

Araştırma Makalesi

YAPRAKTAN UYGULANAN BORUN BUĞDAYIN VERİMİ, BAZI VERİM UNSURLARI VE TANEDE B, Zn VE Ca KAPSAMINA ETKİSİYakup ÇIKILI^{1*}S. Rifat YALÇIN²**ÖZET**

Bu çalışma, kuru koşullarda yetiştirilen ekmeklik (Bezostaja-1 ve Gerek-79) ve makarnalık (Kızıltan-91 ve Kunduru-1149) buğday çeşitlerinin verimi, bazı verim unsurları ve tanede B, Zn ve Ca içeriklerine yapraktan uygulanan borun (0, 50, 100 ve 150 mg B kg⁻¹) etkisini belirlemek amacıyla tarla koşullarında yürütülmüştür. Yapraktan uygulanan borun buğday çeşitlerinin tane verimi, biyolojik verim, m²'deki fertil ve toplam başak sayıları üzerine etkisi ayrımlı olmuş ve çeşit x bor düzeyi etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bezostaja-1 çeşidinin tane verimi, Bezostaja-1 ve Kızıltan-91 çeşitlerinin biyolojik verimi ile Gerek-79 ve Kunduru-1149 çeşitlerinin m²'deki fertil ve toplam başak sayılarına yapraktan bor uygulamasının etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Yapraktan uygulanan bor düzeyleri ile Kızıltan-91 çeşidi hariç, buğday çeşitlerinde tanenin B kapsamında önemli düzeyde artış belirlenmiştir. Çeşitler ortalaması olarak tanenin Zn kapsamının bor düzeyleri ile azaldığı ve bor düzeyleri ortalaması olarak buğday çeşitlerinde tanenin Zn ve Ca kapsamının önemli düzeyde farklı olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, kuru koşullarda buğday tarımı yapılırken, bor noksanlığı görülen alanlarda yapraktan bor uygulaması başarılı sonuçlar verebilir. Ancak uygulama dozu belirlenirken, ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin bor düzeylerine karşı tepkisi dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Yapraktan bor uygulama, buğday, verim, verim unsurları, tanede besin maddesi içeriği

EFFECTS OF FOLIAR APPLIED BORON ON YIELD, SOME YIELD COMPONENTS OF WHEAT AND B, Zn AND Ca CONTENTS IN GRAIN**ABSTRACT**

In this study, the effects of foliar applied boron (0, 50, 100 ve 150 mg B kg⁻¹) on yield and some yield components and B, Zn and Ca in grain of wheat cultivars for bread (Bezostaja-1 and Gerek-79) and durum (Kızıltan-91 and Kunduru-1149) grown in rainfed conditions were determined. Effects of foliar applied boron on grain yield, biomass (straw + grain) yield, fertile and total spikes per square meter of wheat varieties were different and interaction of variety x boron levels was found statistically significant. Effect of foliar applied boron was determined significant on grain yield Bezostaja-1 cultivar. Foliar applied boron was affected significantly on biomass of Bezostaja-1 and Kızıltan-1149 cultivars. Its effect on fertile and total spikes per square meter of Gerek-79 and Kunduru-1149 cultivars was also significant. B contents in grain of wheat cultivars except Kızıltan-91, determined significant increase with foliar applied boron levels. When looked at the average of cultivars, Zn content in grain decreased significantly with B levels. As the average of boron levels, Zn and Ca content in grain of wheat cultivars were determined significant differences. As a result, during wheat cultivation under rainfed conditions, the foliar application of boron can give good results in boron-deficient areas. However, while determination of dose, response of bread and durum cultivars against boron levels should be considered.

Key Words: Foliar applied boron, wheat, yield, yield components, grain nutrient content

GİRİŞ

Beslenmesi temelde bitkisel ürünlere, özellikle de tahıla dayalı olan ülkelerde, bitkilerin mineral beslenmesi büyük önem kazanmaktadır. Buğday, çeltik ve mısırın dünya gıda tüketiminde payı %54 iken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde bu oranın %90'lara ulaşmaktadır (Graham and Welch, 1996). Türkiye'de tarım yapılan alanların yaklaşık

yarısında tahıl tarımı yapılmakta ve bu alanların %67'sinde ise buğday yetiştirilmektedir (FAO, 2005).

Bitkilerin bor gereksinimi oldukça azdır ve tek çenekli bitkiler çift çeneklilere göre daha az bora ihtiyaç göstermektedir (Marschner, 1995). Tahıllar bora karşı duyarlı bitkilerdir. Önemli tahıllardan biri olan buğdayın beslenmesine etki eden faktörlerinden birisi de

¹ Düzce Üniversitesi, Çilimli Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 81750, Düzce.

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 06110, Ankara.

Sorumlu yazar: yakupcikili@duzce.edu.tr

* Doktora tezinin bir bölümü özetlenmiştir.

toprak ve bitkideki bor içeriğidir. Buğday, yetiştirme ortamında bulunan 2 mg kg⁻¹ boru tolere etmekte ve bu seviyenin üzerindeki bordan ise olumsuz yönde etkilenmektedir (Gupta ve ark., 1985). Buğdayın beslenmesinde B noksanlığının etkisi, genellikle sterilitenin ortaya çıkması ve tane tutumunun azalmasıyla verimin sınırlandırılması şeklinde ortaya çıkmaktadır. Bor noksanlığı olan alanlarda özellikle duyarlı çeşitlerde B gübrelemesiyle sterilitenin azaldığı (Rerkasem ve Jamjod, 1989; Subedi ve ark., 1997; Laila ve Adel 2002), tane tutumu (Cheng ve Rerkasem, 1993; Rerkasem ve ark., 1994) ve başaktaki tane sayısı ile birlikte tane veriminin arttığı (Rerkasem and Loneragan, 1994; Pant ve ark., 1998) araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir.

Borun alındığı ortamın B konsantrasyonu yanında bitkilerin transpirasyon kapasiteleri (Marschner, 1995), topraktaki değişebilir iyonlar, toprak pH'sı, toprağın ıslanması ve kuruması, toprak/su oranı gibi faktörler bitkilerin B alımını etkilemektedir (Goldberg, 1997; Keren ve ark., 1985). Toprak nemi ile bitkiye yararlı B miktarı arasında önemli bir ilişki mevcut olup, genellikle B'un yararlılığı kuru topraklarda B noksanlığına neden olacak kadar düşük olabilmektedir (Fleming, 1980). Kurak toprak koşulları altında yetiştirilen pek çok bitkide B noksanlığı belirtileri şiddetle görülmüş, bu durum tarla ve serada yapılan pek çok araştırma ile de doğrulanmıştır.

Özellikle kurak ve yarı kurak iklim kuşaklarında, B'un topraktaki miktarının yanında bitki bünyesine alınan B'un hareketi de bitkisel üretimde sınırlarıcı faktör olabilmektedir. Araştırmacılar arasında fikir birliği olmamasına karşın, borun bitki bünyesindeki taşınımının ksilem yoluyla ve transpirasyona bağlı olarak gerçekleştiği konusundaki görüşler ağırlık kazanmaktadır (Pate, 1975; Shelp ve ark., 1987, 1992). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde topraktan B gübrelemesi yanında yapraktan B uygulaması da bitkinin B ihtiyacını karşılamada bir çözüm olabilmektedir.

Borun eksikliği ya da fazlalığı durumunda N, P, K, Ca ve Zn ile etkileşimlerinin söz konusu olduğu bilinmektedir. Ancak bu etkileşimlere dair araştırma sonuçları ayrılmıştır. Artan düzeylerde B'un buğday bitkisinin N, P, K (Singh ve ark., 1990; Alpaslan ve ark., 1996), Ca ve Zn içeriğini azalttığı belirlenmiştir (Singh ve ark., 1990; Taban ve ark., 1995; Romero ve ark., 1996). Buna karşın, yapraktan uygulanan artan B düzeyleri ile buğdayda K, Ca, Zn ve B içeriğinin (Shaaban ve ark., 2004) ve çeltikte ise topraktan B uygulamasıyla N, P,

Ca, Zn ve B alımının arttığı rapor edilmiştir (Hossain ve ark., 2001). Ayrıca, bor uygulaması buğdayda tanenin B içeriğini de artırmaktadır (Güneş ve ark., 2003; Furlani ve ark., 2003)

Bu çalışmada, kuru koşullarda ve Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Bezostaja-1 ve Gerek-79 ekmeçlik buğday çeşitleri ile Kızıltan-91 ve Kunduru-1149 makarnalık buğday çeşitlerinin verimi, bazı verim unsurları ve tanede B, Zn ve Ca içeriklerine yapraktan uygulanan borun etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, 2003-2004 ürün döneminde, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinde tarla koşullarında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak, Orta Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak ekimi yapılan ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitleri Gerek-79 ve Bezostaja-1 ile makarnalık buğday (*Triticum durum* L.) çeşitleri Kızıltan-91 ve Kunduru-1149 kullanılmıştır.

Deneme alanı toprağı; tın bünyeli, pH'sı 7.77 (1/2.5 toprak/su) ve EC'si 0.28 dS m⁻¹ olan, 201 g kg⁻¹ CaCO₃, 16.7 g kg⁻¹ organik madde ve 1.78 g kg⁻¹ toplam azot (N) içeriğine sahip, NaHCO₃ ile ekstrakte edilebilir fosfor (P) içeriğı 8.18 mg kg⁻¹, NaOAc ile ekstrakte edilebilir bor (B) içeriğı 1.04 mg kg⁻¹, DTPA ile ekstrakte edilebilir çinko (Zn) içeriğı 0.22 mg kg⁻¹ ve NH₄OAc ile ekstrakte edilebilir kalsiyum (Ca) içeriğı 59.5 cmol(+) kg⁻¹ olan bir topraktır.

Denemenin yürütüldüğü 2003-2004 ürün döneminde (Ekim-Temmuz) toplam yağış miktarı 255.2 mm, sıcaklık ortalaması 8.47 °C ve bağıl nem ortalaması ise %74.6 olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2004). Deneme yılı ürün döneminde düşen yağış miktarı uzun yıllar ortalaması yağış miktarından (398.7 mm) yaklaşık 1/3 oranında daha düşük olmuş ve düşen yağışın ürün dönemi içerisinde dağılımı düzensizlik göstermiştir.

Çalışmada, dört buğday çeşidinin sapa kalkma başlangıcı (GS30), çiçeklenme başlangıcı (GS55) ve süt olum başlangıcı (GS75) dönemlerinde üç kez yapraktan uygulanan B₀: 0 (kontrol), B₁: 50, B₂: 100 ve B₃:150 mg kg⁻¹ bor düzeylerinin etkisi araştırılmıştır. Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada bor kaynağı olarak boraks (Na₂B₄O₇.10H₂O) kullanılmıştır. Kontrol parsellerindeki bitkilere yapraktan uygulama aynı miktar su ile ıslatılarak yapılmıştır.

Deneme toprağının analizleri dikkate alınarak temel gübrelemede 7 kg da⁻¹ N ve 3.25 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulanmıştır. Fosforun tamamı (triple süper fosfat, % 42-44 P₂O₅) ve azotun 3 kg da⁻¹'i (amonyum nitrat, %33 N) ekimle birlikte parsel mibzeri ile banda verilmiştir. Kardeşlenme döneminde üst gübre olarak amonyum nitrat gübresinden 4 kg da⁻¹ azot toprak yüzeyine serpmeye şeklinde uygulanmıştır.

Buğday çeşitlerinin ekimi 5 m uzunluğundaki parsellere (1.2 x 5 = 6 m²), 17 cm sıra aralığında ve 120 g parsel⁻¹ ekim sıklığında 6 sıralı parsel mibzeri ile Ekim ayında yapılmıştır.

Birim alanda verim, biyolojik verim, toplam ve fertil başak sayılarını belirlemek amacıyla deneme alanındaki her parselden 0.34 m²'lik bir alan el ile hasat edilmiş ve verim unsurlarının belirlenmiştir. Denemedeki bitkilerin hasadı parsel biçerdöveri ile yapılarak tane verimleri belirlenmiştir.

Hasat sonrası elde edilen tane örnekleri iki defa deiyonize su ile yıkanarak 70 °C'de kurutulmuş ve öğütülmüştür. Kuru yakma yöntemine göre yakılarak analize hazırlanan örneklerde; toplam Ca fleymfotometrik

(Eppendorf ELEX 6361) olarak, toplam Zn atomik absorpsiyon spektrofotometresiyle (Analytikjena AAS Vario 6) (Kacar, 1972) ve toplam B azomethin-H yöntemine göre spektrofotometrik (Shimadzu UV 1201) olarak belirlenmiştir (Bingham, 1982).

Araştırma sonuçlarının güvenilirliği MINITAB paket programı kullanılarak varyans analizi ile saptanmış ve uygulamalar arasındaki farklılıkların önemliliği MSTAT paket programı kullanılarak Duncan Çoklu Karşılaştırma Test'i ile belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapraktan uygulanan artan bor düzeylerinin buğday çeşitlerinin birim alanda tane verimi ve biyolojik verimine etkilerine ilişkin ortalamalar ve varyans analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Birim alanda tane verimi (p<0.01) ve biyolojik verime (p<0.05) çeşit x bor düzeyi interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kontrole göre yapraktan uygulanan bor düzeyleriyle buğday çeşitlerinin tane verimindeki değişimler ayrımlı olmuştur.

Çizelge 1. Yapraktan uygulanan borun buğday çeşitlerinin tane verimi ve biyolojik verimine etkisi ve varyans analiz sonuçları (F değeri)

| Çeşit | Tane verimi, kg ha ⁻¹ | | | | | Biyolojik verim, kg ha ⁻¹ | | | | |
|---------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|------|
| | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. |
| Bezostaja-1 | 3130 a-e | 2888 b-f | 2648 def | 2452 f | 2779 | 8144 abc | 7379 bcd | 7059 cd | 6502 d | 7271 |
| Gerek-79 | 3245 a-d | 3396 ab | 3130 a-e | 3357 abc | 3282 | 8158 abc | 8666 ab | 8371 abc | 8735 ab | 8483 |
| Kızıltan-91 | 3483 ab | 2755 c-f | 3321 abc | 3730 a | 3322 | 9063 a | 7011 cd | 8555 abc | 9187 a | 8454 |
| Kunduru-1149 | 2647 ef | 2990 b-f | 3193 a-d | 2945 b-f | 2944 | 7739 a-d | 8497 abc | 9162 a | 8294 abc | 8423 |
| Ortalama | 3126 | 3007 | 3073 | 3121 | --- | 8276 | 7888 | 8287 | 8180 | --- |
| LSD _{0.05} | 535.3 | | | | | 1313 | | | | |
| Çeşit (Ç) | 7.85 ** | | | | | 6.57** | | | | |
| Bor düzeyi (B) | 0.34 | | | | | 0.65 | | | | |
| Ç x B int. | 2.92 ** | | | | | 2.73* | | | | |

* p<0.05 ve ** p<0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir. Kontrole göre B₃ düzeyinde Bezostaja-1 çeşidinde ve B₁ düzeyinde Kızıltan-91 çeşidinde belirlenen azalmalar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, Gerek-79, Kızıltan-91 ve Kunduru-1149 çeşitlerinde kontrole göre yapraktan bor uygulamalarıyla tane veriminde artışlar belirlenmiş ve Kunduru-1149 çeşidinde bu artış önemli bulunmuştur.

Yapraktan bor uygulamalarıyla ekmeçlik çeşitlere göre makarnalık çeşitlerde göreceli olarak daha fazla verim artışı belirlenmiştir. Bu durum buğday çeşitlerinin bor noksanlığına hassasiyetlerinin ayrımlı olmasıyla açıklanabilir.

Yapraktan uygulanan bor düzeylerinin buğday çeşitlerinin birim alanda biyolojik verimine etkisi tane verimine benzer şekilde

olmuştur (Çizelge 1). Bezostaja-1 çeşidinde B₃ düzeyinde ve Kızıltan-91 çeşidinde B₁ düzeyinde biyolojik veriminde kontrole göre yaprakattan uygulanan bor düzeyleriyle istatistiki olarak önemli azalmalar belirlenmiştir. Gerek-79 ve Kunduru-1149 çeşitlerinde tüm bor düzeyleriyle biyolojik verimde artışlar belirlenmiş, ancak bu artışlar kontrol düzeyi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

Yapraktan uygulanan artan bor düzeylerinin buğday çeşitlerinin m²'deki fertil ve toplam başak sayılarına etkilerine ilişkin ortalamalar ve varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Çeşit x bor düzeyi interaksyonunun m²'deki fertil ve toplam başak sayılarına etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (p<0.01). Buğday çeşitlerinin m²'deki fertil başak sayıları kontrole göre yaprakattan bor uygulamalarıyla ayrılmış olmuştur. Gerek-79 çeşidinde kontrole göre B₁ ve B₂ düzeyinde, Kızıltan-91 çeşidinde B₁ düzeyinde belirlenen azalmalar ile Kunduru-1149 çeşidinde B₂ düzeyinde belirlenen artış önemli bulunurken, Bezostaja-1 çeşidinde kontrole göre bor uygulamaları m²'deki fertil başak sayılarındaki

değişimler önemsiz bulunmuştur. Bor uygulamaları ile göreceli olarak ekmeçlik çeşitlerin m²'deki fertil başak sayılarında azalma, makarnalık çeşitlerde ise artış olduğu görülmüştür.

Yapraktan bor uygulamalarında toplam ve fertil başak sayıları paralellik göstermiş ve kontrole göre yaprakattan bor uygulamalarıyla m²'deki toplam başak sayıları da ayrılmış olmuştur (Çizelge 2). Gerek-79 çeşidinde B₁ ve B₂ düzeyinde, Kızıltan-91 çeşidinde B₁ düzeyinde belirlenen azalmalar ile Kunduru-1149 çeşidinde B₁ ve B₂ düzeyinde belirlenen artışlar önemli bulunurken, Bezostaja-1 çeşidinde kontrole göre bor uygulama düzeyleri ile değişimler önemsiz bulunmuştur. Bor uygulamalarıyla makarnalık çeşitlerin m²'deki toplam başak sayılarında göreceli olarak artış belirlenirken, ekmeçlik çeşitlerde azalma olduğu dikkati çekmiştir.

Buğdayda yapılan bor noksanlığı ve toksisitesine hassasiyet çalışmalarında, ekmeçlik ve makarnalık buğday çeşitlerinin bora karşı olan tepkilerinin ayrılmış olduğu ve hatta

Çizelge 2. Yapraktan uygulanan borun buğday çeşitlerinin fertil ve toplam başak sayısına etkisi ve varyans analiz sonuçları (F değeri)

| Çeşit | m ² 'de fertil başak sayısı, adet | | | | | m ² 'de toplam başak sayısı, adet | | | | |
|---------------------|--|----------------|----------------|----------------|-------|--|----------------|----------------|----------------|-------|
| | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. |
| Bezostaja-1 | 371.3 cde | 377.2 cd | 343.4 def | 356.6 de | 362.1 | 407.6 f | 425.0 ef | 389.0 fg | 388.2 fg | 402.5 |
| Gerek-79 | 541.2 a | 491.2 b | 480.9 b | 514.1 ab | 506.8 | 632.4 a | 572.1 bc | 534.1 c | 593.0 ab | 582.9 |
| Kızıltan-91 | 382.4 cd | 326.5 ef | 412.8 c | 387.5 cd | 377.3 | 453.7 de | 405.3 f | 472.7 d | 452.2 de | 445.9 |
| Kunduru-1149 | 239.7 h | 264.7 gh | 303.7 fg | 258.2 h | 266.6 | 264.7 i | 309.5 h | 351.9 g | 291.9 hi | 304.5 |
| Ortalama | 383.6 | 364.9 | 385.2 | 379.1 | --- | 439.6 | 428.0 | 436.9 | 431.3 | --- |
| LSD _{0.05} | 41.6 | | | | | 42.3 | | | | |
| Çeşit (Ç) | 182.34 ** | | | | | 241.46 ** | | | | |
| Bor düzeyi (B) | 1.60 | | | | | 0.50 | | | | |
| Ç x B int. | 4.14 ** | | | | | 6.08 ** | | | | |

** p<0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemlidir

variyetler arasında bile hassasiyet farkının olduğu tespit edilmiştir (Subedi ve ark., 1997; Torun ve ark., 1999; Sade ve ark., 2003; Soylu ve ark., 2005). Elde edilen araştırma bulgularına benzer sonuçlara çeşitli araştırmacılar tarafından da ulaşılmıştır. Rerkasem and Jamjod (1989), yaprakattan çeşitli dönemlerde uygulanan B ile tane verimi, m²'deki başak sayısı ve hasat

indeksinde değişimlerin ayrılmış olduğunu, Mitra and Jana (1991) yaprakattan B gübrelemesiyle tane verimindeki artışın önemli olmadığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, Subedi ve ark. (1997), Rerkasem ve ark. (1993, 1996) bor noksanlığına toleranslı çeşitlerin B gübrelemesine tepkilerinin zayıf olduğunu, Pant ve ark. (1998) B uygulamasının buğday çeşitlerinin biyolojik

verimine etkisinin ayrımlı ancak önemli olmadığını bildirmişlerdir. Rerkasem ve Loneragan (1994) ve Rerkasem ve ark. (1989) buğdayda sap verimini B uygulamasına tepki göstermeyen özellik olarak nitelendirmişlerdir. Shaaban ve ark. (2004) yapraktan B uygulamasının buğdayın taze ve kuru ağırlıklarını artırdığını, Rahman ve ark. (2002) yapraktan çoklu mikro element uygulamasının buğdayın biomasını artırdığını ancak bu artışın önemsiz olduğunu belirtmişlerdir. Pant ve ark. (1998) ve Subedi ve ark. (1997) bor içeriği düşük topraklarda birim alandaki başak sayısının B gübrelemesine yanıt veren bir özellik olduğunu, buna karşın Rerkasem ve Loneragan (1994) ve Rerkasem ve ark. (1989) ise B gübrelemesine tepkisiz bir parametre olduğunu bildirmişlerdir.

Yapraktan uygulanan artan bor düzeylerinin buğday çeşitlerinde tanenin B, Zn ve Ca kapsamına etkisine ilişkin ortalamalar ve varyans analiz sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir. Tanenin B kapsamına çeşit x bor düzeyi etkisinin etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Kontrolde göre artan bor düzeyleriyle bütün çeşitlerde tanenin B kapsamının arttığı

ve Kızıltan-91 çeşidi hariç meydana gelen Çeşitler ortalaması olarak, kontrol düzeyinde 2.14 mg kg^{-1} olan tanenin B kapsamı artan bor düzeylerinde sırasıyla 2.47, 2.24 ve 2.31 mg kg^{-1} olmuştur. Bununla birlikte, en yüksek B kapsamı ortalama olarak 2.60 mg kg^{-1} ile Gerek-79 çeşidinde belirlenmiş, bunu sırasıyla Kunduru-1149, Kızıltan-91 ve Bezostaja-1 çeşitleri izlemiştir.

Buğday çeşitlerinde tanenin Zn kapsamına çeşit x bor düzeyi etkisinin etkisi önemli bulunmamış, ancak çeşitlerin etkisi $p<0.01$ düzeyinde ve bor düzeylerinin etkisi ise $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bor düzeyleri ortalaması olarak, çeşitler arasında Zn kapsamı en yüksek çeşit olarak Bezostaja-1 belirlenmiş ve Kunduru-1149 çeşidi hariç diğer çeşitlerle Bezostaja-1 arasında belirlenen fark önemli bulunmuştur. Çeşitler ortalaması olarak, kontrolde 18.75 mg kg^{-1} olan tanenin Zn kapsamı artan bor düzeyleriyle azalma göstermiş ve sırasıyla 17.00, 17.23 ve 17.75 mg kg^{-1} olmuştur. Bu azalmalar kontrole göre B_1 ve B_2 düzeylerinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Yapraktan uygulanan borun buğday çeşitlerinde tanenin bor (B), çinko (Zn) ve kalsiyum (Ca) kapsamına etkisi ve varyans analiz sonuçları (F değeri).

| Çeşit | B, mg kg^{-1} | | | | | Zn, mg kg^{-1} | | | | | Ca, mg kg^{-1} | | | | |
|---------------------|------------------------|----------------|----------------|----------------|------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. | B ₀ | B ₁ | B ₂ | B ₃ | Ort. |
| Bezostaja-1 | 2.03 fg | 2.42 b-e | 2.01 fg | 1.74 g | 2.05 | 20.00 | 17.75 | 18.68 | 19.75 | 19.04 a | 248 | 243 | 258 | 258 | 251 b |
| Gerek-79 | 2.33 b-f | 2.81 a | 2.41 b-e | 2.86 a | 2.60 | 16.00 | 15.75 | 17.50 | 16.75 | 16.50 c | 253 | 283 | 270 | 283 | 272 a |
| Kızıltan-91 | 2.06 fg | 2.19 c-f | 2.06 ef | 2.09 def | 2.10 | 18.00 | 16.25 | 16.25 | 17.50 | 17.00 bc | 223 | 233 | 215 | 223 | 223 c |
| Kunduru-1149 | 2.14 def | 2.48 bc | 2.47 bcd | 2.58 ab | 2.42 | 21.00 | 18.25 | 16.50 | 17.00 | 18.19 ab | 253 | 243 | 260 | 248 | 251 b |
| Ortalama | 2.14 | 2.47 | 2.24 | 2.31 | --- | 18.75 | 17.00 | 17.23 | 17.75 | --- | 244 | 250 | 251 | 253 | --- |
| | | | | | | a | b | b | ab | | | | | | |
| LSD _{0.05} | | | 0.294 | | | | | | | 1.218 | | | | | 10.90 |
| Çeşit (Ç) | | | 26.09 ** | | | | | 7.22 ** | | | | | 27.25 ** | | |
| Bor düzeyi (B) | | | 7.46 ** | | | | | 3.29 * | | | | | 0.98 | | |
| Ç x B int. | | | 3.49 ** | | | | | 1.88 | | | | | 1.75 | | |

* $p<0.05$ ve ** $p<0.01$ düzeyinde istatistikî olarak önemlidir

Tanenin Ca kapsamına çeşitlerin etkisi önemli bulunurken ($p<0.01$), bor düzeylerinin etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Bor düzeyleri ortalaması olarak, 272 mg kg^{-1} ile Gerek-79 çeşidi Ca kapsamı en yüksek çeşit olarak belirlenmiş ve diğer çeşitlerin Ca kapsamı ile arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Çeşitler birlikte değerlendiril-

diğinde, tanenin Ca kapsamındaki artış istatistikî olarak önemli olmamakla birlikte, göreceli olarak kontrole göre artan bor düzeyleriyle birlikte tanenin Ca kapsamında artışlar görülmüştür.

Shaaban ve ark. (2004), yapraktan uygulanan artan B düzeylerinin buğdayın B, Zn ve Ca içeriğini artırdığını belirtirken, bazı

araştırmacılar ise artan düzeylerde B'un buğdayın Ca ve Zn içeriğini azalttığını saptamışlardır (Singh ve ark., 1990; Taban ve ark., 1995; Romero ve ark., 1996). Hossain ve ark., (2001) tarafından çeltikte B uygulamasıyla Ca, Zn ve B alımının arttığı rapor edilmiştir. Çeşitli araştırmacılar tarafından artan B düzeyleriyle ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde tanede B içeriğinin arttığı ve çeşitlerde farklılık gösterdiği saptanmıştır (Güneş ve ark., 2003; Furlani ve ark., 2003). Ekmeklik buğday çeşitlerinde tanenin ortalama B, Zn ve Ca içerikleri sırasıyla 2.3, 35.0 ve 416 mg kg⁻¹ (Graham ve ark., 1999) ve makarnalık buğday çeşitlerinde tanede Zn içeriğinin 17-28 mg kg⁻¹ arasında değişerek ortalama 22 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır (Çakmak ve ark., 2001).

Yapılan çalışma ile özellikle bor noksan alanlarda ve kuru koşullarda buğday yetiştiriciliğinde, yaprakтан bor uygulamasının bitkinin ihtiyacını karşılamada kullanılabileceği, ancak uygulama düzeylerinin ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin bora olan tepkilerinin dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Kuru koşullarda buğday yetiştiriciliğinde kullanılan çeşitlerin yaprakтан bor uygulaması ve bor düzeylerine olan tepkilerinin belirlenmesi için benzer çalışmaların artırılmasının daha sağlıklı bilgiler ortaya koyacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- Alpaslan, M., Taban, S., Inal, A., Kütük, A.C. ve Erdal, İ. 1996. Besin çözeltilerinde yetiştirilen buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde bor-azot ilişkisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2(3): 215-219.
- Anonim. 2004. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Elektronik Bilgi İşlem Müdürlüğü, İkizce İstasyonu (İstasyon No:3731) Meteorolojik Verileri, Ankara.
- Bingham, F.T. 1982. Boron. pp. 431-447. "Alınmıştır: *Methods of Soil Analysis*. (ed) Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R., Part 2. Madison"
- Cheng, C.H. and Rerkasem, B. 1993. Effect of boron on pollen viability in wheat. *Plant and Soil*, 155/156: 313-315.
- Çakmak, O., Öztürk, L., Karanlık, S., Özkan, H., Kaya, Z. and Çakmak, I. 2001. Tolerance of 65 Durum Wheat Genotypes to Zinc Deficiency in a Calcareous Soil. *J. Plant Nutrition*, 24(11): 1831-1847.
- FAO. 2005. <http://faostat.fao.org>, Erişim tarihi: 01.10.2005
- Fleming, G.A. 1980. Essential micronutrients: Boron and Molybdenum. "Alınmıştır: *Applied Soil Trace Elements*. (ed) Davies, B.E., pp. 155-176. John Wiley, New York"
- Furlani, A.M.C., Carvalho, C.P. de Freitas, J.G. and Verdial, M.F. 2003. Wheat Cultivar Tolerance to Boron Deficiency and Toxicity in Nutrient Solution. *Scientia Agricola*, 60(2): 359-370.
- Goldberg, S. 1997. Reaction of boron with soils. "Alınmıştır: *Plant and Soil. Proceedings*. (ed) Bell, R.W. and Rerkasem, B. pp., 193:35-48. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands"
- Graham, R., Senadhira, D., Bebe, S., Iglesias, C. and Monasterio, I. 1999. Breeding for micronutrient density in edible portions of staple food crops: conventional approaches. *Field Crops Research*, 60: 57-80.
- Graham, R.D. and Welch, R.M. 1996. Breeding for staple-food crops with high micro nutrients density: Long term sustainable agricultural solutions to hidden hunger in developing countries. "Alınmıştır: IFPRI Workshop on Food Policy and Agricultural"
- Güneş, A., Alpaslan, M., Inal, A., Adak, M.S., Eraslan, F. and Çiçek, N. 2003. Effects of Boron Fertilization on the Yield and Some Yield Components of Bread and Durum Wheat. *Turk J. Agric. For.*, 27: 329-335.
- Gupta, U.C., Jame, Y.W., Campbell, C.A., Leyshon, A.J., Micholaichuk, W., 1985. Boron Toxicity and Deficiency. A Review. *Can. J. of Soil Sci.*, 65: 381-408.
- Hossain, M.B., Kumar, T.N. and Ahmed, S. 2001. Effect of Zinc, Boron and Molybdenum Application on the Yield and Nutrient Uptake by BRR1 Dhan 30. *Online Journal of Biological Sciences*, 1(8): 698-700.
- Kacar, B. 1972. *Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri, II. Bitki Analizleri*. A.Ü.Z.F. Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Keren, R., Bingham, F.T. and Rhoades, J.D. 1985. Effect of clay content in soil on boron uptake and yield of wheat. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49: 1466-1470.
- Laila, E.A.N. and Adel, E.A.A. 2002. Effect of Boron Deficiency on Some Physiological and Biochemical Aspects during the Developmental Stages of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Plant. *Online*

- Journal of Biological Sciences*, 2(7): 470-476.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. 2nd ed. Academic Press, New York, pp. 379-396.
- Mitra, A.K. and Jana, P.K. 1991. Effect of doses and method of boron application on wheat in acid terai soils of north Bengal. *Indian Journal of Agronomy*, 36(1): 72-74.
- Pant, J., Rerkasem, B. and Noppakoonwong, R. 1998. Effect of water stress on the boron response of wheat genotypes under low boron field conditions. *Plant and Soil*, 202: 193-200.
- Pate, J.S. 1975. Exchanges of solutes between phloem and xylem and circulation in the whole plant. "Alınmıştır: *Encyclopedia of Plant Physiology, New series. Vol.1, Transport of plants. I. Phloem transport.* (ed) Zimmermann, M.H. and Miburn, J.A., pp. 451-473, Springer-Verlag, New York"
- Rahman, M.A., Meisner, C.A., Duxbury, J.M., Lauren, J. and Hossain, A.B.S. 2002. Yield response and change in soil nutrient availability by application of lime, fertilizer and micronutrients in acidic soil in a rice-wheat cropping system. 17th WCSS, 14-21 August, Thailand, symp. no:05, paper no:773.
- Rerkasem, B. and Jamjod, S., 1989. Correcting boron deficiency induced ear sterility in wheat and barley. *Thai J. Soils Fert.*, 11: 200-209.
- Rerkasem, B. and Loneragan, J.F. 1994. Boron deficiency in two wheat genotypes in a warm, subtropical region. *Agronomy Journal*, 86(5): 887-890.
- Rerkasem, B., Netsangtip, R., Lordkaew, S., Cheng, C. and Barrow, N.J. 1993. Grain set failure in boron deficient wheat. *Plant and Soil* 155-156: 309-312.
- Rerkasem, B., Saunders, D.A., Hettel, G.P. 1994. Grain set failure in warm, nontraditional wheat growing areas of Asia: the boron response. "Alınmıştır: *Wheat in heat-stressed environments: Irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems.* (ed) Saunders, D.A., Proceedings of the International Conferences, Held at Wad Medani, Sudan, 1-4 February, 1993 and Dinajpur, Bangladesh 13-15 February 1993. pp. 290-296"
- Rerkasem, B., Lordkaew, S., Benjavan Rerkasem, Rawson, H.M., Subedi, K.D. 1996. Tissue boron. "Alınmıştır: *Sterility in wheat in subtropical Asia: extent, causes and solutions:* (ed) Rawson, H.M., Proceedings of a workshop, ACIAR Proceedings No.72, 18-21 September, Lumle Agricultural Research Centre, Pokhara, Nepal, pp. 36-38"
- Rerkasem, B., Saunders, D.A. and Dell, B. 1989. Grain set failure and boron deficiency in wheat in Thailand. *J. Agric. (CMU)*, 5: 1-10.
- Romero, L., Jolley, V.D., and Römheld, V. 1996. New Statistical approach for the interpretation of nutrient interrelationships. V. Zinc/Iron. *Journal of Plant Nutrition*, 19(8-9): 1257- 1267.
- Sade, B., Gezgin, S., Topal, A., Soylu, S., Babaoğlu, M., Akgün, N. ve Dursun, N. 2003. Bor Eksik Kireçli Topraklarda Bor Uygulamalarının Makarnalık ve Ekmeklik Buğday ile Arpa Çeşitlerinin Tane Verimi Üzerine Etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, Bitki Yetiştirme Teknikleri, II. Cilt, 13-17 Ekim, Diyarbakır, s.246-251.
- Shaaban, M.M, El-Fouly, M.M. and Abdel-Maguid, A.A. 2004. Zinc-boron Relationship in Wheat Plants Grown under Low or High Levels of Calcium Carbonate in the Soil. *Pakistan J. Biol. Sci.*, 7(4): 633-639.
- Shelp, B.J., Shattuck, V.I. and Proctor, J.T.A. 1987. Boron nutrition and mobility and its relation to elemental composition of greenhouse grown root crops. II. Radish. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.*, 18: 203-219.
- Shelp, B.J., Shattuck, V.I., McLellan, D. and Liu, L. 1992. Boron nutrition and composition of glucosinolates and soluble nitrogen compounds in two broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) cultivars. *Can. Plant Sci.*, 72: 889-899.
- Singh, J.P., Dahiya, D.J. and Narwal, R.P. 1990. Boron uptake and toxicity in wheat in relation to zinc supply. *Fertilizer Research*, 24(2): 105-110.
- Soylu, S., Sade, B., Topal, A., Akgün, N., Hakkı, E.E. and Babaoğlu, M. 2005. Response of Irrigated Durum and Bread Wheat Cultivars to Boron Application in a Low Boron Calcareous Soil. *Turk J. Agric. For.*, 29: 275-286.
- Subedi, K.D., Budhathoki, C.B. and Subedi, M. 1997. Variation in sterility among wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes in response to boron deficiency in Nepal. *Euphytica*, 95(1): 21-26.
- Taban, S., Alpaslan, M., Kütük, C., İnal, A. and Erdal, İ., 1995. Relationship between

boron and calcium in wheat (*Triticum aestivum* L). Soil Fertility and Fertilizer Management 9th International Symp. of CIEC., 25-30 September, Kuşadası-Turkey, p:85-90.

Torun, A., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Gültekin, İ., Torun, B., Eker, S. ve Çakmak, İ. 1999.

Konya koşullarında yetiştirilen farklı buğday çeşitlerinin bor toksisitesine duyarlılıklarının sera ve tarla koşullarında araştırılması. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları, 8-11 Haziran, Konya, s. 317-327.