



**MAKARNALIK BUĞDAYIN *Triticum durum* L.) BAZI BESİN ELEMENTLERİ KAPSAMINA FARKLI DOZLARDA BOR VE DEMİR UYGULAMALARININ ETKİSİ**

Mehmet HAMURCU<sup>1</sup> Mustafa HARMANKAYA<sup>1</sup> Süleyman SOYLU<sup>2</sup> Fatma GÖKMEN<sup>1</sup> Sait GEZGİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Kampüs-Konya/Türkiye

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kampüs-Konya/Türkiye

**ÖZET**

Bu araştırma kontrollü sera koşullarında farklı seviyelerde uygulanan bor ve demir uygulamalarının makarnalık buğdayın kuru madde miktarı, bor konsantrasyonu ve içeriği, demir konsantrasyonu ve içeriği, Zn, Cu, Mn konsantrasyonları üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. "Tesadüf Parsellerinde faktöriyel deneme desenine" göre üç tekerrürlü olarak kurulan denemede, bor yedi (0,0.5,1,2,4, 8,16 ppm), demir dört (0,6,12,24 ppm) farklı seviyede uygulanmıştır.

Makarnalık buğday bitkisinin kuru madde miktarı, bor konsantrasyonu ve içeriği, demir konsantrasyonu ve içeriği, Zn, Cu, Mn konsantrasyonları üzerine bor ve demir uygulamalarının ve etkisi istatistiki olarak önemli ( $p<0.01$ ) bulunmuştur. Bitkide uygulanan bor dozu miktarı arttıkça bor konsantrasyonunun arttığı, demir miktarı arttıkça demir konsantrasyonunun belli bir noktaya kadar artış gösterdiği, belli bir seviyeden sonra düştüğü belirlenmiştir. Uygulanan bor miktarının bitkinin demir alımı üzerine bir etkisinin olmadığı, demir uygulamasının ise uygulanan demir miktarının artışına bağlı olarak bitkinin bor alımını azalttığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Bor, Demir, Makarnalık Buğday

**THE EFFECT OF APPLICATIONS OF DIFFERENT BORON AND IRON DOSES ON SOME MICRONUTRIENTS CONTENTS OF DURUM WHEAT (*Triticum durum* L.)**

**ABSTRACT**

This research was conducted to determine the effects of different boron and iron doses on shoot dry matter, B, Fe, Zn, Cu, Mn concentration of durum wheat under controlled greenhouse conditions. The experimental design was 'Randomized Complete Experimental Design as Factorial' with three replications and used seven boron doses (0, 0.5, 1, 2, 4, 8, 16 ppm) and four iron doses (0, 6, 12, 24 ppm).

It was found that individual effects of B and Fe and their interaction (BxFe) on B, Fe, Zn, Cu, Mn concentration were significant statistically ( $p<0.01$ ). The increased boron doses resulted higher plant boron concentration whereas increased iron application doses resulted decreased plant Fe concentration after 12 ppm Fe doses. Levels of boron were not affected on accumulation of Fe concentrations. However Fe applications decreased accumulation of boron in plant depend on levels of Fe.

**Keywords:** Boron, Iron, Durum Wheat

**GİRİŞ**

Ülkemizde ekilen tarım arazilerinin % 43'ünde buğday üretimi yapılmaktadır. Konya Ovası'nda yaklaşık olarak bir milyon hektar alanda buğday tarımı yapılmaktadır. Bu alan Türkiye' deki buğday ekim alanının %10'u gibi önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Anonim 2002). Bu nedenle Konya Ovasında birim alandan sağlanacak verim artışının bölge ve Türkiye ekonomisine büyük katkıları olacaktır.

Buğdayda verim ve kalitenin artırılması diğer tedbirler yanında bütün besin elementlerini dengeli ve yeterli miktarda sağlayan bir gübreleme programı ile mümkün olabilir. Dengeli bir gübreleme Konya Ovası topraklarında daha fazla önem taşımaktadır. Çünkü Konya Ovası topraklarının yüksek pH, yüksek kireç ve düşük organik madde ihtiva etmeleri, ayrıca uzun yıllardır uygulanan dengesiz bir gübreleme sonucu yüksek fosfora sahip olması topraktan bitkilerce mikro besin elementlerinin (B, Fe, Mn, Zn, Cu) alınmaması gibi problemlere yol açmaktadır.

Bor bitki bünyesinde karbonhidrat ve protein metabolizmasında, doku farklılaşması, oksin ve fenol metabolizmasında, membran permeabilitesinde, polen çimlenmesinde ve polen tüpü büyümesinde önemli roller üstlenmektedir (Marschner, 1995).

Bitkilerin ihtiyaç duydukları bor miktarı oldukça azdır. Genellikle tek çenekli (monokotiledon) bitkilerin bor gereksinmesi, çift çenekli (dikotiledon) bitkilerin bor gereksiniminden daha azdır (Rerkasem ve ark., 1991). Gerek duyulan borun çok azda olsa fazlası, bor noksanlığında olduğu gibi bitkilerin gelişmesi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Tahıllar bora karşı duyarlı bitkilerdir. Buğday yetiştirme ortamında 2 mg kg<sup>-1</sup>'e kadar boru tolere etmekte ve bu dozun üzerindeki bordan ise olumsuz yönde etkilenmektedir (Gupta ve ark., 1985). Nitekim benzer şekilde Soylu ve ark. (2004)'de araştırmanın yapıldığı bölge topraklarında makarnalık buğday üzerine yaptıkları çalışmada bor eksik olan alanda 0.3 kg/da'a kadar bor uygulamasının tane verimine önemli derecede olumlu etki yaptıkları-

nı tespit etmişlerdir. Bu araştırmada bor dozunun 0.9 kg/da çıkarılması ile bazı olumsuz etkiler gözlenmiştir.

Türkiye’de Orta Güney Anadolu Bölgesinde daha önce yapılmış araştırmalarda arpa ve buğday üretim alanlarında ciddi boyutta bor toksisitesi bulunmasına karşılık bunun yanında önemli miktarda bor noksanlığı bulunan alanlarında bulunduğu görülmüştür. Gezgin ve ark. (2002)’nin Konya ili tarım alanlarından topladıkları 667 adet toprak örneğinin analiz sonuçlarına göre, toprakların bitkiye elverişli demir ve bor kapsamalarının sırasıyla 0.20 – 98.38 ppm (ort. 4.31 ppm) ve 0.01 – 63.9 ppm (ort. 2.48 ppm) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar bu çalışmada toprakların elverişli demir kapsamının % 42.7’inde noksan (<2.5 ppm), %27.5’inde orta (2.5-4.5 ppm) %20.1’inde yeterli (4.5-9 ppm) ve %9.7’inde yüksek (> 9 ppm) düzeyde bulunduğunu; şeker pancarı için elverişli bor kapsamının ise %26.5’inde yetersiz (< 0.5 ppm), %64.3’ünde yeterli (0.5 – 5 ppm) ve %9.2’inde toksik (>5 ppm) düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca Gezgin ve ark. (1998) şeker pancarı yetiştirilen pancar tarlalarından 15 Temmuz – 15 Ağustos döneminde alınan yaprak örneklerinin analiz sonuçlarına göre bitki bünyesinde B ile Ca arasındaki dengenin yaklaşık olarak tarlaların %67’inde bor aleyhine, demir ile Mn, Cu, Cu+Zn arasındaki dengenin ise %71’inde Fe aleyhine bozuk olduğunu tespit etmişlerdir. Bunun yanında Çakmak ve ark. (1996) Orta Anadolu bölgesinde yaptıkları çalışmalarında çinko ve bor arasındaki antagonistik etkileşim nedeniyle bor içeriği yüksek olan topraklarda yetiştirilen farklı buğday çeşitlerinde çinko noksanlığının arttığını bildirmişlerdir.

Demir klorofil oluşumunda temel bitki besin elementidir. Bitki yapraklarındaki toplam demirin büyük bir bölümünün kloroplastlarda bulunduğu tespit edilmiştir (Pushnic ve Miller, 1989). Çoğunlukla bitkilerin demir içerikleri ile klorofil miktarları arasında olumlu yönde korelasyon vardır. Toprak pH’ sı, toprağın kireç içeriği, toprakta bulunan ağır metallerin cins ve miktarı buğdayın demir beslenmesine etki eden faktörlerdir.

Bu araştırmanın amacı farklı seviyelerde uygulanan demir ve borun makarnalık buğdayın gelişmesi ve besin elementi alınmasına etkilerinin ve bu elementler arasındaki interaksiyonun belirlenmesidir.

#### MATERYAL VE METOD

S. Ü. Ziraat Fakültesi kontrollü seralarında yürütülen bu araştırmada materyal olarak “Kızıltan 91” makarnalık buğday çeşidi kullanılmıştır. Denemede bor ve demir seviyeleri yetersiz olan toprak örneği kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprağın bazı özellikleri Tablo 1’ de verilmiştir.

Araştırma “Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine” göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> şeklinde yedi bor (0,0.5,1,2,4, 8,16 mg B kg<sup>-1</sup>) ve Sequestrene (%6 Fe) şeklinde dört demir dozu (0,6,12,24 mg Fe kg<sup>-1</sup>) uygulanmıştır.

Denemede saksılara 1000 g toprak örneği tartılmış ve her bir saksıya 100 mg kg<sup>-1</sup> N (20.20.0 kompoze ve üre), 50 mg kg<sup>-1</sup> P (20.20.0 kompoze), 30 mg kg<sup>-1</sup> K (Kallimagnesia), 5 mg kg<sup>-1</sup> Zn (ZnSO<sub>4</sub>.7 H<sub>2</sub>O) ve 5 mg kg<sup>-1</sup> Mn (MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O) uygulanmış, saksılara daha sonra bor ve demir konularına göre gübreleme yapılmıştır. Saksılara gübreler çözelti şeklinde karıştırılmıştır. Bu işlemlerden sonra her saksıya 12 tohum ekilmiştir. Çimlenme tamamlandıktan sonra her saksıdaki bitki sayısı 6’ ya seyreltilmiştir. Deneme süresince toprağın su kapsamı tarla kapasitesinin %50-75 arasında tutulmaya çalışılmıştır. Bitkiler ekimden sonra 45. günde hasat edilmiş ve daha sonra bitkiler yıkanmış, 70°C’de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında kurutulmuş ve kuru madde miktarları (g/saksı) belirlenmiştir. Kurutulmuş bitkiler öğütüldükten sonra HNO<sub>3</sub> ile mikro dalga sistemde (CEM, Mars 5) yaş yakma metoduyla yakılmış ve elde edilen süzüklerin element içerikleri ICP – AES (Varian – Vista Model Axial Simultaneous) ile belirlenmiştir.

Tablo 1. Toprak Örneğinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Toprak Özellikleri	
pH (1:2.5 Toprak-su)	8.10
E.C., (1:5 Toprak-su) $\mu\text{S cm}^{-1}$	125.20
%	
CaCO <sub>3</sub>	31.30
Organik madde	4.90
Kil	18.36
Silt	14.28
Kum	67.36
1 N NH <sub>4</sub> AOC ekstrakte edilebilir, me 100 g <sup>-1</sup>	
Ca	5.42
Mg	0.35
K	0.21
Na	0.08
mg kg <sup>-1</sup>	
0.5N NaHCO <sub>3</sub> ile ekstrakte edilen P	17.70
DTPA ile ekstrakte edilen Fe	0.90
DTPA ile ekstrakte edilen Zn	0.01
DTPA ile ekstrakte edilen Mn	2.40
DTPA ile ekstrakte edilen Cu	0.20
CaCl <sub>2</sub> +mannitol ile ekstrakte edilen B	0.20

Elde edilen değerler Mstat – C paket programında faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, “F” testi yapılmak suretiyle farklılık belirlenen işlemlerin ortalama değerleri “Duncan” önem testine göre gruplandırılmıştır.

#### ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Makarnalık buğdayın kuru ağırlığı ve B, Fe, Zn, Cu ve Mn kapsamı ve bitkinin topraktan kaldırdığı bor miktarına farklı dozlarda uygulanan bor ve demirin etkilerine ait varyans analiz sonuçları Tablo 2’ de, kuru madde miktarına ait ortalama değerler Tablo 3’ te, bor konsantrasyonuna ait ortalama değerler Tablo 4’ te, bitkinin topraktan kaldırdığı bor miktarına ait ortalama değerler Tablo 5’ te, demir konsantrasyonuna

ait ortalama değerler Tablo 6' da, bitkinin topraktan kaldırdığı demir miktarına ait ortalama değerler Tablo 7' de, Zn konsantrasyonuna ait ortalama değerler Tablo 8' de, Cu konsantrasyonuna ait ortalama değerler Tablo 9' da, Mn konsantrasyonuna ait ortalama değerler Tablo 10' da verilmiştir.

### Bitki Kuru Madde Miktarı

Makarnalık buğdayda bor ve demir uygulamaları ile bor x demir interaksyonunun etkisi istatistiki olarak önemli olmuştur ( $p < 0.01$ , Tablo 2). Kuru madde miktarı uygulanan demir dozunun artışına paralel olarak yükselmiştir (Tablo 3). Farklı bor dozlarının bitkinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek bitki kuru madde miktarı B'un 0.5 ve 1 mg kg<sup>-1</sup> dozlarından elde edilmiştir (Tablo 3). Bu doza kadar uygulanan bor bitkilere olumlu etki yaparken, bu dozdan sonraki uygulamalarda ise borun olumsuz etkisi ile karşılaşmıştır. Bitkilerin ihtiyaç duydukları bor miktarı oldukça azdır. Genellikle tek çenekli (monokotiledon) bitkilerin bor gereksinmesi, çift çenekli (dikotiledon) bitkilerin bor gereksiniminden daha azdır (Rerkasem ve ark., 1991). Gerek duyulan borun çok azda olsa fazlası, bor noksanlığında olduğu gibi bitkilerin gelişmesi üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Tahıl üretiminde önemli bir kriter olan B toksisitesinden kaynaklanan kuru madde azalmasının uygulanan bor dozlarıyla birlikte bor uygulanmayan saksılara göre %24.6 oranında azaldığı, en yüksek kuru madde miktarına ulaşılan 1 ppm B uygulamasında %2.8'lik oranda arttığı belirlenmiştir. Benzer çalışmada Torun ve ark. (1999) sera ve tarla koşullarında yaptıkları çalışmada ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı bor uygulamaları altındaki kuru madde ve dane verimleriyle B' dan kaynaklanan verim azalmalarının çeşitten çeşide farklı olduğunu bulmuşlar ve B' dan dolayı meydana gelen verim kayıplarının Tablo 2. Farklı dozlarda uygulanan bor ve demirin makarnalık buğdayın kuru ağırlığı ve B, Fe, Zn, Cu ve Mn kapsamı ve bitkinin topraktan kaldırdığı bor miktarına etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Uygulamalar	S. D.	K a r e l e r o r t a l a m a s ı							
		Kuru Mad.	Kaldırılan B	Bor	Kaldırılan Fe	Demir	Çinko	Bakır	Mangan
<b>Bor</b>	6	0.414**	6903224.62**	3008948.99**	9998.92**	650.40**	12.34**	20.19**	21.56**
<b>Demir</b>	3	0.189**	4847527**	5595.40**	47414.93**	8582.60**	29.00**	80.21**	913.30**
<b>B x Fe İnt.</b>	18	0.191**	57682.98**	3996.29**	5968.57**	450.49**	2.82**	0.765**	31.64**
<b>Hata</b>	54	0.003	1452.18	143.529	179.58	0.729	0.265	0.231	0.356
<b>C.V. (%)</b>		2.94	6.36	3.35	6.05	0.74	5.03	9.44	2.49

\*\* %1 istatistiki olarak önemli olduğunu göstermektedir.

Fe dozu uygulamalarında ise bor dozlarının ortalaması olarak en yüksek kuru madde miktarına 24 ppm Fe uygulamasıyla (2.0 g) ulaşılmıştır. Fe uygulanmasında hiç Fe uygulanmamış saksılara oranla en yüksek kuru madde değerinin elde edildiği saksılarda % 12,96'lık bir artış elde edilmiştir (Tablo 3). Bitki yapraklarında demirin yaklaşık %80' i kloroplastlarda toplanmıştır (Terry ve Abadi 1986). Demir içeriklerine bağlı olarak bitki yapraklarında klorofil ve ferredoksin

ekmeklik çeşitlerle karşılaştırıldığında makarnalık buğdaylarda oldukça fazla olduğunu belirlemişlerdir. Bu durum B'a tepki yönüyle çeşitlerde ayrıca doku toleransı mekanizmasının da etkili olduğunu göstermektedir (Paul ve ark., 1992, Nable, 1988). Sera denemesinde, simptomolojik olarak B toksisitesinden daha az etkilenen ekmeklik buğdaylar ile B toksisitesinden şiddetli şekilde etkilenen makarnalık buğdayların yeşil aksamlarındaki konsantrasyonlarının daha öncede belirtildiği gibi, birbirlerine çok yakın olmasına rağmen ekmeklik buğdaylarda B' dan kaynaklanan verim azalmasının makarnalıklara göre daha düşük bulunması ancak bitkilerdeki doku toleransı ile açıklanabilmiştir (Paul ve ark., 1992, Nable, 1988). Alkan (1998) tarafından serada yapılan bir çalışmada da B' dan simptomolojik olarak çok şiddetli şekilde etkilenen yulaf ile en az etkilenen türlerden tritikalenin yüksek B uygulamasında hemen hemen aynı konsantrasyonlara sahip olması önemli bulunmuş ve B' a dayanıklı tür ile duyarlı türün benzer konsantrasyona sahip olmasının doku toleransı ile ilişkili olduğunu bildirmiştir. Bilindiği gibi B toksisitesi daha çok mevcut B' un önemli miktarda sitosilde birikmesiyle kendisini gösterir. Fakat B, daha çok hücre duvarlarında veya vakuollerde bulunursa B' un bitki üzerindeki tahribatının daha az olacağı bildirilmiştir (Marschner, 1995). Bu bilgiler doğrultusunda duyarlı çeşit olan makarnalık buğdayların B' u sitosillerinde biriktirdiği ve daha fazla verim kaybına uğradığını söyleyebiliriz. Bitkilerin dokularındaki fazla olan B' a karşı toleransını sağlayacak başka bir olasılıkta çeşitlerin dokularındaki B' un floem hareketliliğidir. Bor' u floemde kolaylıkla taşıyabilen çeşitlerin B hareketliliğinin çok sınırlı olduğu çeşitlere göre, B toksisitesine daha duyarlı oldukları bildirilmiştir (Brown ve Hu, 1996).

miktarları değişmekte ve demir miktarı azaldıkça klorofil ve ferredoksin miktarları da azalmaktadır (Kacar ve Katkat, 1999). Demir klorofilin yapısında bulunmamakla birlikte demir noksanlığında klorofil a ve klorofil b miktarlarına paralel olarak karotin, ksantin, lütein gibi çeşitli pigment madde miktarları ile fotosentez miktarlarında da azalmalar görülür (Pushnik ve Miller 1989). Bunlarla ilişkili olarak makarnalık buğdayda Fe uygulamasının bitkide kuru

madde miktarında artışa sebep olması bu durumlarla ilişkilendirilebilir.

Tablo 3. Farklı Dozlarda Uygulanan Fe ve B Makarnalık Buğdayın Kuru Madde Miktarına Etkisi (g/saksı).

B Dozları	Kuru Madde Miktarı (g/saksı)				Ort.
	Fe Dozları				
	Fe <sub>0.0</sub>	Fe <sub>6.0</sub>	Fe <sub>12.0</sub>	Fe <sub>24.0</sub>	
B <sub>0.0</sub>	1.9 efgh	2.4 ab	2.0 cd	1.6 kl	<b>1.98 ab</b>
B <sub>0.5</sub>	1.6 hijk	1.7 ijk	2.3 b	2.3 b	<b>2.01 a</b>
B <sub>1.0</sub>	1.8 ghij	1.9 efg	2.0 de	2.4 a	<b>2.04 a</b>
B <sub>2.0</sub>	1.7 jk	1.5 c	2.1 cd	2.0 cd	<b>1.83 d</b>
B <sub>4.0</sub>	1.9 efghı	1.9 def	1.7 hijk	2.1 c	<b>1.93 bc</b>
B <sub>8.0</sub>	1.9 efg	1.8 fghı	1.7 ijk	2.1 c	<b>1.90 c</b>
B <sub>16.0</sub>	1.6 l	1.7 ijk	1.3 m	1.3 m	<b>1.49 e</b>
<b>Ort.</b>	<b>1.77 c</b>	<b>1.86 b</b>	<b>1.89 b</b>	<b>2.00 a</b>	

B x Fe interaksiyonunun bitkinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek değere 1 ppm B ve 24 ppm Fe muamelesinde ulaşılmıştır (Tablo 3). Ulaşılan bu değer ile kontrol (B<sub>0</sub> + Fe<sub>0</sub>) saksıların kuru madde miktarı oranlandığında % 30' luk bir artış elde edilmiştir. Bu çalışma sonucunda kuru madde miktarındaki artış ancak B ve Fe'in birlikte uygulandığı muamelelerden elde edilmiştir (Tablo 3). Bu sonuç toprakta Fe ve B'un eksik olduğunu, bu şartlarda dengeli bir Fe ve B gübrelmesi ile bitki kuru ağırlığının artacağını göstermektedir.

#### Makarnalık Buğday Bitkisinin Bor Konsantrasyonu ve Bitkinin Toprakdan Kaldırdığı Bor Konsantrasyonu

Tablo 2' in incelenmesinden de görüleceği gibi makarnalık buğdaya uygulanan farklı B ve Fe dozlarının ve B x Fe interaksiyonunun etkisi bitkinin topraktan kaldırdığı B miktarı üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli (p<0.01) bulunmuştur.

Farklı bor dozlarının bitki bünyesindeki bor konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde artan bor dozuna bağlı olarak bitki bor konsantrasyonunun ritmik bir artış gösterdiği görülmektedir (Tablo 4). Nitekim en yüksek bitki bor konsantrasyonu uyguladığımız en yüksek doz olan 16 ppm' lik bor dozunda (1399.8 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilirken, en düşük bor konsantrasyonu ise (27.6 mg kg<sup>-1</sup>) bor uygulanmayan muamelelerden elde edilmiştir. Bu durum bize buğday bitkisinin ilk gelişme dönemlerinde uygulanan bor elementinin büyük bir kısmını bitki bünyesinde depolayabilme yeteneğinde olduğunu, bitki bünyesindeki bor'un bitkinin daha sonraki generatif gelişmelerinde kullanıldığı izlenimini uyandırmaktadır. Yine aynı şekilde bitkinin kuru ağırlık miktarı ile B konsantrasyonu miktarı oranlandığında B uygulanmayan koşullarda bitkinin B içeriği 55.0 µg bitki<sup>-1</sup> olduğu artan bor dozlarıyla birlikte bunun 38 katlık bir artışla 2097.6 µg bitki<sup>-1</sup> ulaştığı belirlenmiştir (Tablo 5). Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda ilk gelişme dönemlerinde

buğday bitkisinin bitki bor konsantrasyonunun çok yüksek olabildiğini, fakat bitki gelişiminin ilerleyen dönemlerinde bor konsantrasyonunun düştüğü tespit edilmiştir (Torun ve ark., 1999). Buna yakın doz olan 8 mg kg<sup>-1</sup> lık B uygulamasında 592.1 mg kg<sup>-1</sup> lık bir bor konsantrasyonu tespit edilmiştir. Bizim yaptığımız analiz tüm bitkide yapılmış olmasına rağmen bu örnek dahi bitkinin boru ilk gelişme dönemlerinden itibaren almaya başladığını ve gelişiminin ilerleyen aşamalarında bünyesinde biriktirdiğini göstermektedir.

Tablo 4. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğdayda Bitkisinde Tespit Edilen B Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler (mg kg<sup>-1</sup>)

B Dozları	Bitki B Konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> )				Ort.
	Fe Dozları				
	Fe <sub>0.0</sub>	Fe <sub>6.0</sub>	Fe <sub>12.0</sub>	Fe <sub>24.0</sub>	
B <sub>0.0</sub>	31.1 k	27.2 k	29.9 k	22.0 k	<b>27.6 f</b>
B <sub>0.5</sub>	43.8jk	43.8 jk	34.0 k	46.4 jk	<b>42.0 e</b>
B <sub>1.0</sub>	45.0 jk	47.1 jk	48.3 jk	67.9 j	<b>52.1 e</b>
B <sub>2.0</sub>	119.3 i	151.3 h	129.0 hı	116.5 ı	<b>129.0 d</b>
B <sub>4.0</sub>	275.7 f	244.1 g	263.0 fg	264.2 fg	<b>261.8c</b>
B <sub>8.0</sub>	581.4 d	655.2 c	645.6 c	486.0 e	<b>592.1 b</b>
B <sub>16.0</sub>	<b>1441.4 a</b>	<b>1455.7 a</b>	1354.6 b	1347.5 b	<b>1399.8 a</b>
<b>Ort.</b>	<b>362.5 b</b>	<b>374.9 a</b>	<b>357.8 b</b>	<b>335.8 c</b>	

Tablo 5. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğday Bitkisinin Toprakdan Kaldırdığı Bor Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler (µg bitki<sup>-1</sup>)

B Dozları	Bitkinin Toprakdan Kaldırdığı B Konsantrasyonu (µg bitki <sup>-1</sup> )				Ort.
	Fe Dozları				
	Fe <sub>0.0</sub>	Fe <sub>6.0</sub>	Fe <sub>12.0</sub>	Fe <sub>24.0</sub>	
B <sub>0.0</sub>	58.5 k	64.6 k	61.0 k	35.9 k	<b>55.0 f</b>
B <sub>0.5</sub>	76.7 jk	76.3 jk	77.2 jk	105.7 jk	<b>83.0 ef</b>
B <sub>1.0</sub>	80.5 jk	89.8 jk	96.5 jk	166.3 ij	<b>108.3e</b>
B <sub>2.0</sub>	200.4 hı	228.4 hı	267.0 h	238.0 hı	<b>233.4 d</b>
B <sub>4.0</sub>	516.5 fg	476.0 g	461.0 g	568.1 f	<b>505.4 c</b>
B <sub>8.0</sub>	1098.9 de	1172.9 d	1125.5 de	1043.3 e	<b>1110.2 b</b>
B <sub>16.0</sub>	2232.6 b	2533.0 a	1829.3 c	1795.7 c	<b>2097.6 a</b>
<b>Ort.</b>	<b>609.2 b</b>	<b>663.0 a</b>	<b>559.6 c</b>	<b>564.7 c</b>	

Fe dozlarının bitki bor alımı üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek bor konsantrasyonunun 6 ppm Fe uygulamasından elde edildiği görülmektedir (Tablo 4). Araştırmada 6 ppm Fe uygulamasını aşan dozlarda ise bitki bor konsantrasyonunda belirgin bir düşüş gözlenmiştir. Nitekim en düşük bitki bor konsantrasyonları araştırmamızdaki en yüksek doz olan 24 ppm Fe dozundan elde edilmiştir (Tablo 4). Bu durum bize 45 günlük buğdayın gelişimi süresince bitkinin, topraktan bor alımı için çok yüksek miktarda Fe' e ihtiyaç duymadığını hatta yüksek dozlarda Fe uygulamalarının bitki bünyesine bor alımını kısıtladığını göstermektedir. Fe uygulamasında da bitkinin en yüksek

B içeriğine 663.0  $\mu\text{g}$  bitki<sup>-1</sup> ile 6 mg kg<sup>-1</sup> Fe uygulamasından elde edilmiş ve artan Fe dozlarıyla birlikte bitkinin B içeriğinin de azaldığı belirlenmiştir (Tablo 5).

B x Fe interaksiyonunun bitkideki bor konsantrasyonu içeriği üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek bitki bor konsantrasyonu Fe' in 6 mg kg<sup>-1</sup>, B' un ise 16 mg kg<sup>-1</sup> dozunda uygulandığında 1455.7 mg kg<sup>-1</sup> ile elde edildiği görülmektedir. En düşük bitki bor konsantrasyonu ise 22.0 mg kg<sup>-1</sup> ile 24 mg kg<sup>-1</sup> Fe dozunda ve B uygulanmayan saksılarda tespit edilmiştir (Tablo 4).

#### Makarnalık Buğday Bitkisinin Fe Konsantrasyonu ve Bitkinin Toprakdan Kaldırdığı Fe Konsantrasyonu

Makarnalık buğdaya uygulanan farklı B ve Fe dozlarının ve interaksiyonunun bitkinin Fe konsantrasyonu ve topraktan kaldırdığı Fe miktarı üzerine etkisi önemli bulunmuştur ( $p < 0.01$ ). Bor dozlarının ortalaması olarak bitki bünyesinde en yüksek Fe konsantrasyonu 12 mg kg<sup>-1</sup> Fe uygulamasından elde edilmiştir (Tablo 6). Bor uygulamasının 12 mg kg<sup>-1</sup>'in üzerine çıkarılması halinde ise bitki Fe konsantrasyonu bir miktar düşmüştür.

Tablo 6. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğday Bitkisinde Tespit Edilen Fe Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler (mg kg<sup>-1</sup>).

Bitki Fe Konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> )					
B Dozları	Fe Dozları				Ort.
	Fe 0.0	Fe 6.0	Fe 12.0	Fe 24.0	
B 0.0	70.5 p	102.8 l	137.9 d	124.5 g	108.9 e
B 0.5	102.0 l	119.9 h	140.8 c	128.5 ef	122.8 a
B 1.0	86.6 n	117.9 i	121.1 h	126.7 f	113.0 d
B 2.0	83.7 o	119.8 h	145.8 b	141.4 c	122.7 ab
B 4.0	95.6 m	114.3 j	147.1 b	130.1 e	121.8 b
B 8.0	86.9 n	114.7 j	117.1 i	155.8 a	118.6 c
B 16.0	88.1 n	120.2 h	112.4 k	96.8 m	104.4 f
Ort.	87.6 d	115.6 c	131.8 a	129.1 b	

Farklı B dozlarının bitki bünyesindeki Fe konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde en yüksek Fe konsantrasyonu B'un 0.5 mg kg<sup>-1</sup> muamelesinden (122.8 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. 0.5 mg kg<sup>-1</sup> B uygulamasını aşan dozlarda ise bitki Fe konsantrasyonunda belirgin bir düşüş gözlenmiştir (Tablo 6). Bitkinin Fe içeriği ve alımı incelendiğinde de B uygulamalarıyla birlikte Fe içeriğinin azaldığı en yüksek Fe içeriğine 249.8  $\mu\text{g}$  bitki<sup>-1</sup> ile 0,5 ppm B uygulamasıyla ulaşılmıştır (Tablo 7). Artan dozlarda Fe uygulamasıyla bitkinin Fe içeriğinin giderek arttığı tespit edilmiştir. Singh ve ark. (1988)' nın bürülcede yaptıkları sera çalışmasında kumlu tın allüviyal bir toprakta artan dozlarda bor (1,2,4,8 ve 16 ppm) uygulamasıyla bitkide; en yüksek Fe içeriğine 2 ve 4 ppm bor dozlarında ulaşıldığını, bu seviyelerden sonra bor miktarı arttıkça

bitkinin Fe içeriğinin dikkate değer bir değişim göstermediğini belirlemişlerdir.

B x Fe interaksiyonunun bitkideki Fe konsantrasyonu üzerine etkisine bakıldığında, en yüksek bitki Fe konsantrasyonu Fe' in 24 ppm B' un ise 8 ppm uygulandığı dozlarda (155.8 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. En düşük bitki Fe konsantrasyonu ise, Fe uygulamasının yapılmadığı ve bor uygulanmayan bitkilerden elde edilmiştir.

Tablo 7. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğday Bitkisinin Toprakdan Kaldırdığı Fe Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler ( $\mu\text{g}$  bitki<sup>-1</sup>).

Bitkinin Toprakdan Kaldırdığı Fe Konsantrasyonu ( $\mu\text{g}$ bitki <sup>-1</sup> )					
B Dozları	Fe Dozları				Ort.
	Fe 0.0	Fe 6.0	Fe 12.0	Fe 24.0	
B 0.0	132.7 jk	243.8 ef	281.4 cd	202.4 gh	215.1 c
B 0.5	178.9 hi	208.8 gh	319.1 ab	292.5 bc	249.8 a
B 1.0	155.0 ijk	224.8 fg	241.6 ef	310.5 abc	233.0 b
B 2.0	140.5 jk	182.0 hi	306.8 abc	289.0 bcd	229.6 bc
B 4.0	178.9 hi	223.0 fg	258.5 de	279.6 cd	235.0b
B 8.0	164.2 ij	205.4 gh	203.7 gh	334.3 a	226.9 bc
B 16.0	151.2 ijk	209.1 gh	151.7 ijk	129.1 k	160.3 d
Ort.	157.4 c	213.85 b	251.84 a	262.5 a	

#### Makarnalık Buğday Bitkisinin Zn Konsantrasyonu

Farklı dozlarda B, Fe uygulamalarının bitkinin Zn konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde uygulanan bor dozundaki artışa bağlı olarak bitkinin çinko miktarının arttığı gözlenmiştir. Buna bağlı olarak bitkide en yüksek çinko konsantrasyonu B' un 16 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasından (11,2 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Tablo 8). Tandon (2001), yaptığı çalışmada bitkilere artan dozlarda bor uygulamışlar ve bor uygulamasının bitkilerin Zn konsantrasyonlarının arttığını tespit etmişlerdir.

Bununla birlikte Fe uygulamalarının bitkinin Zn alımı üzerine olumsuz bir etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Bitkide en yüksek Zn konsantrasyonu Fe' in 0 mg kg<sup>-1</sup> uygulandığı (11.0 mg kg<sup>-1</sup>) muamelelerden elde edilmiş, en düşük Zn konsantrasyonuna Fe' in en yüksek dozda uygulandığı muamelelerde ulaşılmıştır (Tablo 8). Alparslan ve Taban (1996)' a göre Fe ve Zn alımının birbirlerini olumsuz etkilemeleri, bitki kökleri tarafından aktif iyon alımında iki elementin aynı taşıyıcı tarafından bitkinin içine alınmaları sonucunda ortaya çıkmaktadır. Nitekim, çinko uygulamasının çeltik ve mısır bitkilerinde demir alımını olumsuz yönde etkilediği ve çinko miktarı arttıkça demir alımının azaldığı belirlenmiştir (Taban ve Turan 1987, Kacar ve ark. 1993, Alpaslan ve Taban, 1996). Bansal ve Zyrin (1983)' da, saksı denemelerinde toprağa yüksek konsantrasyonlarda Zn uygulamalarının yulaf bitkisinin Mn, Cu ve Fe içeriği üzerine olumsuz etkisi

olduğunu ve Zn miktarı arttıkça bitkinin toraktan aldığı Fe miktarının azaldığını belirlemişlerdir.

B x Fe interaksyonu incelendiğinde en yüksek bitki Zn konsantrasyonuna 0 ppm Fe ve 16 ppm B uygulamasında (14.6 mg kg<sup>-1</sup>) ulaşıldığı görülmektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğday Bitkisinde Tespit Edilen Zn Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler (mg kg<sup>-1</sup>).

Bitki Zn Konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> )					
B Dozları	Fe Dozları				Ort.
	Fe 0.0	Fe 6.0	Fe 12.0	Fe 24.0	
B <sub>0.0</sub>	10.9 c	8.7 fgh	8.5 fgh	8.0 ghij	9.0 bc
B <sub>0.5</sub>	10.3 cde	10.2 cde	8.6 fgh	7.8 ghij	9.2 b
B <sub>1.0</sub>	9.7 def	9.7 def	8.7 fgh	7.7 ghij	8.9 bc
B <sub>2.0</sub>	10.8 cd	8.8 fg	8.9 fg	7.6 hij	9.0 bc
B <sub>4.0</sub>	10.1 cde	7.7 ghij	8.5 fgh	7.5 hij	8.4 c
B <sub>8.0</sub>	10.7 cd	9.4 ef	8.7 fgh	7.0 j	8.9 bc
B <sub>16.0</sub>	14.6 a	12.2 b	10.7 cd	7.3 ij	11.2 a
Ort.	11.0 a	9.5 b	8.9 c	7.5 d	

Tablo 9. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğday Bitkisinde Tespit Edilen Cu Konsantrasyonuna Ait Ortalama Değerler (mg kg<sup>-1</sup>).

Bitki Cu Konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> )					
B Dozları	Fe Dozları				Ort.
	Fe 0.0	Fe 6.0	Fe 12.0	Fe 24.0	
B <sub>0.0</sub>	2.1 lm	2.6 klm	4.7 fgh	6.9 cd	4.1 de
B <sub>0.5</sub>	2.3 klm	3.4 ijk	4.6 gh	6.9 cd	4.4 d
B <sub>1.0</sub>	3.3 ijk	4.0 h	4.8 fgh	7.9 bc	5.0 c
B <sub>2.0</sub>	2.0 m	3.3 ijkl	4.1 h	5.4 efg	3.7 e
B <sub>4.0</sub>	2.8 jklm	3.9 hij	6.0 de	7.6 bc	5.1c
B <sub>8.0</sub>	3.2 ijkl	5.9 def	5.8 def	8.1 b	5.7 b
B <sub>16.0</sub>	5.4 efg	6.3 de	8.1 bc	10.6 a	7.6 a
Ort.	3.1 d	4.2 c	5.5 b	7.6 a	

#### Makarnalık Buğday Bitkisinin Cu Konsantrasyonu

Makarnalık buğdayda Fe, B uygulamasının topraktan Cu alımı üzerine etkisi incelendiğinde, hem Fe hemde B uygulamasının bitkinin Cu konsantrasyonu üzerine olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir. Fe uygulamasında en yüksek Cu konsantrasyonu 24 mg kg<sup>-1</sup> Fe muamelesinde ulaşılmıştır. B uygulamasında da yine en yüksek Cu konsantrasyonuna 16 mg kg<sup>-1</sup> B uygulamasıyla ulaşılmıştır (Tablo 9). Alvarez ve ark. (1979), Gomez ve ark. (1981) yaptıkları çalışmalarda topraklarda Cu elverişliliği ile ilgili olarak B ve Cu arasında hem sinerjistik, hemde antogonistik bir ilişkinin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Singh ve Singh (1980) buğday bitkisinde yaptıkları saksı çalışmalarında, uygulanan Fe miktarı arttıkça bitkinin Cu içeri-

ğinin de arttığını, Gupta ve Singh (1981) çeltik bitkisinde uygulanan Fe miktarı arttıkça bitkinin gövde ve yapraklarında Cu içeriğinin azaldığını kökünde ise uygulanan Fe miktarına bağlı olarak bitkinin Cu içeriğinin arttığını tespit etmişlerdir.

B x Fe interaksyonunda da bitkide en yüksek Cu konsantrasyonu Fe' in 24 mg kg<sup>-1</sup> ve B' un 16 mg kg<sup>-1</sup> uygulamasından (10.6 mg kg<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Tablo 9).

#### Makarnalık Buğday Bitkisinin Mn Konsantrasyonu

Makarnalık buğdayda bitkide biriken Mn konsantrasyonu üzerine B elementinin pozitif yönde önemli bir etkisinin olmadığı, ayrıca toprakta artan bor miktarının Mn alımını engellediği görülmektedir. Buna bağlı olarak bitkide en yüksek Mn konsantrasyonu hiç bor uygulanmamış saksılardan elde edilmiştir (26.5 mg kg<sup>-1</sup>) (Tablo 10). Garate ve ark. (1984) domates bitkisinde yaptıkları çalışmada bor' u noksan, yeterli ve toksik seviyede içeren uygulamalarda, B' un yetersiz olduğu uygulamalarda, Mn miktarının toksik seviyede bor uygulamasına göre 8 kat daha fazla, yeterli seviyede B uygulamasından da 2,5 kat daha fazla Mn içerdiğini, bor uygulamasıyla birlikte bitkinin Mn konsantrasyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Aynı şekilde Fe uygulamasının da bitkinin Mn alımı üzerine çok fazla olumlu etkisinin olmadığı hatta yüksek dozlarda Fe uygulamasının bitkinin Mn alımını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Bitkide en yüksek Mn konsantrasyonu Fe' in uygulanmadığı saksılardan elde edilmiştir (32.5 mg kg<sup>-1</sup>) (Tablo 10). Aktaş' ın (1981) yaptığı çalışmada farklı özelliklere sahip topraklara uygulanan demirin, soya fasulyesi bitkisinde mangan alımını azalttığını tespit etmiştir. Yine, Banansal ve Chahal (1990)'de fasulyede yaptıkları çalışmada artan seviyelerde Fe uygulamasının bitkinin Mn alımını olumsuz yönde etkilediğini belirlemişlerdir.

Tablo 10. Farklı Dozlarda B ve Fe Uygulamalarında Makarnalık Buğday Bitkisinde Tespit Edilen Mn Konsantrasyonuna (mg kg<sup>-1</sup>) Ait Ortalama Değerler.

Bitki Mn Konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> )					
B Dozları	Fe Dozları				Ort.
	Fe 0.0	Fe 6.0	Fe 12.0	Fe 24.0	
B <sub>0.0</sub>	34.7 a	31.1 cd	20.8 jk	19.4 l	26.5 a
B <sub>0.5</sub>	31.0 cd	22.4 gh	20.8 jk	18.8 lm	23.3 c
B <sub>1.0</sub>	34.3 a	30.0 d	17.7 m	14.4 n	24.1 b
B <sub>2.0</sub>	27.7 e	21.1 ijk	23.9 f	21.7 hij	23.6 bc
B <sub>4.0</sub>	31.8 bc	22.5 fgh	21.8 hij	19.8 kl	24.0 b
B <sub>8.0</sub>	35.3 a	28.5 e	17.4 m	15.1 n	24.1 b
B <sub>16.0</sub>	32.5 b	23.7 fg	17.7 m	14.6 n	22.1 d
Ort.	32.5 a	25.6 b	20.0 c	17.7 d	

## SONUÇ

Makarnalık buğdayda bor ve demir uygulamalarının bitkinin gelişimi ve diğer besin elementlerinin alımı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışma sonucunda;

1- Denemede makarnalık buğdaya uygulanan farklı B ve Fe dozlarının, B x Fe interaksyonunun bitkinin kuru madde miktarı üzerine etkisi incelendiğinde bitkinin kuru madde miktarının uygulanan bor miktarı arttıkça azalmasına rağmen, Fe uygulamasının artışına paralel olarak arttığı belirlenmiştir. Uygulanan bor dozları içerisinde en yüksek kuru madde miktarına B' un 0,5 ve 1 ppm olarak uygulandığı muamelelerde ulaşılmıştır. Tahıl üretiminde önemli bir kriter olan B toksisitesinden kaynaklanan verim azalmasının uygulanan bor dozlarıyla birlikte hiç bor uygulanmayan saksılara göre %24,6 oranında azaldığı, en yüksek kuru madde miktarına ulaşılan 1 ppm B uygulamasında %2,8' lik oranda artış tespit edilmiştir.

Fe dozu uygulamalarında ise en yüksek kuru madde miktarına 24 ppm Fe uygulamasıyla (2, 0 g) ulaşılmış, Fe uygulanmamış saksılara oranla en yüksek kuru madde değerinin elde edildiği saksılarda % 12,96' lık bir artış elde edildiği belirlenmiştir.

2- Farklı bor dozlarının bitki bünyesindeki bor konsantrasyonu üzerine etkisi incelendiğinde artan bor dozuna bağlı olarak bitki bor konsantrasyonunun düzenli bir artış gösterdiği, en yüksek bitki bor konsantrasyonuna uyguladığımız en yüksek doz olan 16 ppm' lik bor dozuyla ulaşılmıştır.

Uygulanan demir dozu miktarı arttıkça makarnalık buğdayda demir konsantrasyonunun belli bir seviye ye kadar arttığı, daha sonra azalış gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek bitki demir konsantrasyonuna 12 mg kg<sup>-1</sup> Fe uygulama dozunda ulaşılmıştır.

Bor uygulamasının bitkinin demir alımı üzerine bir etkisinin olmadığı, demir uygulamasının ise uygulanan demir miktarının artışına bağlı olarak bitkinin bor alımını azalttığı belirlenmiştir. Bitkide en yüksek bor konsantrasyonuna 6 ppm Fe uygulamasında ulaşılmış, 6 ppm Fe uygulamasını aşan dozlarda ise bitki bor konsantrasyonunda belirgin bir düşüş belirlenmiştir.

3- Farklı dozlarda B, Fe uygulamalarının bitkinin topraktan kaldırdığı Zn miktarı üzerine etkisi incelendiğinde, uygulanan bor dozundaki artışa bağlı olarak bitkinin topraktan kaldırmış olduğu çinko miktarının arttığı, Fe uygulamalarında ise bitkinin Zn alımının azalttığı tespit edilmiştir.

4- Makarnalık buğdayda Fe, B uygulamasının topraktan Cu alımı üzerine etkisi incelendiğinde; hem Fe, hemde B uygulamasının bitkinin Cu konsantrasyonu üzerine olumlu etkide bulunduğu belirlenmiştir.

5- Makarnalık buğdayda bitkide biriken Mn konsantrasyonunun artışı üzerine B elementinin önemli etkisinin olmadığı, buna ilaveten toprakta bor miktarı arttıkça Mn alımını engellendiği, aynı şekilde Fe uy-

gulamasının da bitkinin Mn alımı üzerine çok fazla olumlu etkisinin olmadığı, hatta yüksek dozlarda Fe uygulamasının da bitkinin Mn alımını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aktaş, M., 1981. Demir gübrelemesinin soya fasulyesi bitkisinin fosfor, çinko, mangan ve bakır kapsamı üzerine etkisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı 31: 49-57, Ankara.
- Alkan, A. 1998. Farklı Tahıl Türleri ile Buğday ve Arpa Çeşitlerinin Bor Toksisitesine Dayanıklılığının Araştırılması ve Dayanıklılıkta Rol Alan Faktörlerin Belirlenmesi. Doktora Tezi. Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alpaslan, M. Ve Taban, S., 1996. Çeltik (*Oryza sativa* L.)' te çinko – demir ilişkisi. Tarım Bilimleri Dergisi 2(1): 43-47.
- Alvarez – Tinaut Mc., 1979. Physiological effects of boron – manganese interaction in tomato plants. III. Uptake and translocation of the microelements Mn, Cu and Zn. An. Edafol. Y. Agrobiol. 38, 1013-1029.
- Anonim. 2002. Tarım İstatistikleri Özeti. Başbakanlık D. İ. E. Yayınları. Ankara.
- Banansal , R.L., Chahal, D.S., 1990. Interaction effect of Fe and Mn on growth and nutrient content of mung (*Phaseolus aureus* L.) Acta Agronomica Hungarica, 39, 59-63.
- Bansal, R.L., Zyrin, N.G., 1983. Effect of Fe and Zn concentration in soil on the state of oat sprouts (shoots) and their uptake of Cu, Fe and Mn. Soil Sci. Bull.38, 50-53
- Brown, P. H., and Hu, H. 1996. Phloem mobility of boron is species dependent: Evidence for phloem mobility in sorbitol – rich species. Ann. Bot. 77: 497-505.
- Çakmak İ., Yılmaz A., Kalaycı M., Ekiz H., Ülger A. C. Ve Brown H.J.,1996. Zinc deficiency and boron toxicity as critical nutritional problems in wheat production in Turkey. 5th Int. Wheat Conference, June 10-14, Ankara, Turkey, p.279.
- Garate, A., et al. 1984. Effect of boron on manganese and other nutrients in fluids of vascular tissues. An Edafol. Agrobiol. 43, 1467-1477.
- Gezgin, S.; Dursun, N.; Hamurcu, M.; Ayaslı, Y.,1998. Konya Ovasında şeker pancarı bitkisinin beslenme sorunlarının toprak ve bitki analizleri ile belirlenmesi. Konya Pancar Ekicileri Kooperatifi Eğitim ve Sağlık Vakfı Yayınları, Bahçivanlar Basım San. A.Ş. 1998-Konya.
- Gezgin, S., Dursun, N., Hamurcu, M., Harmankaya, M., Önder, M., Sade, B., Topal, A., Soylu, 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
- Gomez RMV., 1981. Boron, copper, iron, manganese and zinc contents in leaves of flowering sunflower plant (*Helianthus annuus* L.) grown with different boron supplies. Plant and Soil, 62, 461-464.
- Gupta VK., Singh, S., 1981. Influence of molybdenum and iron interaction on copper, manganese and zinc nutrition paddy (*Oryza sativa*). Indian J. Plant Physiol. 24, 137-144.
- Gupta, U.C., Jame, Y.W., Campbell, C.A., Leyshon, A.J. and Nicholaichuk, W., 1985. Boron deficiency and toxicity and aging. In Sohal RS (Ed.) Age pigments. Elsevier, 1-62.
- Kacar, B., Fuleky, G., Taban, S. ve Alpaslan, M., 1993. Değişik miktarlarda kireç kapsayan topraklarda yetiştirilen çeltik bitkisi (*Oryza sativa* L.)'nın gelişmesi ile Zn, P, Fe ve Mn alımı üzerine Zn x P ilişkisinin etkisi. S. 1-44. A.Ü. Araştırma Fonu (Kesin Rapor). A. Ü. Ziraat Fak. Toprak Bölümü. Ankara.
- Kacar, B., Katkat, V., 1999. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127
- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, 2<sup>nd</sup> Ed. Academic Pres, New York. Pp. 379-396.
- Nable, R. O. 1988. Resistance to boron toxicity amongst several barley and wheat cultivars: A preliminary examination of the resistance mechanism. Plant and Soil 112: 45-57.
- Paul, J.G., Nable, R.O., Lake, A. W.H., Materne, M.A., and Rathjen, A. J. 1992. Response of annual medics (*Medicago spp*) and field peas (*Pisum sativum*) to high concentrations of boron: Genetic variation and the mechanism of tolerance. Aust. J. Agric. Res. 43: 203-213.
- Pushnik, J.C. and Miller, G.W., 1989. Iron regulation of chloroplast photosynthetic function: mediation of PSI development. J. Plant Nutr. 12:407-421
- Rerkasem, B.,S. Lordkaew and S. Jampod, 1991. Assesment of grain set failure and diagnosis for boron deficiency in wheat. In : D.A. Saunders (Ed.), Wheat for non- traditional warm areas. Pp. 500-504. Mexico D.F. : CIMMYT.
- Singh, B., Singh, B.P., 1980. Studies on interactions of copper and manganese in relation to their content in wheat. Madras Agric. J. 67, 819-824.
- Singh, D.P., 1988. Effect of gypsum on boron tolerance in cowpea. New Botanist, 15,145-148.
- Soylu, S., Topal, A., Sade, B., Akgün, N., Gezgin, S., Babaoglu, M., 2004. Yield and Yield Attributes Of Durum Wheat (*Triticum Durum* Desf.) Genotypes As Affected By Boron Application In Boron Deficient-Calcareous Soils: An Evaluation Of Major Turkish Genotypes For B Efficiency. Journal of Plant Nutrition, Vol. 27(6) 1077-1106.
- Taban, S. Ve Turan, C., 1987. Değişik miktarlardaki demir ve çinkonun mısır bitkisinin gelişmesi ve mineral madde kapsamı üzerine etkileri. Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi 11(2): 448-456.
- Tandon, H.L.S. 2001. Management of Nutrient Interactions in Agriculture. Fertiliser Development and Consultation Organisation, New Delhi. India.
- Terry, N. and Abadi, J., 1986. Function of iron in chloroplasts. J. Plant Nutr. 9: 609-646.
- Torun,A., Bozbay, G., Braun, H.J., and Çakmak, İ. 1999. Shoot growth and zinc concentration of 164 bread wheat genotypes in zinc – deficient calcaeous. Journal of Plant Physiology