

Farklı Bor Konsantrasyonlarının Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri

Hayrettin KUŞÇU¹ Ezgi KURTULMUŞ² Bilge ARSLAN² İpek KARAKUŞ²
Emir KUMRALTEKİN² İdil Eylül UÇAN² Mehmet Can AŞIK²

¹ Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Görükle Kampüsü,
Bursa/Türkiye

² Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Görükle Kampüsü,
Bursa/Türkiye

Sorumlu yazar: ezgikaberli@uludag.edu.tr

Geliş tarihi: 27/08/2018 Yayına kabul tarihi: 30/11/2018

Özet: Bu çalışma 3 ekmeklik buğday çeşidinin çimlenme döneminde farklı bor (B) konsantrasyonlarına tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada FLA 85, Kaş ve Pehlivan çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Tesadüf Parselleri Deneme Deseninde iki faktörlü ve 3 tekrarlamalı olarak yürütülen çalışmada 6 farklı B konsantrasyonu (0, 0.5, 1, 2, 4 ve 8 ppm) kullanılmıştır. Çalışmada çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, çimlenme süresi, fidelerde kök ve sap uzunluğu özellikleri incelenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre; B konsantrasyonlarının incelenen tüm özellikler üzerine etkisi %1 olasılık düzeyinde önemli olmuştur. Sonuç olarak, düşük konsantrasyonlarda B uygulaması çeşit ortalamaları yönüyle çimlenme oranı üzerinde olumlu etki gösterirken 2 ppm'in üzerindeki dozlarda çimlenme oranı azalmıştır. Genelde 1 ppm üzerindeki B konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak incelenen diğer çimlenme özelliklerinde bir azalma meydana gelmiştir. Farklı B konsantrasyonlarına buğday çeşitlerinin tepkisinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ele alınan tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde, çimlenme açısından B toksisitesine en dayanıklı ekmeklik buğday çeşidinin Pehlivan, en duyarlı çeşidin ise FLA 85 olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bor konsantrasyonu, çimlenme hızı, çimlenme oranı, ekmeklik buğday.

Effects of Different Boron Concentrations on Germination of Bread Wheat Cultivars

Abstract: This study was carried out to determine the effects of different boron (B) concentrations on the germination of 3 bread wheat cultivars (FLA 85, Kas and Pehlivan). In the randomized block design, 6 different B concentrations (0, 0.5, 1, 2, 4 and 8 ppm) were used. In this study, germination rate, germination energy, germination index, germination time, root and stem length characteristics of seedlings were investigated. According to the results of analysis of variance; The effect of B concentrations on all characteristics examined except for age root and shoot weight was significant at 1% probability level. As a result, the application of B at low concentrations showed a positive effect on the germination rate with respect to the mean of the cultivars, while the germination rate at doses above 2 ppm decreased. In general, a decrease in the germination characteristics has been observed due to the increase in B concentrations above 1 ppm. Significant differences were determined in the response of wheat cultivars to different B concentrations. When all the parameters were evaluated together, it was concluded that the most resistant type of bread wheat was the most resistant type of FLA 85.

Keywords: Boron concentration, germination rate, germination index, bread wheat

Giriş

Bor, yeryüzünde toprak, kayalar ve suda (denizler, yeraltı ve yüzey suları) yaygın olarak bulunan bir elementtir. Dünya toplam bor rezervi yaklaşık 1.3 milyar tondur. Bu rezervlerin % 72.9'si Türkiye'de (950 milyon ton), % 7.7'si Rusya'da ve % 6.1'i ABD'de bulunmaktadır. Bu ülkeleri sırasıyla Çin, Şili, Peru, Sırbistan, Bolivya, Kazakistan ve Arjantin ülkeleri takip etmektedir (Etimaden 2017). Türkiye'de başlıca bor üretimi Emet (Kütahya), Kırka (Eskişehir), Bigadiç (Balıkesir) Kestelek (Bursa)'da dört ana bölgede yapılmaktadır. Bu nedenle maden üretim merkezleri Simav, Kirmastı ve Mustafakemalpaşa su toplama havzaları içinde bulunmaktadır (Güneş, 2000). Üretim sırasında su kaynaklarına boşaltılan borlu drenaj ve yıkama suları, Susurluk ve Mustafakemalpaşa Çaylarını dolayısıyla bu akarsuların ulaştığı Uluabat Gölü ile Marmara Denizi'ni de kirletmektedir.

Bursa ilinde tarım arazisi varlığı ilçelere göre bakıldığında ilk sırada Karacabey (%17,8), ikinci sırada ise %17,6 oran ile Mustafakemalpaşa yer almaktadır. Bu ilçelerin önemli tarımsal ürünleri armut, biber, buğday, ceviz, domates, karpuz, kavun, mısır, pırasa, şeftali, yonca ve zeytindir.

Bor, kültür bitkilerinin gelişimlerini tamamlamaları ve kaliteli ürün verebilmeleri için gerekli bir mikro besin elementidir. Bitkilerin gelişimlerini tamamlayabilmeleri için ihtiyaç duydukları bor miktarı oldukça azdır (Tisdale and Nelson 1983). Her bitkinin ihtiyacı olan bor miktarı ve içeriği birbirinden farklıdır. Gerekli diğer besin elementlerine karşın bor, eksiklik belirtilerine neden olan miktarı ve toksik etki yapan miktarı birbirine oldukça yakın olan tek elementtir (Harite 2008). Eksikliği bitki büyümesinin yavaşlamasına, yapraklarda kloroz, sarı-kırmızı renk oluşumu ve şekil bozukluklarına, çiçek ve meyve oluşumunun engellenmesine yol açar (Anonim 2017). Fazla miktarı ise toksik etkisi yaparak kök hücre bölünmesinde azalma, düşük stomal etkinlik, azalan kök ve sürgün gelişimi, yapraklarda klorofilin azalması ve fotosentezin engellenmesi gibi

fizyolojik etkilere neden olmaktadır (Reid 2007).

Buğday insan beslenmesinde tüm dünyada büyük bir öneme sahip stratejik bir bitkidir. Bor özellikle kurak ve yarı kurak iklim çevrelerinde topraktaki miktarlara bağlı olarak toksik etki gösterebildiğinden, B toksitesinin dünyanın çeşitli bölgelerinde özellikle tahıllarda verim düşüşlerinin başta gelen sebepleri arasında gösterilmektedir (Torun ve ark., 1999; Yorgancılar ve Babaoğlu 2005). B toksitesini çeşitlere göre de farklılık gösterebilmektedir.

Atalay (2003), in vitro koşullarında farklı B (0, 1.08, 3.24, 9.72, 19.44 mg B l-1) konsantrasyonlarının Kızıltan-91 çeşidinde çimlenme üzerine etkisini araştırmış, B dozlarının çimlenme üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir. Yorgancılar ve Babaoğlu (2005), Orta Güney Anadolu'da yaygın olarak yetiştirilen makarnalık (*Triticum durum* Desf., Kızıltan-91, Kunduru-1149, Selçuklu-97) ve ekmeklik (*Triticum aestivum* L., Bezostoja-1, Gerek-79, Gün-91) buğday çeşitlerinde farklı bor düzeylerinin çimlenme üzerine etkilerini in vitro ve saksı denemeleri ile araştırmışlar, çimlenme üzerine bor dozlarının etkisini her iki deneme koşullarında da önemli olmadığını, ancak çeşitlerin ve çeşit x bor interaksiyonunun etkisinin çimlenme üzerine etkisini önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Taş ve ark. (2016), farklı bor konsantrasyonlarının fesleğen bitkisinin fizyolojik özelliklerine olan etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada biri kontrol (0 ppm) olmak üzere 5 farklı bor konsantrasyonu (1, 2, 4, 8 ppm) kullanmış ve iki hasat almışlardır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre; ilk hasatta en yüksek yaş ağırlık ve bitki boyu 1 ppm, en düşük 8 ppm bor konsantrasyonu ile sulanmış fesleğende görülürken, ikinci hasatta en yüksek yaş ağırlık 8 ppm, en yüksek bitki boyu ise kontrol uygulamasında görülmüş, toplamda ise en yüksek ağırlık 1 ppm'lik bor konsantrasyonundan saptanmıştır.

Chauhan and Powar (1978), buğday ve bezelyede yaptıkları çalışmada, sulama suyunda buğdayın 3 ve 4 ppm arasında bor konsantrasyonuna toleranslı olduğu, bu değerlerin bezelyede ise 4 ve 6 pmm arasında olduğunu vurgulamışlardır.

Muhmood et. al. (2014), borun buğday bitkisine olan etkisini vurgulamak amacıyla yaptıkları çalışmada, çimlenmeye etkisinin olmamasına rağmen, kök ve sap uzunluğu ile çimlenme gücünü arttırdığını ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada, sulama suyundaki bor konsantrasyonunun yüksekliğine bağlı olarak etkilenen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı bor dozlarının çimlenme özellikleri üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmış ve bora dayanıklı çeşitlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma, 2017 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Sulama ve Drenaj Laboratuvarında yürütülmüştür. Bursa ilinde yaygın olarak yetiştirilen üç ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşidi (FLA 85, Kaş ve Pehlivan) tohum materyali olarak kullanılmıştır. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme planına göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Çimlendirme ortamı olarak 11 cm çapında petri kapları kullanılmış ve her bir petri kabına Whatman No.1 filtre kağıdı konulmuştur. Denemede bir petri kabına 50 adet tohum birbirlerine temas etmeyecek biçimde filtre kağıdı üzerine yerleştirilmiştir. Kontrol grubu olarak saf su kullanılmış ve artan bor konsantrasyonları 0, 0.5, 1, 2, 4 ve 8 ppm borik asit (H₃BO₃) çözeltileri şeklinde uygulanmıştır. Tohumların çimlenme deneyleri, karanlık ortamda 20/25oC (gece/gündüz) sıcaklıkta (Khodarahmpour vd., 2012) 8 gün süreyle gerçekleştirilmiştir.

Tohumların çimlenme oranı günlük olarak takip edilmiştir. Çimlenme kriteri olarak radikulanın (kökçük) 1 mm uzunluğa ulaşması kullanılmıştır (Deme 2007; Abro et. al. 2009; Datta et. al. 2009). Çimlenme oranlarının karşılaştırılmasında, 8. gün elde edilen çimlenme oranı değerleri kullanılmıştır. Çimlenmenin 6. günü, çimlenen tohumların plumula (sapçık) ve radikula uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülmüştür.

Çimlenme oranı (ÇO), Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) tarafından

belirtilen Denklem 1'e göre hesaplanmıştır (Sozharajan and Natarajan 2014).

$$\text{ÇO} = (\text{Çimlenen tohum sayısı}) / (\text{Kullanılan toplam tohum sayısı}) \times 100 \quad (1)$$

Deneme süresi boyunca çimlenen tohumlar günlük olarak sayılmış ve aşağıda verilen denklemler (2 ve 3) kullanılarak çimlenme indeksi (Çİ) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) hesaplanmıştır (Maguire 1962, Ellis and Roberts 1981, Sivritepe 2012).

$$\text{Çİ} = \frac{\sum (\text{Çimlenmenin gerçekleştiği gündeki tohum sayısı} / \text{Çimlenmenin gerçekleştiği gün})}{\text{Çimlenmenin gerçekleştiği gün}} \quad (2)$$

$$\text{OÇS} = \frac{(\sum \text{Çimlenen tohum sayısı} \times \text{Çimlenmenin gerçekleştiği gün}) / (\text{Toplam çimlenen tohum sayısı})}{\text{Çimlenmenin gerçekleştiği gün}} \quad (3)$$

Çimlenme enerjisi tohumun ne kadar çabuk çimlendiği ile ilişkilidir. Çimlenme enerjisi denemenin başladığı günden itibaren ilk 7 günde çimlenen tohum sayısına göre aşağıdaki formül ile belirlenmiştir (Denklem 4).

$$\text{Çimlenme enerjisi (ÇE)} = \frac{(\text{7.günde çimlenen tohum sayısı}) / (\text{Toplam tohum sayısı}) \times 100}{\text{Çimlenmenin gerçekleştiği gün}} \quad (4)$$

Araştırma sonucu elde edilen veriler, SPSS 23.0 paket programında varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuştur. Yapılan F testi sonucunda çeşit, bor dozu ve çeşit × bor dozu'nun çimlenme özellikleri üzerine etkisi p<0.05 düzeyinde önemli olduğunda, ortalamalar arasındaki fark, Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre %5 seviyesinde değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bor konsantrasyonlarının üç farklı ekmeklik buğday çeşidinde, çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, fidelerde kök ve sap uzunluğu üzerine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre farklı ekmeklik buğday çeşitleri arasında ve artan

bor konsantrasyonları arasında incelenen tüm parametreler için $p<0.01$ düzeyinde önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çeşit \times bor konsantrasyonu interaksyonuna bakıldığında çimlenme enerjisi, çimlenme

indeksi, ortalama çimlenme süresi, plumula uzunluğu ve radikula uzunluğu üzerinde $p<0.01$ düzeyinde, çimlenme oranı üzerinde ise $p<0.05$ düzeyinde önemli etki bulunmuştur.

Çizelge 1. Farklı buğday çeşitlerinin artan bor konsantrasyonları karşısında çimlenme oranı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, plumula ve radikula uzunlukları varyans analiz sonuçları

Table 1. Results of variance analysis on germination rate, germination energy, germination index, mean germination time, plumula and radicle lengths of different wheat cultivars under increasing boron concentrations

Varyans kaynağı	Çimlenme oranı (%)	Çimlenme enerjisi	Çimlenme indeksi	Ortalama çimlenme süresi	Plumula uzunluğu	Radikula Uzunluğu
Çeşit (Ç)	**	**	**	**	**	**
Bor (B)	**	**	**	**	**	**
Ç x B	*	**	**	**	**	**

*, ** F testine göre sırasıyla $p<0.05$ ve $p<0.01$ düzeyinde önemli.

Ekmeklik buğday çeşitlerinin ortalama çimlenme oranı, tüm bor uygulamaları için %90.8 – 98.3 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama çimlenme oranı Pehlivan çeşidinde görülürken en düşük çimlenme oranı FLA 85 çeşidinde görülmüştür. Kontrol konusuna göre bor konsantrasyonundaki 0.5 ile 1 ppm'lik artış, çimlenme oranında pozitif etki gösterirken, 4 ppm'lik B konsantrasyonunun üzerinde çimlenme oranı azalma göstermiştir. Çeşitlerin bor dozlarına tepkisi de farklılık göstermiştir. Pehlivan ve Kaş çeşitleri 4 ppm'lik B dozuna kadar çimlenme oranı yönüyle istatistiksel olarak önemli ölçüde ($p<0.05$) olumsuz

etkilenmemiş ve aynı grupta yer almışken FLA 85 çeşidinin çimlenme oranı 0.5 ppm'in üzerindeki B düzeylerinde azalma göstermiştir. daha yüksek konsantrasyonlar için azalmaya neden olmuştur. Buna göre, FLA 85 çeşidinin bor'a toleransının düşük olduğu söylenebilir. Daha önce yapılan benzer bir çalışmada, bor konsantrasyonlarının tohumların çimlenme oranı üzerinde ekmeklik buğday çeşitlerinde makarnalık çeşitlere göre daha yüksek olduğu ve en yüksek çimlenme oranının (%97.5) Gerek-79 ekmeklik buğday çeşidinde 3.24 mg B l⁻¹ konsantrasyondan elde edildiği bildirilmiştir (Yorgancılar ve Babaoğlu, 2005).

Çizelge 2. Bazı buğday çeşitlerinde farklı bor konsantrasyonlarının ortalama çimlenme oranı değerleri (%)

Table 2. Average germination rate values of different boron concentrations in wheat cultivars (%)

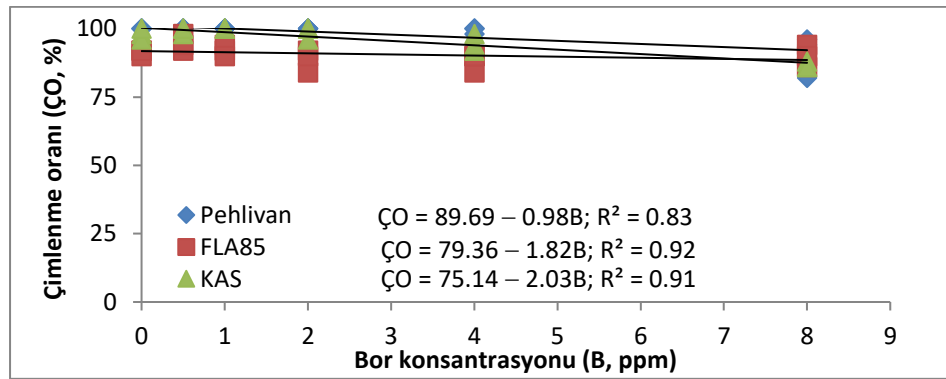
Buğday Konsantrasyonu	Çimlenme Oranı			
	Pehlivan	FLA 85	Kaş	Ortalama
Kontrol	100.0 a	94.7 ab	98.0 a	96.4 AB
0.5 ppm	100.0 a	91.3 bcd	99.3 a	98.0 A
1 ppm	100.0 a	92.0 bc	100.0 a	97.3 A
2 ppm	100.0 a	88.7 cd	98.7 a	95.8 AB
4 ppm	99.3 a	88.0 cd	94.7 ab	94.0 B
8 ppm	90.7 bcd	90.0 bcd	86.7 d	89.1 C
Ortalama	98.3 a	90.8 c	96.2 b	

¹ Küçük harfler çeşit \times bor konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler bor konsantrasyonları arasındaki ve koyu küçük harfler ise çeşitler arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Bitki türlerinin yanısıra aynı türe ait çeşitler arasında da bor toksisitesine dayanımda önemli farklılıkların olabileceği ve bunun bitkilerin bor toksisitesinden farklı düzeylerde fizyolojik yönden etkilenmesinden kaynaklandığı raporlanmıştır (Huang et. al. 1990; Taban ve Erdal 2000).

Her bir buğday çeşidi için bor konsantrasyonu ve çimlenme oranı arasındaki ilişkiyi belirlemek adına

regresyon eşitlikleri elde edilmiştir (Şekil 1). Belirleme katsayıları 0.83 ile 0.92 arasında bulunmuştur. Bu eşitliklerden yararlanarak farklı B konsantrasyonları için söz konusu ekmeklik buğday çeşitlerinin çimlenme oranları belirlenebilir. Ancak, bu çalışmada en fazla 8 ppm'lik B düzeyinin ele alınması bir sınırlılık olup daha yüksek B düzeylerinde yapılan denemelerle denklemlerin gözden geçirilmesi önerilebilir.



Şekil 1. Ekmeklik buğday çeşitlerinin bor konsantrasyonu ve çimlenme oranı regresyon grafiği

Figure 1. Regression analyze of boron concentration and germination rate of bread wheat cultivars

Bor konsantrasyonlarının artması, çimlenme enerjisini olumsuz yönde etkilemiştir. En yüksek çimlenme enerjisi (%94.78) kontrol uygulamasında, en düşük ise (%57.89) 8 ppm'lik B uygulamasında görülmüştür (Çizelge 3). Ancak, ortalama çimlenme enerjisi yönünden 0.5 – 1 ppm ve 2-4 ppm bor konsantrasyonları arasında

$P < 0.05$ düzeyinde önemli bir farklılık oluşmamıştır. Genel olarak artan B dozunun ekmeklik buğdayın çimlenme enerjisini düşürdüğü söylenebilir. Buğday çeşitleri kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek çimlenme enerjisi Pehlivan çeşidinde elde edilirken onu sırasıyla Kaş ve FLA 85 çeşitleri izlemiştir.

Çizelge 3. Bazı buğday çeşitlerinde farklı bor konsantrasyonlarının çimlenme enerjisi değerleri (%)

Table 3. Germination energy values of different boron concentrations in wheat cultivars (%)

Buğday Konsantrasyonu	Çimlenme Enerjisi			
	Pehlivan	FLA 85	Kaş	Ortalama
Kontrol	100 a	88.33 bcd	96 ab	94.78 A
0.5 ppm	100 a	65.67 fg	95 ab	86.89 B
1 ppm	98.67 ab	74.67 ef	91.33 abc	88.22 B
2 ppm	96 ab	60.67 gh	81 de	79.22 C
4 ppm	91.3 abc	68.33 fg	82.3 cde	80.67 C
8 ppm	62 g	60.67 gh	51 h	57.89 D
Ortalama	91.33 a	69.72 c	82.78 b	

¹ Küçük harfler çeşit × bor konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler bor konsantrasyonları arasındaki ve koyu küçük harfler ise çeşitler arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$)

Çeşit x bor interaksyonu incelendiğinde, en iyi çimlenme enerjisi Pehlivan çeşidinde kontrol ve 0.5 ppm B uygulamalarında, en düşük ise FLA 85 çeşidinde 8 ppm borun uygulandığı durumda elde edilmiştir.

Farklı konsantrasyonlardaki bor uygulamaları altında ekmeçlik buğday çeşitlerinin çimlenme indeksi (hızı) değerleri Çizelge 4'te verilmiştir. Ortalama sonuçlara göre, 0.5 ppm'in üzerinde bor konsantrasyonu arttıkça buğday tohumlarının çimlenme indeksi düşmüştür. Çeşitlerin farklı bor konsantrasyonları altındaki ortalama sonuçları incelendiğinde en yüksek çimlenme indeksine (31.4 – 30.8)

sahip çeşitler Kaş ve Pehlivan olurken, FLA 85'in en düşük çimlenme indeksine sahip olduğu gözlenmiştir. Pehlivan ve Kaş buğday çeşitlerinde çimlenme indekslerine göre bir farklılık gözlenmemiş aynı grupta yer almışlardır. Genelde 0.5 ppm'lik bor uygulaması kontrol konusuna kıyasla çimlenme indeksinde bir artışa neden olsa da ortalama sonuçlar dikkate alındığında bu fark istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmamıştır. Sonuç olarak, Pehlivan ve Kaş çeşitlerinin yüksek bor konsantrasyonlarında daha hızlı bir çimlenme gösterdiği söylenebilir.

Çizelge 4. Bazı buğday çeşitlerinde farklı bor konsantrasyonlarının çimlenme indeksi değerleri

Table 4. Germination index values of different boron concentrations in wheat cultivars

Buğday Konsantrasyonu	Çimlenme İndeksi			
	Pehlivan	FLA 85	Kaş	Ortalama
Kontrol	40.33 a	23.33 hi	39.33 a	34.33 A
0.5 ppm	37.67 ab	20.67 ii	39.67 a	32.7 A
1 ppm	34.33 cd	20.33 ii	36 bc	30.2 B
2 ppm	30.33 ef	17.67 ij	31.33 de	26.4 C
4 ppm	26 gh	16.67 j	28 fg	23.6 D
8 ppm	16.33 j	16 j	14.33 j	15.6 E
Ortalama	30.8 a	19.1 b	31.4 a	

¹ Küçük harfler çeşit × bor konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler bor konsantrasyonları arasındaki ve koyu küçük harfler ise çeşitler arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 5. Bazı buğday çeşitlerinde farklı bor konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süresi (gün) değerleri

Table 5. The average germination time (day) values of different boron concentrations in wheat cultivars

Bor Konsantrasyonu	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)			
	Pehlivan	FLA 85	Kaş	Ortalama
Kontrol	1.39 h	2.52 e	1.48 gh	1.8 D
0.5 ppm	1.49 gh	3.12 cd	1.61 gh	2.1 C
1 ppm	1.69 gh	2.93 d	1.86 fg	2.2 C
2 ppm	2.12 ef	3.59 b	2.45 e	2.7 B
4 ppm	2.33 e	3.42 bc	2.47 e	2.7 B
8 ppm	3.51 bc	3.76 b	4.31 a	3.9 A
Ortalama	2.1 c	3.2 a	2.4 b	

¹ Küçük harfler çeşit × bor konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler bor konsantrasyonları arasındaki ve koyu küçük harfler ise çeşitler arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir ($p<0.05$).

Ekmeçlik buğday çeşitlerinin çimlenme süresi üzerinde artan bor konsantrasyonlarının etkisi önemli olmuştur (Çizelge 5). Ekmeçlik buğday çeşitleri kendi aralarında değerlendirildiğinde Pehlivan en kısa günde (2.1) çimlenen buğday çeşidi olurken onu sırasıyla Kaş ve FLA 85 takip etmektedir. Bor konsantrasyonlarının

ortalama çimlenme süresine etkisini incelediğimizde kontrol konusuna kıyasla tüm konsantrasyonlarda çimlenme süreleri uzamıştır. Aynı zamanda, ortalama çimlenme sürelerine bakıldığında 0.5 – 1 ppm ve 2 – 4 ppm bor konsantrasyonları arasında bir farklılık görülmemiştir. Çeşit × bor interaksyonu yönüyle, en yüksek

çimlenme süresi 0.5 ppm'lik B uygulaması altında Pehlivan ve Kaş çeşitlerinde olmuştur.

En yüksek ortalama plumula (sapçık) uzunluğu Pehlivan çeşidinden ölçülmüştür. Diğer çeşitler arasında istatistiki açıdan bir fark görülmemiştir. Bor konsantrasyonlarında ise en uzun plumula, kontrol uygulamasında 9.8 cm olarak

ölçülmüş, ve bor konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak plumula uzunlukları azalma göstermiştir (Çizelge 6). Çeşit × bor interaksyonu incelendiğinde Pehlivan, FLA 85 ve Kaş çeşitleri için 4 ppm ve 8 ppm bor uygulamalarının aynı grupta yer aldığı görülmüştür. Artan bor konsantrasyonunun tüm çeşitlerin plumula uzunluklarını olumsuz etkilediği gözlenmiştir.

Çizelge 6. Bazı buğday çeşitlerinde farklı bor konsantrasyonlarının plumula ve radikula değerleri

Table 6. Plumula and radikula values of different boron concentrations in wheat cultivars

Bor Konsantrasyonu	Plumula uzunluğu (cm)			
	Pehlivan	FLA 85	Kaş	Ortalama
Kontrol	12.13 a	9.76 b	7.62 c	9.8 A
0.5 ppm	10.32 b	6.45 de	7.04 cd	7.9 B
1 ppm	5.63 ef	4.77 f	5.31 f	5.2 C
2 ppm	1.65 g	1.66 g	0.79 gh	1.4 D
4 ppm	0.68 h	0.57 h	0.42 h	0.6 E
8 ppm	0.00 h	0.35 h	0.19 h	0.2 F
Ortalama	5.1 a	3.9 b	3.6 b	
Bor Konsantrasyonu	Radikula uzunluğu (cm)			
	Pehlivan	FLA 85	Kaş	Ortalama
Kontrol	9.43 a	9.85 a	5.24 b	8.2 a
0.5 ppm	4.63 b	2.93 c	2.61 cd	3.4 b
1 ppm	1.41 def	1.66 de	0.85 efg	1.3 c
2 ppm	0.37 efg	0.58 efg	0.2 fg	0.3 d
4 ppm	0.2 fg	0.2 fg	0.2 fg	0.25 d
8 ppm	0.00 g	0.2 fg	0.2 fg	0.1 d
Ortalama	2.7 a	2.6 a	1.6 b	

¹ Küçük harfler çeşit × bor konsantrasyonu interaksyonu yönüyle, büyük harfler bor konsantrasyonları arasındaki ve koyu küçük harfler ise çeşitler arasındaki önemli farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

Artan bor konsantrasyonlarının ortalama radikula uzunluklarına etkisinde en iyi sonuç 8.2 cm ile kontrol uygulamasında elde edilmiş ve onu sırasıyla 0.5 ve 1 ppm uygulamaları izlemiş, en düşük sonuçlar ise aynı istatistiki grupta yer alan 2, 4 ve 8 ppm uygulamalarında görülmüştür. Çeşitler kendi aralarında değerlendirildiğinde, en yüksek ortalama radikula uzunluğuna, aynı grupta yer alan Pehlivan ve FLA 85 çeşitlerinin sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Artan bor konsantrasyonunun tüm çeşitlerin radikula uzunluklarının olumsuz etkilediği gözlenmiştir. Toprakta veya sulama suyunda bulunan bor'un bitkilerde çeşitli büyüme parametreleri üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğu ve artan bor konsantrasyonları ile bitki büyümesinin geciktiği diğer çalışmalarla da ortaya konmuştur (Shah et. al. 2013; Hamurcu ve ark. 2016).

Sonuç ve Öneriler

Farklı bor konsantrasyonları altında üç farklı ekmeklik buğday çeşidinin çimlenme özellikleri değerlendirilmiştir. Düşük konsantrasyonlarda B uygulaması çeşit ortalamaları yönüyle çimlenme oranı üzerinde olumlu etki göstermiştir. Düşük konsantrasyonlarda B uygulaması çeşit ortalamaları yönüyle çimlenme oranı üzerinde olumlu etki gösterirken 2 ppm'in üzerindeki dozlarda çimlenme oranı azalmış ve genelde 1 ppm üzerindeki B konsantrasyonlarındaki artışa bağlı olarak incelenen diğer çimlenme özelliklerinde bir azalma meydana gelmiştir. Farklı B konsantrasyonlarına buğday çeşitlerinin tepkisinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Ele alınan tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde,

çimlenme açısından B toksisitesine en dayanıklı ekmeklik buğday çeşidinin Pehlivan, en duyarlı çeşidin ise FLA 85 olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, bor içeriği görece yüksek topraklarda veya sulama suyunda 0.5 ppm'in üzerinde B olduğu koşullarda Pehlivan çeşidinin yetiştiriciliği önerilebilir. Bu araştırmayla, ekmeklik buğday çimlenmesinde, çeşitlere göre bor toksisitesine toleranslarının farklılık gösterebileceği belirlenmiştir. Bor toksisitesi riskinin olduğu koşullarda ekmeklik buğday yetiştiriciliğinde bu çalışmanın sonuçları kullanılabilir.

Kaynaklar

- Abro, S.A., Mahar A.R., Mirbahar, A.A. 2009. Improving Yield Performance of Landrace Wheat Under Salinity Stress Using On-Farm Seed Priming, *Pak.J.Bot.*, 41(5): 2209–16.
- Anonim, 2017. Bor bitkiler için neden çok önemli?, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, Ankara, <http://www.boren.gov.tr/content/docs/boren-bitkiler.pdf>, 19.10.2017
- Atalay, E. 2003. Buğday (Kızıltan-91) ve arpa (Tokak-157/37) in vitro fidelerinde bor alımının ICP-AES ile tespiti. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Chauhan, R.P.S. and Powar, S.L. 1978. Tolerance of Wheat and Pea to Boron In Irrigation Water. *Plant and Soil*. 50: 145-149.
- Datta, J.D., Nag S., Banerjee A. and Mondal, N.K. 2009. Impact of Salt Stress on Five Varieties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars Under Laboratory Condition, *J. Appl. Sci. Environ. Manag.*, 13(3), pp.93–7.
- Deme, M. 2007. Tuz, Herbisit ve Bazı Yabancı Otların Pamuk ve Buğday Bitkilerinde Klorofil ve Bazı Enzim Aktiviteleri Üzerine Etkileri, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa.
- Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. Towards a Rational Basis for Testing Seed Quality, In *Seed Production*, Butterwoths, pp. 605-645.
- Etimaden, 2017. Bor Sektörü Raporu, Etimaden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Mayıs 2017.
- Güneş, A., Alpaslan, M., Özcan, H. ve Çıkılı, Y. 2000. Türkiye’de Yaygın Olarak Yetistirilen Mısır (*Zea mays* L.) Çesitlerinin Bor Toksisitesine Duyarlılıkları, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 277-282.
- Harite, Ü. 2008. Pamukta Bor Toksisitesine Dayanıklılık, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.
- Huang, C. And Graham, R.D. 1990. Resistance of Wheat Genotypes to Boron Toxicity is Expressed at the Cellular Level. *Plant and Soil*, 126: 295-300.
- Maguire, J.D. 1962. Speed of Germination - Aid in Selection and Evaluation for Seedling Emergence and Vigor, *Crop Science*, 2, pp.176-177.
- Muhmood, A., Javid, S., Niaz, A., Majeed, A., Majeed, T., and Anwar, M. 2014. Effect of Boron On Seed Germination, Seedling Vigor and Wheat Yield. *Soil Science Society of Pakistan*. 33(1): 17-22.
- Reid, R. 2007. Update on boron toxicity and tolerance in plants, *Advances in Plant and Animal Boron Nutrition*, pp. 83–90.
- Sivritepe, H.Ö. 2012. Tohum Gücünün Değerlendirilmesi, *Alatırım Dergisi*, 11 (2): 33-44.
- Sozharajan, R. and Natarajan, S. 2014. Germination and Seedling Growth of *Zea mays* L. Under Different Levels of Sodium Chloride Stress, *International Letters of Natural Sciences*, 2, pp.5-15.
- Taban, S. ve Erdal, İ. 2000. Bor Uygulamasının Değişik Buğday Çesitlerinde Gelişme ve Toprak Üstü Aksamda Bor Dağılımı Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 24:255-262.
- Tas, İ., Ozkay, F., Yeter, T., Gorgisen., Cosge, B. 2016. Effects of High Boron Containing Irrigation Water on Plant Characteristics of Basil.

- Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33 (3): 46-54.
- Tisdale, S.L., Nelson, W.L. 1983. Toprak Verimliliği ve Gübreleme (Çeviri: N.Güzel), 3, Baskı, Ç. Univ., Zir.Fak. Yay., No: 168, Adana, 900s.
- Torun, A., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Gültekin, İ., Torun, B., Eker, S., Çakmak, İ., 1999. Konya koşullarında yetiştirilen farklı buğday çeşitlerinin bor toksitesine duyarlılığının sera ve tarla koşullarında araştırılması. Hububat Sempozyumu, Altıncı oturum: Hububat Yetiştirme, 317-327 8-11 Haziran, Konya.
- Yorgancılar, M., Babaoğlu, M., 2005. Buğday çeşitlerinde borun çimlenme üzerine etkisinin in vitro ve saksı şartlarında araştırılması. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(35): 109-114.