

Emet Espey Konsantratörü -25 mm Bor Atıklarının Hidrosiklon ile Zenginleştirilmesi

Concentration of -25 mm Emet Espey Concentrator Tailings by Hydrocyclone

A. Yamık, A. Uçar, O. Şahbaz, U. Demir
Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

ÖZET: Bu çalışmada Eti Bor A.Ş. Emet Bor İşletme Müdürlüğü Espey Konstantratörü, -25 mm altındaki bor cevherinin hidrosiklon ile zenginleştirilebilirliği araştırılmıştır. Tesis boyutlandırma eleklerinden alınan -25 mm altındaki bor atığı, çeşitli boyut küçültme işlemlerine tabi tutulmuş, öğtme işlemi sonucu malzemenin %100'ü 0.425 mm altına indirilmiştir. Bor ve kil mineralleri içeren numune, bu mineraller arasındaki boyut farklılığına dayanılarak hidrosiklon ile birbirinden ayrılmaya çalışılmıştır. Hidrosiklon deneylerinde; hidrosiklon çapı, katı konsantrasyonu ve besleme basıncı değişiminin etkileri araştırılmıştır. Bu farklı parametrelerle yapılan zenginleştirme işlemiyle en yüksek tenor değerine 75 mm çaplı hidrosiklonda, 2 bar besleme basıncı altında ve %10 katı konsantrasyonunda elde edilmiştir. Çalışmada, kullanılan bor atığının tenörü %14.15 B₂O₃ den % 40.69 B₂O₃ tenörüne yükseltilmiştir.

ABSTRACT: In this present study, concentrability of - 25 mm boron ore, which was taken from Eti Bor A.Ş. Emet Bor İşletme Müdürlüğü Espey Concentrator, was investigated. Various size reduction applied to - 25 mm boron tailing and result of the grinding operation, % 100 percent of boron tailing reduced to - 0.425 mm. A sample, which contains boron and clay, was tried to separate by hydrocyclone. In the hydrocyclone experiments, effects of hydrocyclone diameter, solid ratio and feed pressure changes were investigated. The highest grade was obtained at 75 mm hydrocyclone diameter, 2 bar pressure and %10 solid ratio. Grade of boron tailing increase to %40.69 B₂O₃ from %14.15 B₂O₃.

1. GİRİŞ

Bor ve bor türevleri şu anda 250 değişik alanda kullanılmasına rağmen her geçen gün kullanım alanları artmaktadır. Böyle geniş ve önemli noktalarda kullanım alanına sahip bor cevherinin dünya rezervlerinin %70'lik bir kısmının ülkemizde olması da aynı bir önem oluşturmaktadır. Ayrıca, tüm dünya ülkeleri üleksit ve kolemanit mineralleri bakımından Türkiye'ye bağımlıdırlar. (Helvacı, 2003; Uslu, 2003, Boncukoğlu vd., 2001).

Dünya bor cevheri rezervinin ikinci büyük sahibi ise ABD'dir (%16,4). Bu dağılımda; Türkiye rezerv ve cevher kalitesi bakımından çok önemli bir paya sahiptir. Ancak, Dünya bor üretiminde Türkiye ve ABD'nin payları % 34 ve %40 şeklinde dağılırken, bor piyasasından elde edilen gelirin paylaşımı %20

ve %70 şeklinde olmaktadır (TMMOB, 2002). ABD'nin bor üretimi, uzun yıllar iç pazarın olduğu kadar dış pazarın da önemli bir bölümünün ihtiyacını karşılamıştır. Türkiye ise rezerv ve cevher kalitesi avantajının yüksek olmasına rağmen yurt içi ve yurt dışı pazarında istenilen düzeyi henüz yakalayamamıştır. Buna rağmen Türkiye, dünyada ham bor ihracatçısı tek ülkedir. Ancak gelişmiş ülkelerde artan çevresel duyarlılık, ham bor ürünleri yerine rafine bor ürünlerinin kullanımını arttırıcı yönde bir etki yapmıştır. Bor ürünlerinin birbirini ikame özelliği de yeni ürün çeşitlendirilmesini gerektiren diğer bir nedendir (Kılınç, 2001).

Çalışmanın yapıldığı Emet bölgesi kolemanit yataklarının B₂O₃ bazlı rezervi 225 milyon ton olup, %26-28 B₂O₃ tenörüne sahiptir (Ş.Targan vd., 2002). Ülkemizde her yıl bor mineralleri üretimi

A. Yamık, A. Uçar, O. Şahbaz, V. Demir

sırasında 600.000 ton atık ortaya çıkmaktadır (Yaman,1998).

Emet Kolemanit İşletmesi Konsantratör Tesisi'nden %88'i kaba ve % 12'si ince olmak üzere yılda 1,5 milyon ton artık ortaya çıkmaktadır(Sönmez, 1996).

Atıkların sektöre geri kazandırılması amacıyla da bir çok çahşma değişik yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Batar ve arkadaşları (1998) boraksın zenginleştirilmesi işlemlerinde, Türkiye'de -6 mm boraksın dağılmasıyla yapılan yaş proses teknikleri başarıyla uygulanmaktadır. Bu teknikleri; dağıtılan bor minerallerinden istenmeyen kil impürilerini uzaklaştırmak için siklon ve spiralle sınıflandırma işlemleri takip etmektedir

Emet kolemanit işletmesinin kaba atıkları içerisindeki borların kazanılması amacıyla yapılan manyetik ayırma ve kalsinasyon zenginleştirilmesiyle, manyetik ayırma deneylerinde %71-94 verimle %41-42 B₂O₃ tenörlü konsantreler, dekrepitasyon deneylerinde ise %65-89 verimle %57 B₂O₃ tenörlü konsantreler elde edilmiştir (Erkal ve Girgin, 1992; Yamık, 1998).

Sönmez vd. (1997) yine kaba atıklarla yaptıkları çalışmalarda, suda bekletme + mekanik dağıtma + manyetik ayırma deneyleri yapmışlar ve sonuçta %22-23 B₂O₃ içeren atıklardan %39,17 B₂O₃ içerikli konsantreyi %64,73 bor kazanma verimi ile elde etmişlerdir. Diğer bir çalışmalarında ise suda bekletme + mekanik dağıtma sonrası ses ötesi dalgalarla zenginleştirme deneyleri yapılmışlar ve deneyler sonucunda %83.79 verimle %36,04 B₂O₃ tenörlü konsantrere elde etmişlerdir. Beslemeye göre konsantrinin demir ve arsenik içerikleri ise azaltılmıştır.

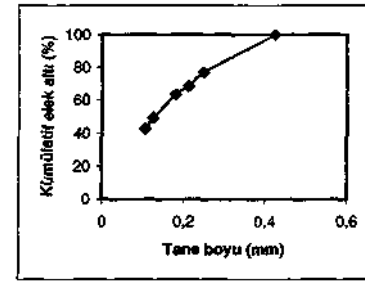
Birçok bor mineralinde olduğu gibi kolemanitinde zenginleştirilmesinde scrubbing yöntemi kullanılmaktadır. Scrubbing yapılarak istenmeyen kil mineralleri bor minerallerinden ayrılmaktadır. Bu işlemi katı-sıvı ayırma prosesi takip etmektedir (Lyday,1992). Çünkü bor mineralleri suda yüksek çözünürlüğe sahiptir. Kolemanit ise bunlar arasında en az çözünürlüğe sahip bor mineralidir ve sulu işlemlerde daha az problem neden olur. Yapılan siklonla zenginleştirme işleminde kolemanitin çözünürlüğünün düşük olmasına rağmen, oluşabilecek problemleri en aza indirmek için

doğru çözeltilerde zenginleştirme işlemleri yapılmıştır.

Toplumlar sanayi ve enerji üretiminin temel hammaddesi olan doğal kaynaklardan ne kadar büyük oranda, ne kadar verimli ve akılcı yöntemlerle yararlanabiliyorlarsa o kadar gelişmiş ve kalkınmışlardır. Bu nedenle bu çalışmada kullanım alanları bakımından stratejik öneme sahip olan ve her geçen gün yeni bulunan rezervlerle Dünya'daki payı rakipsiz bir şekilde yükselen ve ülkemizin petrolü sayılan borun her gramının değerlendirilip ekonomiye katkı sağlaması amacıyla Emet Konsantratör Tesisi Atıkların'nın siklon ile zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Deneyel çalışmalarda, ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Emet Espey Konsantratörü -25 mm'lik elek altından alınan %14,15 B₂O₃, %36,19 SiO₂, %2,32 Fe₂O₃, %7,6 Al₂O₃+TiO₂, %8,86 CaO, %8,03 MgO, %6,9 SrO+Artık, %1,62 Fe, 1280 ppm As ve %0,060 SO₄ içerikli cevher kullanılmıştır. -25 mm'lik elek altı malzemesi laboratuvar tip çaneli kinci vasıtasıyla -0,5 mm boyutuna indirilmiştir. Numunenin kinci çıkışı tane boyut analizi Şekil 1' de görüldüğü gibidir. Deneylerde AKW tipi pilot ölçekli hidrosiklon ünitesi kullanılmış olup, hidrosiklon çapları 20, 40 ve 75 mm olarak değiştirilmiştir. Kimyasal analizler Emet Bor İşletme Müdürlüğü'nce yapılmıştır. Emet-Hisarçık kolemanit yatağında %60-90 oranında indirilmiştir (Li içerikli saponit kil minerali) en baskın kil minerali olduğu ve bu mineralin demir ve alüminyumca zengin olduğu tespit edilmiştir (Yalçın ve Gündoğdu, 1985 Çolak 1997).



Şekil 1. -0,5 mm malzemenin tane boyut analizi

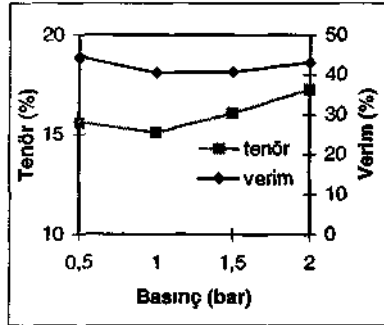
Yapılan çalışmalarda hidrosiklon çaplarına ilave olarak 0,5, 1, 1,5 ve 2 bar'lık besleme basınçları, %10, %15 ve %20 katı oranlarında çalışılarak bu parametrelerin B₂O₃ tenörüne etkileri araştırılmıştır. Bor suda kolay çözünen bir cevher olduğundan, deneyler öncesi doygun bir bor çözeltisi hazırlanmış ve deneylerde su yerine bu çözelti kullanılmıştır.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

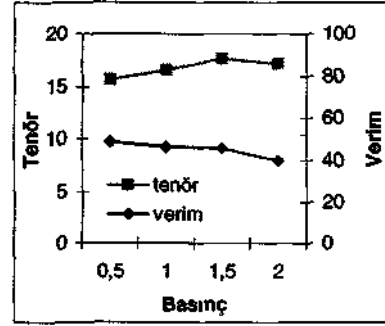
Hazırlanan bor numunesi doygun bor çözeltisi ile kanştırma tankında kanştırma işlemine tabi tutulduktan sonra değişik basınçlarda ve değişik katı oranlarında 20, 40 ve 75 mm çaplı hidrosiklonlara beslenerek alt ve üst çıkışlarından numuneler alınmış, en yüksek B₂O₃ tenörü ve verimini sağlayan hidrosiklon parametrelerinin optimum değerleri saptanmaya çalışılmıştır.

3.1. 25 mm Çaplı Hidrosiklon ile Yapılan Çalışmalar

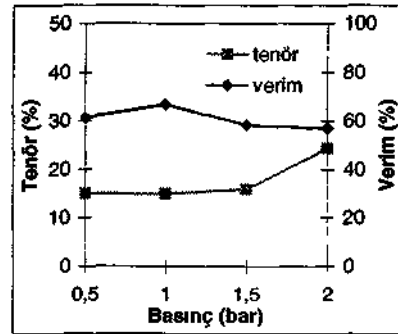
25 mm çaplı hidrosiklonlarda yapılan deneyler sonucunda elde edilen Şekil 2, 3 ve 4'de görüldüğü gibi %10 katı oranında basınç artışına bağlı olarak tenörde kısmi artış olmuş, verimde ise önemli bir değişiklik olmamıştır. %15 katı oramnda tenor ve verim değerlerindeki artış çok az olmuştur. %20 katı oramnda yüksek basınçlarda tenor daha çok artarken, verim düşmüştür. Çünkü basıncın artmasına bağlı olarak malzeme daha çok üst akıma gitmektedir. 25 mm çaplı hidrosiklon ile yapılan çalışmalarda tenörler istenilen seviyelere ulaşamamıştır.



Şekil 2. 25 mm Çaplı Hidrosiklonlarda ve %10 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları



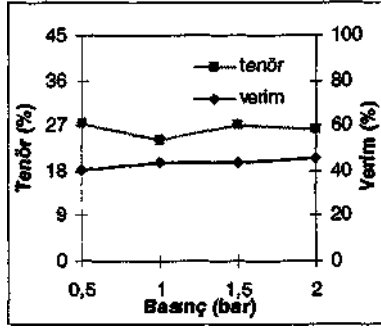
Şekil 3. 25 mm Çaplı Hidrosiklonlarda ve %15 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları.



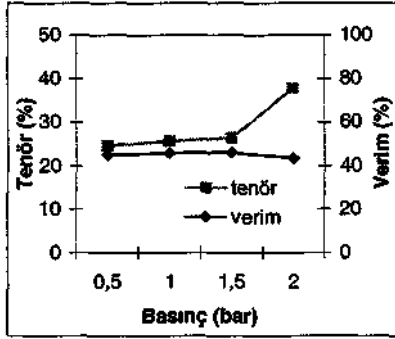
Şekil 4. 25 mm Çaplı Hidrosiklonlarda ve %20 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları

3.2. 40 mm Çaplı Hidrosiklon ile Yapılan Çalışmalar

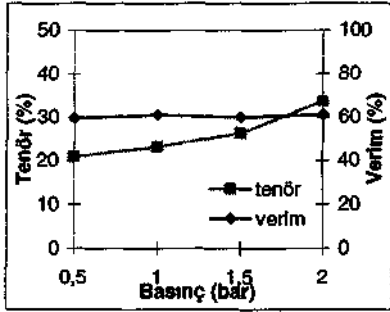
Şekil 5'de görüldüğü gibi %10 katı oranında yapılan çalışmalar sonucunda tenörde kısmi bir düşüş gözlenirken, verimde az bir artış olmuştur. %15 katı oramnda yapılan deneyler sonucunda, tenörde yüksek basınçlarda oldukça bariz bir artış olurken, verimdeki değişiklik daha az olmuştur (Şekil 6). % 20 katı oranında da tenor ve verim artışı % 15 katı oramnda yapılan çalışmaya benzer sonuçlar vermiştir. Fakat burada daha yüksek verim değerlerine ulaşılmıştır (Şekil 7).



Şekil 5. 40mm Çaplı Hidrosiklonda ve %10 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları.



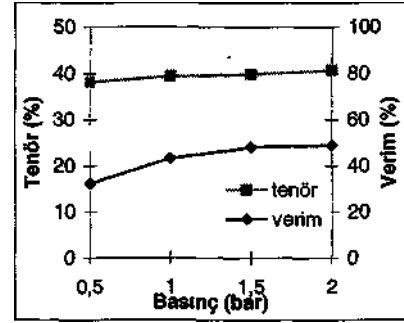
Şekil 6. 40 mm Çaplı Hidrosiklonda ve %15 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları.



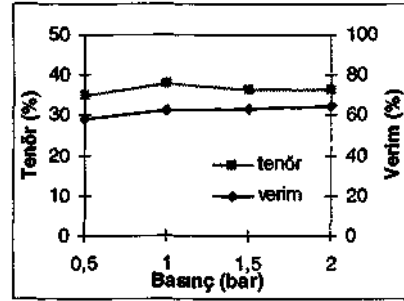
Şekil 7. 40 mm Çaplı Hidrosiklonda ve %20 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları.

3.3. 75 mm Çaplı Hidrosiklon ile Yapılan Çalışmalar

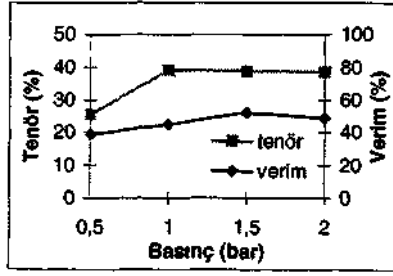
75 mm çaplı hidrosiklonda yapılan deneyler sonucunda Şekil 8'de görüldüğü gibi; %10 katı oranında basınç artışına paralel olarak, 2 bar basınçta %40,69 B₂O₃ tenörüne ulaşılmasına rağmen, verimdeki artış %50'nin altında kalmıştır. %15 katı oranında yapılan çalışmalarda 1 bar basınçta %37,81 B₂O₃ tenörlü konsantre %62,31 verimle elde edilmiştir (Şekil 9). %20 katı oranında yapılan çalışmalarda ise; 0,5 bar basınçtan sonra %39 B₂O₃ tenörlü ürünler civarında değerler elde edilirken, verim ise %50 civarındadır (Şekil 10).



Şekil 8. 75mm Çaplı Hidrosiklonda ve %10 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları.



Şekil 9. 75 mm Çaplı Hidrosiklonda ve %15 Katı Oranında Yapılan Deney sonuçları.



Şekil 10. 75 mm Çaplı Hidrosiklonda ve %20 Katı Oranında Yapılan Deneysel Sonuçlar

Çizelgelerden görüldüğü gibi hidrosiklon çapı artışına paralel olarak tenör ile verimde artış olmaktadır.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deneysel çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

* 25 mm çapındaki hidrosiklonda yapılan çalışmalarda en yüksek tenör değeri %24,40 B₂O₃ olup bu değer %20 katı oranında ve 2 bar basınç altında elde edilmiştir. En yüksek verim olan %66,84 ise %20 katı oranında ve 1 bar basınç altında elde edilmiştir.

* 40 mm çapındaki hidrosiklonda yapılan çalışmalarda en yüksek tenör değeri %37,77 B₂O₃ olup, %15 katı oranında ve 2 bar basınç altında elde edilmiştir. En yüksek verim olan % 61,26 ise %20 katı oranında ve 2 bar basınç altında elde edilmiştir.

* 75 mm çapındaki hidrosiklonda yapılan çalışmalarda en yüksek tenör değeri %40,69 B₂O₃ olup, %10 katı oranında ve 2 bar basınçta elde edilmiştir. En yüksek verim değeri ise % 64,68 olup %20 katı oranında ve yine 2 bar basınçta elde edilmiştir.

Sonuç olarak; 75 mm çaplı hidrosiklon ile yapılan deneylerde en iyi tenör değerine ulaşılmıştır.

Yüksek basınçlarda daha fazla aşınma olacağını dikkate alırsak 75 mm çaplı hidrosiklon ile %15 katı oranında ve 1 bar basınç şartlarında yapılan

çalışmada % 62,31 verimle elde edilen %37,81 B₂O₃ tenörlü konsantrenin en uygun sonuç olduğu söylenebilir.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda 25 mm elek altından alınan kolemanit cevherinin, boyut küçültme işleminden sonra hidrosiklon ile zenginleştirilmesi sonucunda kil minerallerinden ayrılacağı tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR: Bu çalışmada kimyasal analizleri yaparak katkı sağlayan Emet Bor İşletme Müdürlüğü yönetici ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Boncukoğlu, R., Yılmaz, M.T., Kocakerim, M.M. and Tosunoğlu, V., Utilization of Trommel Sieve Waste as an Additive in Portland Cement Production

Çolak, M., *Hisarcık-Emet Kolemanit ocağı Killeri*, 8. Ulusal Kil Sempozyumu, Dumlupınar Üniversitesi. Ed Işık. Kütahya, 1997, 25-36.

Erkal, İ.F., Girgin, *EtiBank Emet kolemanit işletmesi aba artıklarının konsantre üretimi amacıyla değerlendirilmesi*, 4. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu. Ed Özbayoğlu 1992, Antalya, 599-608.

Kılınç, E., Mordoğan, H., Tannverdi, M., *Bor Minerallerinin Önemi, Potansiyeli, Üretimi ve Ekonomisi*. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu. TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Köse, Arslan & Tannverdi (Eds), 2001, İzmir, 226-235.

Lyday, P.A., *History of Boron Production and Processing*, Ind. Miner. Mag. December, 1992, 19-37.

Sönmez, E., Özdağ, H., Savaş, M.). Ses ötesi dalgalann kolemanit artıklarının zenginleştirilmesinde kullanılmasının araştırılması. Türkiye 15. Madencilik Kongresi. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds

Güyağüler, Ersayın & Bilgen. (1997) Ankara. Pp 319-324

TMMOB Maden Mühendisleri Odası, *Bor Rezervlerimizin Değerlendirilmesinde Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikalarının önemi*, 1th International Boron Symposium, October 3-4, 2002, Kütahya, XIII-XVI.

Targan, Ş., Erdoğan, Y. & Olgun, A., Zeybek, B. & Sevinç, V., *Utilization of Natural Pozzolan, Bentonit and Colemanit Waste in Cement Production*, 1* International Boron Symposium, October 3-4, 2002, Kütahya, 259-266.

Uslu, T., Arol, A.I., *Use of Boron Waste as an Additive in Red Brick*, Waste Management, Published in Pergamon, Accepted 9 January 2003.

Yamık, A., Badruk, M., Akçıl, A., (1998) . *Tinkal Cevherinden elde Edilen konsantre ve Artığın Kompaklaştırılması ve Konsantrenin Çözeltmesi*, Türkiye 15. Madencilik Kongresi, 6-9 Mayıs, Ankara

Yalçın, H., Gündoğdu, M. N., *Emet gölsel neojen baseninin kil mine'rolojisi*, 2. Ulusal kil sempozyumu, Ankara, 1985, 155-170.