

## **Kırka Boraks Artıklarının Soda Liçi**

A Yamık, Y. İ. Tosun, N. Güneş ve E. Topal

*S. Demirel Üniversitesi, Muh-Mım.Fak, Maden Muh. Bölümü, İsparta*

**ÖZET:** Bor, çok geniş kullanım alanları ile, insanlığın bugünkü ve gelecekteki yaşamlarında, vazgeçilmez bir endüstriyel hammadde olarak önemini gittikçe arttıracaktır. Ülkemiz bu açıdan şanslı bir konumda olup, toplam dünya bor rezervlerinin yaklaşık %60 'mı içermektedir. Bu nedenlerden dolayı, bor cevherlerimizin en verimli bir şekilde üretimi ülkemiz açısından çok fazla önem arz etmektedir. Kırka boraks konsantratöründe, her yıl yaklaşık %10-12 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü 250 bin ton yaş artık oluşmakta ve bunun yanında artık göletinde de benzer tenörlü yaklaşık 4 milyon ton birikmiş katı artık bulunmaktadır. Artıkların teknolojik koşullara uygun olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, kırka boraks artıklarının soda liçi ile değerlendirilmesinde etken olan parametreler ayrıntılı bir şekilde araştırılmıştır. Bu amaçla, boraks artıklarının Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve NaHCO<sub>3</sub> liçi; değişik sıcaklık, çözücü miktarları, katı/sıvı oranları ve çözelti sürelerinde denenmiş olup, düşük çözücü oranlarında, optimal sıcaklık ve sürede başarılı sonuçlar alınmıştır. Sonuçta, seyreltik soda çözeltisi ile yapılan deneylerde, artıklardaki boraks yüksek verimle çözülmüş ve elde edilen bulgulardan yararlanılarak, tesisin mevcut çalışma koşullarına uygun optimum öneri akım şemaları geliştirilmiştir. Ayrıca, bu yöntemle boraks artıklarının değerlendirilmesinde, çözücü olarak trona kullanılması ile ülkemizde büyük bir potansiyele sahip olan trona yataklarının bir kullanım alanı bulunmuş olacaktır.

### Soda Leaching of the Kırka Tincal Tailings

**ABSTRACT:** Boron will continue its importance in the recent world and in the future as a very well-known and necessary industrial raw material with common use areas. Our country is very advantageous in this point and contains approximately 60 % of total world reserves of boron. Thus production of boron ores is greatly significant for our country. In the Kırka Tincal Concentrator, approximately 250 000 tons wet tailings with a grade of 10 -12 % are produced and separately 4 million tons tailings with similar grade are disposed. Beneficiation from the Kırka Tincal tailings is thereby necessary.

In this study, the effective parameters in soda leaching of the Kırka Tincal tailings have been

investigated in detail. For this aim, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and NaHCO<sub>3</sub> leaching of the tailings at different temperature, concentration, solid/liquid ratio and leaching time were carried out. As a conclusion, in the experiments made with aqueous soda solutions, tincal were efficiently extracted and an optimum processing plant proposal was developed. Furthermore, with use of trona in this processing method of the tailings, the great trona deposits will find a different use.

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz, dünya bor rezervinin büyük bir kısmına (yaklaşık olarak % 60'ı) sahip olmasına rağmen, bor ve türevlerinin üretiminin çok az olması ve politik nedenlerden dolayı, dünya piyasalarında gereken yeri alamamıştır (MTA 1982, Dickson 1985). Amerika, Japonya ve diğer gelişmiş ülkeler, bor ürünlerini cam sanayinin dışında uzay, savaş ve nükleer endüstrilerinde kullanmaktadırlar. Ülkemizde bu ürün ancak cam sanayinde ve çok az miktarda da deterjan sanayinde değerlendirilmektedir.

Kırka boraks konsantratöründe açığa çıkan yaklaşık olarak %12-14 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü artığın, gölete atılarak değerlendirilmemesi, ülke ekonomisi için bir kayıp olduğu gibi, bu artık tenorunun yaklaşık % 2 'lik kısmının göletde çözünerek yeraltı suyuna karışmasında çevre açısından sorun oluşturmaktadır. Bu neden-

lerden, Kırka boraks konsantratöründe açığa çıkan yaklaşık 250 bin ton/yıl Tık boraks artığının değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tüm bu görüşlerin ışığında yapılan çalışmada, yaş ve kuru yöntemlere alternatif olan soda liçi yönteminin, kırka boraks artıklarının değerlendirilmesinde uygulanabilirliği ayrıntılıca incelenmiş ve elde edilen sonuçlardan, rafineri tesisine benzer bir artık işleme yöntemi önerilmiştir.

## 2. GENEL BİLGİLER

Düşük üretim maliyetlerine rağmen yüksek fiyatlarla satışa arz edilen bor cevherleri ve ürünleri, stratejik bir öneme sahiptir. Bu fiyat trendinin ileriki yıllarda da devam edeceği tahmin edilmektedir. Dünyada çok çeşitli ve yaygın kullanım alanı bulan bor, genellikle belli başlı minerallerden üretilmektedir (Çizelge 1) (Lyday 1985, Poslu 1994).

Çizelge 1. Dünyada yaygın olarak bulunan bor mineralleri

Mineral	Kimyasal Bileşimi	% B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Tıncal(Boraks)	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	36.5
Kolemanit	Ca <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ·5H <sub>2</sub> O	50.8
Üleksit	Na <sub>2</sub> Ca <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ·8H <sub>2</sub> O	42.9
Kernit(Razorit)	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·4H <sub>2</sub> O	50.9
Priseit(Pandermit)	Ca <sub>2</sub> B <sub>6</sub> O <sub>11</sub> ·9.7H <sub>2</sub> O	49.8
Borasit	Mg <sub>3</sub> B <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ·n.CI	62.2
Sasolit	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	56.4

Ülkemizde bor; boraks, kernit, "ieksit ve kolemanit cevherleri olarak bulunmaktadır. Bu cevherler başlıca gang mineralleri olarak yumuşak killeri, kalsit ve dolomit gibi karbonatları içermektedirler. Ayrıca, kolemanit cevherlerinde kil ile birlikte, kolemanitin değerim düşüren arseniğe rastlanmaktadır. Bor cevherlerimiz genellikle basit bir yıkama işlemi ile zenginleştirilmektedir.

Kırka Boraks konsantratöründe; yılda, 1.5 milyon ton %27 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü ham tıncal cevheri, yıkama ve ajitasyon yöntemi ile işlenerek, 800 bin ton %33 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü tıncal konsantresi, ayrıca rafineride 160 bin ton boraks pentahidrat, 17 bin ton boraks dekahidrat ve 60 bin ton susuz boraks üretilmektedir. Bor konsantranesinin bir kısmı ise Bandırma Borik Asit tesislerine gönderilmektedir (Aytekin ve Arman 1992, Aytekin ve Mete 1993).

Emet-Hisarcık konsantratörü; yılda, 700 bin ton %27 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü kolemanit cevherini işleyerek, 500 bin ton %40-47 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü kolemanit konsantresi üretmektedir (Aytekin 1991).

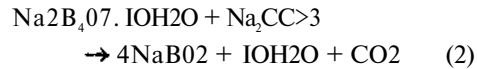
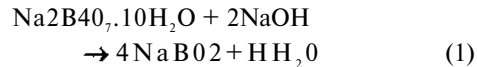
Bigadiç kolemanit-üleksit konsantratöründe, kolemanit ve üleksit cevherleri birlikte zenginleştirilmektedir. Tesiste, yılda 700 bin ton %30 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü ham cevher işlenerek, %80-89 verimle 400 bin ton % 42B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü konsantre üretilmektedir.

Bandırma Borik Asit tesislerinde yılda 250 bin ton %43 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü kolemanit konsantresi işlenerek borik asit, boraks dekahidrat, boraks pentahidrat (55 bin ton/yıl) ve sodyum perborat (20 bin ton/yıl) üretilmektedir.

Dünyada bor üretiminde ilk sırayı alan ABD, üretiminin büyük bir çoğunluğunu, göl sularından kristalleştirme işlemiyle sağlayarak, boraks pentahidrat, dekahidrat, borik asit, susuz borik asit ve sodyum perborat gibi ürünler elde etmektedir. Bu yöntemde, sadece kristalizasyon ve dekantasyon işlemleri uygulandığı için üretim maliyeti daha azdır.

Bor cevherlerinin patlatma (dekriptasyon) işlemi ile zenginleştirilebileceği, Aytekin, Y (DEÜ), Şener, S. (ODTÜ) ve Sönmez, E. (OÜ) tarafından ayrıntılıca incelenmiş ve işlemin pratikliği ortaya konmuştur (Aytekin ve diğerleri 1992, Şener ve Özbayoğlu 1994, Sönmez 1994). Ayrıca Önal, G. (İTÜ), diğer bir çalışmada yaş yöntemlere alternatif olarak kanştırma-dağıtma yöntemini önermiştir (Önal 1994).

Boraks'ın suda çözündüğü bilinmektedir. Ancak bu çözünürlük 98 °C 'de yaklaşık olarak % 10 'u geçmemektedir. Soda liçinde ise; sud-kostik liçinde olduğu gibi (Eşitlik 1), sodyum borat tuzu soda çözeltilisinde çözünerek sodyum metaborat olarak çözültiye geçmektedir (Eşitlik 2). Bu işlem için sud-kostik ve sodyum karbonat dışında sodyum bikarbonat gibi çeşitli bazik çözücülerde kullanılabilir.



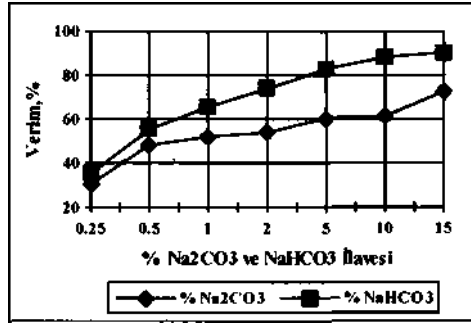
### 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Kırka Boraks Konsantratö-

runden alınan maksimum 6 mm boyutundaki %10.4 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü artıklar değerlendirilmiştir.

İlk olarak artık, bilyalı değirmenlerde 200 mikron boyutunun altına kontrollü olarak öğütülmüştür. Daha sonra soğuk su dolu tanklarda karıştırılarak, borun yaklaşık olarak %10 'lık bir kısmının çözündüğü tespit edilmiştir. Aynı işlemler sıcak su içinde (98 °C) tekrarlanmış ve çözünme oranında kısmi artışlar gözlenmiştir.

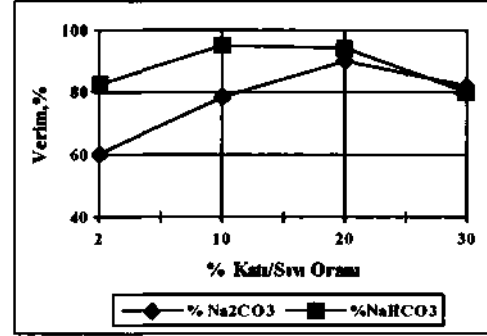
Soda liçi deneylerinde Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve NaHCO<sub>3</sub> aynı çözücü olarak kullanılmış ve buna bağlı çözeltme verimleri belirlenmiştir. Optimum Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> miktarının belirlenmesi için %0.25, %0.5, %1, %2, %5, %10, %15 'lik sulu çözeltilerde 98 °C de ve %2 katı/sıvı oranında çözeltme deneyleri yapılmıştır. Optimum NaHCO<sub>3</sub> miktarının belirlenmesi için de benzer işlemler yapılmış ve sonuçlar Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve NaHCO<sub>3</sub> Konsantrasyonunun Çözeltmeye Etkisi

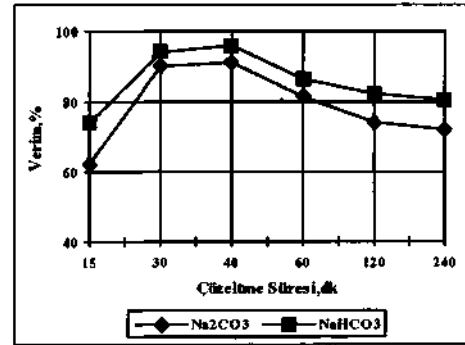
Katı/sıvı oranı %2 ile %30 arasında değiştirilerek çözeltmeye etkisi araştırılmıştır. Bu deneylerde çözeltme sıcaklığı 98 °C, çözeltme süresi 30 dk, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve NaHCO<sub>3</sub>

konsantrasyonu %5 olarak alınmış ve sonuçlar Şekil 2 de gösterilmiştir.



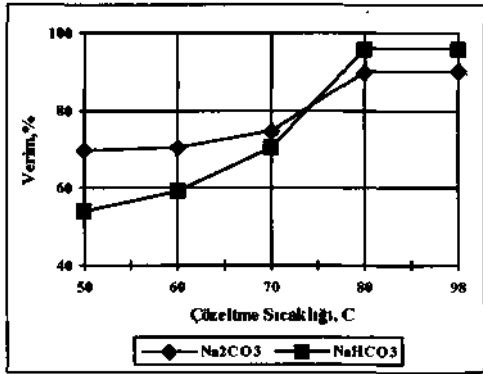
Şekil 2. Katı/Sıvı Oranının Çözeltmeye Etkisi

Çözeltme süresinin etkisini belirlemek için 15 dk ile 4 saat arasında deneyler yapılmıştır. Deneylerde %20 katı/sıvı oran, 98 °C sıcaklık ve %5 çözelti konsantrasyonu sabit olarak alınmış ve sonuçlar Şekil 3 de verilmiştir.



Şekil 3. Çözeltme Süresinin Etkisi

Her iki çözücü ile yapılan liçi deneylerinde çözeltme sıcaklığı 50 °C ile 98 °C arasında değiştirilmiştir. Bu deneylerde, %20 katı/sıvı oran, 40 dk çözeltme süresi ve %5 çözeltme konsantrasyonu sabit olarak alınmış ve sonuçlar Şekil 4 de gösterilmiştir.



Şekil 4. Çözeltme Sıcaklığının Etkisi

Elde edilen bu deneysel verilere göre önerilen akım şeması Şekil 5 de gösterilmiştir.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kırka Konsantratör Artığının değerlendirilmesiyle ilgili olarak yapılan çalışmalardan;

O Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 'tın çözücü olarak kullanılmasıyla;

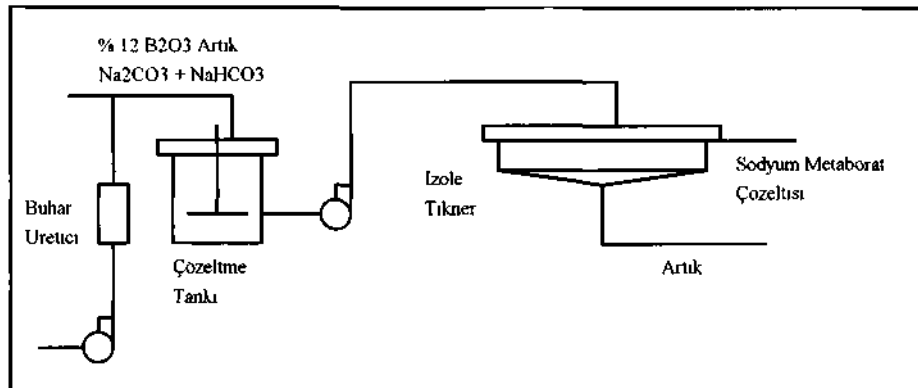
- %15 lik çözücü konsantrasyonu ile maksimum % 72.6 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün

çözeltiye alınabildiği,

- %20 katı/sıvı oram kullanımıyla % 90 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği,
- 40 dakikalık çözeltme süresinde %92 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği,
- 80 °C lik çözeltme sıcaklığında %92 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği,

O NaHCO<sub>3</sub> tın çözücü olarak kullanılmasıyla ise;

- % 15 'lik çözücü konsantrasyonu ile maksimum % 90.5 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği,
- % 20 katı/sıvı oram kullanımıyla % 94 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği,
- 40 dakikalık çözeltme süresinde % 96 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği,
- 80 °C 'lik çözeltme sıcaklığında %96 verimli B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ün çözeltiye alınabildiği saptanmıştır



Şekil 5. Kırka Boraks Konsantratör Artığının Soda Liçi İle Değerlendirilmesi İçin Önerilen Akım Şeması

Sonuç olarak, %5 NaHCC>3 konsantrasyonunda, %20 katı/sıvı oram, 40 dakika çözeltme süresi ve 80 °C 'lik çözeltme sıcaklığında %96 verimle B2O3 'ün çözeltiye alındığı saptanmıştır.

##### 5. KAYNAKLAR

- Aytekin, Y., 1991. Türkiye'de ve Dünya'da Bor ve Bor Teknolojisi Uygulamalarının Araştırılması, İzmir.
- Aytekin, Y., Arman, H., 1992. Bor ve Kuru Yöntemle Tincal Zenginleştirme, İzmir.
- Aytekin, Y., Barkın, R., Badruk, M., Ertene, A., 1992. Etibank-Bigadiç Kolemanit Cevherinin Kalsinasyon-Klasifikasyon Yöntemi İle Zenginleştirilebilirliğinin Deneysel Araştırılması. Akdeniz Üniversitesi 7. Mühendislik Haftası, İsparta.
- Aytekin, Y., Mete, N., 1993. Bor ve Etibank Kırka Boraks İşletmesi, İzmir.
- Dicson, T., 1985. Etibank at Kırka, from Ore

to Derivatives, Industrial Minerals.

- Lyday, P.A., 1985. Boron; Mineral Facts and Problems.
- MTA 1982. Bor Mineralleri-10; MTA Yayınlan, Sayı 187, Ankara.
- Önal, G., 1994. Kırka Bor Zenginleştirme Tesisinde Konsantre B2O3 İçeriğinin Yükseltilmesi. Bor Mineralleri Zenginleştirme Semineri, DEÜ, İzmir.
- Poslu, K., 1994. Bor mineralleri ve Bileşiklerine Genel Bakış. Bor Mineralleri Zenginleştirme Semineri, Bornova İzmir.
- Sönmez, E., 1994. Kırka Tincal Cevherinin Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması. Bor Mineralleri Zenginleştirme Semineri, DEÜ, İzmir.
- Şener, S., Ozbayoğlu, G., 1994. Üleksitin Kalsinasyon Özelliklerinin Tespiti ve Üleksit-Kolemanit Ayrılmasında Kalsinasyonun Kullanımı. Bor Mineralleri Zenginleştirme Semineri, DEÜ, İzmir.