

Bor Ürün Çeşitleri ve Kullanım Alanları

Boron Products and Their Uses

N. Acarkan

İTÜ. Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, 80626 Maslak-Istanbul

ÖZET: 200'den daha fazla bor türevi 250 dolayındaki kullanım alanında farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Bu bildiride, bor ürünleri ham bor, rafine bor ve uç ürünler şeklinde 3 grupta sınıflandırılmış ve bu ürünlerin kullanım alanları belirtilmiştir. Bor ürünlerinin en çok kullanıldığı alanlar arasında cam ve cam elyafı, deterjan, tekstil, tarım, metalürji ve kimya sanayi başta gelmektedir.

ABSTRACT: Boron compounds of more than 200 are used in around 250 fields for different purposes. In this presentation, boron compounds are classified into 3 groups as untreated boron, refined boron and end products and utilization fields are given accordingly. Among the sectors that boron compounds are most widely used; glass and fiberglass, detergent, textile, agriculture, metallurgy and chemistry come first.

1. GİRİŞ

Bor; temizlik maddelerinden uzay teknolojisine kadar yayılan ve çok geniş bir alanda kullanılan bir madde olmasının yanısıra, Dünyanın en büyük bor rezervlerinin Türkiye'de bulunması açısından da büyük önem taşımaktadır. Borun yüksek teknoloji gerektiren endüstriyel alanlarda kullanılmasının gittikçe artması, borun- bir hammadde olarak kullanılmasını ve değerini daha da arttırmaktadır.

Dünyanın toplam bor rezervlerinin B₂O₃ bazında 1,2 milyar ton olduğu tahmin edilmekte ve rezervlerin %63'ü Türkiye'de bulunmaktadır (Güyaguler 2001). Mevcut Dünya bor üretiminin değişmeyeceği Öngörülür ise, Türkiye'deki bor rezervlerinin Dünya bor talebini 400 yıl karşılayabileceği; ABD ve Rusya'daki rezervlerin ise ancak 70 yıl kadar yetebileceği söylenebilir. Bu rezervler dikkate alındığında, Dünya bor tüketimi açısından Türkiye'nin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'nin bilinen bor yataklarını Bigadiç-Balıkesir (kolemanit, üleksit), Kırka-Eskişehir (tinkal), Emet-Kütahya (kolemanit) ve Kestelek-Bursa (kolemanit, üleksit, probertit) oluşturmaktadır. Türkiye'nin 800milyon ton dolayında olan rezervinin, %64,4'ünü kolemanit, %31,8'ini tinkal, %3,7'sini üleksit mineralleri

oluşturmaktadır (DPT 2000). Türkiye'nin geniş bor rezervlerinin yanısıra, üretim açısından da avantajları bulunmaktadır. Bor cevherlerimiz nispeten dar bir sahada büyük yataklar halinde konuşlanmıştır ve açık ocak yöntemleriyle üretim yapılabilir. Aynı zamanda, bor cevherlerimizin zenginleştirilmesi de nispeten kolaydır.

Borun çeşitli bor türevi 250'i aşkın alanda kullanılmaktadır. En önemli kullanım alanları deterjan, cam, seramik, tarım, tekstil sanayi oluşturmakta ve bu alanlardaki tüketim toplam tüketimin yaklaşık %80'nini kapsamaktadır (Güyaguler 2001, Ucu 2001, Özpeker 2001).

Bu bildiride, endüstride üretilen belli başlı bor ürünleri sınıflandırılarak verilmiş ve borun kullanım özellikleri ve alanları detaylı bir şekilde belirtilmiştir. Ayrıca, bor ürünlerinin üretim ve tüketimine de ana hatlarıyla yer verilmiştir.

2. BOR ÜRÜN ÇEŞİTLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Endüstride kullanılan bor ürünleri, Üretim aşamaları ve prosesleri ile kullanım alanları dikkate alınarak, ham bor, rafine bor ürünleri ve uç ürünler şeklinde 3 gruba ayrılmıştır.

2.7. Ham bor ürünleri

Dünyada üretilen bor cevherlerinin hemen hemen tamamı bir zenginleştirme İşleminde sonra, ya parça ya da öğütülmüş konsantre halinde pazarlanır ve kullanılır. Bu tür ürünler *ham bor* olarak tanımlanabilmektedir. Ham bor ürünlerinin (konsantreler) mineral yapısı ve üretildikleri yerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Ham Bor Ürünleri

Ürünün adı	Formülü	Bulunduğu yer
Tinkal konsantre	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Türkiye, ABD, Arjantin
Üleksit konsantre	$\text{NaCaB}_3\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Türkiye, ABD, Arjantin
Kolemanit konsantre öğütülmüş kolemanit	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Türkiye, ABD, Arjantin, Şili
Hidroborasit konsantre	$\text{CaMgB}_6\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Türkiye, Arjantin
Szaybelit konsantre	$\text{MgBO}_2(\text{OH})$	Kazakistan Çin

Ham bor ürünleri % 90 dolayında borik asit, boraks penta ve dekahidrat gibi rafine bor ürünleri üretiminde kullanılmaktadır (Güyagüler 2001). Bunun yanı sıra, çeşitli amaçlara yönelik cam elyafı (fibreglas), borosilikat cam, nükleer uygulamalar ve metalürjide kullanılmaktadır. Özellikle, borlu çelik yapımında kolemanit, çelik üretiminde fluorit yerine üleksit ve kolemanit tercih edilmeye başlanmıştır.

Türkiye tinkal, üleksit ve kolemanit konsantreleri üretip, Dünyaya satmaktadır. Türkiye bu satışlar ile Dünya konsantre satışlarının (387.000 B_2O_3) yaklaşık 80'nini karşılamaktadır. Diğer bir ifadeyle, Dünya üleksit ve kolemanit konsantresi talebinin hemen hemen tamamını Türkiye karşılamaktadır ve bu satışlar ile 85-90 milyon US \$ gelir elde edilmektedir (Sapmaz 2001).

2.2 Rafine bor ürünleri

Ticari boyutta Dünyada üretilen rafine bor ürünleri Çizelge 2'de verilmiştir. Rafine bor ürünlerinin temel kullanım alanları olarak, cam, ve cam elyafı, sabun ve deterjan, seramik, yangın geciktirici gereçler, taran, nükleer uygulamalar, metalürji, ilaç ve kozmetik, elektronik ve bilgisayar sanayi dalları sayılabilir.

Çizelge 2. Rafine Bor Ürünleri

Ürünün Adı	Formülü	B_2O_3 (%)
Boraks pentahidrat	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	47,8
Boraks dekahidrat	$\text{Na}^+\text{O}^-\text{r}10\text{H}_j\text{O}$	36,5
Susuz boraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	69,3
Borik asit	H_3BO_3	56,5
Susuz borik asit	B_2O_3	100,0
Sodyum perborat	$\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$	22,0
Sodyum metaborat	$\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	64,2
Sodyum oktaborat	$\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{23} \cdot \text{H}_2\text{O}$	81,8

Rafine bor ürünleri borun en çok tüketilen türevlerini oluşturmaktadır. Hem ham bor, hem de rafine bor ürünlerinin kullanım alanları daha detaylı bir şekilde Çizelge 3'te verilmiştir. Bu kullanım alanlarıyla ilgili daha detaylı bilgi izleyen bölümde verilecektir.

Rafine boraks ürünleri (Boraks penta ve dekahidrat, susuz boraks) üretim tesislerinin toplam Dünya kurulu kapasitesi 1.600.000 ton dolayında olup, bunun 452.000 tonu Türkiye'de bulunmaktadır. Türkiye'nin boraks penta ve dekahidrat üretimi ise yıllık 135.000 ton B_2O_3 düzeyindedir; bu üretim düzeyi Dünya üretiminin % 23'ünü oluşturmaktadır. Dünya borik asit üretim kapasitesi ise 800.000 ton dolayındadır. Kurulu kapasitenin %25'i USBoraks'a, %11'i Eti Holding AŞ'ye aittir. Türkiye'nin borik asit üretimi 30.000 ton B_2O_3 dolayında olup, Dünya üretiminin, ancak, %11'ini oluşturmaktadır (Güyagüler 2001, Sapmaz 2001, Rosköl 1999). Türkiye'nin rafine bor ürünlerine ait kurulu kapasiteleri Çizelge 4'te verilmiştir.

2.3. Uç ürünler

Uç ürünler, daha önce belirtilen ham ve rafine ürünlerden üretilirler. En Önemli özelliklerini ileri teknoloji gerektiren yöntemler ile üretilmeleri oluşturmaktadır. Ham ve rafine bor ürünlerine göre üretilen uç ürün sayısı daha fazladır. Burada, nispeten, daha büyük oranda üretilip, tüketilen uç ürünlere yer verilmiştir. Belli başlı uç ürünler arasında elementer bor, bor karbür, bor nitür ve bor alaşımları (demirli, nikelli ve kobaltlı) sayılabilir (Güyagüler 2001, Addemir 2001).

Elementel bor, günümüzde askeri faaliyetler sırasında, aydınlatma amacıyla kullanılmaktadır. *Bor karbür*, uç ürünler içinde en çok kullanılanlardan biridir. Bu malzemenin en Önemli özelliklerinden biri, elmaştan sonra ikinci en yüksek sertliğe sahip olmasıdır. Yüksek sıcaklığa dayanıklıdır ve nötron absorpsiyon yeteneği vardır. Bu özellikleri sayesinde askeri araçları zırhlanmasında ve nükleer reaktörlerde kullanılır.

Çizelge 3. Bor Cevher ve Ürünlerinin Kullanım Alanları (Özpeker2001, Absolom 1980)

Kalayıtm Borat Cevherleri	Kalsiyum Sodyum Borat Cevherleri	Sodyum Borat Cevherleri	Borlu Göl Sulan
<ul style="list-style-type: none"> • Cam • Metalürji • Nükleer • Tekstil Türü • Fiberglas 	<ul style="list-style-type: none"> • Selülozik • izolasyon • Fiberglas • Metalürji • Nükleer • Cam 	Rafine boraks pentahidrat ve boraks dekahidrat, Susuz boraks	
Boraks Penta ve Deka Hidrat, Susuz Boraks	Susuz Borik Asit	Sodyum Perborat	Borik Asit
<ul style="list-style-type: none"> • Gübre • Fiberglas • İzolasyon • Metalürji • Cam ağartıcılar • Cam • Yapıştıncılar • Kozmetik ve ilaç • Tarım • Fotograf • Tekstil boyalan • Dericilik • Yün koruyucu • Emaye, frit. sır • Metalurji 	<ul style="list-style-type: none"> • Antiseptik • Kozmetik • Yangın söndürücü • Deri • Böcek mücadelesi • Metalürji • Naylon ve tekstil san • Sabun ve deterjanlar • Sır kaplama • Fotograf 	<ul style="list-style-type: none"> • Deterjan ve ağartıcılar • Dezenfektan • Tekstil boyalan • Cam ve boyalan 	<ul style="list-style-type: none"> • Cam • Zirai mücadele • Böcek öldürücü • Böcek mücadelesi • Fotograf • Sabun ve deterjan • Naylon • Tekstil boyalan • Balmumu yumuşatıcı • Ağaç koruyucu • Sır kaplama
			<ul style="list-style-type: none"> • Antiseptik • Kozmetik • Yangın söndürücü • Sır kaplama • Metalürji • Nükleer • Sabun ve deterjan • Tekstil- fiberglas

Çizelge 4 Türkiye'nin Rafine Bor Ürünleri Kurulu Kapasiteleri

İşletme	Urun	ton/yıl
Kırka Bor tşl.Müd	Boraks pentahidrat	320.000
	Boraks dekahidrat	17.000
	Susuz Boraks	60.000
Bandırma Bor ve Asit Fab İşİ Mud.	Boraks deka+pentahidrat	55.000
	Borik Asit	85.000
	Sodyum perborat	20.000

Bor nitrür, hegzagonal ve kübik sistemde kristaleşen bir bileşiktir. Hegzagonal bor nitrür, beyaz grafit olarak da tanımlanır. Oksidasyon direnci olan ve yüksek ısıya dayanan bir bor türüdür. Toz halindeki hegzagonal bor nitrür yüksek sıcaklıklarda yağlama malzemesi olarak geniş bir alanda kullanılmaktadır. Kübik bor nitrür ise elmas sertliğinde bir üründür. Suni elmas diye tanımlanabilmektedir. 1320° C'ye kadar özelliklerini korur (Addemir 2001). Çeşitli tür aşındırıcılarda elmasın yerini almaya başlamıştır.

Ferrobör, çeliği bor ile alaşımlandırma ve trafo çekirdeklerinde amorf malzeme olarak kullanılması en önemli kullanım alanını oluşturmaktadır. Nikelli ve kobaltlı bor alaşımları da yüksek frekanslı trafo çekirdeklerinde kullanılmaktadır. Bu alaşımlardan üretilen teller EKG gibi cihazların sensörlerinin üretiminde tercih edilmektedir.

Sıcak preste üretilen T1B2, BN, B4C kompozitleri başka malzemelerin sert TiBCN kompozitiyle kaplanmasında kullanılmaktadır.

Son zamanlarda borun otomobil yakıtlarında kullanılmasıyla ilgili olarak birçok duyum alınmaktadır, Bor hidrür ya da sodyum bor hidrür ile yapılan yakıtların otomotiv endüstrisinde kullanılacağı ve bu araştırma projelerinin kısa zamanda yaşama geçeceği haberleri internet ortamında yer almaktadır.

3. BOR ÜRÜNLERİNİN KULLANIM ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde, bora geniş bir kullanım alanı sağlayan özelliklerine, ana kullanım alanları bazında yer verilmiştir (Öztürk 1994, Özpeker 2001, Bulutçu 2001).

Cam ve cam elyafı sanayi

Günümüzde üretilen borun % 40'ı cam ve fiberglas sanayinde tüketilmektedir (Özeker 2001). Cam sanayinde yararlanılan belli başlı bor özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Hammaddenin ergime noktasını düşürür.
- Ergimiş ortamın viskozitesini düşürür.
- Camın termal genleşme katsayısını düşürür.
- Camın kırılma indisini büyütür.
- Camın saydamlığını ve parlaklığını artırır.

Her türlü yalıtımdan bilişim sektörüne kadar çok çeşitli alanlarda, farklı amaçlar için kullanılan cam elyafının (fiberglas) temel hammaddelerinden birini bor oluşturur. Cam elyafına bor katıldığında yukarıda belirtilen özelliklere ilaveten;

- Kristalleşme eğilimini düşürür.
- Liflerin dayanıklılığını ve neme karşı direncini artırır.

Çeşitli metaller ile giydirilmiş fiberglas türleri; mikrociplerde, fiber optik kablolarda, yan iletken elemanların üretiminde ve buna benzer birçok elektronik parçanın üretiminde kullanıldığı gibi, diğer bor türleri de elektronik sanayinde kullanılmaktadır.

Temizleme ve beyazlatma sanayi

Dünya bor tüketiminin yaklaşık %20'si sabun, deterjan gibi temizlik ürünlerinin üretimine yöneliktir (Özeker 2001). Bu sanayide yararlanılan başlıca bor özellikleri:

- Güçlü bir beyazlatıcıdır.
- Lekeleri çözer.
- PH'yı dengeler, suyu yumuşatır, yağları parçalar.
- Aktif oksijeni dengeler.
- Anti bakteriyeldir.

Bu özellikler sayesinde kumaş çok az yıpratır; renklerini soldurmaz. Düşük sıcaklıkta bile etkin sonuç verir. Çamaşırın yıkanma süresini düşürür. Su tüketimini azaltır. Makinalardaki çeliğin aşınmasını ve matlaşmasını azaltır.

Deterjanların % 20-25'ini sodyum perborat oluşturur.

Seramik ve emaye sanayi

Bor, özellikle, seramiklerin sırlanmasında ve emaye sanayinde kullanılır. Bu sektör Türkiye'nin en çok bor tükettiği alanlardan birini oluşturmaktadır. Yararlanılan başlıca bor özellikleri aşağıdaki gibidir.

- Sinn kıvamlığını düşürür.
- Sinn yüzey gerilimini düşürür.
- Parlaklığı ve saydamlığı artırır.

Tekstil sanayi

Yanmayı geciktirici özelliğinden dolayı, cam elyafı halinde, tekstil üretiminde kullanılır. Bunun

yanısıra, kumaş boyalarını koruduğu için kumaş boyalarında ve aprelemede kullanılmaktadır.

Metalürji Sanayi

Metalürjide yararlanılan özellikler:

- Ergime sıcaklığını düşürür.
- Cürufun akışkanlığını artırır.
- Çeliği sertleştirir.
- Fırın tuğlalarının aşınmasını azaltır.

Demir-çelik hammaddelerinin ergime sıcaklığını düşürmek suretiyle tüketilen enerjide tasarruf sağlar.

Bor türlerinin kendisinin ya da çelik ile alaşımının yüksek sertliği nedeniyle aşındırıcı ve kesici aletlerde kullanılır.

Son dönemlerde manyetik ayırıcılarda kullanılmasıyla devrim yaratan, sürekli yüksek manyetik alan şiddeti oluşturan magnetlerin içinde nadir metallerin yanısıra bor da bulunmaktadır.

Bor, kaplama sanayinde kullanılan elektrolitlerin oluşturulmasında ve lehimleme işlemlerinde de kullanılmaktadır.

Tarım Sanayi

Borun tarım ürünleri üzerinde zıt yönlü etkisi vardır. Çok az miktardaki bor bitkilerin gelişmesine yardım eder. Bu neden ile gübrelere katılır. Fakat, borun fazlası bitkiler üzerinde öldürücü etki yapar. Bu özelliğinden yararlanılarak, yabancı otlar ile mücadelede kullanılmaktadır.

Nükleer Sanayi

Bor izotoplardan nükleer reaksiyonların denetlenmesine yardımcı olur. Çünkü B ve B¹¹ izotoplarının nötron absorblama tesiri keskin ve yüksektir.

Bazı tip güç reaktörlerinde fazla reaktiviteyi önlemek için soğutma suyuna borik asit ilave edilir.

Nükleer reaktörlerde kullanılan kontrol çubukları % 2 bor içeren çelik ve alüminyum alaşımından yapılmaktadır (Öztürk 1994).

Yukarıda belirtilen kullanım alanlarının yanısıra, bor, tıpta, antibakteriyel ve dezenfektan olarak, antiseptiklerde, diş macunlarında, parfümlerde, şampuan ve lens solüsyonlarında kullanılmaktadır.

Kimya sanayinde, çeşitli tür boyalarda, elektrolitik işlemlerde, korrozyon önleyicilerin üretiminde bor da yararlanılmaktadır.

4. İRDELEME VE ÖNERİLER

önceki bölümlerde belirtildiği gibi, 250' yi aşkın alanda kullanılan bor ürünleri 21. yüzyılın en önemli hammadde ya da yan mamul maddeleri arasında bulunmaktadır, özellikle, ileri teknoloji gerektiren Üretimlerde borun kullanımı ve Önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Bilinen Dünya bor rezervlerinin % 63'ü Türkiye'de bulunmasına karşın, hem üretimde hem de parasal bazda Türkiye'nin aldığı pay rezervleriyle orantılı değildir. B2O3 bazında 1,5 milyon ton dolayında olan yıllık Dünya üretiminin % 39'u US Borax (ABD), % 31'i Eti Holding AŞ tarafından gerçekleştirilmektedir (Roskill 1999). Bu değerlerden de anlaşıldığı gibi, iki firmanın üretimleri birbirine yakındır. Buna karşın, yaklaşık 1,2 milyar US \$ olan bor pazarının, ancak, % 20'si Eti Holding AŞ'ye, % 65-70'i US Borax'a aittir. Bu durum, bor pazarına US Borax'ın hakim olmasından ve US Borax'ın sadece rafine bor ürünleri satmasından kaynaklanmaktadır. Eti Holding AŞ'nin 350.000 ton/yıl rafine bor satışına karşılık, US Borax 1.300.000 ton/yıl rafine bor ürünü satışı gerçekleştirmektedir (Güyağüler 2001, Üncü 2001). Eti Holding AŞ'nin ham bor satışları ise 900.000 ton/yıl dolayındadır. Görüldüğü gibi, miktar bazında Eti Holding AŞ'nin üretim ve satışının 2/3'ünü ham borlar teşkil etmektedir (Uncti 2001).

Dünya yıllık bor tüketiminin (1,5 milyon ton B2O3) yaklaşık % 43'ü cam ve cam elyafı sektöründe (640.000 ton/yıl B₂O₃), %19'u sabun ve deterjan sektöründe (270.000 ton/yıl B₂O₃), % 19'u seramik sektöründe (166.000 ton/yıl B₂O₃) gerçekleşmektedir. Sektörel bazda bor tüketim payları yörelere göre değişmektedir. ABD'de bor tüketiminin % 69'u cam ve cam elyafı sektöründe gerçekleşirken; Avrupa Ülkelerinde sabun ve deterjan sektörü % 35 oranıyla başta gelmektedir. Avrupa'da yıllık bor tüketiminin % 23'ü cam ve cam elyafı sektöründe, % 10'u sır ve emaye sektöründe gerçekleşmektedir (Roskill 1999).

Yıllık bor tüketiminin Yaklaşık % 75'i Avrupa ve Kuzey Amerika'da gerçekleşirken, Türkiye'nin yıllık bor tüketimi Dünya tüketiminin % 3,6'sı düzeyindedir. Türkiye'nin yıllık ham bor üretiminin % 15-20'si, rafine bor üretiminin ise, ortalama % 30'u yurtiçinde tüketilmektedir (Kılınç 2001). Son dönemlerde, Türkiye bor tüketiminin % 27'si demir-çelik, % 12'si cam ve cam elyafı, % 38'i seramik, % 12'si sabun ve deterjan ve % 5'i kimya sektöründe yapılmıştır. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi, Türkiye'nin yıllık bor tüketimi düşük seviyelerde bulunmaktadır. Aynı zamanda, tüketim ataları da gelişmiş ülkelerden farklıdır. Özellikle, Türkiye'nin cam elyafı üretim ve tüketim çok düşük düzeydedir. Oysa, farklı amaçlar için kullanılan cam elyafı tüketimi gelişmiş ülkelerde gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye bu ihtiyaca cevap verecek yatırım ve üretimi yapması ülke menfaati icabıdır.

Sonuç olarak, Türkiye'de Dünya bor rezervlerinin % 63'ü bulunmasına karşın, bor pazarındaki payımız düşük seviyelerdedir. Bu, pazarlamadan ve ürün çeşidinden kaynaklanmaktadır. Türkiye ham bor ürünleri yerine, katma değeri daha yüksek olan rafine bor ürünleri üretimini arttırarak, hatta uç ürün üretimine geçerek pazardaki payını, özellikle, parasal yönden arttırabilecektir. Pazar sorunu da, ürün kalitesinin arttırılması, fiyat ve teslim organizasyonun iyi bir şekilde yapılmasıyla aşılabılır.

Geleceğe yönelik olarak, cam elyafı tüketiminin gün geçtikçe artması ve borun otomotiv yakıtlarında kullanılması halinde borun ve rezervleri elinde bulunduran Türkiye'nin Öneminin artacağı açıktır. Bu durumda Türkiye cam elyafı ve uç ürün üretimine yönelik teknolojik araştırmalara ağırlık vermelidir. Araştırmaların organize olabilmesi için bir *bor araştırma* merkezi'nin kurulması gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Absofom, T. 1980 Mineral Facts and Problems
Addemir, O, 2001 İlen teknoloji Malzemelerinde Bor Türevleri Türkiye Borat Yatakları, Workshop, İTO Maden Fakültesi, 16.3.2001, Edt Kırkoğlu, S, Budakoglu, M, Çelenk, A, s.43-46
Bulütçü, N, 2001 Bor Teknolojileri ve Kullanım Alanları. Türkiye Borat Yatakları, Workshop, İTÜ Maden Fakültesi, 16 3 2001, Edt Kırkoğlu, S , Budakoglu, M, Çelcerdi, A, s 37^2
DPT, 2000. 8 Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) madencilik Özel İhtisas Komisyonu Ankara
Güyağüler. T.. Türkiye Bor Potansiyeli, 4 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-1910 2001, İzmir, Türkiye, s. 18-27
Kılınç, E, Mordogan, R, Tannverdi, M, 2001 Bor Minerallerinin Önemi, Potansiyeli, Üretimi ve Tüketimi. 4 EndUsuiyd Hammaddeler Sempozyumu, 18-19.10.2001, İzmir, Türkiye, s 226-235
Ozpeker.ö ,2001.Bor Yataklarının Değerlendirilmesi Türkiye Borat Yatakları, Workshop, İTÜ Maden Fakültesi, 16 3 2001, Edt Kırkoğlu, S , Budakoglu, M-, Çelenli, A, s 57-68
Öztürk, N, 1994 Tıncal Cevherlerinin Değerlendirilmesinde Yem Yöntemlerin Arasünlması Doktora tezi İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
Roskill, 1999. Economics of Boron, 9th edüon
Sapmaz, A., 2001. Ülkemiz Bor Madenciligi ve Hukuki Durumu, Türkiye Borat Yatakları, Workshop, İTÜ Maden Fakültesi, 16 3 2001, Edt Kırkoğlu, S, Budakoglu, M.Çelenli, A-, s: 69-79
Üncü, R Ü, 2001 Dünya Ham ve rafine Bor Pazarına Bir Bakış 4 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-19 102001,İzmir,Türkiye,s 7-17