

# BOR NEDİR?

O BOR MİNERALLERİ VE TABİATTA BULUNUŞU

# BOR ÜRÜNLERİ VE TEKNOLOJİSİ

• BOR ÜRÜNLERİNİN KULLANIM SAHALARI

« TÜRKİYE'NİN, DÜNYA REZERVLERİ VE PAZARLARINDAKİ YERİ

Giriş:

"Bor nedir?" başlığı altında sunduğumuz bu bölümde okurlarımıza bor mineralleri ve tabiatta bulunuşundan itibaren bor ürünlerinin teknolojisi, kullanım sahaları, dünya ile mukayeseli olarak Türkiye'nin bor mineralleri ve ürünleri imkânları ve pazar durumu hakkında kısa da olsa biraz aydınlatıcı bilgi veriyoruz. Amacımız bu özel sayımızın tümü ele alındığında; bor konusunda oynanan oyunların -tarihî gelişimini açıklayan bölüme teknik, ekonomik ve ticarî bakımdan kuvvet kazandırmaktır. Bir başka deyişle; bor ürünlerinin nerelerde ne miktarlarda kullanıldığını, bu ürünlerin ne şekilde ve hangi hammaddelerden elde edilebildiğini ve bu hammaddelerin nele' olduğunu ve son olarak gerek hammadde ve gerekse ürün pazarlarındaki rekabet imkânlarımızın ne durumda olduğunu belirttikten sonra, oynanan oyunların tarihî gelişimi konuya açıklık kazandıracığı gibi okurlarımıza bor konusunda teknik bilgi sağlayacak bir doküman olma niteliğini de korumuş olacaktır.

## Bor Mineralleri ve Tabiatta Bulunuşu

Element olarak bor, periyodik sistemin üçüncü grubunun başında bulunmaktadır. Atom sayısı 5, atom ağırlığı 10.82, özgül ağırlığı 2.84, ergime noktası 2300°C'dir. Kendi grubunun yegâne nonmetalik elementi olan bor'un üç adet dış elektronu mevcut olup silisyum ile benzerlik gösterir. Örneğin bor, silisyum gibi gaz halinde hidrojenli bileşikler yapar. Fakat bu bileşikler sebatsız olduklarından hava ile temasta derhal yanarlar.

Bor iki şekilde bulunur. Bunlardan birincisi kristal şekli olup parlak ve siyah renklidir. Çok sert olan bu şeklin kristal yapısı tesbit edilememiştir. Ancak birbirine sıkıca bağlanmış üç boyutlu bor atomlarından meydana gelmiş gibidir, ikincisi, daha az yoğun olan şekilsiz hali olup yeşilimsi sarı, tatsız, kokusuz bir tozdur.

Tabii bor, 19.57:80.43 oranında bor<sub>10</sub> ve boru izotoplarının karışımından teşekkül etmiştir.'

Takriben 400 yıldan beri bilinen bir element olan bor'u arı halde elde edebilmek için birçok araştırmacılar üzerinde çalışmışlardır. İlk araştırmacılar, Gay-Lussac, Thénard ve Sir Humphry Davy, elektroliz yoluyla saf bor'u elde etmişlerdir. Takriben 50 yıl sonra Wöhler ve Saint-Claire Deville bor<sub>10</sub> ve boru izotoplarının olduğunu bulmuştur. Daha sonra Hampe ve Joly çok sert olan bor'un genel olarak AIB<sub>12</sub>'den ve bor'un grafitli cinsinin de B<sup>Q</sup>AI/den meydana geldiğini ortaya koymuşlardır. Heinrich Biltz ise daha önceki araştırmacıların arı bor kristali olarak vasıflandırdıkları madde nin AIB<sub>12</sub> olduğunu ispatlamıştır.

Yer kabuğunun yapısında 0.001% oranında bulunan bor tabiatta serbest halde bulunmaz. En fazla rastlanan bor bileşikleri asit borik ve bor'un sodyum ve kalsiyum ile teşkil ettiği bileşikleridir. Bu nedenle bor endüstrisinde kullanılan çok çeşitli hammadde vardır. Tablo 1 tabiatta bulunan önemli bor minerallerini göstermektedir.

Tablo: 1 — önemli Bor Mineralleri

Sıra No.	Mineralin adı	Kimyasal formülü	Sıra No.	Mineralin adı	Kimyasal formülü
1	Ascharite	$Mg_2 [B_2O_7] \cdot H_2O$	29	Ludwigite	$(Mg, Fe)_2 Fe [O_2   B_2O_3]$
2	Axinite	$Ca_2 (Fe, Mn) Al Al [BO_3OH   Si_4O_{12}]$	30	Lüneburgite	$Mg_3 [(PO_4)_2   B_2O_3(OH)] \cdot 6H_2O$
3	Bakerite	$8CaO \cdot 5B_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 6H_2O$	31	Magnesio ludwigite	$Mg_2Fe [O_2   B_2O_3]$
4	Boraks*	$Na_2 [B_4O_5(OH)_4] \cdot 8H_2O$	32	Manandonite	$LiAl_2 [(OH)_2   Al_2B_2Si_2O_{10}]$
5	Borasil	$\beta-Mg_3 [Cl/B_7O_{13}]$	33	Meyerhoffite	$Ca [B_3O_3(OH)_5] \cdot H_2O$
6	Calnite	$Ca_2B(OH)_4 (AsO_4)$	34	Nordenskiöldine	$CaSn [BO_3]_2$
7	Camsellite (Ascharit)	$Mg_2 [B_2O_7] \cdot H_2O$	35	Paigeite (Vonsenite)	$(Fe, Mg)_2Fe [O_2   B_2O_3]$
8	Cappellenite	$(Ba, Ca, Ce, Na)_3 (Y, Ca, La)_2 [(BO_3)_2   JSi_2O_7]$	36	Pandermit*	$Ca_2 [B_2O_3(OH)_7]$
9	Datolite	$Ca B [OH   SiO_4]$	37	Pinakiolite	$(Mg, Mn)_2 Mn [O_2   B_2O_3]$
10	Danburite	$Ca [B_2Si_2O_8]$	38	Pinnoite	$Mg [B_2O_3(OH)_a]$
11	Dumortierite	$(Al, Fe)_7 [O_2   B_2O_3   (SiO_3)_2]$	39	Priceite	$5CaO \cdot 6B_2O_3 \cdot 9H_2O$
12	Fluoborite	$Mg_3 [(F, OH),   BO_3]$	40	Reedmergnerit	$Na [BSi_2O_7]$
13	Hambergite	$Be_2 [OH   BO_3]$	41	Rhodizit	$K Na Li_4 Al_4 [Be_3B_{10}O_{27}]$
14	Hidroborasil	$MgCa [B_2O_3(OH)_3]^* \cdot 3H_2O$	42	Sassolite	$B(OH)_3$
15	Hornilite	$Ca_2FeB_2 [O   SiO_4]_2$	43	Seamanite	$Mn_3 [PO_4   BO_3] \cdot H_2O$
16	Howlite	$Ca_2 [(BOOH)_5   SiO_3]$	44	Stasfurtit	$a - Mg_3 [Cl   B_7O_{13}]$
17	Hulsite	$(Fe, Mg, Sn) Fe [Qs   BO_3]$	45	Stillwellit	$(Ce, La)_3 [B_3O_8   Si_3O_9]$
18	Hyalotekite	$(Pb, Ca, Ba)_4 B [Si_6O_{17} (F, OH)]$	46	Searlesite	$Na B [Si_2O_6] \cdot H_2O$
19	Inderit	$Mg [B_2O_3(OH)] \cdot 5H_2O$	47	Serendibite	$(Ca, Mg)_2 (AlO)_2 [BO_3   (SiO_3)_2]$
20	Inyoite	$Ca_2 rB_3O_3(OH)_5 \cdot 4H_2O$	48	Suanite	$Mg_2 [B^*Os]$
21	Jeremejevite	$Al_6B_6O_{18}(OH)_8$	49	Sulphoborite	$Mg_3 [SO_4   (BO_2OH)_2] \cdot 4H_2O$
22	Kaliborite (Patemoite)	$KMg^* [B_5O_6(OH)_4] [BsO_3(OH)] \cdot 2H_2O$	50	Sussexite	$Mn_2 [B_2O_5] \cdot H_2O$
23	Kernit*	$Na_2 [B_4O_6(OH)_2] \cdot 3H_2O$	51	Szabelyite (- Ascharite)	$Mg_2 [B_2O_5] \cdot H_2O$
24	Kolemanit*	$Ca [B_3O_4(OH)]_s \cdot H_2O$	52	Teepleite	$Na_2 [Cl   B(OH)_4]$
25	Kotoite	$Mg_3 [BO_3]_2$	53	Tinkalkonit	$Na_2 [B_4O_8(OH)_4] \cdot 3H_2O$
26	Kramerite (Probertit)	$NaCa [B_6O_6(OH)_a] \cdot 2H_2O$	54	Turmaline	$XY_3Y_6 [(OH)_4   (BO_3)_3   Si_6O_{18}]$
27	Lagonite (Sassolin + Limonit)	$Fe_2O_3 \cdot 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$			X = Na, Ca Y = Mg, (Li, Al), Fe, Mn
28	Larderellit	$NH_4 [B_5O_5(OH)_4]$			Y- = Al, Fe, Ti, Cr

55	Ulexit*	NaCa [B <sub>a</sub> O«(OH) <sub>6</sub> ] . 5H <sub>2</sub> O
56	Veatchite	Sr [BgCMOHh],
57	Vonsenite	(Fe, Mg) <sub>2</sub> Fe [O <sub>2</sub>   B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]
58	Warvickite	(Mg, Fe) <sub>8</sub> Ti LO   B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ] <sub>2</sub>

Bu minerallerden bor endüstrisi bakımından en önemli olanları boraks, kolemanit, üleksit ve razolittir. Aşağıda bu mineraller hakkında daha detaylı bilgi verilmektedir.

Boraks, monoklinaldır ve kristal yapısı kısa prizma şeklindedir. Özgül ağırlığı 1,72, sertliği 2-2,5, dilinimi nadiren iyi, gevrek ve konkoidal kırılarak ezilir. Yeni kesilmiş saf boraks temizdir ve cam gibidir. Fakat birçok numuneler tebeşir beyazıdır. Çünkü sade yüzey kısmı veya tamamı ince taneli pentahidrate boraks kümesi halinde değişir. Boraks'ın kimyevî terkibi Na<sub>2</sub>O . 263,0<sup>^</sup>. IOH<sub>2</sub>O şeklinde olup bâzan Tinkal ismi ile de anılmaktadır, içindeki B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı 36,5%'tur. 5 molekül suyunun uçurulmasıyla elde edilen "Neobor" veya pentahidrate boraks (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>. 5H<sub>2</sub>O) 47.8% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve susuz boraks "dehybor" (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>) 68.7% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ihtiva eder.

Kolemanit, monoklinaldır ve birçok yataklarda parlak kristaller, oyuklar içinde bulunur. Beyaz-gri ve yeşilimsi-gri gibi tipik renkleri vardır. Sertliği 4,5 ve özgül ağırlığı 2.52 olup su içinde çok ağır erir fakat asitle çok kolayca eriyebilir. Isıtıldığı zaman kolemanit çatırdayarak pudra halinde kavrulur. Kimyevî terkibi 2CaO. 3B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 5H<sub>2</sub>O olup saf halde 50.8% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ihtiva eder.

Üleksit, tek tek büyük kristallerden ziyade ipek gibi lif demetleri teşkil ederler. Beyaza çalan şeffaf bir mineral olup görünüşüne de uygun olarak "pamuk gülü" diye adlandırılmaktadır. Sertliği 2,5 ve özgül ağırlığı 1.96'dır. Üleksit soğuk suda az, sıcak suda daha fazla asit içinde kolayca erir. Kimyevî terkibi Na<sub>2</sub>O . 2CaO . öBsA., 16 H<sub>2</sub>O olup saf halde 42.9% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ihtiva eder.

Rasorit (Kernit), monoklinaldır, fakat kristal şekli genellikle yarılma ile kapanır.

Yarılma iki yönde mükemmeldir. Diğer yönlerde bu kadar mükemmel değildir ve mineral dağınık, kıymık lifler halinde kolayca ezilir. Sertliği 2,5, özgül ağırlığı 1,91'dir. Kimyasal terkibi Na<sub>a</sub>O . 2B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 4H<sub>2</sub>O olup saf halde 50.9% B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ihtiva eder.

Bor mineralleri genellikle senezoik yaşlı kuşaklarda teşekkül etmektedir. Bununla beraber borlu sahalarda volkanik taşlara da tesadüf etmek mümkündür. Bu volkanik taşlar genellikle dasit ve andezitlerdir. Sedimanter tabaka manzarası gösteren tuf ve volkanik küllerden ibaret arakatlara da yer yer rastlanmaktadır. Bütün bu tabakaların en üstünde altere olmuş kalkerler bulunur ki bunların bor minerallerine Ca elemanı verdiği ve bu suretle ramplase veya absorbe oldukları kabul edilmektedir. Stratigrafik bakımdan bor yataklarında en üstte kalker ve daha sonra sıra ile marn, volkanik ara katlı cevherli killer, taban marnları, volkanik tuf, çjasit, andezit gelir. Andezitler en altta olmalarına rağmen genç taşlardır. Mevcut sedimanların altına sonradan girerek mineralizasyona sebep olduğu anlaşılmaktadır.

Bor minerallerinin oluşumunu üç grupta toplamak mümkündür:

Pegmatit-pnömatolitik devre. Bu devrede bor ihtiva eden silikat mineralleri de meydana gelmektedir. Bunların içerisinde bilhassa Turmalin, plutonitlerin kalkerle olan kontakt zonlarında meydana gelen minerallerden Axinit ve Ludwigit zikre değer. Pnömatik devrede bor elementi magmanın hafif uçucu kısımları içerisinde büyük bir rol oynar.

2. Eksalatif-sedimanter devre. Plutonik hidrotermal ve subvolkanik devrede bor minerallerinin teşekkülüne rastlanmaz. Buna karşılık volkanik-ekzalatif safhada bor ehemmiyete haiz bir konsantrasyonda tekrar meydana çıkar. Bor elementi Borikasit bağlantısı halinde bulunup çabuk uçucu ve yüksek buhar basınçlı bir durumdadır. Bu sebeple bu asit kolaylıkla ekzalyasyonlar halinde tezahür eder. Düşük termal seviyelerde bu solfatarlar, su buharının da kondan- se olması neticesi, zayıf borasiti i eriyikler

\* Bor endüstrisi bakımından önemli olanlar.



meydana getirirler ve sıcak su kaynakları halinde yer üstünde tezahür ederler. H. Borchert'in bor elementinin jeokimyası ile ilgili tablonun sağ üst köşesinde bu durum görülmektedir. Bu eriyiklerden meydana gelen mineraller tabii borasiti = Sasolin (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) (eriyik veya katı halde bulunur) ve Natriyumtetraborat-Pentahidrat Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·5H<sub>2</sub>O ve Larderellit NH<sub>4</sub> (B<sub>5</sub>O<sub>11</sub>(OH)<sub>4</sub>) vs.

Volkanik ekzasyonlarla gelen borik asit göl suları içinden geçerken alkalilerle reaksiyona uğrayarak Na ve Ca-Boratlari meydana getirir. Tabloda bu safhada görülmektedir.

3. Sedimanter devre. Bu yataklardaki bor minerallerin ana taşları konsantrasyona uğradıkları bölgelerin yakınlarındaki genç volkanik kayalar ve asitik ekstrüsf taşlar olup, bor mineralleri birçok şekillerde yer değiştirmek zorunda kalmışlar, primer yataklarından akarsular tarafından eritilerek sürüklenip göl ve denizlere karışmışlardır.

iklimin değişmesine bağlı olarak buharlaşmanın artması neticesinde çökelmiş ve boraks göllerinde konsantre olmuşlardır. Sedimanter teşekküle uğramış olan bor mineralleri birçok tuz mineralleri ile karışık vaziyette bulunurlar ve sedimanter kayalarla tabakalı seviyeler gösterirler.

Granitik magmada bor elementinin artmasında sekonder bir devridaimin rolü büyüktür. Bunu da tabloda görmek mümkündür. Bor elementi pelitik deniz sedimanları içerisinde, grêler - kalkerler - kilistlerde relatif olarak zenginleşebilir ve palinjen magmatizma (granitik magmanın sertleşmiş taş kütlelerinin ısınmasıyla yeniden meydana gelmesi) esnasında artarak pegmatitik-pnömatik devrede Borsilikatlarının teşekkülünde ve volkanik eksalatif devrede borasiti ekzasyonu olarak bor'un kimyasal devridaimine katılmış olurlar.

Buna karşılık Gabro-Magması bor elementi bakımından fakirdir.

## Bor Ürünlerinin Teknolojisi

Yukarıda bor mineralleri ve bunların tabiatında bulunuşu detayı ile açıklanmıştır. Bu bölümde başlıca bor ürünlerinin neler olduğu ve bunların hangi hammaddelerden ve ne gibi teknoloji uygulanarak elde edildiği açıklanmaya çalışılacaktır. Ancak sınırsız denecek kadar çok olan kullanım sahaları yine o kadar çok sayılabilen bor ürünlerinin hepsinin bu bölümde işlenmesi bir taraftan uzun bir çalışmayı gerektireceği gibi diğer taraftan fazla detay olacaktır. Bu nedenle aşağıda en önemli bor ürünleri ve bunların teknolojisine değinilecektir.

### 1. BORAKS: Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O

Tinkal olarak da isimlendirilen ve sodyum tetraborat dekahidrat bileşiminde olan boraks, endüstride çok kullanılan bir bor ürünü olduğu gibi tabiatında büyük rezervler halinde bulunan bir bor mineralidir.

Rafine boraks, tabii olarak bulunan boraks mineralinden, kernitten (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·4H<sub>2</sub>O), kolemanit (Ca<sub>2</sub>B<sub>6</sub>O<sub>11</sub>·5H<sub>2</sub>O), üleksit (Ca Na B<sub>5</sub>O<sub>6</sub>·8H<sub>2</sub>O) ve pandemit

(5CaO·6B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·9H<sub>2</sub>O) gibi kalsiyum boratlardan veya boraks ihtiva eden göl sularından elde edilir.

Tabii Boraks'tan ve Kernit'ten Boraks Üretimi:

Boraks'ın ve kernifin suda çözünme özelliği üretim metodunun esasını teşkil eder.

Cevher belli bir dane iriliğine kadar kırıldıktan sonra normal basınç altında dıştan buharla ısıtılan tanklarda 90-100°C'de veya 2-3 atmosfer basınç altında otoklavlarda su ile karıştırılır. Cevherdeki boraks veya kemit suda çözünür. Karışım gene dıştan buharla ısıtılan dekantörlere alınır ve sıcaklık aynı derecede muhafaza edilerek suda çözünmeyen gang mineralleri çöktürülür. Üstten alınan boraks çözeltisi filtrelerden süzülerek veya tekrar çöktürülerek berraklaştırılır. Berrak çözelti kristalizatörlerde soğutulur, boraks kristalleşir. Soğutma hızı ve sıcaklığı ayarlanarak istenen dane iriliğinde ürün alınır. Santrifüjörlerde

boraks kristalleri karışımdan ayrılır, kurutulur, sınıflandırıldıktan sonra ambalajlanır.

#### Kolemanit'ten Boraks Üretimi:

Üretim metodu, kolemanit'in soda ve sodyum bikarbonat ile muamele edilmesi ve meydana gelen boraks'ın kalsiyum karbonat ve diğer gang minerallerinden ayrılması esasına dayanır.

$2 (Ca_3B_6O_{11} \cdot 5H_2O) + 2 Na_2CO_3 + 2 NaHCO_3 \rightarrow 3Na_2B_4O_7 + CaCO_3 + 11 H_2O$

şeklinde ifade edilen reaksiyon, kırılmış, 400-450°C'de kavrulmuş ve öğütülmüş cevherin, hacimleri 4-5 m<sup>3</sup> olan silindirik tanklarda veya 10-12 m<sup>3</sup>'lük otoklavlarda soda ve sodyum bikarbonatla karıştırılması şeklinde gerçekleştirilir. Cevherin önceden kavrulması ve öğütülmesi reaksiyon hızını arttırmak içindir, işlem normal basınçta 80-100°C'de veya basınç altında 120-140°C'de yapılır. Ortamdaki soda ve sodyum bikarbonat miktarı cevherin CaO ve B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörüne göre ayarlanır. Tanklardan veya otoklavlardan alınan sıcak karışım sıcaklığı muhafaza edilerek filtrelerden süzülür, süzüntü içindeki boraks kristalizatörlerde kristalleştirilir. Yüksek saflıkta ürün almak için kristaller suda tekrar çözündürülür, çözüntü berraklaştırılır ve yeniden kristalleştirilir.

Kristal halinde boraks alındıktan sonra ana çözelti ve yıkama sularının yaklaşık olarak 2/3'ü tekrar devreye sokulur, 1/3'ü ise ayrılıp buharlaştırılarak ihtiva ettiği boraks alınır. Bu şekilde işlemin materyal dengesi sağlanmış olur.

Pandermit (5CaO 6B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 9H<sub>2</sub>O) ve üleksit (Ca Na B<sub>5</sub>O<sub>8</sub> 8H<sub>2</sub>O) gibi diğer kalsiyumlu boratlardan boraks üretimi de aynı metotla, işlem şartları cevherin özelliğine göre değiştirilerek yapılır.

#### Göl Sularından Boraks Üretimi:

Kaliforniya'daki Searles gölünün suları diğer tuzlar yanında %3 nisbetinde boraks ihtiva eder. Bu sulardan sodyum ve potasyum tuzları ile birlikte önemli miktarda boraks da üretilir. Üretim iki metotla yapılır. Buharlaştırma, karbonasyon.

Buharlaştırma metodunda, diğer tuzlar ayrıldıktan sonra kalan boraksça aşırı doy-

muş çözeltiden boraks vakumda buharlaştırma ve soğutma yoluyla kristaller halinde elde edilir. Çözelti filtrelerden süzülerek kristaller ayrılır.

Karbonasyon metodunda ise göl suları özel kulelerde CO<sub>2</sub> ile temas ettirilir. Diğer tuzlar filtrelerle ayrıldıktan sonra boraks çözeltisi buharlaştırılır ve aşırı doymuş hale gelen çözeltiden vakum kristalizatörlerinde boraks kristal halinde elde edilir.

Boraks üretiminde uygulanan metodların mukayesesi yapılırsa kalsiyumlu boratlardan boraks üretiminin göl sularından, tabii boraks cevherinden ve kernit (razorit) ten boraks üretimine kıyasla daha pahalı olduğu görülür. Zira kalsiyumlu boratlardan boraks üretiminde soda ve sodyum bikarbonat sarfiyatı, cevherin öğütme ve kavurma masrafları vardır. Ve ürünün ağırlık randımanı diğer metotlara nazaran çok düşüktür.

#### 2. SODYUM TETRABORAT-PENTAHİDRAT: Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> . 5H<sub>2</sub>O

Çeşitli metodlarla boraks üretiminin kristalleşme safhasında ortamın şartları değiştirilerek sodyum tetraborat pentahidrat elde edilebilir. Sodyum tetraboratın dekahidrat veya pentahidrat şeklinde kristalleşmesi öncelikle ortamın sıcaklığına bağlıdır. Doymuş boraks çözeltisi 60-65°C'nin üstünde tutularak karıştırılırsa pentahidrat kristalleri elde edilir. Kristaller aynı sıcaklıkta dekantasyon veya santrifüj yoluyla ayrılır ve kurutulur. Ana çözelti fse tekrar devreye sokulur. Pentahidrat genellikle buharlaştırma metodu ile boraks üretiminde bir yan ürün olarak alınır.

Konsantre edilmiş ve 5-6 molekül suyu uçurulmuş boraks cevheri veya konsantre kernit cevheri de ham pentahidrat olarak "Razorit 46" adı altında pazarlanabilir.

#### 3. SUSUZ SODYUM TETRABORAT: Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>

Susuz sodyum tetraborat boraksın kademeli olarak ısıtılıp kristal suyunun uçurulması yoluyla elde edilir. Boraks öğütüldükten sonra iki kademede 370°C'ye kadar ısıtılır. Bu kavurma işlemi döner fırınlarda

yapılır. Birinci kademedede boraks 4-5 molekül, ikinci kademedede ise 2-3 molekül kristal suyunu kaybeder. Kavrulduktan sonra daha 2-4 molekül kristal suyu ihtiva eden boraks üstten brülörlerle ısıtılan özel potalarda ergitilir. Ergimiş tetraborat çok tahrip edici bir madde olduğu için işlem ergitildikten sonra katı hale getirilmiş bir tetraborat tabakası üstünde yüzeye direkt alev gönderilerek yapılır. Ergimiş ürün dervv potalara alınıp soğutulduktan sonra kırılır ve işlem sonunda karışmış olabilecek demir manyetik ayırıcılarla ayrılır.

#### 4. BORİK ASİT: (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>)

Borik asit beyaz, parlak, altıgen pulcuklar halinde kristalleşen ve suda eriyen bir asittir. Suda erime nisbeti: 0°C'de 19,5 gr/lt, 20°C'de 49 gr/lt, 100°C'de 379 gr/lt'dir. Ergime derecesi 169°C'dir. Borik asit endüstride en çok kullanılan bor ürünlerinden biridir. Boraks'tan, kernitten, kolemanitten, üleksitten, borasitten ve boraks ihtiva eden göl sularından çeşitli metodlarla elde edilir, granule veya kristalize olarak pazarlanır.

#### Boraks ve kernitten borik asit üretimi:

Cevher kırıldıktan sonra bir ön zenginleştirmeye tabi tutulur ve gang minerallerinin büyük bir kısmından temizlenir. Konsantre cevher suda çözüldükten sonra enerji, olarak karıştırılmak suretiyle %78'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile muamele edilir. Ortamdaki demir kalsiyum klorür veya hipokloritle oksitlenir, asit fazlası kireçle nötralize edilir. Çözelti konsantre edilir ve vakum kristalizatörlerinde borik asit kristalleştirilir. Çözeltme ve kristalleştirme işlemleri tekrarlanarak ürün saflaştırılır, kurutulur ve ambalajlanır. Ana çözeltiden ise buharlaştırma yoluyla Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> üretilir.

#### Kolemanitten Borik Asit Üretimi:

Üretim metodunun esası, kolemanitin H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> veya SO<sub>3</sub> ile muamelesi sonucu;

$$\text{CaAQn} \cdot 5\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 6\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{CaSO}_4$$
 reaksiyonu gereğince meydana gelen asitborikin ortamdan ayrılıp kristalleşmesidir.

Cevher kavrulduktan ve öğütüldükten sonra aside dayanıklı tanklar içinde H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile muamele edilir. Ortamın sıcaklığı 90°C'de tutulur. Meydana gelen CaSO<sub>4</sub>'ün kolemanit daneleri etrafında toplanıp reaksiyona engel olmaması için karıştırmanın hızlı olması gerekir. Karışıma asit fazlasını nötralize etmek için kireç, demiri okside etmek için permanganat, berraklaştırıcı olarak da aktif karbon ilâve edilir. Sıcaklığı muhafaza edilerek basınçlı filtrelerden süzülür. Süzüntü kristalizatörlere alınarak ham borik asit kristalleştirilir. Çözme ve kristalleştirme işlemleri tekrarlanıp ürün saflaştırılır. Çözeltideki borik asit konsantrasyonu değiştirilmek suretiyle istenen dane iriliğinde kristaller elde edilir.

Diğer kalsiyum boratlardan borik asit üretimi de benzer metodlarla yapılır.

#### Borakstı Göl Sularından Borit Asit Üretimi:

Göl sularından boraks üretimi sırasında elde edilen sıcak, doymuş boraks eriyiği H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile muamele edilir. Karışım vakum kristalizatörlerinde soğutulur. Borik asit Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'tan önce kristalleşir. Ortamın sıcaklığı Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'ün kristalleşme sıcaklığının üstünde tutularak karışımdan süzme veya santrifüj yoluyla borik asit kristalleri ayrılır. Saflaştırmak için kristaller suda çözülür, çözüntü süzülür ve borik asit tekrar kristalleştirilir. Ana çözeltiden de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> elde edilir. Bu metod daha çok göl sularından boraks üretiminde yan ürün olarak borik asit elde etmek üzere uygulanır.

#### Borik asitin flotasyonla elde edilmesi:

Üretim metodu, kalsiyum veya sodyum boratların H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> veya SO<sub>3</sub> ile muamelesi sonunda meydana gelen borik asitin flotasyon yoluyla karışımdan ayrılması esasına dayanır. Önceleri sadece kolemanitten borik asit üretimi için uygulanan metod diğer bor cevherlerinde de olumlu sonuçlar vermiştir.

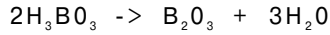
Ham, konsantre edilmiş ve/veya kavrulmuş cevher —65 meşe öğütüldükten sonra tanklarda karıştırılarak H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile mua-

mele edilir. Ortamın asit konsantrasyonu katı borik asit'in teşekkül edebileceği seviyede tutulur. Pülp flotasyon selüllerine alınır ve borik asit yüzdürülür. Borik asit tabii olarak flote edilebilme özelliğine sahip olduğu için yüzdürülmesi kolaydır. Randımanı artırmak ve gang minerallerini karıştırmak için az miktarlarda köpürtücü ve bastına ilâve edilir. Bastına olarak nişasta, arap zamkı, dekstrin veya kuebracha kullanılır. Ürün genellikle yeteri kadar saf değildir. Saf ürün elde edebilmek için ön flotasyon selüllerinde gang minerallerinin bastırılmasına önem vermek ve alınan konsantreyi yeniden çözüp kristalleştirmek gerekir.

#### 5. BOR TRİOKSİT: (B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

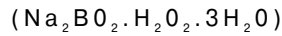
Renksiz, camsı yapıda, çok higroskopik bir maddedir. Metaborik asit halinde kristalize edilebilir. Kolaylıkla borik aside dönüşebilir. Ergime noktası 580°C civarındadır.

Bor trioksit borik asidin ısıtılmasıyla elde edilir.



Borik asit 100°C'de kurutulunca metaborik aside, daha yüksek derecelere kadar ısıtılırsa B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'e dönüşür. Tatbikatta B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> borik asidin 1-2 mm cıva basıncına tekabül eden vakumda 260-270°C ısıtılmasıyla elde edilir.

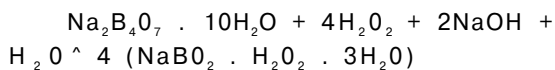
#### 6. SODYUM PERBORAT:



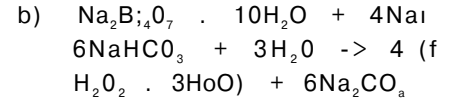
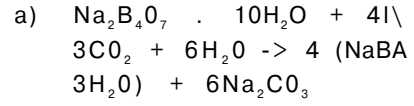
Sodyum perborat elde etmek için birkaç metod vardır. Bu metodların en önemlileri ve ekonomik olarak uygulanabilenleri suda çözündürülmüş borakstan kimyasal yolla ve elektroliz yoluyla sodyum perborat üretimidir.

##### Kimyasal Yolla Üretim:

Bazık ortamda boraksın hidrojen peroksit ile muamelesinden sodyum perborat meydana gelir.



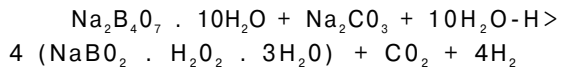
Reaksiyona aktif oksijen Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vasıtasıyla ve aşağıdaki gibi biri ile de sağlanabilir:



İşlem sırasında meydana gelen reaksiyon ısısının uzaklaştırılması lâzımdır. İM'den gelen karışım süzülür veya santrifüj edilir. Ana çözelti tekrar reaksiyona sokulur.

##### Elektroliz yoluyla üretim:

Üretim, beton veya lâstik kaplı 2 m<sup>3</sup> hacmindaki tanklarda boraks çözeltisi ve sodadan meydana gelen karışımın elektrolizi ile aşağıdaki reaksiyon gereğince gerçekleşir:



Elektroliz tankları devamlı olarak karıştırılır. Anotlar platin, katodlar demirden yapılmıştır. Elektrolit 30 gr/lt boraks, 120 gr/lt soda ihtiva eder. Isının 10-12°C'de muhafaza edilmesi gerekir. Bunun için reaksiyon ısısının fazlası özel bir düzenle alınır. Uygulanan akım şiddeti 6000 amper, anotta akım kesafeti 50 amper/dm<sup>2</sup> kadardır. Elektroliz sırasında meydana gelen CO<sub>2</sub> çözeltideki Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ile reaksiyona girer. NaHCO<sub>3</sub> teşekkül eder. NaHCO<sub>3</sub>'ün çökmesine mâni olmak için çözeltiye NaOH katılır ve elektrolitteki NaHCO<sub>3</sub> miktarı 60 gr/lt'ye eriştiği zaman elektrolitin yarısı akım kesilmeksizin tanktan alınır. Santrifüjörlerle gönderilen bu çözeltiden sodyum perborat ayrılır. Süzüntü Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile muamele edilerek kimyasal metotta verilen (b) reaksiyonu gereğince sodyum bikarbonat sodyum karbonata dönüştürülür ve süzüntüde kalan sodyum perborat da kazanılmış olur. Bu işlemden sonra süzüntüye NaOH ilâve edilir ve tekrar elektroliz tankına verilir. Elde edilen ürün sıcak hava ile kurutulur.



Sodyum perborat için uygulanan bu iki yöntemden hangisinin daha kârlı olduğu ancak bir maliyet etüdü sonunda ortaya çıkar. Elektroliz metodu büyük bir ilk yatırım ve işletme safhasında önemli miktarda elektrik enerjisi kullanımını gerektirir.

Kimyasal methoda ise ilk yatırım nisbeten azdır fakat işletme sırasında yardımcı madde sarfiyatı maliyete önemli ölçüde tesir eder. Diğer taraftan, kimyasal metod sabit giderlerinin azlığı dolayısıyla talebin değişken olduğu pazarlara dönük bir üretim için daha avantajlıdır. Elektroliz methodunda ise üretim seviyesinin değişmesi maliyete büyük ölçüde tesir eder.

#### 7. SAF (ELEMANTER) BOR (B):

Elementer bor'u ilk defa 1808'de Gay-Lussac ve yine aynı yılda Therard borik asidi potasyum ile indirgeyerek elde ettiler. Daha sonra bor, bileşiklerinin magnezyum, sodyum veya alüminyumla indirgenmesinden amorf veya mikrokristalin halde elde edildi.

Kristalize bor ise ilk defa yirminci yüzyılın başlarında Weintraub tarafından elde edildi.

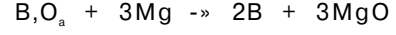
Günümüzde metalik bor üretimi için uygulanan en önemli metod elektrolizdir. Elektrolit, ergimiş potasyum klorür ile potasyum fluoborat ve bor trioksit karışımıdır.

Elektroliz, ısıya dayanıklı malzemedan yapılmış, grafit kaplı tanklarda gerçekleştirilir. Tankı kaplayan grafit anot vazifesi görür. Katodlar silindirik veya levha şeklinde olup düşük karbonlu çelikten yapılır. Anotlar ve katotlar su sirkülasyonu ile soğutulur.

Elektroliz 650 - 1000°C sıcaklıkta 6-12 volt 3000 amperlik bir akımla yapılır, anotta klor, katotta bor toplanır. Elektrolite  $B \ll O_3$  ilâve edilmişse anotta oksijen karbonla birleşir. Bu usulle elde edilen bor %99.41 safıktadır.

Elektrolizden başka, bor elde edilmesinde uygulanan bir metod da  $B_2O_3$ 'ün Na,

Mg, Ca veya Al ile indirgenmesi usulüdür. Grafit bir potada bor trioksit ve magnezyum lozu ısıtılırsa;



reaksiyonu sonucu %99.6 safılıkta bor elde edilir.

#### Bor izotopları ve Diğer Bor Ürünleri Bor İzotopları:

Bor'un  $B_{10}$  ve  $B_{11}$  olmak üzere iki izotopu vardır. Aslında bor % 18.83  $B_{10}$ , %81.17  $B_{11}$  bileşiminde bir alaşımdır. Elektroliz, elektromanyetik, termodifüzyon veya hipersorbsiyon metodu ile bor izotoplarına ayrılabilir, izotoplardan bilhassa  $B_{10}$ , 4010 barn ( $barn = 10^{-24} \text{ cm}^2$ ) lık bir nötron absorpsiyon kesitine sahip oluşu nedeniyle nükleer enerji teknolojisi için çok önemli bir malzemedir.  $B_{10}$  izotopu özel kulelerde  $BF_3$  ( $CH_3$ )<sub>2</sub>O'in distilasyonundan da elde edilir.

#### Bor Karbür: ( $B_4C$ )

Parlak siyah renkli, kristal yapı fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı çok dayanıklı bir malzemedir. Yoğunluğu 2,5 gr/cm<sup>3</sup>, Mohs kalasına göre sertliği 9.2'dir. Susuz borik asidin grafit hücrede petrol koku ve  $CaCO_3$  ile birlikte 2500 - 2600°C'ye kadar ısıtılması yoluyla elde edilir. Bor karbür elde etmek için ikinci bir yol da, çok ince borik asit tozunun magnezyum ve kömür tozu ile birlikte 1400°C'ye kadar ısıtılması şeklindedir.

#### Bor Nitrür: (BN)

Grafitte benzer yapıda fakat beyaz renkte hafif bir maddedir. Sıcakta preslenmiş bor nitrürün yoğunluğu 2,1 gr/cm<sup>3</sup>'tür. Elektrik ve ısı iletkenliği çok az oda sıcaklığında çok sert bir maddedir. Bor nitrür azot, azotlu oksijen ve amonyaklı ortamda bor'un ısıtılmasıyla elde edilir.

#### Borürler:

Borürler, Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Zr, W, Nb, Th, Al gibi metallerin tozlarının bor ile birlikte vakumda 1800-2000°C'ye kadar ısıtılmasıyla elde edilen alaşımlardır.

Termik ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, metalik özellik gösteren, sertlikleri 8-10 arasında değişen bu kıymetli malzemeler çeşitli endüstriyel gayelerle üretilirler.

Bâzı borürler (kalsiyum borür gibi) alüminyum elektrolizinde katotta teşekkül eder. Metal oksitlerinin borik asit ile —kalsiyum florür (veya oksit) ve Mg (veya Li) ilâvesiyle— ısıtılması yoluyla da bâzı borürler elde edilir.

Borlu çelik imalinde kullanılan %20 B, %2 - 6 Al ihtiva eden ferrobör, alüminotermin, ferrosilisyum indirgemesi veya karbon indirgemesi yollarıyla elde edilir. Metalik parlaklıkta, kırılğan bir maddedir.

Diğer borlu alaşımlardan krom-bor

(%15-20 B), nikel-bor (%5-10 B), bakır-bor (%5 B) da alüminotermin usulüyle elde edilir.

Boral, %65 Al, %35 borkarbür bileşiminde kolay işlenebilen bir alaşımdır. Bor karbür ile Al tozunun grafit potalarda ergitilmesiyle elde edilir. Büyük bir nötron absorpsiyon kesitine sahiptir. Boral ile benzer özellikteki boroksal ise  $B_2O_3$  ile Al'dan yapılır.

Bor Hidrürler:

Bor'un hidrojenle yaptığı bileşiklerdir. Karışık bir yapıya sahiptirler. Jet ve roket yakıtı olarak kullanılan en önemli bor hidrürler; diboron ( $B_2H_6$ ); pentaboron ( $B_5H_9$ ) ve dekaboron ( $B_{10}H_{14}$ ) dur.

## Bor Ürünlerinin Kullanım Sahaları

Halk tarafından genellikle bir ev tüketim malzemesi olarak bilinen boraks, süratle gelişen teknolojinin sonunda, insanı hayrete düşürecek kadar yaygın bir kullanım alanına sahip olmuştur.

Bugün kullandığımız pek çok malzemenin girdileri içinde bor, bir yemeğin tuzu, biberi ve yağı kadar ayrılmaz parçası halinde yer almaktadır. Örneğin, yediğimiz birçok bitkisel gıdadan, mutfakta kullandığımız kaplara, banyoda kullandığımız sabun, gözümüze taktığımız gözlük camına, üzerimize giydiğimiz tekstil mamulünden, atom bombasının radyoaktivitesinden korunmak için kullanılan özel koruyucu tesislere, hergün bindiğimiz arabaların motor koruyuculuğundan, yüksek oktanlı benzin üretimine, yanmaz boya imâlinden, büyük yangınların söndürülmesi için hazırlanan solüsyonlara, günde en az üç defa dişimizi fırçaladığımız diş macunundan, hamam böceklerinin ve karıncaların imhasına, bayanların kullandığı kozmetiklerden gazlı bezlere, hayatımızın bir parçası olan makinaların imalinde onlara şekil veren torna tezgâhlarının bıçaklarından, yurt müdafaası için yapılan top ve makinalı tüfeklerin namu ağızlarına, kaynak ve lehim işlerinde bol miktarda kullandığımız zamklara, nükleer ener-

ji ile çalışılan iş yerlerindeki radyasyondan korumadan, şu elimizde tuttuğumuz kâğıda kadar bor ürünleri kullanılmakta olduğunu ifade edersek, yüzlerce kullanım alanı hakkında ancak cılız bir fikir vermiş oluruz— insanlığın emrine amade edilen bu kıymetli madeni tabiat, cömertçe bir Amerika Birleşik Devletleri'ne, ondan daha fazla ve daha kalitelisini en cömert şekilde vatanımıza bahsetmiştir

Yurdumuzun, sermaye, işgücü ve yeraltı zenginliği dengesinde büyük bir ağırlığa sahip olmaya hazır bu büyük kaynağın kullanım alanlarını biraz daha yakından tanımaya çalışalım.

Dünyada bor ürünlerini tüketen sanayi dallarını genel olarak, tükettiği toplam  $B_2O_3$  miktarının ağırlığına göre 5 ana gruba ayırmak mümkündür:

- 1 — Cam endüstrisi,
- 2 — Sabun ve deterjan endüstrisi.
- 3 — Sır ve emaye endüstrisi,
- 4 — Ziraat endüstrisi,
- 5 — Diğerleri.

1. Cam Endüstrisi:

Endüstrinin bu kolunda özellikle borosilikat cam ve cam yünü imalinde kullanılan bor ürünleri, cam yünü ve diğer kalite-

li camların kullanım sahalarına paralel olarak ileride büyük gelişmelerin olacağı beklenebilir.

a — Cam Yünü:

Cam endüstrisinin bu kolu, özellikle tekstil gayeli cam yünü ürünü ve diğer cam liflerinin kullanım alanlarının her geçen gün başarılı bir şekilde geliştirilmesi sonucu, en büyük bor tüketim alanı olma özelliğini muhafaza etmektedir.

Cam yünü üretiminde, bor ürünleri borik asit, razorit, susuz boraks, susuz borik asit olarak kullanılır. Bu ürünlerin kullanılması ile elde edilen cam yününde çeşitli izolasyon işlerinde, kimyasal etkilerden zarar gören fabrikaların, cam yününden elde edilen kumaşlarla kaplanarak korunması gibi sahalarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

b — Borosilikatlı Cam Endüstrisi:

Cam endüstrisinde ikinci büyük tüketim alanını teşkil eden bu sanayi kolunda  $B_2O_3$  talebi devamlı bir artış göstermektedir. Artışta en çok özel maksatlı camlar, bunu da sırasıyla laboratuvar, elektronik ve sofrata takımı için üretilen cam çeşitleri teşkil etmektedir.

Borosilikat cam üretiminde kullanılan bor ürünleri susuz boraks, sulu ve susuz borik asit ve doğrudan kolemanit cevherleridir.

c — Diğer Camlar:

Optik endüstrisinin özel camları ile diğer çok yüksek vasıflı camlar bu kısımda değerlendirilebilir. Bu kesimde de bor ürünü talebi devamlı bir artış göstermektedir.

2. Sabun ve Deterjan Endüstrisi:

Endüstrinin bu dalında bor ürünü talebi ile nüfusun artışı arasında yakın bir bağıntı vardır. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya gibi hayat seviyesi çok yükselmiş ülkeler senede sabun ve deterjan olarak fert başına 1,9-2 Kg. gibi oldukça yüksek bir bor ürünü tüketim seviyesine ulaşmışlardır. Başka bir deyimle bu ülkelerde nüfustaki artışa paralel bir artış beklenebilir. Oysa halen bu seviyeye ulaşamamış İngiltere, Fransa bilhassa italya ve diğer Avrupa ülkeleri, endüstrinin bu kesi-

minde bor ürünü tüketimi bakımından henüz bir doyma noktasına ulaşmamıştır. Bu bakımdan önümüzdeki yıllarda sabun ve deterjan endüstrisi büyük miktarlara ulaşan bor ürünü talebinde bulunması beklenebilir.

a — Sabun Endüstrisi:

Sabun endüstrisi daha çok boraks deka ve penta hidrat olarak bor ürünü tüketmektedir.

Halen araştırma safhasında olan metal yıkama sabunları geliştirildiği takdirde metal sanayinin talebi olarak boraks deka ve penta hidrat ürünlerinin tüketiminde büyük artışlar beklenebilir.

b — Deterjan Sanayii:

Deterjan sanayii, bor ürünlerinden boraks deka hidratı boraks penta hidrat ve perborasatı büyük miktarlarda tüketmektedir. Özellikle Avrupa'da nüfus başına senelik perborat tüketimi önemli bir görünüşü yansıtmaktadır. Hâlen perborat bakımından doyma noktasına ulaştığı kabul edilebilen Batı Almanya'da bu miktarın 2 kg. civarında olduğu dikkate alınır ve diğer ülkelerin bunun yarısından da az bir tüketim yaptıklarına dikkat edilirse büyük imkânların varlığına işaret edebilir.

3. Sır ve Emaye Endüstrisi:

Endüstrinin bu kesiminde bor ürünü tüketiminde ağırlığı seramik sırnın talebi teşkil etmektedir.

a — Porselen Sırı:

Bu kesimdeki nüfus artışı ile bor ürünü tüketimi arasında dolaylı bir bağıntı vardır.

Porselen sırı üretiminde daha çok susuz borik asit kullanılır. Porselenin sır altının tanziminde de ayrıca razorit kullanılır. Susuz borik asitle yapılan sır, bunun üzerine uygulanır.

b — Emaye Endüstrisi:

Daha çok metal yüzeylerin kaplanması işi olarak ifade edilebilen bu tüketim alanında olduğu gibi susuz boraks, razorit ve mektendir.

Endüstrinin bu kolunda da sır endüstrisinde olduğu gibi susuz boraks, ragorit ve susuz borik asit kullanılmaktadır.

#### 4. Tarım Endüstrisi:

Tarım endüstrisinde, bor ürünlerinin tüketim alanı bulunduğu kesim, ağırlık olarak tarım ilaçları endüstrisi olup bunu takip eden kesim ise sun'i gübre endüstrisidir.

Tükettiği ürün razorit 46'dır.

#### 5. Diğerleri:

Diğerleri adı altında topladığımız bu kısım, cam, deterjan, seramik ve tarım dışında önemli bir tüketim alanını kapsar.

##### a — Metalik boratlar:

Borun, çelik, tungsten,, titan, zirkon, krom, vanadyum v.s. ile yaptığı alaşımlar son derece sert olup, makina ve diğer âlet, avadanlık yapan, onlara şekil veren tezgâhların aksamında kullanılır.

Özellikle bor karbür, restliği en yüksek olan sunî maddelerin başında gelir. Tatbikat sahası olarak, torna tezgâhlarının bıçaklarında, abresiv malzeme imali ve sondaj makinalarının matkapları gösterilebilir. Özellikle zirkonlu bor tipleri nükleer santallerin en önemli aksamlarından birini teşkil etmektedir.

##### b — Yapıştırıcı:

Nişasta veya kemik külü ile karıştırılarak iyi kalitede yüksek yapıştırma özelliği olan zank yapımında kullanılır.

##### c — Yangın Söndürmede:

% 30 borik asit, boraks veya razorit, % 70 oranında su ile karıştırılıp likit hale getirilerek uçaklara doldurulan bu sıvı, büyük orman yangınlarının söndürülmesinde başarılı tatbikatı olmaktadır.

d — Korozyona karşı koruyucu olarak Borik asit ve sodyum hidroksitten yapılan sodyum metaborat, korozyona sebep olan likitler içine karıştırılarak kullanılır. Bu halıyla boratlar iyi bir metal koruyucusudur.

f — Düşük erime noktasından ve metal oksitleri eritme özelliğinden dolayı boraks kıymetli metallerin tasfiyesinde, piriç ve diğer alaşımların eritilmesinde mühim rol oynar. Kaynak işlerinde bakır, piriç, demir, çelik ve bronzla ilgili lehim işlerinde geniş kullanım sahasına sahiptir.

g — Birçok haşaratların imhasında, dezanfektan alanında, özellikle narenciye ve

meyve giib gıda maddelerinin tahribine sebep olan küf denilen mantarların imhasında kullanım alanları vardır.

h — Tıp ve eczacılıkta hem boraks ve hem de borik asit, antiseptik özelliğinden dolayı, geniş tatbikat sahası bulurken, aynı özelliği, onu kozmetik sahasına da çekmiş, losyonlarda, güzellik kremlerinde, diş macununda (sodyum perborat olarak), beyazlatmada ve koku gidermede yaygın bir kullanım alanı hazırlamıştır.

i — Bir non-metal (metalsi) olan borun tek başına kullanım sahası yoktur. Ancak çeşitli metallerle meydana getirdiği alaşımlar içinde yer aldığı miktarlara uygun olarak sertlik yönünden gayet ideal alaşım ürünlerinin üretilmesini temin etmektedir.

j — Özellikle "triehyl borine" mantarlarla mücadelede başarılı tatbikatı vardır. "Triethyl borat" ise bakır ve piriç kaynaklarında kaynak tozu olarak kullanılır.

k — Borlu polietilen levhalar, kurşun veya betonarme muhafazalardan hafif ve daha koruyucu olduğu için nükleer radyasyonlardan korunmada ideal bir malzeme olarak tatbikat bulmaktadır.

l — Amerikan Ordu Mühimmat Şirketi korozif olmıyan aynı zamanda polimerler Teşkil etmiyen boraks - glikol kompleksine bir alkali ile karıştırarak, fren donanımını tahrip etmiyen hidrolik frenler için kullanılan bir mayi geliştirmiştir.

m — Benzin donanımlarını tahrip ederek onların tıkanmasına sebep olan bir çeşit bakterinin imhası, benzine bor karıştırmak suretiyle mümkün olmuş, bu durum geniş bir tatbikat sahası yaratmıştır.

Hızla gelişen teknolojiyi paralel olarak bor ürünlerinin kullanım sahaları o kadar hızlı bir şekilde gelişmektedir ki; bu gelişme karşısında insanın şaşırması için elden hiç bir şey gelmiyor.

Şimdilik konunun bu kısmını burada noktalarak, büyük bor tüketimini ön gören sanayilerle ilgili kullanım alanlarının gelecekteki durumlarını gözden geçirmeye ve Türkiye'nin potansiyel kıymetleri yönünden nasıl imkânların mevcut olduğunu araştırmaya çalışalım.

## Gelecekteki Tüketimi Etkiliyecek Gelişmeler:

### 1 -T- Gübre Sanayii:

Herkesçe bilindiği gibi özellikle amonyaklı gübreler duraysızdır. Bu nedenle stoklamada büyük problemler ortaya çıkarmaktadır. Son zamanlarda % 0,2 borik asit, % 0,2 diamonyum fosfat ve amonyum nitratla % 0,1 amonyum sülfattan ibaret karışımdan ibaret gübre son derece duraylılık kazanmakta ve uzun müddet depolanma imkânını vermekte olduğu tesbit edilmiştir. Dünyada üretilen amonyaklı gübre ile borik asit tüketimi arasında kurulacak ilişki, bu haberin ilerisi için ne büyük bir potansiyel olacağını göstermesi bakımından ilginçtir.

### 2 — Deterjan Sanayii:

Bu sanayide tüketilen sodyum perborat ile nüfus arasındaki ilişki, bu alanda bor ürünleri için büyük bir potansiyelin mevcudiyetini ortaya koyacaktır.

### 3 — Cam Yünü Sanayii:

Cam yününden elde edilen ipler, özel bir teknoloji kullanılarak, kauçukla mezcedilmesi sonunda, darbe, ısı ve basınca karşı çok kullanışlı bir lâstik geliştirilmiştir. Transmisyon lâstiklerinde ve otomotiv sanayiinde ve otomobil lâstikleri sanayiinde hızla tatbik edilmeye başlanmıştır. Bu teknoloji sayesinde cam yünü talebine paralel olarak bu sanayinin girdisi olan bor ürünleri talebini de geniş miktarda arttıracaktır.

Ytne cam yünü ile ilgili ikinci önemli saha, likit gübrelerin krozyon özelliğini önleyen kullanım alanıdır. Bilindiği gibi likit gübrelerin korozyon özelliği bunları taşıyan tankların sık sık hizmet dışı olmasına sebep oluyordu. Şimdi bu tanklar, cam yünü kullanılarak yapılmakta ve geniş kullanım ve dolayısı ile bor ürünleri tüketim sahası yaratmaktadır.

### 4 — Metalürji Sanayii:

Şimdilik yine de hayli pahalı olan, ancak ilk üretim maliyetine rağmen hayli ucuzlatabilmiş olan boron karbayd mamulleri üretimi çok önemli bir tüketim sahasıdır. Boron karbayd son derece dayanıklı olup,

kurşun geçmez elbise imalinde kullanılabilir-mektedir.

Bundan başka, aşınma ve korozyona mukavemet edebilen yüksek safiyette nikel plâkalarının üretiminde "amine borones" redüktanı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamasıyla, bir pazar potansiyeli ortaya çıkmıştır.

Erime noktasını düşürme özelliği ve metal oksitleri eritme yeteneğinden dolayı boraks, kıymetli metallerin tasfiyesinde, prinç ve diğer alaşımların eritilmesinde kullanılmaktadır.

Özellikle son yıllarda, kolemanit'in yüksek fırınlarda flüorit'in yerine ikame edilmesi sonucu çok büyük pazar imkânlarının ortaya çıkması beklenmektedir. Kolemanit için bir başka potansiyel pazarında çimento sanayii olması beklenmektedir.

### 5 — Motor Yakıtı:

Motor yakıtlarında kullanılan butilen ve heksilen glikol borat karşımı (içinde % 7,4 bor ihtiva eder) motor donanımını tahrip eden ve benzinli ortamda çoğalabilen mikro organizmaların (bakterilerin) imhasında kullanılmaktadır.

Özellikle "biocide" denilen borlu yakıtlar, büyük itme gücü hassalarından dolayı füzelerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Aynı yakıtın jetlerde kullanılması bir an meselesidir. Bu durum gerçekleşir gerçekleşmez bor talebinde büyük artışlar olacaktır.

### 6 — Kimya Sanayii:

Borun geniş tatbikatından biri de, kâğıt hamurunun ağartılması işlerindeki uygulamadır.

Bilindiği gibi ağartkan olarak, sodyum borohidrat ve sodyum sülfat kâğıt hamuruna ilâve edilmektedir. Ancak bu iki karışım proses derecesinde geçen süre içinde duraysızlığı nedeniyle saatte % 20 oranında bozuşmaktadır. Bu karışıma ilâve edilen kadmium sülfat, mahsur olarak ifade edilebilecek duraysızlığı % 2 gibi ehemmiyetsiz bir orana indirebilmektedir.

Kâğıt endüstrisinin azameti dikkate alınırsa, bor tüketim alanı için ne denli büyük bir potansiyel pazarın varlığını tahmin etmek güç olmayacaktır.

## 7 — Çeşitli Malzemelerin Yapısal Takviyesinde:

Bor filamentleri, elmastan sonra en sert oluşu yüzünden bu tip malzeme ile iş yapan çeşitli endüstri dallarındaki yöneticilerin devamlı olarak dikkatini çekmiştir.

Elementlerin yapısal takviyesinde bor, bor elementi olarak yer almaktadır. Tungstenli bor filamentleri son derece sağlam ve dayanıklı olup, bir hayli hafiftir. Örneğin fiberglastan 5 defa sağlam, ergime noktası

3700 F° olup alüminyumdan 3 defa daha fazladır. Bu özelliği nedeniyle jet motorlarının gaz türbinlerinde kullanılması imkânı büyüktür.

Bor filamentleri sayesinde, yüksek ısıya maruz kalan, roket ve jet ekzosları ve diğer ısıya dayanıklı motor ve makina aksamları için ideal alaşımların bulunması kabül olacaktır.

Maliyetleri şimdilik fazla olan bu maddeler, ucuza yapıldığı takdirde, bor tüketiminde büyük talepler olacaktır.

## Türkiyenin. Dünya Rezervleri ve Pazarlarındaki Yen

Bor ürünleri tüketiminde en çok yer alan ürünler, razorit 46 - 65, sulu ve susuz borik asit, perborat ve kolemanittir.

Bunlardan razorit 46 ve razorit 65 ile kolemanit'in satış imkânı ham cevher şeklinde olur. Ancak bunlar tabiattan çıktığı gibi değil, selektif zenginleştirmeden başlayarak dehidratasyona varana kadar çok karışık olmayan bir zenginleştirmeden sonra piyasaya verilebilir.

Teknolojinin gereği olan özellikteki bor talebi bu ilk zenginleştirme ürünleri ile her zaman karşılanamadığından daha ileri kademede yukarıdaki zenginleştirilmiş ürünleri girdi alarak, rafine penta hidrat boraks, rafine dekahidrat boraks, rafine susuz boraks, sulu ve susuz borik asit ürünleriyle, perborat üretmek te gerekmektedir.

Herşeyden önce Türkiye'de yukarıdaki ürünleri verebilecek bir cevher potansiyeli var mıdır? Varsa dünya pazarlarındaki imkânlarımız nedir? Nasıl bir yolla bu pazarlara hakim olabiliriz ve rakiplerimiz kimdir? Ve böyle bir rakiple nasıl rekabet yapabiliriz sorularına cevap aranması gerektir.

Sözlerimizin başında da belirttiğimiz gibi dünyada bor tuzu yatakları belki dünya talebini çok uzun seneler karşılayacak kadar büyüktür. Ancak, büyüklük ve teknolojinin aradığı özelliklerin üstünlüğü yönünden dünyada yalnız iki ülkede bor yatağı vardır. Bunların birincisi en büyüğü en uy-

gunu Türkiye, ikincisi ise Birleşik Amerika'dır. Aşağıdaki tabloda bu iki ülkenin rezervleri yeralmaktadır.

TABLO: 2

Cevherin Cinsi	Miktar/Ton	Tenörü %
Türkiye ve A.B.D. Bor Cevheri Rezervleri		
Türk Cevherleri		
Kolemanit:		
a - Görünür :	17.500.000	40-48 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
b - Muhtemel:	156.000.000	40-48 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Boraks: (Tinkal)		
a) Görünür :	100.000.000	28-36 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
b) Muhtemel:	380.000.000	28-36 B <sup>^</sup>
c) Mümkün :	700.000.000	28-36 B <sub>a</sub> O <sub>3</sub>
Birleşik Amerika Cevherleri		
Kolemanit: Yok denecek kadar az ve düşük kalitelidir.		
Boraks:		
Kernit ve boraks:		
Gör.+Muh.	235.360.000	20-30 B J A

Yukarıdaki rakamlardan da anlaşılacağı gibi rezerv bakımından ve tenor yönünden Türkiye'nin üstünlüğü açıktır.

Türk cevherinin en büyük özelliklerinden biri de beraberinde bulunduğu gank minerallerinden kolayca ve basit usullerle ayrılma özelliğine sahip olmasıdır.

örneğin boraks cevheri, çok sulu olan montmorillonit minerali ile beraber bulunur. Bu kil minerali, oda sıcaklığında suyu-

nu süratle kaybederek cevherden ayrılabilir. Biraz ısıtılarak takviye edilirse tinal de 5 molekül suyunu kaybederek 5 molekül sulu tinkalkonite dönüşmekte ve kil-den ayrılması kolaylaşmaktadır. Türk cevherinin en önemli özelliği kristal yapısında % 1'in çok altında yabancı maddeye sahip olmasıdır. Nitekim çeşitli vesilelerle Türk boraksı üzerinde yapılan analizler, B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>, Na, H<sub>2</sub>O miktarlarının, teorik değerlerle gerçek değerler arasındaki fark % 9 mertebesinde olduğunu göstermiştir. Yani teorik değere çok yakın olup kristal bünyesinde % 0,5 in altında ihmal edilebilir bir değerde empürite vardır. Bir başka deyişle ideal bir cevherdir.

Denge olarak Türk boraksı; % 85 boraks, % 15 kil ve karbonat karışımı halindedir.

Bugün dünyada bor piyasasına hakim olan iki firma vardır. Bunlardan birincisi ve en kuvvetlisi U. S. Borax, diğeri de American Potash firmasıdır. İkinci firmanın cevher yatakları özelliği nedeniyle, birinci ile rekabet yapması zordur. Ancak bu iki firma bir ölçüde anlaşarak piyasayı güç ve imkânları oranında bölüşmüş durumdadırlar.

Batı dünyasının mutlak hakimi olan bu firmalar serbest rekabet ilkeleri dışında monopol bir anlayış ve tatbikat içindedirler.

Bundan Avrupa'lı hattâ Amerika'lı tüketiciler açıkça şikâyetçidirler.

Bu iki firmanın afişe fiatları mutlaka yüksek tutulmaktadır.

Herşeyden önce bu iki büyük üretici, bor ürünlerini Kalifomia yarımadasından üretmektedirler. Oysa Amerikan endüstrisinin büyük kısmı takriben % 87'si ülkenin orta ve doğu kısmında yer almıştır. Dolayısıyla Amerikan bor ürünleri tüketiminin en çoğu endüstrisinin yoğun olduğu kısımlarda olmaktadır.

Bu durumda, Amerika'nın doğu limanlarından biri, meselâ New York limanındaki Türk ürünlerinin CİF New York limanı ile Amerikan ürünlerinin önce satış fiatları, sonra Türk ürünlerine konacak kâr marjı ile tekrar bu satışlarının karşılaştırılmasıyla ortaya çıkacak durumun incelenmesi gerekecektir. Aynı mukayesenin Avrupa örneğinin, Amsterdam limanı içinde yapılması yerinde olacaktır.

Yaptığımız hesaplara göre Türk ürünlerinden boraksın kırka'da ve kolemanit içinde madendeki maliyetleri ve diğer ürünlerin de limanda kurulacak tesislerdeki maliyetleriyle CİF New York ve CIF Amsterdam maliyetleri tablo 3 de verilmiştir.

TABLO: 3  
Bor Cevher ve Ürünlerinin Maliyet Fiyatları

Türk Ürünleri	Madendeki Üretim Maliyeti TL/Ton	Limandaki Maliyeti TL/Ton	CİF New York TL/Ton
Kolemanit % 43 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	65	100	200*
Ham Razorit % 46 B <sub>5</sub> O <sub>5</sub>	73	100	200*
Ham Razorit % 65 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	73	100	200*
Rafine Boraks (% 48 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		85	255**
Rafine Boraks (% 37 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		85	255**
Anhidrik Borikasit		770	940**
Sodyum Perborat (T)		800	970**
Rafine Anhidrik Boraks (% 66 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )		340	510**

\* Ambalajsız yığın halindeki nakliye 8 \$/Ton ve 20 TL. Türk limanı yükleme ve liman masrafı alındı  
 \*\* Özel paketlerle ambalajlanmış nakliye 15 \$/Ton ve 20 TL. Türk limanı yükleme ve liman masrafı.  
 (T) Tahmini  
 1 \$ = 10. TL. alındı.

TABLÖ: 4  
Türk Ürünün CİF Amsterdam Limanında  
Maliyeti

Türk Ürünleri	Limandaki Maliyet TL/Ton	Amsterdam Limanındaki Maliyet TL/Ton
Kolemanit % 43 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	100	180
Ham Razorit 46	100	180
Ham Razorit 65	100	180
Rafine Boraks % 48 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Penta hidrat)	85	195
"Rafine Boraks (Dekahidrat) % 37 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	85	195
Anhidrik Borik asit	770	880
Sodyum Perborat (T)	800	910
Rafine Anhidrik Boraks % 65	340	450

Yukarıdaki maliyetler hesaplanırken, gerek tablo 3 ve gerekse tablo 4 deki ürünlerin üretileceği fabrikaların ithale dayalı malzemelerin gümrükten muaf olacağı kabul edilmiştir.

Aslında zannedildiği kadar büyük dış paraya da bu tesisler lüzum göstermemektedir. Basit bir organizasyonla tesisler pekâla yerli olarak da kurulabilir.

Yukarıdaki maliyetlere % 40 kâr marjı konduğu taktirde Amerikan ürünleri satış fiyatları ile karşılaştırıldığında, lehimize herhangi bir rekabet marjı var mı yok mu SOT rusuna cevap arayalım.

Tablo 5 gösteriyor ki % 40 kârla satış yaptığımız taktirde, sattığımız ürüne göre, afişe fiyatlarla lehimize 4,5 \$ ile 164 \$ arasında rekabet marjımız vardır. Tercihli fiyatlar için kolemanit hariç rekabet marjımız 4.4 \$ - 124 \$ arasındadır.

Ayrıca gerek afişe ve gerekse tercihli fiyatlar "short ton" fiyatıdır. Bu fiyatlar short ton fiyatı olarak tercihan alınmış olup, metrik ton fiyatlarına çevrilirse rekabet marjlarının biraz daha artacağı bir gerçektir.

Tablo 5'in verdiği bir gerçekte, bizim Amerika piyasasına girebileceğimizi göstermesinin yanında, Avrupa'nın lehimize olan

TABLO: 5  
Bor Cevher ve Ürünlerinin A.B.D. Fiyatları

Ürün Cinsi	Afişe Fiyatlar TL/Ton	Tercihli Fiyat TL/Ton	Türk Ürünü Türk Ürünü Lehine rekabet marjı Satış Fiyatı		
			TL/Ton	Afişe Fiyatlarla TL/Ton	
Kolemanit % 43 B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	325	260	280	45	—
Ham Razorit 46	540	490	280	260	210
Ham Razorit 65	770	750	280	490	470
Rafine Pentahidrat Boraks	670	630	355	315	275
Rafine Dekahidrat Boraks	500	460	355	145	105
Anhidrik Borik Asit	1510	1360	1316	194	44
Sodyum Perbarot	3000	2600	1360	1640	1240
Rafine Anhid Boraks	930	800	714	216	86



nakiye farkları nedeniyle tamamen bizim pazarımız olabileceğini de işaret etmesidir.

Bu bakımdan aynı mukayeseyi bir de Avrupa limanı yani daha önce değindiğimiz Amsterdam limanı için de yapalım. Amsterdam! seçmemizin nedeni, Amerikan üreticilerinin ürünlerinin ilk giriş terminali olmasıdır.

Amerikalı üreticiler, ürünlerini bu limandaki stok ambarlarından bütün Batı Avrupa'ya dağıtırlar.

En çok da razorit 46 ve diğerlerinden Özellikle rafine ürünleri kısmen mamul olarak, büyük bir kısmını da Avrupa'nın çeşitli merkezlerindeki tesislerindeki fabrikalarında rafine ederek satarlar.

rik asit ürünün  $B_2O_3$  miktarı % 96 - % 100 arasındadır. Kolemanitin tenörü ise % 43  $B_2O_3$  olduğuna göre,  $100:43=2,3$  yani 2,3 ton kolemanit 1 ton susuz borik asit yerine ikame edilebilecektir.

Oysa susuz borik asitin satış fiyatı Amerika'da 1510 TL, Avrupa'da ise 1430 TL'dir. Buna göre Amerika'da satış fiyatı 660 TL/Ton ve 650 TL/Ton olması lâzımdır.

Senelerden beri Türk ürününü baltalamakta başarı göstermiş olan batılı üreticiler, zaman zaman Türk aydınlarının gerçekleri dile getirir yöndeki çıkışlarından kuşkulunarak, "Aman sakın fiyatları düşürmeyin, siz ne kadar isterseniz bizim fiyatlarla sizin için satabiliriz" dedirten gerçeklerin ne olduğu-

TABLO: 6  
Bor Cevher ve Ürünlerinin Avrupa Fiyatları

Ürün Cinsi	Afişe Fiyatlar TL/Ton	Özel Fiyatlar TL/Ton	% 40 Kârlı Türk Ürünü Lehine Rekabet Marjı	
			Türk Satış Fiyatı TL/Ton	Afişe Fiyatlarla Özel Fiyatlarla TL/Ton TL/Ton
Kolemanit % 43 $B_2O_3$	310		252	58
Ham Razorit 46	640		252	358
Ham Razorit 65	—		252	—
Rafine Pentahidrat				
Boraks % 48 $B_2O_3$	—		275	
Rafine Dekahit.				
Boraks % 37 $B_2O_3$	1000	1100	273	727
Anhidrik Borik Asit				
Ortalama Fiyat	1430		1232	198
Sodyum Perborat	1760	2000	1274	468
Rafine Antihidrik Boraks	1230		630	600

1 \$ = 10 TL. alındı.

Gerek tablo 5 ve gerekse tablo 6'nın aksettirdiği fiyat durumu, bor ürünlerinin cinsine göre değişmek şartıyla % 40 ile % 300 arasında kârla satış yapmamız mümkün olacaktır. Bu durumda dahi Amerikan bor ürünlerinin satış fiyatları altında kalabiliyoruz.

Kolemanit için rekabet gücümüzün zayıf görünüşü çok ilginçtir. Herşeyden önce bu ürün fiyatı sunî'dir. Bu durum açıkça gösteriyorki, yabancı menşeli sermayenin üretici olarak Türk bor kaynaklarına girmiş olması sonucu, bizim üreticilerin yaşatılmaması yönünde alınmış bir tedbirin tipik örneğidir. Zira kolemanit bugün sür'atle, susuz borik asitin yerine ikame edilmektedir. Bo-

nu tablo 5 ve tablo 6'nın gayet açık şekilde ortaya koyduğuna değinmeden geçemeyeceğiz.

Demek oluyor ki:

- Türkiye rezerv imkânları bakımından dünyadaki tek rakibimiz Amerika'dan üstündür.
- Cevherlerimizin işletme ve teknolojik avantajlarıyla, işçilik ve diğer faktörler yönünden lehimize olan maliyet unsurları sayesinde % 40, % 300 kârla satış yapmamız halinde bile, Amerikan ürünlerinin halihazır satış fiyatlarının altında kalabiliyoruz. Başka bir deyişle yine de rekabet marjımız var.

c) Lehimize olan bu faktörleri, yabancı bor tröstlerinden temizlemek şartı ile, devamlı ve standart mal arzı yönünden takviye ettiğimiz taktirde, bu günün serbest rekabet piyasasında bir tekelin hegemonyası altında devamlı şikâyetçi olan tüketiciyi kendi yönümüze çevirmemiz için hiç bir sebep yoktur.

Tablo 7 1967 tüketimi ile 1980 tahmini dünyanın ekonomik gruplarına göre yansıtmaktadır. Tabloda bir toplam yapılabilmesi için değerler  $B_2O_3$  olarak ifade edilmiştir.

Tablodaki tüketimlerde, kendi yönümüzden gerekli tedbirleri alırsak Türkiye, 1 nci etapta ve 2 nci etapta (1985 lerde) bu pazarlardan pay alacaktır. Aşağıdaki tabloda bu paylar tahmin edilmiye çalışılmıştır.

Tablo 8 den anlaşılacağı gibi Türkiye, elindeki avantajını akıllıca ve dikkatli bir şekilde kullandığı takdirde I inci etapta 627.000 ton, II nci etapta 1.236.000 ton  $B_2O_3$  değerinde ürün satabilecek imkâna sahip olabilecektir.

Tamamı ihraç edileceğine göre elde edilecek yabancı para karşılığının ne olacağını görmek ilginç olacaktır.

Razorit'in 1 inci etapta 100.000 tonunun % 46  $B_2O_3$  80.000 tonun da % 65 olacağını, rafine boraksın ise, birinci etapta 120.000 tonunun sulu, 75.000 tonunun da susuz olacağını ayrıca ikinci etapta ise, razorit'in 200.000 tonunun razorit 46 ve 160.000 tonunun da razorit 65 rafine boraksın ise, 240.000 tonunun sulu, 150.000 tonunun susuz olacağı kabul edilebilir.

TABLO: 7  
1000 Ton  $B_2O_3$  Olarak Dünya Bor Ürünleri Tüketimi

Ülkeler	Ham		Kolemanit		Borik Asit		Rafine Boraks	
	1967	1980	1967	1980	1967	1980	1967	1980
U.S.A.	83	135	27	107	69	150	195	314
E.E.C.	156	280	79	146	43	65	79	94
E.F.T.A	61	110	18	35	10	18	39	62
COMECON*	—	—	32	56	—	—	—	—
S.S.C.B. (Tahminî)	50	80	80	150	50	70	80	100
Uzak-Doğu ve Diğerleri	65	130	5	15	22	48	46	88

S.S.C.B. ait rakamlar dahil değildir.

TABLO: 8  
Dünya Pazarlarında Türkiye'nin Payı (1000 m ton  $B_2O_3$  Olarak)

Ülkeler	Razorit				Rafine Boraks			
	1. Etap	2. Etap	1. Etap	2. Etap	1. Etap	2. Etap	1. Etap	2. Etap
U.S.A.	40	70	10	40	20	50	80	200
E.F.C.	60	130	70	140	20	40	45	70
E.F.T.A.	40	80	10	20	10	15	25	50
COMECON	10	20	32	56	10	15	10	20
Rusya	20	20	40	60	15	20	20	30
Uzak Doğu	20	40	5	10	10	20	15	20
Toplam	190	360	167	326	85	160	195	390



Biraz bu konu üzerinde duralım.

Birinci etapta, sözü edilen ürünleri elde etmek için sabit yatırım miktarı için 400.000.000 TL. ve işletme sermayesi de 70.000.000 TL. hesaplanmıştır.

İkinci etapta ise, tevsi için yine 400.000.000 TL. lık sabit sermaye ve 70.000.000 TL. civarında da işletme sermayesi tahmin edilebilir.

Bu rakamlarla, 1. ve 2. etaptaki kârlar karşılaştın 11 rsa, geri ödeme süresinin ne kadar kısa olacağını kolayca görmek mümkündür.

Türkiye'nin sahip olduğu bu potansiyelin harekete geçirilmesi halinde millî ekonomiye katkısı ne olacaktır sorusuna da, dış ödemeler dengesine olan katkısı gibi açığa kavuşturulması bakımından bir cevap aranması yerinde olacaktır.

TABLO: 13  
Katma Değerin Hesabı

Katma Değer Kalemleri	I.inci Etap TL/Yıl	II.nci Etap TL/Yıl
1 — Maaş ve işçilik	6.760.000	12.900.000
2—Faizler	14.811.000	27.000.000
3—Vergiden önceki kâr	320.000.000	578.000.000
Toplam net katma Değer	341.571.000	617.900.000
4 — Amortismanlar	31.100.000	56.350.000
Toplam gayri safi katma değer	372.671.000	674.250.000

Yukarıda tablo 13'den de anlaşılacağı gibi katma değeri oldukça yüksek oluşunun yanında kâr kaleminin ağır basması ilginçtir. Ancak ekonomiye faydası şüphesiz bu kadarla kalmıyacak, bu ürünleri talep eden sanayicilerin de peyder pey Türkiye'de kurulup geliştireceğini de dikkâte alırsak bu değerlerin 3-5 misline ve belkide daha fazla olacağı da göz önünde bulundurulmalıdır.

Takriben 2000 - 2500 civarında çalıştırılacak işçi ile yapılacak yatırım dikkâte alınır sa böyle bir endüstrinin realize edilebilmesini sermaye yoğun bir yatırımla olacağı aşıkârdır. Bu durum rekabet sorumluluğu yönünden kaçınılmazdır.

Türkiye'de bor potansiyellerini harekete geçirmek için alınması gereken tedbirler:

1 — Herşeyden önce, özellikle bugün batı dünyasına bor ürünleri veren firmaları Türk bor yataklarına karıştırmamak gerekir. Aksi halde bunlardan biri veya birkaç paravan kuruluşunun, Türk bor yataklarının bir parçasına sahip olması ile otomatik olarak Türkiye'nin bütün ekonomik avantajlarına sahip olacaktır. Ayrıca Avrupa ve Amerika'da sahip olduğu pazar imkânlarıyla bu avantajını takviye edince, senelerce Türk üreticisini statik hale getirmiş olacaktırlar.

2 — Boraks cevherinin, madenden çıkarılıp, ham razorit 46 ve 65 ürününe kadar olan faaliyetleri içine alan proses Kırka'da veya Kolemanit için de maden de kurulmalıdır. Diğer ürünleri üretecek tesisler ise limanı olan örneğin Gemlik veya İzmit'te kurulmalıdır.

3 — İlk tesislerin kapasitesi satabileceğimize emin olduğumuz ürünü verecek şekilde ele alınmalı ve fakat bütün alt yapıları sür'atle tevsi edebilecek şekilde plânlamalıdır. Bundan sonra 1 inci hedef, 1 inci etaba 2 nci hedefte, 1 nci etaba ulaşmak olmalıdır.

Pazarlara girişte takip edilecek yol:

1 — Üretilecek ürünlerin (boraks dekahidrat, boraks pentahidrat, anhidrik boraks, anhidrik borik asit, sulu borik asit ve perborat piyasada satılanların standardında olması sağlanmalıdır.

2 — Üretim hacmi satış imkânlarına göre projekte edilerek geliştirilip arttırılmalıdır.

3 — Avrupa'da, Trieste, Barselona, Amsterdam, Göteburg, Odesa ve Varna limanlarıyla Tokyo'da, New-York'da Charleston'da birer dağıtım tesisi kurmalı ve bunlar birer satış bürosu ile hitap ettiği pazar sahasının hacmine en az iki ay aralıksız cevap verecek kapasitede stok ambarlarını ihtiva etmelidir.

4 — 3 üncü maddedeki masraflar da dahil satış fiyatları, kâr elde edecek şekilde tesbit edilince, Amerikan ürünlerinin daima altında olmalıdır. Bu imkânın varlığına inanıyoruz.

#### Satış hedefleri:

1 — Hâlen Türk ekonomisinin içinde bulunduğu dış ödeme zorluğu nedeniyle, projenin ihtiyacı olan dış para için ham razorit 46 piyasaya sürülmeli. Ancak bu ürün yeni tesislerin kurulmasına sebep olacak ve reeksport yapacak büyüklükte olmamasına dikkat edilmelidir.

2 — Satışlarda hedefler bütün dünya olmalıdır.

3 — Piyasaya çıkarken, üretim düzeni, satış hacimleri, ürün standardı, devamlı arz, dağıtım organizasyonu ve fiyatlar en tutarlı ve sağlam esaslara istinat ettirilmelidir.

4 — 3 üncü maddenin tutarlılığına kanaat getirdikten sonra üretilen ürünlerden en çok talep edilen susuz boraks, borik asit pazarlarının girdilerinden ucuz olacak şekilde bu pazara arz edilmelidir.

5 — Daima yüksek kârlı bir pazarı olan rafine, dekahidrat ve pentahidrat boraklarla susuz boraksı, bunların en çok tüketildiği Benelux.. Batı Almanya, Fransa, İtalya, Japonya, Comecon ülkelerine arz edilmeli.

6 — Illinois, Masyland, New Jersey New York, Indiana, Batı Virginia ve Pensylvania eyaletleri Amerikan bor tüketiminin % 65 - 70 ini masha etmektedir. Buralara öncelikle cam yünü ve porselen endüstrisinin talep ettiği ürün ve perborat arz edilmelidir.

7 — Kısacası Amerikan pazarına susuz boraks, susuz borik asit ve rafine boraksla girilmelidir.

8 — Bunlardan sonra Japonya ve Kanada hedef alınmalıdır.

9 — Yukarıdaki tedbirler alınırken Rusya'ya satış imkânları aranmalıdır.

#### B İ B L İ Y O G R A F Y A

HILLER, J. E.: Die mineralischen Rohstoffe. E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1962.

SCHNEIDERHÖHN, H.: Erzlagerstaetten-Kurze Vorlesungen Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1962.

RAMDOHR, P. - STRUNZ, H.: Klockmanns LEHRBUCH der MINERALOGIE Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1967.

STRUNZ, H.: Mineralogische TABELLEN. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1966.

OELSNER, O. - KRÜGER, E.: Lagerstaetten der Steine und Erden Bergakademie Freiberg, 1957.

POLAT, O.: Türkiye Bor Mineralleri Envanteri MTA Raporu, (neşredilmemiş) Ankara, 1965.

TULGAR, E. H.: Bor'un istihsal Usûlleri Maden Mecmuası, İ.T.Ü. Maden Fakültesi Talebe Cemiyeti yayını - İstanbul, Cilt: IV, Sayı: 4 - Sayı: 5-9, 1968.

ÇEÇEN, D.: Bor Cevherleri ve Bor'un Çağımız ve Gelecekteki Önemi. Madencilik Cilt VIII. Sayı: 1. M.M.O. Yayını, s. 10-18, 1969.