

DERLEME/REVIEW

İNSAN SAĞLIĞI VE BESLENME AÇISINDAN BOR

Sedat VELİOĞLU^{1,2}, Atilla ŞİMŞEK¹

ÖZ

Bor (B), bitki ve insanlar için esansiyel bir mikro elementtir. Bitkilerce topraktan alınmakta ve gıda zinciri ile insanlara geçmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) günlük 1-13 mg kadar bor alımını önermektedir. Bor vücutta kalsiyum ve D vitamini metabolizmasında önemli rol oynamaktadır ve kemik kütlelerinin kaybolmasına (osteoporoz) engel olmaktadır. Ayrıca hormon sistemi, bağışıklık sistemi ve beyin fonksiyonlarında olumlu etkisi vardır. Borun vücudun enerji metabolizmasında da rolü olduğu düşünülmektedir. Yüksek dozlardaki bor ise deney hayvanlarında testis dejenerasyonuna neden olmuştur. Diyetle borun ana kaynağını bitkisel ürünler oluşturur. Bor açısından en zengin gıdalar kabuklu meyveler, baklagiller, meyve sebzelerdir. Süt ve süt ürünleri düşük düzeylerde bor içermelerine karşın diyetle ağırlıklı olarak yer aldıkları için bor alımına önemli düzeyde katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bor, B, Bor kaynakları, Bor toksisitesi, Bor eksikliği.

EFFECTS OF BORON IN HUMAN HEALTH AND NUTRITION

ABSTRACT

Boron is an essential microelement for plants and humans. Boron is assimilated from soil by plants and passes through humans via food chain. Daily requirement for boron is recommended as 1-13mg/day by World Health Organization (WHO). Boron works closely with calcium and vitamin D in the preservation of bone mass and the prevention of bone demineralisation. It also stimulates the immune system, inflammatory responses and brain functions. It may have significant roles in the energy metabolism. High doses of boron caused testis degeneration in animal experiments. Major sources of boron in diet are nuts, legumes, fruits and vegetables. Milk and dairy products also contribute on boron because of their high levels of consumption.

Key Words: Boron, B, Boron sources, Boron toxicity, Boron deficiency.

1. GİRİŞ

Bor (B), yer kabuğunun %0.001'ini oluşturur. Doğada serbest olarak bulunmayan B'un, kütle numarası 10 ve 11 olan kararlı iki izotopu vardır. Özgül ağırlığı 2.84g/cm³, atom ağırlığı 10.82 ve ergime noktası 2300°C'dir. Su ile 100°C'de, oksijenle 700°C'de, hidrojenle 840°C'de reaksiyona girmektedir. Yüksek sıcaklıkta su ile reaksiyonu sonucunda borik asit ve diğer bor bileşenlerine dönüşür (Karagölge vd., 2002).

Dünya bor rezervinin %64'üne sahip olan ülkemizi, sırasıyla ABD, Arjantin, Peru, Rusya ve Çin izle-

mektedir. Fakat, üretim açısından ülkemiz, B üreten altı ülke içerisinde ABD'den sonra ikinci sırada yer almaktadır ve üretiminin hemen hemen tamamına yakın kısmını işledikten sonra ihraç etmektedir (Velioglu vd., 1999).

B, fiberglas, cam, seramik, emaye, alüminyum, plastik, fotoğraf, tekstil, kozmetik, temizlik (deterjan ve ağartıcılar), gübre, kağıt, metal, boya, ilaç, antiseptik, tarım ilaçları (pestisit, insektisit) ve gıda (kola, gofret) üreten endüstri dallarında, muhtelif yapıştırıcı, yangın söndürücü, matbaa mürekkepleri, zımpara, elektrik ya-

¹ Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 06110, Dışkapı-ANKARA.

Tel: 312-317 05 50; **Faks:** 312-317 87 11

² **E-posta:** velioglu@agri.ankara.edu.tr

Geliş: 10 Mart 2003; **Düzeltilme:** 30 Haziran 2003; **Kabul:** 05 Ağustos 2003.

litim, diğer izolasyon malzemelerinin üretiminde, bilgisayar disk sürücülerini ve nükleer reaktörlerde kullanılmaktadır (Doonan ve Lower, 1978; WHO, 1998; Downing vd., 1998).

İnsanlar solunum, temas ve sindirim yolu ile B bileşiklerini vücutlarına almaktadırlar. B madeninin üretildiği ve/veya işlendiği yerlerde gaz veya toz halinde vücuda alınması solunum veya temas yolu ile olmaktadır. Sindirim yolu ile B'un alınması, B açısından zengin topraklarda yetiştirilen bitkilerin yenilmesi, yüksek miktarda B içeren suların avlanan balık gibi su ürünlerinin tüketilmesi, B içeren tarım ilaçları ile ilaçlanan veya B gübresi uygulanan bitkilerin yenilmesi veya B kaynaklarına yakın bölgelerden elde edilen içme sularının içilmesiyle gerçekleşmektedir. Temas yolu ile B'un alınmasında temizlik, kozmetik maddeleri ve ilaçlar da etkin olmaktadır. B ile sürekli temas edilmesi halinde, borik asit deriye zarar verdiği deney hayvanları, yetişkin ve çocuklar üzerinde yapılan araştırmalar ile ortaya konulmuştur (WHO, 1998).

B, bitki gelişimi ve büyümesi için esansiyel bir element olarak kabul edilmektedir. Fakat bitki bünyesine fazla miktarda (herbisit kullanımı yoluyla) alındığında gelişme üzerine olumsuz etkide bulunduğu belirlenmiştir (Adriano, 1985 Blevins ve Lukaszewski, 1994).

2. BORUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

B mineralinin, insanlar için esansiyel olarak kabul edilmesi, 1980 yılı ortalarına doğrudur. Vücuda alınması gereken B miktarının belirlenmesi üzerine yapılan çalışmalarda 1-13 mg/gün düzeyinde alınan B'un sağlıklı ve dengeli beslenme için yeterli ve gerekli olduğu belirlenmiştir (Barr vd., 1993; WHO, 1998). İnsan vücudunun 0.4 mg/kg vücut ağırlığı düzeyindeki B' a tolerans gösterdiği, gıdalarla günlük en az 1.2 mg B alımının gerekli olduğu bildirilmektedir (WHO, 1998).

Diyetle alınan günlük B miktarı, yaş ve cinsiyete göre değişkenlik gösterir. Tüketilen gıdalardan, erkekler bayanlara göre daha fazla B alır ve yaş ilerledikçe B alımı da artış gösterir. Günde diyetle alınan ortalama B miktarı 0-2 yaş çocuklarında 548 µg, 14-16 yaş kız çocuklarında 594 µg, erkek çocuklarında 853 µg, 25-30 yaş grubu bayanlarda 690 µg, erkeklerde 890 µg, 60-65 yaş grubu bayan ve erkeklerde sırasıyla 754 µg, 883 µg olarak saptanmıştır. Bir başka ifade ile günde çeşitli gıdalardan alınan B miktarı 600-1200 µg arasında değişkenlik göstermektedir (Meacham ve Hunt, 1998; Rainey ve Nyquist, 1998). Her yaş grubu için meyveler, sebzeler ve sert kabuklu meyveler günlük B ihtiyacının % 50'sini karşılamaktadır. Bebeklerin ihtiyacını karşılayan en iyi (ortalama %54) kaynak ise B katkılı mamalardır (Anderson vd., 1994).

Klinik çalışmalar, Ca ve Mg eksikliğinden kaynaklanan stresi önlemek için günde en az 1mg B'un yararlı olduğunu ortaya koymuştur (WHO, 1998). B, eklem fonksiyonları ve kemikler için gerekli olan kalsiyum ile magnezyumun metabolizmasında önemli rol oynamaktadır. B mineralinin, Ca ve Vit D'nin aktivasyonu yanında, kemik dokusunun korunması ve demineralizasyonun önlenmesinde, bağışıklık ve hormonal sistemin güçlendirilmesinde etkili olduğu belirtilmektedir. Bu iki elementin fonksiyonlarına yardımcı olarak her iki elementin eksikliğinden kaynaklanan osteoporoz riskini önlediği, Vit D ve steroid hormonun aktif şekline dönüşmesine yardımcı olduğu, artriti önlediği saptanmıştır. Nitekim, bir B türevi olan sodyum tetraborat dekahidrat günümüzde artrit tedavisinde kullanılmaktadır (Chapin ve Ku, 1994; Newman, 1994; Anon, 2000).

Deney hayvanları ile yapılan sınırlı sayıda çalışmalarda, mekanizması tam olarak bilinmese de yüksek dozda alınan B'un, hayvanların testislerinde dejenerasyona ve küçülmeye neden olduğu belirlenmiştir (Chapin ve Ku, 1994; Silaev vd., 1977). Testis üzerine etki mekanizmasında olduğu gibi B'un fizyolojik etkileri ile biyokimyasal fonksiyonlarının neler olduğu tam anlamı ile ortaya konulmuş değildir. Fakat insan beslenmesinde önemli olduğuna ilişkin bazı kanıtlar vardır. Özellikle beslenme ve metabolik stres koşullarında, hücre membranının fonksiyonlarını ve hayatıyetini devam ettirmesinde önemli olan enzim reaksiyonları için B gerekli görülmektedir. (Hunt, 1994; Anon, 2000; Sheng vd., 2001). Bir araştırmada menopoz sonrası günde alınan 3 mg B'un, kalsiyum ve magnezyumun üre ile atımını %44 oranında azalttığı, doğal östrojeni %50 oranında artırdığı ve ek olarak B alan kişilerin daha düşük serum fosfor seviyesine sahip olduğu saptanmıştır. Yetersiz B alımına bağlı olarak serumdaki fosfor seviyesinin yükselmesi osteoporoz katkısında bulunur, iyonize kalsiyumun ve estradiolun serum konsantrasyonunu artırır. Östrojen ilavesi kemiklerde kalsiyumun tutulmasını kolaylaştırır, kolesterolü ve artrit oluşumunu düşürür. Günümüzde osteoporozu önlemede 9 mg B (sodyum borat ve B kelatları olarak) tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Günde alınan 1.8 mg B'un prostat kanseri riskini günde 0.9 mg dan az alanlara göre üçte bir oranında azalttığı saptanmıştır. Günde 500 mg'dan fazla olan B dozları bazı araştırmacılar tarafından toksik kabul edilmektedir (Mastromatteo ve Sullivan, 1994; Naghii ve Samman, 1996; Hunt, 1996; Nielsen, 1996; Hunt, 1998; Nielsen, 1998; Anon., 2000; Lucich ve Lucich, 2002).

Laboratuvar hayvanları üzerinde yapılan araştırmalarda, solunum ve sindirim sistemi yolu ile vücuda alınan B'un sistemik toksik etkilerini kanda, dokularda ve üredede B seviyesinin yükselmesiyle gösterdiği saptanmıştır. 9000 ppm borik asit içeren diyetle beslenen

farelerde B'un, doğrudan plazma, beyin, testis, salgı bezleri, karaciğer, böbrek, kas ve prostat gibi yerlere taşındığı, yağ dokusundan daha çok (B'un %20'si), kemik dokusunda tutulduğu saptanmıştır (WHO; 1998).

B'un vücuttan atılma şekli insan ve hayvanlarda aynıdır. Vücuttan atılma süresi birkaç günden birkaç saate kadar değişmektedir. Ancak, genelde, vücuda alınmış B'un yarısı ilk birkaç saat veya en geç 1-2 gün içerisinde uzaklaşmaktadır. İnsanlar üzerinde yapılan bir araştırmada, sindirim yolu ile verilen düşük dozdaki borik asitin %90'ından fazlasının 96 saat içerisinde böbreklerden atıldığı saptanmıştır (Mastromatteo ve Sullivan, 1994; WHO; 1998).

Solunum yolu ile alınan B'un letal dozu, fareler üzerinde yapılan çalışmalarda, borklorid için 12.2-21.1 g/m³, borklorid için 0.89-1.2 g/m³ olarak bulunmuş ve her iki bileşiğin de kanserojenik olmadığı saptanmıştır. İnsanlar için borik asitin en düşük öldürücü dozları, ağız yolu ile alındığında 640 mg/kg, deri yoluyla temasla alındığında 8600 mg/kg, doğrudan enjeksiyonla alındığında 29 mg/kg'dır. Öldürücü doz çocuklarda 3-6 g/gün, yetişkinlerde 15-20 g/gün'dür. Fakat gerçekte literatürde belirlenmiş kesin bir öldürücü doz yoktur (WHO, 1998). Yapılan bir araştırmada B miktarı yüksek içme sularının tüketilmesinin üreme ve fetal kayıp sıklığını etkilemediği saptanmıştır (Şaylı, 1998). İnsanlarda görülen B toksisitesine ait belirtiler (500 mg'dan fazla dozları), bulantı, kusma, baş ağrısı, karın ağrısı, ishal, kas kasılması, şok, halsizlik, sindirim ve merkezi sinir sisteminde görülen düzensizlikler, salgı bezlerinin çalışmasında görülen bozulmalar ile deride kızarıklık gibi cilt lezyonlarıdır (Hunt, 1996; WHO, 1998; Anon., 2000).

3. BOR AÇISINDAN ÖNEMLİ GIDA KAYNAKLARI

Sert kabuklu meyveler, kuru meyveler, baklagiller ile taze sebze ve meyvelerin B için en iyi kaynaklar olduğu bilinmektedir (Anderson vd., 1994; Hunt ve vd., 1991; Naghii vd., 1996; Velioğlu vd., 1999; Şimşek vd., 2003). Bazı gıdaların yapısında bulunan B miktarları değişik kaynaklardan derlenmiş ve Tablo 1' de toplu olarak verilmiştir.

Yapılan araştırmalarda, bitki bünyesindeki B miktarının öncelikle toprak pH'sı ile ilgili olduğu gösterilmiştir. Diğer önemli faktörler; bitki çeşidi, toprağın B içeriği, toprakta değişebilir iyonların tipi, topraktaki diğer minerallerin miktarı ve tipi, toprağın organik madde miktarı, toprağın sıcaklığı, toprağın ıslanma ve kuruma durumu, toprak-su oranı, ışık yoğunluğu ve genetik faktörlerdir (Şimşek vd., 2003).

Badem, yerfıstığı, avokado, kiraz, kuru erik, hurma, kuru üzüm, kuşburnu, soya fasulyesi gibi meyve

sebzeler yanında bal, elma ve üzümün B açısından zengin gıdalar olduğu bilinmektedir (Anon., 2000). Et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri ile yumurta B açısından diğer gıdalara oranla fakir gıdalardır. Ancak bu gıdalar insan diyetinde fazlaca yer aldıkları için vücuda alınan toplam B miktarı üzerinde önemli etkiye sahiptirler (Tablo1). ABD'nde, konuyla ilgili olarak yapılan bir araştırmada, süt ve kahvenin B içeriğinin düşük olmasına karşılık fazla tüketilmeleri nedeniyle önemli B kaynakları oldukları ve günde alınan B'un %25'inin bu iki kaynaktan sağlandığı saptanmıştır (Rainey vd. 1999).

Ülkemizde B madeni havzalarından sağlanan meyve, sebze, tahıl, baklagil ve yağlı tohum, yem bitkisi ile süt ve süt ürünlerinin B içerikleri bir çalışmada belirlenmiş, Antep fıstığı, üzüm yaprağı, vişne, ayva, şeftali, üzüm, nar, taze bezelye ve maydanoza ait B miktarlarının diğer örneklerle oranla oldukça yüksek olduğu saptanmıştır (Velioğlu vd., 1999; Şimşek vd., 2003).

Son yıllarda gıda kaynağı olarak düşünülen hatta bazı Uzakdoğu ülkelerinde tüketilen deniz yosunlarının, B türevleri açısından zengin olduğu ortaya konulmuştur. Deniz yosunlarının bir grubu olan yeşil ve kırmızı alglerde B'un borik asit formunda, kahverengi alglerde ise diğer bitkilerde olduğu gibi borat- karbonhidrat kompleksi yapısında olduğu belirlenmiştir (Chuda vd., 1997).

Yenebilir mantarlar da B açısından zengin kaynaklardır ve ortalama 11.74 mg/kg (kuru maddede) düzeyinde B içerirler. Bu miktar bazı çeşitlerde (*Marasmius wynnii*) 54.3 mg/kg'a kadar ulaşabilmektedir (Vetter, 1995).

Sert kabuklu meyveler de B açısından önemli gıdalardır. Türk fındık çeşitlerinin B içerikleri üzerine yapılan bir araştırmada B miktarının çeşide bağlı olarak 16-22 mg/kg arasında değiştiği ve fındığın insan diyetinde B açısından çok iyi bir kaynak olduğu vurgulanmıştır (Şimşek vd., 2003).

Bir diğer B kaynağı da içme sularıdır. Sulardaki B miktarı, coğrafik bölge ve kaynağına göre 0.4-4.9 ppm arasında değişmektedir (WHO, 1998). Ülkemizde B üretim bölgelerinden (Bursa-Kestelek, Balıkesir-Bigadiç, Kütahya-Emet, Eskişehir-Kırka-Seyitgazi) alınan su örneklerinde B miktarının 6.74 mg/L'ye kadar ulaştığı; dolayısıyla, Çevre Bakanlığı'nın 1988'de çıkardığı "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"ne göre belirlenmiş B limitinden (0.1-1 mg/L) oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Bu yörelerden elde edilen suların içme suyu yerine daha çok sulama amaçlı kullanılmasının daha uygun olacağı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Velioğlu vd., 1999).

Tablo 1. Bazı Gıdaların B İçerikleri (Taze Ağırlık Üzerinden).

Gıda	B miktarı (mg/kg)	Gıda	B miktarı (mg/kg)
Meyveler		Sebzeler	
Armut (konserve)	1.22a	Balkabağı	3.9 ^b
Armut	4.8 ^b , 1.01 ^c , 22.71 ^{c*} , 3.2 ^e	Bakla	1.51 ^b
Ayva	14.2 ^b , 3.3- 9.2 ^{c*}	Bamya	3.64 ^b , 1.7-5.2 ^c
Avokado	11.1 ^d , 20.6 ^e	Bezelye	0.46 ^a , 2.4 ^b , 7.1 ^e
Böğürtlen	2.13 ^b	Börülce	5.2 ^b , 6.8 ^c
Çilek	3.3 ^b , 1.35 ^d	Brokoli (çiçek)	1.85 ^a
Dut	6.8 ^b	Brokoli (sap)	0.89 ^a , 3.1 ^e
Elma	9.6 ^b , 2.3-5.6 ^c , 2.73 ^d , 3.2 ^e	Dereotu	2.2 ^b , 3.8 ^e
Elma sosu	2.83 ^a , 2.41 ^d	Dolmalık biber	2.12 ^b
Elma suyu	1.88 ^a , 2.3 ^e	Domates	1.4 ^b , 0-1.41 ^c , 0.75 ^d
İncir	3.0 ^b , 4.12 ^c , 12.6 ^e	Fasulye	5.5 ^b , 1-6.77 ^c , 13.0 ^e
Erik	5.6 ^b , 2.23 ^c , 4.22 ^d , 4.5 ^e	Havuç (konserve)	0.75 ^a
Frenküzümü	17.4 ^e	Havuç	4.4 ^b , 2.59 ^d , 3.0 ^e
Greyfurt	0.9 ^b	Hıyar	1.4 ^b , 0-1.79 ^c , 0.94 ^d , 1.2 ^e
İğde	3.01 ^b	Kabak	3.04 ^{c*} -0.4-1.7 ^c
Kayısı	5.6 ^b	Karnabahar	1.27 ^d
Kızılıcak	1.27 ^b	Kereviz	2.19 ^d , 5.0 ^e
Kiraz	5.7 ^b	Kıvırcık	≤0.015 ^a , 0.3 ^b , 0.83 ^d , 0.9 ^e
Karpuz	1.7 ^b , 0.94 ^d	Kuşkonmaz	0.85 ^d
Kavun	1.7 ^b , 0-1.6 ^{c*}	Lahana (beyaz)	4.16 ^b , 6.07 ^c
Kivi	2.6 ^e	Mantar	1.6 ^e
Kuşburnu	2.44 ^b	Marul	1.3 ^b
Limon	2.50 ^b	Maydanoz	26.88 ^a , 5.5 ^b , 5.9 ^e
Muşmula	23.9 ^{b*} , 4.16 ^c	Patates	1.5 ^b , 0-2.12 ^c , 1.8 ^e
Muz	1.8 ^b , 1.04 ^d , 1.6 ^e	Patlıcan	2.4 ^b
Nar	9.8 ^{b*} , 12.69 ^c	Pırasa	5.1 ^b , 1.4 ^c
Portakal	0.41 ^a , 2.17 ^d , 2.5 ^e	Roka	2.20 ^b
Şeftali	9.9 ^b , 4.36 ^c , 2.49 ^d , 5.2 ^e	Sakızkabağı	2.6 ^b
Şeftali (konserve)	1.87 ^a , 2.06 ^d	Sarmısak	3.6 ^b
Üzüm	10.6 ^b , 1-16 ^c , 4.60 ^d	Semizotu	3.2 ^b
Üzüm suyu	2.02 ^a , 3.72 ^d	Soğan (taze)	2.1 ^b , 2.2-8.3 ^c
Vişne	28.1 ^b , 32.71 ^{c*}	Soğan (kuru)	2.02 ^b , 0-2.15 ^c , 1.39 ^d , 2.0 ^e
Yenidünya	11.3 ^b	Sivri biber	1.6 ^b , 0-1.6 ^c , 0.66 ^d
Zeytin	7.31 ^{b*} , 3.01 ^c , 3.5 ^e	Turp	4.8 ^b , 1.83 ^c , 1.11 ^d
		Üzüm yaprağı	20.2 ^b

Tablo 1. Devamı

Kuru meyveler

Ayçiçeği	13.0 ^b
Erik	27 ^a , 21.5 ^d , 18.8 ^e
Haşhaş tohumu	21.4 ^b , 23.1 ^c
Hurma	9.2 ^a , 10.8 ^e
Kayısı	21.1 ^e
Şeftali	32.4 ^e
Üzüm	25 ^a , 19.0 ^d , 45.1 ^e

Sert kabuklu meyveler

Antep fıstığı	67.0 ^b , 12.0 ^e
Badem	23 ^a , 18.1 ^b , 15.85 ^c , 28.2 ^e
Ceviz	3.5 ^{b*} , 1.1-1.3 ^c , 16.3 ^e
Brezilya cevizi	17.2 ^e
Fındık	16 ^a , 27.7 ^e , 16-22 ^f
Yerfıstığı	18 ^a , 13.8 ^d

İçecekler**

Bira	0.1 ^a
Elma şarabı	1.8 ^a
Şarap (Üzüm)	8.5 ^a , 3.2-8.6 ^c

Tahıl ve tahıl ürünleri

Arpa	3.8 ^b , 1.3 ^c
Buğday	2.9 ^b , 0-17.7 ^c , 3.2 ^e
Bulgur	6.92 ^c
Ekmek(kepeksiz)	0.20 ^a
Mısır (taze)	2.41 ^b , 0-10.8 ^c
Mısır (kuru)	7.15 ^b
Mısır gevreği	0.31 ^a
Pirinç(kepeksiz)	≤0.015 ^a
Makarna(kuru, katkılı)	≤0.015 ^a
Un (buğday, kepeksiz)	0.28 ^a
Yulaf	0.86-15.6 ^c

Et ve et ürünleri

Et (sığır, kıyım)	≤0.015 ^a , 0.15 ^d
Et (koyun)	0.2 ^e
Tavuk (göğüs)	≤0.015 ^a , 0.08 ^d

Süt ve süt ürünleri

Beyaz peynir	0.61 ^b
İnek sütü	0.4 ^b
Krem peynir	≤0.015 ^a
Tereyağı	0.1 ^c
Tulum peyniri	1.84 ^b
Süt (%2 yağlı)	≤0.015 ^a , 0.23 ^d
Yoğurt	0.46 ^d

Diğer bazı gıdalar

Bal	7.2 ^a , 5.0 ^e
Jöle (çilek)	0.41 ^a
Jöle (üzüm)	1.47 ^a
Ketçap	0.85 ^a
Şeker (beyaz)	≤0.015 ^a
Şeker pancarı	0-2.9 ^c
Yumurta	≤0.015 ^a

Kuru Baklagiller

Bakla	7.0 ^b , 6.95 ^c
Barbunya	20.15 ^b , 7.8-14.1 ^c , 14.0 ^e
Fasulye	20.1 ^b , 10-11.7 ^c
Mercimek	7.4 ^c
Nohut	8.94 ^b , 2.6 ^c

* : -ham; ** : -µg/mL

a: WHO, (1998), b: Şimşek vd., (2003), c: Velioglu vd., (1999),

d: Anderson vd., (1994), e: Naghii vd., (1996), f: Şimşek vd., (2004)

B, gıda katkı maddesi olarak gofret üretiminde çıtır tekstürü sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Velioglu vd., 1999). Yapılan bir çalışmada patates bitkisine yaprak gübresi olarak uygulanan boraksın, patateste sorun olan enzimatik renk kararmalarını önlediği, askorbik asit miktarını artırdığı, fakat fenolik bileşikler azalttığı belirlenmiştir (Mondy ve Mushi, 1993).

4. SONUÇ

B, sağlıklı ve dengeli beslenme için gıdalardan alınması gereken bir mineraldir ve 1-13 mg/gün düzeyinde alınması WHO tarafından önerilmektedir. İçme sularındaki B düzeyine bağlı olarak günde tahminen 3-6 mg kadar B, sert kabuklu meyveler, kuru meyveler, baklagiller ile taze sebze ve meyveler gibi kaynaklardan alınmalıdır. Bu açıdan, ülkemizde bol bulunan fındık, kuru üzüm, Antep fıstığı, vişne, ayva ve şeftali iyi B kaynaklarıdır.

KAYNAKÇA

- Adriano, D.C. (1985). *Trace elements in the terrestrial environment*. Springer-Verlag, 533 s., New York/Berlin/Heidelberg/Tokyo.
- Anderson, D.L., Cunningham, W.C. ve Lindstrom, T.R. (1994). Concentrations and intakes of H, B, S, K, Na, Cl, and NaCl in foods. *J. Food Comp. Anal.* 7, 59-82.
- Anonymous (2000). Boron and Health, complete handbook of information. *From the World Wide Web: <http://healthhelper.com/vitamins/minerals/boron.htm>*.
- Barr, R.D., Clarke, W.B., Clark, R.M., Venturelli, J., Norman, G.R. ve Downing, R.G. (1993). Regulation of lithium and boron levels in normal human blood: Environmental and Generic Considerations. *J. Lab. Clin. Med.* 121, 614-619.
- Blevins, D.G. ve Lukaszewski, K.M. (1994). Proposed physiologic functions of boron in plants pertinent to animal and human metabolism. *Environ. Health Persp.* 102 (suppl 7), 31-33.
- Chapin, R.E. ve Ku, W.W. (1994). The reproductive toxicity of boric acid. *Environ. Health Persp.* 102 (suppl. 7), 87-91.
- Chuda, Y., Ohnishi, K.M. ve Nagata, T. (1997). Identification of the forms of boron in seaweed by $-1-1B$ NMR. *Phytochemistry* 46(2), 209-213.
- Doonan D.J ve Lower, L.D. (1978). *Boron compounds (oxides, acid, borates)*; "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology" Vol. 4, 3rd ed., 67-110, John Wiley and Sons, New York.
- Downing, R.G., Strong, P.L., Hovanec, B.M. ve Northington, J. (1998). Considerations in the determination of boron at low concentrations. *Biol. Trace Elem. Res.* 66, 3-21.
- Hunt, C.D., Shuler, T.R. ve Mullen, L.M. (1991). Concentration of boron and other elements in human foods and personal-care products. *J. Am. Diet. Assoc.* 91, 558-568.
- Hunt, C.D. (1994). The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in animal nutrition models. *Environ. Health Persp.* 102 (suppl. 7), 35-43.
- Hunt, C.D. (1996). Biochemical effects of physiological amounts of dietary boron. *J. Trace Elem. Exp. Med.* 9, 185-213 (1996).
- Hunt, C.D. (1998). Regulation of enzymatic activity. One possible role of dietary boron in higher animals and humans. *Biol. Trace Elem. Res.* 66, 205-225.
- Karagölge, Z., Ceyhun, İ. ve Alkan, M. (2002). Yüzyılım petrolü bor. *Standart*, Eylül 2002: 46-50.
- Lucich, A. ve Lucich, K. (2002). Food Supplements: Their effect on the body, *From the World Wide <http://foodsupplementshomestead.com/boron.html>*.
- Mastromatteo, E. ve Sullivan, F. (1994). Summary: International Symposium on health effects of boron and its compounds. *Environ. Health Persp.* 102(7), 139-141.
- Meacham, S.L. ve Hunt, C.D. (1998). Dietary boron intakes of selected populations in the United States. *Biol. Trace Elem. Res.* 66, 65-78.
- Mondy, N.I. ve Mushi, C.B. (1993). Effect of boron on enzymatic discoloration and phenolic and ascorbic acid contents of potatoes. *J. Agric. Food Chem.* 41(4), 554-556.
- Naghii, M.R. ve Samman, S. (1996). The role of boron in nutrition and metabolism. *Prog. Food Nutr. Sci.* 17(4), 331-349.
- Naghii, M.R., Wall, P.M.L. ve Samman, S. (1996). The boron content of selected foods and the estimation of its daily intake among free-living subjects. *J. Am. Coll. Nutr.* 15, 614-619.
- Newman, R.E., (1994). Essentiality of boron for healthy bones and joints. *Environ. Health Persp.* 102(7), 83-85.

Nielsen, F.H. (1996). Evidence for the nutritional essentiality of boron. *J. Trace Elem. Exp. Med.* 9, 215-229.

Nielsen, F.H. (1998). The justification for providing dietary guidance for the nutritional intake of boron. *Biol. Trace Elem. Res.* 66, 319-330.

Rainey, C.J. ve Nyquist, L.A. (1998). Multicountry estimation of dietary boron intake. *Biol. Trace Elem. Res.* 66, 79-86.

Rainey, C.J., Nyquist, L.A., Christensen, R.E., Strong, P.L., Culver, B.D. ve Coughlin, J.R. (1999). Daily boron intake from American diet. *J. Am. Diet. Assoc.* 99, 335-340.

Şaylı, B.S. (1998). An assessment of fertility in boron-exposed Turkish subpopulations. 2, Evidence that boron has no effect on human reproduction. *Biol. Trace Elem. Res.* 66, 409-422.

Sheng, M.H., Taper, L.J., Weit, H., Rian, H., Ritchey, S.J. ve Low, K.H. (2001). Dietary boron supplementation enhanced the action of oestrogen, but not that of parathyroid hormone, to improve tialemlar bone quality in ovariectomized rats. *Biol. Trace Elem. Res.* 82, 109-123.

Silaev, A.A., Kasparov, A.A., Korolev, V.V. ve Nebstrueva, V.V. (1977). Electron microscopic investigation of the effect of boric acid on the seminiferous tubules of albino rats. *Bull. Exp. Biol. Med.* 83, 588-591.

Şimşek, A., Veliöğlu, S., Coşkun, A.L. ve Şaylı, B.S. (2003). Boron concentrations of selected foods from borate-producing regions in Turkey. *J. Sci. Food Agr.* 83(6), 586-592.

Şimşek, A., Korkmaz, D., Veliöğlu, S. ve Ataman, Y. (2004). Determination of Boron in hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties by inductively coupled plasma optical emission spectrometry and spectrophotometry. *Food Chem.* 83(2), 293-296.

Veliöğlu, S., Şaylı, B.S. ve Altunsoy, S. (1999). Bor madeni havzalarında üretilen bazı gıdalarda bor miktarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Gıda* 24(1), 13-19.

Vetter, Y. (1995). Boron content of edible mushrooms of Hungary. Bor-Gehalt in hauefigen essbaren Wildpilzarten Ungarns. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 201(6), 524-527.

WHO (1998). *Boron. Environmental health criteria.* No. 204. A WHO monograph., 201p., World Health Organization, Geneva-Switzerland.



Sedat Veliöğlu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümünü 1982 yılında bitirdi. 3 yıl özel sektörde çalıştı. 1991'de Doktor, 1994'te Yrd. Doç. Dr. ve Doçent, 2001'de Prof. ünvanlarını aldı. 1990, 1996 ve 1997 yıllarında Kanada ve İngiltere'de bilimsel çalışmalar yaptı. Evli ve iki çocuk babasıdır.



Atilla Şimşek, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümünden 1986 yılında mezun oldu. Çeşitli kuruluşlarda (kamu ve özel) 10 yıl süreyle görev yaptı. 1996 yılında K.T.Ü. Ordu Ziraat Fakültesi'ne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Halen, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Bölümü'nde doktora yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.