

Emet-Hisarcık Şlam Atıklarının Zenginleştirilmesi ve Etiketlenmesi

Beneficiation and Briquetting of Slime Wastes of Emet-Hisarcık Boron Mine

İ. Bentli, L. Bursalı

Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya

N.Ediz

Dumlupınar Oniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Seramik Mühendisliği Bölümü, Kütahya

İ. Tatar

Altın Çini Ve Seramik A.Ş., Eskişehir Yolu 9.Km, Kütahya

ÖZET: Genellikle ince boyuttaki kolemanit konsantrelerinin satışı mümkün olmamakta ve stoklanarak bekletilmek zorunda kalınmaktadır. Bu çalışmada Emet-Hisarcık şlam atık sahasından alınan numune, hidrosiklonla zenginleştirilmiş ve daha sonra briketlenerek boyut kazandırılmıştır. Şlam atıklarının hidrosiklon ile zenginleştirilmesi sonucunda %35.86 B₂O₃ tenörlü kolemanit konsantresi %60.62 bor kazanma verimi ile elde edilmiştir. Zenginleştirilmiş malzemenin satılabilir ürün haline getirilmesi amacıyla yapılan briketleme deneylerinde, konsantrelerin bağlayıcı ve bağlayıcı olarak boyut kazandırılabilirliği tespit edilmiştir.

ABSTRACT: Colemanite concentrates of fine particles are generally not saleable and therefore, they have to be stockpiled. In this research, samples taken from the slime waste area of Emet-Hisarcık were beneficiated by using a hydro-cyclone and then they were agglomerated by briquetting. After the beneficiation of the slime wastes by hydro-cyclone, colemanite concentrates with a B₂O₃ grade of 35.86% and a recovery rate of 60.62% were achieved. After the briquetting tests, which were carried out to obtain saleable products from the beneficiated materials, it was realized that the concentrates could be agglomerated with or without using a binder.

1. GİRİŞ

Bor minerallerinin üretimi ve zenginleştirilmesi sırasında ortaya çıkan ince boyutlu taneler ve atıklar değerlendirilememekte ve depolanmaktadır. İnce boyutta bor ve bor ürünleri piyasada tercih edilmemekte ve satışı zorlaşmaktadır. Atıkların ve ince konsantrelerin satılabilmesi için tekrar zenginleştirilmeleri ve boyutlarının arttırılması gereklidir (Özbayoğlu vd 2001, Tolon vd, 1992).

Emet Kolemanit işletmesi atıkları ile yapılan çalışmalar çoğunlukla atıklar içindeki boran tekrar kazanılmasına yöneliktir. Bu amaçla Yamık vd (2003) hidrosiklon, Erkan ve Girgin (1992) manyetik ayırma ve kalsinasyon, Sönmez vd (1996) suda bekletme + mekanik dağıtma + manyetik

ayırma, Sönmez vd (1997) suda bekletme + mekanik dağıtma + ultrasonik dalga, Alp ve Özdağ (2000) ultrasonik dalga, Özkan ve Veasey (1996), Köse vd (1989) flotasyon ile zenginleştirme yapmışlardır. Araştırma sonuçları atıklardan borun tekrar kazanılabileceğini göstermektedir. Manyetik ayırma kullanıldığında ise konsantrede demir ve arsenik içeriğinin azaldığını bildirmektedirler.

Emet-Hisarcık kolemanit yatağında kil minerali olarak %60-90 oranında simektit (Li içerikli saponit) olduğu tespit edilmiştir (Çolak 1997, Mordoğan 1995). Özkan ve Cebi (1999) ise atıkların fiziksel, kimyasal ve çökelme özelliklerini belirlemişlerdir.

İ.Bentli, L.Bursah, N.Ediz, İ.Tatar

Bor ürünleri ve konsantreleri ile yapılan boyut büyütme çalışmalarında, boyut kazandırma işlemine araştırmacılar aglomerasyon, briketleme kompaktlaştırma ismini vermektedirler. Bu çalışmada ise deneylerin baskı (zorlama) ile yapılmasından dolayı briketleme ifadesi kullanılmıştır. Briketleme çok az nem ve bağlayıcı madde ile tablet ve briket preslerinde veya dönen merdanelerde yapılmaktadır (Kemal 1990, Tolon vd 1992). Maddeler kendi aralarında katı ve sıvı bağlarla bağlanırlar. Katı bağlar sinterleşme, değme noktasında kimyasal reaksiyon, bağlayıcı maddelerin katılması ve çözünmüş maddelerin kristalizasyonu ile oluşmaktadır. Sıvı bağlar ise sıvı ve katı arasında kapiler kuvvetlerin etkisi ile ve yüksek viskoziteli sıvılar ile oluşmaktadır. Bütün bunların geçerli olmadığı durumlarda, yani hiçbir maddesel bağ yok ise oluşan bağ Van der Waals kuvvetinin etkisidir. Ancak elektrostatik itme kuvvetinin azaltılması ve Van der Waals kuvvetinin baskın çıkması ile partikül bağlanmaları mümkün olmaktadır ve bu durum briketlemede basınç uygulaması ile sağlanabilmektedir (Kemal, 1990, Tolon vd, 1992). Presleyerek sıkıştırma anında, tanecikler arası değme noktalarında iç yüzeylerde çekme bölgeleri oluşmaktadır. Çekme yüzeyleri arttıkça preslenmiş parça birbirine daha kuvvetli bağlanmakta ve sağlamlık artmaktadır. Dayanıklı briketler elde etmek için maddenin plastik deformasyonunun fazla olması gerekmektedir. Elastik maddeleri presleyerek istenilen özelliğe getirmek çok zordur. Briketin dayanıklılık özelliği bağlayıcılar ilavesi ile iyileştirilebilmektedir (Tolon vd, 1992).

Kimyasal maddelerin aglomerasyonunda (örneğin sodyum klorür) taneciklerde plastik deformasyon, şeker briketlemede parçalanma ve tozlarla boşlukların dolması, kömür briketlenmesinde tanelerin kırılıp köprü oluşumu ile gözenekli bir yapı elde edilmesi, boraks da ise hem plastik deformasyon hem de kırılıp boşlukların dolması mekanizmaları gerçekleşmektedir. Aglomerasyon işleminin iyi yürütülmesi ve üretilen aglomeratın sağlamlığı kullanılan tozun ve cihazın mekanik özelliklerine bağlıdır. Briketleme işlemi endüstride genellikle yatay döner merdanelerde gerçekleştirilir. Ürünlerin dayanıklılığı briketleme basıncının artması ve tane boyunun azalması ile artmaktadır. Yine taneler arasında sıvı bulunması yüzey gerilim etkilerinden dolayı bağlanma kuvvetlerinin

artmasına neden olmaktadır (Kemal 1990, Tolon vd, 1992).

Badruk vd (1997) kalsinasyon ile elde ettikleri tinkal konsantrelerinin satışının mümkün olabilmesi ve kolay nakliye edilmesi amacıyla tinkal konsantrelerini ve depolanması kolay olması amacıyla da artıkları preslemişlerdir. Özbayoğlu vd (2001) toz üleksit konsantresini bağlayıcı ve bağlayıcı, Erten (1976) flotasyon kolemanit konsantrelerini borik asitle briketlemiş ve olumlu sonuçlar almışlardır.

Bu çalışmanın amacı Emet-Hisarçık atık sahasından alınan şlam atıkları içerisindeki kolemanit mineralinin satılabilir bir ürün haline getirilmesi amacıyla, hidrosiklonla zenginleştirilmesi ve boyut kazandırılması işlemlerini kapsamaktadır.

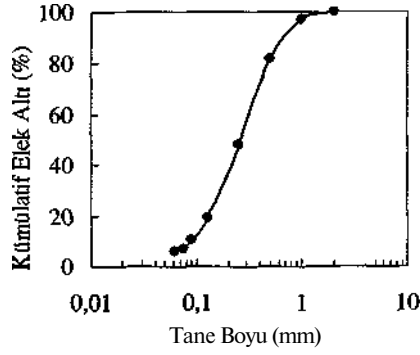
2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Malzeme

Deneyisel çalışmalarda kullanılan numune Emet-Hisarçık Konsantratör tesisi şlam atık havuzundan alınmıştır. Şlam numunesinin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmektedir. Kimyasal analizler Eskişehir Toprak Seramik A.Ş. karo fabrikasında ICP cihazı (Perkin-Elmer Optima 3000) ile yapılmıştır. Şekil 1'de ise şlam numunesinin tane boyu dağılımı verilmektedir. Şekil 1 incelendiğinde malzemenin %80'inin 0.5 mm'nin altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Malzemenin kimyasal bileşimi.

Bileşim	%
B ₂ O ₃	23.07
SiO ₂	22.88
CaO	18.44
MgO	5.85
FezCb	2,12
Al ₂ O ₃	5,62
Na ₂ O	0.12
K ₂ O	1.66
LiO	0.08
TiO ₂	0.21
Ateş kaybı	21.12



Şekil 1. Şlam numunesinin tane boyu dağılımı.

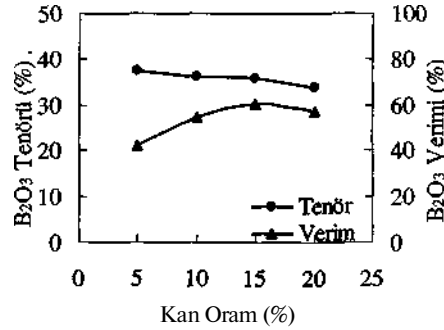
2.2. Yöntem

Emet-Hisarçık İşletmesi atık depolama sahasından getirilen -1 mm boyutlu atık (şlam) numune üzerine, satılabilir bir ürün elde etmek amacıyla öncelikle hidrosiklon ile zenginleştirilmiş, daha sonra elde edilen ince boyutlu kolemanit konsantresi boyut kazandırma işlemine (briketleme) tabi tutulmuştur. Hidrosiklon deneyleri AKW tipi pilot ölçekli hidrosiklon ünitesinde, briketleme deneyleri ise 2000 kN kapasiteli Matesk marka hidrolik preste gerçekleştirilmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Zenginleştirme Deneyleri

-1 mm boyutlu şlam numunesi içindeki BaO₃'ün tekrar kazanılması amacıyla 40 mm çapında hidrosiklon ile 1 bar basınç altında %5, %10, %15, %20 katı oranlarında deneyler yapılmıştır. Deney sonuçları Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Hidrosiklon zenginleştirme sonuçları.

Şekil 2'den görüldüğü gibi katı oram arttıkça konsantresinin B₂O₃ tenörü azalmakta, verim ise artmaktadır. Deneyler sonucunda tenör ve verim açısından en iyi sonuç %15 katı oranında bulunmuştur. %15 katı oranında %35.86 B₂O₃ tenörlü kolemanit konsantresi %60.62 kazanma verimi ile elde edilmiştir.

3.1. Briketleme Deneyleri

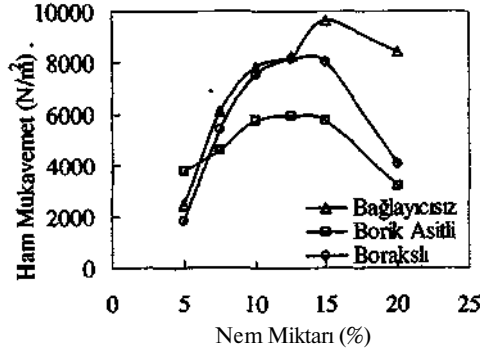
Hidrosiklon ile elde edilen ince kolemanit konsantresinin satılabilir bir ürün haline getirilmesi amacıyla briketleme deneyleri yapılmıştır. Briketleme deneyleri için 50x32x13 mm lwxxt) boyutlarında paslanmaz çelikten yapılmış dikdörtgenler prizması şeklinde kalıptan yararlanılmıştır. Kalıbın alabileceği maksimum malzeme miktarı 50 g'dır. Belirli miktarlarda su ile nemlendirilen ince boyutlu konsantreler, bağlayıcısız ve bağlayıcı olarak 2000 kN kapasiteli Matesk marka hidrolik preste, istenilen basınçta briketlenmiştir. Briketler 48 saat oda sıcaklığında bekletildikten sonra 105 °C'de 90 dakika etüvde kurutulmuş ve ham mukavemetleri ölçülmüştür.

Briketlerin ham mukavemetleri üç nokta (basit giriş) yüklemesiyle yapılarak elde edilmiştir. Ham mukavemet sonucu aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (MBIF Standart, 1990).

$$S = \frac{3P * l}{2t^2 * w} \quad (D)$$

S : Numunenin ham mukavemeti (N/m),
P : Numunenin üstüne gelen yük (N),
l : Numunenin uzun boyu (m),
t : Numunenin kalınlığı (m),
w : Numunenin genişliği (m),

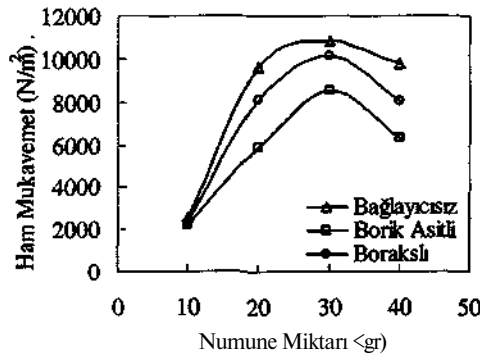
Briketleme çalışmalarında ilk aşamada en uygun nem miktarı tespit edilmiştir. Öncelikle %5, %7.5, %10, %12.5, %15 ve %20 nem oranlarında 20 gr kolemanit konsantresi hazırlanmış ve kalıba yerleştirilmiştir. Daha sonra bağlayıcısız ve bağlayıcı (borik asit ve boraks) olarak 5 kN basma kuvveti altında malzeme briketlenmiştir. Deney sonuçları Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 3. Nem miktarının briketleme mukavemetine etkisi.

Şekil 3'den görüldüğü gibi bağlayıcı briketlemede %15 nem miktarına kadar, borik asitli ve borakslı briketlerde ise %12.5 nem miktarına kadar mukavemet artmaktadır. Ayrıca bağlayıcı briketlerin bağlayıcı briketlere göre mukavemetlerinin daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

Malzeme miktarının briketleme basıncına etkisini görebilmek amacıyla %12.5 nem miktarı ve 5 kN basma kuvvetinde 10 gr, 20 gr, 30 gr ve 40gr kolemanit konsantrisi ile briketler yapılmıştır. Deney sonuçları Şekil 4'de gösterilmektedir.



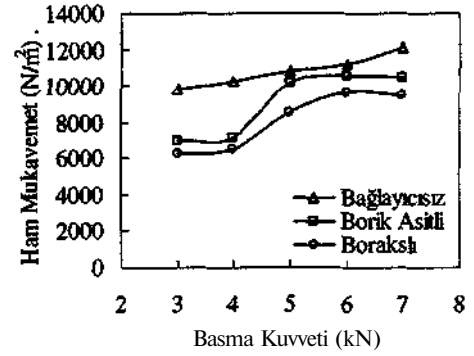
Şekil 4. Malzeme miktarının briketleme mukavemetine etkisi.

Kalıba ilave edilen malzeme miktarı 30 gr olduğunda briketlerin mukavemeti maksimum olmaktadır. Yine bağlayıcı briketlerin bağlayıcı

briketlere göre daha sağlam olduğu burada da görülmektedir.

Basma dayanımının briket mukavemetini test edebilmek amacıyla %12.5 nem miktarı, 30 gr numune miktarında bağlayıcı ve bağlayıcı olmayan olarak 3, 4, 5, 6 ve 7 kN basma kuvvetlerinde briketler alınmıştır. Deney sonuçları Şekil 5'de görülmektedir.

Şekil 5'den görüldüğü gibi bağlayıcı briketlerde basma kuvveti arttıkça briketlerin dayanımı artmaktadır. Bağlayıcı olarak borik asit kullanıldığında en iyi sonuç 6 kN, borakslı kullanıldığında ise 5 kN'da elde edilmiştir. Sonuçlar kolemanit konsantrisinin bağlayıcı olarak briketlenebileceğini göstermektedir. Bu durum hem konsantrinin satışını kolaylaştıracak hem de taşımada kolaylık sağlayacaktır.



Şekil 5. Basma kuvvetinin briketleme mukavemetine etkisi.

4. SONUÇLAR

Emet-Hisarlık atık barajından alınan numune üzerinde yapılan zenginleştirme ve briketleme deneyleri sonuçları aşağıda verilmektedir.

- Şlam numunesi %23.07 B_2O_3 tenörlü olup, %80'i 0.5 mm'nin altındadır.
- Hidrosiklon ile yapılan zenginleştirme deneylerinde %15 katı oranında en iyi sonuç elde edilmiştir. Hidrosiklon ile %35.86 B_2O_3 tenörlü kolemanit konsantrisi %60.62 kazanma verimi ile kazanılmıştır.

- Kolemanit konsantresinin briketlenmesi sonucunda en iyi sonuçlar bağlayıcısız, borik asitli ve boraklı olarak sıralanmaktadır.
- Sonuçlar kolemanit konsantrelerinin bağlayıcısız (su) olarak briketlenebileceğini göstermektedir.
- Bu çalışma sonucunda şlam sahasından alınan atık malzemenin, satılabilir ürün haline getirilebileceği görülmektedir.
- Çalışmanın ayrıntılı bir şekilde devam ettirilmesi ve maliyetinin çıkarılmasında yararlar görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alp, L., Özdağ, H., 2000. Investigation of processing of colemanite tailings by ultrasonic. *Mineral Processing on the Verge of the 21st Century*. 8th International Mineral Processing Symposium. Eds Özbayoğlu, Hosten, Atalay, Hiçyılmaz&Arol. Antalya: 693-696.
- Badruk, M., Yayımk, A., Akçıl, A., 1997. Tinkal cevherinden elde edilen konsantre ve artığın kompaktlaştırılması ve konsantrenin çözeltmesi. *Türkiye 15. Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Müh. Odası. Eds Güyagüler, Ersayın&Bilgen. Ankara: 395-398.
- Çolak, M., 1997b. Hisarcık-Emet Kolemanit ocağı killeri. *8. Ulusal Kül Sempozyumu*. Dumlupınar Üniversitesi. Ed Işık. Kütahya: 25-36.
- Erkal, İ.F., Girgin, İ., 1992. Etibank Emet kolemanit işletmesi kaba artıklarının konsantre üretimi amacıyla değerlendirilmesi. *4. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Özbayoğlu. C:2 Antalya: 599-608.
- Erten, M.H., 1976. Kolemanit flotasyon konsantrelerinin briketleme yolu ile aglomerasyonu. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*. Sayı:87. Ankara: 70-76.
- Kemal, M., 1990, Aglomerasyon, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh-Mim. Fak. Yayın No:MM/MAD 90 EY 041, İzmir, 136 s.
- Köse, M., Ertekin, S., Gündüz, M., Oztoprak, M., 1989. Emet konsantratör atık barajındaki arsenik ve kolemanitleri seçimli olarak kazanma imkanları. *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik II. Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Ankara: 407-415.
- Metal Powder Industries Federation (MPIF), Standart 15,1990.
- Mordoğan, H., Helvacı, C, Malayoğlu, U., 1995. Bor yatakları killeri ve güncel göllerdeki lityum varlığı ve değerlendirme olanakları. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse&Kızıl. İzmir: 185-196.
- Özbayoğlu, G., Şener, S., Özdemir, Z., 2001a. Toz üleksite boyut kazandırma. *4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse, Arslan&Tannverdi. İzmir: 288-291.
- Özkan, Ş.G., Cebi, H., 1999. Emet kolemanit atıklarının susuzlandırma olanaklarının araştırılması. *3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse, Arslan&Tannverdi. İzmir: 147-151.
- Özkan, Ş.G., Veasey, T.J., 1996. Effect of simultaneous ultrasonic treatment on colemanite flotation. *Changing Scopes in Mineral Processing*. 6th International Mineral Processing Cong., Eds Kemal, Akar&Canbazoglu, 277-281.
- Sönmez, E., Özdağ, H., Savaş, M., 1996. Beneficiation of Emet tailing by water absorption + mechanical attrition + magnetic separation. *Changing Scopes in Mineral Processing*. 6th International Mineral Processing Congress, Eds Kemal, Akar&Canbazoglu, 143-148.
- Sönmez, E., Özdağ, H., Savaş, M., 1997. Ses ötesi dalgaların kolemanit artıklarının zenginleştirilmesinde kullanımının araştırılması. *Türkiye 15. Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Güyagüler, Ersayın&Bilgen. Ankara: 319-324.
- Tolon, R., Kocakuşak, S., Koroğlu, J., Ayok, T., 1992, Kalsine İnce Toz Boraks Hidratların

I.Bentli, UBursalı, N.Ediz, I.Tatar

Kompaklaşdırılması, 4.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, Cilt:2, Ed: Özbayoğlu, Antalya, 911-923.

Yamık, A., Çınar, M., Demir, İL, Şahbaz, O., 2003, Eti Bor A.Ş. İşletmesi Hisarcık Bölgesi Kolemanit Tesisi 3 mm Elek Altından Alınan Bor Cevherinin Hidrosiklonla Zenginleştirilmesi, 11.Ulusal Kil Sempozyumu, İzmir, 191-197.