



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KURAKLIK ÖN UYGULAMASININ KURAKLIK STRESİ
ALTINDAKİ YEM BEZELYESİ (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.)'NDE
MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ahmet SARIKAYA

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gürkan DEMİRKOL

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŐME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Gürkan DEMİRKOL danışmanlığında hazırlamıŐ olduğum “**Kuraklık Ön Uygulamasının Kuraklık Stresi Altındaki Yem Bezelyesi (*Pisum sativum ssp. arvense* L.)’nde Morfolojik ve Fizyolojik Özelliklere Etkisi**” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

09/07/2024

Ahmet SARIKAYA



ÇalıŐmayı Destekleyen KuruluŐ Bilgileri

Bu tez çalıŐması Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün 2023/22 numaralı projesi tarafından desteklenmiŐtir.

ÖZET

KURAKLIK ÖN UYGULAMASININ KURAKLIK STRESİ ALTINDAKİ YEM BEZELYESİ (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.)'NDE MORFOLOJİK VE FİZYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Sarıkaya, Ahmet

Yüksek Lisans, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gürkan Demirkol

Temmuz 2024, vii + 52 sayfa

Bu araştırma kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki kuraklığa farklı hassasiyet gösteren yem bezelyesi genotiplerinde morfolojik ve fizyolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Deneme Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi serasında saksı denemesi olarak Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Deseninde yürütülmüştür. Araştırmada bitki boyu, kök boyu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, kök yaş ve kuru ağırlık, bitkide yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak / sap oranı, bağıl su içeriği, toplam klorofil miktarı, serbest prolin miktarı ve lipid peroksidasyonu sonucu meydana gelen MDA miktarı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre kuraklık ön uygulamasının özellikle kuraklığa karşı hassas ve orta dayanıklı olan yem bezelyesi genotiplerinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresine karşı kontrole kıyasla daha dayanıklı olmalarını sağladığı tespit edilmiştir. Araştırma bulgularına göre kuraklık ön uygulamasının yem bezelyesinde yaşanabilecek kuraklık stresi etkilerini azaltabilmek adına uygulanabilecek bir strateji olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, kuraklık priming, stres hafızası, su eksikliği stresi.

ABSTRACT

EFFECT OF DROUGHT PRE-TREATMENT ON MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FORAGE PEA (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) UNDER DROUGHT STRESS

Sarıkaya, Ahmet

Master's Degree, Department of Field Crops

Thesis Advisor: Assoc. Dr. Gürkan Demirkol

July 2024, vii + 52 pages

This study was carried out to determine the effect of drought pre-treatment on morphological and physiological characteristics of forage pea genotypes differing in drought tolerance, under drought stress. The experiment was conducted in greenhouse of the Agricultural Research Center in Tokat Gaziosmanpaşa University as a pot study with Completely Randomized Factorial Design. In the study; plant height, root height, above-ground fresh and dry weight, root fresh and dry weight, number of leaves, leaf area, leaf/stem ratio, relative water content, total chlorophyll content, free proline content and MDA content which formed as a result of lipid peroxidation were analysed. As a result of the research, it was determined that the drought pre-treatment enhanced the drought resistance of the forage pea genotypes which have moderate and sensitive drought tolerance compared to the control, by creating stress memory. According to the research findings, it was concluded that drought pre-treatment could be a strategy that can be applied to reduce the negative effects of drought stress in forage pea.

Keywords: Abiotic stress, drought priming, stress memory, water deficiency stress.

TEŞEKKÜR

2010 yılında baŐlamıŐ olduğum yksek lisans eğitimi hayatımda ders ddnemimde yardımlarını esirgemeyen ilk danıŐmanım Prof. Dr. YaŐar KARADAĞ'a teŐekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Askerlik, evlilik gibi sebepler nedeni ile tez ddneminde bırakmıŐ olduğum eğitim hayatıma 2022 yılında çıkan oğrenci affı ile ddnendikten sonra tarafıma belirlenen ve kendim iwin bkyk bir Őans olarak gdrddđm bck değerli danıŐman hocam Doç. Dr. Gdrkan DEMIRKOL'a bana vermiŐ olduğu bilgi ve deneyimleri vede tez ddnemi boyunca esirgemediği her tdrld yarımları iwin en iwtten teŐekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Tdm hayatım boyunca yanımda olan ve her tdrld fedakarlığı esirgemeyen rahmetli babama, anneme, ozellikle oğrenci affından sonra beni cesaretlendiren, her zaman yanımda olan sevgili eŐime ve kızlarıma sevgilerimi, teŐekkürlerimi sunarım.

Ahmet SARIKAYA
09/07/2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Deneme tarihi ve yeri	7
3.1.2. Araştırma toprağının özellikleri	7
3.1.3. Araştırmada kullanılan bezelye genotipleri	8
3.2. Yöntem	8
3.2.1. Deneme deseni	8
3.2.2. Deneme öncesi işlemler	8
3.2.3. Denemenin kurulması	9
3.2.4. Araştırmada incelenen özellikler	10
3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi	13
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	14
4.1. Bitki boyu	14
4.2. Kök boyu	15
4.3. Toprak üstü yaş ve kuru ağırlık	17
4.4. Kök yaş ve kuru ağırlık	20
4.5. Bitkide yaprak sayısı	23
4.6. Yaprak alanı.....	25
4.7. Yaprak / sap oranı	27
4.8. Bağıl su içeriği	29
4.9. Toplam klorofil miktarı	30

4.10. Serbest prolin miktarı	32
4.11. MDA miktarı	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	37
6. KAYNAKLAR.....	39
7. EKLER	48



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3 1 Araştırma toprağının analiz sonuçları	7
Çizelge 4. 1. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bitki boyu (cm) değerleri	15
Çizelge 4. 2. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök boyu (cm) değerleri	17
Çizelge 4. 3. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toprak üstü yaş ağırlık (g/bitki) değerleri	19
Çizelge 4. 4. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toprak üstü kuru ağırlık (g/bitki) değerleri	20
Çizelge 4. 5. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök yaş ağırlık (g/bitki) değerleri	22
Çizelge 4. 6. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök kuru ağırlık (g/bitki) değerleri.....	23
Çizelge 4. 7. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri.....	25
Çizelge 4. 8. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak alanı (cm ² /bitki) değerleri	27
Çizelge 4. 9. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak / sap oranı değerleri	28
Çizelge 4. 10. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bağıl su içeriği (%) değerleri	30
Çizelge 4. 11. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toplam klorofil miktarı (mg/g) değerleri	32
Çizelge 4. 12. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde serbest prolin miktarı (µmol/g) değerleri	34
Çizelge 4. 13. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde MDA (µmol/g) değerleri	36

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Simgeler	Açıklama
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
µl	Mikrolitre
nm	Nanometre
cm	Santimetre
ml	Mililitre
g	Gram
µg	Mikrogram
µmol	Mikromol
NaOCl	Sodyum hipoklorit
CaCO ₃	Kalsiyum karbonat
P ₂ O ₅	Fosfor pentaoksit
K ₂ O	Potasyum oksit
Zn	Çinko
Fe	Demir
Cu	Bakır
Mn	Mangan

Kısaltmalar

Kısaltmalar	Açıklama
ABA	Absisik asit
MDA	Malondialdehit
ROS	Reaktif oksijen türleri
TBA	Tiobarbiturik asit
TCA	Trikloroasetik asit

1. GİRİŞ

Bitkiler çeşitli çevresel baskıya maruz kalmaktadırlar. Bitkilerin gelişme ve büyüme dönemlerinde sınırlandırıcı ve bütün metabolik fonksiyonlarının değişiminde etkili olan duruma stres adı verilir. Biyotik ve abiyotik stres faktörleri olmak üzere ikiye ayrılan stres faktörlerinden, canlı organizmalar ve ilişkilerine bağlı olanlar biyotik stres, canlı olmayan (kuraklık, sıcaklık, don, ışık vb.) etmenlere bağlı olanlar ise abiyotik stres kaynağı olarak ifade edilmektedir. Günümüz açısından düşünüldüğünde belirtilen stres faktörleri içerisinde en tehdit edici olanların başında kuraklık gelmektedir (Kılınçoğlu, 2021).

Küresel iklim değişikliği ile birlikte tüm dünyanın karşı karşıya olduğu kuraklık kaynaklı su krizi kendini her geçen gün daha fazla hissettirmektedir (Zhang ve ark., 2024). Dünya nüfusunun hızla artış gösterdiği günümüzde tarımsal verimliliği kısıtlayan en önemli sorunlardan birisi kuraklık stresidir (Tiwari ve ark., 2021).

Küresel iklim değişikliğinin etkilerinin gözlenmesi ile birlikte artan yıllık ortalama sıcaklık değerlerinin yanı sıra azalan ve düzensizleşen yağışlar sonucu toprak taban suyu rezervlerinde ciddi azalmalar olduğu rapor edilmiştir (Mukherjee ve ark., 2018). Tarımsal amaçlı kullanılan suyun, toplam su tüketiminin dünyada yaklaşık %90'ını ülkemizde ise %77'sini oluşturduğu günümüzde artan nüfusa paralel olarak temel besin ihtiyacının arttığı ve su kaynaklarının azaldığı birlikte düşünüldüğünde, bitkisel üretimde gerekli adımların acil olarak atılması gereği ortaya çıkmaktadır (Huang ve ark., 2019; Anonim, 2022).

Tarımsal anlamda kuraklık, bitkinin ihtiyaç duyduğu dönemde gerekli miktarda suyu alamaması olarak tanımlanmaktadır (Hazaymeh & Hassan, 2016). Bitkilerde kuraklık iki şekilde ele alınabilir: su noksanlığı ve kuruma. Orta düzeyde meydana gelen su kaybı (su noksanlığı); gaz değişiminin kısıtlanmasına, stomaların kapanmasına ve bunun sonucunda karbondioksit alımının azalmasına neden olur. Aşırı su kaybı (kuruma) ise hücre yapısının, metabolizmanın bozulmasına ve enzimlerle katalizlenen reaksiyonların durmasına yol açar (Koç, 2018).

Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde turgor basıncının azalması sonucu hücre büyümesinin azalması, hücreler arası su dengesinin bozulması, enzim aktivitelerinin azalması, fotosentetik aktivitenin hasar görmesi, membran sistemlerin zarar görmesi, transpirasyonla kaybedilen su miktarını azaltmak için yaprak sayısının azalması ve küçülmesi gibi fizyolojik olumsuzluklar sonucu verim ve kalitede ciddi kayıplar yaşanmakta ve hatta bitki ölümleri görülmektedir (Shahzad ve ark., 2016; Ruwanza ve ark., 2022).

Küresel iklim değişikliğinin giderek daha ciddi boyut alması ve yol açtığı kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki olumsuz etkileri düşünüldüğünde etkin mücadele yöntemlerinin geliştirilmesinin büyük önem taşıdığı anlaşılmaktadır. Kuraklık stresinin bitki üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için en etkin yol kurağa dayanıklı çeşit geliştirilmesidir (Ahmad ve ark., 2022). Son yıllarda kuraklık stresi ile mücadele etmede çeşit geliştirmenin yanında geliştirilebilecek farklı agronomik tekniklerin üzerinde durulmaktadır (Wahab ve ark., 2022). Bu teknikler içerisinde uygulama kolaylığı ve düşük maliyet açısından ilk öne çıkan priming uygulamalarıdır. Priming; çimlenme ve gelişim esnasında karşılaşılabilecek olumsuz çevre koşulları karşısında bitkinin dayanıklılığını artırmak amacıyla gerçekleştirilen uygulamalardır (Beckers & Conrath, 2007).

Son yıllarda gerçekleştirilen araştırmalarda, farklı priming uygulamaları ile kuraklık stresi altındaki bitkilerin strese dayanıklılıklarının arttığına dair bulgular elde edilmiştir (Ashraf ve ark., 2018; Marthandan ve ark., 2020). Bu sebeple priming uygulamalarının kuraklık stresi ile mücadele etmede kullanılabilir alternatif bir yaklaşım olduğu kabul edilmektedir (Chakraborti ve ark., 2021).

Günümüze kadar geliştirilmiş olan farklı priming metotlarının etkisi türler arasında ve hatta tür içerisinde dahi farklılık göstermektedir (Seleiman ve ark., 2021). Bu sebeple ele alınan türün fizyolojik mekanizması ve istekleri doğrultusunda doğru tekniğin seçilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bitkiler stres faktörlerine karşı çeşitli stratejiler geliştirmişlerdir (Demirkol, 2021). Aynı türe ait bitkilerin dünya genelinde dağılımı incelendiğinde değişen ekolojik faktörler içerisinde farklı adaptasyonlar geliştirmiş olmaları buna iyi bir örnektir. Nitekim, aynı türe ait popülasyonlar ile gerçekleştirilen kuraklık stres toleransının belirlenmesine yönelik araştırmalarda popülasyonların dayanıklılık açısından farklılık gösterdikleri ortaya konmuştur (Mwadzingeni ve ark., 2017). Bunun sebebi tür içerisindeki popülasyonların fizyolojik gelişim aktivitelerinin, stresten kaçabilme adaptasyonlarının veya gen ifadelerinin farklılık göstermesiyle açıklanabilir. Gözlemlenen farklılığın sebeplerinden bir tanesi de bitkinin daha önce kuraklık stresi ile farklı zaman ve dozlarda karşılaşması sonucu nesilden nesile devam edecek bir adaptasyon kabiliyeti geliştirmesi olarak gösterilebilir (Hilker & Schmölling, 2019).

Yakın zamanda yapılan çalışmalar daha önce kuraklık stresine hiç maruz bırakılmamış bitkilerin oldukça hassas tepki gösterdiklerini ve dayanımlarının zayıf olduğunu, daha önce belli doz ve sürelerde kuraklık stresi yaşayan bitkilerin ise daha yüksek dayanım gösterebildiklerini ortaya koymuştur (Mendanha ve ark., 2020; Turgut Kara ve ark., 2020). Büyüme boyunca deneyimlenen biyotik ve abiyotik stres koşullarının bitkilerde stres hafızası oluşturarak epigenetik değişimlere neden olduğu bilinmektedir (İnce & Karaca, 2019). Bu sayede bitkiler biyokimyasal ve moleküler mekanizmalarını değiştirerek stres hafızası oluşturmakta ve daha sonraki ilgili stres koşullarını tolere etme özelliği kazanmaktadır (Arıcan, 2019).

Deneyimlenen stresle birlikte gözlemlenen histon modifikasyonları ve DNA metilasyonu sayesinde bir sonraki yaşanılacak daha yüksek dozdaki ilgili stres faktörü sırasında ilgili gen bölgelerinin ifade seviyelerindeki artışı sağlaması sadece ilgili bitkinin geçici bir kazanımı veya bazı durumlarda sonraki nesillere aktarılacak epigenetik bir kazanım olabilmektedir (He & Li, 2018; Jacques ve ark., 2021). Bu sebeple, son yıllarda kuraklık ön uygulamasının buğday ve mısır gibi bitkilerde kuraklık toleranslarının artırılmasında kullanılabileceğini ortaya koyan çalışmalar görülmektedir (Mendanha ve ark., 2020; Wang ve ark., 2020; Tankari ve ark., 2021; Wang ve ark., 2021; Ru ve ark., 2022).

Daha önce de belirtildiği gibi priming uygulamalarının etkilerinin türler arasında ve tür içinde değişiklik göstermesi sebebiyle kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki farklı türlerde ele alınması ve fizyolojik özelliklerle ilişkisinin ortaya konması büyük önem arz etmektedir.

Besin değeri yönünden oldukça zengin olan ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen tek yıllık baklagil olan yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ülkemiz kaliteli kaba yem üretiminin artmasına katkı sağlayacak potansiyelindedir (Açıkgöz, 2021). Tanelerinden, yeşil ve kuru otundan faydalanılabildiği gibi yeşil gübre olarak da değerlendirilebilen yem bezelyesi serin ve ılıman iklim özelliği gösteren alanlarda yetiştirilebilir (Erkovan ve ark., 2020). Temiz bir anız bırakması ve kendisinden sonra gelen bitkinin verimini artırması nedenleri ile önemli bir serin iklim bitkisidir (Açıkgöz, 2021).

Ülkemizde yem bitkileri yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli faktörlerden birisi kuraklık problemidir (Özkan, 2020). Yem bitkilerinin birçoğunda olduğu gibi yem bezelyesi yetiştiriciliğinin en önemli dezavantajlarından birisi kuraklık stresine karşı hassas olmasıdır (Uslu ve ark., 2021).

Bu çalışmada kuraklık ön uygulaması sonrası kuraklık stresinin kuraklığa farklı hassasiyet gösteren yem bezelyesi genotiplerinde morfolojik ve fizyolojik özelliklere etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Yem bezelyesinin kuraklık stresine karşı hassasiyetini ele alan birçok araştırma gerçekleştirilmiştir. Yapılan araştırmalarda kuraklık stresi altındaki yem bezelyesinde yem verimi ve kalitesi açısından ciddi kayıplar meydana geldiği rapor edilmiştir

Yapılan araştırmalar yem bezelyesi türünde kuraklık stresi mücadelesinin önemini ortaya koymaktadır.

Epigenetik mekanizmaların bitkilerde stres hafızasına katkıda bulunduğu dair kanıtlar her geçen gün giderek artmaktadır (He & Li, 2018; Jacques ve ark., 2021). Bu konuda kuraklık başta olmak üzere çevresel stres faktörlerine karşı hassas olan yem bitkileri türleri üzerinde de çalışmalar devam etmektedir. Son yıllarda yem bitkileri üzerinde gerçekleştirilen stres hafızası araştırmaları, etkilerin farklı türler arasında ve hatta aynı türün içinde bile farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur (Jin ve ark., 2020).

Yapılan literatür araştırması doğrultusunda bezelye bitkisinde kuraklık stres hafızasının konu alındığı bir yayına ulaşılamamıştır. Bu nedenle diğer yem bitkisi türlerinde yapılan çalışma sonuçları sunulmuştur.

Yem şalgamı bitkisinde gerçekleştirilen bir araştırmada sıcaklık stresi uygulanan bitkilerde ve sonraki nesillerinde sıcaklık stresine karşı stres hafızası olduğu tespit edilmiştir (Bilichak ve ark., 2015). Yapılan moleküler analizler sonucu stres hafızasına sahip olan yem şalgamı bitkilerinde kontrol grubundaki bitkilere kıyasla artan seviyede mikroRNA168 ekspresyonu tespit edilmiştir (Bilichak ve ark., 2015).

Ak üçgül (*Trifolium repens*) bitkisi üzerinde yapılan araştırmada, kısa süreli kuraklık stresine maruz bırakılan bitkilerin klonlarının, daha sonra daha şiddetli kuraklık stresi uygulandığında stres hafızası mekanizması sayesinde bu duruma daha fazla dayanabildikleri tespit edilmiştir. Benzer etki öncesinde daha uzun süre kuraklık stresine maruz bırakılan bitkilerde görülememiştir (Gonzalez ve ark., 2016).

Çok yıllık çim (*Lolium perenne*) bitkisinde gerçekleştirilen bir araştırmada öncül tuz stresi uygulanan çok yıllık çim bitkilerinin daha sonraki dönemde yaşadığı tuz stresine karşı daha dayanıklı hale geldiği tespit edilmiştir (Hu ve ark., 2016).

Kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) bitkisinde gerçekleştirilen bir araştırmada, öncül kuraklık stresi uygulanan kamışsı yumak bitkilerinin daha sonraki dönemde sıcaklık stresine maruz kaldıklarında strese daha dayanıklı oldukları rapor edilmiştir (Zhang ve ark., 2019).

İki adet yonca çeşidinde gerçekleştirilen çalışmada öncül kuraklık stresi uygulamasının bitkilerde stres hafızası oluşturduğu tespit edilmiştir (Ventouris ve ark., 2020). Araştırmacılar stres hafızası oluşturabilmek için uygun metodun her tür için farklı olacağını vurgulamışlardır. Araştırmada bitkilerin DNA metilasyonu sonucu stres hafızası kazandıkları moleküler analizler ile tespit edilmiştir. Bunun sebebi, hücrelerdeki fonksiyonel proteinlerin üretimini yöneten genlerin kontrolü için DNA'ya bağlanan yapıların ilgili genomu işaretleyerek gen ekspresyonunu artırmalarıdır.

Lukić ve ark. (2020) çayır tilki kuyruğu (*Alopecurus pratensis*) türü üzerinde gerçekleştirdikleri araştırmada kuraklık ön uygulamasının su basması ön uygulaması ve kontrole kıyasla daha sonraki dönemde yaşanacak kuraklık stresine karşı bitkileri daha dayanıklı hale getirdiğini belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca kuraklık ön uygulamasına maruz bırakılan bitkilerin bu dayanıklılığı antioksidatif enzimlerin seviyelerinde meydana gelen artış sayesinde elde ettikleri ortaya konmuştur.

Kuraklık ön uygulamasına maruz bırakılan börülce çeşitlerine uygulanan kuraklık stresinin etkilerinin incelendiği araştırmada çeşitlerin ileriki dönemlerde meydana gelecek olan kuraklık stresini hafifletecek stres izi kazandıkları tespit edilmiştir (Tankari ve ark., 2021).

Wang ve ark. (2021) kuraklık ön uygulamasına maruz bırakılan buğdayda kuraklığa karşı toleransın arttığını rapor etmişlerdir. Araştırmada buğday bitkisinin kuraklık stresine karşı tolerans kazanmasında absisik asit ve jasmonik asit gibi fitohormonların seviyesinde meydana gelen artışların etkili olduğu vurgulanmıştır.

Kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı farklı hassasiyet gösteren buğday çeşitlerindeki etkisinin incelendiği araştırmada, kuraklığa karşı daha hassas olan çeşitte dayanıklı olan çeşite kıyasla daha iyi stres hafızası oluşturulduğu ortaya konmuştur (Mendanha ve ark., 2020).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme tarihi ve yeri

Araştırma, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi serasında saksı denemesi olarak 08.02.2024 tarihinde kurulmuştur.

3.1.2. Araştırma toprağının özellikleri

Araştırmada ortam olarak tarla toprağı kullanılmıştır. Kullanılan toprak tarım arazisinden alındıktan sonra, temiz bir zemin üzerinde gölgede kurutulmuş ve içerisindeki taş, yabancı ot vb. maddeler ayıklanmıştır. Daha sonra toprak 4 mm elekten geçirilmiştir. Araştırma toprağına ait analiz sonuçları Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3 1 Araştırma toprağının analiz sonuçları

Özellik	Değer	Yeterlilik durumu
Tekstür	Killi tınlı	-
Organik madde	1.78	Az
pH	7.78	Alkali
P ₂ O ₅ (kg/da)	2.85	Yetersiz
K ₂ O (kg/da)	53	Yeterli
Tuz (%)	0.02	Tuzsuz
CaCO ₃ (%)	6.84	Orta kireçli
Zn (mg/kg)	0.66	Yetersiz
Fe (mg/kg)	2.4	Yetersiz
Mn (mg/kg)	14.1	Yeterli
Cu (mg/kg)	0.89	Yeterli

Araştırma toprağı incelendiğinde; killi tınlı tekstüre sahip, organik madde içeriğı düşük, alkali, tuzsuz, orta kireçli, fosfor, çinko ve demir açısından yetersiz, potasyum, mangan ve bakır açısından yeterli olduğu görülmektedir (Çizelge 3.1).

3.1.3. Araştırmada kullanılan bezelye genotipleri

Çalışmada bitki materyali olarak Demirkol (2017)'un doktora tez çalışması kapsamında topladığı genotipler içerisinden farklı bir araştırmada kuraklık stresine karşı hassas olduğu belirlenen G1, orta seviye dayanıklı olduğu belirlenen O5 ve dayanıklı olduğu belirlenen T8 kodlu yem bezelyesi genotipleri kullanılmıştır (Demirkol & Yılmaz, 2023). Araştırmada kullanılan bezelye genotipleri EK 1'de gösterilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme deseni

Araştırma Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

3.2.2. Deneme öncesi işlemler

Tohum sterilizasyonu:

Deneme öncesinde yem bezelyesi tohumlarında olası kontaminasyonu önlemek için tohumlar yüzey sterilizasyonu amacıyla %70 lik etanol solüsyonunda 30 saniye ve devamında %10 NaOCl solüsyonda, 10 dakika boyunca bekletilmiştir. Bu süre sonunda tohumlar distile su ile 3 kez yıkanarak sterilizasyon işlemi sona ermiştir (Demirkol ve ark., 2019).

Araştırma toprağının tarla kapasitesinin belirlenmesi:

Suya doymuş olan toprağın drene olduktan sonra gözeneklerinde tuttuğu su miktarı tarla kapasitesi olarak ifade edilmektedir. Araştırmada kullanılacak olan saksılardan dört tanesine araştırmada kullanılacak olan topraktan 2 kg doldurulmuştur. Daha sonra saksıların altından su çıkışı gözlenene kadar yavaş yavaş suyla doyurulan toprak tamamen su ile doygun hale getirilip ardından 24 saat askıda bekletilmiştir. Geçen sürenin ardından saksılar tartılmış ve toprak zerrelere karşı tuttuğu su miktarı belirlenerek saksılardaki toprağın tarla kapasitesi belirlenmiştir. Belirlenen miktar esas alınarak aşağıda bilgileri verilmiş olan araştırma içerisinde çalışılması planlanan tarla kapasitesi sulama seviyeleri için gerekli ağırlıklar tespit edilmiştir. (Özel, 2016).

3.2.3. Denemenin kurulması

Gübreleme, ekim ve sulama:

Deneme öncesinde kullanılacak saksılara 2 kg toprak doldurulmuştur. Saksılara deneme öncesinde 50 ppm azot, 100 ppm fosfor, 125 ppm potasyum, 2 ppm çinko ve 2 ppm demire tamamlanacak şekilde hesaplanıp saksılara sulu çözelti formunda verilmiştir. Ekim işlemi, her saksıda 7 bitki olacak şekilde 3-4 cm derinliğe yapılmıştır ve ilk gerçek yaprak görüldüğünde her saksıda 4 bitki kalacak şekilde seyreltme uygulanmıştır. Araştırmada bitkiler ikinci gerçek yapraklı döneme geçinceye kadar %80 tarla kapasitesinde sulanmıştır.

Araştırmanın devamında aşağıda bilgileri verilmiş olan tarla kapasitesi miktarları temel alınarak gerçekleştirilen sulama işlemi her iki günde bir saat 16:00-17:00 aralığında gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte saksıların tartım sonuçlarına göre eksilen su miktarı ilavesi yapılarak saksılar hedeflenen tarla kapasitelerinde tutulmuştur.

Kuraklık ön uygulaması:

Araştırmada gerçekleştirilecek olan kuraklık ön uygulaması, bitkilere yaşatılacak olan asıl kuraklık stresi uygulaması öncesinde bitkilerin %30 tarla kapasitesinde ön kuraklığa maruz kalarak kuraklık stresi hafızası oluşturabilmesi esasına dayanmaktadır. Araştırma öncesi gerçekleştirilen ön çalışmalarda yem bezelyesi genotiplerinde stress hafızası oluşturabilmek için uygulanacak en uygun ön uygulamanın %30 tarla kapasitesi sulama seviyesi olduğu tespit edilmiştir. Daha yüksek seviyeli sulamalara ait ön uygulamalar genotiplerde stress hafızası oluşturamazken, daha düşük seviyeli sulamalara ait ön uygulamalar ise genotiplerde ciddi hasarlara neden olarak geri dönülemez sonuçlar doğurmuştur.

Bu doğrultuda, araştırmada bitkiler ikinci gerçek yapraklı döneme eriştiğinde saksılar kuraklık ön uygulamaları için iki gruba ayrılmıştır;

- Kontrol¹: Bitkiler %80 tarla kapasitesinde sulanmaya devam etmiştir.
- Kuraklık ön uygulaması: Bitkiler bir hafta süre boyunca %30 tarla kapasitesinde tutulmuştur.

Kuraklık ön uygulaması sona erdikten sonra bir hafta süresince tüm bitkiler %80 tarla kapasitesinde sulanmaya devam etmiştir.

Kuraklık stresi uygulaması:

Ön uygulamalar sonrası geçen bir haftalık iyileşme sürecinin ardından 14.03.2024 tarihinde saksılar kuraklık stresi uygulamaları için üç gruba ayrılmıştır;

- Kontrol² (%80): Bitkiler %80 tarla kapasitesinde sulanmaya devam etmiştir.
- Kuraklık stresi (%55): Bitkiler %55 tarla kapasitesinde sulanmaya devam etmiştir.
- Kuraklık stresi (%30): Bitkiler %30 tarla kapasitesinde sulanmaya devam etmiştir.

Araştırmada kuraklık stresi seviyeleri olarak %55 ve %30 tarla kapasiteleri sulama seviyelerinin seçilmiş olması araştırma öncesinde gerçekleştirilen ön çalışmalar ile bu seviyelerin yem bezelyesi genotiplerinde sırası ile orta şiddetli ve şiddetli kuraklık seviyeleri olarak belirlenmesine dayanmaktadır.

Bitkilerde kuraklık stresi etkilerinin %30 tarla kapasitesinde sulanan grupta morfolojik belirteç olarak sararmaların görüldüğü 11.04.2024 tarihinde hasat işlemi gerçekleştirilmiştir.

3.2.4. Araştırmada incelenen özellikler

Bitki boyu:

Bitkiler hasat edilmeden hemen önce, her saksıda bulunan 4 bitkide kök boğazı ile sap ucu arasındaki mesafe (cm) ölçülmüştür (Zambi, 2019).

Kök boyu:

Toprak üst aksam uzaklaştırıldıktan sonra, kök bütünlüğüne zarar vermeden kök boğazından kesilen kökler yıkanarak topraktan temizlenmiş ve ardından kök boğazı ile kök ucu arasındaki mesafe (cm) ölçülmüştür (Zambi, 2019).

Toprak üstü yaş ağırlık:

Kök boğazından kesilen bitkiler su kaybetmelerine izin vermeden hassas terazide tartılmış ve g/bitki olarak değerlendirilmiştir (Zambi, 2019).

Toprak üstü kuru ağırlık:

Yaş ağırlığı belirlenen örnekler kurutma dolabında 48 saat süreyle 70 °C sıcaklıkta bekletildikten sonra hassas terazide tartılmış ve g/bitki olarak değerlendirilmiştir (Zambi, 2019).

Kök yaş ağırlık:

Yıkanmış ve üzerindeki fazla suyu uzaklaştırılmış kökler hassas terazide tartılmış ve g/bitki olarak değerlendirilmiştir (Zambi, 2019).

Kök kuru ağırlık:

Yıkanmış olan kökler önce açık havada daha sonra kurutma dolabında 48 saat süreyle 70 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonra hassas terazide tartılmış ve g/bitki olarak değerlendirilmiştir (Zambi, 2019).

Bitkide yaprak sayısı:

Bezelye bitkisinde yaprak, yaprakçıklarla kulakçık ve yaprak sapının ucundaki sülükten oluşmaktadır. Araştırmada hasat edilen bitkilerdeki yapraklar sayılarak her bitki için adet olarak belirlenmiştir (Zambi, 2019).

Yaprak alanı:

Her bitkide oluşan tüm yaprakçıkların alanı dijital yaprak alan ölçer ile ölçülmüş ve cm²/bitki birimi ile değerlendirilmiştir (Altun, 2019).

Yaprak / sap oranı:

Yaprak / sap oranını belirlemek için, her bitkiden yapraklar ve sapsap ayrılarak tartılmış ve birbirine oranlanmıştır (Karayel & Bozoğlu, 2012).

Bağıl su içeriği:

Yaş ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri 12 saat saf suda bekletilerek turgor haline getirilip doymuş ağırlıkları belirlenmiştir. Ardından kese kağıdı içerisinde 48 saat süreyle 70 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra ise bağıl su içeriği % olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Farrant, 2000);

$$\text{Bağıl su içeriği} = [(\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}) / (\text{Turgor ağırlık} - \text{Kuru ağırlık})] \times 100$$

[1]

Toplam klorofil miktarı:

Arnon (1949)'un geliştirmiş olduğu metodun uygulanması ile belirlenen klorofil miktarı analizi için 0.1 g yaş yaprak örneği alınarak 10 ml %80'lik aseton içerisinde seramik havanda homojenize edilmiştir. Bir hafta süresince buz dolabında (+4°C) bekletilen örnekler daha sonra 10 000 × g'de 15 dakika santrifüj edilmiş olup süpernatant kısımları alınmıştır. Daha sonra örneklerin spektrofotometrede 645 ve 663 nm dalga boyunda absorpsanları (A) okunmuştur.

Klorofil a ve klorofil b miktarları aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Arnon, 1949). Toplam klorofil miktarı klorofil a ve klorofil b'nin toplamı olarak esas alınmıştır.

$$\text{Klorofil a (mg/g)} = (12.7 \times A_{663}) - (2.69 \times A_{645}) \times V / W \times 10000$$

[2]

$$\text{Klorofil b (mg/g)} = (22.91 \times A_{645}) - (4.68 \times A_{663}) \times V / W \times 10000$$

[3]

V: Süpernatantın hacmi (ml), W: Ekstrakte edilen yaprak ağırlığı (g), A: Dalga boylarının absorpsan değerlerini ifade etmektedir.

Serbest prolin miktarı:

Bates ve ark. (1973)'ün geliştirmiş olduğu metodun modifiye edilmesi ile belirlenen serbest prolinin miktarı için 0.3 g yaş yaprak örnekleri %3 sülfosalisilik asit (10 ml) içerisinde homojenize edilmiş olup, santrifüj işleminden (10 000 g, 10 dk) sonra süpernatant kısmı alınarak gerekli ekstrakt elde edilmiştir. Daha sonra ekstraktan 1 ml alınarak, 5 ml'lik cam tüpe konulmuş ve üzerine 1 ml glasiyel asetik asit ve 1 ml

ninhidrin ayırıcı çözeltilisi eklenmiştir. Örneklerin üzeri alüminyum folyo ile kapatılarak 95°C’de su banyosunda 30 dk süreyle bekletilmiştir. Reaksiyon, buz banyosunda 5 dk bekletilerek sonlandırılmıştır. Soğuyan örneklerin üzerine 4 ml toluen eklenip vortekslendikten sonra 520 nm’ye ayarlı spektrofotometrede okunarak istenen veri aşağıda verilen formül ile belirlenmiştir;

$$\mu\text{mol prolin/g yaş ağırlık} = [(\mu\text{g prolin/ml} \times \text{ml tolüene}) / 115.5 \mu\text{g}/\mu\text{mol}] / [(g \text{ örnek})/5]$$

[4]

MDA miktarı:

Hodges ve ark. (1999)’nın geliştirmiş olduğu metodun modifiye edilmesi ile belirlenen lipid peroksidasyon (MDA miktarı) için örneklerden alınan 0.5 g yaprak örnekleri üzerine 10 ml % 0.1’lik trikloroasetik asit (TCA) ilave edilmiş ve porselen havanda ezilmiştir. Homojenize edilen karışım daha sonra santrifüj edilmiştir (15 000 g, 5 dk). Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20’lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5’lik tiobarbiturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C’de su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup ardından santrifüj (10 000 g, 15 dk) yapıldıktan sonra süpernatant kısımda 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı belirlenmiş ve aşağıdaki formül ile malondialdehit içeriği hesaplanmıştır;

$$\text{MDA } (\mu\text{mol/g yaş ağırlık}) = [(A_{532}-A_{600})/155 \text{ 000}] \cdot 10^6$$

[5]

3.2.5. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen veriler Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Desenine göre analiz edilmiştir. Hesaplamalar Minitab istatistik paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda %5 önem düzeyi kullanılmıştır. Verilerin karşılaştırılmasında Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde ön kuraklık ve kuraklık stresi faktör olarak değerlendirilmiştir. Genotiplerin kuraklığa karşı hassasiyetlerine ait farklılık daha önce farklı bir araştırmada (Demirkol & Yılmaz, 2023) ortaya konulduğu için bu araştırmada genotipler faktör olarak ele alınmamıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitki boyu

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bitki boyu değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında bitki boyu değeri açısından kontrol² grubuna kıyasla istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Yapılan araştırmalarda yem bezelyesinde artan kuraklık stresi ile birlikte bitki boyu değerinin azaldığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Kausar ve ark., 2023). Bu azalışın nedeni, kuraklık stresi esnasında artış gösteren ABA'nın bitkilerde sürgün gelişimini yavaşlatması olarak açıklanabilir (Sreenivasulu ve ark., 2012). Nitekim, Demirkol & Yılmaz (2023) yapmış oldukları araştırmada kuraklık stresinin yem bezelyesinde ABA artışına sebep olduğunu rapor etmişlerdir.

G1 ve O5 genotiplerinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitki boyunu artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.1). T8 genotipinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamasının artan stres altında bitki boyuna herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.1).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotiplerinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha yüksek boylu olmalarını sağladığı tespit edilmiştir. Benzer bulgulara yakın zamanda gerçekleştirilmiş olan araştırmalarda erişilmiş olup bu durumun bitkiler açısından epigenetik bir kazanım olduğu belirtilmektedir (Tankari ve ark., 2021; Ru ve ark., 2022).

Çizelge 4.1. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bitki boyu (cm) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	22.85±1.12 Aa	16.14±0.95 Ab	10.08±0.74 Bc
% 30 TK KÖU	21.76±1.45 Aa	17.00±1.04 Ab	14.18±0.88 Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.000	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.001
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	24.16±1.45 Aa	20.54±1.66 Ab	16.87±1.01 Bc
% 30 TK KÖU	23.78±2.11 Aa	19.91±1.51 Ab	18.19±0.98 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.021	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.008
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	19.77±1.02	19.44±0.98	15.65±1.34
% 30 TK KÖU	19.94±1.22	18.96±0.85	16.07±0.74
Ortalama	19.86±1.12 a	19.20±0.88 a	15.86±1.04 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.251	Stres: 0.002	İnteraksiyon: 0.289

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.2. Kök boyu

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök boyu değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda her üç genotipte de kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında kök boyu değeri açısından kontrol² grubuna kıyasla istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiştir (Çizelge 4.2).

Yapılan araştırmalarda kuraklık stresi şartlarında bitkilerde absisik asit, etilen ve brassinosteroid sentezlendiği ve söz konusu bileşiklerin kök gelişimini etkilediği, genotipin hassasiyetine göre değişmekle birlikte genellikle düşük seviyedeki kuraklığın kök uzamasını teşvik ettiği, yüksek seviyedeki kuraklığın ise gelişimi bir yerden sonra zayıflattığı belirtilmiştir (Taiz ve ark., 2015). Kuraklık stresi altında kök boyunun uzaması bitkilerde daha derin tabakalardaki suya erişimi sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir adaptasyon olarak kabul edilmektedir (Bothe ve ark., 2018). Nitekim, kuraklık stresine karşı diğer iki genotipe kıyasla daha dayanıklı olan T8 genotipinde %55 tarla kapasitesi kuraklık stresi seviyesinin kontrol²'ye kıyasla kök boyunu artırdığı fakat aynı genotipte %30 tarla kapasitesi kuraklık stresi seviyesinin kontrol²'ye kıyasla kök boyunu azalttığı görülmektedir (Çizelge 4.2).

G1 ve O5 genotiplerinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamasının % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre kök boyunu artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.2). T8 genotipinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının kuraklık stresi altında kök boyuna herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.2).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotiplerinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla kök boyunu artırdığı tespit edilmiştir. Mevcut araştırma bulgularına benzer olarak buğday bitkisinde gerçekleştirilmiş bir çalışmada kuraklık ön uygulamasının daha sonraki dönemde yaşanan kuraklık stresi altında bitkilerde kök boyunu kontrole göre artırdığı saptanmış ve bunun sebebi olarak absisik asit ve jasmonik asit tarafından düzenlenen ve kök uzamasını regüle eden gen bölgelerinin ifade seviyelerinde meydana gelen artış gösterilmiştir (Wang ve ark., 2021).

Çizelge 4.2. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök boyu (cm) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	19.28±0.89 Aa	14.22±1.41 Bb	10.86±0.54 Bc
% 30 TK KÖU	18.98±1.22 Aa	16.66±0.87 Aab	14.28±1.10 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.000	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.000
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	20.45±1.15 Aa	18.22±0.87 Bb	15.11±1.14 Bc
% 30 TK KÖU	20.74±1.74 Aa	19.96±0.45 Aab	18.87±1.54 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.000	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.001
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	18.92±0.75 Ab	21.54±1.42 Aa	16.22±0.45 Ac
% 30 TK KÖU	18.14±1.36 Ab	20.96±1.74 Aa	16.68±1.34 Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.024	Stres: 0.001	İnteraksiyon: 0.008

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.3. Toprak üstü yaş ve kuru ağırlık

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toprak üstü yaş ve kuru ağırlık değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında toprak üstü yaş ve kuru ağırlık değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiştir (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4).

Yapılan araştırmalarda yem bezelyesinde artan kuraklık stresi ile birlikte toprak üstü ağırlık değerinin azaldığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Demirkol & Yılmaz, 2023; Kausar ve ark., 2023). Bu azalışın nedeni, kuraklık stresi esnasında turgor kaybı nedeniyle bitkilerde hücre büyümesinin olumsuz olarak etkilenmesi ve neticesinde yaprakların azalması ve küçülmesi olarak gösterilebilir (Farooq ve ark., 2012). Nitekim, Widuri ve ark. (2018) yapmış oldukları araştırmada fasulye bitkisinde kuraklık stresi altında azalan sürgün ağırlığının sebebini bitkide bağıl su içeriğinin azalması olarak açıklamışlardır.

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre toprak üstü yaş ve kuru ağırlıklarını artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4). O5 ve T8 genotiplerinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının artan stres altında toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkları değerlerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas olan yem bezelyesi genotipinde (G1) stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla sürgün ağırlığına sahip olmalarını sağladığı tespit edilmiştir. Konu ile ilgili gerçekleştirilen bir araştırmada, mevcut araştırmada elde edilen verilere benzerlik gösterecek şekilde kuraklık ön uygulamasının soya bitkisinde kuraklık stresi altında sürgün gelişimini kontrol grubuna kıyasla artırdığı tespit edilmiştir (Sintaha ve ark., 2022). Araştırmacılar kuraklık ön uygulaması gerçekleştirilen bitkilerin ABA tarafından düzenlenen sinyal iletimi aracılığıyla daha kalın bir kütikül yapısına sahip olmaları ve kuraklık stresi karşısında stomalarını daha hızlı bir şekilde kapama fonksiyonları kazanmaları sonucu daha az sürgün gelişim kaybı yaşadıkları sonucuna varmıştır (Banik ve ark., 2016; Sintaha ve ark., 2022).

Çizelge 4.3. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toprak üstü yaş ağırlık (g/bitki) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	8.22±0.64 Aa	4.14±0.22 Bb	1.78±0.11 Bc
% 30 TK KÖU	6.97±0.54 Ba	5.77±0.41 Aab	4.36±0.22 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.002	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.003
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	5.57±0.65 Aa	3.87±0.26 Ab	2.59±0.25 Ac
% 30 TK KÖU	5.18±0.44 Ba	3.65±0.32 Ab	2.92±0.36 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.003	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.003
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	7.36± 0.74	7.15±0.66	5.18±0.52
% 30 TK KÖU	7.04±0.41	6.98±0.24	5.39±0.51
Ortalama	7.20±0.58 a	7.07±0.45 a	5.29±0.52 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.288	Stres: 0.008	İnteraksiyon: 0.326

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.4. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toprak üstü kuru ağırlık (g/bitki) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.25±0.12 Aa	0.72±0.54 Bb	0.33±0.22 Bc
% 30 TK KÖU	1.02±0.09 Ba	0.79±0.44 Ab	0.49±0.45 Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.002	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.000
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.03±0.08 Aa	0.82±0.06 Ab	0.47±0.05 Ac
% 30 TK KÖU	0.87±0.07 Ba	0.75±0.04 Aab	0.60±0.04 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.028	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.037
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.35±0.11	1.28±0.14	0.95±0.07
% 30 TK KÖU	1.26±0.08	1.19±0.11	0.92±0.06
Ortalama	1.31±0.10 a	1.24±0.13 a	0.94±0.07 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.211	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.278

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.4. Kök yaş ve kuru ağırlık

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök yaş ve kuru ağırlık değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5, Çizelge 4.6).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında kök yaş ve kuru ağırlık değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiştir (izelge 4.5, izelge 4.6).

Yapılan araştırmalarda yem bezelyesinde artan kuraklık stresi ile birlikte kök ağırlık değerinin azaldığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Demirkol & Yılmaz, 2023). Bu azalışın nedeni, kök boyu kısmında da ifade edildiği gibi kuraklık stresi karşısında kök bölgesi gelişimi ile ilgili genlerin ifade seviyelerinde meydana gelen azalış veya artışlar olarak gösterilebilir (Taiz ve ark., 2015). Kök boyu değerlerinde %55 tarla kapasitesi kuraklık stresi seviyesinde kontrol²'ye kıyasla kök boyunu artıran T8 genotipi (izelge 4.2) bu artışı kök yaş ve kuru ağırlığında gösterememiş ve sabit kalmıştır (izelge 4.5, izelge 4.6).

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamasının % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre kök yaş ve kuru ağırlığını artırdığı görülürken O5 genotipinde bu artış yalnızca % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kök yaş ve kuru ağırlığında meydana gelmiştir (izelge 4.5, izelge 4.6). T8 genotipinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının kuraklık stresi altında kök yaş ve kuru ağırlığına herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (izelge 4.5, izelge 4.6).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotiplerinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla kök ağırlığını artırdığı tespit edilmiştir. Mevcut araştırma bulgularına benzer olarak soya bitkisinde gerçekleştirilmiş bir çalışmada kuraklık ön uygulamasının daha sonraki dönemde yaşanan kuraklık stresi altında bitkilerde kök ağırlığını kontrole göre artırdığı saptanmış ve bunun sebebi olarak absisik asit tarafından düzenlenen ve kök gelişimini düzenleyen gen bölgelerinin ifade seviyelerinde meydana gelen artış gösterilmiştir (Sintaha ve ark., 2022).

Çizelge 4.5. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök yaş ağırlık (g/bitki) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	3.55±0.25 Aa	2.47±0.22 Bb	1.02±0.08 Bc
% 30 TK KÖU	3.08±0.18 Ba	2.88±0.16 Aab	2.44±0.17 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.003	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.000
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	4.55± 0.42 Aa	3.27±0.25 Ab	1.56±0.22 Bc
% 30 TK KÖU	4.09± 0.36 Ba	3.18±0.34 Ab	1.97±0.12 Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.011	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.017
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	3.76±0.27	3.52±0.36	2.74± 0.18
% 30 TK KÖU	3.54±0.39	3.41±0.21	2.78±0.16
Ortalama	3.65±0.28 a	3.47±0.17 a	2.66±0.28 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.277	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.347

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

Çizelge 4.6. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde kök kuru ağırlık (g/bitki) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	0.75±0.03 Aa	0.51±0.06 Bb	0.23±0.01 Bc
% 30 TK KÖU	0.66±0.05 Ba	0.62±0.04 Aa	0.35±0.02 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.003	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.000
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	0.85±0.06 Aa	0.72±0.08 Ab	0.32±0.01 Bc
% 30 TK KÖU	0.71±0.05 Ba	0.68±0.06 Ab	0.50±0.03 Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.033	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.044
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	0.79±0.05	0.73±0.08	0.52±0.04
% 30 TK KÖU	0.74±0.07	0.68±0.02	0.56±0.04
Ortalama	0.77±0.06 a	0.72±0.05 a	0.51±0.04 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.311	Stres: 0.002	İnteraksiyon: 0.417

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.5. Bitkide yaprak sayısı

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bitkide yaprak sayısı değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 genotipinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuş iken O5 ve T8 genotiplerinde ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında yaprak sayısı değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla istatistiki olarak önemli düşüşler gözlenmiştir (Çizelge 4.7).

Yapılan araştırmalarda yem bezelyesinde artan kuraklık stresi ile birlikte yaprak sayısının azaldığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Kausar ve ark., 2023).

Kuraklık stresi esnasında bitkilerde hücre bölünmelerinin sınırlandırılması ve fotosentez mekanizmasının yavaşlaması neticesinde yaprak alanı ve sayısında azalmalar görülebileceği belirtilmektedir (Taiz ve ark., 2015).

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide yaprak sayısını artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.7). O5 ve T8 genotiplerinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının artan stres altında bitkide yaprak sayısı değerlerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.7).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas olan yem bezelyesi genotipinde (G1) stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla yaprak sayısına sahip olmasını sağladığı tespit edilmiştir. Bu durum, kuraklık ön uygulaması uygulanan bitkilerde artış gösteren ABA'nın kurağa dayanıklılık ile ilgili gen bölgelerini uyararak ifade seviyelerinde meydana getirdiği artış veya azalışlar sonucu bitkinin daha fazla yaprak sayısına sahip olmasını sağladığı şeklinde açıklanabilir (Banik ve ark., 2016; Sintaha ve ark., 2022).

Çizelge 4.7. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak sayısı (adet/bitki) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖÜ (kontrol ¹)	7.22±0.64 Aa	3.65±0.32 Bb	1.36±0.12 Bc
% 30 TK KÖÜ	6.41±0.45 Ba	5.18±0.39 Ab	2.77±0.29 Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.002	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.000
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖÜ (kontrol ¹)	6.52±0.71	4.85±0.32	3.02±0.14
% 30 TK KÖÜ	6.22±0.45	4.91±0.43	3.15±0.22
Ortalama	6.37±0.58 a	4.88±0.38 b	3.09±0.18 c
P değerleri	Ön uygulama: 0.211	Stres: 0.001	İnteraksiyon: 0.279
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖÜ (kontrol ¹)	8.03±0.82	7.89±0.12	5.11±0.52
% 30 TK KÖÜ	7.78±0.54	7.65±0.66	5.03±0.33
Ortalama	7.91±0.68 a	7.77±0.39 a	5.04±0.43 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.244	Stres: 0.004	İnteraksiyon: 0.411

TK: Tarla kapasitesi, KÖÜ: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

4.6. Yaprak alanı

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak alanı değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında yaprak alanı değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla istatistiki olarak önemli dūřuřler gōzlenmiřtir (izelge 4.8).

Yapılan araştırmalarda bitkilerde artan kuraklık stresi ile birlikte yaprak alanının azaldığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Fahad ve ark., 2017). Araştırmalar kuraklık stresi esnasında kuraklığa hassas bitkilerde oluşan su kaybı neticesinde hūcre bōlūnmelerinin olumsuz etkilenmesi ve devamında sınırlandırılmış olan fotosentez mekanizmasının sonucu olarak yaprakların azalması ve kūūlmesinin beklenen bir durum olduğunu vurgulamaktadır (Farooq ve ark., 2012).

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık n uygulamalarının % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna gōre bitkide yaprak alanını artırdığı gōrūlmektedir (izelge 4.8). O5 ve T8 genotiplerinde ise gerçekleştirilen kuraklık n uygulamalarının artan stres altında bitkide yaprak sayısı değerlerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı gōrūlmektedir (izelge 4.8).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık n uygulamasının kuraklığa karşı hassas olan yem bezelyesi genotipinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla yaprak alanına sahip olmasını sağladığı tespit edilmiştir. Bu durum, kuraklık n uygulaması uygulanan bitkilerde daha önce de belirtildiği gibi ABA tarafından dūzenlenen sinyal iletimi aracılığıyla bitkilerin kuraklık stresi karşısında stomalarını daha hızlı bir şekilde kapama fonksiyonları kazanmaları sonucu daha az yaprak alanı kaybı yaşadıkları şeklinde açıklanabilir (Sintaha ve ark., 2022).

Konu ile ilgili gerçekleştirilen bir araştırmada, mevcut araştırmada elde edilen verilere benzerlik gōsterecek şekilde kuraklık n uygulamasının soya bitkisinde kuraklık stresi altında yaprak alanını kontrol grubuna kıyasla artırdığı tespit edilmiştir (Sintaha ve ark., 2022). Araştırmacılar kuraklık n uygulaması gerçekleştirilen bitkilerin daha kalın bir kūtikūl yapısına ve daha etkin stoma mekanizmasına sahip olmaları nedeniyle daha az su kaybı yaşamaları doğrultusunda daha az yaprak alanı kaybı yaşadıklarını belirtmişlerdir (Ru ve ark., 2022).

Çizelge 4.8. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak alanı (cm²/bitki) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	48.41±3.22 Aa	26.22±1.41 Ab	9.25±0.45 Bc
% 30 TK KÖU	32.41±3.56 Ba	24.92±1.85 Ab	23.88±0.12 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.003	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.003
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	54.26±5.84 Aa	42.64±4.55 Ab	21.36±1.85Ac
% 30 TK KÖU	48.22±6.12 Ba	40.11±6.30 Ab	23.11±3.22Ac
P değerleri	Ön uygulama: 0.026	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.031
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	42.26±5.04	41.58±5.22	25.41±3.64
% 30 TK KÖU	40.17±3.11	40.76±6.23	26.58±2.14
Ortalama	41.22±4.07 a	41.17±5.72 a	26.00±2.89 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.274	Stres: 0.001	İnteraksiyon: 0.314

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

4.7. Yaprak / sap oranı

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak / sap oranı değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda kuraklık stresinin her üç genotipte de yaprak / sap oranına etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Yapılan araştırmalarda her ne kadar kuraklık stresi altında yaprak / sap oranı değerlerinde farklılıklar görülebilir olsa da (Temel ve Yazıcı, 2021) mevcut araştırmada bu fark ortaya çıkmamıştır.

Benzer şekilde araştırmada gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda kuraklık n uygulamasının her üç genotipte de yaprak / sap oranına etkisi istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Literatürde kuraklık n uygulamasının herhangi bir bitkide yaprak / sap oranı değerine etkisinin belirlenmesine yönelik bir araştırmaya rastlanılamamıştır.

Çizelge 4.9. Kuraklık n uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde yaprak / sap oranı değerleri

G1			
n uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KU (kontrol ¹)	0.96±0.05	0.97±0.05	0.89±0.05
% 30 TK KU	0.98±0.12	0.95±0.09	0.96±0.12
P değerleri	n uygulama: 0.345	Stres: 0.224	İteraksiyon: 0.415
O5			
n uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KU (kontrol ¹)	0.98±0.08	0.94±0.09	0.99±0.04
% 30 TK KU	0.95±0.05	0.93±0.08	1.01±0.05
P değerleri	n uygulama: 0.296	Stres: 0.344	İteraksiyon: 0.398
T8			
n uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KU (kontrol ¹)	0.93±0.11	0.96±0.09	0.93±0.08
% 30 TK KU	0.99±0.08	1.01±0.05	0.96±0.03
P değerleri	n uygulama: 0.185	Stres: 0.280	İteraksiyon: 0.466

TK: Tarla kapasitesi, KU: Kuraklık n uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık n uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık n uygulama ortalamalarında ortak kk harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

4.8. Bağıl su içeriği

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bağıl su içeriği değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 genotipinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksyonu önemli bulunmuş iken O5 ve T8 genotiplerinde ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.10).

Araştırmada G1 ve O5 genotiplerinde artan kuraklık stresi seviyeleri altında bağıl su içeriği değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla önemli düşüşler gözlenirken bu düşüşler T8 genotipinde istatistiki olarak önemsiz tespit edilmiştir (Çizelge 4.10). Bitkilerde artan kuraklık stresi ile birlikte yaprak bağıl su içeriğinin azaldığı bilinmektedir (Tunçtürk ve ark., 2021). Bu azalış bitkilerin kuraklık stresi altında turgor durumlarını kaybetmelerinden kaynaklanmaktadır. Yukarıda belirtilen yaprakların azalması ve küçülmesi gibi bulguların temelinde bağıl su içeriğinin azalması bulunmaktadır.

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide bağıl su içeriğini artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.10). O5 ve T8 genotiplerinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının artan stres altında bitkide bağıl su içeriği değerlerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.10).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas olan yem bezelyesi genotipinde (G1) stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla bağıl su içeriğine sahip olmasını sağladığı tespit edilmiştir. Bu durum yapılan araştırmalarda diğer özelliklerde de belirtildiği gibi kuraklık ön uygulaması uygulanan bitkilerde kuraklık stresi karşısında stomaların daha hızlı reaksiyon göstermeleri ve bu bitkilerin daha kalın bir kütikül yapısına erişmeleri olarak açıklanmıştır (Saha ve ark., 2022).

Çizelge 4.10. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bağıl su içeriği (%) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	85.41±4.11 Aa	77.41±4.51 Bb	63.21±2.08 Bc
% 30 TK KÖU	83.45±3.84 Aa	82.26±1.25 Aa	74.50±4.11 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.025	Stres: 0.008	İnteraksiyon: 0.018
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	82.18±4.41	83.45±3.45	73.84±4.74
% 30 TK KÖU	80.22±6.65	81.94±9.41	71.22±6.21
Ortalama	81.20±5.53 a	82.70±6.43 a	72.53±5.48 b
P değerleri	Ön uygulama: 0.189	Stres: 0.024	İnteraksiyon: 0.220
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	84.74±6.45	84.16±3.45	82.18±4.33
% 30 TK KÖU	85.14±5.41	83.45±5.74	82.78±2.84
P değerleri	Ön uygulama: 0.275	Stres: 0.156	İnteraksiyon: 0.307

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.9. Toplam klorofil miktarı

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toplam klorofil miktarı değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Araştırmada G1 ve O5 genotiplerinde artan kuraklık stresi seviyeleri altında toplam klorofil miktarı değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla önemli düşüşler

gözlenirken bu düşüşler T8 genotipinde istatistiki olarak önemsiz tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Araştırmada toplam klorofil miktarı klorofil a ve klorofil b'nin toplamıyla elde edilmiştir. Klorofil a ve klorofil b fotosentetik canlılarda görev alan ve birçok araştırmada toplam klorofil miktarının belirlenmesi için esas alınan temel pigmentlerdir (Demirkol & Yılmaz, 2023). Fotosentez esnasındaki en önemli görevleri ışığın soğurulması ve elektron aktarımı olan klorofillerin kuraklık stresi altında sentezlerinde önemli azalmalar meydana geldiği bilinmektedir (Kaya & İnan, 2018). Bu azalışların hassas genotiplerde dayanıklı olan genotiplere nazaran daha fazla olması beklenen bir durumdur. Mevcut araştırmada kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde bitki büyüme oranında, gövde uzamasında ve yaprak alanında meydana gelen azalmalar toplam klorofil miktarında tespit edilen azalışlar ile ilişki içerisinde (Tiryaki ve ark., 2023).

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide toplam klorofil miktarını artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.11). O5 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının ise % 55 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide toplam klorofil miktarını artırdığı görülmektedir (Çizelge 4.11). T8 genotipinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının artan stres altında bitkide bağıl su içeriği değerlerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.11).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotiplerinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla toplam klorofil miktarına sahip olmasını sağladığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan bir araştırmada sıcaklık ön uygulaması gerçekleştirilen bitkilerde ribuloz bifosfat karboksilaz (Rubisco) aktive edici genlere ait transkript seviyelerinin kontrole kıyasla daha yüksek olduğu ve bu durumun klorofil sentezi ve fotosentetik hız ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Wang ve ark., 2020). Farklı bir araştırmada kuraklık ön uygulaması gerçekleştirilmiş bitkilerin kuraklık stresi altında kontrole kıyasla daha fazla toplam klorofil miktarı içermelerine

sebeup olarak Rubisco enziminin artması ile ilgili genlerin artan ifade seviyeleri ve klorofilin parçalanmasında görev alan genlerin azalan ifade seviyeleri gösterilmiştir (Ru ve ark., 2022).

Çizelge 4.11. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde toplam klorofil miktarı (mg/g) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.25±0.14 Aa	1.08± 0.08 Ab	0.88±0.05 Bc
% 30 TK KÖU	1.16±0.09 Aa	1.12± 0.10 Aa	1.04±0.06 Aa
P değerleri	Ön uygulama: 0.000	Stres: 0.001	İnteraksiyon: 0.001
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.32±0.11 Aa	1.04±0.08 Bb	1.02±0.08 Ab
% 30 TK KÖU	1.25±0.16 Aa	1.22±0.05 Aa	1.06±0.09 Ab
P değerleri	Ön uygulama: 0.129	Stres: 0.002	İnteraksiyon: 0.012
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.18±0.12	1.10±0.05	1.04±0.12
% 30 TK KÖU	1.26±0.08	1.06±0.10	0.98±0.10
P değerleri	Ön uygulama: 0.394	Stres: 0.125	İnteraksiyon: 0.302

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama ± standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05).

4.10. Serbest prolin miktarı

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde serbest prolin miktarı değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksiyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında serbest prolin miktarı değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla önemli artışlar görölmektedir (izelge 4.12). Prolin proteinlerin yapısında bulunan ve proliddin iskeletinde beş karbon atomu taşıyan 20 α -amino asitten biridir (Kılıç, 2020). Bitkilerde abiyotik strese yanıt olarak biriken önemli ozmolitlerden biri olan prolinin stres anında enzim biyosentezlerini aktivite ederek hücredeki membran bütönlüğünün sağlanması ve ozmotik dengenin korunmasında önemli rol oynadığı ve bu sayede bitkinin stres toleransının artmasına katkı sağladığı bilinmektedir (Khaleghi ve ark., 2019). Nitekim, kuraklığa diğer iki genotipe kıyasla daha dayanıklı olduğu bilinen T8 genotipinde artan kuraklık stresinde meydana gelen dört katın üzerindeki artış bu bilgiyi destekler niteliktedir (izelge 4.12). Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen G1 genotipine ait kuraklık ön uygulaması yapılmayan (kontrol¹) bitkilerde orta şiddetli seviyedeki kuraklık stresinde serbest prolin miktarı artış gösterirken şiddetli seviyedeki kuraklık stresinde ise kontrol² seviyesine kadar azaldığı görölmektedir (izelge 4.12). Strese karşı hassas olan bitkilerde ağır stres altında serbest prolin seviyesindeki artışların görölememesi beklenen bir durum olup, bitkilerin ilgili transkripsiyon artışını gösteremediğini ifade etmektedir (Demirkol & Yılmaz, 2023).

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide serbest prolin miktarını artırdığı görölmektedir (izelge 4.12). O5 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının ise % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide serbest prolin miktarını artırdığı görölmektedir (izelge 4.12). T8 genotipinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının artan stres altında bitkide serbest prolin miktarı değerlerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görölmektedir (izelge 4.12).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotipinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla serbest prolin miktarına sahip olmasını sağladığı tespit edilmiştir.

Daha önce yapılan bir araştırmada kuraklık ön uygulaması gerçekleştirilmiş olan bitkilerin kuraklık stresi altında kontrole kıyasla daha fazla serbest prolin miktarı içermelerine sebep olarak; prolin sentezi ile ilgili genlerin artan ifade seviyeleri gösterilmiştir (Wojtyla ve ark., 2020; Ru ve ark., 2022).

Çizelge 4.12. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde serbest prolin miktarı ($\mu\text{mol/g}$) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.69±0.12 Ab	2.03±0.11 Aa	1.79±0.24 Bb
% 30 TK KÖU	1.75±0.19 Ac	2.15±0.23 Ab	3.36±0.17 Aa
P değerleri	Ön uygulama: 0.002	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.001
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.52±0.17 Ab	2.06±0.18 Ba	1.92±0.13 Ba
% 30 TK KÖU	1.41±0.11 Ab	2.68±0.11 Aa	2.66±0.28 Aa
P değerleri	Ön uygulama: 0.006	Stres: 0.005	İnteraksiyon: 0.009
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	1.74±0.14	1.85±0.19	7.84±0.56
% 30 TK KÖU	1.79±0.19	1.76±0.09	7.37±0.41
Ortalama	1.77±0.16 b	1.81±0.14 b	7.66±0.48 a
P değerleri	Ön uygulama: 0.165	Stres: 0.001	İnteraksiyon: 0.269

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama \pm standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

4.11. MDA miktarı

Kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde lipid peroksidasyon (MDA miktarı) değerlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda G1 ve O5 genotiplerinde kuraklık ön uygulaması × kuraklık stresi interaksyonu önemli bulunmuş iken T8 genotipinde ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Araştırmada her üç genotipte de artan kuraklık stresi seviyeleri altında MDA miktarı değerleri açısından kontrol² grubuna kıyasla önemli artışlar görülmektedir (Çizelge 4.13). Bilindiği üzere artan kuraklık stresi ile meydana gelen fotosentetik hasar sonucu biriken elektronlar bitkilerde reaktif oksijen bileşikleri oluşturmaktadır (Choudhury ve ark., 2017). Bununla birlikte artan oksidatif zararlanma hücre zarında lipid peroksidasyonuna sebep olmakta ve zar geçirgenliğinin bozularak hücre ölümüne neden olmaktadır (Tian ve ark., 2012). Lipid peroksidasyonu organizmada oluşan bir serbest radikal sonucu membran yapısında bulunan doymamış yağ asidi zincirinden bir hidrojen atomu uzaklaştırılması ile başlar. Bunun sonucunda yağ asidi zinciri bir lipid radikali özelliği kazanır (Pekşen, 2014). Kuraklık stres çalışmaları için önemli bir parametre olan lipid peroksidasyonu esnasında oksidasyona bağlı olarak ortaya çıkan son ürün olan MDA miktarının belirlenmesi peroksidasyonun şiddetini belirleyen en doğru yöntem olarak kabul edilmektedir (Barrera ve ark., 2018). Mevcut araştırmada, kuraklığa karşı diğer iki genotipe kıyasla daha hassas olduğu bilinen G1 genotipinde artan kuraklık stres seviyesi ile birlikte görülen yüksek MDA artışları verilen bilgiyi destekler niteliktedir.

G1 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının % 55 ve % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide MDA miktarını azalttığı görülmektedir (Çizelge 4.13). O5 genotipinde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının ise % 30 tarla kapasitesi kuraklık stresi altında kontrol¹ grubuna göre bitkide MDA miktarını azalttığı görülmektedir (Çizelge 4.13). T8 genotipinde ise gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamalarının artan stres altında bitkide MDA miktarı değerlerine herhangi bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 4.13).

Elde edilen veriler dikkate alındığında kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotipinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha az MDA miktarına sahip olmasını sağladığı tespit edilmiştir. Daha önce yapılan araştırmalar kuraklık ön uygulaması gerçekleştirilmiş olan bitkilerin kuraklık stresi altında kontrole kıyasla daha az MDA miktarı içermelerine sebep olarak; mevcut araştırma sonuçlarında da açıklandığı üzere ilgili bitkilerde daha az fotosentetik hasar meydana gelmesi neticesinde daha az ROS birikmesi gösterilmiştir (Wang ve ark., 2021; Ru ve ark., 2022).

Çizelge 4.13. Kuraklık ön uygulaması sonucu kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde MDA ($\mu\text{mol/g}$) değerleri

G1			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	24.56±1.84 Bc	39.42±1.45 Ab	86.38±5.44 Aa
% 30 TK KÖU	28.15±2.21 Ab	28.96±2.45 Bb	59.78±6.20 Ba
P değerleri	Ön uygulama: 0.001	Stres: 0.000	İnteraksiyon: 0.002
O5			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	18.12±1.12 Ab	24.29±2.33 Aa	26.89±2.04 Aa
% 30 TK KÖU	19.91±1.45 Ab	22.77±1.29 Aa	23.02±1.61 Ba
P değerleri	Ön uygulama: 0.003	Stres: 0.001	İnteraksiyon: 0.019
T8			
Ön uygulama/Stres	% 80 TK KS (kontrol ²)	% 55 TK KS	% 30 TK KS
% 80 TK KÖU (kontrol ¹)	28.05±1.89	27.88±3.04	38.29±4.12
% 30 TK KÖU	29.52±3.21	29.32±2.11	40.11±3.88
Ortalama	28.78±2.55 b	28.60±2.58 a	39.20±4.00 a
P değerleri	Ön uygulama: 0.107	Stres: 0.034	İnteraksiyon: 0.331

TK: Tarla kapasitesi, KÖU: Kuraklık ön uygulaması, KS: Kuraklık stresi, G1: Kuraklığa karşı hassas olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, O5: Kuraklığa karşı orta düzeyde dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi, T8: Kuraklığa karşı dayanıklı olduğu bilinen yem bezelyesi genotipi. Çizelgede yer alan değerler; ortalama \pm standart hatayı göstermektedir. Aynı çeşitte ve aynı kuraklık stresi seviyesi ortalamalarında ortak büyük harfi olmayan kuraklık ön uygulama ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$). Aynı çeşitte ve aynı kuraklık ön uygulama ortalamalarında ortak küçük harfi olmayan kuraklık stresi seviyesi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($p<0.05$).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz tarımını global düzeyde tehdit eden faktörlerin başında kuşkusuz küresel iklim değişikliği ile beraberinde doğurduğu kuraklık stresi gelmektedir. Bu sebeple son yıllarda kuraklık stresi ile ilgili yapılan araştırmalarda artış gözlenmektedir. Konu ile ilgili yakın zamanda gerçekleştirilen çalışmalar, bitkinin erken gelişim döneminde yaşanan kuraklık stresinin daha sonra yaşanacak stress karşısında bitkilere avantaj sağladığını göstermiştir. Bu durum stresin deneyimlenmesinin ardından DNA dizisinde değişiklik olmaksızın meydana gelen modifikasyonlar ile ortaya çıkan epigenetik bir kazanım olarak ifade edilmektedir.

Yem bezelyesi yüksek yem değerine sahip bir baklagil yem bitkisi olması yanında kuraklık stresi karşısında ciddi verim ve kalite kayıpları yaşayan bir türdür. Bu nedenle yem bezelyesi türünde kuraklık stresinin artmasına yönelik araştırmaların artması gerektiği düşünülmektedir.

Mevcut araştırmada verilen bilgiler ışığında kuraklık ön uygulamasının kuraklık stresi altındaki yem bezelyesi genotiplerinde epigenetik bir kazanım sağlayacağını morfolojik ve fizyolojik olarak ortaya konulmasına yönelik bir hipotez oluşturulmuştur.

Araştırma sonuçları dikkate alındığında; kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas (G1) ve orta dayanıklı olan (O5) yem bezelyesi genotiplerinde stres hafızası oluşturarak kuraklık stresi karşısında kontrol¹'e kıyasla daha fazla bitki boyu, kök boyu, kök ağırlığı, toplam klorofil miktarı ve serbest prolin miktarına sahip olmalarını sağladığı tespit edilmiştir. Kuraklık ön uygulaması ile kuraklık stresi karşısında elde edilen bu artışlar; sürgün ağırlığı, bitkide yaprak sayısı, yaprak alanı ve bağıl su içeriği değerleri açısından yalnızca kuraklığa karşı hassas olan yem bezelyesi genotipinde gözlenmiştir. Bunun yanı sıra kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı hassas ve orta dayanıklı olan yem bezelyesi genotiplerinde kuraklık stresi altında daha az MDA miktarına sahip olmalarına neden olduğu ortaya koyulmuştur.

Elde edilen sonuçlar kuraklık ön uygulamasının kuraklığa karşı dayanıklılık oluşturmada hassas genotiplerde daha iyi sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Buna sebep olarak kuraklığa karşı daha dayanıklı olan genotipe ait önceki

generasyonlarda ilgili modifikasyonların DNA bölgesinde var olması ve bu modifikasyonların epigenetik bir kazanım olarak nesiller boyu devam etmesi gösterilebilecek olsa da bu durum ilgili stres hafıza genlerine ait ifade düzeylerinin ortaya konarak kanıtlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bitkilerde olduğu ifade edilen stres hafızasının transkriptomik ve proteomik çalışmalar gibi ilgili moleküler yöntemler ile doğrulanması gerekmektedir.

Araştırma sonuçları doğrultusunda, kuraklık stresine karşı yem bezelyesinde erken gelişim döneminde gerçekleştirilen kuraklık ön uygulamasının, bitkinin daha sonraki dönemlerde karşılaşabileceği kuraklık stresine karşı dayanıklılığını artırabileceği ortaya konulmuştur. Bu durum, bitkinin erken büyüme döneminde kontrollü su kısıtlığına maruz kalarak, gelecek kuraklık koşullarına daha iyi uyum sağlayabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla, bu strateji, gelecekte yaşanabilecek kuraklık dönemlerinde bitkinin daha dirençli kalmasını sağlayarak stresin etkilerini azaltabilmek için uygulanabilecek etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Açıköz, E., 2021. Yem Bitkileri (Yenilenmiş ve Genişletilmiş IV. Baskı I. Cilt.). Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü.
- Ahmad, A., Aslam, Z., Javed, T., Hussain, S., Raza, A., Shabbir, R. ve Ali, M.M., 2022. Screening of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes for drought tolerance through agronomic and physiological response. *Agronomy*, 12 (2), 287-303.
- Altun, M., 2019. Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı börülce (*Vigna unguiculata* L.) çeşitlerinde bitki gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Anonim, 2022. Yem Bitkileri Üretimi, Mevcut Durumu ve İklim Değişikliği Kapsamında Alınacak Önlemleri Değerlendirme Çalıştayı, Sonuç Raporu.
- Arıcan, E.S., 2019. Ekmeklik buğday çeşitlerinde ardışık hidrojen peroksit uygulamalarının tuz stresi toleransı üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-15.
- Ashraf, M.A., Akbar, A., Askari, S.H., Iqbal, M., Rasheed, R. ve Hussain, I., 2018. Recent advances in abiotic stress tolerance of plants through chemical priming: an overview. *Advances in Seed Priming*, 51-79.
- Banik, P., Zeng, W., Tai, H., Bizimungu, B., & Tanino, K., 2016. Effects of drought acclimation on drought stress resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 126, 76-89.
- Barrera, G., Pizzimenti, S., Daga, M., Dianzani, C., Arcaro, A., Cetrangolo, G.P. ve Gentile, F., 2018. Lipid peroxidation-derived aldehydes, 4-hydroxynonenal and malondialdehyde in aging-related disorders. *Antioxidants*, 7 (8), 102-118.

- Bates, L.S., Waldren, R.P. ve Teare, I., 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39 (1), 205-207.
- Beckers, G.J. ve Conrath, U., 2007. Priming for stress resistance: from the lab to the field. *Current Opinion in Plant Biology*, 10 (4), 425-431.
- Bilichak, A., Ilnytskyy, Y., Wóycicki, R., Kepeshchuk, N., Fogen, D., Kovalchuk, I., 2015. The elucidation of stress memory inheritance in *Brassica rapa* plants. *Frontiers in Plant Science* 6, 5.
- Bothe, A., Westermeier, P., Wosnitza, A., Willner, E., Schum, A., Dehmer, K. J., & Hartmann, S., 2018. Drought tolerance in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) as assessed by two contrasting phenotyping systems. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 204(4), 375-389.
- Chakraborti, S., Bera, K., Sadhukhan, S. ve Dutta, P., 2021. Bio-priming of seeds: plant stress management and its underlying cellular, biochemical and molecular mechanisms. *Plant Stress*, 1-16.
- Choudhury, F.K., Rivero, R.M., Blumwald, E. ve Mittler, R., 2017. Reactive oxygen species, abiotic stress and stress combination. *The Plant Journal*, 90 (5), 856-867.
- Demirkol, G., 2017. Yerel bezelye populasyonlarının karakterizasyonu ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Ordu Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Demirkol, G., 2021. PopW enhances drought stress tolerance of alfalfa via activating antioxidative enzymes, endogenous hormones, drought related genes and inhibiting senescence genes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166, 540-548.
- Demirkol, G. ve Yılmaz, N., 2023. Morphologically and genetically diverse forage pea (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) genotypes under single and combined salt and drought stresses. *Plant Physiology and Biochemistry*, 196, 880-892.

- Demirkol, G., Yılmaz, N. ve Önal Aşçı, Ö., 2019. Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22 (3), 354-359.
- Erkovan, Ş., İleri, O., Erkovan, H.İ. ve Koç, A., 2020. Eskişehir ekolojisinde uygun ekim zamanı ve ekim sıklığının yem bezelyesinin yaş ot verimi ve bazı özelliklerine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (1), 225-232.
- Fahad, S., Bajwa, A. A., Nazir, U., Anjum, S. A., Farooq, A., Zohaib, A., & Huang, J., 2017. Crop production under drought and heat stress: plant responses and management options. Frontiers in plant science, 8, 1147.
- Farooq, M., Hussain, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M., 2012. Drought stress in plants: an overview. Plant responses to drought stress: From morphological to molecular features, 1-33.
- Farrant, J.M., 2000. A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species. Plant Ecology, 151 (1), 29-39.
- Gonzalez, A.P.R., Chrték, J., Dobrev, P.I., Dumalasová, V., Fehrer, J., Mráz, P., Latzel, V., 2016. Stress-induced memory alters growth of clonal offspring of white clover (*Trifolium repens*). Am. J. Bot. 103 (9), 1567–1574.
- Hazaymeh, K. ve Hassan, Q.K., 2016. Remote sensing of agricultural drought monitoring: A state of art review. AIMS Environmental Science, 3 (4), 604-630.
- He, Y. ve Li, Z., 2018. Epigenetic environmental memories in plants: establishment, maintenance, and reprogramming. Trends in Genetics, 34 (11), 856-866.
- Hilker, M. ve Schmölling, T., 2019. Stress priming, memory, and signalling in plants. Plant, Cell & Environment, 42 (3), 753-761.
- Hodges, D.M., DeLong, J.M., Forney, C.F. ve Prange, R.K., 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta, 207 (4), 604-611.

- Huang, Z., Hejazi, M., Tang, Q., Vernon, C.R., Liu, Y., Chen, M. ve Calvin, K., 2019. Global agricultural green and blue water consumption under future climate and land use changes. *Journal of Hydrology*, 574, 242-256.
- Hu, T., Jin, Y., Li, H., Amombo, E., Fu, J., 2016. Stress memory induced transcriptional and metabolic changes of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) in response to salt stress. *Physiol. Plantarum* 156, 54–69.
- İnce, A.G. ve Karaca, M., 2019. Epigenetik mekanizmalar ve tarımsal üretimde epigenetik yaklaşımlar. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12 (2), 51-58.
- Jacques, C., Salon, C., Barnard, R.L., Vernoud, V. ve Prudent, M., 2021. Drought stress memory at the plant cycle level: A review. *Plants*, 10 (9), 1-13.
- Jin, J., Niu, J., Guo, T., Zhou, R., ve Sun, L. Z., 2020. The effect of drought on physiological responses of forage plants to salt stresses depends on occurring time. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42 (6), 91, 1-10.
- Karayel, R. ve Bozoğlu, H., 2012. Yemlik yetiştiriciliğe uygun yerel bezelye (*Pisum sativum* L.) genotipleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 1 (2), 83-90.
- Kausar, A., Zahra, N., Zahra, H., Hafeez, M. B., Zafer, S., Shahzadi, A., & Prasad, P. V., 2023. Alleviation of drought stress through foliar application of thiamine in two varieties of pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Signaling & Behavior*, 18(1), 2186045.
- Kaya, A., & İnan, M., 2018. Kuraklık ve Tuz Streslerine Maruz Kalan Tütün (*Nicotiana tabacum* L.) Bitkisinde Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Melatoninin Etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(4), 559-564.
- Khaleghi, A., Naderi, R., Brunetti, C., Maserti, B.E., Salami, S.A. ve Babalar, M., 2019. Morphological, physiochemical and antioxidant responses of *Maclura pomifera* to drought stress. *Scientific Reports*, 9 (1), 1-12.

- Kılıç, B., 2020. Prolin ön uygulamasının kuraklık stresi koşullarındaki karaçam tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Kılınçoğlu, N., 2021. Kuraklık Stresi Altındaki Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkisine Bazı Osmotik Koruyucuların Etkisinin Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerin İncelenmesi. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa.
- Koç, C., 2018. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Fotosentetik Pigmentler ve Antioksidant Enzimler Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi. Biyomühendislik Anabilim Dalı, Karaman.
- Lukić, N., Kukavica, B., Davidović-Plavšić, B., Hasanagić, D. ve Walter, J. (2020). Plant stress memory is linked to high levels of anti-oxidative enzymes over several weeks. *Environmental and Experimental Botany*, 178, 104166.
- Marthandan, V., Geetha, R., Kumutha, K., Renganathan, V.G., Karthikeyan, A. ve Ramalingam, J., 2020. Seed priming: a feasible strategy to enhance drought tolerance in crop plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 21, 1-23.
- Mendanha, T., Rosenqvist, E., Nordentoft Hyldgaard, B., Doonan, J.H. ve Ottosen, C.O., 2020. Drought priming effects on alleviating the photosynthetic limitations of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.) with contrasting tolerance to abiotic stresses. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 206 (6), 651-664.
- Mukherjee, S., Mishra, A. ve Trenberth, K.E., 2018. Climate change and drought: a perspective on drought indices. *Current Climate Change Reports*, 4 (2), 145-163.
- Mwadingeni, L., Shimelis, H., Rees, D.J.G. ve Tsilo, T.J., 2017. Genome-wide association analysis of agronomic traits in wheat under drought-stressed and non-stressed conditions. *PLoS One*, 12 (2), 1-13.

- Özel, S.D., 2016. Macar fiğ ve yem bezelyesinde kuraklık stresinin morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Özkan, U., 2020. Türkiye yem bitkileri tarımına karşılaştırmalı genel bakış ve değerlendirme. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research, 1 (1), 29-43.
- Pekşen, S. 2014. Arpa'da kök büyümesi, antioksidatif enzim aktivitesi ve lipid peroksidasyonu üzerine arsenik'in etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Ru, C., Hu, X., Chen, D., Wang, W. ve Song, T., 2022. Heat and drought priming induce tolerance to subsequent heat and drought stress by regulating leaf photosynthesis, root morphology, and antioxidant defense in maize seedlings. Environmental and Experimental Botany, 202, 1-16.
- Ruwanza, S., Thondhlana, G. ve Falayi, M., 2022. Research progress and conceptual insights on drought impacts and responses among smallholder farmers in South Africa: a review. Land, 11 (2), 159.
- Saha, D., Choyal, P., Mishra, U. N., Dey, P., Bose, B., Prathibha, M. D., & Singhal, R. K., 2022. Drought stress responses and inducing tolerance by seed priming approach in plants. Plant Stress, 4, 100066.
- Seleiman, M.F., Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y. ve Battaglia, M.L., 2021. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. Plants, 10 (2), 259.
- Shahzad, M.A., Jan, S. U., Afzal, F., Khalid, M., Gul, A., Sharma, I. ve Ahmad, P., 2016. Drought stress and morphophysiological responses in plants. Water stress and crop plants: A sustainable approach, 2, 452-467.
- Sintaha, M., Man, C. K., Yung, W. S., Duan, S., Li, M. W., & Lam, H. M., 2022. Drought stress priming improved the drought tolerance of soybean. Plants, 11(21), 2954.

- Sreenivasulu, N., Harshavardhan, V. T., Govind, G., Seiler, C., & Kohli, A., 2012. Contrapuntal role of ABA: does it mediate stress tolerance or plant growth retardation under long-term drought stress?. *Gene*, 506(2), 265-273.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A., 2015. *Plant Physiology and Development*. 6th edition, Oxford Publishing.
- Tankari, M., Wang, C., Ma, H., Li, X., Li, L., Sothar, R.K. ve Liu, F., 2021. Drought priming improved water status, photosynthesis and water productivity of cowpea during post-anthesis drought stress. *Agricultural Water Management*, 245, 1-10.
- Temel, S. ve Yazıcı, E., 2021. Ağrı-Eleşkirt Koşullarında Yazlık Olarak Farklı Zamanlarda Ekilen Yem Bezelyesi Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(2), 306-314.
- Tian, Z., Wang, F., Zhang, W., Liu, C. ve Zhao, X., 2012. Antioxidant mechanism and lipid peroxidation patterns in leaves and petals of marigold in response to drought stress. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53 (3), 183-192.
- Tiryaki, T., Yıldırım, F., & Çelik, C., 2023. Kısıtlı Su Stresi Altında Yağ Gülü (*Rosa x damascena* Mill.) Fidanlarının Morfolojik Tepkileri ile Toplam Klorofil ve Fenolik İçeriklerinin Değişimi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(4), 778-787.
- Tiwari, R.K., Lal, M.K., Kumar, R., Chourasia, K.N., Naga, K.C., Kumar, D. ve Zinta, G., 2021. Mechanistic insights on melatonin-mediated drought stress mitigation in plants. *Physiologia Plantarum*, 172 (2), 1212-1226.
- Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., & Oral, E., 2021. Kuraklık stresi koşullarında yetiştirilen soya fasulyesinin (*Glycine max* L.) bazı fizyolojik özellikleri üzerine rizobakterium (PGPR) uygulamalarının etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 359-368.
- Turgut Kara, N., Arıkan, B. ve Celik, H., 2020. Epigenetic memory and priming in plants. *Genetica*, 148 (2), 47-54.

- Uslu, Ö.S., Gedik, O., Alhamedi, M. ve Alminfi, K., 2021. Kuraklık stresinin bazı yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi, 3 (2), 28-36.
- Ventouris, Y.E., Tani, E., Avramidou, E.V., Abraham, E.M., Chorianopoulou, S.N., Vlachostergios, D.N., Papadopoulos, G., Kapazoglou, A., 2020. Recurrent water deficit and epigenetic memory in medicago sativa L. Varieties. Appl. Sci. 10 (9), 3110.
- Wahab, A., Abdi, G., Saleem, M.H., Ali, B., Ullah, S., Shah, W., Marc, R.A., 2022. Plants' physio-biochemical and phyto-hormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: a comprehensive review. Plants, 11 (13), 1620.
- Wang, X., Li, Q., Xie, J., Huang, M., Cai, J., Zhou, Q. ve Jiang, D., 2021. Abscisic acid and jasmonic acid are involved in drought priming-induced tolerance to drought in wheat. The Crop Journal, 9 (1), 120-132.
- Wang, X., Wollenweber, B., Liu, F., & Jiang, D., 2020. Heat priming induces intra-and trans-generational thermo-tolerance in crop plants. In Priming-mediated stress and cross-stress tolerance in crop plants. Priming-Mediat. Stress Cross-Stress Toler. Crop Plants 175–181.
- Wang, X., Zhang, J., Song, J., Huang, M., Cai, J., Zhou, Q. ve Jiang, D., 2020. Abscisic acid and hydrogen peroxide are involved in drought priming-induced drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Biology, 22 (6), 1113-1122.
- Widuri, L. I., Lakitan, B., Sodikin, E., Hasmeda, M., Meihana, M., Kartika, K., & Siaga, E., 2018. Shoot and root growth in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) exposed to gradual drought stress. Agrivita Journal of Agricultural Science, 40(3), 442-452.
- Wojtyła, U., Paluch-Lubawa, E., Sobieszczuk-Nowicka, E., Garnczarska, M., 2020. Drought stress memory and subsequent drought stress tolerance in plants. Priming-Mediat. Stress Cross-Stress Toler. Crop Plants 115–131.

Zambi, H., 2019. Farklı NaCl konsantrasyonlarının bazı bezelye (*Pisum sativum*) çeşit ve genotiplerinin bitki gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.

Zhang, F., Rosental, L., Ji, B., Brotman, Y. ve Dai, M. 2024. Metabolite-mediated adaptation of crops to drought and the acquisition of tolerance. *The Plant Journal*, Erken görünüm, Baskıda.

Zhang, X., Xu, Y., & Huang, B., 2019. Lipidomic reprogramming associated with drought stress priming-enhanced heat tolerance in tall fescue (*Festuca arundinacea*). *Plant, cell & environment*, 42(3), 947-958.



7. EKLER



a



b



c

Ek 1. Araştırmada kullanılan genotipler; a) G1 kodlu genotip, b) O5 kodlu genotip, c) T8 kodlu genotip.



Ek 2. Denemenin ilk günü.



a



b



c



d

Ek 3. Denemede farklı tekerrürleri gösteren fotoğraf. Her fotoğraf (a, b, c, d) ayrı bir tekerrürü göstermektedir. Tekerrürler içerisinde işaretlenen soldan ilk seçili alan G1, ikinci alan O5, üçüncü alan ise T8 genotipi içerisindeki uygulamaları göstermektedir.



a) G1 kodlu genotip



b) O5 kodlu genotip



b) T8 kodlu genotip

Ek 4. Farklı uygulamalara ait saksılardaki yem bezelyesi genotipleri.