

**BUĞDAY ÇEŞİTLERİNDE BORUN ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİSİNİN
IN VITRO VE SAKSI ŞARTLARINDA ARAŞTIRILMASI**

Mustafa YORGANCILAR¹,

Mehmet BABAĞLU¹

¹ Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, KONYA

ÖZET

Orta Güney Anadolu tarım bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen makarnalık (*Triticum durum* Desf., Kızıltan-91, Kunduru-1149, Selçuklu-97) ve ekmeçlik (*Triticum aestivum* L., Bezostoja-1, Gerek-79, Gün-91) buğday çeşitlerinde farklı bor (B) uygulamalarının çimlenme üzerine etkileri *in vitro* ve saksı denemeleri ile araştırılmıştır.

In vitro denemeler 200 ml'lik cam kavanozlarda, % 0.7 agar, %3 sakkaroz ve sırasıyla; 0, 1.08, 3.24, 9.72, 29.16 ppm B içeren 50 ml MS besin ortamında, saksı denemeleri ise (0, 1.08, 3.24, 9.72, 29.16 ppm B) bor ihtiva eden toprakta yürütülmüştür. Tüm denemeler "Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine" göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur.

Çimlenme üzerine bor dozlarının etkisi her iki şartta da önemli bulunmazken, çeşitlerin ve çeşit x bor interaksyonunun etkisi ise önemli bulunmuştur. Araştırma sonucunda bitki besin maddelerinin etkilerini belirlemede *in vitro* denemelerin saksı ve tarla çalışmalarına alternatif bir metot olarak tavsiye edilebileceği ve buğdayda çimlenmeyi engelleyecek minimum bor seviyesi eşiği ile ilgili çalışmaların incelendiği durumlarda en düşük B dozu olarak 29.16 ppm dozunun dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü bu doz ve daha düşük dozlar çimlenmeyi etkilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Bor, *In vitro*, Saksı, Buğday, Çimlenme

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BORON ON SEED
GERMINATION OF WHEAT CULTIVARS AT IN VITRO AND POT CONDITIONS**

ABSTRACT

The effect of varying boron (B) concentrations on seed germination of the most commonly cultivated bread (*Triticum aestivum* L.) and durum (*Triticum durum* Desf.) wheat cultivars (Bezostoja-1, Gerek-79, Gün-91 and Kızıltan-91, Kunduru-1149, Selçuklu-97, respectively) in Central Anatolia were investigated by *in vitro* and pot experiments.

In vitro experiments were carried out in 200 ml jars containing 50 ml MS with 0.7 % agar, 3 % sucrose and different concentrations of B (0, 1.08, 3.24, 9.72, 29.16 ppm); pot experiments were also done in 0, 1.08, 3.24, 9.72, 29.16 ppm B added pots. The experiments were set up according to completely randomized design with 3 replications.

Although B concentrations had no significant effect on seed germination in all cultivars, cultivar and cultivar x B interactions were significant. It is suggested that *in vitro* studies can be an alternative approach to pot and field studies in determining the responses of plants to microelements. However, if determination of B level inhibiting seed germination is the primary research target B levels higher than 29.16 ppm B should be considered as the minimum threshold to set up the experiments because B levels at or lower than this threshold did not seem to effect germination rates in the cultivars studied.

Key words: Boron, *In vitro*, Pot, Wheat, Germination,

GİRİŞ

Türkiye'deki tarımsal üretimin yaklaşık %60'ını buğday oluşturmaktadır. Konya yöresi 752.000 ha alanda 1.7-2.0 milyon ton üretimle Türkiye buğday üretiminde ilk sırada gelmektedir (Anonim, 2001). Bu yüzden buğday verimine etki eden faktörlerin araştırılması; buğdayın makro ve mikro besin elementlerle beslenme durumunun ortaya konulması gerekmektedir.

Bir mikro besin elementi olan bor (B); dünyada ve Türkiye'de özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde topraktaki miktarlara bağlı olarak lokal toksik etki yapabilmektedir. Bu nedenle B toksitesi dünyanın çeşitli bölgelerinde özellikle tahıllarda verim düşüşlerinin başta gelen sebepleri arasında gösterilmektedir (Torun ve ark., 1999). Nitekim Gezgin ve ark. (2002), Orta Güney Anadolu bölgesi tarım topraklarında yaptıkları çalışmada, bölge topraklarının elverişli B miktarlarını tespit etmişler ve araştırmacılar Reisenauer ve ark. (1973) ve Keren ve Bingham'ın (1985) bildirdiği kritik değerlere göre tahıllar için bölge topraklarının % 26.6'sında B eksikliği ve % 18.0'inde ise B toksitesi olduğunu ifade etmişlerdir.

Çoğu bitki, toprak çözeltisindeki B konsantrasyonuna duyarlıdır. Düşük B konsantrasyonu (noksanlık) ve yüksek B konsantrasyonu (toksite) verimi düşürür.

Boron verime etkileri genellikle B konsantrasyonunun yüksek olduğu topraklar, sulama amaçlı kullanılan B içeriği yüksek olan sulama suyunun kullanıldığı alanlarda ve kurak veya yarı kurak bölgelerde ortaya çıkar. Bu da buğday ekili alanlarda, tarla yüzeyinde uygun bitki sıklığının sağlanamamasından kaynaklanan verim düşüklüğünün önemli sebeplerinden biridir.

Lima (1998), 0, 2, 4, 8, 10, 15 ve 20 mg B l⁻¹ çözelti ile doyurulmuş pamuk üzerinde bezelye çeşidi Rondo'nun tohumlarını çimlendirerek borun çimlenmeye etkisini incelemiştir. Çimlenme yüzdesi 8 mg B l⁻¹ dozuna kadar etkilenmemiş, bu dozdan daha yüksek dozlarda artan oranlarda çimlenmede azalmalar gözlemlenmiştir. Fakat fidelerin gelişme oranı konsantrasyon artışıyla azalmış ve toksite belirtileri 2 mg B l⁻¹'den fazla olan bütün uygulamalarda açıkça kendini göstermiştir.

Paull ve ark. (1988), 7 buğday ve 2 arpa çeşidini bor içeriği 25, 50, 150 mg B kg⁻¹ olan saksılarda yetiştirerek bora karşı gösterdikleri tepkileri incelemiştir. En yüksek bor uygulamasında tohumlarda çimlenme gecikirken, çimlenme yüzdesinde konsantrasyona bağlı bir azalma olmamıştır.

Atalay (2003), farklı B (0, 1.08, 3.24, 9.72, 19.44 mg B l⁻¹) dozlarının *in vitro* şartlarda Kızıltan-91 çeşidinde çimlenme üzerine etkisini araştırmış, 10. ve 20.

günde yapılan gözlemlerde B dozlarının çimlenme üzerine etkisi olmadığını bildirmiştir.

Bu araştırmada, bölgemizde yaygın olarak yetiştirilen ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde çimlenmenin B uygulamalarından ne ölçüde etkilendiğinin belirlenmesi ve buna göre bora dayanıklı çeşitlerin tespiti amaçlanmıştır. Yapılan saksı çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ile karşılaştırılmış ve elde edilen bulguların tarla çalışmalarına ıslah açısından destek olabileceği düşünülmüştür.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Araştırmada makarnalık buğdaylardan (*Triticum durum* Desf.) Kızıltan-91, Selçuklu-97, Kunduru-1149, ekmeklik buğdaylardan (*Triticum aestivum* L.) Gün-91, Bezostaja-1, Gerek-79 çeşitleri kullanılmıştır. Orta Güney Anadolu Bölgesi'nde en çok tarımı yapılan bu çeşitler Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Denemeler 2003 yılında S.Ü. Ziraat Fakültesi'nde yürütülmüştür.

Metod

In vitro denemelerin hazırlanması

Tohumlar akan musluk suyu altında 10 dakika ön sterilizasyona tabi tutulduktan sonra steril filtre kağıdı üzerinde kurutulmuştur. Daha sonra 1 dakika süreyle % 96'lık (h/h) alkol ile muamele edilen tohumlar alkol kuruyuncaya kadar bekletildikten sonra hazırlanan 1-2 damla yayıcı-yapıştırıcı madde (Tween-20) ihtiva eden % 30'luk (h/h) ticari hipoklorit çözeltisi (% 50 NaOCl içeren Axion) içinde 20 dakika bırakılmıştır. Sürenin sonunda 3-4 defa steril saf su ile durularak sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır. Sterilizasyon işlemleri steril hava akışlı kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir.

In vitro çimlendirme ortamı MS (Murashige ve Skoog., 1962) içeriğine göre önceden hazırlanan stok solüsyonları kullanılarak hazırlanmış ve bu ortamının bor miktarı 5 farklı (0, 6.2, 18.6, 55.8 ve 167.4 mg l⁻¹) konsantrasyonda borik asit (H₃BO₃) ilave edilerek ayarlanmıştır. Bu dozlara göre ortama saf olarak sırasıyla B₀=0, B₁=1.08, B₂=3.24, B₃=9.72, B₄=29.16 mg l⁻¹ (a/h) bor ilave edilmiş olmaktadır (mg l⁻¹=ppm). Ortamlara daha sonra sakkaroz (30 g l⁻¹, a/h) eklenip, pH 5.8'e ayarlanmış, son hacim 1 litreye tamamlandıktan sonra 7 g l⁻¹ (a/h) agar (Technical agar, solidifying agent-DIFCO) ilave edilmiştir. Ortam şeffaf bir renk alıncaya kadar ısıtılıp 200 ml'lik kavanozlara, 50 ml besin ortamı olacak şekilde dağıtılmıştır. Etiketlenen kavanozların ağzı ısıya dayanıklı kapaklarla örtülerek otoklavda 121 °C'de 1.5 atm. basınç altında sterilize edilmiştir.

Sterilize edilen tohumlar, her kavanoza 5 adet tohum olacak şekilde kültüre alınmıştır (Şekil 1). Her doz için 10 kavanoz olmak üzere, 6 çeşit için toplam 300 kavanoz kullanılmıştır.

Kavanozlar 16 saat fotoperiyot, % 60 nem, 25°C (± 1) sıcaklık ve 3000 lux ışık yoğunluğu koşullarında raflı kültür dolabına konulmuştur. Kültür sonrası 8. ve 12. günde tohumlar gözlenerek çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir.



Şekil 1. *In vitro* çimlendirmeye alınmış buğday tohumlarına ait fideler

Saksı denemelerinin hazırlanması

Deneme toprağının belirlenmesi; Gezgin ve ark. (2002)'nin yaptığı analizler sonucu B miktarları belirlenen bölge topraklarından düşük B ihtiva edenler seçilmiş ve deneme toprağının belirlenmesi için toprak örnekleri alınmıştır. Alınan numuneler 5 g olarak tartılmış ve üzerlerine 25 ml CaCl₂+Mannitol (1,82 g mannitol ve 1,1 g CaCl₂ saf su ile çözüldürüldükten sonra hacmi 1 litreye tamamlanır) çözeltisi ilave edilerek 16 saat çalkalama ünitesinde bırakılmıştır. Daha sonra örnekler mavi bantlı filtre kağıdı ile plastik kaplara süzülerek, ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) (Varian-Vista Model) cihazı ile analiz edilerek B içerikleri belirlenmiştir. B miktarı en düşük 0.5 ppm (mg kg⁻¹) olarak belirlenen ve S.Ü. Ziraat Fakültesi Deneme Tarlası'nın belirli bir bölgesinden alınan toprak örnekleri saksı denemelerinde kullanılmıştır. Toprak yapısı killi-tunlu, organik madde içeriği düşük (< % 1.2), pH sı 8.0 ve alkali özelliktedir. Toprağın nem miktarının belirlenmesi için metal kaplara konulan 5 g toprak etüvde 70 °C'de 4 gün kurutulduktan sonra tekrar tartılmış ve hesaplanarak nem miktarı yüzde olarak (% 3) belirlenmiştir.

Deneme toprağı 4 mm çapındaki elekten geçirildikten sonra nem oranı dikkate alınarak (% 3) 1030 g deneme toprağı tartılarak 1'er litrelik saksılara konulmuştur. Saksı toprağına çeşitli oranlarda saf su verilerek doyma kapasitesi ortalama 300 ml olarak belirlenmiştir. Toprağına toplam uygulanacak B dozları, H₃BO₃ (borik asit) çözeltisinden pipet yardımıyla sırasıyla 0, 6.2, 18.6, 55.8, 167.4 ml olarak alınmış, 300 ml'ye saf su ile tamamlanarak saksılara ayrı ayrı ilave edilmiştir. Bu şekilde 1 kg toprağı B₀=0, B₁=1.08, B₂=3.24, B₃=9.72, B₄=29.16 mg B uygulanmıştır. Buda ppm'e tekabül etmektedir. Her çeşit için 3 tekerrürlü olarak 15 adet 1 kg'lık saksılar hazırlan-

miş ve toplamda 6 çeşit için 90 adet saksı kullanılmıştır.

Tohumlar 2003 yılında daha önceden hazırlanan ve tava getirilmiş saksılara her saksıya 10 adet olmak üzere toprak yüzeyinin 1-2 cm derinliğine ekilmiştir. Borun yıkanmasını engellemek amacıyla saksılara toprak nemini koruyacak kadar düzenli aralıklarla su verilmiştir. Kültür sonrası 8. gündeki sürme hızı ve 12. gündeki sürme güçleri tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Saksılarda çimlendirmeye alınmış buğday tohumlarına ait fideler

Denemelerin değerlendirilmesi

Denemeler Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Deneme Deseni'ne göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Analizler bilgisayarda MSTATC istatistik programı ile varyans analizine tabi tutulmuş ve istatistik

Tablo 1. Farklı bor (B) dozu içeren MS ortamlarında kültürden 8 gün sonra buğday tohumlarının çimlenme oranları (%)

Çeşitler	Bor Dozları					Ortalama
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Kızıltan-91	56.1 ı-n	48.0 l-p	41.9 n-q	46.0 m-q	32.1 pq	44.8 cd
Selçuklu-97	42.1 n-q	50.0 k-o	52.0 j-n	62.2 g-m	58.1 h-n	52.9 c
Kunduru-1149	29.7 q	46.0m-q	46.0 m-q	43.9 n-q	34.5 o-q	40.0 d
Gün-91	83.4 c-f	68.6 g-j	69.6 f-h	75.5 d-g	66.6 g-k	72.7 b
Bezostaja-I	76.5 d-g	72.4 e-ı	70.3 f-ı	63.5 g-l	74.1 d-h	71.4 b
Gerek-79	94.0 ab	87.2 b-d	97.5 a	85.5 b-e	90.0 a-c	90.8 a
Ortalama	63.6	62.0	62.9	62.8	59.2	

LSD_{%1} Çeşit: 5.86, LSD_{%1} Çeşit x Bor dozu: 9.9. Değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1 ihtimal sınırında önemsizdir. B₀=0, B₁=1.08, B₂=3.24, B₃=9.72 ve B₄=29.16 mg B l⁻¹

Bor dozu x çeşit etkileşimini incelendiğinde (Tablo 1) en iyi çimlenme oranı Kızıltan-91 çeşidinde (% 56.1) B₀, Selçuklu-97 çeşidinde (% 62.2) B₃, Kunduru-1149 çeşidinde (%46.0) B₁-B₂, Gün-91 çeşidinde (% 83.4) B₀, Bezostaja-1 çeşidinde (% 76.5) B₀, Gerek-79 çeşidinden (% 97.5) B₀ dozunda elde edilirken, en düşük çimlenme oranı Kızıltan-91 çeşidinde (%32.1) B₄, Selçuklu-97 çeşidinde (% 42.1) B₀, Kunduru-1149 çeşidinde (% 29.7) B₀, Gün-91 çeşidinde (% 66.6) B₄, Bezostaja-1 (% 63.5) B₃ Gerek-79 çeşidinde (% 85.5) B₃ dozlarından elde edilmiştir.

açından önemli bulunan karakterlerde çoklu karşılaştırma testi olan LSD uygulanmıştır (MSTAT-C., 1980). Çimlendirme testlerinde elde edilen veriler % olarak hesaplandıktan sonra istatistik analizi için arc sin $\sqrt{\%}$ Çimlenme oranı formülüne göre açı transformasyonu uygulanmıştır. İstatistik analizler sonucunda elde edilen değerle geri transformasyon yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

In vitro Denemeleri

Çimlenme üzerine borun etkisini araştırmak amacıyla buğday çeşitlerinde 8. ve 12. günlerde yapılan gözlemler sonucu belirlenen çimlenme yüzdeleri (Tablo 1-2) ile yapılan varyans analizlerinde B dozlarının çimlenme üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemsiz bulunmasına karşın (Tablo 3), çeşitler genel çimlenme ortalamaları bakımından %1 seviyesinde farklılık göstermişlerdir. Ayrıca B dozu x çeşit etkileşimi de %5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çeşitlerin çimlenmesi 8. günde % 29 ile % 97.5 arasında değişim göstermiştir (Tablo 1). 8. gün sonunda çeşitlerin genel ortalamasına bakıldığında en iyi çimlenme oranı Gerek-79 (% 90.8) çeşidinde meydana gelirken, en düşük çimlenme oranı Kunduru-1149 (% 40.0) çeşidinde meydana gelmiştir. Ekmeklik ve makarnalık çeşitler olarak değerlendirildiğinde ise ekmeklik çeşitler daha iyi bir çimlenme oranına sahip olmuştur.

Çeşitler arasında görülen önemli çimlenme farklılıkları ve önemli B dozu x çeşit etkileşiminin sterilizasyon işlemlerini çeşitlerde farklı derecelerde stres oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmada ekmeklik çeşitlerin daha erken çimlenerek daha yüksek çimlenme oranı meydana getirmesi, bu çeşitlerin tohum yapısında bulunan perçem tüylerinin makarnalık çeşitlere göre daha uzun olmasından dolayı sterilizasyon çözeltisinden daha az etkilenmesi olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca makarnalık çeşitlerde 12. günden sonra da çimlenme oranlarında artışlar

meydana gelmiş fakat bu artış B uygulamalarının etkilerini değiştirmemiştir.

Bor uygulamalarının buğday çeşitlerinde çimlenme üzerine (Tablo 2) etkileri kültürden 12 gün sonra da görülmemiştir (Tablo 3). İlk gözlemlerde olduğu gibi 12. günde de en iyi çimlenme oranı Gerek-79 Tablo 2. Farklı bor (B) dozu içeren MS ortamlarında kültürden 12 gün sonra buğday tohumlarının çimlenme oranları (%)

Çeşitler	Bor Dozları					Ortalama
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Kızıltan-91	56.3 gh	64.4 f-h	64.4 f-h	72.4 d-g	55.1 h	62.5 c
Selçuklu-97	67.9 d-h	65.6 e-h	73.0 c-g	72.4 d-h	82.8 b-d	72.3 bc
Kunduru-1149	55.1 h	67.9 d-h	65.6 e-h	56.3 gh	76.0 c-f	64.2 c
Gün-91	83.4 b-d	72.0 d-h	71.4 d-h	78.1 c-f	66.6 e-h	74.3 b
Bezostaja-I	76.5 c-f	80.7 b-e	70.3 d-h	63.5 f-h	80.7 b-e	74.3 b
Gerek-79	98.1 a	87.2 bc	97.5 a	91.2 ab	92.5 ab	93.3 a
Ortalama	72.87	72.97	73.70	72.30	75.61	

LSD_{%1} Çeşit: 6.24, LSD_{%1} Çeşit x Bor dozu: 10.5, Değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1 ihtimal sınırında önemsizdir. B₀=0, B₁=1.08, B₂=3.24, B₃=9.72 ve B₄=29.16 mg B l⁻¹

Bor dozu x çeşit etkileşimi incelendiğinde etkileşim %5 seviyesinde önemli bulunmuştur (Tablo 3). Çeşitlerin çimlenme oranları %55-98 arasında değişim göstermiştir (Tablo 2) ve en iyi çimlenme oranı Kızıltan-91 çeşidinde (%72.4) B₃, Selçuklu-97 çeşidinde (%82.8) B₄, Kunduru-1149 çeşidinde (%76.0) B₄, Gün-91 çeşidinde (%83.4) B₀, Bezostaja-1 çeşidinde (%80.7) B₁-B₄, Gerek-79

(%93.3) çeşidinde gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme oranı ise Kızıltan-91 (% 62.5) ve Kunduru-1149 (% 64.2) çeşitlerinde meydana gelmiş, 8. güne göre çimlenme oranlarında belirgin artışlar gözlenmiştir. Burada da ekmeleklik çeşitlerin çimlenme oranı bakımından üstünlüğü devam etmiştir.

çeşidinden (%80.7) B₀-B₄ dozunda elde edilirken, en düşük çimlenme oranı Kızıltan-91 çeşidinde (%55.1) B₄, Selçuklu-97 çeşidinde (%65.6) B₁, Kunduru-1149 çeşidinde (%55.1) B₀, Gün-91 çeşidinde (%66.6) B₄, Bezostaja-1 (%63.5) B₃ Gerek-79 çeşidinde (%87.2) B₁ dozlarından elde edilmiştir.

Tablo 3. Farklı bor dozu içeren ortamlarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin çimlenme yüzdelere ait varyans analiz sonuçları (K.O.)

V.K.	S.D.	In vitro Denemeleri		Saksı Denemeleri	
		8. Gün	12. Gün	Sürme Hızı	Sürme Gücü
Çeşit	5	2422.598**	1061.798**	240.469*	355.047**
Bor dozu	4	29.282	16.925	146.105	56.857
Çeşit x Bor dozu	20	63.352*	79.124*	124.563	93.509
Hata	60	36.411	41.313	86.038	89.614
Genel	89				

*%5, **%1 seviyesinde önemlidir.

Sonuç olarak çeşitlerin farklı B uygulamalarındaki çimlenme oranları ayrı ayrı değerlendirildiğinde, çeşitler genelde benzer alt gruplarda yer almışlardır. Atalay (2003), farklı bor dozlarının (0, 1.08, 3.24, 9.72, 19.44 mg B l⁻¹) Kızıltan-91 çeşidinde çimlenme üzerine etkisini araştırmış ve 10. günde yaptığı gözlemlerde farklı dozlardaki çimlenme oranlarının benzer alt gruplarda yer aldığını tespit etmiştir. Aynı şekilde 20. günde yaptığı gözlemlerde de B dozlarının çimlenme üzerine etkisi olmadığını belirtmiştir. Yapılan literatür araştırmalarında benzer çalışmalara rastlanmamıştır.

Bu sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, 8. ve 12. günde çeşitler arasında farklı oranlarda çimlenmeler görülmesine karşın denenen en yüksek B dozu da dahil olmak üzere MS besin ortamlarında B dozlarının çimlenme üzerine istatistiksel seviyede önemli etkileri görülmemiştir.

Saksı Denemeleri

Yapılan saksı çalışmalarında varyans analizi sonuçlarına göre B dozlarının sürme hızı ve sürme gücü bakımından çimlenme üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 3). Çeşitler arasındaki farklılıklar ise istatistiksel olarak %5

seviyesinde önemli bulunmuştur. Laboratuvar çalışmalarının da önemli bulunan B dozu x çeşit interaksyonu saksı denemelerinde önemsiz bulunmuştur. Saksı denemeleriyle *in vitro* denemeler arasındaki bu farklılığın laboratuvar denemelerinde tohumların sterilizasyona tabi tutulmasından kaynaklandığı düşünülmüştür.

Çeşitlerin genel ortalamalarına bakıldığında 8. günde en iyi sürme hızı % 98 ile Gün-91 çeşidinde meydana gelirken en düşük sürme hızı % 63.9 Bezostaja-1 çeşidinde meydana gelmiştir (Tablo 4). Saksı denemelerinde 8. günde sürme hızları *in vitro* çalışmalarla karşılaştırıldığında daha yüksek olmuştur.

Tablo 4. Farklı bor dozu içeren saksılarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin ortalama sürme hızları (%) (ekimden 8 gün sonra)

Çeşitler	Bor Dozları					Ortalama
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Kızıltan-91	70.3	90.1	73.5	84.3	80.7	79.8abc
Selçuklu-97	80.7	85.1	63.9	80.7	83.7	78.8bc
Kunduru-1149	84.3	74.6	80.7	84.3	77.8	80.3abc
Gün-91	80.7	80.7	98.4	92.8	80.7	86.7a
Bezostaja-I	63.9	70.3	80.7	80.7	63.9	71.9c
Gerek-79	74.6	98.4	81.6	84.3	80.7	83.9ab
Ortalama	75.7	83.2	79.8	84.5	77.9	

LSD_{5%} Çeşit: 6.77, Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 ihtimal sınırında önemsizdir. B₀=0, B₁=1.08, B₂=3.24, B₃=9.72 ve B₄=29.16 mg B kg⁻¹

Tablo 5. Farklı bor dozu içeren saksılarda yetiştirilen buğday çeşitlerinin ortalama sürme güçleri (%) (ekimden 12 gün sonra)

Çeşitler	Bor Dozları					Ortalama
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	
Kızıltan-91	73.5	90.1	76.8	90.6	84.2	83.07 b
Selçuklu-97	80.7	80.7	67.2	80.7	83.7	78.59 b
Kunduru-1149	84.3	74.6	80.7	84.3	77.8	80.33 b
Gün-91	90.6	87.0	98.4	95.0	95.0	93.20 a
Bezostaja-I	87.0	80.7	80.7	87.7	73.8	81.97 b
Gerek-79	80.7	98.4	80.7	84.2	92.8	87.36 ab
Ortalama	82.80	85.24	80.75	87.10	84.56	

LSD_{1%} Çeşit: 9.20, Değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark %1 ihtimal sınırında önemsizdir. B₀=0, B₁=1.08, B₂=3.24, B₃=9.72 ve B₄=29.16 mg B kg⁻¹

Yapılan literatür taramaları da bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. Paull ve ark. (1988), yaptıkları denemelerde saksı toprağına 25, 50, 150 mg kg⁻¹ B dozu uygulayarak buğday ve arpa çeşitlerinin tepkilerini incelemişlerdir. Araştırmanın sonucuna göre en yüksek uygulamada B dozunun çimlenmeyi geciktirdiğini ancak çimlenme yüzdesinde bir değişikliğin meydana gelmediğini bildirmişlerdir. Lima (1998), bezelye tohumlarını 0, 2, 4, 8, 10, 15 ve 20 mg

Bu durum laboratuvar çalışmalarında tohumların sterilizasyonu için kullanılan çözeltilerin çimlenmeyi geciktirdiği düşüncesini ortaya çıkarmıştır.

Ekimden 12 gün sonra B dozlarının genel ortalaması bakımından en iyi sürme gücü oranı Gün-91 (% 93.20) çeşidinden elde edilirken diğer çeşitler benzer alt grupta yer almışlardır (Tablo 5). Çeşitlerin çimlenme oranları % 73.5-98.4 arasında değişim göstermiştir. Bor uygulamaları bakımından (Tablo 3) B dozlarına yalnız başına bakıldığında çimlenme üzerine etkileri 12. günde yapılan gözlemlerde de önemsiz bulunmuştur. Ayrıca 12. günde önemli bir B dozu x çeşit interaksyonu görülmemiştir.

B l⁻¹ çözelti ile doyurulmuş pamuk üzerinde çimlendirerek borun çimlenmeye etkisini incelemiştir. Yalnızca yüksek konsantrasyonlarda yaklaşık olarak % 8 azalma gösteren çimlenme oranı 8 mg B l⁻¹'ye kadar B uygulamasından etkilenmediğini belirlemiştir. Ayrıca, fide gelişiminin azaldığı ve toksite belirtilerinin ortaya çıktığı B konsantrasyonundan 4 kat daha fazla B bulunması durumunda tohumların çimlenme oranında azalma olduğunu ifade etmiştir. Bagheri ve ark.

(1992), bezelyelerde sera şartlarında yaptıkları saksı denemelerinde çimlenmenin B seviyesinden etkilenmediğini ifade etmişlerdir. Paliwal ve Mehta (1973) çeltikte yaptıkları araştırmada 40 mg kg⁻¹'a kadar uygulanan bor dozlarının çimlenmeyi etkilemediğini belirtmiştir. Taner (2003) toksik düzeyde bor ihtiva eden toprakta (12 mg B kg⁻¹) ve bu toprağa 9 mg kg⁻¹ bor uygulaması yaparak makarnalık buğday genotiplerini yetiştirmiş ve bitki çıkışlarını belirlemiştir. Sonuç olarak bor uygulanan parsellerde bitki çıkışının arttığı tespit edilmiştir. Buradan hareketle tarla şartlarında da borun çimlenme üzerine olumsuz etkisinin tespit edilemediği görülmektedir.

Çalışmamızda B dozlarının çimlenme üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Bu sonuçlara göre laboratuvar çalışmaları ile saksı çalışmalarının sonuçlarının benzer olmasından dolayı, bitkilerin besin elementlerine olan tepkilerinin belirlenmesi için yapılacak çalışmalarda her iki metodun da uygun olduğu ortaya söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde borun çimlenme üzerine etkisinin belirlenmesi ve buna göre bor toksitesine dayanıklı genotiplerin seçimi amacıyla yapılan bu çalışmada; 0, 1.08, 3.24, 9.72, 29.16 ppm bor uygulamalarının, çimlenme üzerine önemli etkisinin olmadığı yapılan laboratuvar ve saksı çalışmaları ile ortaya konmuştur.

En yüksek B uygulaması olan 29.16 ppm üzerinde B uygulamasının çimlenme üzerine etkide bulunup bulunmayacağı araştırma konusudur. Bu nedenle buğdayda çimlenme üzerine B uygulamalarının yapacağı etkilerin belirlenmesi için bu dozun üzerinde oranların kullanılması araştırmacılara zaman kazandıracaktır.

Saksılarda da toprağa verilecek olan besin elementinin homojen dağıtımı ve bunun bitkiler tarafından eşit kullanımı laboratuvar denemelerine göre zor olduğu ve deneme hassasiyetinin azaldığı gözlenmiştir.

Çalışmanın *in vitro* şartlarda yürütülmesi; genotip x çevre interaksiyonunun minimuma indirilmesi, sürenin kısalarak daha çabuk sonuca ulaşılması gibi noktalarda diğer tekniklere göre çalışmaya üstünlük sağladığı, saksı şartlarında elde edilen tepkilerin ise tarla şartlarına uygulanabilirliği bakımından üstünlük sağladığı görülmüştür. Bu nedenle yapılacak olan araştırmalarda denemenin hassasiyetine ve araştırma imkanlarına göre saksı veya laboratuvar denemeleri arasında tercih yapılmalıdır.

Araştırma sonucunda bitki besin maddelerinin etkilerini belirlemede *in vitro* denemelerin saksı ve tarla çalışmalarına alternatif bir metod olarak tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır ve elde edilen bulguların tarla çalışmalarına ıslah açısından destek olacağı düşünülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kısmen, DPT-99/K120560 numaralı proje tarafından desteklenmiş olan Doktora tezinden

üretilmiştir. Bu nedenle Proje Yürütücüsü ve Elemanlarına teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- 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.
- Anonim, 2001. Tarımsal Yapı ve Üretim. DİE. Ankara.
- Bagheri, A., Paull, J.G., Rathjen, A.J., Ali, S.M., Moody, D.B., 1992. Genetic variation in the response of pea (*Pisum sativum* L.) to high soil concentrations of boron. *Plant and Soil*. 146:1-2, 261-269.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları-II), Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1021, Ders kitabı: 285, Ankara.
- Keren, R., Bingham, F.T., 1985. Boron in Water, Soil and Plants. In Adv. In Soil Sci. Stewart B.A.(ed.) Vol.1: 229-276.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soyulu, S., Akgün, N., Yorgancılar, M., Ceyhan, E., Çiftçi, N., Acar, B., Gültekin, İ., Işık, Y., Şeker, C., Babaoğlu, M., 2002. Determination of B Contents Of Soils in Central Anatolian Cultivated Lands and its Relations between Soil and Water Characteristics. Boron in Plant and Animal Nutrition. Edited by Goldbach et al., Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York. s. 391-400.
- Lima, M.D.R., 1998. Seed germination of pea (*Pisum sativum* L.) under different concentration boron levels. *IRRIGA*. 3:1, 47-54.
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant*. 15:473-497.
- MSTAT-C., 1980. MStat User's Guides Statistics (Version 5 ed.) Michigan State University. Michigan, USA.
- Paull, J.G., Cartwright, B., Rathjen, A.J., 1988. Responses of wheat and barley genotypes to toxic concentrations of soil boron. *Euphytica*. 39: 137-144.
- Paliwal, K.V. ve Mehta, K.K., 1973. Interactive effect of salinity, SAR and boron on germination and growth of seedlings of some paddy (*Oryza sativa*) varieties. *Plant and Soil* (Historical Archive), Springer Science+Business Media B.V., Formerly Kluwer Academic Publishers B.V., Cilt: 39, Sayı: 3, s: 603-609.
- Reisenauer, H. M., Walsh, L. M., and R. G., Hoefl, 1973. Testing Soils for Sulphur, Boron, Molybdenum, and Chlorine. In Walsh L.M., and Beaton J.D. (Eds.), *Soil Testing and Plant Analysis*. Soil

- Science Society of America. Madison, Wisconsin, USA, pp. 173-200.
- Taner, S., 2003. Bor Toksik Alanda Yetiştirilen Makarnalık Buğday (*Triticum durum* L.) Genotiplerinin Verim ve Bazı Verim Ögelerinin Belirlenmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- 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.