

ÖZET

Genel olarak, bor içeren doğal minerallere boratlar denilmekte ve boratlar insanoğlu tarafından binlerce yıldır kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bor minerallerinin tarihi ve keşfine, kullanım sektörlerine, Türkiye'deki bor rezervlerine, başlıca bor minerallerine, elementel borun bileşiklerinden elde edilmesi konularına değinilmiştir.

GİRİŞ:

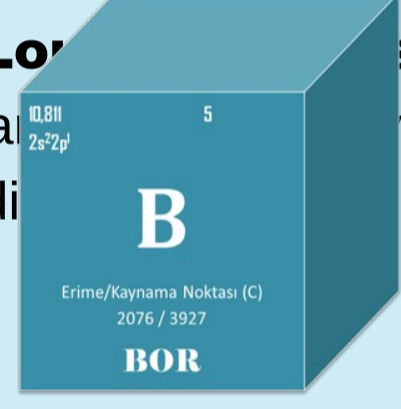
Periyodik tabloda B simgesi ile gösterilen borun atom numarası 5, atom ağırlığı ise 10,81'dir. Yarı metal ve yarı iletken özelliğe sahip olan bor elementi periyodik cetvelin 3A grubunda yer almaktadır. Bor, element olarak doğada B10 ve B11 olarak adlandırılan iki ayrı kararlı izotoptan oluşmaktadır. B10 izotopunun doğada bulunma oranı %19,1-20,3, B11'in ise %79,7-80,9'dur. Doğada hiçbir zaman serbest halde bulunmayan bor elementi, çeşitli metal veya ametal elementlerle farklı özellikler gösteren bileşikler oluşturmaktadır. Bu sayede, birçok bor bileşiği, endüstrinin farklı dallarında kullanılmaktadır. Bor, bileşiklerinde metal dışı bileşikler gibi davranır. Saf bor ise karbon gibi elektrik iletkeni özelliği taşımaktadır. Kristalize bor, görünüm ve optik özellikleri açısından elmasa benzer ve neredeyse elmas kadar serttir.

Bor'un Tarihi ve Keşfi

Borun tarihi günümüzden **4000 yıl** öncesine kadar gitmektedir. **Babillerin** boru altın işlemek için kullandığı bilinmektedir. **Sümer** ve **Hititler**'inde borla altın ve gümüş işlediği bilinmektedir. Bununla birlikte mumyalama işlemi, medikal kullanım ve metalarjik uygulamalar için **Antik Mısır**'lılarda bor kullanılmıştır.

Milattan sonra 300 civarında borun **Çin**'de kullanıldığı kaydedilmiştir. M.S. 700 yılında ise Farsi kimyacı **Câbir bin Hayyan** borla ilgili kayıtlar bırakmıştır. Marco Polo 13.yy'da **Avrupa**'ya bor örnekleri götürmüştür. Daha sonra 1600 yılında Agricola boraksla ilgili kayıtlar tutmuştur. 1777 yılında ise **Floransa**'da sıcak su kaynaklarında borik asitin farkına varılmıştır. O zamanlar keşfedilen bu bileşik **sal sedativum** olarak isimlendirilmiş ve medikal amaçlarla kullanılmıştır.

Borun keşfi **İr Humphry Davy, Gay Lussac** ve **Lothar Meyer** tarafından gerçekleştirilmiştir. Borun keşfine kadar bir element olarak tanımlanmamıştı, bu elementi **Boracium** olarak isimlendirdi.



Türkiye'de Bor Rezervi

Dünya bor rezervlerinin %73'üne sahip olan Türkiye'de bilinen bor yatakları; Eskişehir – Kırka, Kütahya- Emet, Balıkesir Bigadiç, Bursa-Kestelek'te bulunmaktadır.

Türkiye'de rezerv açısından en çok bulunan bor mineralleri Tinkal ve Kolemanit'tir. Türkiye'de Tinkal yatakları Eskişehir – Kırka'da, kolemanit yatakları ise Kütahya – Emet, Balıkesir – Bigadiç ve Bursa – Kestelek'te bulunmaktadır. Ayrıca Balıkesir, Bursa ve Kütahya'da bor rezervi mevcut olup Bursa – Kestelek'te zengin rezervler bulunmaktadır.



2840 sayılı Kanun ile birlikte Türkiye'de bor ve bor ürünlerinin üretilmesi, işletilmesi ve pazarlanması faaliyetlerini gerçekleştirme görevi Eti Maden tarafından yürütülmektedir.

Eti Maden bünyesinde bulunan 4 işletme Müdürlüğündeki tesislerde ağırlıklı olarak Boraks Pentahidrat, Boraks Dekahidrat, Borik Asit, Etidot-67, Bor Oksit, Çinko Borat, Kalsine Tinkal, Susuz Boraks, Öğütülmüş Kolemanit ve Öğütülmüş Üleksit üretilerek yurt içi ve yurt dışı pazarlara sunulmaktadır. Eti Maden'in 2017 yılında toplam rafine bor üretim kapasitesi yaklaşık 2,7 milyon tondur.

Mineral	Formülü
Kernit	Na ₂ B ₄ O ₇ ·4H ₂ O
Tinkalkonit	Na ₂ B ₄ O ₇ ·5H ₂ O
Tinkal	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O
Probertit	NaCaB ₅ O ₉ ·5H ₂ O
Üleksit	NaCaB ₅ O ₉ ·8H ₂ O
Kolemanit	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ ·5H ₂ O
Meyerhofferit	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ ·7H ₂ O
İnyoit	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ ·13H ₂ O
Pandermit	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ ·7H ₂ O
İnderit	Mg ₂ B ₆ O ₁₁ ·15H ₂ O
Hidroborasit	CaMgB ₆ O ₁₁ ·6H ₂ O
Borasit	Mg ₃ B ₇ O ₁₃ Cl
Aşarit	Mg ₂ B ₂ O ₅ ·H ₂ O
Datolit	Ca ₂ B ₂ Si ₂ O ₉ ·H ₂ O
Sassolit/doğal borik asit	H ₃ BO ₃

Bor Ürünlerinin Bazı Kullanım Sektörleri

Savunma Sanayii: 'Bor Karbür (B4C)' bileşeninin olağanüstü sertliğinden dolayı tank zırhında ve kurşun geçirmez yeleklerde kullanılmaktadır. Mohs sertlik skalasında 9, derecesi vardır, elmadan sonra bilinen en sert malzemelerden biridir. "Titan diborür" (TiB₂) yeni nesil bor tabanlı zırh malzemesi olarak kullanılmaktadır.



Temizleme ve Beyazlatma Sanayi: Sabun ve deterjanlara mikrop öldürücü (jermisit) ve su yumuşatıcı etkisi nedeniyle %10 boraks dekahidrat ve beyazlatıcı etkisini artırmak için toz deterjanlara % 10-20 oranında sodyum perborat katılmaktadır. Çamaşır yıkamada kullanılan deterjanlara katılan sodyum perborat(NaBO₂H₂O₂·3H₂O) aktif bir oksijen kaynağı olduğundan etkili bir ağartıcıdır.



Cam Sanayi: Bor, pencere camı, şişe camı v.b. sanayilerde ender hallerde kullanılmaktadır. Özel camlarda ise borik asit vazgeçilemeyen bir unsur olup, rafine sulu/susuz boraks, borik asit veya kolemanit/boraks gibi doğal haliyle kullanılmaktadır. Çok özel durumlarda bor oksitler kullanılmaktadır.



Seramik Sanayi: Emayelerin vizkozitesini ve doymuşluk ısısını azaltmak için borik oksit %20'ye kadar kullanılabilir. Özellikle emayeye katılan hammaddelerin % 17-32'si borik oksit olup, sulu boraks tercih edilir. Bazı hallerde borik oksit veya susuz boraks da kullanılır.

Yanmayı Önleyici (Geciktirici) Maddeler: Borik asit ve boratlar selülozik maddelere, ateşe karşı dayanıklılık sağlarlar. Tutuşma sıcaklığına gelmeden selülozdaki su moleküllerini uzaklaştırırlar ve oluşan kömürün yüzeyini kaplayarak daha ileri bir yanmayı engellerler.

Tarım: Bor, sodyum klorat ve bromosol gibi bileşiklerle birlikte otların temizlenmesi veya toprağın sterilleştirilmesi gereken durumlarda da kullanılmaktadır.

Metalurji: Boratlar yüksek sıcaklıklarda düzgün, yapışkan, koruyucu ve temiz, çapaksız bir sıvı oluşturma özelliği nedeniyle demir dışı metal sanayinde koruyucu bir cüraf oluşturu ve ergitmeyi hızlandırıcı madde olarak kullanılmaktadır.

Nükleer Uygulamalar: Atom reaktörlerinde borlu çelikler, bor karbürler ve titan bor alaşımları kullanılır. Paslanmaz borlu çelik, nötron absorbanı olarak tercih edilmektedir. Yaklaşık her bir bor atomu bir nötron absorbe etmektedir. Atom reaktörlerinin kontrol sistemleri ile soğutma havuzlarında ve reaktörün alarm ile kapatılmasında (B₁₀) bor kullanılır.

a) Bor bileşiklerinin aktif elementlerle indirgenmesi: Bor elementini elde etmek için kullanılan maddeler, çok defa, boratlar, borik asit, bor halojenürleri veya metalfluoroboratlardır. İndirgeme için ise; Li, Na, K, Be, Mg, Al, Fe, Zn, Hg ve hatta C, Si ve P elementleri kullanılır.

b) Uçucu bor bileşiklerinin hidrojen ile indirgenmesi: Bu metodun tatbik edildiği 3 çeşit reaktör vardır.

1)Elektrik arkı veya kıvılcım boşalması

2)Sıcak tüp

3)Sıcak ince tel.

c) Elektrolitik indirgeme: Eritilmiş borat veya fluoboratlardan, metal veya karbon elektrotların arasındaki elektrolizi ile, amorf, toz halinde ve çeşitli saflıkta elementel bor elde etmek mümkün olabilmektedir.

SONUÇ:Bugün, dünya ölçüsünde bilimsel ve teknolojik gelişmelerin getirdiği çağdaş uygulamalara baktığımızda bor ürünlerinin tekstil elyaflarından, camlara, nükleer uygulamalardan yeni ve ileri miktatlara hatta gübrelere kadar çok büyük bir yelpazede kullanıldığını görmekteyiz. Bu bakımdan, bor mineralinden hammadde girdisi olarak başlayan uygulama ve etkinlikler pek çok sektör ve teknoloji alanını yakından ve doğrudan ilgilendiren bir "teknolojik-ekonomik" unsur haline gelmiştir. Ülkemizin sahip olduğu bor yatakları zenginliği göz önünde bulundurulduğunda bunun son derece önemli, hayati ve stratejik bir kaynak olarak değerlendirilmesi gereği açıkça görülmektedir.