

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YERLİ VE YABANCI BAZI KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY
ÇEŞİTLERİNİN ERKEN DÖNEM KURAKLIK STRESİNE KATLANMA
BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS

Muharrem URAL

HAZİRAN-2022
GÜMÜŞHANE



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**YERLİ VE YABANCI BAZI KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN
ERKEN DÖNEM KURAKLIK STRESİNE KATLANMA BAKIMINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF SOME INDIGENOUS AND FOREIGN WINTER BREAD
WHEAT CULTIVARS FOR TOLERANCE TO EARLY DROUGHT STRESS**

YÜKSEK LİSANS

Muharrem URAL

**HAZİRAN-2022
GÜMÜŞHANE**



T.C.

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**YERLİ VE YABANCI BAZI KIŞLIK EKMEKLİK BUĞDAY ÇEŞİTLERİNİN
ERKEN DÖNEM KURAKLIK STRESİNE KATLANMA BAKIMINDAN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**EVALUATION OF SOME INDIGENOUS AND FOREIGN WINTER BREAD
WHEAT CULTIVARS FOR TOLERANCE TO EARLY DROUGHT STRESS**

YÜKSEK LİSANS

Muharrem URAL

Danışman: Prof. Dr. Bilge BAHAR

**HAZİRAN-2022
GÜMÜŞHANE**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum hazırladığım “**Yerli ve Yabancı Bazı Kışlık Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Erken Dönem Kuraklık Stresine çalışmam olduğunu Katlanma Bakımından Değerlendirilmesi**” isimli bu tezimin, tamamen kendi, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

20/06/2022

.....
Muharrem URAL

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında beni yönlendiren, her zaman bana sabır ve hoşgörü ile yaklaşan, sürekli motive eden, samimi ve içten desteğini sunan değerli danışman hocam Prof. Dr. Bilge BAHAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında bana çok büyük desteği olan ve emeğini asla ödeyemeyeceğim ikinci tez danışmanım Doç. Dr. Cemalettin BALTACI, Müşerref GÜNAY ve Esmâ GÜLBAHAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tüm yaşamım boyunca benden desteğini ve anlayışını esirgemeyen, bana güç veren, her zaman yanımda olan ve her daim başaracağıma inan, annem Elif URAL, babam Kemal URAL, kardeşlerim Pınar URAL ve Dilan URAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam boyunca desteklerini hep hissettiğim arkadaşlarıma ve dostlarıma teşekkür ederim. Son teşekkürüm tez çalışmamın başlangıcından sonuna kadar her daim yanımda olan bana güç veren, yanımda olan Mutlu KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Muharrem URAL
GÜMÜŞHANE - 2022

ÖZET

Yapılan çalışmada, 10 yerli ve 10 yabancı olmak üzere, 20 kışlık ekmeklik buğday çeşidinin, erken dönem kuraklık stresine karşı morfo-fizyolojik ve fito-kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışmalar, uygulamalar (su stressiz kontrol ve su stresli kurak koşullar) ana parsellere ve çeşitler alt parsellere yerleştirilmek suretiyle, üç tekrarlamalı olarak tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Çalışma kapsamında, yaprak en, boy ve en/boy oranı, yaprak klorofil-a, klorofil-b, toplam klorofil ve klorofil-a/b, kök yaş ağırlığı, taç yaş ağırlığı, kök/taç yaş ağırlıklar oranı, ELWR (kesilen yaprak su tutma kapasitesi), MTS (membran kararlılığı), ortam-yaprak sıcaklığı farkı (OYSF), yaprak kül içeriği, yaprak potasyum (K^+) içeriği, karotenoid içeriği, prolin ve toplam feonolik bileşik içeriği gibi morfo-fizyolojik ve fito-kimyasal özellikler incelenmiştir.

Ayrıca, uygulamaların ve çeşitlerin, çoğu özellikler bakımından; yine uygulama×çeşit interaksiyonlarının bakımından çoğu özelliklerin istatistiksel anlamda değişim gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda; kuraklık stresi ile birlikte yaprak eni ve boyunda, klorofil-b ve klorofil a/b, kök ve taç yaş ağırlığında, MTS, OYSF, yaprak kül içeriği ve yaprak K^+ içeriğinde azalmalar gözlenmiştir. Yaprak en/boy, klorofil-a, toplam klorofil, kök/taç oranı, ELWR, karotenoid, prolin ve toplam fenolik içeriğinde ise artış olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, denemede incelenen özellikler, erken dönemde yaşanabilecek kuraklık veya diğer abiyotik stres çalışmalarında, verime giden yolda birer morfo-fizyolojik ve fitokimyasal ıslah kriteri olarak kullanılmasının yanısıra; gerek genotip sayısı ve gerekse uygulama sayısının artırılarak tarla denemeleri ve buna benzer sera denemelerinin birlikte yürütülmesi çalışmaların kesinliği ve sağlığı açısından daha yerinde olacaktır. Ayrıca, çalışmada incelenen çeşitlerden Miranda'nın kuraklık stresinde, çoğu özellikler yönünden ıslah çalışmalarında ebeveyn olarak rahatlıkla kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, Fito-kimyasal özellikler, Islah, Kuraklığa katlanma, Morfo-fizyolojik özellikler.

SUMMARY

In the study, the morpho-physiological and phyto-chemical properties of 10 indigenous and 10 foreign winter bread wheat varieties against early drought stress were investigated.

Within the scope of the study, morpho-physiological and phyto-chemical properties such as leaf width, leaf length and their ratio (width/height), leaf chlorophyll-a, chlorophyll-b, total chlorophyll and chlorophyll-a/b, root fresh weight, shoot fresh weight, root/shoot ratio, ELWR (excised leaf water retention), MTS (membrane thermostability), ambient-leaf temperature difference (OYSF), leaf ash content, leaf potassium (K^+) content, carotenoid content, proline and total phenolic compound content.

As a result of the analysis, decreases were observed in leaf width and length, chlorophyll-b and chlorophyll-a/b, root and shoot fresh weight, MTS, OYSF, leaf ash content and leaf K^+ content with drought stress. Increases were observed in leaf width/length, chlorophyll-a, total chlorophyll, root/shoot ratio, ELWR, carotenoid, proline and total phenolic contents.

Consequently, in addition to being used as morpho-physiological and phyto-chemical breeding criteria on the way to grain yield, in drought or other abiotic stress studies that may be experienced in the early period, field trials and similar greenhouse trials should be carried out together by increasing both the number of genotypes and applications that it will be better in terms of health and the precision of the studies. In addition, it is understood that Miranda, one of the cultivars investigated in the study, can be conveniently used as a parent for breeding studies in drought stress, in terms of most parameters.

Keywords: Bread wheat, Phyto-chemical properties, Breeding, Drought tolerance, Morpho-physiological properties.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
ÖZET.....	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLolar DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Önceki Çalışmalar.....	9
1.3. Çalışmanın Amacı.....	23
1.4. Çalışmanın Kapsamı	23
2. MATERYAL VE METOT	25
2.1. Materyal	25
2.2. Buğdayların Ekimi ve Bakımı.....	25
2.3.Yapılan Analizler	26
2.3.1. Yaprak En, Boy ve En/Boy Oranı	27
2.3.2. Yaprak Klorofil ve Karotenoid İçeriği	27
2.3.3. Yaprak Kül İçeriği	28
2.3.4. Yaprak Potasyum İçeriği	29
2.3.5. Membran Kararlılığı	30
2.3.6. Kök ve Taç Ağırlıkları ile Kök/Taç Ağırlık Oranı	30
2.3.7.Prolin Miktarı	31
2.3.8.Kesilmiş Yaprak Su Tutma Kapasitesi	32
2.3.9.Toplam Fenolik Bileşik İçeriği	32
2.3.10.Verilerin Değerlendirilmesi	33
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
3.1. Yaprak Eni	34
3.2. Yaprak Boyu	36
3.3. Yaprak En/Boy Oranı	38
3.4. Kök Yaş Ağırlığı.....	39

3.5. Taç Yaş Ağırlığı.....	41
3.6. Kök/Taç Yaş Ağırlıklar Oranı	43
3.7. Kesilen Yapraklarda Su tutma Kapasitesi (ELWR).....	45
3.8. Membran Kararlılığı (MTS)	47
3.9. Ortam-Yaprak Sıcaklığı Farkı (OYSF).....	48
3.10. Yaprak Kül İçeriği	50
3.11. Yaprak Potasyum (K ⁺) İçeriği	52
3.12. Klorofil-a İçeriği.....	54
3.13. Klorofil-b İçeriği.....	56
3.14. Toplam Klorofil İçeriği.....	58
3.15. Klorofil-a/b Oranı	60
3.16. Karotenoid İçeriği.....	62
3.17. Prolin İçeriği	64
3.18. Toplam Fenolik Bileşik İçeriği.....	66
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKÇA.....	73
ÖZGEÇMİŞ	87

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.	Çalışmada kullanılan kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin orijinleri.....	25
Tablo 2.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak eni değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	34
Tablo 3.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak eni değerlerine ilişkin ortalama değerler (cm).....	35
Tablo 4.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları.....	36
Tablo 5.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyu değerlerine ilişkin ortalama değerler (cm).....	37
Tablo 6.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak en/boy oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları	38
Tablo 7.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak en/boy oranlarına ilişkin ortalama değerler	38
Tablo 8.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları.....	39
Tablo 9.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök yaş ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (mg bitki ⁻¹).....	40
Tablo 10.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları	41
Tablo 11.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (mg bitki ⁻¹)	42
Tablo 12.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	43
Tablo 13.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin ortalama değerler	44
Tablo 14.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki ELWR değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	45
Tablo 15.	İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki su tutma kapasitelerine (ELWR) ilişkin ortalama değerler (%)	46

Tablo 16. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki MTS değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	47
Tablo 17. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki MTS değerlerine ilişkin ortalama değerler (%).....	47
Tablo 18. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	49
Tablo 19. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin ortalama değerler (°C).....	49
Tablo 20. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	51
Tablo 21. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriğine ilişkin ortalama değerler (%).....	51
Tablo 22. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak K ⁺ içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	52
Tablo 23. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak K ⁺ içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg kg ⁻¹).....	53
Tablo 24. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	54
Tablo 25. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak Kl-a içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g ⁻¹ YA)	55
Tablo 26. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-b içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	56
Tablo 27. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak Kl-b içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g ⁻¹ YA)	57
Tablo 28. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam klorofil içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	58
Tablo 29. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak toplam klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g ⁻¹ YA)	59
Tablo 30. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a/b oranına ilişkin varyans analiz sonuçları	60
Tablo 31. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a/b oranına ilişkin ortalama değerler.....	61

Tablo 32. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki karotenoid içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	62
Tablo 33. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki karotenoid içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g^{-1} YA)	63
Tablo 34. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	64
Tablo 35. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin ortalama değerler ($\mu\text{mol prolin g}^{-1}$ YA)	65
Tablo 36. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları	66
Tablo 37. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin ortalama değerler ($\text{mg GA eşdeğeri L}^{-1}$)	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Bitkilerde kuraklık direnci (Seleiman vd., 2021).....	2
Şekil 2. Bitkinin fizyolojik uyum süreçlerinde prolinin çok yönlü rolü (Ghosh vd., 2021).	3
Şekil 3. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde büyümenin kısıtlanmasının altında yatan bazı sebepler (Jaleel vd., 2009).	6
Şekil 4. Su stresinden etkilenen bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal dinamikleri(Seleiman vd., 2021).	8
Şekil 5. Viyollerin hazırlanılması ve ekim işleminin yapılması	26
Şekil 6. Yetiştirmekte olan bitkilerden görünüm (1-“1 ve 2. sulamadan sonra”, 2- kuraklık stresi başlangıcı “3. sulamadan sonra”, 3- stressiz bitkiler “3.sulamadan sonra”, 4- stres uygulanmasının bitirilmesi “stresli ve stressiz bitkiler”)	26
Şekil 7. Yaprak en, boy ve en/boy oranının ölçülmesi.....	27
Şekil 8. Yaprak klorofil içeriğinin belirlenmesi.....	28
Şekil 9. Yaprak kül içeriğinin belirlenmesi.....	29
Şekil 10. Yaprak potasyum içeriğinin belirlenmesi	29
Şekil 11. Yaprak Potasyum tayini standart kalibrasyon eğrisi.....	29
Şekil 12. Viyol gözünden çıkarılmış ve temizlenmiş buğday genotipi.....	30
Şekil 13. Prolin kalibrasyon eğrisi	31
Şekil 14. Prolin miktarının belirlenmesi	31
Şekil 15. Prolinin, stressiz (solda) ve stresli (sağda) koşullardaki farkı	32
Şekil 16. Toplam Fenolik tayin kalibrasyon eğrisi	33
Şekil 17. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak eni değerlerine ilişkin ortalama değerler	35
Şekil 18. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyu değerlerine ilişkin ortalama değerler	37
Şekil 19. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak en/boy oranlarına ilişkin ortalama değerler.....	39
Şekil 20. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök yaş ağırlığına ilişkin ortalama değerler	41
Şekil 21. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlığına ilişkin ortalama değerler.....	43

Şekil 22. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin ortalama değerler	44
Şekil 23. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki ELWR değerlerine ilişkin ortalama değerler.....	46
Şekil 24. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki MTS değerlerine ilişkin ortalama değerler.....	48
Şekil 25. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin ortalama değerler.....	50
Şekil 26. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriği değerlerine ilişkin ortalama değerler.....	52
Şekil 27. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak K+ içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	54
Şekil 28. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki K1-a içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	56
Şekil 29. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki K1-b içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	58
Şekil 30. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	60
Şekil 31. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki K1-a/b oranına ilişkin ortalama değerler.....	62
Şekil 32. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki karotenoid içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	64
Şekil 33. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin ortalama değerler	65
Şekil 34. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin ortalama değerler.....	67

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

APX	: Askorbat Peroksidaz
AO	: Antioksidan
AsA	: Askorbik Asit
ABA	: Absisik asit hormonu
°C	: Santigrat Derece
CAT	: Katalaz
CO ₂	: Karbon dioksit
ELWR	: Kesilmiş yapraklarda su tutma kapasitesi
g	: Gram
Kg	: Kilogram
GA	: Gallik asit
GB	: Glisin betain
GR	: Glutasyon Redüktaz
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
³ Chl*	: Üçlü Klorofil
K ⁺	: Potasyum iyonu
Kl-a	: Klorofil-a
Kl-b	: Klorofil-b
Kl-a/b	: Klorofî- a/b
MTS	: Membran Stabilitesi
CMS	: Hücre Membran Stabilitesi
MLE	: Moring oleifera leaf
KM	: Kuru madde
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
mg	: Miligram
mM	: Milimolar
mm	: Milimetre
N	: Azot
SNP	: Sodyum Nitroprussid
NaCl	: Sodyum Klorür
nm	: Nanometre

cm ²	: Santimetre-kare
cm	: Santimetre
O ⁻²	: Süperoksit
OYSF	: Ortam-Yaprak Sıcaklık Farkı
BTS	: Bitki Topluluk Sıcaklığı
CTD	: Canopy Temperature Depression
EC	: Elektrik İletkenliği
PEG 6000	: Polietilen Glikol 6000
UV	: Ultraviyole
ROT	: Reaktif oksijen türleri
Se	: Selenyum
SOD	: Süperoksit Dismutaz
ET	: Evapotranspirasyon
TK	: Tarla kapasitesi
MPa	: Megapascal
YA	: Yaş ağırlık
µg	: Mikrogram
µmol	: Mikromol
Lux	: Aydınlatma Şiddeti
¹ O ₂	: Tekli Oksijen
AK	: Aikang 58
CS:	: Chinese Spring

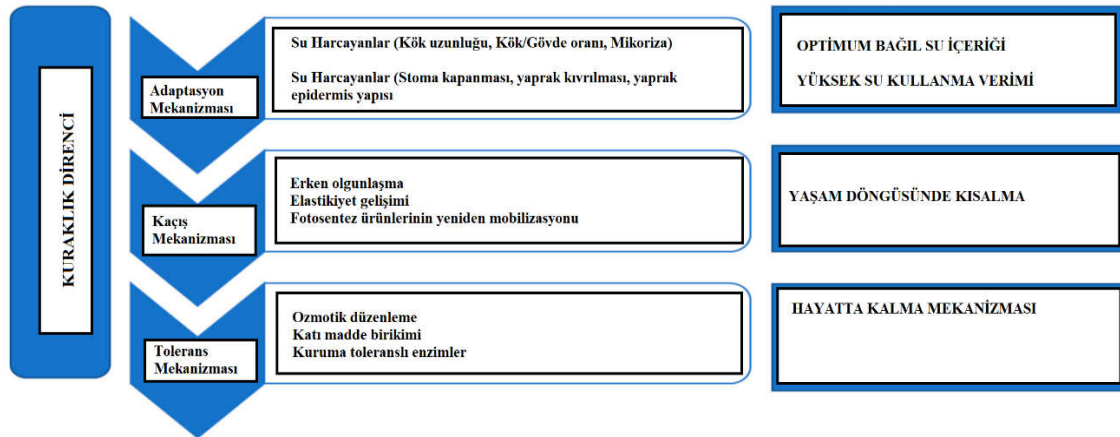
1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Buğday (*Triticum aestivum* L.), *Poaceae* (*Gramineae*) familyasına ait otsu bir bitkidir. Yaygın ekmeklik buğday olarak da bilinen hekzaploid (AABBDD / ($2n = 6x = 42$) *T. aestivum* genomu; her kromozomun 6 kopyası ve 15 milyar bazdan fazla toplam haploid boyutu ile bilim dünyasında bilinen en karmaşık genomlardan birine sahiptir (Zimin vd., 2017; Gupta vd., 2020). Tipik olarak ılıman bölgelerin başlıca yıllık mahsulü olmasına rağmen; çoğu arkeolojik kanıtlara göre buğdayın gen merkezi Mezopotamya ovalarını ve Suriye Çölü'nü çevreleyen dağ zincirlerinden oluşan "Bereketli Hilal"dir. Buğdayın bu bölgede en erken kültüre alındığı dönem MÖ 7500-6500 yıllarını kapsamaktadır (Snape ve Pankova, 2013). Dünyada pirinç ve mısırdan sonra en önemli üçüncü tahıl olup, dünyadaki toplam tahıl temelli gıdaların %35'ini tek başına buğday oluşturmaktadır (Miransari ve Smith, 2019). Avrupa, Rusya, Kuzey ve Güney Amerika, Avustralya ve Çin en önemli küresel buğday üreticileri arasında yer almaktadır (Snape ve Pankova, 2013). Bugün dünya çapında yetiştirilen buğdayın yaklaşık %95'i *T. aestivum*, kalan %5'i ise *T. turgidum* subsp. *durum* türleridir (Kulathunga vd., 2020). Küresel olarak üretilen buğdayın yaklaşık %60'ı gıda olarak tüketilmekte ve insan nüfusu arttıkça buğdaya karşı talebin önümüzdeki birkaç on yılda (2020-2050) küresel olarak tahminen %70 artması beklenmektedir (Abedi ve Mojiri, 2020). Buğday, hem Türkiye'de hem de Dünya'nın pek çok ülkesinde temel ve stratejik bir besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda çiftlik hayvanları için yem olarak yetiştirilmektedir. Bu kadar yaygın kullanımının başlıca sebeplerinden birisi buğdayın adaptasyon yeteneğinin yüksek olmasıdır. Buğdayın bu adaptasyon yeteneği sayesinde birçok şartlar altında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Üretimde ilk sırayı alan buğday, tahıl cinsleri arasında işlenerek tüketilmesi bakımından da ilk sıralarda yer almaktadır. Bunun başlıca sebeplerinden biri buğday danesinin; mineral maddeler, B vitamini ve mikro besin maddelerince zengin olmasının yanı sıra, küresel nüfusun besin ve enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılıyor olmasıdır (Cummins ve Roberts-Thomson, 2009). Dünya'da 2021 yılında 778.5 milyon ton, Türkiye'de ise 17.7 milyon ton buğday üretimi gerçekleştiği tahmin edilmektedir (USDA, 2022; TÜİK, 2021). Buğdayda kuraklığa bağlı olarak verimde azalma görülürken, tarımsal üretimde sürdürülebilirlik ve dünya gıda güvenliği tehlikeye girmektedir (Richards vd., 2001). Büyüme ve gelişimini

azaltan veya olumsuz yönde etkileyen çevre faktörlerindeki değişimler olarak tanımlanabilen stres (Öztürk ve Akten, 1996); biyotik ve fizikokimyasal olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Levitt, 1972). Biyotik faktörler; mikroorganizmaların (fungus, bakteri ve virüs) enfeksiyonu ve zararlı hayvanların saldırıları sonucu oluşan stres faktörleridir. Abiyotik faktörler ise su, sıcaklık, radyasyon, kimyasallar, manyetik ve elektriksel alanlar gibi çevresel faktörlerdir (Lichtenthaler, 1996). Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi % 26'lık payıyla en büyük dilimi içermektedir (Blum ve Jordan, 1985). Bitkilerin kuraklık stresi ne kadar hassas olduğu; stresin derecesine ve diğer stres faktörleri ile etkileşimine, bitki tür ve çeşidi ile birlikte bitkinin gelişim aşamasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Demirevska vd., 2009).

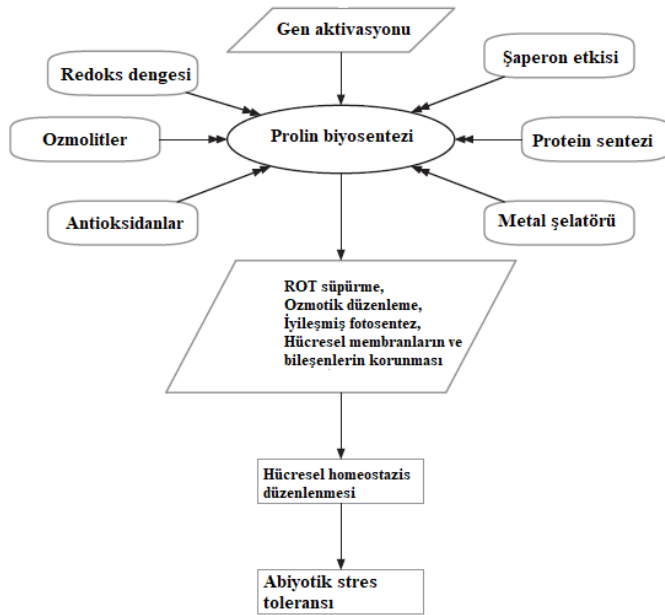
Bitki fizyolojisinde kuraklık stresinin etkilerinden sakınabilmek için adaptasyon, kuraklıktan kaçınma ve kuraklık toleransı (katlanma) olmak üzere üç farklı strateji mevcuttur (Şekil 1) (Gürel ve Avcıoğlu, 2001).



Şekil 1. Bitkilerde kuraklık direnci (Seleiman vd., 2021).

Kuraklığa adaptasyon, kuraklığa karşı direnç düzeyini ifade ederken; kaçınma, daha önce strese maruz kalmış ve strese karşı tolerans kazanmış olma durumunu; tolerans ise, bitkinin uygunsuz ortam koşullarına katlanma ve başa çıkma durumunu ifade etmektedir (Taiz ve Zeiger, 2008). Ayrıca su stresi, düşük turgor basıncı nedeniyle hücre genişlemesini ve hücre büyümesini büyük ölçüde bastırarak büyümeyi geniş ölçüde kısıtlar (Şekil 1). Ozmotik düzenleme, su potansiyelinin azaldığı hallerde, bölünen hücrelerde çözünen madde birikimi süreci olarak tanımlanır ve böylece turgorun korunmasına yardımcı olur. Bitkilerde hücre büyümesi ve genişlemesi, büyük

ölçüde su mevcudiyetine bağlı olduğundan; kurak koşullarda bitkilerde görülen en önemli savunma mekanizmalarından biri turgorun korunmasına yardımcı olacak L-prolin, L-prolin betain, glisin betain, gliserol, mannitol, sorbitol gibi katı maddelerin hücrelerde birikiminin artmasıdır (Meenav vd., 2019). Prolin, bitkilerde en çok çalışılan ozmoprotektanlardan biri olup prolin biyosentezi genellikle glutamat yolu veya ornitin yoluyla gerçekleşir. Prolin, biyosentez sürecinin bitkilerde kuraklığın da dahil olduğu abiyotik stres toleransına aracılık etmedeki katılımı Şekil 2’de gösterilmiştir (Ghosh vd., 2021). L-prolin, bir ozmolit görevi görmekle birlikte, stres boyunca bir metal şelatör ve bir antioksidatif savunma molekülü olarak da önemli bir karaktere sahiptir. Birincil metabolizma için gerekli proteinojenik bir amino asit olarak bilinmektedir (Barupal vd., 2019). L-Proline agregasyonu normalde, proteinlerin yapısını oluşturan moleküler şaperonlar olarak çalıştığı sitoplazmada gerçekleşir ve bu amino asitin birikimi sitozolik pH’ı tamponlar ve hücre redoks durumunu korur. L-Proline, ozmolit, radikal temizleyici, elektron alıcı, farklı makromoleküllerin stabilizatörü ve hücre duvarının bileşeni olarak çalışır (Matysik vd., 2002). Araştırmalar, kuraklığın birçok bitkide prolin birikimini indüklediğini ve eksojen prolin uygulamasının kuraklık toleransının sağlanmasına önemli ölçüde katkıda bulunduğunu göstermiştir (El-Beltagi vd. 2020). Hatta bazı araştırmacılar, kuraklık stresinin 18 gün uzatıldığında prolin seviyesinin 30 kat arttığını bildirmişlerdir (Mohsenzadeh vd., 2006).



Şekil 2. Bitkinin fizyolojik uyum süreçlerinde prolinin çok yönlü rolü (Ghosh vd., 2021).

Su stresini algılayan bitkilerde ilk olarak ortaya çıkan değişiklik su kaybını engellemek amacıyla stomaların daralması veya kapanmasıdır (Osakabe vd., 2014). Stomalar, yaprak epidermisinde bulunan fotosentez için gerekli olan CO₂'nin alımını ve su dengesini kontrol eden mikroskobik gözeneklerdir (Nilson ve Assmann, 2007). Stomalar açık vaziyetteyken; bitki transpirasyonla su kaybetmektedir. Bundan dolayı bitki terleme ile sıvı kaybını en aza indirmek amacıyla stomalarını kapatma eğilimindedir (Chaves vd., 2003; Mahajan ve Tuteja, 2005). Absisik asit hormonu (ABA), stomaların açılmasını ve kapanmasını teşvik etmektedir. Stoma tipi anyon kanalları ABA'yı aktif hale getirir ve koruyucu hücrelerden klorür ve nitrat salımı gerçekleştirir. Bunun sonucunda stomaların kapanmasına neden olur (Pei vd., 2000; Tallman, 2004). Kapanan stomalar sonucunda karbondioksit alınımında azalmalar oluşur. Bunun sonucunda; yaprak boyutunda küçülmeler, gövde uzaması, köklerde artışlar ve fotosentez miktarında düşüşler meydana gelmektedir. Bu düşüşler bitki gelişimi ve büyümesini olumsuz etkilemektedir (Şekil 3). Ayrıca, bitki stomalarının kapanması sonucu, hücre ölümleri de ortaya çıkmaktadır (Farooq vd., 2009; Dolferus, 2014; Anjum vd., 2011).

Klorofilin, fotosentez hızına destek olan bir faktör olduğu; net fotosentezdeki düşüşlerin, şiddetli kurak koşullar altında azalan klorofil içeriği ile ilgili olabileceği belirtilmiştir (Wasaya vd., 2021). Yine, kuraklık stresi sonucu azalan fotosentez hızı, stoma iletkenliğindeki azalma, buruşuk yapraklar ve zayıf kloroplast alt yapısı, düşük klorofil içeriği ile ilişkilendirilmiştir (Xiang vd., 2013). Kuraklık stresi ile azalan klorofil içeriğinin, pigmentlerin ve pigment proteinlerin komplekslerinin fotoinhibisyonu ve fotodekstrüksiyonundan ve fotosentetik membran kararsızlığından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Hüseynova, 2012). 40 karbonlu lipofilik izoprenoidler olan karotenoidler; bitkiler, algler, siyanobakteriler gibi fotosentetik organizmalarda geri dönüşümlü olarak sentezlenen pigment maddeleridir. Karotenoidler, karotenler ve ksantofiller olmak üzere iki gruba ayrılır. α -karoten, β -karoten, β,ψ -karoten (γ -karoten) ve likopen gibi karotenler hidrokarbonlardır. Doğada yaklaşık 50 çeşit karoten bulunur. Öte yandan β -kriptoksantin, lutein, zeaksantin, astaksantin, fukoksantin ve peridinin gibi ksantofiller; hidroksi, karbonil, aldehit, karboksilik, epoksit ve furanoksit grupları gibi oksijen atomları içeren karotenoidlerdir. Bazı ksantofiller, yağ asidi esterleri, glikozitler, sülfatlar ve protein kompleksleri olarak bulunur. 2018 yılına kadar yaklaşık 850 doğal olarak oluşan karotenoid rapor edilmiş olup bunların 800 kadarı ksantofildir (Maoka, 2020). Klorofiller ve karotenoidler gibi fotosentetik pigmentler, güneş radyasyonundaki fotonları yakalayabilir ve kloroplastlarda ışık enerjisinin kimyasal enerjiye dönüşümünü kolaylaştıran elektron taşınmasını başlatabilir (Qin vd., 2015). Fotosentetik dokularda

klorofiller, güneş elektromanyetik spektrumunun mavi ve kırmızı bölgelerinden (klorofil a; 430 ve 660 nm ve klorofil b; 450 ve 640 nm) fotonları maksimum düzeyde emerken, karotenoidler mavi-yeşil bölgeden (yaklaşık 450-570 nm) foton hasat aralığını genişletir. Karotenoidler, enerjiyi klorofillere aktarır; böylece, thylakoidlerde fotosentetik ışık hasadını arttırır (Dhami ve Cazzonelli, 2020). Karotenoidler, meyveler ve kökler de dahil olmak üzere bitkilerin farklı bölümlerinde sentezlenir, biriktirilir ve pek çok görev üstlenir. Plastidler, bitkilerde karotenoid biyosentezinden ve birikiminden sorumlu özel hücre altı bölmeleridir. Çevre koşullarındaki günlük ve mevsimsel değişiklikler ile farklı biyotik ve kuraklık gibi abiyotik faktörlerin dayattığı anlık stresler, karotenoidlerin hem biyosentezini hem de bozunmasını etkileyebilir (Esteban vd., 2015). Karotenoidler ve karotenoid türevli apokarotenoidler, çevresel algılamada ve bitkilerin iklimlendirilmesinde çok önemli bir rol oynar (Dhami ve Cazzonelli, 2020). Toprak su içeriğindeki sınırlama, karotenoidler gibi ikincil metabolit birikimindeki değişiklikler dahil olmak üzere, bitki fizyolojisi ve mimarisi üzerinde gözle görülür etkilere neden olur. Karotenoidler, kuraklık stresi sinyalizasyonunda, oksidatif stresi nötralize etmede ve karotenoid türevli fitohormon absisik asit seviyesini kontrol etmede hayati rol oynarlar; bitkiler kuraklık ve tuzluluk sinyalleri aldığında terlemeyi önleyerek stoma kapanmasını indüklerler. Enzimatik olmayan antioksidan ve fotosistem I ve II'nin koruyucusu olarak hayati rol oynarlar. Fotosistemlerin korunması; fotosentetik aygıtın, özellikle üçlü uyarılmış klorofiller ($^3\text{Chl}^*$) tarafından üretilen tekli oksijen ($^1\text{O}_2$) radikalinin oluşumuna karşı korunması şeklinde gerçekleşir. Bu süreçte karotenoidler iki şekilde çalışır. Bunlardan birincisi $^3\text{Chl}^*$ 'nin söndürülmesi ve ikincisi, $^3\text{Chl}^*$ ile etkileşime giren tekli oksijen radikalinin doğrudan süpürülmesidir (Swapnil vd., 2021). Böylece, özellikle stres koşullarında bitkileri fotooksidatif hasardan koruyan karotenoidler, renkleri (turuncu, kırmızı ve sarı) ile de tozlayıcıların meyveye ve çiçeğe çekilmesinde görev alırlar (Sathasivamvd., 2021).



Şekil 3. Kuraklık stresi altındaki bitkilerde büyümenin kısıtlanmasının altında yatan bazı sebepler (Jaleel vd., 2009).

Fenolikler, bitkilerde çok çeşitli fizyolojik aktivitelere katılan monomerik ve polimerik fenoller ve polifenoller üreten, şikimat/fenilpropanoid yolundan veya poliketid asetat/malonat yolundan doğan sekonder doğal metabolitlerdir (Naikoo vd., 2019). Polifenoller olarak da bilinen fenolik bileşikler, çok çeşitli molekülleri içerir ve 3 farklı grupta sınıflandırılabilir. Bunlar; flavonoid olmayanlar (farklı reaktif gruplara sahip en az bir fenolik halkaya sahip moleküller), flavonoidler (bir karbon zinciri ile birbirine bağlanan 2 aromatik halkanın oluşturduğu C15 fenil kroman yapısına sahip moleküller) ve tanenlerdir (Varela vd., 2016). Bir veya daha fazla hidroksil grubuna sahip aromatik bileşikler olan bitki fenolikleri veya polifenoller, bitkiler tarafından esas olarak streslere karşı koruma için üretilir. Toprak besin maddeleri, sıcaklık, su mevcudiyeti ve ışık gibi çevresel faktörler, bu bileşiklerin bileşimini, konsantrasyonunu ve ayrıca şifalı bitkilerin terapötik özelliklerini etkileyebilir (Ramakrishna ve Ravishankar, 2011). Kuraklık halinde, bitkilerde su mevcudiyetinin kısıtlanması sırasında, ksilem yoluyla köklerden yapraklara iletilen kimyasal bir sinyal aracılığıyla kısmi stoma kapanması uyarılır ve bu da hücre içi CO_2 seviyesinde ciddi bir düşüşe neden olur (Cheng vd., 2018). Sonuç olarak, Calvin döngüsü için mevcut olan NADPH^+ ve H^+ miktarı azalır ve bu durum NADP^+ konsantrasyonu ve elektron taşıma zinciri için elektron alıcı potansiyelinde azalma ile sonuçlanır. Bu durum hidrojen peroksit (H_2O_2) ve süperoksit (O_2^-) gibi serbest radikallerin ve diğer reaktif oksijen türlerinin (ROT) artmasına neden olur. Sonuç olarak, tanenler ve flavonoidler gibi fenolik bileşikler, fotosentetik aparat yıkımını, hücre zarı hasarını, protein denatürasyonunu ve bitki büyümesinin inhibisyonunu önlemek için bir antioksidan savunma mekanizması olarak sentezlenir (Araújo vd., 2015). Su kullanma etkinliği zirai bitkilerin kuraklık toleransı ile paralellik göstermekte olup yaprak kül

içeriği doğrudan doğruya su kullanma etkinliği ile ilişkilidir (Mian vd., 1997). Kül içeriği, minerallerin ne ölçüde ksilem boyunca transpirasyon akımı tarafından pasif olarak taşındığını ve vejetatif organlarda biriktiğini gösterir. Kül içeriğinin analizi organ veya bitki yaşamı boyunca meydana gelen fizyolojik süreçlerin entegre bir ölçümünü sağlar. Daha yüksek terlemeye sahip genotiplerin yaprak kuru maddesinde, üretilen kuru madde birimi başına daha yüksek kül içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Monneveux vd., 2004). Geç kuraklık ekmeklik buğdayda yapraklardaki kül oranını düşürür (Öztürk ve Aydın, 2017).

Fotosistem II oksijen salan kompleksinin ve reaksiyon merkezinin bozulması; reaksiyon merkezinde bulunan D1 ve D2 proteinleri, elektron üretimini ve kullanımını, reaktif oksijen türlerinin üretimi sonucunda hücre zarının lipid peroksidasyonuna neden olmakla beraber, klorofil ve kloroplast içeriğini de olumsuz yönde etkilemektedir (Ahmad vd., 2018; He vd, 1995). Membranın yapısı, hücredeki sulu ortamın bir sonucu olup, yapısında bulunan reseptörler tarafından stres ilk olarak burada algılandığı belirtilmiştir. Kuraklık ile birlikte hücre içerisinde suyun azalması çift lipid katman arasında bulunan proteinlerin yer değiştirmesine ve bunun sonucunda seçiciliğin, hücresel sınırların bozulmasına ve bazı enzimlerin aktivitelerinin kaybolmasına neden olmaktadır (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005; Mahajan ve Tuteja, 2005). Kuraklık stresi ile birlikte membran stabilitesinde düşüş olduğu yapılan birçok araştırmada ifade edilmiştir. Membran stabilitesinin kuraklık stresi altında bitkinin su tutma kapasitesi ile ilgili olabileceği ve köklenme veya köksap özelliklerinin farklı olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Merewitz vd., 2010). Bitkide yeterli miktarda K^+ bulundurulmasının kök uzamasını teşvik ettiği; ayrıca, membran yapısını su kıtlığı olduğu durumlarda iyileştirme eğiliminde olduğu bildirilmiştir (Hassan vd., 2017). K^+ 'un bir diğer etkisi de, kuraklık stresinin oluşturduğu hasarları azalttığı; ve ürün kalitesini iyileştirdiği ve arttırdığı yöndedir (Aslam vd., 2014). Kuraklık stresi koşullarında bitkilerin farklı moleküler, biyokimyasal, fizyolojik, morfolojik ve ekolojik özelliklerinde ve süreçlerindeki bozulmalar Şekil 3'te özetlenmiştir (Seleiman vd., 2021).

Kurak koşullarda bazı reaktif oksijen türleri (ROT); hidroksil, süper oksit, hidrojen peroksit ve tekli oksijen şeklinde oluşmaktadır. ROT aşırı birikimi DNA, karbonhidrat, protein ve yağlara zarar verir. Böylece, nükleik asitleri zarara uğramakta, klorofil, karbonhidrat, yağ ve proteinler bozulmaya başlamaktadır (Scandalios, 1993; Gill ve Tuteja, 2010). ROT'un toksik etkileri Süperoksit Dismutaz (SOD), Katalaz (CAT), Askorbat Peroksidaz (APX), Glutasyon Redüktaz (GR), Askorbik Asit (AsA) gibi enzimatik olan ve Tokoferol, Glutasyon ve Fenolik bileşikler gibi enzimatik olmayan

antioksidatif sistem ile de karşı karşıyadır (Jaleel vd., 2008; Ashraf, 2009). Süperoksit dismutaz (SOD); H_2O_2 'nin hücreye zarar vermemesi için hemen onu ortadan uzaklaştırır; çünkü, H_2O_2 belirli metal iyonları ve şelatların varlığında yüksek düzeyde reaktif OH radikalini oluşturur. Süperoksit dismutaz tiplerinin düzenlenmesi biyotik ve abiyotik streslerin neden olduğu oksidatif stres ile mücadelede ve çevresel stres şartları altındaki bitkinin hayatta kalabilmesinde hayati rol oynar (Gill ve Tuteja, 2010). Katalaz (CAT), H_2O_2 'yi doğrudan değiştirebilen ve stres sırasında ROT detoksifikasyonu için vazgeçilmez olan başlıca temizleyici enzimlerdir (Breusegem vd., 2001). Glutasyon (GSH), ROT'u kontrol altında tutan hücresel antioksidatif savunma sisteminin esas bileşenidir. Antioksidatif savunma ve redoks reaksiyonları bitkilerin bulundukları çevreye alışmalarında önemli bir rol oynar. Bu da glutasyonu uygun bir stres göstergesi yapar (Tausz vd., 2004). Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler antioksidant savunma sistemlerin bazılarının ya da tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelebilirler. Bununla beraber, uzun süreli ve akut; hatta bazen kısa süreli stres durumunda bile savunma mekanizmalarının kapasiteleri aşılır ve bu durum, gözle görülür zararlara ve hatta bitki ölümüne neden olabilir (Jung, 2004; Srivalli vd., 2003; Reddy vd., 2004; Pinheiroa vd., 2014; Alexieva vd., 2003).



Şekil 4. Su stresinden etkilenen bitkilerin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal dinamikleri(Seleiman vd., 2021).

1.2. Önceki Çalışmalar

Van Heerden ve De Villiers (1996)'ın yaptıkları çalışmada 4 ekmeklik buğday genotipi olan; Gamtoos (kuraklığa toleranslı), SST 66 (kuraklığa hafif duyarlı) kuraklığa toleransı bilinmeyen Nantes ve SST 44 genotiplerinde çiçeklenme öncesi ve sonrasında altı gün boyunca sulama kesilerek kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Sonuç olarak, Gamtoos ve SST 66 stres oluşturulmasından bir gün sonrasında prolin içeriğinde önemli artış olduğu, Gamtoos ($3537 \mu\text{mol g}^{-1}$ KA) ve SST 44 ($8126 \mu\text{mol g}^{-1}$ KA) genotiplerinde artış olduğu; diğer genotiplerde ise önemli olmayan artışlar olduğu belirtilirken; kuraklığın beşinci gününde Nantes ($11.123 \mu\text{mol g}^{-1}$ KA) ve kuraklığın üçüncü gününde SST 66'da ($2380 \mu\text{mol g}^{-1}$ KA) artışlar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca stres koşullarında SST 44'ün en yüksek prolin içeriği gösterdiği (kuraklığın altıncı gününde $12.641 \mu\text{mol g}^{-1}$ KA) ve en düşük prolin içeriğinin SST 66'da görüldüğü (kuraklığın üçüncü gününde $2380 \mu\text{mol g}^{-1}$ KA) belirtilmiştir (Van Heerden ve De Villiers, 1996).

Sairam vd. (1997)'nin kuraklık ve sıcaklık stresine duyarlılıkları farklı üç ekmeklik buğday çeşidi ile yaptıkları bir çalışmada, çiçeklenme aşamasında su ve sıcaklık stresi sonucu membran stabilitesinin düştüğünü, kontrol grubunda membran stabilitesinin ortalama %60-80 arasında olduğunu; su stresi altında en yüksek membran stabilitesinin DL 153-2'ye (yaklaşık %60) ve onu takip eden HD 2285 (%40-50) genotipine ait iken; RAJ 3077 (%30-40) çeşidinin en düşük membran stabilite değeri gösterdiğini belirtmişler (Sairam vd., 1997).

Chandrasekar vd. (2000)'nin yaptıkları bir çalışmada, iki hekzaploid ve iki tetraploid buğday genotiplerine saksı kültüründe ekimden 50, 60 ve 70 gün sonra tekdüze su stresi uyguladıklarını ve 60, 70 ve 80 gün sonunda membran stabilitesinde (MTS) düşmeler olduğunu; stresin 1. ve 2. aşamasında en düşük MTS indeksinin HW 24 (%60-100) genotipine ait olduğunu; bunu A 9-30-1 (%60-80), C306 (%60-80) ve Hira (%60-80) genotiplerinin takip ettiğini belirtmişlerdir. Stresin 3. aşamasında Hekzaploid çeşit olan C 306'nın diğer genotiplere kıyasla daha az MTS düşüşü gösterdiği; HW 24'ün stresli ve stresiz koşullarda en yüksek MTS gösterdiği ve tetraploid çeşitlerin hekzaploid çeşitlere göre daha yüksek MTS gösterdiği belirtilmiştir (Chandrasekar vd., (2000).

Sairam ve Saxena (2000)'nin yaptıkları bir çalışmada, üç ekmeklik buğday genotipinde çiçeklenme sonrası farklı aşamalarda su stresi uygulamışlardır. Karotenoid miktarı, en yüksek HD 2402 ($600 \mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlık), arkasından PBW 175 ($550 \mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlık) ve PBW 175 ($400-500 \mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlık) genotiplerinin izlediği ve bu genotiplerin su stresinde bile yüksek karotenoid içeriklerini korudukları; HD 2402 (300-

500 $\mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlık) ve WH 542 (300-400 $\mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlık) genotiplerinin ise bunları takip ettiği ve tüm genotiplerin su stresi altında karotenoid miktarlarında azalmalar olduğu belirtilmiştir (Sairam ve Saxena, 2000).

Merah vd. (2001)'ı otuz yedi makarnalık buğday genotipini kullanarak üç yıl (1995-96-97) süre ile yaptıkları çalışmada; 1995 yılında yoğun erken kuraklık, 1996 yılında düşük terminal kuraklık ve 1997 yılında orta dereceli aralıklı kuraklık olarak tanımladıkları bir kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Sonuç olarak, 1995 yılı en kurak ve 1996 yılı en yağışlı yıl olarak nitelendirdiklerinde; bayrak yaprak kül içeriğinin 1995 (66.5 mg g^{-1} KM) yılında 1996 (89.5 mg g^{-1} KM) yılına göre arasında % 35 daha düşük olduğunu belirtmişlerdir (Merah vd., 2001).

Alexieva vd. (2001)'nin yılında yaptıkları çalışmada buğdaya 7 günlük %10 PEG 6000 ile orta dereceli kuraklık ve 280-320 nm aralığında civa lambası kullanılarak UV-B radyasyon uygulamışlardır. Kontrol uygulamasında bitki başına buğday fide yaş ağırlığı 90.8 $\pm$ 3.4 mg olarak gerçekleşirken, kuraklık uygulamasında yaş ağırlık 77.3 $\pm$ 5.7 mg, UV uygulamasında 62.1 $\pm$ 2.4 mg, kuraklık + UV uygulamasında ise 85.2 $\pm$ 3.8 mg olduğunu; kuru ağırlıkların ise kontrolde 15.3 $\pm$ 1.1 mg, kuraklıkta 12.4 $\pm$ 0.5 mg, UV'de 9.4 $\pm$ 0.3 ve her iki stresin birlikte uygulamasında 12.9 $\pm$ 0.8 mg olarak gerçekleştiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada prolin miktarının UV uygulamasında (4 $\mu\text{mol g YA}^{-1}$) önemli bir artış olmadığını, kuraklık⁺UV uygulamasında (5 $\mu\text{mol g YA}^{-1}$) hafif bir artış olduğunu belirtmişlerdir (Alexieva vd., 2001).

Li vd. (2004)'nin N ve su eksikliği olan koşullar altında, atmosferik CO₂'in artırılmasıyla, bitki büyümesi ve evapotranspirasyonun farklı etkilenebileceğini ve bunu anlamak üzere, yazlık ekmeklik buğday (cv Dingxi) ile yaptıkları bir çalışmada; , iki farklı CO₂ konsantrasyonu (ortam karbondioksiti ve yükseltilmiş CO₂), beş N gübresi (0, 112.5, 225.0, 337.5, 450.0 kg ha^{-1}) ve iki sulama (%85-100 tarla kapasitesinde (TK) iyi sulanmış ve %45-60 TK'nde stresli) koşulu uygulamışlardır. Çalışmada, ortamdaki CO₂'in zenginleştirmesinden kaynaklanan terlemedeki azalmanın, yeterli N ve su kaynağı altında daha yüksek yaprak alanının getirdiği evapotranspirasyondaki (ET) artışı neredeyse telafi ettiğini; böylece, ET'un kontrol ve CO₂ ile zenginleştirilmiş ortamdaki bitkiler için benzer seyrettiği belirtilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, azaltılmış N ve su kaynağı altında, CO₂ zenginleştirmesinin yaprak büyümesi veya ET üzerinde sınırlı etkide bulunduğunu belirtmişlerdir (Li vd., 2004).

Monneveux vd. (2004)'nin yaptıkları çalışmada, çiçeklenme ve danenin olgunlaşma dönemlerindeki yaprak kül içeriğinin, her tür içinde geniş bir değişkenlik gösterdiği ve dane verimi ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, yapraklardaki kül

içeriğinin sadece kuraklık koşullarında değil, aynı zamanda özellikle buharlaşma talebinin yüksek olduğu sulama koşullarında da verim için tahmin kriteri olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir (Monneveux vd., 2004).

Khanna-Chopra ve Selote (2006)'nın iki ekmeklik buğday çeşidi olan C306 (kuraklığa dayanıklı) ve Moti (kuraklığa duyarlı) genotipleri ile yaptıkları çalışmada; hafif su stresi altında C306 (yaklaşık %70-80 arasında) genotipinin Moti (yaklaşık %80-90 arasında) genotipine kıyasla daha fazla membran stabilitesi gösterdiği ve şiddetli su stresi altında kontrol grubuna (yaklaşık %90) kıyasla membran stabilitesinde azalmalar olduğu; yeniden sulama ile C306'nın membran stabilitesinde tam bir geri kazanım sağlanırken, Moti'de kısmi mebran stabilitesi görüldüğü belirtilmiştir (Khanna-Chopra ve Selote, 2006).

Majid vd. (2007)'nin dört ekmeklik buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada, bayrak yaprak potasyum (K^+) içeriğinin bitkinin gebeleşme (karınlanma) döneminde, 2002-2003 yetiştirme mevsiminde ($149.69 \mu g g^{-1}$) bir sonraki yılla ($139.38 \mu g g^{-1}$) kıyaslandığında daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kuraklık stresi altında gebeleşme döneminde, 2002-2003 ($184.58 \mu g g^{-1}$) ve 2003-2004 ($154.72 \mu g g^{-1}$) yetiştirme mevsimlerinde en yüksek K^+ içeriğine Chakwal-97 çeşidinde gözlenirken; en düşük K^+ içeriğine (yıllara göre sırayla, $114.92 \mu g g^{-1}$ ve $118.27 \mu g g^{-1}$) Rawal-87 çeşidinde gözlenmiştir. Süt olum döneminde ise bayrak yaprak K^+ içeriği, 2002-2003 yılında en yüksek Rawal-87 çeşidinde ($143.67 \mu g g^{-1}$), en düşük Potohar çeşidinde ($122.00 \mu g g^{-1}$) belirlenmiştir. 2003-2004 yılında ise, K^+ içeriği en yüksek İnqalab-91 çeşidinde ($165.34 \mu g g^{-1}$), en düşük Rawal-87 çeşidinde gözlendiğini belirtmişlerdir (Majid vd., 2007).

Mathew vd. (2008)'nin 100 buğday genotipinin yaptıkları çalışmada kurak koşullar altında genotip $\times$ çevre interaksiyonu ile kök/taç oranının etkilendiğini; stressiz koşullar altında kök/taç oranının %45.5'ten %30.5'e düştüğünü ve kök/taç oranının kalıtım derecesinin stressiz koşullarda %46.6 ile %92.5 arasında değiştiğini; stresli koşullar altında bu oranın % 17.1 ile 88.6 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Mathew vd., 2008).

Nikolaeva vd. (2008)'nin yaptıkları çalışmada kışlık ekmeklik buğday genotiplerinin kurak şartlar altında prolin ve klorofil içeriklerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, buğday çeşitleri arasındaki prolin biriktirme kapasitesi bakımından genetik varyasyonların sadece kuraklığın ilk aşamasında (kuraklığın 3. gününde) ortaya çıktığını, buna göre kuraklığa maruz kalmış çeşitlerin prolin içeriklerinin $0.35-0.45 mg g^{-1} KM$ arasında değiştiği; kuraklığa maruz kalan ve işlem görmemiş (kontrol) bitkiler arasında prolin içeriğindeki maksimum sapmalar, 5 günlük su sınırlamasından sonra gözlendiğini

belirtmişlerdir. Ayrıca, kuraklığın son aşaması (7. günü) dikkate alındığında, kuraklığa maruz kalan çeşitlerin prolin içerikleri birbirine çok yakın (yaklaşık 4 mg g⁻¹) bulunmuştur. Araştırmacılar, kuraklığın, çeşitli yaşlardaki yapraklardaki klorofil içeriği üzerinde farklı etkilerde bulunduğunu; kuraklığın ilk aşamasında (3. gün), Ballada ve Beltskaya çeşitlerinin yapraklarında klorofil (a + b) içeriğinin biraz arttığını belirtmişlerdir. Bitki sulanmasının kesilmesinden sonraki 5. günde, tüm çeşitlerin yapraklarında klorofil içeriği önemsiz derecede azalmış; sadece 7 günlük bir kuraklık döneminden sonra klorofil içeriğinin %13-15 oranında azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca, kuraklığın 7. günü dikkate alındığında, çeşitlerin klorofil-a içeriği ortalamasının 14.27 mg g⁻¹, klorofil-b içeriği ortalamasının 4.92 mg g⁻¹ ve klorofil-a/b oranı ortalamasının 2.97 olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, klorofil içeriğindeki bu küçük değişikliklerin ve klorofil a/b oranının stabil olmasının, incelenen buğday çeşitlerinde pigment aygıtının dehidrasyona nispeten dirençli olması sonucuna varılabileceğini belirtmişlerdir (Nikolaeva vd., 2008).

Bahar vd. (2008)'nın Çukurova taban koşullarında altı ekmeklik ve beş makarnalık buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada bitki topluluğu sıcaklığı düşüşünün (CTD) dane verimi üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve bu değerin ekmeklik buğdaylarda -0.22 ile 0.57°C, makarnalık buğdaylarda 0.63 ile 1.23°C arasında değişim gösterdiğini ve CTD'nin başaklanma döneminde verimle önemli olumlu ilişkili (r=0.45*) olduğunu belirtmişlerdir (Bahar vd., 2008).

Zhu vd. (2009)'nın 20 ekmeklik buğday genotipi ile yaptıkları bir çalışmada, 2006-2007 yılında, kardeşlenme (100 mm) ve sapa kalkma (80 mm) aşamalarında salma sulama yöntemi ile toplamda 180 mm ve 2007-2008 yılında tek seferde kardeşlenme döneminde 120 mm'lik sulamalı yetiştiriciliğe bağlı olarak çiçeklenmeden sonra kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, bayrak yaprak kül içeriğinin çiçeklenmeden sonra ikinci yıldabirinci yıla göre %29 daha yüksek olduğunu; ve olgunlaşma döneminde bayrak yaprak kül içeriğinin yine ikinci yılda birinci yıla göre % 64.5 daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Zhu vd., 2009),.

Geravandi vd. (2009)'nın 20 ekmeklik buğday genotipi ile yağmura dayalı ve sulamalı yetiştiriciliğe bağlı olarak yaptıkları kuraklık çalışmasında; kesilen yaprakta su tutma kapasitesinin, kuraklığa toleranslı genotiplerin kuraklığa duyarlı genotiplere kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, klorofil-a/b oranının genotiplere göre yağışa dayalı koşullarda 0.90-1.97 arasında değişirken; sulamalı koşullarda istatistiki olarak farklılık olmamakla birlikte 0.66-2.78 arasında değişim gösterdiğini; kesilen yapraklarda su tutma kapasitesinin (ELWR) yağışa dayalı

koşullarda genotiplere göre önemli farklılıklar gösterdiğini (%49.85-69.26) bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca, hücre membran stabilitesinin (CMS) genotiplere göre önemli değişimler (%26.05-40.78) gösterdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar, kuraklığa katlanan buğday genotiplerinin seçiminde, ELWR ve CMS parametrelerinin güvenilir birer özellik olduğunu belirtmişlerdir (Geravandi vd., 2009).

Yao vd. (2009)'nın bir ekmeklik buğday çeşidinde (Shijiazhuang NO.8), selenyum (Se) arzının kuraklık stresine maruz bırakılan fidelerin büyümesi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, ekimden önce toprağa 0.5, 1.0, 2.0 ve 3.0 mg kg⁻¹ Se içeren sodyum selenit eklemişler ve %30 tarla kapasitesinde tutularak kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, daha yüksek (3.0 mg Se kg⁻¹) ve daha düşük (0.5 mg Se kg⁻¹) kullanılan Se miktarlarının biyokütle birikimini önemli ölçüde etkilemediği; 1.0 ve 2.0 mg Se kg kg⁻¹ ile yapılan işlemlerin, buğday fidelerinin biyokütle birikimini desteklediği; 1.0, 2.0 ve 3.0 mg Se kg⁻¹ içeren uygulamaların, buğday fidelerinin kök aktivitesini, prolin içeriğini, peroksidaz ve katalaz aktivitelerini, karotenoid içeriğini ve klorofil içeriğini önemli düzeyde artırdığını, ancak malondialdehit içeriğini azalttığını belirtmişlerdir (Yao vd., 2009).

Bijanzadeh ve Emam (2010)'nın, İran orijinli dört ekmeklik buğday ve bir makarnalık buğday ile yaptıkları çalışmada, kuraklık stresi altında, bayrak yaprak klorofil içeriğinde azalmalar olduğunu belirtmişlerdir (Bijanzadeh ve Emam, 2010).

Keyvan (2010) üç ekmeklik buğday genotipi (Chamran, Marvdasht ve Shahriar) ile yaptığı bir çalışmada, üç farklı gelişme döneminde (sapa kalkma başlangıcında, gebeleşme başlangıcında ve dane dolum başlangıcı) kuraklık stresi ve son uygulamada da tam sulama koşullarında yetiştirmişler; sonuç olarak, klorofil a'nın tam sulama koşullarında 46.35 mg g⁻¹ yaş ağırlık (YA), sapa kalkma dönemindeki kuraklık altında 21.65 mg g⁻¹ YA, gebeleşme dönemindeki kuraklık altında 27.06 mg g⁻¹ YA, ve dane dolum başlangıcındaki stres altında 39.81 mg g⁻¹ YA şeklinde farklı değerler gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada, klorofil b'nin de tam sulama şartlarına (16.66 mg g⁻¹ YA) stres koşullarında azalma gösterdiği (sapa kalkma başlangıcında 7.707 mg g⁻¹ YA, gebeleşme aşamasında 2.940 mg g⁻¹ YA ve dane dolum başlangıcında 11.90 mg g⁻¹ YA) belirlenmiştir. Araştırmacılar ayrıca, toplam klorofil miktarlarının da kontrol grubuna (62.60 mg g⁻¹ YA) göre kurak stresli dönemlerde azalmalar gösterdiğini (sapa kalkma başlangıcında 29.07 mg g⁻¹ YA, gebeleşme başlangıcında 36.74 mg g⁻¹ YA ve dane dolum başlangıcında 53.90 mg g⁻¹ YA) belirtmişlerdir. Çalışmada ayrıca, toplam klorofil içeriğinin en fazla Chamran (50.04 mg g⁻¹ YA) çeşidinde, en az Shahryar (40.72 mg g⁻¹ YA) çeşidinde gözlemlendiği vurgulanmıştır. Bu çeşitlerin prolin içeriklerinin yaklaşık

olarak 13.5 (Chamran) ile 17.5 (Shahryar) arasında değiştiği; prolin içeriği ile klorofil içerikleri (klorofil-a, klorofil-b ve klorofil a+b) arasında %1 önem seviyesinde olumsuz önemli ilişkiler bulunduğu bildirilmiştir (Keyvan, 2010).

Johari-Pireivatlou (2010) yaptığı çalışmada dört ekmeklik buğday genotipine (N-82-9, N-83-5, N-84-12 ve N-85-20) ieklenmeden sonra kuraklık stres uygulamış, stresli koşul ile kontrol grubu kıyaslandığında, kontrol grubunun prolin içeriğinin $5.03 \mu\text{g g}^{-1}$ stresli koşullarda ise $20.60 \mu\text{g g}^{-1}$ 'a yükseldiğini, sonuç olarak kuraklık stresi ile birlikte prolin içeriğinin arttığını belirtmiştir (Johari-Pireivatlou, 2010).

Nyachiro vd. (2011)'nın altı ekmeklik buğday genotipi ve iki makarnalık buğday genotipini kullanarak yaptıkları çalışmada, kurak koşullar altında makarnalık buğday genotipi olan Pelissier'de klorofil-a'nın %30, Hercules'te ise %18 azaldığını; klorofil b'nin aynı çeşitlerde sırası ile %18 ve %21 ve toplam klorofilin sırası ile %31 ve %27 oranında azaldığını bildirmişlerdir (Nyachiro vd., 2011).

Anjum vd. (2011)'ı yaptıkları çalışmada iki mısır genotipinde (Dongdan-60 ve ND-95) dört farklı (kontrol grubu, kontrol grubu+glisinbetain, kuraklık stresi ve kuraklık stresi+glisinbetain) işlemuygulamışlardır. Çalışma sonucunda Dongdan-60'ın ND-95'e göre daha yüksek klorofil konsantrasyonuna sahip olduğu gözlenmiştir. Araştırıcılar, kuraklık ile kuraklık+Glisinbetain (GB) uygulaması karşılaştırıldığında; GB uygulaması ile klorofil a, b ve toplam klorofil miktarlarında artış olduğunu; böylece, Dongdan-60 (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil sırasıyla %4.23, 6.49 ve 2.96) genotipinin, ND-95 (klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil sırasıyla %3.10, 4.40 ve 2.18)'e göre klorofil konsantrasyonunu daha iyi koruyarak kuraklık stresine daha iyi dayandığını belirtmişlerdir (Anjum vd., 2011).

Almeselmani vd. (2011)'ı dört kuraklığa dayanıklı ve üç kuraklığa duyarlı makarnalık buğday genotipi ile iki farklı yağış bölgesinde (291 mm ve 400 mm) yaptıkları bir çalışmada; klorofil içeriğinin kuraklığa katlanmada önemli bir fizyolojik kriter olduğunu belirtmişlerdir (Almeselmani vd., 2011).

Damon vd. (2011)'ı beş buğday genotipine kurak ve sulamalı şartlar altında, potasyum (K^+) uygulamalı ve K^+ uygulamasız koşullarda, yaptıkları çalışmada; kurak şartlar altında genç yapraklarda en yüksek potasyum biriktiren genotipin Nyabing ve ve en düşük potasyum biriktiren genotipin Wyalkatchem olduğunu belirtmiştirler (Damon vd., 2011).

Akbadian vd. (2011)'ı 18 tritikale (dokuzu double haploid ve dokuzu ümitli hat) ve iki ekmeklik buğday çeşidi ile yaptıkları çalışmada, kurak koşullar altında karotenoid içeriğinin double haploid hatlarda 0.21 mg g^{-1} YA ile ümitli hatlarda 0.36 mg g^{-1} YA

arasında değiştiğini; stressiz koşullarda karotenoid içeriğinin stresli koşullara göre daha da düştüğünü, böylece double haploid hatlarda 0.153 mg g^{-1} YA ile 0.241 mg g^{-1} YA arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir (Akbarian vd., 2011).

Baloch vd. (2012)'ı 16 yazlık buğday çeşidinde %15 ve 25'lik PEG 6000 ile osmotik stres altında kuraklık stresi oluşturmuşlar; kontrol grubu (0.872) ile kurak şartlar (0.690) arasında kök/taç oranında önemli değişiklikler olmadığını, ama çeşitler arasında kök/taç oranında farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir (Baloch vd., 2012).

Chakraborty ve Pradhan (2012) dört buğday çeşidi ile yaptıkları çalışmada, kuraklıkla birlikte bitkilerde klorofil yıkımı ve H_2O_2 birikiminin oksidatif zarar verdiğini ve böylece çeşitlerin prolin ve fenoller gibi antioksidantları üretmeye başladıklarını belirtmişlerdir (Chakraborty ve Pradhan, 2012).

Yasmeen vd. (2013)'ı ekmeklik buğday çeşidi olan Seher-2006 kullanılarak yapılan bir çalışmada, büyüme arttırıcı olan Moring oleifera leaf (MLE), benzil amino pürine (BAP 50 mg L^{-1}) ve K (SOP %2) kullanılmış ve iyi sulanmış (%100 TK), orta düzeyde sulanmış (%75 TK) ve kuraklık stresinde bırakılmış (%50 TK) şeklinde üç uygulama yapmışlardır. MLE uygulamasında, orta düzeyde sulama ile yapraklarda en fazla K^+ biriktiği ($1.4\text{-}1.6 \text{ mg g}^{-1}$ KA), gözlenmiştir. Kuraklık stresi ile iyi sulanan koşullar yaprak K^+ içeriğinin benzerlik gösterdiği ve en az yaprak K^+ içeriğinin kuraklık stresinde ($1.0\text{-}1.2 \text{ mg g}^{-1}$ KA) ve kontrol grubunda ($0.8\text{-}1.0 \text{ mg g}^{-1}$ KA) gözlendiği belirtilmiştir (Yasmeen vd., 2013).

Shi vd. (2014)'ı kışlık buğday genotipi olan Jingdong-8 çeşidi kullanılarak yaptıkları çalışmada, ekimden 10 gün sonra yüksek su yüksek azot, yüksek su düşük azot, düşük su yüksek azot, düşük su düşük azot şeklinde dört farklı uygulama yapmışlardır. Araştırmacılar, ekimden 28 gün sonra kök/taç oranının ($0.3\text{-}0.4 \text{ mg g}^{-1}$) arttığını, daha sonraki devrelerde ($0.3\text{-}0.2 \text{ mg g}^{-1}$) düştüğünü belirtmişlerdir. Çalışma sonucunda kuraklık ve azot streslerinin, kök/taç oranında önemli farklılıklar oluşturmadığını belirtmişlerdir (Shi vd., 2014).

Farshadfar vd. (2014)'ı 20 ekmeklik buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada, sulama ve yağmura dayalı (kurak stresli) koşullarda olmak üzere iki farklı çevrede inceledikleri morfo-fizyolojik özelliklerden, kesilmiş yapraklarda su tutma kapasitesini (ELWR) kurak koşullarda en yüksek 5 numaralı genotipte (%72.05), en düşük 17 numaralı genotipte (%38.89) saptamışlardır. Araştırmacılar, kurak şartlarda prolin konsantrasyonunun genotiplere göre $0.55\text{-}2.33 \text{ } \mu\text{mol g}^{-1}$; MTS'nin ise %24.11-61.02 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmalarında, prolin konsantrasyonu ile

MTS ($r=0.783^{**}$) ve ELWR ($r=0.662^{**}$); ayrıca, MTS ile ELWR ($r=0.671^{**}$) önemli olumlu ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (Farshadfar vd., 2014).

Gupta vd. (2014)'ı 19 ekmeklik buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada, kurak şartlar altında ve glisin betain (100 mM) uygulayarak prolin içeriğini incelemişlerdir. Kurak koşullar altındaki buğday genotiplerinin sulanan koşullara kıyasla daha fazla prolin ve beta glisin içeriğine sahip olduğu ve kardeşlenme aşamasında %181.01 ve çiçeklenmede %96.09 prolin artışı olduğu belirtilmiştir. Stres koşullarındaki buğday genotiplerine glisin betain uygulaması ile birlikte maksimum kardeşlenmede %114.7 ve çiçeklenmede %147.5 oranında prolinin arttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, prolin içeriğinin kontrol (sulanan) uygulamasında genotiplere göre çok fazla bir değişim göstermediğini ve bu değişimin maksimum kardeşlenme döneminde yaklaşık 0.6-1.3 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA, çiçeklenme döneminde 0.7-1.8 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, stres koşullarında bu değişimin maksimum kardeşlenme döneminde yaklaşık 1.2-3.3 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA, çiçeklenme döneminde 1.2-4.0 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA arasında $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA; stres koşullarında beta glisin uygulamasında maksimum kardeşlenme döneminde yaklaşık 2.2-8.8 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA, çiçeklenmede 2.4-9.7 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA olduğunu belirtmişlerdir (Gupta vd., 2014).

Ma vd. (2014)'nın yaptıkları çalışmada, Aikang 58 (AK) ve Chinese Spring (CS) ekmeklik buğday genotiplerinde PEG 6000 (polietilenglikol) ile 0, 12, 24 ve 48 saat süreyle kuraklık stresi oluşturmuşlar; genotiplerin toplam fenolik içeriğindeki artışları, CS'de %116, AK'da %77 olarak gerçekleşmiştir. Araştırmada, CS ve AK genotiplerinin toplam flavonoid artışları sırayla %74 ve %35; antasiyanin içerikleri ise sırayla %115 ve %143 şeklinde olduğunu belirtmişlerdir (Ma vd., 2014).

Behbahanizadeh vd. (2014) İran'da sera koşullarında yaptıkları çalışmada üç arpa çeşidini (Yousof, Fajr 30 ve Morocco) normal koşullar altında fizyolojik olgunluk dönemine kadar %70 TK'da ve kuraklık stresi oluşturmak için, çiçeklenmeden 10 gün sonra %30 TK'da ve çiçeklenmeden 20 gün sonra %10 TK'da sulamışlardır. Araştırmacılar, yaptıkları çalışma sonucunda yaprak sıcaklığının %30 TK'da 26-30°C arasında olduğu; artan kuraklık stresi (%10 TK'da) ile çeşitlerin yaprak sıcaklığının da arttığını ve en yüksek yaprak sıcaklığının Fajr 30'da (30-32°C) görüldüğünü belirtmişlerdir (Behbahanizadeh vd., 2014).

Aldesuquy ve Ghanem (2015)'nin yaptıkları çalışmada, Gemmieaza-7 (kuraklığa hassas) ve Sahel-1 (kuraklığa dayanıklı) genotiplerini iki set halinde; 1. set 4 gruba (kontrol grubu, su stresi, Trehaloz grubu ve Trehaloz+su stresi) ayrılmış ve her grupta 20 saksı olacak şekilde düzenlenirken; 2. set de 4 gruba (salisik asit, salisik asit+su

stresi, salisik asit+trehaloz ve salisik asit+trehaloz+su) ayrılmıştır. Stresli grubun MTS'si (%60-80), kontrol grubuna (%80-90) kıyasla daha düşük bulunmuştur. Araştırmacılar, %60-70 arasında MTS'ye sahip olan diğer stres gruplarının, Trehaloz+Salisilik asit+su uygulaması ile birliktikte MTS'lerini %80-90'lara kadar arttırmak suretiyle bitkilerin kuraklığa karşı tolerans kazandığını belirtmişlerdir (Aldesuquy ve Ghanem, 2015).

Hassan vd. (2015)'nin yaptıkları çalışmada, iki ekmeklik buğday genotipine (Sids, kuraklığa katlanan; Gmiza ise kuraklığa duyarlı) ekimden 17. günden 32. güne kadar haftada 2 kez musluk suyu ile kademeli sulama yaparak kuraklık stresioluşturmuşlardır. Çalışmalarında, kurak şartlarda bitki yaş ve kuru ağırlıkları ile yaprak alanınının Sids çeşidinde sırasıyla 0.878 g bitki⁻¹, 0.153 g bitki⁻¹ ve 8.81 cm²; Gmiza çeşidinde ise sırasıyla 0.279, 0.064 ve 5.40 şeklinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, kuraklığa dayanımın bir göstergesi olan MTS'nin kuraklığa katlanabilen Sids çeşidinde %86.05 iken, duyarlı bir çeşit olan Gmiza'da %48.19 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, bir stres unsuru olan H₂O₂'nin Sids ve Gmiza çeşitlerinde sırasıyla 2.85 ve 4.83 µmol g⁻¹ YA olduğunu belirtmişlerdir (Hassan vd., 2015).

Saeidi vd. (2015)'i 4 buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada, vejetatif dönemde (sapa kalkmadan çiçeklenme aşamasına kadar) %50 tarla kapasitesinde sulama yoluyla kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Karotenoid miktarının, kuraklık stresinde (1.60 mg g⁻¹ YA), kontrol grubuna (1.33) kıyasla daha yüksek bulunduğu; ancak, klorofil a, b ve toplam klorofil değerlerinin tersi durum gösterdiği; buna göre bu özelliklerin normal şartlarda 7.54, 2.50 ve 10.0 mg g⁻¹ YA; kuraklık şartlarında 6.37, 2.19 ve 10.0 mg g⁻¹ YA olduğu bildirilmiştir (Saeidi vd., 2015).

Nawaz vd. (2015)'i 9 ekmeklik buğday çeşidi ile kurak ve normal koşulları temsilen %50 ve %100 tarla kapasitesinde yaptıkları çalışmada; çeşitlerin ortalaması bakımından kurak şartlardaki toplam fenolik bileşik miktarlarının bayrak yaprak çıkışı, gebeleşme ve başaklanma dönemlerine göre sırasıyla 5.8, 7.8 ve 26.3 mg g⁻¹; normal koşullarda aynı gelişme dönemlerinde sırasıyla 2.7, 4.4 ve 16.6 mg g⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, bu duruma benzer olarak, K⁺ iyonlarının da bitki gelişiminin ilerlemesine bağlı olarak gerek kurak ve gerekse normal koşullarda artış gösterdiğini; bayrak yaprak çıkışı, gebeleşme ve başaklanma dönemlerinde kurak şartlarda sırasıyla 0.9, 1.0 ve 1.2 mg g⁻¹, normal şartlarda aynı gelişme dönemlerinde sırasıyla 0.6, 0.9 ve 1.1 mg g⁻¹ şeklinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, kurak şartlardaki klorofil-a ve b değerlerini (sırasıyla 1.0 ve 1.0 mg g⁻¹), normal şartlardakinden (sırasıyla 0.3 ve 0.8 mg g⁻¹) daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Nawaz vd., 2015).

Saeidi ve Abdoli (2015)'nin dokuz ekmeklik buğday çeşidi ile yaptıkları çalışmada, çiçeklenme sonrası su stresi uygulamaları ve yaprak sıcaklığının çeşitlere göre, iyi sulanmış koşullarda 29-32 °C; kurak stresli koşullarda 33-36 °C arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, klorofil-a, b ve klorofil a/b değerlerinin stressiz koşullarda sırasıyla 2.75 mg g⁻¹ YA, 1.24 mg g⁻¹ YA ve 2.18; stresli koşullarda 1.62 mg g⁻¹ YA, 0.86 mg g⁻¹ YA ve 1.85 olduğunu bildirmişlerdir (Saeidi ve Abdoli, 2015).

Guan vd. (2015)'i altı yazlık ekmeklik buğdayı ile yaptıkları çalışmada, normal koşullar altında ve %40 tarla kapasitesinde sulama yaparak kuraklık stresi oluşturmuşlar ve yaprak sıcaklığının kurak koşullarda çeşitlere göre farklılık göstermemekle birlikte, normal koşullara göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Guan vd., 2015).

Barati vd. (2015)'i 37 arpa çeşidi ile yaptıkları çalışmada; çimlenme, vejetatif ve generatif gelişme dönemlerinde 0 Mpa, -0.3 Mpa ve -0.6 Mpa osmotik potansiyellere karşılık gelen PEG 6000'nin %0, %13.6, ve %20.4'ü ile kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Çalışma sonucunda, kuraklık stresinin çimlenme yüzdesini, kök ve sürgün uzunluğunu azalttığı; vejetatif dönemde kök ve sürgün kuru ağırlığını azaltırken; kök/sürgün kuru ağırlığını arttırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar generatif dönemde kuraklıkla birlikte, sürgün kuru ağırlığı, bitki boyu ve kardeş sayısı azalırken; kuraklık şiddeti arttıkça, kök uzunluğu, kök hacmi, kök kuru ağırlığı ve kök/sürgün kuru ağırlığının arttığını bildirmişlerdir (Barati vd., 2015).

Hadis vd. (2016)'i 169 rekombinat kendilenmiş ekmeklik buğday hatları ile yaptıkları çalışmada, normal ve kısıtlı sulama uygulaması yapmışlar; varyans analiz sonucunda kuraklık stresinin klorofil içeriği, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği ve yaprak alanını azalttığını; prolin içeriğini ise arttırdığını bildirmişlerdir (Hadis vd., 2016).

Chachar vd. (2016)'i altı ekmeklik buğday genotipini materyal olarak kullanarak, PEG 6000 ile oluşturulan kuraklık stresinin farklı seviyelerinde (0, -0.5, -0.75 and -1.0 MPa) yaptıkları çalışmada, osmotik stresle birlikte çimlenme oranı, çim ve kök uzunlukları ve bunların yaş ve kuru ağırlıklarının azaldığı bildirilmiştir (Chachar vd., 2016).

Abid vd. (2016)'i Yangmai-16 kışlık buğday genotipi ile yaptıkları çalışmada, tarla kapasitesine (TK) göre şiddetli (% 35-40 TK) , orta (% 55-60 TK) ve iyi sulanmış (% 75-80 TK) ortamda; 0.16 ve 0.24 oranında N uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda, kuraklık stresi ile birlikte membran kararlılığında azalma olduğunu, düşük N uygulaması ile membran kararlılığının daha da azaldığını gözlemişlerdir. Kuraklık stresi ve düşük azot koşullarında, olgunlaşma döneminde, kardeşlenme dönemine kıyasla daha

az membran stabilitesi gözlemlendiği ve yeniden sulama ile birlikte farklı azot oranlarında ve stresli koşullarda bitkilerin iyileşme gösterdiğini ve bu iyileşmenin yüksek azot koşulunda daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Abid vd., 2016).

Wang vd. (2016)'nın yaptıkları çalışmada, iki kışlık buğday çeşidini farklı azot ve su oranlarında strese maruz bırakmışlardır. Azot uygulaması su stresi altında kök/ taç oranının hafif arttırdığını, ama orta ve yüksek azot altında kök / taç oranlarında önemli bir farklılık olmadığını belirtmişlerdir (Wang vd., 2016).

Maghsoudi vd. (2016)'ı dört buğday genotipi ile üç sulama rejiminde (% 100, 60 ve 40 TK) ve iki silikon (0 ve 6 mM) konsantrasyonunda yaptıkları çalışmada; karotenoid içeriğinin %100 TK'da ve 0 mM silikon altında 1.250 mg g⁻¹ YA ve aynı tarla kapasitesinde 6 mM silikon altında 1.255 mg g⁻¹ YA; stressiz grupta %60 TK'da ve 0 mM silikon altında 1.0775 mg g⁻¹ YA ve aynı tarla kapasitesinde 6 mM silikon altında 1.210 mg g⁻¹ YA; % 40 TK'da ve 0 mM silikon altında 0.900 mg g⁻¹ YA ve aynı tarla kapasitesinde, 6 mM silikon altında 1.068 mg g⁻¹ YA olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmalarında, silikon konsantrasyonunun stresli ve stressiz koşullarda karotenoid, klorofil a, b ve toplam klorofil içeriklerini arttırdığı; MTS'nin ise stresli koşullarda silikon kullanımıyla daha da arttığını belirtmişlerdir (Maghsoudi vd., 2016).

Öztürk ve Aydın (2017), yaptıkları bir çalışmada 64 ekmeklik buğday genotipinin (4'ü kuraklığa dayanıklı, 15'i orta dayanıklı, 34'ü orta duyarlı ve 11'i duyarlı) yaprak kül içeriğine bakmışlar ve bu değerin sulanan koşullar altında, %14.60 (Lancer) ile 22.47 (Gün-91) arasında; geç kurak koşullar altında ise %11.70 (Lancer) ile %20 (Pehlivan) arasında değiştiğini; sonuç olarak, geç kuraklık stresi ile birlikte yaprak kül içeriğinde azalmalar olduğunu belirtmişlerdir (Öztürk ve Aydın, 2017).

Bahar ve Genç (2017), beş makarnalık buğdayda yaptıkları bir çalışmada, taban ve kıraç koşullarda makarnalık buğday genotiplerinin toplam klorofil, klorofil a ve klorofil a/b oranlarının incemişler ve bu morfo-fizyolojik özelliklerin verimde ve ıslah çalışmalarında göz önünde bulundurulması gerektiğini belirtmişlerdir (Bahar ve Genç, 2017).

Becker ve Schmidhalter (2017) kışlık ekmeklik buğdayda yaptıkları bir çalışmada, yağışın durmasıyla oluşan kuraklık stresi ve kontrol grubunun yaprak sıcaklıklarını ölçmüşler; kuraklık stresinin (başaklanma döneminde 31.92 °C, çiçeklenmede 27.76 °C ve dane dolum aşamasında 28.48 °C) kontrol grubuna (aynı dönemlerde sırasıyla 27.50 °C, 22.97 °C ve 21.99 °C) kıyasla yaprak sıcaklığını arttırdığını belirtmişlerdir (Becker ve Schmidhalter, 2017).

Öztürk ve Korkut (2018) 15 ekmeklik buğday genotipinde kurak koşullar altında üç farklı gelişme (başaklanma öncesi, başaklanma ve dane dolum) döneminde yaptıkları çalışmada bitki topluluğu sıcaklığını (BTS) incelemişler ve bu bağlamda başaklanma öncesi dönemde en yüksek sıcaklığın (21.65 °C) başaklanma öncesi dönemde kuraklık uygulamasında, en düşük sıcaklığın (17.21 °C) kontrol uygulamasında ölçüldüğünü; başaklanma döneminden itibaren kuraklık stresinin artmasıyla birlikte bitki topluluğu sıcaklığında artış olduğunu, dolayısı ile başaklanma döneminde yapılan ölçümde en yüksek sıcaklık (29.21 °C) tam kuraklık uygulamasında, en düşük sıcaklık (19.96 °C) kontrol uygulamasında ölçüldüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar, dane dolum döneminde başaklanma dönemine benzer bir eğilimle en yüksek bitki topluluğu sıcaklığının tam kuraklık uygulamasında (26.75 °C), en düşük sıcaklığın ise kontrol uygulamasında (20.11 °C) görüldüğünü belirtmişlerdir (Öztürk ve Korkut, 2018).

Abid vd. (2018)'nın yaptıkları çalışmada, kuraklığa duyarlı Luhan7 ve kuraklığa dayanıklı Yuangmai16 genotipleri ile iyi sulanmış (% 75-80 TK), orta şiddetli kuraklık stresinde (% 55-60 TK) ve şiddetli kuraklık stresinde (% 35-40 TK) çalışmışlardır. Çalışma sonucunda kuraklık şiddeti arttıkça membran kararlılığında bir azalma olduğunu (%80'den %50'ye kadar), kuraklığa dayanıklı çeşidin kuraklığa hassas çeşitten daha yüksek membran kararlılığı gösterdiğini, yeniden sulama ile birlikte membran kararlılığının eski haline dönmeye başladığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, kardeşlenme döneminde en yüksek karotenoid içeriğinin kontrol (%75-80 TK) koşullarında (yaklaşık 3.3 mg g⁻¹) gözlemlendiğini, onu orta kuraklık stresinin izlediği (yaklaşık 2.9-3.0 mg g⁻¹) ve en düşük ise şiddetli kuraklıkta (2.3-2.5 mg g⁻¹) meydana geldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar, prolin içeriğinde tersi durum gözlemlendiğini ve en yüksek prolin içeriğinin şiddetli kuraklıkta (yaklaşık 70-80 mg g⁻¹), onu orta kuraklık (yaklaşık 50 mg g⁻¹) ve kontrol koşullarının (yaklaşık 20 mg g⁻¹) izlediğini belirtmişlerdir (Abid vd., 2018).

Fouad (2018), yaptığı çalışmada 30 dokuz ekmeklik buğday genotipinde 2015-16/2016-17 yetiştirme mevsimlerinde ekimden üç hafta sonra, bir kez sulayarak kuraklık stresi oluşturmuş ve çalışma sonunda stressiz koşullar altında 95 numaralı genotipin %70.12 ile en yüksek kesilmiş yaprak su tutma kapasitesi gösterirken, kuraklık stresinde 202 numaralı genotipin %60.62 ile en yüksek kesilmiş yaprak su tutma kapasitesi gösterdiğini ve bu değer in sulanan koşullarda %51.91, kuraklık stresinde %43.69 olduğunu belirtmiştir (Fouad, 2018).

Barik vd. (2020)'nın yaptıkları bir çalışmada kuraklığa duyarlı (Krishnahamsa) ve kuraklığa katlanabilen (CR 143-2-2) iki çeltik genotipinde generatif dönemde kuraklık

stresi oluşturmuşlar ve kuraklığa katlanma özelliklerinden olan klorofil-a, b, toplam klorofil, klorofil-a/b, oransal klorofil indeksi, MTS ve prolin içeriğinin strese katlanabilen ‘CR 143-2-2’ genotipinde sırasıyla 3.45, 0.83, 4.28, 4.16, 36.06, 86.73 ve 160.62 iken, kuraklığa duyarlı ‘Krishnahamsa’  eşidinde daha düşük değerler gösterdiği ve bu değerlerin bu çeşitte sırasıyla 1.87, 0.58, 2.45, 3.24, 27.47, 51.14 ve 41.45 şeklinde gerçekleştiğini belirtmişlerdir (Barik vd., 2020).

Sattar vd. (2020)’nın yaptıkları bir çalışmada, ekmeklik buğday genotipi olan Faisalabad-2008  eşidi ile kuraklık ve sıcaklık stresi oluşturmuşlar ve klorofil-a oranının kuraklık, sıcaklık ve kuraklık+sıcaklık stresi altında sırasıyla %51.6, %55.5 ve %55 azalma gösterdiğini; klorofil-b oranında ise en çok azalmanın % 67 ile kuraklık+sıcaklık stresinde gözlendiğini, bunu sırasıyla kuraklık (%56) ve sıcaklık (%47.8) stresinin takip ettiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, toplam klorofilin kontrol grubunda 3.40 mg g⁻¹ ve kuraklık+sıcaklık stresinde 1.42 mg g⁻¹ olduğunu; ayrıca, klorofil a/b’nin kuraklık+sıcaklık stresinde, kontrol grubuna kıyasla %27 oranında arttığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, prolin miktarının kontrol (4  mol g⁻¹) ile kıyaslandığında kurak (8  mol g⁻¹), sıcak (9  mol g⁻¹) ve kurak+sıcak (12  mol g⁻¹) şartlarda sırasıyla %53.0, %58.9 ve %69.8 artış gösterdiğini belirtmişlerdir (Sattar vd., 2020).

El-Moneim vd. (2020)’nın yaptıkları çalışmada dokuz ekmeklik buğday çeşidinde kuraklık stresi (%0, 5, 15 ve 25’lik PEG 6000) uygulamışlar ve genel olarak kuraklık stresinin şiddetinin artmasıyla yaprak uzunluğu ve genişliğinde azalmalar olduğunu belirtmişlerdir (El-Moneim vd., 2020).

Cheng vd. (2020)’ı ekmeklik buğdayda yaptıkları çalışmada, PEG 6000   zeltisinin 0 mg L⁻¹ , 150 g L⁻¹ ve 300 g L⁻¹ dozlarıyla kuraklık stresi oluşturmuşlar ve ve stresli koşullarda yaprak uzunluğunda azalma olduğunu belirtmiştirler (Cheng vd., 2020).

Din vd. (2020)’nın 30 buğday genotipi ile polietilen torbalarda kontrol grubu ve kardeşlenmeden sonra stres oluşturarak yaptıkları çalışmada; klorofil içeriği, bitki topluluğu sıcaklığı, prolin içeriği, kesilmiş yaprakta su tutma oranı (ELWR) ve MTS bakımından çeşitler, stres uygulaması ve bunların interaksyonu bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar saptamışlardır. Araştırmacılar, normal koşullar altında oransal indeks olarak klorofil içeriğinin çeşitlere göre %35.47-47.73, normal koşullarda %34.77-55.83 arasında; bitki topluluğu sıcaklığının normal koşullarda 22.43-26.20 C, stresli koşullarda 21.90-28.10 C arasında; ELWR değerinin normal koşullarda %75.20-93.71 iken, stres altında %80.01-96.23 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar,

çeşitlerin prolin içeriklerinin normal koşullarda 0.133-0.479 $\mu\text{g g}^{-1}$, stres altında 0.154-0.493 $\mu\text{g g}^{-1}$ olduğunu belirtmişlerdir (Din vd., 2020).

Bahar vd. (2020)'ı 8 kışlık ekmeklik buğday genotipi ile yarı kurak koşullarda organik ve konvansiyonel yetiştiricilik şartlarında yaptıkları çalışmada; organik yetiştiricilikte toprağın daha fazla su tuttuğu varsayılırsa, süt olum döneminde yaptıkları MTS ölçümlerinin konvansiyonel koşullarda %80.2-85.8, organik koşullarda %81.8-92.3 arasında; ELWR değerinin ise istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemekle birlikte konvansiyonel şartlarda %50.6-64.3, organik şartlarda ise %52.7-62.4 arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir (Bahar vd., 2020).

Naderi vd. (2020)'nın yaptıkları çalışmada Sistan (kuraklığa duyarlı) ve Bolani (kuraklığa dayanıklı) genotiplerini %90 TK (iyi sulanmış), %50 TK (orta stres) ve %25 TK (şiddetli stres) koşullarında tutmuşlar; stresli koşullarda kontrol grubuna kıyasla Bolani çeşidinin toplam fenolik miktarı %90 artarken, Sistan çeşidinin %13 oranında azaldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, toplam klorofil bakımından normal koşullara kıyasla orta stres koşullarında Sistan çeşidinin %26.8 daha az klorofil içerdiği halde; Bolani çeşidinin şiddetli stres altında bile Sistan'dan 2.5 kat daha fazla klorofil içerdiğini bildirilmiştir. Araştırmacılar, karotenoid içeriği bakımından da Bolani'nin %42 daha fazla değer gösterdiğini; prolin içeriği bakımından ise her iki çeşidin stres koşullarında prolin içeriklerini arttırdıklarını; Sistan'ın kurak koşullarda prolin içeriğini %48 arttırırken, kuraklığa tolerant olan Bolani'nin 4.3 kat arttırdığını belirtmişlerdir (Naderi vd., 2020).

Habib vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada iki ekmeklik buğday çeşidinin (S-24, kuraklığa orta derecede toleranslı ve Fsd-2008, kuraklığa dayanıklı) tohumlarını T1, işlem görmemiş; T2, SNP (Sodyum nitroprussid)'nin 0 ve 0.1 mM dozları; T3, H₂O₂ (hidrojen peroksit)'nin 0 ve 0.1 mM dozları ve T4, SNP+H₂O₂'nin 0 ve 0.1 mM dozları ile işleme tabi tutmuşlar ve %60 TK'da sulayarak kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Yapılan çalışma sonucunda, her iki buğday çeşidinde kuraklık stresi ile birlikte tüm uygulamalarda toplam fenolik içeriklerinin ve klorofil (a, b ve toplam) içeriklerinin azaldığı; buna karşın prolin içeriklerinin arttığı belirtilmiştir (Habib vd., 2020).

Ahmad vd. (2021)'ı 11 ekmeklik buğday genotipi ile iyi sulanmış (%70 TK) ve kuraklık stresi (%35 TK) üzerine yaptıkları çalışmada, ekimden 25 gün sonra kuraklık oluşturmuşlar ve çalışma sonucunda; kontrol grubunda MTS değerinin çeşitlere göre % 73.33-85.66; stres şartlarında ise %59.3-72.33 arasında değiştiğini ve kuraklığa dayanıklı buğday çeşitlerinde membran kararlılığının (MTS) daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir (Ahmad vd., 2021).

Naz ve Perveen (2021)'nin yaptıkları çalışmada Galaxy-2013 ekmeklik buğday genotipine üç sulama (% 100, % 70 ve % 50 TK) rejimi ile 0.1 ve 1 mM Tiyöüre uygulaması yapmışlar ve prolin içeriklerini değerlendirmişlerdir. Buna göre, kontrol grubunda (10-15 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA), gözlenirken, orta derecedeki kuraklıkta (%70 TK), 1 mM tiyöüre uygulamasında prolin içeriğinin (20-25 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA) arttığını belirtmişlerdir (Naz ve Perveen, 2021).

Kirova vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada kışlık ekmeklik buğday çeşidi olan Guinness, Farmer ve M181/1338K genotiplerinin 3. yaprağın çıkışından sonra altı gün süreyle sulamanın durdurulmasıyla kuraklık stresi oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, toplam fenol içeriklerinin kurak şartlarda genotiplere göre 6-8 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA, kontrol grubunda ise 0-2 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YArasında değişim gösterdiği, dolayısıyla stres altında genotiplerin toplam fenol içeriklerini 3-4 kat arttırdığı ve geri sulama ile fenol içeriklerinin (2-4 $\mu\text{mol g}^{-1}$ YA) azalma eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir (Kirova vd., 2021).

1.3. Çalışmanın Amacı

Yapılan bu çalışmada, Buğday tahıl grubu bileşenlerinden biri olup dünya da ve Türkiye de üretimde ve tüketimde hem de piyasada önemli bir yeri bulunmaktadır. Fakat buğdayın yıl ve yıllar içerisinde istenmeyen stres faktörlerine maruz kalmaktadır. Abiyotik stres faktörlerinden biri olan kuraklık bitkileri en fazla etkileyen stres faktörlerindendir. Kuraklığın süresi ve diğer stres faktörleri ile etkileşimi buğdayın cins, tür ve çeşidine göre farklılıklar göstermektedir. Ülkemizde sıklıkla kullanılan bazı kışlık buğday çeşitleri ile Avrupa ve Asya'da sıklıkla kullanılan bazı kışlık buğday çeşitleri kullanılarak bazı morfo-fizyolojik davranışlarının izlenmesi (Yaprak en, boy ve en / boy oranı, Yaprak oransal su içeriği, Yaprak klorofil içeriği (a, b ve toplam), Yaprak kül içeriği (mg/g), Yaprak potasyum içeriği, Membran kararlılığı, Kök/taç ağırlığı oranı, Yaprak taze ve kuru ağırlıkları, Yaprak uzunluğu, Yaprak karateonid içeriği, Kesilmiş yaprak su kaybı ve Kesilmiş yaprak su tutma) ve çalışma sonunda belirlenen bu özelliklerin buğday ıslah süreçlerinde en etkin erken dönem seleksiyon kriterinin saptanması ve melezleme çalışmalarında kullanılacak en iyi donörlerin saptanması amaçlanmıştır.

1.4. Çalışmanın Kapsamı

Dünya'da zaman geçtikçe küreselleşme ve mevsim farklılıkları sonucunda tarımsal ürünleri önemli derecede etkilemektedir. Bunun sonucunda artan sıcaklıklar sonucunda abiyotik stres faktörlerinden biri olan kuraklık stresi bitkileri en çok etkileyen stres faktörlerinden birisidir. İnsanları için tüketim ve üretim açısından önemli bir tahıl cinsi

olan buğday ile yapılacak olan bu çalışma, kuraklık stresinde ve stressiz ortamda olmak üzere iki uygulama yapılmış; ana parsellerde stres faktörü ve alt parsellerde çeşitler olmak üzere, 3 tekrarlamalı olarak tesadüf parsellerinde deneme desenine göre deneme yürütülmüştür.



2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Çalışma, Gümüşhane Üniversitesi laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Kullanılan 10 yerli ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi 25.01.2021 tarihinde Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden ve 10 yabancı ekmeklik buğday çeşidi, eldeki koleksiyondan karşılanmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin orijinleri

Adı	Orijini
Accent	Moldova
Alex	Tacikistan
Avantaj	Moldova
Bayraktar	Türkiye
Gerek-79	Türkiye
Gün-91	Türkiye
Hamitbey	Türkiye
Harmankaya	Türkiye
Katia	Bulgaristan
Kenan bey	Türkiye
Konya-2000	Türkiye
Kujalnik	Ukrayna
Lucillus	Avusturya
Miranda	Romanya
Padoima	Moldova
Select	Moldova
Sönmez	Türkiye
Şanlı	Türkiye
Tacitus	Avusturya
Tosunbey	Türkiye

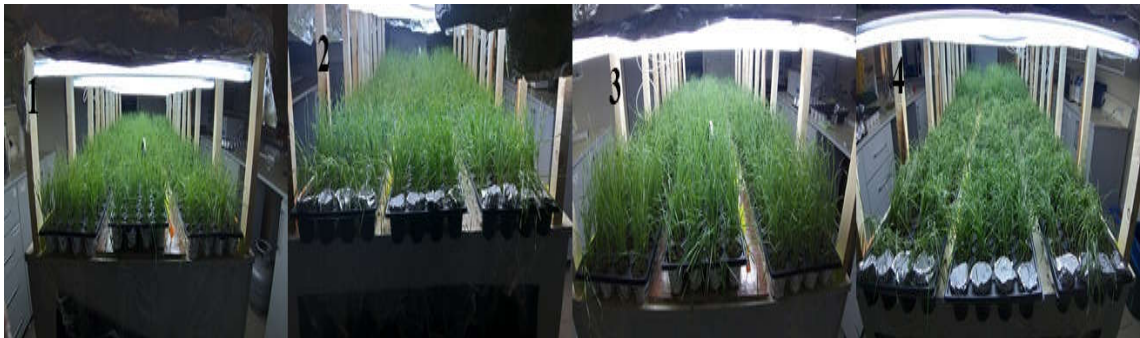
2.2. Buğdayların Ekimi ve Bakımı

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak, 28'li viyollerde ve beyaz floresan ışık altında 16/8 gündüz (30000 lux aydınlatma)/gece (fotoperiyot) koşullar altında Gümüşhane üniversitesi labaratuvarında kurulmuştur. Buğdaylar, ekimden önce Sodyum Hipokloritli su ile yaklaşık 5-10 saniye çalkalandı ve çeşme suyu ile durulandı. Ekimden bir gün önce tohumlar, herhangi bir mantar oluşumuna karşı koruma tedbiri açısından Benomyl etken maddeli fungusit ile

ilaçlanmıştır. Ekimde kullanılan toprak, Gümüşhane Merkezine bağlı Çamlı köyünde bulunan ormanlık alandan alınan toprak ile yanmış çiftlik gübresi 2:1 oranında homojen bir şekilde karıştırılmak suretiyle oluşturulmuştur. Daha sonra, 5 mm'lik kum eleğinden geçirilen bu toprakla dolu 7 cm derinliğindeki viyollere ekim derinliği 1.5-2.0 cm olacak şekilde ve her bir viyole 25 adet tohum gelecek şekilde 3 Haziran 2021'de ekimi yapılmıştır. (Şekil 5). Ekimi gerçekleştirilen buğdayların tümüne (su stressiz ve su stresli koşullar) %100 tarla kapasitesinde (TK) ilk sulama 3 Haziran 2021'de yapılmıştır. Ekimden bir hafta sonra 2. sulama 11 Haziran'da yine %100 TK'da yapılmıştır. 3. Sulama 18 Haziran'da su stressiz uygulamada %100 TK'da, su stresli uygulamada %25 TK'da olacak şekilde sulanmıştır. 4. Sulama 22 Haziran'da 3. sulamaya benzer olarak; 5. ve 6. Sulamalar da üçer gün aralıklarla 3. ve 4. günlerdeki sulamalara benzer olarak sulama yapılmış ve bitkiler morfolojik, fizyolojik ve kimyasal analizler için hasata hazır hale gelmiştir (28 Haziran 2021; Şekil 6). Tüm deneysel analizler, 2. yaprağın tam çıkış gösterdiği (yaprağın tüm organlarıyla oluşumunu tamamladığı) ve 3. yaprağın da çıkış gösterdiği dönemde, 2. Yapraklarda üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır.



Şekil 5. Viyollerin hazırlanılması ve ekim işleminin yapılması



Şekil 6. Yetişmekte olan bitkilerden görünüm (1-“1 ve 2. sulamadan sonra”, 2- kuraklık stresi başlangıcı “3. sulamadan sonra”, 3- stressiz bitkiler “3.sulamadan sonra”, 4- stres uygulanmasının bitirilmesi “stresli ve stressiz bitkiler”)

2.3. Yapılan Analizler

2.3.1. Yaprak En, Boy ve En/Boy Oranı

Her çeşitten 3 tekrarlamalı olarak, 5 bitkiden alınan 2. yapraklardan alınan örnekler cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir (Şekil 7)



Şekil 7. Yaprak en, boy ve en/boy oranının ölçülmesi

2.3.2. Yaprak Klorofil ve Karotenoid İçeriği

Her çeşitten 3 tekrarlamalı olarak, 10 bitkiden 2. yapraklardan alınan örnekler, serin ve loş ortamda asetonla porselen havanda ezildikten sonra elde edilen çözelti çift katlı filtre kağıdından geçirilip; 25 mL'ye tamamlanıp, 10-15 saniye kadar vorteks ile santrifüj edildikten sonra, UV-VIS tipi spektrofotometre ile bölüm laboratuvarımızda, farklı dalga boylarındaki (645, 652 ve 663 nm) absorbans değerleri (A_{645} , A_{652} ve A_{663}) belirlenmiştir (Şekil 8). Bu absorbans değerleri ve alınan yaprak ağırlıkları (mg) dikkate alınarak aşağıdaki hesaplamalar (Arnon, 1949) yardımıyla mg g^{-1} biriminden klorofil a, b ve toplam klorofil değerleri hesaplanmıştır (Eşitlik 1, 2 ve 3). Ayrıca karotenoid miktarı 470 nm dalga boyunda okumalara ve klorofil-a ve b değerlerine dayanarak bulunmuştur (Eşitlik 4) (Lichtenthaler, 1987).

$$\text{Klorofil-a} = (11.75 \times A_{663}) - (2.35 * A_{645}) \times 15 / (\text{mg örnek ağırlığı} * 1000) \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Bu eşitlikte:

A_{663} : 663 nm'de okunan absorbans değeri

A_{645} : 645 nm'de okunan absorbans değeri

$$\text{Klorofil-b} = (18.61 \times A_{645}) - (3.96 * A_{663}) \times 15 / (\text{mg örnek ağırlığı} * 1000) \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Bu eşitlikte;

A_{645} :645 nm’de okunan absorbans değeri

A_{663} :663 nm’de okunan absorbans değeri

$$\text{Toplam Klorofil} = (A_{652} \times 27.8 \times 15) / (\text{mg örnek ağırlığı} \times 1000)$$

(Eşitlik 3)

Bu eşitlikte;

A_{652} :652 nm’de okunan absorbans değeri

$$\text{Karotenoid} = (1000 \times A_{470} - 1.90 \times \text{klorofil a} - 63.14 \times \text{klorofil b} / 214)$$

(Eşitlik 4)

Bu eşitlikte;

A_{470} :470 nm’de okunan absorbans değeri



Şekil 8. Yaprak klorofil içeriğinin belirlenmesi

2.3.3. Yaprak Kül İçeriği

Boyutları ölçülen yapraklarda gerekli kurutma, tartım ve öğütme işlemleri yapıp, örneklerin yeniden kuru ağırlığı alındıktan sonra, 550-600 °C’de 16 h süreyle kül fırınında tamamı yanıcaya (grileşinceye) kadar yakılarak, desikatörde bir süre soğutulup, tartılmak suretiyle kül içeriği belirlenmiştir (Şekil 9).



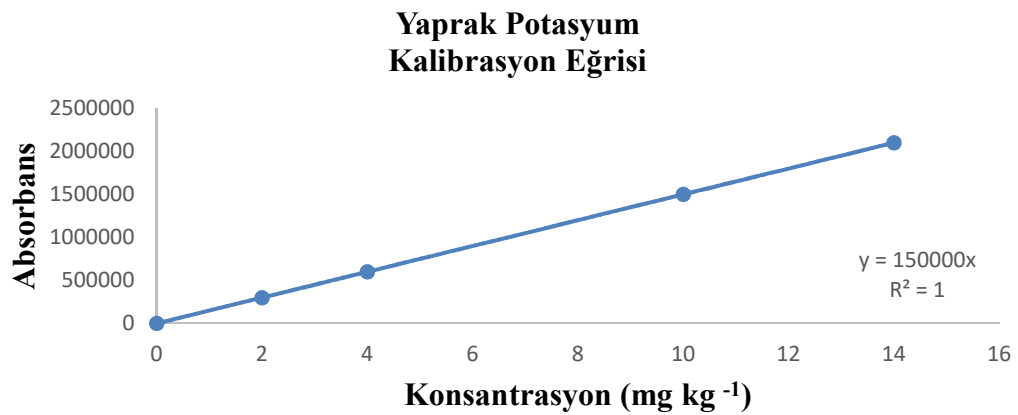
Şekil 9. Yaprak kül içeriğinin belirlenmesi

2.3.4. Yaprak Potasyum İçeriği

Kül içeriği belirlenen örneklerde, % 65'lik Nitrik asitten 310 mL alınarak 1000 mL balon jojeye ilave edilip, 1000 mL olana kadar saf su ilave edilerek hazırlanan çözelti kromeler içerisine ilave edilerek, 5 dakika bekletildikten ve süzgeç kağıdı (125 mm mavi bant whatman külsüz) ile süzöldükten sonra; EPA 6020 yöntemine ICP-MS cihazında bölüm laboratuvarında belirlenmiştir (Şekil 10). Çalışmaya ilişkin kalibrasyon eğrisi Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 10. Yaprak potasyum içeriğinin belirlenmesi



Şekil 11. Yaprak Potasyum tayini standart kalibrasyon eğrisi

2.3.5. Membran Kararlılığı

Blum ve Ebercon (1981)'un metoduna göre belirlenmiş olup; her çeşitten 3 tekrarlamalı olarak 5 bitkiden alınan 2. yapraklar yaprak kınından uzaklaştırılarak geri kalan yaprak ayaları 50 mL'lik etekli falkon tüplerine yerleştirildikten sonra, üzerine 25 mL saf su eklenerek tüpler, 25 °C'ye ayarlanmış termostatlı su banyosunda 5 saat süreyle tutulmuş ve 1 saat oda sıcaklığında dinlendirildikten sonra; masa tipi EC metre ile ilk EC (elektrik iletkenliği) okuması (T1) yapılmış. Sonra, 100 °C'de 1 saat süreyle su banyosunda kaynatılıp; 2 saat süreyle soğutulup, dinlendirildikten sonra ikinci EC okuması (T2) yapılmıştır. Elde edilen bu değerler aşağıdaki formülde yerine konularak membran kararlılığı (MTS), % olarak hesaplanmıştır.

$$\%MTS=[1-(T_1/T_2)] \times 100$$

(Eşitlik 5)

Bu eşitlikte:

T₁:EC metre ile ölçülen ilk değer

T₂:EC metre ile ölçülen ikinci değer

2.3.6. Kök ve Taç Ağırlıkları ile Kök/Taç Ağırlık Oranı

Her çeşitten 3 tekrarlamalı olarak alınan 5 bitki örneği viyollerden köküyle birlikte çıkarıldıktan ve musluk suyu altında toprağından arındırıldıktan sonra, kağıt havlu ile kurulanıp (Şekil 12), kök ve taç aksamaları birbirinden ayrılıp, ayrı ayrı tartılıp oranlanarak kök/taç oranı yaş ağırlık üzerinden hesaplandıktan sonra; aynı örnekler, 70 °C'de 48 saat etüvde kurutulduktan sonra kuru ağırlık bazında kök/taç ağırlığı oranı bulunmuştur.



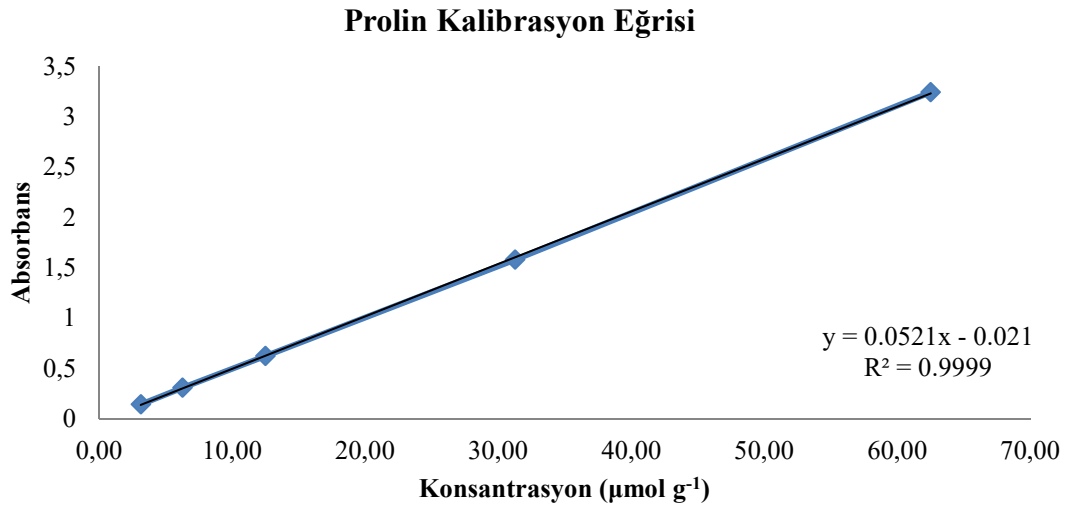
Şekil 12. Viyol gözünden çıkarılmış ve temizlenmiş buğday genotipi

2.3.7. Prolin Miktarı

Bates vd., (1973)'nin belirttiği metoda göre, 3 tekrarlamalı olarak 2. yapraklardan 0.25 g yaprak örneği havanda 20 mL %3 sulu sülfosalisik asit ile ezildikten sonra şırınga filtre kağıdından (0.45 mikron şırınga filtre) süzülen bitki meteryalinden 2 mL reaktif ve 2 mL asetik asit ile test tüplerine ilave edilerek 100°C'de 1 saat reaksiyona sokulduktan sonra işlem buz banyosunda sonlandırılmıştır. Reaksiyon karışımı 4 mL tolüen ile ekstre edilerek 15-20 saniye test tüpü karıştırıcısı ile karıştırılarak tolüen içeren kromofor, sulu fazdan aspire edilerek, oda sıcaklığına kadar soğutulurken bir kör tolüen kullanılarak 520 nm'de absorbansı okunmuştur (Şekil 14 ve 15). Prolin konsantrasyonu, standart eğriden yaş ağırlık bazında hesaplanmıştır (Şekil 13 ve Eşitlik 6).

$$\mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{ YA} = [(\mu\text{g prolin/mL} \times \text{mL tolüen}) / 115.5 \mu\text{g}/\mu\text{mol}] / [(\text{örnek ağırlığı gram}) / 5]$$

(Eşitlik 6)



Şekil 13. Prolin kalibrasyon eğrisi



Şekil 14. Prolin miktarının belirlenmesi



Şekil 15. Prolinin, stressiz (solda) ve stresli (sağda) koşullardaki farkı

2.3.8. Kesilmiş Yaprak Su Tutma Kapasitesi

Lonbani ve Arzani (2011)'ye göre, her çeşitten 3 tekrarlamalı olarak, 5 bitkiden alınan 2. yaprakların yaş ağırlıkları tartıldıktan sonra 30°C'de 5 saat bekletilmiş ve soldurulmuş ağırlıkları tartılarak elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülde yerine konularak % olarak hesaplanmıştır (Eşitlik 7).

$$\%ELWR = [1 - (\text{yaş ağırlık} - \text{soldurulmuş ağırlık}) / \text{yaş ağırlık}] \times 100 \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Bu eşitlikte:

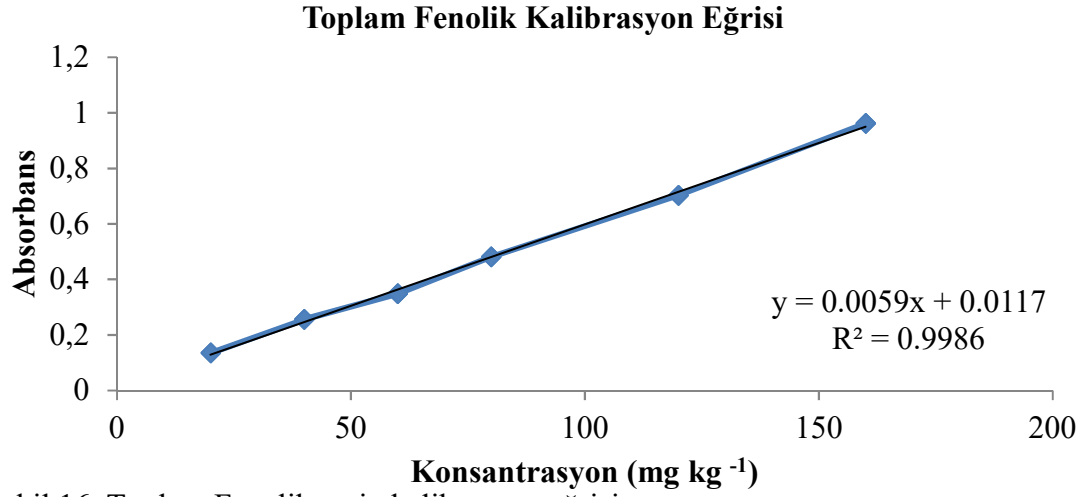
%ELWR: Yüzde kesilmiş yaprak su tutma kapasitesi

Yaş ağırlık: Bitkilerden alınan numunenin ilk ağırlığı

Soldurulmuş ağırlık: Bekletilen numunelerin ilk ağırlığı

2.3.9. Toplam Fenolik Bileşik İçeriği

Kasangana vd. (2015)'na göre, 300 µL numune alınarak 3400 µL deiyonize su ilave edilmiş; karışıma 500 µL metanol ve ardından 200 µL dolin-ciocalteu's reaktifi ilave edilmiş ve vortekslendikten sonra 10 dakika oda şartlarında inkübe edildikten sonra üzerine 600 µL %10'luk Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilmiştir. Son karışım, tekrar vortekslendikten sonra 120 dakika oda şartlarında karanlıkta inkübe edilip ünkübasyon süresinin sonunda karışımının 760 nm'deki absorbansı okunmuştur. Kör olarak, 3700µL (300 µL numune + 3400 µL deiyonize su) 500 µL Metanol + 100 µL folin-ciocalteus reaktifi + 600 µL Na₂CO₃ karışımı kullanılmıştır. Örneklerde fenolik madde miktarları; gallik asidin (20, 40, 60, 80, 120 ve 160 µg mL⁻¹) çözeltisi ile elde edilen kalibrasyon grafiğinin (Şekil 16) doğru denklemi kullanılarak toplam fenolik bileşik miktarı, mg GA eşdeğeri L⁻¹ sirke olarak ifade edilmiştir.



Şekil 16. Toplam Fenolik tayin kalibrasyon eğrisi

2.3.10. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen veriler, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deneme desenine göre (su stressiz ve su stresli uygulamalar ana parsellere, çeşitler ise altparsellere gelecek şekilde), üç tekrarlamalı olarak analiz edilmiştir. Ortalamalar arasındaki karşılaştırmalar ve istatistiksel gruplandırmalar JMP 7 (2007) paket programı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Yaprak Eni

İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak enine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulamalar (su stressiz ve su stresli koşullar) ve çeşitler istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) gösterirken; uygulama×çeşit interaksyonu, istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiştir.

Tablo 2. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak eni değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	0.05547	0.05547	25.8401**
Hata 1	4	0.00859	0.00215	3.0621
Çeşit	19	0.03977	0.00209	2.9857**
Uygulama×Çeşit	19	0.01673	0.00088	1.256
Hata 2	76	0.05328	0.00070	
Genel	119	0.17384		
Değişim katsayısı (%)			9.74	

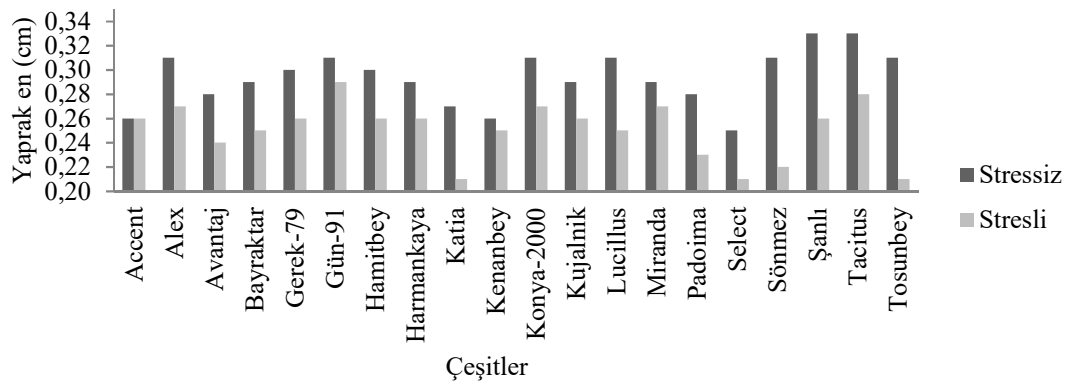
** $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Tablo 3’te görüldüğü üzere, su stressiz koşulların (0.29 cm) su stresli koşullara (0.25 cm) göre daha geniş yaprak eni değerleri göstermiştir. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin yaprak eni değerleri 0.23 cm (Select) ile 0.31 cm (Tacitus) arasında değişim göstermiştir (Tablo 3, Şekil 17). Yaprak eni bakımından, uygulama×çeşit interaksyonunun önemli bulunmaması (Tablo 2), ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullara önemli farklılıklar göstermemesinden kaynaklanmaktadır. Hadis vd. (2016), yaptıkları çalışmada, inceledikleri buğday çeşitlerinin kurak koşullarda daha küçük yaprak eni değerleri gösterdiğini ve kurak koşullarda yaprak enindeki bu düşüşün kurağa katlanan (tolerant) çeşitlerde daha az olduğunu belirtmektedirler.

Tablo 3. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak eni değerlerine ilişkin ortalama değerler (cm)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	0.26	0.26	0.26 c-e*
Alex	0.31	0.27	0.29 a-c
Avantaj	0.28	0.24	0.26 c-e
Bayraktar	0.29	0.25	0.27 a-d
Gerek-79	0.30	0.26	0.28 a-d
Gün-91	0.31	0.29	0.30 a
Hamitbey	0.30	0.26	0.28 a-d
Harmankaya	0.29	0.26	0.28 a-d
Katia	0.27	0.21	0.24 e
Kenanbey	0.26	0.25	0.26 de
Konya-2000	0.31	0.27	0.29 a-c
Kujalnik	0.29	0.26	0.27 a-d
Lucillus	0.31	0.25	0.28 a-d
Miranda	0.29	0.27	0.28 a-d
Padoima	0.28	0.23	0.26 de
Select	0.25	0.21	0.23 e
Sönmez	0.31	0.22	0.27 b-e
Şanlı	0.33	0.26	0.30 ab
Tacitus	0.33	0.28	0.31 a
Tosunbey	0.31	0.21	0.26 b-e
Ortalama	0.29 a	0.25 b	0.27
EGF _{uy}		0.024	
EGF _ç		0.031	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 17. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak eni değerlerine ilişkin ortalama değerler

3.2. Yaprak Boyu

İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyuna ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 4’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından çeşitler ve uygulama×çeşit interaksyonu, istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) gösterirken; uygulamalar, istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiştir.

Tablo 4. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyu değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	124.726	124.726	7.0416
Hata 1	4	70.8509	17.7127	7.7238
Çeşit	19	275.729	14.512	6.3281**
Uygulama×Çeşit	19	111.409	5.86362	2.5569**
Hata 2	76	174.2883	2.2933	
Genel	119	757.0022		
Değişim katsayısı (%)		8.72		

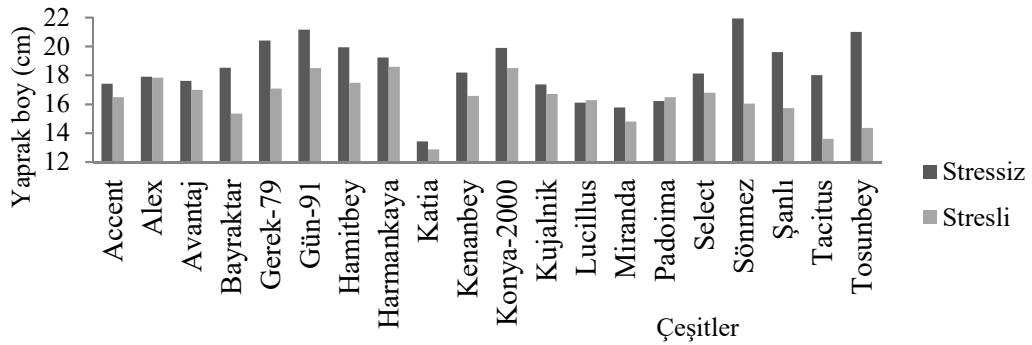
** $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Tablo 5’te görüldüğü üzere, su stressiz koşullar (18.39 cm), su stresli koşullara (16.35 cm) göre daha geniş yaprak uzunluğu değerleri göstermiştir. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin yaprak boyu değerleri, en yüksek Gün-91 (19.82) ve en düşük Katia (13.15) çeşidinde bulunmuştur (Tablo 5, Şekil 18). Yaprak boyu bakımından, uygulamalar önemli farklılıklar göstermezken; Hadis vd. (2016) ve El-Moneim vd. (2020), yaptıkları çalışmalarda, buğday çeşitlerinin kurak koşullarda daha küçük yaprak boyu değerleri gösterdiğini ve kurak koşullarda yaprak boyundaki bu düşüşün kurağa katlanan (tolerant) çeşitlerde daha az olduğunu belirtmektedirler. Nitekim, bizim çalışmamızda da, yaprak boyu bakımından uygulama×çeşit interaksyonunun istatistiksel olarak önemli çıkması, Bayraktar, Gerek-79, Gün-91, Sönmez, Şanlı, Tacitus ve Tosunbey çeşitlerinin su stressiz koşullarda, stresli koşullara göre istatistiksel olarak daha yüksek değerler göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 5. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyu değerlerine ilişkin ortalama değerler (cm)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	17.41 f-l*	16.48 h-n	16.95 e-g
Alex	17.89 e-k	17.84 e-k	17.87 b-e
Avantaj	17.62 e-l	16.99 g-m	17.31 c-f
Bayraktar	18.51 d-i	15.35 l-p	16.93 e-g
Gerek-79	20.41 a-d	17.09 g-m	18.75 a-d
Gün-91	21.15 ab	18.49 d-j	19.82 a
Hamitbey	19.93 a-e	17.47 e-l	18.70 a-d
Harmankaya	19.24 b-g	18.58 c-h	18.91 a-c
Katia	13.43 pq	12.87 q	13.15 h
Kenanbey	18.19 d-k	16.58 h-n	17.39 c-f
Konya-2000	19.89 a-e	18.49 d-j	19.19 ab
Kujalnik	17.36 f-l	16.71 h-n	17.04 d-f
Lucillus	16.11 i-n	16.28 h-n	16.20 e-g
Miranda	15.77 k-p	14.79 m-q	15.28 g
Padoima	16.21 h-n	16.47 h-n	16.34 e-g
Select	18.11 d-k	16.80 g-n	17.46 b-f
Sönmez	21.94 a	16.04 j-o	18.99 a-c
Şanlı	19.60 a-f	15.73 k-p	17.67 b-e
Tacitus	18.01 d-k	13.60 o-q	15.81 fg
Tosunbey	21.01 a-c	14.35 n-q	17.68 b-e
Ortalama	18.39	16.35	17.37
EGF _{uy}		ö.d.	
EGF _ç		1.741	
EGF _{uy×ç}		2.463	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 18. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak boyu değerlerine ilişkin ortalama değerler

3.3. Yaprak En/Boy Oranı

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak enine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 6’da verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından çeşitler ve uygulama×çeşit interaksionu istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) gösterirken; uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tablo 6. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak en/boy oranlarına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	2.44	2.44	0.9888
Hata 1	4	0.0001	2.47	11.273
Çeşit	19	0.00022	1.15	5.2547**
Uygulama×Çeşit	19	0.00011	5.65	2.5809**
Hata 2	76	0.000166	2.188	
Genel	119	0.000615		
Değişim katsayısı (%)		9.40		

** $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Tablo 7’de görüldüğü üzere, su stressiz koşullar (0.0162) ile su stresli koşullar (0.0153) arasında yaprak en/boy oranı bakımından önemli farklılıklar bulunmamıştır. Çeşitlerin yaprak en/boy oranı, 0.0135 (Select) ile 0.0186 (Tacitus) arasında değişim göstermiştir (Tablo 7, Şekil 19). Yaprak en/boy oranı bakımından, uygulama×çeşit interaksionunun önemli bulunması (Tablo 6), ekmeklik buğday çeşitlerinden Katia, Lucillus ve Padoima çeşitlerinin, su stresli koşullarda yaprak en/boy oranlarını azaltmalarından kaynaklanmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak en/boy oranlarına ilişkin ortalama değerler

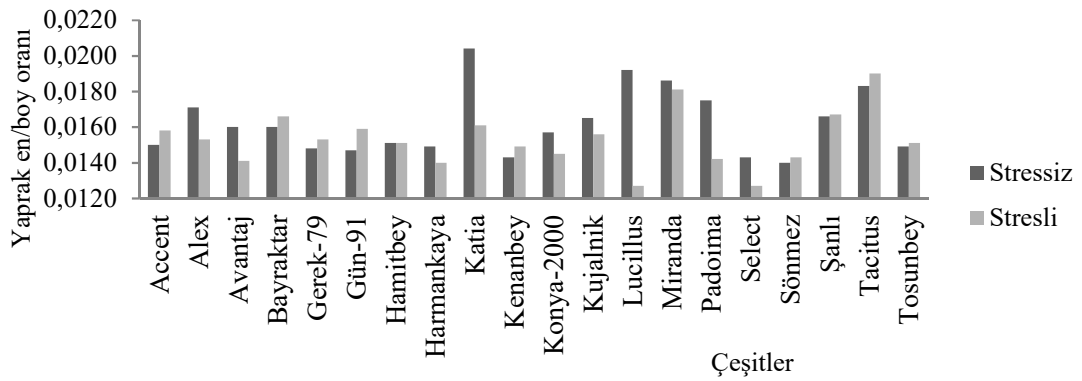
Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	0.0150 h-n*	0.0158 f-l	0.0154 c-f
Alex	0.0171 b-h	0.0153 g-l	0.0162 cd
Avantaj	0.0160 e-l	0.0141 l-n	0.0150 c-g
Bayraktar	0.0160 e-l	0.0166 c-j	0.0163 c
Gerek-79	0.0148 h-n	0.0153 g-l	0.0150 c-g
Gün-91	0.0147 i-n	0.0159 f-l	0.0153 c-f
Hamitbey	0.0151 g-n	0.0151 g-m	0.0151 c-g
Harmankaya	0.0149 h-n	0.0140 l-n	0.0145 e-g
Katia	0.0204 a	0.0161 e-l	0.0182 ab

Tablo 7. (Devamı)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
-------	-------------	------------	----------

Kenanbey	0.0143 ı-n	0.0149 h-n	0.0146 d-g
Konya-2000	0.0157 f-l	0.0145 ı-n	0.0151 c-g
Kujalnik	0.0165 d-k	0.0156 g-l	0.0161 c-e
Lucillus	0.0192 ab	0.0127 n	0.0159 c-e
Miranda	0.0186 a-d	0.0181 a-f	0.0184 ab
Padoima	0.0175 b-g	0.0142 k-n	0.0158 c-f
Select	0.0143 k-n	0.0127 mn	0.0135 g
Sönmez	0.0140 l-n	0.0143 j-n	0.0141 fg
Şanlı	0.0166 c-j	0.0167 c-ı	0.0167 bc
Tacitus	0.0183 a-e	0.0190 a-c	0.0186 a
Tosunbey	0.0149 h-n	0.0151 g-n	0.0150 c-g
Ortalama	0.0162	0.0153	0.0158
EGF _{uy}	ö.d.		
EGF _ç	0.0017		
EGF _{uy×ç}	0.0024		

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 19. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak en/boy oranlarına ilişkin ortalama değerler

3.4. Kök Yaş Ağırlığı

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullarındaki yaprak enine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından çeşitler ve uygulama×çeşit interaksyonu, istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken; uygulamalar arasında fark bulunmamıştır.

Tablo 8. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	94.049	94.049	6.8071
Hata 1	4	55.2653	13.8163	2.6532
Çeşit	19	360.239	18.96	3.641**
Uygulama×Çeşit	19	237.988	12.5257	2.4054**
Hata 2	76	395.7603	5.2074	
Genel	119	1143.303		
Değişim katsayısı (%)		18.45		

** : p<0.01 olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 9’de verilmiştir. Buna göre, uygulamalar ortalamasına göre çeşitler, kök yaş ağırlığı bakımından en yüksek Şanlı (15.29 mg bitki⁻¹) çeşidinde, en düşük Miranda (6.61 mg bitki⁻¹) çeşidinde gözlenmiştir (Tablo 9, Şekil 20). Kök yaş ağırlığı bakımından uygulama×çeşit interaksiyonunun önemli bulunması (Tablo 8), Bayraktar, Konya-2000, Sönmez ve Şanlı çeşitlerinin su stresli koşullarda kök yaş ağırlıklarını önemli düzeyde azaltmalarından kaynaklanmaktadır. Diğer çeşitler, su stressiz ve stresli uygulamalara karşı istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiştir. Benzer bulgular, Tavakol ve Pakniyat (2007) tarafından da ortaya konulmuştur.

Tablo 9. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök yaş ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (mg bitki⁻¹)

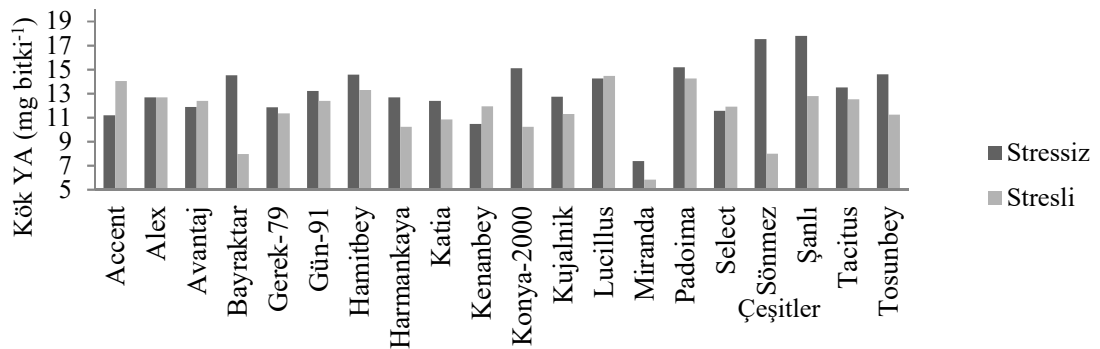
Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	11.19 d-h*	14.04 b-f	12.62 b-e
Alex	12.68 c-g	12.68 c-g	12.68 a-e
Avantaj	11.89 c-g	12.39 c-g	12.14 b-e
Bayraktar	14.50 a-e	7.96 h-j	11.23 e
Gerek-79	11.85 c-g	11.35 d-h	11.60 de
Gün-91	13.20 c-g	12.39 c-g	12.80 a-e
Hamitbey	14.56 a-d	13.30 c-g	13.93 a-d
Harmankaya	12.68 c-g	10.23 g-ı	11.45 de
Katia	12.39 c-g	10.83 e-ı	11.61 de
Kenanbey	10.47 f-ı	11.93 c-g	11.20 e
Konya-2000	15.09 a-c	10.23 g-ı	12.66 b-e
Kujalnik	12.72 c-g	11.29 d-h	12.00 c-e
Lucillus	14.26 a-e	14.45 a-e	14.36 a-c
Miranda	7.39 ij	5.84 j	6.61 f
Padoima	15.17 a-c	14.24 a-e	14.71 ab
Select	11.56 c-h	11.89 c-g	11.73 de

Tablo 9. (Devamı)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
-------	-------------	------------	----------

Sönmez	17.53 ab	7.99 h-j	12.76 a-e
Şanlı	17.78 a	12.79 c-g	15.29 a
Tacitus	13.51 c-g	12.51 c-g	13.01 a-e
Tosunbey	14.58 a-d	11.23 d-h	12.91 a-e
Ortalama	13.25	11.48	12.36
EGF _{uy}	ö.d.		
EGF _ç	2.624		
EGF _{uy×ç}	3.711		

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 20. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök yaş ağırlığına ilişkin ortalama değerler

3.5. Taç Yaş Ağırlığı

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 10’da verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama, çeşitler ve uygulama×çeşit interaksiyonu istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) göstermiştir.

Tablo 10. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlığına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	173033	173033	23.6607**
Hata 1	4	29252.4	7313.09	18.9406
Çeşit	19	33669.1	1772.06	4.5896**
Uygulama×Çeşit	19	20082.4	1056.97	2.7375**
Hata 2	76	29344.08	386.11	
Genel	119	285381		
Değişim katsayısı (%)		20.71		

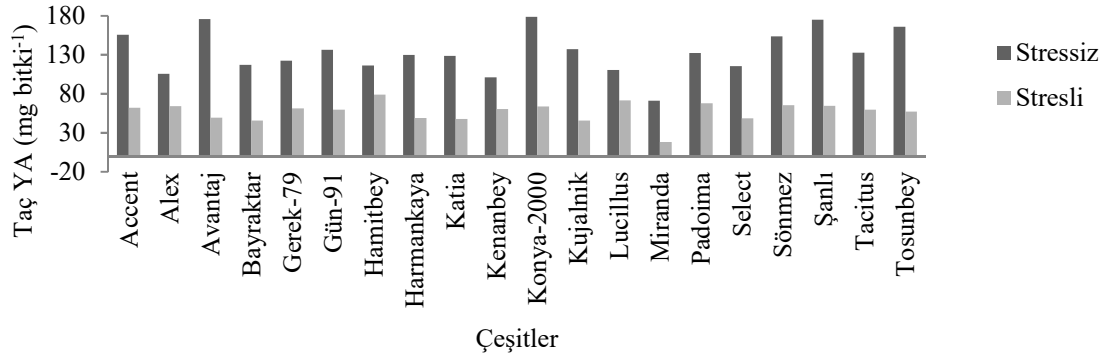
** : $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 10’da verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşulların (132.84 mg bitki⁻¹) su stresli koşullara (56.89 mg bitki⁻¹) göre taç yaş ağırlığı daha yüksek çıkmış olup; uygulamaların ortalamasına göre çeşitlerin kök yaş ağırlıkları 44.51 (Miranda) ile 120.83 (Konya-2000) arasında değişim göstermiştir (Tablo 11, Şekil 21). İnteraksiyonun önemli çıkması, tüm çeşitlerin taç yaş ağırlıklarını su stresli koşullarda azaltmalarından kaynaklanmaktadır. Buna göre, stresli koşullarda taç yaş ağırlığını en fazla azaltan çeşitler, Miranda (%74) ve Avantaj (%72) olmuşken; en az azaltanlar Hamitbey (%32), Lucillus (%36) ve Alex (%39) olmuştur. Elde edilen bulgular, Nejad vd. (2010)’nin bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 11. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlıklarına ilişkin ortalama değerler (mg bitki⁻¹)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	155.64 a-c*	61.93 ij	108.79 a-e
Alex	105.55 e-g	64.21 ij	84.88 f
Avantaj	175.46 a	49.10 i-k	112.28 a-c
Bayraktar	117.01 ef	45.53 jk	81.27 f
Gerek-79	122.11 d-f	61.24 ij	91.68 c-f
Gün-91	136.01 b-e	59.59 ij	97.80 b-f
Hamitbey	115.95 ef	78.65 g-i	97.30 b-f
Harmankaya	129.60 c-f	48.73 i-k	89.16 d-f
Katia	128.33 c-f	47.52 i-k	87.92 ef
Kenanbey	100.89 f-h	60.46 ij	80.68 f
Konya-2000	178.25 a	63.41 ij	120.83 a
Kujalnik	137.01 b-e	45.76 jk	91.39 c-f
Lucillus	110.52 e-g	71.27 h-j	90.89 c-f
Miranda	70.79 h-j	18.24 k	44.51 g
Padoima	132.14 c-f	67.61 ij	99.88 a-f
Select	115.25 ef	48.57 i-k	81.91 f
Sönmez	153.49 a-d	65.43 ij	109.46 a-e
Şanlı	174.90 a	64.25 ij	119.58 ab
Tacitus	132.37 c-f	59.44 ij	95.90 c-f
Tosunbey	165.53 ab	56.95 ij	111.24 a-d
Ortalama	132.84 a	56.89 b	94.87
EGF _{uy}		43.350	
EGF _ç		22.595	
EGF _{uy×ç}		31.954	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; öd, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 21. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki taç yaş ağırlığına ilişkin ortalama değerler

3.6. Kök/Taç Yaş Ağırlıklar Oranı

İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 12’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama ($p < 0.01$) ve uygulama×çeşit interaksyonu ($p < 0.05$) önemli farklılıklar göstermiş olup; çeşitler bakımından istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmamıştır.

Tablo 12. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	0.36719	0.36719	50.2522**
Hata 1	4	0.02923	0.00731	4.5804
Çeşit	19	0.044	0.00232	1.4515
Uygulama×Çeşit	19	0.06249	0.00329	2.0616*
Hata 2	76	0.12124	0.00160	
Genel	119	0.624143		
Değişim katsayısı (%)			25.0	

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

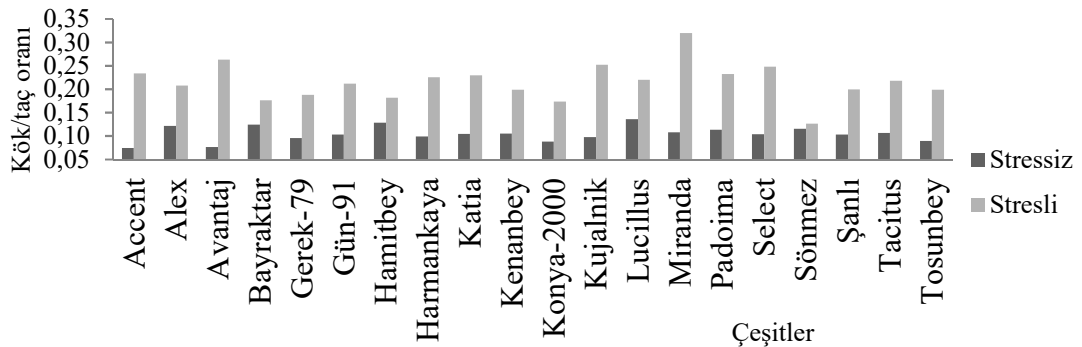
Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 13’te verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşulların (0.10) su stresli koşullara (0.22) göre kök/ taç yaş ağırlıkları oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitler istatistiksel açıdan önemli farklılıklar göstermemekle birlikte, çeşitlerin kök/taç yaş ağırlıkları oranı 0.12 (Sönmez) ile 0.21 (Miranda) arasında dağılım göstermiştir (Tablo 13, Şekil 22). Çeşitlerin uygulama şartları ile göstermiş olduğu interaksyonunun önemli çıkması (Tablo 12), Bayraktar, Hamitbey ve Sönmez çeşitleri dışında kalan diğer çeşitlerin, su stresli koşullarda su stressiz koşullara kıyasla

daha yüksek kök/taç yaş ağırlığına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır (Tablo 13, Şekil 23). Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular ile Tavakol ve Pakniyat (2007)'in çalışma sonuçları benzerlik göstermektedir.

Tablo 13. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin ortalama değerler

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	0.07 1*	0.23 b-d	0.15
Alex	0.12 g-1	0.21 b-d	0.16
Avantaj	0.08 1	0.26 ab	0.17
Bayraktar	0.12 f-1	0.18 d-h	0.15
Gerek-79	0.10 1	0.19 c-f	0.14
Gün-91	0.10 1	0.21 b-d	0.16
Hamitbey	0.13 f-1	0.18 d-g	0.16
Harmankaya	0.10 1	0.23 b-d	0.16
Katia	0.10 1	0.23 b-d	0.17
Kenanbey	0.10 1	0.20 b-e	0.15
Konya-2000	0.09 1	0.17 d-h	0.13
Kujalnik	0.10 1	0.25 bc	0.18
Lucillus	0.14 e-1	0.22 b-d	0.18
Miranda	0.11 1	0.32 a	0.21
Padoima	0.11 h1	0.23 b-d	0.17
Select	0.10 1	0.25 bc	0.18
Sönmez	0.12 h1	0.13 f-1	0.12
Şanlı	0.10 1	0.20 b-e	0.15
Tacitus	0.11 1	0.22 b-d	0.16
Tosunbey	0.09 1	0.20 b-e	0.14
Ortalama	0.10 b	0.22 a	0.16
EGF _{uy}		0.04	
EGF _ç		ö.d.	
EGF _{uy×ç}		0.065	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 22. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki kök/taç yaş ağırlıklar oranına ilişkin ortalama değerler

3.7. Kesilen Yapraklarda Su tutma Kapasitesi (ELWR)

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki ELWR değerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 14'te verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulamalar, çeşitler ve uygulama×çeşit etkisini $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 14. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki ELWR değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	19340.6	19340.6	140.832**
Hata 1	4	549.325	137.331	3.6134
Çeşit	19	2006.17	105.588	2.7782**
Uygulama×Çeşit	19	1875.88	98.7308	2.5977**
Hata 2	76	2888.482	38.006	
Genel	119	26660.44		
Değişim katsayısı (%)		9.08		

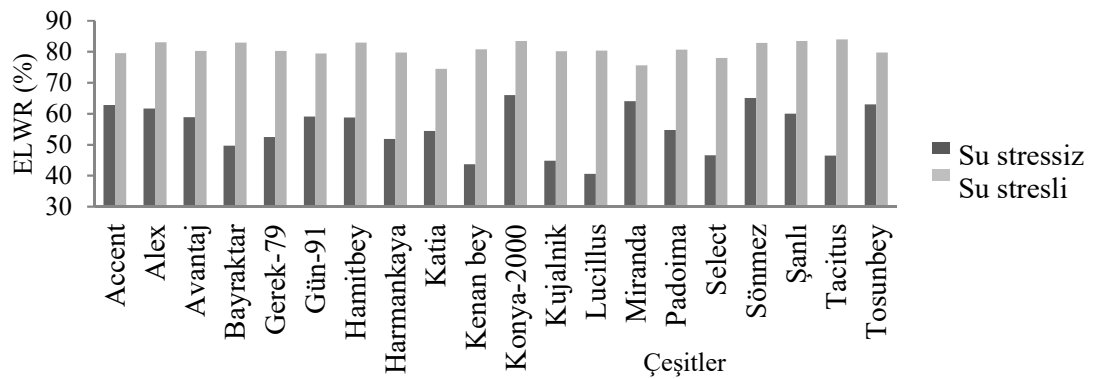
** $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit etkisine ilişkin ortalama değerler Tablo 15'te verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşullarda ELWR bakımından çeşitler ortalaması %55.20 iken, bu oran su stresli koşullarda %80.59 olarak saptanmıştır. Başka bir deyişle, çeşitler su stresli koşullarda, stressiz koşullara göre yaprak su tutma kapasitelerini arttırmışlardır. Nitekim, uygulama×çeşit etkisine bakıldığında (Tablo 14, 15 ve Şekil 17); tüm çeşitlerin stresli koşullarda ELWR değerlerini arttırdıkları görülmektedir. Bu durum, çeşitlerin kurak koşullarda stomalarını kapatma eğilimine giderek, terlemeyi durdurmaları dolayısıyla su kaybını azaltarak daha fazla su tutmalarını teşvikinden kaynaklanabilir. Zaten, ekmeklik buğday çeşitlerinin su stresi altındaki ortam-yaprak sıcaklığı farklarına bakılırsa, çeşitlerin stres altında bu fark değerlerini artıramadıkları, başka bir deyişle stres altındaki çeşitlerin yapraklardan su kaybını engellemek için stomalarını kapatmaları nedeniyle terleyip soğuyamadıkları ve sıcaklıklarını arttırdıkları görülmektedir. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin ELWR değerleri, en yüksek Konya-2000 (%74.70) ile Sönmez (%73.96)'de; en düşük Lucillus (%60.46)'da saptanmıştır (Tablo 15, Şekil 23). Belirlenen bu değerler, Din vd. (2020)'nin bulgularının biraz altında olmakla birlikte, kurak stres koşullarında ELWR değerinin arttığını göstermeleri bakımından bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Tablo 15. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki su tutma kapasitelerine (ELWR) ilişkin ortalama değerler (%)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	62.74 de*	79.55 a	71.14 a-d
Alex	61.67 d-f	83.05 a	72.36 ab
Avantaj	58.87 d-g	80.34 a	69.60 a-d
Bayraktar	49.64 g-j	82.91 a	66.27 b-f
Gerek-79	52.41 f-ı	80.22 a	66.32 b-f
Gün-91	59.02 d-g	79.45 a	69.24 a-e
Hamitbey	58.74 d-g	82.97 a	70.85 a-d
Harmankaya	51.83 f-ı	79.70 a	65.76 b-f
Katia	54.39 e-h	74.44 a-c	64.42 d-f
Kenanbey	43.65 ij	80.80 a	62.23 ef
Konya-2000	65.94 b-d	83.46 a	74.70 a
Kujalnik	44.78 h-j	80.19 a	62.48 ef
Lucillus	40.51 j	80.41 a	60.46 f
Miranda	63.97 de	75.57 ab	69.77 a-d
Padoima	54.69 e-h	80.71 a	67.70 a-e
Select	46.59 h-j	77.95 a	62.27 ef
Sönmez	65.03 cd	82.88 a	73.96 a
Şanlı	60.01 d-f	83.42 a	71.72 a-c
Tacitus	46.49 h-j	83.96 a	65.22 c-f
Tosunbey	62.94 de	79.77 a	71.36 a-d
Ortalama	55.20 b	80.59 a	67.89
EGF _{uy}		5.94	
EGF _ç		7.09	
EGF _{uy×ç}		10.03	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; öd, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 23. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki ELWR değerlerine ilişkin ortalama değerler

3.8. Membran Kararlılığı (MTS)

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve stresli koşullarındaki MTS içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 16’da verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulamalar, çeşitler ve uygulama×çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) göstermiştir.

Tablo 16. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki MTS değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	13430.3	13430.3	86.001**
Hata 1	4	624.655	156.164	9.7954
Çeşit	19	4352.9	229.1	14.3704**
Uygulama×Çeşit	19	1220.85	64.2552	4.0304**
Hata 2	76	121.631	15.943	
Genel	119	20840.29		
Değişim katsayısı (%)		9.40		

** $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin ortalama değerler Tablo 17’de verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşulların (%53.05) su stresli koşullara (%31.89) göre daha yüksek membran kararlılığı değeri gösterdiği saptanmıştır. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitler, MTS bakımından %25.18 (Miranda) ile %53.82 (Şanlı) arasında değişim göstermiştir (Tablo 17, Şekil 24). Ayrıca, uygulama×çeşit interaksyonunun önemli bulunması (Tablo 16), Miranda dışında kalan diğer çeşitlerin su stressiz koşullarda, su stresli koşullara kıyasla daha yüksek MTS değerleri göstermesinden kaynaklanmaktadır (Tablo 17). Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, Sairam vd. (1997)’nin bulguları ile benzerlik göstermektedir. Yine, Farshadfar vd. (2014)’nin çalışmalarında da MTS’nin %24.11-61.01 arasında değiştiği bildirilmiş olup, bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

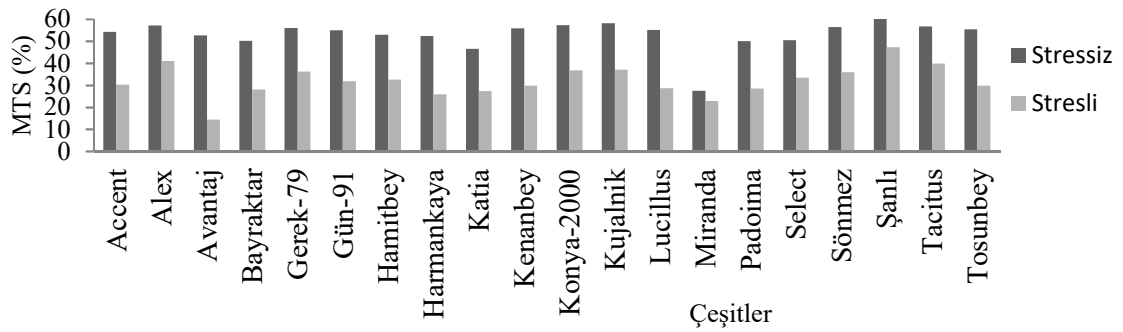
Tablo 17. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki MTS değerlerine ilişkin ortalama değerler (%)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	54.27 a-d*	30.20 j-m	42.23 ef
Alex	57.13 ab	41.10 fg	49.12 b
Avantaj	52.70 b-e	14.40 o	33.55 h
Bayraktar	50.23 de	28.10 l-n	39.17 fg
Gerek-79	56.00 a-d	36.30 g-j	46.15 b-e
Gün-91	54.97 a-d	31.87 ı-m	43.42 c-f

Tablo 17. (Devamı)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Hamitbey	52.90 b-e	32.53 ı-l	42.72 d-f
Harmankaya	52.43 b-e	25.93 mn	39.18 fg
Katia	46.60 ef	27.30 l-n	36.95 gh
Kenanbey	55.90 a-d	29.80 k-m	42.85 d-f
Konya-2000	57.40 ab	36.80 g-ı	47.10 b-d
Kujalnik	58.20 ab	37.10 g-ı	47.65 bc
Lucillus	55.20 a-d	28.67 l-n	41.93 ef
Miranda	27.50 l-n	22.87 n	25.18 ı
Padoima	50.03 de	28.53 l-n	39.28 fg
Select	50.50 c-e	33.43 h-l	41.97 ef
Sönmez	56.40 a-d	36.00 g-k	46.20 b-e
Şanlı	60.40 a	47.23 ef	53.82 a
Tacitus	56.80 a-c	39.87 gh	48.33 b
Tosunbey	55.43 a-d	29.80 k-m	42.62 d-f
Ortalama	53.05 a	31.89 b	42.47
EGF _{uy}		6.33	
EGF _ç		4.59	
EGF _{uy×ç}		6.49	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; öd, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 24. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki MTS değerlerine ilişkin ortalama değerler

3.9. Ortam-Yaprak Sıcaklığı Farkı (OYSF)

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 18’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından yalnızca uygulama, istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken; diğer varyasyon kaynakları (çeşitler ve uygulama×çeşit interaksyonu) istatistiksel olarak önemli değişimler göstermemiştir.

Tablo 18. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	784.283	784.283	43.021**
Hata 1	4	72.9209	18.2302	10.9499
Çeşit	19	7.05518	0.37133	0.223
Uygulama×Çeşit	19	30.7093	1.61628	0.9708
Hata 2	76	126.5303	1.6649	
Genel	119	1021.499		
Değişim katsayısı (%)		21.37		

** : $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 19’da verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşulların (8.60 °C) su stresli koşullara (3.48 °C) göre daha yüksek OYSF değerleri gösterdiği saptanmıştır (Tablo 19). Stressiz koşulların stresli koşullara göre daha yüksek OYSF değerleri göstermesi, su stressiz koşullarda bitkilerin stomaları yoluyla transpirasyon yapmalarından dolayı yapraklarını ortam sıcaklığı karşısında daha iyi soğutabilmesiyle açıklanabilir. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin OYSF değerleri, istatistiksel olarak önemli farklılıklar sergilememekle birlikte (Tablo 18), çeşitlere göre 5.69 °C (Gün-91) ile 6.67 °C (Miranda) arasında dağılım göstermiştir (Tablo 19, Şekil 25). Uygulama×çeşit interaksiyonunun önemli bulunmaması (Tablo 18), çeşitlerin stressiz ve stresli koşullarda benzer OYSF değerleri göstermesinden kaynaklanmaktadır (Tablo 19, Şekil 25). Bulgular, Chen vd. (2020), Yang vd. (2019) ve Öztürk ve Korkut (2018)’un bulguları ile benzerlik göstermektedir.

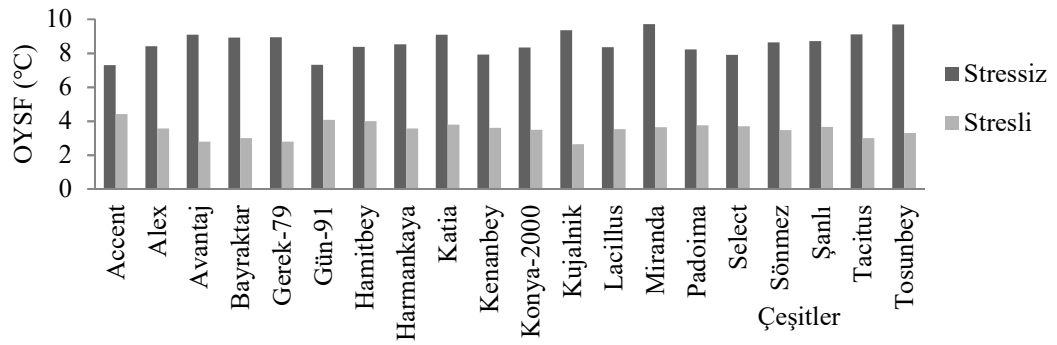
Tablo 19. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin ortalama değerler (°C)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	7.29	4.41	5.85
Alex	8.42	3.55	5.99
Avantaj	9.09	2.78	5.94
Bayraktar	8.91	3.00	5.96
Gerek-79	8.95	2.79	5.87
Gün-91	7.31	4.07	5.69
Hamitbey	8.37	3.99	6.18
Harmankaya	8.53	3.55	6.04
Katia	9.09	3.79	6.44
Kenanbey	7.92	3.61	5.76
Konya-2000	8.34	3.49	5.91

Tablo 19. (Devamı)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Kujalnik	9.36	2.63	5.99
Lucillus	8.36	3.51	5.94
Miranda	9.71	3.63	6.67
Padoima	8.23	3.74	5.98
Select	7.89	3.70	5.80
Sönmez	8.63	3.46	6.05
Şanlı	8.72	3.65	6.18
Tacitus	9.10	3.00	6.05
Tosunbey	9.69	3.29	6.49
Ortalama	8.60 a*	3.48 b	6.04
EGF _{uy}		2.16	
EGF _ç		ö.d.	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 25. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki OYSF değerlerine ilişkin ortalama değerler

3.10. Yaprak Kül İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 20’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından yalnızca çeşitler, istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken, diğerleri (uygulama ve uygulama×çeşit interaksyonu) önemli değişimler göstermemiştir.

Tablo 20. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	42.2335	42.2335	4.676
Hata 1	4	36.1279	9.03197	8.4856
Çeşit	19	263.899	13.8894	13.0492**
Uygulama×Çeşit	19	28.8593	1.51891	1.427
Hata 2	76	80.89377	1.06439	
Genel	119	452.0136		
Değişim katsayısı (%)			5.24	

** : $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin ortalama değerler Tablo 21’de verilmiştir. Buna göre, uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitler arasında en yüksek yaprak kül içeriği Lucillus (%22.17) ve Kujalnik (%22.35) çeşitlerinde, en düşük ise Konya-2000 (%17.27) ve Tosunbey (%17.37) çeşitlerinde gözlenmiştir (Tablo 21, Şekil 26). Çalışmanın bulguları, Öztürk ve Aydın (2017)’nin bulguları ile benzerlik göstermektedir.

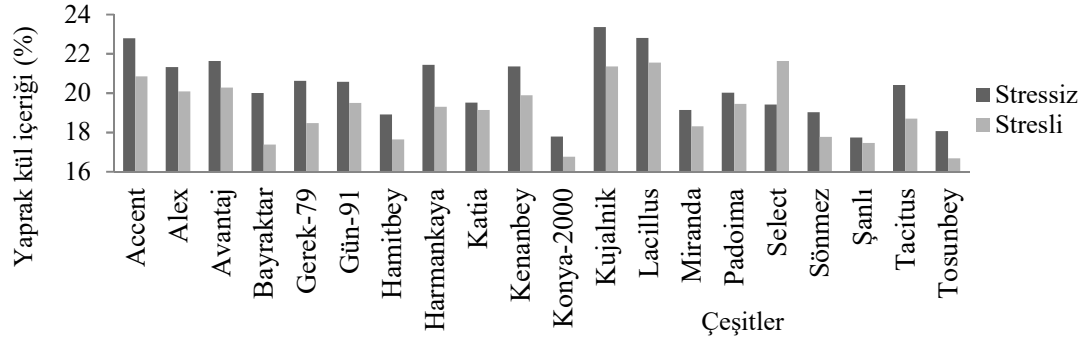
Tablo 21. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriğine ilişkin ortalama değerler (%)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	22.79	20.84	21.81 ab*
Alex	21.31	20.08	20.70 b-d
Avantaj	21.62	20.27	20.95 bc
Bayraktar	19.99	17.38	18.69 f-ı
Gerek-79	20.61	18.46	19.54 d-g
Gün-91	20.57	19.48	20.03 c-e
Hamitbey	18.90	17.64	18.27 h-j
Harmankaya	21.43	19.29	20.36 c-e
Katia	19.50	19.14	19.32 e-h
Kenanbey	21.35	19.88	20.62 cd
Konya-2000	17.78	16.75	17.27 j
Kujalnik	23.36	21.35	22.35 a
Lucillus	22.79	21.54	22.17 a
Miranda	19.14	18.31	18.72 f-ı
Padoima	20.02	19.44	19.73 d-f
Select	19.41	21.63	20.52 cd
Sönmez	19.02	17.76	18.39 g-j
Şanlı	17.72	17.45	17.59 ij
Tacitus	20.40	18.69	19.54 d-g
Tosunbey	18.06	16.67	17.37 j

Tablo 21. (Devamı)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Ortalama	20.29	19.10	19.70
Ortalama	20.29	19.10	19.70
EGF _{uy}	ö.d.		
EGF _ç	1.186		
EGF _{uy×ç}	ö.d.		

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 26. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak kül içeriği değerlerine ilişkin ortalama değerler

3.11. Yaprak Potasyum (K⁺) İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki K⁺ içeriğine varyans analiz sonuçları Tablo 22’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama (p<0.05), çeşitler ve uygulama×çeşit interaksyonu (p<0.01), istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir.

Tablo 22. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak K⁺ içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	10964.2	10964.2	16.5876*
Hata 1	4	2643.94	660.985	16.5247
Çeşit	19	3833.39	201.758	5.044**
Uygulama×Çeşit	19	1687.28	88.8044	2.2201**
Hata 2	76	3039.983	40	
Genel	119	22168.78		
Değişim katsayısı (%)			24.72	

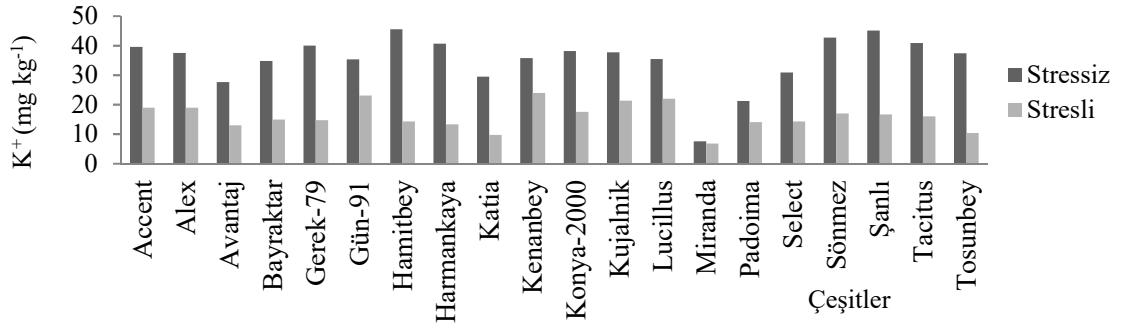
*: p<0.05, **: p<0.01 olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin ortalama değerler, Tablo 23'te verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşullarda yaprak K⁺ içeriği (35.14 mg kg⁻¹) su stresli koşullara (16.02 mg kg⁻¹) göre daha yüksek bulunmuştur. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin K⁺ içeriği, en yüksek Hamitbey (29.89 mg kg⁻¹), Sönmez (29.87 mg kg⁻¹) ve Şanlı (30.87 mg kg⁻¹) çeşitlerinde; en düşük ise Miranda (7.14 mg kg⁻¹) çeşidinde gözlenmiştir (Tablo 23, Şekil 27). Uygulama×çeşit interaksyonu, Miranda ve Padoima çeşitlerinin dışında kalan çeşitlerin su stressiz koşullarda istatistiksel olarak daha yüksek miktarda K⁺ içermesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim, Maghsoudi vd. (2016) ve Sairam ve Saxena (2000)'nın bulguları da benzer değerler göstermektedir.

Tablo 23. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak K⁺ içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg kg⁻¹)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	39.55 a-d*	18.92 g-j	29.24 ab
Alex	37.48 a-e	18.89 g-j	28.19 ab
Avantaj	27.60 e-g	12.91 ı-l	20.26 cd
Bayraktar	34.72 b-e	14.90 h-l	24.81 a-d
Gerek-79	39.94 a-c	14.69 h-l	27.32 a-c
Gün-91	35.29 a-e	23.03 f-ı	29.16 ab
Hamitbey	45.49 a	14.29 h-l	29.89 a
Harmankaya	40.61 a-c	13.31 ı-l	26.96 a-c
Katia	29.47 d-f	9.67 j-l	19.57 d
Kenanbey	35.78 a-e	23.87 f-h	29.83 ab
Konya-2000	38.13 a-d	17.49 g-k	27.81 ab
Kujalnik	37.68 a-e	21.33 f-ı	29.51 ab
Lucillus	35.37 a-e	22.00 f-ı	28.69 ab
Miranda	7.53 kl	6.76 l	7.14 e
Padoima	21.26 f-ı	14.03 h-l	17.65 d
Select	30.89 c-f	14.28 h-l	22.59 bd-
Sönmez	42.72 ab	17.01 h-l	29.87 a
Şanlı	45.12 a	16.62 h-l	30.87 a
Tacitus	40.81 a-c	16.05 h-l	28.43 ab
Tosunbey	37.33 a-e	10.35 j-l	23.84 a-d
Ortalama	35.14 a	16.02 b	25.58
EGF _{uy}		13.03	
EGF _ç		7.27	
EGF _{uy×ç}		10.29	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; öd, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 27. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak K⁺ içeriğine ilişkin ortalama değerler

3.12. Klorofil-a İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki klorofil-a (Kl-a) içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 24'te verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama ($p < 0.05$) ve çeşitler ($p < 0.01$) istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken; uygulama×çeşit interaksiyonu istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır.

Tablo 24. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	4.35483	4.35483	16.1609*
Hata 1	4	1.07787	0.26947	5.7504
Çeşit	19	2.32551	0.1224	2.6119**
Uygulama×Çeşit	19	0.99229	0.05223	1.1145
Hata 2	76	3.5614	0.046861	
Genel	119	12.3119		
Değişim katsayısı (%)			11.45	

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 25'te verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşullarda Kl-a içeriği ($1.70 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) su stresli koşullara ($2.08 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) göre daha düşük bulunmuştur (Tablo 25, Şekil 29). Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin Kl-a içeriği en yüksek Şanlı ($2.16 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) ve Tosunbey ($2.18 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) çeşitlerinde; en düşük ise Select ($1.67 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 25, Şekil 28). Kl-a içeriği bakımından, uygulama×çeşit interaksiyonu istatistiksel olarak önemli değişimler göstermemiştir (Tablo 24, 25). Buna sebep olarak, çeşitlerin uygulamalara (stressiz ve stresli koşullara) karşı benzer Kl-a

değerleri ortaya koyması gösterilebilir. Bulgular, stresli koşullarda çeşitlerin Kl-a içeriklerinin azaldığını belirten Nyachiro vd. (2011) ile Keyvan (2010)'ın bulguları ile zıtlık göstermektedir. Ayrıca Hassan vd.. (2015) yaptıkları çalışmada, normal şartlarda 7.54 mg g^{-1} YA olan Kl-a'nın kurak şartlarda 6.37 mg g^{-1} YA'ya düştüğünü bildirmişlerdir. Yine, Saeidi ve Abdoli (2015) çalışmalarında Kl-a değerinin stressiz koşullarda 2.75 mg g^{-1} YA iken, stresli koşullarda 1.62 mg g^{-1} YA olduğunu bildirmişlerdir

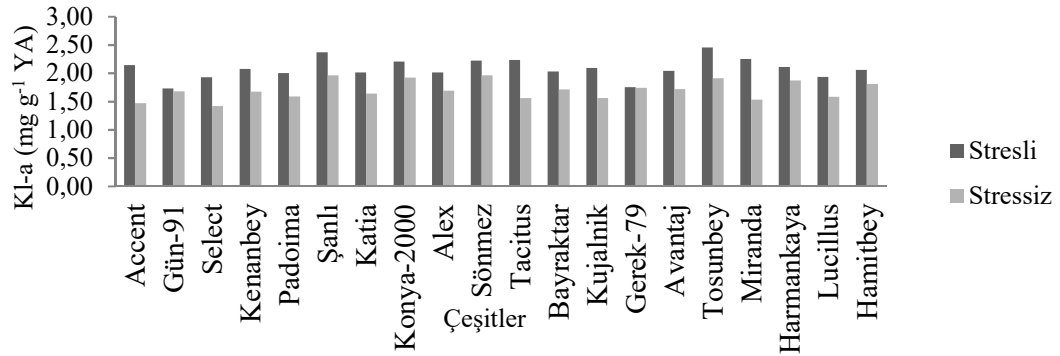
Tablo 25. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak Kl-a içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g^{-1} YA)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	1.47	2.14	1.80 d-f*
Alex	1.69	2.01	1.85 b-f
Avantaj	1.72	2.04	1.88 b-f
Bayraktar	1.71	2.03	1.87 b-f
Gerek-79	1.74	1.75	1.75 d-f
Gün-91	1.68	1.73	1.71 ef
Hamitbey	1.81	2.06	1.93 a-e
Harmankaya	1.87	2.11	1.99 a-d
Katia	1.64	2.01	1.83 c-f
Kenanbey	1.67	2.08	1.88 b-f
Konya-2000	1.92	2.21	2.07 a-c
Kujalnik	1.56	2.09	1.83 c-f
Lucillus	1.58	1.93	1.76 d-f
Miranda	1.53	2.25	1.89 b-f
Padoima	1.59	2.00	1.79 d-f
Select	1.42	1.93	1.67 f
Sönmez	1.96	2.22	2.09 ab
Şanlı	1.96	2.37	2.16 a
Tacitus	1.56	2.23	1.90 b-f
Tosunbey	1.91	2.45	2.18 a
Ortalama	1.70 b	2.08 a	1.89
EGF _{uy}		0.26	
EGF _ç		0.25	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d, önemli değil anlamına gelmektedir.

. Halbuki, çalışmalarımızda tersi olduğu, başka bir deyişle kurak şartlarda, interaksiyon istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte ekmeklik buğday çeşitleri daha yüksek Kl-a üretme eğilimi göstermiştir. Çünkü, kurak koşullarda çeşitlerin

stomalarını kapatması nedeniyle fotosentezle asimilat yapımlarının sekteye uğrayacağı kaygısıyla daha fazla klorofil (Kl-a) üretme eğilimine girdiği düşünülmektedir.



Şekil 28. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a içeriğine ilişkin ortalama değerler

3.13. Klorofil-b İçeriği

Kışlık Yerli ve yabancı ekmeklik buğday çeşitlerinin su stresli ve su stressiz koşullardaki klorofil-b içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 26’da verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama ve çeşitler istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken; uygulama×çeşit kaynağında önemli farklılıklar göstermemiştir.

Tablo 26. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-b içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	4.6932	4.6932	25.8621**
Hata 1	4	0.72588	0.18147	4.9469
Çeşit	19	2.90199	0.15274	4.1636**
Uygulama×Çeşit	19	1.15852	0.06097	1.6622
Hata 2	76	2.787954	0.036684	
Genel	119	12.26754		
Değişim katsayısı (%)			20.40	

** $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

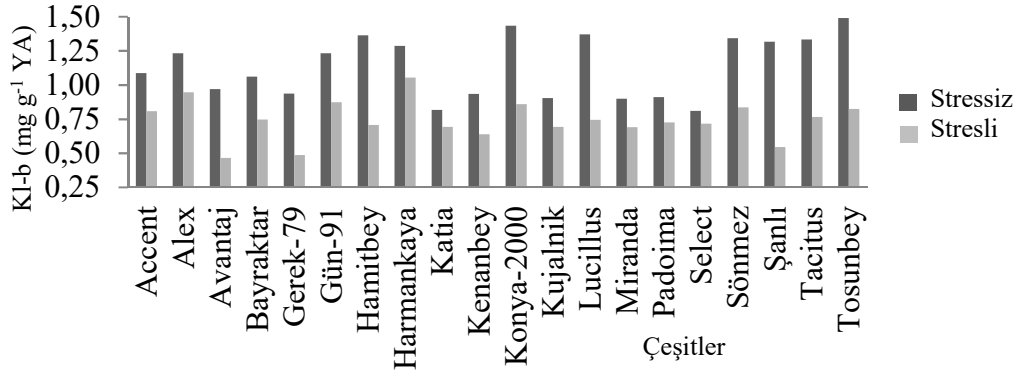
Uygulama. çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 27’de verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşulların ($1.14 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) su stresli koşullara ($0.74 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) göre daha yüksek Kl-b değeri gösterdiği saptanmıştır. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitler arasında en yüksek Kl-b değeri Harmankaya çeşidinde ($1.17 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$), en düşük Gerek-79 ($0.71 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) ve Avantaj

(0.72 mg g⁻¹ YA) çeşitlerinde gözlenmiştir (Tablo 27. Şekil 29). Sattar vd. (2020) ile Ecem (2010) yıllarında yaptıkları çalışma ile elde ettikleri bulgular benzerlik göstermektedir. Ayrıca Hassan vd. (2015) yılında yaptıkları çalışmada, klorofil b'nin normal şartlar altında 2.50 mg g⁻¹ YA ve kurak şartlar altında bu oranın 2.19 mg g⁻¹ YA olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma ile kıyaslandığında elde ettikleri değerlerin altında olduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Saeidi ve Abdoli (2015)'nin çalışmalarında, klorofil b'nin normal şartlar altında 1.24 mg g⁻¹ YA ve kurak şartlarda 0.86 mg g⁻¹ YA olması, çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Tablo 27. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak Kl-b içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g⁻¹ YA)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	1.09	0.81	0.95 b-f*
Alex	1.23	0.95	1.09 a-d
Avantaj	0.97	0.47	0.72 g
Bayraktar	1.06	0.75	0.90 d-g
Gerek-79	0.94	0.49	0.71 g
Gün-91	1.23	0.87	1.05 a-d
Hamitbey	1.36	0.71	1.04 a-e
Harmankaya	1.29	1.05	1.17 a
Katia	0.82	0.69	0.76 fg
Kenanbey	0.93	0.64	0.79 fg
Konya-2000	1.43	0.86	1.15 a-c
Kujalnik	0.90	0.69	0.80 fg
Lucillus	1.37	0.74	1.06 a-d
Miranda	0.90	0.69	0.80 fg
Padoima	0.91	0.73	0.82 e-g
Select	0.81	0.72	0.76 fg
Sönmez	1.34	0.84	1.09 a-d
Şanlı	1.32	0.55	0.93 c-g
Tacitus	1.33	0.77	1.05 a-d
Tosunbey	1.49	0.83	1.16 ab
Ortalama	1.14 a	0.74 b	0.94
EGF _{uy}		0.22	
EGF _ç		0.22	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 29. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-b içeriğine ilişkin ortalama değerler

3.14. Toplam Klorofil İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stresli ve su stressiz koşullardaki toplam fenolik içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 28’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından çeşitler istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken. varyasyon kaynaklarından uygulama istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.05$) göstermiş ve varyasyon kaynaklarından uygulama×çeşit istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermemiştir.

Tablo 28. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam klorofil içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	9.02283	9.02283	18.8252*
Hata 1	4	1.91718	0.4793	5.3875
Çeşit	19	4.38462	0.23077	2.5939**
Uygulama×Çeşit	19	1.72778	0.09094	1.0222
Hata 2	76	6.761336	0.088965	
Genel	119	23.81375		
Değişim katsayısı (%)			11.16	

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

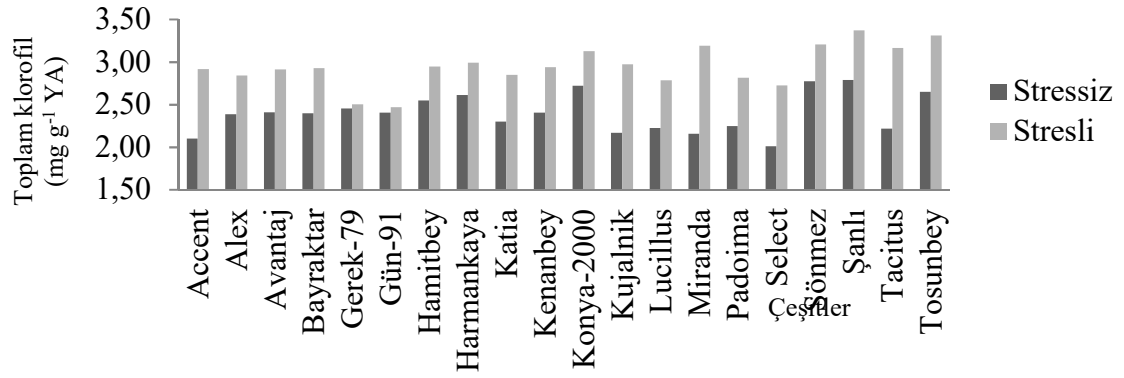
Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonlarına ilişkin toplam klorofil ortalama değerleri Tablo 29’da verilmiştir. Buna göre, su stresli koşulların ($2.95 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) su stressiz koşullara ($2.40 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) göre daha yüksek toplam klorofil içerdiği saptanmıştır. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitler arasında, toplam klorofil içeriği bakımında en yüksek değer Şanlı ($3.08 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) çeşidinde; en düşük değer ise Select ($2.37 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) çeşidinde rastlanmıştır (Tablo 29, Şekil 30). Kaya ve Daşgan

(2013), 81 fasulye genotipinin 3. yaprak çıkışından sonra oluşturdıkları kuraklık stresinde, klorofil SPAD indeks değerinin kontrol grubuna göre %37.88 oranında artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada ile elde ettikleri bulgularla benzerlik göstermektedir.

Tablo 29. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki yaprak toplam klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g⁻¹ YA)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	2.10	2.91	2.51 d-f*
Alex	2.39	2.84	2.61 c-f
Avantaj	2.41	2.91	2.66 b-f
Bayraktar	2.40	2.93	2.66 b-f
Gerek-79	2.45	2.50	2.48 d-f
Gün-91	2.40	2.47	2.44 ef
Hamitbey	2.55	2.94	2.75 a-e
Harmankaya	2.61	2.99	2.80 a-d
Katia	2.30	2.85	2.57 d-f
Kenanbey	2.40	2.94	2.67 b-f
Konya-2000	2.72	3.12	2.92 a-c
Kujalnik	2.17	2.97	2.57 d-f
Lucillus	2.22	2.78	2.50 d-f
Miranda	2.16	3.19	2.68 b-f
Padoima	2.25	2.82	2.53 d-f
Select	2.01	2.73	2.37 f
Sönmez	2.77	3.20	2.99 ab
Şanlı	2.79	3.37	3.08 a
Tacitus	2.22	3.16	2.69 b-f
Tosunbey	2.65	3.31	2.98 ab
Ortalama	2.40 b	2.95 a	2.67
EGF _{uy}		0.35	
EGF _ç		0.34	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 30. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler

3.15. Klorofil-a/b Oranı

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stresli ve su stressiz koşullardaki toplam klorofil-a/b (Kl-a/b) oranına ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 30’da verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama, çeşitler ve uygulama×çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) göstermiştir.

Tablo 30. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a/b oranına ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	8.81245	8.81245	23.8937**
Hata 1	4	1.47528	0.36882	11.3284
Çeşit	19	3.08695	0.16247	4.9904**
Uygulama×Çeşit	19	1.79845	0.09466	2.9074**
Hata 2	76	2.474327	0.032557	
Genel	119	17.64746		
Değişim katsayısı (%)		34.39		

** : $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

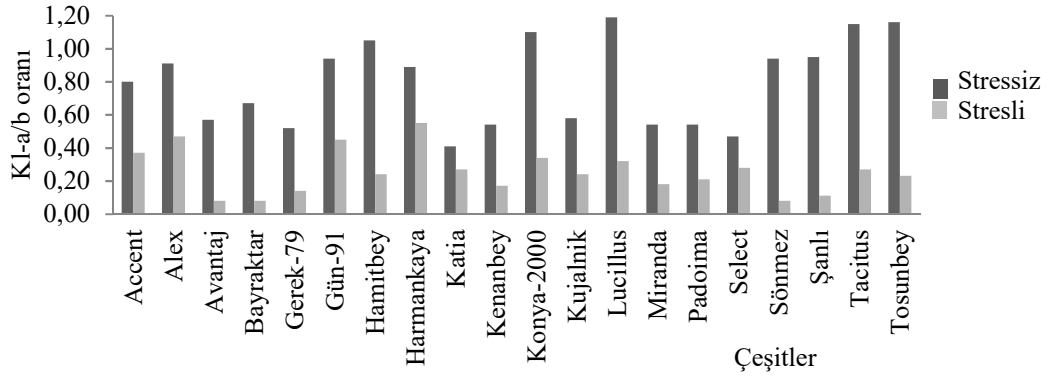
Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin Kl-a/b oranı ortalama değerleri Tablo 31’de verilmiştir. Buna göre, su stressiz koşulların (0.80) su stresli koşullara (0.25) göre daha yüksek Kl-a/b oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitler, Kl-a/b oranı bakımında Lucillus (0.75) ile Avantaj ve Gerek-79 (0.33) arasında değişim göstermiştir (Tablo 31, Şekil 31). Uygulama×çeşit interaksyonunun önemli bulunması (Tablo 30), Katia ve Select çeşidi dışında kalan diğer çeşitlerin. su stressiz koşullarda su stresli koşullara göre daha yüksek klorofil a/b içeriğine değeri (Tablo 31, Şekil 32) göstermesinden kaynaklanmaktadır. Saeidi ve Abdoli (2015) yılında yaptıkları çalışmada klorofil a/b içeriği normal şartlar altında 2.18

mg g⁻¹ YA ve kurak şartlar altında bu oran 1.85 mg g⁻¹ YA olduğunu bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışma ile kıyaslandığında elde ettikleri bulgular ile benzerlik göstermekte ve elde ettikleri değerlerin altında saptanmıştır.

Tablo 31. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a/b oranına ilişkin ortalama değerler

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	0.80 c-e*	0.37 g-n	0.59 a-d
Alex	0.91 a-d	0.47 f-k	0.69 a-c
Avantaj	0.57 e-g	0.08 n	0.33 e
Bayraktar	0.67 d-f	0.08 n	0.37 e
Gerek-79	0.52 e-j	0.14 mn	0.33 e
Gün-91	0.94 a-d	0.45 f-l	0.69 a-c
Hamitbey	1.05 a-c	0.24 ı-n	0.64 a-c
Harmankaya	0.89 b-d	0.55 e-h	0.72 ab
Katia	0.41 f-m	0.27 h-n	0.34 e
Kenanbey	0.54 e-h	0.17 l-n	0.35 e
Konya-2000	1.10 a-c	0.34 g-n	0.72 ab
Kujalnik	0.58 e-g	0.24 ı-n	0.41 de
Lucillus	1.19 a	0.32 g-n	0.75 a
Miranda	0.54 e-ı	0.18 k-n	0.36 e
Padoima	0.54 e-h	0.21 k-n	0.38 e
Select	0.47 f-k	0.28 h-n	0.37 e
Sönmez	0.94 a-d	0.08 n	0.51 c-e
Şanlı	0.95 a-d	0.11 n	0.53 b-e
Tacitus	1.15 ab	0.27 h-n	0.71 a-c
Tosunbey	1.16 ab	0.23 j-n	0.70 a-c
Ortalama	0.80 a	0.25 b	0.52
EGF _{uy}		0.308	
EGF _ç		0.208	
EGF _{uy×ç}		0.293	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; öd, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 31. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki Kl-a/b oranına ilişkin ortalama değerler

3.16. Karotenoid İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stresli ve su stressiz koşullarındaki karotenoid içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 32’de verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama ve çeşitler istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken; uygulama×çeşit interaksyonu istatistiksel olarak önemli değişimler göstermemiştir.

Tablo 32. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki karotenoid içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	65.4784	65.4784	81.6601**
Hata 1	4	3.20736	0.80184	2.1919
Çeşit	19	16.5003	0.86844	2.374**
Uygulama×Çeşit	19	8.73026	0.45949	1.2561
Hata 2	76	27.80197	0.36582	
Genel	119	121.7183		
Değişim katsayısı (%)		26.21		

*: $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

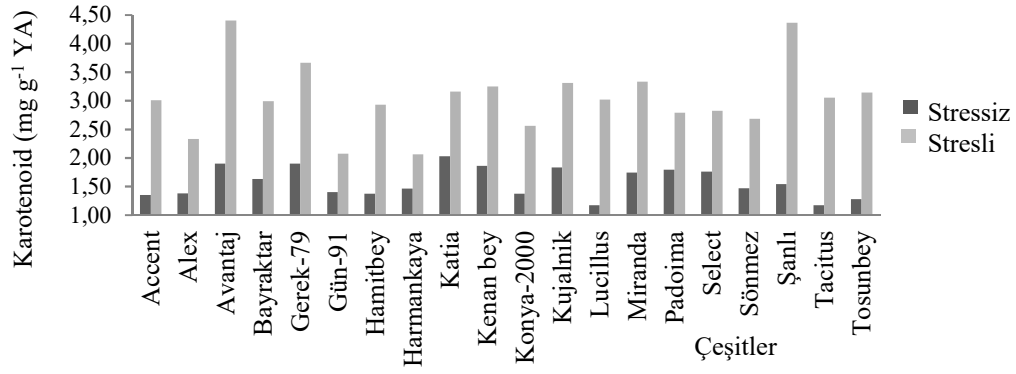
Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonlarına ilişkin ortalama değerler Tablo 33’te verilmiştir. Buna göre, su stresli koşulların ($3.05 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$), su stressiz koşullara ($1.57 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$) göre daha yüksek karotenoid içerdiği belirlenmiştir. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin karotenoid içerikleri $1.73 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$ (Gün-91) ile $3.15 \text{ mg g}^{-1} \text{ YA}$ (Avantaj) arasında değişim göstermiştir (Tablo 33, Şekil 32). Yapılan çalışma sonucunda elde edilen bulgular, Akbarian vd. (2011)’in bulguları ile benzerlik göstermektedir. Hassan vd. (2015)’nin bulguları (normal şartlarda 1.33 mg

g^{-1} YA ve kurak şartlarda 1.60 mg g^{-1} YA) ise, çalışmamız bulgularının altında yer almaktadır.

Tablo 33. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki karotenoid içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg g^{-1} YA)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	1.35	3.01	2.18 c-f*
Alex	1.38	2.33	1.85 ef
Avantaj	1.90	4.40	3.15 a
Bayraktar	1.63	2.99	2.31 b-f
Gerek-79	1.90	3.66	2.78 a-c
Gün-91	1.40	2.07	1.73 f
Hamitbey	1.37	2.93	2.15 c-f
Harmankaya	1.46	2.06	1.76 f
Katia	2.03	3.16	2.60 a-d
Kenanbey	1.86	3.25	2.55 a-d
Konya-2000	1.37	2.56	1.97 d-f
Kujalnik	1.83	3.31	2.57 a-d
Lucillus	1.17	3.02	2.09 c-f
Miranda	1.74	3.33	2.54 a-e
Padoima	1.79	2.79	2.29 b-f
Select	1.76	2.82	2.29 b-f
Sönmez	1.47	2.68	2.07 d-f
Şanlı	1.54	4.36	2.95 ab
Tacitus	1.17	3.05	2.11 c-f
Tosunbey	1.28	3.14	2.21 c-f
Ortalama	1.57 b	3.05 a	2.31
EGF _{uy}		0.454	
EGF _ç		0.696	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 32. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki karotenoid içeriğine ilişkin ortalama değerler

3.17. Prolin İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 34'te verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama, istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p < 0.01$) gösterirken; çeşitler ve uygulama×çeşit etkileşiminde önemli varyasyon gözlenmemiştir.

Tablo 34. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	4.67	4.67	140.044**
Hata 1	4	1334180	333545	4.0614
Çeşit	19	1854096	97584	1.1882
Uygulama×Çeşit	19	1713519	90785.2	1.0981
Hata 2	76	6241485	82125	
Genel	119	57854349		
Değişim katsayısı (%)			39.36	

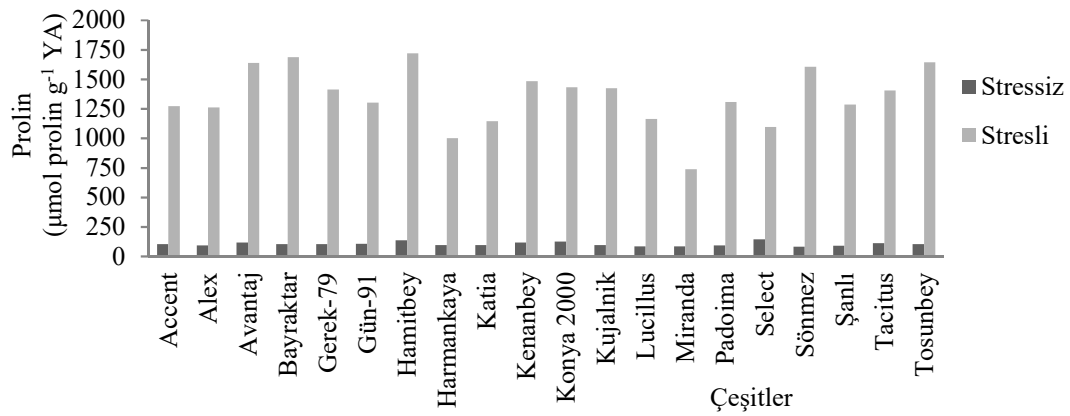
** : $p < 0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit etkileşimlerine ilişkin prolin içeriği ortalama değerleri Tablo 35'te verilmiştir. Buna göre, su stresli koşulların ($1351.91 \mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{YA}$), su stressiz koşullara ($104.09 \mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{YA}$) göre yaklaşık 13 kat prolin içerdiği saptanmıştır. İstatistiksel olarak önemli değişim göstermemekle birlikte, uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin prolin içerikleri, $412.37 \mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{YA}$ (Miranda) ile $927.73 \mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{YA}$ (Hamitbey) dağılım göstermiştir (Tablo 35, Şekil 33). Elde edilen bulgular, Naz ve Perveen (2021), Van Heerden ve De Villiers (1996) ve Mustafa vd. (2021) çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Tablo 35. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin ortalama değerler ($\mu\text{mol prolin g}^{-1} \text{YA}$)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	102.94	1273.56	688.25
Alex	91.27	1261.14	676.21
Avantaj	116.58	1639.61	878.10
Bayraktar	102.99	1688.71	895.85
Gerek-79	103.78	1412.94	758.36
Gün-91	106.60	1303.36	704.98
Hamitbey	134.67	1720.79	927.73
Harmankaya	95.76	1000.26	548.01
Katia	94.73	1145.83	620.28
Kenanbey	117.30	1485.05	801.17
Konya-2000	124.31	1432.68	778.50
Kujalnik	95.86	1425.24	760.55
Lucillus	85.64	1164.01	624.83
Miranda	85.69	739.04	412.37
Padoima	93.31	1308.51	700.91
Select	144.30	1096.06	620.18
Sönmez	81.39	1605.79	843.59
Şanlı	90.12	1285.18	687.65
Tacitus	111.71	1406.34	759.03
Tosunbey	102.93	1644.04	873.49
Ortalama	104.09 b*	1351.91 a	
EGF _{uy}		292.76	
EGF _ç		ö.d.	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d., önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 33. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki prolin içeriğine ilişkin ortalama değerler

3.18. Toplam Fenolik Bileşik İçeriği

Kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stresli ve su stressiz koşullarındaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 36’da verilmiş olup; varyasyon kaynaklarından uygulama ve çeşitler istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0.01$) gösterirken; uygulama×çeşit kaynağında önemli farklılıklar göstermemiştir.

Tablo 36. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F değeri
Uygulama	1	1239.78	1239.78	140.044**
Hata 1	4	44.0528	11.0132	4.0614
Çeşit	19	288.322	15.1748	1.1882**
Uygulama×Çeşit	19	137.758	7.25041	1.0981
Hata 2	76	373.7147	4.9173	
Genel	119	2083.628		
Değişim katsayısı (%)		36.07		

** $p<0.01$ olasılık düzeyinde önemli.

Uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksiyonlarına ilişkin toplam fenolik bileşik ortalama değerleri Tablo 37’de verilmiştir. Buna göre, su stresli koşulların (9.36 mg GA eşdeğeri L^{-1}) toplam fenolik bileşik içeriği, su stressiz koşullara (2.93 mg GA eşdeğeri L^{-1}) göre daha yüksek bulunmuştur. Uygulama koşulları ortalamasına göre çeşitlerin toplam fenolik bileşik içeriği en yüksek Avantaj (10.73 mg GA eşdeğeri L^{-1}) çeşidinde, en düşük ise Alex (4.09 mg GA eşdeğeri L^{-1}), Harmankaya (4.26 mg GA eşdeğeri L^{-1}) ve Gün-91 (4.45 mg GA eşdeğeri L^{-1}) çeşitlerinde belirlenmiştir (Tablo 37, Şekil 34). Bulgular, Ma (2014)’nın ve Habib vd. (2020)’in bulguları ile uyum göstermektedir. Nawaz vd. (2015)’nin bulguları (kurak şartlarda 5.8, 7.8 ve 26.3 mg g^{-1} ve normal şartlarda 2.7, 4.4 ve 16.6) ise; çalışmamız bulgularının altında yer almaktadır.

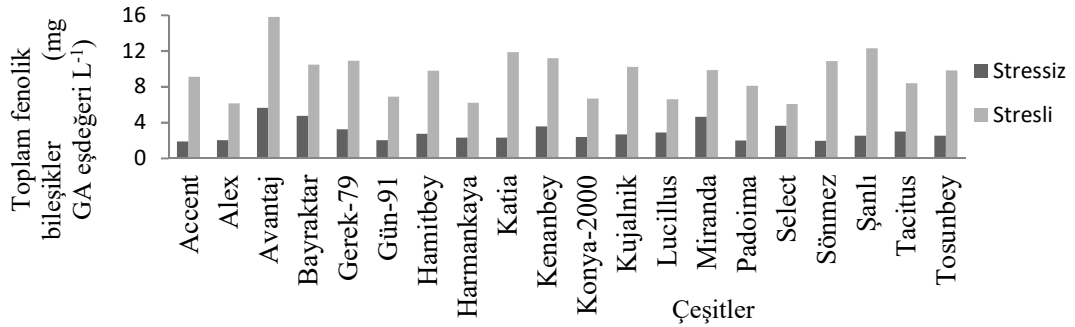
Tablo 37. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin ortalama değerler (mg GA eşdeğeri L^{-1})

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Accent	1.87	9.11	5.49 b-g*
Alex	2.02	6.15	4.09 g
Avantaj	5.65	15.80	10.73 a
Bayraktar	4.75	10.46	7.60 b
Gerek-79	3.25	10.89	7.07 b-f
Gün-91	2.01	6.89	4.45 g

Tablo 37. (Devamı)

Çeşit	Su stressiz	Su stresli	Ortalama
Hamitbey	2.73	9.79	6.26 b-g
Harmankaya	2.32	6.20	4.26 g
Katia	2.31	11.85	7.08 b-f
Kenanbey	3.55	11.18	7.36 b-d
Konya-2000	2.39	6.69	4.54 fg
Kujalnik	2.65	10.22	6.44 b-g
Lucillus	2.88	6.62	4.75 e-g
Miranda	4.65	9.86	7.26 b-e
Padoima	1.99	8.10	5.04 c-g
Select	3.62	6.06	4.84 d-g
Sönmez	1.95	10.87	6.41 b-g
Şanlı	2.53	12.28	7.41 bc
Tacitus	3.01	8.40	5.71 b-g
Tosunbey	2.53	9.82	6.17 b-g
Ortalama	2.93 b	9.36 a	6.15
EGF _{uy}		1.682	
EGF _ç		2.550	
EGF _{uy×ç}		ö.d.	

*: Aynı harf grubuna giren değerler, 0.05 önem düzeyinde farklı değildir. EGF_{uy}, EGF_ç ve EGF_{uy×ç} sırasıyla, uygulama, çeşit ve uygulama×çeşit interaksyonuna ilişkin en küçük güvenilir fark değerlerinin gösterirken; ö.d, önemli değil anlamına gelmektedir.



Şekil 34. İncelenen kışlık ekmeklik buğday çeşitlerinin su stressiz ve su stresli koşullardaki toplam fenolik bileşik içeriğine ilişkin ortalama değerler

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan araştırmada 10 yerli ve 10 yabancı olmak üzere toplamda 20 kışlık ekmeklik buğday çeşidinin kuraklık stresi altında; yaprak eni, yaprak boyu, yaprak en/boy oranı, kök yaş ağırlığı, taç yaş ağırlığı, kök/taç yaş ağırlıkları oranı, kesilen yapraklarda su tutma kapasitesi (ELWR), membran kararlılığı (MTS), ortam-yaprak sıcaklığı farkı (OYSF), yaprak kül içeriği, yaprak potasyum (K^+) içeriği, klorofil-a (Kl-a), klorofil-b (kl-b), toplam klorofil, klorofil a/b (Kl-a/b), karotenoid içeriği, prolin içeriği ve toplam fenolik bileşik içeriği gibi morfo-fizyolojik ve fito-kimyasal özellikler incelenmiştir. Su stressiz (kontrol uygulaması, %100 TK) ve su stresli (%25 TK) koşullar altında incelenen bu özelliklere ait özet sonuçlar ve ilgili öneriler sırasıyla aşağıdaki gibi sunulmuştur:

Yaprak eni, stresli koşul ile kontrol grubu karşılaştırıldığında; kontrol grubunda ortalama 0.29 cm ölçülürken stresli koşullar altında ise 0.25 cm ölçülmüştür. Yaprak eni çeşitler arasında da istatistiksel açıdan önemli farklılıklar göstermiştir. Buna göre, en yüksek değer Tacitus (0.31 cm) çeşidinde, en düşük değer ise Select çeşidinde (0.23 cm) alınmıştır. Uygulama×çeşit etkisi önemli olmamakla birlikte, kontrol grubunda en yüksek yaprak eni değerleri 0.33 cm ile Şanlı ve Tacitus çeşitlerinden elde edilirken, stresli koşullar altında en yüksek değer 0.29 cm ile Gün-91 çeşidinde belirlenmiştir.

Yaprak boyu; kontrol grubunda ve stresli koşullarda istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, sırasıyla 18.39 cm ve 16.35 cm olarak belirlenmiştir. Uygulamalar ortalamasına göre çeşitler arasında en uzun yaprak boyu Gün-91 çeşidinde (19.82 cm), en kısa yaprak boyu Katia çeşidinden (13.15 cm) elde edilmiştir. Kontrol grubunda en uzun yaprak boyu 21.94 cm ile Sönmez çeşidinde gelirken, stresli koşullarda en uzun 18.58 ile Harmankaya çeşidinde ölçülmüştür. En kısa yaprak boyu, kontrol grubunda (13.43 cm) ve stresli ortamda (12.87 cm) Katia çeşidinde gözlenmiştir.

Yaprak en/boy oranı, uygulama koşullarına göre önemli bir değişim göstermemekle birlikte kontrolde 0.0162 gelirken, stresli koşullarda 0.0153 olarak bulunmuştur. Çeşitler bazında, en yüksek değer Tacitus (0.0186), en düşük değer Select (0.0135) çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek yaprak en/boy oranı, kontrol grubunda 0.0204 cm ile Katia çeşidinde, stres altında ise 0.0190 ile Tacitus çeşidinde belirlenmiştir. En düşük yaprak en/boy oranı ise, kontrol grubunda 0.0140 cm ile Sönmez çeşidinde, stresli ortamda ise Lucillus (0.0127) ve Select (0.0127) çeşitlerinde saptanmıştır.

Kontrol ($13.25 \text{ mg bitki}^{-1}$) ve stresli ($11.48 \text{ mg bitki}^{-1}$) koşulların kök yaş ağırlıkları birbirine yakın bulunmuş olup; çeşitler arasında en yüksek değeri Şanlı ($17.78 \text{ mg bitki}^{-1}$), en düşük değeri Miranda ($6.61 \text{ mg bitki}^{-1}$) göstermiştir. Kontrol grubunda da en yüksek

kök yaş ağırlığı Şanlı (17.78) çeşidinde, en düşük ise Miranda (5.84) çeşidinde gözlenmiştir. Kuraklık stresi altında en yüksek kök yaş ağırlığı değerleri Lucillus (14.45 mg bitki⁻¹) ve Padoima çeşitlerinde (14.24 mg bitki⁻¹), en düşük değer ise Miranda çeşidinde (5.84 mg bitki⁻¹) belirlenmiştir.

Taç yaş ağırlığı, kontrol grubunda ortalama 132.84 mg bitki⁻¹ gelirken, kurak koşullarda 56.89 mg bitki⁻¹ olarak ölçülmüştür. Kontrol grubunda en yüksek taç yaş ağırlıkları Konya-2000 (178.25 mg bitki⁻¹), Avantaj (175.46 mg bitki⁻¹) ve Şanlı (174.90 mg bitki⁻¹) çeşitlerinde; kurak koşullarda 78.65 mg bitki⁻¹ ile Hamitbey genotipinde ölçülmüştür. En düşük taç yaş ağırlığı, kontrol grubunda 70.79 mg bitki⁻¹ ile Miranda, stresli ortamda ise 18.24 mg bitki⁻¹ ile yine Miranda çeşidinde belirlenmiştir.

Kök/taç yaş ağırlıklar oranı, kontrol grubunda 0.10 iken, kurak koşullarda 0.22 bitki/g olarak ölçülmüştür. En yüksek kök/taç oranları, kontrol grubunda 0.14 ile Lucillus çeşidinde, kurak koşullarda 0.32 ile Miranda çeşidinde ölçülmüştür. En düşük değer ise 0.07 ile Accent çeşidinde, stresli ortamda 0.13 ile Sönmez çeşidinde gözlenmiştir. Uygulamalar ortalamasına göre çeşitler arasında 0.12 ile 0.21 arasında değişen benzer oranlar bulunmuştur.

Kesilen yapraklarda su tutma kapasitesi (ELWR), kontrol grubunda ortalama %55.20, stresli ortamda %80.59 olarak ölçülmüştür. En yüksek ELWR değerleri kontrol grubunda %65.94 ile Konya-2000 çeşidinde, stresli koşullarda %83.96 ile Tacitus çeşidinde ölçülmüştür. En düşük ELWR değerleri, kontrol grubunda %40.51 ile Lucillus, stresli ortamda ise %74.40 ile Katia genotipinde ölçülmüştür. Çeşitler arasında ise en yüksek değer Konya-2000 (%74.70) ve Sönmez (%73.96) çeşitlerinde, en düşük değer Lucillus çeşidinde (%60.46) saptanmıştır.

Membran kararlılığı (MTS), kontrol grubunda ortalama %53.05, stresli ortamda ise %31.89 olarak ölçülmüştür. En yüksek MTS değeri kontrol (%60.40) ve stresli ortamda (%47.23) Şanlı çeşidinde ölçülürken; en düşük değerler %27.50 ile kontrol uygulamasında Miranda çeşidinde ve %14.40 ile Avantaj çeşidinde stresli ortamda belirlenmiştir.

Çoğu zaman hava sıcaklığı-bitki topluluğu sıcaklığı farkı olarak ifade edilen CTD (canopy temperature depression) olarak da kullanılan ve sıcak ve/veya kurak koşullarda sonucun artı (+) değer taşıdığı durumlarda bir anlam ifade eden; başka bir deyişle böyle durumlarda ancak bitkinin hava veya ortam sıcaklığına karşı kendisini soğutabildiği zamanlar önem arzeden bir özelliktir. Bu çalışmada ise bitki topluluğu yerine yapraklarda bireysel anlamda ölçümler yapılmış ve ortam-yaprak sıcaklığı farkı (OYSF) olarak ifade edilmiştir. Buna göre, bu değer kontrol grubunda ortalama 8.60 °C olarak ölçülürken,

stresli ortamda 3.48 °C olarak ölçülmüştür. OYSF, uygulama ortamlarının ortalamasına göre, çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte 5.69 °C (Gün-91) ile 6.67 °C (Miranda) arasında dağılım göstermiştir. En yüksek OYSF değerleri, kontrol ortamında 9.71°C ile Miranda genotipinde ölçülürken, stresli koşullarda 4.41°C ile Accent çeşidinde ölçülmüştür. En düşük OYSF değerleri, kontrol grubunda 7.29 °C ile Accent çeşidinde, stresli ortamda 2.63 °C ile Kujalnik çeşidinde belirlenmiştir.

Yaprak kül içeriği, kontrol (%20.29) ve stres koşullarında (%19.10) benzerlik göstermiştir. Uygulamalar ortalamasına göre çeşitler içerisinde en yüksek kül içerikleri, Kujalnik (%22.35) ve Lucillusta (%22.17), en düşük değer ise Konya-2000 çeşidinde (%17.27) gözlenmiştir. Uygulama×çeşit etkisi istatistiksel açıdan önemli olmamakla birlikte; en yüksek yaprak kül içeriği kontrol uygulamasında Kujalnik çeşidinde (%23.36), stresli ortamdase %21.63 ile Select çeşidinde bulunmuştur. Bu özellik bakımından en düşük değerler kontrolde %17.72 ile Şanlı ve stresli ortamda %16.97 ile Tosunbey çeşidinde belirlenmiştir.

K⁺ içeriği kontrol grubunda ortalama 35.14 mg kg⁻¹ olarak ölçülürken, kurak şartlarda 16.02 mg kg⁻¹ olarak belirlenmiştir. Uygulamalar ortalamasına göre yaprak K⁺ içeriği bakımından en zengin çeşitler Şanlı (30.87 mg kg⁻¹), Hamitbey (29.89 mg kg⁻¹) ve Sönmez (29.87 mg kg⁻¹) çeşitleri iken, en düşük K⁺ değerleri Padoima (17.65 mg kg⁻¹) ve Katia (19.57 mg kg⁻¹) çeşitlerinde gözlenmiştir. Çeşitlerin uygulamalara gösterdiği tepkiler bakımından, en yüksek K⁺ içerikleri kontrol grubunda Hamitbey (45.49 mg kg⁻¹) ve Şanlı (45.12 mg kg⁻¹) çeşitlerinde, stres koşullarında ise Kenanbey (23.87 mg kg⁻¹) çeşidinde belirlenmiştir. En düşük K⁺ değerleri ise, kontrol grubunda (7.53 mg kg⁻¹) ve stresli ortamda (6.76 mg kg⁻¹) Miranda'da gözlenmiştir.

Kl-a içeriği kontrol grubunda ortalama 1.70 mg g⁻¹ YA olarak belirlenirken, stresli ortamda 2.08 mg g⁻¹ YA olarak saptanmıştır. Kl-a içeriği kontrol grubunda en yüksek 1.96 mg g⁻¹ YA ile Sönmez ve Şanlı genotiplerinde görülürken, stresli ortamda en yüksek Kl-a içeriği 2.45 mg g⁻¹ YA ile Tosunbey çeşidinde bulunmuştur. Kl-a içeriği kontrol grubunda en düşük 1.42 mg g⁻¹ YA ile Select genotipinde görülürken, stresli ortamda en düşük Kl-a içeriği 1.73 mg g⁻¹ YA ile Gün-91 genotipinde belirlenmiştir.

Klorofil-b (Kl-b) içeriği kontrol grubunda ortalama 1.14 olarak belirlenirken, stresli ortamda 0.74 olarak belirlenmiştir. Kl-b içeriği, uygulamalar ortalaması olarak en yüksek Harmanakaya (1.17 mg g⁻¹ YA) çeşidinde, en düşük ise Gerek-79 (0.71 mg g⁻¹ YA) ve Avantaj (0.72 mg g⁻¹ YA) çeşidinde gözlenmiştir. En yüksek Kl-b değerleri kontrol grubunda 1.49 mg g⁻¹ YA ile Tosunbey çeşidinde; stresli ortamda ise 1.05 mg g⁻¹ YA ile

Kökler, geri su kazanımı gerçekleştirmediği takdirde, bitkiler abiyotik (cansız) stres faktörlerinden kuraklık stresini yaşamak zorunda kalır. Derin kökler daha büyük emme yüzeyi ile daha fazla su tutma kapasitesi sağlayarak bitkinin kurak koşullar altında toleransını attırmaktadır (Hassan vd., 2017). Nitekim çalışmamızda da kök/taç oranının kuraklık stresinde tüm çeşitler için kontrole göre arttığı ve bu anlamda kurak stresinde en fazla kök/taç oranı veren çeşidin Miranda olduğu ortaya çıkmıştır. Kuraklığa tolerans göstermeyen bitkiler, köklerdeki daha düşük emme yüzeyi ve daha az su tutma kapasitesi göstereceğinden; bitki taç aksamına su ile birlikte daha az besin maddesi ve su ileteceğinden dolayı bitkiler daha fazla su kaybetmemek için ilk olarak stomalarını kapatma eğilimine gidecektir. Kapanan stomalar fotosentez hızını yavaşlatacağından dolayı fotosentez sekteye uğrayacaktır. Bunun sonucunda bitki gelişimi yavaşlayacak, yaprak en ve boyunda küçülmeler görülecek; fotosentez için etkin organ olan taç aksamı gelişmeyecektir. Nitekim, yapılan tez çalışmasında, her ne kadar yaprak eni uygulama koşullarından istatistiksel anlamda etkilenmemiş olsa da, kurak koşullarda yaprak enini en fazla daraltan çeşitler Sönmez ve Tosunbey çeşitleri olmuştur. Kuraklık stresi yaşayan bitkiler, kuraklığa adepte olmak ya da katlanmak amacıyla yapraklarında karotenoid, K1-a ve toplam klorofil gibi antioksidan (AO) özellik gösteren pigmentlerini artırma bakımındaile prolin ve fenolik bileşikler gibi yine AO maddeler biriktirirler. Bu da, bitkinin kuraklık stresi ile karşılaşması durumunda onun kuraklığa karşı dayanıklılığı veya uyum yeteneği hakkında bilgi vermektedir. Nitekim çalışmamızda, önceki bölümlerde de detaylı olarak verildiği üzere, kurak koşullarda daha çok kök oluşturabilen ve azami düzeyde kök/taç oranı veren, yaprak boyutlarını koruyan ya da asgari düzeyde küçülten; ELWR değeri yüksek yani kurak koşullarda bile su tutabilen bir yaprak yapısı; aynı zamanda yüksek membran kararlılığı (MTS) gösterebilen yaprak modeli barındıran; sıcak ve kurak stresinde yapraklarını dış ortama göre daha soğuk tutabilen ve aynı zamanda klorofil, karoten, prolin ve fenolik içeriklerini kurak şartlarda ortaya çıkacak strese karşı arttırabilen çeşitler önem arz etmektedir. Bu anlamda, Accent, Kujalnik, Miranda ve Tacitus çeşitlerinin stres koşullarında bile K1-a ve toplam klorofil içeriklerini arttırdıkları; Kenanbey, Lucillus ve Tacitus çeşitlerinin su stresinde bile yaprak su tutma kapasitelerini arttırdıkları belirlenmiştir. Bunlardan başka, Miranda çeşidinin kuraklık stresinde dahi membran kararlılığını (MTS) ve K⁺ içeriğini en az kaybeden bir çeşit olduğu ortaya konmuştur. Ayrıca bu çeşidin stres şartlarında bile diğer çeşitlere göre daha az karotenoid, prolin ve fenolik madde biriktirmesi kuraklık stresinden en az etkilenen bir çeşit olduğunu göstermektedir. Bu durumda, sayılan bu özelliklerin tümünün fizyolojik ıslahta birer seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği ve yukarıdaki özellikler bakımından öne çıkan

Çeşitlerin ıslah sürecinde ebeveyn olarak kullanılabilceği açıktır. Ancak, benzer çalışmaların tarla ortamında tekrarlanarak erken dönem kuraklık stresinde kullanılabilcek bu özelliklerin, bu dönemde oluşturulacak su stresleri ile verim ve verim unsurlarını ne seviyede etkilediklerinin denenmesi, kesin kanılar ortaya konması bakımından önemlidir. Yine de, çok sayıda genotip arasından seçim yapılacaksa, bu tür erken dönem kuraklık testleri ile tolerant (katlanan) hat ya da çeşitlerin seçimi ıslah sürecinde kolaylık sağlayacaktır.



KAYNAKÇA

- Abedi, T ve Mojiri, A. (2020). Cadmium uptake by wheat (*Triticum aestivum L.*): an overview, *Plants*, 9(4),500.
- Abid, M., Ali, S., Qi, L. K., Zahoor, R., Tian, Z. ve Jiang, D. (2018). Physiological and biochemical changes during drought and recovery periods at tillering and jointing stages in wheat (*Triticum Aestivum L.*). *Scientific Reports*, 8, 4615.
- Abid, M., Tian, Z., Ata-Ul-Karim, S., Cui, Y., Liu, Y. ve Zahoor, R. (2016). Nitrogen nutrition improves the potential of wheat (*Triticum aestivum L.*) to alleviate the effects of drought stress during vegetative growth periods. *Frontiers in Plant Science*, 7, 981.
- Ahmad, A., Aslam, Z., Javed, T., Hussain, S., Raza, A. ve Shabbir, R. (2021). Screening of wheat (*Triticum aestivum L.*) genotypes for drought tolerance through agronomic and physiological response. *Agronomi*, 12(2), 287.
- Ahmad, Z., Waraich, E. A., Ahmad, R. ve Shahbaz, M. (2017). Modulation in water relations. chlorophyll contents and antioxidants activity of maize by foliar phosphorus application under drought stress. *Pakistan Journal of Botany*, 49(1), 11-19.
- Ahmad, Z., Waraich, E. A., Akhtar, S., Anjum, S., Ahmad, T. ve Mahboob, W. (2018). Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(80), 1-13.
- Akbarian, A., Arzani, A., Salehi, M. ve Salehi, M. (2011). Evaluation of triticales genotypes for terminal drought tolerance using physiological traits. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 81(12), 1110-1115.
- Aldesuquy, H ve Ghanem, H. (2015). Exogenous salicylic acid and trehalose ameliorate short term drought stress in wheat cultivars by up-regulating membrane characteristics and antioxidant defense system. *Journal of Horticulture*, 2(2), 1-10.
- Alexieva, V., Ivanov, S., Sergiev, I. ve Karanov, E. (2003). Interaction between stresses. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, özel sayı, 1-17.
- Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. ve Karanov, E. (2001). The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. *Plant, Cell and Environment*, 24(12), 1337-1344.
- Almeselmani, M., Abdullah, F., Hareri, F., Naaesan, M., Ammar, M. A. ve ZuherKanbar, U. (2011). Effect of drought on different physiological characters and yield

- component in different varieties of syrian durum wheat. *Journal of Agricultural Science*, 3(3), 127-133.
- Anjum, S. A., Farooq, M., Wang, L. C., Xue, L. L., Wang, S. G. ve Wang, L. (2011). Gas exchange and chlorophyll synthesis of maize cultivars are enhanced by exogenously-applied glycinebetaine under drought conditions. *Plant. Soil and Environment*, 57(7), 326-331.
- Araújo, T. S., Castro, V. D., Solon, L. S., Silva, G. D., Almeida, M. G. ve Costa, J. M. (2015). Does rainfall affect the antioxidant capacity and production of phenolic compounds of an important medicinal species?. *Industrial Crops and Products*, 76, 550-556.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. polyphenol oxidase in beta vulgaris. *Plant Physiology*, 24(1), 1-15.
- Ashraf, M. (2009). Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advances*, 27(1), 84-93.
- Aslam, M., Zamir, M. I., Afzal, I., ve Amin, M. (2014). Role of potassium in physiological functions of spring maize (*zea mays l.*) grown under drought stress. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 24(5), 1452-1465.
- Bahar, B., Sirat, A. ve Baltaci, C. (2020). Assessment of drought tolerance criteria in winter bread wheat under organic and conventional growth conditions. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 7(2), 194-203.
- Bahar, B. ve Genç, İ. (2017). Akdeniz koşullarında, makarnalık buğdaylarda bayrak yaprak özellikleri ve bazı tarımsal karakterler arasındaki ilişkiler. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 59-68.
- Bahar, B., Yıldırım, M., Barutçular, C. ve Genç, İ. (2008). Effect of canopy temperature depression on grain yield and yield components in bread and durum wheat. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36(1), 34-37.
- Baloch, M. J., Dunwell, J., Khakwani, A. A., Dennett, M., Jatoi, W. A. ve Channa, S. A. (2012). Assessment of wheat cultivars for drought tolerance via osmotic stress imposed at early seedling growth stages. *Journal of Agricultural Research*, 50(3), 299-310.
- Barati, M., Majidi, M. M., Mirlohi, A., Pirnajmodini, F. ve Sharif-Moghaddam, N. (2015). Response of cultivated and wild barley germplasm to drought stress at different developmental stages. *Crop Breeding and Genetics*, 55(6), 2668-2681.

- Barik, S. R., Pandit, E., Mohanty, S. P., Nayak, D. K. ve Pradhan, S. K. (2020). Genetic mapping of physiological traits associated with terminal stage drought tolerance in rice. *BMC Genetics*, 2(1), 76.
- Barupal, T., Meena, M. ve Sharma, K. (2019). Inhibitory effects of leaf extract of lawsonia inermis on curvularia lunata and characterization of novel inhibitory compounds by gc–ms analysis. *Biotechnology Reports*, 23, 1-15.
- Bates, L. S., Waldren, R. P. ve Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Becker, E. ve Schmidhalter, U. (2017). Evaluation of yield and drought using active and passive spectral sensing systems at the reproductive stage in wheat. *Frontiers in Plant Science*, 8, 15.
- Behbahanizadeh, S. A., Akbari, G. A., Shahbazi, M. ve Alahdadi, I. (2014). Measuring leaf temperature and stomatal conductance to evaluate leaf water content in barley cultivars under terminal drought stress. *International Journal of Biosciences*, 4(1), 298-305.
- Belkhodja, R., Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J. ve Abadia, J. (1994). Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Plant Physiology*, 104(2), 667-673.
- Bijanzadeh, E. ve Emam, Y. (2010). Effect of defoliation and drought stress on yield components and chlorophyll content of wheat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 13(14), 699-705.
- Blum, A. ve Ebercon, A. (1981). Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Science*, 21, 43-47.
- Blum, A. ve Jordan, W. R. (1985). Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(3), 199-238.
- Bogale, A., Tesfaye, K. ve Geleto, T. (2011). Morphological and physiological attributes associated to drought tolerance of ethiopian durum wheat genotypes under water deficit condition. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 1(2), 22-36.
- Breusegem, F. V., Vranová, E., Dat, J. ve Inzé, D. (2001). The role of active oxygen species in plant signal transduction. *Plant Science*, 161(3), 405-414.
- Cabrera-Bosquet, L., Sánche, C. ve Araus, J. L. (2009). How yield relates to ash content. $\delta^{13}C$ and $\delta^{18}O$ in maize grown under different water regimes. *Annals of Botany*, 104(6), 1207-1216.

- Chachar, M. H., Chachar, N. A., Chachar, Q., Mujtaba, S. M., Chachar, S. ve Chachar, Z. (2016). Physiological characterization of six wheat genotypes for drought tolerance. *International Journal of Research –Granthaalayah*, 4(2), 184-196.
- Chakraborty, U. ve Pradhan, B. (2012). Drought stress-induced oxidative stress and antioxidative responses in four wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(6), 617-630.
- Chandrasekar, V., Sairam, R. K. ve Srivastava, G. C. (2000). Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185(4), 219-227.
- Chaves, M. M., Maroco, J. ve Pereira, J. S. (2003). Understanding plant responses to drought - from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, 30(3), 239-264.
- Chen, Z., Yang, X., Song, W., Khan, A., Najeeb, U. ve Li, P. (2020). Water-saving cultivation plus super rice hybrid genotype improves water productivity and yield. *Agronomy Journal*, 112(3), 1764-1777.
- Cheng, H., Wei, M., Wang, S., Wu, B. ve Wang, C. (2020). Atmospheric n deposition alleviates the unfavorable effects of drought on wheat growth. *Brazilian Journal of Botany*, 43, 229-238.
- Cheng, L., Han, M., Yang, L., Yang, L., Sun, Z. ve Zhang, T. (2018). Changes in the physiological characteristics and baicalin biosynthesis metabolism of scutellaria baicalensis georgi under drought stress. *Industrial Crops and Products*, 122, 473-482.
- Cornic, G. ve Massacci, A. (1996). Leaf Photosynthesis Under Drought Stress. N. R. Baker (Ed.) . Photosynthesis and the Environment. Advances in Photosynthesis and Respiration içinde (Cilt 5. s. 347-366). Dordrecht: Springer.
- Cummins, A. ve Roberts-Thomson, L. C. (2009). Prevalence of celiac disease in the asia-pacific region. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 24, 1347-1351.
- Damon, P. M., Ma, Q. F. ve Rengel, Z. (2011). Wheat genotypes differ in potassium accumulation and osmotic adjustment under drought stress. *Crop and Pasture Science*, 62(7), 550-555.
- Demirevska, K., Zasheva, D., Dimitrov, R., Simova-Stoilova, L., Stamenova, M. ve Feller, U. (2009). Drought stress effects on rubisco in wheat: changes in the rubisco large subunit. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31, 1129-1138.
- Dhami, N. ve Cazzonelli, C. I. (2020). Environmental impacts on carotenoid metabolism in leaves. *Plant Growth Regulation*, 92, 455-477.

- Din, A., Ahmad, M., Watto, F. M., Ahmed, S., Ali, I. ve Shah, M. K. (2020). Drought tolerance screening in thirty common wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sarhad Journal of Agriculture*, 36(1), 168-177.
- Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: a stressful decision for plants. *Plant Science*, 229, 247-261.
- Ecem, N. (2010). Farklı mısır (*Zea mays* L.) çeşit ve hatlarında kuraklık stresi etkilerinin fizyolojik olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (270356).
- El-Beltagi, H. S., Mohamed, H. I. ve Sofy, M. R. (2020). Role of ascorbic acid, glutathione and proline applied as singly or in sequence combination in improving chickpea plant through physiological change and antioxidant defense under different levels of irrigation intervals. *Molecules*, 25(7), 1702.
- El-Moneim, D. A., Alqahtan, M. M., Abdein, M. A. ve Germoush, M. O. (2020). Drought and salinity stress response in wheat: physiological and TaNAC gene expression analysis in contrasting egyptian wheat genotypes. *Journal of Plant Biotechnology*, 47(1), 1-14.
- Esteban, R., Moran, J. F., Becerril, J. M. ve Garcia-Plazaola, J. I. (2015). Versatility of carotenoids: an integrated View On Diversity. Evolution. Functional Roles And Environmental Interactions. *Environmental and Experimental Botany*, 119, 63-75.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. ve Basra, S. A. (2009). Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(1), 185-212.
- Farshadfar, E., Ghasemi, M. ve Rafii, F. (2014). Evaluation of physiological parameters as a screening technique for drought tolerance in bread wheat. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 4(3), 175-186.
- Fouad, H. M. (2018). Physiological traits and drought tolerance indices in advanced genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L). *Egyptian Journal of Agronomy*, 40(2), 145-154.
- Geravandi, M., Farshadfar, E. ve Kahrizi, D. (2011). Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(1), 69-75.
- Ghahfarokhi, M. G., Mansurifar, S., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Saeidi, M., Jamshidi, A. M. ve Ghasemi, E. (2015). Effects of drought stress and rewatering on antioxidant systems and relative water content in different growth stages of Maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(4), 493-506.

- Ghosh, U. K., Islam, M. N., Siddiqui, M. N., Cao, X. ve Khan, M. R. (2021). Proline. a multifaceted signalling molecule in plant responses to abiotic stress: understanding the physiological mechanisms. *Plant Biology*, 24(2), 227-239.
- Gill, S. S. ve Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(12), 909-930.
- Guan, X. K., Song, L., Wang, T. C., Turner, N. C. ve Li, F. M. (2015). Effect of drought on the gas exchange. chlorophyll fluorescence and yield of six different-era spring wheat cultivars. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201, 253-266.
- Gupta, N., Thind, S. K. ve Bains, N. S. (2014). Glycine betaine application modifies biochemical attributes of osmotic adjustment in drought stressed wheat. *Plant Growth Regul*, 72, 221-228.
- Gupta, P. K., Balyan, H. S., Sharma, S. ve Kumar, R. (2020). Genetics of yield. abiotic stress tolerance and biofortification in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 133(5), 1569-1602.
- Gürel, A. ve Avcioğlu, R. (2001). Bitkilerde Abiyotik Stres Faktörlerine Dayanıklılık Mekanizmaları. S. Özcan. E. Gürel. ve M. Babaoğlu (Ed.). Bitki Biyoteknolojisi içinde (s. 288-326). Konya: Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları.
- Habib, N., Ali, Q., Ali, S., Javed, M. T., Haider, M. Z. ve Perveen , R. (2020). Use of nitric oxide and hydrogen peroxide for better yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) under water deficit conditions: growth. osmoregulation. and antioxidative defense mechanism. *Plants*, 9(2), 285.
- Hadis, S., Ahmad, A. ve Mohsen, E. M. (2016). Effects of drought stress on physiological characteristics in wheat recombinant inbred lines. *Journal of Plant Process and Function*, 5(15), 123-132.
- Hassan, M. U., Aamer, M., Chattha, M. U., Ullah, M. A., Sulaman, S. ve Nawaz, M. (2017). The role of potassium in plants under drought stress: mini review. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 268-271.
- Hassan, N. M., El-Bastawisy, Z. M., El-Sayed, A. K., Ebeed, H. T. ve Alla, M. M. (2015). Roles of dehydrin genes in wheat tolerance to drought stress. *Journal of Advanced Research*, 6(2), 179-188.
- He, J. X., Wang, J. ve Liang, H. G. (1995). Effects of water stress on photochemical function and protein metabolism of photosystem II in wheat leaves. *Physiologia Plantarum*, 93(4), 771-777.

- Hüseynova, I. M. (2012). Photosynthetic characteristics and enzymatic antioxidant capacity of leaves from wheat cultivars exposed to drought. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Bioenergetics*, 1817(8), 1516-1523.
- Jaleel, C. A., Gopi, R., Manivannan, P., Gomathinayagam, M., Hong-Bo, S. ve Zhao, C. X. (2008). Endogenous hormonal and enzymatic responses of catharanthus roseus with triadimefon application under water deficits. *Comptes Rendus Biologies*, 331(11), 844-852.
- Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H. J. ve Somasundaram, R. (2009). Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. *International Journal of Agriculture and Biology*, 11(1), 1814–9596.
- Johari-Pireivatlou, M. (2010). Effect of soil water stress on yield and proline content of four wheat lines. *African Journal Of Biotechnology*, 9(1), 36-40.
- Jung, S. (2004). Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of arabidopsis thaliana subjected to drought. *Plant Science*, 166(2), 459-466.
- Júnior, S. O., Andrade, J. R., Santos, C. M., Silva, J. C., Santos, K. O. ve Silva. J. V. (2019). Leaf thickness and gas exchange are indicators of drought stress tolerance of sugarcane. *Emirates Journal Of Food and Agriculture*, 31(1), 29-38.
- Kalefetoğlu, T. ve Ekmekçi, Y. (2005). The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 723-740.
- Karavaşin, M. (2014). Bitkisel üretimde azot alım etkinliği ve reaktif azotun çevre üzerine olumsuz etkileri. *Academic Platform Journal of Engineering and Smart Systems*, 2(3), 15-21.
- Kasangana, P. B., Haddad, P. S. ve Stevanovic . T. (2015). Study of polyphenol content and antioxidant capacity of myrianthus arboreus(*Cecropiaceae*) root bark extracts. *Antioxidants (Basel)*, 4(2), 410-426.
- Kaya, E. ve Daşgan, H. Y. (2013). Erken bitki gelişme aşamasında kuraklık ve tuzluluk streslerine tolerans bakımından fasulye genotiplerinin taranması. *Çukurova Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 29(2), 39-48.
- Keyvan, S. (2010). The effects of drought stress on yield. relative water content. proline. soluble carbohydrates and chlorophyll of bread wheat cultivars. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 8(3), 1051-1060.
- Khanna-Chopra, R. ve Selote, D. S. (2006). Acclimation to drought stress generates oxidative stress tolerance in drought-resistant than -susceptible wheat cultivar under field conditions. *Environmental and Experimental Botany*, 60(2), 276-283.

- Kirova, E., Pecheva, D. ve Simova-Stoilova, L. (2021). Drought response in winter wheat: protection from oxidative stress and mutagenesis effect. *Acta Physiologiae Plantarum*, 43(8), 11.
- Kulathunga, J., Reuhs, B. L. ve Simseka, S. (2020). A review: novel trends in hulled wheat processing for value addition. *Trends in Food Science and Technology*, 106, 232-241.
- Kutlu, İ. (2010). Tahıllarda kuraklık stresi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 3(1), 35-41.
- Levitt, J. (1972). Responses Of Plants To Environmental Stresses. New York: Academic Press.
- Li, F., Kang, S. ve Zhang, J. (2004). Interactive effects of elevated CO₂. Nitrogen and drought on leaf area. Stomatal conductance. And evapotranspiration of wheat. *Agricultural Water Management*, 67(3), 221-233.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
- Lichtenthaler, H. K. (1996). Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants. *Journal Of Plant Physiology*, 148(1-2), 4-14.
- Lonbani, M. ve Arzani, A. (2011). Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research*, 9(1-2), 315-329.
- Ma, D., Sun, D., Wang, C., Li, Y. ve Guo, T. (2014). Expression of flavonoid biosynthesis genes and accumulation of flavonoid in wheat leaves in response to drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 80, 60-66.
- Maghsoudi, K., Emam, Y. ve Pessarakli, M. (2016). Effect of silicon on photosynthetic gas exchange. photosynthetic pigments. cell membrane stability and relative water content of different wheat cultivars under drought stress conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 39(7), 1001-1015.
- Mahajan, S. ve Tuteja, N. (2005). Cold. salinity and drought stresses: an overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444(2), 139-158.
- Majid, S. A., Asghar, R. ve Murtaza, G. (2007). Potassium-calcium interrelationship linked to drought tolerance in wheat (*Triticum Aestivum L.*). *Pakistan Journal of Botany*, 39(5), 1609-1621.
- Maoka, T. (2020). Carotenoids as natural functional pigments. journal of natural medicines. *Journal of Natural Medicines*, 74(1), 1-16.

- Mathew, I., Shimelis, H., Mwadzingeni, L., Zengeni, R., Mutema, M. ve Chaplot, V. (2008). Variance components and heritability of traits related to root: shoot biomass allocation and drought tolerance in wheat. *Euphytica*, 214, 12, 225.
- Matysik, J., Alia, A., Bhalu, B. ve Mohanty, P. (2002). Molecular mechanisms of quenching of reactive oxygen species by proline under stress in plants. *Current Science*, 82(5), 525-532.
- Meena, M., Divyanshu, K., Kumar, S., Swapnil, P., Zehra, A. ve Shukla, V. (2019). Regulation of l-proline biosynthesis. signal transduction. transport. accumulation and its vital role in plants during variable environmental conditions. *Heliyon*, 5(12), 1-20.
- Merah, O., Deléens, E., Souyris, I. ve Monneveux, P. (2001). Ash content might predict carbon isotope discrimination and grain yield in durum wheat. *New Phytologist*, 149(2), 275-282.
- Merewitz, E., Meyer, W., Bonos, S. ve Huang, B. (2010). Drought stress responses and recovery of texas × kentucky hybrids and kentucky bluegrass genotypes in temperate climate conditions. *Agronomi Dergisi*, 102(1), 258-268.
- Mescht, A. V., Ronde, J. A. ve Rossouw, F. T. (1999). Chlorophyll fluorescence and chlorophyll content as a measure of drought tolerance in potato. *South African Journal of Science*, 85(9), 407-412.
- Mian, R., Bailey, M. A., Ashley, D. A. ve Wells, R. (1997). Molecular markers associated with water use efficiency and leaf ash in soybean. *Crop Science*, 36(5), 1252-57.
- Miransari, M. ve Smith, D. (2019). Sustainable wheat (*Triticum Aestivum* L.) production in saline fields: a review. critical reviews in biotechnology. *Critical Reviews in Biotechnology*, 39(8), 999-1014.
- Mohsenzadeh, S., Maloobi, M. A., Razavi, K. ve Farrahi-Ashtiani, S. (2006). Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (*Poaceae*) to water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 56, 314-322.
- Monneveux, P., Reynolds, M. P., Trethowan, R., Pena, J. ve Zapata, F. (2004). Carbon isotope discrimination. leaf ash content and grain yield in bread and durum wheat grown under full-irrigated conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190(6), 389-394.
- Naderi, S., Fakheri, B. A., Maali-Amiri, R. ve Mahdinezhad, N. (2020). Tolerance responses in wheat landrace bolani are related to enhanced metabolic adjustments under drought stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 150, 244-253.

- Naikoo, M. I., Dar, M. I., Raghib, F., Jaleel, H., Ahmad, B. ve Raina, A. (2019). Role and regulation of plants phenolics in abiotic stress tolerance: an overview. *Plant Signaling Molecules*, 157-168.
- Nawaz, H., Hussain, N. ve Yasmeen, A. (2015). Growth. yield and antioxidants status of wheat (*Triticum Aestivum* L.) cultivars under water deficit conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(4), 953-959.
- Naz, S. ve Perveen, S. (2021). Response of wheat (*Triticum Aestivum* L. VAR. GALAXY-2013) to pre-sowing seed treatment with thiourea under drought stress. *Pakistan Journal of Botany*, 53(4), 1209-1217.
- Nejad, T. S., Bakhshande, A., Nasab, S. B. ve Payande, K. (2010). Effect of drought stress on corn root growth. *Nature and Science*, 2(2), 47-53.
- Nezhadahmadi, A., Prodhan, Z. H. ve Faruq, G. (2013). Drought tolerance in wheat. *The Scientific World Journal*. 2013(1), 12.
- Nikolaeva, M. K., Maevskaya, S. N., Shugaev, A. G. ve Bukhov, N. G. (2008). Effect of drought on chlorophyll content and antioxidant enzyme activities in leaves of three wheat cultivars varying in productivity. *Russian Journal of Plant Physiology*, 57(1), 94-102.
- Nilson, S. E. ve Assmann, S. M. (2007). The control of transpiration. insights from arabidopsis. *Plant Physiology*, 147, 19-27.
- Nyachiro, J. M., Briggs, K. G., Hoddinott, J. ve Johnson-Fianagan, A. M. (2011). Chlorophyll content. chlorophyll fluorescence and water deficit in spring wheat. *Cereal Research Communications*, 29(1-2), 135-141.
- Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K. ve Phan Tran, L. S. (2014). Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*, 5, 86.
- Oukarroum, A., Schansker, G. ve Strasser, R. J. (2009). Drought stress effects on photosystem I content and photosystem II thermotolerance analyzed using chl a fluorescence kinetics in barley varieties differing in their drought tolerance. *Physiologia Plantarum*, 137(2), 188-199.
- Öktüren, F. ve Sönmez, S. (2005). Bitki besin maddeleri ile bazı bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar) arasındaki ilişkiler, *Derim*, 22(2), 20-32.
- Öztürk, A. ve Akten, Ş. (1996). Buğday ve kuraklık stresi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 27(1), 163-176.
- Öztürk, A. ve Aydın, M. (2017). Physiological characterization of turkish bread wheat genotypes for resistance to late drought stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(6), 414-440.

- Öztürk, İ. ve Korkut, K. Z. (2018). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde farklı gelişme dönemlerinde oluşan kuraklığın bazı fizyolojik karakterlere etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 5(4), 375-385.
- Öztürk, İ. ve Korkut, K. Z. (2018). Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*)'ın farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın verim ve verim unsurlarına etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 128-137.
- Pei, Z., Murata, Y., Benning, G., Thomine, S., Klüsener, B. ve Allen, G. J. (2000). Calcium channels activated by hydrogen peroxide mediate abscisic acid signalling in guard cells. *Science Signaling*, 406, 731-734.
- Pinheiroa, H. A., DaMatta, F. M., Chaves, A. R., Fontes, E. P. ve Loureiro, M. E. (2014). Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of coffee canephora subjected to long-term drought. *Plant Science*, 167(6), 1307-1314.
- Qin, X., Suga, M., Kuang, T. ve Shen, J. R. (2015). Structural basis for energy transfer pathways in the plant PSI-LHCI supercomplex. *Science*, 348(6238), 989-95.
- Ramachandra Reddy, A., Chaitanya, K. V., Jutur, P. P. ve Sumithra, K. (2004). Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Morus alba* L.) cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 52(1), 33-42.
- Ramakrishna, A. ve Ravishankar, G. A. (2011). Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. *Plant Signaling ve Behavior*, 6,(11), 1720-1731.
- Rampino, P., Pataleo, S., Gerardi, C., Mita, G. ve Perrotta, C. (2006). Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. *Plant, Cell and Environment*, 29(12), 2143-2152.
- Richards, R. A., Condon, A. G. ve Rebetzke, G. J. (2001). Traits To Improve Yield In Dry Environments. M. P. Reynolds. J. I. Ortiz-Monasterio. ve A. McNab (Ed.). Application of Physiology in Wheat Breeding içinde (88-100). Mexico: CIMMYT.
- Saeidi, M. ve Abdoli, M. (2015). Effect of drought stress during grain filling on yield and its components. gas exchange variables. and some physiological traits of wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17, 885-898.
- Saeidi, M., Ardalani, S., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M. E. ve Abdoli, M. (2015). Evaluation of drought stress at vegetative growth stage on the grain yield formation and some physiological traits as well as fluorescence parameters of different bread wheat cultivars. *Acta Biologica Szegediensis*, 59(1), 35-44.

- Sairam, R. K. ve Saxena, D. C. (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184(1), 55-61.
- Sairam, R. K., Deshmukh, P. S. ve Shukla, D. S. (1997). Tolerance of drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178, 171-178.
- SAS Institute (2007). JMP User Guide, Release 7. Cary, NC, USA
- Sathasivam, R., Radhakrishnan, R., Jim, J. K. ve Park, S. U. (2021). An update on biosynthesis and regulation of carotenoids in plants. *South African Journal of Botany*, 140, 290-302.
- Sattar, A., Sher, A., Ijaz, M., Ul-Allah, S., Rizwan, M. S. ve Hussain, M. (2020). Terminal drought and heat stress alter physiological and biochemical attributes in flag leaf of bread wheat. *Plos One*, 15(5), 14.
- Scandalios, J. G. (1993). Oxygen stress and superoxide dismutases. *Plant Physiology*, 101(1), 7-12.
- Seleiman, M. F., Suhaibani, N. E., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M. ve Refay, Y. (2021). Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. *Plants*, 10(2), 259.
- Shi, J., Yasuor, H., Yermiyahu, U., Zuo, Q. ve Ben-Gal, A. (2014). Dynamic responses of wheat to drought and nitrogen stresses during re-watering cycles. *Agricultural Water Management*, 146, 163-172.
- Siddique, M. R., Hamid, A. ve Islam, M. S. (2000). Drought stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 41, 35-39.
- Snape, J. W. ve Pankova, K. (2013). *Triticum Aestivum L* (wheat). Plant Science.
- Srinivasan, A., Takeda, H. ve Senboku, T. (1996). Heat tolerance in food legumes as evaluated by cell membrane thermostability and chlorophyll fluorescence techniques. *Euphytica*, 88, 35-45.
- Srivalli, B., Sharma, G. ve Khanna-Chopra, R. (2003). Antioxidative defence system in an upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery. *Physiologia Plantarum*, 119(4), 503-512.
- Swapnil, P., Meena, M., Singh, S. K., Dhuldhra, U. P., Harish. ve Marwal, A. (2021). Vital roles of carotenoids in plants and humans to deteriorate stress with its structure. biosynthesis. metabolic engineering and functional aspects. *Current Plant Biology*, 26, 100203.
- Taiz, L. ve Zeiger, E. (2008). Bitki fizyolojisi. Ankara: Palme.

- Tallman, G. (2004). Are diurnal patterns of stomatal movement the result of alternating metabolism of endogenous guard cell aba and accumulation of aba delivered to the apoplast around guard cells by transpiration?. *Journal of Experimental Botany*, 55(405), 1963–1976.
- Tausz , M., Sircelj, H. ve Grill, D. (2004). The glutathione system as a stress marker in plant ecophysiology: is a stress-response concept valid?. *Journal of Experimental Botany*, 55(404), 1955-1962.
- Tavakol, E. ve Pakniyat, H. (2007). Evaluation of some drought resistance criteria at seedling stage in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(7), 1113-1117.
- TÜİK. (2021. 12 30). Türkiye İstatistik Kurumu. 16 Mart 2022 tarihinde <https://www.tuik.gov.tr/>: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249> adresinden alındı
- USDA, (2022. 03). Uluslararası Üretim Değerlendirme Birimi. 16 Mart 2022 tarihinde <https://ipad.fas.usda.gov/>:
https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/cropview/commodityView.aspx?cropid=0410000&sel_year=2021&rankby=Production adresinden alındı
- Van Heerden, P. D. ve De Villiers, O. T. (1996). Evaluation of proline accumulation as an indicator of drought tolerance in spring wheat cultivars. *South African Journal of Plant and Soil*, 13(1), 17-21.
- Varela, M. C., Arslan, İ., Reginato, M. A., Cenzano, A. M. ve Luna, M. V. (2016). Phenolic compounds as indicators of drought resistance in shrubs from patagonian shrublands (argentina). *Plant Physiol Biochem*, 104, 81-91.
- Wang, X., Wang, L. ve Shanguan, Z. (2016). Leaf gas exchange and fluorescence of two winter wheat varieties in response to drought stress and nitrogen supply. *Plos One*, 11(11), 1-15.
- Wasaya, A., Manzoor, S., Yasir, T. A., Sarwar, N., Mubeen, K. ve Ismail, I. A. (2021). Evaluation of fourteen bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes by observing gas exchange parameters. relative water and chlorophyll content, and yield attributes under drought stress. *MDPI*, 13(9), 4799.
- Weng, M., Cui, L., Liu, F., Zhang, M., Shan, L. ve Yang, S. (2015). Effects of drought stress on antioxidant enzymes in seedlings of different wheat genotypes. *Pakistan Journal of Botany*, 47(1), 49-56.
- Xiang, D. B., Peng, L. X., Zhao, J. L., Zou, L., Zhao, G. ve Song, C. (2013). Effect of drought stress on yield. chlorophyll contents and photosynthesis in tartary

- buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). *WFL Publisher Science and Technology*, 11(3-4), 1358-1363.
- Yang, X., Wang, B., Chen, L., Li, P. ve Cao, C. (2019). The different influences of drought stress at the flowering stage on rice physiological traits, grain yield, and quality. *Scientific Reports*, 9(1), 3742.
- Yao, X., Chu, J. ve Wang, G. (2009). Effects of selenium on wheat seedlings under. *Biological Trace Element Research*, 130, 283-290.
- Yasmeen, A., Basra, S. M., Wahid, A., Farooq, M., Nouman, W. ve Rehman, H. (2013). Improving drought resistance in wheat (*Triticum aestivum*) by exogenous application of growth enhancers. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15(6), 1307-1312.
- Zhu, L., Liang, Z. S., Xu, X., Li, S. H. ve Monneveux, P. (2009). Evidences for the association between carbon isotope discrimination and grain yield—ash content and stem carbohydrate in spring wheat grown in ningxia (northwest china). *Plant Science*, 176(6), 758-767.
- Zimin, A. V., Puiu, D., Hall, R., Kingan, S., Clavijo. B. J, ve Salzberg, S. L, (2017). The first near-complete assembly of the hexaploid bread wheat genome. *Triticum aestivum*, GigaScience, 6(11), gix097.

ÖZGEÇMİŞ

Muharrem URAL, İlköğretimini Akşemsettin İlköğretim okulunda lise eğitimini Balgat teknik lisesinde tamamladıktan sonra 2014 yılında Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Kaman Meslek Yüksek Okulunda Gıda Teknolojisi Bölümüne giriş yaparak eğitimini 2016 yılında bitirdi. 2016 yılında Giresun Üniversitesi Şebinkarahisar Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu Gıda Teknolojisi bölümünü 2019 yılında bitirdi. 2020 yılında Gümüşhane üniversitesi tarla bitkileri ana bilim dalında yüksek lisans programına başvurusu kabul edildi ve halen yüksek lisans öğrencisi olarak tez çalışmalarına devam etmektedir.

