

BORUN SA LIK ALANINDA KULLANIMI

Zehra Deniz YAKINCI¹, Mediha KÖK²

¹ nönü Üniversitesi, Sa lık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Malatya

² Fırat Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü, Elazı

ÖZET

Yüzlerce sanayi kolunda, farklı amaçlarla kullanılmasının yanında, bor sa lık açısından da önemli bir mineraldir. Kalsiyum, magnezyum ve fosfor mineralleri ile D Vitamininin vücutta korunmasına ve etkili bir şekilde kullanılmasına yardımcı olarak di ve kemik sa lı ının korunmasına katkıda bulunur. Borun yeterli miktarda alınmaması, D vitamini eksikliğine ve buna ba lı olarak da kemik erimesi ve zayıflamasına ve kemiklerin daha kolay kırılmasına neden olur. Meyveler, ye il sebzeler, mantarlar, baklagiller ve kabuklu yemi ler bor bakımından zengin besinlerdir. Tarımdan askeri sanayiye, camdan deterjana, ilaç sanayisinden enerjiye kadar pek çok alanda yararlanan Bor özellikle sa lık alanında göz iltihaplarında sterilizasyon gereci, bazı merhemlerin yapımı, nükleer tıpta borla nötron aranmasında (Boron Neutron Capture Therapy), kanser tedavisinde kullanılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bor, Mineral, Sa lık

ABSTRACT

Hundreds of industry, with the use of different purposes, boron is a mineral important for health. Calcium, magnesium and phosphorus Vitamin D in the body with minerals and to be used as an effective way to help contribute to the protection of the health of the teeth and bones. To ensure that a sufficient quantity of boron, vitamin D deficiency and osteoporosis and weakening and breaking the bones easier. Fruits, green vegetables, mushrooms, legumes, and nuts are foods rich in boron. Defense military industry, glass detergent, pharmaceutical industry in many fields including energy from Bor especially in the field of health, eye inflammation sterilization instrument, the construction of some of the ointment, in nuclear medicine with boron neutron search (Boron Neutron Capture Therapy), has been used to treat cancer.

Keywords: Bor, Mineral, Health

G R

Bor (B) atom numarası 5, atom a ırlı ı 10.81g, yo unlu u 2.84g/cm³, ergime noktası 2300 °C olan, metalle ametal arası yarı iletken özelliklere sahip periyodik sistemin üçüncü grubun ba ında bulunan bir elementtir. Kütle numaraları 10 ve 11 olan iki kararlı izotopu vardır.

Tabiatta yakla ık 250 çe it bor minerali vardır. Bor do ada serbest olarak bulunmaz, di er elementlerin oksitleriyle birlikte B₂O₃ halinde bulunur¹. Oksijenle ba yapmaya yatkın olması sebebiyle pek çok de i ik bor-oksijen bile i i bulunmaktadır. Metal-bor oksijen bile iklerine genel olarak borat denilir. Bor mineralleri genellikle Mg, Na, Ca gibi metallerle bile ik halinde bulunurlar.²

Bu olu an bor minerallerinden en önemlileri yapılarında (bünyelerinde) de i ik oranlarda bor oksit (B₂O₃) içeren bor minerallerinin en önemlileri tinkal, kolemanit ve üleksittir.

Suda hemen eriyen boratlar toz ve kristal granüler halindedirler. Bor oksit aynı zamanda sık sık rastlanan bor bile ikleri olup, özellikle okyanuslardan buharla arak havaya karı an borik asit, ya mur ve karla topra a inip yeraltı ve yerüstü sularıyla

Bor, bitki ve insanlar için esansiyel bir mikro elementtir. Bitkilerce topraktan alınmakta ve gıda zinciri ile insanlara

geni alanlara yayılmaktadır. Bor ve bor bile ikleri kayalar, denizler ve yeraltı-üstü suları bor içermektedirler. Sebze ve meyve türleri dahil bitkiler elementi toprak ve sudan alırlar, o yolla da hayvan ve insanlara geçer.

Borun canlılara geçmesi pek çok ekillerde olabilir. Canlılar Hava ve sudaki bor mineralleriyle temas ederek, bor yataklarından zengin havzalardaki yer altı ve yerüstü sularını içerek ve kullanarak, bor yo unlukları yüksek yiyecek ve içecekleri alarak, ocak ve fabrikalarda çalı arak, Sabun, deterjan gibi temizleyici ve beyazlatıcılarla güzellik malzemesi ve benzeri maddeleri yapan yerlerde çalı arak veya bu tür ürünleri kullanarak alırlar. Bor insan vücuduna a ız yoluyla ,solunum yoluyla , deri yolu ile de girebilir.

Ancak, Borun besin zinciri yoluyla biyolojik birikimi söz konusu de ildir. nsan tarafından alınan günlük bor miktarları ile beslenmelerinde yer alan çe itli besin gruplarının miktarları arasında do ru bir orantı mevcuttur. Meyveler, ye il sebzeler, mantarlar, baklagiller ve kabuklu yemi ler bor bakımından zengin besinlerdir. Balık, et ve süt ürünleri ise borca fakir besinler arasında yer almaktadır.

geçmektedir. nsan sa lı ı açısından borun ana kayna mını bitkisel ürünler olu turur. Bor açısından en zengin gıdalar kabuklu

meyveler, baklagiller, meyve sebzelerdir. Elma, vi ne, üzüm, fındık, ceviz, fasulye, pancar, biber ve baklagillerde yüksek oranlarda; tahıllarda, patates ve çiçekte az miktarda oldu u tespit edilmi tir. Önemli bir bor kayna ı olan erik kurusunun (*Prunus domestica*) 100 gramı, vücudun günlük ihtiyacı olan 2-3 mg boru kar ırlar².

Süt ve ürünleri dü ük düzeyde bor içermelerine kar ın beslenmede a ırlıklı olarak yer aldıkları için bor alımına önemli düzeyde katkı sa lamaktadırlar

Besin Türü	Bor Konsantrasyonu (µg/g)
Elma	2,73
Muz	3,72
Kiraz	1,47
eftali	1,87
Armut	1,22
Portakal Suyu	0,41
Kuru Erik	27
Kuru Üzüm	25
Taze Fasulye	0,46
Brokoli	1,85
Salatalık	0,015
Havuç	0,75
Fındık	16

Tablo 1. *Besin Türüne göre Bor Konsantrasyonu (µg/g)*³.

Bor kaynaklarından alınan dozlar, insanlarda ve hayvanlarda akut toksiteye neden olacak düzeyde de ildir. Ancak bor iyonu, ya ayan organizmalar üzerinde zehirli etkiler yapmakta ve suda ya ayan canlılara zehirli etkisi ile çok büyük zararlar verebilmektedir⁴.

Borun Canlılar Üzerindeki Etkileri:

Çe itli deney hayvanları üzerinde yapılan çalı malar borik asit ve boraksın akut etki gösterebilmesi için hayvan türüne göre a ızdan 1,0-5,0 g/kg borik asit veya 2-3 g/kg boraks, 0,7 g/kg sodyum perborat veya 0,3 g/kg sodyum metaborat almaları gerekti ini göstermi tir. Göz ve deride tahri çözültinin alkalili ine ba lıdır. Kronik etkilerin incelenmesi için yapılan çalı malarda a ızdan alınan borun büyüme, ölüm oranı ve üremelerinde önemli bir etkisinin olmadı ını göstermi tir. çme suyundaki %0,25 bor ancak 30 günde büyüme yi durdurucu etki göstermi tir. Solunum yoluyla alınan boraks tozlarının da bir anormalli e neden olmadı ı bulunmu tur. Hava yoluyla, 10 hafta boyunca 470 mg/m³ veya 24 hafta boyunca 77 mg/m³ maruz kalınan borun zararlı etkisi olmadı ı bulunmu tur.

Borik asidin hayvanlar için öldürücü dozu, hayvanın türüne ba lı olarak hayvanın her kg'ı için 1,2-3,45 gr arasında de i mektedir. Hayvan içme suyunda 2500 mg/l borik asit bulunması büyüme yi engelledi i için zararlıdır. Alabalık üzerine yapılan bir ara tırma sonucuna göre 2000 mg/l borik asit deri iminin balı a herhangi bir zarar vermedi i, 5000 mg/l'nin ise balı ın derisinde koyula maya neden oldu u ortaya koyulmu tur⁵. Küçük deniz balıklarının 20 derecede 6 saat süreyle

damıtık suda 18-19 g/l veya sert suda 19-19,5 g/l bor iyonu ile teması öldürücü doz olarak tespit edilmiştir. Bir sütte 40 gün boyunca 16-20 g/gün borik asit verilmesi durumunda herhangi bir etki gözlenmemiştir⁶.

Ağız yoluyla birim kg vücut ağırlığına 3000-4000 mg gibi çok yüksek dozlar sıçanlarda kısa sürede depresyon ve titremeler yaratmakta ve hayvanı ölüme götürmektedir. Ayrıca farelerde ishal, köpeklerde ise kusma gibi belirtiler de gözlenmektedir⁷.

Bor bileşikleri; vücuda solunum ve sindirim yolları ile veya mukoz membranlar (sindirim ve solunum organlarının iç yüzeyini kaygan bir madde ile örten zar) aracılığı ile girer. Ancak bor hangi yolla vücuda girerse girsün, vücuda giren borun %85-90 kadarı ilk 24 saatte hiç de imeden idrar yoluyla vücuttan atılır. Çözünen bor bileşikleri alınmasından sonra, beyin omurilik sıvısının derinliği artar, en yüksek derinliklere beyin, karaciğer ve yağ dokularında rastlanır. En fazla kemiklerde birikir. Genellikle üre, idrar, süt ve ter ile vücuttan atılır⁸.

Literatürde borun insanlar üzerindeki etkilerini belirlemeye yönelik yapılan çalışmaların sayısı çok fazla olmamasına rağmen, mevcut yapılmış çalışmalar içme suyu ve yiyeceklerle normal maruziyet

koşullarında bor ve bileşiklerinin insan sağlığını olumsuz etkilemediğini göstermiştir^{9,10}.

Beyin tümörlerinin nötron yakalama ile tedavisinde hastalara 20g boraks verilmektedir. İnsanlara kronik etkisi açısından günde 3g borik asit veya 5g boraksın etkisinin olmadığı, 5-10g boraksın sadece protein metabolizmasını ve idrardaki azot miktarını arttırdığı belirlenmiştir. Günde 4-5g dozu tekrarlandığında iştahsızlık ve hastalık gözlenmemiştir ama iştahsızlık olmamıştır¹¹. İnsanların beslenmesi açısından bor ise bata meyve ve sebzelerden olmak üzere yiyecek ve içecekler yoluyla günde 10-20mg bor vücuda alınabilmektedir, içme suyunda bor için sınır değeri 5mg/l olarak önerilmektedir.¹² İnsan üzerinde borik asit ve boraks etkisi, mide bulantısı, iddetli kusma, karın ağrısı ve ishal ile akut zehirlenmenin belirtilerini gösterir. Karakteristik diğer bir belirti de deri döküntüleri ile sonuçlanan kızamıklı isaliktir. Ciddi durumlarda tansiyon ve arteriyel basınçta düşme ile ok olabilir. Öldürücü doz çocuklar için 5-6 g, yetişkinler için ise 10-25 g'dır⁸.

Borun insan vücudu için çok yararlı etkileri olduğu da tespit edilmiştir. Borun kalsiyum ve D vitamini olmak üzere vücut minerallerinin düzenlenmesinde rol

oyladı ı, kalsiyum ve magnezyumun azalmasını önleyerek kemik yapısını korudu u belirlenmiştir. Ayrıca küçüklerin öğrenme, yetenek ve okul becerilerinin artmasına katkıda bulundu u; sportif performans ve atletik yapının gelişmesi için tablet ekinde bor alındı ı bilinmektedir^{4,13}. Vücuda nasıl girerse girsün, % 90-95 kadar vücutta birikmeden hemen üre ile dışarı atılmaktadır. Yani vücutta pek tutulmamaktadır. Yalnızca, kemik, tırnak ve kıllarla karaciğer ve dalak gibi organlarda biraz birikmektedir. Bazı kaynaklarda bor tozlarıyla temas eden içilerin sperm sayısında düşüklük, cinsel hayatlarında gerileme olduğu iddia edilmiştir. Ancak ülkemizde ve dünyada yapılan pek çok araştırmada borun kısırlı a yol açmadı ı sonucuna varılmıştır⁶. u ana kadar borun insan üreme sa lı na etkilerini belirlemeye yönelik olarak özellikle bora maruz kalan bor maden ve fabrikalarında çalı an içiler ve maden yörelerinde yaayanlar üzerinde yapılmı olan çalı malar bor ve bile iklerinin insanların üreme sa lı ı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi olmadığını göstermiştir¹³.

Borun İnsan Sa lı nda Kullanım Alanları

Bor Nötron Yakalama Terapisi (BNCT) kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Özellikle; beyin kanserlerinin tedavisinde

hasta hücrelerin seçilerek imha edilmesine yaraması ve sa lıklı hücrelere zararının minimum düzeyde olması nedeniyle tercih nedeni olabilmektedir. BNCT'nin fiziksel temeli basittir. Nükleer reaksiyon temelinde ikili bileşenli bir sistemdir. Kararlı bor izotopuna (¹⁰B), düşük enerjili veya termal nötronlar ı alındı ında Helyum-4 (⁴He) (yani partikülü) ve Lityum-7 (⁷Li) çekirdekleri meydana gelir. Bu yüksek enerji yüklü parçacıklar çok uza a hareket edemezler ve tümör hücresine tüm enerjilerini bırakırlar, böylece direkt DNA'ya zarar vererek hücrelerin yeniden üremesine engel olurlar. ¹⁰B'un ı nlanması sonucu oluşan bu ürünler yüksek do rusal enerji aktarım (lineer energy transfer) karakteristiklerine sahiptirler (He partikül yaklaşık 150 keV μ m⁻¹; Li ise yaklaşık 175 keV μ m⁻¹). Bu ürünlerin yol uzunluğu 4.5- 10 μ m arasındadır ve bu uzunlukta yaklaşık bir hücrenin çapı kadardır¹⁴.

Özellikle göz iltihaplanmalarında sterilizasyon gereci olarak kullanılır. Bazı merhemlerin yapımında Nükleer tıpta, borla nötron aranmasında BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) kanser tedavisinde kullanılmaktadır. Özellikle beyin kanserinin tedavisinde hasta hücrelerinin seçilerek imha edilmesine yaraması ve sa lıklı hücrelere zararının

minimum düzeyde olması nedeniyle tercih sebebi olmaktadır.

Borun Di er Kullanım Alanları

Son yıllarda insanlar için de önemi anlaşılan ve kanser tedavisi, kemik erimesi, prostat tedavisi, anti bakteriyel olarak kullanılmaya başlanan borun di er bala lıca kullanım alanları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1- İnat Malzemeleri olarak; Ülkemizde tekstil cam elyafı üretiminde kullanılan bor ürünleri ayrıca, çatı kaplama malzemeleri, selülozik izolasyon malzemeleri, çimento katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Atık gazete kağıtları ,pamuk v.b. kırıntılarının borik asit veya borik asit + boraks karışımı ile muamelesi gibi basit işlemlerle elde edilen selülozik izolasyon malzemelerinin A.B.D. ve özellikle skandinav ülkelerinde geniş bir kullanım alanı vardır.

2- Tarım alanında;

Bor birçok bitki için mikro besleyici özelliكتedir. Meyve ve sebzelerde mikro besleyici olarak bor takviyesi bitkilerin gelişimi ve optimum miktar ve kalitede ürün için önemlidir. Suda çözünürlüğü yüksek, bor içeriğizengin, farklı ebatlarda bor kristalleri bu amaçla kullanılabilir.

3. Ahap Koruma alanında;

Ah ap malzemenin emprenye edilmesi ile hem böceklenme ve buna benzer ah abın ömrünü kısaltıcı etkenler önlenmekte, hem de alevlenme geciktirilebilmektedir. Suda çözünen ve çözünmeyen çitli bor bileşikleri ve karışımlarını bu amaçla kullanmak mümkündür. Ülkemizde bu ürünlerin üretimi henüz yapılmamaktadır.

5. Cam Endüstrisinde Kullanımı

Boraların bir di er ana kullanım yeri cam endüstrisidir. Bütün dünyada bor kullanımının % 42'si cam endüstrisindedir. Bor oksit; boro silikat camlar, tekstil cam elyafı ve yalıtım cam elyafının önemli bir bileşiktir. Bu üç ürün cam endüstrisinde bor bileşiklerinin ana tüketim yeridir. Düz cam ve konteyner cam gibi birçok üründe az miktarda bor bileşikleri bulunabilir. Bor oksit, susuz boraks, borik asit gibi bor bileşikleri halinde veya boraks ya da kolemanit gibi mineraller halinde cama katılır. Bor oksit, çok kuvvetli bir cam yapıcıdır. Di er bir ifade ile devitrifikasyonunu (kristallenme) önler. Genle meyve düürdüünden ısıllıklara dayanımı artırır¹⁰.

Cam elyafı; inaat, otomotiv ve taşımacılık, elektrik ve elektronik, denizcilik, endüstriyel uygulamalar, havacılık, savunma, spor, elence, boru, tank, altyapı, anti korozif uygulamalar, tarım ve gıda sektörleri gibi hayatın her

alanında çok yaygın bir ekilde kullanılmaktadır.

5. Seramik Endüstrisinde;

Seramik Sanayi'nde bor mineral ve ürünleri ço unlukla seramik sıırı ve porselen emaye yapımında frit üretimi a amasında kullanılmaktadır. Dünya seramik sektöründeki geli me ve yeniliklere ba lı olarak bu alanda, çe itli üretim a amalarında bor ve bor ürünleri tüketimine yönelik Ar-Ge çalı maları da devam etmektedir.

6. Temizletme ve Beyazlatma Sanayinde;

Modern deterjanlar birçok maddeden olu ur. Bunlardan yüzey aktif maddeler (sülfonatlar), suyun yüzey gerilimini dü ürür. Böylece kuma ın ıslanmasını sa lar, ya ve di er lekeleri kuma tan uzakla tırır. Deterjan geli tiriciler (zeolit), sert sularda kullanıldı ı zaman kalsiyum ve magnezyum iyonlarını sudan uzakla tırır. Böylece yüzey aktif maddesinin verimini arttırır. A artıcılar (perborat ve hipoklorit), oksidasyon ile lekeleri uzakla tırır. A artma aktivatörü TEAD (tetraacetyl ethylene daimine) veya sodyum tuzları, dü ük sıcaklıkta a artma verimini arttırmak için kullanılır. Dünya deterjan endüstrisinde oksijen bazlı sodyum perborat ve sodyum hipoklorit olmak üzere iki ana a artıcılı deterjanlar kullanılmaktadır. Hipokloritlerin 40 °C

sıcaklıkta etkinli i yüksektir. Perborat a artıcıların ise 60 °C sıcaklık üzerinde kullanıldıklarında etkinlikleri en yüksektir. Ancak 40 °C sıcaklıkta etkinli i dü ürür. Sodyum perboratın dü ük sıcaklıkta etkinli i arttırmak için yıkama süresi veya a artıcı miktarı arttırılabilir. Günümüzde perborat a artıcıların 40 °C sıcaklıktaki etkinli ini arttırmak için aktivatörler (TEAD gibi) kullanılmaktadır¹¹.

Genel olarak bor, güçlü bir beyazlatıcıdır, lekeleri çözer, ph'ı dengeler, suyu yumu atır, ya ları parçalar, aktif oksijeni dengeler ve anti-bakteriyel özelli e sahiptir.

7. Tekstil Sanayinde;

Bor, yanmayı geciktirici özelli inden dolayı, cam elyaf halinde, tekstil sektöründe kullanılır. Bunun yanı sıra, kuma boyalarında ve aprelemede de kullanılabilir.

8. Tekstil cam elyafı olarak;

Tekstil cam elyafının en önemli özelli i, gerilmelere, darbelere ve kimyasallara yüksek mukavemeti ve hafifli idir. Bu özelliklerden dolayı tekstil cam elyafı plastik ve kompozitlerde kuvvetlendirici olarak kullanılır. Kolemanit minerali alkali içermez ve bu özelli i nedeniyle dü ük alkali borosilikat cam (Eglas) üretiminde tercih edilir. Bor, tekstil cam elyafına,

kolemanit minerali veya bor bileşiklerinden borik asit olarak eklenir. Modern E-glass % 6-10 oranında B₂O₃ içerir. Bor oksit cama kararlılık verir. Borik asit pahalı olduğundan sodyum içermeyen kolemanit mineralinin kullanımı tercih edilmektedir. Böylece kireç katkısı için daha az gereksinim olur. E-glass bot, uçak, otomobil gibi endüstrilerde kullanılmaktadır¹⁵.

9. Metalürji Sanayinde;

Metalürji sanayinde borun erime sıcaklığını düşürme, çeliği sertleştirme ve fırın tutularının aşınmasını azaltma özelliklerinden yararlanılmaktadır. Bor, kaplama sanayinde kullanılan elektrolitlerin oluşturulmasında ve lehimleme işlemlerinde de kullanılmaktadır.

Sodyum perborat Sodyum hipoklorit Etkin madde Oksijen sıcaklık 40 °C'de etkinliği

SONUÇ

Sa lık alanında da önemli olan bor kanser tedavisinden obeziteye kadar çok önemli bir yere sahiptir. Ayrıca;

Türkiye, dünyada petrol kadar önemli olan bor madeninin dünyadaki en büyük rezervine sahip olan ülkesidir. Sanayi Tuzu olarak da adlandırılan bor madeni, özelliklerinden dolayı sanayide yüzlerce

düğüdür. 40 °C'de etkinliği yüksektir. Kumla çok fazla zarar verir.

10. Nükleer Sanayinde;

Bor izotopları nükleer reaksiyonların denetlenmesine yardımcı olur, çünkü B10 ve B11 izotopların nötron absorblama tesir kesiti yükselir. Bazı tip reaktörlerde fazla reaktiviteyi önlemek için sodyum suyunun borik asit ilavesi yapılır.

Yukarıda belirtilen kullanım alanları dışında bor; tıpta, antibakteriyel ve dezenfektan olarak, di macunlarında, parfümlerde, ampul ve lens solüsyonlarında da kullanılmaktadır. Kimya sanayinde çeşitli tür boyalarda, elektrolitik işlemlerde, korozyon önleyicilerin üretiminde bor kullanılmaktadır.

üründe kullanılmaktadır. Yüksek ısıya dayanması, bilgisayar ve iletişim yüksek teknolojileri için zorunlu olması, deterjanların beyazlatıcı özelliği, yanmaz kumaların özelliği yine bu madde sayesinde. Di macunundan ilaca, fayansın gübreye, kaporta cilasından çelik janta, ahşaptan bor cama kadar her üründe bor madeni kullanılmaktadır.

KAYNAKLAR

1-Yılmaz, A., 2002. Her Derde Deva Hazinemiz Bor, TUB TAK-Bilim ve Teknik Dergisi, Ankara.

2-Boncuko lu, R., Kocakerim, M.M., Yılmaz E.A., Yılmaz T.M., 2003, Bor elementinin çevresel açıdan de erlendirilmesi, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisli i Bölümü, 25240, Erzurum.

3-Hunt, C.D., Shuler, T.R. and Mullen, L. M., 1991. Concentration of boron and other elements in human foods and personal – care products, J Am Diet Assoc, 91, 558-568

4- Uygan, D., Çetin, Ö., 2004, “Borun Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Toplama HavzasıKöy Hizmetleri Ara turma Enstitüsü, Su Yönetimi Bölümü, Eski ehir

5- DS , 1983, “Kırka Yöresi Bor Kirlili i Ara turması Raporu”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, DS çmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Ba kanlı ı.

6- Cantürk, M., 2002, “Borun Etkileri”.

7- Uygan, D., Çetin, Ö., 2004, “Borun Tarımsal ve Çevresel Etkileri: Seydisuyu Toplama Havzası”, Köy Hizmetleri Ara turma Enstitüsü, Su Yönetimi Bölümü, Eski ehir.

8- Baykut, F., Aydın, A., Baykut, S., 1987, “Çevre Sorunları ve Koruma”, TÜ Yayını, No:3449, Sy 419.

9- ECOTEC, 1995, “Reproductive and General Toxicology of Some Inorganic Borates and Risk Assesmetnt for Human Beings”.

10- HERA, 2005, “Human and Environmental Risk Assesment on Ingredients of Household Cleaning Products”.

11- Kalafato lu, E., Örs, N., Sain, S., 1997, “Bor Bile ikleri çeren Atıksuların Arıtılması”, Tübitak Marmara Ara turma Merkezi.

12- FAO, 1976, “Water Quality for Agriculture”, Irrig. And Drainage Paper 29, Rome, 81.

13- aylı, B. S., 2000. nsan Sa lı ı ve Bor Mineralleri, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ö retim Üyesi ve A.Ü.Tıp Fakültesi - Eti Holding Projeleri Yürütücüsü, Ankara,

14. Kahraman, G., “Bor Nötron Yakalama Tedavisinde Kullanılan Hızlandırıcıya Dayalı Nötron Kaynakları”, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Teknoloji Dairesi, Ankara.

15. Yenialaca, Ç., 2009, “Bor ve Kullanım Alanları”, Yüksek Lisans Tezi,Gazi Üniversitesi, Fizik E itimi Bilim Dalı