

Kuraklık Stresinde Hidrojen Peroksit (H₂O₂) Ön Uygulamasının Buğday Fidelerinde, Büyüme ve Katalaz Üzerine Etkileri

Oğuz SOYLU, Nuray ERGÜN*, Berna ÇALICI, Pelin ŞENGÜL TORAMAN

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hatay

*Sorumlu yazar: ergun.nuray@gmail.com

Geliş Tarihi: 08.07.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 27.09.2021 Kabul Tarihi: 29.09.2021

Öz

Bu çalışmada, 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, 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 içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde kuraklık uygulamaları 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.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Kuraklık, Hidrojen peroksit, Antosiyanin, Katalaz.

The Effects Hydrogen Peroxide Pre-Application on Growth and Catalase In Wheat Seedlings under Drought Stress

Abstract

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), chlorophyll (chl a/b) amount, catalase enzyme activity (CAT) and free antocyanine 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 content on drought and drought + hydrogen peroxide conditions in Siyez seedlings. K+ H₂O₂ and only H₂O₂ application caused some increase in Chl-a and chl b ratio in Ahmetağa varieties. 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. 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.

Key Words: Wheat, Hydrogen peroxide, Drought, Anthocyanin, Catalase.

Giriş

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

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). Yağışların yetersiz ve düzensiz dağılımı nedeniyle meydana gelen kuraklık stresinin etkisiyle bitkinin su potansiyeli azalır ve daha ileri safhalarda yaprak verimi ve fotosentez oranında düşüş olabilmektedir.

Zengin biyoçeşitliliğe sahip olan ülkemiz birçok tür içinde gen merkezi halindedir. Bunlardan birisi buğdayın en ilkel formu olan siyez buğdayıdır. 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 , OH gibi reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşmasına sebep olmaktadır. H_2O_2 'in bitkilerde hem etilen hem de salisilik asit veya sinyal iletiminde ikincil 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 iletkenliği, 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. H_2O_2 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.

Buğday yetiştirilen alanlarda kuraklık gibi abiyotik stresler ciddi verim kayıplarına neden olmaktadır. Abiyotik streslerin neden olduğu verim kaybını en aza indirmek ya da ortadan kaldırmak amacıyla bu stresleri tolere edebilecek buğday çeşitlerini tespit edip, gelecekte yaşanması olası besin sıkıntısı riskinin önüne geçebilmek amaçlanmıştır.

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, 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.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada numune olarak *Triticum monococcum* siyez buğdayı ve *Triticum aestivum* L. cv Ahmetağa buğdayları 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).

Bitki yetiştirme koşulları

Tohumlar sterilize edilerek, distile su ile yıkanır. Graplara ayrılan tohumlar yaklaşık 2 saat distile su ve %30 (v/v)'luk hidrojen peroksit ile şişirilmeye bırakılır. 2 saat sonunda tohumlar, içerisinde 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. Graplara 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.

Bitki büyüme ve 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.

Kuru madde tayini

Hasat sonrasında taze ağırlıklarını belirlediğimiz örnekler 80°C'lik etüvde 48 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan örnekler

etüvden çıkarılarak kuru ağırlık ölçümü hassas terazi ile yapılmıştır.

Pigment analizi

Klorofil miktarları; Porra vd. (1989)'a göre belirlenmiştir. Antosiyanin miktarları; Mancinelli vd. (1975)'e göre belirlenmiştir.

Katalaz (CAT) aktivitesi

Katalaz enzim aktivitesi (CAT); Çakmak ve Marschner (1992)'ye göre belirlenmiştir.

İstatistik

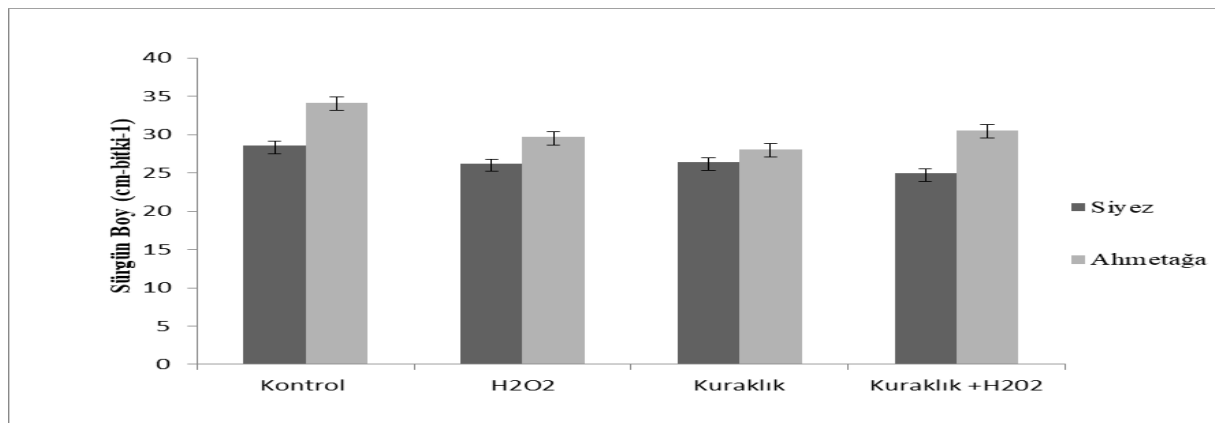
Her deney birbirinden bağımsız üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Sonuçların istatistiksel analizleri SPSS paket programı ile yapılmıştır. Sonuçlar aritmetik ortalama, standart sapma ve standart hata olarak verilmiştir. Ortalamalar arasındaki anlamlı farklar "Duncan's Multiple Range Testi" kullanılarak verilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Abiyotik streslerin bitki büyümesi üzerine etkileri

Sürgün boyu üzerine etkisi

Çalışmamızda kuraklık, H₂O₂, K + H₂O₂ uygulamaları altında yetişen buğday (*T. monococcum* Siyez, *T. aestivum* L. cv. Ahmetağa) fidelerinin sürgün boyuna etkisi incelenmiştir (Şekil 1). Kuraklık bitki büyümesi, gelişimi ve verimliliğine etkileyen en önemli abiyotik streslerden birisidir (Yıldız ve ark., 2020). 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 1. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Sürgün Boyundaki Değişimler (cm bitki-1) (n=3).

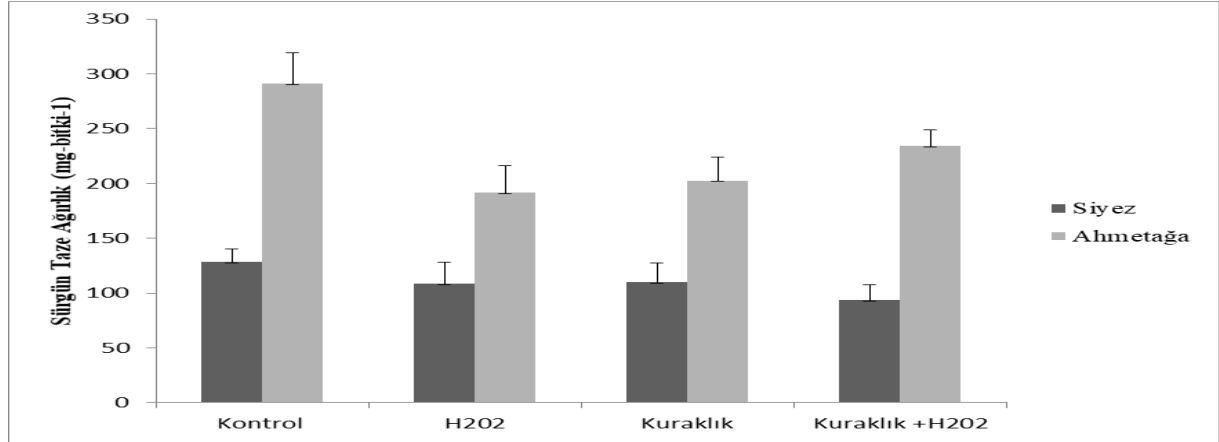
Sürgün taze ağırlığı üzerine etkisi

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 2).

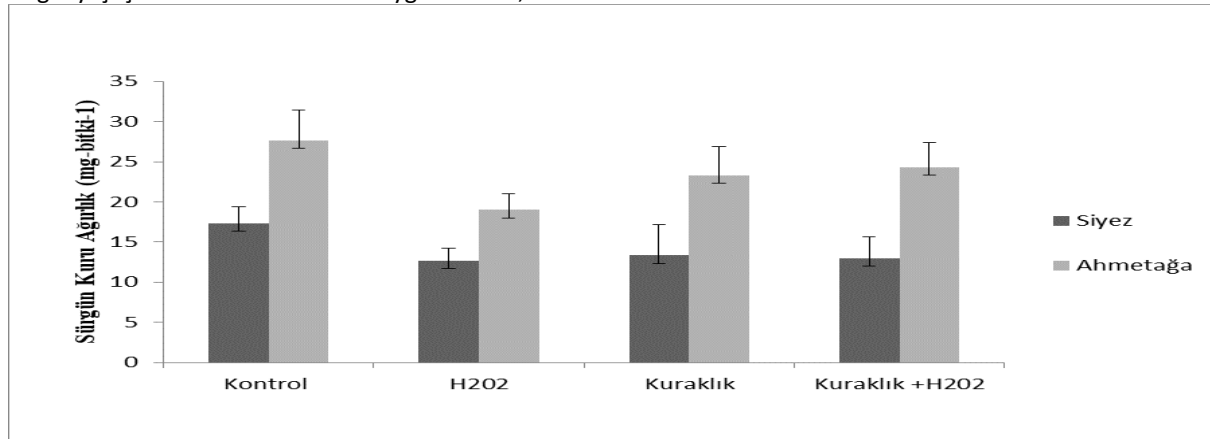


Şekil 2. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Sürgün Taze Ağırlığındaki Değişimler (mg bitki⁻¹) (n=3).

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 (Şekil 3). 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 ($p \leq 0.01$). 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).



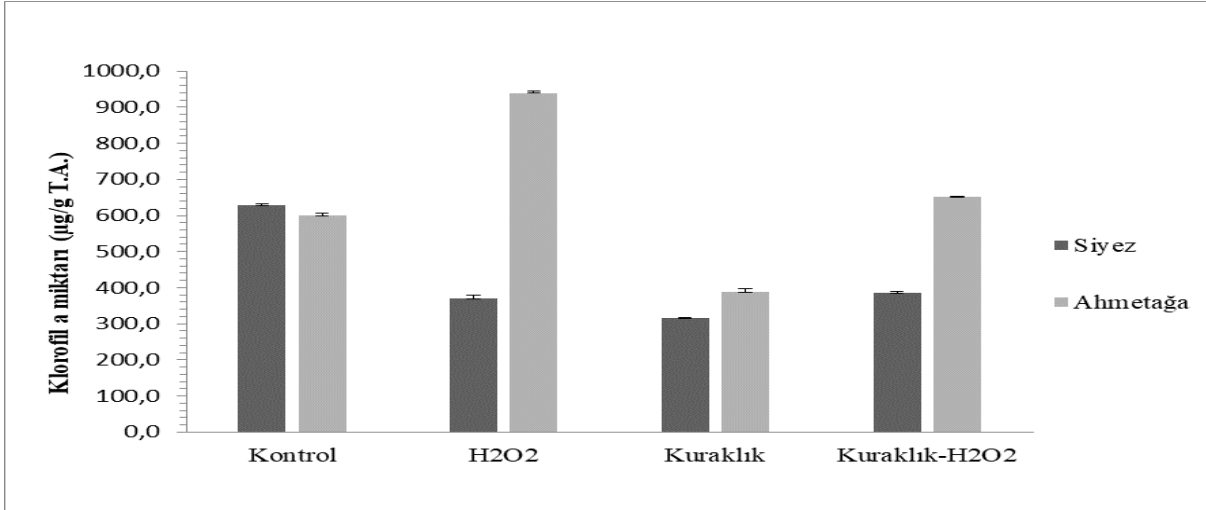
Şekil 1. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Sürgün Kuru Ağırlığındaki Değişimler (mg bitki⁻¹) (n=3).

Pigment miktarı üzerine etkileri

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+ H₂O₂ uygulaması; kuraklık ve H₂O₂ uygulamasına göre artış göstermiştir ($p \leq 0.01$). Ahmetağa çeşidi fidelerinde ise klorofil a miktarı kontrole göre H₂O₂ ve K+ H₂O₂ uygulamasında artış gözlemlenmiş olup, kuraklık uygulamasında klorofil a miktarında azalma tespit edilmiştir ($p \leq 0.01$) (Şekil 4).

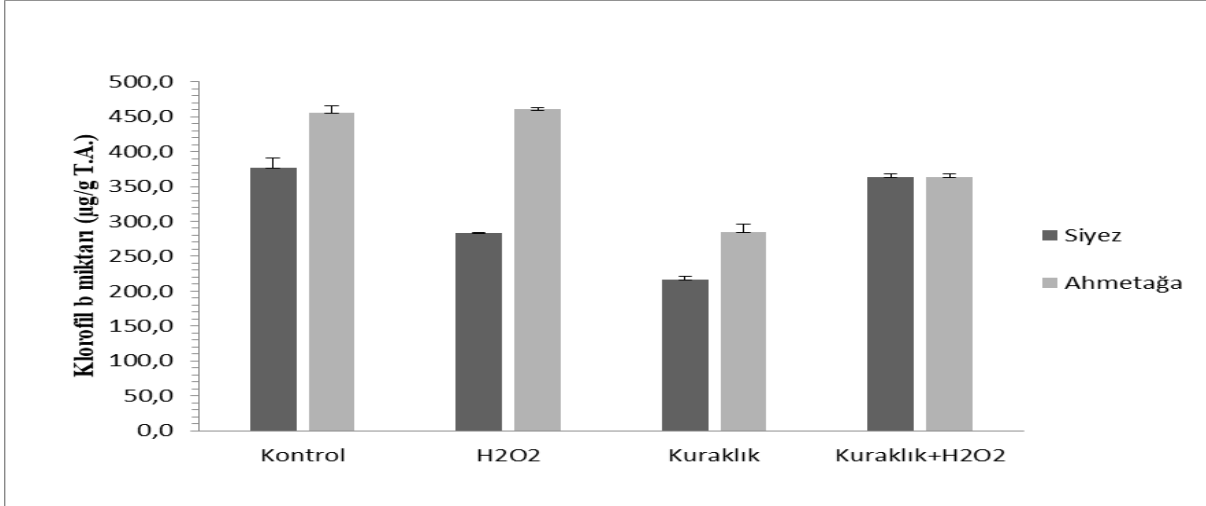


Şekil 2. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Klorofil a Miktarındaki Değişmeler (n=3).

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 (Şekil 5). Yapılan her üç uygulama sonucunda; Siyez çeşidi buğday fidelerinde kontrole göre azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir. Fakat K + H₂O₂ uygulamasında klorofil b miktarı diğer iki uygulama olan H₂O₂ ve K ya göre

artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$). Ahmetağa buğday fidelerinde ise K ve K+HP uygulaması kontrole göre azalma, fakat H₂O₂ uygulamasında ise kontrole göre bir miktar artış bulunmuştur ($p \leq 0.01$). K+H₂O₂ uygulamasında ise tek başına kuraklık uygulamasına göre klorofil b miktarında artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$).



Şekil 3. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Klorofil b Miktarındaki Değişimler (n=3).

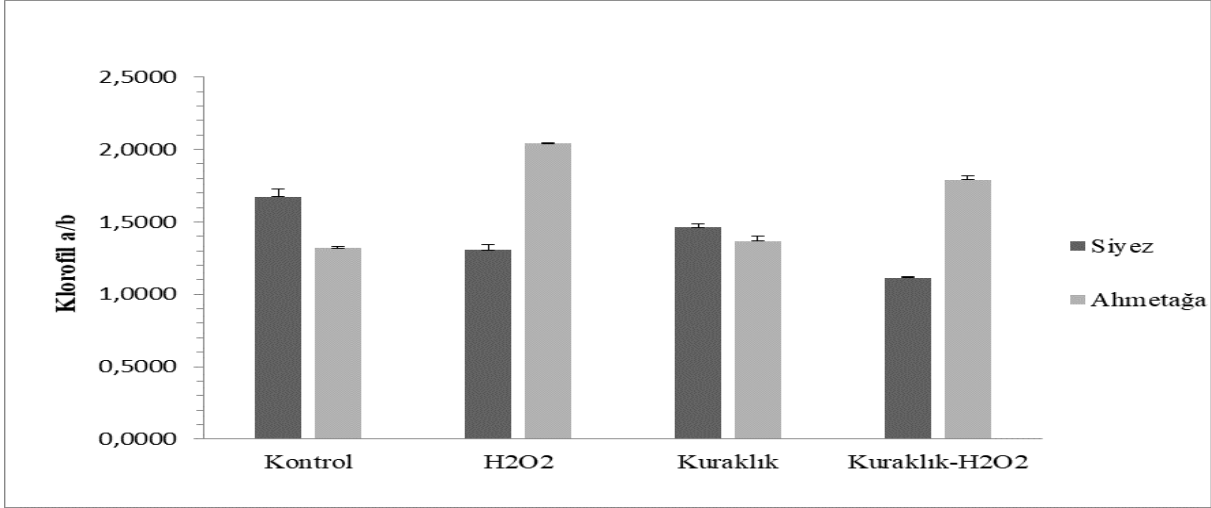
Klorofil a/b miktarı üzerine etkisi

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 H₂O₂ ve K+ H₂O₂ uygulamalarına göre klorofil a/b oranı artmıştır ($p \leq 0.01$). Fakat Siyez

fidelerinde ise; kuraklık uygulaması diğer iki uygulama olan H₂O₂ ve H₂O₂+ H₂O₂ uygulamalarına göre klorofil a/b oranında azalma bulunmuştur ($p \leq 0.01$) (Şekil 6). Abiyotik stresler, fotosentez, solunum ve fotorespirasyon gibi süreçlere zarar vererek reaktif oksijen türlerinin üretimini artırmaktadır (Mittler, 2002). Aghanejad ve ark. (2015) tarafından buğdayda, Chutia ve Borah (2012) taraflarından çeltikte yapılan çalışmalarda

su stresinin etkisiyle klorofil miktarının azaldığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte buğdayda Alaei, (2011) tarafından yapılan çalışma sonucunda 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 etkilenerek ve normal koşullara göre önemli bir şekilde azalmaktadır. Kuraklık stresi sonucu gelişme döneminden sonra klorofil parçalanması artmaktadır (Aghanejad ve ark., 2015).

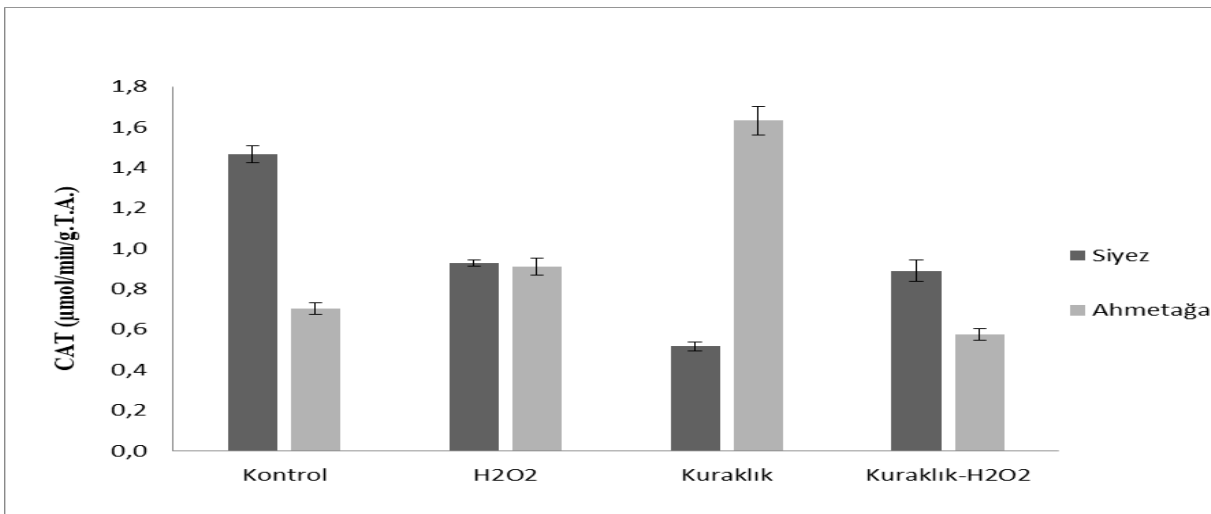


Şekil 6. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Klorofil a/b Oranındaki Değişimler (n=3).

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 (Şekil 7). 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 ($p \leq 0.01$). 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).

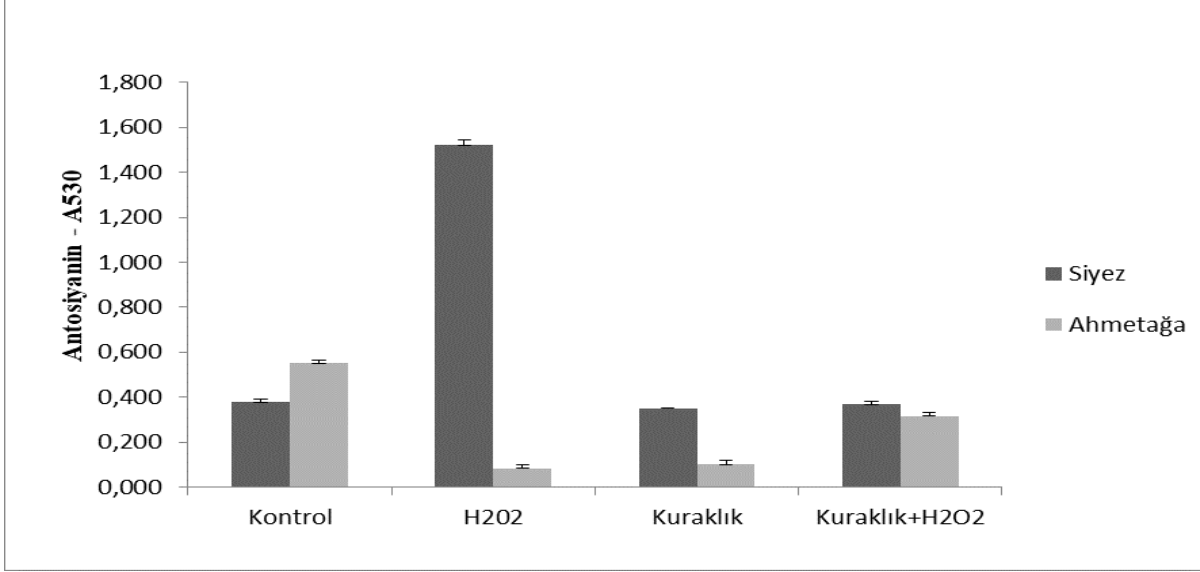


Şekil 7. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Ortalama Katalaz Aktivitesindeki Değişimler (n=3).

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 H₂O₂ uygulamasında olup en az etkilenen K+ H₂O₂ uygulaması olmuştur ($p \leq 0.01$) (Şekil 8). Siyez buğday fidelerinde ise; Kuraklık ve K+ H₂O₂ uygulamasında kontrole göre

antosiyanin miktarı azalmış fakat H₂O₂ uygulamasında kontrole göre antosiyanin miktarında yaklaşık 5 kat artış gözlemlenmiştir ($p \leq 0.01$). 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).



Şekil 8. Kuraklık (K), H₂O₂, K + H₂O₂ Uygulamaları Altında Yetişen Buğday Fidelerinin Antosiyanin Miktarındaki Değişmeler (n=3).

Sonuç ve Öneriler

Kuraklığın bitkilerin büyüme ve verimliliği üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bilinmektedir. 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 miktarında önemli derecede azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Ahmetağa çeşidi buğday fidelerinde Kuraklık uygulamaları klorofil a 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 olmadığı 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 antosiyaninlerin, H₂O₂ bileşiği ile süperoksit ve 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.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

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.

Aydoğan, S. ve Soylu, S., 2017. Araştırma Makalesi (Research Article) Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2017, 26 (1):24-30

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* L.) 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.

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.

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.

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.

Kimber, G., Sears, E. R., (1983). Assignment of genomesymbolsin the Triticea. In proceedings of the 6 th International Wheat Genetic Symposium, Plant Germplasm Intitute, Kyoto University, 1195-1196.

Mancinelli, A. L., Huang Yang, C. P., Lindquist, Anderson, O. R., Rabino, I., 1975. The Action Of Streptomycin On the Synthesis of Chlorophyll and Anthocyanin. Plant Physiology, 55, 251-257.

Mittler, R., 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, PII: S1360-1385(02)02312-9.

Porra, R. J., Thompson, R.A. and Kriedemann, P.E. 1989. Determination of accurate extinction coefficient and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvent verification of the concentration of

- chlorophyll standarts by atomic absorption spectroscopy. *Biochem. and Biophysica Acta*, 975, 384- 394.
- 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. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (1): 286-297 DOI: 10.17714/gumusfenbil.568384.