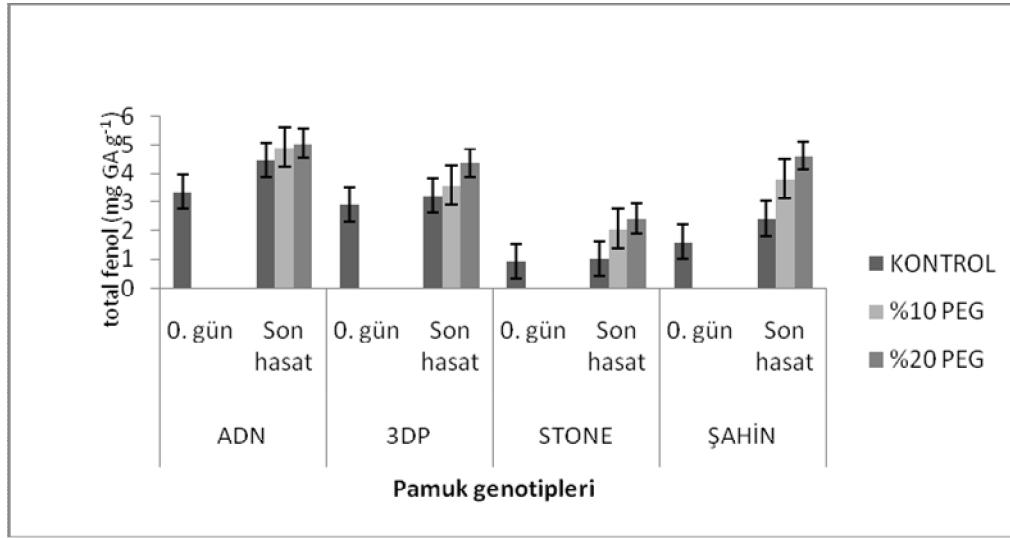
Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi %10'luk grup kontrol grubuna göre % 9.8 oranında artmış. % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 12.9 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVİLLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 98.1 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 132.7 oranında artış göstermiştir.

Aşağıda Şekil 4.13.'te pamuk genotiplerinin total fenol değişimleri, Çizelge 4.13.'te pamuk genotiplerinde total fenol değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.13. Yaprakta total fenol değerleri (mg GA g<sup>-1</sup>) (n:4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	3.35 ± 0.85		
	Son hasat	4.48 ± 1.31	4.92 ± 0.8	5.06 ± 0.93
3 DP	0. gün	2.9 ± 0.6		
	Son hasat	3.23 ± 0.22	3.58 ± 0.9	4.38 ± 0.29
STONE	0. gün	0.96 ± 0.37		
	Son hasat	1.04 ± 0.7	2.06 ± 0.2	2.42 ± 0.58
ŞAHİN	0. gün	1.63 ± 0.62		

Şekil 4.13. Pamuk genotiplerinde total fenolik değerleri (mg GA g<sup>-1</sup>)

#### 4.14. Yaprak Dokularında Total Protein İçeriği

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 2.4 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 9.3 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 10.8 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 20.1 oranında azalma göstermiştir.

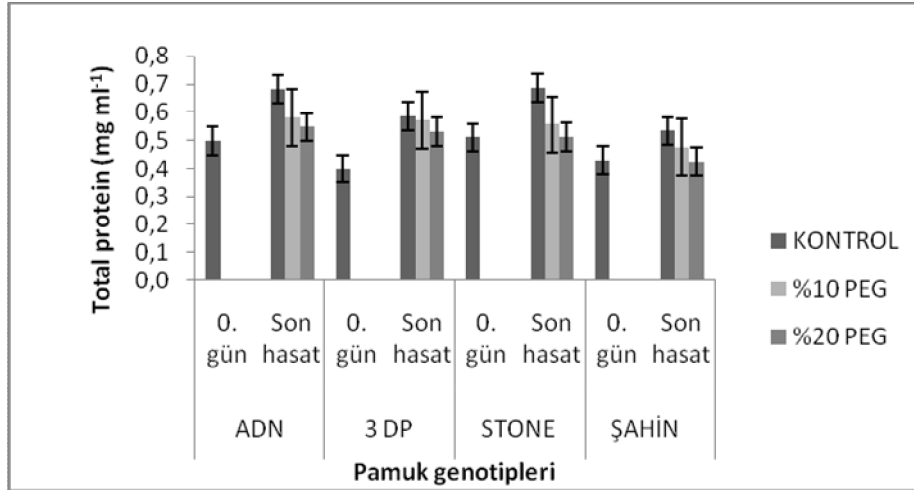
Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 14.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 19.6 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 18.9 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 25.2 oranında azalma göstermiştir.

Aşağıda Şekil 4.14.'te pamuk genotiplerinin total çözümlü protein değişimleri, Çizelge 4.14.'te pamuk genotiplerinde total çözümlü protein değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.14. Yaprakta total çözümlü protein değerleri ( $\text{mg ml}^{-1}$  bitki $^{-1}$ ) (n:4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	0.50 ± 0.19		
	Son hasat	0.68 ± 0.22	0.58 ± 0.11	0.55 ± 0.29
3 DP	0. gün	0.40 ± 0.15		
	Son hasat	0.58 ± 0.11	0.57 ± 0.28	0.53 ± 0.22
STONE	0. gün	0.51 ± 0.19		
	Son hasat	0.69 ± 0.20	0.56 ± 0.10	0.51 ± 0.10
ŞAHİN	0. gün	0.43 ± 0.25		
	Son hasat	0.53 ± 0.14	0.48 ± 0.25	0.43 ± 0.20



Şekil 1. Pamuk genotiplerinde total çözümlü protein içerikleri ( $\text{mg ml}^{-1}$  bitki $^{-1}$ )

#### 4.15. Yaprak Dokularında Malondialdehit (MDA) Miktarı

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 10.1 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 15.8 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 11.6 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 28.9 oranında artış göstermiştir.

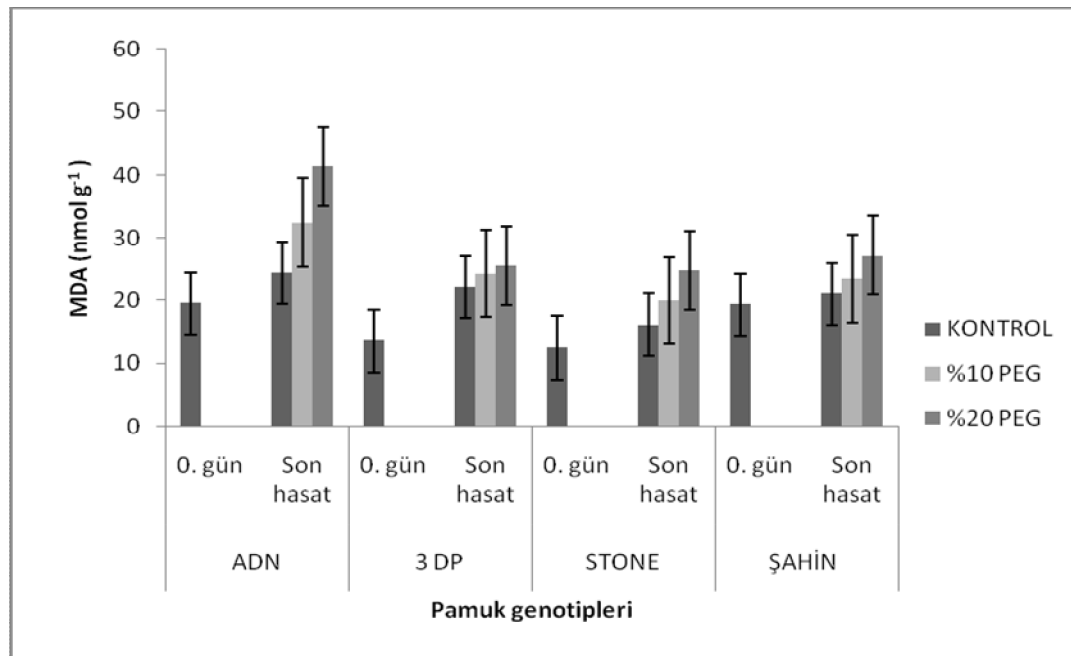
Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 32.6 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 68.9 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVİLLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 24.5 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 54 oranında artış göstermiştir.

Aşağıda Şekil 4.15.'te pamuk genotiplerinin malondialdehit (MDA) değişimleri, Çizelge 4.15.'te pamuk genotiplerinde malondialdehit (MDA) değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.15. Pamuk genotiplerinde yaprakta MDA değerleri ( $\text{nmol g}^{-1}$  bitki $^{-1}$ ) (n:4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	19.54 $\pm$ 3.51		
	Son hasat	24.46 $\pm$ 6.48	32.44 $\pm$ 8.04	41.32 $\pm$ 9.99
3 DP	0. gün	13.45 $\pm$ 2,07		
	Son hasat	22.10 $\pm$ 2,92	24.33 $\pm$ 6.27	25.59 $\pm$ 5.40
STONE	0. gün	12.46 $\pm$ 2.14		
	Son hasat	16.06 $\pm$ 2.50	20,00 $\pm$ 3,63	24,74 $\pm$ 4,58
ŞAHİN	0. gün	19.31 $\pm$ 8.17		
	Son hasat	21.05 $\pm$ 3.91	23.50 $\pm$ 5.58	27.13 $\pm$ 6.43

Şekil 4.15. Pamuk genotiplerinde MDA içerikleri ( $\text{nmol g}^{-1}$  bitki $^{-1}$ )

#### 4.16. Glutasyon Redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) Aktivitesi

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi %10'luk grup kontrol grubuna göre % 7 oranında artmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 1.2 oranında artış göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin %10'luk grup kontrol grubuna göre % 10.1 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 14.3 oranında azalma göstermiştir.

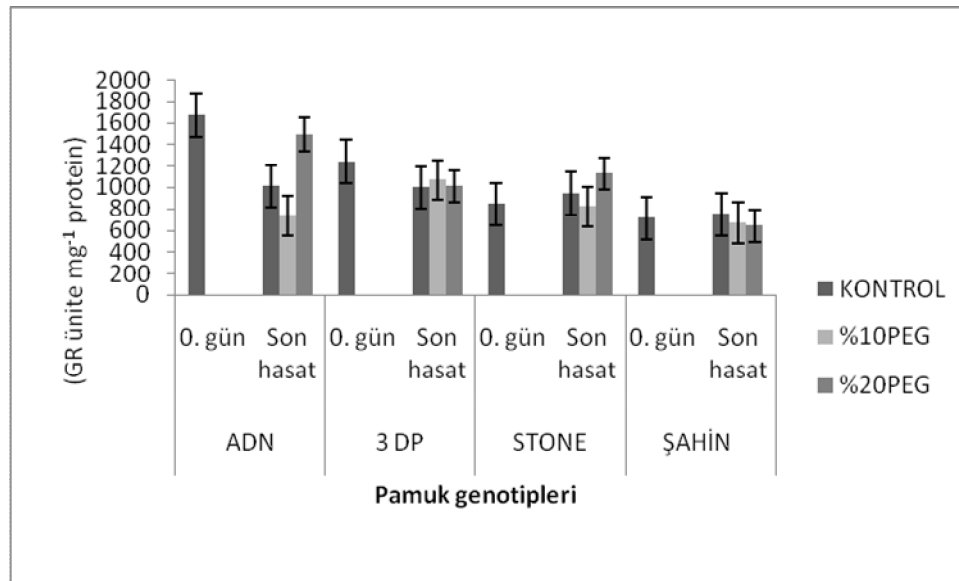
Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 27.1 oranında azalmış, %20'lik grup kontrol grubuna göre % 47.8 oranında artış göstermiştir.

Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi % 10'luk grup kontrol grubuna göre % 13.5 oranında azalmış, % 20'lik grup kontrol grubuna göre % 19.6 oranında artış göstermiştir.

Aşağıda Şekil 4.16.'da pamuk genotiplerinin glutatyon redüktaz (GR) değişimleri, Çizelge 4.16.'da pamuk genotiplerinde glutatyon redüktaz (GR) değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.16. Pamuk genotiplerinde GR (GR; EC 1.6.4.2) aktivitesi (ünite  $\text{mg}^{-1}$  protein) (n=4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	1668 $\pm$ 393		
	Son hasat	1010 $\pm$ 89	736 $\pm$ 113	1493 $\pm$ 57
3 DP	0. gün	1240 $\pm$ 257		
	Son hasat	1000 $\pm$ 180	1070 $\pm$ 173	1012 $\pm$ 237
STONE	0. gün	842 $\pm$ 201		
	Son hasat	946 $\pm$ 258	818 $\pm$ 96	1133 $\pm$ 92
ŞAHİN	0. gün	713 $\pm$ 124		
	Son hasat	746 $\pm$ 225	671 $\pm$ 110	639 $\pm$ 226



Şekil 2. Pamuk genotiplerinde GR (GR; EC 1.6.4.2) aktivitesi (ünite  $\text{mg}^{-1}$  protein)

#### 4.17. Katalaz Aktivitesi (E.C. 1.11.1.6)

Stres uygulamasının on üçüncü gününde hasat edilen DP 396 genotipi %10'luk grup kontrol grubuna göre % 18.1 oranında artmış, %20'lik grup kontrol grubuna göre % 38.8 oranında azalma göstermiştir. Yine aynı gün hasat edilen ŞAHİN 2000 genotipinin %10'luk grup kontrol grubuna göre değişme göstermezken, %20'lik grup kontrol grubuna göre % 37.7 oranında azalma göstermiştir.

Stres uygulamasının on dördüncü gününde hasat edilen ADN P 01 genotipi %10'luk grup kontrol grubuna göre % 44.6 oranında artma, %20'lik grup kontrol grubuna göre % 33.9 oranında artış göstermiştir.

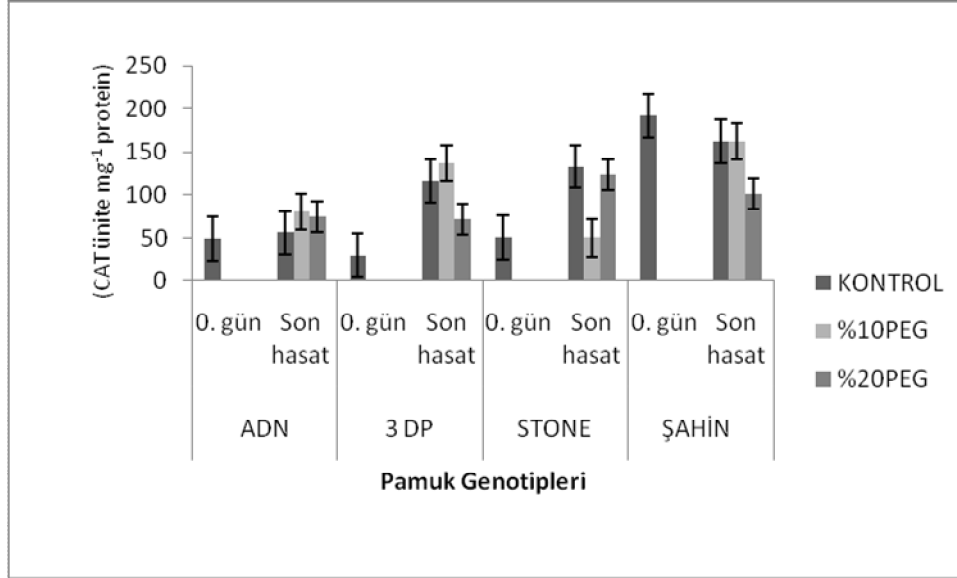
Stres uygulamasının on beşinci gününde hasat edilen STONEVILLE 468 genotipi %10'luk grup kontrol grubuna göre % 62.4 oranında azalma, %20'lik grup kontrol grubuna göre % 6.8 oranında azalma göstermiştir.

Aşağıda Şekil 4.17.'de pamuk genotiplerinin katalaz (CAT) değişimleri, Çizelge 4.17.'de pamuk genotiplerinde katalaz (CAT) değişimlerinin standart sapma değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.17. CAT (CAT; E.C. 1.11.1.6) aktivitesi (ünite  $\text{mg}^{-1}$  protein) (n=4)

Genotip	Hasat	KONTROL	%10 PEG	%20 PEG
ADN	0. gün	49 ± 5		
	Son hasat	56 ± 1	81 ± 11	75 ± 8
3 DP	0. gün	30 ± 4		
	Son hasat	116 ± 12	137 ± 17	71 ± 0
STONE	0. gün	51 ± 8		
	Son hasat	133 ± 31	50 ± 10	124 ± 8
ŞAHİN	0. gün	192 ± 26		
	Son hasat	162 ± 22	162 ± 24	101 ± 6





Şekil 4.17. CAT aktivitesi (CAT; E.C. 1.11.1.6) (ünite mg<sup>-1</sup> protein)

#### 4.18. Kuraklık Stresinin Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkileri

Biyotik ve abiyotik stres faktörleri bitkilerin büyüme ve gelişme olaylarını, ürün miktarını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Ekonomik öneme sahip olan bitkilerde meydana gelen ürün kayıplarının büyük ölçüde abiyotik stres faktörlerinden kaynaklandığını ve bu stres faktörlerinin başında kuraklığın yer aldığı bildirilmiştir (Araus ve ark., 2002; Reddy ve ark., 2004).

Kökler, bitkilerde simplastik ve apoplastik yolla topraktan su ve mineral maddelerin alınmasını sağlayan organlardır. Topraktan alınan bu kaynaklar bütün bir bitkinin büyüüp gelişebilmesi için ksilem yoluyla gövde ve yapraklara taşınmaktadır. Köklerin bu görevlerini yerine getirememesi durumunda bitkilerde ortaya çıkan morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlerin ürün miktarını sınırladığı belirtilmiştir (Leucci ve ark., 2008; Tester ve Leigh, 2001).

Farklı bitki türlerinde yapılan birçok çalışmada kuraklık stresinin kök büyümesini olumsuz yönde etkilediğini göstermiştir (Sharp ve ark., 1988; Baskin, 1999; Wang ve ark., 2009; Kage, 2004; Kusaka ve ark., 2005). Farklı hint darısı (*Pennisetum glaucum* L.) genotiplerinde, uygulanan kuraklık stresinin kök boyunu kontrol bitkilerine göre azalttığını rapor etmiştir (Kusaka ve ark., 2005).

Türkan ve ark. (2005), kuraklık koşullarında en fazla etkilenen organların yapraklar olduğunu bildirirken; Costa Franço ve ark. (2000)'de kök büyümesi ve gelişmesinin kuraklıktan etkilenen organların olduğunu belirtmiştir. Sairam ve ark. (1998) ve Türkan ve ark. (2005), PEG uygulaması yapılan bitkilerde genel olarak karşılaşılan farklılıklar arasında kök, gövde ve sürgün uzunluğunda azalma; bitki yaş ve kuru ağırlıklarında azalma; yaprak alanı ve sayılarında azalma; klorofil miktarı ve % NSI oranında azalma ve kurağa toleranslı olan genotiplerin antioksidan enzim aktivitelerinde artışların olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmamızda kuraklık stresinin ilk belirgin semptomatik etkisi, bitkilerin yaprak ağırlığı ve yapraklarında ki solgunlukla kendini göstermiştir. Bunu takiben öncelikle yaşlı yapraklardan başlayarak sararma ve nekroz olma, yaşlı yapraklardan itibaren kuruyarak yaprak dökülmesi, büyümenin sınırlanması ve sonuçta bitkinin

ölme durumuna kadar gelmiştir. Kuraklık stresi yaratmak için uygulanan PEG-6000 ile pamuk genotiplerinin kök gelişimleri bakımından farklı tepkiler göstermiştir. Çoğu genotiplerin kök gelişimleri azalırken bazılarında kök deformasyonu olduğu görülmüştür. Yine bazı bitkilerin köklerinde kök boy uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından aynı genotipin farklı dozları arasında farklılıkların olduğu görülmüştür. Bizim çalışmamızda, pamuk genotiplerinin kök boy uzunluğu, kök yaş ve kök kuru ağırlıkları kuraklığa toleransı belirlemede kullanılabilir güvenilir birer parametre olmadığı yönünde bulgular elde edilmiştir.

Bitkilerde taze ve kuru ağırlık gibi büyüme parametreleri bakımından kuraklık stresine verilen cevapların, aynı bitki türünün farklı genotiplerine ve bitki organlarına göre farklılık gösterebileceği bilinmektedir (Özpay, 2008). Çalışmamızda uygulanan kuraklık stresi ile tüm pamuk genotiplerinde toplam boyu ve toplam yaş ve kuru ağırlıkları bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu farklılıkların kökün kuraklık stresinden ilk etkilenen organ olması, bazı pamuk genotiplerinin köklerinde deformasyon olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

#### 4.19. Kuraklık Stresinin Bağlı Su İçeriği Üzerindeki Etkileri

Bitki dokularındaki su dengesinin ayarlanması, tüm stres faktörlerine karşı bitkinin korunmasını sağlayan bir mekanizmadır (Bohnert ve ark., 1995). Kuraklık stresinin farklı bitkilerde gerçek su miktarının azalmasına neden olduğunu gösteren çalışmalar vardır (Chartzoulakis ve ark., 2002; Guerfel ve ark., 2009, Hu ve ark., 2010, Terzi ve ark., 2010; Ayaz ve ark., 2001; Zhang ve ark., 2010). Nikolaeva ve ark. (2010), Balada, Belchanka ve Beltskata adlı üç farklı buğday genotipinde kuraklık stresinin 7.günden sonra yapraklardaki su miktarının önemli derecede azaldığını kaydetmiştir. Egert ve Tevini, (2002) sarımsak (*Allium schoenosprasum*) bitkisine dokuz gün boyunca uyguladıkları kuraklık stresinin bitkilerin yapraklarındaki gerçek su miktarının önemli derecede azaldığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızda genotipler arasında nispi su içeriği bakımından farklılık görülsede tüm genotiplerin stres uygulaması ile beraber bağlı su içerikleri azaldığı görülmüştür. Bu durumda pamuk genotiplerinin çeşitli mekanizmalarla hücrel turgor durumlarını korudukları söylenebilir.

#### 4.20. Kuraklık Stresinin Yapraklardaki Total Klorofil İçeriği ve Fotosentetik Verim Üzerindeki Etkileri

Kuraklık stresinin stomaların kapanması yol açarak yaprak dokularındaki CO<sub>2</sub> miktarının azalmasına neden olduğu bilinmektedir. Bu da daha sonra fotoinhibisyon (Flexas ve Medrano, 2002) ve fotooksidasyon gibi olayları tetikleyerek yaprak dokularındaki klorofil moleküllerinin parçalanmasına yol açmaktadır (Zhang ve ark., 2002). Bunun dışında kuraklığın klorofil sentezinin yavaşlamasına ve sonuçta yapraklardaki klorofil miktarının azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. (Ramanjulu ve ark., 1998; Singer ve ark., 2003). Yine kuraklık stresinin farklı bitki türlerinin yapraklarındaki fotosentetik pigment miktarının azalmasına yol açtığını gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Thimmanaik ve ark., 2002; Parida ve ark., 2007; Guerfel ve ark., 2009; Nikolaeva ve ark., 2010). Yapraklardaki fotosentetik pigment miktarı, pigmentlerin sentez ve parçalanma hızları arasındaki dengeye bağlıdır. Yapılan çalışmalar kuraklık stresinin, bitkilerde 5-aminolevülinik asit sentaz gibi klorofil sentezi ile ilgili reaksiyonları katalizleyen enzimlerin aktivitesini artırırken (Bharadwaj ve Singhal, 1981), klorofillaz gibi klorofil moleküllerinin parçalanmasını sağlayan reaksiyonları katalizleyen enzimlerin aktivitesini artırdığını göstermiştir (Hsiao, 1973). Çalışmamızda datüm pamuk genotiplerinin stres grupları kontrol gruplarına göre total klorofil içeriklerinin ve fotosentetik verimlerinin azaldığı görülmüştür. Buna göre kuraklık stresi uygulanan pamuk genotiplerinin yapraklarındaki pigment metabolizmasının bozulduğu söylenebilir. Total klorofil içeriği ile fotosentetik verimin tüm pamuk genotiplerinin stres grupları arasında değişiminin az oluşu; bitkinin hayatta kalmak için fotosentez mekanizmasını bozmayaya çalıştığı fikrini düşündürmektedir.

#### 4.21. Kuraklık Stresinin Yapraklardaki Potasyum, Kalsiyum, Magnezyum ve Fosfor Element Üzerine Etkileri

Kuraklık stresi bitkilerde mineral element alımını, köklerin gelişimini, topraktaki besin akışı ve besin alınımını etkiler (Fageria ve ark., 2002; Samarah ve ark., 2004). Kuraklık stresi altındaki bitkilerin besin elementinin alınımı, bitkilerin kuraklık mekanizmasında önemli bir role sahiptir (Samarah ve ark., 2004).

Potasyum bitkilerin kuraklık stresine dayanımını, stomaların düzenlenmesi ile osmoregülasyonu, enerji durumunu, protein sentezini ve içsel dengeyi (homeostasis) artırır (Beringer ve Trolldenier, 1978; Marscher, 1995). Aynı zamanda K turgor basıncının devam etmesi (Mengel ve Arneke, 1982) ve kurak şartlarda terlemeyi azaltarak kuraklıktan zarar görmesini engelleyebilmektedir (Andersen ve ark., 1992). Bitkilerin kuraklık stresinden korunabilmeleri için  $K^+$  birikimi, organik solüsyonların üretiminden daha önemlidir. Çünkü K gibi iyon alımı ile oluşan osmotik dengede daha fazla enerji açığa çıkar. Morgan (1992), buğdayda yapmış olduğu çalışmada, yüksek osmotik denge gösteren çeşitlerin, yüksek oranda  $K^+$  birikimine sahip olduklarını bildirmiştir. Daha önce fasulyede Yaşar ve ark. (2006), tarafından yapılan çalışmada özellikle tuz stresine toleranslı genotip olan GS 57'nin K birikiminde kontrole göre artışın olduğu görülmüştür. Yine Yaşar ve ark. (2007), karpuz bitkisine uyguladıkları tuz stresi sonucunda bitkilerin yapraklarında ki K birikimleri kontrole göre artış göstermiştir. Fasulye bitkileri stres altında K birikimi ile stomaların düzenlenmesini, osmotik dengeyi, protein sentezini ve aynı zamanda turgor basıncını ayarlayarak terlemeyi azaltmış ve böylece bitkilerin kuraklıktan zarar görmesini engellemeye çalışmıştır. Çalışmamızda da tüm pamuk genotiplerinin yapraklarında  $K^+$  birikimlerine bakılmış, genel anlamda kuraklık uygulamasıyla tüm genotiplerin yapraklarında K içeriğinde artış olduğu görülmüştür. Bu veriler ışığında tüm pamuk genotiplerinin  $K^+$  birikimlerini artırması; pamuk genotiplerinin kuraklıktan korunma çabası içinde olduğunu söyleyebiliriz.

Kuraklık şartları altında Ca alınımı azalır. Bartels ve Sunkar, (2005),  $Ca^{+2}$  iyonunun bitkilerde osmotik düzenlenmesinde kuraklık ve tuzluluk stresine dayanıklılığı artırmasında, kuraklık ve tuzluluk stresinin oluşum sinyal mekanizmasında önemli bir faktör olduğunu bildirmiştir. Jenne ve ark. (1958), bitkilerde stres şartları altında Ca birikimi azalmasının; P ve K iyonlarıyla da rekabete girdiğini belirtmiş, iyi sulanmış bir ortamda yetişen mısır bitkilerindeki P, K ve Ca elementlerinin birikimi sırasıyla; %40, %71 ve %91 oranlarında olduğunu bildirmiştir. Bizim yaptığımız çalışmada kuraklık uygulanan pamuk genotiplerinin tümünde kontrol uygulamaları stres uygulamalarına göre daha yüksek çıkmıştır. Buda bize kuraklık stresi altında bitkilerin kuraklık sinyali oluşturmak için kalsiyumu metabolik yollarında kullandığını düşündürmektedir.

Havlin ve ark. (1999), bitkilerde kuraklık stresinin Mg, Fe ve P iyonlarının alım mekanizmalarını etkilediğini ve bu elementlerin alınımının engellendiğini belirtmiş bu iyonlarının noksanlığında bitkide toksisite görüldüğünü rapor etmiştir. Kuraklık ya da tuz stresi altında besin elementleri (Mg, Fe ve P gibi) bitkilerdeki birikimleri bitkiden bitkiye değişmektedir. Bazı bitkilerde bu elementin miktarı azalırken, bazı bitkilerde artmaktadır. Hassan ve ark. (1970), arpada yaptıkları çalışmada bu besin elementlerinin oranı arttığını bildirmişlerdir. Hu ve ark. (2000), Hu ve Schmidhalter (2001), yaptıkları çalışmalarda Mg, Fe ve P' nin tuzluluk ve kuraklık şartlarında değişmediğini belirlemişlerdir. Çalışmamızda da kuraklık stresi altındaki pamuk bitkilerimizin stres gruplarında; K element içeriğinin arttığını Ca, Mg ve P element içeriklerinin daha az olduğu görülmüştür. Bu veriler ışığında pamuk bitkilerini K elementinin içeriğinin artmasıyla, hücre içi osmotik düzenleme yaptığını, Mg elementinin azalmasıyla fotosentez sisteminde hasarlar oluştuğunu, P elementinin azalmasıyla yeni sürgün oluşumunun yavaşladığını, gelişmenin yavaşladığını söyleyebiliriz.

#### **4.22. Kuraklık stresinin pamuk genotipinin yapraklarındaki toplam çözünür protein miktarı üzerine etkileri**

Kuraklık stresinin fotosentezden protein sentezine kadar birçok biyokimyasal ve fizyolojik olayı etkilemektedir. Chartzoulakisa (2002), bitki dokularında kuraklık stresine bağlı olarak protein parçalanmasının gerçekleştiğini ve protein sentez hızında düşme olduğunu bildirmiştir. Kuraklık stresiyile aktivitesi artan RNAaz enzimi nükleik asitlerin parçalanmasına ve mRNA'nın zarar görmesine sebep olarak, hücredeki poliribozom miktarını azaltmaktadır (Chartzoulakisa, 2002). Ayrıca kuraklık stresi altında pek çok bitkide nükleik asit sentezinin azaldığı belirlenmiştir. Nükleik asit metabolizmasındaki bu yavaşlama protein metabolizmasını da yavaşlattığı bildirilmiştir (Çırak ve Esenal, 2006). Parida ve ark. (2007), kuraklık stresine maruz bıraktıkları pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerinin yapraklarındaki protein miktarında azalma belirlemişlerdir. Shen ve ark. (1997), kuraklık stresi altındaki bazı bitki türlerinin yapraklarında; proteolitik enzim aktivitelerinin artışına bağlı olarak toplam çözünür protein miktarının azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda da pamuk genotiplerinin stres uygulamaları kontrol

grubuna göre azalma görülmüştür. Pamuk genotiplerinde protein miktarlarındaki bu azalma protein sentez mekanizmasının bozulmasından kaynaklandığını ve proteinlerin stres durumunda artan enzimatik antioksidanların yapısına katılarak total proteinin azaldığını düşünmekteyiz.

Ancak yapılan bazı çalışmalarda da, kuraklık stresinin bitki yapraklarındaki çözünür protein miktarını arttırdığı ve kuraklığın etkisiyle indüklenen proteinlerin kuraklığa adaptasyon sağlayan mekanizma olduğu belirlenmiştir (Bray, 1993; Han ve Kermode, 1996; Riccardi ve ark., 1998). Bitki dokularında kuraklık stresi etkisiyle sentezlenen dehidrin ailesinden olan proteinlerin, dokulardaki diğer proteinlerin korunmasını sağladığı ve bitki hücrelerinin yapısal bütünlüğünün korunmasında önemli rol oynayabileceği rapor edilmiştir (Bray, 1993; Close ve ark., 1993).

#### **4.23. Kuraklık Stresinin Pamuk Genotiplerinin Yapraklarındaki MDA ve İyon Sızıntısı Üzerine Etkileri**

Moleküler oksijen (O<sub>2</sub>) oldukça kararlı bir yapıya sahip olmasına karşın, yaşamsal reaksiyonların rastlanabilir bir sonucu olarak veya streslerin teşvikiyle oluşan bu aktif oksijen türleri, koruyucu mekanizmaların işlev görmediği durumlarda, sadece bitkilerin değil, herhangi bir aerobik organizmanın hücre yapısı ve işlevlerine zarar verebilmektedirler (Demiral, 2003). Bitkilerdeki hücresel membranlar, birçok stres faktörünün ilk hedefidir ve kuraklık stresi altındaki bitkilerde membranların geçirgenliğinin ve kararlılığının korunması kuraklığa karşı tolerans sağlamada temel unsurdur (Baji ve ark., 2002). Kuraklık stresinin bitki dokularında tekil oksijen, süperoksit radikali ve hidroksil radikali gibi AOT'lerin ve hidrojen peroksit gibi toksik bileşiklerin oluşumu ile oksidatif strese neden olduğu bilinmektedir (Valentovič ve ark., 2006). Lipit peroksidasyonu yaygın olarak oksidatif stresin bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve bitki hücrelerinin membran geçirgenliğinin bozulmasına sebep olmaktadır. Çözünmüş maddeler, geçirgenliği bozulan hücre membranlarından dış ortama çıkarlar (Blokhina ve ark., 2003). Farklı stres faktörlerinin hücresel membranlarda meydana getirdiği değişimler, doymamış yağ asitlerinin yıkılmasıyla oluşan MDA miktarının belirlenmesi ve elektriksel iletkenlik değerindeki değişiklikler yardımıyla belirlenmektedir. MDA miktarı ve elektriksel iletkenlik değerlerinde meydana gelen değişimler yaprak dokusundaki

hücrel zarlarda meydana gelen hasar hakkında bilgi vermektedir. Kuraklık stresi uygulanan bitkilerde lipit peroksidasyonu sonucu MDA birikiminin gerçekleştiğini gösteren birçok çalışma yapılmıştır (Türkan ve Demiral, 2004; Güneş ve ark., 2008; Sairam ve ark., 1997; Sairam ve ark., 2001; Sairam ve Saxena, 2000; Selote ve ark., 2004; Rodriguez ve ark., 2010; Fazeli ve ark., 2007). Çalışmamızda kullandığımız tüm pamuk genotiplerinin yaprak dokularında kuraklık stresinin şiddeti arttıkça, MDA miktarının arttığı belirlenmiştir. Bu artış bize pamuk bitkilerinin strese karşı gösterdiği tepkilerden biri olduğunu, uygulanan kuraklık stresinin hücrel membran özelliklerini değiştirdiğini göstermektedir.

#### **4.24. Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) Aktivitesi Üzerine Etkileri**

Bitkiler çevresel stres altında aktif oksijeni uzaklaştıran enzim aktivitelerini arttırırlar. Bitkiler sahip oldukları yüksek antioksidan enzimler sayesinde farklı çevresel streslere karşı cevap ve tolerans sağlamaktadırlar (Bor ve ark., 2003; Türkan ve Demiral, 2004).

Katalaz peroksizomlarda hidrojen peroksidi su ve oksijene parçalayan bir enzimdir. Bu şekilde gerçekleşen olay hücrelerde daha reaktif olan hidroksil radikallerinin oluşması engellenmektedir. CAT hücrelerde hidrojen peroksidin detoksifikasyonunda ve ROS'ların temizlenmesinde önemli bir rol oynayan enzimdir (Scandalios, 1993). Tuz stresinde CAT aktivitesinde bir artışın olmaması diğer metabolik maddelerin ( $\alpha$ -tokoferol, hekzoslar (glukoz, fruktoz, galaktoz), askorbat, flavonoidler) ROS'ları temizlemesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Demiral, 2003)

Tütün bitkisi ile yapılan çalışmada tuz stresi altında CAT aktivitesinin kontrole göre düşük olduğu gözlenmiştir (Anamul, 2002). Buğday bitkisinde düşük sıcaklık ve tuz stresi altında CAT aktivitesinin arttığı fakat uygun sıcaklık ve tuz stresi altında enzimin aktivitesinin azaldığı gösterilmiştir (Keleş ve Öncel, 2002). Literatürdeki bazı çalışmalara göre bazı buğday varyetelerinde kuraklık stresi sonrasında CAT aktivitesinde artış gözlenmiştir (Anamul ve ark., 2002). Çalışmamızda pamuk genotiplerinin %10'luk PEG uygulamasında genelinde CAT aktivitesinin arttığı,



%20'lik kuraklık uygulamasında da azaldığı görülmüştür. Yukarıdaki bilgilere dayanılarak %10'luk stres uygulamasını bitkiler tolere etmeye çalışmış, dolayısıyla CAT aktivitesinin arttığı düşünülmüştür. Ancak %20'lik stres grubunda ise bitkiler solmaya başladığından, enzim yapısı bozulduğu CAT aktivitesinin bu yüzden az çıktığı düşünülmektedir.

#### **4.25. Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Glutasyon Redüktaz Aktivitesi (GR; EC 1.6.4.2) Üzerine Etkisi**

Bitkiler, reaktif oksijen türlerine karşı katalaz, peroksidaz, glutasyon redüktaz ve süperoksit dismutaz gibi reaktif oksijen türlerini temizleyen bazı antioksidan enzimlerin aktivitelerinin indüksiyonu ile kendilerini savunurlar. Bitkilerde bir dizi enzim intraselüler düzeyde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin üretiminin düzenlenmesinde rol oynar; fakat CAT, APOX, POX ve GR en önemlilerindedir (Demiral, 2003). Glutasyon redüktaz, okside glutasyonun (GSSG) glutatyona (GSH) indirgenmesini katalizleyen antioksidan enzimlerden biridir (Noctor ve Foyer,1998). Bitkilerde glutatyona mitokondride, sitozolde ve kloroplastlarda bulunur. Çevresel streslere ve patojen etkilere karşı oluşturulan cevapta ve gen ifadesinin düzenlenmesinde rol oynar (Arora ve ark., 2002). Fasulye bitkisiyle yapılan çalışmada kuraklık stresinin kontrole göre uygulamalarda GR aktivitesinin ilk yedi güne kadar arttığı sonra azaldığı gözlenmiştir (Türkan ve ark., 2004). GR aktivitesindeki bu azalma NAD(P)H miktarının azalmasıyla açıklanabileceği ve NAD(P)H'in azalmasına yol açan pentoz fosfat döngüsünün aktivitesindeki olası bir azalmayla ilişkilendirilebileceği ileri sürülmektedir (Bueno ve ark., 1998).

Bueno ve ark. (1998), tütün hücre kültürüyle yaptıkları çalışmada ABA uygulamasının GR aktivitesini azalttığını bildirmişlerdir. Chopra, (2007), buğday genotiplerinin tuz stresi ile yaptığı çalışmada stres faktörleri ile kontrol gruplarının GR aktivitesi yönünden karşılaştırıldığında kontrol grupta enzimin aktivitesinin arttığı fakat kuraklık stresinde azaldığı belirlenmiştir. Kuraklık şartlarında yetiştirilen buğdaylarda enzimin aktivitesinin kontrole göre daha düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuç çalışmamızla paralellik göstermektedir. Pamuk genotiplerimizin stres grupları kontrol gruplarına göre GR aktivitesinde azalma olduğu görülmüştür. Bu azalma bize

pamuk bitkilerinde hücrel dengein bozulduğunu, enzimde inhibisyonların gerçekteğini düşündürmektedir.

#### 4.26. Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Total Karbonhidrat Miktarları Üzerine Etkileri

Kuraklık stresi bitkilerde fotosentetik verimde azalmaya ve buna bağılı olarak karbonhidrat metabolizmasının bozulmasına yol açmaktadır (Pelleschi ve ark., 1997; Kim ve ark., 2000). Kerepesi ve Galiba (2000), fotosentez ve solunum gibi olayların bitkiler için karbonhidrat düzeyinde değışiklikler meydana getirdiğı için önemli olduğunu bildirmişlerdir. Kuraklık stresi bitkilerin karbonhidrat metabolizmasını ve karbonhidrat miktarlarında değışimlere yol açmaktadır. Kerepesi ve Galiba (2000), kuraklığa maruz bırakılan buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinden dayanıklı olanların yaprak dokularında, duyarlı olanlara göre daha fazla çözünür karbonhidrat birikimi olduğunu göstermişlerdir. Sanchez ve ark. (2004), farklı bezelye (*Pisum sativum* L.) genotiplerinde yaptıkları kuraklık stresi uygulaması sonucu, karbonhidrat miktarı genotipe bağılı olarak değıştiğini, epikotillerde toplam çözünür karbonhidrat miktarında artış olduğunu kaydetmişlerdir. Kim ve ark. (2000), kuraklık stresine maruz bıraktıkları mısır bitkisinin kök ve yapraklarında sukroz ve heksoz şeker birikiminin gerçekteğini bildirmişlerdir. Kuraklık stresi ile karşılaşılan bitkilerin verdikleri ilk cevabın stomalarını kapatmak olduğu, bununda yaprak dokularındaki karbondioksit miktarını azaltarak, fotosentez hızını azalmaktadır. Bu durumda bitkinin karbonhidrat sentez hızı da azalmaktadır. (Lawlor, 1995). Çalışmamızda da benzer sonuç elde edilmiştir. Kuraklık stresi uygulamalarının pamuk genotiplerinin yapraklarında çözünür karbonhidrat miktarını arttırdığı görülmektedir. Bu durum bize pamuk genotiplerinin yavaşlayan karbonhidrat sentezine karşı daha çok karbonhidrat tükettiğini düşündürmektedir.

#### 4.27. Kuraklık Stresinin Yaprak Dokularındaki Toplam Fenolik Madde Miktarı Üzerine Etkileri

Fenolik bileşikler bitkilerdeki sekonder metabolitlerin bir grubunu oluşturan aromatik bileşikler olup, bir veya daha fazla hidroksil (OH) grubu taşıyan organik moleküllerdir (Dixon ve Paiva, 1995). Bitkisel dokularda fenolik bileşiklerin sentez hızı kuraklık gibi stres koşulları altında artmakta ve serbest radikallere karşı bitkilerin korunmasında antioksidant olarak görev yapmaktadırlar (Grace, 2005). Fenolik bileşikler hidroksil grubu içerdiklerinden, AOT'leri yok etme yeteneğine sahiptirler. Ayrıca bu bileşikler, hidroksil gruplarındaki hidrojen atomlarını AOT'lere vererek kararlı fenoksil radikallerini oluştururlar ve böylece antioksidant aktivitenin sağlanmasında önemli rol oynarlar (Bowler, 1992). Bitkilerdeki fenolik bileşiklerin sentezi aynı zamanda genetik kontrol altındadır (Abreu ve Mazzafere, 2005).

Biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin, bitki dokularında sekonder metabolitlerin birikimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Wiseman ve Halliwell, 1996). Bitkilerin kuraklık stresi gibi abiyotik stres faktörlerinin etkisiyle dokularında fenoller, tokoferoller ve askorbik asit gibi antioksidantları biriktirmesi, bitkilerin strese karşı geliştirdiği bir adaptasyon mekanizması olarak tanımlanmaktadır (Hernandez, 2004; Keleş ve Öncel, 2002; Munne-Bosch, 2005; Rodriguez ve ark., 2010). Lee ve ark. (2007), kuraklık stresi uygulanan *Trifolium repens* (ak üçgül) yapraklarındaki fenolik madde birikiminin artış gösterdiğini rapor etmiştir. Çalışmamızda da benzer sonuç elde edilmiş, kuraklık stres dozu arttıkça total fenol içeriğinin arttığı görülmüştür. Pamuk bitkileri fenol bileşiklerini arttırarak, kuraklık stresinin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaya çalıştığını söyleyebiliriz.

**5. SONUÇ ve ÖNERİLER**

Yapılan analizler neticesinde, çalışmamızda kullanılan pamuk genotiplerinden ADN P 01, DİCLE 2002, DP 499, DP 396 ve BA 119'un orta derecede kuraklığa toleranslı olduğu söylenebilir. Ayrıca KARTANESİ, STONEVİLLE 468, GWTEKS ve ŞAHİN 2000'in diğer genotiplere göre kuraklık stresine daha belirgin metabolik yanıtlar verdiği söylenebilir. Kuraklık koşullarında özellikle KARTANESİ, STONEVİLLE 468, GWTEKS ve ŞAHİN 2000 genotiplerinin stres grupları arasındaki değişimlerin az ve benzer olması; yine bu genotiplerin yapraklarındaki toplam klorofil miktarı ve fotosentetik verimin stres durumunda fazla azalma göstermemesi, MDA ve iyon sızıntısının artarken fotosentetik verimin stres grupları arasında fazla azalma göstermemesi pamuk bitkisinin strese karşı verdiği direnç mekanizması olduğunu düşündürmektedir. Ayrıca normal koşullarda adaptasyonu yüksek olan pamuk bitkisi kuraklık stresi altında total çözünür karbonhidrat biriktirmesi de pamuk genotiplerinin hücrel osmoregülasyonun ayarlanmasını sağlayan aktif bir mekanizmanın varlığını gösterebilir.

Yapmış olduğumuz tez çalışmasına paralel olarak daha sonraki çalışmalarda, kullandığımız çeşit ve hatların kuraklığa dayanıklılık dereceleriyle ilgili olarak daha geniş bilgi edinebilmek için daha farklı parametreler incelenebilir. Örneğin bitki yapraklarında kuraklık stresi altında hangi tip karbonhidratların birikim gösterdiğinin ve hücrel osmoregülasyonun sağlanmasında karbonhidratlar dışında hangi bileşiklerin sentezlendiğinin incelenmesi kuraklık toleransının seviyesi hakkında fikir verecektir. Fotosentetik reaksiyonlarda ve pigment metabolizmasında meydana gelen değişimlerin incelenmesi için, protein profilinde meydana gelen değişimlerin sodyum dodesil sülfat poliakriyalamid jel elektroforezi (SDS-PAGE) tekniği ile araştırılabilir. Ayrıca antioksidant sistemin enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenlerinde meydana gelen değişimlerin incelenmesi tolerans mekanizmalarının aydınlatılmasına faydalı olacağını düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

- ABREU, IN., and MAZZAFERA, P., 2005. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43: 241-248.
- ALEXIEVA, V., IVANOV, S., SERGIEV, I., and KARANOV, E., 2003. Interaction between stresses. *Bulg. J. Plant Physiol., Special Issue*, 11:1-17.
- ALSCHER, G., DONAHUE, J., and CRAMER, L., 1997. Reactive oxygen species and antioxidants: Relationships in green cells. *Physiol. Plant*, 100: 224-233.
- ANAMUL HOQUE, M., 2002. Exogenous proline and glycinebetain increase NaCl-induced ascorbate-glutathione cycle enzyme activities, and proline improves salt tolerance more than glycinebetaine in tobacco Bright Yellow-2 suspension-cultured cells. *J. Of Plant Physiology*, 21: 123-128.
- ANDERSEN, N., JENSEN, R., and LÖSCH, R., 1992. The interaction effects of potassium and drought in field-grown barley. 1. Yield, water-use efficiency and growth. *Acta Agric. Scand. Sect. B Soil Plant Science*, 42: 34-44.
- ARAUS, L., SLAFER, A., REYNOLDS, P., and ROYO, C., 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: What should we breed for?. *Ann. Bot.*, 89:925-940.
- ARORA, A., SAIRAM, K., and SRIVASTAVA, A., 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*, 82: 1227-1238.
- ASADA, K., 1999. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. *Annu. Rev. Plant Physiol., Plant Mol. Biol.*, 50: 601-639.
- ASAMAA, K., SOBER, A., HARTUNG, W. and NIINEMETS, U., 2002. Rate of stomatal opening, shoot hydraulic conductance and photosynthetic characteristics in relation to leaf abscisic acid concentration in six temperate deciduous trees. *Tree Physiol.*, 22: 267-276.
- AYAZ, F., KADIOĞLU, A., and DOĞRU, A., 2001. Leaf Rolling effects on lipid and fatty acid composition *Ctenanthe setosa* L. (Marantaceae) subjected to water-deficit stress. *Acta Physiologia Plantarum*, 23: 43-47.
- BHARDAJ, R., and SIGHNAL, S., 1981. Effect of water stress on photochemical activity of chloroplasts during greening of etiolated barley seedlings. *Plant Cell Physiol.*, 22: 155-162.
- BLOKHINA, O., VIROLAINEN, E., and FAGERSTEDT, V., 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress. *Ann. Bot.*, 91: 179-194.
- BAJI, M., KINET, J., and LUTS, S., 2002. The use of electrolytic leakage method for assessing the cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat. *Plant Growth Regul.*, 36: 61-70.
- BAKER, R., 1991. A possible role for photosystem II in environmental perturbations of photosynthesis. *Physiol. Plant.*, 81: 563-570.
- BALÍGAR, C., FAGERÍA, K., and HE, L., 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32: 921-950.
- BARTELS, D., and SUNKAR, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 24:23-58.
- BARTOSZ, G., 1997. Oxidative stress in plants. *Acta Physiol. Plat.*, 19: 47-64.
- BASAL, H., SMÍTH, C., THAXTON, S., and HEMPHÍLL, J., 2005. Seedling drought tolerance in upland cotton. *Crop Sci.*, 45: 766-771.

- BASAL, H., DAGDELEN, N., UNAY, A., and YILMAZ, E., 2008. Effects of deficit drip irrigation ratios on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) yield and fibre quality. *J. Agronomy & Crop Science*, 11: 25-26.
- BASAL, H., and ÜNAY, A., 2006. Water Stress in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 43 (3): 101-111.
- BASKIN, T., MEEKES, H., LIANG, B., and SHARP, R., 1999. Regulation of Growth Anisotropy in Well-Watered and Water-Stressed Maize Roots. II. Role of Cortical Microtubules and Cellulose Microfibrils. *Plant Physiology*, 119: 681–692.
- BERİNGER H., and TROLLDENIER G., 1978. Influence of K nutrition on response to environmental stres. *Plant Physiology*, 261: 115-124.
- BERGMAYER, H., GAWEHN, K., and GRASSL. T., 1970. *MIN: Methoden der Enzymatischen Analyse* (Bergmayer, H.U., Ed.) Vol. 1, Verlag Chemie, Weinheim. p. 440.
- BLUM, A., 1986. Breeding crop varieties for stress environments. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 2: 199-231.
- BOHNERT, H., NELSON, D., and JENSEN, R., 1995. Adaptation to environmental stresses. *Plant Cell*, 7: 1099-1111.
- BOR, M., ÖZDEMİR, F., and TÜRKAN, I., 2003. The Effect of Salt Stress on Lipid Peroxidation and Antioxidants in Leaves of Sugar Beet *Beta vulgaris* L. and wild Beet *Beta maritima* L.. *Plant Science*, 164: 77-84.
- BOWLER, C., MONTAGU, M., and INZÉ, D., 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance. *Plant Mol. Biol.*, 43: 83-116.
- BRADFORD, M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- BRAY, E., 1993. Molecular responses to water deficit. *Plant Physiology*, 103: 1035–1040.
- BRAY, A., 1997. Plant responses to water deficit. *Trends Plant Science*, 2: 48-54.
- BRAY, A., BAILEY- SERRES, J., and WERETILNYK, E., 2000. Responses to abiotic stresses. *Biochemistry and Molecular Biology of Plants*, Bunchanan, BB., 1158-1202 p.
- BREUSEGEM, V., VRANOVÁ, E., DAT, F., and INZÉ, D., 2001. The Role of Active Oxygen Species in Plant Signal Transduction. *Plant Science*, 161: 405–414.
- BUENO, P., PIQUERAS A., KUREPA, J., SAVOURE, A., VERBRUGGEN, N., MONTAGU, M., and INZE, D., 1998. Expression of antioxidant enzymes in reponse to abscisic acid and high osmotic in tobacco BY-2 cell cultures. *Plant Science*, 4: 27-34.
- CHANDLER, S., and DODDS, J., 1983. The effect of phosphate nitrogen and sucrose on the production of phenolics and socosidine in callus cultures of *Solanum laciniatum* L.. *Plant Cell*, 2: 105-108.
- CHARLES, A. and HALLIWELL B., 1980. Effect of hydrogen peroxide on spinach (*Spinacia oleraceae*) chloroplast fructose biphosphatase. *Biochem. J.*, 189: 373-376.

- CHARTZOULAKI, K., PATAKAS, A., KODIFIS, G., and BOSABALIDIS, A., and NOSTOU, A., 2002. Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. *Scientia Horticulturae*, 95: 39–50.
- CHİMENTİ, C., PEARSON, J. and HALL, A., 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. *Field Crops Res.*, 75: 235-246.
- CHOPRA, K., and DEVERSHI, S., 2007. Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than- susceptible wheat cultivar under field conditions. *Enviromenteal and Experimental Botany*, 60: 276-283.
- CLOSE, T., 1996. Dehydrins: Emergence of a biochemical role of a family of plant dehydration proteins. *Physiol. Plant.*, 97: 795–803.
- COSTA-FRANCA, G., PHAM-THİ, T., PİMENTEL, P., ROSSIELLO, Y., FODİL, Z., and LAFFRAY, D., 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stres. *Environ. Exp. Bot.* 43: 227–237.
- ÇIRAK, C., ve ESENDAL, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 21: 231-237.
- ÇELİKEZEN, Ç., ve ERTEKİN, A., 2008. Ratlarda akciğer fibrozisinde lipid peroksidasyonu (MDA), antioksidan madde (glutasyon, seruloplazmin) ve bazı antioksidan vitamin ( $\beta$ - Karoten, Retinol) düzeylerinin incelenmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2: 17-20.
- DEMİRAL, T., 2003. Genç Pirinç Fidelerine Dışarıdan Glisinbetain Uygulanmasıyla, Tuza (NaCl) Toleransının Arttırılmasında Antioksidant Enzim Aktivitesinin Rolünün Araştırılması. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 36-37.
- DİONÍSİO-SESE, L., and TOBİTA, S., 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science*, 135: 1-9.
- DIXON, R., CHOUDHARY D., and DALKIN D., 1992. Molecular biology of stress-induced phenylpropanoid and isoflavonoid biosynthesisin alfalfa. *Stafford HA, Stafford*, 16-34 pp.
- DUBOIS, M., GILLES, A., HAMILTON, K., REBERS, A., and SMITH, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- DURE, L., 1997. LEA proteins and the desiccation tolerance of seeds. *Cell Mol. Biol. Plant Seed Dev.*, 4: 525-543.
- EGERT, M., and TEVİNİ, M., 2002. Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stres in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Enviromental and experimental Botany*, 48: 43-49.
- EKER, S., 2002. Yapraktan azot uygulamasının limon ve mandarinde düşük sıcaklık stresinin etkisinin antioksidatif savunma mekanizmaları açısından araştırılması. Doktora tezi, Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 148-149.
- FAGERİA, K., BALİGAR C., and CLARK B., 2002. Micronutrients in crop production. *Advances in Agronomy*, 77: 185–267.
- FARRANT M., 2000. A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species. *Plant Ecol.*, 151: 29-39.
- FAVER, L., GERİK, J., THAXTON M., and EL-ZİK M., 1996. Late season water stress in cotton: II. Leaf gas exchange and assimilation capacity. *Crop Science*, 36: 922–928.

- FAZELİ, F., GHORBANLI M., and NIKNAM V., 2007. Effect of drought on biomass, protein content, lipid peroxidation and antioxidant enzymes in two sesame cultivars. *Biologia Plantarum*, 51: 98-103.
- FİSCHER, A., 2001. Selection traits for improving yield potential. Application of physiology in wheat breeding. Chapter 13, p. 148-159.
- FLEXAS, J., and MEDRANO, H., 2002. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plant: stomatal and non-stomatal limitation revisited. *Ann. Botany* 89: 183-189.
- FOYER, H., and HALLIWELL, B., 1976. Presence of Glutathione and Glutathione Reductase in Chloroplasts: A Proposed Role in Ascorbic Acid Metabolism. *Planta* 133: 21-25.
- GEORGIEVA, K., 1999. Some Mechanisms of Damage and Acclimation of the Photosynthetic Apparatus due to High Temperature. *Bulg. J. Plant Physiol.*, 25:89–99.
- GOSSETT, R., MILLHOLLN, P., and LUCAS, C., 1994. Anti-Oxidant Response to NaCl Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Cultivars of Cotton. *Crop Science*, 34: 706-714.
- GRACE, S., and LOGAN, B., 2000. Energy dissipation and radical scavenging by plant phenylpropanoid pathway. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 355: 1499-1510.
- GUERFEL, M., BACCOURİ, 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. *Scientia Horticulturae*, 119: 257–263.
- GÜNEŞ, M., ve AKTAŞ M., 2008. Su stresinde yetiştirilen genç mısır bitkisinde potasyum uygulamasının gelişme ve evrim üzerine etkisi. *OMÜ Zir. Fak Dergisi*, 12: 33-36.
- HALE, M., and ORCUTT, M., 1987. *The Physiology of Plants under Stress*, John Wiley & Sons Inc., New York, 1-4: 206. pp.
- HALLIWELL, B., and GUTTERIDGE, J., 2000. *Free Radicals in Biology and Medicine*, Oxford University Press, New York, 12: 534-537.
- HARE, P., and CRESS, W., 1997. Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regulation*, 21: 79-102.
- HARTUNG, W., SAUTER, A., and HOSE, E., 2002. Abscisic acid in the xylem: where does it come from, where does it go to?. *J. Exp. Bot.*, 53: 27–37.
- HASSAN, K., JACKSON, A., DREW, V., KNUDSEN, D., and OLSON, R. A., 1970a. Influence of soil salinity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barley and corn. *Agronomical Journal Botany*. 62: 43–45.
- HAVLİN, L., BEATON, D., TİSDALE, L., and NELSON, L., 1999. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. Prentice-Hall, Inc., London, 124: 406–425.
- HE, X., WANG, J., and LIANG, G., 1995. Effects of water stress on photochemical function and protein metabolism of photosystem II in wheat leaves. *Physiol. Plant.*, 93: 771-777.
- HEARN, B., 1975. Response of cotton to water and nitrogen in a tropical environment. I. Frequency of watering and method of application of nitrogen. *Journal of Agricultural Science*, 84: 407–417.



- HERNANDEZ, I., ALEGRE, L., and MUNNE- BOSCH, S., 2004. Drought- induced changes in flavonoids and other low molecular weight antioxidant in *Cistus clusii* grown under Mediterranean field conditions. *Tree Physiology*, 24: 1301-1311.
- HIRT, H., and SHINOZAKI, K., 2006. Plant Responses to Abiotic Stress. *J. Plant Nutr.*, 12: 156-164.
- HOAGLAND, D., 1920. Optimum nutrient solutions for plants. *Horti. Science*, 52: 562-564.
- HSIAO, TC., 1973. Plant responses to water stress. *Annual rev. Plant Physiol.*, 24: 519-570.
- HSU, Y., HSU, T., and KAO, H., 2003. The effect of polyethylene glycol on proline accumulation in rice leaves. *Biol. Plant.*, 46: 73-78.
- HU, Y., and SCHMIDHALTER, U., 2001. Effects of salinity and macronutrient levels on micronutrients in wheat. *J. Plant Nutr.*, 24: 273-281.
- HU, Y., VON TUCHER, S., and SCHMIDHALTER, U., 2000. Spatial distributions and net deposition rates of Fe, Mn and Zn in the elongating leaves of wheat under saline soil conditions. *Aust. J. Plant Physiol.* 27: 53-59.
- HU, L., WANG, Z., DU, H., and HUANG, B., 2010. Differential accumulation of dehydrins in response to water stress for hybrid and common bermudagrass genotypes differing in drought tolerance. *Journal of Plant Physiology* 167: 103-110.
- IBA, K., 2002. Acclimative responses to temperature stress in higher plants: approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 53: 225-245.
- JENNE, E., RHOADES, H., YIEN, C., and HOWE, O., 1958. Change in nutrient element accumulation by corn with depletion of soil moisture. *Agron. J.* 50: 71-80.
- JIANG, Y., and HUANG, B., 2001. Drought and Heat Stress Injury to Two Cool-Season Turfgrasses in Relation to Antioxidant Metabolism and Lipid Peroxidation. *Crop Sci.*, 41:436-442.
- JONES, G., 1992. *Plants and Microclimate*. Cambridge University Press, Cambridge.
- JUNG, S., 2004. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. *Plant Science*, 166: 459-466.
- KADIOĞLU, A., 2007. *Bitki Fizyolojisi, Efsen Ofset Matbaacılık, Trabzon*, 406. s..
- KAGE, H., KOCHLER, M., and STÜTZEL, H., 2004. Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought stress conditions: measurement and simulation. *Europ. J. Agronomy*, 20: 379-394.
- KAISER, M., 1979. Reversible inhibition of the Calvin cycle and activation of the oxidative pentose phosphate cycle in isolated intact chloroplasts by hydrogen peroxide. *Biologia Plantarum*, 145: 377-382.
- KALAFETOĞLU, T., and EKMEKÇİ, Y., 2005. The effect of drought on plants and tolerance mechanisms. *Journal of Science*, 18: 723-740.
- KARADEMİR, C., and GENÇER, O., 2008. Yield and technological characteristics in advanced cotton (*Gossypium hirsutum* L.) lines under drought stress conditions. 10th Meeting of Inter-Regional Cooperative Research Network on Cotton, 28 September-1 October, Greece.
- KELEŞ, Y., and ÖNCEL, I., 2002. Response of antioxidative defence system to temperature and water stress combinations in wheat seedlings. *Plant Science*, 163: 783-790.

- KESSLER, B., 1961. Nucleic acids as factors in drought resistance of higher plants. *Recent Advan. Bot.*, 264: 1153-1159.
- KEREPESI, I., and GALİBA, G., 2000. Osmotic and Salt Stress-Induced Alteration in Soluble Carbohydrate Content in Wheat Seedlings. *Crop science*, 40: 482-487.
- KIVILCIM, N., ŞAHİN, A., EKŞİ, İ., ÖZBEK, N., YOLCU, S., NAZA, İ., BİLGİN, F., İMAMOĞLU, A., SEZENER, V., GENÇYILMAZ, E., ve COŞKUN, R., 2005. Melezleme ıslahı ile kuraklığa dayanıklı pamuk çeşitlerinin geliştirilmesi. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü, Proje raporu, TAGEM proje no: 97/03/01/004.
- KIM, J., MAHE A., BRANGEON J., and PRIOUL J., 2000. A maize vacuolar invertase, IVR2, is induced by water stress. Organ/tissue specificity and diurnal modulation of expression. *Plant Physiol.*, 124: 71–84.
- KITAO, M., and LEİ, T., 2007. Circumvention of over-oxidation of PSII by maintaining electron transport rate in leaves of four cotton genotypes developed under long-term drought. *Plant Biol.*, 9: 69–76.
- KOCAÇALIŞKAN, Ş., 2004. Bitki Fizyolojisi, Kütahya, 126. syf.
- KOZŁOWSKI, T. and , G., 1992. *Physiology of Woody Plants*. Oxford Academic Press, 15: 261-267.
- KUSAKA, M., LALUSIN, A., and FUJIMURA, T., 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* [L.] Leeke) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. *Plant Science*, 168:1–14.
- LARCHER, W., 1995. *Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*, Springer-Verlag, Berlin, 26: 456-464.
- LAWLOR, D., 1995. The effects of water deficit on photosynthesis. *Environment and Plant metabolism*, 124: 129-160.
- LAWLOR, D., and CORNIC, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell & Environment*, 25: 275-294.
- LEE, R., KİM, Y., JUNG, J., AVICE, C., OURRY, A., and KİM, H., 2007. Peroxidases and lignification in relation to the intensity of water-deficit stress in white clover (*Trifolium repens* L.). *Journal of Experimental Botany*, 58: 1271–1279.
- LEVITT, J., 1972. *Responses of Plants to Environmental Stresses*, Academic Press, New York, 2: 567-568.
- LEUCCI, R., LENUCCI, S., , G., and DALESSANDRO, G., 2008. Water stress and cell wall polysaccharides in the apical root zone of wheat cultivars varying in drought tolerance, *Journal of Plant Physiology*, 165, 1168-1180.
- LİMA, A., DAMATTA, M., PİNHEIRO, A., TOTOLA, M. and LOUREIRO, E., 2002. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environ. Exp. Bot.*, 47: 239-247.
- MADHAVA, R., and SRESTY, T., 2000. Antioxidative Parameters in The Seedlings of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) in Response to Zn and Ni Stresses. *Plant Science*, 157: 113-128.
- MAHAJEN, S., and TUTEJA, N., 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch. Biochem. Biophys.*, 444: 139-158.

- MANI, S., VAN DE COTTE, B., MONTAGUE, V., and VERBRUGGEN, N., 2002. Altered levels of proline dehydrogenase cause hypersensitivity to proline and its analogs in *Arabidopsis*. *Plant Physiol*, 128: 73-83.
- MCKERSIE, D., and LESHEM, Y., 1994. *Stress and Stress Coping in Cultivated Plants*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 12: 456-486.
- MCWILLIAMS, D., 2003. Drought strategies for cotton. Cooperative Extension Service, Circular 582, College of Agriculture and Home Economics, January, pp.1-5.
- MENGEL, K., and ARNEKE, W., 1982. Effect of potassium on the water potential, the pressure potential, the osmotic potential and cell elongation in leaves of *Phaseolus vulgaris*. *Physiol. Plant.*, 54: 402-408.
- MERT, M., 2005. Irrigation of cotton cultivars improves seed cotton yield, yield components and fibre properties in the Hatay region in Turkey. *Acta Agric. Scand.*, 55: 44-50.
- MINITAB., 2000. *Minitab Reference Manuel (release 13.0)*. Minitab Inc. State Coll, P.A. USA.
- MOGHAIEB, R., SANEOKA, H., and FUJITA, K., 2004. Effect of salinity on osmotic adjustment, glycinebetaine accumulation and the betain aldehyde dehydrogenase gene expression in two halophytic plants. *Salicornia europaea* and *Suaeda maritima*. *Plant Sci.*, 166: 1345-1349.
- MORGAN, J., 1992. Osmotic components and properties associated with genotypic differences in osmoregulation in wheat. *Aust. J. Plant Physiol.* 19: 67-76.
- MUNDREE, G., and FARRANT, J., 2000. Some physiological and molecular insights into the mechanisms of desiccation tolerance in the resurrection plant *Xerophyta viscosa* Baker. In Cherry, J.H., Ryther, A. and Locy, R.D (eds). *Plant Tolerance to Abiotic Stresses in Agriculture: Role of Genetic Engineering*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp 201-222.
- MUNDREE, G., BAKER, B., MOWLA, S., PETERS, S., MARAIS, S., WILLIGEN, V., GOVENDER, K., MAREDZA, A., MUYANGA, S., FARRANT, M., and THOMSON, A., 2002. Physiological and molecular insights into drought tolerance. *Afr. J. Biotechnol.*, 1:23-38.
- MULLER, E. and WHITSHITT, S., 1996. Plant cellular responses to water deficit. *Plant Growth Regul.*, 20: 41-46.
- MUNNÉ-BOSCH, S., and PEÑUELAS, J., 2004. Drought-induced oxidative stress in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) growing in Mediterranean field conditions. 166: 1105-1110.
- NAVARI- ÍZZO, F., VANGIONI, N., and QUARTACCÌ, F., 2004. Lipids of soybean and sunflower seedlings grown under drought conditions. *Photochem.*, 29: 2119-2123.
- NIKOLAEVA, K., MAEVSKAYA, N., SHUGAEV, G., and BUKHOV, G., 2010. Effect of Drought on Chlorophyll Content and Antioxidant Enzyme Activities in Leaves of Three Wheat Cultivars Varying in Productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57: 87-95.
- NOCTOR, G., and FOYER, H., 1998. Ascorbate and Glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annual Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49: 249-279.

- NYLANDER, M., SVENSSON, J., PALVA, T. and WELIN, V., 2001. Stress-induced accumulation and tissue-specific localization of dehydrins in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Mol Biol.*, 45: 263-279.
- OH, M., TRICK, N., RAJASHEKAR, B., 2009. Secondary metabolites and antioxidants are involved in environmental adaptation and stress tolerance in lettuce. *Journal of Plant Physiology*, 166: 180-191.
- OREN, R., SPERRY, S., KATUL, G., PATAK, E., EWERS, E., PHILIPS, N., and SCHAFFER K., 1999. Survey and synthesis of intra and inter specific variation of stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. *Plant Cell Environ.*, 22: 1515-1526.
- ÖZPAY, T., 2008. Taze fasulye (*Phaseolus vulgaris*) genotiplerinin kuraklık stresine olan tepkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 6.s., Van.
- PANCHUK, I., VOLKOV, A., and SCHÖFFL, F., 2002. Heat Stress and Heat Shock Transcription Factor-Dependent Expression and Activity of Ascorbate Peroxidase in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 129: 838–853.
- PARIDA, K., DAGAONKAR, S., PHALAK, S., UMALKAR, V., and AURANGABADKAR, P., 2007. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery. *Plant Biotech. Rep.*, 1: 37-48.
- PAYTON, P., HOLADAY, S., and ALLEN, D., 2001. Antioxidant Systems and Environmental Stress Tolerance in Cotton. In *Genetic Improvement of Cotton Engineering Technologies*. Edt. Jenkins, J.N., Saha, S., Science Publishers, Inc.
- PELLESCHI, S., ROCHER, P., and PRIOUL, L., 1997. Effect of water restriction on carbohydrate metabolism and photosynthesis in mature maize leaves. *Plant Cell and Environment*, 20: 493-503.
- PEREDİTH R., and YOUNG, D., 2005. Potassium fertilization effects on cotton lint yield, yield components and reniform nematode populations, *Agron. J.*, 97: 1245–1251.
- RAMANJULU, S., and BARTELS, D., 2002. Drought and desiccation-induced modulation of gene expression in plants. *Plant Cell Environ.*, 25: 141–151.
- REDDY, R., KAKANI, G., ZHAO, D., KOTI, S., and GAO, W., 2004. Interactive Effects of Ultraviolet-B Radiation and Temperature on Cotton Physiology, Growth, Development and Hyperspectral Reflectance. *Photochemistry and Photobiology*, 79: 416–427.
- RICHARDSON, D., AIKENS, M., BERLYN, P., and MARSHALL, P., 2004. Drought stress and paper birch (*Betula papyrifera* L.) seedlings: effects of an organic biostimulant on plant health and stress tolerance, and detection of stress effects with instrument-based noninvasive methods. *Journal of Arboriculture*, 30: 52-61.
- RODRIGUEZ, S., WILHELMI, R., CERVILLA, L., BLASCO, B., RIOS, J., ROSALES, A., ROMERO, L., and RUIZ, J., 2010. Genotypic differences in some physiological parameters symptomatic for oxidative stress under moderate drought in tomato plants. *Plant Science*, 178: 30–40.
- RODRIGUEZ, L., CHAVES, M., WENDLER, R., DAVID, M., QUICK, W., LEEGOOG, C., STITT, M., and PEREIRA, S., 1993. Osmotic adjustment in water stresses grapevine leaves in relation to carbon assimilation. *Australian Journal of Plant Physiology*, 20: 309-321.

- SAMARAH, N., MULLEN, R., and CIANZIO, S., 2004. Size distribution and mineral nutrients of soybean seeds in response to drought stress. *Journal of Plant Nutrition*, 27: 815–835.
- SAIRAM, K., DESHMUKH, S., and SAXENA, C., 1998. Role of antioxidant systems in wheat cultivars tolerance to water stress. *Biologia Plantarum*, 41: 387-394.
- SAIRAM, K., SHUKLA, S., and SAXENA, C., 1997. Stres induced injury and antioxidant enymes in relation to drought tolerance in wheat genotypes. *Biologia Plantarum*, 40: 357-364.
- SALISBURY, B., and ROSS, W., 1992. *Plant Physiology* Wadsworth Publishing Co., California, 567-684 pp.
- SALVUCCI, E., and CRAFTS-BRANDNER, J., 2004. Inhibition of Photosynthesis by Heat Stress: The Activation State of Rubisco as a Limiting Factor in Photosynthesis. *Physiologia Plantarum*, 120:179–186.
- SÁNCHEZ, J., DE ANDRÉS, F., TENORÍO, L., and AYERBE, L., 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. *Field Crops Res.*, 86: 81–90.
- SCANDALIOS, G., 2003. Oxygen Stress and Superoxide Dismutase. *Plant Physiol.*, 101:7-12.
- SCHÄFFNER, R., 1998. Aquaporin function, structure, and expression: are there more surprises to surface in water relations?. *Planta*, 204: 131-139.
- SGHERRY, M., PINZINO, C., and NAVARÌ-IZZO, F., 1996. Sunflower seedlings subjected to increasing water stress by water deficit: changes in O<sub>2</sub><sup>-</sup> production related to the composition of thylakoid membranes. *Physiol. Plant.*, 96: 446-452.
- SHEN, B., JENSEN, G., and BOHNERT, J., 1997. Mannitol protects against oxidation by hydroxyl radicals. *Plant Physiol.*, 115: 527–532.
- SHERWIN, W. and FARRANT, M., 1998. Protection mechanisms against excess light in the resurrection plants *Craterostigma wilmsii* and *Xerophyta viscosa*. *Plant Growth Regul.*, 24: 202-210.
- SHINOZAKI, K. and YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K., 1996. Molecular responses to drought and cold stress. *Current Opin Biotechnology*, 7: 161-167.
- SHINOZAKI, K., YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K., 1997. Gene expression and signal transduction in water-stress response. *Plant Physiol.*, 115: 327-334.
- SIEFERMANN-HARMS, D., and ANGERHOFER, J., 1998. A evidence for an O<sub>2</sub>-barrier in the light-harvesting chlorophyll-*a/b*-protein complex LHC II, *Photosynth Res.*, 55: 83-94.
- SINGER, M., HELMY, I., KARAS, N., and ABOU-HADID, F., 2003. Influences of different water-stress treatments on growth, development and production of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Hort. (ISHS)*, 614: 605-611.
- SOCIAS, X., CORREIA, J., CHAVES, M., and MEDRANO, H., 1997. The role of abscisic acid and water relations in drought responses of subterranean clover. *J. Exp.Bot.*, 48: 1281- 1288.
- SMIRNOFF, N., 1993. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytol.*, 125: 27–58.
- SMIRNOFF, N., 1998. Plant resistance to environmental stresses. *Current Opinion Biotechnol.*, 9: 214-219.

- SOULAGES, L., KİM, K., WALTERS, C., and CUSHMAN, C., 2002. Temperature-induced extended helix/random coil transitions in a group 1 late embryogenesis-abundant protein from soybean. *Plant Physiol.*, 128: 822-832.
- SRİVALLİ, B., SHARMA, G., and KHANNA-CHOPRA, R., 2003. Antioxidative defence system in upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery. *Physiol. Plant.*, 119: 503-512.
- STUHLFAUTH, T., SCHEUERMANN, R., and FOCK, P., 1990. Light energy dissipation under water stress conditions. *Plant Physiol.*, 92: 1053-1061.
- ŞAHİN, A., 1997. Pamuk Tarımında kuraklığa karşı alınması gerekli önlemler. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Raporu, Yayın No: 19.
- ŞAHİN, A., KIVILCIM, N., EKŞİ, İ., ve HÜYÜK, O., 1997. Bazı pamuk (*G.hirsutum* L.) çeşitlerinde normal sulama ve su stresi koşullarında verim x su ilişkisi. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Raporu, Yayın No: 21.
- ŞAHİN, A., ve EKŞİ, İ., 1998. Pamuk Tarımı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Nazilli Pamuk Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın no: 50.
- TAMBUSSI, A., BARTOLİ, G., BELTRANO, J., GUIAMET, J., and ARAUS, L., 2000. Oxidative damage to thylakoid proteins in water-stressed leaves of wheat (*Triticum aestivum*). *Physiol. Plant.*, 108: 398-404.
- TEİZ, L., and ZEİGER, K., 1998. S.C.E., Plant Physiology, University of California, Los Angeles Sinauer Associates, Inc., Publisher, 726-735.
- TERZİ, R., SAĞLAM, A., KUTLU, N., ve KADIOĞLU, A., 2010. İmpact of soil drought stres on photochemical efficiency of photosystem II and antioxidant enzyme activities of phaseolus vulgaris cultivars. *Turk. J. Bot.*, 34: 1-10.
- TESTER, M., and LEIGH, A., 2001. Partitioning of nutrient transport process in roots. *J. Exp.Bot.*, 52: 445-457.
- THIMMANAIK, S., KUMAR, G., KUMARI, J., SURYANARAYANA, N., and SUDHAKAR, C., 2002. Photosynthesis and the enzymes of photosynthetic carbon reduction cycle in mulberry during water stres and recovery. *Photosynthetica*, 40:233-236.
- TÜRKAN, İ., and DEMİRAL, T., 2004. Does Exogenous Glycinebetaine Affect Antioxidative System of Rice Seedlings Under Nacı Treatment?. *Journal of Plant Physiology*, 161: 1089-1100.
- TÜRKAN, İ., BOR, M., ÖZDEMİR, F., and 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 Science*, 168: 223–231.
- ULLAH, I., RAHMAN, M., ASHRAF, M., and ZAFAR, Y., 2008. Genotypic variation for drought tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.): Leaf gas exchange and productivity. *Flora*, 203: 105–115.
- WANG, H., SIOPONGCO, J., WADE, J., and YAMAUCHI, A., 2009. Fractal analysis on root systems of rice plants in response to drought stress. *Environmental and Experimental Botany*, 65: 338–344.
- WHİTSİTT, S., COLLİNS, G., and MULLET, E., 1997. Modulation of dehydration tolerance in soybean seedlings. *Plant Physiology*, 114: 917-925.
- WILKINSON, S., and DAVİES, J., 2002. ABA-based chemical signalling: the coordination of responses to stress in plants. *Plant Cell Environ.*, 25: 195–210.

- WISE, R., 1995. Chilling enhanced photooxidation: The production, action and study of reactive oxygen species produced during chilling in the light. *Photosyn. Res.*, 45: 79-97.
- WISEMANN, H., and HALLIWELL, B., 1996. Damage to DNA by reactive oxygen and nitrogen species: Role in inflammatory disease and progression to cancer, *Biochem. J.*, 313: 17-29.
- WU, J., WANG, Y., and ZHU, C., 2011. Overexpression of a cotton cyclophilin gene in transgenic tobacco plants confer dual tolerance to salt stress and *Pseudomonas syringae* pv. *tabacii* infection. *Plant Phys.* 12: 79-61.
- VALENTOVIČ, P., LUXOVÁ, M., KOLAROVÍČ, L., and GAŠPARÍKOVÁ, O., 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relations in two maize cultivars. *Plant Soil Environ.*, 52: 186–191.
- VANDER WILLIGEN, C., PAMMENTER, W., MUNDREE, G., and FARRANT, M., 2001. Some physiological comparisons between the resurrection grass, *Eragrostis nindensis* and the related desiccation-sensitive species *Eragrostis curvula*. *Plant Growth Regul.*, 35: 121-129.
- VANDER WILLIGEN, C., MUNDREE, G., and FARRANT, M., 2002. Tonoplast intrinsic proteins in the resurrection grass. *Eragrostis nindensis*, Gordon Conference, Oxford, UK, pp. 563.
- VİCRÉ, M., SHERWIN, W., DRİOUİCH, A., JAFFER, M., JAUNEAU, A., and FARRANT, M., 1999. Cell wall properties of hydrated and dry leaves of the resurrection plant *Craterostigma wilmsii*. *J. Plant Physiol.*, 155: 719-726.
- VRANOVA, E., INZE, D., and BREUSEGEM, V., 2002a. Signal Transduction during Oxidative Stress. *Journal of Experimental Botany*, 53: 1227-1236.
- YASAR, F., 2007. Effects of Salt Stress on Ion and Lipidperoxidation Content in Green Beans Genotypes. *Asian J. Chem.*, 19: 1165-1169.
- YASAR, F., TURKMEN, S., and ELLİALTİOĞLU, Ş., 2006. Determination of antioxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) varieties and cultivars under salt stress. *J. Hortic. Sci. & Biotech.* 81: 627-630.
- YAZAR, A., SEZEN, M., and SESVEREN, S., 2002. LEPA and trickle irrigation of cotton in the Southeast Anatolia Project (GAP) area in Turkey. *Agric. Water Manage.*, 54: 189–203.
- YILMAZ, E., DAĞDELEN, N., ve SEZGİN, F., 1998. Son su uygulama zamanının pamukta su verim ilişkileri üzerine etkisi. Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 7-11 Eylül, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Aydın.
- ZHANG, L., ZHANG, Z., DU, V., LI, W., LUO, H., CHOW, S., ZHANG, F., 2010. Leaf Wilting Movement Can Protect Water-Stressed Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Plants Against Photoinhibition of Photosynthesis and Maintain Carbon Assimilation in the Field. *J. Plant Biol.*, 53: 52–60.
- ZHU, K., 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 53: 247-273.

## **URL**

<http://www.cukurovataem.gov.tr/?/pamuka>

<http://www.progenseed.com/index.php?okod=169>

<http://gatae.gov.tr/Urun.aspx?ID=135>

<http://www.settohumculuk.com/tr/set-pamuk-tohum-cesitleri/deltapine-dp396-pamuk-tohumu.html>

[http://www.progenseed.com/ozbugday\\_tohum/index.php?okod=64](http://www.progenseed.com/ozbugday_tohum/index.php?okod=64)

<http://gatae.gov.tr/Urun.aspx?ID=136>

[http://www.tarimziraat.com/cesit\\_katalogu/endustri\\_bitkileri\\_cesitleri/pamuk\\_cesitleri/st\\_468\\_pamuk\\_cesidi/st\\_468](http://www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/endustri_bitkileri_cesitleri/pamuk_cesitleri/st_468_pamuk_cesidi/st_468)

[http://www.tarimziraat.com/cesit\\_katalogu/endustri\\_bitkileri\\_cesitleri/pamuk\\_cesitleri/sahin\\_2000\\_pamuk\\_cesidi/sahin\\_2000/](http://www.tarimziraat.com/cesit_katalogu/endustri_bitkileri_cesitleri/pamuk_cesitleri/sahin_2000_pamuk_cesidi/sahin_2000/)

<http://www.settohumculuk.com/tr/set-pamuk-tohum-cesitleri/deltapine-dp499-pamuk-tohumu.html>



## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Şanlıurfa'da doğdu. İlköğretimini Profilo İlk Okulunda, orta ve lise öğretimini Şanlıurfa Anadolu Lisesinde tamamladı. 2010 yılında, Gazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünü bitirdi. Aynı yıl Harran Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde yüksek lisansa başladı.

## ÖZET

Bu çalışmada ADN P-01, BA-119, DİCLE 2002, DP 396, DP 499, GW TEKS, KAR TANESİ, STONEVILLE 468, ŞAHİN 2000 olmak üzere 9 farklı pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) genotiplerine ait tohumlar kullanılmıştır. Bitkiler iklim odasında kontrollü koşullarda yetiştirilmişlerdir. Otuz iki gün boyunca yetiştirilen bitkilere ilk hasat(0.gün hasatı) yapılmıştır. Hasat sonrası bitkilere %10 veya %20 oranlarında PEG 6000 içeren 1/2 Hoagland besin solüsyonu verilmiştir. Pamuk bitkileri solma noktasına gelinceye kadar stres uygulamasına devam edilmiştir. Stres uygulamasından hemen önce ve uygulama sonunda bitkiler hasat edilerek yaprak örnekleri biyokimyasal analizlere kadar -80 °C'de saklanmıştır. Kuraklık stresinin dokuz farklı pamuk genotipinde, büyüme parametreleri, yaprak bağıl su içeriği, klorofil indeksi, fotosentetik verim, iyon sızıntısı, besin elementleri (Ca, Mg, K, P ve Na) analizi, toplam fenolik madde miktarı, toplam çözünür karbonhidrat miktarı, toplam çözünür protein miktarı, lipid peroksidasyon düzeyi, katalaz ve glutatyon redüktaz aktiviteleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, pamuk genotiplerinden ADN P-01, DİCLE 2002, DP 499, DP 396 ve BA 119'un orta derecede kuraklığa toleranslı olduğu, KARTANESİ, STONEVILLE 468, GWTEKS ve ŞAHİN 2000'in ise diğer genotiplere göre kuraklık stresine daha belirgin metabolik yanıtlar verdiği söylenebilir. ADN P-01 ve DP 396 genotiplerinin yapraklarındaki CAT aktivitesi, %10'luk PEG6000 uygulanan grupta kontrol grubuna göre hafif bir artış göstermiş, DP 396 ve ŞAHİN 2000 genotiplerinde %20'lik PEG 6000 uygulaması CAT aktivitesini azaltmıştır. ADN P-01 ve STONEVILLE 468'in GR aktivitesi %20'lik PEG 6000 uygulaması ile artış göstermiştir. Pamuk genotiplerinden özellikle KARTANESİ, STONEVILLE 468, GWTEKS ve ŞAHİN 2000'in kuraklık stresine verdikleri yanıtların az oranda değişim göstermesi ve benzer düzeyde olmasının yanı sıra, bu genotiplerin yapraklarındaki MDA ve iyon sızıntısı artarken toplam klorofil miktarı ve fotosentetik verimin stresten fazla etkilenmemesi, pamuk bitkisinin kuraklık stresine karşı gösterdiği bir direnç mekanizması olabilir. Ayrıca normal koşullarda adaptasyonu yüksek olan pamuk bitkisinin kuraklık stresi altında total

özünür karbonhidrat birikimini arttırması, pamuk genotiplerinde hücreselel osmoregölasyonun ayarlanmasını sağlayan aktif bir mekanizmanın varlığını gösterebilir.

## SUMMARY

In this study, seeds of 9 different cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes including ADN P-01, BA-119, DİCLE 2002, DP 396, DP 499, GW TEKS, KARTANESİ, STONEVILLE 468, and ŞAHİN 2000 were used. Germinated seedlings were grown in a climate chamber under controlled conditions. 32-day old plants were exposed to drought stress by exposing them to 10% or 20% PEG6000 in a Hoagland nutrient solution and stress treatments continued until wilting point was reached. Plants were harvested just before the stress treatments (Day 0) and after final harvest. Harvested leaf samples were stored at -80 °C until analyses. The effects of drought stress on growth parameters, leaf relative water content, chlorophyll index, photosynthetic efficiency, ion leakage, nutrient analyses (Ca, Mg, K, P and Na), total phenol contents, total soluble carbohydrate contents, soluble protein contents, lipid peroxidation level and activities of catalase and glutathione reductase enzymes were analyzed.

According to the findings of this study, ADN P-01, DİCLE 2002, DP 499, DP 396 and BA 119 seemed to have medium level of drought tolerance while KARTANESİ, STONEVILLE 468, GWTEKS and ŞAHİN 2000 genotypes were more responsive to drought stress. CAT activity in leaves of ADN P-01 and DP 396 genotypes was slightly increased after 10% PEG6000 exposure in comparison to control. However, 20% PEG6000 treatment decreased CAT activity of DP 396 and ŞAHİN 2000. GR activity of ADN P-01 and STONEVILLE 468 was enhanced by 20% PEG 6000 treatment. Slight and similar changes in the responses of especially KARTANESİ, STONEVILLE 468, GWTEKS and ŞAHİN 2000 against drought and no significant change in their total chlorophyll content and photosynthetic efficiency in spite of increased lipid peroxidation level and ion leakage might suggest a tolerance mechanism of cotton plants against drought stress. Increased total soluble carbohydrate level under water-limited conditions might also indicate the presence of an active mechanism for maintaining cellular osmoregulation in cotton which is highly adaptable under normal conditions.