



**ETİ HOLDİNG A.Ş.  
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**BOR NİTRÜR  
ÖN FİZİBİLİTE ETÜDÜ**

**PLANLAMA VE BİLGİ İŞLEM  
DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

Mayıs 2003

ANKARA

**PLANLAMA VE BİLGİ İŞLEM DAİRESİ BAŞKANLIĞI**

**HAZIRLAYAN:**

**M.HİLMİ ANGIN**

**MÜDÜR**

**SALİH AYDIN**

**BAŞMÜHENDİS**

**KONTROL EDEN**

**ALİ SAPMAZ**

**DAİRE BAŞKANI**

## İÇİNDEKİLER

## SAYFA NO

ABSTRACT .....	1
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	2
1-TANITIMI.....	3
2 - HEGZAGONAL BOR NİTRÜR.....	3
2.1 -Özellikleri .....	4
2.2 -Üretim Metodları .....	5
2.3 -Kullanım Alanları.....	6
3 - KÜBİK BOR NİTRÜR.....	6
3.1 -Özellikleri .....	6
3.2 -Üretim Metodu .....	7
3.3 - Kullanım Alanları .....	8
4-PIROLİTİK BOR NİTRÜR .....	8
5- TÜKETİM MİKTARLARI .....	8
6--PAZAR DURUMU VE ÜRETİCİLER .....	9
7-FİYATLAR .....	10
8. ÖNGÖRÜLEN TESİSİN ÖNFİZİBİLİTESİ.....	10
8.1. Üretilecek Ürün ve Kapasite .....	10
8.2. Üretim prosesi ve Girdiler .....	10
8.3. Bir Ton Ürünün Maliyeti.....	12
8.4. Fiyat ve Satılacak Miktar .....	12
8.5.Mali Analizler .....	12
KAYNAKLAR .....	18

## ABSTRACT

**Description and Production:** Boron nitride , with the chemical formula (BN) , is a synthetic compound consisting of boron and nitrogen element. There are mostly two types of boron nitride available commercially. These are hexagonal boron nitride and cubic boron nitride. Hexagonal boron nitride is the most commonly produced boron nitride, usually manufactured by the reaction of nitrogen with the mixture of boron oxide and carbon at temperatures between 1450-1650 ° C.

**Properties and uses :**Hexagonal boron nitride is a substance having unique properties such as high refractoriness and lubricity, low thermal expansion ,high thermal conductivity, electrical isolation, chemical inertness and easy workability. Cubic boron nitride is the second hardest substance known after diamond. Due to its excellent thermal conductivity, it is used for cutting hard materials at high temperatures.

**Consumption:** Annual world consumption of boron nitride is about 1000 tons. This amount makes a value of 55 million Dollars.

**Price:** The price is changing according to the quality and the amount sold. These days refractory grade boron nitride is sold at a price of nearly 50.000 US \$/ton. The prices of the ceramic quality and high quality boron nitride are between 52.000-66.000 and 200.000-400.000 \$/ton respectively

**Investment proposed :** A hexagonal boron nitride plant at an annual capacity of 150 tons has been proposed. This capacity is the 15 % of the world consumption. In order to take larger share from the world market , the price of the product will be kept relatively lower than the world price. The fixed investment of the plant is 1.490.000 US Dollars. At the full operating rate , the cost of 1 ton boron nitride is estimated as 12.666 US \$. The main inputs of the cost are boron oxide and personnel expenses . They are 33,2 % and 28.8 % respectively.

The results of some economic analysis of the project are as below :

Net present value.....:	34.424.540 US \$
Break-even point.....:	10,6 %
Payback period .....	1 year
Internal rate of return .....	90 %

## YÖNETİCİ ÖZETİ

**Bor nitrürün Tanıtım ve Üretimi:** Bor Nitrür, bor ve azot elementlerinin oluşturduğu, kimyasal formülü BN olan, kimyasal metodlarla üretilen bir bileşiktir. Literatür araştırmalarından edinilen bilgilere göre, bor nitrür ticari alanda dört ayrı metoduyla üretilmektedir. Yine literatürden edinilen bilgilere göre bor nitrür genellikle, bor oksit, karbon ve azot'un 1450-1600 °C'de kimyasal reaksiyona sokulmasıyla elde edilmektedir.

**Özellikleri ve Kullanım Yerleri:** Ticari alanda bor nitrürün iki ayrı kristal formu kullanılmaktadır. Bunlar hegzagonal ve kübik bor nitrürlerdir.

Hegzagonal bor Nitrür; yüksek sıcaklıklarda refrakter özelliği, yüksek termal şok direnci, yüksek ısı iletkenliği, elektriksel yalıtkanlık, kimyasal kararlılık, yağlayıcılık ve kolay işlenebilirlik gibi üstün özelliklere sahip bir malzemedir. Bu özellikleri nedeniyle, metalurjide yüksek sıcaklığa dayanım gerektiren uygulamalarda, yağlayıcı olarak yüksek sıcaklık kalıplarında, yalıtkan malzeme olarak elektrik-elektronik endüstrisinde kullanılır.

Kübik bor nitrür, elmasın sonra bilinen en sert malzemedir. Bu özelliği nedeniyle sert malzemelerin kesilmesi ve işlenmesinde, ayrıca yüksek ısı iletkenliği nedeniyle yüksek sıcaklıkta kesme ve aşındırma işlemlerinde kullanılmaktadır.

**Tüketim:** Dünyada yaklaşık 1000 ton/yıl hegzagonal bor nitrür tüketilmektedir. Bunun pazar değeri 55 milyon Dolardır.

**Fiyat:**Satış fiyatları miktara ve kaliteye bağlı olarak değişmektedir. Yapılan pazar araştırmalarına göre refrakter kalite bor nitrürün 50.000 \$/ton civarında satılmaktadır. Seramik kalitenin fiyatı ise 52.000-66.000 \$/ton arasındadır. Yüksek saflık tiplerinde ise siparişin büyüklüğüne ve kaliteye bağlı olarak fiyat 200-400 \$/kg arasında seyretmektedir.

**Önerilen Yatırım:** Türkiye'de **150** ton/yıl kapasiteli bir hegzagonal bor nitrür tesisi kurulması ve dünya pazarlarında pay alabilmek için ürünün nispeten düşük fiyatlarla dünya pazarlarına sürülmesi önerilmektedir. Bu kapasite dünya talebinin **%15'ine** denk gelmektedir. Tesisin sabit yatırım tutarı **1.490.000** Dolardır.

Tesis tam kapasite ile çalıştığında bor nitrürün birim maliyeti **12.666** \$/ton olmaktadır. Maliyetin, %33,2 sini bor oksit giderleri, %28,8' ini işçilik ve personel teşkil etmektedir.

Tesisin ;

Net Bugünkü Değeri	: 34.424.540 \$
Kâra Geçiş Noktası	: %10,6
Geri Ödeme Süresi	: 1 yıl
İç Karlılık Oranı	: % 90

## 1-TANITIMI

Bor nitrür , taşıdığı yüksek ısıl şok direnci , ısıl iletkenlik , elektriksel yalıtkanlık, kimyasal kararlılık ve yağlayıcılık gibi üstün özelliklere sahip sentetik bir malzemedir. Bu özellikleri nedeniyle metalurjik yüksek sıcaklık uygulamalarında , elektrik-elektronik endüstrisinde ,seramik kompozit malzemelerin yapımında ve kimya endüstrisinde toz, şekillendirilmiş kütleler,sprey ve macun biçimlerinde kullanılmaktadır ve yeni kullanım alanları bulmaya yönelik bir potansiyeli de sahip olduğu özelliklerde barındırmaktadır.

Bor nitrür doğada tabii halde bulunmaz. 19. yüzyılın başlarında elde edilmesine rağmen ticari anlamda 20.yüzyılın ikinci yarısında üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır.

Bor nitrürün üç farklı kristal formu mevcuttur ; hegzagonal formu ( **h** ) **BN** , kübik formu ( **c** ) **BN** . Üçüncü ticari Bor Nitrür tipi ise kimyasal buhar indirgenmesi ile üretilen Piroliktik Bor Nitrür'dür. Bunlar çok farklı fiziksel özelliklere sahiptirler ve çok farklı uygulamalarda kullanılırlar. Hegzagonal BN'ün kalitesine göre ticari sınıflandırılması ve kimyasal kompozisyonu **Tablo-1** de görülmektedir.

**Tablo-1** : Bor nitrür ticari kalite sınıflandırması (7)

Komponent	Kompozisyon (%)		
	Refrakter kalite	Seramik kalite	Yüksek kalite
BN	92 - 96	> 98,5	> 99,5
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5 -7	0,1	< 0.03
Oksijen*	5	0.5 -1.5	0.3
Karbon	0.1	0.1	0.1
Metal impüriteler	0.2	0.2	> 0.01

## 2 - HEGZAGONAL BOR NİTRÜR

Kristal yapısı, yumuşaklık, tabakalı olması ve kayganlık özellikleri nedeniyle grafitte benzer. Beyaz grafit olarak ta adlandırılır. Bazı fiziksel,kimyasal ve elektriki özellikleri , grafitle ve refrakter kullanımda rakip malzeme olan alümina ile kıyaslamalı olarak **tablo-2** de verilmiştir.

**Tablo –2 :** Bor nitrürün diğer yüksek sıcaklık malzemeleri ile kıyaslamalı olarak özellikleri

ÖZELLİKLER	BN	ALÜMİNA	TEKNİK GRAFİT
Yoğunluk	2,15-2,20	3,7-3,9	1,66 ± %10
Sertlik	Mohs 2	Mohs 9	-
Erime noktası	>3000 °C İN N <sub>2</sub> 2730 °C	2015 °C	3700 ± 100 °C
Elektrik direnci Ohm-cm	1,7*10 <sup>13</sup> (at 25 °C ) 3,1*10 <sup>4</sup> (at 1000 °C)	1*10 <sup>16</sup> (at 14 °C ) 3*10 <sup>13</sup> (at 300 °C)	109*10 <sup>-6</sup> (at 25 °C ) 8-15*10 <sup>4</sup> (at 1000 °C)
Dielektrik katsayısı	4,15	9,0-10,0	-
Termal genleşme katsayısı (cm/cm °C*10 <sup>-6</sup> )	0,7(⊥) 7,5 (//)	6-10	32(⊥) 46(//)
Çalışma Sıcaklığı (°C)			
Havada	1000	1600-1700	330
Azot ortamında	3000	2000	1650
Klor ortamında	700	-	-
Termal iletkenlik Watt/metre °C	36 (//) 34 (⊥)	17-30	138(//) 95(⊥)

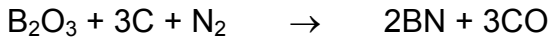
## 2.1 -Özellikleri

- h(BN) yapısal yönden grafitte, görünüm olarak alüminaya benzeyen, Beyaz renkte, zehirsiz, geçirimsiz ve kaygan bir malzemedir.
- Seramik malzemeler içinde en düşük yoğunluklu olanıdır. (2,27 g/cm<sup>3</sup>)
- Çok yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. (inert atmosferde 3000°C'ye kadar, hava ortamında 1400°C'ye kadar).
- Isıl şok direnci oldukça yüksektir. 0-2000 °C arasındaki ısı şoklarına karşı dayanıklıdır.
- Birçok ergimiş metal veya cürufur ve ergimiş camlar tarafından ıslatılma özelliği düşüktür.
- Mükemmel elektrik yalıtım özelliğine ve ısıl direncine sahiptir.

## 2.2 -Üretim Metodları

Bor nitür endüstriyel alanda aşağıda açıklanan dört yolla üretilmektedir. Bunlardan birinci metod; karbon, bor oksit ve azot gazının 1450-1650 °C arasında reaksiyona sokulmasıdır. Bu reaksiyon aşağıda görülmektedir. Literatürden edinilen bilgiye göre bu metod, dünyada bor nitür üretiminde en yaygın olan prosesdir.

**a)** Bor nitür üretiminde kullanılan birinci metod; karbon, bor oksit ve azot gazının 1450-1650 °C arasında reaksiyona sokulmasıdır. Bu reaksiyon aşağıda görülmektedir. Literatürden edinilen bilgiye göre bu metod, dünyada bor nitür üretiminde en yaygın olan prosesdir. Bu prosede önce B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve kömür tozları karıştırılıp bir peletleme diskinde peletlenmektedir. Bu peletler elektrik ısıtmalı bir fırına yüklendikten sonra azot gazı ortamında yaklaşık 2 saat süreyle 1450-1650 °C de ısıtılmaktadır. Böylece , aşağıda verilen reaksiyona göre bor oksit, karbon tarafından redüklenmekte ve açığa çıkan B ise derhal azot ile reaksiyona girerek bor nitür oluşturmaktadır.

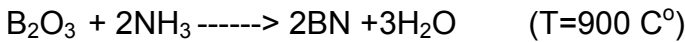


Üretilen Bor nitür yaklaşık olarak %92 BN içermektedir, İçinde emprüte olarak B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve kül vardır.

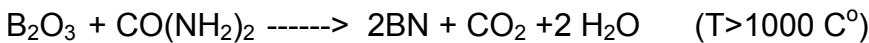
Fırından alınan ürün, içindeki emprütelerin uzaklaştırılması için, 1/1 oranında karıştırılmış hidroklorik asit / su çözeltisinde liç edilmektedir.

Liç çözeltisi disk filtreden geçirilmek suretiyle, bor nitür filtrede tutulmaktadır. Buradan elde edilen bor nitür refrakter ve seramik kalitelere olmaktadır.

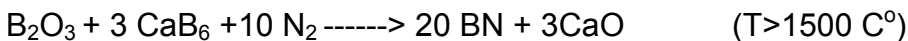
**b)** Bor oksit'in Amonyak gazı ile inert bir dolgu malzemesinin (genellikle trikalsiyum fosfat) varlığında 900 C°de nitrülenmesi ve reaksiyon sonrası saflaştırma ve kristalizasyon amacıyla ısı işlem uygulanması.



**c)** Bor oksit veya boraks'ın, üre ve melamin gibi azot içeren organik bileşikler ile 1000 C° nin üzerinde nitrülenmesi.



**d)** Kalsiyum Hekzaborür ve bor oksit'in, azot gazı ile 1500 C° nin üzerinde nitrülenmesi.



Yukarıdaki yollarla üretilen bor nitür grafit gibi tabakalı bir yapıda , beyaz renkte, pudra halindedir.



### 2.3 -Kullanım Alanları

- Sıcak ve ergimiş metallerle temas eden yüzeylerde kaplama olarak kullanılır. Bor nitrür kaplama, korozyonu ve kimyasal olarak malzemenin reaksiyona girmesini önler. Bu nedenle de, kalıpların yüzeyinin kaplanmasında kullanılır.
- Aynı amaçlarla cam ve plastik endüstrisinde de kullanılır.
- Kompozit üretiminde bor nitrür kaplamalar kalıbın oksitlenmesini önler.
- Yüksek sıcaklıklarda yağlayıcı olarak kullanılır.
- Yüksek ısı şok direncinin ve yüksek tokluğun istendiği uygulamalarda kullanılır (potalar ve refrakter astar uygulamaları dahil).
- Yüksek dielektrik dayanımı, düşük dielektrik sabiti ve yüksek ısı iletkenliğine haiz olması sebebiyle, dielektrik malzeme olarak elektronik ve elektroteknik endüstrisinde kullanım alanına sahiptir.
- Bor nitrür, belli oranlarda silisyum nitrür ile karıştırılarak (60:40, 50:50 veya 40:60) nozül pota, termokupul kılıfı ve cam kalıplarla ilgili refrakter malzeme olarak kullanılır.
- Diğer seramik malzemelerle birlikte kompozit yapımında kullanılır (Örneğin;  $Al_2O_3/BN$ ,  $AlN/BN$ ,  $3Al_2O_3.2SiO_2.xZrO_2/BN$ ).
- Kozmetik endüstrisinde kullanılır.
- Seramik ve cam endüstrisinde kullanılır (pota, destekleyici vb. malzeme olarak).

Özelliklerine göre hegzagonal bor nitrürün kullanım yerleri özet olarak **tablo 3** 'te verilmiştir.

### 3 - KÜBİK BOR NİTRÜR

Kübik bor nitrür kristal yapısı ve diğer özellikleri yönünden elmasa benzer. Saf kübik bor nitrür renksiz ,iyi bir elektrik yalıtkanıdır.

Yüksek sıcaklık ( $1500\text{ }^{\circ}C$  ) ,yüksek basınç (8 Gpa) teknikleri ile hegzagonal –kübik kafes dönüşümü ile elde edilen kübik bor nitrür c(BN) ,elmastan sonra ikinci en yüksek sertlik değerine sahiptir.

#### 3.1 -Özellikleri

- Elmasın aksine yüksek ısı dirence sahip olup, çok yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır. ( $1370\text{ }^{\circ}C$ )
- Elmas gibi çok yüksek ısı iletkenliğe sahiptir.
- Mekanik şoklara karşı dayanımı yüksektir.

### 3.2 -Üretim Metodu

Kübik bor nitrür,hegzagonal bor nitrürün yüksek sıcaklık( 1400°C ve 1700°C'ler arasında ) ve yüksek basınç ( 60.000 atm ) altında ısıtılmasıyla elde edilir.

Tablo 3 –Hegzagonal bor nitrürün kullanım alanları(9)

KULLANIM ALANI	İstenilen Özellik					
	R	T	E	İ	L	M
<b>- Hegzagonal Toz Bor Nitrür</b>						
Yüksek sıcaklık yataklarında katı yağlayıcı .....	+				+	
Cam ve metallerin kalıp dökümünde kalıp ayırıcı.....	+			+		
Lastik, reçine ve plastikler için aktif dolgu .....	+	+	+	+	+	
Yağ ve yüksek sıcaklık gresleri için katkı .....				+	+	
Çok yüksek basınç iletme ajanı .....	+			+	+	
Buharlaştırıcı kaplamalarında , kaplanan metali ayırıcı olarak.....	+			+		
Sıcak baskı grafit kalıplarınının kaplamasında .....	+			+	+	
Isıtıcı tellerin yuvalarında .....	+		+	+		
Diğer borlu bileşiklerin üretiminde .....	+					
<b>-Sıcak-Baskıda Hazırlanan BN Parçalar</b>						
Cam ve metallerin ergitme krozelerinde .....	+	+		+		+
Yatay sürekli döküm için fren balatalarında.....	+			+	+	+
Yüksek sıcaklık elektrik fırınlı parçaları .....	+	+	+	+		+
Manyetik-hidrokinamik cihaz parçaları .....	+		+	+		+
Radar anten ve pencereleri için dielektrik .....			+			
Düşük ve yüksek frekans aletleri için izolatör.....	+		+			+
Plazma-jet fırını,ark puls jeneratörü,iyon makineleri için izolatör .....	+		+			+
Valf ve transistor devrelerinde tutucu,montaj plakası,taşıyıcı Ve soğutucu blok olarak .....		+	+			+
Ergimiş metaller için pompa parçaları, borular,memeler.....	+			+		+
Termokupllar için koruyucu tüp ve izolasyon gömlekleri.....	+	+	+	+		+
Otomatik kaynak elektrotları için koruyucu gömlek .....	+		+	+		+
Yarı iletkenlerde .....	+					+
B <sub>6</sub> O veya B <sub>6,5</sub> C gibi seramiklerin sıcak baskı kalıplarında .....	+	+		+	+	+
Nükleer reaktörlerde nötron absorberi ve kalkanı .....	+	+		+		+

**R** : Yüksek sıcaklık refrakter özelliği

**T** : Isıl iletkenlik özelliği

**E** : Elektriksel izolasyon özelliği

**I** : Kimyasal inertlik özelliği

**L** : Yağlama özelliği

**M** : Kolay işlenebilirlik özelliği

### 3.3 - Kullanım Alanları

- Çok yüksek ısıl iletkenliği sebebiyle kesme aletlerinde (cutting tools) kullanılır. Elmasın aksine yüksek ısıl dirence sahip olup, çok yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır (1370°C'ye kadar). Elmasla karşılaştırıldığında kübik bor nitrürün en önemli avantajı , demir veya diğer metaller ile temasında veya havada yüksek sıcaklıkta sahip olduğu çok yüksek karalılığıdır. Çok kristalli kübik bor nitrür endüstriyel alanda son birkaç yıldır kullanım alanı bulmaktadır. Ferro malzemeler ile reaksiyon direnci ve mükemmel abrasif direnci ile kombine edilen c(BN) diğer takım malzemelerden daha yüksek sıcaklıklarda ve daha yüksek hızlarda sert malzemelerin işlenmesinde kullanılmaktadır.
- Sertleştirilmiş çeliklerin işlenmesinde kullanılır. Bor nitrür kesici aletler, işlenme esnasında sıvı kullanılmadan çok yüksek hızlı işlenme için uygundur.
- Yüksek sıcaklıklarda kesici alet ve aşındırıcı olarak kullanılır.
- Mekanik şoklara karşı yüksek dayanımı sebebiyle dökümle ve dövmeyle üretilen parçaların işlenmesinde kullanılır.
- Aşındırıcı malzeme olarak kullanılır (küçük kristaller halinde aşındırıcı diskler içerisine ilave edilerek demirli metallerin aşındırılmasında kullanılır). Yüksek sertliği ve yüksek sıcaklıklara dayanımı sebebiyle kübik bor nitrürden üretilmiş parçalar yüksek dayanıma ve uzun ömre sahiptirler. Ayrıca, yüksek ısıl iletkenliğe sahip olması, aşındırıcı disk olarak kullanım esnasında oluşan ısının kolaylıkla uzaklaştırılabilmesinde bir avantajdır.
- 50 HR<sub>c</sub>'den daha sert demir bazlı malzemelerin ve 35 HR<sub>c</sub>'den daha yüksek sertliğe sahip kobalt ve nikel bazlı malzemelerin taşlanması, işlenmesinde ve parlatılmasında kullanılır.

### 4-PIROLİTİK BOR NİTRÜR

Pirolitik bor nitrürün kullanma alanları kısmen sıcakta sıkıştırılmış bor nitrürle çakışır. Bu yüzden potalarda ve fırın parçalarında kullanılabilir. Çeşitli tiplerdeki kalıp şekilleri ve kapların kaplanması ve sıcakta çalışan memelerin üretiminde kullanılmaya uygundur. Pirolitik bor nitrürden ayrıca ısı kalkanı, elektrik kablolarının ısı izolasyonu , indüksiyon ısıtma bobinleri taşıyıcıları ,elektrik dirençleri ve yüksek sıcaklık kondansatörleri , infrared cam ve polarizatörleri üretilir.

### 5- TÜKETİM MİKTARLARI

- 1992 yılında ABD ve Batı Avrupa'da 170 ton bor nitrür tüketilmiştir.
- 1994 yılında ABD, Batı Avrupa ve Japonya'da 220-250 ton civarında tüketilmiştir (7)

- 1998 yılında ABD ve Batı Avrupa'da 650-700 ton bor nitrür tüketilmiştir(6).
- 1998 yılında ABD'de 500 tondan fazla bor nitrür tüketilmiştir. Bunun çok büyük bir kısmı hegzagonal bor nitrürdür (6).
- 1998 yılında Batı Avrupada 150 - 200 ton bor nitrür tüketilmiştir (6).
- 1998 yılında japonyada 120-150 ton hegzagonal , 6 ton kübik bor nitrür tüketilmiştir(6).
- 1998 yılında ABD, Batı Avrupa ve Japonya'da 770-900 ton bor nitrür tüketilmiştir (6).
- Etimine firmasının 2003 yılında hazırladığı bir rapora göre, dünya toplam bor nitrür üretimi 1000 ton dolaylarında tahmin edilmektedir (8).

## 6--PAZAR DURUMU VE ÜRETİCİLER

- Dünya bor nitrür tüketimi yaklaşık 900 ton/yıldır. Bunun yarısının refrakter kalite ve yarısının da seramik kalite olduğu varsayımına göre **Dünya pazarı yaklaşık 43.650.000 \$** 'dır.
- 1994-1999 yılları arasında kübik bor nitrür'ün aşındırıcı olarak tüketiminde yıllık ortalama büyüme oranları ABD'de %9, Avrupa'da %8 ve Pasifik ülkelerinde %8 olmuştur.
- Alet, takım sektöründe kübik bor nitrür tüketimi yılda %10 büyümektedir.

### Bilinen Bor Nitrür üreticileri

<u>Kıta</u>	<u>Firma İsmi</u>	<u>Ürettiği Ürün</u>
ABD	Advanced Ceramic Corp.	BN
	American Elements Corp.	BN
	Atomergic Chemetals Corp.	BN
	GE Superabrasives	(c ) BN
	Morgan Advanced Ceramic	(c ) BN
	Performance Materials Inc.	PBN
	Saint Gobain Advanced Ceramics (Avrupa'da mevc.)	( h ) BN
Avrupa	Boride Ceramics & Composites	BN
	Wacker Ceramics	BN
	H. C. Starck Group, Germany	BN
	UK Abrasives Inc., UK	BN

Asia	Denki Kagaku Kogyo, Japonya	BN
	JSC Halogen, Russia	BN
	JSC Zaporozhabrasive, Ukrayna	( h ) BN
	Kawasaki Steel	BN
	National Nitride Technologies Co, Taiwan	BN
	Shin-Etsu Chemical co., Japonya	PBN
	Showa Denko KK, Japonya	(c ) BN
	Sumitomo Electric, Japonya	(c)BN
Afrika	De Beers Industrial Diamonds, G. Afrika	(c ) BN

## 7-FİYATLAR

Satış fiyatları miktara ve kaliteye bağlı olarak değişmektedir. Yapılan pazar araştırmalarında, refrakter kalite bor nitrürün 50.000 USD/ton civarında satıldığı görülmüştür. Seramik kalitenin fiyatının ise 52.000-66.000 USD/ton arasındadır.

Yüksek saflık tiplerinde ise siparişin büyüklüğüne ve kaliteye bağlı olarak fiyat 200-400 USD/kg civarlarında seyretmektedir.

## 8. ÖNGÖRÜLEN TESİSİN ÖNFİZİBİLİTESİ

### 8.1. Üretilen Ürün ve Kapasite

Kurulacak tesiste refrakter kalite ve seramik kalite olmak üzere iki tür bor nitrür üretilen olacaktır. Refrakter kalite % 92 -96 BN, seramik kalite ise minimum %98,5 BN ihtiva edecektir. Her iki ürün de pudra şeklinde olacaktır.

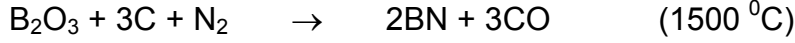
Tesisin yıllık kapasitesi (refrakter + seramik kalite) 150 ton bor nitrür olacaktır. Bu kapasite dünya talebinin %15'ine denk gelmektedir.

Tamamen özkaynaklarla finanse edilecek olan tesis 1.yıl % 60 , 2.yıl %85 kapasiteyle çalıştırılacak , 3.yıldan itibaren tam kapasiteye geçilecektir.

### 8.2. Üretim prosesi ve Girdiler

Üretim, kantal süper elektrik ısıtmalı bir fırında, bor oksit ( $B_2O_3$ ) ve aktive edilmiş odun kömürünün , azot gazı ortamında  $1500^{\circ}C$ 'de 2 saat süreyle reaksiyona sokulmasıyla yapılacaktır. Bunun için öncelikle  $B_2O_3$  ve odun kömürü tozları asetonla karıştırılarak bir peletleme diskinde ortalama 5 cm çapında peletlere dönüştürülecektir. Bu peletler 35 cm yükseklik oluşturacak şekilde fırın tabanına yerleştirildikten sonra fırına devamlı olarak dakikada  $0,57 m^3$  azot gazı verilecektir. Aşağıda verilen reaksiyon sonucunda katı halde

yaklaşık %92 bor nitrür içeren bir ürün ortaya çıkacaktır. Bu ürünün içinde yaklaşık %5 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 3 kül olması beklenmektedir.



Fırından alınan ürün, içindeki emprütelerin uzaklaştırılması için, 1/1 oranında karıştırılmış hidroklorik asit / su çözeltisinde liç edilecektir.

Liç çözeltisi disk filtreden geçirilmek suretiyle, bor nitrür filtrede tutulacaktır. Buradan elde edilen bor nitrür refrakter ve seramik kalitelere olacaktır.

**Bir ton Bor Nitrür üretmek için gerekli girdi miktarları şöyle olacaktır.**

Bor Oksit: .....	2,10	ton
Odun Kömürü:.....	0,75	ton
Azot Gazı .....	448	m <sup>3</sup>
Aseton.....	0,31	ton
Hidroklorik Asit .....	0,98	ton
Elektrik .....	3560	kwh

**Kullanılacak girdilerin birim fiyatları şöyledir**

Bor Oksit (B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	2000	\$ / ton
Odun kömürü .....	125	\$ / ton
Azot Gazı .....	1,72	\$ / m <sup>3</sup>
Aseton.....	1080	\$ / ton
Hidroklorik Asit .....	158	\$ / ton
Ortalama personel ücret.....	1200	\$ / ay
Elektrik .....	0,08	\$ /kwh

### 8.3. Bir Ton Ürünün Maliyeti

Girdi	Bir ton BN için tüketilen	Birim	Birim fiyatı US Dolar	BN Birim Maliyetindeki payı ( \$ )	Pay %
Bor Oksit	2,10	Ton	2000	4200	33,2
Odun Kömürü	0,75	Ton	125	93,8	0,7
Azot Gazı	448	m <sup>3</sup>	4,67	2092,2	16,5
Aseton	0,31	ton	1080	337,8	2,7
Hidroklorik Asit	0,98	ton	154	150,9	1,2
Elektrik	3560	kwh	0,08	284,8	2,2
İşçilik+ Personel				3648	28,8
Amortisman				810,3	6,4
Diğer Giderler				1047,6	8,3
<b>TOPLAM</b>				<b>12666</b>	100,0

### 8.4. Fiyat ve Satılacak Miktar

Satış fiyatları miktara ve kaliteye bağlı olarak değişmektedir. Yapılan pazar araştırmalarında, refrakter kalite bor nitrürün 50.000 \$/ton civarında satıldığı görülmüştür. Seramik kalitenin fiyatının ise 52.000-66.000 \$/ton arasında satıldığı görülmüştür. Dünya pazarından pay alabilmek için fiyatların nispeten düşük tutulmasında yarar görülmektedir. Bu nedenle, üretilecek refrakter bor nitrürün 45.000 \$/t fiyatla, seramik kalitenin ise 52.000 \$/t fiyatla pazara sürülmesi düşünülmektedir.

Yılda 100 ton refrakter kalite, 50 ton da seramik kalite bor nitrür satılacağı tahmin edilmektedir. Tesis 2 yılda kurulacak, 2.yılın son üç ayında deneme üretimi yapılacaktır. Tesisin ekonomik ömrü 18 yıl olarak planlanmıştır.

### 8.5.Mali Analizler

#### 8.5.1.Proje genel özellikleri

- Proje kapasitesi : 150 ton/ yıl
- Yatırım süresi : 2 yıl
- Projenin ekonomik ömrü : 18 yıl
- Sabit yatırım tutarı : 1.490.000
- İşletme sermayesi : 316.000 \$
- Toplam yatırım tutarı : 1.806.000 \$
- İstihdam kapasitesi : 38 kişi

## 8.5.2. Yatırım tutarının hesaplanması

### Etüd ve Proje giderleri

Fabrika makine donanımının % 8' i alınmıştır. 68 000 \$

### Know-how

Know-how için fabrika makine donanımının % 5' alınmıştır. 42 500 \$

### Arsa bedeli

Tesis ana binası ,yardımcı tesisler, depolama ve idari binalar için 4.000 m<sup>2</sup> (2000 m<sup>2</sup> si kapalı ,2000 m<sup>2</sup> si açık ) alan gerekmektedir. Birim fiyat 25.000 TL 'den toplam arsa bedeli 100 milyar (67 000 \$ ) olarak hesaplanmıştır.

### Arazinin Düzenlenmesi

Arsa bedelinin % 10 'u alınmıştır. 6.700 \$

### İnşaat işleri

Fabrika makine donanımının % 10' u alınmıştır. 85.000 \$

### Ulaştırma Yatırımları

Arsa bedelinin % 10 'u alınmıştır. 6.700 \$

### Ana fabrika makine donanımı

Ayrıntısı aşağıdaki tabloda verilen makine donanımı için 850.000 \$ öngörülmüştür.

MAKİNE EKİPMAN LİSTESİ	Tutarı (Bin \$)
Hammadde hazırlama	30
Fırın ve ekipmanları,otomasyon	230
Liçing , filtrasyon	140
Kurutma fırını ve ekipmanları	200
Diğer (hammadde stoklama dahil)	150
<b>YARDIMCI EKİPMAN</b>	100
<b>TOPLAM MAKİNE EKİPMANI</b>	850

### Taşıma ,sigorta ve gümrük giderleri

Fabrika makine donanımının % 10'u alınmıştır. 85.000 \$

### Montaj giderleri

Fabrika makine donanımının % 10'u alınmıştır. 85.000 \$



**Genel giderler:**

Bu kaleme kadar olan harcamalar toplamının % 5'i alınmıştır. 65.000 \$

**Taşıt araçları:**

Araçlar için 10.000 \$ öngörülmüştür.

**İşletmeye alma giderleri:**

Fabrika makine donanımı ve yardımcı işletmeler toplamının % 1 'i alınmıştır. 8.500 \$

**Beklenmeyen giderler:**

Bu kaleme kadar olan harcamalar toplamının % 8 'i alınmıştır. 110.000 \$

**İşletme sermayesi:**

İki aylık stok işletme sermayesi olarak konulmuştur. 316.000 \$

Bir ton BN maliyeti : 12.666 \$

İki aylık üretim miktarı : 25.000 ton  $12.666 \times 25.000 = 316.000$  \$

**Yatırım Tutarı Tablosu**

HARCAMALAR	TUTAR (\$)
1.Etüd proje	68.000
2.Know-how	42.500
3.Arsa bedeli	67.000
4.Arazinin düzenlenmesi	6700
5.İnşaat işleri	85.000
6.Ulaştırma yatırımları	6.700
<b>7.Ana fabrika makine donanımı</b>	<b>750.000</b>
<b>8.Yar. işletmeler makine donanımı</b>	<b>100.000</b>
9.Taşıma ,sigorta ve gümrük giderleri	85.000
10. Montaj giderleri	85.000
11.Genel giderler	65.000
12.Taşıt araçları	10.000
13.İşletmeye alma giderleri	8500
<b>ARA TOPLAMI</b>	<b>1.380.000</b>
14.Beklenmeyen giderler	110.000
<b>SABİT YATIRIM</b>	<b>1.490.000</b>
15.İşletme sermayesi	316.000
<b>İLK YATIRIM TOPLAMI</b>	<b>1.806.000</b>

### 8.5.3.İşletme dönemi gelir gider tahminleri

#### Proses girdileri:

	Miktar	Birim	Birim Fiyat (\$)	Yıllık tutar (\$)	Bir ton BN için tüketilen
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	315	Ton	2000	630000	2,10 ton
Odun kömürü	112	Ton	125	14.000	0,75 ton
Azot gazı (N <sub>2</sub> )	67.200	M <sup>3</sup>	4.67	313.824	448 m <sup>3</sup>
Aseton	47	ton	1.080	50.760	0,31 ton
Hidroklorik asit	147	ton	154	22.638	0,98 ton
Elektrik	534.000	Kwh	0.08	42.730	3560 kwh

**TOPLAM 1.073.952**

#### Personel giderleri

Ortalama personel ücreti : 1200 \$/ay

Toplam yıllık personel ücreti : 1200 \$ x 38 kişi x 12 ay = **547.200 \$**

#### Amortisman gideri

Harcama türü	Gider miktarı (\$)	Amortisman Oranı (%)	Yıllık toplam Amortisman Miktarı (\$)
Etüd proje	68.000	20	13.600
İnşaat işleri	85.000	9	7.650
Ana fabrika makine donanımı	750.000	10	75.000
Yardımcı işletmeler makine donanımı	100.000	10	10.000
Taşıma ve sigorta giderleri , dış alım ve gümrük giderleri	85.000	8	6.800
Montaj giderleri toplamı	85.000	10	8.500
Genel giderler	65.000	-	
İşletmeye alma giderleri	8.500	-	
Beklenmeyen giderler	110.000	-	
<b>TOPLAM</b>	<b>1.356.500</b>	<b>-</b>	<b>121.550</b>

Amortisman süresi :  $1.356.500 / 121.550 = 11,16$  yıl

İlk 11 yıl için yıllık amortisman : 121.550 \$

12.yıl için amortisman miktarı : 19.448 \$

#### **8.5.4.Yıllık işletme giderlerinin hesaplanması**

##### **Bakım ve onarım giderleri**

Sabit sermaye yatırımının % 3'ü alınmıştır.

$$1.490.000 \times 0.03 = 44.700$$

##### **Genel üretim idari giderleri**

Sabit yatırım tutarının % 2 'si alınmıştır.

$$1.490.000 \times 0.02 = 29.800$$

##### **Satış giderleri**

Net satış gelirinin % 1' alınmıştır.

$$7.100.000 \times 0.01 = 71.000$$

##### **Diğer giderler**

Amortisman hariç değişken giderler,sabit giderler,genel üretim ve idari giderler, bakım onarım giderler,bakım onarım giderleri ve satış giderleri toplamının % 1'i alınmıştır. (11.638 \$)

#### **Yıllık işletme giderleri Tablosu (amortisman hariç)**

İşletme giderleri	Gider türü	1.yıl	2.yıl	3.ve sonraki
		KKO =% 60	KKO= %85	yıllar KKO=%100
Hammadde ve yardımcı maddeler	D	618.733	876.539	1.031.222
Enerji	D	25.632	36.312	42.720
İşçilik ve personel	S	547.200	547.200	547.200
Bakım-onarım	S	44.700	44.700	44.700
Genel giderler	S	29.800	29.800	29.800
Satış giderleri	D	42.600	60.350	71.000
Diğer giderler	S	11.638	11.638	11.638
<b>Toplam değişken giderler</b>		<b>686.965</b>	<b>973.201</b>	<b>1.144.942</b>
<b>Toplam sabit giderler</b>		<b>633.338</b>	<b>633.338</b>	<b>633.338</b>
<b>TOPLAM</b>		<b>1.320.303</b>	<b>1.606.539</b>	<b>1.778.280</b>

**Amortisman dahil toplam işletme giderleri**

$$1.778.280 + 121.550 = 1.899.830 \$$$

**Bir ton BN'ün Maliyeti (Tam kapasite çalışıldığında)**

$$1.899.830 / 150 = 12.666 \$$$

**8.5.5. Ekonomik değerlendirmeler****Projenin Net Bugünkü Değeri**

$$\text{Net Bugünkü Değer} = 34.424.540 \$ \quad (\text{Bkz.Ekteki net nakit akımları tablosu})$$

**Kâra Geçiş Noktası**

$$\begin{aligned} \text{KGN} &= \text{Yıllık sabit üretim giderleri} / (\text{Yıllık satış geliri} - \text{yıllık değişken giderler}) \\ &= 633.338 / (7.100.000 - 1.144.942) \\ &= \% 10,6 \end{aligned}$$

**Projenin geri ödeme süresi (GÖS)**

$$\begin{aligned} \text{GÖS} &= \text{Toplam yatırım} / (\text{Kar} + \text{Amortismanlar}) \\ &= 1.806.000 / (1.691.000 + 122.000) \\ &= 1 \text{ yıl} \end{aligned}$$

**İç karlılık oranı**

$$\text{Projenin iç karlılık oranı \% 90' dır . (Bkz.Ekteki net nakit akımları tablosu)}$$

## KAYNAKLAR

- 1) Roskill Raporu: The Economics of Boron, Roskill Information Service Ltd, 1999.
- 2) İnorganik Teknolojiler: İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, Prof. Haldun Civelekođlu, Prof. Raşit Tolun ve Doç. Nusret Bulutçu, 1987.
- 3) Chemical Economics Handbook, 1993.
- 4) Türkiye Borat Yatakları, İ.T.Ü. Maden Fakültesi.
- 5) Chemicals Economics Handbook, 2000.
- 6) American Seramic Society Bulletin, 74(1995)6
- 7) American Seramic Society Bulletin, 73(1994)6
- 8) Etimine, Report on Boron Nitride and Boron Carbide
- 9) İnorganik bor bileşikleri kaynak araştırması –Bor nitrür Tübitak-Marmara bilimsel ve endüstriyel araştırma enstitüsü. S.56
- 10) İnternet taraması

**EK : NET NAKİT AKIMLARI TABLOSU (1000 \$)**

Yıllar	1.yıl	2.yıl	3.yıl	4.yıl	5.yıl	6.yıl	7.yıl	8.yıl	9.yıl	10.yıl	11.yıl	12.yıl	13.yıl	14.yıl	15.yıl	16.yıl	17.yıl	18.yıl	19.yıl	20.yıl
<b>GELİRLER</b>																				
<b>Satış Geliri (Bin \$)</b>			4260	6035	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100	7100
<b>İşl. Serma.Dönüşü</b>																				316
<b>GİDERLER</b>																				
<b>Sabit Yatırım</b>	1000	490																		
<b>İşletme. Sermayes</b>		316																		
<b>İşl.Gid.Amor.Hariç</b>			1320	1607	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778	1778
<b>Amortisman</b>			122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	19	0	0	0	0	0	0
<b>BRÜT KAR</b>	-1000	-806	2818	4306	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5303	5322	5322	5322	5322	5322	5638
<b>Kurum. Ver.(%40)</b>																				
<b>NET KAR</b>	-1000	-806	1691	2584	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3182	3193	3193	3193	3193	3193	3383
<b>NET NAKİT AKIMI</b>	-1000	-806	1813	2706	3242	3242	3242	3242	3242	3242	3242	3242	3242	3201	3193	3193	3193	3193	3193	3383

