



## **STRATEJİK BİR MADEN OLARAK BOR MİNERALLERİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ**

*The importance Of Boron Minerals In Turkey As A Strategic Mine*

Neceti YENMEZ

[necati\\_yenmez@hotmail.com](mailto:necati_yenmez@hotmail.com)

Alındığı tarih: 20.11.2009; Kabul tarihi: 31.05.2010

### **Özet:**

Bu çalışma stratejik bir maden olarak bor minerallerin Türkiye için önemini içermektedir. Dünyadaki en önemli bor rezervleri Türkiye'dedir. Diğer önemli rezervler ise ABD ve Rusya'dadır. Dünya bor rezervleri B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bazında 369 milyon ton görünür, 807 milyon ton muhtemel ve mümkün olmak üzere toplam 1.176 milyon tondur. Bu rezervlerde Türkiye'nin payı % 72,3, ABD'de % 6,8 ve Rusya'da ise % 8,5'tir. Türkiye'deki bor rezervlerinin ömrü 567 yıl iken, dünyanın ikinci büyük rezerv ülkesi Rusya'da bor rezervleri 67 yıllık bir ömre sahiptir.

Türkiye'deki başlıca ekonomik bor mineralleri Tinkal, Kolemanit ve Üleksittir. Türkiye sahip olduğu bor rezervleri ve cevherlerinin kalitesi ile dünyanın en önde gelen ülkesidir. Bor mineralleri bazı alanlarda ham bor olarak kullanılmakta ise de genel olarak rafine bor bileşiklerine ve özel bor ürünlerine dönüştürüldükten sonra geniş alanda kullanılmaktadır.

Bor mineralleri günümüzde cam sanayinden, deterjan sanayine, metalurji, tarım, ve nükleer uygulamalara kadar yaygın ve gün geçtikçe artan uygulamalara sahiptir. Bu stratejik özelliklerinden dolayı bor madeni Türkiye için büyük bir öneme sahiptir.

Dünya bor rezervinin %72,3'üne sahip olan ülkemiz, söz konusu mineralin dünyadaki en büyük ihracatçısıdır. Bor minerallerin çıkarılması, üretimi ve pazarlanması yasayla Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bırakılmıştır. Eti Maden İşletmeleri Kolemanit, Üleksit ve Tinkal gibi konsantre bor ürünlerinin yanında, rafine ürün üretimini de gerçekleştirilmekte ve dünya pazarlarına sunmaktadır. Eti Maden İşletmeleri ülke ekonomisine daha fazla katkıda bulunmak için son yıllarda bor alanında yatırım atağı başlatmış olup, sektörde rekabet gücünü artırmayı hedeflemektedir.

Bugün stratejik bir değeri olan bor madeni geleceğin Türkiye'sinde de ekonomik anlamda çok önemli bir rol oynayacaktır. Bu çalışma kapsamında bu kadar öneme sahip olan bor madeni ile ilgili değerlendirmeler yapılmış, ülke ekonomisi ve geleceği açısından önemi vurgulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bor rezervi, stratejik maden, uç (özel) bor ürün, bor işletmeleri

**Abstract:**

This study contains the importance of boron minerals in Türkiye as a strategic mine. The most important boron reserves in the world are in Türkiye. The other main reserves are in the USA and Russia. Total world boron reserves on the basis of B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> content are 369 million tones proven (807 million tones probable and possible, with a total of 1.176 million tons) Türkiye's share of these reserves is %72,3 while the percentages are 6,8 and 8,5 for the USA and Russia respectively. The life span of Türkiye's boron reserves is 567 years, whereas in Russia as second richest country with the reserves, it is 67 years.

Türkiye's main economical boron minerals are Tincal, Colemanite and Uleksit. Türkiye is the leading country of the world regarding the boron reserves that it has and their quality of substance. Although the boron minerals are used as raw materials in many applications, they are mostly used in various areas after being converted to refined boron compounds and to special boron derivatives. Boron minerals have an intensive and increasing usage from glass to detergent industry and in metallurgical, agricultural and nuclear applications. Due to these features, boron mine is of great importance for Türkiye.

Our country is the biggest exporter in the world by possessing % 72 of all boron reserves. The mining, production and marketing rights of boron minerals Türkiye is given by law to Eti Mine Works General Management. Eti Mine Works produces colemanite, ulexite and tincal concentrates as well as refinery products and supplies those to the world market. The institution has applied a series of investments in boron sector to improve further its contribution to the country's economy and aims at improving its competitiveness in the sector.

At the present day, boron is an important and strategic mineral that is possessed by Türkiye which will also have a significant role in the country's future in this study, boron mine is evaluated as it has such importance, and its significance for the national economy as well as the country's future is emphasised.

**Key Words:** *Boron reserves, strategic mine, special boron product, boron enterprises*

**AMAÇ VE YÖNTEM**

Bu çalışmanın amacı her geçen gün kullanım alanı ve önemi artan dolayısıyla "stratejik maden" olarak kabul edilen bor minerallerinin Türkiye açısından önemini vurgulamaktır. Türkiye'nin sahip olduğu rezerv miktarını, mevcut rezervlerdeki cevherin tenör oranını ve bu rezervlerin ne kadar verimli kullanıldığını, Türkiye'nin bu önemli doğal kaynağından ne kadar gelir elde ettiğini, bor üretim teknolojisinin ne durumda olduğunu bunların dünya kıyaslamasını yaparak, Türkiye'nin bor madenlerini işlemedeki mevcut sorunları belirlemek ve bu sorunlara gerçekçi yaklaşımlar getirip, çözüm ve önerileri ortaya koymaktır.

Çalışmaya öncelikle daha önce bu konuda yapılmış olan ve yayınlanan eserleri incelemekle başlanmıştır. Bor madenleri konusunda gerekli kaynak taramasından sonra bor madenleriyle ilgili istatistikî veri toplama çalışması yapılmıştır. İstatistik veri toplamada başta Eti Maden İşletmelerinin yıllık faaliyet raporları, bu alanda çeşitli kuruluşların çalışma raporları ve yurt dışı istatistik veriler için de bilgisayar (internet) kanalıyla USGS tarafından yayınlanan yıllık maden raporlarından faydalanılmıştır.

Bor madenleriyle ilgili istatistikî verilere ulaşma ve toplama sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşmıştır. Kaynakça taramasında bor madenleriyle ilgili yeterli ve güncel istatistikî veri bulunmamaktadır. Elde edilen istatistikî verilerin bir kısmı ya eski ya da çelişkili verilerdir. Bor madenleriyle ilgili özellikle son verilere ulaşılmaya çalışılmış ve bor madenlerinin imtiyaz hakkını elinde bulunduran Eti Maden İşletmelerinin verileri kullanılmaya özen gösterilmiştir.

Bor madenleri konusunda gerekli bilgi ve istatistikî veri elde edildikten sonra çalışmamızın amacına uygun veriler kaynakçalardaki tutarlılıklarına özen gösterilerek gerekli tablo, grafik diyagramlar şeklinde yeniden düzenlenmişlerdir. Elde edilen yeni

bilgiler, yeniden düzenlenen istatistik verilerin ışığında, bor konusunda güncel gelişmelere de takip edilerek, bir değerlendirme ve analize gidilmiş daha sonra çalışma rapor haline getirilmiştir.

## **GİRİŞ**

Ülkelerin kalkınmasında sanayileşmenin çok önemli bir rolü vardır. Sanayileşmenin gerçekleşebilmesinde de ülkelerin enerjiye, madenlere ve hammaddelere ihtiyacı vardır. Günümüzde sanayileşme ve teknolojik gelişmeler tüm hızıyla devam etmektedir. Sanayileşme ve teknolojik gelişmelerle birlikte çok çeşitli ürünler ortaya çıkmaktadır. Sanayi üretiminde kullanılan hammaddelerin bir kısmına çok ihtiyaç duyulurken bir kısmına da az ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum hammaddelerin sanayi üretimindeki kullanım yaygınlığına bağlıdır.

Sanayi faaliyetlerinde ve üretiminde çok yaygın olarak kullanılan önemli hammaddelere “stratejik maden veya maddeler” adı verilir. Bugün tüm dünyada sanayi ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanım yaygınlığı ve ihtiyacı giderek artmakta olan hammaddelerin başında bor mineralleri gelmektedir. Günümüzde gelişen sanayi ve teknolojik ilerlemelerin temel girdi maddelerin başında gelen bor mineralleri doğada tüm canlıların da yaşantısını devam ettirmesi için vazgeçilmez mineral kaynaklardan biridir. Doğada belirlenen yaklaşık 230 çeşit bor minerali bulunmaktadır. Doğada saf halde bulunmayan bor genellikle oksijenle bağ yapmaya uygun yapıda olduğu için oksitler halinde bulunur.

Eski çağlardan beri varlığı bilinen bor, günümüzde de sanayi faaliyetlerinde çok yaygın bir şekilde kullanılmakta ve kullanım alanları gün geçtikçe artmaya devam etmektedir. Bor içeren mineraller genel olarak cam, gübre, ilaç, deterjan, seramik, inşaat, gıda, tarım, uzay ve hava araçları, askeri malzeme, füzeler, iletişim araçları, otomotiv sanayi ve enerji olmak üzere yaklaşık 250’ye yakın alanda üretim girdisi olarak kullanılmaktadır.

Dünyada önemli stratejik madenlerin başında gelen bor mineralleriyle ilgili yapılan çeşitli araştırmalara göre dünya toplam rezervinin bor oksit ( $B_2O_3$ ) 369.000 milyon tonu görünür rezerv olmak üzere, muhtemel ve mümkün rezervi ise 1.176.000 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Dünya toplam bor rezervinin % 72,3’ü Türkiye’de bulunmaktadır. Türkiye bu mevcut rezervi ile dünyanın en zengin bor kaynağına sahip ülkedir. Rezerv bakımından Türkiye’yi Rusya ve ABD takip etmektedir. Dünya bor rezervinin % 72,3’üne sahip olan Türkiye dünya toplam bor üretiminin % 35’ini karşılarken dünya pazarının da % 37’sine hakim durumdadır. Türkiye dışındaki ülkelerde bulunan bor rezervlerinin kullanım ömrü 60-70 yıl iken ülkemizdeki rezerv tüm dünyanın en az 500 yıllık bor ihtiyacını karşılayacak bir potansiyele sahiptir.

Doğada çok sayıda bor minerali bulunmasına rağmen hepsinin ticari değeri aynı oranda değildir. Ticari değeri en fazla olan başlıca bor mineralleri: Tinkal (Boraks), Kolemanit, Üleksit, Pandermite ve Kernittir. Türkiye’de çıkarılan ve ticari değeri yüksek olan bor mineralleri ise Tinkal, Kolemanit ve Üleksittir.

Türkiye’deki bor mineralleri Batı Anadolu’da olup, Eskişehir, Balıkesir, Kütahya ve Bursa çevrelerinde çıkarılmaktadır. Türkiye’deki bor madenleri devletin kontrolünde olup, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından çıkarılmakta, işlenmekte ve pazarlanmaktadır. Çıkarılan bor madenlerinin bir kısmı ham bor bir kısmı da rafine bor olarak satılmaktadır.

### **Element Olarak Bor:**

Bor, doğada serbest bir element olarak değil, başka elementlerle bileşikler halinde bulunmaktadır. En yaygın bileşikler: Sodyum, Kalsiyum ve Magnezyumdur. Sodyum kökenli olanlara Tinkal (boraks), Kalsiyum kökenli olanlara Kolemanit, Sodyum ve Kalsiyum kökenli olanlara da Üleksit adı verilir. Bor periyodik tabloda B simgesiyle ifade edilen, atom numarası 5, atom ağırlığı 10.81, yoğunluğu 2,84 gr/cm<sup>3</sup> olan metal ve ametal arası yarı iletken özelliğe sahip bir elementtir.

Yeryüzünün 51. yaygın elementi olan bor, yerkabuğunda toprak, kaya ve sularda yaygın olarak bulunan kristal ya da amorf yapıda bir elementtir. Yerkabuğunda % 0,001 oranında bulunan bor, deniz suyunda ise 5 ppm düzeyindedir.

Doğada saf olarak bulunmayan bor, oksijenle bağ kurmaya çok uygun olduğu için çok sayıda değişik oksijen bileşiği meydana getirir. Değişik moleküller yapısına sahip bu bor-oksijen bileşimlerine “ Borat” adı verilmektedir. Borun bu özelliğinden dolayı bugüne kadar tespit edilen 230 değişik minerali bulunmaktadır. Bu kadar değişik minerali bulunmasına karşın yedi tanesinin ticari değeri yüksektir. Bunlar Tinkal ve Kernit gibi suda eriyebilen bor tuzları ile suda erimeyen kolemanit, Üleksit, Pandemit, Borasit ve Sassolittir. Bor madeninin ekonomik değeri içerisinde bulundurduğu bor oksit (B<sub>2</sub> O<sub>3</sub>) miktarına bağlıdır. İçinde tenör oranı yüksek olan bor mineraller, diğerlerine göre daha çok değerli ve daha çok talep edilmektedir.

Ham ve rafine ürünler dışında genellikle yüksek teknoloji gerektiren metotlar ile rafine bor ürünleri kullanılarak dünyada ticari amaçlı olarak üretilen ve bor sektöründe nihai ürün olarak da sınıflandırılan “Özel Bor Bileşikleri” mevcuttur. Bu özel bor bileşiklerin her biri farklı sektörlerde belirli amaçlar için kullanılmaktadır. Bor, bor alaşımları, bor tuzları ve organometalik bor kompleksleri ya kendi başlarına ileri teknoloji malzemesidirler ya da başka maddelere katılarak onlara ileri teknoloji malzemesi özelliği kazandırır. Bu ürünlerden en yaygın kullanım alanlarına sahip olanlarını; Susuz Borik Asit(Bor Oksit), Sodyum Bor Hidrür, Potasyum Bor Hidrür, Boranlar, Metal Borürler, Disodyum Oktaborat Tetrahidrat, Bor Triklorür, Çinko Borat, Metalik(Elementel) Bor, Ferrobor, Bor Karbür, Bor Nitrür ve Bor Fiberleri olarak sıralayabiliriz (TMMOB-Rapor, 2003:3).

Bor madenleri topraktan çıkarıldıktan sonra kırma, eleme, yıkama ve öğütme işlemlerinde sonra ilgili sanayilerin kullanımına hazır hale getirilmektedir.

#### **Stratejik Bir Maden Olarak Bor:**

Bor madeni çok eski zamanlardan beri bilinen ve kullanılan önemli bir madendir. Bor tuzları yaklaşık 4000 yıl önce ilk kez Tibet’de bulunmuştur. Tibet göllerinin sığ kesimlerinden çıkarılarak Himalaya’lar üzerinden Hindistan’a ve oradan da Mezopotamya’ya uzanan yollar kullanılarak ithal edilen bor tuzlarından yararlanılmıştır. Bor madeninin Avrupa’ya Tibet’ten Marko Polo tarafından getirildiği tahmin edilmektedir. Bor adının Arapça Buraq veya Farsça Burah kelimesinden geldiği düşünülmektedir. Ayrıca bazı kaynakçalarda, boraks minerali ile ilgili olarak “boorak”, “bayrach” ve “borar” gibi isimler de kullanılmaktadır. Yine günümüzde Boraks yerine Tinkal adı da kullanılmaktadır. “Tinkal” adı da “Uzakdoğu” anlamına gelen “tinkar” sözcüğüyle eş anlamlıdır. Tarihte Bor’u ilk kez Babiller altın elde etmek için kullanmışlardır. Bunun dışında bor, Çinlilerce seramik ve cam yapımında, Mısırlılarca mumyalamada, Romalılarca cam yapımında, antik çağlarda Etiler ve Sümerliler tarafından altın ve gümüş işlemeciliğinde lehim olarak, yine Eski Yunan ve Romalılarca bor tuzları zemine serpilerek arena temizliğinde kullanılmıştır. 875 yılında ise Araplar ilk kez bor tuzlarından ilaç elde etmişlerdir. Sanayi hammaddesi olarak ilk boraks madenciliği ise 1852 yılında Şili’de başlamıştır.

**Tablo:1** Bor madenlerinin kullanım alanları

**Table:1** Boron mine using areas

KULLANIM ALANI	KULLANIM YERLERİ
Askeri & Zırhlı Araçlar	Zırh levhaları, Seramik levhalar, Silah namluları vb.
Cam Sanayi	Borosilikat camlar, Laboratuar camları, Uçak camları, Borcam, Pyrex, İzole Cam elyafı, Tekstil cam elyafı, Optik lifler, Cam seramikleri, Şişe, diğer düz camlar, Otomotiv camları vb.
Elektronik ve Bilgisayar Sanayi	İşlemciler, LCD Ekranları, CD Sürücüler, Akım levhaları, Bilgisayar ağları; sıcaklığa-aşınmaya dayanıklı Fiber Optik kablolar, Yarı iletkenler, Vakum tüpleri, Dielektrik malzemeler, Elektrik kondansatörleri, Kapasitörler, Gecikmeli sigortalar, Bataryalar, Lazer yazıcı tonerleri vb.

STRATEJİK BİR MADEN OLARAK BOR MİNERALLERİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ

Enerji Sektörü	Güneş enerjisinin depolanması, Güneş pillerinde koruyucu olarak, Hücre yakıtları vb.
Fotoğrafçılık ve Görüş Sistemleri	Kamera ve objektif camları, Fotoğraf makinaları, Dürbünler, Banyo ve film İmalatı
İlaç ve Kozmetik Sanayi	Dezenfekte ediciler, Antiseptikler, Diş macunları, Lens solüsyonları, Kolonya, Parfüm, Şampuan vb.
İletişim Araçları	Cep telefonları, Modemler, Televizyonlar vb.
İnşaat Sektörü	Çimentoda direnç artırıcı ve izolasyon amaçlı olarak
Kağıt Sanayi	Beyazlatıcı olarak
Kauçuk ve Plastik Sanayi	Naylon ve Plastik malzemeler vb.
Kimya Sanayi	Bazı kimyasalların indirgenmesi, Elektrolitik işlemler, Flotasyon ilaçları, Banyo çözeltileri, Katalistler, Atık temizleme amaçlı olarak, Petrol boya, Yanmayan ve Erimeyen boyalar, Tekstil boya, Yapıştırıcılar, Soğutucu kimyasallar, Korozyon önleyiciler, Mürekkep, Pasta ve cilalar, Kibrit, Kireçlenme önleyicileri, Dezenfektan sıvılar, Sabun, Toz deterjanlar, Toz beyazlatıcılar, Parlaticılar vb.
Koruyucu	Ahşap malzemeler ve ağaçlarda koruyucu olarak, Boya ve vernik kurutucularında vb.
Makine Sanayi	Manyetik cihazlar, Zımpara ve aşındırıcılar Kompozit malzemeler, vb.
Metalürji	Kaplama sanayiinde Elektrolit olarak, Paslanmaz ve alaşımlı Çelik, Sürtünmeye - Aşınmaya karşı dayanıklı malzemeler, Kaynak elektrotları, Metalurjik Flaks, Refrakterler, Briket malzemeleri, Lehimleme, Döküm malzemelerinde katkı maddesi olarak, Kesiciler.
Nükleer Sanayi	Reaktör aksamları, Nötron emiciler, Reaktör kontrol çubukları, Nükleer kazalarda güvenlik amaçlı ve nükleer atık depolayıcı olarak,
Otomobil Sanayi	Hava yastıklarında, Hidroliklerde, Plastik aksamda, Yağlarda ve metal aksamlarda, Sıcaklık ve ses Yalıtımı sağlamak amacıyla, antifrizler vb.
Patlayıcı Maddeler	Fişek vb.
Seramik Sanayi	Emaye, Sır, Fayans, Porselen boya vb.
Spor Malzemeleri	Kayak aksamları, Tenis raketleri, Balık oltaları, Golf sopaları, Darbe koruyucular vb.
Tarım Sektörü	Biyolojik gelişim ve kontrol kimyasalları, Gübreler, Böcek - bitki öldürücüler, Yabani ot mücadelesi vb.
Tekstil Sektörü	Sıcaklığa dayanıklı kumaşlar, Yanmayı geciktirici ve önleyici selülozik malzemeler, İzolasyon malzemeleri, Tekstil boya, Deri renklendiricileri, Yapay ipek parlatma malzemeleri, vb.
Tıp	Osteoporoz tedavileri, Alerjik hastalıklar, Psikiyatri, Kemik gelişimi ve Artrit, Menopoz tedavisi, BNTC terapi yöntemiyle beyin kanserlerinin tedavisi, Manyetik Rezonans görüntüleme cihazlarında vb.
Uzay ve Havacılık Sanayii	Sürtünmeye - aşınmaya ve sıcaklığa dayanıklı malzemeler, Roket yakıtı, Uydular, Uçaklar, Helikopterler, Balonlar

Kaynak: TMMOB Maden Mühendisleri Odası.

Bor geçmişten günümüze önemi ve kullanımı sürekli artan bir madendir. Gelişen sanayi faaliyetleri ve teknolojik gelişmelerle değerinin iyice anlaşılması sonucu birçok alanda kullanımının olması bor madenine olan ilgiyi ve talebi de artırmıştır (Tablo:1).

Günümüzde sanayi üretiminin vazgeçilmez temel stratejik hammaddelerinden biri olmuştur. Özellikle ikinci dünya savaşı sonrası bor kimyasının hızlı gelişimi sayesinde, bugün hammadde, rafine ve nihai ürün şeklinde en az 200'de alternatifsiz olmak üzere

250'ye yakın alanda kullanılmaktadır. Bor ilave edildiği malzemelerin katma değerlerini önemli şekilde yükseltmekte, bu nedenle "sanayinin tuzu" olarak adlandırılmaktadır. Gelişen teknolojiler bor kullanımı ve Bor'a olan bağımlılığı artırmakta, borun stratejik mineral madde olma özelliği giderek daha da belirginleşmektedir (TMMOB-Rapor, 2003:6).

Eski çağlardan beri uygarlıklar ham bor minerallerinden faydalanmalarına karşılık, son yüzyılda sanayileşme ve teknolojidaki hızlı gelişmeler bor minerallerine olan talebi ve ihtiyacı aşırı şekilde artırmıştır. Cevher zenginleştirme yöntemiyle ham bor, fiziksel ve kimyasal işlemlerden geçirilerek rafine bor ürünler elde edilmektedir. Bor minerallerinde yapılan zenginleştirme faaliyetleri sonucu birçok alanda kullanımına imkan sağlanmaktadır. Sanayi faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılan bor, çeşitli sanayi uygulamaları için uygun bor bileşiklerini üretmede birbirinden farklı yöntemlere başvurulmaktadır. Bazı sanayi dalarında mineral konsantreleri kullanılırken, bazılarında da rafine edilmiş borlar kullanılmaktadır. Bor sanayide hammadde, rafine madde, ara ürün ve ilave ürün olarak kullanılma imkanlarına sahiptir. Bor minerallerin bir kısmı diğer minerallerin yerine de kullanılabilir. Yani birbirlerinin yerine ikame edilebilme özelliğine sahiptirler. Yine bazı bor mineralleri ve bileşikleri diğer bor bileşiklerinin üretiminde ara madde olarak kullanılmaktadır.

Bugün birçok alanda kullanımı olan bor, özellikle ileri teknoloji ürünlerinde önemli teknolojik yeniliklerin gerçekleşmesini ve geliştirilmesini sağlayan anahtar element rolünü üstlenmiş ve üstlenmeyi sürdürmektedir (Bilim ve Teknik Dergisi, 2002:38).

Bor minerallerinin sanayi üretiminde kullanımı oldukça yaygın olup, bu yaygınlık gün geçtikçe artmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde borun ne kadar değişik alanlarda kullanıldığını görmek mümkündür. Bor mineralleri başta askeri araçlar, cam sanayi, elektronik ve bilgisayar, enerji, ilaç, iletişim, kağıt, kimya sanayi, makine sanayi, metalurji, nükleer sanayi, otomotiv, tarım, tıp, uzay ve havacılık gibi çok önemli alanlarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İnsanın yaşamında kullandığı ve faydalandığı tüm araç-gereçlerde borun kullanıldığı gerçeğini görmekteyiz.

Bor madeninin hafif olması, gerilmeye karşı dayanıklı olması ve kimyasal etkilere dayanıklılığı nedeniyle plastik üretiminde, sanayi elyafı üretiminde, lastik, kağıt, tarımda, nükleer enerji santrallerinde izolasyon maddesi olarak ve roket yakıtlarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yine camın ısıyla genişlemesini önemli ölçüde azatlığını, camı asitte ve çizilmeye karşı koruduğu, titreşimi yüksek ısı etkilerine dayanıklı olduğu için elektronik ve uzay araştırmalarında kullanılacak camların üretiminde önemli bir yeri vardır.

Bor bileşiklerinin bir kısmı yüksek sertlik dercesine sahiptir. Elmaştan sonra en sert element bordur. Bu nedenle aşındırıcı ve ışık kıran olarak metalleri ve süper alaşımları kesme, bileme ve cilalama işlemlerinde rahatça kullanılmaktadır.

Bor ve hidratları yanma sıcaklığı en yüksek olan elementtir. Bu nedenle hava ve uzay araçlarında yakıt olarak düşünülmektedir. Amerikan Deniz kuvvetlerinde sodyum bor hidrat jet yakıtı olarak kullanılmaktadır. Yine bor hidrat triklorid veya florid petrol arıtma işlemlerinde katalizör madde olarak ve bor nikel katalizörü de karbon monoksidin yakıtı çevrilmesinde kullanılmaktadır (DTM-Raporu, 2007:2). Öte yandan özellikle uzay sanayinde bor kullanımının önemli boyutlarda olduğunun açığa çıkması sonucu Rusya'nın geliştirdiği Rus uzay mekiğine "Bor (Boron Space Shuttle)" adının verilmesi dikkat çekicidir.

Bugün ABD ordusu tarafından kullanılan ileri teknoloji ürünü savunma ve saldırı silahları ile savaş uçaklarının tamamı Zip ya da Hermes olarak adlandırılan projenin ürünüdürler. Örneğin; U-2, SR-71 Blackbird, F-117 Stealth Fighter, F-22, B-52 savaş uçaklarının tamamı Zip projesi kapsamında üretilen XB-70'in geliştirilmiş tasarımlarıdır. Geliştirilen yakıtlar, yaklaşık aynı tarihlerde üretilen XB70 Valkyrie "Boron Bomber" bombardıman uçağı ve SR-71 Blackbird süpersonik stratejik bombardıman uçaklarında 'Pentaboran' ve 'Etilboran' olarak isimlendirilen bor katkılı yakıt kullanılarak uçakların hem hızları hem de uçuş mesafeleri artırılmıştır. Daha sonra geliştirilen F-117 "Stealth Fighter" Meteor (MRAAM) uçakları ve General Dynamics firması tarafından üretilen BGM109

Tomahawk, UGM-109 Tomahawk füzelerinde de bor katkılı yakıtlar kullanılmaktadır ((TMMOB-Rapor, 2003:14).

Son yıllardaki bilimsel çalışmalar, bor ve bor bileşiklerini, hidrojen depolama ve üretiminde kullanılan bir enerji kaynağı konumuna getirmiştir. Bu nedenle, borun, hidrojen ve yakıt pili teknolojileri için önemi giderek artmaktadır. Hidrojen, bir bor bileşiği olan Sodyum Borhidrürden hiçbir zararlı yan ürün oluşmaksızın üretilebilmektedir. Sodyum Borhidrür, ayrıca yakıt pilleri için potansiyel yakıt konumundadır. Bu gelişmelere bağlı olarak Sodyum Borhidrürle ilgili yapılan deneyler sonucunda hidrojen elde edilmiş ve bununla 200 wattlık bir ampul yanabildiği tespit edilmiştir Hidrojen çok etkin ve temiz bir yakıttır ve yanması sonucu kirliliğe yol açacak herhangi bir ürün ortaya çıkmaması nedeniyle aynı zamanda da çevreye uygun bir enerji kaynağıdır. Gelecekte petrol ve kömür gibi taşıl (fosil) yakıtların tükenebileceği göz önüne alınırsa bor geleceğin yakıtı konumuna da geçebilecektir.

Borun yaygın olarak kullanıldığı alanlardan biri de iletişim, elektronik ve bilgisayar teknolojisidir. Dizüstü bilgisayarlar, cep telefonları ve diğer hareketli (mobil) iletişim araçlarında kullanılan akım levhalarının temel hammaddelerinden biri bordur.

Bor bileşikleri ve bor lifleri plastik veya metallerde yüksek dayanıklılığa ve esnekliğe sahiptir. Borlu bileşiklerin yüksek ısıya dayanıklı olması, esnekliği ve hafifliği nedeniyle, jet motorlarının motor aksamında ve kanatçıklarında da kullanılmaktadır. Yine bor bileşikleri titanyumla karıştırıldığında savaş uçaklarının ve uzay araçlarının daha da hafiflemesine neden olmaktadır.

Piyade tüfeği, tabanca, top ve tank üretiminde zırhlı personel araçların zırhlarını güçlendirici seramik plakalarda da bor kullanılmaktadır. Borla güçlendirilmiş cam malzemelerin iletken olmayan ve düşük dielektrik özelliği onları radarlara karşı görünmez kıldığı için askeri teçhizat yapımında oldukça büyük bir öneme sahiptir. ABD ordusu tarafından kullanılan gizli teknoloji ürünü hayalet uçaklar ve donanımlarının üretiminde bor ve rafine bor ürünlerinin kullanıldığı düşünülmektedir (DTM- Raporu, 2007:4).

Bor ve borlu bileşikler nükleer sanayinde de büyük bir öneme sahiptir. Atom reaktörlerinde bor çelikler, bor karbürler ve titanbor alaşımları kullanılmaktadır. Bor nükleer reaktörlerde parçalanma sonucu çıkan termal nötronları emme kabiliyeti bakımından rakipsizdir. Ayrıca nükleer atıkların depolanması için de kolemanit minerali kullanılmaktadır.

Bor farklı maddelerle birlikte birçok alanda kullanılmaktadır. Bor demir ve nadir toprak elementleri kombinasyonu (METGLAS) % 70 enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu güçlü manyetik ürün: bilgisayar disk sürücüler, otomobillerde direk akım motorları ve ev eşyaları ile protatif güç aletlerinde kullanılmaktadır (DPT-Raporu, 2001:18)

Görüldüğü gibi bor gelişen teknolojilere bağlı olarak gün geçtikçe farklı bir kullanım alanına sahip olmaktadır. Bor ve borlu bileşiklerle ilgili birçok araştırma ve projeler geliştirilmektedir. Özellikle askeri araç-gereç, uzay ve hava araçları, iletişim ve enerji üretimi konularına yönelik araştırmalar başta ABD olmak üzere gelişmiş Avrupa ülkeleri ve Japonya'da yoğun bir şekilde devam etmektedir. Bu ülkelerde devam eden araştırmalar ve gelişen teknolojiler daha çok yapı elemanlarına ve yakıtlara yöneliktir. Özellikle borlu yakıtların kullanıldığı uçakların hem hızları hem de uçuş mesafeleri arttığı gibi, radarlara yakalanmama ve araç ağırlıklarının da azalmasına neden olmaktadır.

Bor minerallerinin kara ve deniz ulaşımında kullanılan araçlarda da yapı elemanlarına ek olarak diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında yüksek yoğunlukta enerjiye sahip olması nedeniyle yakıt olarak da kullanımı konusunda araştırmalar devam etmektedir. Borun tutuşma sıcaklığının yüksek olması, yanma sonucunda kolaylıkla aktarılabilir katı ürün vermesi ve çevreyi kirletecek atıkların açığa çıkmaması, bu ürünün enerji kaynağı olarak kullanılmasını cazip kılmaktadır.

Stratejik öneme sahip olan bor mineralinin, yüksek oranda B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren atıklarının değerlendirilmesi zorunludur. Diğer taraftan bu atıklar çevre açısından da sorun oluşturmaktadır. Katı atıkların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bor endüstrisi katı atıkları, özütleme ile katı atıktaki borun geri kazanılması, çimento, yapı

malzemesi, seramik, sır ve gübre üretiminde katkı maddesi olarak kullanımı şeklinde değerlendirilebilmektedir. Boraks katı atıklarından özütleme ile borun geri kazanılması ile ilgili çalışmalarda çözücü olarak su, kükürtdioksit ve karbondioksit ile doyurulmuş su, sodyum karbonat ve sodyum bikarbonatın sulu çözeltileri kullanılmış, çeşitli sıcaklık, çözücü derişimi, katı /sıvı oranı, çözme sürelerinde bor yüksek verimlerle geri kazanılmıştır (Özdemir vd., 2003:176).

Yine Japon bilim adamlarınca Magnezyum Diboridin geleceğin süper iletkeni olabileceği tespit edilmiştir. Süper iletkenler çok yüksek akım yoğunlukların hiçbir enerji kaybına uğramadan taşıyabildikleri için santrallerden şehirlere verimli enerji iletimi ve enerji depolanması gibi uygulamalarda rahatça kullanılabilir. Kullanım alanı bu kadar geniş, sanayi ve teknoloji üretiminde önemli rol oynayan bor madeni stratejik bir öneme sahip olup, gün geçtikçe stratejik özelliği daha da artmaktadır.

#### Türkiye’de Bor Madeninin Tarihiçesi

Daha önce ifade edildiği gibi bor madenin varlığı ve kullanımı çok eski zamanlara dayanmaktadır. Anadolu’da yani Türkiye’de bor minerallerinin bulunması ve kullanılması çok eski çağlara kadar gitmektedir. İznik çinilerinin özel renkli glazürlerinde bor bileşiklerinin bulunması bunun açık bir kanıtıdır.

Türkiye’de 1861 yılında çıkartılan “Maadin Nizamnamesi” uyarınca ilk bor işletmeciliği 1865 yılında Susurluk Sultançayırı’nda bir Fransız şirkete işletme hakkının verilmesiyle başlamıştır. Bu tarihten itibaren özellikle cumhuriyet öncesi dönemlerde verilen taviz ve ayrıcalıklarla bor madenlerimiz önemli ölçüde yabancı şirketlerce kullanılmıştır. Üretimi elinde tutan uluslararası şirketler hiçbir zaman Türkiye’de rafine bor tesisi kurmamışlardır. 1950’li yıllardan itibaren ise bor madenciliği alanında bazı dağınık ve küçük ölçekli Türk işletmeleri faaliyete başlamışlardır. Etibank bor tuzlarıyla ilgilenmeye başlamış, çeşitli zorluklara rağmen bor ürünleri üretip ihraç etmeye başlamıştır. 1950 yılında Bigadiç’te 1954’te Mustafa Kemal Paşa’da, 1956’da Emet’te kolemanit yatakları, yine aynı dönemlerde Kırka’da boraks yatakları bulunmuştur. Etibank ilk kez 1958 yılında Emet’te bor madeni işletmeciliğine başlamıştır. 1964 yılında ise Polonyalı bir şirket olan Polimax ile işbirliğine gidilerek Bandırma’da Boraks ve Asit Borik fabrikası kurulmuştur.

Türkiye’de faaliyete geçen bor işletmelerinin fazla verimli olmaması, dış piyasalardaki firmalarla rekabet edememesi ve ülkemizin bu kaynaktan fazla faydalanmaması nedeniyle üretimin, işletmenin ve pazarlamanın tek elden yönetilmesi amacıyla 1978 yılında çıkarılan 2172 sayılı yasa ile bor madenleriyle ilgili faaliyetlerin tamamen devlet adına üretmek, işletmek ve pazarlamak üzere Etibank A.Ş’nin yönetimine bırakılmıştır.

Bor madenlerinin Etibank’ın eline geçmesiyle kısa sürede işletmeleri ve üretimleri artarak dünyanın en büyük bor bileşikleri üreticilerinden biri haline gelmiştir. Etibank’ın bankacılık kısmının özelleştirilmesiyle 1998 yılında yeniden yapılanmaya gidilmiş ve Eti Holding A. Ş adını almıştır. 2840 sayılı maden kanunu hükümlerinin geçerli olduğu bu yapılanmada bor madenlerinin tüm tasarruf hakkı devlet adına bu kuruluşa bırakılmıştır. Bu kuruluş bor madenlerini işlemek, üretmek ve pazarlamak için kendine bağlı Eti Bor A. Ş’yi kurmuştur.

#### Türkiye ve Dünyadaki Bor Rezervleri

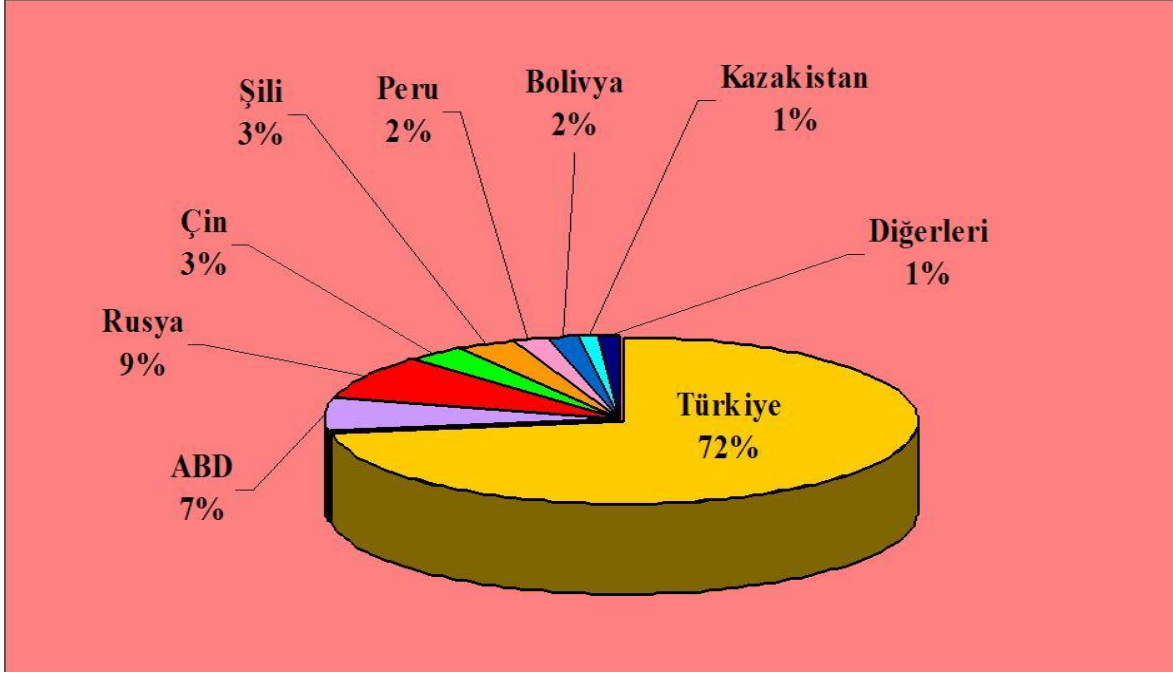
Dünyada mevcut görünür rezerv olarak 369. 000 milyon ton bor madeni tespit edilmiştir. Bu görünür rezervin yanında bir de muhtemel ya da mümkün olabilecek rezerv alanlarda bulunmaktadır. Bor içerebilecek bu muhtemel rezervler ise 807. 000 milyon tondur. Dünyadaki bor rezervini, gerek görünen gerekse muhtemel olarak değerlendirdiğimizde karşımıza bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) bazında 1.176.000.000 milyon ton gibi bir rakam çıkmaktadır. Dünya bor rezervleri içinde gerek miktar gerekse oran bakımından en zengin ülke Türkiye’dir. Türkiye bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) bazında 851. 000 milyon ton ile dünyanın en zengin bor ülkesidir. Türkiye dünya görünür rezerv içinde % 61,5, muhtemel rezerv içinde, % 77,3 ve toplam rezervde ise % 72,3’lük bir orana sahiptir (Tablo:2, Şekil:1). Eti Maden İşletmelerinin 2007 yılı faaliyet raporuna göre Türkiye’de görünür ve muhtemel olarak 883. 000 milyon ton bor rezervi ile dünya bor rezervinin % 67’sine sahip olduğunu ancak Kazakistan’da bulunan Satimola bor yataklarının yaklaşık 102 milyon ton bor oksit



(B2O3) rezervi dikkate alınmadığı takdirde bu oranın % 72 civarında olduğu ifade edilmektedir (EMİ-Rapor, 2007:36). Bunun yanında U. S. Geological Survey Mineral kuruluşu Türkiye ile ilgili rezerv verilerini kasıtlı olarak küçük gösterme eğilimi içindedir.

Yine Yabancı ülkelerin Türkiye'nin bor madenleri konusundaki yaklaşımını veya düşüncelerini izah etmek amacıyla Türkiye'de bor madenciliğinin tarihine bakmakta fayda vardır. Balıkesir Sultançayır'daki bor yatakları 27 Ekim 1950 tarihinde 3/12002 Sayılı kararname ile "Dünya Tekeli" konumundaki Borax Consolidated Ltd.'e devredilmiştir. Borax Consolidated Ltd. şirketi, o dönemdeki hükümetçe çıkartılan yasalardan daha fazla yararlanmak için 25 Kasım 1955 tarihinde isim değiştirmiş, adının başına " Türk" kelimesini koyarak, sermayesinin % 94'ü merkezi İngiltere'de bulunan Borax Consolidated Ltd. Şirketine, % 2'si Türk ortaklara, % 4'ü de İngiliz ortaklara ait olmak üzere, "Türk Boraks Madencilik A. Ş " adını almış, Sultançayır bor maden imtiyazını da 6 Ocak 1956 tarihinde yeni oluşturulan şekli üzerine tescil ettirmiştir. Şirket, ülkemizdeki Bor madeni sahalarında ciddi bir arama faaliyeti yapmamış veya bulduğu bazı rezerv miktarlarını düşük göstermiştir. Örneğin, söz konusu şirket Kırka'nın (Eskişehir) Sarıcakaya bölgesinde yaptığı sondajlar sonucu tespit ettiği rezervi 10 milyon ton olarak açıklamış ve bu alan için 45 yıllık imtiyaz talebinde bulunmuştur. Ancak şüpheler üzerine aynı bölgede MTA tarafından yapılan bor madeni araştırmalarında Sarıcakaya'daki rezervin 400 milyon ton olduğu ortaya çıkarılmıştır. 1967 yılında ise Kırka bor sahasının 1 milyar ton rezervli çok zengin bir saha olduğu anlaşılmıştır. Daha sonra sahada yapılan çalışmalar sonucunda Kırka bor madeni yataklarının, dünyanın en büyük ve en zengin yatakları olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye benzer durumu ve sorunu bor teknolojisi ve sanayisi kurma konusunda da yaşamıştır. Bor minerallerinin hammadde olarak ihracı yerine, yarı ürün ve ürün hale getirilerek değerlendirilmesinin ülke ekonomisine daha büyük yarar sağlayacağı düşüncesinden hareketle "Birinci Beş Yıllık Kalkınma Plan" da Boraks ve Borik Asit tesisleri yatırımının yapılması kararlaştırılmıştır. Bu karar gereği başlatılan Etibank'ın ilk bor rafine tesisleri kurma girişimleri tüm aşamalarda oyalama taktikleriyle sürekli engellenmiş, Batı Avrupa'da bu konuda söz sahibi ülkeler Türkiye'ye bu alanda teknoloji transferine ve tesis kurma girişimine yanaşmamışlardır. Bunun üzerine, yapılan uzun süreli araştırmalar ve görüşmeler sonucu, ham bor cevheri karşılığında, ülkemizde rafine Bor tesisi kurmak üzere bir Polonya şirketiyle anlaşma imzalanmıştır. Türk Boraks Madencilik A. Ş. bu girişimi, NATO'dan karar çıkartarak, 3 yıl geciktirmiş olmasına rağmen, Bandırma'da alınan arsa üzerinde Polonya'nın Polimex firması desteği ile 01 Haziran 1964 günü 20.000 ton/yıl kapasiteli Boraks ile 6.000 ton/yıl kapasiteli Borik Asit tesislerinin kurulu faaliyeti başlatılıp, 1968 yılında üretime geçilmiştir (TMMOB-Rapor, 2005:12).



**Şekil:1** Dünya bor rezerv dağılım oranları (%)

**Figure:1** World boron reserves distribution rate (%)

Türkiye'den sonra dünya toplam rezervi içinde en fazla rezerv oranına sahip ülkeler % 8,5 ile Rusya ve % 6,8 ile ABD'dir (Tablo:2). Bu değerlere göre dünyada bor madenleri konusunda başta Türkiye olmak üzere Rusya ve ABD gelmektedir. Ancak Türkiye'nin sahip olduğu oran ve miktar diğer ülkelerle kıyaslanmayacak kadar büyük bir öneme sahiptir.

Türkiye'nin mevcut rezerv miktarları Eti Maden İşletmelerinin sorumluluğunda olan 20.000 km<sup>2</sup>'lik imtiyazlı alanlar için geçerlidir. Yani 15-20 yıl öncesine ait, kısmi çalışılmış bor madeni havzalarına ait verilerdir. Konu ile ilgili uzmanlar Eti Holdingin imtiyazı altındaki sahalarda yapılacak yeni arama çalışmalarıyla, ülkemiz rezervlerinin en az iki katına çıkabileceğini belirtmektedirler (TMMOB-Rapor,2003:3). Türkiye'deki bor yataklarının bulunduğu alanlar ve meydana geldiği koşullar dikkate alındığında, bu alanda bor minerallerinin oluşumuna yataklık eden eski neojen göl havzalarının varlığı bu düşüncüyü desteklemektedir. Bu bağlamda Eti Maden İşletmeleri ve MTA arasında yapılan anlaşma gereği, bor rezervlerini aramak ve kalitelerini belirlemek amacıyla çalışmalar başlatılmış olup yer yer bor arama çalışmalarına başlanmıştır.

Dünyadaki bor rezerv durumu ve yıllık bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) tüketiminin 1,5 milyon ton olduğu dikkate alındığında, ülkemiz bor rezervleri dünya tüketimini 567 yıl boyunca karşılayabilecek düzeydedir. Bazı araştırmacılar Türkiye'deki rezerv ömrünün yaklaşık 500 yıl olabileceğini de ifade etmektedirler. Yani Türkiye'nin ortalama rezerv ömrü 500-600 yıl olarak tahmin edilebilir. Türkiye dışında yaklaşık rezerv ömrü fazla olan ülkeler 67 yıl ile Rusya ve 53 yıl ile ABD'dir. Dünyadaki bor tüketim yaygınlığı ve hızı dikkate aldığımızda yakın bir gelecekte Türkiye dışındaki tüm ülkelerde bor rezervlerinin tükeneyeceğidir. Tahminen 60-70 yıl sonra Türkiye tek başına dünya bor rezervinin tamamına sahip olacaktır. Bu durum Türkiye'yi dünya bor üretimi ve ticaretinde tek söz sahibi olan ülke konumuna getirecektir. Yani Türkiye bor konusunda tek üretici (monopol) ülke olacaktır.

**Tablo:2** Dünya toplam bor rezervleri (milyon ton)

**Table:2** Total boron reserves of the world (million tone)

STRATEJİK BİR MADEN OLARAK BOR MİNERALLERİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ

Ülke Adı	Görünür Rezerv	%	Muhtemel +Mümkün Rezerv	%	Toplam Rezerv	%	Toplam Rezerv Ömrü (Yıl)
Türkiye	227.000	61.5	624.000	77.3	851.000	72.3	567
ABD	40.000	10.8	40.000	4.9	80.000	6.8	53
Rusya	40.000	10.8	60.000	7.4	100.000	8.5	67
Çin	27.000	7.3	9.000	1,1	36.000	3.1	23
Şili	8.000	2.1	33.000	4.1	41.000	3.5	26
Peru	4.000	1.6	18.000	2.2	22.000	1.9	14
Bolivya	4.000	1.0	15.000	1.9	19.000	1.6	12
Sırbistan	3.000	0.8	.....	....	3.000	0.2	2
Arjantin	2.000	0.5	7.000	1.0	9.000	0.8	6
Kazakistan	14.000	3.7	1.000	0.1	15.000	1.3	10
<b>Toplam</b>	<b>369.000</b>	<b>100</b>	<b>807.000</b>	<b>100</b>	<b>1.176.000</b>	<b>100</b>	<b>780</b>

Kaynak:Rokskill, 2002 ve Eti Holding A. Ş (2004 tarihli) verilerinden faydalanılarak yeniden düzenlenmiştir.

Doğada saf halde bulunmayan bor yaklaşık 230 değişik minerale sahiptir. Ancak bu minerallerin hepsi aynı öneme sahip değildir. Bor minerallerinin ekonomik değeri, içinde taşıdığı bor oksit miktarına bağlıdır. Dünyada bor oksit miktarına göre ekonomik değeri fazla olan mineraller bünyelerindeki bor oksit oranlarıyla birlikte tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde içindeki bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oranları dikkate alındığında ticari değeri önemli olan başlıca mineraller: bir Sodyum Boratı olan Tinkal (Boraks) ve Kernit, bir Sodyum-Kalsiyum Boratı olan Üleksit ve Probertit, Kalsiyum Borat olan Kolemanit ve Pandemit, bir Kalsiyum-Magnezyum Boratı olan Hidroborasit ve doğal Borik Asit ürünü olan Sassolit olarak göze çarpmaktadırlar. Bu mineraller içinde özellikle Kolemanit, Tinkal ve Üleksit hem ticari değer hem de rezerv bakımından Türkiye'ye büyük bir üstünlük kazandırmışlardır. Ekonomik değeri oldukça yüksek olan bu üç mineralin en fazla bulunduğu ülke Türkiye olup, ülkemiz bu konuda rakipsizdir. Yine bu mineraller içinde bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oranı yüksek olan Pandemit ve Hidroborasitin çıkarıldığı tek ülke Türkiye'dir. Tablo 3'teki verilere bakıldığında dünyada ekonomik değeri en fazla olan minerallerin önemli dağılış gösterdiği ülkeler başta Türkiye olmak üzere ABD ve Arjantin'dir.

**Tablo:3** Ekonomik değeri olan bor mineraller

**Table:3** Boron minerals which have commercial importance

Mineral Adı	%B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Bulunduğu Yer	
		Türkiye	Dünya
Tinkal (Boraks)	36.5	Kırka, Emet ve Bigadiç	ABD ve Artjantin
Kernit (Razorit)	51.0	Kırka	ABD ve Artjantin
Kolemanit	50.8	Emet, Bigadiç ve Küçükler	ABD ve Meksika
Üleksit	43.0	Bigadiç, kırka ve Emet	Arjantin
Probertit	49.6	Kestelek ve Emet	ABD
Szaybelit	41.4		Kazakistan ve Çin
Pandermit (Priseit)	49.8	Sultançayırı ve Bigadiç	
Borasit	62.2		Almanya
Hidroborasit	50.5	Emet	
Datolit	26.7		Kazakistan ve Rusya
Sasolit	56.3		İtalya
Göl Suları		Suda erimiş bor tuzları	ABD, Şili ve Bolivya

Kaynak:TMMOB, Metalurji Muhendisleri Odası Bor Raporundan (2003) faydalanarak düzenlenmiştir.

Türkiye bor madenleri konusunda bor yataklarına sahip olan diğer ülkelere nazaran birçok üstünlüğe sahiptir. Türkiye'deki bor üretim maliyetleri diğer üretici ülkelere göre daha düşüktür. Bu yalnızca işçilik maliyetleri nedeniyle değil, madenin bulunduğu arazi yapısından da kaynaklanmaktadır. Türkiye'de üzerindeki toprak kaldırılmak suretiyle çıkarılan bor, ABD'de ise yer yer göllerin altından dahi çıkarılmaktadır. Türkiye'nin bu üstünlüklerini başlıklar halinde toplamak mümkündür:

►Türkiye'deki bor madenlerinin rezerv miktarı diğer ülkelere göre çok büyük bir oran teşkil etmektedir.

►Türkiye'deki bor madenleri çok fazla derinden çıkarılmamakta ( 40 m) bu da işletme açısından önemli kolaylıklar sağlamaktadır.

►Ekonomik değeri fazla olan bor minerallerinin Türkiye'de önemli miktarlarda bulunması. Yani bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oranı yüksek minerallerin önemli varlığı.

►Türkiye'deki bor yataklarının kullanım ömrünün diğer üretici ülkelere göre daha çok uzun olmasıdır.

Yüksek tenördeki bor cevheri çok kolay ve ekonomik olarak çıkarılmakta ve işletilmektedir. Öyle ki; atık barajlarındaki mevcut sulu atıkların B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü bile borun lokomotif konumundaki ülkelerin işlettikleri cevher ve göl sularındaki B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>tenöründen çok daha yüksektir. Bu bakımdan, bor cevherleri ülkemiz açısından daha verimli değerlendirilmesi gereken önemli bir potansiyeldir (Kılıç, 2004:32).

### **Dünyada ve Türkiye'de Bor Üretimi**

## STRATEJİK BİR MADEN OLARAK BOR MİNERALLERİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ

Dünyada bor üreten en önemli ülkeler dünyadaki mevcut bor rezervlerine sahip olan ülkelerdir. Bu ülkelere başta Türkiye olmak üzere ABD, Rusya, Kazakistan, Çin, Arjantin ve Şili'dir.

Türkiye bor rezervi açısından en önemli ülke olmanın yanı sıra dünya bor minerali üretim miktarı ve oranları bakımından da yine ilk sıradadır. Bor madeni üretiminde 1980 başlarında ve 1990'larda dünyadaki ekonomik gerilemeye bağlı olarak düşüş yaşanmışsa da yıllar itibarıyla düşük yüzdeli ancak istikrarlı bir artış eğilimi göstermiştir. Dünya üretimindeki artışın en önemli etkenlerinden biri hiç kuşkusuz kullanımı çok yaygınlaşan ve talebi çok olan bor madenlerin en önemli karşılayıcısı Türkiye'nin üretiminin son 30 yılda 300.000 ton'dan 2.500.000 tonlara ulaşan artışıdır. Bu dönemde ABD'nin bor üretimi Türkiye'ye göre daha az gerçekleşmiştir. Tablo 4'teki veriler incelendiğinde Türkiye'nin 2000-2004 yılları arasındaki üretim miktarlarının birbirine yakın değerler olarak gerçekleştiğini görmek mümkündür. 2004 yılından sonra Türkiye'nin bor üretimi önemli bir artış göstermiş olup, 2 milyon tonun üzerinde bir üretim gerçekleşmiştir. 2006 yılında ise üretim 2.500.000 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye'nin 2006 yılı üretimi (2.500.000 milyon ton) ABD, Rusya, Çin ve Arjantin'in toplam üretim miktarlarından daha fazladır (Tablo:4). Türkiye'den sonra en önemli bor üreticileri Rusya ve ABD'dir.

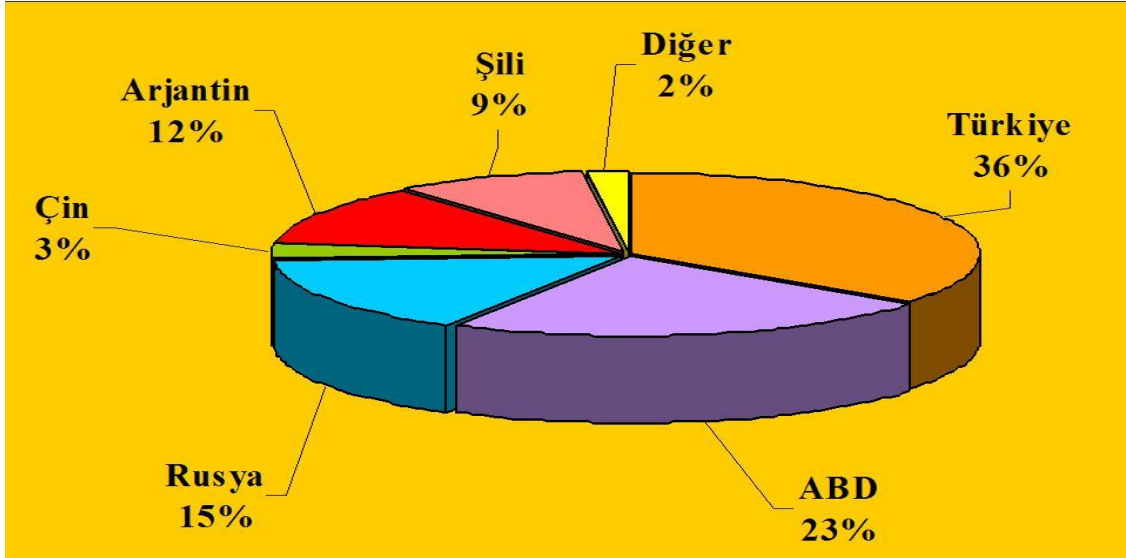
**Tablo:4** Ülkelere göre bor mineralleri üretim miktarları (bin ton B2O3)

**Table:4** Boron minerals production amount by country (thousand B2O3)

Yıllar	Türkiye	ABD	Rusya	Çin	Arjantin	Şili	Diğer	Toplam
2000	1.450	1.070	1.000	145	580	338	79	4.662
2001	1.500	1.050	1.000	150	500	338	78	4.616
2002	1.368	1.050	1.000	145	516	431	79	4.589
2003	1377	1.150	1.000	130	512	401	152	4.722
2004	1.697	1.210	500	135	821	594	110	5.067
2005	2.200	1.150	400	140	633	461	106	5.090
2006	2.500	1.240	400	145	650	460	103	5.498
Toplam	12.092	7.920	5.300	990	4.212	3.023	707	34.244

Kaynak: minerals. usgs. gov/minerals/pubs/commodity/boron/

2000-2006 yılları arasındaki dünya bor üretiminin % 36'sı Türkiye'ye, % 23'ü ABD ve % 15'i ise Rusya'ya aittir. Bu üç önemli üretici ülke dünya toplam bor üretiminin % 74'ünü gerçekleştirmişlerdir (Şekil:2). Dünya bor üretiminde Türkiye'nin en önemli rakibi ABD'dir. 2006 yılı verileri incelendiğinde Türkiye tek başına dünya toplam bor üretiminin % 45'ini, ABD ise ancak % 22,5'ini gerçekleştirebilmiştir. İki ülke 2006 yılında dünya toplam bor üretiminin % 67,5'ini gerçekleştirmişlerdir. Bor madenlerinin kullanım yaygınlığı ve rezervleri dikkate alındığında gelecek yıllarda Türkiye'nin bor üretiminin daha da artacağı ve dünya genelinde tek üretici konumuna gelebileceği söylenebilir. Türkiye'nin tek bor üreticisi olması durumunda dünyada bordan gelir elde eden tek ülke konumunda olacaktır. Türkiye bu önemli doğal kaynağından en yüksek verimi elde etmeli ve bu kaynağı en iyi şekilde kontrol altında tutup özelleştirme programlarından uzak tutmalıdır.



**Şekil:2** 2000-2006 yılları arasında dünya bor üretim oranları (%)  
**Figure:2** world boron production rate between 2000-2006 (%)

#### **Dünya Bölgesel Bor Tüketimi:**

Dünya bor üretiminden sonra dünya bor tüketimini genel olarak değerlendirdiğimizde dünya bor tüketiminin 2007 yılında bir önceki yıla göre yaklaşık % 4 oranında bir artış göstererek toplam tüketim 3.712.469 ton olarak gerçekleşmiştir. 2000'li yıllardan sonra dünya ekonomisinin büyümesine bağlı olarak bor madenine olan talep de artış göstermiştir. Bu konuda 2005-2007 yılları arasında dünya bölgelere göre bor tüketim verileri tablo 5'te düzenlenmiştir. 2005-2007 yıllarına ait verilere bakıldığında dünyada bor tüketim alanları olarak karşımıza başta Asya olmak üzere Kuzey Amerika ve Batı ve Güney Avrupa çıkmaktadır. Asya kıtası yıllık bir milyon tonun üzerinde tüketim gerçekleştirirken, Kuzey Amerika ile Batı ve Güney Avrupa bölgeleri bir milyar tonun altında tüketim gerçekleştirmektedir. Asya kıtasındaki önemli tüketici ülkelerin başında aynı zamanda bir bor üreticisi olan Çin gelmektedir. Çin dışında Japonya, Hindistan ve Malezya önemli tüketici ülkelerdir. Özellikle Güneydoğu Asya ülkeleri Türkiye için önemli bir bor pazarıdır. Çünkü Türkiye bor ihracatının % 50'sini Çin, Japonya ve Malezya gibi Asya ülkelerine yapmaktadır. Özellikle son zamanlarda bölgede Çin gibi bir ülkenin gerek sanayi gerekse ekonomik büyüme göstermesi bor madenine olan talebi artırdığı gibi, Türkiye'nin de bu bölgede pazar payını artırmıştır. Bugün Çin'deki bor pazarının %77'sine Türkiye egemen durumdadır. Bölgesel Pazar büyüklüğü açısından Asya kıtasının toplam pazardaki payı yaklaşık olarak 2007 yılında % 40 oranına ulaşmıştır. Asya 2007'deki bu % 40'lik oranı ile birinci önemli bölgesel Pazar olma özelliğini muhafaza etmiştir.

Kuzey Amerika ile Batı ve Güney Avrupa bölgeleri Asya'dan sonra ikinci ve üçüncü tüketim alanlarıdır. ABD'de 2007 yılında bor tüketiminin en yoğun olduğu sektörlerden birisi olan konut sektöründe yaşanan daralma bu ülkedeki bor tüketimini olumsuz etkilemiş ve bunun sonucunda ABD'deki bor tüketimi bir önceki yıla göre azalmıştır. Ancak bu daralmaya rağmen Kuzey Amerika'da yine başlıca tüketici ABD iken Batı ve Güney Avrupa'da ise sanayileşmiş Avrupa Birliğine üye ülkelerdir. Kuzey Amerika'daki bu talep daralmasına karşın Asya'daki talep artışı dünya bor tüketiminde bir dengeleme yaratmıştır. Bu üç önemli tüketici bölgeden sonra diğer bir önemli bor tüketici alan Orta ve Güney Amerika ülkeleridir. Burada da önemli tüketiciler olarak Arjantin, Brezilya, Şili ve Peru'dur. Bor tüketiminin en az olduğu bölgeler ise sanayileşme bakımında fazla gelişmemiş olan Afrika ve Orta Doğu'dur. Ancak bu iki bölgenin 2005-2007 verileri incelendiğinde az da olsa yıllık tüketimlerinin bir artış eğilimi içine girdiğini görmek mümkündür (Tablo:5).

Dünya bor tüketimini 2007 yılına göre değerlendirdiğimizde toplamda 3.712.469 ton bor tüketimi gerçekleşmiştir. Bu toplam üretimin yaklaşık yarısı olan 1.498.836 tonu Asya

## *STRATEJİK BİR MADEN OLARAK BOR MİNERALLERİNİN TÜRKİYE İÇİN ÖNEMİ*

kıtasında tüketilmiştir. Bu tüketim dünya toplam tüketiminin % 39,8'ini oluştururken, Batı ve Güney Avrupa % 16,8 ve Kuzey Amerika'da % 23,9'unu gerçekleştirmiştir (Tablo:5).

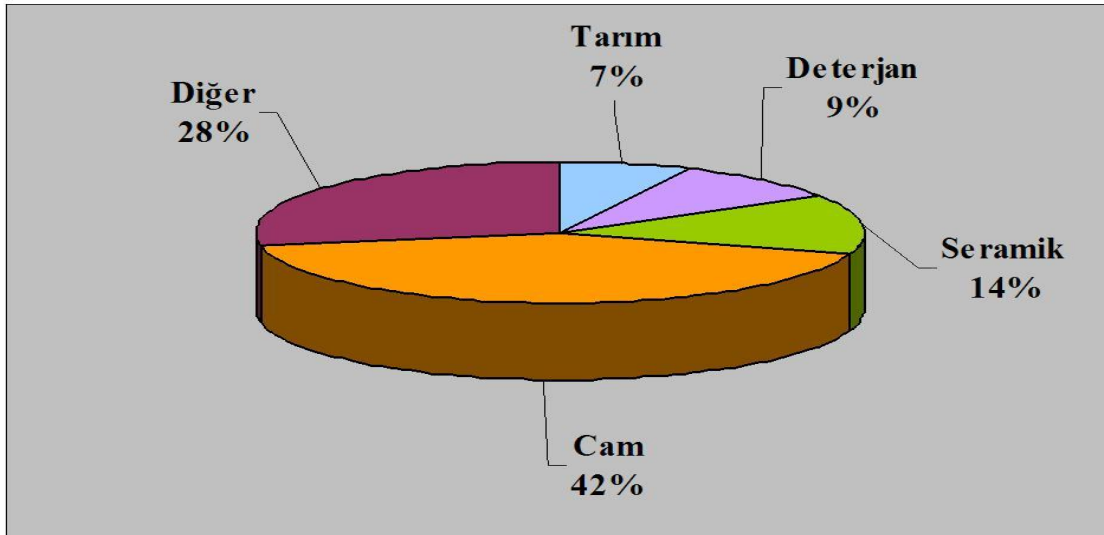
Genel olarak dünya bor tüketimi, bor üreticisi olan ülke ve bor teknolojisine sahip kalkınmış ülkelerde gerçekleştiğini görmekteyiz. Bor minerallerinin kullanım yaygınlığı ve stratejik önemi dikkate alındığında önümüzdeki dönemlerde bor tüketiminin giderek artacağı söylenebilir. Yine dünya bor tüketimi dünya genelinde yaşanan ekonomik kriz veya değişimlere göre de seyir değiştirebilmektedir.

**Tablo:5** Yıllara göre dünya bor tüketimi  
**Table:5** World boron consumption by year

Bölge	2005		2006		2007	
	Ton	%	Ton	%	Ton	%
Batı ve Güney Avrupa	627.805	19.1	675.645	18.7	632.085	16.8
Kuzey Avrupa	45.290	1.4	40.820	1.1	43.920	1.2
Doğu Avrupa	105.230	3.2	141.040	3.9	180.050	4.8
Kuzey Amerika	950.750	29.0	1.013.250	28.0	899.250	23.9
Orta ve Güney Amerika	364.047	11.1	393.886	10.9	416.200	11.1
Orta Doğu	31.000	0.9	30.412	0.8	50.278	1.3
Asya	1.124.458	34.3	1.286.339	35.6	1.498.836	39.8
Okyanusya	16.500	0.5	17.132	0.5	18.700	0.5
Afrika	15.150	0.5	14.450	0.4	23.150	0.6
<b>Toplam</b>	<b>3.280.230</b>	<b>100</b>	<b>3.612.974</b>	<b>100</b>	<b>3.712.469</b>	<b>100</b>

Kaynak: Eti Maden İşletmeleri yıllık faaliyet raporlarından faydalanılarak düzenlenmiştir.

Bor mineralleri ve rafine bor ürünleri çok geniş ve farklı alanlarda kullanılmaktadır. Uygulama alanlarına göre dünya bor tüketiminin dağılımı şekil 3'te gösterilmiştir. Dünya bor tüketiminin % 42'si cam sanayinde, % 14'ü seramik, % 9'u deterjan, % 7'si tarım ve % 28'i ise diğer değişik alanlarda kullanılmaktadır (Şekil:3).



**Şekil:3** Dünya bor kullanımının sektörel dağılım oranları (%)  
**Figure:3** Sectoral distribution rates of world boron usage (%)

Çeşitli alanlarda ekonomik olarak kullanılan bor minerali ve bileşiklerinin kullanım alanları günlük yaşamımıza ve sanayinin her alanına girmiş olup, gün geçtikçe daha da artmaktadır. Tüketimde kullanım alanları bölgelere göre önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Avrupa'da en fazla bor tüketimi çok büyük bir farkla deterjan sanayinde kullanılan Sodyum Perborat üretiminde olurken, Kuzey ve Orta Amerika'da izolasyon cam (fiberglas) alanında olmaktadır. Japonya'daki tüketimin ise tekstil ürünlerinde kullanılan borlu fiberlerde olduğu tahmin edilmektedir (İTO-Bor Raporu, 2006:15).



Genel olarak değerlendirildiğinde sektörel bor tüketimi açısından cam sektörü en yüksek miktarda bor tüketilen sektör olma özelliğini sürdürmektedir. İkinci büyük tüketim sektörü olan seramik sektörü de önemini korumuş olup genel ekonomik büyüme paralelinde bu sektörde de bor talebi önemli seviyelerde olmuştur. Ancak frit-seramik ile cam endüstrilerinde, alternatif maliyet avantajlarından dolayı Avrupa pazarlarından Asya pazarlarına doğru bölgesel üretim kaymalarının olması Batı ve Güney Avrupa'da bor tüketiminin düşmesine neden olmuştur (EMİ-Rapor, 2007:36).

#### Türkiye'deki Bor Madenlerinin Coğrafi Dağılışı ve Oluşumu:

Türkiye'deki bor madeni yatakları Batı Anadolu'da dağılışı göstermektedir. Bor madeni yatakları Balıkesir (Bigadiç), Eskişehir (Kırka), Kütahya (Emet) ve Bursa (Kestelek)'de bulunmaktadır (Şekil: 4). Türkiye'de bor madenciliği genellikle açık ocak madenciliği şeklinde yapılmaktadır. Türkiye'nin sadece dünyanın en büyük bor rezervlerine sahip olmakla kalmayıp aynı zamanda bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) içeriği en yüksek cevhere, işlenmesi ve kullanılması en kolay yataklara da sahip olduğu görülür.



Şekil:4 Türkiye'de bor madenlerinin bulunduğu ve işlendiği alanlar haritası (EMİ)

Figure:4 The map of boron mine distribution in Türkiye

Bor yatakları genellikle genç volkanik hareketlerin egemen olduğu kurak yörelerde oluşmuşlardır. En sık rastlanan bor oluşumları evaporit tipi yataklardır. Fay hatları ve çatlaklar boyunca ilerleyen borca zengin magmatik getirimlerin kapalı bir göl sisteminde mevcut Na, Ca ve Mg iyonlarıyla etkileşerek çökelmeleri sonucu oluşmuşlardır. ABD'de olsun, Türkiye'de olsun büyük ve önemli bütün bor yatakları bu genel kurala uygun olarak oluşmuşlardır (İpekoğlu ve Polat, 1987:7).

Yukarıdaki açıklamaya bağlı olarak Türkiye'de bor madeni yataklarının oluşum alanlarının geçmiş jeolojik dönemde eski birer neojen göl havzası olduğu bilinmektedir. Bu neojen göl havzalarının bulunduğu alanlarda yaşanan magmatik püskürmeler ve iklimde meydana gelen kuraklaşmalar sonucu neojen göl havzalarında bor madenlerinin oluştuğunu görmekteyiz. Bazı araştırmacılar, Türkiye bor tuzu rezervlerinin hemen hemen % 100'e yakın bir oranda toplandığı ve Balıkesir-Bursa-Eskişehir-Kütahya illeri dahilinde kalan bu alanı Türkiye Boraks veya Borat tuzu bölgesi olarak adlandırmaktadırlar (Doğanay, 1995:325).

#### Türkiye'de Bor ve Bor Ürünleri Üretim Merkezleri ve Faaliyetleri

Bugün Türkiye'de bor madeni, bor mineralleri ve kimyasallarının tek üretici ve ihracatçısı olan Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından işletilmektedir. Eti

Maden İşletmelerine bağlı bor üretim işletmelerinin genel kapasite ve özellikleri, Eti Maden İşletmelerinin 2007 yılı Faaliyet raporuna göre aşağıda özetlenmiştir.

### **Bandırma bor ve asit fabrikaları işletme müdürlüğü**

Balıkesir iline bağlı Bandırma ilçesinde 1967 yılından beri üretim faaliyetinde bulunmaktadır (Şekil:5). Bor minerallerinin katma değeri yüksek, rafine bor ürünlerine dönüştürülmesi amacı doğrultusunda tesislerde, Boraks Dekahidrat, Boraks Pentahidrat, Borik Asit, Sodyum Perborat ve Bor Oksit üretilmekte olup, üretilen ürünlerin önemli bir miktarı ihraç edilmektedir. Bandırma işletmesi bor çıkarım yeri değil sadece bor işleme ve üretim yeridir. Bandırma'da 2006 yılı verilerine göre toplam 161.000 ton rafine bor üretim kapasitesine sahiptir. Bu kapasitenin çoğu borik asitte (85.000 ton) aittir. Borik asit dışında 55.000 ton Boraks Dekahidrat ve Pentahidrat, 20.000 ton Sodyum Perborat ve 1000 ton da bor oksit üretim kapasitesi bulunmaktadır (Tablo:6). Ayrıca yılda 240.000 ton üretim kapasitesi bulunan sülfirik asit tesislerinde de sülfirik asit üretilmektedir. Gerek Bandırma'da gerekse diğer bor maden işletmelerinde üretilen bor ürünleri Bandırma bor işletmesine bağlı Bandırma limanından tüm dünyaya ihraç edilmektedir (Şekil:6).



**Şekil:5** Bandırma Bor ve Asit İşletmesi (EMİ)  
**Figure:5** Bandırma Boron and Acid Works



**Şekil:6** Bandırma limanı (EMİ)  
**Figure:6** The port of Bandırma

**Tablo:6** Eti Maden İşletmelerinin ürün çeşitleri, kapasiteleri ve ürün yelpazesi  
**Table:6** Eti Mine Works product assortments, capacities and product portfolio

İşletme Adı	Kurulu Kapasiteler (Ton / Yıl)		
	Ürünler	Konsantre Bor	Rafine Bor
Kırka Bor İşletmesi Müdürlüğü (Eskişehir)	Tinkal Konsantresi	800.000	
	Boraks Pentahidrat		480.000
Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletme Müdürlüğü (Balıkesir)	Boraks Dekahidrat Pentahidrat		55.000
	Borik Asit		85.000
	Bor Oksit		1.000
	Sodyum Perborat		20.000
Bigadiç Bor İşletme Müdürlüğü (Balıkesir)	Konsantre Kolemanit Konsantre Üleksit	650.000	
	Öğütülmüş Kolemanit		190.000
Emet Bor İşletme Müdürlüğü (Kütahya)	Konsantre Kolemanit	900.000	
	Borik Asit		100.000
Kestek Bor İşletme Müdürlüğü (Bursa)	Konsantre Kolemanit	100.000	
<b>Toplam</b>		<b>2.450.000</b>	<b>931.000</b>

Kaynak:Eti Maden İşletmeleri 2006 Faaliyet Raporu

**Bigadiç bor işletme müdürlüğü:**

Balıkesir iline bağlı Bigadiç ilçesinde bulunan bu işletme 1976 yılında faaliyete başlamış olup, halen üç adet açık işletme maden ocağından yılda 800.000 ton % 29-31(bor oksit) tenörlü tuvenan Kolemanit ve Üleksit üretimi yapılmaktadır. Sorumluluğunda bulunan maden yataklarından tuvenan cevheri 1980 yılında devreye giren mevcut koşullarda yılda 650.000 ton kapasiteli konsantratör tesisinde zenginleştirerek, konsantre Kolemanit ve konsantre Üleksit, 1998'de ise devreye alınan yılda 90.000 ton kapasiteli öğütme tesisinde öğütülmüş Kolemanit ve öğütülmüş Üleksit üretimi gerçekleştirmektedir. Bigadiç işletmesinde konsantre borun yıllık üretim kapasitesi 650.000 ton, rafine bor üretim kapasitesi ise 190.000 tondur (Tablo:6).

**Emet bor işletme müdürlüğü:**

Kütahya'nın Emet ilçesindeki işletmenin madenleri 1958 yılında MTA tarafından Etibank'a devredilmiştir. İşletmenin Hisarcık ve Espey açık ocaklarından yılda 1.000.000 ton % 28-30 bor oksit tenörlü tuvenan cevheri rafine bor ürünlerine dönüştürülmesi amacı doğrultusunda yılda 100.000 ton kapasiteli tesislerde borik asit üretimi yapılmaktadır (Şekil:7).

Bu işletmede üretilen cevherin çoğu kendi tesislerinde borik asit üretiminde kullanılmakla birlikte, bir kısmı da Bandırma'daki işletmede borik asit üretiminde kullanılmaktadır. Geriye kalanı da yoğunlaştırıcı (konsantratör) tesislerde işlenerek iç ve dış pazarlara konsantre kolemanit olarak satılmaktadır.



**Şekil:7** Emet Bor İşletmesi (EMİ)

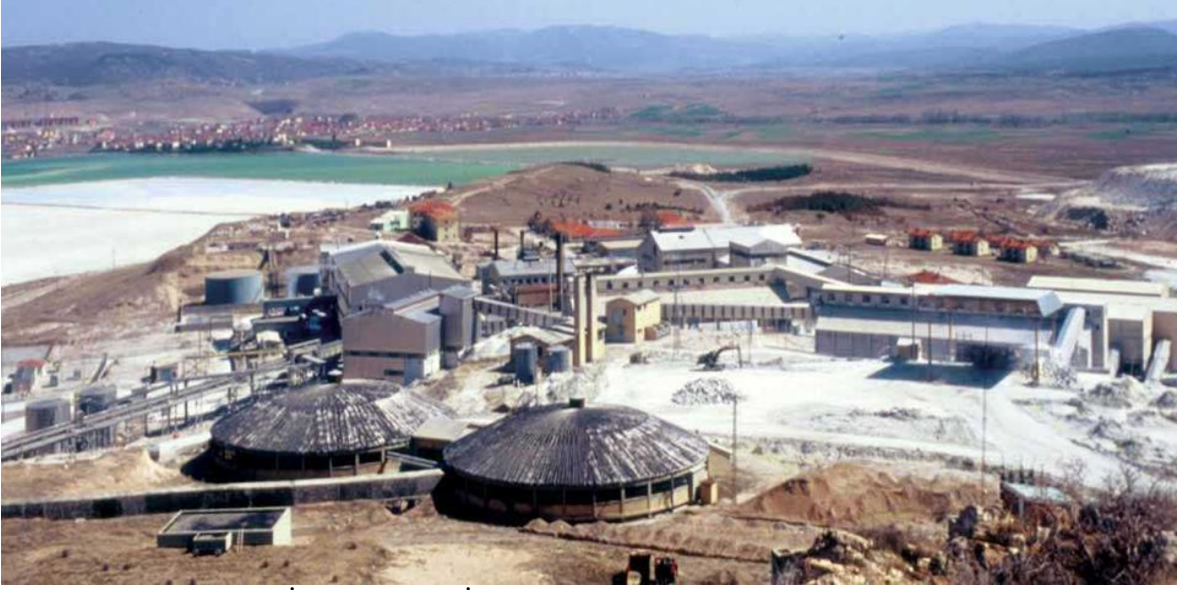
**Figure:7** Emet Boron Works

**Kırka bor işletme müdürlüğü:**

Eskişehir ili Seyitgazi ilçesi, Kırka beldesinde bulunmaktadır (Şekil:8). Dünyanın en önemli bor rezervlerinden birini teşkil eden Kırka yatakları 1968 yılında Etibank'a devredilmiştir. 1970 yılında şantiye faaliyetine geçen işletmede 1975 yılından beri yoğunlaştırıcı tesislerde konsantre Tinkal üretimine, 1984 yılında devreye alınan bor türevleri tesisleri ile katma değeri yüksek bor ürünlerinin üretimine geçilmiştir.

1968 yılında MTA'nın yaptığı aramalarda Kırka sodyum cevherinin Kaliforniya'daki (ABD) Tinkal-Razorit-Kernit cevherinin benzeri olduğu ve yataklarının zengin olduğu tespit edilmiştir (DTM, 2007:12). Kırka'daki Tinkal cevheri % 25-26 civarında bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) içermektedir.

İşletmenin açık ocağında yılda 2.000.000 ton % 26 bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) tenörlü Tinkal cevheri üretilerek, 480.000 ton kapasiteli tesislerde rafine ürün olan Etibor-48'e dönüştürülmektedir.

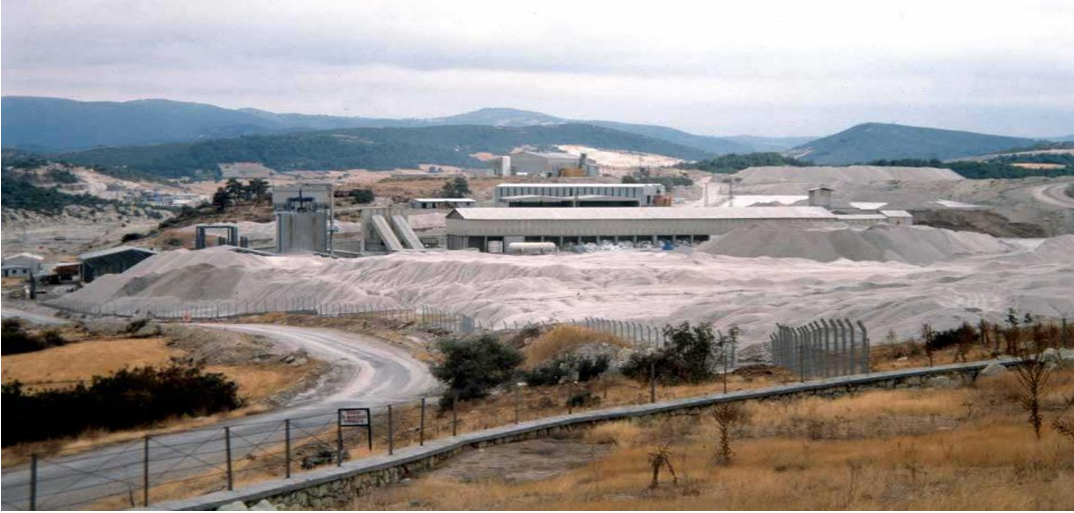


**Şekil:8** Kırka Bor İşletmesi (EMİ)  
**Figure:8** Kırka Boron Works

***Kestelek işletme müdürlüğü:***

Bursa iline bağlı Kemalpaşa ilçesinin Kestelek köyünde bulunmaktadır (Şekil:9). Buradaki bor yatakları MTA'nın bölgede linyit araştırmaları sırasında 1954 yılında bulunmuştur.

İşletmenin açık ocağından yılda 200.000 ton % 29 bor oksit ( $B_2O_3$ ) tenörlü Kolemanit cevheri üretilmektedir. Üretilen Kolemanit 100.000 ton kapasiteli yoğunlaştırıcı tesislerde zenginleştirilerek konsantre Kolemanit elde edilmektedir.



**Şekil:9** Kestelek Bor İşletmesi (EMİ)  
**Figure:9** Kestelek Boron Works

Türkiye'de ve dünyada bor ürün ve teknolojilerinin geniş bir şekilde kullanımını, yeni bor ürünlerinin üretimini ve geliştirilmesini teminen değişik alanlarda kullanıcıların araştırmaları için gerekli bilimsel ortamı sağlamak, bor ve ürünlerini kullanan ve/veya bu alanda araştırma yapan kamu ve özel hukuk tüzel kişileri ile işbirliği yaparak bilimsel araştırmaları yapmak, yaptırmak koordine etmek ve bu araştırmalara katkı sağlamak

amacıyla 4865 sayılı yasa ile BOREN (Bor Araştırma Enstitüsü) kurulmuştur. Enstitü T. C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın ilişkili kuruluşudur (www.boren.gov.tr).

### **Eti Maden İşletmelerinin Bor Rezerv Dağılımı:**

Yukarıda Eti Madene bağlı işletmelerin bor üretim kapasitesi ve üretilen bor ürünlerinin çeşitleri ifade edildi. Bu işletmelerin sorumluluğunda olan bor rezerv dağılımı ve miktarları tablo 7'de gösterilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde Emet ve Kestelek'te Kolemanit, Bigadiç'te hem Kolemanit hem Üleksit, Kırka'da ise Tinkal (boraks) yatakları bulunduğu görülmektedir. Bu işletmelerde en fazla bulunan bor cevheri kolemanittir. İşletmeler bünyesinde toplam 1.419.7000 ton Kolemanit cevheri bulunmaktadır. Miktar olarak Kolemanitin en fazla bulunduğu işletme 835.6 milyon ton ile Emet'tir. Kolemanitin en az bulunduğu işletme ise 7. 7 milyon ton ile Kestelek'tir.

Üleksit cevheri yatakları 49. 2 milyon ton ile Bigadiç, tinkal ise 605. 5 milyon ton ile Kırka'da bulunmaktadır. Üleksit Bigadiç'te, Tinkal ise sadece Kırka'da çıkarılmaktadır (Tablo:7).

Türkiye'de çıkarılan bor madenlerinin rezerv dağılım oranlarına bakıldığında % 69 ile Kolemanit başta gelmektedir. Geriye kalanın % 29'unu Tinkal (boraks) ve % 2'sini de Üleksit cevheri oluşturur (Şekil:10).

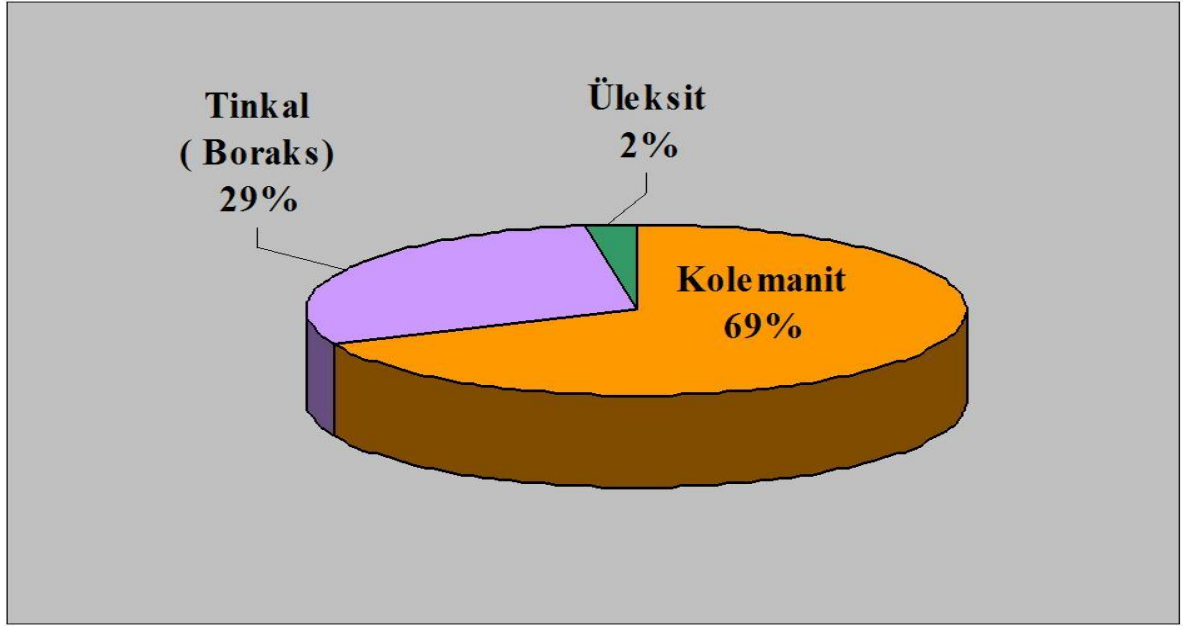
**Tablo:7** Eti Maden İşletmelerinin bor rezerv dağılımları

**Table:7** Boron reserve distribution of Eti Mine Works

Üretim Yeri	Cevher	Rezerv (milyon ton)	Tenör (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) Oranı (%)
Kırka Bor İşletmesi	Tinkal (Boraks)	605.5	25,8
Bigadiç Bor İşletmesi	Üleksit	49.2	29,1
	Kolemanit	576.4	29,4
Emet Bor İşletmesi	Kolemanit	835.6	27,5 - 28,5
Kestelek Bor İşletmesi	Kolemanit	7.7	25 - 33
<b>Toplam</b>		<b>2.074.4</b>	

Kaynak: Eti Maden İşletmeleri

Bor madenlerimiz içerisinde bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oranı yani tenör oranı en yüksek olan cevher % 29,4 ile Bigadiç'teki Kolemanit cevheridir. Ülkemizde en az rezerve sahip Üleksit cevheri ise % 29,1 tenör oranına sahiptir. Yine Türkiye'de en zengin bor madenimizin bulunduğu Emet'teki Kolemanit cevherleri içindeki bor oksit oranı ise % 27,5-28,5 arasındadır (Tablo:7). Bor madenlerinin ekonomik değeri içindeki tenör yani bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) oranıyla ölçülmektedir. Türkiye'deki bu bor cevherlerinin ekonomik değerini artırmak için Eti Madene bağlı işletmelerde bor cevherlerinin içindeki bor oksit oranını artırmak için bor oksit zenginleştirme işlemi uygulanmaktadır.



**Şekil:10** Türkiye bor rezervleri dağılım oranları  
**Figure:10** Boron rezerv distribution rates in Türkiye

#### Eti Maden İşletmelerinin Bor Üretimi ve Dünya Ticaretindeki Yeri

Dünya bor rezervleri başta Türkiye olmak üzere Rusya ve ABD'de bulunmaktadır. Dünya bor ticareti ve pazarına da özellikle Türkiye ve ABD firmaları egemen durumdadır. 2005-2006 yılı verileri kullanılarak Türkiye (Eti Maden), ABD ve Rusya'daki firmaların bor üretimi tablo 8'de gösterilmiştir.

**Tablo:8** Firmalar bazında bor madeni üretim oranları (%)  
**Table:8** Production of boron mine by major companies (%)

Firma Adı	Ülke	2005	2006
		Üretim Oranı (%)	
Eti Maden İşletmeleri	Türkiye	35	24
Us Borax	ABD	32	22
RSC Bor	Rusya	6	14
Diğer		27	40

Kaynak: Eti Maden İşletmeleri

Tablo 8'deki verileri değerlendirdiğimizde Eti Maden İşletmesinin dünya bor üretiminde en fazla orana sahip olduğunu görmekteyiz. Eti maden 2005 yılında dünya bor üretiminin % 35'ini, 2006'da ise % 24'ünü gerçekleştirmiştir. Eti madenden sonra ikinci önemli üretici ABD'deki Us Borax'tır. Us Borax 2005'te % 32, 2006'da ise % 22'lik bir oranda üretim gerçekleştirmiştir. Rusya'daki RSC Bor şirketi, Eti Maden ve Us Borax'a göre daha az bir üretim oranına sahiptir. Ancak 2006 yılı verilerine bakıldığında Eti Maden ve Us Borax'ın üretiminde düşüş görülürken RSC Bor önemli bir artış göstererek % 14'lük bir üretime ulaşmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde dünya bor üretiminde Eti Maden ve Us Borax firmaları egemen durumdadır. Bu iki üretici firma 2005'te dünya üretiminin % 67'sini, 2006'da ise % 46'sını gerçekleştirmiştir. Yani iki firma dünya bor üretiminin yarısından fazlasını üretmektedirler.

Eti Maden İşletmelerinin dünya bor pazarındaki yerine baktığımızda yine önemli bir orana sahip olduğunu görmekteyiz. Eti Maden İşletmelerinin 2006 yılı verileri kullanılarak üretim kapasitesi, filli üretim durumu ve dünya pazar payındaki oranları tablo 9'da gösterilmiştir. Tablodaki verilere göre Eti Maden işletmesi 2005 yılında bor üretim kapasitesi olarak % 32,5, filli üretimde % 35 ve Pazar payında ise dünya bor pazarının % 34,7'sine sahip olduğu görülmektedir. 2006 yılında ise üretim kapasitesinde % 34,5, filli üretimde % 35,6 ve Pazar payında ise % 37'lik bir orana ulaştığını görmekteyiz.

Eti Maden İşletmesinin bor satışlarını 2000 yılından günümüze kadar izlediği seyir incelendiğinde; dünya genelinde görülen genel ekonomik daralmaya paralel olarak satışlar 2002 yılına kadar düşüş eğilimi göstermiştir. Satışlar, 2003 yılı ile birlikte gerek dünya ekonomisindeki canlanmanın gerekse bazı bölgesel ekonomilerin güçlü büyümesi ve uygulanan satış artırıcı pazarlama politikalarının etkisi ile artış eğilimine girmiş ve bu eğilim 2006 yılına kadar devam etmiştir.

Eti Maden'in 2007 yılında dünya bor pazar payı, toplam ürün (ton) bazında % 37, B2O3 bazında % 36 olmuştur. Pazar payının 2006 yılı değeri olan % 37'den 2007 yılında % 36'ya gerilemesi iki nedene bağlıdır. Birincisi, 2005 yılı stoklarından devreden yüksek miktarda



bor kimyasalının satışının 2006 yılında gerçekleşmesi ve 2007 yılına devreden aynı seviyede stok fazlalığının olmamasıdır. İkincisi ise, dünya bor tüketiminin bir önceki yıla göre büyümesidir. Eti Maden'in bor satışları 2007 yılında miktar bazında 1.379 bin ton (628,9 bin ton B2O3), tutar bazında ise 397,9 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Bor satışları 2007 yılında bir önceki yıla göre miktar bazında % 1 azalırken, tutar bazında % 2 artış göstermiştir. Aynı dönemde ürün bazında miktar olarak bor kimyasallarında %2, konsantre bor satışlarında % 16 azalma olurken, bor kimyasalları eşdeğeri (öğütülmüş) ürünlerde % 30 artış sağlanmıştır (EMİ-Rapor, 2007:37).

Tablo 8 ve 9'daki verilere göre Türkiye'nin yani Eti Madenin dünya bor üretimi ve ticaretinde önemli bir yere sahip olduğu açık şekilde görülmektedir. Eti Madenin dünya bor ticaretindeki en önemli rakibi ABD'li Us Borax'tır. Bu iki firma bazen rakip bazen de ortak hareket edip dünya bor borsasını ve bor fiyatlarını ortaklaşa tayin edip yönlendirmektedirler.

**Tablo:9** Eti Maden İşletmelerinin dünya bor pazarındaki yeri  
**Table:9** The position of Eti Mine Works in the world boron market

Yıllar	Üretim Kapasite Payı	Filli Üretim Payı	Pazar Payı
2005	% 32.5	% 35.0	% 34.7
2006	% 34.5	% 35.6	% 37.1

Kaynak:2006 Yılı Eti Maden İşletmeleri Faaliyet Raporu

Dünya bor ticaretinde Eti Maden çok önemli bir yere sahip olmasına rağmen rakibi olan Us Borax kadar bor ticaretinden istediği geliri elde edemiyor. Bunun temel nedeni Eti Madenin genel olarak ham ve konsantre bor satışı gerçekleştirmesidir. Buna karşılık Us Borax ise daha çok katma değeri yüksek olan bor uç ürünlerini üretip dünya pazarına sunmaktadır. Doğal olarak bor uç ürünlerin getirisi ham bor ürünlerine göre daha fazladır.

Dünya ham bor üretimi doğal kaynaklara dayandığından bor mineral madenciliği yapan firmalar sayıca az olup en başta Eti Maden İşletmeleri gelmektedir. Ancak rafine ve ileri bor ürünleri üretimine gelindiğinde durum daha da bir farklılık arz etmektedir. Özellikle ham bor kaynaklarından yoksun olan Avrupa ve Asya'da çeşitli büyüklükte birçok şirketin bor rafine ve ileri bor ürünleri tesisleri vardır. Bu tesislerin tamamı hammadde açısından Türkiye'ye bağlı durumdadırlar. Doğal bor rezervi olmayan ancak bor teknolojisine sahip olan ülkeler Türkiye'ye nazaran bor özel ürünleri geliştirip satmakla daha avantajlı duruma geçmektedirler.

Dünya bor ekonomisi ve pazarı, satıcısının az alıcının ise çok olduğu bir piyasa (oligopol) şeklindedir. Türkiye mevcut rezerv ve üretimi ile pazarın en önemli satıcısı durumundadır. Türkiye en önemli satıcı olma konumunun avantajını çok iyi bir şekilde kullanmalıdır. Öncelikle ham ve rafine borlara göre katma değeri daha yüksek olan ileri bor teknolojisiyle elde edilen özel bor ürünlerini üretip, bu ürünleri alıcısı çok olan dünya bor pazarına sunabilmelidir.

### Türkiye'nin Yıllık Bor ve Bor Ürünleri Üretimi

Türkiye'nin yıllık bor ve bor ürünleri miktarlarını son yıllara ait istatistikî veriler elde edilerek değerlendirilmiştir (Tablo:10). Tablo 10'daki verilere göre Türkiye 2004-2007 yılları arasında en fazla üretimi ham (tüvanan) borda gerçekleştirmiştir. 2004 yılında tüvanan bor üretimi yaklaşık 3 milyon ton iken 2007 yılında bu üretim miktarı 4.406.970 milyon tona ulaşmıştır.

Tüvanan üretimden sonra en önemli üretimi konsantre borlar oluşturmaktadır. 2004 yılında 1.692.000 ton olan üretim her yıl giderek artıp, 2007'de 2.127.182 tona ulaşmıştır (Tablo:10, Şekil:11).

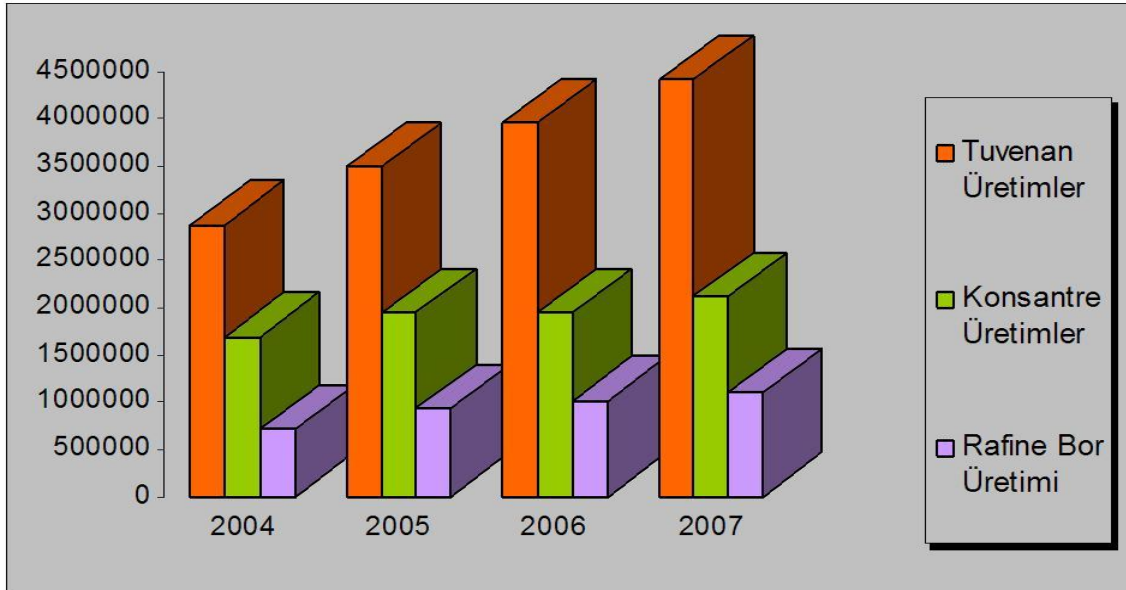
Türkiye'de bor üretiminde en az üretim rafine ürünlerde gerçekleşmiştir. Rafine ürünlerin 2004'teki üretimi bir milyon tonun altında olup, 714.538 ton olarak gerçekleşmiştir. Rafine borların 2006'dan itibaren üretim miktarı bir milyon tonun üzerine çıkmış ve 2007'de 1.092.056 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin bor ve bor ürünleri üretim miktarlarına bakıldığında sürekli bir artış eğilimi gösterdiği şekil 11'de net olarak görülmektedir.

**Tablo:10** Türkiye'nin yıllık bor ve bor ürünleri üretim miktarları

**Table:10** The annual amount of boron and boron products in Türkiye

	2004	2005	2006	2007	Toplam
<b>Tuvenan Üretimler</b>	2.879.030	3.487.784	3.955.574	4.406.970	14.729.358
<b>Konsantre Üretimler</b>	1.692.940	1.953.227	1.948.268	2.127.812	7.722.247
<b>Rafine Bor Üretimi</b>	714.538	923.254	1.015.064	1.092.056	3.744.912
<b>Toplam</b>	5.286.508	6.364.265	6.918.906	7.626.838	26.196.517

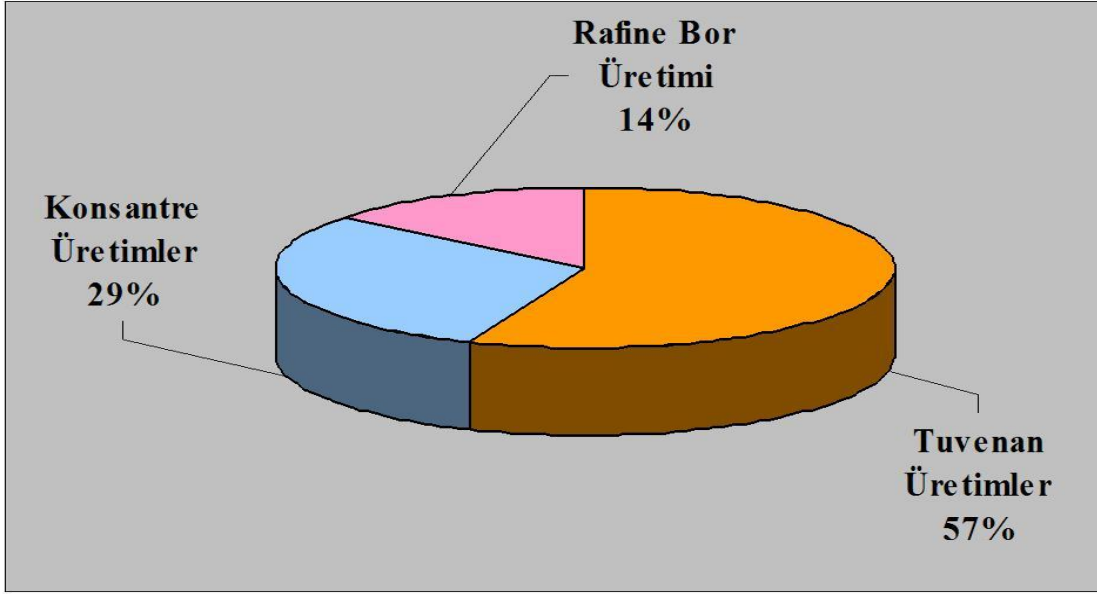
Kaynak: Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğüne ait 2006 ve 2007 faaliyet raporlarından faydalanarak düzenlenmiştir.



**Şekil:11** Türkiye'nin yıllık bor ve bor ürünleri üretim miktarları (ton)

**Figure:11** The annual amount of boron and boron products in Türkiye

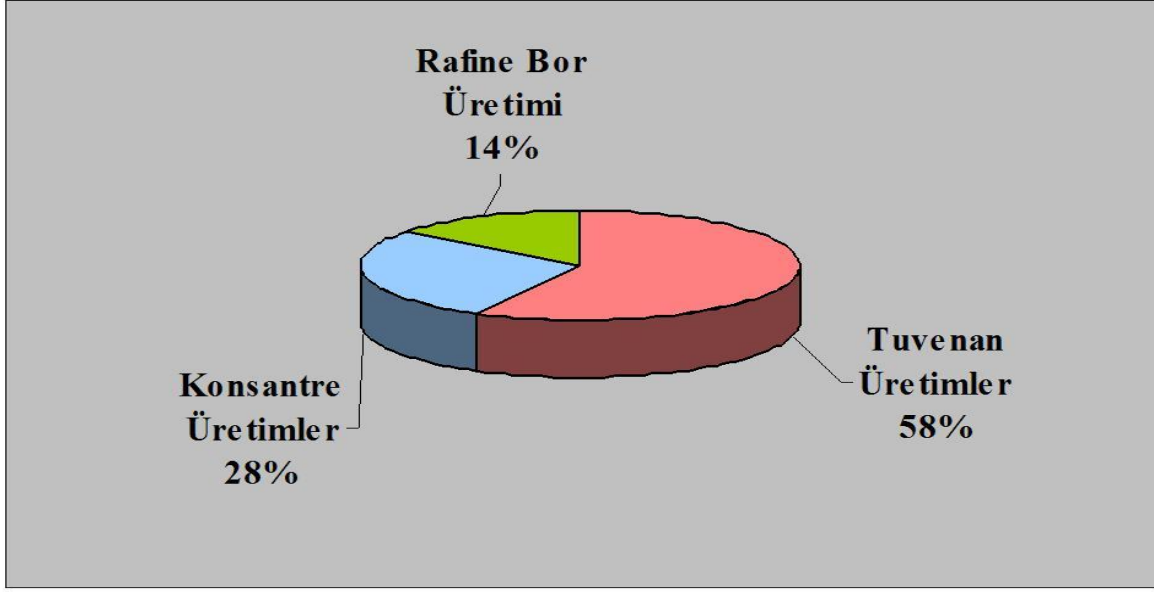
Türkiye'nin 2004 - 2007 yılları arasındaki toplam bor ve bor ürünleri üretim miktarlarına bakıldığında toplam üretim 26.196.517 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu toplam üretimin en önemli miktarını 14.729.358 ton ile ham(tüvanan) bor üretimi, 7.722.247 ton ile konsantre borlar ve 3.744.912 tonda rafine bor olarak gerçekleşmiştir. 2004-2007 yılları arasındaki bu üretimlerin oransal dağılımı % 57 ile ham bor, % 29 ile konsantre bor ve % 14 ile de rafine bor olarak üretim dağılımı göstermiştir (Şekil:12).



**Şekil:12** Türkiye'nin 2004-2007 yılları arasında bor ve bor ürünleri üretim oranları (%)  
**Figure:12** Türkiye's production rate of boron and boron products between 2004-2007 (%)

Türkiye'deki bor ve bor ürünlerinin son üretim verilerine dikkate aldığımızda ham bor (tuvenan) üretimi 4.406.970 ton, konsantre bor 2.127.812 ton ve rafine borlar da 1.092.056 ton üretim gerçekleşmiştir (Tablo:10). 2007 yılına ait üretim miktarlarının % 58'i ham bor, % 28'i konsantre bor ve %14'ü de rafine bor üretimi oransal olarak dağılım göstermiştir (Şekil: 13). Şekil 12 ve 13'deki oranlara bakıldığında Türkiye'deki bor üretiminin gerek toplamda gerekse yıl bazında birbirine çok yakın değerler oluşturduğu görülmektedir.

Türkiye bor ürünleri konusunda sürekli yeni ürünlerin arayışı içindedir. Örneğin son olarak geliştirilen "**Kalsine Tinkal**" adlı bir bor çeşidi ile birçok alanda kullanılan "**soda külüne**" ikame bir ürün seçeneği yaratmıştır. "Kalsine Tinkal" LCD ekran yapımı, elektronik cihazlar, demir cürufunun alınması ve deterjan sanayi gibi alanlarda katkı maddesi olarak kullanılacak. Pazarda önemli bir yer edineceği anlaşılan Kalsine Tinkal'in tonu, benzerlerinden en az 200 dolar daha yüksek fiyata satılıyor. Bu ürünün önümüzdeki dönemde **250 milyon dolarlık** yeni bir pazar oluşturması ve Türkiye'nin mevcut bor gelirine ek bir gelir yaratması bekleniyor. Türkiye, rafine borun tonunu ortalama **300 bin dolardan** satmaktadır. Oysa bor teknolojisi sayesinde, bor kimyasal veya bor özel ürüne dönüştürüldükten sonra borun satış tonu **30 milyon dolara** kadar çıkabilmektedir. Bu rakamlar arasındaki fark her yıl Türkiye için gelir kaybı anlamına gelmektedir.



**Şekil:13** Türkiye'nin 2007 yılı bor ve bor ürünleri üretim oranları (%)

**Figure:13** Türkiye's production rate of boron and boron products in 2007 (%)

#### **Türkiye Bor ve Bor ürünleri İhracatı:**

Türkiye dünyada en fazla bor rezervine sahip ve en fazla bor üretimi gerçekleştirmesinin doğal bir sonucu olarak dünya bor pazarında en çok bor ve bor ürünleri satan ülkelerin başında gelmektedir. Türkiye'nin bor ve bor ürünleri ihracatını değerlendirmek amacıyla 1989-2004 yılları arasındaki ihracat verileri kullanılarak tablo 11 oluşturulmuştur. Tablo 11 incelendiğinde Türkiye'nin bor ve bor ürünlerinin ihracatı yıllara göre değişmekle birlikte, sürekli bir artma eğilimi göstermiştir. Bu artış eğilimi daha çok bor ürünleri ihracatında gerçekleşmiştir. Tablo 11'de görüldüğü gibi 2000'li yıllardan sonra ham bor satışı önemli azalmalar gösterirken, bor ürünleri satışında sürekli bir artış sağlanmıştır.

**Tablo:11** Türkiye'nin bor madeni ve bor ürünleri ihracatı  
**Table:11** The export of boron mineral and boron products of Türkiye

Yıllar	Bor Madeni İhracatı (ton)	Değer \$	Fiyat \$	Bor Ürünleri İhracatı (ton)	Değer \$	Fiyat \$
1989	820.077	172.500.869	210	169.101	59.461.693	352
1990	681.667	147.760.148	217	143.850	53.317.268	371
1991	637.524	133.028.121	209	140.203	48.633.368	347
1992	617.739	130.813.254	212	196.812	70.361.680	358
1993	613.012	120.472.646	197	195.675	65.720.021	336
1994	622.404	120.866.940	194	245.046	81.550.597	333
1995	684.404	134.135.409	196	241.838	82.176.705	340
1996	735.720	140.975.909	192	250.015	85.273.931	340
1997	731.618	136.095.150	186	313.702	101.191.357	323
1998	655.755	123.944.546	189	296.183	95.994.684	324
1999	672.760	121.025.429	186	308.782	93.503.689	303
2000	579.441	106.619.586	184	355.949	112.725.614	134
2001	515.846	100.500.652	194	362.276	107.958.320	298
2002	399.386	81.214.199	203	364.031	105.017.536	288
2003	421.288	91.828.208	219	398.862	115.035.982	288
2004	298.784	55.519.367	186	662.768	194.981.334	294

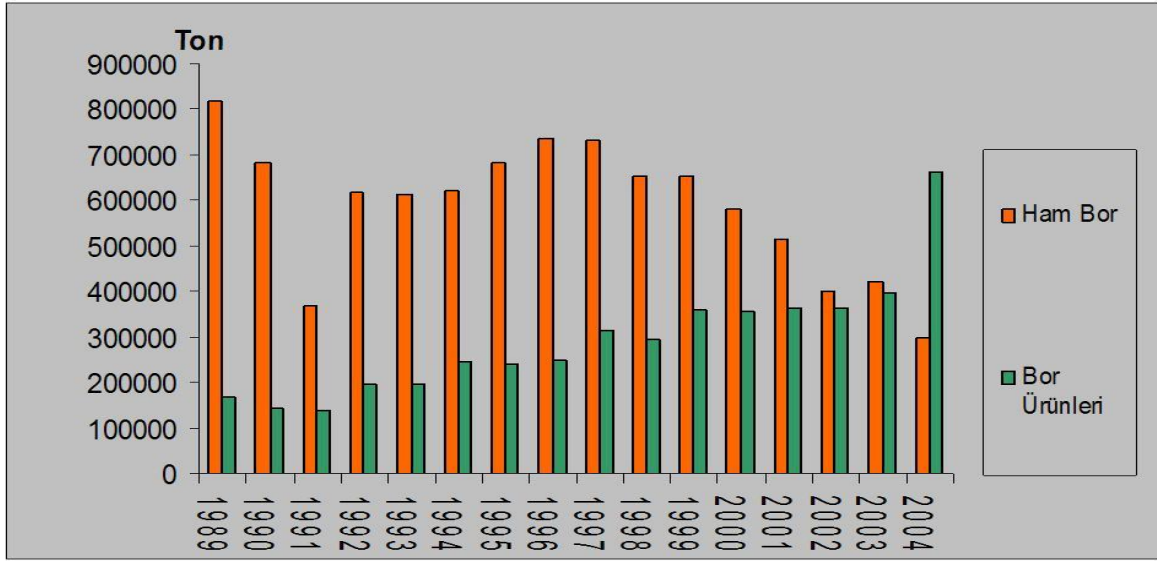
Kaynak:www.borax.tr.com

Ham bor ihracatı 1989'da 820.077 ton iken, 2004 yılında bu satış 298.784 tona kadar düşmüştür. 1989-2004 yılları arasında Türkiye ham bor satışından elde ettiği gelir 172 milyon dolardan 55 milyon dolara düşmüştür. Bu yıllar zarfında ham bor satışı tonu ortalama olarak 200 dolar olarak gerçekleşmiştir.

1989-2004 yılları arasında bor ürünleri ihracat miktarları sürekli artış göstermiştir (Tablo:11, Şekil:14). 1989'daki bor ürünleri ihracatı 169.101 tondan, 2004'te 662.768 tona ulaşmıştır. Yaklaşık olarak bor ürünleri ihracat miktarı dört katına çıkmıştır. Yine bor ürünleri ihracat geliri de 59 milyon dolardan 194 milyon dolara çıkmış olup, üç kat artış göstermiştir. Bor ürünleri tonaj satış fiyatı ortalama olarak 300 dolardan gerçekleşmiştir.

Son yıllarda gerek bor madenin stratejik öneminin olması, gerekse sanayinin birçok alanında yaygın olarak kullanılması özellikle bor ürünlerinin ihracat miktarlarında önemli artışlara neden olmuştur. Ancak Türkiye gerek rezerv gerekse bor kalitesi bakımından diğer ülkelerden çok üstün durumda olmasına rağmen bor madeninden yeterli miktarda gelir elde edememektedir. Türkiye'nin bor ürünlerinden iyi gelir elde edebilmesi için bor ürünlerini işleyip dünya pazarına uç ya da özel ürün olarak satması gerekmektedir.

Dünya toplam bor talebinin yaklaşık % 70'i Türkiye ve ABD tarafından karşılanmaktadır. Sahip olduğu rezerv miktarı bakımından en önemli ham bor ihracatçısı Türkiye'dir. Bor pazarında Türkiye'nin rakibi olan ABD ise ham bor satışını çok az ya da bazen hiç yapmamaktadır. Örneğin, 2003 yılında Türkiye 421 bin ton ham bor satışı gerçekleştirirken bu rakam ABD'de 23 bin ton olarak gerçekleşmiştir.



**Şekil:14** Yıllara göre Türkiye'nin bor madeni ihracatı

**Figure:14** Türkiye's export sales of boron mineral and boron products by year

Ancak yakın bir gelecekte ABD'deki bor rezervlerinin tükenme ihtimali karşısında kalan ABD kalan bor madenlerinin bir kısmını “ stratejik rezerv ” olarak ilan edip, maden çıkarımını durdurmuştur. Türkiye'deki bor madenlerin içindeki bor oksit (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) miktarı daha yüksek olduğu için ABD borlarından çok daha kalitelidir. ABD yılda yaklaşık 350-400 bin ton ham ve rafine boru Türkiye'den almaktadır. ABD bor işleme teknolojisine sahip olduğu için Türkiye'den aldığı bor ürünlerini işleyip uç ürün haline getirip satmaktadır. Doğal olarak Türkiye'ye göre daha çok gelir elde etmektedir. ABD hem önemli bir bor üreticisi hem de tüketicisi konumundadır. Yukarıda da ifade edildiği gibi ABD bazen ihtiyacı olan bor madenini Türkiye'den almaktadır. ABD ve Rusya dışındaki başta Avrupa'daki ülkeler bor madeni konusunda Türkiye'ye bağlı durumdadırlar. Türkiye bu durumu önemli bir avantaja dönüştürebilmelidir.

Bir ülkenin doğal kaynaklara sahip olması çok önemlidir. Ancak bu kaynakların nasıl kullanıldığı ve nasıl değerlendirileceği çok daha önemlidir. Türkiye'nin bor madeni tüketimi miktarı dünya üretiminin yaklaşık % 1-2'si oranındadır. Türkiye dünya çapında bor üreticisi olmasına rağmen, Türkiye'de bor teknolojisi ya da sanayisi gelişmemiştir. Bora dayalı teknolojide ya da bor kullanan sanayiler de tamamen dışa bağımlı durumdadır. Sahip olduğu yüksek miktar ve kalitedeki bor madeni rezervlerinden yeterince yararlanamayan Türkiye, gelişmiş ülkelere ham bor ihraç ederken, Boraks, Sodyum Perborat gibi katma değerleri yüksek bor ürünleri piyasasını rakip ülkelere bırakmaktadır. Bor teknolojisine sahip ülkeler Türkiye'den ham veya konsantre bor ürünleri almakta ve sahip oldukları bor teknolojisiyle işleyip katma değeri yüksek özel ürünler haline dönüştürmekte ve Türkiye'ye geri satmaktadırlar. Örneğin, Türkiye, Avrupa ülkelerinden Sodyum Perborat ithal etmektedir. Bir tonluk Perborat, Bir ton Tinkal ve 500 kg bordan üretilmektedir. Türkiye'den ihraç edilen ham tinkal ortalama 250-300 dolar iken, ithal edilen perborat yaklaşık 1000 doların üzerinde bir değerdedir. Aradaki fark, Perboratın Türkiye'de üretilmemesinin maliyetidir. Yani Türkiye'nin doğal kaynağını işleyip Türkiye'den daha çok gelir elde etmektedirler. Örneğin, Türkiye'nin 2002 yılında 186 milyon dolar olan bor ve bor ürünleri ihracatı, 2005 yılında, 2002 yılına nazaran % 61 artarak 299 milyon dolara yükselmiştir. Diğer taraftan, Türkiye 2006 yılı itibariyle dünya bor üretiminin % 35,6'sını karşılarken, ABD ise bu üretimin ancak % 27'sini karşılamıştır. Buna rağmen Türkiye 1.5 milyar dolarlık dünya bor pazarından yalnızca 250 milyon dolar ihracat geliri elde ederken, ABD ise 650 milyon dolar gelir elde etmiştir. Bu durum büyük ölçüde Türkiye'nin dünya bor madeni pazarını yeterince kontrol edememesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca ABD pazarda sadece katma değeri yüksek rafine bor ürünleri satarken, Türkiye'nin bor madeni ihracatı katma değeri düşük ham bor şeklinde gerçekleşmektedir. Yine 2007 yılı Türkiye sanayi

hammadeler ihracatı 491.479.883 milyon dolar olarak gerçekleşmiştir. Bu sanayi hammaddeleri içinde bor ve bor ürünleri ihracatı 137.959.895 milyon dolarlık bir değer oluşturmaktadır. Yani elde edilen ihracat gelirinin % 28'i bor madenlerinden elde edilmiştir. Toplam sanayi hammaddeleri içindeki bor madenin payının düşük olması Türkiye'nin katma değeri düşük ham ve konsantre bor ürünlerinin satışlarıdır.

### **Eti Maden İşletmelerinin Yurt İçi Bor Satışı:**

Türkiye'nin yurt dışı satışına göre yurt içi satış daha az oranlarda gerçekleşmektedir. Eti Maden İşletmelerinin yurt içi maden satışı net miktarlarına ulaşılmadığı için yurt içine satılan bor madenlerinin ancak sektörel oranlarının değerlendirilmesi yapılmıştır (Tablo:12).

Tablo 12'de Eti Maden İşletmelerinin 2006 ve 2007 yıllarında yurt içi pazarlara sattığı bor madeni oranlarına bakıldığında bor ürünlerinin genellikle seramik, deterjan ve cam sanayinde kullanıldığını görmekteyiz. 2006 yılında yurt içine satılan borların % 30'u seramik, % 24'ü deterjan, % 36'sı cam sanayinde ve % 10'da diğer sektörlerle satılmıştır. 2007'deki yurt içi bor satışı seramikte % 40, camda ise % 43 oranlarına ulaşırken, deterjan sanayinde önemli bir azalma yaşanıp, % 2'lik bir satış oranı gerçekleşmiştir.

**Tablo:12** Eti Maden İşletmelerinin yurt içi sektörel bor satış oranları (%)

**Table:12** Domestic sectoral boron sales rate of Eti Mine Works (%)

Sektör	2006	2007
Seramik	% 30	% 40
Deterjan	% 24	% 2
Cam	% 36	% 43
Diğer	% 10	% 15

Deterjan sanayindeki bu azalmanın nedeni deterjan üretiminde kullanılan Perboratın eldesinde kullanılan hidrojen peroksit fiyatlarının aşırı yükselmesi sonucu Perborat üretimi gerçekleşmemiştir. Bunun doğal bir sonucu olarak da iç piyasaya deterjan yapımında kullanılan Perborat satışı önemli ölçüde azalma göstermiştir.

2007 yılında Eti Maden İşletmeleri müşteri bazında 1356 adet firmaya toplam 49.058 ton bor ürünü satışı gerçekleştirmiş ve 14,3 milyon dolar gelir elde etmiştir. Türkiye'de bor teknolojisi gelişmediği için yurt içi bor satışı az olarak gerçekleşmektedir. 2007 yılı verilerine göre Türkiye'de bor tüketiminin % 85'i sadece cam, seramik ve deterjan alanında gerçekleşmiştir.

### **Sonuç ve Değerlendirme:**

Türkiye bor minerali konusunda gerek rezerv gerekse rezervin içindeki tenörün kalitesi açısından dünyada en önemli ülkesi durumundadır. Dünya bor rezervinin %72,3'üne sahip olan Türkiye yakın bir gelecekte diğer ülkelerdeki rezervlerin tükenebilir durumda olması nedeniyle bor konusunda tek egemen ülke olabilecektir.

Türkiye'de en yaygın olarak bulunan ve Eti Maden İşletmeleri tarafından üretilen ham bor mineralleri Kolemanit, Tinkal (Boraks) ve Üleksittir. Türkiye ham bor minerallerini işleyerek Boraks Penta Hidrat, Boraks Dekahidrat, susuz Boraks, borik asit ve Sodyum



Perborat gibi başlıca rafine ürünler üretmektedir. Ham ve rafine ürünler dışında özel bor ürünleri olarak adlandırılan elemanter bor, bor karbür, bor nitrür, borik asit esterleri gibi ileri teknoloji gerektiren katma değeri yüksek ürünlerin ticari üretimi ise şu anda Türkiye’de mevcut değildir. Bor “uç” ya da “özel” bor bileşikleri olarak adlandırılan ürünleri üretebilmek için ileri teknoloji gerektiren yöntem ve tesisler gerekmektedir. Türkiye bu ürünleri üretecek bor teknolojisine ve tesislerine sahip değildir.

Türkiye dünya ham bor ihtiyacının % 95’ini karşılarken, aynı zamanda dünya bor pazarında satılan ürünlerin % 88’i de Türkiye ham borlarından elde edilen özel bor ürünlerinden oluşmaktadır. Türkiye bor üretimi ve satışı konusunda da önemli bir ülke olmasına rağmen hem yurt içi hem de yurt dışı piyasada istenilen düzeyde değildir.

Çeşitli çevrelerce veya kuruluşlarca "21. yüzyılın petrolü", "sanayi tuzu", "stratejik maden" ve "anahtar element" olarak tanımladığı ve uzay teknolojisinden, bilişim sektörüne, nükleer teknolojiden savaş sanayine kadar yüzlerce değişik alanda kullanılan bor minerali, petrol ve doğalgaz kadar büyük bir stratejik değere sahip olup, ülkemizin geleceği açısından oldukça önemlidir.

Bir ülkenin doğal kaynaklara sahip olması çok önemlidir. Ancak bu doğal kaynakların nasıl kullanıldığı ve nasıl değerlendirildiği çok daha fazla önemlidir. Türkiye kendisi için çok önemli olan bu kaynaktan yeterince faydalanmamakta ve ülke ekonomisi için gerekli olan gelirleri elde edememektedir. Türkiye, ABD ile birlikte dünya bor pazarına ve satışına egemen durumdadırlar. Türkiye ABD’den daha çok ürün satmasına rağmen ABD kadar gelir elde edememektedir. Bunun en önemli nedeni Türkiye’nin sattıklarının ham ve rafine bor ürünler, ABD’nin ise daha çok özel bor ürünleri oluşturmasıdır. Özel bor ürünleri, katma değeri yüksek ve daha çok gelir getiren ürünlerdir. Türkiye tüm dünyaya bor satmakta ancak ileri teknoloji gerektiren özel bor ürünleri henüz tam anlamıyla üretememektedir. Daha önce de ifade edildiği gibi Bor teknolojisine sahip olan ülkeler Türkiye’nin özel bor ürünleri üretmesi için gerekli olan bor teknolojisini satmamakta veya vermemektedirler.

Türkiye, bor potansiyeli açısından çok güçlü bir ülke olmasına rağmen dünya bor pazarına tek başına tam olarak hakim olamamaktadır. Türkiye ham bor satışını gerçekleştirmekle kendini bu ülkelerin bor deposu konumuna getirmiştir Bir ülke kendi kaynaklarının yurt içinde işlenmesine yönelik strateji ve teknolojiler geliştirip hayatta geçiremiyorsa; bu ülke sanayileşmiş ülkelere ucuz hammadde sağlamak, başka bir ifadeyle, ülke zenginliklerini gerçek değerlerinin çok altında yurt dışına aktarmaya mecbur kalmaktadır. Türkiye’de şuan uygulanan bor politikasını özetleyen bu durum, Türkiye için çok önemli sakıncalar doğurmaktadır. Başta ham bor satışının fazla yapılması, özel bor ürünlerine göre çok daha az gelir elde etmesine neden olmaktadır. Bu durumda Türkiye önemli bir şekilde ekonomik kayba uğramaktadır. Yine Bor madenlerinin çıkarılması öğütülmesi ve paketlenmesi sürecinde gerek tesislerde gerekse maden ocakları çevresinde önemli çevre sorunları ve kirlilikleri ortaya çıkmaktadır. Yani deyim yerindeyse bu işletme modeliyle Türkiye işin hamallığını yapmaktadır. Türkiye bu tür önemli gelir kaybı ve çevre sorunları yaşarken bizden ham bor alan ülkeler, sahip oldukları teknoloji sayesinde bu borları özel ürünlere dönüştürerek ülkemizden daha çok gelir elde etmektedirler. Hatta Türkiye bu özel bor ürünlerini ithal ederek, sattığı ham bor fiyatından üç dört kat daha fazla fiyata almaktadır. Doğal olarak Türkiye dışarıya sattığından elde ettiği geliri, özel bor ürünleri ithal ederek fazlasıyla geri vermektedir.

Türkiye için stratejik bir kaynak olan ve gelecekte daha çok önem kazanabilecek bor madenlerini ülke ekonomisi ve ulusal çıkarlarımız doğrultusunda gerçekçi ve bilimsel yöntem ve stratejiler ile uzmanca bir işletmecilik anlayışıyla en iyi şekilde kullanma yoluna gitmelidir. Bu durumun gerçekleşebilmesi ve gelecekte bor madenleri konusunda faydalı olabileceğine inandığımız önerileri aşağıda ifade etmeye çalıştık.

•Türkiye’de bor madenlerinin çıkarılması, işlenmesi ve pazarlanması Eti Maden İşletmelerinin sorumluluğunda bulunmaktadır. Her ne kadar Eti Maden İşletmeleri bor konusunda son zamanlarda önemli gelişmeler ve çalışmalar yapmışsa da bunlar yeterli ve arzulanan düzeyde değildir. Eti Maden İşletmelerinin gerek bor ürünleri gerekse bor teknolojileri konusunda istenilen yerde olmamasının temel nedeni, sanayileşmenin olmazsa olmaz koşulu olan teknoloji üretimini sağlamak amacıyla geliştirilmesi ve devletçe

uygulanması gereken ulusal bilim ve teknoloji ile politika ve stratejilerimizin olmayışıdır. Ulusal bilim ve teknoloji politikalarının yokluğu, Ar-Ge çalışmaları yerine, teknoloji transferi peşinde koşan, teknolojiye ve donanımlı teknik işgücüne önem vermeyen, kalite kaygısı taşımayan, verimliliği ve rekabet gücü düşük, çarpık bir ekonomik yapı oluşturmuştur. Bu nedenle Eti Maden İşletmelerinin, çağdaş işletme, üretme, pazarlama, teknolojiler kuran ve geliştiren, önemli stratejiler belirleyip, hızlı karar veren ve hareket eden, bor pazarındaki en önemli rakibi Us Borax ile her yönden rekabet edebilecek, bir kuruluş olarak yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

• Stratejik değeri nedeniyle gün geçtikçe önemi ve kullanım yaygınlığı artan sanayide vazgeçilmez bir anahtar element olan bor mineralleri tüm dünya ülkelerinin ve uluslar arası sermaye gruplarının (*tröstlerin*) ilgi odağındadır. Bu nedenle sürekli Türkiye'nin bor madenleri konusunda bazı tavır ve stratejiler geliştirmektedirler. Örneğin İMF'nin Türkiye'nin bor madenlerini özelleştirilmesi konusundaki ısrarı ve tavırları mevcut durumu en güzel şekilde ifade etmektedir. Türkiye'nin bor madenlerinin özelleştirilmesi konusunda yabancı dayatmalara ve tavsiyelere asla ödün vermemesi gerekir. Bu konuda ülkemizin bor madenleri, milli çıkarlar ve hassasiyetler göz önünde bulundurularak 2840 sayılı maden kanunundaki "Bor madenleri devletçe işletilecektir" hükmü asla değiştirilmemelidir. Özelleştirme yapıldığı takdirde bor madenlerimiz uluslararası madencilik ve sermaye gruplarının (*tröstlerin*) eline geçme tehlikesiyle karşı karşıya kalacaktır.

• Eti Maden İşletmesi bor konusunda teknolojiler geliştirmek ve araştırmalar yapmak için kurulan BOREN ile işbirliğine gidip Türkiye'de özel bor ürünleri üretecek teknolojileri ya yurt dışından getirmek ya da kendileri geliştirip yerli bor sanayini öncelikle kurmalıdırlar. Bu teknolojiler konusunda devlet-özel sektör-üniversite eşgüdümü sağlanıp işbirliğine gidilmelidir.

• Eti Maden İşletmesi katma değeri yüksek özel bor ürünleri ve rafine ürünlerde üretim yelpazesini genişletmeli yeni ürünlerin üretimine geçmelidir. Türkiye'nin, dünyanın en büyük bor hammaddesi kaynağına sahip olma avantajını kullanması ve geleceğe yönelik olarak dış satımda dünya pazarlarında söz sahibi olabilmesi bakımından mevcut üretimi yanında diğer bor kimyasalları olan bor oksit, sodyum bor hidrür, boratlar, meta boratlar, bor nitrür, bor karbür, borik asit esterleri, gibi bor bileşiklerinin de üretimine geçmelidir. Ayrıca ürünlerin ikame özelliği ürün çeşitlendirmesini gerektirmekte, bu durum çok büyük yatırımlar, sürekli teknoloji yenileme ve dünya çapında pazarlamayı içeren komple bir işletmeciliği zorunlu kılmaktadır.

• Sodyum Perborat Türkiye'de temizlik ürünlerinin (deterjan sanayi) yapımında kullanılmakta ve ithalatımızda önemli bir yer tutmaktadır. Sodyum Perborat Türkiye'nin yurt dışına sattığı ham Tinkal mineralinden yapılmaktadır. Sodyum Perborat dışındaki bor ürünleri bir birinin yerine ikame edilebilmekte ancak Sodyum Perboratın yerine başka ürün kullanılmamaktadır. Bu nedenle Türkiye, yerli Sodyum Perboratın hem üretimini artırmalı hem de üretim teknolojisini süratle yenilenmelidir. Türkiye Sodyum Perborat ithal eden değil, ihraç eden ülke olmalıdır.

• Türkiye'de yerli bor sanayinin kurulması ve yurt içi bor kullanımının yaygınlaşması için Eti Maden İşletmeleri, sanayi kuruluşları, üniversite ve araştırma kurumları ile işbirliğine gidilmelidir. Yurt dışına ihraç edilen ham bor ve rafine ürünlerinin yerli sanayiciye daha düşük fiyatla verilmesi gerekir. Özellikle yerli sanayiciler özel bor ürünleri üretmek ve tesislerini geliştirmek için özenle teşvik edilmelidir. Bu konuda Eti Maden İşletmeleri ve özel sektör el ele verip her alanda iş birliği sağlayarak yerli bor sanayini mutlaka kurmalıdırlar.

• Eti Maden İşletmeleri Bor ürünlerinden kazandığı gelirlerin bir kısmını bor konusunda teknoloji üretmek, yeni bor ürünleri geliştirmek amacıyla Ar-Ge çalışmalarına ayırmalıdır. "Geleceğin enerjisi" olarak görülen bor mineralleri konusunda Ar-Ge'nin öncelikle enerji kaynağı olabilecek ürünleri geliştirme konusunda çalışmalara ağırlık vermesi gerekmektedir. Bor madenin enerji kaynağı olarak kullanıma geçmesi Türkiye için de önemli bir enerji kaynağı seçeneği oluşturacaktır.

• Türkiye, bir an önce ham ve öğütülmüş bor ihracatını durdurmalıdır. Ham bor satışını Türkiye'nin bor madeninden az gelir elde etmesine neden olmaktadır. Başta ABD olmak

üzere tüm gelişmiş ülkeler Türkiye'den aldıkları ham bor madenini alıp işlemektedirler. Türkiye kendisine bor teknolojisi vermeyen ve uzak tutan ülkelere karşı ham bor kaynağının satışını durdurmalıdır ya da en azından kota uygulaması getirmelidir.

• Stratejik öneme sahip olan bor ürünlerinin elde edilmesi sonucu açığa çıkan katı ve sıvı atıkları yüksek oranda bor oksit içermektedir. Bu atıklarının değerlendirilip ekonomiye kazandırılması gerekir. Diğer taraftan bu atıklar çevre açısından da sorun oluşturmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar bor ürün atıklarını geri kazanma çalışmaları sonucunda çimento, yapı malzemesi, seramik, ve gübre üretiminde katkı maddesi olarak kullanımı şeklinde geri dönüşümleri olabilmektedir. Bu konuda atık değerlendirme çalışmaları ve tesisleri biran önce kurulmalıdır. Atık değerlendirme faaliyeti sonucunda bor madenciliğinin ve sanayisinin yaratacağı çevre kirlilikleri de en aza indirilecektir.

## **KAYNAKÇA**

ATO, 2007, Bor ve Ötesi Raporu, Ankara.

Bilim ve Teknik Dergisi, 2002, Her Derde Deva Hazinemiz Bor, Mayıs 2002, Ankara.

BOREN, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü, 2007, Stratejik Plan (2008-2012), Ankara.

ÇALIK, A., 2002, Türkiye'nin Bor Madenleri ve Özellikleri, Mühendis ve Makine Dergisi, 508: 1-9, Ankara.

ÇETİN, H., 2005, Bor Kapanı, E Yayınları, İstanbul.

DOĞANAY, H., 1995, Türkiye Ekonomik Coğrafyası, Öz Eğitim Yayınları: 6, İstanbul.

DPT, 2001, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2005, Yıllık Faaliyet Raporu, Ankara.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2006, Yıllık Faaliyet Raporu, Ankara.

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2007, Yıllık Faaliyet Raporu, Ankara.

İPEKOĞLU, Ü., POLAT, M., 1987, Bor Endüstrisine Genel Bir Bakış, Madencilik Dergisi, 1: 5-16, İzmir.

İTO, 2006, Bor Sektörü Profili Raporu, İstanbul.

KALAFATOĞLU, İ. E, ÖRS, S. N, 2003, 21. Yüzyılda Bor Teknolojileri ve Uygulamaları, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2003). 5. 1: 59-71.

KETİN, İ., 1983, Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, İstanbul.

KILIÇ, A. M, 2004, Bor Madeninin Türkiye Açısından Önemi ve Gelecekteki Yeri, II. Uluslar arası Bor Sempozyumu, 2004, 31-41, Eskişehir.

KILINÇ, H., MORDOĞAN, H. ve TANRIVERDİ, M., 2001, Bor Minerallerinin Önemi, Potansiyeli, Üretimi ve Ekonomisi, 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 118, Ekim 2001: 226-235, İzmir.

KÖSE, N., BATAR, T. VE KAHRAMAN, B., Dünya Bor Stratejisi ve Borun Türkiye İçin Önemi, İzmir, (Tarihsiz).

TİMOR, A.N, 1998, Türkiye'de Bor Madenciliği ve Yakın Yıllarda Meydana Gelen Değişimler, Türk Coğrafya Dergisi, 33: 299-318, İstanbul.

ÖLÇEN, N. E, 2001, Bor Madeninin Enerji Alanındaki Önemi, Bursa.

ÖZDEMİR, M., KIPÇAK, İ VE ÖZTÜRK (UYGAN), N., Bor Endüstrisi Katı Atıklarından Boraksın Katı-Sıvı Özütleme ile Geri Kazanılması, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi (2003)5. 1: 175-182, Balıkesir.

- ÖZYURTKAN, S., 2003, Bor ve Toryum Madenleri, Tem-Vakfı, İlmî Araştırmalar Dizisi Seri No: 2, İstanbul.
- SAPMAZ, A., GÖZEN, M. ve GÖZLER, M. Z, 2002, Dünya Bor Sektörü ve Türkiye Açısından Önemi, Ankara.
- T. C Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, 2005, Bor Madeni ve Türkiye İçin Önemi, Ankara.
- TMMOB, 2001, Ülkemizde Bor Madenciligi, Kamu Yönetimi Dünyası Dergisi, 5: 29-32. Ankara.
- TMMOB, 2003, Bor Raporu, Metalurji Mühendisleri Odası, Ankara.
- TMMOB, Maden Mühendisleri Odası, Bor Rezervlerimizin Değerlendirilmesinde Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikalarının Önemi, Ankara.
- USLU, T., Bor Madeninın Enerji Kaynağı olarak Kullanılması, 2008, TMMOB, Türkiye VI. Enerji Sempozyumu-Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği, 414-431.
- YILMAZ, A. Enerji Tasarrufunda Bor ve Perlit, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara, (Tarihsiz).
- YİĞİTBAŞIOĞLU, H., 2004, Türkiye İçin Önemli Bir Maden: Bor, Ankara Üniversitesi, Coğrafi Bilimler Dergisi, 2004, 2(2): 13-25.
- <http://millisimge.de/bor/bor12htm>
- <http://minerals.usgs.gov/minerals>
- <http://www.bigadic.gov.tr/semboller/bor.asp>
- <http://www.boraxtr.com/boraxtr/anadosya/dunbormadtic.htm>
- <http://www.boren.gov.tr./expin.htm#rezerv>
- [http://www.maden.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=109&5&sube=0](http://www.maden.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=109&5&sube=0)
- Mineral Commodity Summaries, 2000
- Mineral Commodity Summaries, 2001
- Mineral Commodity Summaries, 2002
- Mineral Commodity Summaries, 2003
- Mineral Commodity Summaries, 2004
- Mineral Commodity Summaries, 2005
- Mineral Commodity Summaries, 2006
- [www.etimaden.gov.tr](http://www.etimaden.gov.tr)
- [www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)