

# KALSİNE KOLEMANİT ARTIKLARININ SARSINTILI MASA İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

## CONCENTRATION OF CALCINED COLEMANITE TAILING BY SHAKING TABLE

Ö.Faruk EMRULLAHOĞLU <◊>

Mustafa KARA <••>

M.Sabri ÇELİK <»")

RaşitTOLUN (•»»»)

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Kalsine Kolemanit, Artık, Sarsıntılı masa, Bor

### ÖZET

Bu çalışmada, -25+0.2 mm fraksiyonu kolemanit cevherinin pilot ölçekte kalsinasyon yöntemi ile zenginleştirilmesi sırasında üretilen artıkların, masa ile zenginleştirilmesi deney sonuçları verilmiştir. Sırasıyla % 36.31 ve % 20.01  $B_2O_3$  içeren -0.5 ve -1+0.5 mm kalsine kolemanit artık fraksiyonları Deister marka sarsıntılı masada zenginleştirilmiştir. Kalsine kolemanit ve gang arasındaki yoğunluk farkı, Sarsıntılı masa ile zenginleştirilen kalsine kolemanit artıklarından % 51.01  $B_2O_3$  tenörlü bir konsantrenin % 68.67 verimle alınmasını sağlamıştır

### ABSTRACT

In this paper, the results of gravity separation on the tailing produced during calcination of Bigadiç Colemanite Ores are given. The fine (minus 0.5 mm) and the coarse (plus 0.5 mm.) calcined fractions containing 36.31 and 20.01 %  $B_2O_3$  were treated on a laboratory concentrating table. Considerable differences in the specific gravities between the calcined colemanite and gangue resulted in good separation. Tabling tests for tailing carried out under the best conditions produced a colemanite concentrates assaying 51.01 %  $B_2O_3$ , with 68.67 % recovery.

» Doç. Dr. Maden Müh. Tübitak M.A.M. Gebze-Kocaeli

\*\*\* Doç. Dr. I.T.Ü. Maden Fak. Ayazaga - Istanbul

••• Prof. Dr. Tübitak M.A.M. Gebze - Kocaeli

## 1. GİRİŞ

Türkiye'deki bor madenlerinin hepsi Etibank'a aittir. Maden Tetkik ve Arama ve Etibank'ın yaptığı araştırmalar Dünya bor madenleri rezervinin (Çizelge 1.) % 77'sinin Türkiye'de bulunduğunu göstermektedir (DPT,1991).

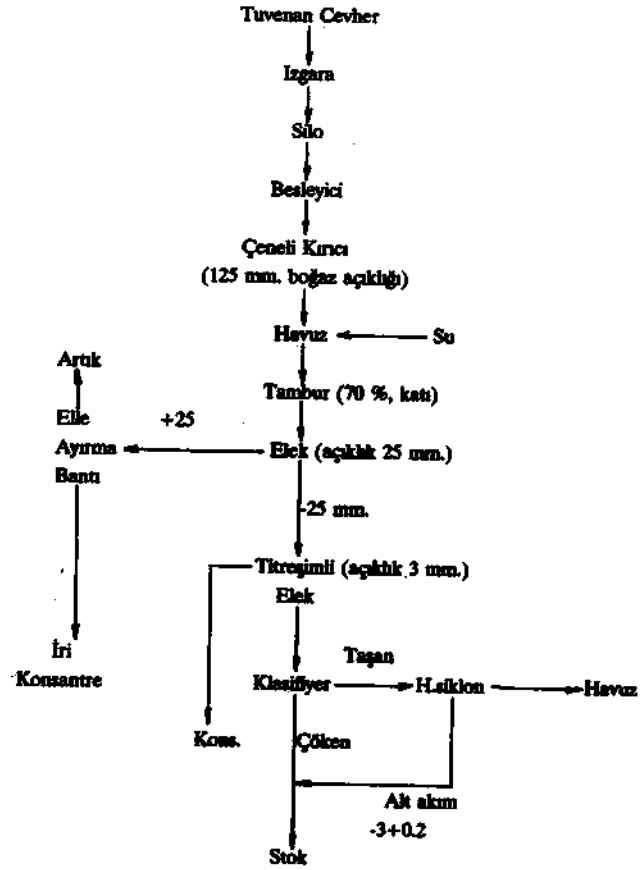
Bor içeren ve ticari niteliği olan mineraller, tincal, kolemanit ve üleksittir. Kalsiyum içeren bor minerali olan kolemanit, ticari açıdan bor mineralleri arasında en önemlisidir (Etibank,1988).

Çizelge 1. Dünya bor **mineralleri** rezervi (DPT,1991).

Ülkeler	Rezerv (ton)
<b>Türkiye</b>	<b>2.006.322.068</b>
<b>ABD</b>	<b>320.000.000</b>
<b>Bağ. Dev Top.</b>	<b>196.000.000</b>
<b>Çin</b>	<b>36.000.000</b>
<b>Şili</b>	<b>40.000.000</b>
<b>Arjantin</b>	<b>28.000.000</b>
<b>Peru</b>	<b>28.000.000</b>
<b>Toplam</b>	<b>2.618.322.068</b>

Ülkemizde kolemanit cevherlerinin zenginleştirilmesinde, elle ayıklama ve yıkama-sınıflandırma yöntemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemlerle düşük randımanla % 43 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü konsantre üretilmektedir (Buyuran, 1986).

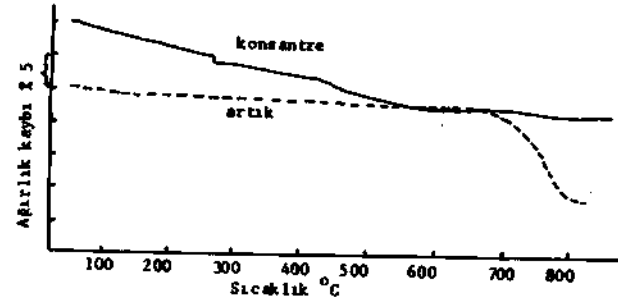
Etibank **Bigadiç Kolemanit** Tesisi: Bigadiçte açık işletme yöntemi ile üretilen cevher 125 mm altına kırılır ve su ile karıştırılarak havuzlarda yaklaşık 16-18 saat bekletilir. Havuzdan alınan sulu karışım tamburlarda aktarıldıktan sonra +25, -25+3 ve -3 mm fraksiyonlarına ayrılır (Şekil. 1). + 25 mm fraksiyon elle ayıklama ile zenginleştirilirken -25+3 ve şlam uzaklaştırma işlemine tabi tutulmuş -3 mm fraksiyonları tesiste stoklanır. % 30 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren tuvenan cevherden % 43, 35 ve 28 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren ürünler alınmaktadır. Bigadiçte üretilen düşük tenörlü



Şekil 1. Ertanik Bigadiç Kalemant Testisi Akım Şeması (Emrulloğlu,1990).



Şekil 2. Kalcine olmuş ve organik bor mineralleri



Şekil 3. Masadan elde edilen konsantre ve artığın TG (Thermogram) Eğrileri

ürünlerin tenörlerinin yükseltilmesi gerekmektedir.

Bor minerallerinin sıcakta pathyarak dağılma özellikleri ve mekanizması (Çelik,1992) ile laboratuvar ve pilot ölçekli kalsinasyon deneyleri (Yarar,1971; Tolun,1972; Topkaya,1987; Dayies,1991) çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Yıkama ve sınıflandırma (Emrulloğlu,1990), flotasyon (Ayok,1975-1977) ve sadece kalsinasyon-sınıflandırma ile zenginleştirme yöntemleri ile ya düşük tenörlü veyahut düşük randımanlı ürünler alınabilmektedir.

Kalsine kolemanit artıklarındaki serbest haldeki bor içeren tanelerin sarsıntılı masa ile kazanılması imkanları bu çalışmada araştırılmıştır.

## **2. DENEYSEL KISIM**

### **2.1. Malzeme:**

1985 yılında Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Malzeme Araştırma Bölümü'nde tamamlanan "Bigadiç İnce (0.2-3 mm) ve İri (3-25 mm) Kolemanit Cevheri Karışımının Pilot Tesiste Kalsinasyonu ve Zenginleştirilmesi" adlı proje çalışmaları sırasında üretilen artıktan yaklaşık 200 kg temsili numune alınmıştır. Deneyler oda sıcaklığında kurutulan numuneler ile yapılmıştır.

Numunenin mineralojik özelliklerinin belirlenmesinde stereo binoküler mikroskop ve XRD kullanılmıştır. Mineralojik incelemeler kalsine kolemanit ve bazı gang minerallerine ilaveten ergidikten sonra yuvarlak şekil almış kalsine kolemanit tanelerinin varlığını göstermiştir (Şekil 2).

Binoküler stereo mikroskop ile yapılan tane serbestleşmesi çalışmaları serbestleşme boyutunun 1 mm olduğunu göstermiştir.

Masadan alınan konsantre ve artıkların TG (thermogram)'ı çekilerek Şekil 3. de verilmiştir. Buna göre, sıcaklık arttıkça konsantrede lineer bir ağırlık kaybı gözlenirken artıktaki ağırlık kaybı dolomitik karbonatların parçalanması nedeniyle 800 °C de maksimum olmuştur.

Kimyasal analizler atomik absorpsiyon ve titrasyon teknikleri ile yapılmıştır.

Kolemanit artıklarının kuru elek analizi sonuçları ve B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörleri Çizelge 2.de verilmiştir.

Çizelge 2. Temsili **artık numunesinin elek analizi**  
ve elek **fraksiyonlarının B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği**

Boyut	Miktar		%	
mm	%	2 % E. üstü	Z % E. altı	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
+ 1.0	60.00	60.00	100.00	11.60
-1.0+0.5	12.66	72.66	40.00	20.01
-0.5	27.34	100.00	27.34	36.54
<b>Toplam</b>	<b>100.00</b>	-	-	<b>19.48</b>

Sarsıntılı masadan elde edilen kalsine kolemanit ve artıkların yoğunluklarının tayininde Micromeritic Model AutoPycnometer 1320 kullanılmıştır. 16 saat süre ile 200 °C de ısıtılan numunelerin yoğunlukları  $1.852 \pm 0.006$  (kolemanit konsantresi) ve  $2.722 \pm 0.002$  (artık) dir.

Literatür (Buyuran, 1986) ve artık stokundan alınan temsili numunenin B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörleri Çizelge 3. de verilmiştir.

22 Sarsıntılı Masa Deneyleri :

Kalsine kolemanit ile gang mineralleri arasındaki bariz yoğunluk farkı gravite yöntemleri ile ayırmanın mümkün olabileceği kanısını uyandırmıştır. Deneylerde Deister Superduty Diagonal Deck laboratuvar masası kullanılmıştır.

Stoktan alınan temsili kalsine kolemanit artık numunesi +1 mm, -1+0.5 mm ve - 0.5 mm olmak üzere üç ayrı fraksiyona ayrılmıştır. Masa deneylerinde

kullanılan numunenin kuru elek analizi ve her elek fraksiyonunun kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3. de verilmiştir.

**Çizelge 3. Literatür (Bayun,1986) ve kalsine kolemanit artığının B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü**

	Miktar		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	kğ	%	%
Siklon	4181	32.16	53.20
DFBT*	737	5.67	46.60
Artık	5109	39.30	19.48
Kristal su	1842	8.70	-
Nem	1131	14.17	-
<b>Beslenen</b>	<b>13.000</b>	<b>100.00</b>	<b>27.40</b>

(Kuru baz)	Miktar		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	kğ	%	%	Verim
Siklon	4181	35.22	53.20	62.42
DFBT	737	6.21	46.60	9.64
Artık	5109	43.05	19.48	27.94
Kristal su	1842	15.52	-	-
<b>Beslenen</b>	<b>11869</b>	<b>100.00</b>	<b>30.01</b>	<b>100.00</b>

\*DFBT : Döner fırının besleme tararından alınan ürün.

Tabla deneylerinin sonuçları Çizelge 4. de verilmiştir.

% 31.31 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren -1 mm kalsine kolemanit artığı fraksiyonu masada zenginleştirilerek % 51.01 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren konsantre üretilmiştir.

Tablo 4. Artık fraksiyonlarının masa deneyi sonuçları

	Miktar		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	kğ	%	%	Verim
<b>-1.0 +0.5 mm</b>	<b>647</b>	<b>100.00</b>	<b>20.01</b>	<b>100.00</b>
<b>Konsantre</b>	<b>125</b>	<b>19.31</b>	<b>52.80</b>	<b>50.66</b>
<b>Ara ürün</b>	<b>101</b>	<b>15.57</b>	<b>42.90</b>	<b>33.82</b>
<b>Artık</b>	<b>421</b>	<b>65.12</b>	<b>4.80</b>	<b>15.52</b>
<b>-0.5 mm</b>	<b>1398</b>	<b>100.00</b>	<b>36.54</b>	<b>100.00</b>
<b>Konsantre</b>	<b>486</b>	<b>34.73</b>	<b>54.80</b>	<b>52.08</b>
<b>Ara ürün</b>	<b>150</b>	<b>10.76</b>	<b>42.70</b>	<b>12.57</b>
<b>Artık</b>	<b>762</b>	<b>54.51</b>	<b>23.70</b>	<b>35.35</b>
<b>- 1 mm (Hesap.)</b>	<b>2045</b>	<b>100.00</b>	<b>31.31</b>	<b>100.00</b>
<b>Kons+A.ürün</b>	<b>862</b>	<b>42.15</b>	<b>51.01</b>	<b>68.67</b>
<b>Artık</b>	<b>1183</b>	<b>57.85</b>	<b>16.97</b>	<b>31.33</b>

Kalsinasyon ve masa ayırması deney sonuçları toplu halde Çizelge 5. de verilmiştir.

### 3. ÖNERİLEN AKIM ŞEMASI

Deney sonuçları kalsinasyon-masa ayırmasının konsantre tenörü ve verimi açısından olumlu sonuçlar verdiğini göstermiştir. Kalsine kolemanit artığının elek fraksiyonlarına ayrılarak ayrı ayrı masalara beslenmesi halinde iyi sonuçlar alınabilir. Bu amaç için önerilen akım şeması Şekil 4. de görülmektedir.

**Tablo 5. Birleştirilmiş test sonuçları**

	Miktar		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
	kğ	%	%	Verim
Siklon	4181	41.70	53.20	62.43
DFBT	737	7.35	46.60	9.65
Artık	5109	50.95	19.48	27.91
+ 1.0 mm	3064	30.56	11.60	9.%
-1.0 mm	2045	20.39	31.31	17.95
Kons+Araü.	862	8.59	51.01	12.33
Artık	1183	11.80	16.97	5.62
Toplam	10027	100.00	35.53	100.00

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

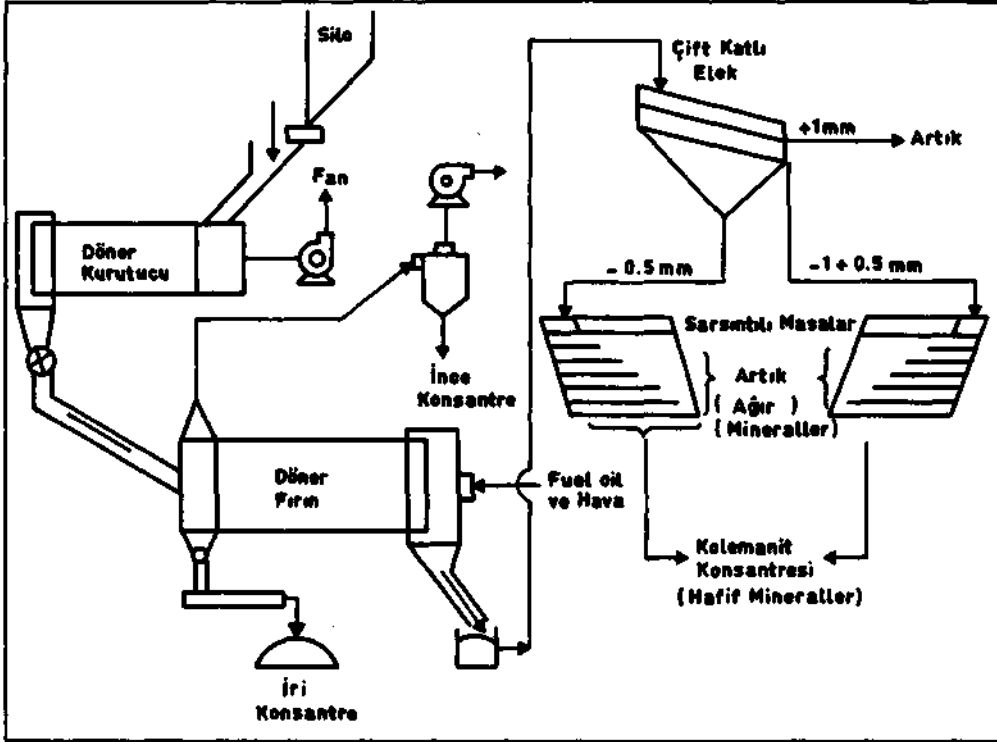
- 4.1. Geçmişte yapılan kalsinasyon testleri bu yöntemle ayırmanın ekonomik ve teknik yönden mümkün olduğunu göstermiştir.
- 4.2. Kalsine Kolemanit artıgmm mineralojik incelenmesi sonucu bir kısım kolemanit tanelerinin eriyerek yuvarlak taneler haline dönüştüğünü bu tanelerin bir kısmının serbest diğer bir kısmının da artık ve kalsine kolemanit tanelerine yapıştığını göstermiştir. Bu durumun önlenmesi için kalsinasyon çok dikkatli bir şekilde yapılmalıdır.
- 4.3. Tübitak Marmara Araştırma Merkezinde pilot ölçekte yapılan deneylerde alınan en iyi sonuçlar : konsantre tenörü % 52.21 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verimi 72.08 dir.



Artığın mineralojik incelenmesi sonucu kalsine kolemanit tanelerinin serbest taneler halinde olduğu görülmüş ve sarsıntılı masa ile iyi bir ayırmanın yapılabileceği düşünülmüştür. -1+0.5 ve -0.5 mm elek fraksiyonları halinde masaya beslenen kalsine kolemanit artığından % 68.67 verimle % 51.01  $B_2O_3$  içeren konsantre elde edilmiştir.

- 4.4. Kalsinasyon ve masa ayırması sonucu % 84.41 verimle % 51.88  $B_2O_3$  içeren konsantre alınabileceği anlaşılmıştır.

Şekil 4. önerilen akım seması



## 5. KAYNAKLAR

AYOK, T., TOLUN, R., 1977; "Kolemanit Flotasyonuna Diollerin ve Alkilsalisilik Asitlerin Etkileri" Tübitak VI. Bilim ve Teknik Kongresi, 172-181.

AYOK, T., TOLUN, R., 1975; "Kolemanit Flotasyonu ve Poliollerin Etkisi" Tübitak V. Bilim ve Teknik Kongresi p.189-199.

BERBEROĞLU, A., SABANCI, L., 1981; Etibank Banaz Tesis Raporu

BUYURAN, M.S., YILDIRIM, G., 1988; "Bigadiç Artıklarının Pilot Döner Fırında Kalsinasyonu" Tübitak M.A.M. Rapor No. GR.86-04 Gebze/Kocaeli

ÇELİK, M.S., H.A. UZUNOĞLU, H.A., ARSLAN, F., 1992; "Decrepitation Properties of Some Boron Minerals", Submitted to Powder Technology,

ÇELİK, M.S., ARSLAN, F., EMRULLAHOĞLU, Ö.F., SUNER, F., 1992; "Decrepitation Mechanism of Boron Minerals. Submitted to Particulate Science and Technology"

ÇELİK, M.S., "Flotation Mechanism of Boron Minerals" Separation Science And Techology (yayınlanacak)

DAVIES, T.W., ÇOLAK, S., HOOPER, R.M., 1991; Powder Technology, 65-433

EMRULLAHOĞLU, Ö.F., YÜZER, H., 1990; Bigadiç Kolemanit Artıklarının (-3 mm). Zenginleştirilmesi. Akdeniz Üni. İsparta Müh. Fak. İsparta.

ERIC, R.H., TOPKAYA, Y.A., 1987; "Laboratory Scale Calcination Parameters of Colemanite Concentrate" Pyromet.' 87 Symp.,Inst. Min. and Met. London, p.363

RAO, K.H., ANTTI, B.M., FORSSBERGE, E., 1990; Part IF InUournal of Mineral Processing. 28. 59-79

TOLUN, R., YARAR, B., GUNDİLER, t., 1972; "Kolemanit Cevherlerinin Dekripitasyon Yolu İle Zenginleştirilmesi" T.M.M.O.B Maden Muh.5-XI

YARAR, B., 1971; "Kolemanit Mineralinin Flotasyon Yolu İle Değerlendirilmesi" Proje No. MAG-228, Tübitak, Ankara

.....1988; Etibank Bülteni, Ankara

.....1988; DPT, 2123. Ö.İ.K.R; 327

.....1991; DPT VI. VYKP. Ö.İ.K.R;