



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KURAKLIK STRESİNDE HİDROJEN PEROKSİT (H₂O₂) ÖN
UYGULAMASININ BUĞDAY FİDELERİNDE, BÜYÜME VE KATALAZ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

OĞUZ SOYLU

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
MAYIS - 2020



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KURAKLIK STRESİNDE HİDROJEN PEROKSİT (H₂O₂) ÖN
UYGULAMASININ BUĞDAY FİDELERİNDE, BÜYÜME VE KATALAZ
ÜZERİNE ETKİLERİ**

OĞUZ SOYLU

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HATAY
MAYIS - 2020**

06/05/2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası
OĞUZ SOYLU

ÖZET

KURAKLIK STRESİNDE HİDROJEN PEROKSİT (H₂O₂) ÖN UYGULAMASININ BUĞDAY FİDELERİNDE, BÜYÜME VE KATALAZ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu araştırmada, buğday (*Triticum monococcum* L. cv. Siyez, *Triticum aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinde üzerine; kuraklık (K), hidrojen peroksit (H₂O₂) ve kuraklık + hidrojen peroksit uygulamalarının, fidelerin büyüme ve antioksidant enzimler üzerine etkileri araştırılmıştır. Sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, klorofil-a (kl-a) miktarı, klorofil b (kl-b) miktarı, toplam klorofil (klorofil a+b) miktarı, klorofil a/b miktarı, katalaz enzim aktivitesi (CAT) ve antosiyanin miktarları incelenmiştir. Çalışmamızda K ve K + H₂O₂ uygulaması hem atasal buğday çeşidi olan Siyez hem de Ahmetağa çeşidinde sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığında önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Siyez çeşidi buğday fidelerinde kuraklık ve K + H₂O₂ uygulamalarının buğday fidelerinde klorofil-a, klorofil-b ve klorofil (a+b) miktarında önemli derecede azalma meydana gelmiştir. Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde kuraklık uygulamaları klorofil-a ve toplam klorofil miktarında önemli derecede azalmaya, K+ H₂O₂ ve sadece H₂O₂ uygulaması klorofil a ve klorofil b oranında bir miktar artışa neden olmuştur. Çalışmamızda Siyez çeşidinde yapılan tüm uygulamalarda CAT enzim aktivitesi üzerinde kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir. Ahmetağa çeşidinde K ve H₂O₂ uygulamalarında bir miktar azalma meydana gelmiştir. Serbest antosiyanin miktarında sadece Siyez çeşidi buğday fidelerine yapılan kuraklık uygulamasında bir miktar artış meydana gelirken Ahmetağa çeşidinde bütün uygulamalarda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. H₂O₂, süperoksit, hidroksil vb. radikallerin yok edilmesinde de görev aldığı bilinen antosiyaninlerin miktarının Siyez çeşidinde arttığı saptanmıştır. Bu durumda Siyez genotipinde antosiyaninin kuraklıkta oluşan oksidatif strese karşı korumada rol oynayabileceği düşünülmektedir.

2020, 22 sayfa

Anahtar Kelimeler: Buğday, kuraklık, hidrojen peroksit (H₂O₂), kuraklık, antosiyanin, katalaz (CAT)

ABSTRACT

THE EFFECTS HYDROGEN PEROXIDE PRE-APPLICATION ON GROWTH AND CATALASE IN WHEAT SEEDLINGS IN DROUGHT STRESS

In this study, wheat (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) on the seedlings; The effects of drought (K), hydrogen peroxide (H₂O₂) and drought + hydrogen peroxide (K + H₂O₂) applications on the growth and antioxidant enzymes of seedlings were investigated. Shoot length, shoot fresh weight, shoot dry weight, chlorophyll -a amount (chl-a), chlorophyll b amount (chl-b), total chlorophyll amount (chl a+b), chlorophyll (chl a/b) amount, catalase enzyme activity (CAT) and free anthocyanin content were investigated. In our study, it was determined that K and K + H₂O₂ application caused a significant decrease in shoot length, shoot fresh weight and shoot dry weight in both ancestral wheat variety and Ahmetağa variety. There was a significant decrease in chlorophyll-a, chlorophyll-b and chlorophyll (a+b) amount in wheat seedlings of drought and drought + hydrogen peroxide applications in Siyez wheat seedlings. Drought applications in Ahmetağa wheat seedlings caused a significant decrease in chlorophyll-a and total chlorophyll amount, K + H₂O₂ and only H₂O₂ application caused some increase in Chl-a and chl b ratio. In our study, it has been determined that CAT enzyme activity decreases in all applications in Siyez variety compared to control. There was some decrease in K and H₂O₂ applications in Ahmetağa variety. The increase in the application of free anthocyanin amount increased only in the drought application made to wheat seedlings of Siyez variety, while no significant change was observed in all applications in the Ahmetağa variety. The amount of anthocyanins known to be involved in the destruction of radicals (H₂O₂, superoxide, hydroxyl etc) has been found to increase in the Siyez variety. In this case, it is thought that anthocyanin may play a role in protecting against drought oxidative stress in Siyez genotype.

2020, 22 pages

Key Words: Wheat, hydrogen peroxide (H₂O₂.) The effects of drought, anthocyanin, catalase (CAT).

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın yürütülmesinde, araőtırılmasında ve çalıőmamın tüm aőamalarında bana destek olan, beni yönlendiren, danıőman hocam, Doç. Dr. Nuray ERGÜN' e sonsuz saygı ve teőekkürlerimi sunarım.

İstatistiksel analizlerimin yapılması konusunda desteğini esirgemeyen hocam Doç. Dr. Aziz Gl'e teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmalarım analizlerim ve deneylerim boyunca yardımlarını esirgemeyen ęretim görevlisi Hüseyin Doęru'ya, aynı zamanda sevgili arkadaőlarım; Berna alıcı, Yıldıay Deniz, Burak Türkmen, ve Asiye Iőılay Ergün'e sonsuz Őükran ve teőekkürlerimi bildiririm.

Eęitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım aileme sonsuz minnet ve Őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Hidrojen peroksit ile ilgili çalışmalar.....	3
2.2. Kuraklık ile ilgili çalışmalar.....	4
2.3. Siyez buğdayı ile ilgili çalışmalar.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	6
3.1. Materyal.....	6
3.2. Yöntem.....	6
3.2.1. Bitki Yetiştirme Koşulları.....	6
3.2.2. Bitki Büyüme Ölçümleri.....	7
3.2.3. Kuru Madde Tayini.....	7
3.2.4. Pigment Analizi.....	7
3.2.5. Katalaz (CAT) Analizi.....	8
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	9
4.1. Abiyotik Streslerin Bitki Büyümesi Üzerine Etkileri.....	9
4.1.1. Sürgün Boyu Üzerine Etkisi.....	9
4.1.2. Sürgün Taze Ağırlığı Üzerine Etkisi.....	10
4.1.3. Sürgün Kuru Ağırlık Üzerine Etkileri.....	10
4.1.4. Pigment Miktarı Üzerine Etkileri.....	11
4.1.4.1 Klorofil a Miktarı Üzerine Etkisi.....	11
4.1.4.2 Klorofil b Miktarı Üzerine Etkisi.....	12
4.1.4.3 Klorofil (a+b) Miktarı Üzerine Etkisi.....	13
4.1.4.4 Klorofil a/b Üzerine Etkisi.....	14
4.1.5. Katalaz Aktivitesi Üzerine Etkileri.....	15
4.1.6. Serbest Antosiyanin Miktarı Üzerine Etkileri.....	16
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	18
KAYNAKLAR.....	20
ÖZGEÇMİŞ.....	22

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama sürgün boyundaki değişimler (cm/bitki) (n=3).	9
Şekil 4.2 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama sürgün taze ağırlığındaki değişimler (mg/bitki) (n=3).	10
Şekil 4.3 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama sürgün kuru ağırlığındaki değişimler (cm/bitki) (n=3).	11
Şekil 4.4 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin klorofil a miktarındaki değişimler (n=3).	12
Şekil 4.5 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama klorofil b miktarındaki değişimler (n=3).	13
Şekil 4.6 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama klorofil a+b miktarındaki değişimler (n=3).	14
Şekil 4.7 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin klorofil a/b oranındaki değişimler (n=3).	15
Şekil 4.8 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama Katalaz aktivitesindeki değişimler (n=3).	16
Şekil 4.9 Kuraklık (K), H ₂ O ₂ , K + H ₂ O ₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin antosiyanin miktarındaki değişimler (n=3).	17

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

g	: gram
mm	: milimetre
mg	: miligram
nm	: nanometre
μmol	: mikromol

KISALTMALAR

CAT	: Katalaz
HP	: Hidrojen peroksit
K.	: Kuraklık
K.A.	: Kuru ağırlık
KL	: Klorofil
T.A.	: Taze ağırlık

1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum*) tek çenekliler sınıfının Buğdaygiller (*Poaceae*) familyasına ait değişik iklim ve toprak koşullarında yetişebilen ve ıslahı bütün dünyada yapılabilen, en çok ekilen hatta ülkelerin ekonomik vazgeçilmezi olan tek yıllık otsu kültür bitkisidir. Buğdaydan üretilen un, bulgur, makarna, nişasta, irmik, erişte, şehriye insan besini olarak kullanılırken; buğdayın sapsarı ise kağıt-karton, süs eşyası, hasır yapımında ve hayvan besini olarak kullanılmaktadır.

Dünya buğday üretimi nüfus artışı ile birlikte 1960'lı yıllarda yaklaşık 222 milyon tondan, 2000'li yıllarda 586 milyon tona, 2010 yılında 650 milyon tona, 2016 yılında ise 723 milyon tona kadar ulaşmıştır. Bu da buğdayın veriminin artırılmasıyla mevcut birim alanındaki üretimin artmasını sağlamıştır (Bashimov, 2016).

Buğday tarımının yapıldığı topraklarda kuraklık ürün kalitesini ve üretimi etkileyerek verimin düşmesine ve ciddi problemlere neden olmaktadır.

Kuraklık stresi; %26'lık payıyla stres faktörlerinin başında gelmektedir. Buğday üretimi kuru tarım alanlarında yapıldığı için, kuraklık stresi; büyüme ve verimi önemli ölçüde etkilemektedir. Kuru tarım alanlarındaki yıllık yağışın büyük kısmı kasım, nisan ayları arasında düşmektedir. Yağışların yetersiz ve düzensiz dağılımı nedeniyle, farklı gelişme dönemlerinde kurak periyotlar yaşanmaktadır.

Stres koşullarında bitkinin su potansiyeli azalır ve daha ileri safhalarda yaprak verimi ve fotosentez oranında düşüşe neden olabilmektedir (Ergün ve Öncel, 2012).

Zengin biyoçeşitliliğe sahip olan ülkemizde birçok tür içinde gen merkezi halindedir. Bunlardan birisi olan buğdayın en ilkel formu olan siyez buğdayı da aynı zamanda ülkemizde üretimi yapılan türlerdendir. Geçmiş 10.000 yıl öncesine dayanmaktadır. Yabani buğdayın kültüre alınmış formudur. Tarihinde ilk kez Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan Karacadağ civarında evcilleştirildiği düşünülmektedir (Kimber ve Sears, 1983).

Tuzluluk ve kuraklık stresleri bitkilerde büyüme parametreleri, klorofil pigmenti, fotosentez, solunum ve antioksidant enzim aktivitesi üzerinde olumsuz etkilere sebep olmaktadır. Yine benzer şekilde kuraklık dünya üzerinde verimi kısıtlayan önemli faktörlerden biridir. Abiyotik stresler bitkilerde H_2O_2 , H^+ , OH gibi reaktif oksijen (ROS) oluşmasına sebep olmaktadır. H_2O_2 'in bitkilerde hem etilen hemde salisilik asit veya sinyal iletiminde 2. haberci olarak rol aldığı bilinmektedir. Ayrıca H_2O_2 'in

çevresel streslere karşı ürünlerin toleransını artırmada rol oynayabileceği ifade edilmiştir (Wahid ve ark., 2007).

Çeşitli stresler öncesinde tohumlara yapılan ön uygulamaların kolay, düşük risk ve maliyete sahip olduğu bilinmektedir. (Wahid ve Shabbir, 2005; Wahid ve ark., 2007). Tuz stresine maruz bırakılan buğday fidelerinde H_2O_2 ön uygulamalarının fotosentetik kapasiteyi, stomatal kondüktansı, yaprak su ilişkilerini vb. etkilediği ifade edilmiştir.

Kuraklık ülkemiz ve dünya topraklarında her geçen gün artarak tarımsal verimi olumsuz etkilemektedir. Tarımsal verimi artırmak amacı ile H_2O_2 ön uygulamaları gibi kolay ve ucuz yöntemlerle kuraklığın olumsuz etkilerini iyileştirmeye ve ülkemiz için ekonomik önemi büyük olan buğday fidelerinde kuraklığa toleransın artırılmasına yönelik çalışmalar günümüzde daha da önemli olmaktadır.

Hidrojen peroksit en zayıf asitlerin başındadır. Hidrojen peroksit soluk mavi renkte; sulandırıldığında ise renksiz hale gelen bir bileşiktir. Dezenfeksiyon, oksitleme, kağıtlara beyaz renk verme gibi sanayi alanlarında kullanılmaktadır. Hidrojen peroksitin en önemli işlevleri biyolojik zarlara nüfuz etmesi ve hücre içinde sinyal molekülü olarak işlev görmesidir. Hücre içinde istenmeyen serbest radikaller, hidrojen peroksit katalaz, glutatyon peroksidaz ve diğer oksidazlar ile hücreden uzaklaştırılır. Reaktif oksijen türleri arasında H_2O_2 ve süperoksit anyonları sayılabilir.

Tez çalışmasında kuraklık stresine maruz kalan siyez (*T. monococcum*) ve Ahmetağa (*T. aestivum*) çeşidi buğday fidelerinde sürgün boy, taze ve kuru ağırlığı ile ilgili parametreler, klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, klorofil a/b oranı, antosiyanin birikimi ve CAT enzim aktivitelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte atasal siyez buğday fideleri ile hibrit Ahmetağa çeşitlerinin belirtilen parametreler açısından birbiriyle karşılaştırması yapılarak kuraklık ve H_2O_2 ön uygulamalarına karşı toleransları olup olmadığı incelenmeye çalışılmıştır. Biyokimyasal çalışmalar (CAT aktivitesi) ve klorofil miktar tayini için spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Hidrojen peroksit ile ilgili çalışmalar

Hidrojen peroksit (H_2O_2) ve nitrik oksit bazı organizmalarda sinyal iletim işlevi gören önemli moleküllerdir. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda abiyotik stres altında bu moleküllerin arasındaki ilişkiler ve sinyal iletiminin oluşmasındaki bulgular yetersiz seviyededir (Özdamar ve ark. 2016). Bitkilerde stres oluşturan; sıcaklık, kuraklık, tuzluluk, UV ışığı ve ağır metal etmenlerine karşı hidrojen peroksit ve nitrik oksit ilişkisinin etkisi, gen ifadesi ve protein aktiviteleri incelenmiştir (Öcal Özdamar ve ark., 2016).

Balkan ve ark., (2018) ekmeçlik buğdaya hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulayarak oluşturulan stresin buğday fidelerindeki değişim ve gelişme bozuklukları araştırmışlardır. Araştırmada farklı buğday çeşitlerine farklı yoğunluklarda hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulanmıştır. Araştırma sonunda kök ve gövde uzunluğu, klorofil miktarı, yapraklardaki su miktarı, stoma sayısı ve büyüklükleri incelenmiştir. Elde edilen veriler doğrutusunda H_2O_2 uygulanan buğdaylarda; kök ve gövde uzunluğu, klorofil miktarı, stoma büyüklüklerinde azalmalar gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, stoma sayısı ve yapraklardaki su miktarlarında artış tespit edilmiştir.

Hidrojen peroksitin antimikrobiyal özelliği uzun yıllardan beri bilinmektedir. Bu nedenle sağlık, gıda, ve ambalajlama alanlarında yaygınca kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Özellikle gıda sektöründeki kullanımı son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır. (direkt kullanımında izin verilen miktar % 0.04'tür). Meyve sebzelerdeki yüzey sterilizasyonunda klorun yerini yavaş yavaş H_2O_2 alacağı düşünölmektedir. Özkan ve Kırca, (2001). Ayrıca bazı gıdaların işlenmesi sırasında eklenmiş zararlı maddelerin uzaklaştırılmasında da hidrojen peroksit kullanımı önerilmektedir. Bunlar kuru kayısındaki, kükürt dioksit veya turşuluk hıyarlardaki sülfidlerin uzaklaştırılması. Yine insan sağlığına çok zararlı olduğu bilinen aflatoksinlerin uzaklaştırılmasında UV, sülfid yada alkalilerle kombine kullanımı etkili olmaktadır. Ek olarak; yeraltı ve içme suyu dezenfeksiyonunda, endüstriyel atıkların arıtımında yaygın kullanılmaktadır (Özkan ve Kırca, 2001).

2.2. Kuraklık ile ilgili çalışmalar

Öztürk ve Korkut, (2017) ekmeklik buğday genotiplerinde farklı bitki gelişme dönemlerindeki kuraklığın bazı kalite karakterleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kuraklığın genotiplerin kalite özelliklerini farklı oranlarda etkilediği tespit edilmiştir.

Kuraklığın dünya genelinde birçok ürünün tarımsal verimliliği sınırlayan önemli faktörlerden biri olduğu bilinmektedir. He ve ark. (2009) H₂O₂ ön uygulaması yaptıkları buğday tohumlarının kuraklık toleransını incelemişlerdir. H₂O₂ ön uygulaması yapılan tohumların kontrole göre %56 daha yüksek çimlenme oranına sahip olduğunu belirlemişlerdir. Tohumlara yapılan H₂O₂ ön uygulamasının fidelerde katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) gibi antioksidan enzim aktivitelerini artırdığı belirlenmiştir (He ve ark., 2009).

Aslan ve ark., (2018) bazı ekmeklik ve siyez buğday türlerinin farklı kuraklık seviyelerindeki çimlenme hızı, çimlenme gücü, kök boyu, koleoptil uzunluğu, çim/kök oranı, kök kuru/yaş ağırlığı ve kök kuru/yaş ağırlık oranını incelemişlerdir. Bütün bu karakterlerin gelişiminin farklı stres düzeylerinde gerilediğini gözlemlemiştir.

Kutlu ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada ekmeklik buğdayın kuraklık koşulları altındaki verimliliği ve enzim aktiviteleri ile bunlar arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışmada farklı buğday çeşitleri kullanılarak çiçeklenme süresi, tane sayısı, tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, başak boyu, katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR) enzim aktivitelerindeki farklılıklar analiz edilmiştir. Bu özelliklere bakılarak stres duyarlılık seviyeleri belirlenmiş ve verimlilik ile enzim aktiviteleri arasındaki ilişkiler tanımlanmıştır. Sonuç olarak kuraklık stresinde başak boyu, başak sayısı ve ağırlığında azalmalar belirlenmiş, glutatyon redüktaz miktarının etkilenmediği ve katalaz enzim aktivitesinin arttığı gözlemlenmiştir.

Kuraklık stresinde buğday genotiplerinde verim komponentleri ve antioksidan enzim metabolizmasında değişimlerin incelendiği bir çalışmada; uygulama 9 ekmeklik buğday çeşidi ve 7 doubled haploid buğday genotipi ile yürütülmüştür. GR ile bin tane ağırlığı dışındaki tüm özelliklerle negatif ve önemli kolerasyon göstermiştir. Özellikle CAT aktivitesinin kuraklığa değişimi, buğdayın kurak koşullarındaki veriminin korunmasına, kuraklık toleransının geliştirilmesine katkıda bulunabileceği düşündürmüştür (Kutlu ve ark., 2017).

Tohumun H₂O₂ ile ön işlemden geçirilmesi, oksidatif hasarın hafifletilmesi ve stres proteinlerinin ekspresyonu buğday fidelerinin tuz toleransını artırır. Tohumdaki ve fidelerdeki antioksidanların aktivasyonunda H₂O₂ sinyali, oksidatif hasarın önlenmesi ve buğdayın yüksek tuzluluğa dayanma kapasitesinin artırılması büyüme ve fizyolojik olaylar üzerinde yararlı etkilere sahiptir. Bu tür yanıtlar çevresel streslere karşı mahsul koruması için gelişmiş yöntem geliştirilmesinde önemli bir değere sahiptir (Wahid ve ark., 2007)

H₂O₂ 'nin bazı ekmeklik buğday genotiplerinde bazı fide dönemi özellikleri üzerine etkisi çalışılmış ve dışardan hidrojen peroksit uygulayarak oluşturulan oksidatif stresin etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. H₂O₂ uygulamasıyla kök ve sap uzunluğu, klorofil içeriği, stoma eni ve boyunda önemli oranda azalmalar görülmüştür. Stoma sayısı ve yaprak su kayıp oranı artmış, genotipler arası farklılıklar belirlenmiştir (Balkan ve ark., 2018)

2.3. Siyez buğdayı ile ilgili çalışmalar

Siyez (*Triticum monococcum*) kültürel açıdan büyük öneme sahip ve besin değeri açısından zengin bir kaynak olduğundan gelecekte ortaya çıkabilecek besin yetersizliğinin giderilmesinde önemli katkıları olacak bir üründür (Atasoy ve Ertop, 2018).

Yapılan çalışmalarda siyez fidelerinin kuraklık gibi abiyotik stres koşullarında yüksek tolerans gösterdiği görülmektedir (Turfan ve ark., 2019).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada numune olarak siyez buğdayı (*Triticum monococcum*) ve Ahmetağa (*Triticum aestivum* L. cv) buğdayları kullanılmıştır. Buğdaylar Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü laboratuvarlarında bulunan ulusal tohumlardan kullanılmıştır.

Dünyanın ilk buğdayı olarak bilinen 14 kromozomlu Siyez buğdayı, günümüz buğday türlerinin atası olarak bilinir. Bu tür diğerlerine göre daha iri, başakçıkları tek daneli ve kavuzludur. Verim düşük, besin değeri ve soğuğa karşı toleransları yüksektir (Keçeli, 2019).

Ahmetağa ise soğuğa dayanıklı, kuraklığa karşı hassas bir buğday çeşididir. Bu yüzden mutlaka sulanması gerekmektedir. Yüksek verimliliği olan bu buğday çeşidi; beyaz başaklı ve sert danelere sahiptir. Yaprak çiçek ve kök hastalıklarına karşı orta dayanıklıdır (Aydoğan ve Soylu, 2017).

3.2. Yöntem

3.2.1. Bitki Yetiştirme Koşulları

Tohumlar %2'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 20 dakika boyunca sterilize edilerek, distile su ile yıkanır. Gruplara ayrılan tohumlar yaklaşık 2 saat distile su ve %30'luk hidrojen peroksit ile şişirmeye bırakılır. 2 saat sonunda tohumlar, içerisin toprak kum ve torf (2:2:1) karışımı konulan viyollere ekimi yapılmıştır. Ekimi yapılan viyoller; yaklaşık 25 gün boyunca 12 saat gündüz 24 °C, 12 saat gece 16 °C'de iklimlendirme odasında bekletilmiştir. Kuraklık uygulaması yapılacak gruba son 5 gün süre ile kuraklık uygulaması yapılmıştır.

Gruplara ayrılan tohumlar;

1. Siyez – Kontrol grubu
2. Siyez – Hidrojen peroksit
3. Siyez – Kuraklık
4. Siyez – Hidrojen peroksit + Kuraklık
5. Ahmetağa – Kontrol grubu
6. Ahmetağa – Hidrojen peroksit

7. Ahmetağa – Kuraklık
8. Ahmetağa – Hidrojen peroksit + Kuraklık

Şeklindedir.

Uygulama sırasında her 24 saatte bir, saat yönünde olmak üzere viyollerin yerleri düzenli olarak değiştirilmiştir.

Boyları ve taze ağırlık ölçümleri yapılarak, kuru ağırlık ölçümü için 80 °C de 48 saat bekletilmiştir. 25. Günün sonunda hasat edilen örneklerin sürgün kısımları kullanılacak analizler için (Antosiyanin, CAT) ayrılarak derin dondurucuda -80°C ye alınmıştır.

3.2.2. Bitki Büyüme Ölçümleri

Yetiştirilen örnekler 25. günün sonunda hasat edildi. Fidelerden boy, taze ve kuru ağırlık ölçümleri için; her bir gruptan, grubun tamamını temsil edecek şekilde gelişigüzel 3'er örnek seçilmiştir. Seçilen örneklerin boyları cetvel ile ölçülmüş ve taze ağırlık ölçümleri hassas terazi ile yapılmıştır.

3.2.3. Kuru Madde Tayini

Hasat sonrasında taze ağırlıklarını belirlediğimiz örnekler daha sonra 80°C'lik etüvde 48 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan örnekler etüvden çıkarılarak kuru ağırlık ölçümü hassas terazi ile yapılmıştır

3.2.4. Pigment Analizi

Çalışmamızda Sodyum fosfat tamponu ph 7,8'e ayarlanarak, % 80'lik aseton çözeltisi kullanılarak taze yapraklardan alınan örnekler ile klorofil ekstraksiyonu yapılmıştır. Spektrofotometre cihazında 664 ve 647 nanometre dalga boylarında Klorofil-a, Klorofil-b ve toplam klorofil miktarı ölçülmüştür. Ph 7,8'e ayarlanmış fosfat tamponu ve % 80'lik aseton ile spektrofotometrede 750 nanometre dalga boyunda sıfırlanmıştır. Klorofil miktarları; Porra vd.(1989)'a göre belirlenmiştir. Klorofil-a, Klorofil-b, Klorofil (a+b) oranı hesaplanmıştır.

3.2.5. Katalaz (CAT) Analizi

Katalaz enzim aktivitesi (CAT), spektrofotometrede 240 nm'de H₂O₂'in parçalanma oranına göre ölçülmüştür. Reaksiyon karışımı içerisinde (1 ml), 50 mM fosfor tamponu (pH 7,6), 0,1 mM EDTA, 100 mM H₂O₂ ve enzim ekstratı bulunmaktadır (Çakmak ve Marschner, 1992).

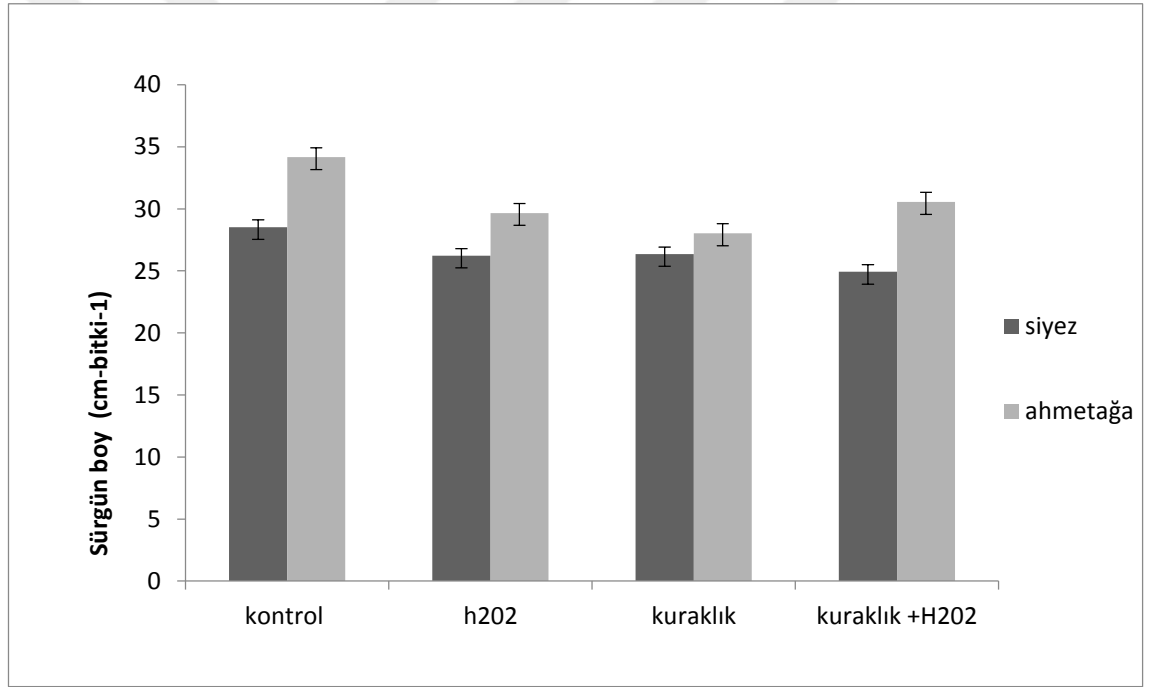


4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Abiyotik Streslerin Bitki Büyümesi Üzerine Etkileri

4.1.1. Sürgün Boyu Üzerine Etkisi

Çalışmamızda kuraklık, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin fidelerinin sürgün boyuna etkisi incelenmiştir. Yapılan her üç uygulamada da kontrole göre azalma tespit edilmiştir. Fakat en düşük azalma Ahmetağa buğday çeşidinde K + HP uygulamasında gözlemlenmiştir ($p \leq 0,01$).

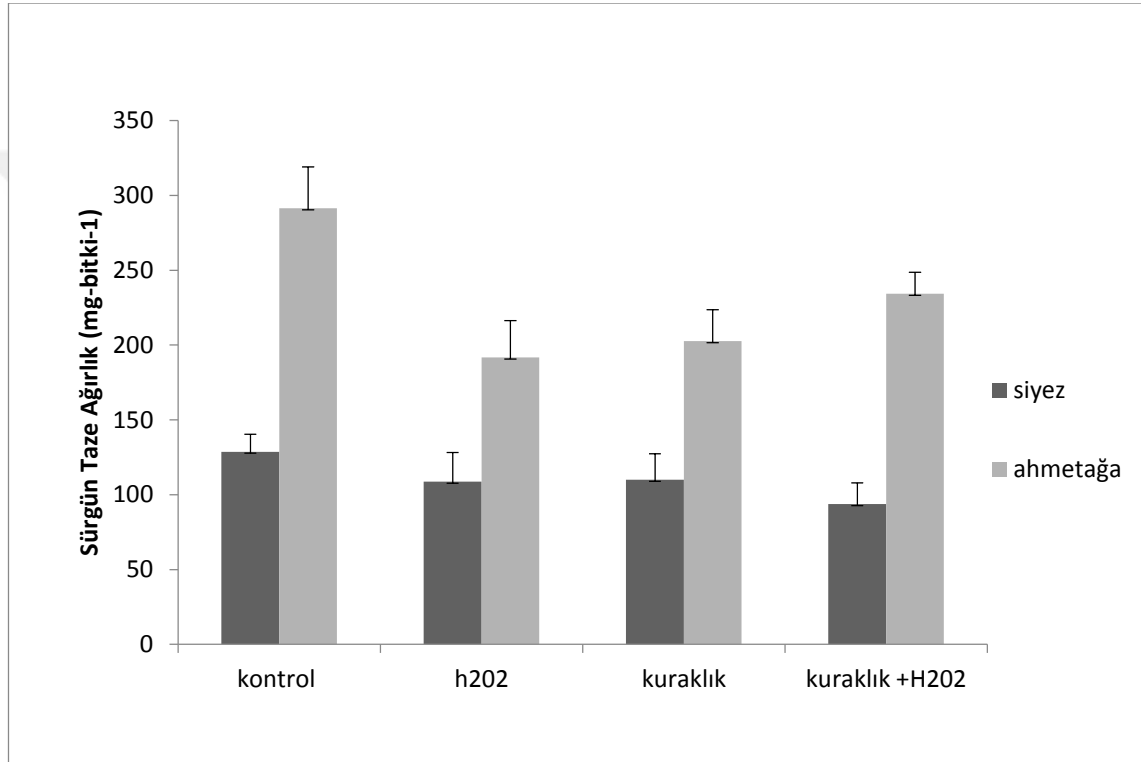


Şekil 4.1 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama sürgün boyundaki değişimler (cm/bitki) (n=3).

Kuraklık bitki büyümesi, gelişimi ve verimliliğine etkiyen en önemli abiyotik streslerden birisidir (Yıldız ve ark., 2020).

4.1.2. Sürgün Taze Ağırlığı Üzerine Etkisi

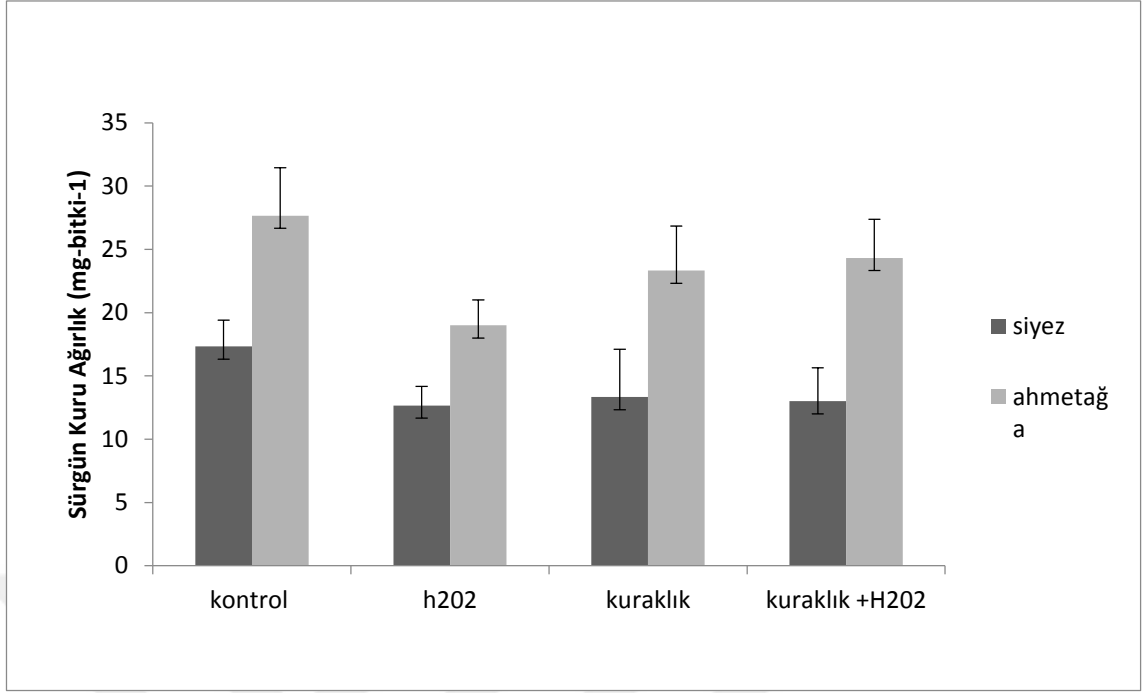
Çalışmamızda kuraklık, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin sürgün taze ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda iki buğday çeşidinde de kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$). Fakat Ahmetağa çeşidinde K, K+HP uygulaması, HP uygulamasına göre sürgün taze ağırlığında artış meydana gelmiştir ($p \leq 0,01$).



Şekil 4.2 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama sürgün taze ağırlığındaki değişimler (mg/bitki) (n=3).

4.1.3. Sürgün Kuru Ağırlık Üzerine Etkileri

Çalışmamızda, K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin sürgün taze ağırlığı üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda iki buğday çeşidinde de kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$). Fakat her iki buğday çeşidinde de K ve K+HP uygulamaları, HP uygulamasına göre hafif bir artış etkisi yaratmıştır ($p \leq 0,01$).



Şekil 4.3 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama sürgün kuru ağırlığındaki değişimler (cm/bitki) (n=3).

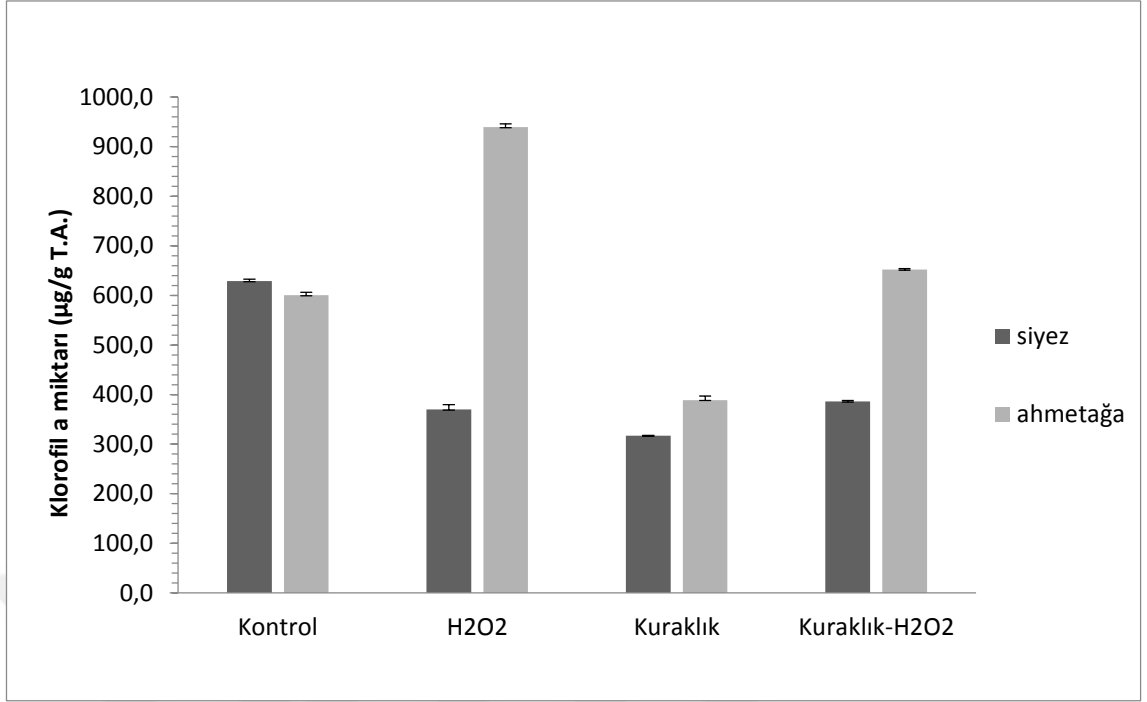
Kuraklık bitkilerde gelişimi olumsuz etkilemekte, metabolizmayı bozarak verimi sınırlamaktadır. Su eksikliği bitkilerde fizyolojik morfolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açmaktadır. Kuraklığın, bitki boyu, kök ve yaprak gelişimi taze ve kuru ağırlığı azalttığı ifade edilmiştir (Yavaş ve ark., 2016).

4.1.4. Pigment Miktarı Üzerine Etkileri

4.1.4.1 Klorofil a Miktarı Üzerine Etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları sonucunda Siyez çeşidinde kontrole göre klorofil a miktarında azalmalar tespit edilmiş olup, en fazla azalma kuraklık uygulamasında gözlemlenmiştir ($p \leq 0,01$). Yine Siyez buğday fidelerinde K+HP uygulaması; kuraklık ve HP uygulamasına göre artış göstermiştir ($p \leq 0,01$).

Ahmetağa çeşidi fidelerinde ise klorofil a miktarı kontrole göre HP ve K+HP uygulamasında artış gözlemlenmiş olup, kuraklık uygulamasında klorofil a miktarında azalma tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$).

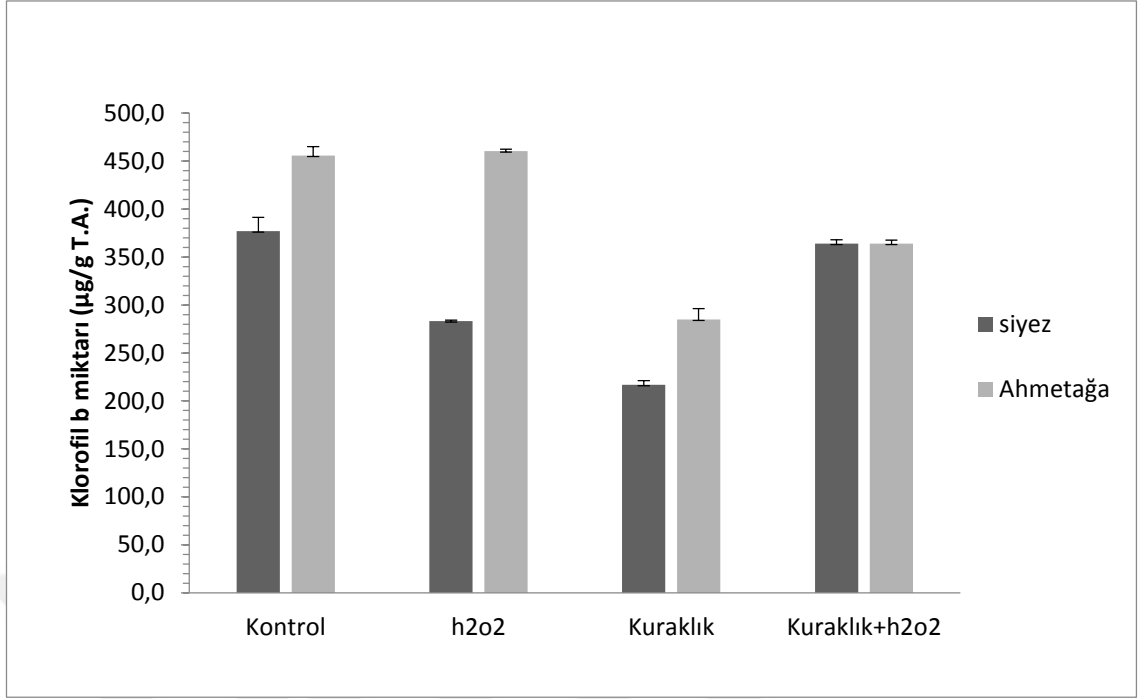


Şekil 4.4 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin klorofil a miktarındaki değişimler (n=3).

4.1.4.2 Klorofil b Miktarı Üzerine Etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin klorofil b miktarı üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda; Siyez çeşidi buğday fidelerinde kontrole göre azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Fakat K + HP uygulamasında klorofil b miktarı diğer iki uygulama olan HP ve K ya göre artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0,01$).

Ahmetağa buğday fidelerinde ise K ve K+HP uygulaması kontrole göre azalma, fakat HP uygulamasında ise kontrole göre bir miktar artış bulunmuştur ($p \leq 0,01$). K+HP uygulamasında ise tek başına kuraklık uygulamasına göre klorofil b miktarında artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0,01$).

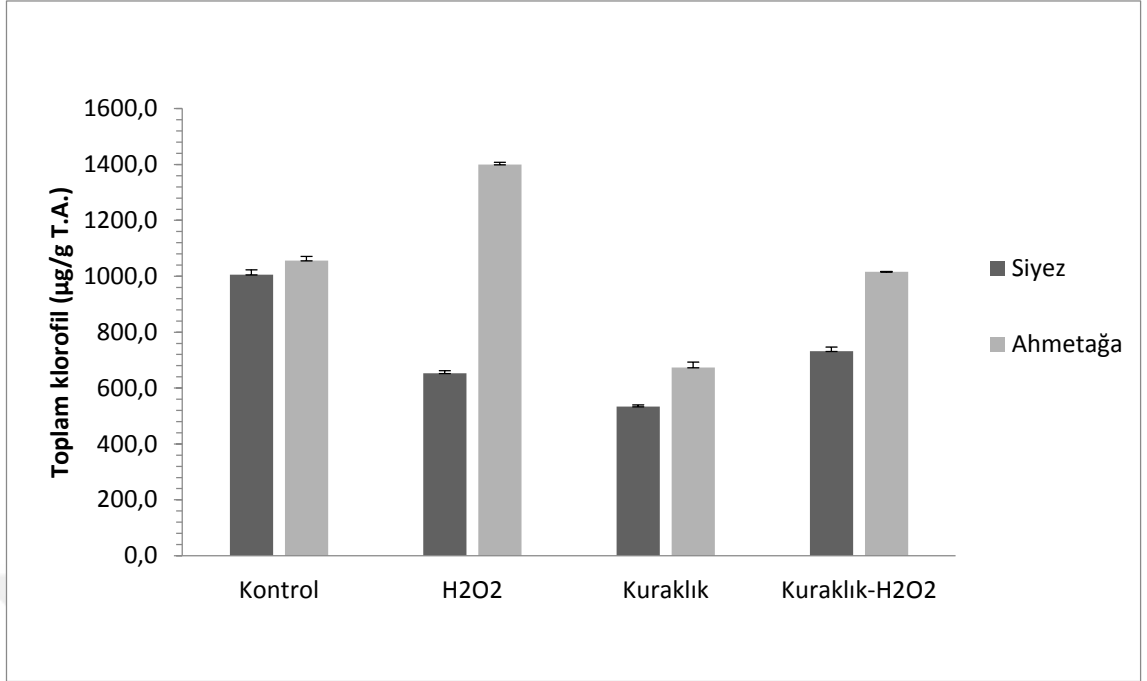


Şekil 4.5 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama klorofil b miktarındaki değişimler (n=3).

4.1.4.3 Klorofil (a+b) Miktarı Üzerine Etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin toplam klorofil miktarı (a+b) üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda Siyez çeşidi buğday fidelerinde kontrole göre azalmış, K+HP uygulamasında diğer iki uygulamaya göre artış tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$).

Ahmetağa buğday fidelerinde ise; HP uygulaması sonucu, toplam klorofil miktarı kontrole göre artmış diğer iki uygulama olan K ve K+HP kontrole göre azalmıştır ($p \leq 0,01$).

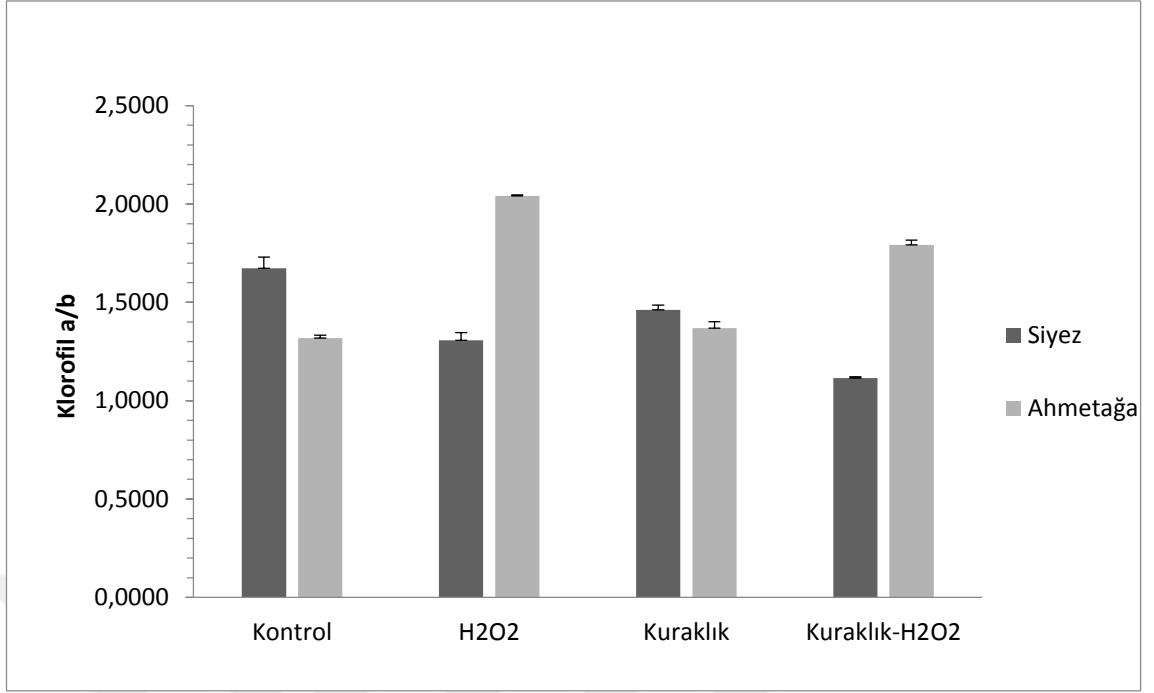


Şekil 4.6 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama klorofil a+b miktarındaki değişimler (n=3).

4.1.4.4 Klorofil a/b Üzerine Etkisi

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları sonucunda Siyez çeşidi buğday fidelerinde kontrole göre klorofil a/b oranında azalmalar tespit edilirken Ahmetağa çeşidinde ise kontrole göre artış tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$).

Ahmetağa buğday fidelerinde, kuraklık uygulaması sonucu HP ve K+HP uygulamalarına göre klorofil a/b oranı artmıştır ($p \leq 0,01$). Fakat Siyez fidelerinde ise; kuraklık uygulaması diğer iki uygulama olan HP ve K+HP uygulamalarına göre klorofil a/b oranında azalma bulunmuştur ($p \leq 0,01$).



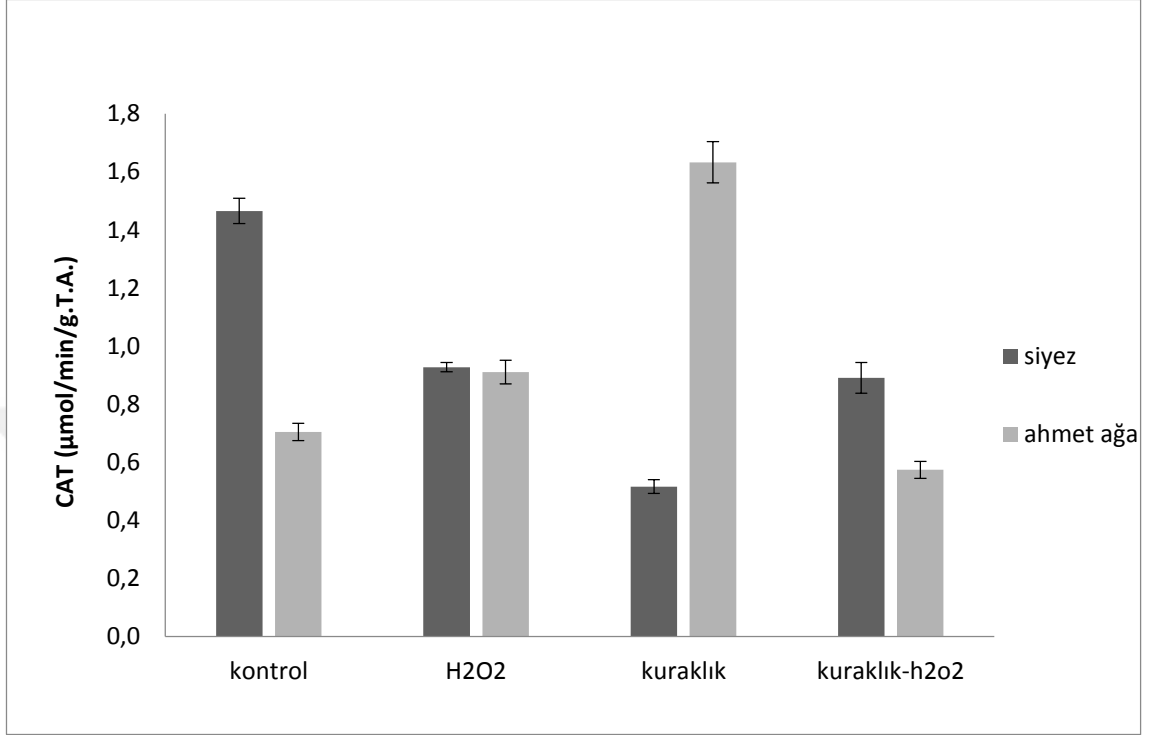
Şekil 4.7 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin klorofil a/b oranındaki değişimler (n=3).

Abiyotik stresler, fotosentez, solunum ve fotorespirasyon gibi süreçlere zarar vererek reaktif oksijen türlerinin üretimini artırmaktadır (Mittler, 2002). Klorofil miktarı buğdayda (Aghanejad ve ark., 2015) ve çeltikte (Chutia ve Borah, 2012) su stresi ile azalmaktadır. Bununla birlikte buğdayda (Alaei, 2011) kuraklık stresi koşullarında klorofil miktarında önemli artışlar tespit etmişlerdir. Kurak koşullarda klorofil miktarı fazlalığı, stresin şiddetine ve azalan yaprak alanına bağlı transpirasyon azalması ile bağlantılı olabilmektedir. Klorofil içeriği kuraklıktan etkilenecek ve normal koşullara göre önemli bir şekilde azalmaktadır. Kuraklık stresi sonucu gelişme döneminden sonra klorofil parçalanması artmaktadır (Aghanejad ve ark., 2015).

4.1.5. Katalaz Aktivitesi Üzerine Etkileri

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin CAT enzim aktivitesi üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda istatistiksel olarak Siyez çeşidinde azalma tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$). Ahmetağa buğday fidelerinde ise kuraklık uygulamalarında kontrolün 2 katı artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0,01$). Bununla

birlikte K+HP uygulanan Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde CAT aktivitesi kuraklık ve HP uygulamasına göre azalmıştır ($p \leq 0,01$).



Şekil 4.8 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin ortalama Katalaz aktivitesindeki değişimler (n=3).

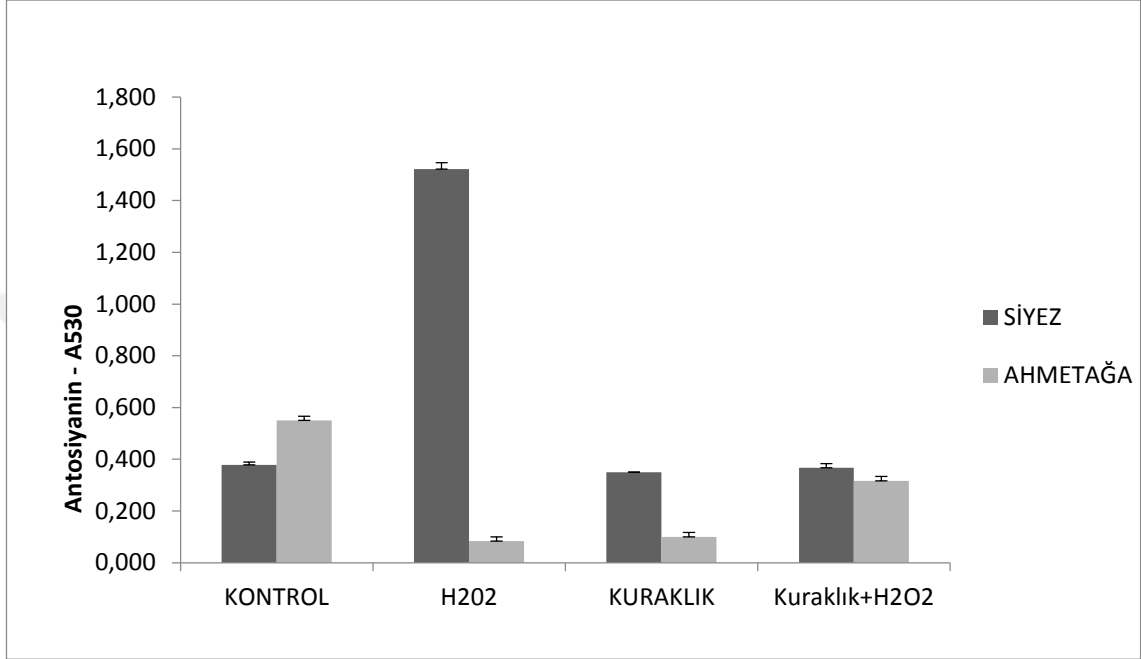
Askorbat ve glutatyon kültür ve yabancı nohutta kuraklık koşullarında artış göstermekte iken, katalaz aktivitesi ise azalmaktadır (Çelik ve Ünyayar, 2015). Oksidatif stres ROS birikimine sebep olmaktadır ancak bitki türü, stresinin süresi ve antioksidanların cinsine bağlı antioksidanların miktar ve aktivitesi artmakta, azalmakta ya da sabit kalabilmektedir (Yavaş ve ark.,2016).

4.1.6. Serbest Antosiyanin Miktarı Üzerine Etkileri

Çalışmamızda K, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin antosiyanin miktarı üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan her üç uygulama sonucunda Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde antosiyanin miktarında kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir ($p \leq 0,01$). Antosiyanin miktarındaki en büyük azalma HP uygulamasında olup en az

etkilenen K+HP uygulaması olmuştur ($p \leq 0,01$).

Siyez buğday fidelerinde ise; Kuraklık ve K+HP uygulamasında kontrole göre antosiyanin miktarı azalmış fakat HP uygulamasında kontrole göre antosiyanin miktarında yaklaşık 5 kat artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0,01$)



Şekil 4.9 Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday fidelerinin antosiyanin miktarındaki değişimler (n=3).

Antosiyaninler yaprak dokularında ışığın fazlasını yansıtarak klorofili maskeleyerek fotoinhibisyon ile klorofil beyazlamasını azaltırlar. (Jhonstone vd.2007). 400-600 nm arasındaki ışığı absorbe eden antosiyaninler diğer pigmentler için uygun dalga boyları sağlayarak koruyucu görev üstlenirler (Close ve Beadle, 2005).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmamızda buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinde kuraklık, Hidrojen peroksit ve Kuraklık + Hidrojen peroksit uygulamalarının buğday fidelerinin büyüme ve antioksidant enzimler üzerine etkileri incelenmiştir. Sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığı, klorofil a (kl a), klorofil b (kl b), toplam klorofil (kl a+b) miktarları, katalaz (CAT) antioksidan enzim aktiviteleri ve serbest antosiyanin miktarı değerleri incelenmiştir.

Kuraklığın bitkilerin büyüme ve verimliliği üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Nitekim çalışmamızda K ve K+ H₂O₂ uygulaması hem atasal buğday çeşidi olan Siyez ve hem de Ahmetağa çeşidinde de sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı ve sürgün kuru ağırlığında önemli derecede azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Kuraklığın bitkilerin büyüme ve verimliliği üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bilinmektedir.

Çalışmamızda Siyez çeşidi buğday fidelerinde kuraklık ve kuraklık+ hidrojen peroksit uygulamalarının buğday fidelerinde klorofil-a, klorofil-b ve klorofil (a+b) miktarında önemli derecede azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde Kuraklık uygulamaları klorofil a ve toplam klorofil miktarında önemli derecede azalmaya, K+ H₂O₂ ve sadece H₂O₂ uygulaması klorofil a ve klorofil a/b oranında bir miktar artışa neden olmuştur.

Çalışmamızda Siyez çeşidinde yapılan tüm uygulamalarda CAT enzim aktivitesi üzerinde kontrole göre azalmalar tespit edilmiştir. Bu durumda kuraklık stresinde meydana gelen antioksidan türlerinin ortadan kaldırılmasında görev yapan diğer antioksidan ve enzimlerin aktivitesinde de değişimler meydana gelmiş olabilir. Bununla birlikte Ahmetağa çeşidinde K ve H₂O₂ uygulamalarında bir miktar artış meydana gelmiştir. Bu artış özellikle kuraklık koşullarında meydana gelen radikal bileşiklerin ortadan kaldırılmasında CAT enziminin bir aktiviteye sahip olmasına rağmen K+ H₂O₂ uygulamasında etkili olamadığı belirlenmiştir.

Serbest antosiyanin miktarında uygulamasıyla artış sadece Siyez çeşidi buğday fidelerine yapılan kuraklık uygulamasında bir miktar artışı meydana gelirken Ahmetağa çeşidinde bütün uygulamalarda önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Antosiyaninlerin yaprak dokularında ışığın fazlasını yansıtarak klorofil pigmentini koruyucu rol oynadığı bilinmektedir. Ayrıca antosiyaninler H₂O₂ süperoksit, hidroksil vb. radikallerin yok

edilmesinde de görev aldığı bilinmektedir. Bu durumda yabancı olan Siyez genotipinde antosiyaninin kuraklıkta oluşan oksidatif strese karşı korumada rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Çalışmamızda; atasal buğday çeşidimiz olan Siyez buğday çeşidinde kuraklıkta CAT miktarının ahmetağa çeşidine göre daha düşük olması, kuraklık koşullarında diğer antioksidan aktivitelerinde artış olabileceği veya başka mekanizmalarla stresle mücadele etmeye çalıştığı fikrini vermektedir. Ahmetağa çeşidinde K⁺ H₂O₂ uygulamalarında CAT aktivitesinde azalma bulunmuştur. Ahmetağa çeşidinde kuraklık koşullarında artan CAT aktivitesinin yapılan K⁺ H₂O₂ uygulaması ile bir miktar iyileşmiş olabileceği düşünülmüştür.

Sonuç olarak buğdayda kuraklığın olumsuz etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla kuraklık, H₂O₂, kuraklık + H₂O₂ etkileşimlerinin moleküler mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi için çeşitli kuraklık ve H₂O₂ konsantrasyonlarının çeşitlendirilmesinde, enzim ve gen aktivitelerinin belirlenmesine yönelik yapılacak yeni çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Aghanejad, M., Mahfoozi, S. and Sharghi, Y., 2015. Effects of Late-Season Drought Stress on some Physiological Traits. **Yield and Yield Components of Wheat Genotypes Biological Forum-An International Journal**, 7(1):1426-1431.
- Alaei, Y., 2011. The Effect of Amino Acids on Leaf Chlorophyll Content in Bread Wheat **Genotypes under Drought Stress Conditions. Middle-East Journal of Scientific Research**, 10 (1): 99-101.
- Aslan, D., Ordu, B., Göre, M.E., Akın, B. ve Zencirci, N., (2018) Ekmeklik ve Siyez Buğdayında Çimlenme Dönemi Su Eksikliği. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi** 2018, 27 (1): 1–13.
- Aydoğan, S. ve Soylu, S., 2017. Araştırma Makalesi (Research Article) **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 2017, 26 (1):24-30.
- Balkan, A., Demirbaş, S. ve Gök, Ş., 2018. H₂O₂ 'nin Bazı ekmeklik buğday genotiplerinde bazı fide dönemi özelliklerine etkisi, **KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi** 21(6):837-845,2018.
- Bashimov, G., 2016 Küresel Buğday Piyasasında Rusya'nın Karşılaştırmalı Üstünlüğü. **İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi**. Cilt 4, Sayı 3, 2016, ss.91-97
- Chutia, J. and Borah, SP., 2012. Water Stress Effects on Leaf Growth and Chlorophyll Content but Not the Grain Yield in Traditional Rice (*Oryza sativa* Linn.) Genotypes of Assam, India II. Protein and Proline Status in Seedlings under PEG Induced Water Stress. **American Journal of Plant Sciences**, 3: 971-980.
- Cakmak, I. and Marschner, H., 1992. Magnesium Deficiency and High Light Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves. **Plant Physiology**, 98, 1222-1227.
- Cakmak, I., 1994. Activity of Ascorbate-Dependent H₂O₂-Scavenging Enzymes and Leaf Chlorosis Are Enhanced in Magnesium-Deficient and Potassium Deficient Leaves, but Not in Phosphorus-Deficient Leaves. **Journal of Experimental Botany**, 45, 1259-1266.
- Close, D. C., Beadle, C. L., 2005. Xanthophyll-Cycle Dynamics and Rapid Induction of Anthocyanin Synthesis in *Eucalyptus Nitens* Seedlings Transferred to Photoinhibitory Conditions, **Journal of Plant Physiology**, 162, 1, 37-46.
- Çelik, S. and Ünyayar, S., 2015. The Effects of Exogenous Application of Ascorbate and Glutathione on Antioxidant System in Cultivated *Cicer arietinum* and Wild Type *C. reticulatum* under Drought Stress. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 19(1): 91-97.
- Ergün, N. and Öncel, I., 2012. Effects of some heavy metals and heavy metal hormone interactions on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Gun 91) seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, 7/10:1518-1523.
- He, L., Gao Z. and Li, R.,2009. Pretreatment of seed with H₂O₂ enhances drought tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. **African Journal of Biotechnology** Vol. 8 (22), pp. 6151-6157, 16.
- Hendek, Ertop, M. and Atasoy, R., 2018. Comparison of Physicochemical Attributes of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum*) and Durum Wheat (*Triticum durum*) and Evaluation of Morphological Properties Using Scanning

- Electron Microscopy and Image Analysis. **Tarım Bilimleri Dergisi – Journal Of Agricultural Sciences** 25 (2019) 93-99.
- Johnston, J. W., Harding, K. and Benson, E. E., 2007. Antioxidant Status and Genotypic Tolerance of Ribes in Vitro Cultures to Cryopreservation, **Plant Science**, 172, 3, 524-534.
- Karabak, S., Taşçı, R., Ceyhan, V., Özbek, K. ve Yüce, Arslan, H., 2019. İhsangazi Tarlalarından Soframıza Kültür Mirası Siyez Buğdayı. **Toprak Su Dergisi**, 2019, Özel Sayı: (86-93).
- Keçeli, A., 2019. A Review on the Bioactive, Antioxidant Properties of Einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) Populations and Using in Organic Agriculture. **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, 7(12): 2111-2120.
- Kutlu, İ., Turhan, E., Yorgancılar, Ö. ve Yorgancılar, A., 2017. Kuraklık Stresinde Buğday Genotiplerinde Verim Komponentleri ve Antioksidan Enzim Metabolizmasında Değişimler. **KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi**, 20 (Özel Sayı), 273-277.
- Özdamar, F. Ö., Furtana, G.B., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. ve Tıpırdamaz, R., 2016. Hidrojen Peroksit ve Nitrik Oksit İlişkisinin Bitkilerde Abiyotik Stres Toleransındaki Rolü. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 2016, 25 (1):117-131.
- Öztürk, İ. ve Korkut, K.Z., 2017. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Farklı Bitki Gelişme Dönemlerinde Kuraklık Uygulamalarının Kalite Karakterlerine Etkisi. **Journal of Central Research Institute for Field Crops**, 26 (2): 170–179.
- Pehlivan, Karakas, F., 2016. Kavuzlu Siyez (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*) ve Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Buğdaylarda Kurak ve Tuz Stresinin Erken Fide Gelişimi ve Antioksidan Üzerine Etkisi. **Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 25 (1):107-116.
- Turfan, N., Sarıyıldız, T. and Mutlu, E., 2019. Variation in Chemical Constituents of Siyez Wheat (*Triticum monococcum* L.) in Response to Some Abiotic Stress Factors. **Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology**, 7(4): 598-605.
- Wahid, A., Perveen, M., Gelani, S. and Basra, S.M.A., 2007. Pretreatment of seed with H₂O₂ improves salt tolerance of wheat seedlings by alleviation of oxidative damage and expression of stress proteins. **Jornal of plant physiology**, 164 (2007) 283-284.
- Yavaş, İ., Akgül, H.N. ve Ünay, A., 2016. Bitkilerin Kuraklığa Dayanıklılığını Artırmaya Yönelik Uygulamalar. **Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi**, 4(1): 48-57.
- Yıldız, M., Kaya, F. ve Terzi, H., 2020. Kuraklık Stresi ve Bitki Proteomiği. **GÜFBED/GUSTIJ** 10 (1): 286-297 DOI: 10.17714/gumusfenbil.568384

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Sivas'ın merkez ilçesinde doğdu. İlköğretim 2. Sınıfa kadar Gazi Paşa İlkokulunda, 3 ten 5 e kadar da Celal Bayar ilköğretim okulunda okudu. Ortaokulu Selçuk ilköğretim okulunda okudu. Lise eğitimini Erzincan Laborant ve Veteriner sağlık meslek lisesinde tamamladı. Önlisans eğitimi için tekrar Sivas'a gelip burada eğitimi devam ederken Cumhuriyet Üniversitesi hastanesi – Mikrobiyoloji laboratuvarında 2 yıl görev yaptı. Önlisans eğitimi bittikten sonra 2009 yılında Sivas'ta bulunan Özel Anadolu hastanesinde 1 yıl görev yaptıktan sonra 2010 yılı ağustos ayında Hatay Gıda Kontrol Laboratuvarına atandı. 2011 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Biyoloji bölümüne kayıt yaptırdı. Lisans eğitimini tamamladıktan sonra 2016 yılında yüksek lisans eğitimine başladı.

