



ÇERKEZKÖY
TİCARET VE SANAYİ ODASI

BOR

SEKTÖR RAPORU



Hazırlayan
Mert YÜKSEK

Proje Uzmanı

2020

1

İÇİNDEKİLER	SAYFA NO:
İçindekiler.....	2
1. BOR HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	3
2. BOR VE ÜRÜNLERİNİN KULLANIM ALANLARI.....	7
3. BOR PAZARI.....	10
4. BOR'UN SAĞLIKLA OLAN İLİŞKİSİ.....	12
5. BOREN	14
KAYNAKÇA	16

1. Bor Hakkında Genel Bilgiler

Bor, yeryüzünde toprak, kayalar ve suda yaygın olarak bulunan bir elementtir.

Bor mineralleri, yapılarında farklı oranlarda bor oksit (B_2O_3) içeren doğal bileşiklerdir. Türkiye’de yaygın olarak bulunan bor mineralleri ise; tinkal, kolemanit ve üleksittir. Bu mineralleri içeren cevherlere uygulanan fiziksel zenginleştirme işlemleri sonucunda konsantre bor ürünleri elde edilmektedir. Konsantre bor ürünleri de rafinasyon ile çeşitli rafine bor ürünlerine dönüştürülmektedir.

Bor ürünleri; cam, tarım, kimya, deterjan, seramik ve polimerik malzemeler, metalürji, nanoteknolojiler, otomotiv ve enerji, elektronik ve iletişim, uzay ve hava araçları, nükleer uygulamalar, askeri araçlar, yakıtlar ve inşaat gibi pek çok farklı alan ve sektörde kullanılmaktadır. Bu sektörlerde çoğunlukla rafine bor ürünleri kullanılmakla birlikte konsantre bor ürünleri de tüketilebilmektedir. 2018 yılında Dünya genelinde tüketilen bor ürünlerinin yaklaşık %80’i cam, seramik-frit, tarım ve deterjan-temizlik sektörlerinde yoğunlaşmıştır. Türkiye, en çok rafine bor ürünlerinin üretimini gerçekleştiren ülkedir.

Önemli bor yatakları Türkiye, ABD, Rusya ve Güney Amerika’da yer almaktadır. Ülkemizin bilinen bor madeni yatakları Batı Anadolu’da; Eskişehir-Kırka, Kütahya-Emet, Bursa-Kestelek ve Balıkesir-Bigadiç’te bulunmaktadır. Türkiye toplam 3,3 milyar ton rezerv miktarı ile dünya toplam bor rezervi sıralamasında %73’lük pay ile ilk sırada yer almaktadır. Bor potansiyelimizin net olarak ortaya konulması doğrultusunda rezerv geliştirme çalışmalarına Bigadiç Master Projesi (BİGMAP) kapsamında devam edilmektedir. Proje kapsamında 2018 yılında toplam 79.150 metre sondaj gerçekleştirilmiştir. 2019 yılı Haziran ayı sonu itibarıyla ise 2.356 metre sondaj yapılmıştır.

Dünya bor ürünleri tüketimi yaklaşık 4 milyon tondur. 2018 yılında Dünya bor talebinin yaklaşık %59’u Türkiye tarafından karşılanmıştır.

Türkiye rafine bor ürün üretim kapasitesi 2,7 milyon ton olup 2019 yılı ilk 6 ayı itibarıyla 1,018 milyon ton rafine bor ürünleri üretimi gerçekleştirilmiştir.

Bor satışları 2018 yılında miktar bazında yaklaşık 2,4 milyon ton ve değer bazında ise 1,013 milyar doları aşmıştır. Eti Maden’in toplam satış gelirlerinin %98’i ihracat gelirlerinden oluşmuştur. İleri teknoloji bor ürünlerinden biri olan bor karbür ürününün Bandırma’da (Balıkesir) üretilebilmesi ve teknoloji transferi konusunda teknik ve ticari görüşmelere devam edilmektedir.

Ayrıca, Eti Maden bünyesinde gerçekleştirilen Ar-Ge çalışmaları sonucu geliştirilerek piyasaya sunulan BORON temizlik ürününün ürün çeşitlendirme çalışmaları devam etmektedir. Türkiye, küresel pazardaki konumunu güçlendirmek amacıyla 2019 yılında %60’lık pazar payı hedeflemektedir.

Önemli Bor Mineralleri ve Bulunduğu Yerler

MİNERAL ADI	KİMYASAL FORMÜLÜ	B ₂ O ₃ (%)	BULUNDUĞU ÜLKELER
TİNKAL	Na ₂ B ₄ O ₇ . 10H ₂ O	36, 5	Türkiye-ABD-Arjantin
KERNİT	Na ₂ B ₄ O ₇ . 4H ₂ O	51, 0	ABD-Arjantin
KOLEMANİT	Ca ₂ B ₆ O ₁₁ . 5H ₂ O	50, 8	Türkiye-ABD-Meksika
ÜLEKSİT	NaCaB ₅ O ₉ . 8H ₂ O	43, 0	Türkiye-ABD
PROBERTİT	NaCaB ₅ O ₉ . 5H ₂ O	49, 6	ABD
SZAYBELİT	MgBO ₂ (OH)	41, 4	Kazakistan-Çin
PANDERMİT	Ca ₄ B ₁₀ O ₁₉ . 7H ₂ O	49, 8	Türkiye
DATOLİT	Ca ₂ B ₄ Si ₂ O ₁₂ . 2H ₂ O	26, 7	Kazakistan-Rusya
SASOLİT(Doğal B. Asit)	H ₃ BO ₃	56, 3	İtalya
GÖL SULARI	ERİMiŞ TUZLAR		ABD-Şili-Bolivya

Bor tabiatta serbest olarak bulunmaz. Bor elementi, doğada değişik oranlarda Bor Oksit(B₂O₃) ile 150'den fazla mineralin yapısı içinde yer almasına rağmen; ekonomik anlamda Bor mineralleri kalsiyum, sodyum ve magnezyum elementleri ile hidrat bileşikler halinde teşekkül etmiş olarak bulunur.

Bor minerallerinden ticari değere sahip olanlar; Tinkal, Kolemanit, Üleksit, Probertit, Borasit, Pandermit, Szyabelit, Hidroborasit ve Kernit'tir.

Ülkemizdeki Bor Minerali ve Rezervleri

İl/İlçe	Bulunan Bor Mineralleri	Cevher Rezervi (1.000ton)	B ₂ O ₃ Tenörü, %	B ₂ O ₃ itibariyle Rezerv (1.000 ton)
Balıkesir Bigadiç	Kolemanit (en çok) Üleksit (yan ürün)	1.029.722	35	360.403
Kütahya Emet	Kolemanit (en çok) Üleksit (yan ürün) Meyerhofferrit (yan ürün) Probertit (yan ürün) Tünelit (yan ürün) Hidroborasit (yan ürün)	886.743	35	310.360
Eskişehir Kırka	Tinkal (en çok) Üleksit (2. derece) Kolemanit (3. derece) Kernit (yan ürün)	518.535	25	129.634
Bursa Kestelek	Kolemanit (en çok) Probertit (yan ürün) Hidroborasit (yan ürün) Meyerhofferrit (yan ürün) Üleksit (yan ürün)	8.142	35	2.850
TOPLAM		2.443.142		803.247

Ekonomik boyutlardaki Bor yatakları, Borun oksijen ile bağlanmış bileşikleri halinde daha çok Türkiye, ABD, Arjantin, Rusya, Kazakistan, Çin, Bolivya, Peru ve Şili'nin kurak, volkanik ve hidrotermal aktivitesi olan bazı bölgelerinde bulunmaktadır. Ülkemizde bulunan ekonomik mineraller yapılarında bulunan kalsiyum, sodyum ve magnezyum elementlerine göre sınıflandırılırlar. Sodyum kökenli olanları Tinkal, Kalsiyum kökenli olanları Kolemanit, Sodyum-Kalsiyum kökenli olanları ise Üleksit olarak isimlendiriyoruz.

Dünya Bor Rezervi ve Ülkelerin Rezerv Ömrü

ÜLKE	GÖRÜNÜR EKONOMİK REZERV	TOPLAM REZERV (GÖR.+MUH.+MÜM.)	GÖRÜNÜR EKONOMİK REZERV ÖMRÜ(YIL)	TOPLAM REZERV ÖMRÜ (YIL)
	BİN TON B ₂ O ₃			
TÜRKYE	375.000	644.000	240	412
ABD	45.000	105.000	33	76
RUSYA	28.000	140.000	16	78
ÇİN	27.000	36.000	17	23
ŞİLİ	8.000	41.000	5	26
BOLİVYA	4.000	19.000	3	12
PERU	4.000	22.000	3	14
ARJANTİN	2.000	9.000	1	6
SİRBİSTAN	3.000	3.000	2	2
TOPLAM	496 000	1 019 000	317	652

Tablolardan da görüleceği gibi şimdiye kadar yapılan arama sonucuna göre, % B₂O₃ bazında ülkemizin toplam Dünya toplam Bor rezervlerindeki payı % 63, Dünyadaki en büyük üretici durumundaki US Borax'ın kontrolü altındaki Bor rezervlerinin(ABD ve Arjantin'deki rezervler) payı ise % 11 civarındadır. Bu veriler Türkiye'nin Dünyanın en büyük Bor kaynaklarına sahip olduğunu açıkça göstermektedir. Fakat, belirtilen bu değerler devletleştirmeyi müteakip Eti Holding'de toplanan yaklaşık 20 000 Km²'lik imtiyazlı sahalarda tespit edilmiş, 15-20 yıl öncesine ait, kısmi çalışılmış Bor havzalarına ait verilerdir. Konu ile ilgili uzmanlar Eti Holding'in imtiyazı altındaki sahalarda yapılacak yeni arama çalışmalarısıyla, ülkemiz rezervlerinin en az iki katına çıkacağını belirtmektedirler.

Rezerv ömürlerine baktığımızda durum çok daha çarpıcıdır. Görünür Ekonomik Rezerv bazında Dünya tüketimini tek başına karşılama süresi yönüyle ülkemizin yatakları şu anda US Borax kontrolündeki rezervlerin yaklaşık 7 katı olup, analistlere göre son yıllardaki tüketim artış hızı da dikkate alındığında 80 yıl sonra ülkemizin yataklarının Dünyada tek Bor kaynağı olma olasılığı çok yüksektir. Bor ve Bor ürünleri ile ilgili olarak Dünya'da bir rezerv sorunu bulunmamaktadır. Bu sebeple, büyük rezervlere sahip olmak kendi başına bir anlam ifade etmemektedir. Bu rezervden sağlanacak faydanın en üst seviyeye çıkarılabilmesinin şartlarını oluşturmak çok daha önem kazanmaktadır. Ülkemiz rezervlerinin ağırlıklı olarak Kolemanit'ten oluştuğu bilinmektedir.

Ülkemizde 1,4 Milyar Ton dolaylarında Kolemanite karşılık diğer ülkelerdeki toplam Kolemanit rezervi miktarı ise 100 Milyon Ton civarındadır. Bu değerler, üretimde Kolemanit kullanımının daha ekonomik ve/veya zorunlu olacağı alanlarda ileride sağlanacak büyük avantajımızı da ortaya koymaktadır.

2. Bor ve Ürünlerinin Kullanım Alanları

Bor bileşiği olarak, ilk tanınan ve kullanılan bileşik olan Tinkal'in (Sodyum Tetraborat-Boraks) bazı medeniyetlerce çok eski zamanlardan beri kullanıldığı bilinmektedir. Sümerler ve Etiler dönemlerinde metallerin yüzeyindeki oksit tabakasını çözme işlevi nedeniyle Altın ve Gümüş işletmeciliğinde lehim elemanı olarak, yine Mezopotamya ve Mısır medeniyetlerinde antiseptik olarak, Çin'de seramik ve cam üretiminde, Romalılarda arenaların tabanına dezenfektan olarak ve cam yapımında, Arap doktorların ise ilaç olarak Boraks kullanıldığına dair kaynaklar bulunmuştur. Bu dönemlerdeki Bor bileşenlerinin Tibet'ten getirildiği belirtilmekteyse de, Romalıların Anadolu kaynaklarını da kullanmış olmaları büyük bir olasılıktır.

KULLANIM ALANI	KULLANIM YERLER
Askeri & Zırhlı Araçlar	Zırh Plakalar, Seramik Plakalar, Ateşli Silah Namlular vb.
Cam Sanayi	Borosilikat Camlar, Laboratuvar Camlar, Uçak Camlar, Borcam, Pyrex, İzole Cam Elyaf, Tekstil Cam Elyaf, Optik Lifler, Cam Seramikleri, ile, diğer Düz Camlar, Otomotiv Camlar vb.
Elektronik ve Bilgisayar Sanayi	Mikro Chipler, LCD Ekranlar, CD-Sürücüleri, Akım Levhalar, Bilgisayar Ağlarında; Isıya-Aşınmaya Dayanıklı Fiber Optik Kablolar, Yar iletkenler, Vakum Tüpler, Dielektrik Malzemeler, Elektrik Kondansatörleri, Kapasitörler, Gecikmeli Sigortalar, Bataryalar, Laser Printer tonerleri vb.
Enerji Sektörü	Güneş Enerjisinin Depolanması, Güneş Pillerinde Koruyucu olarak, Hücre Yakıtları vb.
Fotoğrafçılık ve Görüş Sis.	Kamera, Mercek Camlar, Fotoğraf Makinalar, Dürbünler ve Film imalatları
İlaç ve Kozmetik Sanayi	Dezenfekte Ediciler, Antiseptikler, Diş Macunlar, Lens Solüsyonlar, Kolonya, Parfüm, Şampuan vb.
İletişim Araçlarında	Cep Telefonlar, Modemler, Televizyonlar vb.
İnşaat Sektöründe	Çimentoya Mukavemet Artırıcı ve izolasyon Amaçlı olarak
Kat Sanayi	Beyazlatıcı Olarak
Kauçuk ve Plastik Sanayi	Naylon vb Plastik Malzemeler vb.
Kimya Sanayi	Baz Kimyasalların indirgenmesi, Elektrolitik işlemler, Flotasyon ilaçları, Banyo Çözümleri, Katalistler, Atık Temizleme Amaçlı olarak, Petrol Boyalar, Yanmayan ve Erimeyen Boyalar, Tekstil Boyalar, Yapıştırıcılar, Soğutucu Kimyasallar, Korozyon Önleyiciler, Mürekkep, Pasta ve Cilalar, Kibrit, Kireçlenme Önleyicileri, Dezenfektan Sıvılar, Sabun, Toz Deterjanlar, Toz Beyazlatıcılar, Parlaticılar Mumyalama vb.
Koruyucu	Ahşap Malzemeler, Ağaçlarda Koruyucu, Boya ve Vernik Kurutucularında
Makine Sanayii	Manyetik Cihazlar, Zımpara ve Aşındırıcılar Kompozit Malzemeler, vb.
Metalürji	Kaplama Sanayiinde Elektrolit Olarak, Paslanmaz ve Alarmlı Çelik, Sürtünmeye-Anmaya Kar Dayanıklı Malzemeler, Kaynak Elektrotlar, Metalurjik Flaks, Refrakterler, Briket Malzemeleri,

	Lehimleme, Döküm Malzemelerinde Katkı Maddesi olarak, Kesiciler Kompozit Malzemeler, Zımpara ve Aşındırıcılar vb.
Nükleer Sanayi	Reaktör Aksamlar, Nötron Emiciler, Reaktör Kontrol Çubuklar, Nükleer Kazalarda Güvenlik Amaçlı ve Nükleer Atık Depolayıcı olarak,
Otomobil Sanayi	Hava Yastıklarında, Hidroliklerde, Plastik Aksamda, Yağlarda ve Metal Aksamlarında, Is ve Ses Yalıtım Sağlamak Amacıyla, Antifrizler vb
Patlayıcı Maddeler	Fişek vb.
Seramik Sanayi	Emaye, Sır, Fayans, Porselen Boyaları vb.
Spor Malzemeleri	Kayak Aksamlar, Tenis Raketleri, Balık Oltalar, Golf Sopalar, vb.
Tarım Sektörü	Biyolojik Gelişim ve Kontrol Kimyasallar, Gübreler, Böcek-Bitki Öldürücüler, Yabani Otlar vb.
Tekstil Sektörü	Isıya Dayanıklı Kumalar, Yanmayı Geciktirici ve Önleyici Selülozik Malzemeler, İzolasyon Malzemeleri, Tekstil Boyalar Deri Renklendiricileri, Suni pek Parlatma Malzemeleri, vb.
Tıp	Ostreopoz Tedavilerinde, Alerjik Hastalıklarda, Psikiyatride, Kemik Gelişiminde ve Artiritte, Menopoz Tedavisinde BNTC Terapi Yöntemiyle Beyin Kanserlerinin Tedavisinde, Manyetik Rezonans Görüntüleme Cihazlarında vb.
Uzay ve Havacılık Sanayii	Sürtünmeye-Aşınmaya ve Isıya Dayanıklı Malzemeler, Roket Yakıtı, Uydular, Uçaklar, Helikopterler, Zeplinler, Balonlar vb.

ÜRÜN	KULLANIM ALANLARI
Amorf ve Kristal Bor	Askeri Piroteknik, Nükleer Silahlar ve Nükleer Güç Reaktörlerinde Muhafaza, Metallerde Alam Eleman ve Deoksidan, Bakır ve Alarmlarında Gaz Giderici, Alüminyum Dökümlerinde Tane Rafinasyonu, Yarı İletkenlerde vb.
Bor Esterleri	Polimerizasyon Reaksiyonlar için Katalist, Polimer Stabilizatörleri, Yangın Geciktiricileri
Bor Flamentleri	Havacılık ve Spor malzemeleri için Kompozitler
Bor Halidleri	İlaç Sanayii, Katalistler, Elektronik Parçalar, Bor Flamentleri ve Fiber Optikler
Bor Karbid	Kesme Ekipman Bileycileri, Endüstriyel Yataklar, Çok Yüksek Sıcaklıklarda Korozyon ve Oksitlenme Direnci Gerektiren ekipmanlar.
Bor Karbür	Askeri araçlarda Zırh Plakaları, Uzay Mekiklerinde Dış Yüzey Koruyucu, Aşındırıcılar, Tesviye Aksamlar, Yüzey Parlatıcılar, Yüksek anma Direnci ve Esnemezlik Gerektiren Diğer Alanlar.
Borazon	Yüksek Hızlı Kesiciler

Borik Asit	Antiseptikler, Göz Damlalar, Bor Alamlar, Nükleer, Yangın Geciktirici, Naylon, Fotoğrafçılık, Tekstil, Dericilik, Gübre, Nikel Kaplama, kimyasal Katalist, Cam, Cam Elyafı, Emaye, Sır, vb.
Fluoborik Asit	Kaplama Solüsyonlar, Fluoborat Tuzlar, Sodyum Bor Hidrürler
Kalsiyum Bor Cevheri (Kolemanit)	Tekstil Kalite Cam Elyaf, Bor Alamlar, Cüruf Yapıcı, nükleer atık muhafazası
Özel Sodyum Boratlar	Fotoğrafçılık Kimyasallar, Yapıştırıcılar, Tekstil, "Finishing" Bileşikleri, Deterjan ve Temizlik Malzemeleri, Yangın Geciktiricileri, Gübreler ve Zirai Araçlar
Sodyum Bor Cevheri (Üleksit ve Probertit)	Yalıtım Cam Elyaf, Borosilikat Cam
Sodyum Bor Hidrürler	Özel Kimyasallar Saflaştırma, Kat Hamurunu Beyazlaştırma, Metal Yüzeylerin Temizlenmesi
Sodyum Metaborat	Yapıştırıcı, Deterjan, Zirai ilaçlama, Fotoğrafçılık, Tekstil
Sodyum Pentaborat	Yangın Geciktirici, Gübre
Sodyum Perborat	Deterjan ve Beyazlatıcı, Tekstil
Sodyum Tetraborat(Boraks)	Lehim ve Kaynak işlemlerinde, Metal Yüzeylerinin Temizlenmesi, Seramikler, Sırlama, Yüksek Mukavemetli Camlar vb.
Susuz Boraks	Gübre, Cam, Cam Elyaf, Metalurjik Cüruf Yapıcı, Emaye, Sır, Yangın Geciktirici
Trimetil Borat	Kaplama Solüsyonlar, Fluoborat Tuzlar, Sodyum Bor Hidrürler

Dünya Borat tüketiminin 43%'ü Fiberglas ve Cam Sektöründe yaklaşık 640.000 tpy B2O 3, 19%'u Deterjan Sektöründe yaklaşık 270.000 tpy B2O3, 11%'i Seramik Sektöründe yaklaşık 166.000 tpy B2O3 tüketilmektedir. Kuzey Amerika da Cam Endüstrisi tüketimin 50%'sini, Avrupa da Deterjan Endüstrisi tüketimin 85%'ini tüketir. Seramik Endüstrisinde tüketim Latin Amerika ve Asya da Avrupa ve Kuzey Amerika'dan fazladır.

Ülkemizde Bor tüketimi çok düşük seviyelerde olup dünya tüketiminin 1-2%'si civarındadır. 2000 yılında ülkemizin Bor tüketimi 19.546 ton B2O 3 olup, bunun 27%'si demir çelik, 12%'si cam ve 7 cam elyafı, 38%'si seramik ve firit, 12%'si deterjan, 5%'i kimya ve 6%'sında diğer sektörlerde tüketilmiştir. ABD'de 1999 yılında 416.000 ton B2O3 tüketilmiş olup bu tüketimin 73%'ü cam endüstrisinde, 6%'s_ sabun ve deterjan endüstrisinde, 3%'ü tarımda, 4%'ü yangın geciktirme endüstrisinde, 3%'ü seramik ve firit endüstrisinde ve 11%'i diğer sektörlerde kullanılmıştır. Özellikle Uçak ve Uzay Sanayilerine yönelik olarak ağırlıklı olarak ABD, Avrupa, Rusya ve Japonya'da yapılmakta olan araştırma uygulamaları dikkat çekicidir. Bu araştırmalar daha çok aksamalarda kullanılan yapı elemanları ve yakıtlara yöneliktir. Ancak büyük bir gizlilik içinde yapılan araştırma ve uygulamaları ile ilgili bilgilere maalesef ulaşılamamaktadır. Yine de çeşitli kaynaklara sızan bazı gelişmeleri özetlemek yararlı olacaktır.

1960'larda ABD Hava ve Deniz Kuvvetlerince ortaklaşa yürütülen Zip Yakıtları Projesi çerçevesinde geliştirilen yakıtlar, yaklaşık aynı tarihlerde üretilen XB-70 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 BGM -109 Tomahawk, UGM-109 Tomahawk

füzeleri'nde de Bor katkılı yakıtlar kullanılmaktadır. 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.

Borat Kullanım Oranları (1.000 ton B2O3)

	ABD	Batı Avrupa	Diğer	Toplam Miktar	Pay %
İzolasyon Fiberglas	168	97	37	302	20
Deterjan	21	242	17	280	19
Borosilikat Cam	51	55	73	179	12
Seramik	13	69	80	162	11
Tekstil Fiberglas	67	7	87	161	11
Tarım	17	14	27	58	4
Diğerleri	84	208	77	369	24
TOPLAM	421	692	398	1.511	100

Bor üzerinde yürütülen araştırmalar sadece ABD ile sınırlı değildir. Örneğin Avrupa Uzay Ajansı da aynı zamanda Bor ve Borlu yakıtlar üzerine çalışma yapan bir banka kurumudur. Anılan ajans'ın geliştirdiği üç tip Borlu yakıtı Avrupa Patent Ofisine tescil ettirerek Patentini almıştır. Bugün Ariane roketlerinde kullanılan yakıtlar da Borlu yakıtlardır. Uçak ve havacılık endüstrisinde Bor kullanımı giderek artan bir seyir izlemektedir. Aerodinamikteki gelişmeler, yüksek hız kanat uygulamaları, yüksek ısıya dayanımlı gövde, düşük ağırlık yüksek kapasite ve benzeri uygulamalar üzerinde yürütülen tasarım ve geliştirme çalışmaları havacılık ve uzay sanayinde kompozit malzeme kullanımını oldukça yaygınlaştırmıştır. Havacılık sanayinde üretilen araçlarda kullanılan malzemenin büyük bir bölümü Borlu kompozit malzemeler teşkil eder. Radarlarda görünmezliği sağlamak amacıyla geliştirilen Tomahawk füzeleri, F-15, F-14, B-1, U-2, SR-71 Blackbird, F-117 Stealth Fighter, F-22, B-52 savaş uçakları, Blackhawk serisi helikopterler ve Fransız Mirage uçakları ile Airbus ve Boeing Yolcu uçaklarında yapı elemanları ağırlıklı olarak Bor katkılı kompozitlerden yapılmaktadır.

Öte yandan özellikle uzay sanayiinde Bor kullanımının önemli boyutlarda olduğu açığa çıkan Rusya'nın geliştirdiği Rus uzay mekiğine Bor (Boron Space Suttle) adının verilmesi dikkat çekicidir. Bor minerallerinin Kara ve Deniz ulaşımında kullanılan araçlarda da (otomobil, kamyon, lokomotif, gemiler) yapı elemanlarına ilave olarak diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında yüksek yoğunlukta enerjiye sahip olması nedeniyle yakıt olarak ta kullanımı konusunda yapılan araştırmalar olumlu sonuçlara gitmektedir. Bor'un yanıcı fakat tutuşma sıcaklığının yüksek olması, yanma sonucunda kolaylıkla aktarılabilecek katı ürün vermesi ve çevreyi kirletecek emisyon açığa çıkarmaması ulaşım araçlarında bir avantaj olarak kabul edilmektedir. Hatta kıtalararası seyahat edebilecek "Bor Aracı" tanımı da yapılmaya başlanmıştır. (www.bath.ac.uk/boron.htm) Tüm bunlardan sonra Bor için stratejik bir maden değildir denebilir mi?

3.Bor Pazarı

Bugün, Eti Holding A.Ş. ve US Borax ikilisi toplam Dünya Bor arzının 70%'ine yakınına karşılıkta. Şu anda Bor ürünleri ile ilgili olarak Dünyada bir rezerv sorunu da bulunmamaktadır.

Bu nedenle, Dünya Bor pazarı, sınırlı üretici olması ve ürün grubunun birbirlerini ikame edebilme özelliklerinin ürün çeşitlendirmesi gerektirmesi nedeni ile diğer maden ve metal pazarlarından çok ayrı bir yapıya sahiptir. Dünya bor pazarının diğer maden veya metal borsalarında, piyasa şartlarında oluşan fiyatlara göre alım-satım işlemlerinin gerçekleştirildiği bir Pazar olarak değerlendirilmesi büyük bir yanılgıdır. Bu piyasadaki fiyatlar ürün ve pazar şartları dikkate alınarak belirlenen yapay denge fiyatlarıdır. Dolayısı ile sahip olduğumuz yüksek miktar ve kalitedeki rezervlerden sağlanacak faydanın en üst düzeye çıkarılabilmesi için katma değerleri daha yüksek ürünlere yönelmek ve Ülkemizde borlu sanayileri kurmak büyük önem taşımaktadır. Dünya bor üretimi B2O3 bazında 1.5 milyon ton olup bu üretimin %39'u US Borax (Arjantin'de sahip oldukları ile beraber %42.8), %31'i de ülkemizde Eti Holding A.Ş. tarafından gerçekleştirilmektedir.

Başlıca Borat Üreticileri

FİRMA	ÜLKE	ÜRETİM MİKTARI	PAYI
Rio Tinto Borax	ABD	560	%42.8
US Borax	Arjantin	27	
Borax Argentina	ABD	60	
NACC	ABD	60	
Eti Holding	Türkiye	475	%31.4
Devlet Kuruluşları	Çin	140	%9.3
JSC Bor	Rusya	73	%4.8
QUIBORAX	Şili	60 16	%5.0
SQM Salar			
Sucersal Argentina	Arjantin	30	%2.0
Inca Bor	Peru	13	%0.8
Diğerleri		57	%3.8
TOPLAM		1.511	%100.0

Bugün dünyada yaklaşık 1.2 milyar \$'lık B2O3 pazarı bulunmaktadır. Eti Holding bu pazarın parasal bazda ancak 20-23 %'üne sahip olabilmıştır. Rakibimiz US Borax şirketi bu pazarın parasal bazda 65-70 %'ine sahiptir. Buradaki gelire ilgili çelişkiyi Eti Holding'in bu pazarı yeterince kontrol edememesi ve rakip şirketin bıraktığı alanlarda hareket etmesinin yanı sıra US Borax'ın pazarda sadece rafine bor ürünleri satması (ham bor satmamaktadır) Eti Holding in ise pazarda hem rafine hem de ham bor satması diye düşünebiliriz. Bor üretiminde 1970'de 770.000 tonun altında olan üretim değeri, 1995'den itibaren yılda 1,5 milyon tona yükselmiştir. Bu durum, büyük ölçüde Türkiye'deki üretim artışından ileri gelmektedir. Ülkemizde bor üretimi 1970'de 122.000 ton B2O3'ten, son yıllarda 475.000 ton B2O3'e ulaşmıştır. ABD'nin bor üretimi ise tersine, nispeten sabit kalarak aynı dönem için üretim değerleri 510.000-730.000 ton B2O3 arasında değişim göstermiştir. Tüketim değeri, üretim gibi 1970'den bu yana ikiye katlanmış olup, bu değere sabit yıllık artışlarla değil, daha ziyade yoğun talep dönemlerinin sonucu olarak ulaşılmıştır. Dünya bor tüketim pazarını gelişmiş ülkeler oluşturmaktadır, tüketiminin büyük bir kısmı Batı Avrupa ve Kuzey Amerika'dadır bu iki bölge tüketimin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır dolayısıyla Türkiye ihracatının büyük çoğunluğunu bu bölgelere yapmaktadır.

Ülkelerin Rafine Bor Tüketim Miktarları (ton/yıl)

ÜLKE	BORİK AST	BORAKS DEKA	BORAKS PENTA	TOPLAM
AVRUPA	150-200.000	25.000	420.000	595-645.000
JAPONYA	34.000	-----	35.000	69.000
PR ÇİN	30.000	30.000	10.000	70.000
HİNDİSTAN	9.000	14.000	23.000	46.000
TAYVAN	15.000	1.000	5.000	21.000
KORE	15.000	-----	15.000	30.000
UZAKDOU	13.000	17.000	28.000	58.000
İRAN	8.000	2.000	12.000	22.000
İSKANDİNAVYA	8-10.000	1.500	25.000	34.5-36.500
TÜRKYE	10.000	5.000	7.000	22.000
ABD	150-175.000	30.000	500.000	680-705.000
TOPLAM	442-519.000	125.500	1.080.000	1.647,5- 1.724.500

4.Bor'un Sağlıkla Olan İlişkisi

Bor elementinin insan sağlığı üzerindeki etkileri son yıllarda üzerinde araştırma yapılan konulardan biridir. Bu konuda iki yönde yapılan araştırmalar üzerinde durmaya değer olduğundan konu ayrı bir başlık olarak değerlendirilmiştir. Araştırmaların bir bölümü borun insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin olup olmadığı yönünde iken, diğer araştırma alanı da borun insan sağlığı ve metabolizma açısından gerekliliği yönündedir.

İnsanlar belli başlı dört temel kaynaktan bor almaktadırlar:

- *İçme suları,
- *Günlük beslenme,
- *Madencilik, üretim veya diğer endüstriyel aktiviteler sırasında solunum yolu ile,
- *Kozmetik, sabun, deterjan gibi tüketim malları kanalı ile.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre insanların günlük ortalama bor alımı için belirlenen güvenli aralık 1-13 mg B'dur.

ABD National Academies Institute of Medicine verilerine göre erişkin insanların alabileceği günlük maksimum bor miktarı 20 mg.B olarak belirlenmiştir.

Sağlıklı bir beslenme programı uygulayan her insan meyveler, sebzeler ve tahıllar kanalı ile günde 1-3 mg. civarında bor almaktadır. Düşük bor diyeti (0.3-0.4 mg/gün) uygulanan insanlarda biyolojik fonksiyonlarda görülen olumsuz etkilerin günlük bor alımının 3mg. değerine yükseltilmesi ile düzeldiği gözlenmiştir.

Bor ve insan sağlığı üzerinde yapılan çeşitli çalışmalar bor alımının metabolizmayı, kalsiyum, bakır, magnezyum, azot, glikoz, trigliseridler, reaktif oksijen ve östrojen emilimini ve kan, beyin ve kemik yapısı gibi birçok sistemin fonksiyonunu etkilediğini göstermiştir.

Borun insan vücuduna en iyi belgelenen etkisi kalsiyum metabolizmasına veya emilimine olan etkisidir. Bu özelliği nedeni ile bor kullanımının kemikleri güçlendirdiği ve artrit ağrılarını azalttığı sonucuna erişilen birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır ve bor bu amaçla tıp dünyasında kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucu gözlenen ve borun magnezyum emilimini kolaylaştırılması ile bağlantılanan etkileri ise dikkat, idrak, kavrama, kısa ve uzun dönem hafızaları, el becerilerinde artıştır.

Borun ayrıca D-3 vitamini seviyesini artırdığı ve kemikleri güçlendirdiği bilinmektedir. Bir başka tespit ise, kollajen enzimlerini etkileyerek ve antioksidan enzim aktivitesini artırarak yaşlanmayı geciktirici etkileridir.

Bor ürünleri antiseptik özellikleri nedeni ile mantar tedavisi, göz damlaları v.b. ilaç sanayiinde de kullanılmaktadır. Kozmetik pudralar, saç bakım ürünleri, ağız çalkalama ürünleri, göz banyoları ve bazı koruyucu pomatlarda, antiseptik özelliği nedeni ile ilaç sanayinde kullanıma uygun spesifikasyonda üretilen borik asit kullanılmaktadır. Kozmetik talk pudraları % 10, bebek pudraları % 5 borik asit içerebilmektedir. Kortizon türü bazı ilaçların üretiminde organoboron bileşiklerinden yararlanılmaktadır. İlaç endüstrisinde; vitaminler, antibiyotikler ve bir kısım aromalar ve analjezik, antiartrit özellikli bazı ilaçların sentezlenmesinde redükleme özelliği nedeni ile sodyum borhidür yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir çok üretici firma tarafından piyasaya sürülmüş bor tabletlerine Türkiye pazarında da kolaylıkla ulaşılabilmektedir.

Yapılan en yeni çalışmalar ise bor alımının PSA düzeyini düşürdüğünü ve prostat kanseri riskini azalttığını bunun yanında tedavi edici etkilerinin de gözlendiğini ortaya koymuştur.

Günlük diyet ve içme sularından alınabilecek bor düzeyi esas alınarak yapılan risk değerlendirme çalışması sonucunda borun insanlar için kayda değer bir toksik etkisinin olmadığı görülmüştür.

Deney hayvanları üzerinde yüksek dozda borik asit beslemesi ile yapılan testler sonucunda üreme ve gelişmeye olumsuz etkiler gözlenmiştir. Bu çerçevede bor ürünleri Kategori 2. Reprotoxic olarak sınıflandırılmışlardır.

Bor rezervleri dünya genelinde çok yaygın olarak bulunmadığından insanlar üzerinde yapılan çalışmalar da sınırlıdır. Bor ve insan sağlığı konusunda çalışmalar bugüne kadar çoğunlukla ABD, Rusya ve Türkiye’de yapılmıştır.

İnsanların aldıkları bor miktarı konusunda yapılan çalışmalar, borun sağlıklı cilt tarafından emiliminin olmadığını göstermiştir. Ağız ya da solunum yolu ile alınan bor kısa sürede absorbe edilmekte ve yine kısa sürede vücuttan atılmaktadır.

Maden rezervleri, üretim tesisleri, içme suları, yiyecekler gibi bor alımının yoğun olduğu bölgelerde yaşayan insanlar üzerinde bugüne kadar bu yönde yapılan çalışmalarda bor alımının fertilité üzerinde negatif etkisi yönünde bir sonuca rastlanmamıştır. Bu çalışmalar hayvan deneylerinden elde edilen sonuçların insanlara yönelik olarak kullanılması yerine epidemiyolojik çalışmaların artırılması gerektiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Borun kanserojen veya hücre yapısını bozucu bir etkisi ya da insanda herhangi bir zarara sebep olduğuna dair bir veri bulunmadığı gibi (HERA, 2005) anti-kanser etkisi üzerine çalışmalar sürdürülmektedir.

Dünyanın en büyük bor rezervlerine sahip olan ülke olarak asırlardan beri bor rezervlerinin üzerinde yaşamakta, bu alanlarda tarım ürünleri yetiştirilip tüketilmekte, su kaynakları kullanılmakta, havası solunmaktadır. Bu nedenle bor ve insan sağlığı konusundaki en kapsamlı çalışmaların esasen ülkemizde yapılmış olması gerekmektedir. Bu alanda tüm dünyaya referans olabilecek bir bilgi tabanı oluşturulması amaçlanmalı ve gerçekleştirilmelidir.

5. Boren

Kısa adı BOREN olan Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü 04.06.2013 tarihinde kabul edilen 4865 sayılı yasa ile;

“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, kamu tüzel kişiliğini haiz, idarî ve malî özerkliğe sahip ve bu Kanun ile kendisine verilen görevleri yerine getirmek üzere” kurulmuştur.

Kuruluş aşamasında, meslek odaları bu konudaki çekincelerini ve görüşlerini aşağıdaki şekilde dile getirmişlerdir.

“Bor minerallerine dayalı teknolojilerin geliştirilmesi şüphesiz son derece önemlidir. Ancak, Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları temelinde oluşturulmayan ve söz konusu politikaların yansıtıldığı plan ve programlar çerçevesinde tasarılanmayan yapıların olumlu sonuçlar verebilmesi mümkün değildir.

Ülkemizin gerek bugünü gerekse geleceği bakımından son derece önemli olan bor rezervlerimizle ilgili böylesi bir girişimin, ülkemiz bilim ve teknoloji politikaları ve giderek ülkemiz sanayileşme politikaları ile bir bütünlük içerisinde düşünülmeden, konunun ekonomik ve toplumsal faaliyetlerin çeşitli alanları ile olan ilintisi ve etkileşimleri sistemik bir bütünlük içerisinde gözlemlenmeden ve eklettik bir biçimde ele alınmış olması kaygı vericidir.

Unutulmamalıdır ki, diğer tüm sektörlerde olduğu gibi bor teknolojilerinin geliştirilmesi konusu da; ekonomik, siyasi ve toplumsal boyutlarıyla sistemsel bir bütünlük, süreklilik ve siyasi kararlılık içerisinde ele alınarak oluşturulan “Ulusal İnnovasyon Sistemi”nin entegre bir parçası olmalıdır. Bu anlayıştan farklı yaklaşımların başarıyı getirmesi tesadüflere kalacaktır. Ortaya konulan amaçlar, kurulacak yapının bir araştırma enstitüsü olmaktan çok bir koordinasyon ve finansman kurumu olacağını göstermektedir. Bu bakımdan, böylesi bir yapıya “Bor ve Ürünleri Araştırma Enstitüsü” adını vermek, ileride bor minerallerine dayalı kurulması muhtemel bir teknoloji geliştirme merkezinin de önünü kesmek anlamına gelmektedir ki, bu önemli bir hata olacaktır.

Eğer, böylesi bir girişimden amaçlanan, mevcut bor rezervlerimizden ülkeye en fazla katma değer sağlanması ise, kurulması gereken bir “Bor ve Ürünleri Geliştirme Koordinasyon ve Finansman Kurumu” değildir. Oluşturulacak “Bor Ürünleri ve Teknolojileri Araştırma ve Geliştirme Merkezi” nin hedefi ise, yüksek katma değer yaratan ileri bor ürünleri teknolojilerinin geliştirilmesi olmalıdır.”

Bugün gelinen noktada eleştiriler haklı çıkmış olup BOREN, hedeflenen bir enstitü niteliği taşımamaktadır.

Enstitü kurulduğu tarihten bu yana gerek kısıtlı bütçesi gerekse diğer kamu kurumlarında yaşanan gelenekselleşmiş eleman politikası nedeni ile tam olarak beklenen amaca hizmet edememiştir. Burada en önemli etken, sık değişen elemanlar, uzmanlık alanı dışındaki kişilerden oluşan kadrolaşma ve Eti Maden ile bugüne kadar oluşturulamamış olan işbirliği ortamıdır.

BOREN'in portföyünde 531 başvurusu yapılmış projeden 188 adet tamamlanmış, 40 adet devam eden ve 35 adet değerlendirme aşamasında olan proje bulunmaktadır. Yine BOREN tarafından 29 adet patent müracaatı yapılmış olup 18 adet patent alınmıştır. 7 adet "Üretim ve Uygulama Teknolojisi Geliştirilen Ürün" dışında, 6 adet ürün ticarileşmiş olup bunların karşılığında BOREN'in herhangi bir gelir eldesi olmamıştır.

Enstitü web sitesinden edinilen bilgiye göre bugüne kadar Enstitü tarafından desteklenen projelerden ticarileşen ve üretim ve uygulama teknolojisi geliştirilen ürünler aşağıda yer almaktadır.

Ticarileşen ürünlerin üretim, kullanım alanı ve satış durumları konusunda bir bilgi bulunamamıştır.

Ticarileşen ürünler:

- *Tarım Bor-Ahşap Bor: (Disodyum Pentaborat Dekahidrat, $\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)
- *Çinko Borat
- *Bor Nitrür
- *Elementel Bor
- *MgB₂ Süperiletken
- *Selülozik İzolasyon

Üretim ve Uygulama Teknolojisi Geliştirilen Ürünler:

- *Borlu Çimento
- *Sodyum Bor hidrür
- *Trimetil Borat
- *Yakıt Pili
- *Bor Katkılı Seramik
- *Güç Tutuşur Ahşap Levha
- *Bor Nitrür Kaplamalar

KAYNAKÇA

1. Enerji Bakanlığı
2. Eti Maden Bor Sektör Raporu , 2014
3. BOR KİTABI KESK/ESM, TMMOB JEOLJİ, KİMYA, METALURJİ MÜHENDİSLERİ ODALARI, 2003
4. Prof.Dr. Cahit HELVACI, BOR Yataklarını içeren neojen havzaların jeolojik özellikleri: Yatakların genel değerlendirmesi ve gelecek öngörüsü, TÜRKİYE, MTA Dergisi 151. CİLT, 2015
5. www.etimaden.gov.tr
6. BORON: Global Industry Markets and Outlook Thirteenth Edition, 2015, Roskill Information Services Ltd.,
7. www.boren.gov.tr
8. Boron Reduces Prostate Cancer Risk, Life Extension Magazine November 2015
9. Boron in Human Health: Evidence for Dietary Recommendations and Public Policies, S. Meacham, S. Karakas, A. Wallace and F. Altun, The Open Mineral Processing Journal, 2010,
10. Boron: environmental exposure and human health M Korkmaz – Encyclopedia of Environmental Health, 2011
11. Prevalence of Prostate Cancer in High Boron-Exposed Population: A Community-Based Study, Talha Müezzinoğlu & Mehmet Korkmaz & Nalan Neşe & Sezgin Bakirdere & Yasin Arslan & O. Yavuz Ataman & Murat Lekili, Biol Trace Elem Res DOI 10.1007/s12011-011-9023-z
12. Effect of Boron on Human Health, Sezgin Bakirdere, Seda Örenay and Mehmet Korkmaz, The Open Mineral Processing Journal, 2010, 3, 54-59
13. Estimation of human daily boron exposure in a boron-rich area, Mehmet Korkmaz, Uğur Şaylı, Bekir Sıtkı Şaylı, Sezgin Bakirdere, Serap Titretir, Osman Yavuz Ataman and Siddık Keskin, British Journal of Nutrition (2007), 98, 571–575
14. Effects of Chronic Boron Exposure on Semen Profile, Mehmet Korkmaz, Mehmet Yenigün, Sezgin Bakirdere, Osman Yavuz Ataman & Siddık Keskin & Talha Müezzinoğlu & Murat Lekili, Biol Trace Elem Res. DOI 10.1007/s12011 010-8928-2
15. Roskill
16. TMMOB

