

**EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE
ARDIŞIK HİDROJEN PEROKSİT
UYGULAMALARININ TUZ STRESİ
TOLERANSI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Elif Saadet ARICAN

Yüksek Lisans Tezi

**Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ
2019**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE ARDIŞIK HİDROJEN
PEROKSİT UYGULAMALARININ TUZ STRESİ TOLERANSI
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Elif Saadet ARICAN

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır.

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde eksiksiz biçimde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Elif Saadet ARICAN

Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ danışmanlığında, Elif Saadet ARICAN tarafından hazırlanan “Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Ardışık Hidrojen Peroksit Uygulamalarının Tuz Stresi Toleransı Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından 25.11.2019 tarihinde Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Melike BOR

İmza:

Üye : Doç. Dr. Alpay BALKAN

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdür

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE ARDIŞIK HİDROJEN PEROKSİT UYGULAMALARININ TUZ STRESİ TOLERANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

Elif Saadet ARICAN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ

Bitki büyüme ve gelişimini önemli derecede etkileyen faktörlerden biri tuzluluktur. Literatürde düşük konsantrasyonda uygulanan hidrojen peroksit (H_2O_2)'in çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı etkili olduğu gösterilmektedir. Bu tez çalışmasında, 2017 yılı Kasım ayında ekim öncesi H_2O_2 ön uygulanmış ve 2018 yılı haziran ayında hasat edilmiş bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin tohumlarına yeniden H_2O_2 uygulaması yapılarak erken gelişim döneminde tuz ($NaCl$) toleransına süperoksit dismutaz (SOD) enziminin etkisi araştırılmıştır. Ekim öncesi $100 \mu M H_2O_2$ uygulaması ($-H_2O_2$: - kontrol; H_2O_2 : + kontrol; $1xH_2O_2$: 1 yıl önce H_2O_2 uygulanan; $2xH_2O_2$: 1 yıl sonra ikinci kez H_2O_2 uygulanan) yapılan buğday fidelerine kademeli olarak farklı konsantrasyonda $NaCl$ (0, 80, 160 mM) uygulanmıştır. 35 ve 49 günlük buğday fidelerinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal düzeyde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, erken gelişim döneminde $2xH_2O_2$ uygulama grubunda H_2O_2 uygulama grubuna kıyasla sadece çimlenme oranı artarken diğer büyüme parametreleri azalma göstermiştir. Fide gelişim aşamasındaki 35 günlük fidelerde $2xH_2O_2$ uygulama grubunda kök yaş ve kuru ağırlığı dışındaki büyüme parametrelerinde artış olduğu belirlenmiştir. 35 günlük fidelerdeki biyokimyasal sonuçlarda ise en düşük H_2O_2 miktarı NKÜ Lider çeşidinde ve $-H_2O_2$ ve $1xH_2O_2$ uygulaması yapılan gruplarda saptanmıştır. En düşük TBARS miktarı Tosunbey çeşidinde ve $2xH_2O_2$ grubunda olduğu gözlenmiştir. En yüksek SOD aktivitesinin NKÜ Lider çeşidinde olduğu, tüm H_2O_2 uygulamalarının SOD aktivitesinde artışa neden olduğu ve SOD aktivitesinin en yüksek seviyede $2xH_2O_2$ uygulaması sonucunda olduğu gözlenmiştir. Buna karşın, $2xH_2O_2$ uygulama grubu dışındaki tüm uygulama gruplarında H_2O_2 ve TBARS miktarlarında artış olduğu, $2xH_2O_2$ uygulama grubunda ise H_2O_2 miktarı artarken TBARS miktarının azaldığı saptanmıştır. Bu tez çalışmasında, H_2O_2 ön uygulamasının 35 günlük fidelerde tuz stresinin meydana getirdiği baskıyı daha iyi tolere ettiği, ikinci kez uygulanan H_2O_2 ön uygulaması ile baskının ortadan kaldırılarak bitki gelişiminin iyileştiği saptanmıştır. Sonuç olarak, buğdayda ikinci kez yapılan H_2O_2 ön uygulamasının tuz stresine maruz bırakılan toleranslı buğday çeşitlerinde uzun süreli olarak bitki gelişiminde iyileşmeye neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Priming, H_2O_2 , Stres Hafızası, TBARS, İzoenzim

2019, 107 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF SEQUENTIAL HYDROGEN PEROXIDE APPLICATIONS ON SALT STRESS TOLERANCE IN BREAD WHEAT VARIETIES

Elif Saadet ARICAN

Tekirdağ Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Sefer DEMİRBAŞ

Salinity is one of the factors affecting plant growth and development. In the literature, low concentration of hydrogen peroxide (H_2O_2) has shown to be effective against various abiotic stress factors. In this study, the effects of superoxide dismutase (SOD) on salt (NaCl) tolerance in early development period of some wheat varieties in H_2O_2 pre-treated before sowing in November 2017 and H_2O_2 re-pretreated to the seeds harvested in June 2018 were investigated. NaCl (0, 80, 160 mM) applied gradually to 100 μ M H_2O_2 applied wheat seedlings (- H_2O_2 : - control; H_2O_2 : + control; 1x H_2O_2 : H_2O_2 applied 1 year ago; 2x H_2O_2 : H_2O_2 applied second time after one year) before the sowing. The morphological, physiological and biochemical changes of thirty five and forty nine days old wheat seedlings were investigated. According to the results, only germination rate increased in 2x H_2O_2 group compared to H_2O_2 group, while other growth parameters decreased in the early development period. It was determined that growth parameters except root fresh and dry weight increased in 2x H_2O_2 group in 35 days old seedlings in seedling development stage. Biochemical results in 35 days old seedlings showed that the lowest amount of H_2O_2 was in NKU Lider cultivar and in groups treated with - H_2O_2 and 1x H_2O_2 . The lowest TBARS amount was in Tosunbey variety and 2x H_2O_2 group. The highest SOD activity was in NKÜ Lider variety, all H_2O_2 pre-treatment caused an increase in SOD activity and 2x H_2O_2 pre-treatment caused the highest SOD activity. However, H_2O_2 and TBARS amounts increased in all application groups except 2x H_2O_2 group, while H_2O_2 amount increased and TBARS amount decreased in 2x H_2O_2 group. In this study, it was found that H_2O_2 pretreatment better tolerated the stress caused by salt stress on 35 days seedlings, and second-applied H_2O_2 pretreatment eliminated the stress and improved plant growth. In conclusion, it was determined that H_2O_2 re-pre-treatment to wheat seeds resulted in improvement of plant growth in tolerant wheat varieties exposed to salt stress.

Key words: Priming, H_2O_2 , Stress memory, TBARS, Isoenzyme

2019, 107 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	vi
ŞEKİL DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER	2
2.1. Stres Hafızası Mekanizmaları	2
2.1.1. Stres Hafızasının Süresi	8
2.1.2. Stres Yanıtları	8
2.2. Ön Uygulama Yöntemleri.....	9
2.2.1. Su-Ön Uygulaması.....	10
2.2.2. Ozmotik Çözelti-Ön Uygulaması	11
2.2.3. Hormon-Ön Uygulaması	11
2.2.4. Biyolojik-Ön Uygulama	13
2.2.5. Yetiştirme Ortamı-Ön Uygulaması.....	13
2.2.6. Diğer Ön Uygulama Yöntemleri	14
2.3. Tuz Stresi	14
2.4. Antioksidan Savunma Sistemi	17
2.5. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂).....	17
2.6. Buğday (<i>Triticum aestivum</i> L.).....	19
3. KAYNAK ÖZETLERİ	21
4. MATERYAL VE YÖNTEM	37
4.1. Bitki Materyali	37
4.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi	38
4.2.1. Yüzeysel sterilizasyon	38
4.2.2. H ₂ O ₂ Ön Uygulaması.....	38
4.2.3. Çimlenme Denemesi.....	38
4.2.4. Büyüme Denemesi.....	39
4.3. Büyüme ile İlgili Parametreler.....	41

4.4. Stoma İletkenliği.....	43
4.5. Stoma İndeksi	43
4.6. Bitki Analiz Yöntemleri	44
4.6.1. Yaprak Bağıl Su İçeriğinin (BSİ) Belirlenmesi.....	44
4.6.2. Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi.....	44
4.6.3. Lipit Peroksidasyonu Miktarının Belirlenmesi.....	46
4.6.4. H ₂ O ₂ Miktarının Belirlenmesi.....	46
4.6.5. SOD (EC 1.15.1.1.) Aktivitesinin Belirlenmesi	46
4.6.6. SOD İzoenzim Profilinin Belirlenmesi.....	47
4.7. İstatistiksel Analiz	48
5. BULGULAR.....	49
5.1. Çimlenme Denemesine Ait Bulgular.....	49
5.1.1. Çimlenme Oranı.....	49
5.1.2. Kök Sayısı.....	50
5.1.3. Gövde Uzunluğu.....	51
5.1.4. Kök Uzunluğu.....	52
5.1.5. Gövde Yaş Ağırlığı.....	54
5.1.6. Kök Yaş Ağırlığı.....	55
5.1.7. Gövde Kuru Ağırlığı.....	56
5.1.8. Kök Kuru Ağırlığı.....	57
5.2. Büyüme Denemesine Ait Morfolojik Bulgular	59
5.2.1. Gövde Uzunluğu.....	59
5.2.2. Kök Uzunluğu.....	61
5.2.3. Gövde Yaş Ağırlığı.....	62
5.2.4. Kök Yaş Ağırlığı.....	64
5.2.5. Gövde Kuru Ağırlığı.....	67
5.2.6. Kök Kuru Ağırlığı.....	68
5.3. Büyüme Denemesine Ait Fizyolojik Bulgular	71
5.3.1. Yaprak Bağıl Su İçeriği (BSİ)	71
5.3.2. Stoma İletkenliği.....	72
5.3.3. Stoma İndeksi	74
5.4. Büyüme Denemesine Ait Biyokimyasal Bulgular.....	79
5.4.1. H ₂ O ₂ Miktarı.....	79

5.4.2. TBARS Miktarı	80
5.4.3. SOD Aktivitesi ve İzoenzim Profili.....	82
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	88
KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ	107

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 2.1. Tuz stresine karşı tolerans düzeyleri belirtilen bazı bitkiler	16
Çizelge 2.2. Bitkilerde enzimatik olmayan ve enzimatik antioksidanların rolleri ve hücrel lokalizasyonları.....	18
Çizelge 4.1. Saksı denemesinde uygulanan sulama programı.....	41
Çizelge 5.1. Çimlenme denemesinde çimlenme oranına (ÇO) ait değişimler (%)	50
Çizelge 5.2. Çimlenme denemesinde kök sayısına (KS) ait değişimler (adet)	51
Çizelge 5.3. Çimlenme denemesinde gövde uzunluğuna (GU) ait değişimler (mm).....	52
Çizelge 5.4. Çimlenme denemesinde kök uzunluğuna (KU) ait değişimler (mm)	53
Çizelge 5.5. Çimlenme denemesinde gövde yaş ağırlığına (GYA) ait değişimler (mg).....	55
Çizelge 5.6. Çimlenme denemesinde kök yaş ağırlığına (KYA) ait değişimler (mg)	56
Çizelge 5.7. Çimlenme denemesinde gövde kuru ağırlığına (GKA) ait değişimler (mg).....	57
Çizelge 5.8. Çimlenme denemesinde kök kuru ağırlığına (KKA) ait değişimler (mg)	58
Çizelge 5.9. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki gövde uzunluklarında (GU) meydana gelen değişimler (mm) ...	60
Çizelge 5.10. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki kök uzunluklarında (KU) meydana gelen değişimler (mm)	62
Çizelge 5.11. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki gövde yaş ağırlığında (GYA) meydana gelen değişimler (mg)	64
Çizelge 5.12. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki kök yaş ağırlığında (KYA) meydana gelen değişimler (mg)	66

Çizelge 5.13. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki gövde kuru ağırlığında (GKA) meydana gelen değişimler (mg)	68
Çizelge 5.14. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki kök kuru ağırlığında (KKA) meydana gelen değişimler (mg)	70
Çizelge 5.15. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki yaprak BSİ değerinde meydana gelen değişimler (%) ...	72
Çizelge 5.16. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki stoma iletkenliğinde (Sİ) meydana gelen değişimler ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	74
Çizelge 5.17. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki stoma indeksinde (Sİn) meydana gelen değişimler (%).76	
Çizelge 5.18. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki H_2O_2 miktarında (μM) meydana gelen değişimler	80
Çizelge 5.19. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki TBARS miktarında meydana gelen değişimler (nmol/g YA).....	81
Çizelge 5.20. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki SOD aktivitesinde meydana gelen değişimler ($\text{U mg}^{-1} \text{protein}$)	83
Çizelge 5.21. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki CuZnSOD izoenzim profilinde meydana gelen değişimler (bant yoğunluğu).....	85
Çizelge 5.22. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki FeSOD izoenzim profilinde meydana gelen değişimler (bant yoğunluğu)	86
Çizelge 6.1. Buğday fidelerinin erken gelişim dönemine ait parametrelerin korelasyon matrisi	89

Çizelge 6.2. Çimlenme aşamasında incelenen parametrelerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları	89
Çizelge 6.3. Buğday fidelerinin 35 günlük morfolojik ve fizyolojik verilerin korelasyon matriksi	90
Çizelge 6.4. Buğday fidelerinin 49 günlük morfolojik ve fizyolojik verilerin korelasyon matriksi	90
Çizelge 6.5. Fide gelişim aşamasındaki 35 günlük fidelerde incelenen parametrelerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları	92
Çizelge 6.6. Fide gelişim aşamasındaki 49 günlük fidelerde incelenen parametrelerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları	92
Çizelge 6.7. Buğday fidelerinin biyokimyasal verilerin korelasyon matriksi	94
Çizelge 6.8. Buğday fidelerinin biyokimyasal verilerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları	94

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2.1. DNA metilasyonu	3
Şekil 2.2. Histon modifikasyonları.....	3
Şekil 2.3. Stres Toleransının Epigenetik Düzenlenmesi	6
Şekil 2.4. Bitkilerde tuz stresi ile ilgili olan biyokimyasal fonksiyonlar	15
Şekil 2.5. H ₂ O ₂ sinyalizasyonu	19
Şekil 4.1. 2017-2018 yılı ekim döneminde Ziraat Fakültesi deneme alanında ön uygulamaları yapılarak ekimi yapılan tohumların yetiştirme ortamı (a) ve elde edilen buğday tohumları (b)	37
Şekil 4.2. Bitkilerin in vivo bitki büyütme odasında yetiştirme ortamı (a: Petri kabı denemesi, b: Saksı denemesi).....	38
Şekil 4.3. Bitki yetiştirme basamakları	40
Şekil 4.4. H ₂ O ₂ ön uygulaması yapılmış NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin tuz stresine maruz bırakılmış 35 (a) ve 49 (b) günlük fidelerine ait görüntüler.....	42
Şekil 4.5. Bitki hasat basamakları	43
Şekil 4.6. Protein standart grafiği.....	45
Şekil 4.7. Analizlere ait görseller	45
Şekil 5.1. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) gündeki stoma indeksinde meydana gelen değişimler (%)	77
Şekil 5.2. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 49. (b) gündeki stoma indeksinde meydana gelen değişimler (%).....	78
Şekil 5.3. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki H ₂ O ₂ miktarında (µM) meydana gelen değişimler	80
Şekil 5.4. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki TBARS miktarında meydana gelen değişimler (nmol/g YA).	82

Şekil 5.5. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki SOD aktivitesinde meydana gelen değişimler ($U\ mg^{-1}$ protein).....	83
Şekil 5.6. NKÜ Lider buğday çeşidine H_2O_2 uygulamasının 35 günlük NaCl stresi sonrası SOD izoenzim jel görüntüsü ve SOD inhibitör çalışması	86
Şekil 5.7. Sultan-95 buğday çeşidine H_2O_2 uygulamasının 35 günlük NaCl stresi sonrası SOD izoenzim jel görüntüsü ve SOD inhibitör çalışması	87
Şekil 5.8. Tosunbey buğday çeşidine H_2O_2 uygulamasının 35 günlük NaCl stresi sonrası SOD izoenzim jel görüntüsü ve SOD inhibitör çalışması	87
Şekil 6.1. H_2O_2 ön uygulaması yapılmış NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin tuz stresine maruz bırakılmış 35 (a) ve 49 (b) günlük buğday fidelerin görünümü	95

SİMGELER VE KISALTMALAR

μ	: Mikro
μM	: Mikromolar
$^1\text{O}_2$: Tekil oksijen
AA	: Askorbik asit
ABA	: Absisik asit
APX	: Askorbat peroksidaz
BSA	: Bovine serum albumin
BSİ	: Bağıl su içeriği
Ca^{++}	: Kalsiyum
CAT	: Katalaz
$-\text{CH}_3$: Metil grubu
CK	: Sitokinin
cm	: santimetre
$-\text{COCH}_3$: Asetil grubu
CuSO_4	: Bakır sülfat
CuZnSOD	: BakırçinkoSOD
DNA	: Deoksiribonükleik asit
ET	: Etilen
FeSOD	: DemirSOD
GA	: Giberellin
GPX	: Glutasyon peroksidaz
GR	: Glutasyon redüktaz
GR24	: Sentetik strigolakton
GST	: Glutasyon-S-transferaz
H_2O_2	: Hidrojen peroksit
H_2S	: Hidrojen sülfid
HA	: Hümik asit
HgCl_2	: Civa klorür

IAA	: İndol-3-asetik asit
JA	: Jasmonik asit
K ₃ PO ₄	: Tripotasyum fosfat
KCl	: Potasyum klorür
KCN	: Potasyum siyanür
KH ₂ PO ₄	: Mono potasyum fosfat
KNO ₃	: Potasyum nitrat
L	: Litre
MDA	: Molondialdehit
Mg	: Miligram
MgSO ₄	: Magnezyum sülfat
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
MnSOD	: ManganSOD
NaCl	: Sodyum klorür
NaClO	: Sodyum hipoklorit
Na-P	: Sodyum fosfat
NBT	: Nitro blue tetrazolium
NO	: Nitrik oksit
O ₂ ⁻	: Süperoksit anyonu
OH ⁻	: Hidroksil radikali
P	: Fosfor
PEG	: Polietilen glikol
POX	: Peroksidaz
PVPP	: Polivinilpolipirolidon
RAT	:Reaktif azot türleri
RNA	:Ribonükleik asit
ROT	: Reaktif oksijen türleri
RST	: Reaktif kükürt türleri

SA	: Salisilik asit
SL	: Strigolakton
SLA	: Spesifik yaprak alanı
SNP	: Sodyum nitroprussid
SOD	: Süperoksit dismutaz
SPAD	: Klorofil içeriği
TBA	: Tiobarbitürik asit
TCA	: Trikloroasetik asit
Tre	: Trehaloz
TTH	: Tavuk tüyü hidrolizatı
U	: Enzim ünitesi

TEŞEKKÜR

Bitki büyüme ve gelişimini önemli derecede etkileyen faktörlerden biri tuzluluktur. Çok sayıda yapılan çalışmada düşük konsantrasyonda uygulanan H₂O₂'in çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı priming (ön uygulama) uygulamalarında etkili olduğu gösterilmektedir.

Bu yüksek lisans tezinde, 2017 yılı Kasım ayında ekim öncesi H₂O₂ ön uygulanmış ve 2018 yılı haziran ayında hasat edilmiş bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin tohumlarına yeniden H₂O₂ uygulaması yapılarak erken gelişim döneminde tuz (NaCl) toleransında SOD enziminin etkisi araştırılmıştır. Ekim öncesi 100 µM H₂O₂ uygulaması yapılan buğday fidelerine kademeli olarak farklı konsantrasyonda NaCl (0, 80, 160 mM) uygulanmıştır. 35 ve 49 günlük buğday fidelerinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal düzeyde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Buğdayda ikinci kez yapılan H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresine maruz bırakılan toleranslı buğday çeşitlerinde uzun süreli olarak bitki gelişiminde iyileşmeye neden olduğu belirlenmiştir.

Yüksek lisans çalışmam sırasında tez konusunu belirleyen, çalışmam boyunca benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, bilgisi ve öğrettikleri ile bana yol gösteren saygı değer tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ, bölüm başkanımız ve dekanımız sayın Prof. Dr. Sezen ARAT, bölümümüz öğretim üyelerinden Doç. Dr. Banu BİLGİN, Dr. Öğr. Üyesi Sheida DANESHVAR, Arş. Gör. Elif Ceren PEHLİVAN, Arş. Gör. Dr. Raziye IŞIK ve Arş. Gör. Eyüp Erdem TEYKİN ve tez çalışmamda kullandığım buğday çeşitlerinin tohumların temin edilmesinde yardımcı olan Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Alpay BALKAN hocalarıma, aynı laboratuvarında beraber çalıştığımız Ezgi ÖNAY, Şahsine GÖK ÖZEL, Ceyhan HAFIZOĞLU ve Damla ANA'ya, desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım Merve OZAN, Büşra ÇİMEN, Elçin PARLAR ve Fatih GORAL'a sonsuz teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca maddi-manevi desteğini ve sabrını benden esirgemeyen annem Fatma ARICAN, babam Ülkü ARICAN, kardeşlerim Esin ARICAN, Esra ARICAN ve Nazmi Süleyman ARICAN'a sonsuz teşekkür ederim.

Kasım, 2019

Elif Saadet ARICAN

Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Bitkileri diğer canlılardan ayıran en önemli özellikleri buldukları ortama bağlı kalmalarıdır. Diğer canlılar gibi olumsuz şartlar ile karşılaştıklarında buldukları ortamdan uzaklaşabilme özellikleri bulunmamaktadır ve daha fazla korunmaya ihtiyaç duymaktadırlar. Bu nedenle, nesiller boyunca bitkilerin optimum yaşam koşullarını engelleyen, gelişim ve büyümesini baskılayan nedenler yer almaktadır. Bitkilerin karşılaştıkları baskılar gerek canlı organizmalar gerekse cansız çevreden kaynaklı olabilmektedir. Bitkiler stres faktörleriyle başa çıkıp nesillerini devam ettirebilmek için çeşitli stratejiler geliştirmişlerdir. Bunların bazıları fizyolojilerini, gen ifadelerini ve gelişim aktivitelerini değiştirerek tolerans sağlamışlar, bazıları farklı dönemlerde gelişme sağlayarak stresten kaçış sağlamışlar, bazıları da stres faktörleri ile farklı zamanlarda ve farklı dozlarda karşılaşmaları durumunda nesilden nesile devam ettirilen adaptasyon kabiliyeti sağlamışlardır. Duyarlı olarak değerlendirilen bitkilerin optimum koşullar sağlanmadığında hayatta kalabilmeleri olanaksızdır.

Bitkilerin stres faktörlerine karşı tolerans geliştirebilmek için belirli seviyelerde ve sürelerde strese maruz kalarak biyokimyasal ve moleküler yapılarını değiştirerek bir sonraki daha yüksek seviyedeki stres etmenini elimine etme özelliği kazanmaktadırlar. Burada bitkinin karşılaştığı stres türü ve bu strese geçmişte göstermiş olduğu yanıt ile stres hafızası ortaya konmaktadır. Ayrıca, bitkilere çeşitli ön uygulamalar yapılarak tolerans düzeyinin artırılmasına bağlı olarak bitkinin stresten en az düzeyde etkilenerek gelişiminin iyileştirilmesi yönünde ve stres hafızasının canlandırılması sağlayan literatürde çalışmalar bulunmaktadır.

Bu tez çalışmasında, H_2O_2 ön uygulaması sonucu elde edilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin tohumlarına yeniden H_2O_2 uygulaması yapılarak erken gelişim döneminde tuz stresi toleransı belirlemeye çalışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Stres Hafızası Mekanizmaları

Bitkilerin, evrimsel süreçleri boyunca ortaya çıkmış olan çevresel değişikliklere cevap vermelerini sağlayan çok farklı içsel mekanizmalar mevcuttur. Birçok stres türüne maruz kalma geçmişi bulunduğu anda, daha sonraki meydana gelen stres koşullarında bitkiler yanıt olarak tepkilerini değiştirir (Bruce, Matthes, Naiper ve Pickett, 2007). Stresle birlikte genellikle histon veya DNA modifikasyonlarına ve çeşitli duyarlı genlerin ifadesinde değişiklikler ortaya çıkar. Bu modifikasyonların bazıları sadece ilgili bireyde gözlenirken bir kısmında epigenetik işaretler olarak sonraki nesillere aktarılabilir. Epigenetik işaretler, uyarıcıların yokluğunda korunur, bu da bitkilerin epigenetik çevresel ortamda yaşamış olduğu stresleri "ezberlenmesine" yol açar (He ve Li, 2018). Epigenetik mekanizmaların, küçük RNA'lar, histon modifikasyonları ve DNA metilasyonu yoluyla gen ifadesinin kontrolünde önemli rol oynamaktadır. Bunlar mitotik hücre bölünmesiyle meydana gelir ve bazı durumlarda yeni nesile aktarılabilir (Kinoshita ve Seki, 2014). Epigenetik mekanizmaların bitkilerde stres hafızasına katkıda bulunduğu dair kanıtlar her geçen gün giderek artmaktadır. Bazı genomik bölgelerdeki DNA metilasyonundaki değişiklikler örneğin, *A. thaliana* bitkisinin baskılı *FWA* genini etkileyen birçok nesil boyunca kalıtsal olabileceğine bu sebeple stres koşullarına karşı gözlemlenen nesillere aktarım tepkilerinin çoğunun epigenetik mekanizmalara bağlanması konusunda gelecek nesillere yönelik görüşler sunmaktadır (Kinoshita vd., 2006).

Epigenetik mekanizmalarda DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'lar gen ifadesinin düzenlenmesinde rol oynamaktadırlar (Can ve Aslan, 2016; Gündüz, 2008). Bu olguları kısaca açıklamak gerekirse;

1. DNA metilasyonu: DNA sentezi gerçekleştikten sonra DNA bazlarına metil gruplarının (-CH₃) bağlanmasıdır. Çoğu hayvan ve bitkinin DNA'sında, genellikle sitozin bazlarının metillenmesi gerçekleşir. Metilenmiş ökaryot DNA'sındaki sitozin bazlarının yaklaşık %5'i metil gruplarına sahiptir (Şekil 2.1).

2. Histon modifikasyonları: DNA baz dizileri kodlama yapmayan ve kodlama yapan genom sekanslarından oluşturabilir. Bazı modifikasyonlar spesifik iken, bazıları ise transkripsiyon bölgelerinde hem aktif hem de inaktiftir. Bunlar hücre siklusunun gelişimsel fazında stres ve diğer çevresel faktörler tarafından etkilenirler (Şekil 2.2).

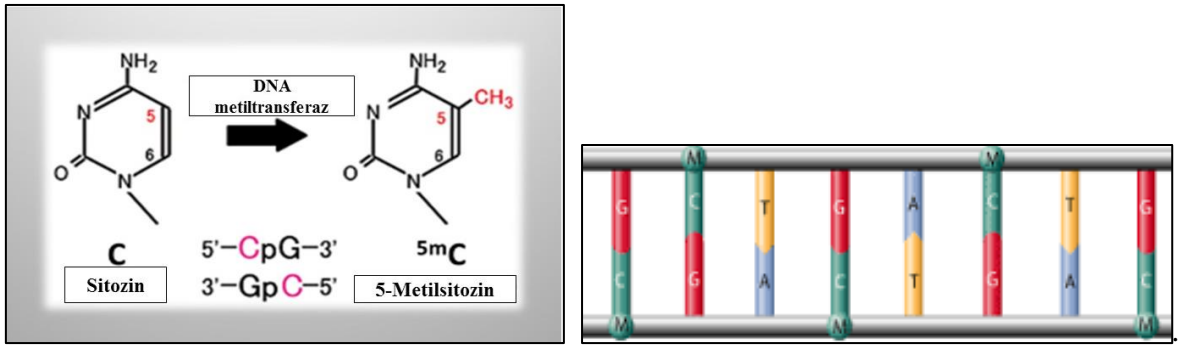
- *Histon asetilasyonu:* Gen transkripsiyonunun düzenlenmesinde doğrudan rol oynamaktadır. Histon asetilasyonu, histon proteinlerinin belirli bazı amino asitlerine asetil gruplarının (-COCH₃) bağlanması olayıdır. Deasetilasyon işlemi ise asetil gruplarının uzaklaştırılmasıdır.

- *Histon metilasyonu:* Lizin ve arjinin amino asitlerine (-CH₃) bağlanmasıdır.

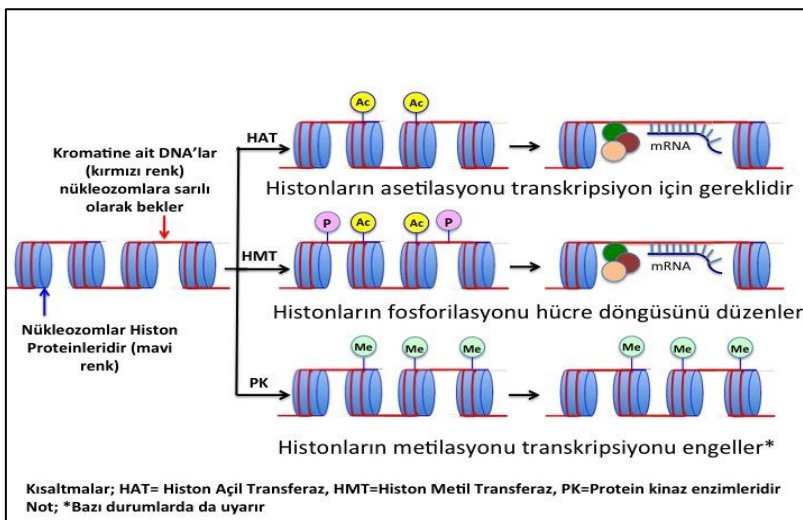
- *Histon fosforilasyonu:* Histonların fosforilasyonu mitoz gibi sinyal transdüksiyon yolları sırasında oluşmaktadır.

- *Histon ubikütinasyon:* Kalıtsal genlerin susturulmasına ve X kromozomu inaktivasyonuna yol açtığı bulunmuştur.

3. Küçük RNA'lar: Kodlama yapmayan RNA'lar olarak tanımlanan tRNA ve rRNA gibi fonksiyonel açıdan önemli olanlara ek olarak siRNA'lar, piRNA'lar ve mikroRNA'lar örnek verilebilir. Bunların gen ifadesinin düzenlenmesinde rolleri bulunmaktadır.



Şekil 2.1. DNA metilasyonu (Anonim, 2018a)



Şekil 2.2. Histon modifikasyonları (Anonim, 2018b)

Bitkilerde stresi önlemeye karşı yapılan ön uygulama çalışmaları, geçici olarak belirlenen uyarının gelecekteki stresi tetikleyici stres işareti özelliğine sahip olan bitkiyi modifiye ettiği düşünülmektedir. Ön uygulama başlangıçta patojenlere (biyotik stres) karşı bağışıklık olarak ele alınmış, ancak daha sonra abiyotik stres koşullarına verilen yanıtlara da uygulanmıştır. Priming, fenotipik seviyede etki etmekte DNA sekansında değişiklikler ortaya çıkarmamakta ve sonuçta geri dönüşümlü olmaktadır. Genel anlamda, ön uygulama yöntemi ile savunma geni ifadesinin modifiye edilerek daha güçlü ve daha hızlı bir yanıt modeli ile kanıtlanmaktadır. Ön uygulama doğrudan stres hafızasıyla takip edilir. Stresin kesilmesinden sonra ön uygulama stres işaretine ilişkin bilginin depolanmasını içerir ve bu durum bitki tekrar stres ile karşılaştığında strese karşı modifiye edilmiş bir yanıt olarak algılanabilir. Bu hafızanın süresi somatik stres hafızası için genellikle günler ile haftalar arasında olabilir, ancak bazı durumlarda gelecek nesillere kadar (nesillere aktarım ile stres hafızası) uzanabilir. Benzer şekilde, vernalizasyon sırasında ekzojen bir işaretin hafızası stres-bağımsız koşullarda da ortaya çıkabilir (Lamke ve Baurle, 2017).

Ön uygulama bitkiler dışında memeli bağışıklık sisteminde kazanılmış bağışıklık olarak da adlandırılan ön uygulamasına karşılık gelmektedir. Yapılan çalışmalarda doğuştan kazanılan bağışıklık sisteminin bellek oluşturabildiği tarif edilmiştir. Bu kazanılmış karakterler epigenetik ve metabolik düzenlemeye dayanır ki bu durum enfeksiyonlara ve aşılama daha fazla yanıt vermektedir. Bunlar evrimsel olarak korunan belleği göstermektedir (González-Bosch, 2018).

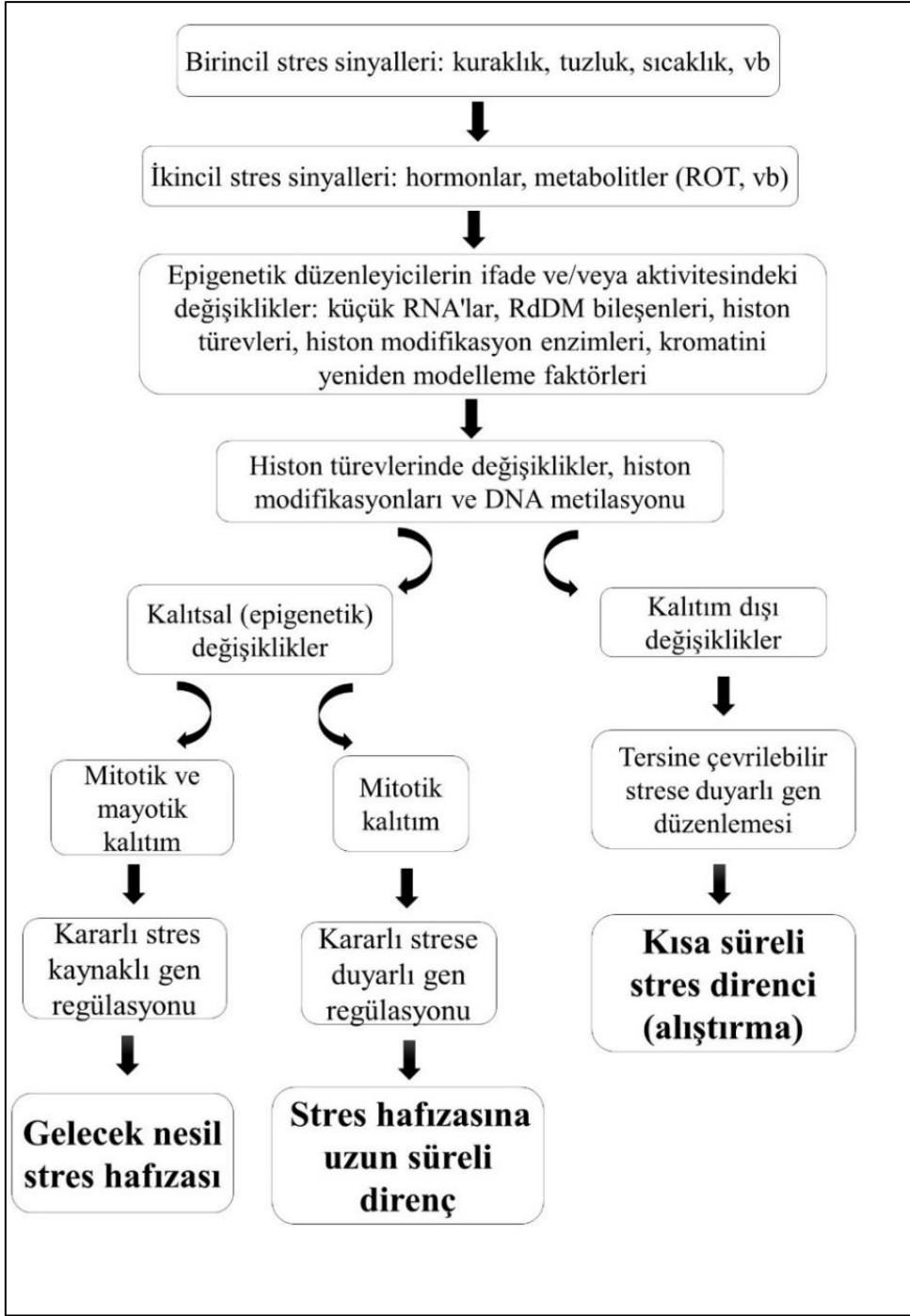
Memelilerde bağışıklık sisteminin patojenleri ve tümör hücrelerini aktif bir şekilde yok etmek için oksidatif patlama sürecini aktive etmesi bitkilerdeki savunma mekanizmaları ile ortak özellikler taşımaktadır. Bitkilerde gözlemlendiği gibi, insanlar da dahil olmak üzere hayvanlardaki bağışıklık sistemi kromatin yapısı ve epigenetik mekanizmalara dayanan bir patojen tehdidine önceki transkripsiyonel yanıtın hafızasını belleğinde tutabilir (González-Bosch, 2018).

Bitki yaşamında gelişimin farklı aşamaları ve strese verilen yanıtların yönetimi gen ifadesinin düzenlediği iki temel süreçtir. Bu iki aşamadaki gen düzenlemeleri, DNA dizilimindeki metilasyon varyasyonlara ve diğer epigenetik temelli kromatin modifikasyonlarına dayanan gen ifadeleri ile elde edilir. Epigenom, genomla ilişkili hücre proteinleriyle birlikte genoma yönelik toplam kimyasal modifikasyonların bir birikimidir ve her iki hücre bölünmesi (mayoz ve mitoz) sürecinde de aktarılabilir. Bu modifikasyonlar, DNA-

Genom dizilimlerinde herhangi bir değişiklik olmaksızın değişen özellikleri değiştirmiş ve aynı zamanda çevresel stres kaynaklarına veya hastalığa yanıt olarak bitki gelişimi, doku farklılaşmasını düzenlemeye de yol açmaktadır. Hücrelerdeki fonksiyonel proteinlerin üretimini yönetmeye yönelik genlerin kontrolü için DNA'ya bağlanan kimyasal parçalar ve proteinler, kimyasal modifikasyonların örneklerini oluşturmaktadır. Bu moleküller DNA'ya bağlandıklarında ve işlevlerini değiştirdiklerinde epigenetik yoluyla genomu "işaretledikleri" söylenir. Epigenom, bitki gelişmesinde ve olumsuz çevresel koşullarla karşılaşmak için zamansal ve mekânsal gelişim aşamalarında önemli bir rol oynar (Barozai ve Aziz, 2018).

Stres toleransı epigenetik olarak düzenlemesinde birincil ve ikincil stres sinyalleri epigenetik düzenleyicilerin, küçük RNA'ların, histon modifikasyon enzimlerinin ve kromatin yeniden modelleme faktörlerinin ifadesi ve aktivitesinde değişikliklere neden olmaktadır. Bu epigenetik düzenleyiciler histon türevlerini, histon modifikasyonlarını ve DNA metilasyonunu değiştirir (Şekil 2.2). Bunlardan bazıları kalıtsal epigenetik modifikasyonları oluştururken diğerleri geçici değişimler olarak adlandırılır (Şekil 2.3). Geçici kromatin modifikasyonları alıştırma tepkilerini oluştururken kalıtımsal epigenetik modifikasyonlar generasyon ve transgenerasyonel stres hafızasının oluşumunu sağlar (Chinnusamy ve Zhu, 2009).

Doğal populasyonlarda biyotik ve abiyotik stres altındaki bireyler delesyon, insersiyon ve nokta mutasyonları sonucunda genetik varyasyon olarak çok düşük sıklıkta görülmektedir ve genelde çekinik ve geri dönüşümsüz olmaktadır. Epigenetik varyasyon ise gen fonksiyonunu dinamik olarak düzenleyebilir. Stres altında mutasyonların fenotipe çok az katkısı vardır. Epigenetik süreçler, gen ifadesini geri dönüşümlü bir şekilde düzenleyen fenotipe katkıda bulunabilmektedir. Genetik ve epigenetik varyasyonun birbiri ile üstünlük derecesi bilinmemektedir. Ancak yapılan araştırmalar sonucu genetik ve epigenetik varyasyon, bitkinin stres cevabını arttırmak için genlerin ifadesini değiştirerek genlerin gelişim ve fizyolojisinde tek başına veya birlikte hareket edebilmektedirler. Bu gen ifadesi değişiklikleri nesiller boyunca devam ederse kısa süreli stres durumunda veya kalıtsal bir fenotipik varyasyon durumunda plastik fenotipik bir varyasyon ile sonuçlanabilir. Meydana gelen stres tepki yolları, hayatta kalma olasılığını arttırmak için çevresel değişikliği tolere etme veya direnmeye yönelik bir girişim olduğu düşünölmektedir (Grativol, Hemerly ve Gomes Ferraira, 2012).



Şekil 2.3. Stres Toleransının Epigenetik Düzenlenmesi (Chinnusamy ve Zhu, 2009)

Absisik asit (ABA), genetik ve epigenetik mekanizmalar yoluyla bitki gelişimi ve abiyotik stres toleransını düzenlediği bilinmektedir. ABA kontrollü olarak yapılan stoma açıklığının düzenlemesi, koruyucu hücrelerde iyon kanallarının düzenlenmesi, terlemenin düzenlenmesi ve bitkilerde su eksikliği stresinden kaçınılması için stoma kapanması çok önemlidir. Kalsiyum, protein kinazlar, fosfatazlar, membran bileşenleri ve transkripsiyon

faktörü ağırları ABA-duyarlı genlerin ABA sinyalleşmesiyle stres adaptasyonunun düzenlenmesinde rol oynar (Chinnusamy, Gong ve Zhu, 2008).

Bitkiler çeşitli çevresel streslere uyum sağlamak için düzenleyici mekanizmaları geliştirmektedirler (Saxena, Srikanth ve Chen, 2016). Reaktif oksijen türleri (ROT) da bitkilerde biyotik ve abiyotik uyarılara karşı büyüme, gelişme ve yanıtlar gibi çeşitli biyolojik süreçlerin düzenlenmesinde sinyal molekülleri olarak bütünsel bir rol oynar (Baxter vd., 2014). Hücrelerde bilinen başlıca ROT, tekil oksijen (1O_2), süperoksit anyonu (O_2^-), H_2O_2 ve hidroksil radikali (OH^-) olup normal koşullarda hücredeki düzeyleri sürekli denge halindedir. Radikal olmayan bir atom veya molekülden bir elektron çıkmasıyla ya da atom veya moleküle bir elektron ilavesiyle oluşmaktadırlar. Diğer moleküllere elektron verebildiklerinden ya da onlardan elektron alabildiklerinden dolayı organizmada indirgeyici veya yükseltgeyici olarak davranırlar. ROT bitkilerin normal fizyolojik süreçlerinde de gelişimsel döngülerde de sentezlenirler. Ancak detoksifikasyon mekanizması ile aralarındaki denge sayesinde zararlı etki oluşturmazlar. ROT'lar bitkilerde endojen olarak kloroplastlardaki fotosentez reaksiyonlarında, plastit ve peroksizomlarda, mitokondrilerdeki sitrik asit döngüsünde NADPH oksidaz, hücre duvarı peroksidazları ve amino oksidazlar gibi enzimlerin etkisiyle oluşan en yoğun serbest radikallerdir (Büyük, Soydam-Aydın ve Aras, 2012). Kloroplastlar çevresel değişimin önemli sensörleridir, redoks ve baskın çevresel koşullara alışmaya yol açan gen ekspresyonunu etkilemek için doğrudan veya dolaylı olarak çekirdeğe aktarılabilen diğer sinyalleri üretirler. Kloroplastlarda ortaya çıkan redoks sinyalleri de epigenetik kontrollere katılır (Foyer, 2018).

Bitki genomu değişime kapalı olmasına rağmen, DNA'sına zarar verebilecek biyotik ve abiyotik stres faktörlerine maruz kalması durumunda DNA hasar görebilir ve bu nedenle genotoksik stres meydana gelir. Yüksek ROT birikimi hücre yapılarına, nükleik asitlere, lipidlere ve proteinlere zarar verebilir. ROT, baz silme, pirimidin dimerleri, çapraz bağlar, iplik kopmaları ve oksidasyon gibi baz modifikasyonunu içeren DNA dahil olmak üzere hemen hemen tüm hücrel makromoleküllere zarar verme yeteneğine sahiptir. DNA hasarı, protein sentezi, hücre zarı tahribatı ve fotosentez hasarı gibi çeşitli fizyolojik etkilerle sonuçlanır (Gill ve Tuteja, 2010).

Tohumun stres toleransını iyileştirmek için iki önemli strateji bulunmaktadır. Bunlar: çimlenme durumu ve ön uygulamaya bağlı "stres izi" olarak adlandırılmaktadır. Birincisi, ön uygulama yapılan tohumlar çimlenmeye (hidrasyon) tekrar maruz kaldığında, radikula

çıkıntısı için gerekli olan zamanı, enerjiyi ve kaynakları azaltan bir 'başlama' çimlenmesi geçirmektedir. Ön uygulama genellikle faz II imbibisyonunu uzattığından, tohumlar daha verimli enerji metabolizması, genişlemiş embriyo ve zayıf endosperm vb. ile çimlenme için daha iyi hazır durumda olur. Bu nedenle, çimlenen tohumlarda geliştirilmiş stres toleransı kısmen bulunmaktadır. Diğer yandan “stres izi”, ön uygulama yapılmış tohumlarda strese duyarlı olan sistemi harekete geçiren ve daha sonraki stres maruziyetine daha dirençli hale getiren, ön uygulama sırasında sıklıkla üretilen abiyotik streslerin bir sonucudur. Muhtemelen 'gelişmiş çimlenme', olgunlaşma proteinlerinin (örn. LEA'lar) tükenmesine neden olmakta ve bu, priming sırasında uyarılan stres tepkileriyle LEA'ların yeniden biriktirilmesini gerçekleştirmektedir. Ayrıca bu iki stratejinin, ROT sinyalleme ve antioksidanlar yoluyla tohum stres toleransını iyileştirmek için iş birliği yapması muhtemel olduğu görülmektedir (Chen ve Arora, 2013).

2.1.1. Stres Hafızasının Süresi

Stres koşullarının sıklığı ve süresi, gen transkripsiyonu üzerindeki etkilerinin zamansal olarak kalmaya devam edip etmediğini veya nesillere aktarım epigenetik kalıtım olarak bilinen bir sonraki nesillere iletilip geçirilemeyeceğini belirler (González-Bosch, 2018).

Stres belleğinin kısa süreli olarak tutulması, alıştırma yanıtları olarak bitkilerde meydana gelmektedir. Eğer bellek hafızası stresin bağlı proteinlerin, RNA'ların ve metabolitlerin yarı ömrüne bağlı ise stres hafızası sadece kısa süreler için korunabilmektedir. Eğer hafıza fenolojide ve bitkilerin morfolojisinde yeniden programlamayı gerektiriyorsa, hafıza daha uzun sürebilir. Epigenetik süreçlerde, kalıtsal DNA metilasyonu ve histon modifikasyonları stres hafızasını daha uzun süreli tutmak için bir seçenek olabilmektedir (Chinnusamy ve Zhu, 2009).

2.1.2. Stres Yanıtları

Bitkiler yaşamları gereği diğer canlılar gibi bir yerden bir yere kendi istekleri doğrultusunda hareket edemediklerinden dolayı karşılaştıkları stres faktörlerine karşı evrimsel süreçlerinde çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu geliştirdikleri mekanizmalar aşağıdaki şekilde anlatılmaktadır (Yıldız ve Terzi, 2007).

- a) **Kaçış:** Bitkilerin sadece çevresel koşulların uygun olduğu dönemde büyüme ve gelişim süreçlerini tamamlamalarıdır. Örnek olarak kuraklık yaşamadan önce yağışlı mevsimde yaşam sürelerini tamamlayan bitkilerin göstermiş olduğu davranışlarıdır.
- b) **Kaçınma:** Bitkilerin bulunduğu ortamdaki stres faktörlerinin olumsuz etkilerini azaltması veya engellemesi olayıdır. Dış çevre şartlarında stres oluşturabilecek koşullar olmasına rağmen bitki hücrelerinin stresten uzak olarak bir iç ortam oluşturmasıdır.
- c) **Alışma ve adaptasyon:** Öncül bir stres faktörüne maruz kalmanın sonucu olarak tolerans artmışsa, bitki alışma sağlamış olarak kabul edilir. Adaptasyon genel olarak nesiller boyunca seleksiyon ile kazanılan direncin genetik olarak belirlenmiş seviyesi olarak ifade edilmektedir. Alışma ve adaptasyon farklı kavramlardır. Özet olarak alışma nesiller boyunca kalıtılmayan sadece o bireye özgü olan bir terimdir. Adaptasyon ise nesiller boyunca kalıtılabilir stres cevaplarını ifade etmektedir.
- d) **Tolerans:** Bitkinin uygun olmayan çevre şartlarının etkisini azaltıp karşı çıkma durumudur. Bir canlıya ilk olarak yüksek düzeyde stresin uygulanmasının ardından tekrar öldürücü düzeyde uygulanmasıyla canlının dayanma yeteneğidir. Her canlının strese dayanma seviyeleri farklıdır (Türkan, 2008).
- e) **Dayanıklılık:** Bitkinin bir stres faktörü ile karşılaşması durumunda, oluşan strese karşı koyabilmesi ve engelmeye durumu olarak ifade edilmektedir. Dayanıklılık, bitkide kalıtsal olarak iletilmekle birlikte, bazen sonradan kazanılmış olabilir (İlbağı ve Çıtır, 2006).

2.2. Ön Uygulama Yöntemleri

Başarılı bir tarımsal üretimin gerçekleşebilmesi için, istenilen bitki sıklığının ve yüksek verimin elde edilmesi gereklidir. Bunun için ekilecek olan tohumun çimlenme hızı, tekdüze ve eksiksiz çimlenme ve çıkış sağlaması gerekmektedir. Tarımı yapılan alanlarda birçok stres faktörü çimlenmeyi baskılamaktadır. Çevresel faktörlerin yanı sıra tohumun genetik yapısı, tohumun olgunluğu, tohum büyüklüğünün üniform olmayışı tohumun çimlenmesini ve fide gelişimini engellemekle birlikte tekdüze çıkış oranında azalma meydana getirmektedir. Eğer ki tohum da dormansi durumunda ise, çevre faktörleri uygun olsa bile çimlenme gerçekleşemez (Elkoca, 2007).

Tohumun karşılaştığı bütün bu olumsuzluk oluşturacak faktörleri ortadan kaldırmak çimlenmeyi ve fide gelişimini hızlandırıp yüksek verim elde edebilmek için tohumlara ekim öncesinde priming (ön uygulama) adı verilen çeşitli uygulamalar yapılır. Ön uygulama, ekim öncesinde tohuma yapılan çeşitli uygulamalar olup, çimlenme için gerekli metabolik aktiviteyi başlatacak, ancak kök çıkışına imkân tanımayacak seviyedeki kontrollü su alımı olarak tanımlanmasının yanında bitkinin abiyotik streslere karşı savunmasında, daha hızlı bir şekilde yanıtlamaya hazırladığı fizyolojik bir süreç olarak tanımlanır (Jisha, Vijayakumari ve Puthur, 2013). Ön uygulama yöntemi pek çok bitki türünde, özellikle düşük sıcaklık gibi uygun olmayan koşullarda, çimlenme-çıkış oranını ve hızını artırmakta, buna bağlı olarak kısa sürede istenilen sıklıkta fide oluşumu sağlanmasına imkân tanımaktadır. Ön uygulama neticesinde, hızlı kök ve sürgün çıkışının gerçekleşmesi daha kuvvetli fide gelişimine fırsat vermekte, kurağa dayanıklılık artmakta, bitkiler daha kısa sürede çiçeklenerek hasat olgunluğuna gelmekte ve verim yükselmektedir. Ayrıca, ön uygulama hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık da sağlayabilmekte ve baklagillerde nodül oluşumunu artırmaktadır (Elkoca, 2007).

Günümüzde tohum kalite özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlı kullanılan priming teknikleri arasında kontrollü su alımının su ile sağlandığı su-ön uygulaması, ozmotik çözeltilerin (polietilen glikol (PEG), potasyum nitrat (KNO_3)) kullanıldığı ozmotik çözelti-ön uygulaması (Caserio ve Filho, 2004), fitohormonların (ABA, JA, salisilik asit (SA), strigolaktonlar (SL)) kullanıldığı hormon-ön uygulaması (Wani, Kumar, Shriram ve Kumar Sah, 2016) ve H_2O_2 gibi düşük konsantrasyonlarda kullanılan diğer kimyasal (Savvides, Ali, Tester ve Fotopoulos, 2016) uygulamaları bulunmaktadır. Bütün bu ön uygulama yöntemlerinde tohum kabuğunun çatlamamasına ve radikulanın çıkmamasına dikkat etmek gereklidir (Duman ve Gökçöl, 2018).

2.2.1. Su-Ön Uygulaması

Su-ön uygulaması, üreticilerin özellikle tohum kabuğu sert olan bitki türlerinde çok eski zamanlardan beri uyguladıkları ön ıslatma uygulaması olarak bilinmektedir. Kavun, hıyar, karpuz, kabak ve banya gibi tür tohumları ekiminden bir gece önce nemli bez içerisinde tutulur ve sonra ekimi gerçekleşir. Bu aşamadaki tohum hızla su alır, çimlenme aşamasındaki safha 1 ve 2 aşamaları tamamlanmış olur, çimlenme engelleyici maddeler yıkanarak tohumdan uzaklaştırılır. Bilimsel tekniklere dayalı yapılan bu uygulamada tohumlar ekim öncesinde havalandırılmış su içerisinde 10-48 saat süreyle ve 12-15°C sıcaklıkta ıslatma

ve yine aynı süre ile kurutma işlemine tabi tutulur. Bu uygulama 3 ya da 4 kez tekrarlamalı olarak yapılmaktadır. Hangi sürede ve yöntemde başarı sağlanır ise o tür için bu yöntem önerilmektedir (Duman ve Gökçöl, 2018).

Su-ön uygulaması uygulamasında ek kimyasal madde kullanılmaması, tohumların ozmotik uyum sağlama kapasitesini artırması, stresli koşullarda ekin çıkışını arttırması, bu yöntemi düşük maliyetli olmasından dolayı basit, ekonomik, güvenli bir teknik ve çevre dostu bir yöntem olduğunu göstermektedir. Su-ön uygulamasının temel dezavantajı, tohumlardan kontrolsüz su alımıdır vesu alım hızı sadece tohum dokusundaki su potansiyeline bağlıdır (Jisha vd., 2013; Lutts vd., 2016).

2.2.2. Ozmotik Çözelti-Ön Uygulaması

Ozmotik çözelti- ön uygulaması, tohumları saf su yerine düşük su potansiyeli ile ozmotik çözelti içinde bekletme işlemi olarak kullanılmaktadır. Ozmotik çözeltilerin düşük su potansiyeli nedeniyle su yavaşça tohuma girmekte, bu da kademeli tohum emilimine ve erken çimlenme evrelerinin aktivasyonuna izin vermesine karşın kök gelişmesini engellemektedir (Lutts vd., 2016). Bu ön uygulama arpa, ayçiçeği, soğan, şeker pancarı gibi bazı bitkilerde hızlı ve tekdüze çimlenme oranını teşvik etmektedir (Elkoca, 2007).

Su potansiyelini düşürmek için bazı kimyasal maddeler bulunmaktadır. PEG, KNO_3 , potasyum klorür (KCl), tripotasyum fosfat (K_3PO_4), mono potasyum fosfat (KH_2PO_4), magnezyum sülfat ($MgSO_4$), sodyum klorür (NaCl), manitol gibi kimyasallar kullanılmaktadır. Ozmotik çözelti-ön uygulaması teknik olarak, su-ön uygulaması yönteminden daha titiz bir uygulama yöntemidir. Çünkü ozmotik çözeltiler ile tohum hazır edilmesi daha hızlı ve daha kolay sonuç vermektedir. Çoğu su tutma tekniğinden çok daha az maliyetli olduğundan dolayı çiftçilere mahsul oluşumunda ve verim artışı sağlamak için oldukça cazip bir alternatif yöntem sunmaktadır. Ayrıca, su-ön uygulamasıyla karşılaştırıldığında ozmotik çözelti-ön uygulama yönteminin plazma membran yapısını koruyabildiğini ve tohumlarda kontrollü uzun hidrasyon sağlaması nedeniyle çimlenme üzerinde daha iyi yanıt alındığı belirtilmektedir (Jisha vd., 2013).

2.2.3. Hormon-Ön Uygulaması

Hormon-ön uygulaması, diğer ön uygulamalarda olduğu gibi tohumun ekim işlemi öncesinde tohum metabolizması üzerinde doğrudan etkilere sahip olabilen bitki büyüme

düzenleyicileri (fitohormon) olarak kullanılan hormonların uygulama şeklidir (Lutts vd., 2016). Fitohormonlar bitkilerde sentezlendikleri yerde etkili olabildiği gibi dışarıdan uygulama yapıldıktan sonra taşınım ile uygulama yerinin dışında da etkisini gösterebilmektedirler. Bitki büyüme ve gelişiminde fitohormonlar kilit öneme sahiptir (Wani vd., 2016). Hormoprimer için yaygın olarak kullanılan fitohormonlar: ABA, oksin (İndol-3-Asetik Asit; IAA), sitokininler (CK), etilen (ET), Giberellik asit (GA), Salisilik asit (SA), jasmonik asit (JA)'lar ve nispeten yeni fitohormon olan strigolakton (SL) bulunur (Jisha vd., 2013; Lutts vd., 2016; Savvides vd., 2016; Wani vd., 2016).

Hormon-ön uygulaması çalışmalarında kullanılan fitohormonları kısaca açıklamak gerekirse; ABA, bitkilerin abiyotik streslere adaptasyonundaki yanıtı ve belirgin rolü için en çok çalışılan fitohormondur ve bu hormona “stres hormonu” da denmektedir. ABA, bitkilerin abiyotik strese karşı uyarılabilir tepkisinde temel bir haberci olarak kabul edilmekte ve stres toleransındaki rolü çok dikkat çekmiştir. Çevresel strese yanıt olarak, endojen ABA seviyeleri hızla artar, spesifik sinyal yollarını aktive ederek gen ifadesi seviyelerini değiştirmektedir (Savvides vd., 2016; Wani vd., 2016).

IAA, 100 yılı aşkın bir süredir çalışılmış olmasına rağmen, biyosentezi, taşınması ve sinyal yolları net olarak bilinmemektedir. IAA en çok fonksiyonel fitohormonlardan biri olup, sadece bitki büyümesi ve gelişimi için değil, aynı zamanda stres koşullarında bitki büyümesini yönetmek ve düzenlemek için büyük öneme sahiptir (Wani vd., 2016).

CK, birçok bitki büyümesinde ve gelişimi sürecinde etkili rol oynamakta ve ana düzenleyici olarak kabul edilmektedirler (Wani vd., 2016).

ET, gaz formunda olan tek fitohormon olmakla beraber stresin önemli bir düzenleyicisidir. Özellikle meyve olgunlaşması, çiçek ve yaprak yaşlanması gibi birçok bitki gelişim evresinde yer almaktadır (Savvides vd., 2016; Wani vd., 2016).

GA, tohum çimlenmesi, yaprak genişlemesi, kök uzaması, çiçek ve meyve gelişimi üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Büyümenin gerçekleşmesi için bitkilerin yaşam döngüsü boyunca gereklidir (Wani vd., 2016).

SA, protein sentezinin düzenlenmesinde yer alan doğal olarak oluşan bir fenolik bileşiktir. Savunma tepkilerine ek olarak, bitki büyümesinin, olgunlaşmanın, gelişimin

düzenlenmesinde ve abiyotik streslere verilen yanıtlarda önemli bir rol oynamaktadır (Savvides vd., 2016; Wani vd., 2016).

JA, üreme süreçleri, çiçeklenme, meyve verme, yaşlanma, ikincil metabolizma ve doğrudan ve dolaylı savunma tepkilerini içeren bitki gelişimi ile ilişkili önemli süreçlere katılırlar. Bitkilerin gelişimsel işlevlerine ek olarak JA, bitki savunma tepkilerini patojenik saldırıya ve ayrıca kuraklık, tuzluluk ve düşük sıcaklık gibi çevresel streslere karşı görev yapmaktadırlar (Savvides vd., 2016; Wani vd., 2016).

SL'ler, ilk olarak 45 yıldan önce *Striga*, *Orobanch*e gibi kök parazit bitkilerinde tohum çimlenme uyarıcıları olarak karakterize edilen küçük bir karotenoid türevli bileşikler sınıfını oluşturmuşlardır. Bitki türü ve çeşide bağlı olarak farklı kimyasal yapıda ve miktarda sentezlenebilen SL'ler, esas olarak köklerde düşük seviyede üretilip kök çevresine salınsalar da bitkinin diğer kısımlarında da sentezleyebilmektedirler (Demirbaş, Seçkin Dinler ve Önay, 2015a; Gök Özel, 2018; Önay ve Demirbaş, 2018; Wani vd., 2016).

2.2.4. Biyolojik-Ön Uygulama

Ön uygulama sırasında tohuma bitki büyümesini teşvik ettiği bilinen mikroorganizmaların uygulanması, özellikle tohumun uygulandığı mikroorganizmaların daha sonra bitkinin kök bölgesinde oluşturulduğu ve daha uzun süreli bitki sağlığı veya bitki büyümesinin teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır (Jisha vd., 2013). Bu yöntemin, çimlenme oranını ve homojenliğini arttırıp, tohumları toprağa ve tohumdan kaynaklanan patojenlere karşı koruduğu belirtilmektedir. Biyolojik-ön uygulamasının hastalıklara karşı yönetimi için peletleme ve film kaplama gibi diğer tekniklerden çok daha etkili bir yaklaşım olduğu bulunmuştur (Lutts vd., 2016). Biyolojik-ön uygulaması olarak mikroorganizmalar dışında defne, kekik ve deniz yosunu ekstratlarında kullanılmaktadır (Özkaynak, Yüksel, Yüksel ve Orhan, 2015).

2.2.5. Yetiştirme Ortamı-Ön Uygulaması

Bu yöntem, tohumların ekim öncesi suda çözünmeyen bir katı ortamda (vermikülit, perlit, kil topları gibi) bekletme işlemi olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntemde suyun tohumlar tarafından yavaşça emili gerçekleşir (Sivasubramaniam vd., 2011). Kullanılan katı ortam uygulama çözeltisini bünyesinde tutmasının yanında içerisinde bol miktarda oksijen bulundurmaktadır. Bu sayede su etkin şekilde tohuma alınabilir. Bu uygulama yöntemi erken,

hızlı ve homojen bir çimlenme ile yüksek çimlenme oranına ulaşılır. Ancak, uygulama sonrası ortam ile tohumun ayrılma zorunluluğu ek bir maliyet getirdiğinden bu yöntem diğer yöntemlere nazaran daha az tercih edilmektedir. Bu yöntem, uygulama sonrası katı ortam ile birlikte ekilebilme şansı olan bitki türlerinde daha sıklıkla kullanılmaktadır (Duman ve Gökçöl, 2018).

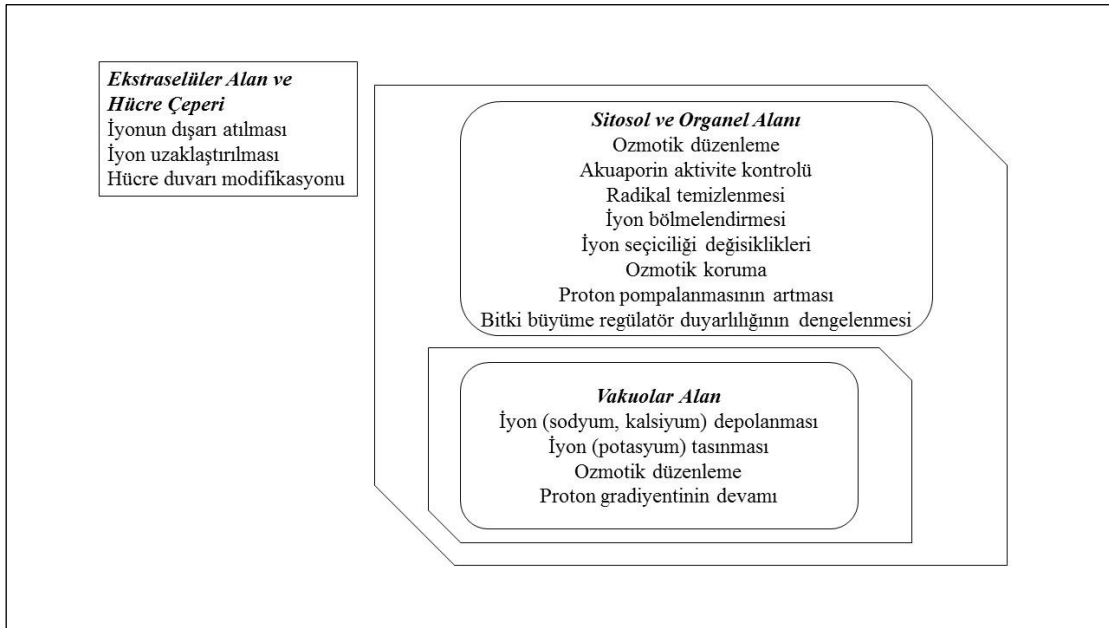
2.2.6. Diğer Ön Uygulama Yöntemleri

Stres altındaki bitkilerde O_2^- , H_2O_2 ve $OH\cdot$ gibi ROT'ın aşırı miktarda üretimi hücrelerde oksidatif strese neden olmaktadır (Parida ve Das, 2005). Çok sayıda yapılan çalışmada düşük konsantrasyonda uygulanan ROT'un özellikle de H_2O_2 'nin çeşitli abiyotik stres faktörlerine karşı priming uygulamalarında etkili olduğu gösterilmektedir. Reaktif azot türleri (RAT), nitrik oksit (NO) için bu grup bileşiklerin en çok çalışılan temsilcisi olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, hidrojen sülfid (H_2S)'te priming uygulamalarında kullanılmaktadır. Özellikle ROT ve RAT arasında, her iki reaktif türün, bitkiler tarafından temel biyolojik ve hücresel süreçler sırasında sinyal iletim molekülleri olarak kullanılma varlığı gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak reaktif kükürt türlerinin (RST) de bitki savunma sistemi üzerinde iyileştirici etkisinin olabileceği belirtilmektedir. RAT ve RST'nin düşük konsantrasyonlarda uygulandığında stressiz koşullar altında büyüme arttırıcı özellikler gösterdiği belirtilmektedir (Savvides vd., 2016).

2.3. Tuz Stresi

Ekilebilir tarım alanları sorunlarının başında toprak tuzluluğu gelmektedir. Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıkanarak yer altı sularına karışan çözülebilir tuzların yüksek taban sularıyla birlikte kapilerite yolu ile topraktan yüzeye çıkması ve buharlaşma sonucunda suyun topraktan ayrılarak tuzun toprak yüzeyinde ve yüzeye yakın bölgelerde birikmesi olarak tanımlanır. *Primer Tuzluluk*, ana kayaçların ayrıştırılması, tuz deposu olan okyanuslar ve iklimsel etmen faktörlerinin bir sonucu olarak meydana gelmektedir. *Sekonder Tuzluluk*, tarımsal alanlarda yoğun sulama ve çeşitli tuzlar bakımından zengin yer altı sularının seviyesinin toprak yüzeyine kadar yükselmesi, aşırı otlatma, bölgedeki doğal bitki örtüsünün bozularak tarım arazi alanlarının açılması ve toprağın tuzluluğuna neden olabilecek çeşitli kimyasallara maruz kalması sonucu oluşmaktadır (Madhava Rao, 2005).

Tuz stresi bitki büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkileyen önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir (Ashraf, 2009). Bitkinin tuz stresine verdiği ilk yanıt, yaprak yüzey genişlemesi oranındaki azalma ve büyümenin durmasıdır. Bitki gelişimi üzerine tuzluluğun olumsuz etkileri, ozmotik stres, besin dengesizliği, spesifik iyon etkisi ve bunların kombinasyonu ile ilgilidir (Ashraf ve Harris, 2004). Tuz stresi, bitkilerin büyüme ve gelişiminin yanında bitki üretkenliği ve verimliliğini önemli derecede etkilemektedir. Tuz stresi, bitkilerde bir dizi değişimlere sebep olmaktadır. Tuzluluk, bitki hücrelerinin su ve iyon içeriklerini etkilemekte, kloroplast yapısını bozmakta, pigment içeriği, protein ile karbonhidrat içeriğini değiştirmekte, antioksidan enzimler ve ozmolitlerin sentezini etkilemektedir. Köklerden su ile beraber iyonların alımı ve yapraklara taşınması kontrolü, sitoplazmik yapılara ve hücrel membranlara zarar vermektedir. Bitkiler tuz stresini çoklu etkilerine karşı biyokimyasal ve moleküller mekanizmalarını devreye sokmaktadırlar. Bu mekanizmalar ile sağlanan tuz toleransı sayesinde hem hücrel yapılar korunmakta hem de hücrel fonksiyonlar sağlıklı bir şekilde devam ettirilmektedir (Yılmaz, Tuna ve Bürün, 2011).



Şekil 2.4. Bitkilerde tuz stresi ile ilgili olan biyokimyasal fonksiyonlar (Parida ve Das, 2005)

Bitkilerin yüksek konsantrasyonda çözülebilir tuz içeren ortamlarda büyüme ve gelişme süreçlerini sürdürerek yaşam döngülerini tamamlayabilmelerine tuz toleransı denir. Tuz toleransı, tuz stresine dayanıklılığın bir göstergesidir ve bitki türüne, yaşadığı ortam ve çevre şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bitkiler, tuz stresine maruz kaldıkları

zaman toleransla ilgili biyokimyasal (Şekil 2.4) ve moleküler düzeyde savunma mekanizmalarını devreye sokmaktadırlar (Parida ve Das, 2005).

Bitkiler tuza karşı gösterdikleri tepkilere göre halofitler ve glikofitler olmak üzere iki büyük grup altında toplanmaktadır. Halofitler yüksek tuz şartlarına adapte olmuş ve bu şartlarda yaşamını sürdüren bitkilerdir (*Salicornia herbacea*, *Atriplex vericaria* gibi). Glikofitler, tuza duyarlı olan bitkilerdir ve yüksek tuz konsantrasyonlarında yaşayamazlar. Tuz stresine karşı duyarlı, orta duyarlı, toleranslı ve orta toleranslı olarak sınıflandırılmış bitki örnekleri Çizelge 2. 1.'de gösterilmektedir (Dajic, 2005; Ekmekçi, Apan ve Kara, 2005; Türkan, 2008).

Çizelge 2.1. Tuz stresine karşı tolerans düzeyleri belirtilen bazı bitkiler

Duyarlı	<i>Daucus carota</i>	Orta Duyarlı	<i>Medicago sativa</i>
	<i>Allium cepa</i>		<i>Vicia faba</i>
	<i>Citrus limon</i>		<i>Brassica oleracea</i>
	<i>Lactuca sativa</i>		<i>Cicer arietinum</i>
	<i>Phaseolus vulgaris</i>		<i>Zea mays</i>
	<i>Juglans regia</i>		<i>Pisum sativum</i>
	<i>Corylus avellana</i>		<i>Cucumis melo</i>
	<i>Fagos adsidue</i>		<i>Solanum tuberosum</i>
	<i>Prunus avium</i>		<i>Brassica rapa</i>
	<i>Lilium</i>		<i>Cucumis sativus</i>
Toleranslı	<i>Phoneix dactylifera</i>	Orta Toleranslı	<i>Lycopersicon esculentum</i>
	<i>Salix alba</i>		<i>Gossypium spp.</i>
	<i>Quercus</i>		<i>Hordeum vulgare</i>
	<i>Populus</i>		<i>Tilia</i>
	<i>Beta vulgaris</i>		<i>Olea europaea</i>
	<i>Secale cereale</i>		<i>Helianthus annuus</i>
	<i>Avena sativa</i>		<i>Platanus</i>
	<i>Rosa damascena</i>		<i>Sorghum bicolor</i>

2.4. Antioksidan Savunma Sistemi

Oksijen (O_2) yaşam için gerekli olmasına rağmen, herhangi bir yolla azaltılması bitki içindeki çeşitli metabolik süreçleri kolayca bozabilecek ROT üretimi ile sonuçlanır. ROT doğada reaktif olarak bulunmakta, çünkü DNA, pigmentler, proteinler, lipitler ve metabolitler ile etkileşime girebilmektedir. Stres sırasında bitkide ROT, fotorespirasyon, solunum gibi yollar ile üretilir. Ayrıca, kuraklık ve ozmotik stres gibi patojenler veya çevresel stresler, NADPH oksidazlar tarafından aktif ROT üretimine neden olabilir. Tuz stresinin farklı hücrel elektron taşınımını bozduğu ve ROT oluşumu ile sonuçlandığı bilinmektedir. Bu nedenle, ROT stresin hücrel göstergeleri olarak ve strese cevap veren sinyal verme yollarına aktif olarak katılan ikincil haberciler olarak kabul edilir (Ashraf, 2009).

Bitkiler, farklı türlerde antioksidanlar üreterek ROT'u temizleyebilir. Antioksidanlar, enzimatik olmayan ve enzimatik antioksidanlar olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Enzimatik olmayanlar, askorbik asit (AA), tokoferoller (vitamin E), karotenoidler, glutatyon ve fenolik bileşiklerdir. Enzimatik antioksidanlar ise SOD, askorbat peroksidaz (APX), glutatyon peroksidaz (GPX) ve katalaz (CAT) olarak bilinmektedir. Enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar hücredeki lokalizasyonlarına ve rollerine göre (Çizelge 2.2) farklılık göstermektedirler (Gill ve Tuteja, 2010; Büyük vd., 2012).

2.5. Hidrojen Peroksit (H_2O_2)

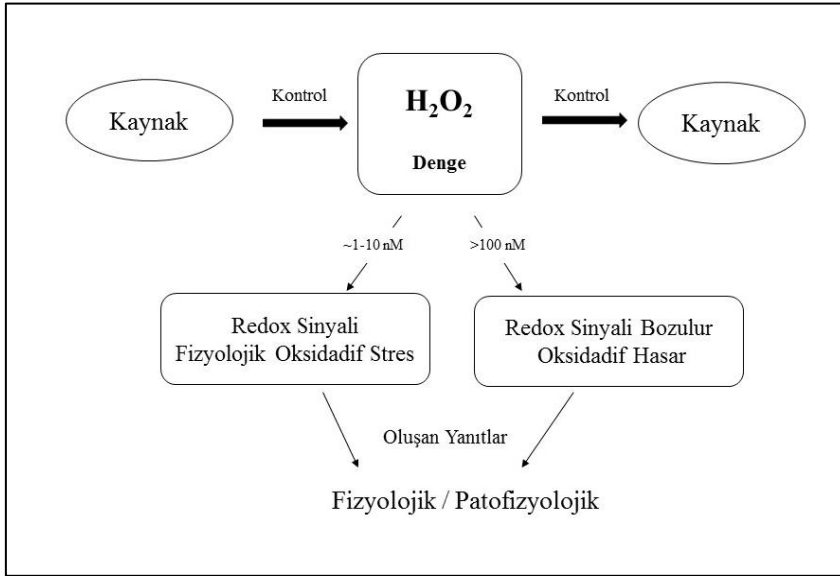
Stres altındaki bitkilerde O_2^- , H_2O_2 ve OH^\cdot gibi ROT'ın aşırı miktarda üretimi hücrelerde oksidatif strese neden olmaktadır (Parida ve Das, 2005). Hücrel metabolizmalarda ROT sürekli üretilmektedir ve bitki hücreleri normal koşullar altında bu ROT'ın miktarını antioksidanlar ve çeşitli koruma sistemleri ile düşük düzeyde tutmaktadır. Stres koşulları altında artan ROT; zarda lipit peroksidasyonuna, protein oksidasyonuna, enzim inhibisyonuna, klorofil parçalanmasına, DNA ile RNA'da hasarlara ve hücre ölümlerine neden olur (Mittler, 2002). Reaktif türleri, bitki biliminde hem koruyucu hem de zararlı etkilerine sahiptir. Bu moleküllerin priming etkisi büyük ölçüde transkripsiyonun yanı sıra translasyon sonrası modifikasyonlara bağlı olan hücrel sinyalleme fonksiyonu aracılığıyla uygulanır (Savvides vd., 2016).

Çizelge 2.2. Bitkilerde enzimatik olmayan ve enzimatik antioksidanların rolleri ve hücrel lokalizasyonları (Büyük vd., 2012)

	Rolü	Hücrel Lokasyonu	
Enzimatik Olmayan Antioksidanlar	<i>Askorbik Asit</i>	O_2^{*-} , OH^* ve H_2O_2 'yu temizler.	Kloroplast, apoplast, vakuol ve sitozol
	<i>Tokoferoller</i>	Lipit peroksidasyonunu kırar. Lipit peroksitlerini O_2^{*-} ve OH^* 'i temizler.	Bitkilerin tüm kısımları, özellikle kloroplast membranlarında yoğun olarak bulunur.
	<i>Karotenoidler</i>	Peroksi radikalleri ile O_2^{*-} ve OH^* 'i temizler.	Sitozol ve vakuol
	<i>Glutasyon</i>	Redoks döngüsünün bir substratı olarak, OH^* ile 1O_2 'nin temizlenmesinde yararlıdır.	Sitozol, endoplazmik retikulum, vakuol ve mitokondri
	<i>Fenolik Bileşikler</i>	Antioksidan özelliklerini iyi birer hidrojen veya elektron vericisi olmaları, zincir kırıcı özellikleri ve geçiş metalleri ile şelat oluşturmaları ile gösterirler.	Sitozol ve vakuol
Enzimatik Antioksidanlar	<i>SOD</i>	O_2^{*-} 'i H_2O_2 dönüştürür.	Kloroplast, sitozol, mitokondri ve peroksizom
	<i>APX</i>	H_2O_2 , H_2O 'ya çevirir.	Kloroplast, sitozol, mitokondri ve peroksizom
	<i>CAT</i>	H_2O_2 , H_2O 'ya çevirir.	Peroksizom
	<i>GPX</i>	H_2O_2 ve lipit peroksitlerini etkisizleştirir.	Kloroplast, sitozol, mitokondri ve endoplazmik retikulum

ROT türü olarak bilinen ve toksik olarak kabul edilen H_2O_2 (Smirnoff, 1993), aynı zamanda stres sinyali iletim yolunda sinyal molekül olarak görev alır (Foyer, Lopez-Delgado, Dat ve Scott, 1997). H_2O_2 'in yüksek konsantrasyonları toksik olup programlanmış hücre ölümüne sebep olabilirken (Alvarez vd., 1998) toksik olmayan konsantrasyonlarda çeşitli biyotik ve abiyotik stres faktörleri karşısında kolayca difüze olabilmesinden dolayı bitkisel cevaplar verilmesinde aracı olan bir sinyal molekül olarak görev alabilir (Foyer vd., 1997;

Grant ve Loake, 2000; Neill, Desikan ve Hancock, 2002; Saxena vd., 2016; Wojtyla, Lechowska, Kubala ve Garnczarska, 2016; Sies 2017).



Şekil 2.5. H₂O₂ sinyalizasyonu (Sies, 2017)

Çok sayıda yapılan araştırmada düşük konsantrasyonlarda uygulandığında H₂O₂'nin abiyotik stres faktörlerine karşı priming etkisini göstermektedir (Savvides vd., 2016). Kimyasal priming uygulaması sonrasında ROT birikiminin azalması sonucu oksidatif stresin hafifletilmesi antioksidan savunma sisteminin artırılmış kapasitesine bağlıdır (Gill ve Tuteja, 2010).

2.6. Buğday (*Triticum aestivum* L.)

Tahıllar içerisinde yazlık ve kışlık olarak yetiştirilebilen *Triticum aestivum* L. (ekmeklik buğday), insan beslenmesinde en önemli küresel gıdalardan biridir. Buğday, ekimi ve ıslahı tarımın ve yerleşik toplumların refahıyla yakından ilişkili olan temel türlerden biri olarak; yüksek verim değerleri, beslenme ve işleme özellikleri nedeniyle en çok yetiştirilen ürünlerden biridir. 2050 yılında dünya nüfusu dokuz milyara ulaşacağı tahmin edilmekte ve insanların yiyecek ihtiyaçlarını sağlanan buğday veriminin önemli ölçüde artması gerekmektedir (Jia, 2018). Çin, en büyük buğday üreticisi ve tüketicisidir. Çin'in yıllık buğday üretimi yaklaşık 100 milyon tondur (Shi ve Ling, 2018). 2018 buğday TUİK verilerine göre; ülkemiz buğday ekim alanı 72 milyon dekar, üretimi 20 milyon ton ve ortalama verimi 277 kg/da'dır (Anonim, 2019).

Buğday genlerindeki çeşitlilik nedeniyle çok çeşitli ortamlara adapte edilmiş bir bitkidir. Buğday fenolojisi, mahsulün gelişim aşamalarını hedef ortamlardaki su mevcudiyetine göre değiştirerek kuraklığa karşı savaşma fırsatı sunar (Dowla, Edwards, O'Hara, Islam ve Ma, 2018). Tahıl ve tahıl ürünlerindeki renk bileşenlerinde çeşitlilik genetik faktörlere, büyüme koşullarına ve teknolojik işlemlere bağlıdır. Renkli buğday çeşitleri, temel olarak tam tahıllı yapılan spesifik pişirme ürünleri üretimi için kullanılan bir antosiyanin ve karotenoid kaynağı olabilir (Lachman, Martinek, Kotikova, Orsak ve Sulc, 2017).

Bu tez çalışmasında, dört farklı ekmeklik buğday çeşidine yapılan ardışık H₂O₂ ön uygulamalarının nesilden nesile aktarılıp aktarılmadığı, erken gelişim döneminde tuz stresi toleransına etki edip etmediği ve SOD enziminin tolerans seviyesine katkı sağlayıp sağlamadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerde meydana gelen değişimler çimlenme ve büyüme dönemlerinde fidelerin gelişimi takip edilerek incelenmiştir.

3. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu bölümde, *Ctenanthe setosa*, buğday, tritikale, biber, patlıcan, mısır, karpuz, soya fasulyesi, kum zambağı, çeltik, *Coffee canephora*, *Vitis vinifera*, *Cleome spinosa*, *Cleome gynandra* ve *Hordeum marinum* bitkilerinin kuraklık, tuzluluk ve su stresi gibi abiyotik stres faktörlerine karşı H₂O₂, KH₂PO₄, KCl, H₂O, sodyum nidroprussid (SNP), hümik asit (HA), CuSO₄, trehaloz (Tre), sakkaroz, tavuk tüyü hidrolizatı (TTH), alfa-tokoferol, GR-24 (sentetik strigolakton analogu), CaCl₂, lipoik asit (LA), melatonin, askorbik asit (AsA), karrikinolid, potasyum (K) ve defne, kekik, deniz yosunu ve kuşburnu ekstratları ön uygulamalarının etkileri hakkında literatürde yer alan çalışmalar anlatılmaktadır.

Sağlam (2004), şiddetli kuraklık stresi geçirmiş *Ctenanthe setosa* bitkisinin yeni kuraklık koşullarına uyum yeteneği araştırılmıştır. Yaptığı çalışmada, yaprak kıvrılması ve kuraklık stresi arasındaki ilişki, yaprak kıvrılması sırasındaki çözünebilir protein, prolin, indirgen şeker, toplam çözünebilir karbonhidrat seviyelerindeki ve peroksidaz (POX) aktivitesindeki değişimleri belirlenmiştir. Yaprak kıvrılmasının artan kuraklığa paralel olarak arttığı ve kıvrılmanın ilk kez stres geçiren bitkilere oranla daha çabuk meydana geldiğini saptanmıştır. Ayrıca yaprakların ilk kez strese maruz kalmış bitkilere göre, kıvrılmış halde daha uzun süre kaldıklarını tespit edilmiştir. Ek olarak bitki yaprak alanı oranında ve yaprak sapı uzunluğunda azalmalar gözlenmiştir. Yapılan biyokimyasal analizler sonucunda, çözünebilir protein miktarının kontrole oranla azaldığı, fakat kuraklığın 23'ncü gününden itibaren bir artış belirlendiği, prolin miktarının arttığı, indirgen şeker ve toplam çözünebilir karbonhidrat miktarında istatistiksel olarak önemli bir değişim olmadığı, POX aktivitesinin ise kontrole oranla artış gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, daha önce stres geçirmiş bitkilerin yeni streslere morfolojik ve fizyolojik olarak daha dirençli oldukları savunulmuştur.

Yaşar, Ellialtıoğlu, Özpay ve Uzal, (2008) yaptığı çalışmada, tuz stresinin karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) yapraklarındaki antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, CAT, APX ve GR) üzerine etkisini belirlemek için duyarlı Golden Crown F1, Crimson Sweet ile toleranslı Diyarbakır ve Midyat yerel genotip fideleri kontrollü iklim odasında su kültüründe yetiştirme yapmışlardır. Fidler 4-5 yapraklı seviyeye oluştuktan sonra, 10 gün süreyle 100 mM NaCl uygulaması yapılmıştır. Tuza toleranslı genotiplerin SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerinin duyarlı genotiplere göre çok yüksek olduğu saptanmıştır. Toleranslı genotiplerde Midyat genotipinin SOD, CAT ve GR enzim aktivitelerinin; Diyarbakır genotipinde ise APX enzim aktivitesinin diğer enzimlere göre daha yüksek

seviyede olduğu bulunmuştur. Elde edilen verilere göre, antioksidan enzim aktivitelerinin tuza toleransında etkili olduğu; tuzlu koşullarda yetiştirilen karpuz genotiplerinin antioksidan enzim sistemini duyarlı çeşitlere göre çok daha aktif kullanabildiklerini belirtilmiştir.

Athar, Khan ve Ashraf, (2008) yaptığı çalışmada, AsA uygulamasının, tuz stresinin buğday bitkileri üzerindeki etkilerini iki farklı buğday çeşidi (S-24 (toleranslı) ve MH-97 (orta derecede duyarlı)) kullanarak sera koşullarında hidroponik yetiştirme ortamında saptamaya çalışmışlardır. Bitkiler (0, 50 ve 150 mg/L AsA) ve (0 ve 150 mM NaCl) ortamlarında 58 günlük yetiştirmeye bırakılmıştır. Tuz stresi altındaki her iki buğday çeşidi AsA konsantrasyonuna bağlı olarak, fotosentez, büyüme, yaprak ve köklerinde K^+ ve Ca_2^+ seviyesinde azalma meydana gelmiş ve bunlarla birlikte Na^+ ve Cl^- birikiminin arttığı ortaya konmuştur. S-24 çeşidinde kökten uygulanan 100 mg/L AsA, tuz stresini, büyüme üzerindeki olumsuz etkilerini engellemiştir. MH-97 buğday çeşidinde tuz stresi altındaki bitkilerin büyümesinde iyileştirme olmamasına rağmen, AsA uygulaması CAT aktivitesinde, fotosentetik kapasitede ve yaprak K^+ ve Ca_2^+ seviyelerinde artış meydana gelmiştir. Elde edilen verilere göre, kökten uygulanan AsA'nın, tuz stresinin neden olduğu oksidatif strese karşı buğday bitkilerinin fotosentetik kapasitesini arttırmış, iyon dengesini koruyarak, tuz stresinin buğdayın büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerini engellediğini ortaya konmuştur.

He Gao ve Li, (2009), buğday tohumlarına yapılan H_2O_2 ön uygulamasının kuraklık stresi altında kontrole göre çimlenmenin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, H_2O_2 uygulamasının su kullanım verimliliği ve prolin düzeyini iyileştirici yönde etkiye neden olduğu, hücre zar stabilitesinin arttığı ve böylece malondialdehit (MDA) içeriğinin azaldığı belirtilmiştir. Stres sinyal molekülü olarak H_2O_2 tarafından tohumlarda antioksidan savunma sisteminin uyarılmasıyla birlikte fide aşamasında kuraklıkla oluşan oksidatif hasarın ortadan kaldırılmasında CAT ve APX gibi antioksidan enzimlerin aktivitesinin arttığı saptanmıştır.

Seçkin (2010) yaptığı çalışmada, deniz arpası (*Hordeum marinum*) ve kültür arpası (*Hordeum vulgare*) bitkilerinde tuz stresinin uyardığı tolerans mekanizmalarını araştırmıştır. 7 gün boyunca 0, 150 ve 300 mM NaCl stresine maruz kalan *H. marinum* ve *H. vulgare* cv. Tokak 157/37 türlerindeki büyüme, stoma iletkenliği, klorofil flüoresansı, lipid peroksidasyon düzeyleri, antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, CAT, POX, APX ve GR) ve izoenzim profillerindeki değişimleri tespit etmiştir. 150 mM NaCl, her iki arpa türünde gövde uzunluklarında herhangi bir değişime neden olmazken, 300 mM NaCl, *H. vulgare* bitkisinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. 300 mM NaCl, iki arpa türünde stoma iletkenliğinde

azalmaya neden olurken, bu azalma *H. vulgare* bitkisinde daha belirgin olarak görülmüştür. Tuz stresi her iki türün klorofil flüoresansında herhangi bir etkiye neden olmadığı belirlenmiştir. Lipit peroksidasyon düzeyleri tuz stresi altında *H. marinum* bitkisinde değişim gözlenmemiştir. Ancak 300 mM NaCl'de *H. vulgare* bitkisinde artış olduğu bildirilmiştir. 150 mM NaCl stresi her iki türde SOD dışındaki diğer antioksidan enzim aktivitelerini arttırmıştır. 300 mM NaCl'de *H. vulgare* bitkisinde CAT, POX, APX enzimlerin aktiviteleri ve izoenzimleri değişmezken; SOD ve GR azalmıştır. Bununla birlikte 300 mM NaCl, *H. marinum* bitkisinin tüm antioksidan enzimlerinin aktivitelerinde artış gözlenmiştir. Ayrıca aynı konsantrasyonda *H. marinum* bitkisinin (APX5, POX5, GR5) yeni izoenzimler belirirken, bazı izoenzimlerin (APX 1, 2, 6, 7; POX 1, 2, 4; GR 1, 3, 6) yoğunluklarının artışı görülmüştür. Bu sonuçlara göre, *H. marinum* bitkisinin tuz stresinin sebep olduğu oksidatif hasara karşı *H. vulgare* bitkisinden daha fazla uyarılmış antioksidan enzim ve izoenzim aktivitesiyle daha etkili bir koruma mekanizması gösterdiği ortaya konmuştur.

Uzilday (2010) yaptığı çalışmada, Cleome cinsine ait *Cleome spinosa* ve *Cleome gynandra* türlerini 5 ve 10 günlük kuraklığa maruz bırakmıştır. Bağıl büyüme hızı, bağıl su içeriği, ROT oluşumu (H_2O_2 miktarı, NADPH oksidaz (NOX) aktivitesi), antioksidan savunma sistemi (SOD, CAT, POX, APX ve GR enzimleri ile izoenzimleri) ve TBARS miktarını karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Kontrol grubunda, *C. spinosa* bitkisinin SOD dışındaki antioksidan enzimlerin seviyelerinin *C. gynandra* bitkisinden daha yüksek olduğunu sağıtamıştır. Kuraklık stresi uygulaması grubunda iki türde de POX, CAT, APX, GR aktivitelerinde artışa neden olduğu, SOD aktivitesi *C. gynandra* bitkisi stresle beraber düşük miktarda olsa düşerken, *C. spinosa* bitkisi kuraklık stresinin 5. gününde değişmemiş, 10. gününde ise artış gösterdiği belirtilmiştir. Kuraklık stresıyla birlikte, TBARS sonuçlarına paralel olarak H_2O_2 miktarı *C. spinosa* bitkisi *C. gynandra* bitkisine göre artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu sonuçların, *C. spinosa* bitkisinin antioksidan savunma sisteminin stres koşullarında artış gösteren ROT üretimini baskılamakta yetersiz kaldığı, *C. gynandra* bitkisinde ise antioksidan sistemi ROT oluşumuyla başa çıkabildiği gösterilmiştir.

Özdemir (2012) yaptığı çalışmada, iki buğday çeşidi ile (Altay 2000, Kıraç 66), iki farklı ortamda (kurak ortam ve normal ortam), beş farklı uygulamanın (Kontrol, %0,1 NaCl, %0,5 KH_2PO_4 , %2 KCl ve H_2O) iki gelişim dönemindeki (çıkıştan sonraki 7. ve 14. günler) etkilerini belirlemeye çalışılmıştır. Çözeltiler içerisinde on iki saat süre bekletilmiş tohumlar, eski halindeki nem içeriklerine dönünceye kadar oda koşullarında karıştırılarak kurutulduktan

sonra, kurak (%25 saf su ile 48 saat satura edilmiş) ve normal (ihtiyaç duyuldukça sulama yapılmış) ortam koşullarına ekilmiştir. Kontrol grubu olarak kurak ve normal ortamlarda hiçbir uygulamanın yapılmadığı tohumları kullanılmıştır. Çıkıştan sonraki yedi ve ondördüncü günlerde elde edilen bitki materyallerinden büyüme parametreleri (yaş/kuru ağırlık, fide uzunluğu) ve fizyolojik parametreler (klorofil miktarı, stomal iletkenlik, fotosentetik verim, bağıl su içeriği, prolin, MDA) incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, kurak koşullardaki MDA seviyesi normal koşullardaki MDA seviyesine göre yüksek olduğu, prolin ve MDA dışındaki tüm parametrelerin ise normal koşullardan daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Kurak ortamda gelişen bitki örneklerindeki prolin seviyesi normal ortamdaki prolin seviyesinden önemli ölçüde yüksek olduğunu bulunmuştur. Farklı niteliklerde kimyasallar ile hazırlanan çözeltiler içerisinde priming uygulaması yapılan tohumlardan gelişen bitkilerin kontrole göre daha yüksek fide yaş/kuru ağırlık, fide uzunluğu, daha fazla klorofil ve düşük MDA seviyesi ile kurak koşullara toleranslarının daha iyi olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin klorofil miktarı üzerinde de önemli etkileri olmuştur. Altay 2000 çeşidinin klorofil miktarı kurak ortam koşullarında normal ortam koşullarına göre önemli ölçüde azalmış, benzer durum Kırış 66 çeşidinde de meydana gelmiştir. Genel olarak, Altay 2000 çeşidinden elde edilen fidelerin priming uygulamalarına tepkileri Kırış 66 çeşidinden gelişen fidelerin tepkilerinden daha iyi olduğunu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, priming uygulamalarının özellikle mevcut suyun etkin olarak kullanılması gereken, kurak koşullarda çıkış ve ilk gelişme dönemindeki söz konusu stres faktörüne karşı dayanıklılığı artırmada kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Görçek (2013) yaptığı çalışmada, bir vitamin benzeri bileşik olan lipoik asitin buğday (*Triticum aestivum* cv. Altindane) bitkisine eksojen uygulanması ile tuz stresine karşı iyileştirici etkileri araştırmıştır. Bu amaçla bitkiler kontrol şartlarında 11 gün süre iklim odasında büyütülmüş ve gelişimlerinin 11. günlerinde (1,75 mM ve 2 mM) lipoik asit (LA) solüsyonları püskürtme yolu ile uygulamıştır. 12 saat sonra bitkilere 100 mM NaCl solüsyonları verilmiş ve 14. günlerinde bitkiler hasat edilerek moleküler ve biyokimyasal parametrelerindeki değişimler incelemiştir. Kontrol bitkilerine kıyasla tuz uygulamasının SOD, APX, GR ve POX aktivitelerini önemli oranda artırmış olduğunu gözlemiştir. Fakat CAT aktivitesinde önemli bir artış meydana gelmemiştir. Doğal elektroforez ile yapılan izoenzim sonuçları bu bulguları destekler nitelikte olduğunu bulmuştur. Enzim aktivitelerinde meydana gelen bulgulara benzer şekilde glutayon, askorbik asit ve fenolik madde gibi antioksidan madde içerikleri, karbohidrat ve prolin gibi maddelerin içeriklerinde de benzer

bulgular elde etmiştir. Tuz stresi ile birlikte bitkide süperoksit (O_2^-) anyonu üretimi ve hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriğini de arttırmıştır. Tuz uygulamaları ile kıyaslandığında LA uygulaması ROT içeriğini önemli derecede düşürmüş ve TBARS sonuçları da bu verileri destekler nitelikte olduğunu bulmuştur. Sonuç olarak, LA uygulamaları tuz stresinin zararlı etkilerini, fotosentez ve antioksidan enzim sistemi gibi önemli metabolik süreçleri etkileyerek yatıştırdığı ortaya konmuştur.

Türk (2013) yaptığı çalışmada, antioksidan özelliğe sahip bir hormon olan melatoninin eksojen uygulamasının buğday (*Triticum aestivum* cv. Atındane) bitkisinde soğuğa karşı direnç üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla 11 günlük buğday fidelerine (1 mM ve 1,25 mM) eksojen melatonin uygulaması yapılmıştır. Uygulamadan 12 saat sonra bitkiler 5/2°C sıcaklık değerlerine ayarlanan iklim dolaplarına aktarılmıştır. Bitkiler 72 saatlik soğuk uygulamasından sonra hasat edilerek moleküler ve biyokimyasal parametrelerindeki değişimleri incelemiştir. Soğuk uygulamasının kontrol şartlarına göre buğday bitkisinin SOD, POX, APX ve GR aktivitelerinde artış sağlarken, CAT aktivitesinde değişikliğe neden olmamıştır. 2 farklı melatonin uygulaması soğuk uygulama grubuna göre tüm antioksidan enzim aktivitelerini artırırken, en fazla artış 1 mM melatonin uygulanan bitkilerde gözlenmiştir. Doğal-PAGE sonucu elde edilen izoenzim sonuçlarının antioksidan enzim aktiviteleriyle paralel sonuçlar ortaya koymuştur. O_2^- anyonu üretimi ve H_2O_2 içeriği ile TBARS seviyesi soğuk uygulaması ile ciddi derecede artış sağlanmıştır. Soğuk uygulamasına kıyasla melatonin uygulaması bu parametrelerdeki artışları önemli derecede baskılamıştır. Sonuçlar ışığında eksojen melatonin uygulamasının buğday bitkisinin soğuk strese karşı direncini ve toleransını artırmak için total karbohidrat ve Prolin içeriğinin artırması ve ROT seviyesinin azaltmasının yanı sıra antioksidan sistemin aktivitesini artırarak oksidatif stresin indirgenmesinde etkili olduğu söylenebilir.

Ashfaque, Iqbal, Khan ve Khan, (2014) Hindistan'da yaptığı çalışmada, kontrollü koşullar altında yetiştirilen bir ekmeklik buğday çeşidine çimlenmesinden 1 hafta sonra farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 100 nM) H_2O_2 ve 100 mM NaCl uygulaması yapılmıştır. H_2O_2 uygulamasının 30 günlük buğday fidelerinde prolin içeriğini arttırarak stres koşullarına karşı korumasını sağladığını saptanmıştır. Ayrıca, prolin artışının bitkilerin su potansiyeli ve ozmotik potansiyelini de arttırdığı belirlenmiştir. Aynı şekilde, H_2O_2 uygulamasıyla stres altındaki bitkilerin pigment içeriğinde meydana gelen azalmada iyileşme olduğu saptamıştır. Bitki büyüme parametrelerinde de hem tuz uygulaması yapılan hem de yapılmayan gruplarda

iyileşme olduğu saptanmıştır. H₂O₂ uygulamasının tuz stresinin oluşturduğu baskıyı azalttığı, buna karşın prolin içeriğini, azot asimilasyonunu, su tutma kapasitesini ve fotosentetik pigmentlerin etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir.

Tabay, Akar, Aksakal ve Estringü (2015), marul fidelerini 30 gün kontrollü şartlar altında yetiştirdikten sonra yapraklarına 50 ve 100 µM sodyum nitroprusid (SNP, nitrik oksid donorü) uygulaması yaparak 48 saat sonra da fidelere 50 ve 150 mM NaCl uygulaması yapılmıştır. Tuz uygulamasından bir hafta sonra fideler hasat edilerek bazı biyokimyasal parametrelerdeki meydana gelen değişimler incelenmiştir. Kontrol grubu ile kıyaslandığında tuz uygulamasının marul yapraklarında MDA ve H₂O₂ miktarlarını, APX, CAT, POX ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitelerinde artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, marul fidelerine tuz uygulamasından 48 saat önce uygulanan SNP'nin MDA ve H₂O₂ miktarını azalttığı, antioksidan enzimlerin aktivitelerini daha fazla arttırdığı tespit edilmiştir. SNP'nin antioksidan savunma sistemi enzimlerinin aktivitelerini artırmak yoluyla tuz stresinin neden olduğu ROT miktarını azaltarak tuz stresinin meydana getirdiği hasarın azaltılmasında rol aldığı belirlenmiştir.

Kılıç ve Korkmaz (2015), tritikale (Karma-2000, Tatlıcak97, Mikham-2002, Alperen ve Melez-2001) çeşitleri üzerine TKİ-HÜMAS kaynaklı artan dozlarda (0, 75, 150, 300 ve 600 mM) hümik asit (HA) uygulaması yaparak yetiştirme denemesi kurulmuştur. 14 gün boyunca Hoagland besin çözeltisi verilen fidelere 11. gün 0, 75, 150, 300 ve 600 mM TKİ-HÜMAS çözeltisinden ilave edilmiştir. 21. gün sonunda deneme sonlandırılarak hasat edilmiştir. Çalışma sonucunda, 150 mM HA uygulamasının tritikale fidelerinin taze ve kuru ağırlıklarında kontrole göre nispi bir artış olduğu ve 300 ve 600 mM HA uygulamalarının ise taze ve kuru ağırlıklarında ise kontrole göre önemli derecede artış olduğu belirlenmiştir. HA uygulamasının tritikale fidelerindeki taze ağırlığı, kuru ağırlığını arttırdığı ve uygulanan HA'nın tritikale fidelerinde kök ve gövde boylarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Türkyılmaz Ünal, İşlek ve Koç (2015) yaptıkları çalışmada, kapsaisin üretimini artırmak amacıyla biber kalluslarına 8. 10. ve 12. günlerde dışarıdan uygulanan 0,1 ve 0,2 mM bakır sülfat (CuSO₄)'ın biber bitkisinde meydana getirdiği fizyolojik değişimleri araştırılmıştır. Toplam protein, toplam fenolik madde miktarı ile SOD ve CAT enzimlerinin aktivitesindeki değişimleri incelenmiştir. En yüksek toplam kapsaisin miktarı kallus hücrelerinde 0,2 mM CuSO₄ uygulamasında saptanmıştır. CuSO₄ uygulaması kontrol şartlarına göre biber bitkisinin toplam fenolik madde miktarı ile SOD ve CAT enzim

aktivitelerini önemlilik derecesinde artırırken, toplam protein miktarını azaltmıştır. Biber bitkisinin kapsaisin üretimini artırmada kullanılan CuSO_4 'a karşı toleranslı olduğunu ve bakır stresinin etkilerini azaltabilmek amacıyla antioksidan enzim miktarı seviyesi ve toplam fenolik madde miktarını artırdığı ortaya konmuştur.

Yediyıldız (2015), buğday (Bayraktar (dirençli) ve Atay (duyarlı)) çeşitlerinde tuz stresinin antioksidan enzim aktiviteleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Üç gün boyunca çimlendirilen tohumları çimlenmeyi takip eden 3 gün süre ile 1 mM trehaloz (Tre) uygulaması yapmış ve ardından 5 gün boyunca tuz (200 mM NaCl) stresine bırakılmıştır. Bitkilerin MDA ve prolin miktarı, antioksidan enzimlerden SOD, CAT, APX, glutatyon redüktaz (GR) ve glutatyon-s-transferaz (GST) aktivitelerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Genel olarak, her iki çeşitte de tuz stresi altında antioksidan enzimlerin, prolinin ve MDA'nın seviyelerinde artış görülmüştür. Stresle birlikte dışarıdan Tre uygulaması sonucunda antioksidan enzimlerin, prolinin ve MDA'nın azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Ancak, kontrole göre antioksidan enzimlerden CAT, GST ve SOD aktivitelerinde duyarlı ve dirençli çeşitler arasında anlamlı farkın olduğu tespit edilmiştir. Tre'un bitkide biriktirilerek ozmotik düzenleyici olarak görev yaptığı ve strese karşı korumayı sağladığı görülmüştür.

Hacısalıhoğlu, Sezgin, Terzi, Kadioğlu ve Sağlam (2015) yaptığı çalışmada, dışarıdan sakkaroz uygulamasının yaprak kıvrılmasını geciktirdiği saptamış ve bu olayın mekanizması üzerinde çalışılmıştır. Bu amaçla, su potansiyeli, stoma iletkenliği, toplam çözünebilir şeker içeriği ve H_2O_2 içeriğindeki değişimler belirlenmiştir. Bunun için üç haftaya kadar büyütülen fideler toprak üstü kısımdan kesilerek kullanılmıştır. Fideler ortama uyum sağlamaları için içerisinde saf su bulunan deney tüpleri içerisine aktararak 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra mısır fideleri (Akpınar) %3'lük PEG6000 ile hazırlanmış 3 farklı sakkaroz konsantrasyonu (0,1, 0,25, 0,5 mM) içeren solüsyonlarda 12 saat boyunca bekletilmiştir. Yapılan ölçüm ve analizler sonucunda, ozmotik stres koşullarında dıştan yapılan 0,1 mM sakkaroz uygulamasının yaprak kıvrılmasını geciktiren etkin konsantrasyon olduğu ve bitki su durumunu iyileştirdiği, içsel H_2O_2 miktarını azalttığı, stoma iletkenliği ve toplam çözünebilir şeker içeriğinde de artış sağlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ozmotik stres altında dıştan uygulanan 0,1 mM sakkarozun yaprak su durumunu koruyarak toplam çözünebilir şeker birikimini uyardığı, içsel H_2O_2 seviyesini azaltarak yaprak kıvrılmasını geciktirdiği sonucuna varılmıştır.

Genç, Genişel, Erdal, Türk ve Taşkın (2015) yaptığı çalışmada, onbir günlük buğday fidelerinde (Altındane) optimize edilmiş konsantrasyonda eksojen olarak tavuk tüyü hidrolizatı (TTH) (%0,1) ile beraber tuz (150 mM) uygulaması yapılmış ve 72 saat sonra bitkiler hasat edilerek büyüme parametrelerindeki değişimler incelenmiştir. Hasat edilen bitkilerin kök ve gövde uzunlukları, protein, şeker ve pigment miktarları ölçümü yapılarak TTH'nin büyüme parametreleri üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Tuz uygulaması kontrol şartlarına göre buğday bitkisinin kök ve gövde uzunluğunda azalmaya neden olurken, tuz ve TTH uygulamasında ise artışa neden olduğunu bulunmuştur. Sadece TTH uygulanan gruplarda ise kontrole göre kök ve gövde uzunluğunda artış olduğu belirlenmiştir. Çözülebilir protein içeriği tuz stresine maruz kalan bitkilerde kontrol bitkilerine kıyasla artış sağlarken, tuz ve tavuk tüyü uygulaması gruplarında da artışlar gözlemiştir. Tuz stresi ile azalan pigment içeriğinde TTH uygulaması ile daha fazla artış olduğu kaydedilmiştir ve tuz uygulaması ile toplam karbonhidrat içeriğindeki artışın TTH uygulaması ile daha da arttığını saptanmıştır. Mevcut bilgilere göre, tavuk tüyü hidrolizatı antioksidan sistemde görevli olan glutatyon ve sistein gibi önemli antioksidan özelliğe sahip bileşenlerin yapıtaşlarını içermesinden dolayı, tuz stresinin neden olduğu büyüme baskısı üzerindeki etkisinin önemli derecede azaltıldığı belirlenmiştir.

Baysal Furtana, Öcal Özdamar, Ellialtıoğlu ve Tipirdamaz (2015) yaptıkları çalışmada, iki farklı patlıcan (Mardin (dayanıklı) ve Artvin (hassas)) genotipine tuz ile birlikte dışsal H₂O₂ uygulamasının MDA ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, 2. gerçek yapraklarını çıkaran patlıcan fidelerine 0, 150 mM NaCl ve 150 mM NaCl+0,5 mM H₂O₂ uygulamaları yapılmıştır. Uygulamanın 3., 6. ve 9. günlerinde alınan yaprak örneklerinde MDA miktarı ve antioksidan enzim (SOD ve CAT) aktiviteleri belirlenmiştir. Tuz uygulaması ile çeşitler arasında farklılık oluşturmakla birlikte her iki çeşitte de MDA miktarı ile SOD ve CAT aktivitesini kontrol gruplarına göre artış meydana geldiği belirlenmiştir. Tuz ile birlikte H₂O₂ uygulamasında MDA miktarı ile SOD ve CAT aktivitesinde ortaya çıkan değişimler kontrolleri ile kıyaslandığında fark önemsiz bulunmuştur. Sonuçta dıştan uygulanan H₂O₂'in tuzun zararlı etkisini azaltabileceğini gösterilmiştir.

Esim, Karaman ve Atıcı (2015), cıva toksisitesine maruz bırakılan mısır (Arifiye-2) bitkisine çimlenme öncesi tohumlara yapılan NO uygulamasının çimlenme ve bitki boyu üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Cıva konsantrasyonları olarak 100 ve 200 µM cıva klorür

(HgCl₂) kullanmıştır. NO için ise 0,1 ve 100 µM SNP kullanılmıştır. Çimlenme günlük olarak takip edilmiş ve 5. günün sonunda toplam çimlenme yüzdeleri, kök ve gövde uzunlukları belirlenmiştir. Sonuç olarak, 100 ve 200 µM HgCl₂ uygulamasının mısırdaki toksisiteye neden olduğunu belirlenmiştir. Bu toksik etkinin ilk belirtisi çimlenme oranları ve bitki büyüme parametrelerinin inhibe olması ile ortaya konmuştur. Bitki büyüme, gelişme ve çimlenme üzerine iyileştirme etkisi belirlenmiş olan NO, mısır bitkisinde cıva toksisitesinin neden olduğu baskıyı azaltmaya katkı sağladığını söylenmiştir.

Özkaynak vd. (2015), karpuzda yaptığı priming çalışmasında defne (*Laurus nobilis* L.), kekik (*Thymbra spicata* L.) ve deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis) ekstraktları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada karpuz tohumlarında kekik ve defne ekstraktlarının priming uygulaması olarak kullanılması ilk kez başarılı bir şekilde sonuca varılmıştır. Organik priming uygulaması olarak yapılan tohumlardan elde edilen fideler daha erken ve daha kısa sürede fide gelişimi sağlamıştır. Böylece karpuzda organik kökenli priming materyallerinin (defne, kekik ve deniz yosunu) fidelere herhangi bir olumsuz etki oluşturmadan kimyasal priming uygulaması yerine başarılı bir şekilde kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Araştırmada karpuz tohumuna yapılan priming uygulamasında en iyi etki kekik ve yosun priming uygulamalarından elde edilmiştir.

Şereflioğlu ve Seçkin Dinler (2015) yaptığı çalışmada, iki haftalık soya fasulyesi (*Glycine max* L.) yapraklarına ön deneme sonuçlarına göre 1 gün ara ile 3 kez (2,5 mM) ön alfa-tokoferol uygulaması yapılmış ve daha sonra da 3 gün süre ile (200 mM) NaCl konsantrasyonuna maruz bırakılmıştır. Uygulama yapılan örneklerde MDA, H₂O₂, kalsiyum (Ca⁺⁺) ve fosfor (P) iyon miktarları ile SOD, APX, GST, POX enzim ve izoenzim aktivitelerinin yanında içsel IAA düzeyi tespit edilmiştir. Tuz stresi uygulanan soya köklerinde SOD, APX ve GST enzim aktiviteleri azalma meydana gelirken, POX aktivitesinde artış olduğunu saptanmıştır. Tuz stresi altında yapılan alfa-tokoferol ön uygulaması ise yalnız tuz stresi uygulamasına göre SOD enzim aktivitesini azalışa, POX ve GST aktivitelerinde artışa neden olmuş ve APX aktivitesini ise etkilenmemiştir. Sonuçta, dışarıdan uygulanan alfa-tokoferolün köklerde H₂O₂ ve MDA miktarlarını azalttığı, tuz stresinin oluşturduğu oksidatif hasarı hem bazı antioksidan enzimlerin görevlerini üstlenerek hem de uyarıcı etki yaparak iyileştirici yönde olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca, tuz stresi altında yapraklara yapılan alfa-tokoferol uygulaması köklerde içsel IAA düzeylerini uyarma,

kalsiyum ve fosfor iyonlarının miktarlarını arttırma, yapraklardan köklere doğru iletim aşamasında sinyal görevi olduğunu belirlenmiştir.

Demirbaş vd. (2015a), yaptığı çalışmada, 15 günlük soya fasulyesi (*Glycine max* L.) fidelerine 0, 5 ve 10 μ M GR24 (sentetik SL) yapraklardan spreyleme yapılarak uygulamıştır. Soya fasulyesi fidelerine GR24 uygulamasından 3 gün sonra 150 mM NaCl uygulaması gerçekleştirmiştir. Bir hafta sonra bitkilerden örnekleme yapılmıştır. Bitkilerin MDA seviyesi, BSİ, stoma iletkenliği ve spesifik yaprak alanında (SLA) meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Tuz stresi kontrol gruplarına göre, MDA'yı arttırırken BSİ ve stoma iletkenliğini azaltmış, SLA'da ise herhangi bir değişime neden olmamıştır. Yapılan 5 μ M GR24 uygulaması herhangi bir etkiye neden olmazken, 10 μ M GR24 uygulaması stresin meydana getirdiği hasarı azaltarak iyileşmeye neden olduğunu ortaya konmuştur.

Demirbaş, Balkan, Üder ve Peköz (2015b), iki tritikale çeşidi ile (Presto-2000 ve Tatlıcak-97) yaptığı çalışmada, H₂O₂ (0, 50 ve 100 μ M) ön uygulaması ve tuz stresinin (0, 50 ve 100 mM NaCl) ortalama çimlenme süresi, çimlenme oranı, kök sayısı ve uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı, gövde yaş ve kuru ağırlığı parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, çeşitler arasında çimlenme oranı, kök sayısı ve kök uzunluğunda anlamlı değişim olmadığı saptanmıştır. Çeşitlerin ortalama çimlenme süreleri kıyaslandığında Presto-2000 çeşidinin daha kısa sürede çimlendiğini saptanmıştır. Fide uzunluğunda Presto-2000 çeşidi daha uzun gövdeye sahip olmuş, kök yaş ve kuru ağırlığında da Presto-2000 çeşidi daha iyi gelişim gösterdiğini ortaya konmuştur. Tuz uygulaması çimlenme oranı, kök sayısı, kök ve gövde uzunluğu parametrelerini baskılamakta ortalama çimlenme süresini arttırmıştır. Kök kuru ağırlığı, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığında anlamlı bir azalma belirlenmiştir. H₂O₂ uygulamasının çimlenme oranını arttırırken ortalama çimlenme süresini azalttığı saptanmıştır. Ayrıca, H₂O₂ uygulamasının kök sayısında, kök uzunluğunda, gövde uzunluğunda, kök yaş ve kuru ağırlığında, gövde yaş ve kuru ağırlığında artışa neden olduğunu bulunmuştur. Çalışma sonucunda, tritikale tohumlarına yapılan stres öncesi H₂O₂ uygulamasının tuzun baskılayıcı etkisini ortadan kaldırdığı belirlenmiştir.

Yıldız, Akçalı ve Terzi (2015) yaptığı çalışmada, NaCl toksisitesi üzerine dışsal olarak uygulanan LA iyileştirici etkilerinin değerlendirilmesi için kanola fidelerinin yapraklarındaki proteomik değişimleri araştırmıştır. Bu amaçla, 14 günlük kanola fidelerini 7 gün süreyle 150 mM NaCl stresine ve 0,1 mM LA uygulamalarına maruz bırakmıştır. Kontrol, LA, NaCl ve NaCl+LA uygulanmış fidelerin yapraklarında toplam proteinleri ekstrakte etmiş ve iki-yönlü

jel elektroforezi (2-DE) kullanılarak ayırtmıştır. Toplam 28 proteinin farklı şekilde ifade olduğu belirlemiştir. Bu proteinlerden 21 tanesi MALDI-TOF/TOF kütle spektrometrisi analizleri ve veri tabanı aramaları ile başarılı bir şekilde tanımlamıştır. Bu proteinlerin fotosentez, stres savunması, enerji metabolizması, sinyal iletimi, protein katlanması ve stabilizasyonunda fonksiyon görmesi tuz toleransında LA'nın önemli rolleri olduğunu elde etmiştir.

Küçükkarakaş (2017), tritikale (Tatlıcak-97 ve Mikham-2002) tohumlarına ekim öncesi yaptığı H₂O₂ ön uygulaması (0, 50, 100 µM) sonrasında tohumlar tuzlu ortam (0, 50, 100 mM NaCl) koşullarında çimlenmeye bırakılmıştır. Çimlenme sonucunda, NaCl konsantrasyonunun artmasıyla kök ve gövde uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlığının baskıladığı, her iki çeşitte de 100 µM H₂O₂ ön uygulamasının bu baskıyı ortadan kaldırdığı gözlemlenmiştir. Tatlıcak-97 çeşidinin Mikham-2002 çeşidine göre H₂O₂ ön uygulamasına daha iyi bir yanıt oluşturduğu ortaya konmuştur.

Tabassum, Farooq, Ahmad, Zohaib ve Wahid (2017), şiddetli kuraklığa bırakılmış ve iyi sulanmış bitkilerden elde ettikleri ekmeclik buğday tohumlarına hidropriming ve ozmopriming (CaCl₂) uygulaması yaparak tuz stresine karşı bitkilerin torerans seviyelerini karşılaştırmışlardır. İyi sulanmış bitkilere yapılan tuz stresi uygulamasının bitki büyümesini azalttığı, su alımı bozduğu ve verimde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Tuz stresi altında ozmolit birikiminde, MDA ve doku Na⁺ içeriğinde artış meydana gelmiştir. Şiddetli kuraklıktan elde edilen tohumlar, iyi sulanan tohumlara kıyasla daha az yağ ve daha fazla lif, protein ve toplam çözünür fenolik bileşik belirlenmiştir. Şiddetli kuraklık ve iyi sulanmış bitkilerden toplanan buğday tohumlarına yapılan ozmopriming uygulamasının MDA ve Na⁺ içeriğini düşürdüğü, yaprak alanında, bitki su ilişkilerinde, yaprak prolin ve glisin betain içeriğinde artışa neden olarak bitki verimindeki iyileşmeyi tuz stresine karşı toleransın bir göstergesi olarak değerlendirmişlerdir.

Ahangar ve Agarwal (2017) yaptığı çalışmada, iki buğday (Rajmata Vijayraje Scindhia Krishi Vishwa Vidhyalaya (RVSKVV) ve Gwalior) çeşidinde potasyum (K) takviyesi yapılarak tuz stresinin etkisini incelemiştir. Denemede 10 mM K uygulaması yapılmış tohumların ekimden itibaren 10. günde 3 farklı konsantrasyonda NaCl (0, 100 ve 200 mM) uygulanarak 25. günde bitkiler hasat edilmiş, örneklerden pigment içeriği, lipid peroksidasyon miktarı ve antioksidan enzimlerin (SOD, CAT, APX, GR ve GPX) aktivitelerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, K ilavesi ile buğday bitkisinde

pigment içeriğinde artış, lipid peroksidasyon miktarında baskılanma ve antioksidan enzimlerde de tuz stresinin meydana getirdiği hasarı K ilavesi ile azaltıldığı bildirilmiştir.

Ali vd. (2017) yaptığı çalışmada, SNP ön uygulamasının dört verimli buğday çeşidinde (Sahar-06, Punjab-11, Millat-11 ve Galaxy-13) tuz toleransına olan etkisini araştırmıştır. Ön uygulama olarak tohumlar üç farklı konsantrasyonda (0, 0,1 ve 0,2 mM SNP) 12 saat karanlık ortamda bekletilmiş ve ekimden önce 5 saat kurutma yapılarak ekim gerçekleştirilmiştir. Biyokütle üretimi, antioksidan savunma mekanizmaları ve tane verimi özellikleri açısından bitkiler incelenmiştir. Tuz stresi altında, biyokütle artarken tane verimi, prolin (Pro), ASA, H₂O₂ ve MDA içeriği önemli derecede azalma meydana gelmiştir. Sahar-06 ve Galaxy-13 çeşitlerinde diğer çeşitlere göre, sürgün uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, MDA, H₂O₂ ve fenolik madde birikimi, AsA içeriği, prolin birikimi, SOD, POX ve CAT aktivitelerinin azaldığı belirlenmiştir. Sahar-06 çeşidi tüm buğday çeşitlerine kıyasla SNP uygulaması bitki biyokütlesi ve tane verimi, maksimum tuz stres toleransını iyileştirdiğini bildirmiştir. 0.1 mM SNP konsantrasyonu diğer SNP konsantrasyonlarına kıyasla, tuz toleransının iyileştirilmesinde en etkili bulunmuştur. Eksojen SNP uygulaması, SOD, POX ve CAT gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini arttırdığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, SNP uygulaması daha iyi biyokütle üretimi ve tahıl verimi ile sonuçlanan antioksidan savunma mekanizmalarını arttırarak tuz tolerans seviyesini arttırdığı bildirilmiştir.

Demirbaş ve Balkan (2018), tritikale tohumlarına H₂O₂ ön uygulaması (0, 50 ve 100 µM) yaparak çeşitli tuz dozlarında (0, 50 ve 100 mM NaCl) fide gelişim dönemindeki morfolojik ve fizyolojik değişimleri saptanmıştır. Bu amaçla, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 4 tritikale çeşidi (Karma-2000, Presto-2000, Tatlıcak-97 ve Mikham-2002) kullanarak, iki yapraklı döneme gelen fidelerde tuz stresi uygulamasını izleyen 0. ve 14. günlerdeki bitki büyüme değerleri, klorofil içeriği (SPAD), stoma sayısı (adet), stoma eni (µ) ve boyu (µ) ile yaprak su kayıp oranı (%) belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonundaki artışın bütün morfolojik parametreleri baskıladığı belirlenmiş, 50 µM'lık H₂O₂ ön uygulamasının ise erken fide gelişim dönemindeki tuz stresinin baskılayıcı etkisini azaltabileceği sonucu ortaya konmuştur. Sonuçta, toprak tuzluluğuna orta düzeyde toleranslı olan tritikale tohumlarına yapılan H₂O₂ ön uygulamasının, belirlenen morfolojik ve fizyolojik parametrelerde iyileştirici yönde olduğu ve tuzlu ortam koşullarına olan toleransın artışına katkı sağladığı söylenmiştir.

Gök Özel (2018) yaptığı çalışmada, tıbbi öneme sahip ve turizm faaliyetleri sonucunda yayılış alanları tehlike altında olan kum zambağının yüksek tuzlu ortam şartlarına maruz kalmadan önce yapılan SL ön uygulamasıyla tuzluluğa karşı meydana gelen tolerans düzeyinin artırılmasında antioksidan enzim işlevleri belirlenmiştir. 28 günlük fidelere (1 ml/fide) spreyleme ile GR24 farklı dozlarda (0, 10, 20 μ M) uygulaması yapılmıştır. GR24 uygulamasından 1 hafta sonra (35 günlük fidelere) tuz uygulaması 0, 150, 300 mM NaCl Hoagland besin çözeltisi içerisinde çözdürülerek verilmiştir. Tuz stresi uygulamasından 10 gün sonra hasat edilen kum zambağı fidelерinin morfolojisi ile SOD, CAT ve POX aktivitesi ve bu enzimlerin izoenzimleri ile TBARS ve H₂O₂ içeriklerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, GR24 ön uygulamasının kum zambağı bitkilerinin tuzlu ortam koşullarında antioksidan savunma sistemini uyarıcı etkisiyle tolerans seviyesini arttırabilme potansiyeli olduğu saptanmıştır.

Abid vd. (2018) yaptığı çalışmada, kuraklığa duyarlı bir buğday çeşidi olan Yangmai 16 tohumlarına ozmoprining uygulaması için tohumlar -0,9 MPa PEG çözeltisinde 30 saat boyunca 18°C'de bekletmiş ve daha sonrasında tohumlar oda sıcaklığında kurumaya alınmıştır. Ozmoprining uygulaması yapılan (uygulama) ve yapılmayan (kontrol) (%75-80 FC'de sulamaya) tohumların ekimi yapıldıktan sonra ki Feekes 2 (40. gün) ve Feekes 6 (130. gün) evresinde ağır (%35-40 FC'de şiddetli bir kuraklık stresi) bir kuraklık stresine maruz bırakmıştır. Bitkilerin belirtilen dönemlerdeki yaprak su ilişkileri, fotosentez süreçleri, lipid peroksidasyonu seviyesi, antioksidan savunma sistemindeki değişimleri, nispi büyüme oranı ve tane verim özellikleri incelemiştir. Kuraklık stresi, yaprak su potansiyelinde, nispi su içeriğinde, net fotosentezde, klorofil ve karotenoidlerin içeriğinde azalmaya neden olduğunu bulunmuştur. Bu özelliklerde meydana gelen düşüş priming uygulaması yapılan bitkilerde, uygulanmayan bitkilere kıyasla daha az olmuştur. Kuraklık stresi sırasında uygulama yapılmış bitkilerde daha düşük ROT oluşumu ve MDA meydana gelirken, uygulama yapılmamış bitkilerde daha yüksek CAT, APX ve GR aktivitelerini gösterdiğini belirlemiştir. Tohumlara yapılan ozmoprining uygulaması, buğday bitkilerinin kuraklık döneminde daha büyük bir nispi büyüme oranını muhafaza etmesine izin vermiş, bu da daha yüksek kuru madde ve kontrol bitkilerine kıyasla tane verimi üretimine neden olmuştur. Tohumla yapılan ozmoprining uygulamasının buğdayda filizlenme sonrası kuraklık stresine karşı fizyolojik ve biyokimyasal tepkileri değiştirerek bitki büyümesini ve üretkenliğini istikrarlı bir hale getiren uzun süreli stres hafızasıyla sonuçlandığı sonucuna varmıştır.

Freitas Guedes vd. (2018) yaptıkları çalışmada, RNA-Seq yaklaşımı ile *Coffea canephora* bitkisinin kuraklık yanıtlarını belirlemede 109 hassas ve 120 dayanıklı klon kullanmışlardır. Illumina dizileme tekniği ile dayanıklılarda 826 ve hassas olanlarda ise 135 genin farklı şekilde ifade olduğu belirlenmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre, hassas klonun kuraklığa maruz kaldığında programlanmış hücre ölümüne yol açan oksidatif stres yanıtını tetikleyebileceğini, diğer taraftan kuraklığa toleranslı bitkilerin alışmasının antioksidan sekonder metabolizma ve ABA yanıtını içerdiğini göstermektedir. En önemli olarak dayanıklı klonda 49 hafıza geni tanımlanmıştır. Bu genlerin çoğunun ABA yolağı, protein katlanması ve biyotik stres ile bağlantılıdır. Küçük RNA profillemesi ile kahve yapraklarında yüzlerce düzenleyici mikroRNA olduğunu göstermiştir. Tüm sonuçlara bakıldığında ise transkripsiyonel hafızanın kuraklık yanıt genlerinin ifadesini düzenlediği ve kuraklığa toleranslı olan bitkilerin toleransına katkı sağladığı ifade edilmektedir.

Mendanha, Rosenquist, Hyldaard ve Ottosen (2018) yaptığı çalışmada, erken tekrarlayan abiyotik streslerin buğdayın çiçeklenme evresinde sıcaklık toleransını artırabilme potansiyelini belirlemeye çalışmışlardır. İki buğday çeşidinin (Gladius ve Paragon) 3 ve 5 yapraklı gelişim döneminde iki uygulama zamanında sıcaklık uygulaması yapılmıştır. Priming uygulanmış ve priming uygulanmamış bitkiler daha sonra, sentez sırasında yedi gün boyunca bir ısı stresi ve ısı stresi olmayan (kontrol) sıcaklığına maruz bırakılmıştır. Bitkilerin fizyolojik performansını araştırmak için gaz değişimi ve klorofil floresans düzeyi belirlenmiştir. Bu çalışmada, ısı toleransının iyileştirilmesinde erken sıcaklık stresinin (priming) etkili olduğu ile ilgili güçlü kanıtlar gözlemleyememiştir. Ancak, ısı stresine cevap olarak çeşitler arasında anlamlı bir fark olduğu saptanmıştır. 'Gladius' çeşidine priming uygulaması yapılmış bitkilerin verim parametreleri, kontrol grubuyla aynı olup, ısıya duyarlı kültür çeşidi 'Paragon' için tekrarlanan sıcaklık stresinin neden olduğu ortalama zararın daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir.

Önay ve Demirbaş (2018) yaptığı çalışmada, ekim öncesi Tosunbey (toleranslı) ve Sultan-95 (hassas) ekmeklik buğday çeşitlerinin tohumlarına SL (0-(dH₂O) ve 20 µM GR24) uygulaması yapmıştır. Fidelerin tuz stresi (0, 200 ve 300 mM NaCl) altında kısa/orta sürede (7 ve 14 gün) SOD, APX ve GR gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerinde meydana gelen değişimleri belirlenmiştir. İki haftalık fideler, farklı konsantrasyonda tuz içeren Hoagland besin çözeltisi ile iki hafta süresince sulanmıştır. Tuz uygulamasının hassas buğday çeşidinde SOD aktivitesini tüm uygulama gruplarında 7. ve 14. günlerinde baskıladığı, toleranslı çeşitte

ise 7. günde GR24 uygulamasının SOD aktivitesinde artış olduğunu belirlemiştir. Hassas çeşidin APX ve GR aktivitelerinin tuz uygulamasından 7. günde benzer şekilde etkilendiği, en yüksek aktivite artışının sulu ekim ortamında olduğu belirtilirken; toleranslı çeşitte ise her iki enzim aktivitesinin tüm uygulamalarda artış olduğunu belirtmiştir. Sonuç olarak, toleranslı buğday çeşidinde SL ön uygulamasının kontrollü koşullarda tuz stresinin antioksidan enzimler üzerindeki baskıyı ortadan kaldırabilecek nitelikte olduğu bildirilmiştir.

Gören Sağlam, Duygun, Kaya ve Vardar (2018) yaptığı çalışmada, karrikinolidin buğday tohumlarında çimlenme üzerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla 0, 10, 1, 0,1, 0,01 μM ve 1 nM lık KAR1 çözeltilerini kullanmıştır. Buğday tohumları bu çözeltiler içinde karanlıkta çimlendirilmiş ve ardından çimlenme yüzdeleri ve kök uzunlukları ölçümlerini yapmıştır. Köklerden ekstre edilerek protein miktarlarını belirlemiştir. Elde edilen verilere göre, 1 μM KAR1'in çimlenme ve kök uzunluğunu en fazla teşvik ettiğini bildirmiştir. Total protein miktarının da en fazla 1 μM KAR1 da olduğunu tespit etmiştir. Bu durumda karrikinlerin buğday tohumlarının çimlenmesinde teşvik edici etkiye sahip olduğunu açıklamışlardır.

Yetişsin, Demiralay, Sağlam, Terzi ve Kadioğlu (2018) yaptığı çalışmada, H_2O_2 ön uygulamasının, bakır stresi altındaki mısır bitkilerinde antioksidan sistemin bazı enzimlerinin aktivitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Mısır bitkisinin Akpınar ve 31G98 çeşitleri bitki büyütme odasında 25 ± 2 gün büyütüldükten sonra toprak üstü kısımlarından kesmişler ve kesilen fideler iki gruba ayrılarak 6 saat saf su veya 10 mM H_2O_2 ile muamele edilmiş ve yeniden iki alt gruba ayırmıştır. Her bir alt grup 12 saat saf su ve 0,5 mM bakır ($\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$) uygulamasına maruz bırakmıştır. Uygulamanın ardından CAT, SOD, APX ve GR antioksidan enzim aktivitelerini incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, bakır stresinin her iki mısır çeşidinde antioksidan sistemin aktivitesi belirlenen enzimleri üzerinde önemli değişikliklere neden olduğu ve bakır stresi koşullarında H_2O_2 ön muamelesinin bakır stresinin meydana getirdiği olumsuz etkilere karşı enzimlerin aktivitesi üzerinde önemli iyileştirmeler sağladığı sonucuna varılmıştır.

Bor vd. (2018) yaptığı çalışmada, tuz stresi koşullarında buğday bitkisinde büyüme ve gelişme süreçlerindeki farklılıkların bitkinin toplam aminoasit ile ilişkisini incelemiştir. Pamukova kültür çeşidi tarla koşullarında tesadüf bloklarına bölünmüş parsel deseninde yetiştirmiştir. Çimlenmeden 14 gün sonra bitkilere (0, 100 ve 200 mM NaCl) tuz uygulaması yapmıştır. Uygulama gününden itibaren kontrol ve tuz stresi uygulanan gruplardan rastgele seçilen bitkilerin gelişim dönemlerine uygun olacak şekilde yaprak, kök ve başak örnekleri

alınmıştır. Örneklerde büyüme ve gelişme ile ilgili parametrelerin dışında fotosentetik verim, bağlı su içeriği, ozmotik potansiyel vb. parametrelerin de ölçümünü yapılmıştır. Tuz stresinin büyüme ve gelişme üzerindeki olumsuz etkileri yaprak ve köklerde uygulamanın dördüncü haftasından itibaren, başaklarda ise yaklaşık altıncı haftadan itibaren olduğunu gözlemiştir. Aminoasit profilindeki değişimin genel olarak yapraklardaki büyüme ve fotosentez inhibisyonu ile belirgin bir korelasyon gösterdiğini belirtilmiştir.

Çelik, Meriç, Ayan ve Çimen (2019) yaptığı çalışmada, iki WRKY (*WRKY50* ve *WRKY72*) transkripsiyon faktörünün sitozin metilasyon modellerinin seviyesi, Osmancık-97 çeşidi çeltik (*Oryza sativa* L.) fidelerinin farklı tuz uygulaması altında karşılaştırılmıştır. Her iki genin NaCl'nin (0, 30 mM, 90 mM, 150 mM ve 210 mM) pirinç bitkilerinin yaprak dokularındaki DNA metilasyon durumu bisülfid sekanslaması ile değerlendirmiştir. Örneklerde CpG'deki metillenmiş sitozin seviyelerini karşılaştırmak için Temel Bileşen Analizi ve Fisher'in kesin testi yapmıştır. Toplam 155 MetC pozisyonu tüm kütüphaneler kıyaslanarak tespit edilmiş ve bunlardan 72 metillenmiş sitozinin *WRKY50* dizisine ve 83 metillenmiş sitozin ise *WRKY72* dizisine karşılık geldiği saptanmıştır. *WRKY* genlerinin metilasyon seviyeleri 90 ve 150 mM NaCl konsantrasyonlarında gen ifadesi ile negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, 210 mM konsantrasyonundaki veriler ile ilişkinin daha karmaşık olduğu belirtilmiştir.

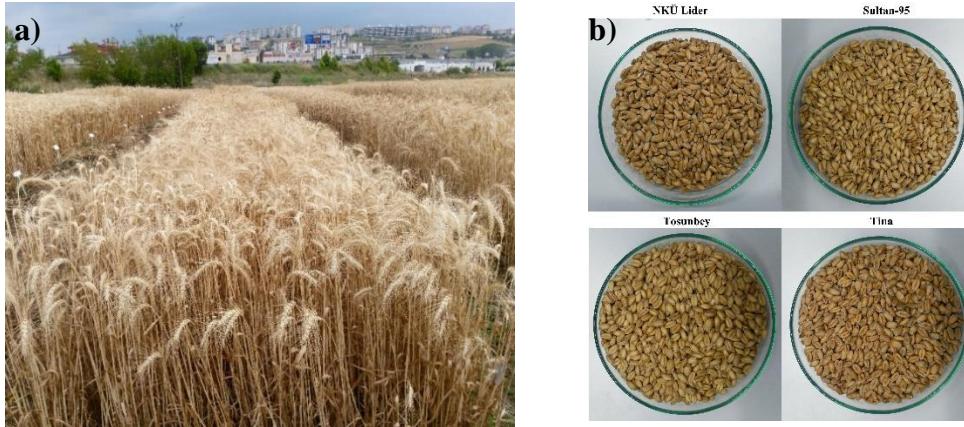
Baltacıer (2019) yaptığı çalışmada, iki farklı buğday çeşidine (Tosunbey ve Sultan-95) %20'lik konsantrasyonda kuşburnu (*Rosa canina*) meyve ekstraktını in vivo ortamda yetiştirilen 21 günlük buğday fidelerine uygulanarak, bitkilerdeki toplam klorofil, toplam protein, lipit peroksidasyon (TBARS), hücre zarı geçirgenliği ve antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, POX, CAT) üzerine etkileri araştırılmıştır. Kuraklık zararının iyileştirilmesinde, Rc uygulamasının her iki genotipteki ilk indükleyici etkisi 7. günde gözlenmiştir. Kuraklığa toleranslı Tosunbey çeşidinde SOD aktivitesi 7. günde stres altında Rc uygulamasıyla artış gösterirken 14. günde azalma meydana gelmiştir. Ancak Sultan-95'te her iki uygulama gününde de azalma olmuştur. CAT ve POX aktiviteleri ise stres altında R. canina uygulamasıyla Tosunbey çeşidinde artmıştır. Fakat Sultan-95 çeşidinde sadece CAT aktivitesiyle artış sağlanmıştır. Bu durum kuraklık stresinin zararının azaltılmasında ya da iyileştirilmesinde Rc ekstraktının duyarlı buğday çeşitlerinde biyostimülatör olarak kullanımına olanak sağlayabileceğine işaret etmektedir.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Bitki Materyali

Bitkisel materyal olarak ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen 4 farklı buğday çeşidine (NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey, Tina) ait tohumlar kullanılmıştır. NKÜ Lider, kılçıklı başağa sahip, orta geççi bir çeşittir. Bitki boyu orta, bayrak yaprağın kıvrılma oranı orta derecede ve tane rengi kırmızıdır (Anonim, 2018c). Sultan-95, başakları beyaz renkte, kılçıklı, sık ve dik başaklıdır. Kurağa dayanıklı olmayıp, orta erkencidir (Anonim, 2018d). Tosunbey, kılçıklı, beyaz kavuzlu, orta boylu ve sert tanelidir. Soğuğa, kuraklığa ve yatmaya dayanıklı bir çeşittir (Anonim, 2018e). Tina, kılçıksız başak yapısında, dane rengi kırmızı, yarı sert ekmeklik, erkenci bir buğday çeşididir. Soğuğa ve dona dayanıklı olup başaklanma zamanı orta erkenci bir çeşittir (Dayan vd., 2013).

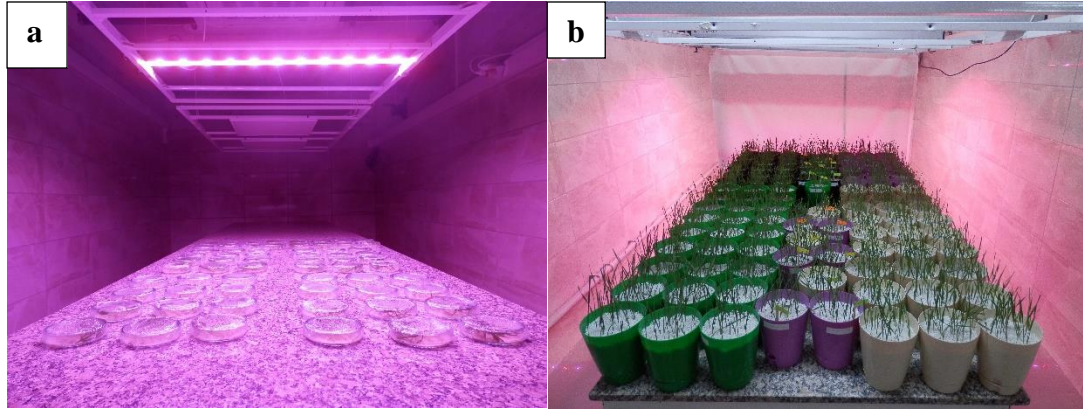
Tez çalışmasında kullanılan tohumlar Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. Alpay BALKAN'dan temin edilmiştir. 2017-2018 yılı ekim döneminde Ziraat Fakültesi deneme alanında Dr. Öğr. Üyesi Sefer DEMİRBAŞ danışmanlığında yüksek lisans tezini yürüten Damla ANA'nın 100 µM H₂O₂ ön uygulaması yapılarak ekimi yapılan ekmeklik buğday çeşitlerinin yetiştirme dönemi sonrasında hasat edilerek elde edilen tohumları (Şekil 4.1) kullanılmıştır.



Şekil 4.1. 2017-2018 yılı ekim döneminde Ziraat Fakültesi deneme alanında ön uygulamaları yapılarak ekimi yapılan tohumların yetiştirme ortamı (a) ve elde edilen buğday tohumları (b)

4.2. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Çimlenme ve Büyüme denemesi şeklinde yürütülen tez çalışmasında bitkiler 16 saat fotoperiyotta $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü kontrollü bitki büyüme odasında yetiştirilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Bitkilerin in vivo bitki büyüme odasında yetiştirme ortamı (a: Petri kabı denemesi, b: Saksı denemesi)

4.2.1. Yüzeysel sterilizasyon

Buğday tohumları %20'lik Sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisinde 20 dk bekletilerek yüzeysel sterilizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından üç defa steril saf suda 5'er dk bekletilip ardından süzgeç yardımıyla süzülerek yüzeysel sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır.

4.2.2. H_2O_2 Ön Uygulaması

250 ml'lik erlenmayerlere distile saf su ve $100 \mu\text{M}$ H_2O_2 çözeltisi hazırlanarak çimlendirme aşamasına bırakılmadan önce tohumlara uygulanmıştır (Küçükkarakaş, 2017). Uygulama esnasında tohumlar ilgili çözeltiler içinde 6 saat süreyle karanlık oda koşullarında bekletildikten sonra çimlendirme ortamına bırakılmıştır (Şekil 4.6e).

4.2.3. Çimlenme Denemesi

Deneme materyalini oluşturan buğday tohumlarının yüzeysel sterilizasyonu yapılmış ve $100 \mu\text{M}$ H_2O_2 ön uygulamasına bırakılmış tohumlardan içerisinde saf su (kontrol), 80 mM, 160 mM ve 240 mM NaCl çözeltileriyle nemlendirilmiş filtre kâğıdı içeren ve önceden steril edilmiş 9 cm çaplı Petri kaplarına, her kaba 20 tohum olacak şekilde yerleştirilmiştir

(Demirbaş vd., 2015). Su kaybını önlemek için Petri kapları streç film ile sarılmıştır. Petri kapları daha sonra bitki yetiştirme odasına alınarak, LED ışıkla yadınlatılan 16 saat fotoperiyotta, $25\pm 2^{\circ}\text{C}/18\pm 2^{\circ}\text{C}$ (gündüz/gece) sıcaklıkta, $\%60\pm 5$ nemli ortamda 8 gün süresince çimlenmeye bırakılmıştır. Tohumların kökçükleri 2 mm kadar uzadığında çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Çimlendirme denemesi, tesadüf parsellerinde bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çimlendirme denemesinde belirlenen özellikler aşağıda verilmiştir. Aşağıdaki ölçümler deneme süresi sonunda Petri kaplarından tesadüfi olarak seçilerek 10 bitki üzerinde yapılmıştır.

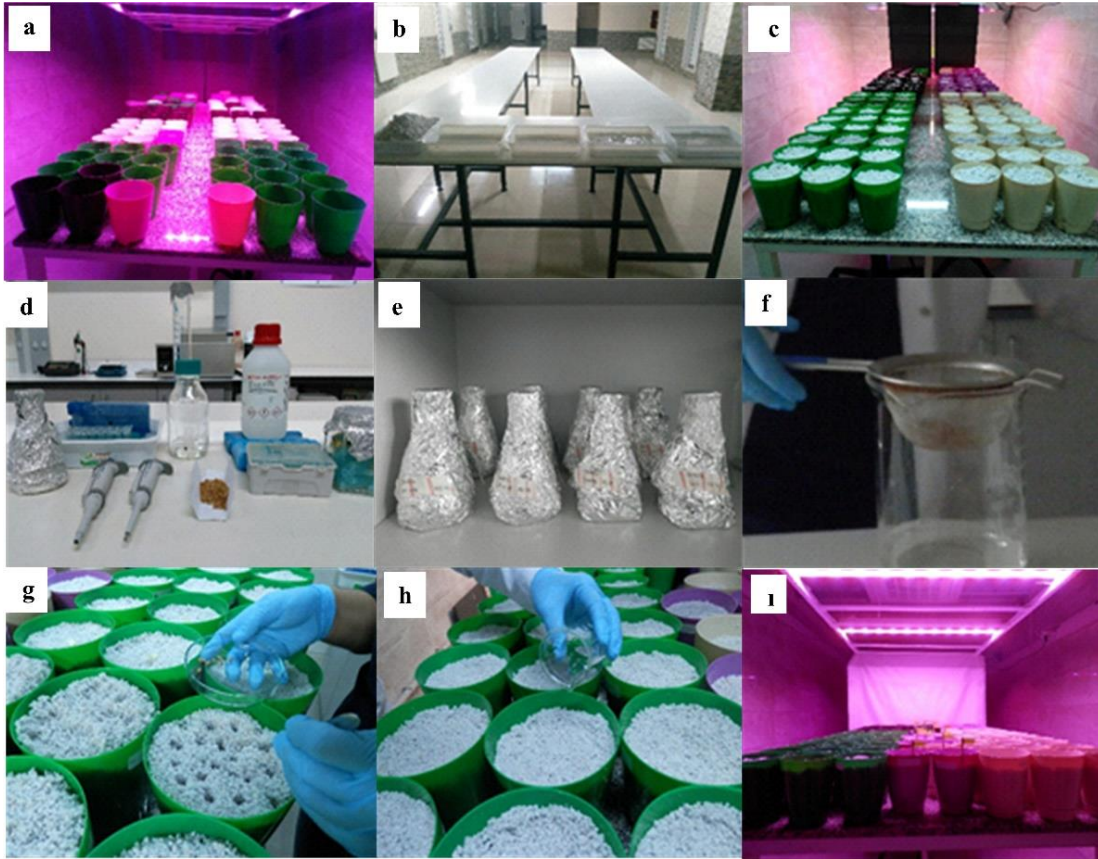
4.2.3.1. Büyüme ile ilgili parametreler

Kök sayısı; bitkilerin kökleri sayıldı ve ortalaması alınarak adet olarak belirlenmiştir. Kök uzunluğu; bitkilerin kök tacı ile köklerinin en uç noktası arasındaki mesafe ölçülüp, ortalaması mm olarak belirlenmiştir. Fide uzunluğu; bitkilerin kök tacı ile yapraklarının en uç noktası arasındaki mesafe ölçülüp, ortalaması alınarak mm olarak belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı; bitkilerin kökleri kök tacından kesilerek hassas terazide tartılarak ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı; bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen kökleri, 70°C 'lik etüvde 24 saat kurutulduktan sonra tartılarak, ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı; kök tacından kesilen bitkilerin gövde kısımları hassas terazide tartılarak, ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiş ve en son olarak gövde kuru ağırlığı bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen gövde kısımları 70°C 'lik etüvde 24 saat kurutulduktan sonra tartılmış aritmetik ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5e).

4.2.4. Büyüme Denemesi

Saksı denemesinde, 4 farklı H_2O_2 ($-\text{H}_2\text{O}_2$, H_2O_2 , $1\times\text{H}_2\text{O}_2$, $2\times\text{H}_2\text{O}_2$) ön uygulamasına bırakılan tohumlar yıkanmış ince perlit içeren saksılara (13 cm; 1,5 L) ekilmiştir [$-\text{H}_2\text{O}_2$, kontrol grubu olup tohumlara uygulama yapılmadan ekimi yapılan gruptur. H_2O_2 , buğday tohumlarına bir kez uygulama yapılarak ekimi yapılan gruptur. $1\times\text{H}_2\text{O}_2$, buğday tohumlarına bir kez uygulama sonucu tarlaya ekimi yapılan tohumlardan elde edilen tohumların ikinci kez uygulama yapılmadan ekimi yapılan gruptur. $2\times\text{H}_2\text{O}_2$ ise, buğday tohumlarına bir kez uygulama sonucu tarlaya ekimi yapılan tohumlardan elde edilen tohumların ikinci kez tekrar uygulama yapılarak ekimi yapılan grup olarak kodlamaları yapılmıştır]. Tohumlar ana parselleri, farklı yoğunluktaki (0-kontrol (saf su), 80, 160 mM) NaCl solüsyonları alt

parselleri oluşturacak şekilde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Deneme materyalini oluşturan buğday tohumları Petri denemesinde olduğu gibi 100 μM H_2O_2 ön uygulamasına bırakıldıktan sonra içerisinde perlit bulunan plastik saksılara, her saksıya 20 tohum olacak şekilde ekilmiştir. Saksılar daha sonra 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık altında 16 saat fotoperiyot, $25\pm 2^\circ\text{C}/15\pm 2^\circ\text{C}$ (gündüz/gece) sıcaklık ve $60\pm 5\%$ nem içeren kontrollü bitki yetiştirme ortamına alınmıştır (Şekil 4.4). Saksı denemesi sulama programı Çizelge 4.1.'de verilmiştir (Tian vd., 2017).



Şekil 4.3. Bitki yetiştirme basamakları

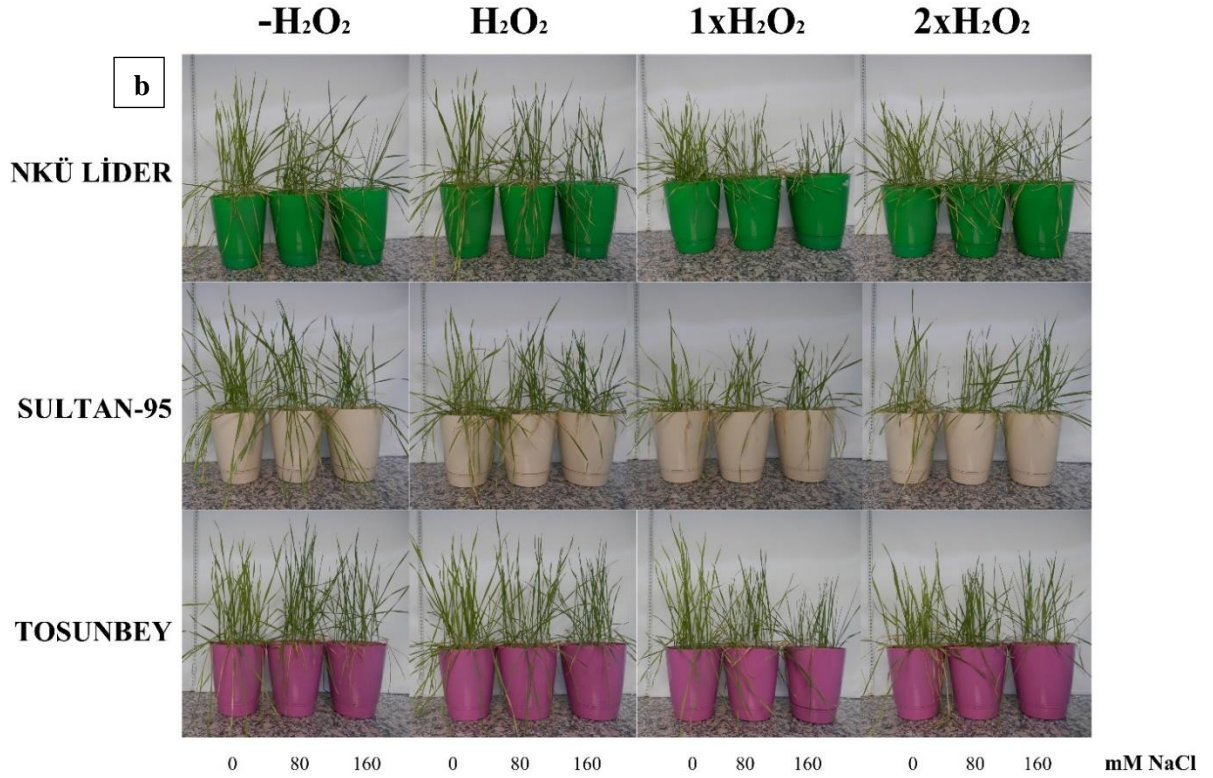
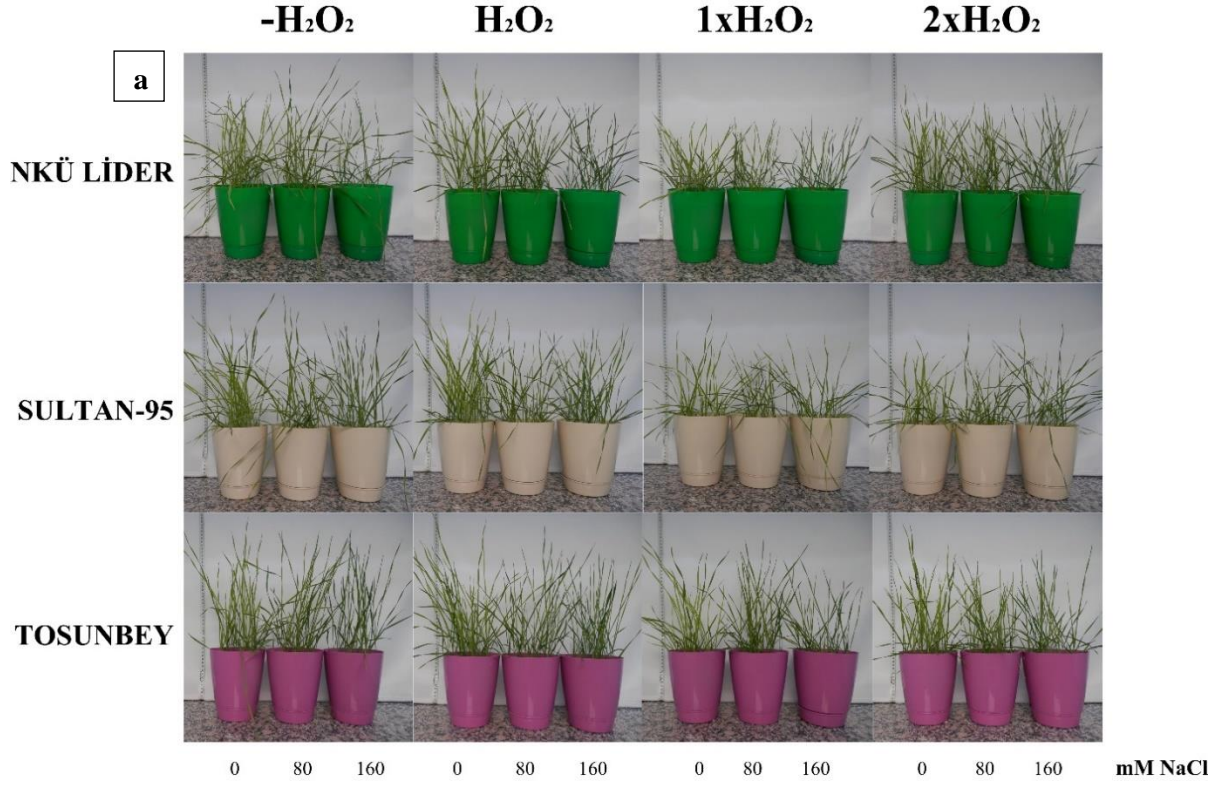
[a) Saksıların bitki büyüme odasındaki düzeni, b) Perlitlerin yıkanması, c) Saksıların hazırlanması, d) H_2O_2 ön uygulaması yapılışı, e) Tohumların 6 saat H_2O_2 çözeltisinde bekletilmesi, f) 6 saat bekletilen tohumların H_2O_2 çözeltisinden çıkarılması, g) Tohumların ekimi, h) Ekilen tohumlara can suyu verilmesi, i) Ekim günü saksı denemesinin genel görüntüsü (Özgün)]

Çizelge 4.1. Saksı denemesinde uygulanan sulama programı

SULAMA PROGRAMI			
	0 mM NaCl	80 mM NaCl	160 mM NaCl
1. hafta	%50'lik Hoagland çözeltisi	40 mM NaCl (%50'lik Hoagland çözeltisinde)	40 mM NaCl (%50'lik Hoagland çözeltisinde)
2. hafta	%50'lik Hoagland çözeltisi	80 mM NaCl (%50'lik Hoagland çözeltisinde)	80 mM NaCl (%50'lik Hoagland çözeltisinde)
3. hafta	%100'lik Hoagland çözeltisi	80 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)	120 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)
4. hafta	%100'lik Hoagland çözeltisi	80 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)	160 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)
5. hafta (35.gün)	%100'lik Hoagland çözeltisi	80 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)	160 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)
6. hafta	%100'lik Hoagland çözeltisi	80 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)	160 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)
7. hafta (49.gün)	%100'lik Hoagland çözeltisi	80 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)	160 mM NaCl (%100'lik Hoagland çözeltisinde)

4.3. Büyüme ile İlgili Parametreler

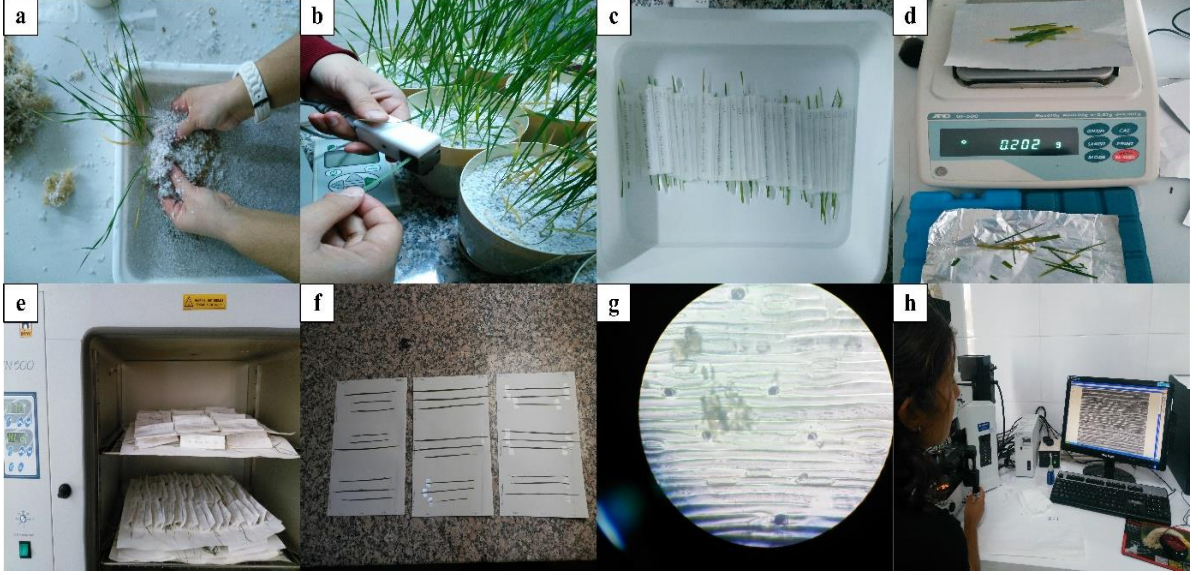
Bitkilerin morfolojik parametrelerinin ölçümleri yetiştirme döneminin 35. (Zadoks, 13) ve 49. (Zadoks, 14) günlerinde yapılmıştır. Kök uzunluğu; bitkilerin kök tacı ile köklerinin en uç noktası arasındaki mesafe ölçülüp, ortalaması mm olarak belirlenmiştir. Fide uzunluğu; bitkilerin kök tacı ile yapraklarının en uç noktası arasındaki mesafe ölçülüp, ortalaması alınarak mm olarak belirlenmiştir. Kök yaş ağırlığı; bitkilerin kökleri kök tacından kesilerek hassas terazide tartılarak ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiştir. Kök kuru ağırlığı; bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen kökleri, 70°C'lik etüvde 24 saat kurutulduktan sonra tartılarak, ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiştir. Gövde yaş ağırlığı; kök tacından kesilen bitkilerin gövde kısımları hassas terazide tartılarak, ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiş ve en son olarak gövde kuru ağırlığı bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen gövde kısımları 70°C'lik etüvde 24 saat kurutulduktan sonra tartılmış aritmetik ortalaması alınarak mg olarak belirlenmiştir (Şekil 4.5e).



Şekil 4.4. H₂O₂ ön uygulaması yapılmış NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin tuz stresine maruz bırakılmış 35 (a) ve 49 (b) günlük fidelerine ait görüntüler

4.4. Stoma İletkenliği

Bitkilerin stoma iletkenlik seviyesi yetiştirme döneminin 35. ve 49. günlerinde DECAGON marka SC-1 yaprak porometresi ile ikinci yapraklardan ölçülmüştür. Ölçümler her bir gruptan üçer tekrarlı olarak $\text{mmol/m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir (Şekil 4.5b).



Şekil 4.5. Bitki hasat basamakları

[a) bitkilerin perlit ortamından ayrılması, b) stoma iletkenliği ölçümü, c) BSI için yaprakların saf su içinde 3 saat bekletilmesi, d) bitki örneklerinin hassas terazi ile tartılması, e) bitki örneklerinin 70°C'de etüvde kurutulma aşaması, f) stoma indeksi için yaprakların hazırlanışı, g) stomaların mikroskop altında sayım aşaması, h) stoma indeksi için örneklerin fotoğraf çekimi aşaması (Özgün)]

4.5. Stoma İndeksi

Bitkilerin stoma indeksi seviyesi ($S\dot{I}n$), 35 ve 49 günlük buğday fidelerinin 3. yapraklarından yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir. Bitkiden kesilen yaprakların alt yüzeyine şeffaf tırnak cilası sürülmüş ve kurumaları için beklenmiştir. Daha sonra cila nazikçe yapraktan soyularak lam üzerine yapıştırılıp ölçüm yapılacağı güne kadar oda koşullarında muhafaza edilmiştir. Mikroskop altında 400x büyütmede birim alandaki stoma (S) ve epidermis hücreleri (E) sayılmış (Şekil 4.5f-h) ve aşağıdaki formüle göre $S\dot{I}n$ değeri hesaplanmıştır (Radoglou ve Jarvis, 1990). Ölçümler her bir gruptan üçer tekrarlı olarak yapılmıştır.

$$S\dot{I}n(\%) = S/[S + E] \times 100 \quad (1.1)$$

4.6. Bitki Analiz Yöntemleri

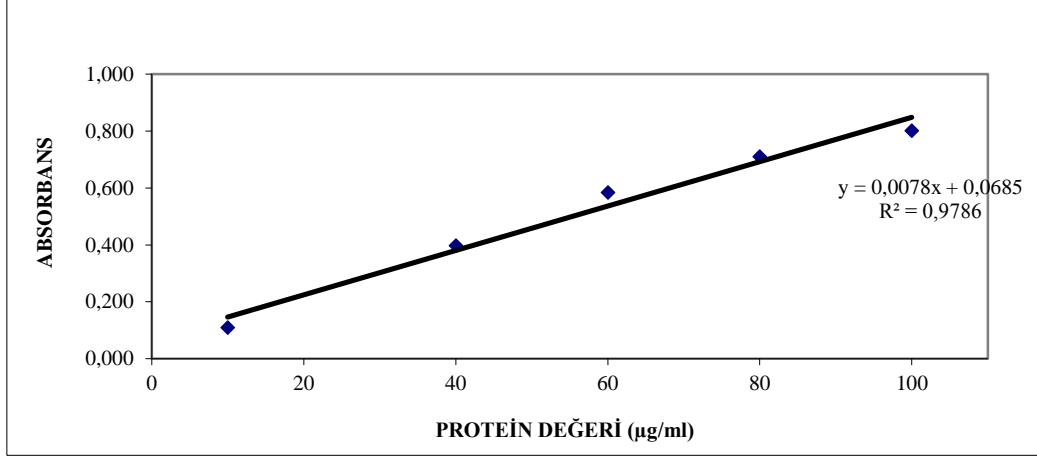
4.6.1. Yaprak Bağıl Su İçeriğinin (BSİ) Belirlenmesi

H₂O₂ ve tuz uygulaması yapılmış 35. ve 49. günlerinde bitkilerin tam olarak gelişmiş ikinci yaprakları alınmış, tartılarak taze (yaş) ağırlıkları (YA) (mg) olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu yapraklar plastik kaplar içerisinde distile su ile tamamen ıslatılmış filtre kâğıdı arasında 3 saat bekletilerek turgor haline getirilmiştir (Şekil 4.4c). Turgor haline gelen yapraklar, üzerlerindeki su birikintisini uzaklaştırmak için hızlıca kâğıt havlu ile silinip, tekrar tartılarak turgor ağırlıkları (TA) (mg) saptanmıştır. Daha sonra bu yapraklar 70°C'de 24 saat kurutularak, kuru ağırlıkları (KA) bulunmuştur. Yaprakların BSİ aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Smart ve Bingham, 1974).

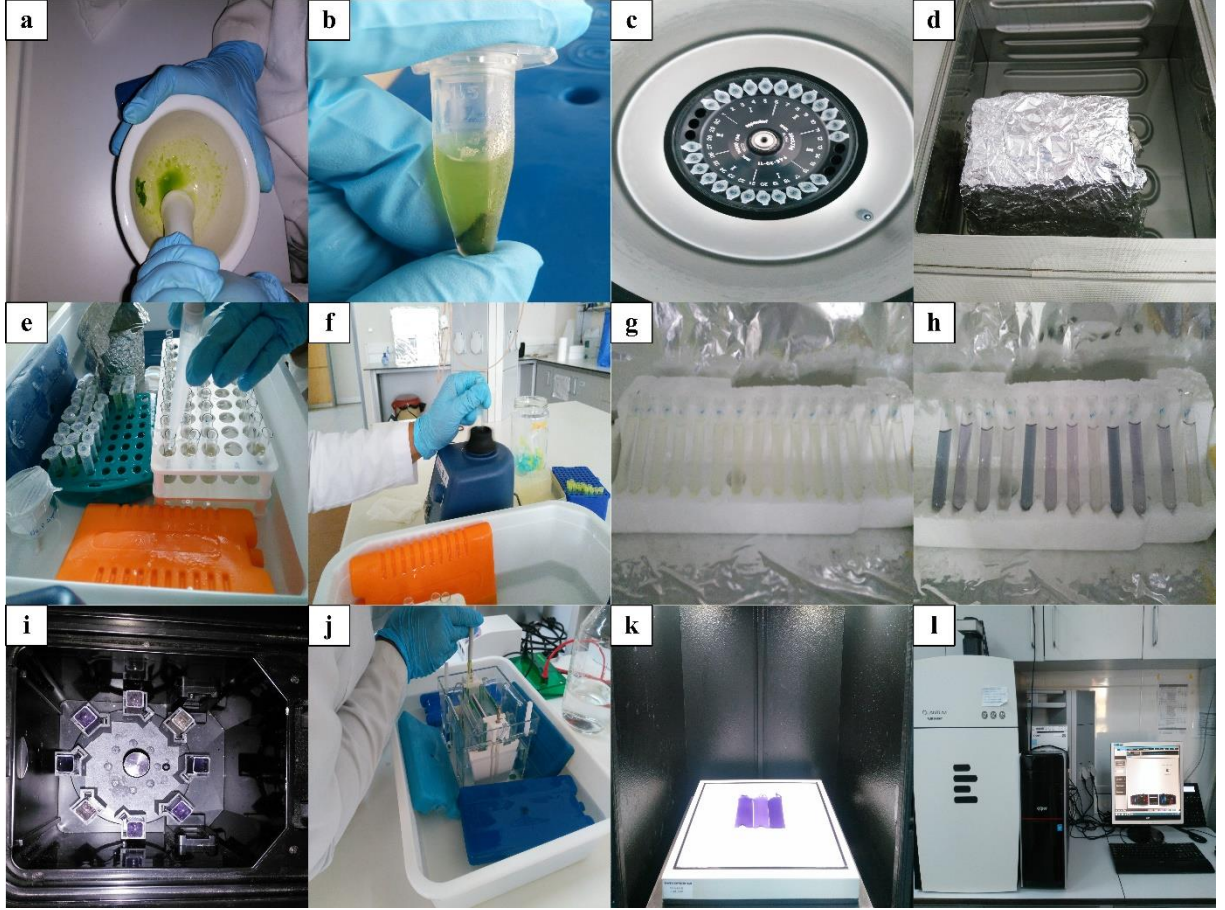
$$\text{BSİ (\%)} = [\text{YA} - \text{KA}] / [\text{TA} - \text{KA}] \times 100 \quad (1.2)$$

4.6.2. Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi

Toplam protein miktarı Bradford (1976) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. 0,2 g bitki örneği 1 mM EDTA.Na₂ ve %2 polivinilpolipirrolidon (PVPP) içeren 1 ml 50 mM sodyum fosfat (Na-P) tamponunda (pH 7,8) homojenize edilmiştir (Şekil 4.6a-b). Elde edilen özütler 4°C'de 14000 rpm'de 30 dk santrifüj (Eppendorf centrifuge 5804 R) (Şekil 4.6c) edilmiştir. Daha sonra süpernatant kısmı toplam protein miktarının belirlenmesi sırasında kullanılmıştır. Toplam protein miktarını belirlemek üzere 500 µl süpernatant ve üzerine 5 mL reaktif karışımı konulup 5 dk karanlıkta bekletildikten sonra örnekler spektrofotometrede okunmak için küvetlere aktarılmıştır ve 595 nm dalga boyunda okutulmuştur (Şekil 4.6i). Bitki örneklerinin protein içeriğinin belirlenmesi üzerine Bovine Serum Albumin (BSA) kullanılarak protein standart grafiği (Şekil 2.5; $y=0,0078x+0,0685$; $R^2:0,9786$) oluşturulmuş ve elde edilen grafik üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Spektrometrik ölçümler Mecasys Optizen POP UV-VIS marka cihaz ile yapılmıştır (Şekil 4.6i). Belirlenen protein miktarı (mg doku⁻¹) enzim aktivitelerinin hesaplaması sırasında kullanılmıştır.



Şekil 4.6. Protein standart grafiği



Şekil 4.7. Analizlere ait görseller

[a) Homojenizasyon, b) Süpernatant kısmı, c) Santrifüj cihazının görünüşü, d) Su banyosu işlemi, e) Numunelerin ve kimyasalların pipetleme aşaması, f) Vorteksleme, g) Hazırlanan numunelerin ışık altında tutulmadan önceki hali, h) Hazırlanan numunelerin ışık altında tutulduktan sonraki hali, i) Spektrofotometrede okuma, j) izoenzim jele protein yükleme işlemi, k) izoenzim hazırlanan jelin görüntüleme cihazındaki görünümü, l) Kullanılan görüntüleme cihazı (Özgün)]

4.6.3. Lipit Peroksidasyonu Miktarının Belirlenmesi

Lipit peroksidasyon miktarının belirlenmesi Madhava Rao ve Sresty (2000)'in metoduna göre yapılmıştır. 0,2 g bitki örneği, %0,1 trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi ile homojenize edilmiştir (Şekil 4.6a-b). Özütler 4°C 5 dk 12000 rpm'de santrifüj edilmiştir (Şekil 4.6c). Bu işlemden sonra oluşan süpernatant kısmına TCA ve TBA (tiobarbitürik asit) içeren reaksiyon karışımı eklenmiş ve oluşan karışım karanlıkta 95°C 30 dk su banyosunda (Memmert WNB 10 marka) bekletilmiştir (Şekil 4.6d). Su banyosundan alınan örnekler buzlu ortama konularak soğuk şoku uygulanmıştır. Bu işlemin ardından karışım 4°C, 15 dk, 12000 rpm'de santrifüjlenmiştir. Oluşan üst fazın spektrofotometrik olarak 532 ve 600 nm verdiği absorbans değerleri kullanılarak malondialdehit (MDA) miktarı hesaplanmıştır (Şekil 4.6i). MDA seviyesi, nmol g yaş ağırlık⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

4.6.4. H₂O₂ Miktarının Belirlenmesi

H₂O₂ miktarının belirlenmesinde Bernt ve Bergmeyer (1974) metodu kullanılmıştır. 0,2 g bitki örnekleri 1,5 ml 100 mM KPO₄ tamponu (pH 6,8) ile homojenize edilmiştir. Santrifüj işlemi 20 dk 12000 rpm 4°C de yapılmıştır (Şekil 4.6c). Bu işlemden sonra 0,5 ml süpernatant, 2,5 ml peroksidaz reaktifi ile karıştırılıp, 10 dk boyunca 30°C sıcak su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 4.6d). İnkübasyon işlemi sonrası deney tüpü içerisine 0,5 ml 1 N perklorik asit eklenerek reaksiyon durdurulmuştur. Karışımdan alınan 1 ml numune küvetlere konularak 436 nm'de spektrofotometrede okuma yapılmıştır (Şekil 4.6i). Örneklerin H₂O₂ seviyesi, H₂O₂ standart eğrisine göre belirlenmiştir.

4.6.5. SOD (EC 1.15.1.1.) Aktivitesinin Belirlenmesi

SOD aktivitesi, Giannipolites ve Ries (1977) ve Beauchamp ve Fridovich (1971) metodlarına göre belirlenmiştir. 0,2 g bitki yaprağı 4°C'de 1 mM EDTA.Na₂.H₂O içeren Na-P (pH 7,8) ile homejenize edilmiştir (Şekil 4.6a-b). Homojenizasyon sonrasında elde edilen özüt 30 dk 4°C'de 13000 rpm'de santrifüj edilmiştir (Şekil 4.6c). Analiz sırasında 50 mM Na-P tamponu (pH 7,8), 0,1M L-Metiyonin, 1mM Nitro Blue Tetrazolium (NBT), 0,1 mM EDTA.Na₂ ve 0,2 mM riboflavin içeren reaksiyon karışımı kullanılmış ve vorteksleme yaparak süpernatant ile homojen karışımı sağlanmıştır (Şekil 4.6e-f). Farklı konsantrasyonlarda süpernatant ve reaksiyon karışımı 300 µmol m⁻² s⁻¹ ışıklı 25°C' de 10 dk süresince gerçekleştirilen reaksiyon sonucunda renk değişimi meydana gelmektedir (Şekil

4.6g-h). Bu değişimler Mecasys Optizen Pop spektrofotometre cihazında 560 nm dalga boyunda ölçülmesiyle belirlenmiştir (Şekil 4.6i). Spesifik enzim aktivitesi, enzim ünitesi (U) mg protein⁻¹ g yaş ağırlık⁻¹ olarak belirlenmiştir.

4.6.6. SOD İzoenzim Profilinin Belirlenmesi

Bitki yapraklarından alınan 0,2 g materyal 50 mM Tris-HCl (ph 7,8), 0,1 mM Etilendiamintetraasetikasit (EDTA), %0,2 Triton X, 1 mM Fenilmetansülfonil fülörilid (PMSF), %2 Polivinilpolipirrolidon (PVPP) içeren tampon çözeltisi ile homejenize edilmiştir. Homojenatlar 14000 rpm 4°C’de 10 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar SOD izoenzimlerinin elektroforetik ayrımı için kullanılmıştır. SOD izoenzimlerinin elektroforetik ayrımı Junyi JY-SCZ2+ mini marka dikey elektroforez cihazında yapılmıştır (Şekil 4.6j).

Dikey elektroforez jeli hazırlanır iken ilk olarak camın alt kısmına %12,5 running jeli dökülür. Üst kısma ise %4 stacking jeli dökülerek taraklar yerleştirilmiştir. Stacking jeli donduğunda ise taraklar yerlerinden dikkatlice çıkartılıp saf su ile yıkanmıştır. Örneklerin protein içeriği Bradford (1976) yöntemine göre belirlendikten sonra jele yüklenecek olan 75 µg protein miktarı hesaplanmıştır. Parafilm üzerine konulmuş olan 5 µl yükleme boyası ile 75 µg protein pipet yardımı alarak çek bırak şeklinde iyice karışması sağlanmıştır. Yüklenen proteinler 4°C’de 80 mA sabit akım altında 120 dk yürütmeye tabi tutulmuştur. SOD izoenzimlerinin elektroforetik ayrımı için riboflavin ve NBT’un fotokimyasal boyama yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Beauchamp ve Fridovich, 1971; Arora ve Bhatla, 2017). Çözelti 1 olarak, Na-P tamponu (pH 7,8) içerisinde çözdürülen 0,25 mM NBT ve 1mM EDTA içeren ve çözelti 2 olarakta 0,5 mM riboflavin içeren çözeltilerden 40:2 oranında karıştırılmıştır ve jel karıştırıcıya alınmadan hemen önce TEMED eklenmiştir. Jelin üzerine konulan boya 45 dk boyunca karanlıkta çalkalanmıştır. Daha sonra floresan ışık altında bantlar görülünceye kadar dH₂O ile yıkanır. Işık altında bekletildikten sonra jel UV ışık altında Gel Imaging System Vilber Lourmat Quantum ST5 görüntüleme cihazı ile görüntülenmiştir (Şekil 4.6k-1). SOD izoenzimleri densitometrik olarak Biocapt yazılımı kullanılarak belirlenmiştir.

Yukarıda anlatılan jel yürütme protokolü kullanılarak SOD izoenzimlerinin tiplerinin belirlenmesi için boya çözeltisine inhibitörler eklenmiştir. Cu/ZnSOD inhibisyonu için 2 mM potasyum siyanür (KCN) kullanılırken, Cu/ZnSOD ve FeSOD inhibisyonu içinde 3 mM H₂O₂

kullanılmıştır. MnSOD ise her iki inhibitörden de etkilenmemiştir. İnhibitör uygulaması ile SOD izoenzimlerinin jeldeki konumları belirlenmiştir.

4.7. İstatistiksel Analiz

Bu çalışma, tesadüf parsellerinde bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Tüm fizyolojik ve biyokimyasal veriler tek yönlü varyans analizi (One Way Anova) ile MSTAT programı kullanılarak incelenmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD Testi ile karşılaştırılmıştır. $P \leq 0,05$ olan değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Deneme sonucunda elde edilen sonuçlar ortalama \pm standart hata olacak şekilde tablolarda sunulmuştur.

5. BULGULAR

Ekim öncesi 100 μM H_2O_2 ön uygulamasına bırakılmış bazı ekmeklik buğday tohumlarının Petri kabında ve saksıda yapılan yetiştirilmeleri sırasında uygulanan tuz stresine karşı vermiş olduğu morfolojik, fizyolojik, bazı biyokimyasal değişimler aşağıda sunulmaktadır.

5.1. Çimlenme Denemesine Ait Bulgular

Bu bölümde, H_2O_2 , $1\times\text{H}_2\text{O}_2$ ve $2\times\text{H}_2\text{O}_2$ ön uygulamaları yapılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin 0, 80, 160 ve 240 mM NaCl içeren koşullarda çimlenmesine ait sonuçlar yer almaktadır.

5.1.1. Çimlenme Oranı

H_2O_2 ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin çimlenme oranında (ÇO); çeşit, tuz, H_2O_2 uygulaması ve Çeşit \times NaCl \times H_2O_2 interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama ÇO sırasıyla %81,88, %92,50, %96,25 ve %93,75 olarak belirlenmiştir. En yüksek ÇO Tosunbey çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak ÇO istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (%98,89, %95,97, %90,42 ve %79,10) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama ÇO sırasıyla %2,95, %8,57 ve %20,01 oranında azalma göstermiştir.

H_2O_2 ön uygulamalarının ortalama ÇO değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H_2O_2 , $1\times\text{H}_2\text{O}_2$ ve $2\times\text{H}_2\text{O}_2$ uygulama gruplarında ortalama ÇO değerinin sırasıyla %83,80, %93,44 ve %96,04 olduğu belirlenmiştir. H_2O_2 grubuna kıyasla $1\times\text{H}_2\text{O}_2$ ve $2\times\text{H}_2\text{O}_2$ uygulamasının yapıldığı gruplarda ÇO sırasıyla %11,50 ve %14,61 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Çimlenme denemesinde çimlenme oranına (ÇO) ait değişimler (%)

ÇO (%)		Gruplar						
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması		
NKÜ Lider	0	93,33a-d	100,00a	98,33ab	NKÜ Lider	81,88c	0 mM	98,89a
	80	68,33h	93,33a-d	100,00a				
	160	48,33ı	86,67d-g	91,67a-e				
	240	34,17j	81,67fg	86,67d-g				
Sultan-95	0	100,00a	98,33ab	100,00a	Sultan-95	92,50b	80 mM	95,97b
	80	100,00a	98,33ab	100,00a				
	160	93,33a-d	96,67abc	96,67abc				
	240	56,67ı	88,33c-f	81,67fg				
Tosunbey	0	96,67abc	100,00a	100,00a	Tosunbey	96,25a	160 mM	90,42c
	80	96,67abc	100,00a	100,00a				
	160	91,67a-e	98,33ab	98,33ab				
	240	91,67a-e	83,33efg	98,33ab				
Tina	0	100,00a	100,00a	100,00a	Tina	93,75b	240 mM	79,10d
	80	98,33ab	96,67abc	100,00a				
	160	90,00b-f	95,00a-d	98,33ab				
	240	81,67fg	78,33g	86,67d-g				
H₂O₂ ortalaması		83,80c	93,44b	96,04a				
LSD	Çeşit: 2,039**		NaCl: 2,530**	H ₂ O ₂ : 2,191**	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 8,786**			

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-j) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** P ≤ 0,01

5.1.2. Kök Sayısı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin kök sayısında (KS); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama KS sırasıyla 4,87, 4,84, 5,37 ve 4,81 adet olarak belirlenmiştir. En yüksek KS Tosunbey çeşidinde, en düşük ise Tina çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak KS istatistiksel olarak 0-160 mM arası anlamlı şekilde artış (%4,99, %5,08 ve %5,22) olduğu 240 mM'da baskılanma olduğu (%4,59) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KS sırasıyla %1,80 ve %4,61 oranında artış, 240 mM'da ise %8,02 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KS değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KS değerinin sırasıyla 5,00, 5,02 ve 4,90 olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna kıyasla 1xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda KS %0,40 oranında artış, 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ise KS %2,00 oranında azalış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2. Çimlenme denemesinde kök sayısına (KS) ait değişimler (adet)

KS (adet)		Gruplar							
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması			
NKÜ Lider	0	4,90fgh	5,00ef	5,00ef	NKÜ Lider	4,87b	0 mM	4,99b	
	80	5,00ef	5,00ef	4,92fg					
	160	5,00ef	5,03def	4,92fg					
	240	4,49ijk	4,58hij	4,61g-j					
Sultan-95	0	4,81f-1	4,83fgh	5,00ef	Sultan-95	4,84b	80 mM	5,08b	
	80	5,00ef	5,00ef	5,00ef					
	160	5,00ef	5,00ef	5,00ef					
	240	4,19kl	4,83fgh	4,39jk					
Tosunbey	0	5,33bcd	5,08c-f	5,03def	Tosunbey	5,37a	160 mM	5,22a	
	80	5,47b	5,39bc	5,08c-f					
	160	5,50b	6,28a	6,03a					
	240	5,31b-e	5,31b-e	4,61g-j					
Tina	0	5,11c-f	4,92fg	4,92fg	Tina	4,81b	240 mM	4,59c	
	80	5,11c-f	5,00ef	5,00ef					
	160	4,83fgh	5,00ef	5,00ef					
	240	4,92fg	4,00l	3,89l					
H₂O₂ ortalaması		5,00a	5,02a	4,90b					
LSD		Çeşit: 0,114**		NaCl: 0,093**	H ₂ O ₂ : 0,080**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 0,320**		

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-l) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.1.3. Gövde Uzunluğu

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin gövde uzunluğunda (GU); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama GU sırasıyla 72,07, 65,84, 68,01 ve 67,97 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek GU NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak GU istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (103,41, 88,50, 54,37 ve 27,61) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GU sırasıyla %14,42, %47,42 ve %73,30 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama GU değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama GU değerinin sırasıyla 76,60, 67,14 ve 61,68 olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna kıyasla 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda GU sırasıyla %12,35 ve %19,48 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.3. Çimlenme denemesinde gövde uzunluğuna (GU) ait değişimler (mm)

GU (mm)		Gruplar						
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması		
NKÜ Lider	0	105,40cd	113,78b	119,69a	NKÜ Lider	72,07a	0 mM	103,41a
	80	87,85m	93,86jk	85,36no				
	160	70,12s	52,17u	46,72w				
	240	42,57x	28,78A	18,56DE				
Sultan-95	0	96,24h	98,68g	92,53kl	Sultan-95	65,84c	80 mM	88,50b
	80	94,19ij	88,31m	79,56q				
	160	69,08s	48,17v	42,19x				
	240	41,64x	23,67B	15,78F				
Tosunbey	0	105,92c	103,69e	101,22f	Tosunbey	68,01b	160 mM	54,37c
	80	95,56h1	91,48l	91,72l				
	160	67,36t	52,25u	38,72y				
	240	35,83z	19,50D	12,85G				
Tina	0	104,47de	99,53g	99,72g	Tina	67,97b	240 mM	27,61d
	80	84,19op	86,36n	83,58p				
	160	72,11r	52,31u	41,19x				
	240	52,99u	21,72C	17,44E				
H₂O₂ ortalaması		76,60a	67,14b	61,68c				
LSD	Çeşit: 0,507**	NaCl: 0,410**		H ₂ O ₂ : 0,355**	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 1,424**			

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-G) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.1.4. Kök Uzunluğu

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin kök uzunluğunda (KU); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama KU sırasıyla 63,01, 59,91, 58,35 ve 64,22 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek KU Tina çeşidinde, en düşük ise Tosunbey çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak KU istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (118,50, 69,81, 36,94 ve 20,24) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KU sırasıyla %41,09, %68,83 ve %82,92 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KU değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KU değerinin sırasıyla 65,43, 59,34 ve 59,35 olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna kıyasla 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda KU sırasıyla %9,31 ve %9,29 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4. Çimlenme denemesinde kök uzunluğuna (KU) ait değişimler (mm)

KU (mm)		Gruplar								
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması				
NKÜ Lider	0	108,42g	149,42a	140,31b	NKÜ Lider	63,01b	0 mM	118,50a		
	80	74,22mn	62,89p	58,07q						
	160	46,53s	30,42x	26,89y						
	240	25,41yz	16,47C	17,03C						
Sultan-95	0	119,64e	99,25h	114,60f	Sultan-95	59,91c	80 mM	69,81b		
	80	79,92k	64,22p	63,39p						
	160	55,06r	29,56x	32,44w						
	240	25,50yz	21,92AB	13,47D						
Tosunbey	0	121,97d	92,69ı	107,72g	Tosunbey	58,35d	160 mM	36,94c		
	80	82,00j	75,75lm	66,75o						
	160	43,97tu	26,50yz	25,06z						
	240	26,17yz	13,92D	17,72C						
Tina	0	119,17e	124,75c	124,05c	Tina	64,22a	240 mM	20,24d		
	80	59,67q	77,46l	73,41n						
	160	38,83v	42,38u	45,64st						
	240	20,39B	21,82AB	23,03A						
H₂O₂ ortalaması		65,43a	59,34b	59,35b						
LSD		Çeşit: 0,642**		NaCl: 0,508**	H ₂ O ₂ : 0,440**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 1,765**			

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-D) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.1.5. Gövde Yaş Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin gövde yaş ağırlığında (GYA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar gözlenmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama GYA sırasıyla 54,42, 45,37, 47,46 ve 55,93 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek GYA Tina çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak GYA istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (84,46, 60,48, 37,32 ve 20,90) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GYA sırasıyla %28,39, %55,81 ve %75,25 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama GYA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama GYA değerinin sırasıyla 60,77, 47,24 ve 44,37 mg olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna kıyasla 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda GYA sırasıyla %22,26 ve %26,99 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5. Çimlenme denemesinde gövde yaş ağırlığına (GYA) ait değişimler (mg)

GYA (mg)		Gruplar							
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması			
NKÜ Lider	0	98,42b	89,78e	93,42d	NKÜ Lider	54,42b	0 mM	84,46a	
	80	71,82ij	60,14o	53,33qrs					
	160	52,43s	34,19vw	30,78A					
	240	32,86xy	19,12D	16,72F					
Sultan-95	0	79,94g	72,25ı	65,61l	Sultan-95	45,37d	80 mM	60,48b	
	80	64,36m	55,53p	44,58tu					
	160	45,33t	32,00yz	25,28C					
	240	32,03yz	15,92FG	11,56I					
Tosunbey	0	85,22f	70,81jk	75,31h	Tosunbey	47,46c	160 mM	37,32c	
	80	70,42k	53,93qr	52,81rs					
	160	43,75u	33,53wx	28,25B					
	240	31,47zA	15,56G	8,47J					
Tina	0	103,17a	84,31f	95,31c	Tina	55,93a	240 mM	20,90d	
	80	72,20ı	65,06lm	61,61n					
	160	54,31q	35,11v	32,94xy					
	240	34,64vw	18,58D	13,89H					
H₂O₂ ortalaması		60,77a	47,24b	44,37c					
LSD	Çeşit: 0,225**		NaCl: 0,323**		H ₂ O ₂ : 0,280**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 1,121**		

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-J) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.1.6. Kök Yaş Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin kök yaş ağırlığında (KYA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama KYA sırasıyla 45,20, 53,24, 54,67 ve 57,24 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek KYA Tina çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak KYA istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (88,15, 60,58, 37,18 ve 24,44) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KYA sırasıyla %31,28, %57,82 ve %72,27 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KYA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KYA değerinin sırasıyla 55,50, 54,30 ve 47,97 mg olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna

kiyasla 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda KYA sırasıyla %2,16 ve %13,57 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.6. Çimlenme denemesinde kök yaş ağırlığına (KYA) ait değişimler (mg)

KYA (mg)		Gruplar							
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması			
NKÜ Lider	0	78,16fg	87,33e	75,32h	NKÜ Lider	45,20d	0 mM	88,15a	
	80	51,33m	51,39m	40,14pq					
	160	39,29q	30,44t	27,08uv					
	240	25,45vw	17,14y	19,28x					
Sultan-95	0	97,74a	94,73b	89,06d	Sultan-95	53,24c	80 mM	60,58b	
	80	66,11ı	60,11j	51,13m					
	160	43,50o	33,36rs	32,06st					
	240	31,23t	24,78w	15,11z					
Tosunbey	0	94,61b	76,56gh	90,97c	Tosunbey	54,67b	160 mM	37,18c	
	80	75,92h	75,11h	54,11ı					
	160	38,81q	44,39o	28,11u					
	240	34,06r	25,81vw	17,56y					
Tina	0	87,88de	87,75de	97,64a	Tina	57,24a	240 mM	24,44d	
	80	56,17k	79,75f	65,72ı					
	160	40,97p	48,26n	39,86pq					
	240	26,72uv	31,83st	24,37w					
H₂O₂ ortalaması		55,50a	54,30b	47,97c					
LSD	Çeşit: 0,586**		NaCl: 0,482**	H ₂ O ₂ : 0,417**	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 1,673**				

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-z) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.1.7. Gövde Kuru Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin gövde kuru ağırlığında (GKA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama GKA sırasıyla 8,37, 7,02, 7,51 ve 8,67 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek GKA Tina çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak GKA istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (10,41, 10,08, 7,06 ve 4,02)

belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GKA sırasıyla %3,17, %32,18 ve %61,38 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama GKA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama GKA değerinin sırasıyla 9,34, 7,33 ve 7,02 mg olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna kıyasla 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda GKA sırasıyla %21,52 ve %24,84 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelge 5.7. Çimlenme denemesinde gövde kuru ağırlığına (GKA) ait değişimler (mg)

GKA (mg)		Gruplar						
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması		
NKÜ Lider	0	12,23a	11,21b	11,47b	NKÜ Lider	8,37b	0 mM	10,41a
	80	11,47b	10,43de	9,28hij				
	160	9,41hi	6,33n	5,92o				
	240	6,45n	2,48u	3,77r				
Sultan-95	0	9,99g	9,05j	8,27k	Sultan-95	7,02d	80 mM	10,08b
	80	10,33ef	9,01j	7,45m				
	160	7,82l	5,78o	5,44pq				
	240	5,64op	2,66tu	2,77tu				
Tosunbey	0	10,74cd	9,50h	9,40hi	Tosunbey	7,51c	160 mM	7,06c
	80	10,89c	9,11ij	9,52h				
	160	8,23k	6,34n	5,61op				
	240	5,16q	2,92st	2,73tu				
Tina	0	12,04a	10,22efg	10,81c	Tina	8,67a	240 mM	4,02d
	80	12,34a	10,83c	10,36ef				
	160	10,11fg	7,38m	6,33n				
	240	6,55n	4,01r	3,12s				
H₂O₂ ortalaması		9,34a	7,33b	7,02c				
LSD	Çeşit: 0,155**		NaCl: 0,090**	H ₂ O ₂ : 0,078**	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 0,312**			

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-u) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** P ≤ 0,01

5.1.8. Kök Kuru Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında çimlenmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina buğday çeşitlerinin kök kuru ağırlığında (KKA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95, Tosunbey ve Tina çeşitlerinin ortalama KKA sırasıyla 5,84, 6,34, 7,52 ve 7,38 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek KKA Tosunbey çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-240 mM) bağlı olarak KKA istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (10,76, 7,38, 5,10 ve 3,85) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80, 160 ve 240 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KKA sırasıyla %31,41, %52,60 ve %64,22 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KKA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KKA değerinin sırasıyla 6,66, 7,43 ve 6,23 mg olduğu belirlenmiştir. H₂O₂ grubuna kıyasla 1xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda KKA %11,56 oranında artış, 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ise KKA %6,46 oranında azalış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Çimlenme denemesinde kök kuru ağırlığına (KKA) ait değişimler (mg)

KKA (mg)		Gruplar						
Çeşit	NaCl (mM)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit ortalaması	Tuz ortalaması		
NKÜ Lider	0	8,37g	12,01b	9,66f	NKÜ Lider	5,84d	0 mM	10,76a
	80	5,93l	6,39k	5,33n-q				
	160	5,16o-r	4,27vw	3,72xy				
	240	3,81xy	2,05A	3,41y				
Sultan-95	0	10,16de	9,86ef	9,91ef	Sultan-95	6,34c	80 mM	7,38b
	80	7,53h	7,34hı	5,57lmn				
	160	5,34n-q	4,82r-u	4,46uv				
	240	4,55tuv	3,63xy	2,94z				
Tosunbey	0	10,84c	12,88a	10,83c	Tosunbey	7,52a	160 mM	5,10c
	80	8,31g	10,18de	7,02ij				
	160	5,51mno	6,78jk	4,66s-v				
	240	4,70stu	4,94q-t	3,64xy				
Tina	0	10,42d	12,04b	12,15b	Tina	7,38b	240 mM	3,85d
	80	6,78jk	10,84c	7,36hi				
	160	5,38nop	5,83lm	5,25n-q				
	240	3,70xy	4,98p-s	3,87wx				
H₂O₂ ortalaması		6,66b	7,43a	6,23c				
LSD	Çeşit: 0,135**	NaCl: 0,116**		H ₂ O ₂ : 0,101**	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 0,404**			

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-A) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** P ≤ 0,01

5.2. Büyüme Denemesine Ait Morfolojik Bulgular

Bu bölümde, NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerine yapılan $-H_2O_2$, H_2O_2 , $1xH_2O_2$ ve $2xH_2O_2$ ön uygulamalarının 0, 80 ve 160 mM NaCl içeren tuzlu ortam koşullarında büyümeye olan etkilerine ait sonuçlar yer almaktadır. Çimlenme denemesi sonuçlarına göre; 240 mM NaCl uygulaması bitki gelişiminde yüksek seviyede baskılayıcı etki göstermesinden dolayı büyüme denemesinde kullanılmamıştır. NKÜ Lider ve Tina çeşitlerinin uygulamalara verdiği yanıtların benzerlik göstermesi ve NKÜ Lider çeşidinin daha ümitvar çeşit olarak nitelendirilmesinden dolayı Tina çeşidi de büyüme denemesinde kullanılmamıştır.

5.2.1. Gövde Uzunluğu

H_2O_2 ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde gövde uzunluğunda (GU); çeşit, tuz, H_2O_2 uygulaması ve $Çeşit \times NaCl \times H_2O_2$ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde ortalama GU sırasıyla 247,62, 257,03 ve 284,76 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek GU Tosunbey çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama GU sırasıyla 260,51, 263,05 ve 288,92 mm olduğu belirlenmiştir. En yüksek GU Tosunbey çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak GU istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (35. gün, 285,39, 256,05 ve 247,97 mm; 49. gün, 286,97, 268,97 ve 256,85 mm) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde gruplarda ortalama GU sırasıyla %10,28 ve %13,11 oranında azalma göstermiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GU sırasıyla %6,17 ve %10,40 oranında azalma göstermiştir.

H_2O_2 ön uygulamalarının ortalama GU değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; $-H_2O_2$, H_2O_2 , $1xH_2O_2$ ve $2xH_2O_2$ uygulama gruplarında ortalama GU değerinin sırasıyla 35. günde, 309,04, 266,00, 226,42 ve 251,08 mm; 49. günde, 309,29, 275,22, 242,56 ve 257,23 mm olduğu belirlenmiştir. $-H_2O_2$ grubuna kıyasla H_2O_2 , $1xH_2O_2$ ve $2xH_2O_2$ uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde gruplarda ortalama GU

sırasıyla %13,93, %26,73 ve %18,75 azalma göstermiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GU sırasıyla %10,73, %21,32 ve %16,56 azalma göstermiştir (Çizelge 5.9).

Çizelge 5.9. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki gövde uzunluklarında (GU) meydana gelen değişimler (mm)

GU (mm)		Gruplar					(a) 35.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	340,22a	282,89j	235,28op	236,28op	NKÜ Lider	247,62c	0 mM	285,39a
	80	315,00d	233,78p	180,56v	225,39r				
	160	292,61gh	205,89u	183,00v	240,56o				
Sultan-95	0	330,28b	284,56ij	218,00s	248,56mn	Sultan-95	257,03b	80 mM	256,05b
	80	297,11fg	249,17lmn	210,94tu	254,11l				
	160	280,06j	215,78st	227,00qr	268,78k				
Tosunbey	0	337,78a	322,56c	298,50f	289,83hı	Tosunbey	284,76a	160 mM	247,97c
	80	298,89f	305,39e	252,83lm	249,39lmn				
	160	289,44hı	294,00fgh	231,67pq	246,83n				
H₂O₂ Ortalaması		309,04a	266,00b	226,42d	251,08c				
LSD		Çeşit: 2,287**		NaCl: 1,541**		H ₂ O ₂ : 1,779**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 5,354**	
GU (mm)		Gruplar					(b) 49.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	356,22a	300,67ef	230,20op	242,50n	NKÜ Lider	260,51c	0 mM	286,66a
	80	311,33d	277,83hij	200,44r	255,44lm				
	160	266,50k	225,89p	206,44q	252,67m				
Sultan-95	0	344,06b	258,50l	251,39m	265,56k	Sultan-95	263,05b	80 mM	268,97b
	80	282,83h	241,00n	228,00p	253,39lm				
	160	279,11hı	245,56n	233,67o	273,50j				
Tosunbey	0	323,17c	321,89c	302,28e	243,56n	Tosunbey	288,92a	160 mM	256,85c
	80	324,53c	310,22d	265,83k	276,75ij				
	160	286,89g	295,44fg	264,78k	251,72m				
H₂O₂ Ortalaması		308,29a	275,22b	242,56d	257,23c				
LSD		Çeşit: 2,357**		NaCl: 1,603**		H ₂ O ₂ : 1,851**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 5,572**	

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-v) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** P ≤ 0,01

5.2.2. Kök Uzunluğu

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde kök uzunluğunda (KU); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde ortalama KU sırasıyla 206,18, 212,37 ve 211,38 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek KU Sultan-95 çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama KU sırasıyla 193,35, 202,98 ve 183,09 mm olarak belirlenmiştir. En yüksek KU Sultan-95 çeşidinde, en düşük ise Tosunbey çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak KU istatistiksel olarak anlamlı şekilde 35. gündeki 80 mM NaCl'de baskılandığı ve 160 mM'da artış gösterdiği; 49. günde ise artış gösterdiği (35. gün, 209,98, 207,85 ve 212,09 mm; 49. gün, 186,18, 195,81 ve 197,43 mm) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde gruplarda ortalama KU 80 mM'da %1,01 azalma, 160 mM'da ise %1,00 oranında artış göstermiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KU sırasıyla %5,17 ve %6,04 oranında artış göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KU değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KU değerinin sırasıyla 35. günde, 210,56, 204,05, 207,23 ve 218,06 mm; 49. günde, 198,34, 189,55, 195,54 ve 189,54 mm olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde gruplarda ortalama KU H₂O₂, 1xH₂O₂ grubunda sırasıyla %3,09 ve %1,58 azalma, 2xH₂O₂ grubunda ise %3,56 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KU sırasıyla %4,43, %1,41 ve %4,65 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki kök uzunluklarında (KU) meydana gelen değişimler (mm)

KU (mm)		Gruplar					(a) 35.gün			
		NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0		169,56n	205,67gh	218,33cd	219,78cd	NKÜ Lider	206,18b	0 mM	209,98a b
	80		204,06hi	202,89hij	184,17m	207,50e-h				
	160		232,61b	196,11i-l	203,83hi	229,67b				
Sultan-95	0		217,00d	189,89lm	200,33h-k	246,50a	Sultan-95	212,37a	80 mM	207,85b
	80		214,03d-g	206,61fgh	201,44h-k	216,44de				
	160		219,89cd	226,44bc	196,17i-l	213,67d-g				
Tosunbey	0		226,22bc	194,33jkl	200,83h-k	231,33b	Tosunbey	211,38a	160 mM	212,09a
	80		193,33kl	214,78def	253,17a	195,83i-l				
	160		218,33cd	199,72h-k	206,83fgh	201,78h-k				
H₂O₂ Ortalaması			210,56b	204,05d	207,23c	218,06a				
LSD			Çeşit: 3,241**		NaCl: 2,603**		H ₂ O ₂ : 3,005**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 9,045**	
KU (mm)		Gruplar					(b) 49.gün			
		NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0		187,33j-n	171,56st	179,78o-r	158,72u	NKÜ Lider	193,35b	0 mM	186,18 b
	80		224,61a	194,44f-j	198,50fgh	200,33fg				
	160		214,00cd	216,00bc	193,89g-k	181,00m-r				
Sultan-95	0		192,00h-l	222,00ab	178,33qrs	186,67k-p	Sultan-95	202,98a	80 mM	195,81a
	80		200,00fg	188,44i-m	201,50ef	210,17cd				
	160		227,89a	196,22fgh	208,00de	224,50a				
Tosunbey	0		195,83f-i	186,89k-o	195,78f-i	179,28pqr	Tosunbey	183,09c	160 mM	197,43a
	80		176,97rs	150,39v	228,50a	175,83rs				
	160		166,44t	180,00n-r	175,61rs	185,56l-q				
H₂O₂ Ortalaması			198,34a	189,55c	195,54b	189,12c				
LSD			Çeşit: 2,725**		NaCl: 2,172**		H ₂ O ₂ : 2,508**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 7,549**	

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-t) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.2.3. Gövde Yaş Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde gövde yaş ağırlığında (GYA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde ortama GYA sırasıyla 291,98, 284,22 ve 307,94 mg olarak

belirlenmiştir. En yüksek GYA Tosunbey çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilenin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama GYA sırasıyla 415,74, 382,83 ve 389,70 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek GYA NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak GYA istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (35. gün, 363,34, 277,26 ve 243,55 mg; 49. gün, 475,00, 387,87 ve 325,39 mg) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirilenin 35. gününde gruplarda ortalama GYA sırasıyla %23,69 ve %32,97 oranında azalma göstermiştir. Yetiştirilenin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GYA sırasıyla %18,34 ve %31,50 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama GYA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama GYA değerinin sırasıyla 35. günde, 351,00, 304,96, 245,78 ve 277,12 mg; 49. günde, 446,90, 423,72, 341,04 ve 372,69 mg olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirilenin 35. gününde gruplarda ortalama GYA sırasıyla %13,12, %29,98 ve %21,05 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilenin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GYA sırasıyla %5,19, %23,69 ve %16,61 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.11).

Çizelge 5.11. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki gövde yaş ağırlığında (GYA) meydana gelen değişimler (mg)

GYA (mg)		Gruplar					(a) 35.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	449,06a	408,00c	280,00hij	301,00g	NKÜ Lider	291,98 b	0 mM	363,34a
	80	368,83d	273,78ij	200,22r	275,17ij				
	160	291,22gh	225,00op	184,50s	247,00lmn				
Sultan-95	0	401,72c	337,61ef	243,00mn	348,83e	Sultan-95	284,22c	80 mM	277,26b
	80	334,44f	257,17kl	223,61op	293,17gh				
	160	255,83klm	234,11no	214,17pq	266,94jk				
Tosunbey	0	459,78a	427,33b	364,33d	339,39ef	Tosunbey	307,94a	160 mM	243,55c
	80	299,67g	298,83g	282,39hi	219,83p				
	160	298,44g	282,78hi	219,83p	202,72qr				
H₂O₂ Ortalaması		351,00a	304,96b	245,78d	277,12c				
LSD		Çeşit: 1,587**		NaCl: 3,972**		H ₂ O ₂ : 4,587**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 13,806**	
GYA (mg)		Gruplar					(b) 49.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	598,00b	618,83a	427,33gh	452,67f	NKÜ Lider	415,74a	0 mM	475,00a
	80	502,67e	448,89f	305,11r	409,33hij				
	160	364,67mn	308,17qr	228,33t	324,83pqr				
Sultan-95	0	594,33b	374,83lmn	416,17hi	409,33hij	Sultan-95	382,83c	80 mM	387,87b
	80	440,00fg	325,67pqr	249,78s	410,39hij				
	160	384,94klm	320,83pqr	312,72qr	354,94no				
Tosunbey	0	529,00d	569,61c	401,83ijk	308,11qr	Tosunbey	389,70b	160 mM	325,39c
	80	390,00jkl	425,61gh	388,22kl	358,78no				
	160	218,50t	421,06ghi	339,83op	325,83pq				
H₂O₂ Ortalaması		446,90a	423,72b	341,04d	372,69c				
LSD		Çeşit: 6,045**		NaCl: 5,940**		H ₂ O ₂ : 6,859**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 20,644**	

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-t) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.2.4. Kök Yaş Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde kök yaş ağırlığında (KYA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde ortalama KYA sırasıyla 307,72, 371,88 ve 337,69 mg olarak

belirlenmiştir. En yüksek KYA Sultan-95 çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilenin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama KYA sırasıyla 253,00, 301,49 ve 215,21 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek KYA Sultan-95 çeşidinde, en düşük ise Tosunbey çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak KYA istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı (35. gün, 281,63, 384,74 ve 350,93 mg; 49. gün, 220,61, 305,14 ve 243,95 mg) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirilenin 35. gününde gruplarda ortalama KYA sırasıyla %36,61 ve %24,61 oranında artış göstermiştir. Yetiştirilenin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KYA sırasıyla %38,32 ve %10,58 oranında artış göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KYA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KYA değerinin sırasıyla 35. günde, 323,03, 268,04, 368,35 ve 396,96 mg; 49. günde, 252,85, 259,33, 244,63 ve 269,46 mg olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirilenin 35. gününde gruplarda ortalama KYA H₂O₂ grubunda %17,02 oranında azalma, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ gruplarında sırasıyla %14,03 ve %22,89 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilenin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KYA 1xH₂O₂ grubunda %3,25 oranında azalma, H₂O₂ ve 2xH₂O₂ sırasıyla %2,56 ve %6,57 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.12).

Çizelge 5.12. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki kök yaş ağırlığında (KYA) meydana gelen değişimler (mg)

KYA (mg)		Gruplar					(a) 35.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	213,33st	285,56no	304,00l-o	319,17jkl	NKÜ Lider	307,72c	0 mM	281,63c
	80	348,00hı	318,00jkl	353,50hı	386,89fg				
	160	279,83op	226,11rs	285,17no	373,11gh				
Sultan-95	0	195,67tu	236,89qrs	196,67tu	481,33d	Sultan-95	371,88a	80 mM	384,74a
	80	632,50a	369,83gh	431,33e	414,50e				
	160	333,11ijk	289,83mno	415,50e	465,33d				
Tosunbey	0	308,67k-n	186,06u	339,00ij	313,17j-m	Tosunbey	337,69b	160 mM	350,93b
	80	257,33pq	250,17qr	577,33b	277,50op				
	160	338,83ij	249,94qr	412,67ef	541,67c				
H₂O₂ Ortalaması		323,03c	268,04d	368,35b	396,96a				
LSD		Çeşit: 8,247**		NaCl: 7,760**		H ₂ O ₂ : 8,960**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 26,969**	
KYA (mg)		Gruplar					(b) 49.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	249,17h-k	246,39h-k	210,39no	212,44mno	NKÜ Lider	253,00b	0 mM	220,61c
	80	356,33bc	300,00ef	272,50fgh	377,22b				
	160	228,83j-n	187,56op	225,94j-n	169,22p				
Sultan-95	0	188,67op	268,50ghı	222,67k-n	295,22efg	Sultan-95	301,49a	80 mM	305,14a
	80	267,17ghı	314,67de	258,00hı	620,17a				
	160	329,83cd	217,78lmn	373,33b	261,83hı				
Tosunbey	0	217,50lmn	243,89ı-l	185,83op	106,67q	Tosunbey	215,21c	160 mM	243,95b
	80	177,11p	225,50j-n	240,33ı-m	252,67hij				
	160	261,00hı	329,72cd	212,67mno	129,67q				
H₂O₂ Ortalaması		252,85bc	259,33b	244,63c	269,46a				
LSD		Çeşit: 7,584**		NaCl: 8,121**		H ₂ O ₂ : 9,377**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 28,224**	

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-u) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.2.5. Gövde Kuru Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde gövde kuru ağırlığında (GKA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde ortalama GKA sırasıyla 44,24, 43,11 ve 48,69 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek GKA Tosunbey çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama GKA sırasıyla 74,89, 68,96 ve 78,57 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek GKA Tosunbey çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak GKA istatistiksel olarak anlamlı şekilde baskılandığı (35. gün, 50,60, 43,82 ve 41,62 mg; 49. gün, 79,09, 75,85 ve 67,48 mg) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde gruplarda ortalama GKA sırasıyla %13,40 ve %17,75 oranında azalma göstermiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GKA sırasıyla %4,10 ve %14,68 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama GKA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama GKA değerinin sırasıyla 35. günde, 49,23, 48,37, 40,46 ve 43,33 mg; 49. günde, 81,21, 82,88, 63,92 ve 68,55 mg olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde gruplarda ortalama GKA sırasıyla %1,75, %17,81 ve %11,98 ortalama azalma olduğu belirlenmiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama GKA H₂O₂ grubunda %2,06 oranında artış, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ gruplarında sırasıyla %21,29 ve %15,59 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki gövde kuru ağırlığında (GKA) meydana gelen değişimler (mg)

GKA (mg)		Gruplar					(a) 35.gün			
		NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0		57,24b	52,45c	44,13jk	46,86gh ₁	NKÜ Lider	44,24b	0 mM	50,60a
	80		46,02ij	46,78gh ₁	33,07o	41,82lm				
	160		44,33jk	41,83lm	34,69o	41,71lm				
Sultan-95	0		46,97gh ₁	49,55def	34,38o	49,75def	Sultan-95	43,11c	80 mM	43,82b
	80		46,59h ₁	43,08kl	33,30o	50,43cde				
	160		42,55kl	41,19lm	39,83mn	39,67mn				
Tosunbey	0		63,71a	62,60a	50,92cd	48,61e-h	Tosunbey	48,69a	160 mM	41,62c
	80		47,92f- ₁	48,97d-g	49,56def	38,30n				
	160		47,71f- ₁	48,88d-g	44,27jk	32,83o				
H₂O₂ Ortalaması			49,23a	48,37b	40,46d	43,33c				
LSD			Çeşit: 0,720**		NaCl: 0,641**		H ₂ O ₂ : 0,740**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 2,227**	
GKA(mg)		Gruplar					(b) 49.gün			
		NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0		76,02e-h	99,98ab	74,57e-j	73,68f-j	NKÜ Lider	74,89b	0 mM	79,09a
	80		98,86b	93,09c	59,96op	74,62e-j				
	160		74,62e-j	67,25klm	42,03r	64,02mno				
Sultan-95	0		78,63e	72,46g-j	76,93efg	70,73i-l	Sultan-95	68,96c	80 mM	75,85b
	80		85,68d	67,73klm	57,73p	63,63mno				
	160		67,29klm	64,99mn	51,77q	70,48jkl				
Tosunbey	0		104,09a	102,84ab	57,83p	61,33nop	Tosunbey	78,57a	160 mM	67,48c
	80		75,11e- ₁	85,03d	77,75ef	71,59h-k				
	160		71,22i- ₁	92,52c	76,68efg	66,83lm				
H₂O₂ Ortalaması			81,21b	82,88a	63,92d	68,55c				
LSD			Çeşit: 1,199**		NaCl: 1,322**		H ₂ O ₂ : 1,527**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 4,595**	

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-r) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.2.6. Kök Kuru Ağırlığı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde kök kuru ağırlığında (KKA); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirilmesinin 35. gününde ortalama KKA sırasıyla 31,18, 35,02 ve 33,73 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek KKA Sultan-95 çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama KKA sırasıyla 34,88, 34,69 ve 31,42 mg olarak belirlenmiştir. En yüksek KKA NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Tosunbey çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak KKA istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttırdığı (35. gün, 29,70, 37,13 ve 33,11 mg; 49. gün, 30,52, 36,17 ve 34,30 mg) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde gruplarda ortalama KKA sırasıyla %25,02 ve %11,48 oranında artış göstermiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KKA sırasıyla %18,51 ve %12,39 oranında artış göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama KKA değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama KKA değerinin sırasıyla 35. günde, 28,10, 32,14, 35,25 ve 37,76 mg; 49. günde, 31,75, 36,28, 33,47 ve 33,15 mg olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde gruplarda ortalama KKA sırasıyla %14,38, %25,44 ve %34,38 oranında artış olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama KKA sırasıyla %14,27, %5,42 ve %4,41 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.14).

Çizelge 5.14. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki kök kuru ağırlığında (KKA) meydana gelen değişimler (mg)

KKA (mg)		Gruplar					(a) 35.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	17,40p	34,15g-j	34,07g-j	35,52gh	NKÜ Lider	31,18c	0 mM	29,70c
	80	29,82lm	31,75jkl	30,35klm	38,45de				
	160	23,63o	29,63lm	28,88mn	40,50cd				
Sultan-95	0	19,89p	26,85n	23,35o	38,37def	Sultan-95	35,02a	80 mM	37,13a
	80	41,42c	44,79b	41,77c	41,08c				
	160	35,88efg	35,80fgh	35,35ghı	35,71gh				
Tosunbey	0	32,45jk	28,25mn	32,87ijk	33,20hij	Tosunbey	33,73b	160 mM	33,11b
	80	22,65o	28,38mn	54,34a	40,72cd				
	160	29,77lm	29,62lm	36,26efg	36,27efg				
H₂O₂ Ortalaması		28,10d	32,14c	35,25b	37,76a				
LSD		Çeşit: 0,999**		NaCl: 0,756**		H ₂ O ₂ : 0,873**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 2,626**	
KKA (mg)		Gruplar					(b) 49.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	28,01klm	39,24de	34,69ghı	35,39gh	NKÜ Lider	34,88a	0 mM	30,52c
	80	38,83de	42,17bc	35,73fgh	43,14b				
	160	31,88ij	29,14jkl	33,03hı	27,24k-n				
Sultan-95	0	22,30op	39,93cde	17,68q	32,06ij	Sultan-95	34,69a	80 mM	36,17a
	80	38,55def	29,25jkl	29,35jk	47,12a				
	160	42,32bc	41,32bcd	43,17b	33,29hı				
Tosunbey	0	32,84hı	34,58ghı	29,23jkl	20,31pq	Tosunbey	31,42b	160 mM	34,30b
	80	26,41lmn	27,65klm	41,22bcd	34,58ghı				
	160	24,56no	43,23b	37,17efg	25,27mn				
H₂O₂ Ortalaması		31,75c	36,28a	33,47b	33,15b				
LSD		Çeşit: 1,003**		NaCl: 0,842**		H ₂ O ₂ : 0,972**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 2,924**	

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-q) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.3. Büyüme Denemesine Ait Fizyolojik Bulgular

5.3.1. Yaprak Bağlı Su İçeriği (BSİ)

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde yaprak bağlı su içeriğinde (BSİ); çeşit ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı değişimler olmamasına rağmen NaCl uygulamasında anlamlı değişimler elde edilmiştir. H₂O₂ uygulamasında ise 35. günde anlamlı değişimler gözlenmemesine rağmen 49. günde anlamlı değişimler elde edilmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak BSİ istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttırdığı (35. gün, %90,73, %90,03 ve %87,34; 49. gün, %88,98, %88,73 ve %85,10) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde ortalama BSİ sırasıyla %0,77 ve %3,74 oranında azalma göstermiştir. Yetiştirmenin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama BSİ sırasıyla %0,28 ve %4,36 oranında azalma göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama BSİ değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama BSİ değerinin sırasıyla 49. günde, %90,23, %86,15, %82,60 ve %91,43 olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 49. gününde gruplarda ortalama BSİ H₂O₂ grubunda %2,18 oranında artış, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ sırasıyla %0,10 ve %0,61 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.15).

Çizelge 5.15. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki yaprak BSİ değerinde meydana gelen değişimler (%)

BSİ (%)		Gruplar					(a) 35.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	91,32	94,04	87,72	90,87	NKÜ Lider	88,70	0 mM	90,73a
	80	84,69	92,50	83,88	90,23				
	160	87,55	89,24	84,08	88,23				
Sultan-95	0	88,11	91,87	91,97	92,74	Sultan-95	90,60	80 mM	90,03a
	80	92,41	90,23	91,45	89,04				
	160	87,92	91,57	87,94	91,95				
Tosunbey	0	89,39	91,48	88,12	91,08	Tosunbey	88,80	160 mM	87,34b
	80	94,27	92,36	96,32	82,98				
	160	85,70	85,50	89,07	79,36				
H₂O₂ Ortalaması		89,04	90,98	88,95	88,50				
LSD	Çeşit: ö.d.		NaCl: 1,967**		H ₂ O ₂ : ö.d.		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : ö.d.		
BSİ (%)		Gruplar					(b) 49.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	93,35	90,82	88,73	90,75	NKÜ Lider	89,68	0 mM	88,98a
	80	90,24	90,53	88,72	94,71				
	160	90,95	88,39	76,88	92,13				
Sultan-95	0	89,76	87,14	73,77	89,38	Sultan-95	85,33	80 mM	88,73a
	80	90,74	86,07	73,10	93,82				
	160	89,03	79,23	77,37	94,55				
Tosunbey	0	94,30	90,50	90,67	88,62	Tosunbey	87,79	160 mM	85,10b
	80	87,77	84,55	92,78	91,67				
	160	85,92	78,08	81,41	87,24				
H₂O₂ Ortalaması		90,23a	86,15b	82,60b	91,43a				
LSD	Çeşit: ö.d.		NaCl: 3,114**		H ₂ O ₂ : 3,596**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : ö.d.		

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-b) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$, ö.d.: önemli değil

5.3.2. Stoma İletkenliği

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde stoma iletkenliğinde (Sİ); tuz uygulamasında anlamlı sonuçlar elde edilmiş H₂O₂ uygulamasında ise 35. günde anlamlı

sonuç gözlenmesine rağmen 49. günde anlamlı sonuç elde edilmemiştir. Çeşit bazlı bakıldığında 35. günde anlamlı sonuç vermez iken 49. gün ortalamalarında anlamlı sonuçlar ortaya konmuştur. ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda ise 35. günde anlamlı değişimler elde edilirken 49. günde anlamlı değişimler elde edilmemiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirilmesinin 49. gününde ortalama Sİ sırasıyla 52,94, 55,64 ve 55,72 mmol m⁻² s⁻¹ olarak belirlenmiştir. En yüksek Sİ NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak BSİ istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttırdığı (35. gün, 54,71, 57,24 ve 59,69 mmol m⁻² s⁻¹; 49. gün, 54,38, 52,83 ve 57,10 mmol m⁻² s⁻¹) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde gruplarda ortalama Sİ sırasıyla %4,62 ve %9,10 oranında artış göstermiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama Sİ 80 mM'da %2,85 oranında azalma, 160 mM'da ise %5,00 oranında artış göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama Sİ değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama Sİ değerinin sırasıyla 35. günde, 56,50, 56,64, 59,23 ve 56,49 mmol m⁻² s⁻¹ olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde H₂O₂ ve 1xH₂O₂ gruplarında ortalama Sİ sırasıyla %0,25 ve %4,83 oranında artış, 2xH₂O₂ ise %0,02 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.16. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki stoma iletkenliğinde (Sİ) meydana gelen değişimler ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Sİ ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Gruplar					(a) 35.gün			
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	58,50b-h	56,37e-k	52,60ı-l	57,80c-ı	NKÜ Lider	57,36	0 mM	54,71c
	80	57,20d-j	56,13e-k	52,07jkl	60,47a-f				
	160	54,53g-l	59,83a-g	62,90abc	59,90a-g				
Sultan-95	0	50,40lm	51,47kl	56,67e-k	59,43a-h	Sultan-95	56,30	80 mM	57,24b
	80	58,27c-h	54,53g-l	62,53a-d	55,63f-l				
	160	54,70g-l	58,03c-h	62,37a-d	51,57kl				
Tosunbey	0	55,77f-l	55,97f-k	56,07e-k	45,43m	Tosunbey	57,98	160 mM	59,69a
	80	56,70e-k	55,93f-k	63,07abc	54,40h-l				
	160	62,40a-d	61,47a-e	64,80a	63,77ab				
H₂O₂ Ortalaması		56,50b	56,64b	59,23a	56,49b				
LSD	Çeşit: ^{ö.d.}		NaCl: 1,558**		H ₂ O ₂ : 1,799**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 5,414**		
Sİ ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Gruplar					(b) 49.gün			
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	47,77	50,23	52,07	56,93	NKÜ Lider	52,94b	0 mM	54,38b
	80	47,40	53,83	53,53	51,07				
	160	58,77	53,87	55,37	54,47				
Sultan-95	0	56,13	53,23	59,83	56,33	Sultan-95	55,64a	80 mM	52,83b
	80	53,83	56,00	53,70	50,47				
	160	56,90	58,97	56,70	55,63				
Tosunbey	0	52,73	52,97	58,60	55,77	Tosunbey	55,72a	160 mM	57,10a
	80	46,57	55,87	51,47	60,20				
	160	61,30	55,27	59,63	58,30				
H₂O₂ Ortalaması		53,49	54,47	55,66	55,46				
LSD	Çeşit: 2,308**		NaCl: 2,055**		H ₂ O ₂ : ^{ö.d.}		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : ^{ö.d.}		

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-m) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$, ^{ö.d.}: önemli değil

5.3.3. Stoma İndeksi

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. ve 49. günde stoma indeksinde (Sİn); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirilmesinin 35. gününde ortalama SİN sırasıyla birim alanda 10,90, 9,61 ve 9,99 olarak belirlenmiştir. En yüksek SİN NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin ortalama SİN sırasıyla birim alanda 10,25, 8,24 ve 11,66 olarak belirlenmiştir. En yüksek SİN Tosunbey çeşidinde, en düşük ise Sultan-95 çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonu artışına (0-160 mM) bağlı olarak SİN istatistiksel olarak anlamlı şekilde 49. günün 160 mM NaCl dışında baskılandığı (35. gün, 11,14, 9,86 ve 9,51 %; 49. gün, 10,00, 8,96 ve 11,20 %) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde gruplarda ortalama SİN sırasıyla %11,49 ve %14,63 oranında azalma göstermiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise kontrol grubuna kıyasla 80 ve 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama SİN sırasıyla %10,40 oranında azalma ve %12,00 oranında artış göstermiştir.

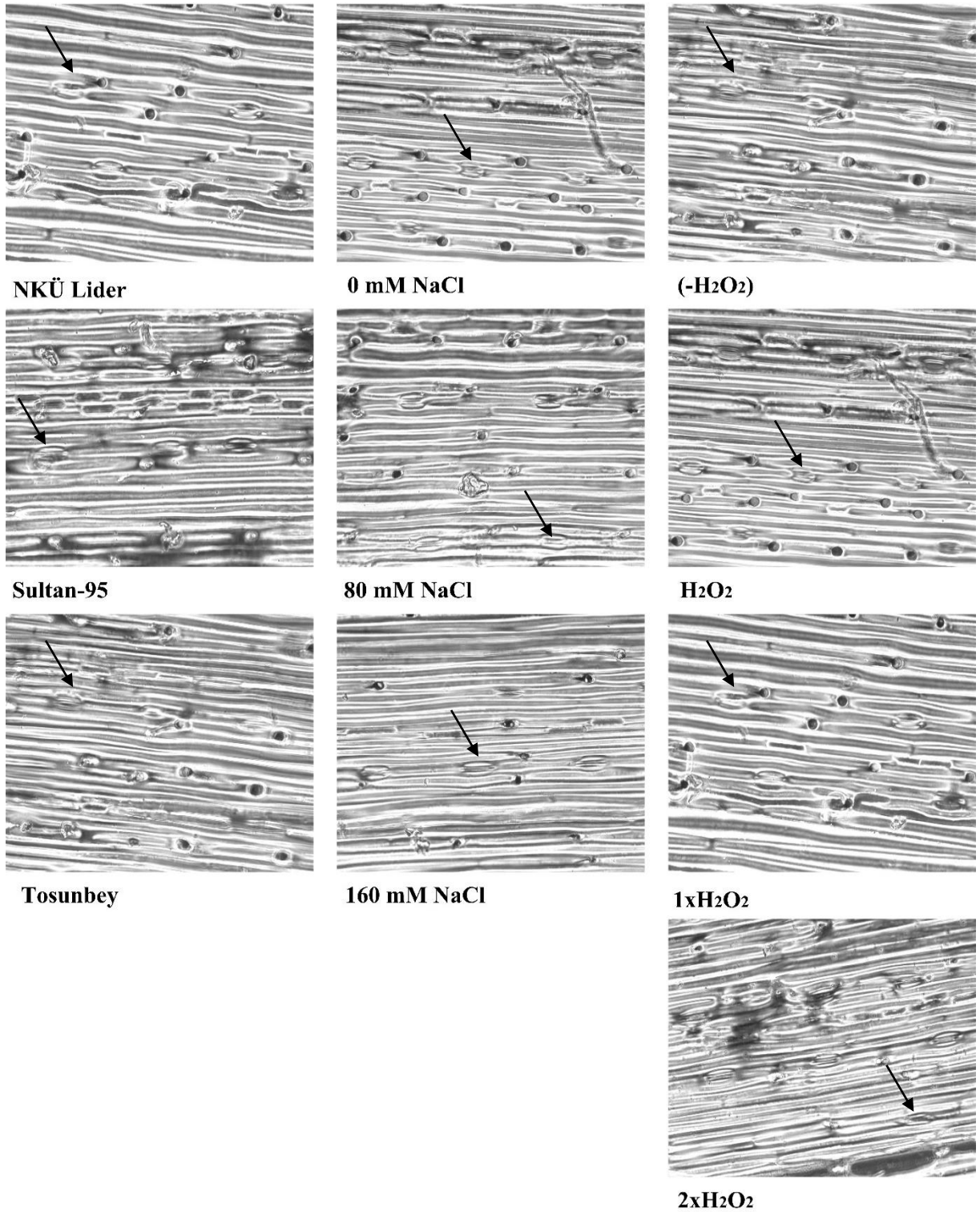
H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama SİN değeri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama SİN değerinin sırasıyla 35. günde, 9,71, 11,27, 10,37 ve 9,33 %; 49. günde, 8,15, 10,04, 11,23 ve 10,78 % olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde H₂O₂ ve 1xH₂O₂ gruplarında ortalama SİN sırasıyla %16,07 ve %6,80 oranında artış, 2xH₂O₂ grubunda ise %3,91 oranında azalma olduğu belirlenmiştir. Yetiştirilmesinin 49. gününde ise -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda ortalama SİN sırasıyla %23,19, %37,79 ve %32,27 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.17, Şekil 5.1 ve Şekil 5.2).

Çizelge 5.17. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) ve 49. (b) günlerdeki stoma indeksinde (SİN) meydana gelen değişimler (%)

SİN (%)		Gruplar					(a) 35.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	8,98jk	18,30a	12,29d	6,70pqr	NKÜ Lider	10,90a	0 mM	11,14a
	80	13,62c	8,90kl	14,24c	6,10rs				
	160	10,06ghı	14,15c	10,68efg	6,87pq				
Sultan-95	0	9,85hı	8,09mn	9,07jk	17,22b	Sultan-95	9,61c	80 mM	9,86b
	80	10,02ghı	6,84pq	10,51e-h	10,68efg				
	160	6,42qrs	9,66ij	11,24e	5,73s				
Tosunbey	0	8,70klm	10,40f-ı	6,09rs	17,92ab	Tosunbey	9,99b	160 mM	9,51c
	80	7,34op	14,07c	8,22lmn	7,80no				
	160	12,39d	11,01ef	10,98ef	4,98t				
H₂O₂ Ortalaması		9,71c	11,27a	10,37b	9,33d				
LSD		Çeşit: 0,306**		NaCl: 0,205**		H ₂ O ₂ : 0,249**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 0,748**	
SİN (%)		Gruplar					(b) 49.gün		
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂	Çeşit Ortalaması	NaCl Ortalaması		
NKÜ Lider	0	8,29no	6,91qr	12,61ef	12,50ef	NKÜ Lider	10,25b	0 mM	10,00b
	80	7,88op	11,71g	9,99hij	7,13pq				
	160	16,27b	8,44mno	13,78d	7,51pq				
Sultan-95	0	6,36rs	7,51pq	9,07klm	11,88fg	Sultan-95	8,24c	80 mM	8,96c
	80	4,43t	14,75c	4,53t	6,10s				
	160	4,97t	8,75lmn	10,46hı	10,06hij				
Tosunbey	0	9,48jkl	9,79ijk	14,96c	10,62h	Tosunbey	11,66a	160 mM	11,20a
	80	7,10qr	9,52jk	10,58h	13,73d				
	160	8,54mno	13,03de	15,11c	17,51a				
H₂O₂ Ortalaması		8,15d	10,04c	11,23a	10,78b				
LSD		Çeşit: 0,363**		NaCl: 0,221**		H ₂ O ₂ : 0,255**		ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 0,768**	

Sonuçlar ortalama ± std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-t) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** P ≤ 0,01

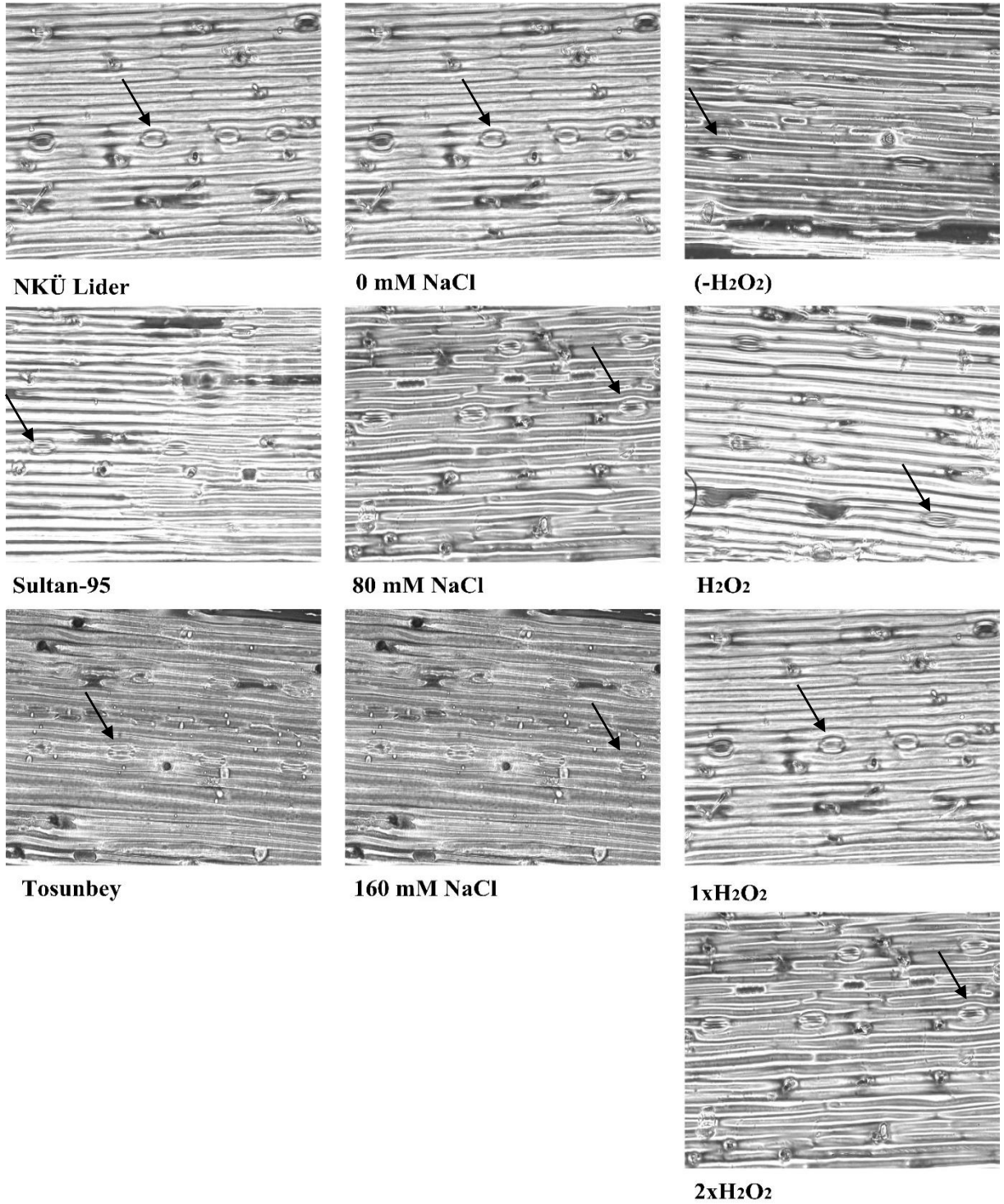
35. gün



Şekil 5.1. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. (a) gündeki stoma indeksinde meydana gelen değişimler (%)

Fotoğraf üzerindeki oklar (→) stoma bekçi hücrelerini göstermektedir. Fotoğraflar 400x büyütmede kameralı ışık mikroskobu altında çekilmiştir.

49. gün



Şekil 5.2. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 49. (b) gündeki stoma indeksinde meydana gelen değişimler (%)

Fotoğraf üzerindeki oklar (→) stoma bekçi hücrelerini göstermektedir. Fotoğraflar 400x büyütmede kameralı ışık mikroskobu altında çekilmiştir.

5.4. Büyüme Denemesine Ait Biyokimyasal Bulgular

Bu bölümde, NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerine yapılan kısa süreli (35. gün) yüksek tuz konsantrasyonu (160 mM NaCl) uygulamasına ait sonuçlar sunulmaktadır.

5.4.1. H₂O₂ Miktarı

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. günde H₂O₂ miktarında; çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde ortalama H₂O₂ miktarında sırasıyla 0,26, 0,28 ve 0,27 µM olarak belirlenmiştir. En yüksek H₂O₂ miktarı Sultan-95 çeşidinde, en düşük ise NKÜ Lider çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

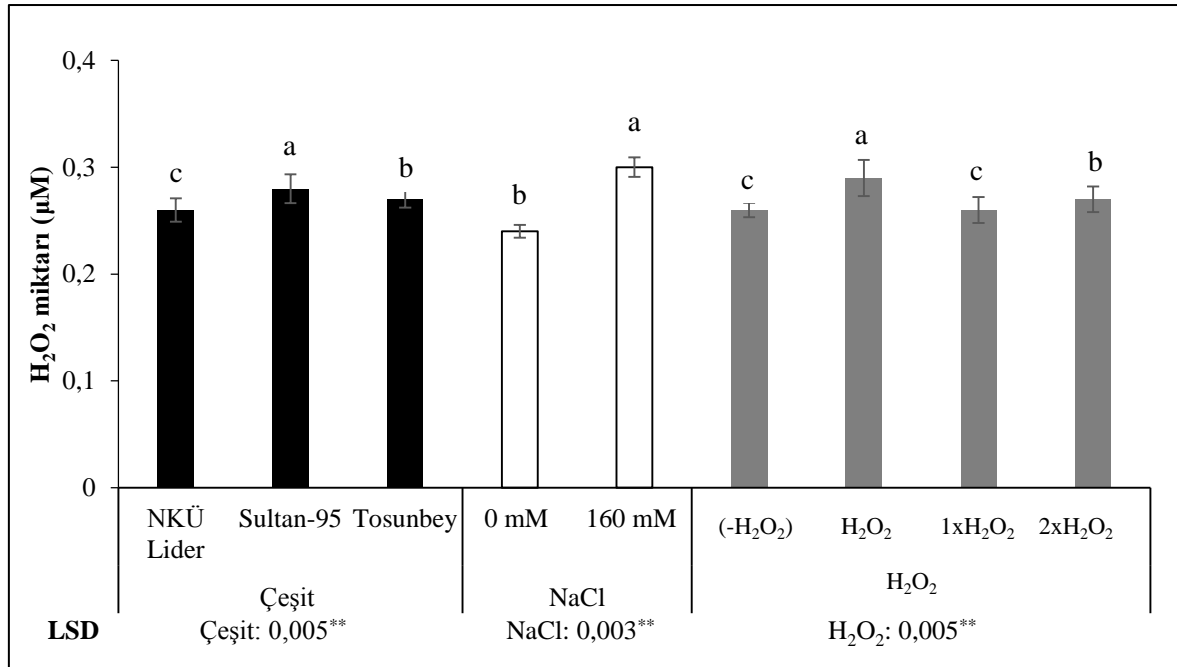
Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonuna (160 mM) bağlı olarak H₂O₂ miktarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış olduğu (0,30 µM) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı ortalama H₂O₂ miktarında %25,00 oranında artış göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama H₂O₂ miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama H₂O₂ miktarı sırasıyla 0,26, 0,29, 0,26 ve 0,27 olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda H₂O₂ miktarında H₂O₂ ve 2xH₂O₂ grubunda sırasıyla %11,54 ve %3,85 oranında artış, 1xH₂O₂ grubunda ise fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5.18, Şekil 5.3).

Çizelge 5.18. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. günde H_2O_2 miktarında (μM) meydana gelen değişimler

H_2O_2 miktarı (μM)	Gruplar				
	NaCl (mM)	(- H_2O_2)	H_2O_2	1x H_2O_2	2x H_2O_2
NKÜ Lider	0	0,21lm	0,21lm	0,20m	0,27fg
	160	0,26gh	0,25hı	0,35b	0,33c
Sultan-95	0	0,24ij	0,29de	0,22kl	0,23jk
	160	0,27fg	0,44a	0,26gh	0,25hı
Tosunbey	0	0,30d	0,28ef	0,23jk	0,20m
	160	0,27fg	0,27fg	0,28ef	0,33c
LSD	ÇeşitxNaClx H_2O_2 : 1,136**				

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-m) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$



Şekil 5.3. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. günde H_2O_2 miktarında (μM) meydana gelen değişimler

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-c) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.4.2. TBARS Miktarı

H_2O_2 ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. günde TBARS miktarında; çeşit, tuz, H_2O_2 uygulaması ve ÇeşitxNaClx H_2O_2 interaksiyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirilmesinin 35. gününde TBARS miktarı sırasıyla 7,22, 6,34 ve 6,29 nmol/g YA olarak belirlenmiştir. En yüksek TBARS miktarı NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Tosunbey çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

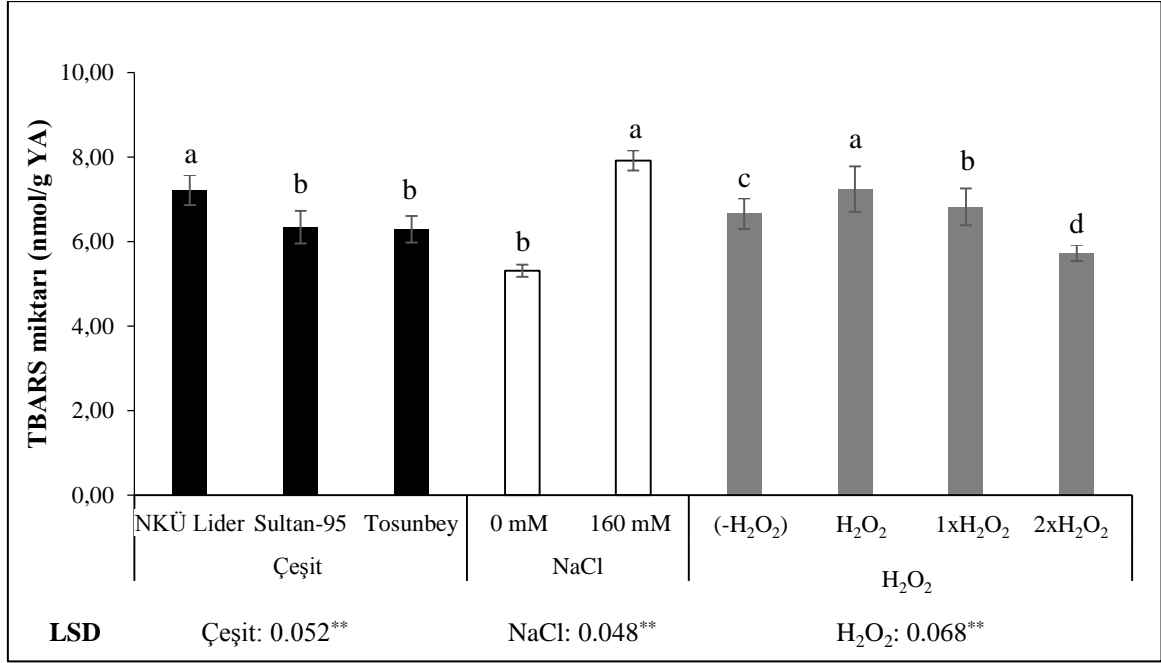
Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonuna (160 mM) bağlı olarak TBARS miktarında istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış olduğu (7,92 nmol/g YA) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirilmesinin 35. gününde TBARS miktarında %49,15 oranında artış göstermiştir.

H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama TBARS miktarı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama TBARS miktarı sırasıyla 6,66, 7,24, 6,82 ve 5,73 nmol/g YA olduğu belirlenmiştir. -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı TBARS miktarında H₂O₂ grubunda %8,71 oranında artış, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ grubunda sırasıyla %5,80 ve %13,96 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.19, Şekil 5.4).

Çizelge 5.19. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki TBARS miktarında meydana gelen değişimler (nmol/g YA)

TBARS miktarı (nmol/g YA)	Gruplar				
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂
NKÜ Lider	0	6,18j	6,42ı	5,11o	5,80l
	160	8,60d	10,75a	7,73f	7,15h
Sultan-95	0	3,91s	4,86p	6,38ı	4,52q
	160	7,50g	9,52b	8,39e	5,60m
Tosunbey	0	6,14jk	4,90p	4,13r	5,32n
	160	7,61fg	6,99h	9,18c	6,01k
LSD	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 0,164**				

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-r) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$



Şekil 5.4. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki TBARS miktarında meydana gelen değişimler (nmol/g YA).

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-d) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

5.4.3. SOD Aktivitesi ve İzoenzim Profili

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. günde SOD aktivitesinde (SOD); çeşit, tuz, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksyonunda anlamlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yetiştirmenin 35. gününde SOD aktivitesinde sırasıyla 400,33, 318,35 ve 274,20 U mg⁻¹ protein olarak belirlenmiştir. En yüksek SOD aktivitesi NKÜ Lider çeşidinde, en düşük ise Tosunbey çeşidinde olduğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonuna (160 mM) bağlı olarak SOD aktivitesinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde artış olduğu (342,19 U mg⁻¹ protein) belirlenmiştir. Kontrol grubuna kıyasla 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı yetiştirmenin 35. gününde SOD aktivitesinde %7,02 oranında artış göstermiştir.

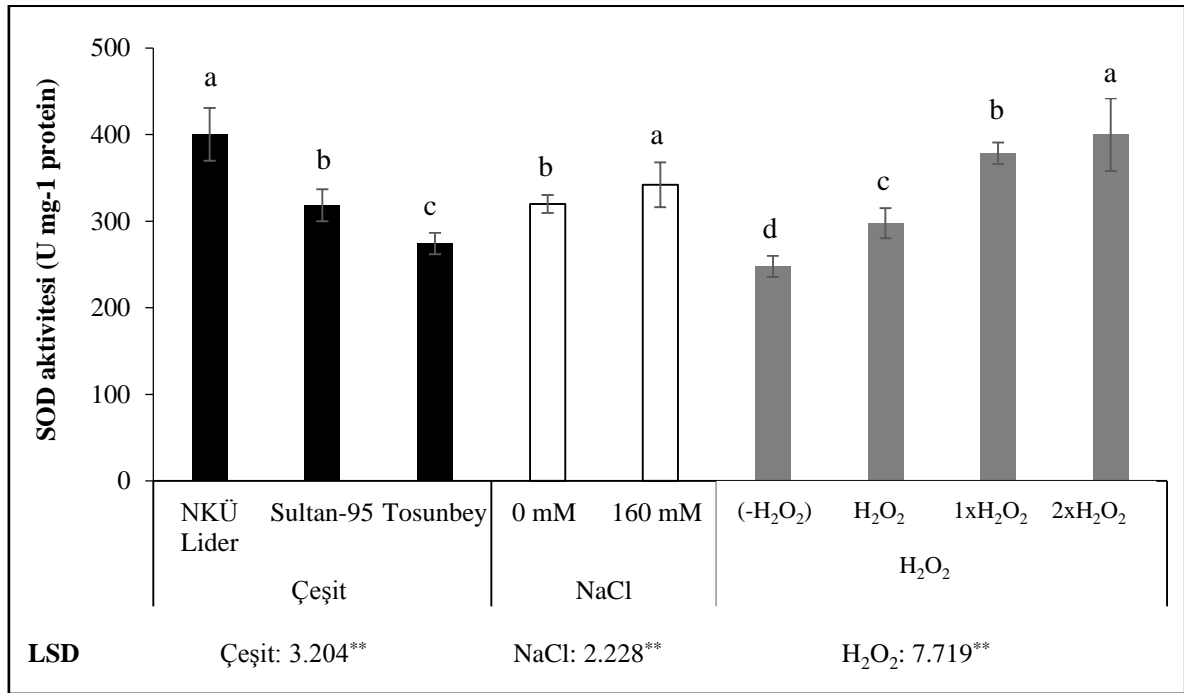
H₂O₂ ön uygulamalarının ortalama SOD aktivitesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı şekilde değişime neden olduğu; -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ortalama SOD aktivitesi sırasıyla 247,80, 297,65, 378,50 ve 399,90 U mg⁻¹ protein olduğu

belirlenmiştir. $-H_2O_2$ grubuna kıyasla H_2O_2 , $1xH_2O_2$ ve $2xH_2O_2$ uygulamasının yapıldığı gruplarda SOD aktivitesinde sırasıyla %20,12, %52,74 ve %61,38 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.20, Şekil 5.5).

Çizelge 5.20. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki SOD aktivitesinde meydana gelen değişimler (U mg^{-1} protein)

SOD aktivitesi (U mg^{-1} protein)	Gruplar				
	NaCl (mM)	($-H_2O_2$)	H_2O_2	$1xH_2O_2$	$2xH_2O_2$
NKÜ Lider	0	302,85k	312,07j	379,23f	335,53h
	160	324,51i	315,66j	467,94b	764,84a
Sultan-95	0	194,81q	402,08e	418,31d	311,76j
	160	219,84p	235,82o	325,07i	439,11c
Tosunbey	0	245,27n	339,29h	326,07i	269,50m
	160	199,53q	180,96r	354,35g	278,63l
LSD	ÇeşitxNaClxH ₂ O ₂ : 7,719**				

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-r) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$



Şekil 5.5. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki SOD aktivitesinde meydana gelen değişimler (U mg^{-1} protein)

Sonuçlar ortalama \pm std hata şeklinde verilmiştir. Sonuçların yanındaki harfler (a-d) ortalamalar arasındaki önemlilik düzeyini ifade etmektedir. ** $P \leq 0,01$

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. günde MnSOD izoenzim aktivitesi elde edilmemiştir (Şekil 5.6-8).

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. günde CuZnSOD izoenzim aktivitesinde; tuz uygulamasında anlamlı değişimler elde edilmemesine rağmen çeşit, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı değişimler elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider çeşidinde 0 mM NaCl grupları -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda CuZnSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %30,36, %18,32 ve %15,84 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.6). Sultan-95 çeşidinde 0 mM NaCl grupları -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda CuZnSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %9,60 ve %12,42 oranında artış, 1xH₂O₂ uygulama grubunda ise %0,23 azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.7). Tosunbey çeşidinde ise 0 mM NaCl grupları -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda CuZnSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %14,44 ve %23,78 oranında azalma, 1xH₂O₂ uygulama grubunda ise %19,15 artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.8).

Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonuna (160 mM) bağlı olarak kontrol grubuna (-H₂O₂-0) kıyasla 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı NKÜ Lider çeşidinde -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda CuZnSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %19,87 %40,35, %27,25 ve %10,19 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.6). Sultan-95 çeşidinde -H₂O₂, H₂O₂ ve 1xH₂O₂ yapıldığı gruplarda CuZnSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %56,72, %9,53 ve %3,99 oranında artış, 2xH₂O₂ uygulamasında ise %74,53 azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.7). Tosunbey çeşidinde ise -H₂O₂, H₂O₂ ve 2xH₂O₂ yapıldığı gruplarda CuZnSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %20,07, %11,54 ve %4,80 oranında artış, 1xH₂O₂ uygulamasında ise %11,48 azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.8).

Çizelge 5.21. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. gündeki CuZnSOD izoenzim profilinde meydana gelen değişimler

CuZnSOD	Gruplar				
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂
NKÜ Lider	0	100,00	130,36	118,32	115,84
	160	119,87	140,35	127,25	110,19
Sultan-95	0	100,00	109,60	99,77	112,42
	160	156,72	109,53	103,99	25,47
Tosunbey	0	100,00	85,56	119,15	76,22
	160	120,07	111,54	88,52	104,80

Densiyometrik analizlerde 0 mM NaCl uygulaması yapılan grup her çeşit için %100 olarak değerlendirilmiş olup diğer gruplar buna göre kıyaslanmıştır.

H₂O₂ ön uygulamasının tuz stresi altında yetiştirmeye bırakılan NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin 35. günde FeSOD izoenzim aktivitesinde; tuz uygulamasında anlamlı değişimler elde edilmemesine rağmen çeşit, H₂O₂ uygulaması ve ÇeşitxNaClxH₂O₂ interaksiyonunda anlamlı değişimler elde edilmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılan NKÜ Lider çeşidinde 0 mM NaCl grupları -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂ ve 1xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda FeSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %4,40 ve %43,95 oranında artış 2xH₂O₂ uygulamasında ise %10,04 azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22, Şekil 5.6). Sultan-95 çeşidinde 0 mM NaCl grupları -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda FeSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %16,91, %21,07 ve %28,90 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22, Şekil 5.7). Tosunbey çeşidinde ise 0 mM NaCl grupları -H₂O₂ grubuna kıyasla H₂O₂ uygulamasının yapıldığı grubunda FeSOD izoenzim aktivitesinde %37,70 oranında artış, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulama gruplarında ise %36,22 ve %14,42 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22, Şekil 5.8).

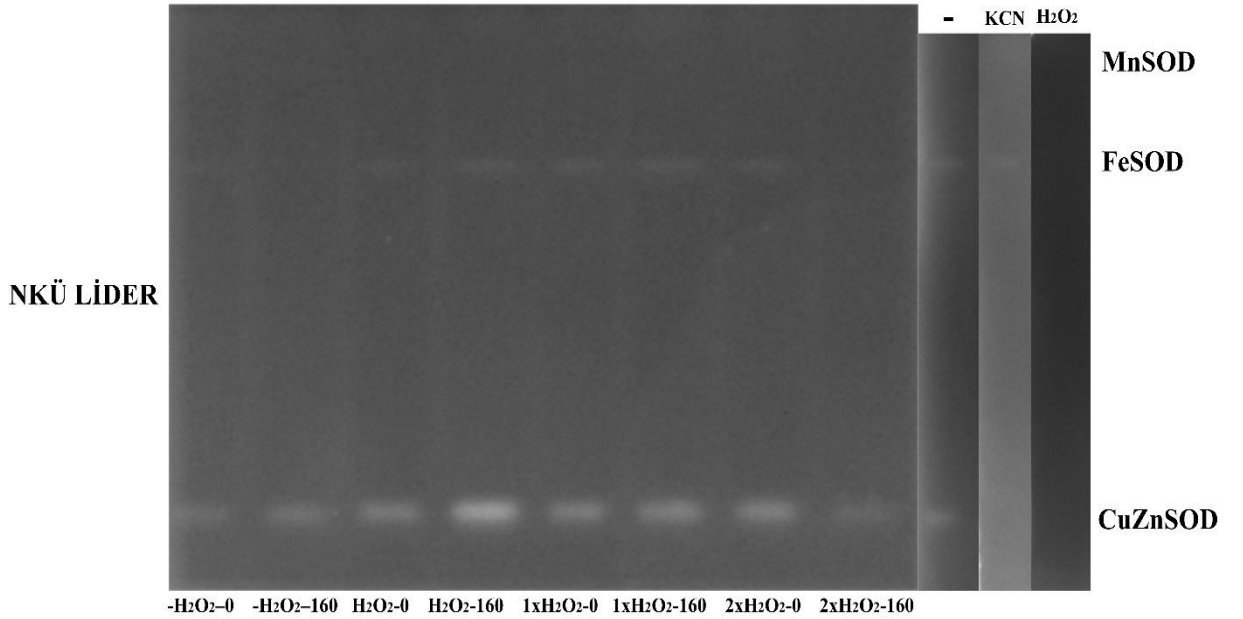
Tez çalışmasında uygulanan NaCl konsantrasyonuna (160 mM) bağlı olarak kontrol grubuna (-H₂O₂-0) kıyasla 160 mM NaCl uygulamasının yapıldığı NKÜ Lider çeşidinde -H₂O₂, H₂O₂, 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda FeSOD izoenzim aktivitesinde 1xH₂O₂ grubunda %39,94 artış, -H₂O₂, H₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının sırasıyla %60,91, %5,55 ve %56,05 oranında azalma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22, Şekil 5.6). Sultan-95 çeşidinde -H₂O₂, H₂O₂ ve 1xH₂O₂ ve 2xH₂O₂ uygulamasının yapıldığı gruplarda FeSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %67,86, %28,65, %33,40 ve %25,85 oranında artış

olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22, Şekil 5.7). Tosunbey çeşidinde ise $-H_2O_2$ ve $2xH_2O_2$ yapıldığı gruplarda FeSOD izoenzim aktivitesinde sırasıyla %16,93 ve %16,48 oranında azalma, H_2O_2 ve $1xH_2O_2$ uygulamasında ise %36,50 ve %28,95 oranında artış olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.22, Şekil 5.8).

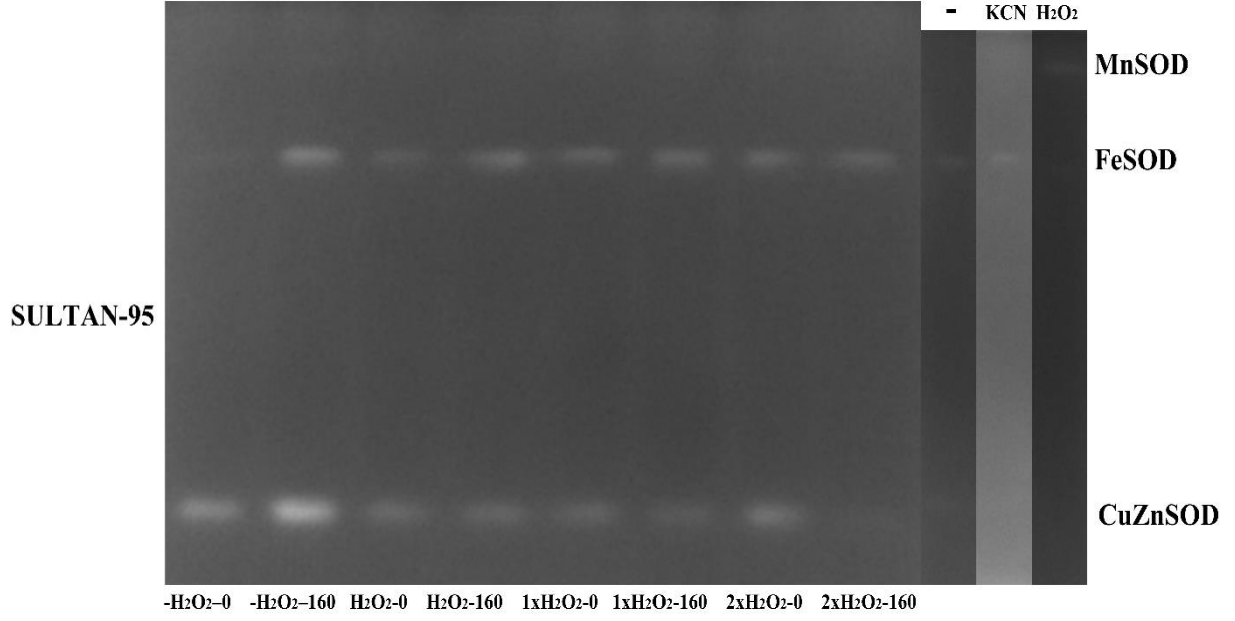
Çizelge 5.22. NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey buğday çeşitlerinin NaCl uygulaması sonrası 35. günde FeSOD izoenzim profilinde meydana gelen değişimler

FeSOD	Gruplar				
	NaCl (mM)	(-H ₂ O ₂)	H ₂ O ₂	1xH ₂ O ₂	2xH ₂ O ₂
NKÜ Lider	0	100,00	104,40	143,95	89,96
	160	39,09	94,45	139,94	43,95
Sultan-95	0	100,00	116,91	121,07	128,90
	160	167,86	128,65	133,40	125,85
Tosunbey	0	100,00	137,70	63,78	85,58
	160	83,07	136,50	128,95	83,52

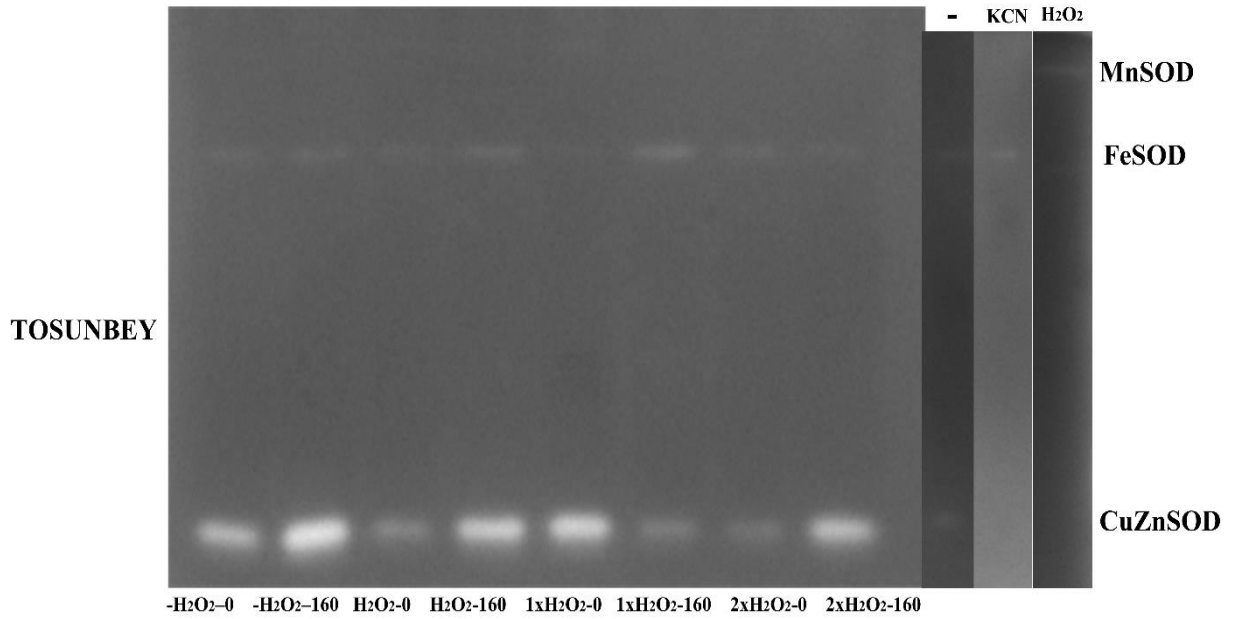
Densiyometrik analizlerde 0 mM NaCl uygulaması yapılan grup her çeşit için %100 olarak değerlendirilmiş olup diğer gruplar buna göre kıyaslanmıştır.



Şekil 5.6. NKÜ Lider buğday çeşidinde H_2O_2 uygulamasının 35 günlük NaCl stresi sonrası SOD izoenzim jel görüntüsü ve SOD inhibitör çalışması



Şekil 5.7. Sultan-95 buğday çeşidine H₂O₂ uygulamasının 35 günlük NaCl stresi sonrası SOD izoenzim jel görüntüsü ve SOD inhibitör çalışması



Şekil 5.8. Tosunbey buğday çeşidine H₂O₂ uygulamasının 35 günlük NaCl stresi sonrası SOD izoenzim jel görüntüsü ve SOD inhibitör çalışması

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu tez çalışmasında, bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin tohumlarına ardışık olarak yapılan H₂O₂ ön uygulamasının erken gelişim döneminde tuz stresi toleransına olan etkisi araştırılmıştır.

Erken gelişim dönemine ait morfolojik parametrelerin birbiri ile olan ilişkileri korelasyon matrisinde incelendiğinde kök sayısı ile kök uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki olmadığı, buna karşın diğer morfolojik parametrelerin birbiri ile pozitif yönde ilişkili olduğu sonucu saptanmıştır (Çizelge 6.1). Buğday fidelerinin tuz stresine maruz bırakılması sonucu büyümelerinde baskılanma olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.1-8). Çeşitler kendi arasında karşılaştırıldığında, gövde uzunluğunda en iyi gelişimin NKÜ Lider çeşidinde (Çizelge 5.3), çimlenme oranı, kök sayısı ve kök kuru ağırlığında en iyi gelişimin Tosunbey çeşidinde (Çizelge 5.1, Çizelge 5.2, Çizelge 5.8), kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığında ise en iyi gelişimin Tina çeşidinde (Çizelge 5.4-7) olduğu saptanmıştır. H₂O₂ uygulamalarının karşılaştırıldığında ise çimlenme oranında en iyi gelişim 2xH₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.1), kök sayısı ve kök kuru ağırlığındaki en iyi gelişim 1xH₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.2, Çizelge 5.8) gözlenirken; gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığında en iyi gelişim H₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.3-7) olduğu belirlenmiştir. Erken gelişim döneminde H₂O₂ uygulama grubuna kıyasla 1xH₂O₂ uygulama grubunda çimlenme oranı, kök sayısı ve kök kuru ağırlığı artarken, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı azalmıştır. 2xH₂O₂ uygulama grubunda ise H₂O₂ uygulama grubuna kıyasla sadece çimlenme oranı artarken diğer büyüme parametreleri azalma göstermiştir (Çizelge 6.2). Bu sonuçlar, tritikale bitkisinde HA (Kılıç ve Korkmaz, 2015) uygulanmış, yine tritikale bitkisinde H₂O₂ uygulanmış ve tuz koşullarına maruz bırakılmış (Demirbaş vd., 2015b; Küçükkarakaş, 2017), buğday bitkisinde karrikinolidin uygulanmış (Gören Sağlam vd., 2018) ve buğday bitkisinde tuz stresi altında (Bor vd., 2018) yapılan çalışmalara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 6.1. Buğday fidelerinin erken gelişim dönemine ait parametrelerin korelasyon matrisi

Değişken	ÇO	KS	KU	KYA	KKA	GU	GYA	GKA
ÇO	1,000	0,342**	0,410**	0,446**	0,444**	0,376**	0,321**	0,268**
KS		1,000	0,156 ^{öd}	0,222**	0,251**	0,288**	0,221**	0,284**
KU			1,000	0,946**	0,911**	0,907**	0,938**	0,805**
KYA				1,000	0,953**	0,890**	0,908**	0,798**
KKA					1,000	0,841**	0,855**	0,740**
GU						1,000	0,949**	0,938**
GYA							1,000	0,931**
GKA								1,000

** $P \leq 0,01$, ö.d.: önemli değil (ÇO: çimlenme oranı, GU: gövde uzunluğu, GKA: gövde kuru ağırlığı, GYA: gövde yaş ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, KS: kök sayısı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yaş ağırlığı)

Çizelge 6.2. Çimlenme aşamasında incelenen parametrelerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları

Değişken		ÇO	KS	KU	KYA	KKA	GU	GYA	GKA
Çeşit	EY	TO	TO	Tİ	Tİ	TO	NL	Tİ	TO
	ED	NL	Tİ	TO	NL	NL	SU	SU	NL
H ₂ O ₂ uygulaması	1xH ₂ O ₂								
	2xH ₂ O ₂								

ÇO: çimlenme oranı, ED: En düşük, EY: En Yüksek, GU: gövde uzunluğu, GKA: gövde kuru ağırlığı, GYA: gövde yaş ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, KS: kök sayısı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yaş ağırlığı; NL: NKÜ Lider, SU: Sultan-95, TO: Tosunbey, Tİ: Tina; Siyah: H₂O₂ grubuna göre artış, Gri: H₂O₂ grubuna göre azalış sonuçlarını göstermektedir.

Fide gelişim dönemine ait morfolojik parametrelerin 35. ve 49. gün korelasyon matrisi sonuçları incelendiğinde, 35. günde BSİ'nin kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı ile, stoma indeksinin kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde uzunluğu ve gövde yaş ağırlığı ile, kök uzunluğunun kök yaş ve kuru ağırlığı ile, kök yaş ağırlığının kök kuru ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile, kök kuru ağırlığının gövde uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile, gövde uzunluğunun gövde yaş ve kuru ağırlığı ile, gövde yaş ağırlığının ise gövde kuru ağırlığı ve stoma indeksi ile pozitif yönde ilişkili olduğu sonucu saptanmıştır (Çizelge 6.3). 49. gündeki korelasyon sonuçlarında ise, BSİ'nin gövde uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlığı ile, stoma indeksinin kök yaş ve kuru ağırlığı, gövde uzunluğu, gövde yaş ve kuru ağırlığı ve stoma indeksi ile, kök uzunluğunun kök yaş ve kuru ağırlığı ve stoma indeksi ile, kök yaş ağırlığının kök kuru ağırlığı ve stoma indeksi ile, gövde

uzunluğunun gövde yaş ve kuru ağırlığı ve stoma indeksi ile, gövde yaş ağırlığının gövde kuru ağırlığı ve stoma indeksi ile ilişkili olduğu sonucu saptanmıştır (Çizelge 6.4).

Çizelge 6.3. Buğday fidelerinin 35 günlük morfolojik ve fizyolojik verilerin korelasyon matrisi

Değişken	BSİ	Sİ	KU	KYA	KKA	GU	GYA	GKA	SİN
BSİ	1,000	-0,098 ^{öd}	0,192*	0,030 ^{öd}	0,068 ^{öd}	0,117 ^{öd}	0,249**	0,281**	0,090 ^{öd}
Sİ		1,000	-0,006 ^{öd}	0,296**	0,233**	-0,257**	-0,276**	-0,150 ^{öd}	-0,115 ^{öd}
KU			1,000	0,387**	0,457**	0,017 ^{öd}	0,031 ^{öd}	0,112 ^{öd}	0,127 ^{öd}
KYA				1,000	0,737**	-0,219*	-0,254**	-0,232**	-0,138 ^{öd}
KKA					1,000	-0,367**	-0,332**	-0,182*	-0,136 ^{öd}
GU						1,000	0,835**	0,753**	-0,006 ^{öd}
GYA							1,000	0,865**	0,180*
GKA								1,000	0,150 ^{öd}
SİN									1,000

** $P \leq 0,01$, ö.d.: önemli değil (BSİ: Bağlı su içeriği, GKA: gövde kuru ağırlığı, GU: gövde uzunluğu, GYA: gövde yaş ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yaş ağırlığı, Sİ: stoma iletkenliği, SİN: stoma indeksi)

Çizelge 6.4. Buğday fidelerinin 49 günlük morfolojik ve fizyolojik verilerin korelasyon matrisi

Değişken	BSİ	Sİ	KU	KYA	KKA	GU	GYA	GKA	SİN
BSİ	1,000	-0,158 ^{öd}	0,117 ^{öd}	0,052 ^{öd}	0,103 ^{öd}	0,264**	0,324**	0,255**	-0,044 ^{öd}
Sİ		1,000	-0,166 ^{öd}	-0,188*	-0,180*	-0,210*	-0,342**	-0,225*	0,332**
KU			1,000	0,341**	0,415**	-0,143 ^{öd}	-0,097 ^{öd}	-0,136 ^{öd}	-0,226*
KYA				1,000	0,643**	-0,056 ^{öd}	0,069 ^{öd}	0,024 ^{öd}	-0,284**
KKA					1,000	-0,126 ^{öd}	0,100 ^{öd}	0,152 ^{öd}	-0,116 ^{öd}
GU						1,000	0,732**	0,648**	-0,214*
GYA							1,000	0,741**	-0,221*
GKA								1,000	-0,139 ^{öd}
SİN									1,000

** $P \leq 0,01$, ö.d.: önemli değil (BSİ: Bağlı su içeriği, GKA: gövde kuru ağırlığı, GU: gövde uzunluğu, GYA: gövde yaş ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yaş ağırlığı, Sİ: stoma iletkenliği, SİN: stoma indeksi)

BSİ'de 35. günde en yüksek sonuç Sultan-95 çeşidinde ve H₂O₂ uygulama grubunda; 49. günde BSİ'de ise NKÜ Lider çeşidinde ve 2xH₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.15) gözlenmiştir. 35. ve 49. gündelerki stoma iletkenliğinde en yüksek sonuç Tosunbey çeşidinde ve 1xH₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.16) belirtilmiştir. Kök uzunluğunda 35. günde en yüksek sonuç Sultan-95 çeşidinde ve 2xH₂O₂ uygulama grubunda; 49. gündeki kök uzunluğunda yine Sultan-95 çeşidinde ve -H₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.10) gözlenmiştir. 35. ve 49. gün kök yaş ağırlığındaki en yüksek sonuç Sultan-95 çeşidinde ve 2xH₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.12) belirtilmiştir. Kök kuru ağırlığında 35. günde en yüksek sonuç Sultan-95 çeşidi ve 2xH₂O₂ uygulama grubunda; 49. günde ise en yüksek sonuç NKÜ Lider çeşidinde ve H₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.14) belirlenmiştir. 35. ve 49. gün gövde uzunluğundaki en yüksek sonuç Tosunbey çeşidinde ve -H₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.9) olduğu belirtilmiştir. Gövde yaş ağırlığında 35. günde en yüksek sonuç Tosunbey çeşidinde ve -H₂O₂ uygulama grubunda; 49. gündeki gövde yaş ağırlığında ise NKÜ Lider çeşidinde ve -H₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.11) gözlenmiştir. Gövde kuru ağırlığında 35. günde en yüksek sonuç Tosunbey çeşidinde ve -H₂O₂ uygulama grubunda; 49. gündeki gövde kuru ağırlığında yine Tosunbey çeşidinde, fakat H₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.13) olduğu gözlenmiştir. Stoma indeksinde 35. günde en yüksek sonuç NKÜ Lider çeşidinde ve H₂O₂ uygulama grubunda; 49. gündeki stoma indeksinde ise Tosunbey çeşidinde ve 1xH₂O₂ uygulama grubunda (Çizelge 5.17) olduğu gözlenmiştir. Fide gelişimi 35. günde -H₂O₂ uygulama grubuna kıyasla H₂O₂ uygulama grubunda BSİ, stoma iletkenliği, stoma indeksi ve kök kuru ağırlığı artarken, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı azalmıştır. 1xH₂O₂ uygulama grubunda stoma iletkenliği, stoma indeksi, kök yağ ağırlığı ve kök kuru ağırlığı artarken, BSİ, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı azalmıştır. 2xH₂O₂ uygulama grubunda ise kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı artarken, BSİ, stoma iletkenliği, stoma indeksi, gövde uzunluğu, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığında azalma göstermiştir (Çizelge 6.5). Fide gelişimi 49. gününde ise -H₂O₂ uygulama grubuna kıyasla H₂O₂ uygulama grubunda stoma iletkenliği, stoma indeksi, kök yaş ağırlığı, gövde kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığı artarken, BSİ, gövde uzunluğu, kök uzunluğu ve gövde yaş ağırlığı azalmıştır. 1xH₂O₂ uygulama grubunda stoma indeksi, stoma iletkenliği ve kök kuru ağırlığı artarken, BSİ, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı, kök yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığı azalmıştır. 2xH₂O₂ uygulama grubunda ise BSİ, stoma iletkenliği, stoma indeksi, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı artarken, gövde uzunluğu, kök uzunluğu, gövde yaş ağırlığı ve gövde kuru ağırlığında azalma gözlenmiştir (Çizelge 6.6). Bu sonuçlar, buğday bitkisinde KH₂PO₄, KCl

ve H₂O gibi uygulamalar ile kuraklık stresine maruz bırakılan (Özdemir, 2012), mısır bitkisinde sakkaroz uygulaması (Hacısalihoğlu vd., 2015), buğday bitkisinde TTH uygulaması ile tuz stresine maruz bırakılan (Genç vd., 2015), tritikale bitkisinde H₂O₂ uygulaması ile tuz stresine maruz bırakılan (Demirbaş ve Balkan, 2018), buğday bitkisinde ozmoprining uygulaması ile kuraklık stresine maruz bırakılan (Abid vd., 2018) ile benzerlik göstermesine karşın, arpa bitkisinde 300 mM NaCl uygulamasında (Seçkin, 2010) stoma iletkenliğinin azalması çalışmasıyla ters bir ilişki göstermektedir.

Çizelge 6.5. Fide gelişim aşamasındaki 35 günlük fidelerde incelenen parametrelerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları

Değişken		BSİ	Sİ	KU	KYA	KKA	GU	GYA	GKA	SİN
Çeşit	EY	SU	TO	SU	SU	SU	TO	TO	TO	NL
	ED	NL	SU	NL	NL	NL	NL	SU	SU	SU
H ₂ O ₂ uygulaması	H ₂ O ₂									
	1xH ₂ O ₂									
	2xH ₂ O ₂									

BSİ: Bağıl su içeriği, ED: En düşük, EY: En Yüksek, GKA: gövde kuru ağırlığı, GU: gövde uzunluğu, GYA: gövde yaş ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yaş ağırlığı, Sİ: stoma iletkenliği, SİN: stoma indeksi; NL: NKÜ Lider, SU: Sultan-95, TO: Tosunbey; Siyah: -H₂O₂ grubuna göre artış, Gri: -H₂O₂ grubuna göre azalış sonuçlarını göstermektedir.

Çizelge 6.6. Fide gelişim aşamasındaki 49 günlük fidelerde incelenen parametrelerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları

Değişken		BSİ	Sİ	KU	KYA	KKA	GU	GYA	GKA	SİN
Çeşit	EY	NL	TO	SU	SU	NL	TO	NL	TO	TO
	ED	SU	NL	TO	TO	TO	NL	SU	SU	SU
H ₂ O ₂ uygulaması	H ₂ O ₂									
	1xH ₂ O ₂									
	2xH ₂ O ₂									

BSİ: Bağıl su içeriği, ED: En düşük, EY: En Yüksek, GKA: gövde kuru ağırlığı, GU: gövde uzunluğu, GYA: gövde yaş ağırlığı, KKA: kök kuru ağırlığı, KU: kök uzunluğu, KYA: kök yaş ağırlığı, Sİ: stoma iletkenliği, SİN: stoma indeksi; NL: NKÜ Lider, SU: Sultan-95, TO: Tosunbey; Siyah: -H₂O₂ grubuna göre artış, Gri: -H₂O₂ grubuna göre azalış sonuçlarını göstermektedir.

Yapılan H₂O₂ ön uygulamasının tuz tolerans seviyesindeki 35 günde ölçümleri yapılan biyokimyasal verilerin korelasyon sonuçları incelendiğinde, H₂O₂ miktarının TBARS miktarı ile TBARS miktarının CuZnSOD izoenzim yoğunluğu ile ve CuZnSOD izoenzim

yoğunluğunun FeSOD izoenzim yoğunluğu ile ilişkili olduğu sonucu belirtilmiştir (Çizelge 6.4). H_2O_2 miktarında en düşük sonuç NKÜ Lider çeşidinde, $-H_2O_2$ ve $1xH_2O_2$ gruplarında olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5.18, Şekil 5.3). TBARS miktarında en düşük sonuç Tosunbey çeşidinde ve $2xH_2O_2$ grubunda olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5.19, Şekil 5.4). SOD aktivitesinde en yüksek sonuç NKÜ Lider çeşidinde ve $2xH_2O_2$ grubunda olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5.20, Şekil 5.5). CuZnSOD izoenzim bant yoğunluğunda en yüksek sonuç NKÜ Lider çeşidinde ve H_2O_2 grubunda olduğu gözlenmiştir (Çizelge 5.21, Şekil 5.6). FeSOD izoenzim bant yoğunluğunda en yüksek sonuç Sultan-95 çeşidinde ve $1xH_2O_2$ grubunda (Çizelge 5.22, Şekil 5.7) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 6.8). H_2O_2 ön uygulamasının tuz tolerans seviyesinde $-H_2O_2$ grubuna kıyasla H_2O_2 grubunda H_2O_2 miktarı, TBARS miktarı, SOD aktivitesi, CuZnSOD ve FeSOD izoenzim bant yoğunluğu artmıştır. $1xH_2O_2$ grubunda TBARS miktarı, SOD aktivitesi ve FeSOD izoenzim bant yoğunluğu artmış, CuZnSOD izoenzim bant yoğunluğu azalmış ve H_2O_2 miktarında değişim olmamıştır. $2xH_2O_2$ grubunda ise H_2O_2 miktarı ve SOD aktivitesi artmış, TBARS miktarı, CuZnSOD ve FeSOD izoenzim bant yoğunluğunda azalma göstermiştir (Çizelge 6.8). Bu sonuçlar, buğday bitkisinde AsA uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Athar vd., 2008), buğday bitkisinde LA uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Görçek, 2013), buğday bitkisinde melatonin uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Türk, 2013), marul bitkisinde SNP uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Tabay vd., 2015), biber bitkisinde $CuSO_4$ uygulaması yapılarak bakır stresine maruz bırakılan (Türkyılmaz Ünal vd., 2015), buğday bitkisinde Tre uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Yediyıldız, 2015), buğday bitkisinde K uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Ahangar ve Agarwal, 2017), buğday bitkisinde SNP uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Ali vd., 2017), kumzambağı bitkisinde SL uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Gök Özel, 2018), buğday bitkisinde SL uygulaması yapılarak tuz stresine maruz bırakılan (Önay ve Demirbaş, 2018), Cleome cinsine ait iki bitkinin kuraklık stresine maruz bırakılan (Uzilday, 2010), buğday bitkisinde kuşburnu ekstratı uygulaması yapılarak kuraklık stresine maruz bırakılan (Baltacıer, 2019) ve H_2O_2 ön uygulaması yapılan patlıcan bitkisinde tuz stresine maruz bırakılan (Baysal Furtana vd., 2015), mısır bitkisinde bakır stresine maruz bırakılan (Yetişsin vd., 2018), buğday bitkisinde tuz stresine maruz bırakılan (He vd., 2009; Ashfaque vd., 2014) çalışmalar ile SOD aktivitesi kıyaslandığında benzer artış saptanmıştır. Buna karşın, $2xH_2O_2$ uygulama grubu dışındaki gruplarda H_2O_2 ve TBARS miktarlarının artması yukarıdaki çalışmalar ile kıyaslandığında ters bir ilişki göstermiştir. $2xH_2O_2$ uygulama grubunda ise H_2O_2 miktarı artarken TBARS miktarı azalmıştır. Bu sonuç ise Tabassum vd.

(2017) çalışmasındaki ikinci kez CaCl₂ uygulaması ile elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Çizelge 6.7. Buğday fidelerinin biyokimyasal verilerin korelasyon matrisi

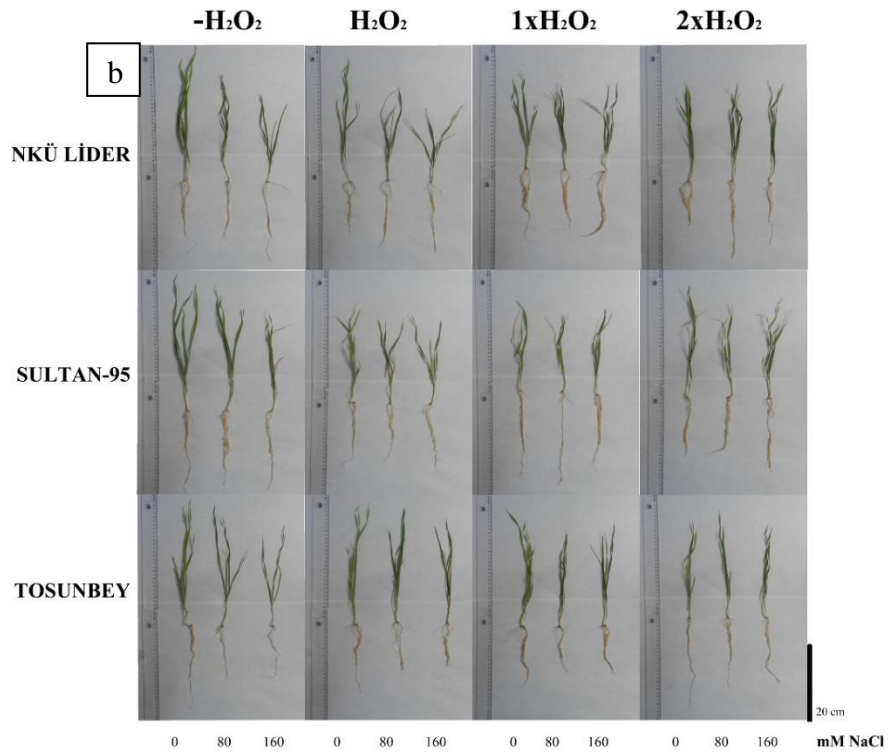
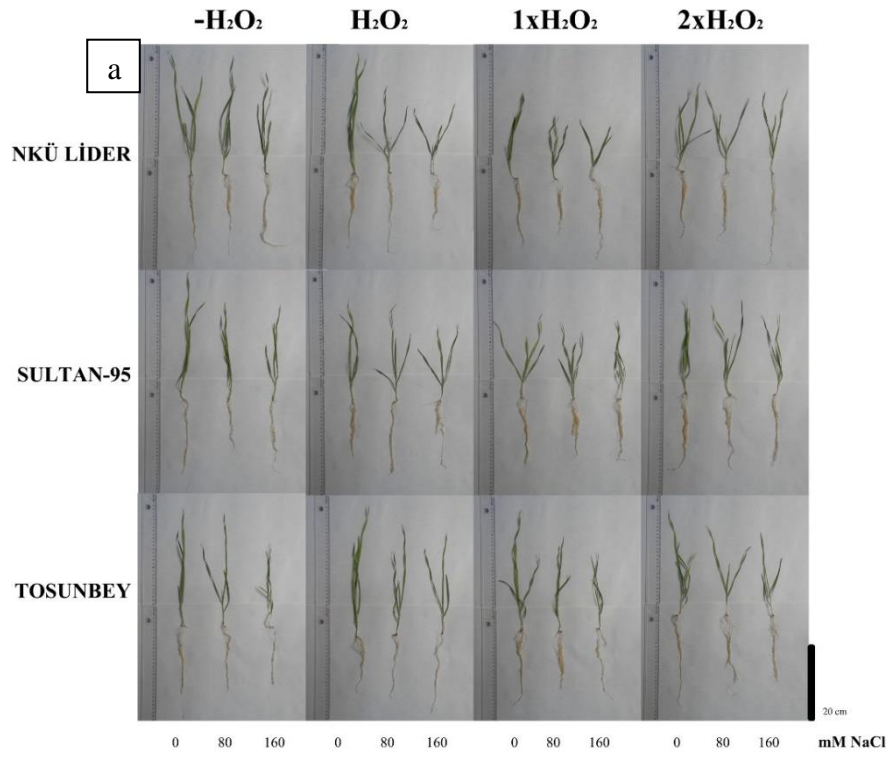
Değişken	H ₂ O ₂	TBARS	SOD	CuZnSOD	FeSOD
H ₂ O ₂	1,000	0,411**	0,152 ^{öd}	0,044 ^{öd}	0,001 ^{öd}
TBARS		1,000	0,007 ^{öd}	0,336**	0,079 ^{öd}
SOD			1,000	0,062 ^{öd}	0,035 ^{öd}
CuZnSOD				1,000	0,322**
FeSOD					1,000

** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,05$, ö.d.: önemli değil (H₂O₂: H₂O₂ miktarı, TBARS: Lipid peroksidasyon miktarı, SOD: Süperoksit dismutaz aktivitesi, CuZnSOD: bakırçinkoSOD izoenzim yoğunluğu, FeSOD: demirSOD izoenzim yoğunluğu)

Çizelge 6.8. Buğday fidelerinin biyokimyasal verilerin kıyaslamalı artış/azalış sonuçları

Değişken		H ₂ O ₂	TBARS	SOD	CuZnSOD	FeSOD
Çeşit	EY	SU	NL	NL	NL	SU
	ED	NL	TO	TO	TO	TO
H ₂ O ₂ uygulaması	H ₂ O ₂					
	1xH ₂ O ₂					
	2xH ₂ O ₂					

ED: En düşük, EY: En Yüksek, H₂O₂: H₂O₂ miktarı, TBARS: Lipid peroksidasyon miktarı, SOD: Süperoksit dismutaz aktivitesi, CuZnSOD: bakırçinkoSOD izoenzim yoğunluğu, FeSOD: demirSOD izoenzim yoğunluğu; NL: NKÜ Lider, SU: Sultan-95, TO: Tosunbey; Siyah: -H₂O₂ grubuna göre artış, Gri: -H₂O₂ grubuna göre azalış, Beyaz: -H₂O₂ grubuna göre değişim olmamıştır sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 6.1. H₂O₂ ön uygulaması yapılmış NKÜ Lider, Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin tuz stresine maruz bırakılmış 35 (a) ve 49 (b) günlük buğday fidelerin görünümü

H₂O₂ ön uygulamasının tuz tolerans seviyesinde bitki gelişimindeki kısa süreli (35 günlük olan fidelerde) tuz stresinin meydana getirdiği baskı uzun süreli (49 günlük) yetiştirme sonunda ikinci kez uygulanan H₂O₂ ön uygulaması ile baskı ortadan kaldırılarak bitki gelişimi iyileştirilmiştir (Şekil 6.1).

Sonuç olarak, buğdayda ekim öncesi yapılan H₂O₂ uygulamasının tuz stresine karşı SOD aktivitesini uyararak buğday bitkisinin gelişimine olumlu yönde katkı sağladığı bu tez çalışmasıyla ilk defa ortaya konmuştur. Bu çalışmada elde edilen bilgilerin, ön uygulamanın bitki tolerans seviyesini nasıl arttırdığı, epigenetik mekanizmanın ne şekilde tetiklendiği, antioksidan savunma sisteminin tüm yönleriyle daha kapsamlı bir şekilde inceleneceği birçok bilimsel çalışma için önemli bir bilgi birikimine olanak sağlayacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Abid, M., Hakeem, A., Shao, Y., Liu, Y., Zahoor, R., Fan, Y., Suyu, J., Ata-Ul-Karim, S. T., Tian, Z., Jiang, D. ve Snider, J. L. (2018). Seed osmopriming invokes stress memory against post-germinative drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 145, 12-20.
- Ahanger, M. A. ve Agarwal, R. M. (2017). Salinity stress induced alterations in antioxidant metabolism and nitrogen assimilation in wheat (*Triticum aestivum* L.) as influenced by potassium supplementation. *Plant Physiology and Biochemistry*, 115, 449-460.
- Ali, Q., Daud, M. K., Haider, M. Z., Ali, S., Rizwan, M., Aslam, N., Noman, A., Iqbal, N., Shahzad, F., Deeba, F., Ali, I. ve Zhu, S.J. (2017). Seed priming by sodium nitroprusside improves salt tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) by enhancing physiological and biochemical parameters. *Plant Physiology and Biochemistry*, 119, 50-58.
- Alvarez, M. E., Pennell, M. I., Meijer, P. J., Ishikawa, A., Dixon, R. A. ve Lamb, C. (1998). Reactive Oxygen Intermediates Mediate a Systemic Signal Network in the Establishment of Plant Immunity. *Cell Vol*, 92, 773-784.
- Anonim, (2018a). DNA Metilasyonu. <https://www.google.com/search?q=dna+metilasyonu&oq=DNA+&aqs=chrome.1.69i57j69i59j0l4.2876j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> (Erişim Tarihi, 22.12.2018).
- Anonim, (2018b). Histon Modifikasyonu. <http://bilimvebilimadami.com/wp-content/uploads/2015/03/Slide08.jpg> (Erişim Tarihi, 22.12.2018).
- Anonim, (2018c). <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Yay%C4%B1nlar/%C3%87E%C5%9E%C4%B0T%20KATALO%C4%9EU-2016.pdf>, (Erişim Tarihi, 03.09.2018).
- Anonim, (2018d). http://www.tdag-ticbor.org.tr/tr/beyaz_1, (Erişim Tarihi, 03.09.2018).
- Anonim, (2018e). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri>, (Erişim Tarihi, 03.09.2018).
- Anonim, (2019). http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30125&tipi=17&sube=0. (Erişim Tarihi, 14.11.2019).

- Arora, D. ve Bhatla, S. C. (2017). Melatonin and Nitric Oxide Regulate Sunflower Seedling Growth Under Salt Stress Accompanying Differential Expression of Cu/Zn SOD and Mn SOD. *Free Radical Biology and Medicine*, 106, 315-328.
- Ashfaque, F., Iqbal, M., Khan, R. ve Khan, N. A. (2014). Exogenously Applied H₂O₂ Promotes Proline Accumulation, Water Relations, Photosynthetic Efficiency and Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Under Salt Stress. *Annual Research & Review in Biology*, 4(1), 105-120.
- Ashraf, M. (2009). Biotechnological Approach of Improving Plant Salt Tolerance Using Antioxidants as Markers. *Biotechnology Advances*, 27(1), 84-93.
- Ashraf, M. ve Harris, P. J. C. (2004). Potential Biochemical Indicators of Salinity Tolerance in Plants. *Plant Science*, 166, 3-16.
- Athar, H. R., Khan, A. ve Ashraf, M. (2008). Exogenously applied ascorbic acid alleviates salt-induced oxidative stress in wheat. *Environmental and Experimental Botany*, 63, 224-231.
- Baltacıer, G. (2019). *Kuraklık Stresi Altındaki İki Buğday Varyetesinde Rosa canina L. Ekstraktının Antioksidan Aktivite Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Barozai, M. Y. K. ve Aziz, A. N. (2018). Recent Plant Growth And Stress Management Related Significant Advancements İn Epigenetics. *Annals of Agrarian Science*, 16, 416-421.
- Baxter, A., Mittler, R. ve Suzuki, N. (2014). ROS As Key Players In Plant Stress Signalling. *Journal of Experimental Botany*, 65, (5), 1229-1240.
- Baysal Furtana, G., Öcal Özdamar, F., Ellialtıoğlu, Ş. ve Tipirdamaz, R. (2015, Eylül 01-04). *Tuz ve Dışsal Hidrojen Peroksit Uygulamasının Tuza Toleransı Farklı İki Patlıcan (Solanum melongena L.) Genotipinde Lipid Peroksidasyonu ve Antioksidan Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkisi*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 56, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Beauchamp, C. ve Fridovich, I. (1971). Superoxide Dismutase: Improved Assay and Applicable to Acrylamid Gels. *Anal. Biochem.*, 44, 276-287.

- Bernt, E. ve Bergmeyer, H. U. (1974). Inorganic peroxides. In: Bergmeyer HU. (Ed.) *Methods of Enzymatic Analysis. Academic Press, 2246-2248.*
- Bor, M., Şahin, H., Kahraman, M., Sevim, G., Pazarlar, S., Çetinkaya, N. ve Özdemir, F. (2018, Eylül 26-29). *Tuz Stresinin Farklı Gelişim Dönemlerindeki Buğday Bitkilerinin Amino Asit Profili Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi*. 3. Uluslararası Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 64, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale.
- Bradford, M. M. (1976). A Rapid And Sensitive Method for The Quantition of Microgram Quantities of Protein Utilizing The Principle of Protein-Dye Binding. *Anal. Biochem.*, 72, 248-254.
- Bruce, T. J. A., Matthes, M. C., Napier, J. A. ve Pickett, J. A. (2007). Stressful ‘‘Memories’’ Of Plants: Evidence And Possible Mechanisms. *Plant Science 173*, 603-608.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S. ve Aras, S. (2012). Bitkilerin Stres Koşullarına Verdiği Moleküler Cevaplar. *Turk Hij Den Biyol Derg*, 69(2), 97-110.
- Can, M. İ. ve Aslan, A. (2016). Epigenetik Mekanizmalar ve Bazı Güncel Çalışmalar. *Karaelmas Fen ve Müh. Derg.* 6(2), 445-452.
- Caseiro, R. F. ve Filho, J. M. (2004). Métodos Para A Secagem De Sementes De Cebola Submetidas Ao Condicionamento Fisiológico. *Horticultura Brasileira*. 23(4), 887-892.
- Chen, K. ve Arora, R. (2013). Priming Memory Invokes Seed Stress-Tolerance. *Environ. Exp. Bot.* 94, 33-45.
- Chinnusamy, V. ve Zhu, J. K. (2009). Epigenetic Regulation Of Stress Responses İn Plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 12, 133-139.
- Chinnusamy, V., Gong, Z. ve Zhu, Z. K. (2008). Abscisic Acid-mediated Epigenetic Processes in Plant Development and Stress Responses. *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(10), 1187-1195.
- Çelik, Ö., Meriç, S., Ayan, A. ve Çimen, A. (2019). Epigenetic Analysis Of WRKY Transcription Factor Genes İn Salt Stressed Rice (*Oryza sativa* L.) Plants. *Environmental and Experimental Botany*. 159, 121-131.

- Dajic, Z. (2005). *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Editörler: Madhava Rao KV, Raghavendra AS, Janardhan Reddy K. 3. Bölüm. 41-99.
- Demirbaş, S. ve Balkan, A. (2018). Tuz Stresi Koşullarında Bazı Triticale Çeşitlerinin Hidrojen Peroksit (H₂O₂) Ön Uygulamasına Tepkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 5-13.
- Demirbaş, S., Seçkin Dinler, B. ve Önay, E. (2015a, Eylül 01-04). *Soya Bitkisinde GR24 Ön Uygulamasının Tuz Stresinin Oluşturduğu Hasarı İyileştirmedeki Rolü*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 78, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Demirbaş, S., Balkan, A., Üder, F. ve Peköz, A. G. (2015b, Eylül 01-04). *Hidrojen Peroksit Ön Uygulamasının Tuz Stresi Koşullarında Tritikalenin Erken Gelişme Dönemindeki Etkisi*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 79, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Dowla, N. U., Edwards, I., O'Hara, G., Islam, S. ve Ma, W. (2018). Developing Wheat for Improved Yield and Adaptation Under a Changing Climate: Optimization of a Few Key Genes. *Engineering* 4, 514-522.
- Duman, İ. ve Gökçöl, A. (2018). Ekim Öncesi Tohum Uygulamaları: "Priming". *Türktob Dergisi*, 26, 4-7.
- Ekmekçi, E., Apan, M. ve Kara, T. (2005). Tuzluluğun Bitki Gelismine Etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3), 118-125.
- Elkoca, E. (2007). Priming: Ekim Öncesi Tohum Uygulamaları. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 38(1), 113-120.
- Esim, N., Karaman, A. ve Atıcı Ö. (2015, Eylül 01-04). *Civa Toksisitesi Altındaki Mısır (Zea mays) Bitkisinde Çimlenme ve Büyüme Parametreleri Üzerine Nitrik Oksit'in Etkisi*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 69, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Foyer, C. H. (2018). Reactive Oxygen Species, Oxidative Signaling And The Regulation Of Photosynthesis. *Environmental and Experimental Botany* 154, 134-142.
- Foyer, C. H., Lopez-Delgado, H., Dat, J. F. ve Scott, I. M. (1997). Hydrogen Peroxide- And Glutathione Associated Mechanisms Of Acclimatory Stress Tolerance And Signalling. *Physiologia Plantarum*, 100, 241-254.

- Freitas Guedes, F. A., Nobres, P., Ferreira, D. C. R., Menezes-Silva, P. E., Ribeiro-Alves, M., Correa, R. L., DaMatta, F. M. ve Alves-Ferreira, M. (2018). Transcriptional Memory Contributes To Drought Tolerance In Coffee (*Coffea canephora*) Plants. *Environmental and Experimental Botany*. 147, 220-233.
- Genç, E., Genişel, M., Erdal, S., Türk, H. ve Taşkın, M. (2015, Eylül 01-04). *Eksojen Tavuk Tüyü Hidrolizatı ile Bitkilerde Tuz Stresinin Yatıştırılması*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 49, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Giannopolities, N. ve Ries, S. K. (1977). Superoxide Dismutase Occurance in Higher Plants. *Plant Physiol.*, 59, 309-314.
- Gill, S. S. ve Tuteja, N. (2010) Reactive Oxygen Species And Antioxidant Machinery In Abiotic Stress Tolerance In Crop Plants. *Plant Physiol. Biochem.*, 48, 909-930.
- González-Bosch, C. (2018). Priming Plant Resistance By Activation Of Redox-Sensitive Genes. *Free Radical Biology and Medicine*, 122, 171-180.
- Gök Özel, Ş. (2018). *Strigolakton Uygulamasıyla Tuz Stresine Karşı Kum Zambağı Bitkisinin Toleransının Arttırılmasında Antioksidan Enzimlerin İşlevi*. (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Görçek, Z. (2013). *Buğdayda Tuz Stresi Kaynaklı Oksidatif Hasarın Yatıştırılması Üzerine Lipoik Asitin Moleküler Ve Biyokimyasal Etkilerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Gören Sağlam, N., Duygun, K., Kaya, G. ve Vardar, F. (2018, Eylül 26-29). *Karrikinolide'in Triticum aestivum Tohumlarında Çimlenme Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. 3. Uluslararası Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 55, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale.
- Grant, J. J. ve Loake, G. J. (2000). Role of Reactive Oxygen Intermediates and Cognate Redox Signaling in Disease Resistance. *Plant Physiology* 124, 21-29.
- Grativol, C., Hemerly, A. S. ve Gomes Ferreira, P. C. (2012). Genetic And Epigenetic Regulation Of Stress Responses In Natural Plant Populations. *Biochimica et Biophysica Acta* 1819, 176-185.

- Gündüz, E. (2008). Ökaryotik Genomların Organizasyonu ve Kontrolü (Çeviri Editörleri: Gündüz E, Demirsoy A, Türkan İ. Biyoloji 6. Baskıdan çeviri). 354-374. Palme Yayıncılık Ankara.
- Hacısalihoglu, C., Sezgin, A., Terzi, R., Kadioğlu, A. ve Sağlam, A. (2015, Eylül 01-04). *Ozmotik Strese Maruz Bırakılan Mısır Fidelerinde Sakkaroz Uygulamasının Yaprak Kıvrılması Üzerine Etkisinin Araştırılması*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 44, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- He, L., Gao, Z. ve Li, R. (2009). Pretreatment of Seed with H₂O₂ Enhances Drought Tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings. *African Journal of Biotechnology*, 8(22), 6151-6157.
- He, Y. ve Li, Z. (2018). Epigenetic Environmental Memories in Plants: Establishment, Maintenance, and Reprogramming. *Trends in Genetics*, 34(11), 856-866.
- İlbağı, H. ve Çıtır, A. (2006). Bitkilerde Virüs Hastalıklarına Karşı Dayanıklılık Mekanizmaları. *Bahçe*, 35(1-2), 109-116.
- Jia, M., Guan, J., Zhai, Z., Geng, Z., Zhang, X., Mao, L. ve Li, A. (2018). Wheat Functional Genomics In The Era Of Next Generation Sequencing: An Update. *The Crop Journal* 6, 7-14.
- Jisha, K. C., Vijayakumari, K. ve Puthur, J. T. (2013). Seed Priming For Abiotic Stress Tolerance: An Overview. *Acta Physiol Plant*, 35, 1381-1396.
- Kılıç, R. ve Korkmaz, K. (2015, Eylül 01-04). *Farklı Dozlarda Uygulanan Hüyük Asit Konsantrasyonlarının Tritikale Çeşitlerinin Büyümesi Üzerine Etkisi*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 123, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Kinoshita, T. ve Seki, M. (2014). Epigenetic Memory for Stress Response and Adaptation in Plants. *Plant Cell Physiol*. 55(11), 1859-1863.
- Kinoshita, Y., Saze, H., Kinoshita, T., Miura, A., Soppe, W. J. J., Koornneef, M. ve Kakutani, T. (2006). Control of FWA gene silencing in Arabidopsis thaliana by SINE-related direct repeats. *The Plant Journal* 49, 38-45.

- Küçükkarakaş, S. (2017). *Bazı Tritikale (\times Triticosecale) Genotiplerinde Hidrojen Peroksit Ön Uygulamasıyla Tuz Stresinin Meydana Getirdiği Oksidatif Hasarın Giderilmesinde Süperoksit Dismutaz Enziminin İşlevi*. (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Lachman, J., Martinek, P., Kotíková, Z., Orsak, M. ve Sulc, M. (2017). Genetics And Chemistry Of Pigments In Wheat Grain-A review. *Journal of Cereal Science*, 74, 145-154.
- Lamke, J. ve Baurle, I. (2017). Epigenetic And Chromatin-Based Mechanisms In Environmental Stress Adaptation And Stress Memory In Plants. *Genome Biology* 18, 124.
- Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyła, L., Kubala, S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M. ve Garnczarska, M. (2016). Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. In Araujo S, Balestrazzi A (Eds). *New Challenges in Seed Biology-Basic and Translation Research Driving Seed Technology*. IntechOpen, Rijeka, Croatia 1-46.
- Madhava Rao, K. V. (2005). *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Editörler: Madhava Rao KV, Raghavendra AS, Janardhan Reddy K. 1. Bölüm. 1-14.
- Madhava Rao, K. V. ve Stresty, T. V. S. (2000). Antioksidative Parameters in The Seedlings of Pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) in Response to Zn and Ni Stresses. *Plant science*, 157, 113-128.
- Mendanha, T., Rosenquist, E., Hyldgaard, B. ve Ottosen, C. O. (2018). Heat Priming Effects On Anthesis Heat Stress In Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L.) With Contrasting Tolerance to Heat Stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 132, 213-221.
- Mittler, R. (2002). Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance. *TRENDS in Plant Science*, 7, 9.
- Neill, S., Desikan, R. ve Hancock, J. (2002). Hydrogen Peroxide Signalling. *Current Opinion in Plant Biology*, 5, 388-395.
- Önay, E. ve Demirbaş, S. (2018, Eylül 26-29). *Ekim Öncesi Yapılan Strigolakton Uygulamasının Tuz Stresi Koşullarında Bazı Buğday Çeşitlerinin Bazı Antioksidan*

Enzimleri Üzerine Etkileri. 3. Uluslararası Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 45, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale.

Özdemir, E. (2012). *Ekmeklik Buğday (Triticum aestivum L.)'da Priming Uygulamalarının Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Özkaynak, E., Yüksel, P., Yüksel, H. ve Orhan, Y. (2015). Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) Organik Priming Uygulamaları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2),149-155.

Parida, A. K. ve Das, A. B. (2005). Salt Tolerance And Salinity Effects On Plants: A Review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60, 324-349.

Radouglou, K. M. ve Jarvis, P. G. (1990). Effects of CO₂ Enrichment on Four Poplar Clones. II. Leaf Surface Properties. *Annals of Botany*, 65, (6), 627-632.

Sağlam, A. (2004). *Ağır Kuraklık Stresi Geçirmiş Ctenanthe setosa Bitkisinin Yeni Kuraklık Koşullarına Adaptasyon Yeteneğinin Araştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Savvides, A., Ali, S., Tester, M. ve Fotopoulos, V. (2016). Chemical Priming of Plants Against Multiple Abiotic Stresses: Mission Possible. *Trends Plant Science*, 21, 329-340.

Saxena, I., Srikanth, S. ve Chen, Z. (2016). Cross Talk Between H₂O₂ and Interacting Signal Molecules Under Plant Stress Response. *Front. Plant Sci.*7, 570.

Seçkin, B. (2010). *Tuzluluk Stresinin Bazı Arpa (Hordeum spp) Türleri Üzerindeki Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkilerinin Araştırılması*. (Doktora Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Shi, X. ve Ling, H. O. (2018). Current Advances In Genome Sequencing of Common Wheat And Its Ancestral Species. *The Crop Journal* 6, 15-21.

Sies, H. (2017). Hydrogen Peroxide As A Central Redox Signaling Molecule In Physiological Oxidative Stress: Oxidative Eustress. *Redox Biology*, 11, 613-619.

Sivasubramaniam, K., Geetha, R., Sujatha, K., Raja, K., Sripunitha, A. ve Selvarani, R. (2011). Seed Priming: *Triumphs and Tribulations*. *Madras Agric. J.*, 98(7-9), 197-209.

- Smart, R. E. ve Bingham, G. E. (1974). Rapid Estimates of Relative Water Content. *Plant Physiol.*, 53(2), 258-260.
- Smirnoff, N. (1993). Tansley Review No. 52 The Role of Active Oxygen In The Response Of Plants To Water Deficit And Desiccation. *New Phytol.* 125, 27-58.
- Şereflioğlu, S. ve Seçkin Dinler, B. (2015, Eylül 01-04). *Tuz Stresi Altındaki Soya (Glycine max L.) Yapraklarına Uygulanan Alfa-Tokoferolün Köklerde Oluşturduğu Etkilerin İncelenmesi*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 77, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Tabassum, T., Farooq, M., Ahmad, R., Zohaib, A. ve Wahid, A. (2017). Seed Priming And Transgenerational Drought Memory Improves Tolerance Against Salt Stress İn Bread Wheat. *Plant Physiology and Biochemistry*, 118, 362-369.
- Tabay, D., Akar, R., Aksakal, Ö. ve Esringü, A. (2015, Eylül 01-04). *Marul Fidelerinde Tuz Stresinin Neden Olduğu Oksidatif Stresin Yatıştırılmasında Eksojen Nitrik Oksidin Rolü*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 100, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Tian, F., Wang, W., Liang, C., Wang, X., Wang, G ve Wang, W. (2017). Overaccumulation Of Glycine Betaine Makes The Function Of The Thylakoid Membrane Better In Wheat Under Salt Stress. *The Crop Journal*, 5, 73-82.
- Türk, H. (2013). *Soğuk Stresine Maruz Kalan Buğday Bitkisinde Melatonin Tarafından İndüklenen Moleküler, Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler*. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Türkan, İ. (2008). Stres Fizyolojisi (Çeviri Editörü: Türkan İ. Bitki Fizyolojisi 3. Baskıdan çeviri). 591-620. Palme Yayıncılık Ankara.
- Türkyılmaz Ünal, B., İşlek, C. ve Koç, E. (2015, Eylül 01-04). *Biber Kalluslarında Bakır Sülfat Uygulamalarının Kapsaisin, Antioksidan Enzimler ve Fenolik Bileşikler Üzerine Etkileri*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 24, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Uzilday, B. (2010). *Kuraklık Stresinin C3 Bitkisi Cleome spinosa ve C4 Bitkisi Cleome gynandra'nın Antioksidant Enzim Sistemi Üzerine Etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Wani, S. H., Kumar, V., Shriram, V. ve Kumar Sah, S. (2016). Phytohormones And Their Metabolic Engineering For Abiotic Stress Tolerance İn Crop Plants. *The Crop Journal*, 4, 162-176.
- Wojtyla, L., Lechowska, K., Kubala, S. ve Garnczarska, M. (2016). Different Modes Of Hydrogen Peroxide Action During Seed Germination. *Front. Plant Sci.* 7, 731.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, T. Ve Uzal, Ö. (2008). Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 18 (1), 61-65.
- Yediyıldız, A. G. (2015, Eylül 01-04). *Tuz Stresine Maruz Bırakılan Buğday Fidelerinde Trehaloz Uygulamasının Antioksidan Sistem Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. 1. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 37, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Yetişsin, F., Demiralay, M., Sağlam, A., Terzi, R. ve Kadioğlu, A. (2018, Eylül 26-29). *Bakır Stresi Altındaki Mısır Fidelerinde Hidrojen Peroksit (H₂O₂) Ön Muamelesinin Antioksidan Sistem Enzimlerinin Aktivitesi Üzerine Etkisi*. 3. Uluslararası Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 63, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Çanakkale.
- Yıldız, M. ve Terzi, H. (2007). Bitkilerin Yüksek Sıcaklık Stresine Toleransının Hücre Canlılığı Ve Fotosentetik Pigmentasyon Testleri İle Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2), 47-60.
- Yıldız, M., Akçalı, N. ve Terzi, H. (2015, Eylül 01-04). *Kanola (Brassica napus L.) Fidelerinde NaCl- Teşvikli Proteomik Değişimler Üzerine Dışsal Lipoik Asidin Etkisi*. I. Ulusal Bitki Fizyolojisi Sempozyumu, s 66, Atatürk Üniversitesi Erzurum.
- Yılmaz, E., Tuna, A. L. ve Bürün, B. (2011). Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7(1), 47-66.

ÖZGEÇMİŞ

Elif Saadet ARICAN, 1994 yılında Tekirdağ'da doğdu. Tekirdağ'ın Hayrabolu ilçesinde Hüseyin Korkmaz İlköğretim okulunda ilköğrenimini tamamladı. 2012 yılında Hayrabolu Anadolu Lisesinde öğrenimini tamamlayıp, 2012 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümünü kazandı. 2017 yılında lisans eğitimini bitirip aynı yıl Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.