

Ekmeklik (*T. aestivum*) ve Makarnalık (*T. durum*) Buğday Genotiplerinin Bor Alımı Üzerine Fosforun Etkisi

Aydın GÜNEŞ¹

Geliş Tarihi: 16.05.2000

Özet: Ekmeklik ve makarnalık buğday genotiplerinin bor (B) alımı üzerine fosforun (P) etkisinin araştırıldığı denemede, 27 adet buğday (17 ekmeklik ve 10 makarnalık) genotipli sera denemesi kurulmuştur. Fosfor toprağa 20 ve 80 mg kg⁻¹ düzeylerinde uygulanmıştır. Tüm buğday genotiplerinin B konsantrasyonları P uygulaması ile düşmüştür. Ekmeklik buğday genotiplerinin B konsantrasyonunda, P uygulamasına bağlı olarak %24' lük, makarnalık genotiplerde ise %11' lik bir azalma belirlenmiştir. Bu denemede ekmeklik buğday genotiplerinin P/B oranları, makarnalıklara göre düşük bulunmuştur. Düşük ve yüksek P düzeylerinde makarnalık buğday genotiplerinin B içerikleri, ekmeklik genotiplere göre daha yüksek belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday genotipleri, P uygulaması, B alımı, B konsantrasyonu

Boron Uptake in Bread (*T. aestivum*) and Durum (*T. durum*) Wheat Genotypes in Relation to Phosphorus Nutrition

Abstract: The effect of phosphorus (P) on the uptake of boron (B) was examined in 27 wheat (17 bread and 10 durum) genotypes in greenhouse experiment. Phosphorus was applied at 20 and 80 mg kg⁻¹ levels. The B content of all genotypes was decreased by application of P. Boron contents of bread wheat genotypes was decreased by application of P at level of 24%. However, boron contents of durum wheat genotypes was decreased by application of P at level of 11%. This experiment shows that ratio of P/B of bread wheat genotypes was lower than that of durum wheat genotypes. Boron contents of durum wheat genotypes was found to be higher than bread wheat genotypes at the low and high level phosphorus.

Key Words: Wheat genotypes, P supply, B uptake, B content

Giriş

Türkiye' de tarımsal üretim içerisinde tahılların önemi çok büyüktür. Ülkemizde işlenen tarım arazilerinin yaklaşık %80' inde tahıl üretimi yapılmakta, tahıl üretiminin yapıldığı alanların yaklaşık %65' inde de buğday üretimi gerçekleştirilmektedir (Anonim, 1997).

Bitkisel üretimi sınırlayan temel beslenme sorunlarının başında, topraklardaki besin maddelerinin bitkilere yarayışlılığının düşüklüğü gösterilebilir. Kurak ve yarıkurak bölge topraklarında bitkilerde B noksanlığı ya da toksikliği sıkça karşılaşılan önemli beslenme sorunlarından biridir (Gupta ve ark.1985). Kurak iklim bölgelerinin tipik özelliklere sahip olan Orta Anadolu Bölgesi' nde tahıl ekimi yapılan toprakların bitkiye yarayışlı B kapsamı 0,01 ppm ile 11,0 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 0,62 ppm' dir. Bu sonuçlar sınır değerleri ile karşılaştırıldığında toprakların %62' sinin noksanlık sınırında (<0,5 ppm B), %2,52' sinin toksiklik sınırında (>2,5 ppm B) olduğu belirlenmiştir (Eyüboğlu ve ark. 1999). Bor bitkilerde oksin ve fenol metabolizmasında, membran permeabilitesinde, polen çimlenmesinde ve polen tüpü büyümesinde, meyve miktar ve kalitesinde önemli roller üstlenmektedir (Marschner, 1995; Holevas ve Bris, 1980). Borun topraktan alınarak bitkide taşınımının transpirasyon miktar ve hızıyla ilişkili olduğu bilinmekte ve bu nedenle kurak iklimlerde B yeterince alınamamakta ve bunun sonucu olarak noksanlık görülmekte veya alınan B bitkinin belirli yerlerinde birikerek toksik etki yapabilmektedir (Marschner, 1995). Kalsiyumun B' un

toksik etkisini gidermede etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Gupta, 1972; Gupta ve Mcleod, 1981; Oyewole ve Aduayi, 1992). Öte taraftan, B alınımı ve bitkideki taşınımı P alımı ile yakından ilişkilidir, gerçekten de P ve B' un biyokimyasal ve fizyolojik davranışları birbirine benzerlikler göstermektedir (Bergmann, 1992). Kireçli ve yüksek pH' lı topraklarda B bitkiler tarafından borat formunda fosfat anyonuna benzer şekilde alınır (Bergmann, 1992). Fosfor B üzerine etkileşimde bulunarak bitki tarafından B' un alımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Pollard ve ark. 1977). Gerçekten de yapılan çalışmalarda aşırı P uygulamasının bitkilerin B alımını düşürebileceği ortaya konulmuştur (Bingham ve Garber, 1960; Bingham ve ark. 1958). Topraktaki borun yarayışlılığı üzerine pH önemli bir faktördür. Yüksek toprak pH' larında bitkilere yarayışlı B azalmaktadır. Toprakların çözünebilir B kapsamı ile toprak pH' ı arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir (Berger ve Truog, 1945; Elrashidi ve O' Connor, 1982). Türkiye topraklarının kireç, pH ve organik madde yönünden sahip olduğu özellikler, topraklarımızda fosfor yarayışlılığını ciddi şekilde sınırlayabilecek durumdadır. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ve Batı Asya ülkelerinde topraklarda bitkisel üretimi sınırlayan temel beslenme sorunlarının başında, topraklardaki P'un bitkilere yarayışlılığının düşüklüğü gösterilmektedir (Cooper ve ark. 1987; Matar ve ark. 1992). Ülkemiz topraklarının %82' sinde pH, 7 ve üzerinde, %65' inde organik madde az ve çok az düzeyinde, bitkilerce alınabilir P miktarı ise topraklarımızın

¹ Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Ankara

%58' inde yetersiz düzeyde (6 kg P₂O₅/da) bulunmuştur, yine ülkemiz toprakları kireç kapsamları yönünden incelendiğinde yaklaşık %77' si kireçli topraklar sınıfına girmektedir (Eyüboğlu, 1999). Bu sonuçlar, Türkiye'de toprakların büyük bir bölümünde P gübrelemesinin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir. Yaklaşık son 30 yıl içerisinde P'lu gübre tüketimimizin %1500' lük bir artış göstererek 600 000 tona yaklaştığı bildirilmektedir (Kacar ve Samet, 1996). Ancak burada üzerinde durulması gereken önemli bir nokta, aşırı fosforlu gübreleme sonucu topraklarda fosfor birikiminin olabileceği bunda mikro elementlerin yanında özellikle kurak koşullarda PxB interaksyonu sonucu bitkilerin B ile beslenmeleri bakımından ciddi sorunların ortaya çıkabileceğidir.

Bu çalışmada, Orta Anadolu Bölgesinde yaygın olarak üretimi yapılan 27 adet buğday genotipinin yeterli ve yüksek düzeylerde uygulanan fosfora bağlı olarak, toprakta bulunan B' dan yararlanmaları bakımından genotipsel farklılıklarını ortaya koymak ve elde olunacak sonuçlardan hareketle B' u etkin kullanan genotipleri seçerek ileriye yönelik daha kapsamlı çalışmalar için veri tabanlarını oluşturmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma sera koşullarında iki farklı fosfor düzeyinde (P₂₀ ve P₈₀) 1600 g. toprak alan saksılarda 27 adet buğday (17 adet ekmeklik ve 10 adet makarnalık) genotipi yetiştirilerek yürütülmüştür. Her saksıya başlangıçta 20' şer adet buğday tohumu ekilmiş ve daha sonra saksılarda 12 adet bitki kalacak şekilde seyreltilmiştir. Denemede tekstürü siltli killi tın, pH' sı 8,14, kireç kapsamı %7,54, EC' si 0,21 dS m⁻¹, organik maddesi %0,80, bitkiye yararlı K, P ve B kapsamları sırasıyla 697; 5,13 ve 2,60 mg kg⁻¹ olan toprak kullanılmıştır.

Denemede saksılara plana göre 20 ve 80 mg kg⁻¹ P (KH₂PO₄) uygulanmıştır. Temel gübreleme olarak bütün saksılara başlangıçta 200 mg kg⁻¹ N ve gelişmenin 20. gününde 100 mg kg⁻¹ N olmak üzere toplam 300 mg kg⁻¹ N, fosfor uygulamasından gelen K' u dengelemek için K₂SO₄ ek gübrelemesi yapılmıştır. Bitkiler 49 günlük bir gelişme süresinden sonra toprak yüzeyinden kesilmek suretiyle hasat edilmiştir. Saf su ile yıkanan örnekler 65 °C' de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru yakma yöntemine göre yakılan bitki örneklerinde toplam P spektrofotometrik olarak (Kitson ve Mellon, 1944), toplam B azometin-H yöntemine göre yine spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Wolf, 1974).

Tesadüf parselleri deneme tertibine göre 4 tekrarlamalı olarak planlanan denemeden elde edilen veriler MINITAB paket programında istatistiksel olarak değerlendirilmiş, ayrıca ele alınan değişkenler arasındaki korelasyon ilişkileri belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ve P etkinlikleri: Fosfor uygulamalarına bağlı olarak buğday

genotiplerinin kuru ağırlıkları ile P-etkinlikleri Çizelge 1' de toplu olarak verilmiştir. Çizelge 1' in incelenmesinden buğday bitkilerinin kuru ağırlıklarında P uygulamasına bağlı olarak önemli farklılıkların olduğu görülmektedir (p<0,01). Düşük P düzeyinde buğday genotiplerinin oluşturdukları kuru madde miktarları ortalama olarak ekmeklik çeşitlerde 4,68 g makarnalık çeşitlerde ise 4,23 g olmuştur. Yeterli düzeyde P uygulamasında ise ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde kuru madde miktarı sırasıyla 5,49 g ve 4,39 g olarak belirlenmiştir. Buğday genotiplerinin P etkinlikleri ise genotiplere bağlı olarak farklılıklar göstermekle beraber ekmeklik çeşitlerin P' u daha etkin kullandıkları görülmektedir (ortalama %85,11). Makarnalık çeşitlerde ise bu oran ortalama %87,50' ye ulaşmaktadır. Fosfor eksikliği koşullarında bitkilerin rizosfer pH'sını düşürmesi ve rizosfere organik asitler salgılaması, P eksikliği koşullarında adaptasyonda büyük bir önem taşımaktadır. Kök bölgesinde pH' nın düşmesi fosforun yayılabilirliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Fosfor noksanlığı koşullarında beyaz bakla, kolza, yonca ve turp gibi bir çok bitki türünde rizosfer pH' sında düşmenin

Çizelge 1. Buğday genotiplerinin kuru ağırlıkları ve P etkinlikleri

Genotipler	Kuru Ağ. (g)		P etkinliği, % P20/P80
	P20	P80	
Sivas 111/33	5.57	6.07	92
Sultan	5.15	5.81	87
Türkmen	5.01	5.52	91
İkizce 96	4.90	5.67	86
Kırkpınar 79	4.91	5.50	89
Atay 85	4.32	5.44	79
Kırgız	4.58	5.91	77
Kıraç 66	4.42	5.20	85
Bolal 2973	4.89	5.77	85
Köse 220/39	5.85	7.30	80
Ankara 093-44	3.45	4.50	77
Mızrak 98	4.05	4.75	85
Uzunyayla	4.17	5.39	77
Dağdaş	4.33	4.98	87
Bezostaya	4.53	5.10	89
Gerek 79	4.47	5.10	88
Gün 91	4.91	5.29	93
Ankara 98*	4.36	4.10	106
Yılmaz 98	4.36	4.47	98
Altın 40-98	4.23	4.33	98
Gökgöl 79	4.26	4.59	93
Ç-1252	3.86	4.06	95
Tunca 79	4.84	4.93	98
Çakmak 79	4.14	4.50	92
Kızıltan 91	4.20	4.14	101
Akbaşak	4.30	4.31	100
Kunduru 1149	4.15	4.45	92

*Makarnalık genotipler

olduğu ve ortama organik asitlerin fazla miktarlarda salgılandığı belirlenmiştir (Gardner ve ark., 1983; Dinkelaker ve ark. 1989; Moorby ve ark. 1985; Hoffland ve ark. 1992). Literatürlerde sınırlı P varlığına yada gübrelemesine karşın diğer genotiplere göre daha yüksek oranlarda biyokütle veya verim oluşturabilen genotipler P etkin (P eksikliğine dayanıklı) genotipler olarak tanımlanmaktadır (Gabelman ve Gerloff, 1983; Graham, 1984).

Buğday genotiplerinin P konsantrasyonları ve P alımları: Fosfor uygulamalarına bağlı olarak gerek ekmeçlik gerekse makarnalık buğday çeşitlerinin P konsantrasyonları önemli oranda artmıştır ($p<0,01$) (Çizelge 2). Genotiplerin P uygulamasına göstermiş oldukları tepkiler farklı olmuştur. Ekmeçlik buğday genotiplerinin P konsantrasyonları düşük P uygulamasında ortalama 1415 mg kg⁻¹, makarnalık çeşitlerin P konsantrasyonları 1467 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Yüksek P düzeyinde ise, ekmeçlik ve makarnalık genotiplerin P konsantrasyonları sırasıyla ortalama 2792 mg kg⁻¹ ve 3260 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Bitkilerin P alımları hesaplandığında ekmeçlik buğday genotiplerinin gerek düşük gerekse yüksek P uygulamalarında makarnalık genotiplere göre daha fazla P aldıkları saptanmıştır. Gerçektende düşük fosfor düzeyinde ekmeçlik çeşitlerin ortalama P alımları 6,60 mg saksı⁻¹ olarak bulunurken, bu değer makarnalık genotiplerde ortalama 6,27 mg saksı⁻¹ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Yüksek P uygulamasında da benzer durum görülmektedir.

Çizelge 2. Buğday genotiplerinin P konsantrasyonları ve alımları

Genotipler	P kons. ppm		P alımı, mg saksı ⁻¹	
	P20	P80	P20	P80
Sivas 111/33	1410	2674	7.88	16.23
Sultan	1410	2464	7.27	14.37
Türkmen	1278	2806	6.41	15.47
İkizce 96	1254	2584	6.16	14.67
Kırkpınar 79	1296	2794	6.37	15.31
Atay 85	1284	2818	5.56	15.28
Kırgız	1428	3093	6.54	18.24
Kıraç 66	1643	2931	7.30	15.30
Bolal 2973	1320	2320	6.48	13.42
Köse 220/39	1374	2374	8.02	17.34
Ankara 093-44	1554	3465	5.37	15.49
Mızrak 98	1494	2806	6.06	13.44
Uzunyayla	1287	2499	5.38	13.47
Dağdaş	1639	3147	7.10	15.62
Bezostaya	1457	3189	6.59	16.26
Gerek 79	1596	2935	7.13	14.96
Gün 91	1336	2559	6.56	13.45
Ankara 98	1281	2692	6.59	11.21
Yılmaz 98	1476	2966	6.46	13.26
Allin 40-98	1409	3110	6.96	13.40
Gökgöl 79	1548	2886	6.65	13.21
Ç-1252	1360	3474	6.27	14.01
Tunca 79	1487	3129	7.19	16.41
Çakmak 79	1681	3462	6.98	15.66
Kızıltan 91	1481	3389	6.24	14.03
Akbaşak	1457	3710	6.26	15.99
Kunduru 1149	1491	3780	6.20	16.84

Buğday genotiplerinin B konsantrasyonları, B alımları ve P/B oranları: Buğday genotiplerinin fosfor uygulamalarına bağlı olarak B konsantrasyonlarında önemli düzeylerde azalmalar belirlenmiştir ($p<0,01$) (Çizelge 3). Araştırmada düşük düzeyde uygulanan fosfor koşullarında deneme bitkilerinin B konsantrasyonları genotiplere göre büyük farklılıklar göstermiştir. Örneğin P₂₀ düzeyinde en yüksek B, 68,9 mg kg⁻¹ olarak makarnalık bir çeşit olan 'Yılmaz 98' de belirlenirken, en düşük B 22,2 mg kg⁻¹ ile ekmeçlik çeşitlerden Sivas 111/33 çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Yüksek düzeyde P uygulamasında ortamdaki P konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak bitkilerin B içerikleri genelde ciddi oranlarda azalmıştır. Gerçektende ekmeçlik genotiplerden Dağdaş, makarnalık genotiplerden Ankara 98 ve Gökgöl 79 dışında tüm genotiplerin B içerikleri uygulanan P' a bağlı olarak önemli düzeylerde düşmüştür ($p<0,01$) (Çizelge 3). Düşük P uygulamasında ekmeçlik genotiplerin ortalama B konsantrasyonu 36,44 mg kg⁻¹ iken yüksek P uygulamasında bu değer %24' lük bir azalma ile ortalama 27,65 mg kg⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Aynı şekilde makarnalık genotiplerde de düşük P düzeyinde ortalama bitkilerin B konsantrasyonu 50,52 mg kg⁻¹ iken yüksek P düzeyinde bu değer %11' lik bir azalma ile 44,90 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Buradan görüleceği gibi ekmeçlik genotiplerin P' u daha etkin kullandıkları düşünülürse (Çizelge 1) bunun sonucunda bitkilerin bor konsantrasyonlarında meydana gelen önemli azalmaların BxP interaksiyonu ile açıklamak olasıdır. Başka bir deyişle, P' u daha etkin kullanan genotiplerin B konsantrasyonları diğer genotiplere oranla daha fazla azalmaktadır. Yüksek P uygulamalarında bitkilerin B alımlarının olumsuz yönde etkilendiklerine ilişkin sonuçları Pollard et al. (10) ve Güneş ve Alpaslan (27) yaptıkları çalışmalarla ortaya koymuşlardır. Buğday genotiplerinin B alımları da yine P uygulamalarına bağlı olarak önemli düzeylerde azalmıştır ($P<0,01$) (Çizelge 3). Buğday genotiplerinden Dağdaş, Ankara 98, Gökgöl 79, Ankara 093-44, Çakmak 79 ve Kunduru 1149 çeşitleri diğerlerine göre P düzeylerindeki artıştan en az etkilendikleri hatta ilk üç genotiplin B konsantrasyonlarında bir artışın söz konusu olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Buna karşılık, Kırgız, Mızrak 98, Sultan ve Yılmaz 98 çeşitlerinde ise bitkilerin B konsantrasyonları artan P uygulamasında büyük düşüşler göstermiştir (sırasıyla %49,40; %38,30; %35,46 ve %30,91). Bu durum genotipler arasında B alımı ile ilişkili olarak ciddi düzeylerde farklılıkların olduğunu göstermektedir. Bitki bünyesindeki besin maddelerinin oranları, bunların fizyolojik etkinlikleri üzerine son derece önemli etkilerde bulunmaktadır. Örneğin bitkide Fe/P, P/Zn, K/Mg, P/B, Fe/Mn gibi daha bir çok besin maddesi oranları, bunların antagonistik etkileşimlerinden dolayı anılan besinlerin bitkideki miktarları yeterli gözükse bile bitkideki işlevlerini tam olarak yerine getirememektedirler (Bergmann, 1992). Besin maddeleri arasındaki oranın artması veya azalması bir elementin fazlalığını yada noksanlığını ifade etmektedir.

Bergmann (1992)' a göre, makro besin maddelerinin mikro besin maddelerine oranlarının 57/1 ile 240/1 arasında olduğunda optimum, 1200/1 olduğunda mikro besin maddesi noksanlığı ve 7/1 olduğunda ise mikro besin maddesi toksikliği görülmektedir.

Örneğin mısır bitkisi ile yapılan çalışmalarda bazı besin maddeleri arasındaki optimum oranlar P/Zn için yaklaşık 65; P/Fe için yaklaşık 12 ve Fe/Zn için yaklaşık 5 olarak tesbit edilmiştir.

Bu araştırmanın konusu olan P/B oranı ile ilgili bilimsel kaynaklarda bir değere rastlanmamakla birlikte, çalışmada kullanılan buğday genotiplerinin P/B oranları büyük farklılıklar göstermiştir. Bu bulgular ileriye yönelik çalışmalara veri tabanı oluşturması açısından önemli bir başlangıçtır. Gerçekte düşük P düzeyinde buğday genotiplerinin P/B oranları incelenecek olursa en yüksek oran Sivas 111/33 genotipinde 64 olarak, en düşük oran ise Yılmaz 98 genotipinde 21 olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Ekmeklik buğday genotiplerinin ortalama P/B oranı 41, buna karşılık makarnalık genotiplerin P/B oranı ise ortalama 30 olarak bulunmuştur. Bu durumda bitkilerin genotip özelliklerinden ileri gelen önemli bir B beslenmesi farklılıkları söz konusudur.

Çizelge 3. Buğday genotiplerinin B konsantrasyonları ve alımları ile P/B oranları

Genotipler	B kons. ppm		B alımı, mg saksı ⁻¹		P/B oranı		B kons. % değişim
	P20	P80	P20	P80	P20	P80	
Sivas 111/33	22.2	16.3	0.12	0.10	64	164	26.58
Sultan	32.9	21.2	0.17	0.12	43	116	35.46
Türkmen	35.2	26.4	0.18	0.15	36	106	25.00
İkizce 96	26.6	18.9	0.13	0.11	47	137	28.87
Kırkpın, 79	32.0	23.2	0.16	0.13	40	120	27.50
Atay 85	36.9	26.2	0.16	0.14	35	108	29.00
Kırgız	41.5	21.0	0.19	0.12	34	147	49.40
Kıraç 86	36.6	27.8	0.17	0.14	45	105	24.04
Bolal 2973	36.4	26.7	0.18	0.15	36	87	26.73
Köse 220/39	27.6	20.8	0.16	0.15	50	114	24.74
Ank.093-44	25.8	25.2	0.09	0.11	60	137	2.33
Mızrak 98	53.0	32.7	0.21	0.16	28	86	38.30
Uzunyayla	45.7	32.8	0.19	0.18	28	76	28.18
Dağdaş	38.1	40.8	0.17	0.20	43	77	-7.09
Bezostaya	45.9	39.3	0.21	0.20	32	81	14.38
Gerek 79	49.6	43.7	0.22	0.22	32	67	12.00
Gün 91	33.5	27.0	0.17	0.14	40	95	19.55
Ankara 98	50.8	51.8	0.23	0.21	25	52	-1.97
Yılmaz 98	68.9	47.6	0.30	0.21	21	62	30.91
Altın 40-98	52.0	45.2	0.22	0.20	27	69	13.17
Gökgöl 79	39.8	41.0	0.17	0.19	39	70	-3.02
Ç-1252	53.3	49.4	0.21	0.20	26	70	7.23
Tunca 79	41.5	33.7	0.20	0.17	36	93	18.80
Çakmak 79	44.2	43.5	0.18	0.20	38	80	1.58
Kızıltan 91	51.8	45.4	0.22	0.19	29	75	12.36
Akbaşak	54.5	44.5	0.24	0.19	27	83	18.35
Kund. 1149	48.4	46.9	0.20	0.21	31	81	3.10

Sonuç

Ülkemiz toprak ve iklim özellikleri göz önünde tutulduğunda bitkilerin B beslenmeleri ile ilgili gizli sorunlarının olabileceği gerçeği göz ardı edilmemelidir. Kaldiki yapılan survey çalışmaları da bu durumu ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın yapıldığı Orta Anadolu tahıl ekimi yapılan alanlarda toprakların yaklaşık %62' sinde bitkiye yararışlı B noksanlık sınırında (0,5 mg kg⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak yapılan yoğun fosforlu gübreleme ve uygulanan P' un büyük çoğunluğunun yaklaşık %90-95' lik bir bölümünün toprakta fiksasyona/transformasyona uğradığı (Hibbert ve ark. 1991; George, 1993) düşünülürse özellikle PxB interaksyonu önem kazanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan 27 adet farklı buğday genotipinin P uygulamalarına bağlı olarak B konsantrasyonları ve B alımları birbirlerinden önemli ölçüde farklılıklar göstermiştir. Bitkilerin B konsantrasyonu ile P konsantrasyonu arasında, P alımı ile B konsantrasyonu arasında ve B alımı ile P alımı arasında önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir (sırasıyla r=-0,671; r=-0,381 ve r=-0,231). Bu durum PxB interaksyonunun buğdayda B beslenmesi bakımından ciddi sorunlar yaratabilecek önemlilikte görülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 1997. Tarım İstatistikleri Özeti. DİE, Yayın No: 2137. Ankara.
- Berger, K. C., E. Truog, 1945. Boron availability in relation to soil reaction and organic matter content. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 10: 113-116.
- Bergmann, W. 1992. Nutritional Disorders of Plants. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart.
- Bingham, F. T., J. P. Martin, J. A. Chastain, 1958. Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element nutrition of citrus. Soil Sci. 86: 24-31.
- Bingham, F. T., M. J. Garber, 1960. Solubility and availability of micronutrients in relation to phosphorus fertilization. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 24: 209-213.
- Cooper, P. J. M., P. J. Gregory, D. Tully, H. C. Harris, 1987. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of west Asia and north Africa. Exp. Agriculture 23: 113-158.1987.
- Dinkelaker, B., V. Römhild, H. Marschner, 1989. Citric acid excretion and precipitation of calcium citrate in the rhizosphere of white lupin (*Lupinus albus* L.). Plant Cell Environ. 12: 285-292.
- Elrashidi, M. A., G. A. O'Connor, 1982. Boron sorption and desorption in soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 46: 27-31.
- Eyüpoğlu, F. 1999. Türkiye Topraklarının Verimlilik Durumu. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Müd. Yay. (Baskıda).
- Eyüpoğlu, F., İ. Güçtemur, S. Talaz, S. 1999. Orta Anadolu Bölgesinde tahıl üretilen alanların B kapsamı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Gen. Müd. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Müd. Yay. (Baskıda).

- Gabelman, W. H., G. C. Gerloff, 1983. The search for and interpretation of genetic controls that enhance plant growth under deficiency levels of a macro-nutrient. *Plant Soil* 72: 335-350.
- Gardner, W. K., D. A. Barber, D. G. Parbery, 1983. The acquisition of phosphorus by *Lupinus albus* L. III. The probable mechanism by which phosphorus movement in the soil-root interface is enhanced. *Plant Soil* 70: 107-124.
- George, E. 1993. Growth and phosphate efficiency of grain legumes and barley under dryland conditions in northwest Syria. Verlag Ulrich E. Grauer Wendlingen.
- Graham, R. D. 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Adv. Plant Nutr.* 1: 57-102. Güneş, A., M. Alpaslan, 2000. Boron uptake and toxicity in maize genotypes in relation to boron and phosphorus supply. *J. Plant Nutr.* 23 (4): 541-550.
- Gupta, U. C. 1972. Interaction effects of boron and lime on barley. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 36: 332-334.
- Gupta, U. C., J. A. Macleod, 1981. Plant and soil boron as influenced by soil pH and calcium sources on podzol soils. *Soil Sci.* 131 (1): 20-25.
- Gupta, U. C., Y. W. Jame, C. A. Campbell, A. J. Leyshon, W. Micholaichuk, 1985. Boron toxicity and deficiency. A Review *Can. J. Soil Sci.* 65: 381-409.
- Hibberd, D. E., J. Standley, P. S. Want, D. G. Mayer, 1991. Responses to nitrogen, phosphorus and irrigation by grain sorghum on cracking clay soil in central Queensland. *J. Exp. Agric.* 31: 525-534.
- Hoffland, E., R. J. A. van de Boogaard, 1992. Nelemans J.A., and Findenegg, G.R., Biosynthesis and root exudation of citric and malic acid in phosphate-starved rape plants. *New Phytol.* 122: 675-680.
- Holevas, C. D., D. A. Biris, 1980. Bitter pit-like symptoms in quinces: Effect of calcium and boron sprays on the control of the disorder. 319-326. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples, W.M. Waller (Eds.). *Mineral nutrition of fruit trees.* Butterworths, Boston.
- Kacar, B., H. Samet, 1996. Türkiye' de planlı dönemde kimyasal gübre üretimi ve tüketimi. *Doğa Tr. J. Agr. Forestry.* 20: 41-47.
- Kitson, R. E., M. G. Mellon, 1944. Colorimetric determination of phosphorus as molybdo-vanadophosphoric acid. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 16: 379-383.
- Marschner, H. 1995 *Mineral Nutrition of Higher Plants.* 2nd Ed. Acedemic Press. New York.
- Matar, A., J. Torrent, J. Ryan, 1992. Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland Mediterranean zone. *Adv. Soil Sci.* 18: 81-146.
- Moorby, H., P. H. Nye, R. E. White, 1985. The influence of phosphate nutrition on H⁺ ion efflux by young rape root. *Plant Soil* 84: 403-413.
- Oyewole, O. I., E. A. Aduayi, 1992. Evaluation of the growth and quality of the "Ife Plum" tomato as affected by boron and calcium. *J. Plant Nutr.* 15(2): 199-209.
- Pollard, A. S., A. J. Parr, B. C. Loughman, 1977. Boron in relation to membrane function in higher plants. *J. Exp. Bot.* 28: 831-844.
- Wolf, B. 1974. Improvements in the azomethine-H method for the determination of boron. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 5(1): 39-44.