

# Borik Asit Ön Uygulamalarının Bazı Mürdümük Çeşitlerine Ait Tohumların Çimlenme ve Fide Gelişim Parametrelerine Etkileri

The Effects of Boric Acid Priming on Germination and Seedling Parameters in Grass Pea Seeds

## ÖZET

Bu çalışma borik asit ön uygulamalarının mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) bitkisinde çimlenme ve fide gelişimine etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Araştırma Laboratuvarlarında,  $20 \pm 1$  C° sıcaklıkta kontrollü şartlar altında yapılmıştır. Çalışmada 3 adet mürdümük çeşidi (Karadağ, İptaş, Eren) kullanılmış ve araştırma tesadüf parsellerinde faktöriyel düzenlemeye göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Çeşitlere kontrol (saf su (hidropriming) ve ön uygulama yapılmayan) ile birlikte 6 farklı borik asit ( $H_3BO_3$ ) dozları (BA1: 1mM, BA2: 2 mM, BA3: 3 mM, BA4: 4 mM, BA5: 5 mM, BA6: 6 mM) konsantrasyonu uygulaması yapılmıştır. Çalışmada çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, plumula ve radikula uzunluğu, plumula ve radikula yaş ve kuru ağırlığı, fide güç indeksi, vigor indeks ve yan kök sayısı gibi özellikler incelenmiştir. Borik asit uygulamalarının çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, plumula ve radikula yaş ağırlıkları, fide güç indeksi, yan kök sayısı parametrelerini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** mürdümük, çeşit, borik asit, tohum ön uygulama

Sorumlu Yazar

**Ayşe Nida KURT**

ankayaalp@gmail.com

iD 0000-0001-7752-5663

Yazar

**Yasir TUFAN**

y.tufan@alparslan.edu.tr

iD 0000-0002-0897-9466

Yazar

**Mahir ÖZKURT**

m.ozkurt@alparslan.edu.tr

iD 0000-0003-0058-3026

Yazar

**Yaşar KARADAĞ**

y.karadag@alparslan.edu.tr

iD 0000-0002-0523-9470

Gönderilme Tarihi :

18 Mayıs 2022

Kabul Tarihi :

21 Ekim 2022

## ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of seed pretreatment with boric acid on germination and seedling growth parameters in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). The study was carried out in Mus Alparslan University, Faculty of Applied Science, Research Laboratory under controlled conditions of  $20 \pm 1$  C°. The plant material of the study consisted of 3 grass pea variety (Karadağ, İptaş, Eren) and the laboratory study was setup according to factorial arrangement of completely randomized design with 4 replications. In the research control (hydropriming and not primed) application with 6 different concentration of boric acid constituted the subject of research. In the research germination index, final germination, average germination time, germination energy, plumula and radicle length, plumula and radicle fresh and dry weight, seedling power index, vigor index, lateral root number parameters were investigated. It was determined that boric acid applications significantly affected the germination index, final germination, average germination time, germination energy, plumule and radicle fresh weights, seedling power index, number of lateral roots.

**Key words:** grass pea, variety, boric acid, seed priming

## GİRİŞ

Baklagiller familyasında yer alan mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), bir yıllık yem bitkisidir. Yeşil, kuru ot ve tane olarak hayvan beslemede, toprak yapısının iyileştirilmesinde yeşil gübre bitkisi olarak kullanılmaktadır (Karadağ, 2009). İyi bir protein kaynağı olan mürdümük tohumlarının protein oranı %25-35, kuru otunun protein oranı %15-20 civarındadır (Başaran, Acar, Önal, Mut, Ayan, 2007; Açıkgöz 2021). Daha çok tohumu için yetiştirilen mürdümük, tohumları alındıktan sonra kalan samanı (kes) ile de iyi bir hayvan yemidir (Açıkgöz, 2021). Mürdümüğün kuraklığa dayanıklı olması, olumsuz toprak koşullarına iyi adapte olması, su basmalarına ve farklı toprak yapısı bulunan alanlarda rahatlıkla yetişmesi gibi önemli özellikler bulunmaktadır (Karadağ, Özkurt, Akbay, Kır, 2012; Tokarz, Wesolowski, Tokarz, Makowski, Wysocka, Jędrzejczyk, Kostecka-Gugała, 2021). Özellikle son yıllarda meydana gelen küresel ısınma ve kuraklığın

artığı düşünüldüğünde Türkiye gibi kurak ve yarı kurak iklimin hüküm sürdüğü bölgelerde kuraklığa dayanıklı bitkiler önemini artırmaktadır.

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerinde anahtar rol oynayan mikro besin elementlerinden biri olan borun bitkilerde hücre duvarının yapısında bulunması, şekerlerin taşınımı, fotosentez ürünlerinin, iyonların, hormonların ve metabolitlerin taşınmasında, fenol ve karbonhidrat metabolizması gibi biyokimyasal ve fizyolojik olayların gerçekleşmesinde önemli görevleri bulunmaktadır (Herrera-Rodriguez, Gonzalez-Fontes, Rexach, Camacho-Cristobal, Maldonado, Navarro-Gochicao, 2010; Reid, 2013; Parry, Chattoo, Ganie, Razvi, 2016; Nadeem, Farooq, Nawaz, Ahmad, 2019). Tarımsal ürünler için gerekli olan mikro besleyiciler arasında bulunan bor çevreye borik asit formunda salınmaktadır (Turkez ve Geyikoğlu, 2010). Borik asidin bitkilerin büyüme ve gelişmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Nitekim borik asidin birçok bitki türünde kullanıldığı ve olumlu sonuçların elde edildiği bir çok çalışma yürütülmüştür (Ambika, Manonmani, Deepika, 2014; Parry vd., 2016, Iqbal, Farooq, Cheema, Afzal, 2017; Petrisor, Lupu, Dudoiu, Fatu, 2017; Shahverdi, Omid, Tabatabaei, 2017; Asghar, Sarwar, Malik, Ahmad, Zareen, Ali, Ali, 2019; Rasool, Ahmad, Farooq, 2019; Xia, F. S., Wang, F., Wang, Y. C., Wang, C. C., Tian, R., Ma, J. Y., & Dong, K. H., 2020 vd., 2020; Özyazıcı ve Açıkbay, 2021; Al Tabbal ve Al Zboon 2021; Bozca ve Leblebici, 2022). Bu çalışma, borik asit ön uygulamalarının mürdümük çeşitlerinin çimlenme ve fide gelişimine etkisinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL METOT

Araştırma Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi Araştırma Laboratuvarlarında yapılmıştır. Çalışmada 3 adet mürdümük çeşidi (Karadağ, İptaş, Eren) kullanılmış ve araştırma tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Tohumların yüzey sterilizasyonu için sodyum hipoklorit çözeltisinde (% 1'lik) 5 dk bekletilmiş ve 3 defa saf su ile durulaması yapılmıştır. Steril hale gelen tohumlar petri kaplarındaki iki katlı Whatman No. 1 filtre kağıdının arasına

yerleştirilmiştir. Çeşitlere kontrol (saf su (hidropriming) ve ön uygulama yapılmayan) ile birlikte 6 farklı borik asit ( $H_3BO_3$ ) dozları (BA1: 1mM, BA2: 2 mM, BA3: 3 mM, BA4: 4 mM, BA5: 5 mM, BA6: 6 mM) her bir petri kabına 2:1 tohum/solüsyon oranı gelecek şekilde ayarlanmış (Johnson, Lauren, Welch, Duxbury, 2005) her bir petri kabına 5 ml solüsyon uygulanmış ve tohumlar priming için 8 saat süreyle bekletilmiştir (Jatana, Ram, Gupta, 2020). Bekleme süreleri sonunda tohumlar önce kuru filtre kağıdı arasında başlangıç nemine kadar (%3 ±) (Jatana vd., 2020) sonrasında da 24 saat kurumaya bırakılmıştır.

24 saatin sonunda tohumlar yeni petri kaplarına yerleştirilerek her birine 5 ml saf su eklenmiştir. Petri kapları tamamen karanlık şartlarda  $20 \pm 1$  C° sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Tohumlar çimlenme dönemi sürecinde (10 gün) her gün sayılmış ve 2 mm kökçük çıkaran tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (Budaklı Çarpıcı ve Erdel, 2016). Çalışmada çimlenen tohumlar her gün aynı saatte sayılmış ve çalışmanın sona erdiği güne kadar nem durumları kontrol edilerek 48 saatte bir 5 ml saf su tüm petri kaplarına eklenmiştir.

Araştırmanın 10. gününün sonunda her bir petri kabından rastgele seçilen 10 bitkinin kök ve sap uzunlukları ile birlikte, yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Çalışmada çimlenme indeksi, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme enerjisi, fide güç indeksi ISTA kurallarına göre aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır (Anonim 2017).

$$\text{Çimlenme indeksi: } \Sigma(G_j/T_j) \quad (1)$$

$G_j$ : j nci günde çimlenme oranı,  $T_{GT}$ : çimlenme süresi günü

$$\text{Çimlenme oranı: } (\text{ÇTS}/\text{TTS}) \times 100 \quad (2)$$

ÇTS: Çimlenen tohum sayısı, TTS: Toplam tohum sayısı

$$\text{Ortalama çimlenme süresi: } \Sigma(N_j T_j / N_j) \quad (3)$$

$N_j$ :  $T_j$  gününde çimlenen tohum sayısı,  $T_j$ : çimlenmenin başlangıcından itibaren geçen gün sayısı

$$\text{Çimlenme enerjisi: } (T_j/N) \times 100 \quad (4)$$

$T_1$ : Birinci günde çimlenen tohum sayısı, N: toplam tohum sayısı

Fide güç indeksi: Çimlenme oranı  $\times$  fide yaş ağırlığı (g) (5)

Elde edilen verilerin istatistik analizi JMP 13.2.0 paket programı kullanılarak yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Mürdümük çeşitlerine farklı konsantrasyonlarda uygulanan borik asidin bazı çimlenme ve fide gelişim parametrelerine etkilerinin yer aldığı veriler aşağıdaki tablolarda sunulmuştur. Çeşitlerin ortalama çimlenme indeksleri 17.7-19.7 aralığında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 1). Ortalama çimlenme indeksleri en yüksek İptaş çeşidinden, en düşük ise Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu ortalama çimlenme indeksini istatistiksel olarak çok önemli ( $P \leq 0.01$ ) derecede etkilenmiştir. Çeşit  $\times$  uygulama dozu interaksyonunda en yüksek çimlenme indeksi İptaş çeşidi BA4 uygulama dozundan elde edilirken, en düşük çimlenme indeksi ise her üç çeşit için kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Özyazıcı ve Açıkbay (2021), yem bezelyesi tohumlarında artan borik asit dozunun çimlenme indeksini artırdığı bildirmiştir. Araştırmacıların elde ettiği veriler araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir. Çimlenme indeksi günlük çimlenen tohumların günlük oranının toplanmasından elde edilmektedir. Dolayısı ile bu parametrenin yüksek olması çimlenmenin ilk günden itibaren hızlı bir şekilde başladığını ve devam ettiğini göstermektedir. Özellikle de iklim değişikliği ile Türkiye’de birçok bölgenin iklim rejiminin değişeceği düşünüldüğünde bitkilerin toprağa düştüğü andan itibaren çimlenmeye başlaması ve kısa zamanda fide oluşturması kurak şartlara dayanıklılıkta çok önemli bir avantaj olacaktır. Elde edilen veriler ışığında araştırmada kullanılan çeşitlerden İptaş çeşidinden BA4 bor uygulamasının çimlenme indeksi açısından en uygun ve çeşit olduğu söylenebilir.

Tablo 1. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların ortalama çimlenme indeksleri

Çimlenme indeksi				
Ön uygulamalar	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
<b>Kontrol</b>	12.3h	12.3h	11.9h	12.2E
<b>H.priming</b>	19.3c-f	16.9ef	13.7gh	16.7D
<b>BA1</b>	19.5c-f	18.7c-f	23.0ab	20.4ABC
<b>BA2</b>	19.0c-f	17.4def	23.0ab	19.8ABC
<b>BA3</b>	20.5abc	16.4fg	21.4abc	19.4BC
<b>BA4</b>	19.3c-f	21.2abc	23.5a	21.3A
<b>BA5</b>	19.1c-	18.7c-f	18.6c-f	18.8C
<b>BA6</b>	20.4a-d	20.0b-e	22.8ab	21.0AB
<b>Ort.</b>	18.7AB	17.71B	19.7A	
<b>LSD</b>	Çeşit:1.04**	Doz:1.71**	Çeşit x Doz:2.96**	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama çimlenme oranı 94.1-97.7 aralığında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Ortalama çimlenme oranı en yüksek Karadağ ve İptaş çeşitlerinden en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksiyonu çimlenme oranını istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir ( $P \leq 0.01$ ). Çeşit  $\times$  uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek çimlenme oranı Karadağ çeşidinde BA5 uygulama dozundan, İptaş çeşidinde BA1 ve BA2 uygulama dozlarından elde edilmiştir. Başarılı bir yetiştiriciliğin ilk basamağını oluşturan yeterli çimlenmenin borik asit dozlarının artmasına bağlı olarak arttığı gözlemlenmiş ve bu durum benzer çalışmaların bulguları ile benzer olduğu görülmüştür (Wang vd., 2000; Iqbal vd., 2017; Asghar vd., 2019; Xia vd., 2020; Al Tabbal ve Al Zboon 2021; Bozca ve Leblebici, 2022). Bor gibi mikro besin elementleri ile yapılan ön uygulamaların su absorpsiyonunu artırdığı için çimlenme yüzdesini artırdığı bildirilmiştir (Rowse, 1995).

Çeşitlerin ortalama çimlenme süreleri 1.41-1.50 gün arasında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 2). Ortalama çimlenme süresi bakımından Karadağ ve Eren çeşitleri daha kısa sürede

çimlenirken, İptaş çeşidinin çimlenmesi daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksiyonu ortalama çimlenme süresini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir ( $P \leq 0.01$ ). Ortalama çimlenme süresi, en kısa olan çeşit İptaş, uygulama ise BA4 dozundan elde edilmiştir. Çeşit  $\times$  uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek ortalama çimlenme süresi her üç çeşit içinde kontrol grubundan elde edilmiş olup borik asit uygulamalarında çeşitlerin daha kısa sürede çimlendikleri tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada yem bezelyesinde borik asit dozlarının artmasına bağlı olarak ortalama çimlenme süresinin kısaldığı (Özyazıcı ve Açıkbaş, 2021), stevia bitkisinde yapılan bir çalışmada ortalama çimlenme süresi %2 borik asit seviyesinde en yüksek değere ulaştığı (Shahverdi vd., 2017), çeltik bitkisinde ortalama çimlenme süresini uygulanan dozların olumlu etkilediği bildirilmiştir (Farooq vd., 2011). Çimlenme süresinin uzaması özellikle geç ekimlerde vejetasyon süresinin kısılması, ilkbaharda bitkilerin yüksek sıcaklık stresine girmesi, tohumların daha uzun süre olumsuz çevre şartlarına maruz kalması gibi şartları oluşturabileceğinden yetiştiricilik açısından istenmeyen bir durumdur. Dolayısıyla borik asit uygulamalarının bu süreyi kısaltması yetiştiricilik açısından olumlu bir durumdur.

Tablo 2. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süreleri

Ön uygulamalar	Çimlenme oranı (%)				Ortalama Çimlenme Süresi (gün)			
	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
<b>Kontrol</b>	97.3abc	94.6bcd	98.6ab	96.8B	2.04a	1.97a	2.12a	2.04A
<b>H.priming</b>	98.6ab	93.3cde	93.3cde	95.1BC	1.47bcd	1.58bc	1.88a	1.65B
<b>BA1</b>	96.0abc	90.6de	100.0a	95.5BC	1.37bcde	1.36cdef	1.16efg	1.29DE
<b>BA2</b>	97.3abc	93.3cde	100.0a	103.0A	1.53bc	1.52bc	1.16efg	1.40CD
<b>BA3</b>	94.6bcd	89.3e	96.0abc	93.3C	1.28defg	1.60b	1.23defg	1.37DE
<b>BA4</b>	94.6bcd	97.3abc	98.6ab	96.8B	1.38bcde	1.26defg	1.09g	1.24E
<b>BA5</b>	100.0a	96.0abc	97.3abc	97.7AB	1.57bc	1.44bcd	1.52bc	1.51BC
<b>BA6</b>	98.6ab	98.6ab	97.3abc	98.2A	1.35cdef	1.37bcde	1.12fg	1.28DE
<b>Ort.</b>	97.1A	94.1B	97.7A		1.50A	1.51A	1.41B	
<b>LSD</b>	Çeşit:1.866**	Doz:3.04**	Çeşit x Doz:5.27**		Çeşit:0.84**	Doz:0.13**	Çeşit x Doz:0.23	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

İlk gün çimlenen tohum sayısı olan çimlenme enerjisinin ortalama değerleri 48.3-61.5 arasında değişmiş olup bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 3). Ortalama çimlenme enerjileri içinde en yüksek İptaş çeşidinden en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu çimlenme enerjisini istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir. Çeşit × uygulama dozu interaksyonunda en yüksek çimlenme enerjisi en yüksek İptaş çeşidinden,

BA4 dozundan, en düşük çimlenme enerjisi her üç çeşit için kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde borik asit uygulamalarının kontrol uygulamasına göre daha yüksek çimlenme enerjisine sahip olduğu görülmüştür. Çeltik bitkisine farklı dozlarda yapılan borik asit ön uygulamalarının çimlenme enerjisini olumlu etkilediğini ifade edildiği çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir (Farooq vd., 2011).

Tablo 3. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların çimlenme enerjisi değerleri

Ön uygulamalar	Çimlenme enerjisi			
	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
<b>Kontrol</b>	4.0f	4.0f	1.3f	3.1D
<b>H.priming</b>	57.3cde	44.0e	18.6f	40.0C
<b>BA1</b>	60.0cde	60.0cde	84.0ab	68.0AB
<b>BA2</b>	58.6cde	46.6e	84.0ab	63.1AB
<b>BA3</b>	70.6abcd	44.0e	76.0abc	63.5AB
<b>BA4</b>	60.0cde	73.3abcd	89.3a	74.2A
<b>BA5</b>	56.0cde	53.3de	53.3de	54.2B
<b>BA6</b>	65.3bcde	61.3cde	85.3ab	70.6A
<b>Ort.</b>	54.0AB	48.3B	61.5A	
<b>LSD</b>	Çeşit:7.64**	Doz:12.48**	Çeşit x Doz:21.64**	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama plumula ve radikula uzunlukları sırasıyla 3.4-3.8 mm; 3.3-3.6 mm aralığında değişmiş olup bu değişimler ortalama plumula uzunluğunda önemli, radikula uzunluğunda önemsiz bulunmuştur (Tablo 4). Ortalama plumula uzunluğu en yüksek İptaş, en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Ortalama radikula uzunluğu en

yüksek Karadağ, en düşük İptaş çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu plumula ve radikula uzunluklarına etkisi önemsiz bulunmuştur. Mevcut bulgular Mokhtar ve Kızılgeçti (2022)'nin bulgularını desteklemektedir.

Tablo 4. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların plumula ve radikula uzunluğuna etkisi

Ön uygulamalar	Plumula uzunluğu (mm)				Radikula uzunluğu (mm)			
	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
<b>Kontrol</b>	3.49	3.67	3.41	3.52	2.82	3.61	3.09	3.17
<b>H.priming</b>	3.26	2.66	3.42	3.11	3.20	2.84	3.12	3.05
<b>BA1</b>	3.71	3.86	3.65	3.74	4.01	4.18	3.40	3.86
<b>BA2</b>	3.51	3.68	4.11	3.76	4.00	3.39	3.38	3.59
<b>BA3</b>	4.35	3.31	3.59	3.75	4.60	2.91	3.66	8.73
<b>BA4</b>	3.67	3.68	4.22	3.85	3.38	3.59	3.73	3.56
<b>BA5</b>	3.40	3.20	4.06	3.55	3.55	3.51	3.23	3.43
<b>BA6</b>	3.75	3.46	4.18	3.76	3.74	3.06	3.29	3.36
<b>Ort.</b>	3.64AB	3.44B	3.83A		3.66	3.38	3.36	
<b>LSD</b>	Çeşit:0.29**	Doz:0.48**	Çeşit x Doz:0.84**		Çeşit:0.38	Doz:0.62	Çeşit x Doz:1.09	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama plumula yaş ağırlığı 0.75-0.90 g, radikula yaş ağırlığı ise 0.50-0.59 g aralığında değişmiş ; ve bu değişimler ortalama plumula ve radikula yaş ağırlıklarında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 5). Ortalama plumula yaş ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde, en düşük Eren çeşidinde belirlenirken, ortalama radikula yaş ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde en düşük Karadağ çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu

plumula yaş ağırlıklarında önemsiz bulunurken, radikula yaş ağırlığında istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çeşit x uygulama dozu interaksyonunda en yüksek radikula yaş ağırlığı İptaş çeşidinde hidropriming uygulaması ve Eren çeşidinde BA1 uygulama dozundan, en düşük radikula yaş ağırlığı Karadağ çeşidinden hidropriming ve kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Mevcut bulgular Mokhtar ve Kızılgeçti (2022)'nin bulgularını desteklemektedir.

Tablo 5. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların plumula ve radikula yaş ağırlıkları

Ön uygulamalar	Plumula yaş ağırlığı (g)				Radikula yaş ağırlığı (g)			
	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
<b>Kontrol</b>	0.83	0.90	0.84	0.86	0.36cd	0.54ab	0.59ab	0.50D
<b>H.priming</b>	0.72	0.70	0.90	0.77	0.32d	0.55ab	0.63a	0.50D
<b>BA1</b>	0.92	0.79	0.90	0.87	0.49abc	0.63a	0.61ab	0.58A

BA2	0.82	0.70	0.90	0.81	0.54ab	0.62ab	0.58ab	0.58A
BA3	0.85	0.76	0.83	0.81	0.60ab	0.48bc	0.54ab	0.54C
BA4	0.92	0.73	0.901	0.88	0.61ab	0.55ab	0.61ab	0.60A
BA5	0.79	0.72	0.95	0.82	0.50abc	0.52ab	0.62ab	0.55BC
BA6	0.81	0.76	0.99	0.86	0.62ab	0.51abc	0.60ab	0.57AB
Ort.	0.83B	0.75C	0.90A		0.50B	0.55AB	0.59A	
LSD	Çeşit:0.68*	Doz:0.11*	Çeşit x Doz:0.19*		Çeşit:0.05**	Doz:0.08**	Çeşit x Doz:0.14**	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama plumula ve radikula kuru ağırlıkları sırasıyla 0.10-0.13 g ; 0.08-0.09 g aralığında değişmiş ve bu değişimler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 6). Ortalama plumula kuru ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde, en düşük Eren çeşidinde belirlenirken, ortalama radikula kuru ağırlığı en yüksek İptaş çeşidinde en düşük Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksiyonu plumula yaş ağırlıklarında önemsiz bulunmuştur. Mevcut bulgular Mokhtar ve Kızılgeçti (2022)'nin bulgularını desteklemektedir.

Tablo 6. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların Plumula ve radikula kuru ağırlıkları

Ön uygulamalar	Plumula kuru ağırlığı (g)				Radikula kuru ağırlığı (g)			
	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
Kontrol	0.10	0.10	0.17	0.12	0.07	0.07	0.11	0.08
H.priming	0.10	0.09	0.12	0.10	0.07	0.08	0.09	0.18
BA1	0.13	0.10	0.12	0.12	0.09	0.09	0.10	0.10
BA2	0.12	0.10	0.12	0.11	0.09	0.10	0.08	0.09
BA3	0.11	0.10	0.11	0.11	0.09	0.08	0.08	0.08
BA4	0.12	0.09	0.12	0.11	0.10	0.08	0.10	0.09
BA5	0.09	0.09	0.11	0.10	0.08	0.09	0.09	0.09
BA6	0.10	0.11	0.13	0.11	0.10	0.09	0.11	0.10
Ort.	0.11	0.10	0.13		0.09	0.08	0.09	
LSD	Çeşit:8.55	Doz:13.96	Çeşit x Doz:24.19		Çeşit:6.84	Doz:11.17	Çeşit x Doz:19.35	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama fide güç indeksleri 123.37-146.65 aralığında değişmiş ve bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 7). Ortalama fide güç indeksleri içinde en yüksek İptaş çeşidinden, en düşük Karadağ ile aynı istatistiki grupta yer alan Eren çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksiyonu ortalama fide güç indeksini istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir.

Çeşit x uygulama dozu interaksiyonunda en yüksek fide güç indeksi İptaş çeşidinden BA6 dozundan elde edilmiştir. Mevcut sonuçlarda borik asit ön uygulamalarının fide güç indeksini genel olarak artırdığı görülmüştür. Bir bitkinin hızlı bir gelişim gösterebilmesinde su, ışık ve mineraller bakımından rekabet edebilmesi için fide gücünün önemli olduğu vurgulanmıştır (Tabrizian ve Osareh 2007).

Tablo 7. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların fide güç indeksi Fide güç indeksi

Ön uygulamalar	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
Kontrol	115.78	135.60	141.52	130.96CD
H.priming	102.58	116.86	142.30	120.58D
BA1	136.09	129.46	151.16	138.90B
BA2	132.19	123.09	148.83	134.70C
BA3	137.59	111.59	131.93	127.03CD
BA4	145.00	124.31	149.38	152.10A
BA5	129.46	120.37	152.97	134.26C
BA6	140.84	125.77	155.10	140.57B
Ort.	129.94B	123.37B	146.65A	
LSD	Çeşit:9.91**	Doz:16.19**	Çeşit x Doz:28.04**	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01

Çeşitlerin ortalama yan kök sayıları 7.58-10.35 adet arasında değişmiş olup bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 8). Ortalama yan kök sayıları en yüksek İptaş, en düşük Karadağ çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitler ile uygulanan dozların interaksyonu ortalama yan kök sayısını istatistiksel olarak önemli derecede etkilemiştir.

Çeşit × uygulama dozu interaksyonunda en yüksek yan kök sayısı İptaş çeşidinde BA3 uygulama dozundan ve Eren çeşidinde BA1 ve BA4 dozundan elde edilirken, en düşük Karadağ çeşidinde kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde borik asit uygulamalarının bitkide yan kök oluşumunu artırdığı tespit edilmiştir.

Tablo 8. İncelenen çeşitlerin ve borik asit uygulamaların yan kök sayıları

Yan kök sayısı (adet)				
Ön uygulamalar	Karadağ	Eren	İptaş	Ort.
Kontrol	4.46f	8.75bcde	10.20abcd	7.81C
H.priming	6.36ef	7.84cde	10.76abc	8.32C
BA1	5.88ef	12.11a	9.93abcd	9.31ABC
BA2	7.45def	11.03ab	8.56bcde	9.02BC
BA3	6.66ef	8.67bcde	12.23a	9.18ABC
BA4	8.73bcde	12.36a	11.26ab	10.78A
BA5	10.56abc	8.70bcde	11.13ab	10.13AB
BA6	10.50abc	8.86bcde	8.73bcde	9.36ABC
Ort.	7.58B	9.79A	10.35A	
LSD	Çeşit:1.06**	Doz:1.74**	Çeşit x Doz:3.02**	

\*:p<0.05, \*\*: p<0.01



## SONUÇ

Bitkilerin büyüme ve gelişmelerini normal bir şekilde geliştirebilmek için besin maddelerini yeterli miktarda almaları gerekmektedir. Ekim öncesi ön uygulama teknikleri ile çimlenme sürecinde etkili olan enzimleri ve antioksidan savunma sistemlerini aktive ederek çimlenmeden olgunluğa kadar geçen sürede olumlu etkiler göstermekte, çevresel stres faktörlerine karşı toleransı artırmaktadır. Tekniğin kolay uygulanabilir, ekonomik ve etkili bir yöntem olmasının yanında, kimyasal girdilerin azaltılmasına katkı sağlama potansiyeline sahip olması, tarımda sürdürülebilir hedeflere ulaşmak noktasında önemli bir alternatif olduğunu göstermektedir. Bitkiler için önemli besin elementlerinden biri olan bor ön uygulama teknikleri içerisinde kullanılabilir. Bitkiler için önemli besin elementlerinden biri olan bor ön uygulama teknikleri içerisinde kullanılabilir.

Sonuçta borik asit ön uygulamalarının mürdümük bitkisinde genel olarak olumlu tepkiler verdiği çimlenme ve fide gelişim parametrelerini olumlu etkilediği tespit edilmiştir. Aynı zamanda borik asit uygulamaları mürdümük bitkisinde bazı parametrelere etkisi önemsiz bulunmuştur. Mürdümük bitkisinde genel olarak 4mM borik asit dozunun ön uygulama işlemi bakımından daha uygun olduğu tespit edilmiştir.

## AÇIKLAMA

Çalışmanın yürütülmesi ve sonuçların yazılması esnasında araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Herhangi bir "Çıkar Çatışması" bulunmamaktadır. Makalede yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

## KAYNAKÇA

Açıkgöz, E. (2021). Mürdümük (*Lathyrus* L.) Türleri, Yem Bitkileri I.Cilt. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara s.197-207.

Al-Tabbal, J., & Al-Zboon, K. K. (2021). Impact of boric acid and saline water irrigation on germination and seedling establishment of wheat. *Irrigation and Drainage*, 70(5), 1183-1192.

Ambika, S., Manonmani, V., & Deepika, S. (2014). Seed priming with Micronutrients for Quality and Yield. *Popular Kheti*, 2(4), 35-37.

Anonim, (2017) International Rules for Seed Testing: The germination test. International Seed Testing Association, Zurich. pp. 25.

Asghar, M. K., Sarwar, M. A., Malik, S. R., Waqas, A., Sumaira, Z., Safdar, A., & Abid, A. (2019). Seed priming with boron improves achene yield and oil contents of sunflower. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 32(1), 73-77.

Başaran, U., Acar, Z., Önal, Ö., Mut, H., & Ayan, İ. (2007). Mürdümük (*Lathyrus* Sp.) Türlerinin Önemi, Tarımda Kullanım Olanakları ve Zararlı Madde İçerikleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 139-148.

Bozca, F. D., & Leblebici, S. (2022). Interactive effect of boric acid and temperature stress on phenological characteristics and antioxidant system in *Helianthus annuus* L. *South African Journal of Botany*, 147, 391-399.

Budaklı Çarpıcı, E., & Erdel, B. (2015). Determination of Responses of Different Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Varieties to Salt Stress at Germination Stage. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(1), 61-67.

Farooq, M., Atique-ur-Rehman, Aziz, T., & Habib, M. (2011). Boron nutripriming improves the germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of plant nutrition*, 34(10), 1507-1515.

Herrera-Rodríguez, M. B., González-Fontes, A., Rexach, J., Camacho-Cristobal, J. J., Maldonado, J. M., & Navarro-Gochicoa, M. T. (2010). Role of boron in vascular plants and response mechanisms to boron stresses. *Plant Stress*, 4(2), 115-122.

Iqbal, S., Farooq, M., Cheema, S. A., & Afzal, I. (2017). Boron seed priming improves the seedling emergence, growth, grain yield and grain biofortification of bread wheat. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19(1).

Jatana, B. S., Ram, H., & Gupta, N. (2020). Application of seed and foliar priming strategies to improve the growth and productivity of late sown wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Research Communications*, 48(3), 383-390.

- Johnson, S. E., Lauren, J. G., Welch, R. M., & Duxbury, J. M. (2005). A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41(4), 427-448.
- Karadağ, Y. (2009). Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.), Baklagil Yembitkileri Cilt II. TC Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.
- Karadağ, Y., Özkurt, M., Akbay, S., & Kır, H. (2012). Tokat-Kazova ekolojik koşullarında bazı mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) hatlarının verim ve verim özelliklerinin belirlenmesi. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 11-13.
- Mokhtarı, N. E. P., & Kızılgeçi, F. (2022). Yem Bezelyesinin Çimlenme Döneminde Çinko Ve Bor Gübrelere Tepkileri. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 1-1.
- Nadeem, F., Farooq, M., Nawaz, A., & Ahmad, R. (2019). Boron improves productivity and profitability of bread wheat under zero and plough tillage on alkaline calcareous soil. *Field Crops Research*, 239, 1-9.
- Özyazıcı, M.A., & Açıkbay, S. (2021). Borik Asit Priming Uygulamasının Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *Arvense* L. (Pour). 'nin Çimlenme ve Fide Gelişimine Etkileri. ISPEC 8th International Conference on Agriculture, Animaş Sciences and Rural Development, 24-25 December 2021, Bingöl, Turkey.
- Parry, F. A., Chattoo, M. A., Ganie, S. A., & Razvi, S. M. (2016). Economics of seed production in garden pea (*Pisum sativum* L.) as influenced by different levels of sulphur and boron. *Legume Research-An International Journal*, 39(5), 802-805.
- Petrisor, C., Lupu, C., Dudoiu, R., & Fatu, V. (2017). Impact of seed priming on germination parameters of maize under different temperatures. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 21(4), 63-67.
- Rasool, T., Ahmad, R., & Farooq, M. (2019). Seed priming with micronutrients for improving the quality and yield of hybrid maize. *Gesunde Pflanzen*, 71(1), 37-44.
- Reid, R. J. (2013). Boron toxicity and tolerance in crop plants. In *Crop improvement under adverse conditions* (pp. 333-346). Springer, New York, NY.
- Rowse, H.R. (1995). Drum priming: A non-osmotic method of priming seeds. *Seed Science and Technology*, 24: 281-294.
- Shahverdi, M. A., Omid, H., & Tabatabaei, S. J. (2017). Determination of optimum duration and concentration of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) seed priming with Boric acid (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 24-30.
- Tabrizian, F., & Osareh, A.M. (2007). Improved seed emergence and yield related traits of marigold (*Calendula officinalis* L.) by on-farm seed micronutrient treatment trials. *Iranian Journal of Crop Science*, 9: 124-141.
- Tokarz, K. M., Wesołowski, W., Tokarz, B., Makowski, W., Wysocka, A., Jędrzejczyk, R. J., ... & Kostecka-Gugała, A. (2021). Stem photosynthesis—A key element of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) acclimatisation to salinity. *International journal of molecular sciences*, 22(2), 685.
- Turkez, H., & Geyikoglu, F. (2010). Boric acid: a potential chemoprotective agent against aflatoxin b1 toxicity in human blood. *Cytotechnology*, 62(2), 157-165.
- Wang, F., Chen, X., Chen, Q., Qin, X., & Li, Z. (2000). Determination of neurotoxin 3-N-oxalyl-2, 3-diaminopropionic acid and non-protein amino acids in *Lathyrus sativus* by precolumn derivatization with 1-fluoro-2, 4-dinitrobenzene. *Journal of Chromatography A*, 883(1-2), 113-118.
- Xia, F. S., Wang, F., Wang, Y. C., Wang, C. C., Tian, R., Ma, J. Y., ... & Dong, K. H. (2020). Influence of boron priming on the antioxidant ability of alfalfa seeds. *Legume Research-An International Journal*, 43(6), 788-793.