

NKUBAP.00.24.AR.14.31 nolu proje

**HİDROJEN PEROKSİT UYGULAMASININ
BUĞDAYIN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİM
DÖNEMİNDEKİ MORFOLOJİK,
FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**Yürütücü: Yrd. Doç. Dr. Alpay BALKAN
Araştırmacı: Yrd. Doç. Dr. Sefer DEMİRBAŞ**

2016

ÖNSÖZ

Buğday, dünya nüfusunun üçte birinin günlük gereksinim duyduğu proteinin yaklaşık yarısını, günlük kalorisinin ise yarıdan fazlasını sağlayan stratejik öneme sahip bir kültür bitkisidir. Geniş adaptasyon yeteneği sayesinde buğday, yeryüzünde farklı ekolojilerde yetiştirilebilmektedir.

Özellikle son yıllarda etkisini giderek hissettiren küresel ısınma etkisiyle ortaya çıkan iklim değişiklikleri buğdayda birim alan veriminde ve ürün kalitesinde önemli düşümlere neden olan abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin etkisinin artmasına neden olmaktadır. Kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk, ağır metaller, UV ışık, yüksek ışık, besin maddesi eksiklikleri, hipoksi gibi abiyotik stres faktörleri ve patojen enfeksiyonu gibi biyotik stres faktörleri ise bitkilerde oksidatif strese neden olan reaktif oksijen türleri (ROT)'nin temel kaynaklarını oluşturmaktadır. Reaktif oksijen türleri (ROT), DNA, protein ve lipid gibi birçok biyolojik molekülün kararlı yapısını bozarak bitkilerde büyüme ve gelişmenin aksamasına neden olmaktadır. Bitkilerde oksidatif strese dayanıklılık/tolerans için yapılacak çalışmalarda en önemli konu, bitkilerin oksidatif strese karşı koyabilmek için sahip oldukları ve kullandıkları morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal/enzimatik tepki mekanizmalarının bilinmesidir.

Oksidatif stresin ekmeklik buğdayda çimlenme ve fide gelişme dönemlerindeki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisinin incelenmesi, oksidatif strese dayanıklı ekmeklik buğday genotiplerinin belirlenmesi ve oksidatif strese dayanıklılık çalışmalarında erken generasyonda kullanılabilecek seleksiyon parametrelerinin saptanması amacıyla Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü öğretim üyeleri tarafından yürütülmüş olan "Hidrojen Peroksit Uygulamasının Buğdayın Çimlenme ve Fide Gelişim Dönemindeki Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerine Etkisi" başlıklı bu çalışma, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonu'nun 14.01.2015 tarih ve 2015/01 sayılı toplantısında alınan 12 no'lu karar ile NKUBAP.00.24.AR.14.31 kodlu araştırma projesi olarak desteklenmiştir.

Projeyi destekleyen Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonuna, projenin yürütülmesi sırasındaki yardımlarından dolayı NKÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü öğrencileri Belgin Ümmü İNKAYA ve Ahsen Gül PEKÖZ ile Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü yüksek lisans öğrencileri Fatih ÜDER ve Şahsine GÖK'e teşekkür ederiz.

Yrd. Doç. Dr. Alpay BALKAN
Proje Yürütücüsü

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ	1
2. GEREÇ VE YÖNTEM.....	4
2.1. Materyal.....	4
2.2. Yöntem	4
2.2.1. Çimlendirme denemesi.....	4
2.2.1.1. Ortalama çimlenme süresi.....	4
2.2.1.2. Çimlenme oranı.....	5
2.2.1.3. Kök sayısı	5
2.2.1.4. Kök uzunluğu	5
2.2.1.5. Gövde uzunluğu.....	5
2.2.1.6. Kök yaş ağırlığı	5
2.2.1.7. Kök kuru ağırlığı	5
2.2.1.8. Toprak üstü yaş ağırlığı.....	5
2.2.1.9. Toprak üstü kuru ağırlığı	5
2.2.2. Saksı denemesi.....	5
2.2.2.1. Morfolojik parametreler	6
2.2.2.1.1. Kök uzunluğu.....	6
2.2.2.1.2. Gövde uzunluğu	6
2.2.2.1.3. Kök yaş ağırlığı.....	6
2.2.2.1.4. Kök kuru ağırlığı	6
2.2.2.1.5. Toprak üstü yaş ağırlığı	6
2.2.2.1.6. Toprak üstü kuru ağırlığı.....	6
2.2.2.2. Fizyolojik parametreler	6
2.2.2.2.1. Klorofil içeriği	6
2.2.2.2.2. Stoma sayısı.....	7
2.2.2.2.3. Stoma eni ve boyu.....	7
2.2.2.2.4. Yaprak su kayıp oranı.....	7

2.2.2.2.5. Bağıl su içeriği	7
2.2.2.3. Biyokimyasal parametreler	7
2.2.2.3.1. Lipit Peroksidasyonu Miktarının Belirlenmesi	7
2.2.2.3.2. Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi	7
2.2.2.3.3. Süperoksit Dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1) Aktivitesinin Belirlenmesi	8
2.2.2.3.4. Askorbat peroksidaz (APX, EC 1.11.1.11) Aktivitesinin belirlenmesi	8
2.2.2.3.5. Glutasyon redüktaz (GR, EC 1.6.4.2) Aktivitesinin belirlenmesi	8
2.2.2.3.6. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) Aktivitesinin Belirlenmesi	8
2.2.2.3.7. Peroksidaz (POX; EC 1.11.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi	8
2.2.2.3.8. Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) Miktarının Belirlenmesi	8
2.2.3. Biyometrik değerlendirme	8
3. BULGULAR	10
3.1. Çimlendirme denemesi	10
3.1.1. Ortalama çimlenme süresi	10
3.1.2. Çimlenme oranı	11
3.1.3. Kök sayısı	12
3.1.4. Kök uzunluğu	13
3.1.5. Gövde uzunluğu	14
3.1.6. Kök yaş ağırlığı	15
3.1.7. Kök kuru ağırlığı	16
3.1.8. Toprak üstü yaş ağırlığı	17
3.1.9. Toprak üstü kuru ağırlığı	18
3.2. Saksı denemesi	19
3.2.1. Morfolojik parametreler	19
3.2.1.1. Kök uzunluğu	21
3.2.1.2. Gövde uzunluğu	24
3.2.1.3. Kök yaş ağırlığı	27
3.2.1.4. Kök kuru ağırlığı	30
3.2.1.5. Toprak üstü yaş ağırlığı	33
3.2.2. Fizyolojik parametreler	39
3.2.2.1. Klorofil içeriği	39
3.2.2.2. Stoma sayısı	42
3.2.2.3. Stoma boyu	45
3.2.2.4. Stoma eni	48
3.2.2.5. Yaprak su kayıp oranı	51
3.2.2.6. Bağıl su içeriği	54

3.2.3. Biyokimyasal parametreler	57
3.2.3.1. Hidrojen peroksit	57
3.2.3.2. Lipit peroksidasyonu	58
3.2.3.3. Süperoksit dismutaz	59
3.2.3.4. Glutasyon redüktaz	61
3.2.3.5. Peroksidaz	62
3.2.3.6. Katalaz	63
3.2.3.7. Askorbat peroksidaz	64
4. TARTIŞMA ve SONUÇ	65
5. KAYNAKLAR	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. H ₂ O ₂ uygulamasından 7 gün sonra yapılan hasat öncesi bitkiler.....	20
Şekil 3.2. H ₂ O ₂ uygulamasından 7 gün sonra buğday fidelerinin kök/gövde fotoğrafları.....	21
Şekil 3.3. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak H ₂ O ₂ miktarında (µM) meydana gelen değişimler.....	58
Şekil 3.4. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak MDA miktarında meydana gelen değişimler (nmol/g YA).	59
Şekil 3.5. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak SOD aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.....	60
Şekil 3.6. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak GR aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.	61
Şekil 3.7. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak POX aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.....	62
Şekil 3.8. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak CAT aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.	63
Şekil 3.9. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H ₂ O ₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak APX aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. Ortalama çimlenme süresine ait varyans analizi sonuçları	10
Çizelge 3. 2. Ortalama çimlenme süresine ait ortalama değerler (gün) ve önemlilik grupları	11
Çizelge 3. 3. Çimlenme oranına ait varyans analizi sonuçları	11
Çizelge 3. 4. Çimlenme oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	12
Çizelge 3. 5. Kök sayısına ait varyans analizi sonuçları	12
Çizelge 3. 6. Kök sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları	13
Çizelge 3. 7. Kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	13
Çizelge 3. 8. Kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	14
Çizelge 3. 9. Gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	14
Çizelge 3. 10. Gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	15
Çizelge 3. 11. Kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	15
Çizelge 3. 12. Kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	16
Çizelge 3. 13. Kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	16
Çizelge 3. 14. Kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	17
Çizelge 3. 15. Toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	17
Çizelge 3. 16. Toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	18
Çizelge 3. 17. Toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	18
Çizelge 3. 18. Toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	19
Çizelge 3. 19. H ₂ O ₂ uygulama gününde kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 3. 20. H ₂ O ₂ uygulama gününde kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	22
Çizelge 3. 21. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 3. 22. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	23
Çizelge 3. 23. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	23
Çizelge 3. 24. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	24
Çizelge 3. 25. H ₂ O ₂ uygulama gününde gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	24
Çizelge 3. 26. H ₂ O ₂ uygulama gününde gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	25
Çizelge 3. 27. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	25
Çizelge 3. 28. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları	26

Çizelge 3. 29. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları.....	26
Çizelge 3. 30. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları.....	27
Çizelge 3. 31. H ₂ O ₂ uygulama gününde kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	27
Çizelge 3. 32. H ₂ O ₂ uygulama gününde kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	28
Çizelge 3. 33. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	28
Çizelge 3. 34. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	29
Çizelge 3. 35. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	29
Çizelge 3. 36. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	30
Çizelge 3. 37. H ₂ O ₂ uygulama gününde kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 3. 38. H ₂ O ₂ uygulama gününde kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	31
Çizelge 3. 39. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	31
Çizelge 3. 40. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	32
Çizelge 3. 41. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	32
Çizelge 3. 42. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	33
Çizelge 3. 43. H ₂ O ₂ uygulama gününde toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	33
Çizelge 3. 44. H ₂ O ₂ uygulama gününde toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları.....	34
Çizelge 3. 45. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	34
Çizelge 3. 46. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları.....	35
Çizelge 3. 47. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	35
Çizelge 3. 48. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları.....	36
Çizelge 3. 49. H ₂ O ₂ uygulama gününde toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	36
Çizelge 3. 50. H ₂ O ₂ uygulama gününde toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları.....	37

Çizelge 3. 51. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	37
Çizelge 3. 52. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları.....	38
Çizelge 3. 53. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları.....	38
Çizelge 3. 54. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları.....	39
Çizelge 3. 55. H ₂ O ₂ uygulama gününde klorofil içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	39
Çizelge 3. 56. H ₂ O ₂ uygulama gününde klorofil içeriğine ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları	40
Çizelge 3. 57. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki klorofil içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	40
Çizelge 3. 58. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki klorofil içeriğine ait ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları.....	41
Çizelge 3. 59. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki klorofil içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	41
Çizelge 3. 60. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki klorofil içeriğine ait ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları.....	42
Çizelge 3. 61. H ₂ O ₂ uygulama gününde stoma sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	42
Çizelge 3. 62. H ₂ O ₂ uygulama gününde stoma sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları	43
Çizelge 3. 63. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	43
Çizelge 3. 64. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları.....	44
Çizelge 3. 65. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma sayısına ait varyans analizi sonuçları.....	44
Çizelge 3. 66. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları.....	45
Çizelge 3. 67. H ₂ O ₂ uygulama gününde stoma boyuna ait varyans analizi sonuçları	45
Çizelge 3. 68. H ₂ O ₂ uygulama gününde stoma boyuna ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları	46
Çizelge 3. 69. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma boyuna ait varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 3. 70. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma boyuna ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları.....	47
Çizelge 3. 71. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma boyuna ait varyans analizi sonuçları.....	47
Çizelge 3. 72. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma boyuna ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları.....	48
Çizelge 3. 73. H ₂ O ₂ uygulama gününde stoma enine ait varyans analizi sonuçları	48

Çizelge 3. 74. H ₂ O ₂ uygulama gününde stoma enine ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları	49
Çizelge 3. 75. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma enine ait varyans analizi sonuçları.....	49
Çizelge 3. 76. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma enine ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları	50
Çizelge 3. 77. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma enine ait varyans analizi sonuçları.....	50
Çizelge 3. 78. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma enine ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları	51
Çizelge 3. 79. H ₂ O ₂ uygulama gününde yaprak su kayıp oranına ait varyans analizi sonuçları	51
Çizelge 3. 80. H ₂ O ₂ uygulama gününde yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	52
Çizelge 3. 81. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 3. 82. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	53
Çizelge 3. 83. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait varyans analizi sonuçları	53
Çizelge 3. 84. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	54
Çizelge 3. 85. H ₂ O ₂ uygulama gününde bağıl su içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	54
Çizelge 3. 86. H ₂ O ₂ uygulama gününde bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	55
Çizelge 3. 87. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki bağıl su içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 3. 88. H ₂ O ₂ uygulanmasından 3 gün sonraki bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	56
Çizelge 3. 89. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki bağıl su içeriğine ait varyans analizi sonuçları.....	56
Çizelge 3. 90. H ₂ O ₂ uygulanmasından 7 gün sonraki bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları	57

HİDROJEN PEROKSİT UYGULAMASININ BUĞDAYIN ÇİMLENME VE FİDE GELİŞİM DÖNEMİNDEKİ MORFOLOJİK, FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu araştırmada, dışarıdan hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulanarak oluşturulmuş oksidatif stresin ekmeklik buğdayda çimlenme ve fide gelişme dönemlerindeki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisinin incelenmesi ve oksidatif strese dayanıklı ekmeklik buğday genotiplerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmada, Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen 3 ekmeklik buğday çeşidi (Flamura 85, Selimiye, Esperia) ve Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş 3 ümitvar ileri ekmeklik buğday hattı (TDE-45-1, TDE-84-5, TDE-111-9) ile kontrol olarak değerlendirilecek 2 ekmeklik buğday çeşidi (Tosunbey-kuraklığa dayanıklı ve Sultan 95-kuraklığa hassas) materyal olarak kullanılmıştır.

Çalışma, 2015-2016 yetiştirme döneminde, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Laboratuvarlarında kontrollü koşullarda çimlenme ve fide gelişme dönemlerini içeren iki deneme şeklinde yürütülmüştür. Denemeler, ele alınan genotipler ana parselleri, farklı yoğunluktaki (0, 50, 100 mM) H_2O_2 solüsyonları alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur.

Çimlenme ortamında (Petri kaplarında) bulunan H_2O_2 'in yoğunluğunun artması buğdayın çimlenme ve erken fide gelişme döneminde çimlenme oranını, kök sayısını, kök uzunluğunu, gövde uzunluğunu, kök yaş ağırlığını, kök kuru ağırlığını, toprak üstü yaş ağırlığını ve toprak üstü kuru ağırlığını önemli bir şekilde azaltmış, ortalama çimlenme süresini ise artırmıştır.

Saksı denemesinde, iki-üç yapraklı dönemdeki buğday fidelerinde oksidatif stres yaratmak için dışarıdan farklı yoğunluktaki (0, 50, 100 mM) H_2O_2 solüsyonları ile sulama yapılmıştır. H_2O_2 uygulamasını izleyen 3. ve 7. günlerde buğday genotiplerinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri incelenmiştir. Dışarıdan uygulanan H_2O_2 'in buğdayda fide gelişme döneminde, kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, klorofil içeriği, stoma boyu ve eni önemli bir şekilde azalmış, stoma sayısı ise artmıştır. Yaprak su kaybı oranı 3. gün artmış, 7. gün ise azalmıştır. Bağıl su içeriği ise sadece 7. gün artmıştır. H_2O_2 konsantrasyonunun ve uygulama süresinin artışı SOD, POX, APX, GR, CAT aktivitesinde dereceli olarak azalmaya neden olmasına rağmen MDA ve H_2O_2 miktarlarında anlamlı değişimler olmamıştır. Bitki yapraklarından yapılan biyokimyasal analizler sonucunda 7. gün sonunda ele alınan genotiplerin yapılan uygulamaya karşı antioksidan savunma sisteminin daha etkili yanıt oluşturduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekmeklik buğday, H_2O_2 , oksidatif stres, morfolojik ve fizyolojik özellikler, antioksidan enzimler

EFFECT OF APPLICATION OF HYDROGEN PEROXIDE ON MORPHOLOGICAL, PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WHEAT AT GERMINATION AND SEEDLING GROWTH STAGES

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effect of oxidative stress created by exogenous application of hydrogen peroxide (H_2O_2) on morphological, physiological and biochemical characteristics of bread wheat at germination and seedling stages, and resistant bread wheat genotypes to oxidative stress.

In this research, three bread wheat cultivars (Flamura 85, Selimiye, Esperia) commonly grown in Thrace Region, three advanced bread wheat lines (TDE 45-1, TDE 84-5, TDE 111-9) improved by Namık Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, and two bread wheat cultivars as control (Tosunbey; drought-tolerant and Sultan 95; drought-sensitive) were used as experimental material.

The study was conducted as two experiments including germination and seedling growth stages at the laboratories of Field Crops Department and Agricultural Biotechnology Department of Agriculture Faculty of Namık Kemal University during 2015-2016 growing season. The experiments were set up bread wheat genotypes as main-plot and different solutions of H_2O_2 (0, 50, 100 mM) as sub-plot in randomized split plot design with 3 replications.

Germination rate, root number, root length, shoot length, root fresh weight, root dry weight, shoot fresh weight and shoot dry weight were significantly reduced by increasing of H_2O_2 concentration in germination media (in Petri dishes), but mean germination time was significantly increased.

In the pot experiment, wheat seedlings at the two-three leaves stage were irrigated with different solutions of H_2O_2 (0, 50, 100 mM) to cause oxidative stress. The morphological, physiological and biochemical characteristics of wheat genotypes were examined on the 3rd and 7th days after H_2O_2 application. Root length, shoot length, root fresh and dry weight, shoot fresh and dry weight, chlorophyll content, stomata length and width at the seedling growth stage of wheat were significantly decreased, but the number of stomata was increased by exogenous application of H_2O_2 . The rate of leaf water loss increased on the 3rd day, but reduced on the 7th day. Leaf relative water content only increased on the 7th day. The activities of SOD, POX, APX, GR, CAT were gradually reduced by increasing concentration and application time of H_2O_2 , but the amounts of MDA and H_2O_2 were not significantly variant. In result of biochemical analysis on plant leaves, it was determined that the response of antioxidant defense system of the genotypes against to application was more effective the end of 7th day than other day.

Key words: Bread wheat, H_2O_2 , oxidative stress, morphological and physiological characteristics, antioxidant enzymes

1. GİRİŞ

İlk kültüre alınan bitkilerden biri olan ve 8000 yıldır tarımı yapılan buğday (*Triticum* spp), Avrupa, Batı Asya ve Kuzey Afrika'daki belli başlı medeniyetlerin temel gıda maddesi olmuştur (Monneveux ve ark., 2012). Bugün de, dünyada kültürü yapılan tahıl cinsleri arasında 218 milyon hektarlık ekiliş ile ilk sırada, 713 milyon tonluk üretimle mısır (1 milyar ton) ve çeltikten (746 milyon ton) sonra üçüncü sırada yer alan stratejik öneme sahip bir kültür bitkisidir (Anonim, 2014). Üretilen buğdayın yaklaşık üçte ikisi insan gıdası olarak, altıda biri ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Monneveux ve ark., 2012).

Geniş adaptasyon yeteneği ile yeryüzünde 20-65° kuzey ve 22-45° güney enlemleri arasında kalan farklı ekolojilerde yetiştirilebilen buğday (Kün, 1996), aynı zamanda ülkemiz için de temel gıda maddesi durumundadır. Ülkemizde yaklaşık 7.8 milyon hektarlık alanda 19 milyon ton civarında buğday üretilmekte, 243 kg/da ortalama verim alınmaktadır (Anonim, 2014).

Özellikle son yıllarda etkisini giderek hissettiren küresel ısınma etkisiyle ortaya çıkan iklim değişiklikleri buğdayda birim alan veriminde ve ürün kalitesinde önemli düşümlere neden olan abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin etkisinin artmasına neden olmaktadır. Bitkilerde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan kuraklık, düşük ve yüksek sıcaklık, tuzluluk, ağır metaller, UV ışık, yüksek ışık, besin maddesi eksiklikleri, hipoksi gibi abiyotik stres faktörleri ve patojen enfeksiyonu gibi biyotik stres faktörleri oksidatif strese neden olan reaktif oksijen türleri (ROT)'nin temel kaynaklarını oluşturmaktadır (Lamb ve Dixon, 1997; Gechev ve ark., 2003).

Bitkilerde oksidatif strese neden olan ROT, fotosentez sırasında O₂'nin suya indirgenmesi, mitokondride suyun yükseltilmesi ve kloroplastlarda elektron aktarımı anında oluşmaktadır (Kacar ve ark., 2002). Reaktif oksijen türleri (ROT), DNA, protein ve lipid gibi birçok biyolojik molekülün kararlı yapısını bozmaktadır. Oksijen indirgenmesinin ilk aşamasında oluşan hidroperoksil (HO₂[·]) ve süperoksit radikali (O₂^{·-}), hücrede lipid peroksidasyonuna neden olmaktadır. Bu sırada, üretildiği bölgeden daha uzak mesafelere difüze olabilen uzun ömürlü hidrojen peroksit (H₂O₂) oluşmaktadır. H₂O₂, amino asitlerin sülfidril (SH) gruplarının oksidasyonu aracılığıyla biyolojik toksisiteye yol açmaktadır. Son aşamada, biyolojik moleküllere karşı yüksek bir ilgi ve çok kuvvetli bir toksik potansiyele sahip, hidroksil radikali (OH[·]) meydana gelmektedir (Dat ve ark., 2000).

Hücre içerisinde ROT moleküllerinin konsantrasyonu arttıkça oksidatif stres uyarılmaya devam eder. ROT, aynı zamanda sistemik ve bölgesel sinyalleşme görevine de sahiptir. Bu gibi durumlarda ROT' nin üretimi, bitkiyi koruyan fakat oksidatif stresle sonuçlanmayan savunma sistemini de uyarmaktadır. ROT konsantrasyonunun artışı oksidatif stres oluşumundan çok kısa bir süre önceye kadar geri dönüşümlüdür. Bu artış engellenemezse hücre ölümü gerçekleşmektedir (Botella ve ark., 2005; Mullineaux ve Baker, 2010). Tüm ROT gibi H₂O₂ de sinyal molekülü olarak işlev görmektedir. Ancak, bu molekül sıvı ve yağ fazda difüze olabilme kabiliyetine sahiptir. Yüksüz bir molekül olan H₂O₂'in yarılanma ömrü, O₂^{·-} ve OH[·] den daha uzundur (Agarwal ve Zhu, 2005).

Gerek stresli gerekse stressiz süreçler sırasında bitki hücrelerinde oluşan ROT' nin kontrolündeki enzimler [SOD (süperoksit dismutaz), CAT (katalaz), POX, GPx (glutasyon peroksidaz), GST (glutasyon-S-transferaz) ve APX (askorbat peroksidaz)] ile düşük moleküler ağırlıklı antioksidanlar (askorbat, glutasyon, fenolik

bileşikler ve tokoferoller) rol oynamaktadırlar. Bu enzimlerin tamamı, antioksidanların [MDAR(monodehidroaskorbat redüktaz), DHAR (dehidroaskorbat redüktaz) ve GR (glutasyon redüktaz)] aktif formlarının yeniden düzenlenmesi için gereklidir (Blokhina ve ark., 2003). Çevresel streslerin artmasıyla ROT miktarındaki artışa karşı bitkilerin geliştirmiş olduğu antioksidan savunma sistemi, hücre zarlarının ve organellerin zarar görmesine engel olmaktadır (Noctor ve Foyer, 1998).

Lin ve Kao (2001), çeltik fidelerine dışarıdan 2.5-10 mM arasında değişen konsantrasyonlarda H_2O_2 uygulamasının kök büyümesini engellediğini, fidelerdeki H_2O_2 içeriğini ise arttırdığını saptamışlardır.

Hameed ve ark. (2003), Pakistan'da, bir ekmeklik buğday hattına erken fide gelişme döneminde oksidatif stres yaratmak için dışarıdan hidrojen peroksit (H_2O_2 -88mM) uyguladıkları çalışmalarında, H_2O_2 uygulamasının yaprak yaş ağırlığını, yaprak uzunluğunu, koleoptil yaş ağırlığını ve koleoptil uzunluğunu önemli bir şekilde azalttığını bildirmişlerdir.

Hameed ve ark. (2004), Pakistan'da, bir ekmeklik buğday genotipine çimlenme ve erken fide gelişme döneminde dışarıdan hidrojen peroksit (H_2O_2 -90mM) uyguladıkları araştırmalarında, H_2O_2 uygulamasının, 4. güne kadar kök ve toprak üstü yaş ağırlığını arttırdığını, daha sonra ise azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, H_2O_2 uygulanmış fidelerde kontrol fidelere göre kök sayısının daha fazla, kök uzunluğunun ise daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

He ve ark. (2009) çimlendirme işleminden önce 6 saat farklı derişimlerdeki (20-140 mM) H_2O_2 çözeltisi içinde bekletilen buğday tohumlarının kuraklık stresine maruz bırakıldıklarında çimlenme yüzdesinde, stoma iletkenliğinde, bitki kuru-yaş ağırlığında ve yaprak alanında artış olduğu saptanmıştır. Ayrıca H_2O_2 uygulamasıyla su kullanım etkinliğinin ve prolin miktarının arttırdığı saptanmıştır. Bu artışın yanında malondialdehit miktarında ve zar hasar oranında azalma olduğu da saptanmıştır. Stres sinyal molekülü olarak H_2O_2 kullanıldığında antioksidan savunma sistemi enzimlerinden APX ve CAT aktivitesinin arttığı ve kuraklık stresine maruz bırakılan buğday bitkilerin fizyolojik olarak daha dayanıklı oldukları saptanmıştır.

Kumar ve ark. (2012), Hindistan'da yürüttükleri araştırmalarında, kontrollü bitki büyüme odasında yetiştirdiklerin 2 buğday çeşidinin 10 günlük fidelerine dışarıdan hidrojen peroksit (H_2O_2 -10 mM) uygulamasının, hücre içinde H_2O_2 birikimini arttırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca, H_2O_2 uygulamasının süperoksit dismutaz (SOD) ve katalazın (CAT) izoenzimlerinin sayısında artışa neden olduğunu gözlemlenmişlerdir. Bunun yanında, yüksek sıcaklık stresine dayanıklı çeşidin dışarıdan H_2O_2 uygulamasına yanıtının hassas çeşide göre daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Lu ve ark. (2013), Çin'de, biri kuraklığa toleranslı diğeri hassas 2 ekmeklik buğday çeşidinin dışarıdan farklı konsantrasyonlarda (0, 25, 50, 100, 200 μ M) uygulanan H_2O_2 'e çimlenme, fide gelişme ve antioksidatif yanıtlarını inceledikleri çalışmalarında, çimlenme oranının, SOD (süperoksit dismutaz), CAT(katalaz) ve GR (glutasyon redüktaz) aktivitesinin kuraklığa hassas olan çeşitte, kök büyümesi, sap büyümesi, POD (peroksidaz) ve APX (askorbat peroksidaz) aktivitesinin ise kurağa toleranslı olan çeşitte daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, çimlenme ve fide gelişme ortamındaki H_2O_2 konsantrasyonundaki artışın kök ve sap uzunluğunu önemli bir şekilde azalttığını, çimlenme oranını ise belli bir konsantrasyona kadar arttırdığını, daha sonra azalttığını saptamışlardır. 50 μ M-200 μ M H_2O_2 uygulamalarının kuraklığa duyarlı buğday çeşidinin (Ningchun) çimlenme hızını

arttırdığı buna karşın hem kuraklığa dayanıklı (Xihan) hem de kuraklığa hassas buğday çeşitlerinin kök ve gövde uzunluğunu önemli şekilde azalttığını saptamışlardır. Özellikle kuraklığa hassas buğday çeşidin H_2O_2 uygulamasına daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

Guzel ve Terzi (2013) mısır bitkisine dışarıdan 0.5 mM H_2O_2 uygulaması yaptıkları çalışmada, büyüme, su içeriği, mineral konsantrasyonu, prolin seviyesi, toplam şeker ve çözünür şekerlerin miktarında artış olduğunu saptamışlardır. H_2O_2 uygulanan bitkilere 0.5 mM $CuSO_4$ (bakır stresi) uygulandığında bakır stresi uygulanan bitkilerde meydana gelen prolin ve toplam şeker içeriğindeki azalmanın aksine bu bitkilerin yapraklarında artış olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada, önceden uygulanan H_2O_2 nin bakır stresi altında oluşan yüksek H_2O_2 miktarını düşürdüğü, bağıl su içeriğini ise arttırdığı saptanmıştır.

Ashfaq ve ark. (2014), Hindistan'da, kontrollü koşullarda yetiştirdikleri bir ekmeklik buğday çeşidine çimlenmeden 1 hafta sonra farklı konsantrasyonlarda (0, 50, 100 nM) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve 100 mM NaCl uyguladıkları araştırmalarında, H_2O_2 uygulamasının 30 günlük buğday fidelerde prolin içeriğini artırarak stres koşullarında korumasını arttırdığını saptamışlardır. Ayrıca, prolin artışının bitkilerin su potansiyeli ve ozmotik potansiyeli de arttırdığı belirlenmiştir. Benzer şekilde H_2O_2 uygulamasıyla stres altındaki bitkilerde meydana gelen pigment içeriğindeki azalmada iyileşme olduğu saptanmıştır. Bitki büyüme parametrelerinde de hem tuz uygulanan hem de uygulanmayan gruplarda iyileşme olduğu saptanmıştır. H_2O_2 uygulamasının tuz stresinin etkisini azalttığını, buna karşın prolin içeriğini, N asimilasyonunu, su tutma kapasitesini ve fotosentetik pigmentlerin etkinliğini arttırdığını bildirmişlerdir.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda, buğday fidelerine dışarıdan H_2O_2 uygulanmasının antioksidan savunma sistemini uyardığı bildirilmiştir (Liu ve ark., 2012). Ülkemizin ortalama buğday veriminin iki katından daha fazla birim alan verimine sahip olan Trakya Bölgesi, ülkemizin önemli buğday üretim bölgelerinden birisidir. Bazı yıllarda, yağışların yetişme mevsimine düzensiz dağılışı, kuraklık, yüksek ve düşük sıcaklıklar gibi abiyotik stres faktörleri ile hastalık ve zararlılar gibi biyotik stres faktörleri oksidatif strese neden olarak Trakya Bölgesi'nin ortalama buğday veriminde ve ürün kalitesinde önemli düşüklüklere neden olmaktadır. Buradan hareketle, oksidatif stresin buğdayın morfolojik ve fizyolojik özellikleri yanında biyokimyasal özellikleri (antioksidan savunma sistemi) üzerine etkilerinin bilinmesi bölgede stres faktörlerine dayanıklı/toleranslı buğday ıslahı çalışmalarında başarı şansını artıracaktır.

Bu bilgiler ışığında bu araştırmada, Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen 3 ekmeklik buğday çeşidi (Flamura 85, Selimiye, Esperia) ve Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş 3 ümitvar ileri ekmeklik buğday hattına (TDE-45-1, TDE-84-5, TDE-111-9) dışarıdan H_2O_2 uygulayarak oluşturulacak oksidatif stresin çimlenme ve fide gelişme dönemlerindeki morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal (antioksidan enzimler) özellikler üzerine etkisinin kuraklığa dayanıklı Tosunbey ve kuraklığa hassas Sultan 95 çeşitleriyle kıyaslanarak incelenmesi, oksidatif strese dayanıklı ekmeklik buğday genotiplerinin belirlenmesi ve oksidatif strese dayanıklılık çalışmalarında erken generasyonda kullanılabilecek seleksiyon parametrelerinin saptanması hedeflenmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu araştırmada, Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen 3 ekmeklik buğday çeşidi (Flamura 85, Selimiye, Esperia) ve Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş 3 ümitvar ileri ekmeklik buğday hattı (TDE-45-1 [Victoria x Bezostaja-I], TDE-84-5 [Selianka x Syrena], TDE-111-9 [Sagittario x Sadova-I]) ile kontrol olarak değerlendirilecek 2 ekmeklik buğday çeşidi (Tosunbey-kuraklığa dayanıklı ve Sultan 95-kuraklığa hassas) materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Araştırma, 2015-2016 yetiştirme döneminde, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü ve Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Laboratuvarlarında kontrollü koşullarda buğdayın çimlenme ve fide gelişme dönemlerini içeren iki farklı deneme (çimlendirme denemesi ve saksı denemesi) şeklinde yürütülmüştür.

2.2.1. Çimlendirme denemesi

Çimlendirme denemesi, ele alınan genotiplerin çimlenme dönemindeki oksidatif strese yanıtlarını belirlemek amacıyla, Petri kaplarında, ele alınan genotipler ana parselleri, farklı yoğunluktaki (0-kontrol (saf su), 50, 100 mM) H₂O₂ (Merck, Germany) solüsyonları alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur.

Deneme materyalini oluşturan ekmeklik buğday genotiplerinin tohumları %1.5'lik sodyum hipoklorit solüsyonunda 15 dk bekletilerek yüzeysel sterilizasyonuna tabi tutulmuş, daha sonra steril kabin altında steril edilmiş saf su ile 3 defa yıkanmıştır (Dhanda ve ark., 2004). Yüzey sterilizasyonu yapılmış tohumlar içerisinde 10 ml H₂O₂ solüsyonu bulunan ve önceden steril edilmiş 9 cm çaplı Petri kaplarına, her kaba 20 tohum olacak şekilde, yine önceden steril edilmiş filtre kağıtları arasına yerleştirilmiştir. Buharlaşmayı önlemek için Petri kapları streç film ile sarılmıştır. Petri kapları daha sonra kontrollü bitki yetiştirme odasına alınmış, 250 µmol.m⁻².s⁻¹ ışık içeren 16/8 saat (aydınlık/karanlık) fotoperiyotta, 25±2°C/15±2°C (gündüz/gece) sıcaklıkta, 60±5% nemli ortamda 8 gün süresince çimlenmeye bırakılmıştır. Tohumların kökçükleri 2 mm kadar uzadığında çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Petri kaplarındaki filtre kağıtları ve H₂O₂ solüsyonları deneme süresince iki günde bir yenilenmiştir.

Çimlendirme denemesinde incelenen özellikler aşağıda verilmiştir.

2.2.1.1. Ortalama çimlenme süresi

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonundaki ortalama çimlenme süreleri (gün) (OÇS), Ellis ve Roberts (1980)' e göre; "OÇS=Σ(fx) / Σf" formülü ile

belirlenmiştir. Formülde; “*r*” sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, “*x*” sayım yapılan gün sayısını ifade etmektedir.

2.2.1.2. Çimlenme oranı

Sekiz gün sonunda Petri kaplarında çimlenen tohumlar sayılmış ve çimlenme oranları belirlenmiştir (ISTA, 1996).

Aşağıdaki ölçümler deneme süresi sonunda Petri kaplarından tesadüfi olarak seçilen 5 bitki üzerinde yapılmıştır.

2.2.1.3. Kök sayısı

Bitkilerin kökleri sayılmış (adet), ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.1.4. Kök uzunluğu

Bitkilerin kök tacı ile köklerinin en uç noktası arasındaki mesafe ölçülmüş (mm), ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.1.5. Gövde uzunluğu

Bitkilerin kök tacı ile yapraklarının en uç noktası arasındaki mesafe ölçülmüş (mm), ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.1.6. Kök yaş ağırlığı

Bitkilerin kökleri kök tacından kesilerek hassas terazide (mg) tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.1.7. Kök kuru ağırlığı

Bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen kökleri, 70 °C’lik etüvde 48 saat kurutulduktan sonra tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.1.8. Toprak üstü yaş ağırlığı

Kök tacından kesilen bitkilerin toprak üstü kısımları hassas terazide (mg) tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.1.9. Toprak üstü kuru ağırlığı

Bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen (mg) toprak üstü kısımları, 70 °C’lik etüvde 48 saat kurutulduktan sonra tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2. Saksı denemesi

Saksı denemesi, ele alınan genotiplerin fide gelişme dönemindeki oksidatif strese yanıtlarını belirlemek amacıyla, perlit içeren saksılarda (13x13 cm), buğday genotipleri ana parselleri, farklı yoğunluktaki (0-kontrol (saf su), 50, 100 mM) H₂O₂ (Merck, Germany) solüsyonları alt parselleri oluşturacak şekilde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulmuştur.

Deneme materyalini oluşturan ekmeklik buğday genotiplerinin tohumlarına çimlendirme denemesinde (2.2.1) açıklandığı gibi yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonu yapılmış tohumlar, içerisinde perlit bulunan plastik saksılara

(13x13 cm), her saksıya 20 tohum olacak şekilde ekilmiştir. Saksılar daha sonra 250 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ışık altında 16/8 saat (aydınlık/karanlık) fotoperiyot, $25\pm2^\circ\text{C}/15\pm2^\circ\text{C}$ (gündüz/gece) sıcaklık ve $60\pm5\%$ nem içeren kontrollü bitki yetiştirme odasına alınmıştır. Saksılar, tohumlar çimlenip fideler 2 yapraklı döneme (Zadoks 12. dönem) gelene kadar %50 Hoagland besin çözeltisiyle sulanmıştır. İki yapraklı döneme gelen fidelerde oksidatif stres yaratmak için Hoagland çözeltisine farklı yoğunluktaki (0-kontrol (%50 Hoagland çözeltisi), 50, 100 mM) H_2O_2 solüsyonları ilave edilerek sulama yapılmıştır.

Stres uygulama gününde ve bunu izleyen 3. ve 7. günlerde saksılardan tesadüfi olarak alınan 5 bitki örneğinde aşağıda açıklanan morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametreler belirlenmiştir.

2.2.2.1. Morfolojik parametreler

2.2.2.1.1. Kök uzunluğu

Bitkilerin kök tacı ile köklerinin en uç noktası arasındaki mesafe ölçülmüş (mm), ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.1.2. Gövde uzunluğu

Bitkilerin kök tacı ile yapraklarının en uç noktası arasındaki mesafe ölçülmüş (mm), ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.1.3. Kök yaş ağırlığı

Bitkilerin kökleri kök tacından kesilerek hassas terazide (mg) tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.1.4. Kök kuru ağırlığı

Bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen kökleri, 70°C 'lik etüvde 48 saat kurutulduktan sonra tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.1.5. Toprak üstü yaş ağırlığı

Kök tacından kesilen bitkilerin toprak üstü kısımları hassas terazide (mg) tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.1.6. Toprak üstü kuru ağırlığı

Bitkilerin yaş ağırlıkları belirlenen (mg) toprak üstü kısımları, 70°C 'lik etüvde 48 saat kurutulduktan sonra tartılmış, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.2. Fizyolojik parametreler

2.2.2.2.1. Klorofil içeriği

Bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yapraklarında “Konica Minolta SPAD-502” portatif klorofilmetre ile ölçülmüş, ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Klorofilmetrenin yapımcı firmasına göre SPAD değer skalasında 1=klorotik veya sarı renk, 50 = koyu yeşil renk olarak belirtilmiştir (Uzunlu, 2006).

2.2.2.2.2. Stoma sayısı

Bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yapraklarına şeffaf tırnak parlaticı sürülmüş ve parlaticının kuruması için beklenmiştir. Kuruyan parlaticı yaprak yüzeyinden dikkatlice kaldırılacak ve bir lam üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra 4x100 büyütmeli mikroskop alanına düşen stomalar sayılmış (adet), ortalaması alınarak belirlenmiştir (Xu ve Zhou, 2008).

2.2.2.2.3. Stoma eni ve boyu

Stoma sayısının belirlendiği 4x100 büyütmeli mikroskop alanına düşen stomaların eni ve boyu oküler mikrometre ile ölçülmüş (μ), ortalaması alınarak belirlenmiştir.

2.2.2.2.4. Yaprak su kayıp oranı

Bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yaprakları alınmış, tartılarak yaş ağırlıkları (mg) olarak belirlenmiştir. Yaş ağırlıkları belirlenen bu yapraklar 30 °C'lik etüvde 2 saat kurutulmuş ve daha sonra tekrar tartılmıştır. Daha sonra yaş ağırlıklarla kuru ağırlıklar arasındaki fark yaş ağırlığa oranlanarak (%)yaprak su kayıp oranı bulunmuştur (Clarke ve McCaig, 1982).

2.2.2.2.5. Bağıl su içeriği

Bitkilerin tam olarak gelişmiş en son çıkan yaprakları alınmış, tartılarak taze (yaş) ağırlıkları (Y.A.) (mg) olarak belirlenmiştir. Daha sonra bu yapraklar petri kaplarında distile su ile tamamen ıslatılmış filtre kâğıdı arasında 24 saat bekletilerek turgor haline getirilmiştir. Turgor haline gelmiş yapraklar, üzerlerindeki su birikintisini uzaklaştırmak için hızlıca kâğıt havlu ile silinmiş, tekrar tartılarak turgor ağırlıkları (T.A.) (mg) olarak saptanmıştır. Daha sonra bu yapraklar 70 °C'de 48 saat kurutularak, kuru ağırlıkları (K.A.) bulunmuştur. Yaprakların bağıl su içerikleri (B.S.İ.) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Cseuz ve ark., 2002).

$$\text{B.S.İ. (\%)}: [\text{Y.A.} - \text{K.A.}] / [\text{T.A.} - \text{K.A.}] \times 100$$

2.2.2.3. Biyokimyasal parametreler

2.2.2.3.1. Lipit Peroksidasyonu Miktarının Belirlenmesi

Analiz sırasında lipit peroksidasyonunun son ürünü olan malondialdehit (MDA) seviyesinin ölçülmesi ile lipit peroksidasyonu derecesi spektrofotometrik olarak belirlenmektedir (Madhava Rao ve Sresty, 2000). MDA derişimi, ekstinksiyon katsayısından ($\epsilon=155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) yararlanılarak ($\text{nmol g yaş ağırlık}^{-1}$) hesaplanmıştır.

2.2.2.3.2. Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi

Bitki örneklerinin toplam protein içeriği Bradford (1976) yöntemiyle saptanmıştır. Bu yöntem için protein standart grafiği, Bovine Serum Albumin (BSA) kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler spektrofotometrede 595 nm dalga boyunda köre karşı okunmuş ve örnekler için toplam protein miktarı (mg/g), standart

grafik üzerinden hesaplanmıştır. Elde edilen protein değerleri, antioksidan enzimlerin aktivitesinin hesaplanması sırasında kullanılmıştır. Spektrofotometrik okumalar yapılmıştır.

2.2.2.3.3. Süperoksit Dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1) Aktivitesinin Belirlenmesi

SOD enzim aktivitesi, Beauchamp ve Fridovich (1971) ve Giannopolities ve Ries, (1977)'e göre belirlenmiştir. Buna göre özütte meydana gelen aktivite, 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ışıklı 25°C' de 10 dk süresince gerçekleştirilen reaksiyon sonunda meydana gelen renk değişiminin spektrofotometrede 560 nm dalga boyunda ölçülmesiyle saptanmıştır. Spesifik enzim aktivitesi, enzim Usi mg protein⁻¹ olarak belirlenmiştir.

2.2.2.3.4. Askorbat peroksidaz (APX, EC 1.11.1.11) Aktivitesinin belirlenmesi

APX enziminin aktivitesi, Nakano ve Asada (1981)'nin yöntemi kullanılarak saptanmıştır. Aktivitenin hesaplanmasında, 290 nm'de askorbatın oksitlenmesiyle oluşan absorbans değeri ve ekstinksiyon katsayısı (2.8 $\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$) kullanılmıştır. Buna göre 1 enzim Usi, dakikada okside olan 1 $\mu\text{mol ml}^{-1}$ askorbat miktarıdır ve spesifik enzim aktivitesi, enzim Usi mg protein⁻¹ olarak belirtilmiştir.

2.2.2.3.5. Glutasyon redüktaz (GR, EC 1.6.4.2) Aktivitesinin belirlenmesi

GR enziminin aktivitesi, Foyer ve Halliwell (1976)'in metoduna göre belirlenmiştir. Glutasyon redüktaz için ekstinksiyon katsayısı 6.2 $\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ 'dir. Hesaplama sırasında bu katsayı kullanılarak GSSG düzeyi belirlenmiştir. 1 enzim Usi, dakikada okside olan glutasyon ($\mu\text{mol ml}^{-1}$) miktarıdır. Spesifik enzim aktivitesi, enzim Usi mg protein⁻¹ g olarak belirtilmiştir.

2.2.2.3.6. Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) Aktivitesinin Belirlenmesi

CAT enziminin aktivitesi, Bergmeyer (1970)'in yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Dakikada tüketilen $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ miktarı, 1 enzim Usi olarak saptanmış ve spesifik enzim aktivitesi, enzim Usi mg protein⁻¹ g olarak belirtilmiştir.

2.2.2.3.7. Peroksidaz (POX; EC 1.11.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi

POX enziminin aktivitesi, Kanner ve Kinsella (1983)'nin metoduna göre belirlenmiştir. Spektrofotometrede 300 nm dalga boyunda 120 sn süresince izlenmiş, spesifik enzim aktivitesi, enzim Usi mg protein⁻¹ olarak belirtilmiştir.

2.2.2.3.8. Hidrojen Peroksit (H₂O₂) Miktarının Belirlenmesi

H₂O₂ miktarı Bernt ve Bergmeyer (1974) metoduna göre belirlenmiştir. Spektrofotometrede 436 nm'de okuma yapılarak H₂O₂ standart eğrisine göre yaprakların H₂O₂ miktarı belirlenir.

2.2.3. Biyometrik değerlendirme

Araştırmadan elde edilen verilerde tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizi (Fisher'in varyans analiz tekniğine göre) yapılmıştır. Denemelerde incelenen özelliklerin ortalama değerleri arasındaki farkların istatistiki anlamda önemlilikleri, MSTAT-C paket programı kullanılarak $P \leq 0.05$ düzeyinde LSD (Least Significant Difference-En Küçük Önemli Fark) testine göre belirlenmiştir (Steel ve Torrie, 1984; Düzgüneş ve ark., 1987). Biyokimyasal

parametrelere ait grafiklerdeki ortalama değerler kendi içinde Tukey testi ile deęerlendirilmiřtir.

3. BULGULAR

Sekiz ekmeklik buğday genotipiyle petri ve saksı koşullarında yürütülen denemelerden elde edilen bulgular aşağıda ayrı başlıklar altında açıklanmış ve tartışılmıştır.

3.1. Çimlendirme denemesi

Ele alınan genotiplerin çimlenme-erken fide gelişme döneminde oksidatif strese yanıtlarını belirlemek amacıyla, farklı yoğunluktaki (0-kontrol (saf su), 50, 100 mM) hidrojen peroksit (H_2O_2) solüsyonlarında Petri kaplarında yürütülen araştırmadan elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında verilmiştir.

3.1.1. Ortalama çimlenme süresi

Ele alınan genotiplerin tohumlarının 3 farklı H_2O_2 solüsyonunda belirlenen ortalama çimlenme süresine (gün) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.1'de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Ortalama çimlenme süresine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	4.311	0.616	44.677**	2.170	2.950
H_2O_2 (H)	2	1.214	0.607	44.047**	3.150	4.980
GxH	14	1.372	0.098	7.110**	1.700	2.120
Hata	48	0.662	0.014			
Genel	71	7.559	0.106			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, ortalama çimlenme süresi yönünden; genotip, H_2O_2 uygulaması ve genotip x H_2O_2 uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.1).

Çizelge 3. 2. Ortalama çimlenme süresine ait ortalama değerler (gün) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	2.00 h-k	2.07 g-j	2.11 f-ı	2.06 c
Esperia	1.81 kl	1.80 l	1.88 jkl	1.83 d
Selimiye	2.05 g-j	2.04 g-j	2.20 d-g	2.10 bc
TDE 84-5	2.16 fgh	1.95 ı-l	1.96 ı-l	2.02 c
TDE 45-1	2.29 c-f	2.73 b	3.02 a	2.68 a
TDE 111-9	2.00 h-k	2.18 e-h	2.44 c	2.20 b
Tosunbey	1.82 kl	2.36 cde	2.39 cd	2.19 b
Sultan-95	1.51 m	1.98 h-l	2.17 fgh	1.89 d
Ortalama	1.96 c	2.14 b	2.27 a	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 0.111 H₂O₂: 0.068 Genotip x H₂O₂: 0.194</i>			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının çimlenme süresini uzattığı saptanmıştır. Genotiplerin ortalama çimlenme süreleri karşılaştırıldığında en hızlı çimlenme süresinin Sultan-95 (1.89) ve Esperia (1.83) genotiplerinde, en yavaş çimlenmenin ise TDE45-1 (2.68) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

3.1.2. Çimlenme oranı

Ele alınan genotiplerin tohumlarının 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen çimlenme oranına (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.3'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3. 3. Çimlenme oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesap	F	
					Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	802.431	114.633	11.384**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	186.111	93.056	9.241**	3.150	4.980
GxH	14	202.778	14.484	1.438	1.700	2.120
Hata	48	483.333	10.069			
Genel	71	1674.653	23.587			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, çimlenme oranı yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.3).

Çizelge 3. 4. Çimlenme oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	96.67	93.33	93.33	94.44 bc
Esperia	98.33	98.33	100.00	98.89 a
Selimiye	100.00	95.00	96.67	97.22 ab
TDE 84-5	96.67	95.00	90.00	93.89 c
TDE 45-1	93.33	86.67	83.33	87.78 d
TDE 111-9	96.67	93.33	93.33	94.44 bc
Tosunbey	98.33	95.00	91.67	95.00 bc
Sultan-95	98.33	98.33	100.00	98.89 a
Ortalama	97.29 a	94.38 b	93.54 b	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 3.008 H₂O₂: 1.842 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının çimlenme oranını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama çimlenme oranları karşılaştırıldığında en yüksek çimlenmenin Esperia (%98.89) ve Sultan-95 (%98.89) genotiplerinde, en düşük çimlenmenin ise TDE45-1 (%87.78) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

3.1.3. Kök sayısı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen kök sayılarına (adet) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.5'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3. 5. Kök sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	4.348	0.621	11.323**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	9.213	4.607	83.970**	3.150	4.980
GxH	14	6.280	0.449	8.176**	1.700	2.120
Hata	48	2.633	0.055			
Genel	71	22.475	0.317			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök sayısı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.5).

Çizelge 3. 6. Kök sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	4.40 fgh	4.67 d-g	4.67 d-g	4.58 bc
Esperia	5.00 bcd	4.87 cde	4.50 e-h	4.79 ab
Selimiye	4.47 fgh	5.13 abc	3.73 j	4.44 cd
TDE 84-5	5.20 abc	5.13 abc	3.80 ij	4.71 b
TDE 45-1	4.73 def	4.13 hı	3.53 j	4.13 e
TDE 111-9	5.13 abc	4.20 h	3.73 j	4.36 d
Tosunbey	4.67 d-g	4.47 fgh	4.33 gh	4.49 cd
Sultan-95	5.40 a	5.33 ab	4.17 hı	4.97 a
Ortalama	4.88 a	4.74 a	4.06 b	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 0.222 H₂O₂: 0.136 Genotip x H₂O₂: 0.385</i>			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök sayısını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök sayıları karşılaştırıldığında en yüksek kök sayısının Sultan-95 (7.97) genotipinde, en az kök sayısının ise TDE45-1 (4.13) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.6).

3.1.4. Kök uzunluğu

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen kök uzunluğuna (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.7’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3. 7. Kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	132.070	18.867	34.070**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	182.219	91.110	164.527**	3.150	4.980
GxH	14	57.453	4.104	7.411**	1.700	2.120
Hata	48	26.581	0.554			
Genel	71	398.323	5.610			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök uzunluğu yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.7).

Çizelge 3. 8. Kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	8.95 bc	8.29 b-e	5.88 h-k	7.71 b
Esperia	11.47 a	7.78 c-f	7.63 d-g	8.96 a
Selimiye	7.03 fgh	6.89 f-ı	2.06 p	5.33 d
TDE 84-5	9.38 b	4.55 lm	4.49 lm	6.14 c
TDE 45-1	8.39 b-e	5.77 ijk	5.39 jkl	6.52 c
TDE 111-9	7.24 efg	3.21 nop	2.71 op	4.38 e
Tosunbey	5.83 h-k	6.50 g-j	3.81 mno	5.38 d
Sultan-95	8.77 bcd	5.04 kl	4.20 lmn	6.00 cd
Ortalama	8.38 a	6.00 b	4.52 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 0.705 H₂O₂: 0.432 Genotip x H₂O₂: 1.222			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun kök uzunluğuna Esperia (8.96) genotipinde, en kısa kök uzunluğuna ise TDE111-9 (4.38) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.8).

3.1.5. Gövde uzunluğu

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen gövde uzunluğuna (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.9'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3. 9. Gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	33.560	4.794	12.947**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	102.564	51.282	138.490**	3.150	4.980
GxH	14	38.884	2.777	7.501**	1.700	2.120
Hata	48	17.774	0.370			
Genel	71	192.782	2.715			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, gövde uzunluğu yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.9).

Çizelge 3. 10. Gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	10.38 abc	9.26 def	8.88 efg	9.51 a
Esperia	10.64 ab	9.60 cde	8.30 fgh	9.51 a
Selimiye	10.95 a	9.78 b-e	5.21 j	8.65 bc
TDE 84-5	11.20 a	8.13 gh	7.69 h	9.01 ab
TDE 45-1	10.27 abc	8.28 fgh	7.80 h	8.78 bc
TDE 111-9	9.95 bcd	6.27 i	5.45 ij	7.22 d
Tosunbey	9.26 def	8.17 gh	7.60 h	8.34 c
Sultan-95	9.49 cde	8.82 efg	7.95 gh	8.75 bc
Ortalama	10.27 a	8.54 b	7.36 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 0.577 H₂O₂: 0.353 Genotip x H₂O₂: 0.998</i>			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının gövde uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama gövde uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun gövde uzunluğuna Esperia (9.51) ve Flamura-85 (9.51) genotipinde, en kısa gövde uzunluğunun ise TDE111-9 (7.22) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.10).

3.1.6. Kök yaş ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen kök yaş ağırlığına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.11’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3. 11. Kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	11262.942	1608.992	373.653**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	11392.242	5696.121	1322.801**	3.150	4.980
GxH	14	5928.328	423.452	98.338**	1.700	2.120
Hata	48	206.693	4.306			
Genel	71	28790.205	405.496			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök yaş ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.11).

Çizelge 3. 12. Kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	57.80 b	49.25 c	34.86 de	47.30 b
Esperia	59.87 b	25.87 hı	22.91 ı	36.21 c
Selimiye	38.19 d	33.38 ef	7.07 l	26.21 f
TDE 84-5	28.27 gh	14.40 k	18.68 j	20.45 g
TDE 45-1	35.80 de	29.08 gh	22.73 ı	29.21 de
TDE 111-9	59.73 b	15.83 jk	14.87 k	30.14 d
Tosunbey	33.53 ef	30.27 fg	18.93 j	27.58 ef
Sultan-95	100.91 a	50.11 c	33.22 ef	61.41 a
Ortalama	51.76 a	31.02 b	21.66 c	
LSD (P≤0.05)	Genotip: 1.967 H₂O₂: 1.205 Genotip x H₂O₂: 3.407			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığa Sultan-95 (61.41) genotipinde, en düşük kök yaş ağırlığının ise TDE84-5 (20.45) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.12).

3.1.7. Kök kuru ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen kök kuru ağırlığına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.13'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.14'te verilmiştir.

Çizelge 3. 13. Kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	107.166	15.309	42.273**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	165.577	82.788	228.600**	3.150	4.980
GxH	14	28.489	2.035	5.619**	1.700	2.120
Hata	48	17.383	0.362			
Genel	71	318.615	4.488			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök kuru ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.13).

Çizelge 3. 14. Kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	6.40 b	4.21 ghi	4.73 efg	5.11 c
Esperia	9.33 a	4.60 efg	4.07 ghi	6.00 b
Selimiye	5.03 d-g	3.57 hij	1.32 m	3.31 de
TDE 84-5	6.32 bc	3.27 ijk	2.05 lm	3.88 d
TDE 45-1	5.20 def	2.80 jkl	2.66 jkl	3.55 de
TDE 111-9	5.33 cde	2.20 lm	2.06 lm	3.20 e
Tosunbey	5.00 efg	4.07 ghi	2.41 kl	3.83 d
Sultan-95	9.53 a	6.00 bcd	4.30 fgh	6.61 a
Ortalama	6.52 a	3.84 b	2.95 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 0.570 H₂O₂: 0.349 Genotip x H₂O₂: 0.988			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök kuru ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığa Sultan-95 (6.61) genotipinde, en düşük kök kuru ağırlığının ise TDE111-9 (3.20) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.14).

3.1.8. Toprak üstü yaş ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen toprak üstü yaş ağırlığına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.15'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.16'da verilmiştir.

Çizelge 3. 15. Toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	7324.843	1046.406	108.853**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	10533.038	5266.519	547.852**	3.150	4.980
GxH	14	2979.559	212.826	22.139**	1.700	2.120
Hata	48	461.426	9.613			
Genel	71	21298.866	299.984			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü yaş ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.15).

Çizelge 3. 16. Toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	75.80 b	65.73 cd	60.83 def	67.46 b
Esperia	95.47 a	67.40 c	62.13 de	75.00 a
Selimiye	77.67 b	60.73 def	32.73 l	57.04 c
TDE 84-5	97.73 a	57.47 e-h	55.33 gh	70.18 b
TDE 45-1	55.87 fgh	53.60 h	46.73 ij	52.07 d
TDE 111-9	76.40 b	41.67 jk	39.50 k	52.52 d
Tosunbey	59.52 efg	47.62 i	43.35 jk	50.16 d
Sultan-95	93.47 a	73.53 b	61.17 de	76.05 a
Ortalama	78.99 a	58.47 b	50.22 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 2.939 H₂O₂: 1.800 Genotip x H₂O₂: 5.089			

Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü yaş ağırlığı baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığa Sultan-95 (76.05) genotipinde, en düşük toprak üstü yaş ağırlığının ise TDE111-9 (52.52) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.16).

3.1.9. Toprak üstü kuru ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı H₂O₂ solüsyonunda belirlenen toprak üstü kuru ağırlığına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.17’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3. 17. Toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	236.471	33.782	45.534**	2.170	2.950
H ₂ O ₂ (H)	2	109.761	54.880	73.974**	3.150	4.980
GxH	14	35.591	2.542	3.427**	1.700	2.120
Hata	48	35.611	0.742			
Genel	71	417.434	5.879			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü kuru ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde bulunmuştur (Çizelge 3.17).

Çizelge 3. 18. Toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	10.40 cde	9.13 efg	8.40 fgh	9.31 b
Esperia	12.40 b	10.73 cd	9.13 efg	10.76 a
Selimiye	9.61 def	7.39 hij	4.80 l	7.27 c
TDE 84-5	14.33 a	9.00 efg	8.60 fgh	10.64 a
TDE 45-1	7.47 hij	6.27 jk	5.80 kl	6.51 c
TDE 111-9	8.47 fgh	6.33 ijk	5.80 kl	6.87 c
Tosunbey	7.73 ghi	6.47 ijk	5.93 kl	6.71 c
Sultan-95	11.47 bc	10.89 cd	9.61 def	10.66 a
Ortalama	10.24 a	8.28 b	7.26 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 0.817 H₂O₂: 0.500 Genotip x H₂O₂: 1.414			

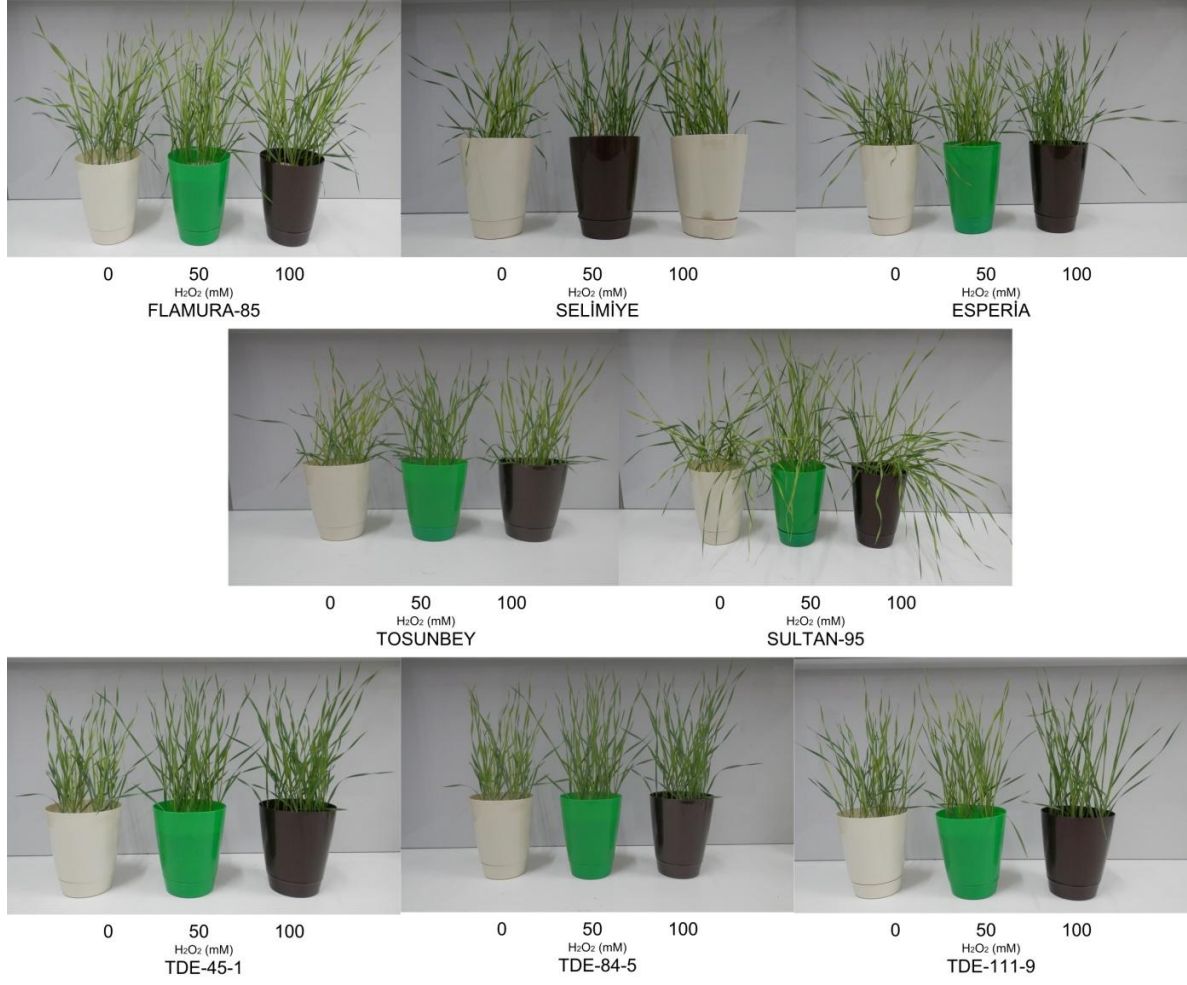
Petri kabında yapılan çimlendirme denemesi sonucunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü kuru ağırlığı baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığa Esperia (10.76) genotipinde, en düşük toprak üstü kuru ağırlığının ise TDE45-1 (6.51) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.18).

3.2. Saksı denemesi

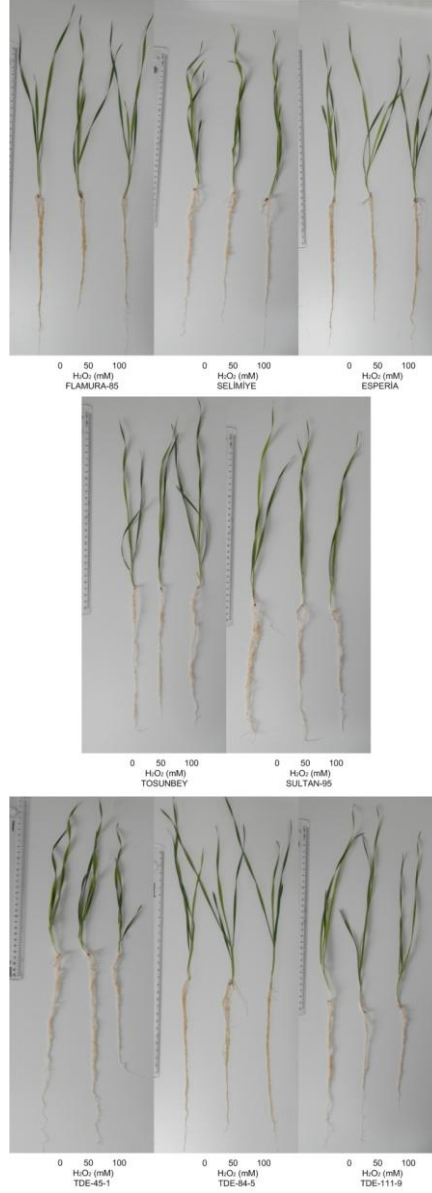
Araştırmada materyal olarak kullanılan ekmeklik buğday genotiplerin fide gelişme dönemindeki (3-5 yapraklı dönem-Zadoks 13.-15. dönem) oksidatif strese yanıtlarını belirlemek amaçlanmıştır. Saksı denemesinde hidrojen peroksit (H₂O₂) uygulama gününde (0. gün) ve bunu takip eden 3. ve 7. günlerde incelenen morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerden elde edilen bulgular aşağıda ayrı başlıklar altında verilmiş ve açıklanmıştır.

3.2.1. Morfolojik parametreler

H₂O₂ uygulamasıyla başlayan örnekleme periyodu 3. ve 7. gün örneklemeleriyle tamamlanmıştır. Morfolojik parametre olarak kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök ve gövde örneklerinin yaş ve kuru ağırlıkları yöntemde belirtildiği gibi belirlenmiştir. 7. güne ait fidelerin fotoğrafları Şekil 3.1’de, örnekleme yapılan bitkilerin görselleri de Şekil 3.2’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. H₂O₂ uygulamasından 7 gün sonra yapılan hasat öncesi bitkiler.



Şekil 3.2. H₂O₂ uygulamasından 7 gün sonra buğday fidelerinin kök/gövde fotoğrafları.

3.2.1.1. Kök uzunluğu

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen kök uzunluklarına (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.19'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3. 19. H₂O₂ uygulama gününde kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	228.946	32.707	11.895**	2.660	4.030
Hata	16	43.993	2.750			
Genel	23	272.940	11.867			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin kök uzunlukları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.19).

Çizelge 3. 20. H₂O₂ uygulama gününde kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	18.00 e
Esperia	23.67 bc
Selimiye	25.70 abc
TDE 84-5	22.83 cd
TDE 45-1	26.10 ab
TDE 111-9	28.07 a
Tosunbey	20.07 de
Sultan-95	24.73 bc
LSD (P≤0.05): 2.870	

Saksı denemesinin başlangıç gününde ortalama kök uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun kökün TDE111-9 (28.07) genotipinde, en düşük kök uzunluğunun ise Flamura-85 (18.00) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.20).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen kök uzunluklarına (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.21’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3. 21. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	107.991	15.427	4.476**	2.660	4.030
Hata-1	16	55.142	3.446			
H ₂ O ₂ (H)	2	301.502	150.751	105.441**	3.230	5.180
GxH	14	72.940	5.210	3.644**	1.790	2.290
Hata	32	45.751	1.430			
Genel	71	583.326	8.216			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök uzunluğu yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.21).

Çizelge 3. 22. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	28.80 bc	27.27 c-f	24.00 gh	26.69 ab
Esperia	29.97 b	26.70 def	24.00 gh	26.89 ab
Selimiye	28.17 bcd	26.93 c-f	22.33 hı	25.81 b
TDE 84-5	26.10 ef	23.63 hı	21.97 ı	23.90 b
TDE 45-1	29.40 b	28.80 bc	25.73 fg	27.98 a
TDE 111-9	29.60 b	27.27 c-f	25.70 fg	27.52 ab
Tosunbey	33.27 a	26.17 ef	23.70 hı	27.71 a
Sultan-95	28.07 b-e	26.53 def	25.83 fg	26.81 ab
Ortalama	29.17 a	26.66 b	24.16 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 1.855 H₂O₂: 0.703 Genotip x H₂O₂: 1.988			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun kök TDE 45-1 (27.98) genotipinde, en kısa kök uzunluğunun ise TDE 84-5 (23.90) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.22).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen kök uzunluklarına (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.23’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3. 23. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	281.634	40.233	12.538**	2.660	4.030
Hata-1	16	51.342	3.209			
H ₂ O ₂ (H)	2	456.068	228.034	113.701**	3.230	5.180
GxH	14	175.894	12.564	6.265**	1.790	2.290
Hata	32	64.178	2.006			
Genel	71	1029.117	14.495			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök uzunluğu yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.23).

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun kök TDE 45-1 (29.37) genotipinde, en kısa kök uzunluğunun ise Esperia (22.82) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.24).

Çizelge 3. 24. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	29.00 de	27.67 ef	26.60 fgh	27.76 a-c
Esperia	25.13 ghi	22.57 jkl	20.77 l	22.82 e
Selimiye	27.30 efg	25.97 fgh	24.83 hij	26.03 cd
TDE 84-5	26.83 e-h	24.90 hij	22.13 kl	24.62 d
TDE 45-1	33.20 ab	31.70 bc	23.20 ijk	29.37 a
TDE 111-9	34.20 a	26.33 fgh	21.37 kl	27.30 bc
Tosunbey	30.60 cd	27.47 efg	22.83 i-l	26.97 bc
Sultan-95	30.97 bcd	27.97 ef	26.23 fgh	28.39 ab
Ortalama	29.65 a	26.82 b	23.50 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.790 H₂O₂: 0.833 Genotip x H₂O₂: 2.355</i>			

3.2.1.2. Gövde uzunluğu

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen gövde uzunluklarına (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.25’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.26’da verilmiştir.

Çizelge 3. 25. H₂O₂ uygulama gününde gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	89.676	12.811	5.054**	2.660	4.030
Hata	16	40.553	2.535			
Genel	23	130.230	5.662			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin gövde uzunlukları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.25).

Çizelge 3. 26. H₂O₂ uygulama gününde gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	22.60 c
Esperia	23.43 bc
Selimiye	25.50 ab
TDE 84-5	23.30 bc
TDE 45-1	23.60 bc
TDE 111-9	28.20 a
Tosunbey	21.90 c
Sultan-95	25.83 ab
LSD ($P \leq 0.05$): 2.756	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının gövde uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama gövde uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun geövdenin TDE111-9 (28.20) genotipinde, en düşük gövde uzunluğunun ise Tosunbey (21.90) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.26).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen gövde uzunluklarına (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.27’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.28’de verilmiştir.

Çizelge 3. 27. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	256.884	36.698	14.842**	2.660	4.030
Hata-1	16	39.560	2.472			
H ₂ O ₂ (H)	2	126.462	63.231	58.922**	3.230	5.180
GxH	14	16.471	1.177	1.096	1.790	2.290
Hata	32	34.340	1.073			
Genel	71	473.718	6.672			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, gövde uzunluğu yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.27).

Çizelge 3. 28. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	26.47	25.07	23.43	24.99 e
Esperia	26.53	26.43	23.90	25.62 de
Selimiye	30.57	28.63	26.57	28.59 b
TDE 84-5	27.87	25.80	23.23	25.63 de
TDE 45-1	27.93	26.13	25.90	26.66 cd
TDE 111-9	32.73	30.37	28.93	30.68 a
Tosunbey	26.10	25.37	23.70	25.06 e
Sultan-95	30.07	27.10	26.63	27.93 ab
Ortalama	28.53 a	26.86 b	25.29 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.571 H₂O₂: 0.609 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının gövde uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama gövde uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun gövdenin TDE 111-9 (30.68) genotipinde, en kısa kök uzunluğunun ise Flamura-85 (24.99) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.28).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen gövde uzunluklarına (cm) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.29'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.30'da verilmiştir.

Çizelge 3. 29. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki gövde uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	416.295	59.471	35.481**	2.660	4.030
Hata-1	16	26.818	1.676			
H ₂ O ₂ (H)	2	82.054	41.027	30.286**	3.230	5.180
GxH	14	24.404	1.743	1.287	1.790	2.290
Hata	32	43.349	1.355			
Genel	71	592.920	8.351			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, gövde uzunluğu yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.29).

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının gövde uzunluğunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama gövde uzunlukları karşılaştırıldığında en uzun kök TDE 111-9 (33.28) genotipinde, en kısa

gövde uzunluğunun ise TDE 45-1 (25.63) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.30).

Çizelge 3. 30. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki gövde uzunluğuna ait ortalama değerler (cm) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	29.47	28.43	28.57	28.82 c
Esperia	26.67	25.47	25.37	25.83 de
Selimiye	31.50	31.23	29.70	30.81 b
TDE 84-5	30.47	27.57	27.13	28.39 c
TDE 45-1	27.67	25.33	23.90	25.63 e
TDE 111-9	34.43	33.97	31.43	33.28 a
Tosunbey	28.43	26.50	26.27	27.07 d
Sultan-95	31.80	28.97	27.37	29.38 c
Ortalama	30.05 a	28.43 b	27.47 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 1.294 H₂O₂: 0.684 Genotip x H₂O₂: -			

3.2.1.3. Kök yaş ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen kök yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.31’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3. 31. H₂O₂ uygulama gününde kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	96108.000	13729.714	19.881**	2.660	4.030
Hata	16	11049.333	690.583			
Genel	23	107157.333	4659.014			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin kök yaş ağırlıkları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.31).

Çizelge 3. 32. H₂O₂ uygulama gününde kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	241.00 b
Esperia	347.33 a
Selimiye	348.67 a
TDE 84-5	371.00 a
TDE 45-1	209.00 b
TDE 111-9	208.33 b
Tosunbey	246.33 b
Sultan-95	325.67 a
LSD ($P \leq 0.05$): 45.488	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığın TDE84-5 (371.00) genotipinde, en düşük kök yaş ağırlığının ise TDE111-9 (208.33) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.32).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen kök yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.33'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.34'te verilmiştir.

Çizelge 3. 33. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	179797.500	25685.357	18.967**	2.660	4.030
Hata-1	16	21667.333	1354.208			
H ₂ O ₂ (H)	2	172191.000	86095.500	169.320**	3.230	5.180
GxH	14	54832.333	3916.595	7.703**	1.790	2.290
Hata	32	16271.333	508.479			
Genel	71	444759.500	6264.218			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök yaş ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.33).

Çizelge 3. 34. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	254.00 hı	239.00 ı	237.00 ij	243.33 e
Esperia	441.00 a	348.00 c-e	274.33 ghı	354.44 b
Selimiye	386.67 b	384.00 bc	326.67 ef	365.78 ab
TDE 84-5	393.33 b	266.00 hı	200.67 j	286.67 cd
TDE 45-1	358.33 b-e	281.00 gh	152.33 k	263.89 de
TDE 111-9	450.33 a	385.00 bc	365.33 b-d	400.22 a
Tosunbey	349.00 c-e	335.67 def	243.67 hı	309.44 c
Sultan-95	373.33 bc	309.33 fg	248.00 hı	310.22 c
Ortalama	375.75 a	318.50 b	256.00 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 36.777 H₂O₂: 13.260 Genotip x H₂O₂: 37.503			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en büyük kök yaş ağırlığına TDE 111-9 (400.22) genotipinde, en düşük kök yaş ağırlığı ise Flamura-85 (243.33) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.34).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen kök yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.35'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.36'da verilmiştir.

Çizelge 3. 35. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	169503.319	24214.760	26.614**	2.660	4.030
Hata-1	16	14557.556	909.847			
H ₂ O ₂ (H)	2	247310.583	123655.292	197.983**	3.230	5.180
GxH	14	29514.972	2108.212	3.375**	1.790	2.290
Hata	32	19986.444	624.576			
Genel	71	480872.875	6772.857			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök yaş ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.35).

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en ağır kök TDE 84-5 (479.89) genotipinde, en düşük ağırlığın ise TDE 45-1 (324.33) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.36).

Çizelge 3. 36. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	369.00 fg	344.67 ghı	283.67 jk	332.44 cd
Esperia	509.00 ab	433.67 cde	326.33 hı	423.00 b
Selimiye	449.00 cd	323.33 ij	306.67 ijk	359.67 c
TDE 84-5	528.33 a	498.33 ab	413.00 de	479.89 a
TDE 45-1	397.67 ef	340.67 ghı	234.67 l	324.33 d
TDE 111-9	428.67 cde	368.00 fg	277.00 k	357.89 c
Tosunbey	412.00 de	365.00 fgh	305.33 ijk	360.78 c
Sultan-95	467.67 bc	329.00 ghı	266.33 kl	354.33 cd
Ortalama	445.17 a	375.33 b	301.63 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 30.145 H₂O₂: 14.696 Genotip x H₂O₂: 41.564</i>			

3.2.1.4. Kök kuru ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen kök kuru ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.37’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.38’de verilmiştir.

Çizelge 3. 37. H₂O₂ uygulama gününde kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	506.500	72.357	6.315**	2.660	4.030
Hata	16	183.333	11.458			
Genel	23	689.833	29.993			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin kök kuru ağırlıkları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.37).

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök kuru ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığın TDE84-5 (40.33) genotipinde, en düşük kök kuru ağırlığının ise TDE45-1 (26.00) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.38).

Çizelge 3. 38. H₂O₂ uygulama gününde kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	34.00 b
Esperia	33.33 b
Selimiye	35.67 ab
TDE 84-5	40.33 a
TDE 45-1	26.00 c
TDE 111-9	37.00 ab
Tosunbey	26.67 c
Sultan-95	31.67 bc
LSD ($P \leq 0.05$): 5.859	

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen kök kuru ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.39'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.40'ta verilmiştir.

Çizelge 3. 39. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	371.431	53.062	6.542**	2.660	4.030
Hata-1	16	129.778	8.111			
H ₂ O ₂ (H)	2	1734.250	867.125	59.010**	3.230	5.180
GxH	14	358.194	25.585	1.741	1.790	2.290
Hata	32	470.222	14.694			
Genel	71	3063.875	43.153			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök kuru ağırlığı yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.39).

Çizelge 3. 40. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	36.33	32.33	31.33	33.33 cd
Esperia	44.67	31.33	30.00	35.33 bc
Selimiye	44.66	43.00	31.67	39.78 a
TDE 84-5	43.00	32.67	24.33	33.33 cd
TDE 45-1	40.67	31.33	25.33	32.44 d
TDE 111-9	41.33	35.00	34.00	36.78 b
Tosunbey	39.00	36.33	29.00	34.78 b-d
Sultan-95	39.00	33.67	27.00	33.22 cd
Ortalama	41.08 a	34.46 b	29.08 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 2.846 H₂O₂: 2.254 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek kök kuru ağırlığına Selimiye (39.78) genotipinde, en düşük kök kuru ağırlığı ise TDE 45-1 (32.44) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.40).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen kök kuru ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.41’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.42’de verilmiştir.

Çizelge 3. 41. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	2111.500	301.643	29.589**	2.660	4.030
Hata-1	16	163.111	10.194			
H ₂ O ₂ (H)	2	3534.694	1767.347	179.984**	3.230	5.180
GxH	14	745.083	53.220	5.420**	1.790	2.290
Hata	32	314.222	9.819			
Genel	71	868.611	96.741			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, kök kuru ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.41).

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının kök kuru ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama kök kuru

ağırlıkları karşılaştırıldığında en ağır kök TDE 84-5 (52.00) genotipinde, en düşük ağırlığın ise TDE 45-1 (35.00) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.42).

Çizelge 3. 42. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki kök kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	48.33 de	37.67 g-j	36.67 ij	40.89 bc
Esperia	60.00 a	51.67 cd	38.00 g-j	49.89 a
Selimiye	57.67 ab	38.00 g-j	33.33 j	43.00 b
TDE 84-5	58.67 ab	55.00 abc	42.33 fgh	52.00 a
TDE 45-1	42.67 fg	35.67 ij	26.67 k	35.00 d
TDE 111-9	48.00 de	37.33 hij	35.00 ij	40.11 bc
Tosunbey	43.33 ef	38.67 f-ı	36.67 ij	39.56 c
Sultan-95	53.67 bc	34.00 ij	27.67 k	38.44 c
Ortalama	51.54 a	41.00 b	34.54 c	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 3.191 H ₂ O ₂ : 1.843 Genotip x H ₂ O ₂ : 5.211			

3.2.1.5. Toprak üstü yaş ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen toprak üstü yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.43'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.44'te verilmiştir.

Çizelge 3. 43. H₂O₂ uygulama gününde toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	Hesap	F	
					Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	49038.667	7005.524	7.481**	2.660	4.030
Hata	16	14983.333	936.458			
Genel	23	64022.000	2783.565			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin toprak üstü yaş ağırlıkları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.43).

Çizelge 3. 44. H₂O₂ uygulama gününde toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	194.33 b
Esperia	296.00 a
Selimiye	289.33 a
TDE 84-5	330.67 a
TDE 45-1	228.33 b
TDE 111-9	308.00 a
Tosunbey	225.00 b
Sultan-95	296.33 a
LSD (P≤0.05): 52.971	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü yaş ağırlıklarını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığın TDE84-5 (330.67) genotipinde, en düşük toprak üstü yaş ağırlıklarının ise Flamura-85 (194.33) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.44).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen toprak üstü yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.45'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.46'da verilmiştir.

Çizelge 3. 45. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	138378.653	19768.379	21.987**	2.660	4.030
Hata-1	16	14385.333	899.083			
H ₂ O ₂ (H)	2	79526.194	39763.097	100.343**	3.230	5.180
GxH	14	9761.139	697.224	1.759	1.790	2.290
Hata	32	12680.667	396.271			
Genel	71	254731.986	3587.774			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü yaş ağırlığı yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.45).

Çizelge 3. 46. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	328.33	293.67	235.00	285.67 de
Esperia	406.33	391.67	336.67	378.22 b
Selimiye	285.67	277.00	250.33	271.00 e
TDE 84-5	357.00	310.00	273.67	313.56 cd
TDE 45-1	385.33	352.33	273.67	337.11 c
TDE 111-9	463.67	403.33	380.33	415.78 a
Tosunbey	358.00	350.00	293.33	333.78 c
Sultan-95	387.67	329.33	281.33	332.78 c
Ortalama	371.50 a	338.42 b	290.54 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 29.966 H₂O₂: 11.706 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en ağır TDE 111-9 (415.78) genotipinde, en düşük toprak üstü yaş ağırlığı ise Selimiye (271.00) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.46).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen toprak üstü yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.47’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.48’de verilmiştir.

Çizelge 3. 47. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	111197.986	15885.427	9.272**	2.660	4.030
Hata-1	16	27412.667	1713.292			
H ₂ O ₂ (H)	2	89923.111	44961.556	104.445**	3.230	5.180
GxH	14	16890.222	1206.444	2.803**	1.790	2.290
Hata	32	13775.333	430.479			
Genel	71	259199.319	3650.695			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü yaş ağırlığı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.47).

Çizelge 3. 48. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü yaş ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	464.67 bcd	428.33 efg	427.33 efg	440.11 ab
Esperia	430.00 efg	402.33 g-j	376.33 ijk	402.89 bc
Selimiye	477.00 abc	427.00 efg	372.67 jkl	425.56 b
TDE 84-5	507.33 a	492.67 ab	437.00 def	479.00 a
TDE 45-1	423.33 e-h	381.67 ij	340.00 lm	381.67 c
TDE 111-9	471.33 bcd	451.67 cde	389.67 hij	437.56 b
Tosunbey	450.33 cde	409.33 f-i	345.67 klm	401.78 bc
Sultan-95	423.00 e-h	331.33 m	266.33 n	340.22d
Ortalama	455.88 a	415.54 b	369.38 c	
LSD (P≤0.05)	Genotip: 41.366 H₂O₂: 12.200 Genotip x H₂O₂: 34.507			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü yaş ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü yaş ağırlıkları karşılaştırıldığında en ağır kök TDE 84-5 (479.00) genotipinde, en düşük ağırlığın ise Sultan-95 (340.22) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.48).

3.2.1.6. Toprak üstü kuru ağırlığı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen toprak üstü yaş ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.49'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.50'de verilmiştir.

Çizelge 3. 49. H₂O₂ uygulama gününde toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	734.000	104.857	5.064**	2.660	4.030
Hata	16	331.333	20.708			
Genel	23	1065.333	46.319			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin toprak üstü kuru ağırlıkları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.49).

Çizelge 3. 50. H₂O₂ uygulama gününde toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	36.67 c
Esperia	42.33 c
Selimiye	43.67 bc
TDE 84-5	52.00 a
TDE 45-1	38.00 c
TDE 111-9	51.00 ab
Tosunbey	37.33 c
Sultan-95	41.67 c
LSD ($P \leq 0.05$): 7.877	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü kuru ağırlığı baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en yüksek ağırlığın TDE84-5 (52.00) genotipinde, en düşük toprak üstü kuru ağırlıklarının ise Flamura-85 (36.67) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.50).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen toprak üstü kuru ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.51’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.52’de verilmiştir.

Çizelge 3. 51. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	504.889	72.127	1.858	2.660	4.030
Hata-1	16	621.111	38.819			
H ₂ O ₂ (H)	2	2285.583	1142.792	84.089**	3.230	5.180
GxH	14	211.528	15.109	1.112	1.790	2.290
Hata	32	434.889	13.590			
Genel	71	4058.000	57.155			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü kuru ağırlığı yönünden; H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.51).

Çizelge 3. 52. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	56.33	47.33	43.00	48.89
Esperia	56.00	50.33	45.67	50.67
Selimiye	55.67	46.00	42.67	48.11
TDE 84-5	58.33	48.67	42.00	49.67
TDE 45-1	57.67	52.00	39.00	49.56
TDE 111-9	63.67	56.33	50.00	56.67
Tosunbey	55.33	54.00	47.33	52.22
Sultan-95	57.33	47.00	40.33	48.22
Ortalama	57.54 a	50.21 b	43.75 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	Genotip: - H ₂ O ₂ : 11.706 Genotip x H ₂ O ₂ : -			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü kuru ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en ağır TDE 111-9 (56.67) genotipinde, en düşük toprak üstü kuru ağırlığı ise Selimiye (48.11) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.52).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen toprak üstü kuru ağırlıklarına (mg) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.53'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.54'te verilmiştir.

Çizelge 3. 53. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	5370.542	767.220	19.444**	2.660	4.030
Hata-1	16	631.333	39.458			
H ₂ O ₂ (H)	2	2555.583	1277.792	68.073**	3.230	5.180
GxH	14	341.750	24.411	1.300	1.790	2.290
Hata	32	600.667	18.771			
Genel	71	9499.875	133.801			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, toprak üstü kuru ağırlığı yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksiyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.53).

Çizelge 3. 54. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki toprak üstü kuru ağırlığına ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	69.67	66.33	59.67	65.22 bc
Esperia	70.33	70.00	64.33	68.22 bc
Selimiye	84.67	77.33	69.33	77.11 a
TDE 84-5	85.67	77.67	73.33	78.89 a
TDE 45-1	71.67	65.00	54.67	63.78 c
TDE 111-9	77.33	73.67	59.33	70.11 b
Tosunbey	62.67	55.33	47.00	55.00 d
Sultan-95	65.00	52.00	43.00	53.33 d
Ortalama	73.38 a	67.17 b	58.83 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 6.278 H₂O₂: 2.548 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının toprak üstü kuru ağırlığını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama toprak üstü kuru ağırlıkları karşılaştırıldığında en ağır kök TDE 84-5 (78.89) genotipinde, en düşük ağırlığın ise Sultan-95 (53.33) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.54).

3.2.2. Fizyolojik parametreler

3.2.2.1. Klorofil içeriği

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen klorofil içeriklerine (SPAD) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.55'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.56'da verilmiştir.

Çizelge 3. 55. H₂O₂ uygulama gününde klorofil içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	394.186	56.312	10.041**	2.660	4.030
Hata	16	89.733	5.608			
Genel	23	483.920	21.040			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin klorofil içerikleri arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.55).

Çizelge 3. 56. H₂O₂ uygulama gününde klorofil içeriğine ait ortalama değerler (mg) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	46.40 a
Esperia	41.33 b
Selimiye	39.07 bc
TDE 84-5	41.80 b
TDE 45-1	34.23 d
TDE 111-9	35.57 cd
Tosunbey	35.33 cd
Sultan-95	34.90 d
LSD ($P \leq 0.05$): 4.099	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının klorofil içeriğini baskıladığı saptanmıştır. Ortalama klorofil içerikleri karşılaştırıldığında en yüksek Flamura-85 (46.40) genotipinde, en düşük klorofil içeriğinin ise TDE45-1 (34.23) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.56).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen klorofil içeriklerine (SPAD) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.57’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.58’de verilmiştir.

Çizelge 3. 57. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki klorofil içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	965.582	137.940	76.770**	2.660	4.030
Hata-1	16	28.749	1.797			
H ₂ O ₂ (H)	2	388.768	194.384	62.922**	3.230	5.180
GxH	14	55.834	3.988	1.291	1.790	2.290
Hata	32	98.858	3.089			
Genel	71	1537.791	21.659			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, klorofil içeriği yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksiyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.57).

Çizelge 3. 58. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki klorofil içeriğine ait ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	40.20	38.20	32.93	37.11 b
Esperia	39.70	36.87	33.37	36.64 bc
Selimiye	38.23	34.90	33.50	35.54 c
TDE 84-5	44.70	43.23	37.83	41.92 a
TDE 45-1	38.40	36.57	34.40	36.46 bc
TDE 111-9	34.50	31.60	30.20	32.10 d
Tosunbey	36.47	32.20	27.57	32.08 d
Sultan-95	30.60	29.57	27.60	29.26 e
Ortalama	37.85 a	35.39 b	32.18 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.340 H₂O₂: 1.034 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının klorofil içeriğini baskıladığı saptanmıştır. Ortalama klorofil içeriği karşılaştırıldığında en yüksek içeriğin TDE 84-5 (41.92) genotipinde, en düşük içeriğin ise Sultan-95 (29.26) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.58).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen klorofil içeriklerine (SPAD) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.59'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.60'ta verilmiştir.

Çizelge 3. 59. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki klorofil içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	1032.324	147.475	77.195**	2.660	4.030
Hata-1	16	30.567	1.910			
H ₂ O ₂ (H)	2	293.785	146.893	135.385**	3.230	5.180
GxH	14	75.661	5.404	4.981**	1.790	2.290
Hata	32	34.720	1.085			
Genel	71	1467.058	20.663			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, klorofil içeriği yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.59).

Çizelge 3. 60. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki klorofil içeriğine ait ortalama değerler (SPAD) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	40.53 cd	40.03 d	35.80 fg	38.79 b
Esperia	39.97 d	34.23 ghı	32.23 kl	35.48 c
Selimiye	38.20 e	34.47 fgh	32.57 ı-l	35.08 c
TDE 84-5	45.17 a	42.57 b	42.50 b	43.41 a
TDE 45-1	41.97 bc	39.47 de	34.73 fgh	38.72 b
TDE 111-9	33.87 h-k	32.47 jkl	32.70 ijk	33.01 d
Tosunbey	36.10 f	34.00 hij	30.90 lm	33.67 d
Sultan-95	33.67 h-k	29.53 mn	28.60 n	30.60 e
Ortalama	38.68 a	35.85 b	33.75 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.381 H₂O₂: 0.613 Genotip x H₂O₂: 1.732</i>			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının klorofil miktarını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama klorofil içerikleri karşılaştırıldığında en yüksek klorofil miktarı TDE 84-5 (43.41) genotipinde, en düşük içeriğin ise Sultan-95 (30.60) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.60).

3.2.2.2. Stoma sayısı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen stoma sayısına (adet) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.61’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.62’de verilmiştir.

Çizelge 3. 61. H₂O₂ uygulama gününde stoma sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	26.667	3.810	9.143**	2.660	4.030
Hata	16	6.667	0.417			
Genel	23	33.333	1.449			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin stoma sayıları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.61).

Çizelge 3. 62. H₂O₂ uygulama gününde stoma sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	6.67 bc
Esperia	7.67 ab
Selimiye	6.00 cd
TDE 84-5	7.33 b
TDE 45-1	5.33 d
TDE 111-9	7.33 b
Tosunbey	5.67 cd
Sultan-95	8.67 a
LSD ($P \leq 0.05$): 1.117	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma sayısını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama stoma sayıları karşılaştırıldığında en yüksek Sultan-95 (8.67) genotipinde, en düşük stoma sayısının ise TDE45-1 (5.33) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.62).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen stoma sayılarına (adet) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.63'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.64'te verilmiştir.

Çizelge 3. 63. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	28.875	4.125	9.000**	2.660	4.030
Hata-1	16	7.333	0.458			
H ₂ O ₂ (H)	2	31.583	15.792	30.320**	3.230	5.180
GxH	14	52.417	3.744	7.189**	1.790	2.290
Hata	32	16.667	0.521			
Genel	71	136.875	1.928			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, stoma sayısı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.63).

Çizelge 3. 64. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	6.67 fg	9.67 abc	10.33 ab	8.89 a
Esperia	6.33 g	8.67 cd	7.67 def	7.56 c-e
Selimiye	7.00 efg	9.67 abc	10.00 ab	8.89 a
TDE 84-5	7.67 def	9.33 bc	7.33 efg	8.11 bc
TDE 45-1	7.33 efg	8.00 de	6.67 fg	7.33 de
TDE 111-9	8.00 de	8.67 cd	7.33 efg	8.00 b-d
Tosunbey	7.00 efg	7.67 def	6.67 fg	7.11 e
Sultan-95	7.00 efg	7.67 def	10.67 a	8.44 ab
Ortalama	7.13 b	8.67 a	8.33 a	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 0.677 H₂O₂: 0.424 Genotip x H₂O₂: 1.200</i>			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma sayısında artışa neden olduğu saptanmıştır. Ortalama stoma sayısı karşılaştırıldığında en fazla stoma sayısının Flamura-85 (8.89 adet) ve Selimiye (8.89 adet) genotiplerinde, en düşük içeriğin ise Tosunbey (7.11 adet) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.64).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen stoma sayılarına (adet) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.65'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.66'da verilmiştir.

Çizelge 3. 65. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	22.000	3.143	11.314**	2.660	4.030
Hata-1	16	4.444	0.278			
H ₂ O ₂ (H)	2	9.528	4.764	14.913**	3.230	5.180
GxH	14	58.917	4.208	13.174**	1.790	2.290
Hata	32	10.222	0.319			
Genel	71	105.111	1.480			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, stoma sayısı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.65).

Çizelge 3. 66. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma sayısına ait ortalama değerler (adet) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	7.00 gh	8.33 cd	8.33 cd	7.89 a
Esperia	8.33 cd	8.67 c	7.33 fg	8.11 a
Selimiye	7.00 gh	7.33 fg	7.33 fg	7.22 b
TDE 84-5	7.00 gh	5.67 k	7.67 ef	6.78 b
TDE 45-1	6.33 ij	7.33 fg	10.67 a	8.11 a
TDE 111-9	8.67 c	7.00 gh	8.00 de	7.89 a
Tosunbey	8.00 de	6.33 ij	6.00 jk	6.78 b
Sultan-95	6.67 hi	8.00 de	9.67 b	8.11 a
Ortalama	7.38 b	7.33 b	8.13 a	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 0.527 H₂O₂: 0.332 Genotip x H₂O₂: 0.614			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma sayısını arttırdığı saptanmıştır. Ortalama stoma sayısı karşılaştırıldığında en yüksek stoma miktarı Esperia, TDE 45-1 ve Sultan-95 (8.11 adet) genotipinde, en az stoma sayısına ise TDE 84-5 ve Tosunbey (30.60 adet) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.66).

3.2.2.3. Stoma boyu

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen stoma boyuna (μ) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.67’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.68’de verilmiştir.

Çizelge 3. 67. H₂O₂ uygulama gününde stoma boyuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	229.440	32.777	5.371**	2.660	4.030
Hata	16	97.639	6.102			
Genel	23	327.080	14.221			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin stoma boyları arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.67).

Çizelge 3. 68. H₂O₂ uygulama gününde stoma boyuna ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	44.80 c
Esperia	52.27 a
Selimiye	44.18 c
TDE 84-5	52.27 a
TDE 45-1	46.67 bc
TDE 111-9	44.80 c
Tosunbey	47.29 bc
Sultan-95	49.78 ab
LSD (P≤0.05): 4.276	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma boyunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama stoma boyları karşılaştırıldığında en uzun Esperia (52.27) ve TDE84-5 (52.27) genotipinde, en düşük stoma boyunun ise Selmiye (44.18) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.68).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen stoma boylarına (μ) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.69'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.70'te verilmiştir.

Çizelge 3. 69. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma boyuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	470.360	67.194	15.749**	2.660	4.030
Hata-1	16	68.264	4.266			
H ₂ O ₂ (H)	2	1286.128	643.064	218.324**	3.230	5.180
GxH	14	364.982	26.070	8.851**	1.790	2.290
Hata	32	94.255	2.945			
Genel	71	2283.989	32.169			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, stoma boyu yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksiyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.69).

Çizelge 3. 70. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma boyuna ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	51.02 b	48.53 bcd	38.58 k	46.04 bc
Esperia	57.24 a	42.31 hij	41.06 jk	46.87 ab
Selimiye	46.05 def	42.93 g-j	35.47 l	41.48 d
TDE 84-5	46.67 cde	44.18 e-i	41.69 i-j	44.18 c
TDE 45-1	55.40 a	49.16 bc	41.07 jk	48.54 a
TDE 111-9	49.78 b	46.04 def	44.18 e-i	46.67 ab
Tosunbey	49.15 bc	44.80 e-h	42.93 g-j	45.63 bc
Sultan-95	45.42 efg	43.55 f-j	32.98 l	40.65 d
Ortalama	50.09 a	45.19 b	39.74 c	
LSD (<i>P</i>≤0.05)	Genotip: 2.064 H₂O₂: 1.009 Genotip x H₂O₂: 2.854			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma boyunda azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Ortalama stoma boyu karşılaştırıldığında en uzun stoma boyunun TDE45-1 (48.54 μ) genotipinde, en kısa stoma boyuna ise Sultan-95 (40.65 μ) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.70).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen stoma boylarına (μ) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.71’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.72’de verilmiştir.

Çizelge 3. 71. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma boyuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	782.642	111.806	11.378**	2.660	4.030
Hata-1	16	157.226	9.827			
H ₂ O ₂ (H)	2	996.727	498.363	106.687**	3.230	5.180
GxH	14	331.285	23.663	5.066**	1.790	2.290
Hata	32	149.480	4.671			
Genel	71	2417.360	34.047			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, stoma boyu yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.71).

Çizelge 3. 72. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma boyuna ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	49.16 bcd	44.80 ef	39.20 hij	44.38 b
Esperia	55.38 a	50.40 bc	48.53 cd	51.44 a
Selimiye	44.80 ef	44.80 ef	41.07 gh	43.55 bc
TDE 84-5	52.27 ab	46.67 de	35.47 k	44.80 b
TDE 45-1	43.55 efg	41.69 fgh	37.33 ijk	40.86 cd
TDE 111-9	44.80 ef	43.55 efg	40.44 ghi	42.93 b-d
Tosunbey	49.15 bcd	36.71 jk	34.22 k	40.03 d
Sultan-95	46.05 de	43.56 efg	36.09 jk	41.90 b-d
Ortalama	48.14 a	44.02 b	39.04 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 3.133 H₂O₂: 1.271 Genotip x H₂O₂: 3.594</i>			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma boyunu baskıladığı saptanmıştır. Ortalama stoma boyları karşılaştırıldığında en uzun stomaya Esperia (51.44) genotipinde, en kısa stoma boyuna ise Tosunbey (40.03) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.72).

3.2.2.4. Stoma eni

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen stoma enine (μ) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.73'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.74'te verilmiştir.

Çizelge 3. 73. H₂O₂ uygulama gününde stoma enine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	80.141	11.449	2.625	2.660	4.030
Hata	16	69.776	4.361			
Genel	23	149.917	6.518			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin stoma enleri arasındaki farklar istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.73).

Çizelge 3. 74. H₂O₂ uygulama gününde stoma enine ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	18.67
Esperia	15.55
Selimiye	16.80
TDE 84-5	14.93
TDE 45-1	16.80
TDE 111-9	21.16
Tosunbey	16.80
Sultan-95	18.05
LSD (P≤0.05): -	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma enini baskıladığı saptanmıştır. Ortalama stoma enleri karşılaştırıldığında en uzun TDE111-9 (21.16 μ) genotipinde, en düşük stoma eninin ise TDE84-5 (14.93 μ) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.74).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen stoma enlerine (μ) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.75'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.76'da verilmiştir.

Çizelge 3. 75. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma enine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	52.219	7.460	6.423**	2.660	4.030
Hata-1	16	18.584	1.161			
H ₂ O ₂ (H)	2	82.568	41.284	28.400**	3.230	5.180
GxH	14	196.184	14.013	9.640**	1.790	2.290
Hata	32	46.518	1.454			
Genel	71	396.072	5.578			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, stoma eni yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksiyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.75).

Çizelge 3. 76. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki stoma enine ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	15.55 e-h	14.93 fgh	13.69 hı	14.72 c
Esperia	19.29 bc	14.93 fgh	13.69 hı	15.97 b
Selimiye	15.55 e-h	16.18 d-g	19.91 ab	17.21 a
TDE 84-5	16.18 d-g	16.18 d-g	18.05 bcd	16.80 ab
TDE 45-1	21.78 a	13.69 hı	14.31 ghı	16.59 ab
TDE 111-9	16.80 def	14.93 fgh	12.45 ı	14.73 c
Tosunbey	17.42 cde	16.18 d-g	14.93 fgh	16.18 ab
Sultan-95	17.42 cde	16.18 d-g	13.69 hı	15.76 bc
Ortalama	17.50 a	15.40 b	15.09 c	
LSD (P≤0.05)	Genotip: 1.077 H₂O₂: 0.709 Genotip x H₂O₂: 2.005			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma eninde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Ortalama stoma eni karşılaştırıldığında en geniş stoma eni Selimiye (17.21 μ) genotipinde, en kısa stoma eninin ise Flamura-85 (14.72 μ) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.76).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen stoma enlerine (μ) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.77’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.78’de verilmiştir.

Çizelge 3. 77. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma enine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	205.170	29.310	12.322**	2.660	4.030
Hata-1	16	38.057	2.379			
H ₂ O ₂ (H)	2	140.201	70.101	43.241**	3.230	5.180
GxH	14	9.707	0.693	0.428	1.790	2.290
Hata	32	51.877	1.621			
Genel	71	445.012	6.268			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, stoma eni yönünden; genotip ve H₂O₂ uygulaması istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, genotip x H₂O₂ uygulaması interaksiyonu ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.77).

Çizelge 3. 78. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki stoma enine ait ortalama değerler (μ) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	13.69	11.82	10.58	12.03 d
Esperia	14.93	13.67	11.82	13.27 cd
Selimiye	13.69	11.82	9.95	11.82 d
TDE 84-5	16.18	15.55	13.69	15.14 b
TDE 45-1	19.25	18.09	14.93	17.42 a
TDE 111-9	16.18	14.31	13.69	14.73 bc
Tosunbey	16.18	14.31	11.82	14.10 bc
Sultan-95	15.56	13.69	11.82	13.69 bc
Ortalama	15.71 a	14.08 b	12.29 c	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.541 H₂O₂: 0.749 Genotip x H₂O₂: -</i>			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının stoma enini baskıladığı saptanmıştır. Ortalama stoma eni karşılaştırıldığında en geniş stoma eninin TDE 45-1 (17.42 μ) genotipinde, en dar stoma eninin Selimiye (11.82 μ) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.78).

3.2.2.5. Yaprak su kayıp oranı

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen yaprak su kayıp oranına (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.79'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.80'de verilmiştir.

Çizelge 3. 79. H₂O₂ uygulama gününde yaprak su kayıp oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	234.363	33.480	3.295*	2.660	4.030
Hata	16	162.584	10.161			
Genel	23	396.947	17.259			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin stoma enleri arasındaki farklar istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.79).

Çizelge 3. 80. H₂O₂ uygulama gününde yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	14.48 bc
Esperia	14.51 bc
Selimiye	19.08 ab
TDE 84-5	12.00 c
TDE 45-1	14.25 bc
TDE 111-9	12.42 c
Tosunbey	14.11 bc
Sultan-95	21.69 a
LSD ($P \leq 0.05$): 5.518	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının yaprak su kayıp oranını baskıladığı saptanmıştır. Ortalama yaprak su kayıp oranı karşılaştırıldığında en fazla Sultan-95 (%21.69) genotipinde, en düşük yaprak su kayıp oranının ise TDE84-5 (%12.00) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.80).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen yaprak su kayıp oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.81’te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.82’de verilmiştir.

Çizelge 3. 81. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	552.285	78.898	23.701**	2.660	4.030
Hata-1	16	53.262	3.329			
H ₂ O ₂ (H)	2	687.144	343.572	136.209**	3.230	5.180
GxH	14	619.022	44.216	17.529**	1.790	2.290
Hata	32	80.716	2.522			
Genel	71	1992.428	28.062			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, yaprak su kayıp oranı yönünden; genotip, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.81).

Çizelge 3. 82. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	16.41 hı	25.61 b	14.10 ijk	18.70 cd
Esperia	15.97 hij	32.89 a	30.61 a	26.49 a
Selimiye	11.82 k	19.19 efg	19.39 d-g	16.80 e
TDE 84-5	19.81 c-g	26.54 b	17.50 gh	21.28 b
TDE 45-1	13.68 jk	21.60 cde	21.03 cde	18.77 cd
TDE 111-9	18.14 fgh	21.36 cde	21.99 cd	20.50 bc
Tosunbey	11.76 k	22.13 c	20.46 c-f	18.11 de
Sultan-95	21.82 cde	20.20 c-f	20.40 c-f	20.81 b
Ortalama	16.17 b	23.69 a	20.69 a	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 1.823 H₂O₂: 0.934 Genotip x H₂O₂: 2.641			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının yaprak su kaybında artışa neden olduğu saptanmıştır. Ortalama yaprak su kayıp oranları karşılaştırıldığında en fazla su kaybının Esperia (%26.49) genotipinde, en düşük yaprak su kaybının ise Selimiye (%16.80) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.82).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen yaprak su kayıp oranlarına (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.83'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.84'te verilmiştir.

Çizelge 3. 83. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	181.000	25.857	3.913*	2.660	4.030
Hata-1	16	105.726	6.608			
H ₂ O ₂ (H)	2	294.455	147.227	8.250**	3.230	5.180
GxH	14	873.080	62.363	3.495**	1.790	2.290
Hata	32	571.039	17.845			
Genel	71	2025.300	28.525			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, yaprak su kayıp oranı yönünden; genotip istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde, H₂O₂ uygulaması ve genotip x H₂O₂ uygulaması ise interaksiyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.83).

Çizelge 3. 84. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki yaprak su kayıp oranına ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	17.74 f	31.25 ab	22.83 c-f	23.94 a-c
Esperia	33.42 a	21.85 def	22.22 c-f	25.83 a
Selimiye	33.09 a	23.37 c-f	19.47 ef	25.31 ab
TDE 84-5	25.92 b-e	29.15 abc	18.38 f	24.48 a-c
TDE 45-1	24.36 b-f	20.54 ef	23.36 c-f	22.75 b-d
TDE 111-9	27.99 a-d	21.72 def	19.45 ef	23.05 b-d
Tosunbey	22.48 c-f	22.23 c-f	21.95 def	22.23 cd
Sultan-95	22.16 c-f	19.97 ef	19.97 ef	20.70 d
Ortalama	25.89 a	23.76 a	20.96 b	
LSD ($P \leq 0.05$)	Genotip: 2.569 H₂O₂: 2.484 Genotip x H₂O₂: 7.025			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının yaprak su kaybını azalttığı saptanmıştır. Ortalama yaprak su kayıp oranları karşılaştırıldığında en fazla su kaybının Esperia (%25.83) genotipinde, en az su kaybının ise Sultan-95 (%20.70) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.84).

3.2.2.6. Bağlı su içeriği

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulama gününde belirlenen bağlı su içeriğine (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.85'te, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.86'da verilmiştir.

Çizelge 3. 85. H₂O₂ uygulama gününde bağlı su içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip	7	157.102	22.443	1.533	2.660	4.030
Hata	16	234.303	14.644			
Genel	23	391.406	17.018			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, H₂O₂ uygulama gününde genotiplerin bağlı su içerikleri arasındaki farklar istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.85).

Çizelge 3. 86. H₂O₂ uygulama gününde bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Genotip	Ortalama
Flamura-85	95.26
Esperia	92.42
Selimiye	92.46
TDE 84-5	93.08
TDE 45-1	96.63
TDE 111-9	89.75
Tosunbey	98.39
Sultan-95	94.93
LSD ($P \leq 0.05$): -	

Saksı denemesinde konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının BSi değerini baskıladığı saptanmıştır. Ortalama BSi değerleri karşılaştırıldığında en fazla Tosunbey (98.39) genotipinde, en düşük ise TDE111-9 (89.75) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.86).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonra belirlenen bağıl su içeriklerine (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.87’de, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.88’de verilmiştir.

Çizelge 3. 87. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki bağıl su içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	696.556	99.508	39.763**	2.660	4.030
Hata-1	16	40.041	2.503			
H ₂ O ₂ (H)	2	4.781	2.390	0.681	3.230	5.180
GxH	14	245.873	17.562	5.003**	1.790	2.290
Hata	32	112.325	3.510			
Genel	71	1099.574	15.487			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, bağıl su içeriği yönünden; genotip ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde önemli, H₂O₂ uygulaması ise istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3.87).

Çizelge 3. 88. H₂O₂ uygulanmasından 3 gün sonraki bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	85.37 ı	84.65 ı	90.74 h	86.92 e
Esperia	91.47 gh	94.21 c-g	94.69 b-f	93.46 c
Selimiye	95.49 b-f	97.48 ab	95.60 a-f	96.19 ab
TDE 84-5	96.11 a-d	96.89 abc	91.26 gh	94.75 bc
TDE 45-1	94.91 b-f	92.52 fgh	93.98 c-g	93.80 c
TDE 111-9	95.89 a-e	97.47 ab	96.87 abc	96.74 a
Tosunbey	93.11 d-h	87.19 ı	92.89 e-h	91.06 d
Sultan-95	94.78 b-f	98.61 a	96.10 a-d	96.50 a
Ortalama	93.39	93.63	94.02	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.581 H₂O₂: - Genotip x H₂O₂: 3.115</i>			

Saksı denemesinin 3. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının BSI değerinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Ortalama BSI değerleri karşılaştırıldığında en fazla BSI'nin TDE 111-9 (%96.74) genotipinde, en düşük BSI değerinin ise Flamura-85 (%86.92) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.88).

Ele alınan genotiplerin 3 farklı konsantrasyonda H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonra belirlenen bağıl su içeriklerine (%) ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3.89'da, ortalama değerleri ve önemlilik grupları Çizelge 3.90'da verilmiştir.

Çizelge 3. 89. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki bağıl su içeriğine ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F		
				Hesap	Çizelge	
					0.05	0.01
Genotip (G)	7	74.618	10.660	5.667**	2.660	4.030
Hata-1	16	30.096	1.881			
H ₂ O ₂ (H)	2	10.674	5.337	3.930*	3.230	5.180
GxH	14	48.499	3.464	2.551**	1.790	2.290
Hata	32	43.452	1.358			
Genel	71	207.339	2.920			

** : 0.01 düzeyinde önemli

Yapılan varyans analizi sonucunda, bağıl su içeriği yönünden; genotip ve genotip x H₂O₂ uygulaması interaksiyonu istatistiki anlamda 0.01 düzeyinde, H₂O₂ uygulaması ise istatistiki anlamda 0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3.89).

Çizelge 3. 90. H₂O₂ uygulanmasından 7 gün sonraki bağıl su içeriğine ait ortalama değerler (%) ve önemlilik grupları

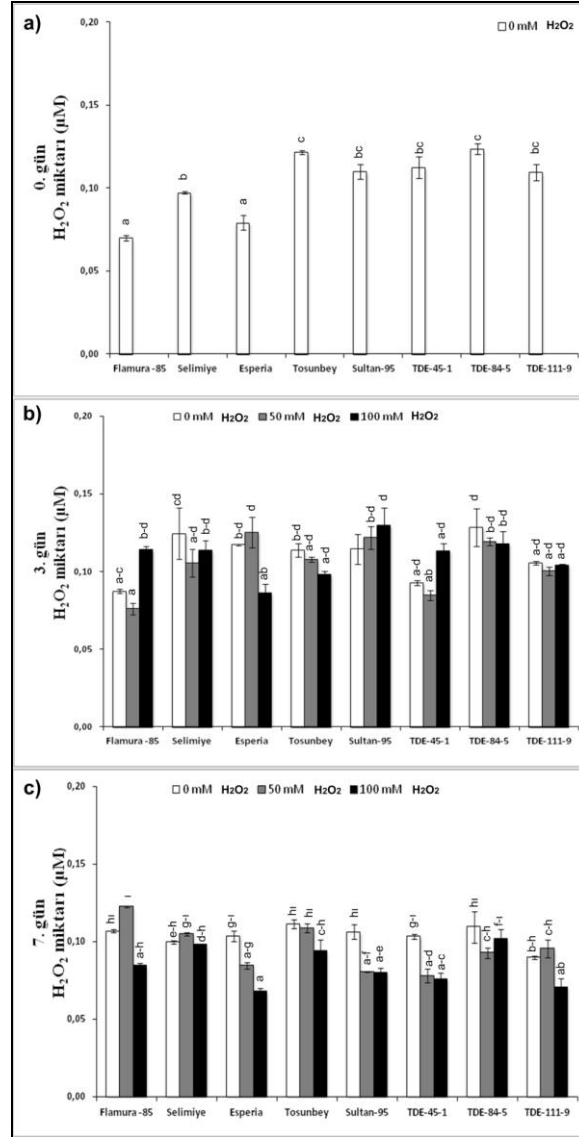
Genotip	H ₂ O ₂ uygulaması			Ortalama
	0 mM	50 mM	100 mM	
Flamura-85	94.85 efg	92.83 h	96.54 b-f	94.74 d
Esperia	94.82 fg	95.62 def	95.87 c-f	95.44 cd
Selimiye	93.45 gh	97.31 a-d	95.85 c-f	95.54 cd
TDE 84-5	96.21 b-f	96.77 a-e	96.75 a-f	96.58 a-c
TDE 45-1	95.61 def	95.87 c-f	97.70 abc	96.39 bc
TDE 111-9	96.95 a-d	97.34 a-d	98.14 ab	97.48 ab
Tosunbey	98.59 a	98.09 ab	97.13 a-d	97.94 a
Sultan-95	95.65 def	95.62 def	95.68 def	95.65 cd
Ortalama	95.77 b	96.18 ab	96.71 a	
<i>LSD (P≤0.05)</i>	<i>Genotip: 1.371 H₂O₂:0.685- Genotip x H₂O₂: 1.938</i>			

Saksı denemesinin 7. gün sonunda konsantrasyon artışına bağlı olarak H₂O₂ uygulamasının BSİ değerinde anlamlı bir değişime neden olmadığı saptanmıştır. Ortalama BSİ değerleri karşılaştırıldığında en fazla BSİ'nin Tosunbey (%97.94) genotipinde, en düşük BSİ değerinin ise Flamura-85 (%94.74) genotipinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.90).

3.2.3. Biyokimyasal parametreler

3.2.3.1. Hidrojen peroksit

Fotosentez, solunum ve fotorespirasyon gibi normal metabolik faaliyetler sırasında oluşan ROT'ların ana oluşum yerleri kloroplast, mitokondri ve peroksizomlardır. ROT arasında yer alan H₂O₂'in konsantrasyonunda meydana gelen artış, bitki hücrelerinde oksidatif hücre hasarına neden olmaktadır (Impa ve ark., 2012). Kloroplastlarda oluşan H₂O₂, Calvin döngüsü enzimlerinin sülfidril (–SH) gruplarına bağlanmasıyla enzimlerin inaktivasyonuna, D1 ve D2 proteinlerinin çapraz bağlanmasında, fotosistem II'deki metal içeren enzimlerin oksidasyonuna neden olur (Edreva, 2005). Buğday genotiplerine H₂O₂ uygulaması yapılmadan önce ele alınan genotiplerin yaprak H₂O₂ miktarları karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin Flamura-85 (0.07 µM) genotipinde olduğu en yüksek seviyenin ise Tosunbey ve TDE84-5 (0.12 µM) genotiplerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.3a). H₂O₂ uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin H₂O₂ miktarları kıyaslandığında en düşük seviyenin 50 mM H₂O₂ uygulamasının yapıldığı Flamura-85 ve TDE45-1 (0.08 µM) genotiplerinde, en yüksek seviyenin TDE84-5 (0.13 µM) genotipinin kontrol grubunda, 50 mM H₂O₂ uygulamasının yapıldığı Esperia (0.13 µM) ve 100 mM H₂O₂ uygulamasının yapıldığı Sultan-95 (0.13 µM) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.3b). H₂O₂ uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra genotiplerin H₂O₂ miktarında istatistiksel olarak anlamlı değişimler meydana gelmemiştir (Şekil 3.3c).

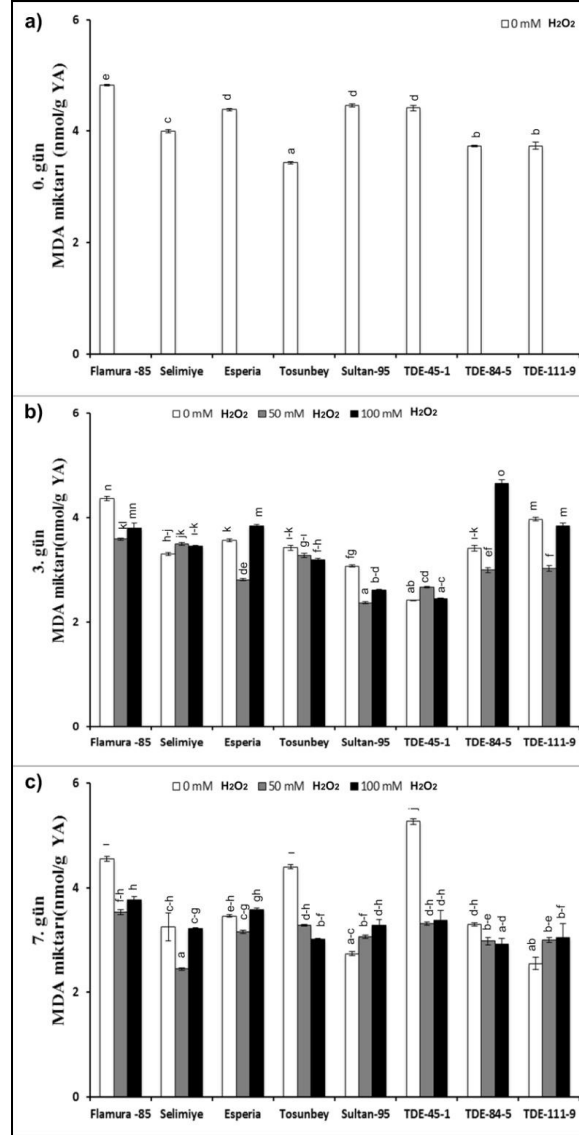


Şekil 3.3. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H₂O₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak H₂O₂ miktarında (µM) meydana gelen değişimler.

3.2.3.2. Lipit peroksidasyonu

Bitkilerde stres koşulları altında artan ROT'lar nükleik asitler, proteinler ve yağlar üzerinde bozulmalara neden olarak oksidatif hücre hasarı oluşturmaktadır. Lipitlerin oksidasyonu, MDA gibi küçük hidrokarbon moleküllerinin oluşmasına neden olur. Tiyoarbitürikasitle reaksiyona girip renkli TBARS oluşmasıyla kendini gösterir. MDA ölçümü ile stres koşulları altında bitki hücre zarlarında meydana gelen hasar düzeyi belirlenmiş olur (Impa ve ark., 2012). Buğday genotiplerine H₂O₂ uygulaması yapılmadan önce ele alınan genotiplerin yaprak MDA içerikleri karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin Tosunbey (3.44 nmol/g YA) çeşidinde olduğu en yüksek seviyenin ise Flamura-85 (4.82 nmol/g YA) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.4a). H₂O₂ uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin MDA

içerikleri kıyaslandığında en düşük seviyenin TDE45-1 genotipin (2.42 nmol/g YA) kontrol grubunda, en yüksek seviyenin 100 mM H₂O₂ uygulamasının yapıldığı TDE84-5 (4.65 nmol/g YA) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.4b). H₂O₂ uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra en düşük seviyenin 50 mM H₂O₂ uygulamasının yapıldığı Selimiye genotipde (2.44 nmol/g YA), en yüksek seviyenin TDE45-1 (4.65 nmol/g YA) genotipinin kontrol grubunda olduğu saptanmıştır (Şekil 3.4c).

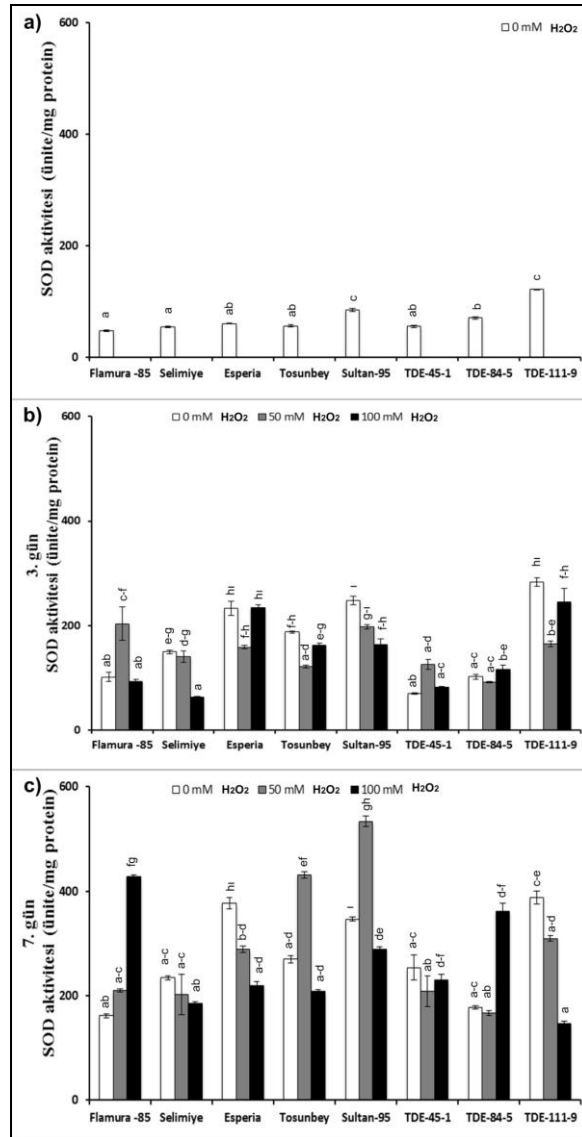


Şekil 3.4. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H₂O₂ uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak MDA miktarında meydana gelen değişimler (nmol/g YA).

3.2.3.3. Süperoksit dismutaz

Antioksidan savunma sisteminin öncül enzimi olan SOD, süperoksit anyonunun dismutasyonu sonucu H₂O₂ oluşumuna da katkı sağlamaktadır (Apel ve Hirt, 2004). Buğday genotiplerine H₂O₂ uygulaması yapılmadan önce ele alınan

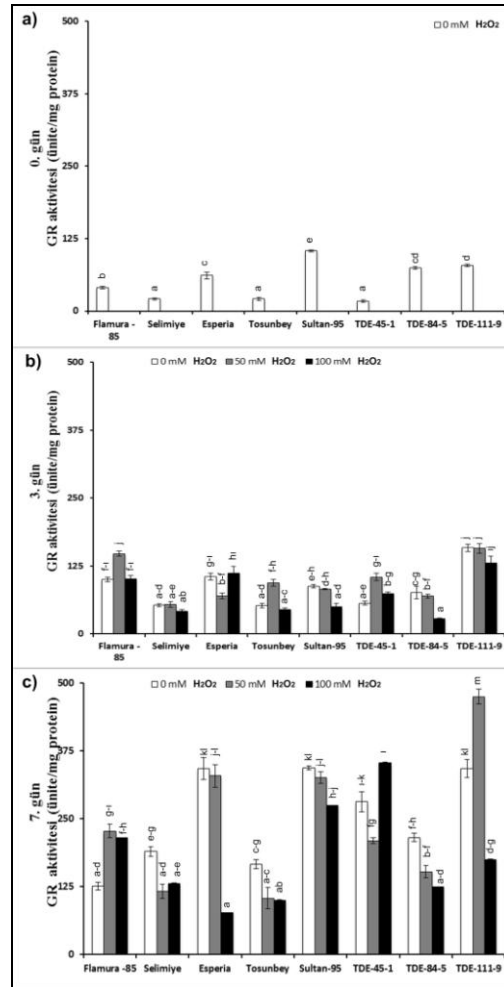
genotiplerin yaprak SOD aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin Flamura-85 (46.97 U/mg protein) çeşidinde olduğu en yüksek seviyenin ise TDE111-9 (121.47 U/mg protein) genotipinde olduğu ve bu seviyenin ortalama SOD aktivitesinin yaklaşık 2 katı olduğu saptanmıştır (Şekil 3.5a). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin SOD aktiviteleri kıyaslandığında en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı Selimiye genotipinde (62.68 U/mg protein), en yüksek seviyenin TDE84-5 (283.17 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda olduğu saptanmıştır (Şekil 3.5b). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı TDE111-9 genotipinde (146.09 U/mg protein), en yüksek seviyenin 50 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı Sultan-95 (533.94 U/mg protein) genotipinde saptanmıştır (Şekil 3.5c).



Şekil 3.5. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H_2O_2 uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak SOD aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.

3.2.3.4. Glutasyon redüktaz

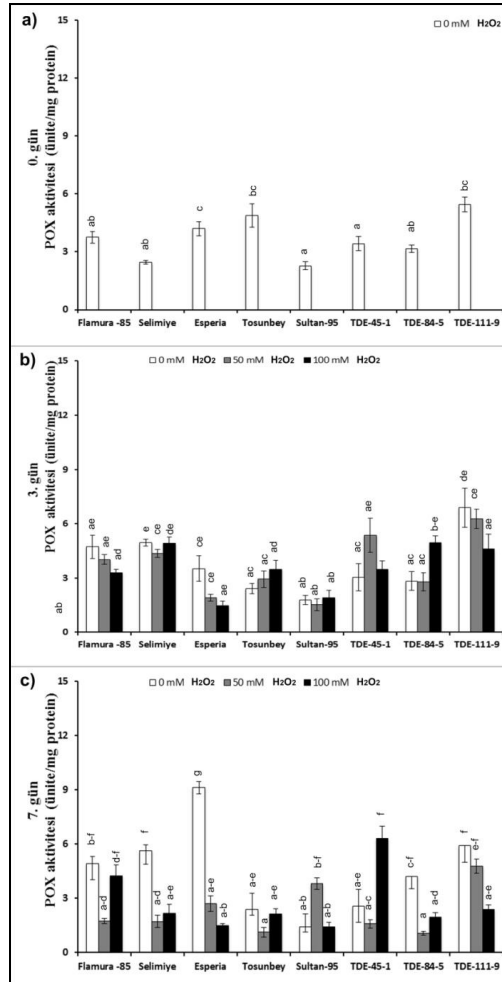
Bitkilerde AsA-Glu döngüsünün ana enzimlerinden olan GR, H_2O_2 'in suya dönüştürülmesinde görevli olan enzimlerden biridir (Apel ve Hirt, 2004). Buğday genotiplerine H_2O_2 uygulaması yapılmadan önce ele alınan genotiplerin yaprak GR aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin TDE45-1 (16.71 U/mg protein) genotipinde olduğu en yüksek seviyenin ise Sultan-95 (104.10 U/mg protein) genotipinde olduğu ve bu seviyenin ortalama GR aktivitesinin 2 katı olduğu saptanmıştır (Şekil 3.6a). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin GR aktiviteleri kıyaslandığında en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı TDE84-5 genotipinde (27.63 U/mg protein), en yüksek seviyenin TDE111-9 (158.43 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda olduğu saptanmıştır (Şekil 3.6b). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı Esperia genotipinde (76.74), en yüksek seviyenin 50 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı TDE111-9 (475.17 U/mg protein) genotipinde saptanmıştır (Şekil 3.6c).



Şekil 3.6. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H_2O_2 uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak GR aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.

3.2.3.5. Peroksidaz

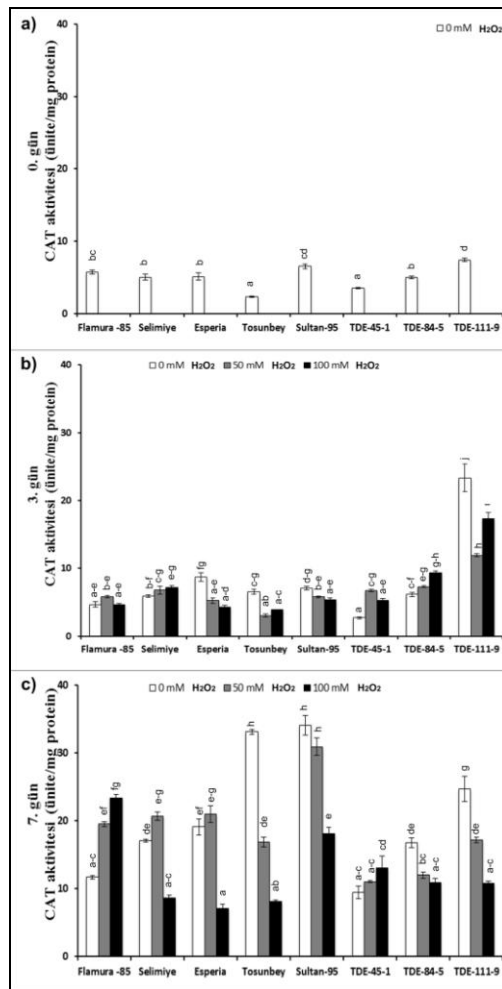
Patojenlere karşı savunma, oksin metabolizması, lignin ve süberin oluşumu, hücre duvarlarında proteinlerin çapraz bağlanması, hücre uzaması gibi fizyolojik süreçlerde önemli bir işleve sahip olan POX'ın ana işlevi H_2O_2 uzaklaştırılmasıdır (Miller ve ark., 2010). Buğday genotiplerine H_2O_2 uygulaması yapılmadan önce ele alınan genotiplerin yaprak POX aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin Sultan-95 (2.27 U/mg protein) genotipinde olduğu en yüksek seviyenin ise TDE111-9 (5.45 U/mg protein) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.7a). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin POX aktiviteleri kıyaslandığında en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı Esperia genotipinde (1.48 U/mg protein), en yüksek seviyenin TDE111-9 (6.89 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda olduğu saptanmıştır (Şekil 3.7b). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra en düşük seviyenin 50 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı TDE84-5 genotipde (1.07 U/mg protein), en yüksek seviyenin Esperia (9.15 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda saptanmıştır (Şekil 3.7c).



Şekil 3.7. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H_2O_2 uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak POX aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.

3.2.3.6. Katalaz

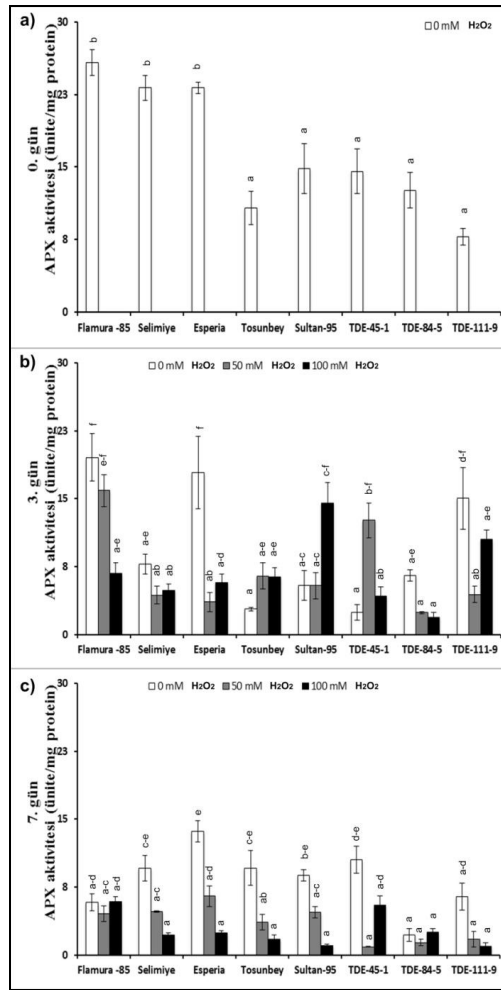
CAT, peroksizomlarda oluşan H_2O_2 'in uzaklaştırılmasında yanıt oluşturan bir enzimdir (Noctor ve ark., 2000). Buğday genotiplerine H_2O_2 uygulaması yapılmadan önce ele alınan genotiplerin yaprak CAT aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin Tosunbey (2.28 U/mg protein) genotipinde olduğu en yüksek seviyenin ise TDE111-9 (7.41 U/mg protein) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.8a). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin CAT aktiviteleri kıyaslandığında en düşük seviyenin TDE45-1 genotipinin (2.72 U/mg protein) kontrol grubunda, en yüksek seviyenin TDE111-9 (23.36 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda olduğu, ancak H_2O_2 konsantrasyonu arttıkça aktivitede azalma olduğu saptanmıştır (Şekil 3.8b). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı Esperia genotipinde (7.11 U/mg protein), en yüksek aktivite ise Sultan-95 (34.11 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda saptanmıştır. 7. gün artan H_2O_2 konsantrasyonunun CAT aktivitesini baskıladığı belirlenmiştir (Şekil 3.8c). Tüm gruplarda ilerleyen zamana bağlı olarak aktivitede artış olmasına rağmen, artan H_2O_2 konsantrasyonunun kontrol gruplarına göre CAT aktivitesinin daha düşük seviyede olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.8. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H_2O_2 uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak CAT aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.

3.2.3.7. Askorbat peroksidaz

APX, kloroplastlarda meydana gelen AsA-Glu döngüsünde görev alan anahtar enzimdir (Apel ve Hirt, 2004). Buğday genotiplerine H_2O_2 uygulaması yapılmadan önce ele alınan genotiplerin yaprak APX aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Genotipler arasında en düşük seviyenin TDE111-9 (7.80 U/mg protein) genotipinde olduğu en yüksek seviyenin ise Flamura-85 (25.80 U/mg protein) genotipinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.9a). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 3 gün sonra genotiplerin APX aktiviteleri kıyaslandığında en düşük seviyenin Tosunbey genotipinin (2.82 U/mg protein) kontrol grubunda, en yüksek seviyenin Flamura-85 (19.56 U/mg protein) genotipinin kontrol grubunda olduğu ve H_2O_2 konsantrasyonu arttıkça aktivitede kontrole göre azalma olduğu saptanmıştır (Şekil 3.9b). H_2O_2 uygulaması yapıldıktan 7 gün sonra en düşük seviyenin 100 mM H_2O_2 uygulamasının yapıldığı Esperia genotipinde (7.11 U/mg protein), en yüksek aktivite ise Sultan-95 (34.11) genotipinin kontrol grubunda saptanmıştır. 7. gün genotip ortalamaları kıyaslandığında artan H_2O_2 konsantrasyonunun APX aktivitesini baskıladığı belirlenmiştir (Şekil 3.9c). Genel olarak tüm sonuçlara bakıldığında, zamansal olarak uygulama süresinin ve H_2O_2 konsantrasyonunun artışı APX aktivitesinde dereceli olarak azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.9. Buğday çeşitlerine 0, 50 ve 100 mM H_2O_2 uygulamasından sonra 0., 3. ve 7. günde yaprak APX aktivitesinde (U/mg protein) meydana gelen değişimler.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu projede, Trakya Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştirilen 3 ekmeklik buğday çeşidi ve Tarla Bitkileri Bölümü tarafından geliştirilmiş olan çeşit adayı olabilecek verimli ve kaliteli 3 ümitvar ileri ekmeklik buğday hattının erken gelişme dönemlerinde uygulanan oksidatif strese karşı gösterdikleri morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal yanıtlar kuraklığa dayanıklı ve duyarlı 2 çeşitle kıyaslanarak incelenmiştir.

Çimlendirme denemesinde, H_2O_2 uygulamasının çimlenme süresi ve çimlenme oranına baskılayıcı etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmasına karşın yüksek seviyede gözlenmemiştir. Ele alınan genotiplerin büyüme parametreleri değerlendirildiğinde tohumlara yapılan H_2O_2 uygulamasının gerçek baskısını kök sayısı, kök ve gövde uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı ve toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı üzerinde gösterdiği saptanmıştır. Çimlendirme denemesi sonuçlarına göre saksı denemesi kurulmuştur.

Saksı denemesinde fidelere oksidatif hücre hasarı meydana getirmek için 2 yapraklı dönemde 50 ve 100 mM H_2O_2 Hoagland besin çözeltisi içinde çözdürülerek verilmiş ve uygulama günü (0. gün), uygulama sonrası 3. ve 7. günlerde bitkilerden örneklemeler yapılmıştır. Ele alınan genotiplerin morfolojik özellikleri incelendiğinde, H_2O_2 uygulamasının tüm genotiplerin kök uzunluğu, yaş ve kuru ağırlığı ile toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı üzerine baskılayıcı bir etki yarattığı saptanmıştır. Gövde uzunluğu ise yapılan uygulamalardan en az etkilenen büyüme parametresi olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, Hameed ve ark. (2003) ve Hameed ve ark. (2004) ile benzerlik göstermektedir. Hameed ve ark. (2003), ekmeklik buğday hattına erken fide gelişme döneminde H_2O_2 uyguladıklarında, yaprak yaş ağırlığı, yaprak uzunluğu, koleoptil yaş ağırlığı ve koleoptil uzunluğunu önemli düzeyde baskıladığını bildirmişlerdir. Hameed ve ark. (2004), ekmeklik buğday genotipine çimlenme ve erken fide gelişme döneminde dışarıdan H_2O_2 uygulamasının 4. güne kadar kök ve toprak üstü yaş ağırlığını arttırdığını, daha sonra ise azalttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, H_2O_2 uygulanmış fidelere kontrol fidelere göre kök sayısının daha fazla, kök uzunluğunun ise daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Lin ve Kao (2001) ise çeltik fidelere dışarıdan H_2O_2 uygulamasının kök büyümesini engellediğini, fidelerdeki H_2O_2 içeriğini de arttırdığını saptamışlardır.

Araştırmamızda, buğday genotiplerin fizyolojik özellikleri incelendiğinde, H_2O_2 uygulamasının klorofil içeriğini, stoma eni ve boyunu baskıladığı belirlenmiştir. Birim alandaki stoma sayısında genotip ortalamaları dikkate alındığında artış olmasına rağmen ele alınan genotiplere göre stres toleransı yüksek olan Esperia ve Tosunbey genotiplerinin stoma sayısının daha az olduğu saptanmıştır. H_2O_2 uygulamasının bitkilerin su içeriği ve su kayıp oranlarına olan etkisine bakıldığında Tosunbey ve Sultan-95 genotiplerinin su içeriklerini dengeli bir şekilde muhafaza ettikleri saptanmıştır. Genel olarak, H_2O_2 uygulamasın yaprak su kaybını azaltarak bağıl su içeriğini arttırdığı belirlenmiştir. Bu durum, H_2O_2 uygulaması ile stomaların eni ve boyunun azalmasına bağlı olarak birim alandaki stoma sayısının artmasından kaynaklanmış olabilir. Bu ise, bitkilerin stomalarını kapatarak transpirasyon miktarını azaltma eğiliminde olduğunun bir göstergesidir.

Buğday fidelere çeşitli stres faktörlerinin uygulandığı çalışmalarda, meydana gelen oksidatif hasara karşı toleranslı bitki çeşitlerinin antioksidan savunma

sisteminin etkili bir şekilde çalıştığı belirtilmektedir (Al-Ghamd, 2009; Chen ve ark., 2011; Chakraborty ve Pradhan 2012; Caverzan ve ark., 2016). Araştırmamızda biyokimyasal parametrelere bakıldığında, genotip ortalamalarına göre H_2O_2 konsantrasyon ve uygulama süresinin artışı SOD, POX, APX, GR, CAT aktivitesinde dereceli olarak azalmaya neden olmasına rağmen MDA ve H_2O_2 miktarlarında anlamlı değişimlere neden olmamıştır. Bu durum, H_2O_2 uygulama süresinin 7 günden daha fazla, konsantrasyonun ise 100 mM'dan daha yüksek olması ile bitkilerde meydana gelen oksidatif hasar seviyesinin daha yüksek seviyelere çıkartabileceğini düşündürmektedir. Genotipler kendi aralarında karşılaştırıldıklarında TDE45-1 genotipinin H_2O_2 uygulamasına karşı MDA ve H_2O_2 seviyelerini kontrol altında tuttuğu ve bunu CAT, GR, kısmen de POX aktivitesinde meydana gelen artışla sağladığı saptanmıştır. Tosunbey genotipinin ise MDA ve H_2O_2 seviyelerini kontrol altında tutarken antioksidan enzimlerin bunu desteklemediği saptanmıştır. Bitki yapraklarından yapılan biyokimyasal analizler sonucunda 3. güne göre 7. gün sonunda ele alınan genotiplerin yapılan uygulamaya karşı antioksidan savunma sisteminin daha etkili yanıt oluşturduğu saptanmıştır. Benzer sonuçlar, Kumar ve ark. (2012)'nin çalışmasında da elde edilmiştir. İki buğday çeşidinin 10 günlük fidelerine dışarıdan H_2O_2 uygulamasının, hücre içinde H_2O_2 birikimini arttırdığını bu artışın SOD ve CAT izoenzimlerinin miktarında artışa neden olduğu belirlemişlerdir.

Araştırmamızın bulguları ışında, buğday fidelerinde incelenen tüm morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal karakterler birlikte değerlendirildiğinde, tane verimi ve kalitesi yüksek TDE45-1 (*Victoria x Bezostaja-I*) ileri ekmeklik buğday hattının kuraklığa toleransı yüksek olan Tosunbey çeşidine göre oksidatif strese olan toleransının daha yüksek olduğu, bu genotipin oksidatif strese dayanıklılık çalışmalarında genitör olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca, proje bulgularımıza göre buğdayda oksidatif strese dayanıklılık çalışmalarında, çimlenme ve fide gelişme döneminde dışarıdan H_2O_2 uygulamasının erken generasyonlarda buğday genotiplerinin oksidatif strese yanıtlarını belirlemede etkili bir yöntem olabileceği ve buğday ıslahı çalışmalarında agronomik özellikler yanında fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin de seleksiyon kriteri olarak dikkate alınması gerektiği söylenebilir.

5. KAYNAKLAR

- Agarwal, M., Zhu, J.K., Plant Abiotic Stress. In: Jenks, M.A., Hasegawa, P.M. (Ed.), Blackwell Publishing, Oxford, UK, 2005, 215-247.
- Al-Ghamd, A.A., Evaluation of Oxidative Stress Tolerance in Two Wheat (*Triticum aestivum*) Cultivars in Response to Drought, International Journal Of Agriculture & Biology, 11 (1), 7-12, 2009.
- Anonim, 2014. FAO Statistical Databases. www.fao.org/site/567/default.aspx. (erişim tarihi: 10.10.2014).
- Apel K., Hirt H., Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress and signal transduction. Annual Rev. of Plant Biol. 55, 373-99, 2004.
- Ashfaq, F., Iqbal, M., Khan, R., Khan, N.A., 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, 2014.
- Beauchamp, C., Fridovich, I., Superoxide Dismutase: Improved Assay and Applicable to Acrylamid Gels, Anal. Biochem., 44, 276-287, 1971.
- Bergmeyer, N., Methoden Der Enzymatischen Analyse, Vol:1, Akademie Verlag, Berlin. Pp: 636-647, 1970.
- Bernt, E., Bergmeyer, H.U., Inorganic peroxides. In: Bergmeyer, H.U. (Ed.), Methods of Enzymatic Analysis. Academic Press, New York, 2246–2248, 1974.
- Blokhina, O., Virolainen, E., Fagerstedt, K.V., Antioxidants, Oxidative Damage and Oxygen Deprivation Stress: a Review, Annals of Botany, 91, 179-194, 2003.
- Botella, M.A., Rosado, A., Bressan, R.A., Hasegawa, P.M., Plant Abiotic Stress, Ed: Jenks M.A, Hasegawa P.M., Oxford. 2005, 37-39.
- Bradford, M., A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-dye Binding, Anal. Biochem., 72, 248-254, 1976.
- Caverzan A., Casassola, A., Brammer S.P., Antioxidant responses of wheat plants under stress, Genetics and Molecular Biology, 39, 1, 1-6, 2016.
- Chen L., Yin H., Xu J., Liu X., Enhanced antioxidative responses of a salt-resistant wheat cultivar facilitate its adaptation to salt stress, African Journal of Biotechnology Vol. 10(74), pp. 16887-16896, 2011.
- Clarke, J.M., McCaig, T.N., Excised-Leaf Water Retention Capability as An Indicator of Drought Resistance of *Triticum* Genotypes, Can. J. Plant Sci., 62: 571-578, 1982.
- Cseuz, L, Pauk, J., Kertesz, Z., Matus, J., Fonad, P., Tari, I., Erdei, L., Wheat Breeding for Tolerance to Drought Stress at The Cereals Research Non-Profit Company, Acta Biol. Szeged, 46(3-4): 25-26, 2002.
- Dat, J., Vandenabeele, S., Vranová, E., Montagu, M.V., Inzé, D., Breusegem, F.V., Dual Action of The Active Oxygen Species During Plant Stress Responses, Cellular and Molecular Life Sciences, 57, 779-795, 2000.
- Dhanda, S.S, Sethi, G.S., Behl, R.K., Indices of Drought Tolerance in Wheat Genotypes at Early Stages of Plant Growth. J. Agron. & Crop Sci. 190: 6-12, 2004.

- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., Araştırma ve Deneme Metodları (Ders Kitabı). Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay., 1987., 1021/295, 381 s.
- Edreva, A., Generation and scavenging of reactive oxygen species in chloroplasts: a submolecular approach, Agriculture, Ecosystems and Environment (106) 119–133, 2005.
- Ellis, R.H., Roberts, E.H., Towards A Rational Basis for Testing Seed Quality. In: Seed Production (ed: P.D. Hebblethwaite), Butterworths, London, 1980, 605-635.
- Foyer, C.H., Halliwell, B., Presence of Glutathione and Glutathione Reductase in Chloroplasts: A Proposed Role in Ascorbic Acid Metabolism, Planta, 133, 21-25, 1976.
- Gechev, T., Willekens, H., Van Montagu, M., Different Responses of Tobacco Antioxidant Enzymes to Light and Chilling Stress, J. Plant Physiol, 160: 509-515, 2003.
- Giannopolities, N., Ries, S.K., Superoxide Dismutase Occurance in Higher Plants. Plant Physiol., 59:309-314, 1977.
- Guzel, S., Terzi, R., Exogenous Hydrogen Peroxide Increases Dry Matter Production, Mineral Content and Level of Osmotic Solutes in Young Maize Leaves and Alleviates Deleterious Effects of Copper Stress, Botanical studies, 54: 26-36, 2013.
- Hameed, A., Malik, S.A., Iqbal, N., Arshad, R., Farooq, S., Influence of Hydrogen Peroxide on Initial Leaf and Coleoptile Growth in Etiolated Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings, Asian J. Plant Sci., 2(15-16): 1121-1125, 2003.
- Hameed, A., Farooq, S., Iqbal, N., Arshad, R., Influence of Exogenous Application of Hydrogen Peroxide on Root and Seedling Growth on Wheat (*Triticum aestivum* L.), International Journal of Agriculture & Biology, 6 (2), 366-369, 2004.
- He, L., Gao, Z., Li, R., Pretreatment of Seed with H₂O₂ Enhances Drought Tolerance of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Seedlings, African Journal of Biotechnology, 8 (22), 6151-6157, 2009.
- Impa, S.M., Nadaradjan, S., Jagadish SVK., Abiotic Stress Responses in Plants: Metabolism, Productivity and Sustainability. Ahmad P. Prasad M.N.V. (eds.), 2012, 131-147.
- ISTA, International rules for seed testing. Rules. Seed. Sci. Technol. Supplement, 1996.
- Kacar, B., Katkat, A.V., Öztürk, Ş., Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198, VİPAŞ A.Ş. Yayın No: 74, Bursa, 2002, 563 s.
- Kanner, J., Kinsella, J.E., Lipid Deterioration Initiated By Phagocytic-Cells in Muscle Foods-Beta-Carotene Destruction by a Myeloperoxidase Hydrogen-Peroxide Halide System, J. Agric. Food Chem., 31, 370-376, 1983.
- Komatsu S., Kamal A.H.M., Hossain Z., Wheat proteomics: proteome modulation and abiotic stress acclimation, Front. Plant Sci., doi.org/10.3389/fpls.2014.00684, 2014.
- Kumar, R.R., Sharma, S.K., Gadpayle, K.A., Singh, K., Sivaranjani, R., Goswami, S., Rai, R.D., Mechanism of Action of Hydrogen Peroxide in Wheat Thermotolerance - Interaction Between Antioxidant Isoenzymes, Proline and Cell Membrane. Afr. J. Biotechnol. 11(78): 14368-14379, 2012.
- Kün, E., Tahıllar-I (Serin İklim Tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1451, Ders Kitabı No. 431, Ankara, 1996. 322s.

- Lamb, C., Dixon, R.A., The Oxidative Burst in Plant Disease Resistance, *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 48: 251-275, 1997.
- Lin, C.C., Kao, C.H., Cell Wall Peroxidase Activity, Hydrogen Peroxide Level and NaCl-Inhibited Root Growth of Rice Seedlings. *Plant Soil* 230: 135-143, 2001.
- Liu, Y., Wan, Q., Wu, R., Wang, X., Wang, H., Wang, Z., Shi C., Bi, Y., Role of Hydrogen Peroxide in Regulating Glucose-6-Phosphate Dehydrogenase Activity Under Salt Stress, *Biol.Plant.* 56: 313-320, 2012.
- Lu, J., Li, X. N., Yang, Y. L., Jia, L. Y., You, J., Wang, W. R., Effect of Hydrogen Peroxide on Seedling Growth and Antioxidants in Two Wheat Cultivars, *Biologia Plantarum*, 57 (3): 487-494, 2013.
- Madhava Rao K.V., Sresty T.V.S., Antioxidative Parameters in The Seedlings of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) in Response to Zn and Ni Stresses, *Plant Sci.*, 157, 113-128, 2000.
- Miller G., Suzuki N., Çiftci-Yılmaz S., Mittler R., Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses, *Plant Cell Environ.* 33:453-67, 2010.
- Monneveux, P., Jing, R., Misra, S. C., Phenotyping for drought adaptation in wheat using physiological traits, *Front Physiol.*, 3: 1-12, 2012.
- Mullineaux, P.M., Baker, N.R., Oxidative Stress: Antagonistic Signalling for Acclimation or Cell Death, *Plant Physiology*, 154, 521-525, 2010.
- Nakano, Y., Asada, K., Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts, *Plant and Cell Physiol*, 22: (5) 867-880, 1981.
- Noctor, G., Foyer, C.H., Ascorbate and Glutathione: Keeping Active Oxygen under Control, *Annual Review Plant Physiological Plant Molecular Biology* 49, 49-279, 1998.
- Noctor G., Veljovic-Jovanovic S., Foyer CH., Peroxide processing in photosynthesis: antioxidant coupling and redox signalling. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 355:1465–1475, 2000.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., *A Biometrical Approach* 2nd Ed. McGraw Hill Book Co. Inc., Singapore, 1984.
- Uzunlu, M., Aspirinin Kavun Fidelerinin Değişik Abiyotik Stres Koşullarına Karşı Toleranslarının Artırılması Üzerine Etkileri, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Fen Bilimleri Enst., Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 2006, 39 sf.,
- Xu, Z. Zhou, G., Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass, *J Exp Bot.*, 59(12): 3317–3325, 2008.
- Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F., A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Res.*, 14:415-421, 1974.