

Borat Yataklarının Değerlendirilmesi Valuation of Boron Reserves

I Ozpeker

istanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi istanbul

ÖZET Bu çalışmada, bor mmerallen ve jeolojisi, Türkiye ve dünyadab borat yataklarınınjeolojik özellikler, rezerv dağılımları, bor ürünleri ve kullanım alanları ve miktarları hakkında genel bilgiler derlenmiştir

ABSTRACT This study presents a review about boron minerals and their geological properties, reserve distribution all over the world, geology of borate ore bodies in Turkey and the world, boron products, then-uses and amounts in the compounds

1 GİRİŞ, TİCARİ BOR MİNERALLERİ VE ÜRÜNLERİ

Bor yer kabuğunun yapısında yaygın değildir. Çeşitli kayalarda oram değişmektedir. Ortalama 10 ppm dolayındadır. Ekonomik bu yatak oluşturması için 6000-35000 kez varılaşması

gerekir. Doğada, borat veya borosilikat bileşikleri biçiminde gözlenir. İki yüzü aşkın minerali bilmiyorsa da, bunlardan ancak bir kaç ekonomik önemdedir (Çizelge 1). Ticari ara bor ürünleri de Çizelge 2'de sergilenmektedir.

Çizelge 1 Ticari Bor Mineralien

Adı	Bileşimi	% B ₂ O ₃	Düşünceler
Boraks (tunkal)	Na ₁₀ B ₆ O ₁₇ H ₂ O	36.5	Ana cevher ABD Kaliforniya, Eskişehir-Kırka, Arjantin, Şili
Kerat	Na ₂ B ₄ (OH) ₂ O	51.0	Ana Cevher ABD Kaliforniya
Uleksit	NaCaB ₆ O ₁₁ ·8H ₂ O	43.0	Ana Cevher G. Amerika
Kolemanit	C ⁺ B ₇ F ₁₁ SH ₂ O	50.8	Bıgadiç, Kestelek, Emet
İnyonit	Ca ₂ B ₁₀ O ₁₈ H ₂ O	38.0	Türkiye, ABD(AZ), G. Amerika
İndent	Mg ₃ B ₂ O ₇ ·15H ₂ O	37.5	Ülkeleri
Szabelit(Achant)	MgB ₃ O ₆ (OH)	41.4	Arjantin
Datolit	CaBSAOH	21.5	BDT
			BDT Çın
			BDT

2 BOR YATAKLARININ OLUŞUMU, EVRELERİ VE DAĞILIMI

Bor yataklarının doğada dağılımı izlenirse, bu yatakların tamamına yakın bölümü, dağ oluşum sürecini izleyen, kıtasal yanardağ etkenliğinin

egemen olduğu görsel veya sığ iç denizel ortamlarda gözlenir. Bor minerallerinin oluşum evreleriyle ilişkin, çeşitli bölümlenmeler yapılmıştır. Bu bölümlenmeler göz önüne alan ve ülkemiz borat yataklarında yaptığımız, gözlem ve bulguları içeren aşağıdaki bölümleme en kapsamlıdır.

Çizelge 2. Ticari Bor Ürünleri

ADI	BİLEŞİMİ	
Boraks dekahidrat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	36.5
Boraks pentahidrat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	47.8
Borik Asit	H_3BO_3	56.5
Susuz Boraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	69.3
Sodyum Metaborat	$\text{Na}_2\text{B}_3\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	64.2
Sodyum Oktaborat	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{23}$	81.8
Susuz Borik Asit	B_2O_3	100.0
Bor (Elementel)	B_2	318.1

I. İç Döngü Oluşumları

a. Pegmatitik evre bor mineralleri (turmalin, dumantiyerit vb.)

b. Hidrotermal evre bor mineralleri (turmalin, aksitit, datolit vb.)

c. Başkalaşım Ürünü bor mineralleri

i. Getirimli dokanak ornatması ve başkalaşımı bor mineralleri (Ludvigit, floroborit, turmalin, katoit, ascharite, danburit v.s.)

ii. Bölgesel başkalaşım bor mineralleri (turmalin, szaibelit vb.)

iii. Yaşlı karasal yatakların başkalaşım sonucu oluşanlar.

0. Sıcak Su ve Buğulardan Çökelen Bor Mineralleri (sassolit, larderellit)

m. Dış Döngü Oluşumları

a. Karasal yataklar

i. Güncel, kapalı yöre, geçici veya sığ alkalin göl suları ve borat yatakları (Searles Güney ABD; Inder G.BDT; Charhan Yuncheng G.Çin; Van Gölü Türkiye; çoğunlukla 4.zaman yaşlı, sulu borat mineralleri).

ii- Gölsel, volkanik buğu, kimyasal çökelek borat yatakları (Türkiye, ABD, Arjantin, borat yatakları genellikle Neojen yaşlı, sulu borat mineralleri).

iii. Yer altı suyu borat yatakları (önemsiz).

iv- Kurak yöre yamaç veya bataklık borat yatakları ve tuzları (Şili, Peru, BDT).

b. Denizel tortul yatakları (Strassfurt türü, borasit)

c. Bunların dışında kalan (Tuz domları) (özpeker, İnan, 1978).

İç döngü bor mineralleşmeleri günümüzde bilimsel açıdan önemli, ekonomik açıdan önemsizdir. Bor çok uçucu olduğu için magma etkinliğinin gaz, buhar ve sıcak çözeltilerin egemen olduğu pegmatitik, pnömatolitik ve hidrotermal evrelerinde varıllar ve bu evrelere öz mineralleri yapar. Volkanik buğularda borun zenginleşmesi aynı nedene dayanır. İtalya da Toskanî bölgesinde, soffioni denilen jeotermal sıcak su kaynaklarında, buharın denetimli yoğunlaştırılması sonucu borik asit (sassolit) ve amonvumboratlar 1965 yılı sonuna kadar üretilmiştir. Doğal sıcak sular 140-230 °C sıcaklığında ve % 0.1 B₂O₃ içerirler.

Ekonomik bor yatakları başkalaşım ve dış döngü yataklarıdır. Bu yataklardan en Önemlisi karasal volkanik fasiyesin egemen olduğu bölgelerde ki göllerde gelişen kimyasal çökel yataklarıdır. Ülkemiz borat yatakları bu türdendir. Başkalaşım yatakları granitik kayaların dokanaklarında gelişen merceksi borosilikat türü yataklardır veya yaşlı karasal borat yataklarıdır (Çin).

Bilinen borat yatakları ülkemizde 5 bölgede yoğunlaşmıştır. Bu bölgeler doğudan başta doğru Eskişehir Seyitgazi-Kırka; Kütahya Emet; Bursa-Mustafakemapaşa-Kestetek; Balıkesir -Bigadiç ve Susurluk'tur.

Oligosen sonu (?) veya Miyosen başında karasal evredeki Baü Anadolu, bugün de sürmekte olan genişleme tektoniğinin çok şiddetli etkisinde kalmış sonuçta birçok graben ve çukur bölgeler gelişmiştir. Bu süreçte iklim çok nemlidir ve zengin bir bitki örtüsü gelişmiştir. Grabenler ve çukur yöreler tatlı su fasiyesi rejimine girmiş yer yer yaygınlaşan bataklıklarda özellikle Orta Miyosen'de Batı

Anadolu'nun linyit yatakları gelişmiştir. Miyosen'in sonuna doğru ve Pliyosen başlarına dek süren iklimdeki kuraklaşma sonucu ormanlık ve bataklıklar giderek yer yer steplere dönüşmeye başlamıştır. Bu arada volkanik etkinliklerde doruğuna ulaşmış, kapalı yörelerde bugünkü Finlandiya'ya benzer tatlı su, volkanizmanın yoğun olduğu yörelerde ise alkalın özellikle göller gelişmiştir.

Bor göllere, çevredeki volkanlardan çıkan sıcak, gevşek kül, lapil v.b. volkanik malzemenin hızla taşınması veya patlatma süreçlerinde göl sularına karışmaları sonucu beslenmiştir. Göl sulanında çökelen sıcak volkanik gereç göl sularının sıcaklığını olağan üstü atılarak 40-70 C° civarına kadar yükseltilmiş ve alkalın suların etkisiyle de ayrılarak killere dönüşmüştür. Göllerin , pH'ın 8.5-11 arasında değerlere ulaştığı, akıntılardan yoksun yörelerinde , volkanik kökenli bor derişimi, göl suyu ile doygun, tabandaki kili balçık boşluklarında ve su balçık ara yüzeyinde yeterli düzeye vardığında, polimerizasyon yoluyla (göl sularının sıcaklığını olağanüstü arttırarak 40-70C° civarına kadar yükseltilmiş ve) borat çökmesi gerçekleşmiştir.

ilk çökelen boratlar, katyon dengesine bağlı olarak. Na, Ca veya Na-Ca boratların kendi kümelerinde en yüksek su molekülü içerenlerdir. $Na_2O/CaO > 1$ ise Na'lu boratlar çökeler. Aksi durumda Ca'lu boratlar çökeler (Özpeker, 1968; İnan, 1978). Kalın borat yataklarının oluşmasında bor beslenmesi, göl tabanı çökme hızı ve buharlaşma hızının uyumlu olması gerekir (Özpeker, 1968). Borat mineralleri içeren taban çökellerinin kalınlığı arttıkça, gömülme sürecinde boşluk suları atılması ve susuzlama olayı gelişir ki yeni koşullarda dengede kalamayan borat mineralleri çözünerek daha duraylı minerallere dönüşeceklerdir. Kolemanit ve kernit böyle ikincil bir çevrimin ürünüdürler (Özpeker, 1968; İnan, 1971; Baysal, 1973; Helvacı, 1976).

Türkiye'de bor yatakları seviyeleri, genellikle iki kireçtaşı (dolomitik) katı arasında yer alan kil, tuf, mam, kireçtaşı katmanları ile alması düzende çoğunlukla killere içinde yer alır. ABD yataklarda ise, genellikle iki bazalt akıntısı arasında benzer tortullar içinde borat seviyeleri gözlenmektedir. Çizelge 3'de dünyada gözlenen borat yataklarıyla ilişkin öz bilgiler verilmiştir.

Çizelge 3 Dünya Borat Yataklarının Ana Özelliklen

Ulke, Yer	Yaş	Borat zorn	
		Kalınlığı (m)	Genel Bilgiler
<u>TpRKİYE</u>			
Eskişehir-Kırka	Pliyosen	170 m	Tavan çörtlü kireçtaşı; taban Miyosen Kireçtaşı, boratlar, kil, marn, tuf ile alması. Boraks, az kolemanit, uleksit.
Kulahya-Emet	Miyosen	175 m	Tavan çörtlü kireçtaşı, taban kırmızı sen boratlar, kil, marn ve tuf ile alması. Kolemanit.
Bahkesir-Bigadiç	Üst Miyosen	100 m	Tavan kireçtaşı marn, taban kristal tuf, boratla kil, marn ve tuf ile alması (1. zon). Tavan taban kristal tuf, boratlı kil mam, tuf (2. zon). Kolemanit, uleksit.
Bursa-Kestelek	Pliyosen.	100 m	Tavan Pleistosen çakıllar, taban konglomera kireçtaşı, boratlı kil, marn tuf, kireçtaşı ile alması. Kolemani az uleksit probertit.

Çizelge 3 Dünya Borat Yataklarının Ana Özelliklen (devamı)

ABD-KALİFORNİYA

Boron	Üst Miyosen	135 m	Tavan kum, kumtaşı, taban bazalt, boratlı kilitaşı, marn, kireçtaşı. Yedeği 87 milyon ton (%25 B ₂ O ₃) içerikli. Merceksi.
Death Valley	Pliyosen	İlâm	Taxon, taban bazalt. Boratlar içten dışa doğru probertit, uleksit, kolemanit kil ve az kireçtaşı ile almasıık. Yedeği 41 milyon ton (%20 B ₂ O ₃)
Searles Lake	Kuvaterner	33 m	Göl tabanındaki tuz çökelleri, 60 milyon ton B ₂ O ₃ İçeren yedeği var.
Fort Cady	Tersiyer	60 m	Zeolitik lüf içeren çamurtaşları içinde kolemanit, jips oluşumları. %6 B ₂ O ₃ içerikli 133 milyon ton yedeği var. Tavan bazalt alüvyon, taban andezit, kumtaşı konglomera.

BPT

Ak Akhdar	Dalnegorskoye	30-40 m	Skam oluşumları içinde 3 km uzunluğunda mercek biçimli datolit danbunit zuhurlar, %8-10 B ₂ O ₃ içerikli yaklaşık 35 milyon ton.
Lake Inder	Tersiyer	36 m	Permiyen yaşlı tuz domunun kestiği Tersiyer tortullar İçinde, kırıklıklarda ve Inder gölü taban çamurlarında, birincil 7 milyon ton %20 B ₂ O ₃ yedeği var. ikincil taban tuzlan %23 B ₂ O ₃ içeriyor.

ARJANTİN

Tinea! ayu	Pliyosen	30 m	Tavan tuzlu seriler, taban kaya tuzu. Kumtaşı, kilitaşı ve tüfle almasıık, boraks, az kemit, uleksit, kolemanit %18 B ₂ O ₃ içerikli 10 milyon ton yedeği
Salar Pastos	Üst Miyosen	?	Bilgi az. Yatakların kotu çok yüksek.
Grandes	?		Uleksit, tuzlu sütler içinde yumrular halinde, 20 milyon ton yedeği var. B ₂ O ₃ içeriği düşük.

SİLİ

	?	?	Bilgi az. Ascoton Atacama bor üretilen saha. Hepsi And dağlarında olan diğer yataklara ulaşım güç. Uleksit tuzlaları 10-15 milyon ton yedeği var. %20-25 B ₂ O ₃ içerikli.
--	---	---	--

PERU

	Genç		And dağlarında Areqwipa'nin 56 km. doğusu. Geçici göl çökelleri. Yazın üretim yapılıyor. Kot: 5200 m, 9 milyon T.
--	------	--	---

CİN

	Prekambriyen	?	Liaoning bölgesinde granitlerin içinde, mercekler halinde, askesit (szaibelit) ana mineral. Ufak oluşuklar halinde 100 aşkın ocak var. %5-16 B ₂ O ₃ içerikli 40 milyon ton yedek belirtilen 4000 m yükseklikteki tuzlu göllerden de elde ediliyor.
--	--------------	---	---

2 REZERVLER, ÜRETİM, TÜKETİM

Borat yataklarının coğrafi dağılımı çok düzensizdir. En büyük rezervler, Türkiye ve ABD'dedir. Bunları sırasıyla BDT, CAmerika (Arjantin, Peru,Şili, Bolivya) ve Çin izlemektedir(Çizelge 4-5).

Dünya borat rezervlerine ve niteliklerine ilişkin bilgiler, çok değişken ve sağlıklı değildir. Dünya toplam borat rezervleri B2O3 bazında 810 milyon ton. dolayındadır. Bu rezervlerin 640 milyon tonu ülkemizdedir. Bu durumda B2O3 bazında, görünür rezervlerin % 65'ine toplam rezervin % 80'nine sahip bulunmaktayız.

Çizelge 4. Dünya Bor Toplam Rezervleri B1O3 (x10⁶ ton)

Ülke	Rezerv
Türkiye	640
ABD	100
BDT	42
G.Amerika	21
Çin	7
Toplam	810

Çizelge 5 Ülkemiz Borat Rezervleri B₂O₃ (x10⁶ ton)

Yer	Görünür	Olası	Toplam
Kırka	46	13	158
Emet	73	153	226
Bigadiç	98	70	254
Kestek	2	-	2
Toplam	219	236	640

Borat kaynakları açısından değerlendirirsek, ABD, AT, Japonya, BDT ve Çin için borat yatakları stratejik önem taşır. Bu nedenle, bor üretimini denetlemek, güvenilir fiyattan güvenilir miktar ve nitelikte bor ürünlerinin çok düzenli sağlanmasının teminatına sahip olmak hususlarında çok duyarlıdır.

ABD'de borat yataklarının giderek derinleşmesi ve mineralojik olarak karmaşıklaşması üretim maliyetlerini ve ürün niteliklerini etkileyecektir. G.Amerika 'da doğal koşullar çok elverişsizdir ve yatakları düzensizdir. BDT ve Çin'deki yatakların dereceleri düşük Mg borat veya borosilikatlıdır. Bor ürünleri üretim maliyetleri yüksektir.

Ülkemizdeki yataklar, işletme kolaylığı , üretim maliyetinin düşüklüğü, cevher mineralojisi ve yüksek dereceli olması, pazarlara yakınlık, bor ürünleri üretiminde ve pazarlamasında bilgi birikimi, Ürün üretim teknolojisinin maliyetinin düşük olması gibi, fevkalade üstün avantajlar sağladığından Türkiye'nin bor pazarında rekabet olanağı çok yönlüdür ve ülkemizin lehinedir. Türkiye'nin bu durumu çok iyi değerlendirmesi gerekir. Ancak bu değerlendirme yapılırken güç odaklarının duyarlılıktan da özenle ve dikkatle izlenmeli ve kısa , orta ve uzun evrimli, üretim , ürün çeşitliliği, birim ürün fiyatı, istemleri, değişimlerini olası teknolojik gelişmeleri kestirme ve alınacak önlemlere ilişkin politikalar üretmek gerekmektedir.

Dünya borat üretimi , B2O3 bazında 1970'li yıllarda 700.000 ton iken, bu miktar, 2000'li yıllarda 3,5 milyon ton dolaylarına ulaşmıştır. Üretimin artış oranı, ortalama, % 5,5 dolayındadır. Son on yılda üretim artış hızı biraz azalarak %5 civarına gerilemiştir.

Bundan böyle üretimin bu hızla artmağa devam edeceği varsayılırsa, her on beş yılda, üretim ikiye katlanacaktır. Onbeş yıl sonra üretimin 7 milyon ton B2O3 dolayında olması beklenebilir. Ülkeler geliştikçe bor tüketimi artmaktadır.

3 BORATLARIN KULLANIM ALANLARI

Boratların kullanım alanlarında öncelikler değişmekle beraber, sıralama yapılmaksızın başlıcaları arasında yalıtım cam elyafı, sabun ve deterjan sanayii, tekstil türü cam elyafı, borosilikat camdan, seramik sun ve emaye, yanmayı geciktirici gereç üretimi tarım ve diğerleri sayılabilir. Ülkelerin başlıca kullanım alanları, oranları Çizelge 6, kullanım alanları da Çizelge 7.'de sergilenmiştir. Çizelge 8'de boratların kullanım alanlarına göre işlevleri ve yararları sergilenmektedir.

Çizelge 9'da da çeşitli cam, seramik ve fiberoptik bileşimleri ve B2O3 kullanım oranları verilmektedir. Kristal cam üretiminde bor tüketiminin en az, fiberoptikte en çoktur. Ancak gelişmiş ülkeler, borat sağlanabilirliğinin sınırlı olması nedeniyle bor ürünlerine dayanmayan teknolojileri geliştirme uğraşı içindedirler, izleyeceğimiz politikalarda bu durumu iyi değerlendirmemiz gerekmektedir.

Çizelge 6 Son Kullanım Bazında Bor Tüketimi (B;0,)

Kullanım Alanı	K.Amerika		B.Avrupa		Diğer		Toplam	
	x 10 ³ t	%	x10 ³ t	%	x10 ³ t	%	10 ³ t	%
Fiberglas	232	46	116	14	37	9	385	22
Deterjan	27	5	290	35	17	4	334	19
Boraslıkatlar	31	6	66	8	73	18	170	9
Seramik	17	3	83	10	80	20	180	10
Tekstil Tür F G	85	17	8	1	87	22	180	10
Tanım	17	3	17	2	17	7	61	3
Diğer	91	20	249	30	77	20	517	27
Toplam	500	100	829	100	398	100	1827	100

Çizelge 7 Bor Cevher ve Ürünleri Kullanım Alanları

Kalsiyum Borat Cevherleri	Kalsiyum Sodyum Borat Cevherleri	Sodyum Borat Cevherleri	Borlu Gol Sulan
-Cam -Metalürji -Nükleer -Tekstil Türü -Fiberglas	-Sehlozık • izolasyon -Fiberglas -İzolasyon -Metalürji -Nükleer -Cam	Rafine Boraks Pentahidrat ve Boraks Dekahidrat	
Susuz Boraks	Susuz Borik Asit	Sodyum Perborat	Borik Asit
-Gübre -Fiberglas -İzolasyon -Metalürji -Cam agartıcıtan -Cam	-Antiseptik -Kozmetik -Yangın Söndürücü -Den -Böcek Mücadelesi -Metalürji Naylon Tekstil San • Sabun ve deterjanlar -Sır kaplama -Fotograf	-Deterjan ve ağartıcılar -Dezenfektan -Teksül -Cam ve boyaları -Metalürji	-Cam -Zirai Mücadele -Böcek öldürücü -Su kaplama -Böcek Mücadelesi -Fotograf -Sabun ve deterjan -Tekstil boyaları -Balmumu yumuşatıcı -Ağaç koruyucu -Sır kaplama
			-Antiseptik -Kozmetik -Yangın söndürücü -Su kaplama -Metahiji -Nükleer -Sabun ve deterjan -Teksül işletmeciliği -Teksül fiberglas -Sır kaplama

Çizelge 8. Boratlann Kullanım Alanlarına Göre İşlevleri ve Yararları

Kullanım Alanı	İşlevi	Yararları
Fiziksel. Seramik Sırrı, Cam	Camı evleğinin ergime sıcaklığını düşürür. Astann sıcaklık genişleme katsayısını düşürür, iyi akıcılık özelliklen verir. Renklend iticilerin çözülmesine iyi bir temel oluşturur. Cam hamuru güçlendirir. Sır kıvam lılgını düşürür Sır yüzey gerilimini azaltır. Camın kın İma indisini büyültür.	Enerji tüketimini azaltır. Üretim maliyetini düşürür Mekanik dayanımını artırır Çizilme direncini yükseltir. Gözenekliliği düşürür Çatlak ve kusurlan azaltır. Kimyasal etmenlere direnci artırır. Daha dayanılan son ürün Kolay temizlenebilir son ürün Daha düzgün yüzey sağlar Parlaklığı ve saydımlığı arttırır. Zehirli olmayan bir yüzey sağlar.
Yalıtım Cam elyafı	Cam eriyiğinin kıvamlılığını azaltır Kristalleşme eğilimini düşürür Elyafın oluşum sıcaklığını düşürür. Cam İflenn dayanılanlığını arttırır ve neme karşı direncini yükseltir. Kızılötesi ışınımı soğurma niteliğini geliştirir. Cam liflerin biyolojik çözüm Jen meşini arttırır	Tesis ömrünü uzatır. Daha etkin taşıma ve depolanma alanı sağlayan liflerin sıkıştırılabilme özelliğini geliştirir. Cam yünün etkinlik ömrü uzar. Daha az cam elyaf ile daha iyi yalıtım sağlanır. Yeniden kullanım oram yüksek sağlık ve çevreyle barışıktır. Enerji tasarrufu sağlar Gürültüyü azaltır Ateşe dayanıklıdır. Neme ve aşlanmaya dayanıklıdır.
Kimyasal Deterjanlar, (Toz-sıvı, çamaşır, bulaşık makineleri ve endüstriyel temizleme için)	Güçlü yumuşak bir ağartıcıdır. Boyalan etkilere korur. Lekelen çözer, kumaş yüzeyinde emilmeyi engeller. pH'yı dengeler , suyu yumuşatır. Yağlan söker, parçalar Aktif oksijen ve enzimleri stabilize eder, Anti-bakteriyeldir, mikroplan yok eder. Demirli gerecin aşınmasını durdurur. Diğer bileşenlerin çözün ürlülüğünü arttırır. Konsanre tabletlerde bağlayıcıdır. Ürün yoğunluğunu ve kıvamlı ürün düzenler.	Kumaşı çok az yıpratır. Daha canlı renklendirir soldurmaz. Lekeleri, çok daha iyi çözer giderir. Sabun köpüğü kalıntısı bırakmaz. Düşük sıcaklıkta daha etkin sonuç verir ve enerji tasarrufu sağlar Çamaşır makinelerinde yıkama suresini azaltır. Atılan metal değişikliğini azaltır Deterjan bulaşığın ömrünü kısaltır. Su tükenimini azaltır Deterjan saklanma suresini azaltır. Yıkama tozlarının çözünmesini kolaylaştırır Çelik aşınmasını azaltır. Daha hijyenik temizleme sağlar. Bulaşık makinelerinde metalik kaplarda kararmayı matlaşmayı azaltır.
Biyolojik Ağaç koruma	Ağaç gereçlerde bakterilerin yayılımını denetler ve engeller. Aşınmayı durdurur. Alev almayı geciktirir. Zaman içinde özelliğini değiştirmez	Ağaç ürünleri uzun süre korur. Yapı güvenliği sağlar. Uygulaması kolay ve güvenlidir. Uygulama sırasında binalan boşaltmak gerekmez. Tarihi yapıların orijinalitesini korur. Koksuz çevreye zararsızdır.
Tarım	Tüm bitkiler için besleyici	Sağlıklı ürün. Ürün verimliliği yüksek. Kolay uygulanır Tüm diğer tarım kimyasalları ile rekabet sayısı yüksek. Kolay çözünmesi karışımı uvEulamayı kolaylaşır.
Nükleer Enerji Santralı	Soğutma suyunun aşınma ve çekme gerilimini durdurur. Termal nötronları soğurur. Nükleer tepkimeleri denetimde nükleer kalkanlarda kullanılır.	Nükleer santrallarda etkin bir güvenlik sağlar.
Metalürji Demir-Çelik Bor Su	Çelğe sertlik verir. Cürufu u içinde kirecin katulaşmasını geciktirir Finn tuğlalarının aşınmasını azaltır. Cürufun akışkanlığını arttırır. Ergime sıcaklığını düşürür.	Enerji tasarrufu sağlar. Maliyeti düşürür. Finn tuğlalarının ömrünü uzatır Çevreyi F gazından çok daha az etkiler. Türkiye için sağlanabilirliği kolaydır Kükürtün iyi giderilmesini sağlar. Cürufun denetimi kolaylaşır.

Çizelge 9. Bor Kullanılan Çeşitli Cam ve Seramik Gereçlerin Kimyasal Bileşimleri

Bileşik	Cam Kaplar	Fiberglas -E-	Borosilikal Cam	Pb-Kristal Cam	Fiberoptik	Seramik Fiber	Cam Yuna
SiO ₂	72.0			54.5	80.2	52.9	64.5
Al ₂ O ₃	2.0	14.5	2.4	0.02	3.0	45.1	3.5
Na ₂ O	14.0	0.8	4.2	1.0	14.0	<Ö2	16.0
K ₂ O		-	-	14.9	-	-	-
CaO	10.0	17.0	0.1	0.2	-	-	8.0
MgO	-	4.5	-	-	-	-	3.0
B ₂ O ₃	7.0	7.5	12.9	0.025	22.0	0.08	5.0
F ₂ O ₃	-	0.5	-	-	-	<0.1	-
PbO	-	-	-	31.4	-	-	-
TiO ₂	-	0.1	-	-	-	1.7	-
SO ₃	1.0	-	-	-	-	-	-

Bor minerallerinin ve bor ürünlerinin kullanım alanları giderek çeşitlenmekte ve ülkelerin gelişimine bağlı olarak bor tüketimi büyümektedir. Avrupa'da tüketim biçimi daha değişiktir. ABD'de tüketimin % 69'u cam yünü, tekstil kalite cam yünü, borosilikatlı cam yapımına, % 31 diğer kullanım alanlarına yönelmişken, Avrupa ülkelerinde sabun ve deterjan yapımı % 35 oranla başta gelmektedir. Emaye ve sır % 10, cam yünü, borosilikatlık cam, tekstil kalite cam % 23, diğer kullanım alanları da % 32 biçiminde gerçekleşmiştir. Japonya'da ve diğer ülkelerde cam ürünleri % 49, emaye, sır % 20, sabun, deterjan % 4, diğer kullanım alanlarında % 27'dir.

Dünyada tüketim biçiminin benzer sıralaması, cam ürünleri % 41, deterjan % 19, sır emaye % 10, diğerleri % 30 dur.

Cam yünü, tekstil kalite, yalıtım cam yünü ve diğer cam ürünleri üretiminde borun yerine kullanılacak ciddi bir rakibi yoktur. Enerji birim maliyeti yükseldikçe Özellikle yapılar da ısı kaçaklarını engellemek için, yalıtıcı malzemelerin kullanımı artacaktır.

özellikle son zamanlarda, ABD'de General Motors, cam yünüyle güçlendirilmiş plastik gövdeleri, otomobil sanayiinde kullanmaya başlamıştır. Üç modelde bu tür pano ve gövdeler denemektedir. Bu eğilim yaygınlaşırsa, otomobil sanayiinde tekstil kalite cam yünü kullanımı çok hızlanabilir. Tekstil kalite cam yününde kolemanit ve borik asit kullanılmaktadır. Bu ikisi arasında yapılacak tercih tamamen ekonomik etkenlere bağlı olacaktır. Kolemanit yönünde yapılacak tercihte, kaynaklar açısından Türkiye'ye bağlanma ve tekelden sağlama endişesinin önemi küçümsenemez.

Sabun ve deterjan sanayiinde artış nüfus ve gelişmişlikte orantılı olacaktır. Bazı rakip malzemeler bu alanda rekabet edebilir.

Tarımda tüketimin değişimi nüfusla orantılı gelişecektir. Zararlı böceklerin öldürülmesinde kullanımı bir çok üstünlükler getirmektedir.

Bugün pek üzerinde durulmayan en önemli olabilecek tüketim alanı, boratların, özellikle kolemaniün fluorit yerine demir ve çelik endüstrisinde kullanılmasıdır. Ereğli'de yapılan denemelerde kullanılan kolemanit miktarı 3-4 kg/ton çelik olmuştur. Türkiye Demir Çelik Endüstrisi işletmeleri fluorit yerine kolemanit kullanmaya başlamıştır. Gelişmiş ülkelerin tek kaynağa bağlanmadan doğan endişeleri giderebilirse, bu alanda tüketim çok hızlanabilir. Her ne kadar fluorit çok daha ucuz ve birçok ülkeden sağlanma olanağı varsa da, tüketim 5-7 kg/ton çelik olduğundan, kolemanit fiyat açısından da rekabet edebilecektir.

SM yöntemiyle çelik üretiminde kolemanit kullanılmasının sağladığı yararlar, cüruf akışkanlığını çoğaltması sonucu kükürtün iyi giderilmesi, cürufun daha kolay denetlenmesi, BOF yönteminde ise çelik üretim süresini kısaltması ve maliyetin düşmesi firm refrakter tuğlalarının ömrünü uzatması, çevre kirlenmesinde etkin F gazı çıkışının önlenmesi ve LiF' ten sonra silikatların erime noktasını en çok düşüren katkı olmasıdır (Özpeker 1973).

Bor mineralleri ergime sıcaklıklarının düşürdüğü için kaynak ve lehim işlerinde de kullanılmaktadır.

Son zamanlarda çimentoya kolemanit katmanın bazı yararları olduğu anlaşılmıştır. Radyasyona dayanımı arttırmaktadır.

Bor belirttiğimiz ana kullanım şekillerinin dışında, birçok sahalarda az oranda tüketilmektedir. Çelik alaşımlarının sertleştirilmesi, atom reaktörlerinde nötron absorbanı, gecikmeli tapalarda, radyo tüplerde ateşleyici, güneş enerjisiyle çalışan akümülatörlerde kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Elementer bor demir dışı metalürjik reaksiyonlarda redüktan olarak da kullanılır.

Borkarbür, titanyum borid, tungsten borid gibi bileşikler, bilinen en sert maddelerdir. Borkarbür aşınmaya dayanıklı makine aksamı yapılmasında, atom reaktörlerinde kontrol elemanı, radyasyon önleyici zırh malzemesi, ultrasonik öğütmede aşındırıcı oWaK kullanılmakta, delici matkap uçları yapımında da yararlanılmaktadır. Bor nitür ucuzluğu nedeniyle, sert malzemeyi (özellikle sert çelikleri), yaş ve kuru metotla aşındırmada elmasın yerine geçebilecektir.

Katalizör olarak borklorür, silis üretiminde; borflorür, polimerizasyon, esterleşme ve alkalileşme gibi organik reaksiyonların hızlandırılmasında kullanılmaktadır. Borun organik bir bileşiği, benzini temizlemek ve erken ateşlemeyi önlemek için, benzine katılmaktadır. Diboran, pentaboran, dekaboran gibi hidrojenle olan bileşiklerinin ve alkil boranların jet ve roket yakıtı olarak kullanılmaları olasıdır. Ekzost gazının zehirli etkisi önlenemediği takdirde, borhidrürler gelecekte petrolün yerine geçebilir. Son zamanlarda, elyaf halindeki an bor, epoks denilen suni reçinelerle veya alüminyum levhalarla preslenerek elde olunan plaklar, çok hafif olmalarına rağmen, gerilme mukavemetlerinin çeliğe eşdeğer olması, konstrüksiyonlarda, gemi, uçak sanayiinde, inşaat alanında, geniş uygulama olanağı yaratabilecektir.

4 SONUÇ VE STRATEJİ

1. Borat kaynakları yönünden Türkiye dünyada tekeldir.
2. Bor ve bor ürünleri ülkece geliştikçe artmaktadır. Her 15 yılda bor cevheri ve ürünleri tüketiminin ikiye katlanması beklenir.
3. ABD, AT, Japonya, Çin gibi ülkeler için bor yatakları stratejik öneme sahiptir. Bu nedenle, bor varlıklarına çok vasıl Türkiye, güç odaklanmam

düyarlılığım gözeterek, strateji ve taktiklerini planlamak zorundadır.

KAYNAKLAR

- Baysal O., 1973, Sarıkaya (Kırka) Borat Yataklarının Oluşumu Türkiye Madencilik bilimsel ve Teknik Kongresi Bülteni 255-277.
- Brinkmann, R., 1971. The Geology of Western Anatolia, Geology and History of Turkey, 171-190, Petrol. Explo. Soc. Libya, Tripoli.
- O'Driskol M., 2001, Borates. The Turk of the Town Ind-Min., March, pp 30-45.
- Edbrooke P.A., 2000, Borates, Industrial Minerals, June, pp 71-75, March pp 30-45.
- Helvacı, C, Firman R.J., 1976. Geological Setting and Mineralogy of Emet Borate Deposits. Turkey, Inst. Mining and Met. v.15, pp B 142-152.
- İnan K., 1972, New Borate District, Eskişehir-Kirka Province, Turkey. Inst. Mining and Met. V.81 p.B 163-165.
- Özpeker !.. 1968, Batı Anadolu Borat Yalıklarının Mukayeseli Jenetik Etüdü, Doktora Tezi, İ.T.O.
- Özpeker I., [1973, Borun Kullanımı, Tüketimi ve Ulusal Gelire Katkı Olanığı. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik Kongresi S.313-334.
- Özpeker I., İnan K., 1978, Batı Anadolu Borat Yataklarında İzlenen Mineral Birliklerinin Yatak Evrimiyle İlişkileri, TTK Bülteni, C.21,S.1,s.1-10.
- özpeker. I., 1985. Bor, TÜBİTAK Kişisel Rapor, 26 Sayfa.
- Özpeker, !.. 1989. Bor Yataklarının Oluşumları Cevherlerin Mineralojik Kimyasal ve Fiziksel özellikleri Endüstriyel Hammadde ve Bor Teknolojisi, Meslek İçi Eğitim Programı, İ.T.O.Maden Fakültesi