



Kolza (*Brassica napus* L.) Tohumuna Borik Asit ve Gibberellik Asit Ön Uygulamalarının Kuraklık Stresine Karşı Etkisinin İncelenmesi

Ferzat TURAN¹ , Serap SAMUR 

¹ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya

*Sorumlu Yazar (Corresponding author): ferzatturan@subu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, polietilen glikol'un (PEG) kolza (*Brassica napus* L.) tohumlarına ön uygulama olarak Gibberellik Asit (GA₃) ve Borik Asit'in (BA) çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Denemede tohumlar ekim öncesi GA₃ ve BA'nın beş farklı konsantrasyonu (kontrol, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 mg l⁻¹) ile ön muameleye alınmış ve daha sonra dört farklı PEG (6000) konsantrasyonu (kontrol, -0.4, -0.8, 1.2 Mpa) ile kuraklık stresi uygulamasına tabi tutulmuş. Deneme Tesadüf Parselleri Faktöriyel Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada çimlenme hızı, çimlenme gücü, fide uzunluğu, kök uzunluğu, su içeriği, fide yaş ve kuru ağırlığı özellikleri incelenmiştir. Denemede kuraklık stresinin artışıyla, çimlenme hızı ve çimlenme gücünde düşüşler ve diğer fide özelliklerinde olumsuz etkiler tespit edilmiştir. Ancak araştırma sonuçlarına göre çimlenme ve fide özelliklerini incelediğimizde, genel olarak -0.4 Mpa PEG stresinde 1.5 ile 2.00 mg l⁻¹ BA uygulaması kuraklık stresine karşı olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuç olarak, PEG stresi koşullarında kolza tohumlarına Borik Asit uygulamalarının, bitki düzenleyici gruplara alternatif olarak fide gelişim dönemlerinde fayda sağlayabileceği neticesine varılmıştır.

Investigation of the Effect of Boric Acid and Gibberellic Acid Priming on Rapeseed (*Brassica napus* L.) Seeds Against Drought Stress

Abstract

Osmotic stress is a major concern in agricultural production because it can negatively affect plant growth, development, and productivity. In this study, the effects of Gibberellic Acid (GA₃) and Boric Acid (Br) on germination and seedling development as pre-application of polyethylene glycol (PEG) to rapeseed (*Brassica napus* L.) seeds were examined. The research was conducted at the Field Crops Laboratory of Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture. In the experiment, the seeds were pre-treated with five different concentrations of GA₃ and Br (control, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 mg l⁻¹) before planting, and then four different concentrations of PEG (6000) (control, -0.4, -0.8, 1.2 Mpa) were subjected to drought stress. The experiment was conducted with three replicates according to a Randomized Plot Factorial Trial Design. In this study, the germination rate, germination power, seedling length, root length, water content, and seedling fresh and dry weight characteristics were examined. In this experiment, as drought stress increased, decreases in germination rate and germination power and negative effects on other seedling characteristics were detected. However, when we examined the germination and seedling characteristics according to the research results, it was seen that the application of 1.5 to 2.00 mg l⁻¹ Br in -0.4 Mpa PEG stress generally gave positive results against drought stress. As a result, it was concluded that Boric Acid application to rapeseeds under PEG stress conditions may be beneficial during seedling development as an alternative to plant regulatory groups.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihi

Geliş Tarihi :25.04.2024

Kabul Tarihi :30.05.2024

Anahtar Kelimeler

Kolza (*Brassica napus* L.)
kuraklık
borik asit
gibberellik asit

Research Article

Article History

Received :25.04.2024

Accepted :30.05.2024

Keywords

Rapeseed (*Brassica napus* L.)
drought
boric acid
gibberellic acid

1. Giriş

Doğada bitkiler sürekli olarak biyotik ve abiyotik streslere maruz kalmaktadır (Anjum ve ark., 2015). Yağışın oluşumu ve dağılımı, buharlaşma miktarı, toprağın nem depolama kapasitesi gibi çeşitli faktörlerin bitkilerin kullanılabilir su üzerindeki etkisi, kuraklık stresini öngörülemez bir faktör haline getirmiştir (Barzana ve ark., 2014; Kereçin ve Öztürk., 2024). Kuraklık dünyadaki en önemli çevresel stres faktörü sayılarak, birçok bitkinin büyüme ve gelişmesini etkilemekte ve bunun sonucunda da verimde önemli azalmalara neden olmaktadır (Anjum ve ark., 2015). Kolza tohumu, soya ve palm yağından sonra dünyadaki üçüncü bitkisel yağ kaynağıdır (Thomas ve ark., 2016). Kolza (*Brassica napus* L.) turpgiller familyasına ait ve dünyada enerji ve gıda güvenliğinin sağlanmasında önemli rol oynayan tek yıllık yağ bitkilerinden biri olup, çoğu yağ bitkisinden farklı olarak sonbahar mevsiminde yetiştirilebilen ve yüksek verimliliğe sahip bir bitkidir (Hatamvand ve ark., 2014).

Kuraklık stresinin bitkinin morfolojik özelliklerine etkisi farklıdır. Kuraklığa duyarlılıkta farklılığa neden olan mekanizmalar henüz tam olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmalar, topraktaki su durumu, bitkinin metabolik düzenlemelerini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Kuraklık stresinin kök ve gövde gelişimine etkisi farklıdır. Söz konusu stres koşullarında kök ve yaprak büyümesi ciddi şekilde azalabilir ve araştırmalara göre kök büyümesi genellikle gövde büyümesinden daha az etkilenmektedir (Sharp, 2002; Albaşavat ve ark., 2023).

Çimlenme ve fide oluşumu bitkilerin yaşam döngüsünde kritik ve önemli aşamalarıdır (Windauer ve ark., 2007). Aslında tohum çimlenmesi, çeşitli çevresel ve genetik faktörlerden etkilenen karmaşık bir biyolojik süreç olup, bitkilerin yaşam döngüsündeki en kritik dönemlerden biri olarak kabul edilmektedir. Çimlenme geri dönüşü olmayan bir süreçtir ve bir kez başlatıldığında tohumun embriyosu büyümeyi ya da ölümü tecrübe etmiş olacaktır (Bradford, 2004). Suyun

mevcudiyeti tohumların çimlenme oranını etkilemektedir (Bewley ve ark., 2013). Su potansiyelinin azalması, homojenliğin, çimlenme oranı ve yeşillenmenin azalmasına neden olmaktadır (Rosalind ve ark., 1994). Kuraklık stresinin artmasıyla birlikte domates (Dahal ve Bradford., 1990), hint darısı (Manga., 1998), kolza (Soltani ve ark., 2013) ve şeker pancarı (Gummerson., 1986) tohumlarının çimlenme yüzdesi azalmıştır.

Kolza tohumunda farklı büyüme aşamalarında kuraklık stresinin uygulanması, kuraklığın kolza bitkisinin yaprak su potansiyelinde, bitki boyunda ve toprak üstü kısımlarının kuru ağırlığında azalmaya neden olduğunu göstermiştir (Shaabani ve ark., 2009). Huang ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada, kışlık kolza çeşitlerine kuraklık stresi uygulamasının fide boyunda azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Seyed-ahmadi ve ark. (2012)'nin yaptıkları çalışmada, kuraklık stresinin kolza kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığında azalmaya ancak kök çapında artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Aynı çalışmada ortalama kök uzunluğu ve kök kuru ağırlığında sırasıyla % 55 ve % 36.9 oranında azalma olmuştur. Kuraklık stresi ve sıcaklığın kolza köklerinin kuru ağırlığı üzerindeki etkisi önemli çıkmıştır. Kök kuru ağırlığı 2.83'ten 1.63'e düşerken, fide kuru ağırlığında önemli bir azalma görülmemiştir.

Tohum ön uygulamalarına (priming) ilişkin yapılan çeşitli çalışmaların sonuçları, ön uygulamanın çimlenme oranını artırdığını göstermiştir (Murungu ve ark., 2003; Demir Kaya ve ark., 2006). Ayrıca priming uygulamaları membran onarımı ile protein sentezinin artırarak tohumlarda ATP seviyesinin yükselmesine neden olmakta ve embriyo büyüme hızını artırmaktadır. Çevresel stres koşullarında tohumun çimlenme ve filizlenme bileşenlerini artırmanın yollarından biri priming tekniğinin kullanılmasıdır. Priming yönteminin kullanılması, olumsuz çevre koşullarında tohum performansını iyileştirerek, tohum kalitesinin artırmasına ve verim artışına sebep olmaktadır. Priming tekniği; tuzluluk, kuraklık ve sıcaklık gibi çevresel stres koşullarının varlığında tohumun

çimlenme oranını artırmaktadır (Basra ve ark., 2004; Varier ve ark., 2010; Harris ve ark., 2015). Yapılan farklı çalışmalarda, primingin çevresel stres koşulları altında mısır (Ashraf ve Rauf, 2001), ayçiçeği (Demir Kaya ve ark., 2006), pamuk (Murungu ve ark., 2003), sorgum (Foti ve ark., 2002) ve çeltik (Basra ve ark., 2004) tohumlarının çimlenmesini iyileştirdiğini göstermiştir.

Bu araştırma, günümüzde iklim değişikliği ile birlikte tarımsal alanlarda gittikçe artış gösteren kuraklık problemlerine karşı tolerans sağlayan uygulamalardan Borik asit (H_3BO_3) ve Gibberellik Asit'in (GA_3), yetiştiriciliği yapılan kolza bitkisinin kuraklık koşullardaki; tohum çimlenme ve fide özelliklerine karşı etkilerini belirleyerek, kuraklık stresine karşı verdiği tepkileri incelemek ve çıkan olumlu sonuçları üreticilere önermek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, 2023 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarla

$$OP = (-1.18 \times 10^{-2}) \times C - (1.18 \times 10^{-4}) \times C + (2.67 \times 10^{-4}) \times C \times T + (8.39 \times 10^{-7}) \times C^2 T$$

OP=Osmotik potansiyel (bar); C=PEG konsantrasyonu ($g\ l^{-1}$); T=Sıcaklık ($^{\circ}C$)

Kuraklık stresi uygulanacak petri kaplarına yerleştirilen tohumlara, hazırlanan çözeltilerden 5'er ml eklenerek çimlendirme sürecine başlanmıştır. Deneme, her biri 50 tohum içeren petriyle 3 tekerrürlü olarak, tesadüf parseller faktöriyel deneme desenine göre düzenlenmiş ve $25 \pm 1\ ^{\circ}C$ sabit sıcaklıktaki çimlendirme ortamında kontrollü bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada çimlenme hızı (%), çimlenme gücü (%), fide uzunluğu

Bitkileri laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen TT264 kolza çeşidi kullanılmıştır. Tohumlara ön muamele amacıyla bitki gelişim düzenleyicisi olarak Gibberellik Asit (GA_3) ve Borik Asit kullanılmıştır. Tohumlar, çimlendirme işlemine tabi tutulmadan önce kontaminasyon riskine karşı % 3'lük Sodyum Hipoklorit ($NaClO$) ile 15 dakika çalkalanmıştır. Dezenfekte edilen tohumlar üç kez saf su ile durulanmıştır. Borik asit (H_3BO_3) ve Gibberellik asitle (GA_3) muamele edilecek tohumlar beş farklı (kontrol, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 $mg\ l^{-1}$) dozda hazırlanan solüsyonlarda ayrı ayrı 6 saat bekletildikten sonra kurutma kağıtları arasında oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kuraklık stresi oluşturmak amacıyla, 1 litre saf suya polietilen glikol (PEG 6000) eklenerek (kontrol, -0.4, -0.8, -1.2 Mpa) dozlarında, aşağıdaki formüle göre hesaplanarak solüsyonlar hazırlanmıştır. (Michel ve Kaufmann, 1973).

(mm), kök uzunluğu (mm), fide yaş ağırlığı (g), fide kuru ağırlığı (g) ve su içeriği özellikleri hesaplanmıştır. Yaş ağırlığı (FW) ölçülen numunelerin kuru ağırlıklarını (DW) elde etmek için bir fırında $80^{\circ}C$ 'de 48 saatlik bir kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Su içeriği (WC), Wu ve ark. (2015), tarafından aşağıda özetlenen formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$WC(g/g) = \frac{(FW - DW)}{DW}$$

2.1. İstatiksel analizler

Araştırmadaki veriler, MSTAT-C ve SPSS istatistik paket programları kullanılarak analiz edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, ortalamalar arasında Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Kolza TT264 çeşidine farklı dozlarda (kontrol, 0.50, 1.00, 1.50, 2.00 $mg\ l^{-1}$) Borik asit (H_3BO_3) ve Gibberellik asitle (GA_3) uygulamalarının dört farklı PEG konsantrasyonu (kontrol, -0.4, -0.8, -1.2 Mpa) stresi altında incelenen tüm özelliklere ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 1'de

sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, tüm özellikler için Kimyasal×Doz×PEG etkileşiminin istatistiksel olarak %1 düzeyinde (P<0.01) anlamlı olduğunu göstermiştir. (Tablo 1).

Tablo 1. Kuraklık stresi altında farklı Borik asit ve GA₃ dozları uygulanan kolzada incelenen özelliklerin varyans analiz sonuçları

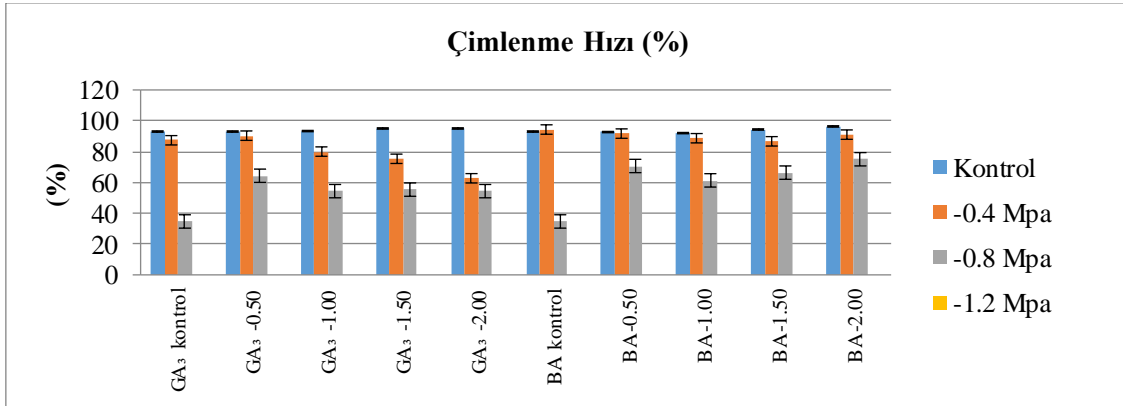
V. K	S.D.	Kareler Ortalaması						
		Çimlenme hızı (%)	Çimlenme gücü (%)	Fide uzunluğu (mm)	Kök uzunluğu (mm)	Fide yaş ağırlığı (g)	Fide kuru ağırlığı (g)	Su İçeriği (gg ⁻¹)
Kimyasal	1	800.83**	360.53**	0.711**	14.04**	0.00005	0.000001	0.000
Doz	4	205.95**	91.88**	0.575**	18.18**	0.003**	0.000035**	0.003**
PEG	3	53275.74**	58637.38**	84.03**	306.44**	1.590**	0.010**	1.590**
Kimyasal × Doz	4	136.04**	51.59**	0.183	5.08**	0.001**	0.000067**	0.001**
Kimyasal × PEG	3	257.47**	144.37**	0.104	3.88**	0.0002	0.000003	0.000
Doz × PEG	12	353.66**	179.13**	2.254**	2.93**	0.010**	0.000066**	0.010**
Kimyasal × Doz × PEG	12	36.74**	37.05**	0.788**	0.611**	0.001**	0.000041**	0.001**
Hata	80	4.26	4.84	0.151	0.045**	0.0003	0.000013	0.0003
Genel	119	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

** P <0.01 seviyesinde önemli, * P <0.05 seviyesinde önemlidir.

3.1. Çimlenme hızı

Çimlenme hızına ait ortalama değerleri % 96.33 ile 0.00 arasında değişmektedir. En yüksek çimlenme hızı % 96.33 (kontrol + 2.00 mg l⁻¹ BA dozunda) ve en düşük çimlenme hızı 0.00 olarak (-1.2 Mpa PEG + Tüm dozlar) görülmüştür (Şekil 1). Kuraklık stresinin

artması, tüm uygulamalarda çimlenme hızında düşümlere yol açmıştır. Genel olarak, kuraklık stresinde BA'nın tüm uygulamaları, GA₃ uygulamalarına kıyasla çimlenme hızında daha olumlu sonuçlar vermiştir. Yılmaz ve Kısakürek (2021) tarafından yapılan çalışmada da bitkilerde çimlenme hızının kuraklık stresi arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir.

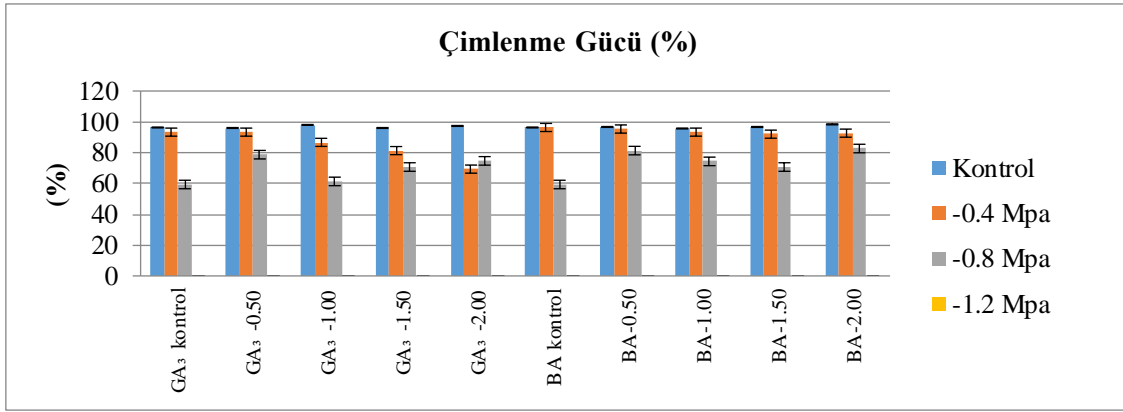


Şekil 1. GA₃ ve BA Kimyasal ön uygulamaların kuraklık stresinde çimlenme hızına etkileri

3.2. Çimlenme gücü

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek çimlenme gücü, kontrol + 2.00 mg l⁻¹ BA dozunda % 98.33 görülmüştür. En düşük çimlenme gücü ise -1.2 Mpa PEG + tüm hormon dozlarında 0.00 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2). Kurt ve ark (2023), çalışmaları

mürdümük bitkisinde, borik asit uygulamalarının çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, plumula ve radikula yaş ağırlıkları, fide güç indeksi ve yan kök sayısı parametrelerini önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir.

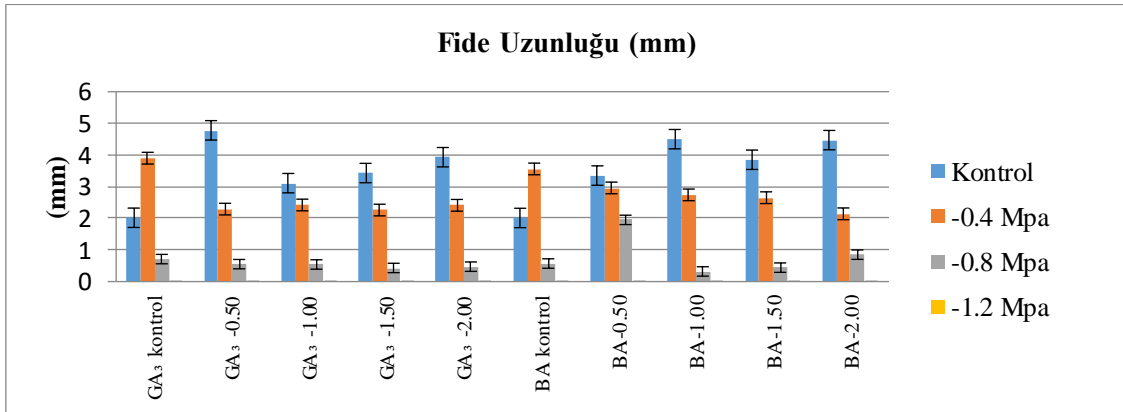


Şekil 2. GA₃ ve BA Kimyasal ön uygulamaların kuraklık stresinde çimlenme gücüne etkileri

3.3. Fide uzunluğu

Kimyasal×Doz×PEG interaksiyonunun Duncan analizi sonuçlarına göre en yüksek fide uzunluğu 4.78 mm olarak kontrol + 0.5 mg l⁻¹ GA₃ dozunda ve en düşük fide uzunluğu 0.00 mm olarak her iki GA₃ ve Br'nin tüm dozlarında ve -1.2 Mpa PEG uygulamasında çimlenme gerçekleşmemiştir (Şekil 3). Artan kuraklık seviyeleri nedeniyle tüm

uygulamalarda fide boylarında azalmalar gözlemlenmiştir. Dolgun ve Çiççi (2018) tarafından yapılan çalışmada, buğday çeşitlerinin fide uzunluklarının artan kuraklık seviyeleriyle azaldığı belirlenmiştir. Çiççi ve Açıkbay (2023), Araştırmalarında; PEG artışı ile birlikte yaygın fiğ çeşitlerinde çimlenme ve fide özelliklerini önemli (p<0.01) derecede etkilediğini tespit etmişlerdir.

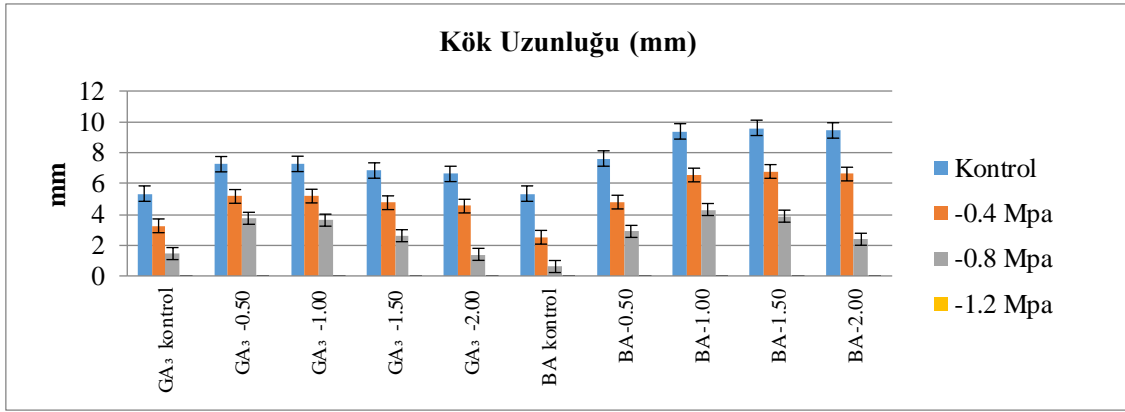


Şekil 3. GA₃ ve BA kimyasal ön uygulamaların kuraklık stresinde fide uzunluğuna etkileri

3.4. Kök uzunluğu

Şekil 3'te görüldüğü üzere Kimyasal×Doz×PEG interaksiyonunun en uzun kök uzunluğu kontrol + 1.50 mg l⁻¹ BA dozunda 9.61 mm olarak ölçülmüştür. Aynı interaksiyonda PEG uygulamasında, en kısa kök uzunluğu -1.2 Mpa PEG + GA₃ ve BA'nın dozlarında 0.00 mm tespit edilmiştir. Artan kuraklık seviyeleri kök uzunluklarında önemli

derecede azalışa neden olmuştur. Genel olarak kontrol grubunda kuraklık seviyesinde kök uzunluklarında en yüksek değerler ölçülmüş olup, 1.5 mg l⁻¹ BA uygulaması olumlu etki göstermiştir. Husen ve ark., (2014) tarafından yapılan çalışmada; yabani hardaldaki (*Brassica carinata*) morfolojik özelliklerin incelenmesinde, artan kuraklık stresinin kök uzunluğunda bir azalmaya neden olduğunu tespit edilmiştir.

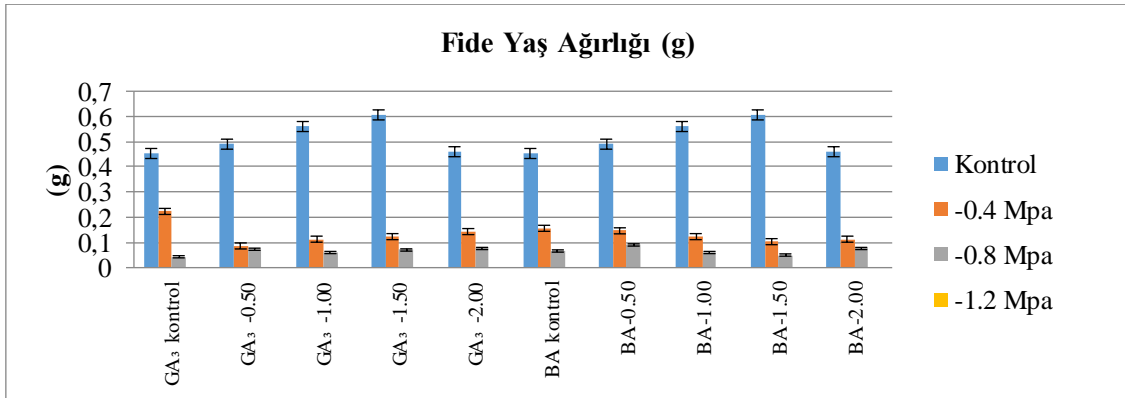


Şekil 3. GA₃ ve BA kimyasal ön uygulamaların kuraklık stresinde kök uzunluğuna etkileri

3.5. Fide yaş ağırlığı

Kuraklık stresi altında farklı Borik Asit ve Giberellik Asit dozu uygulamalarının kolzada fide yaş ağırlığına ilişkin ortalama değerleri şekil 4'de verilmiştir. Fide yaş ağırlığı bakımından ortalamalar 0.606 g ile 0.00 arasında değişmektedir. Duncan analizi sonuçlarına göre en yüksek fide yaş ağırlığı kontrol + 1.5 mg l⁻¹ GA₃ dozunda % 0.606 g

iken -1.2 Mpa PEG + GA₃ ve BA'nın dozlarında 0.00 hesaplanmıştır. Artan kuraklık seviyeleriyle birlikte fide yaş ağırlıkları önemli derecede azalış göstermiştir. Kuraklık başladığında, bitki suya daha iyi erişebilmek için gövde gelişimini yavaşlatırken kök gelişimini artırır. Ancak, kuraklığın uzun süre devam etmesi ve bitkilerde hasar yaratması durumunda, hem gövde hem de kök gelişimi durur (Ecem, 2010; Gür, 2018).

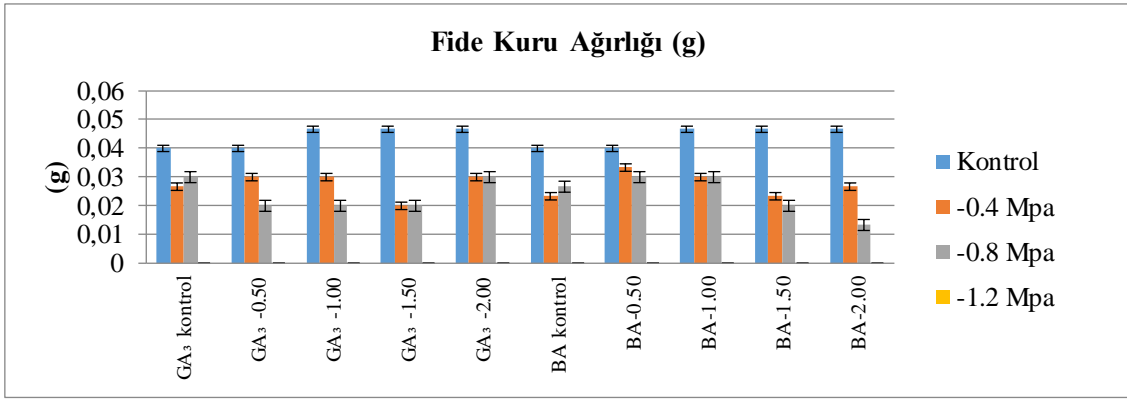


Şekil 4. GA₃ ve BA Kimyasal ön uygulamaların kuraklık stresinde fide yaş ağırlığı etkileri

3.6. Fide kuru ağırlığı

Duncan testinden elde edilen sonuçlara göre en yüksek fide kuru ağırlığı, kontrol + 1.00, 1.5, 2.00 mg l⁻¹ GA₃ ve BA dozlarında 0.046 olarak görülmüştür (Şekil 5). Aynı etkileşimde kuraklık stresi uygulamasında, -1.2 Mpa PEG + GA₃ ve BA'nın dozlarında 0.00 en düşük

fide kuru ağırlığı gözlemlenmiştir. Kuraklık stresinin artmasıyla fide kuru ağırlığının azalmasının, bitkinin toprak üstü kısmında biriken kuru maddenin büyük bir kısmını köklerine yönlendirmesinden kaynaklandığı tespit edilmiştir (Gonzalez ve ark., 2005; Rauf ve ark., 2007).

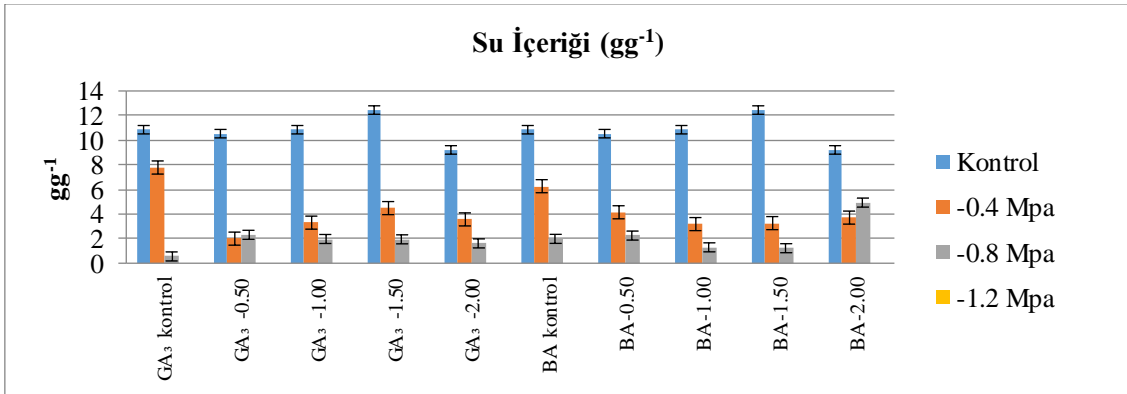


Şekil 5. GA₃ ve BA kimyasal ön uygulamaların kuraklık stresinde fide kuru ağırlığı etkileri

3.7. Su içeriği

Bu çalışmada su içeriği 0,00 ile 12.45 g g⁻¹ arasında değişmiştir. En yüksek su içeriği kontrol + 1.50 mg l⁻¹ GA₃ ve BA dozunda 12.45 g g⁻¹, -1.2 Mpa PEG + GA₃ ve BA'nın dozlarında 0.00 olarak gözlenmiştir (Şekil 6).

PEG konsantrasyonunun artmasıyla birlikte tüm örneklerdeki su içeriği (WC), kontrol uygulamasına göre azalma eğilimi gösterdi. Çalışmalar kuraklık ve tuz stresi koşullarında su içeriğinin azaldığını ortaya koymuştur (Attarad ve ark, 2015; Wu ve ark, 2015).



Şekil 6. GA₃ ve BA kimyasal ön uygulamalarının kuraklık stresinde fide kuru ağırlığı üzerine etkileri

4. Sonuç

Bu çalışmada, kolza tohumları Borik Asit (BA) ve Gibberellik Asit'in (GA₃) farklı dozlarında ön uygulamaya (priming) tabi tutularak daha sonra PEG'nin farklı konsantrasyonlarında kuraklık stresin maruz bırakılmıştır. Araştırmada yapılan uygulamaların kolza çimlenme ve fide özellikleri üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çimlenme, bitki yaşam döngüsünün en hassas ve kritik aşamalarından biridir. Bu aşamada tohumlar çimlenme sürecinin başlamasıyla erken fide haline gelmektedir. Ancak kuraklık gibi olumsuz abiyotik stresler tohumları ve daha sonra fidelerin oluşumu ve gelişimini tehlikeye atabilir (Anjum ve ark., 2015).

Kuraklık stresi koşullarında incelenen tüm özellikler açısından, kuraklık stresi uygulanan gruplar ile kontrol grubu karşılaştırıldığında; Kimyasal×Doz×PEG etkileşimindeki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. PEG stresi konsantrasyonlarının tamamı, kolza tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerinde olumsuz etki yapmıştır. Bu olumsuz etkileri azaltmak veya ortadan kaldırmak amacıyla ekim öncesinde tohumlara ön uygulama (priming) yapılmıştır. Yapılan bu ön uygulamaların, kolza tohumlarının çimlenme ve fide gelişimini -0.4 Mpa'da kontrol grubuna kıyasla azalttığı belirlenmiştir. Kuraklık stresi koşullarda uygulama yapılan 2.00 mg l⁻¹ BA dozu çimlenme hızı ve çimlenme gücü üzerinde iyileştirici etki

göstermiştir. Ancak fide ve kök uzunluğuna bakıldığında 0.5 mg l⁻¹ BA ve üzeri doz uygulamaları olumlu sonuçlar vermiştir. Fide yaş ve kuru ağırlığı ve su içeriği bakımından ise 1.50 mg l⁻¹ GA₃ ve BA uygulaması etkili olmuştur.

Sonuç olarak; -0.4 Mpa PEG konsantrasyon ortamında yapılan kolza yetiştiriciliğinde, bitki gelişimini teşvik etmek amacıyla hormon kullanımına alternatif olarak Borik asit'in 1.5 ile 2.00 mg l⁻¹ dozlarının uygulanması faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Yazarların Katkı Beyanı

Ferzat TURAN; Çalışmanın kurgusu, makalenin yazımı, laboratuvar ve istatistik analizleri için ve Serap SAMUR, laboratuvar çalışmaları ve veri toplama açısından makalede katkı sağladıklarını beyan etmektedirler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu araştırma, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından "133-2023" nolu proje ile desteklenmiştir.

Açıklama

Bu çalışma ikinci yazarın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

Albaşavat, L., Akay, H., Öztürk, E., Sezer, İ., 2023. Tohum büyüklüğü ve PEG kaynaklı ozmotik stresin tane sorgumda çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkileri. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(2):407-422.

Anjum, S.A., Xie, X.Y., Wang, L.C., Saleem Ardalani, S.H., Saeidi, M., Jalali Honarmand, S., Eghbal Ghobadi, M., Abdoli, M., 2015. Effect of post anthesis drought stress on some agronomic and physiological traits related to source strength in four bread wheat genotypes. *Journal of Cereal Research*, 5(1): 45-65.

Ashraf, M., Rauf, H., 2001. Inducing salt tolerate in maize (*Zea mays* L.) throught seed priming with chloride salts: growth and ion transport at early growth stages. *Acta Physiologiae Plantarum*, 23: 407-414.

Attarad, A., Phull, A.R., Ziac, M., Akber Shahb, A.M., Malika, R.N., Ul-Haq, I., 2015. Phytotoxicity of river chenab sediments: in vitro morphological and biochemical response of *Brassica napus* L. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 4: 74-84.

Barzana, G., Aroca, R., Bienert, G.P., Chaumont, F., Lozano, G.M., 2014. New insights into the regulation of aquaporins by the arbuscular mycorrhizal symbiosis in maize plants under drought stress and possible implications for plant performance. *Journal of the American Phytopathological Society*, 27(4): 349-363.

Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A., Ahmad, R., 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cottonseed. *Seed Science and Technology*, 32: 765-774.

Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst, H.W., Monogaki, H., 2013. Seeds: physiology development, germination and dormancy (3th ed). Springer, New York, 445p.

Bradford, K.J., Still, D.W., 2004. Application of hydrotime analysis in seed testing. *Seed Science and Technology*, 26: 74-85.

Çifçi, H., Açıkbaş, S., 2023. Kuraklık stresinin yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimine etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3): 288-299.

Dahal, P., Bradford, K.J., 1990. Effects of priming and endosperm integrity on seed germination rates of tomato genotypes. II. Germination at reduced water potential. *Journal of Experimental Botany*, 41: 1441-1453.

- Demir Kaya, M., Okçu Gamze Atak, M., Çikili, Y., Kolsarici, O., 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.
- Dolgun, C., Aydoğan Çiftçi, E., 2018. Farklı kuraklık stresi seviyelerinin makarnalık buğday çeşitlerinde çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2): 99-109.
- Ecem, N., 2010. Farklı mısır (*Zea mays* L.) çeşit ve hatlarında kuraklık stresi etkilerinin fizyolojik olarak incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Foti, S., Cosentino, S.L., Patane, C., Agosta, G.M.D., 2002. Effects of osmoconditioning upon seed germination of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under low temperatures. *Seed Science and Technology*, 30: 521-533.
- Gonzalez, L.M., Argente, L., Zaldivar, N., Ramirez, R., 2005. Effects of simulated drought induced by PEG-6000 on the germination and growth of two wheat varieties. *Cultivos Tropicales*, 26(4): 49-52.
- Gummerson, R.J., 1986. The effect of constant temperature and osmotic potential on the germination of sugarbeet. *Journal of Experimental Botany*, 37: 729-714.
- Gür, İ., 2018. Su stresi uygulamalarının bazı armut anaçlarında morfolojik ve biyokimyasal değişimlere etkileri. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Harris, D., Pathan, A.K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., Nyamudeza, P., 2015. Onfarm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. *Agricultural Systems*, 69: 151-164.
- Hatamvand, M., Hasanloo, T., Dehghannayeri, F., Shiranirad, A.H., Tabatabaee, S.A., Hosseini, S.M., 2014. Evaluation of some physiological and biochemical indices of canola cultivars in response to drought stress. *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 7(2): 173-185.
- Huang, Q., Zhao, Y., Liu, C., Zou, X., Cheng, Y., Fu, G., Xu, J., Zhang, X., Lu, G., 2015. Evaluation of and selection criteria for drought resistance in Chinese semiwinter rapeseed varieties at different developmental stages. *Journal of Plant Breeding*, 134(5): 542-550.
- Husen, A., Iqbal, M., Aref, I.M., 2014. Growth, water status, and leaf characteristics of *Brassica carinata* under drought and rehydration conditions. *Brazilian Journal of Botany*, 37(3): 217-227.
- Kereçin, G., Öztürk, F., 2024. Salisilik asit ve tuz stresi uygulamalarının bazı soya (*Glycine max.* L.) çeşitlerinin fide gelişimi üzerine etkisi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(1): 25-35.
- Kurt, A.N., Tufan, Y., Özkurt, M., Karadağ, Y., 2023. Borik asit ön uygulamalarının bazı mürdümük çeşitlerine ait tohumların çimlenme ve fide gelişim parametrelerine etkileri. *Ziraat Mühendisliği* 376: 23-32.
- Manga, V.K., 1998. Germination response of pearl millet genotypes to simulated drought condition, Crop, growth of soybean under different water potentials. *Seed Science Research*, 26: 131-133.
- Michel, B.E., Kaufmann, M.R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51: 914-916.
- Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduzi, C., Clark, L.J., Whalley, W.R., 2003. Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and Maize (*Zea mays* L.). *Soil and Tillage Research*, 74: 161-168.
- Rauf, M.M., Munir, M.U., Hassan, M.U., Ahmad, M., Afzal, M., 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. *African Journal of Biotechnology*, 6(8): 971-975.

- Rosalind, A.B., Oosterhuis, D.M., Mauromoustakos, A., 1994. Growth dynamics of the cotton plant during water deficit stress. *Agronomy Journal*, 86: 788-795.
- Seyed-ahmadi, A., Gharineh, M.H., Bakhshandeh, A., Fathi, G.h., Naderi, A., 2012. Study of terminal drought stress on yield, yield components oil and protein, percentage and root growth canola under ahvaz climate conditions. *Journal of the Plant Production (Agronomy, Breeding and Horticulture)*, 34(2): 53- 66.
- Shaabani, A., Kamgarhaghghi, A., Spaskhah, A., Emami, Y., Honar, T., 2009. Effect of water stress on physiological parameters of oil seed rape (*Brassica napus*). *Journal of Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources)*, 13(49): 31-42.
- Sharp, R., 2002. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. *Journal of Plant, Cell and Environment*, 25: 211-222.
- Soltani, E., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E., 2013. Seed bank modelling of volunteer oil seed rape: from seeds fate in the soil to seedling emergence. *Planta Daninha*, 31: 267-279.
- Thomas, C., Alcock, T., Graham, N., Hayden, R., Matterson, S., Wilson, L., Young, S., Dupuy, L., White, P., Hammond, J., Danku, J., Salt, D., Sweeney, A., Bancroft, I., Broadley, M., 2016. Root morphology and seed and leaf ionic traits in a *Brassica napus* L. diversity panel show wide phenotypic variation and are characteristic of crop habit. *Journal of Bio Med Central Plant Biology*, 16: 214-232.
- Varier, A., Vari, A.K., Dadlani, M., 2010. The subcellular basis of seed priming. *Current Science*, 99: 450-456.
- Windauer, L., Altuna, A., Benech-Arnold, R., 2007. Hydritime analysis of lesquerella fendleri seed germination responses to priming treatments. *Industrial Crops and Products*, 25: 70-74.
- Wu, G.Q., Jiao, Q., Shui Q.Z., 2015. Effect of salinity on seed germination, seedling growth, and inorganic and organic solutes accumulation in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Soil Environ*, 61(5): 220–226.
- Yılmaz, M.B., Kısakürek, Ş., 2021. *Lolium perenne* L. çeşitlerinde kuraklık stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24(3): 529-538.

Atf Şekli	Turan, F., Samur, S., 2024. Kolza (<i>Brassica napus</i> L.) Tohumumuna Borik Asit ve Gibberellik Asit Ön Uygulamalarının Kuraklık Stresine Karşı Etkisinin İncelenmesi. <i>ISPECTarım Bilimleri Dergisi</i> , 8(3): 756-765. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.12788918 .
To Cite	Turan, F., Samur, S., 2024. Investigation of the Effect of Boric Acid and Gibberellic Acid priming on Rapeseed (<i>Brassica napus</i> L.) Seeds against Drought Stress. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 8(3): 756-765. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.12788918 .