

Manyezit Cevherinin Yağ Aglomerasyonu ile Zenginleştirilmesinde Cevherin Suda Çözünmesinin Proses Verimi, Aglomerat Boyutu ve Oleik Asit Tüketimi Üzerine Etkisi

Y. Uçbaşı, B. Öteyaka, H. Özdağ
Osmangazi Üniversitesi, ESKİŞEHİR

ÖZET: Bu çalışmada, manyezit cevherinin yağ aglomerasyonu ile zenginleştirilmesinde cevherin suda çözünmesinin proses verimi, aglomerat boyutu ve oleik asit tüketimi üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, cevherin suda çözünmesinin proses verimini düşürdüğünü, aglomerat boyutunu küçülttüğünü veya oleik asit tüketimini arttırdığını göstermiştir.

ABSTRACT: In this study, the effect of dissolution of ore in water on the process efficiency, agglomerate size and oleic acid consumption in the concentration of magnesite ore by oil agglomeration was investigated. The results indicate that dissolution of ore in water decreases the process efficiency, lowers the agglomerate size, or increases the oleic acid consumption

1. GİRİŞ

Manyezit cevherlerinin ince boyutlarda zenginleştirilmesinde flotasyon yönteminin kullanıldığı bilinmektedir (Sengupta vd., 1980; Brandão and Poling, 1982; Malis vd., 1989). Fakat, cevher çok ince boyutlarda serbestleşiyorsa veya öğütme esnasında fazla miktarda şlam ortaya çıkıyorsa, flotasyon yönteminin etkinliği azalır. Flotasyona alternatif olarak gösterilen yağ aglomerasyonu, laboratuvar ve pilot ölçekte, 0.010 mm altında serbestleşen minerallere bile uygulanabilmektedir (Sparks and Wong, 1973; Ahmed vd., 1986; Kelsall and Pitt, 1987; Uwadiale, 1990).

Yağ aglomerasyonu ile cevherlerin zenginleştirilmesinde, flotasyonda olduğu gibi, minerallerin yüzey özellikleri farklılıklarından yararlanılır ve zenginleştirme genellikle üç aşamada gerçekleştirilir (Akar, 1983). Bunlar:

- aglomere edilecek mineral yüzeyinin, uygun karıştırma koşullarında, toplayıcıyla tamamen hidrofob hale getirilmesi (aglomere edilecek mineral doğal hidrofob ise bu aşamaya gerek yoktur)

- uygun karıştırma koşullarında ortama yağ ilave edilerek, hidrofob tanecikler arasında hidrokarbon köprüleri kurulması ile aglomeratların oluşturulması (boyut büyütme).
- süspansiyondaki aglomeratlar ile hidrofilik gang tanecikleri arasındaki boyut farklılığından yararlanarak aglomeratların ayrılması (örneğin eleme).

Tuz tipi minerallerin (manyezit, kalsit, apatit, florit ve şelit gibi) anyonik flotasyonunda karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi toplayıcı tüketiminin oldukça fazla olmasıdır. Bu sorun, mineral yüzeylerinden ayrılan katyonların (mineralin suda çözünmesi sonucu) çözeltide toplayıcı iyonlarının bir kısmını çöktürmesinden kaynaklanır. Çünkü, bir mineral yüzeyinden bir iyonun ayrılma ve difüzyon hızı, toplayıcı iyonun mineral yüzeyine difüzyon hızından daha fazla ise, bu iyon ile toplayıcı iyon arasındaki reaksiyon çözeltide meydana gelir. Minerallerin suda çözünmemesi sağlanarak (minerallerin suda çözünmesi önlenerek) bu sorunun üstesinden gelinebilir (Glembotskii vd., 1972; Yehiavd., 1990).

Bu çalışmanın amacı, manyezitin yağ aglomerasyonu ile zenginleştirilmesinde cevherin suda çözünmesinin

proses verimi, aglomerat boyutu ve oleik asit tüketimi üzerine etkisini incelemektir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Deneylerde kullanılan örnek, Kumaş Manyezit Zenginleştirme Tesisi'nden alınmış ve porselen değirmende 0.149 mm altına yaş olarak öğütüldükten sonra aglomerasyon deneylerinde kullanılmıştır. Yaş elek analiz sonuçlarına göre aglomerasyonda kullanılan örneğin %80'i 0.080 mm'lik, %58'i 0.037 mm'lik elekten geçmektedir. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği'nde yaptırılan mineralojik analizlere göre cevher, manyezit, antigorit, dolomit ve kuvars minerallerinden oluşmaktadır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre örnek, %8.42 SiO₂, %1.05 Fe₂O₃, %1.71 CaO, %43.81 kızdırma kaybı ve %44.81 MgO içermektedir. Mineralojik ve kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak yapılan hesaplara göre örnekte %78.51 manyezit bulunmaktadır.

Deneylerde pH düzenleyici olarak NaOH, bağlayıcı olarak gazyağı ve toplayıcı olarak oleik asit kullanılmıştır.

Deneyler 9 cm çapında, kenarlarında türbülans sağlamak için 2 cm genişliğinde iki adet delikli levha bulunan, 1.5 litrelik silindirik cam kap içinde yapılmıştır. Karıştırma işlemi 6 cm çapında, 1.4 cm eninde, altı adet düz kanatçığı olan ve karıştırma kabının tabanından 1 cm yukarıda tutulan bir pervane ile sağlanmıştır. Karıştırma hızı 600 devir/dakika olarak ayarlanmıştır,

^CeYherJa--^uda çözünmesinin proses verimi, aglomerat boyutu ve oleik asit tüketimi üzerine etkisinin incelendiği deneylerde malzeme kullanım sırası ve deneysel yöntem şu şekildedir: Önce, her bir deney için istenilen miktarda su, istenilen süspansiyon sıcaklığına karıştırılırken ısıtılmış ve karıştırma devam ederken bu suya hacimce 1 litre ve ağırlıkça %10 katı oranını elde edecek miktarda cevher katılmıştır. Sonra, cevherin suda çözünmesi için 7 dakika (dağıtma süresi: 7 dakika), cevherin kıvamlanması için sırasıyla katılan her reaktifin (NaOH, gazyağı ve oleik asit) ardından birer dakika (cevheri toplam kıvamlama süresi: 3 dakika) ve aglomeratların oluşması için 5 dakika daha karıştırma yapılmıştır.

Cevherin suda çözünmemesinin (dağıtma süresi: 0 dakika, cevheri toplam kıvamlama süresi: 0 dakika)

proses verimi, aglomerat boyutu ve oleik asit tüketimi üzerine etkisinin incelendiği deneylerde ise malzeme kullanım sırası ve deneysel yöntem şu şekildedir: Önce, her bir deney için istenilen miktarda su, istenilen süspansiyon sıcaklığına karıştırılırken ısıtılmış ve karıştırma devam ederken bu suya birer dakika arayla sırasıyla NaOH, gazyağı ve oleik asit katılmıştır. Sonra, hacimce 1 litre ve ağırlıkça %10 katı oranını elde edecek miktarda cevher bu suya katılarak aglomeratların oluşması için 5 dakika daha karıştırma yapılmıştır.

Her iki durumda elde edilen aglomeratlar süspansiyonun 0.297 mm elekten süzülmesiyle ayrılmıştır. Elek üzerindeki aglomeratlar su ile yıkandıktan sonra 105°C'de kurutularak tartılmış ve kimyasal analizleri yapılarak manyezit verimi saptanmıştır. Aglomerat boyutunu belirlemek için de önce her bir deneyden elde edilen kurutulmuş aglomeratların milimetrik kağıt üzerinde fotoğrafları çekilmiştir. Sonra bu fotoğraflar üzerinden mikroskop yöntemiyle aglomeratların boyutu ölçülerek (her fotoğraf üzerinde en az 150 adet ölçüm) bunların aritmetik ortalaması alınmıştır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

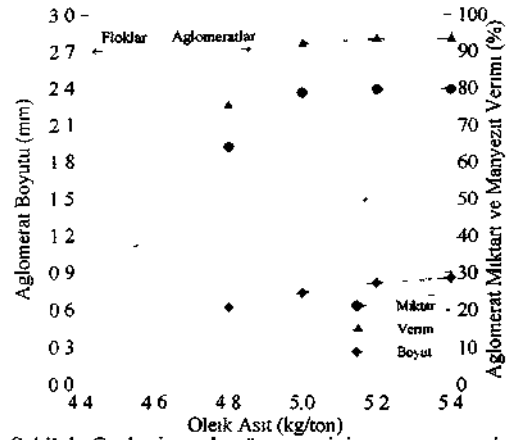
3.1 Cevherin Suda Çözünmesinin Proses Verimi Üzerine Etkisi

Manyezitin yağ aglomerasyonu ile zenginleştirilmesinde cevherin suda çözünmesinin proses verimi (manyezit verimi) üzerine etkisi Şekil 1'de, cevherin suda çözünmemesinin proses verimi üzerine etkisi de Şekil 2'de verilmiştir.

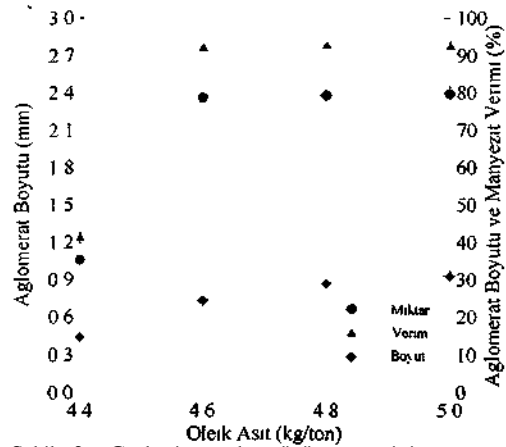
Şekil 1 incelendiğinde, 4.6 kg/ton ve altındaki oleik asit miktarlarında verimin sıfır olduğu (elek üzerinde aglomeratlar kalmadığından), 4.8 ile 5.0 kg/ton oleik asit miktarları arasında verimin belirgin bir şekilde arttığı ve daha sonra sabit kaldığı görülmektedir. 4.6 kg/ton ve altındaki oleik asit miktarlarında süspansiyonda yeterince oleat iyonu olmadığından aglomeratlar elde edilememiştir. Oleik asit miktarı arttıkça süspansiyonda oleat iyonu konsantrasyonu arttığından, 4.8 kg/ton oleik asit miktarında çoğu manyezit yüzeyleri yeterince hidrofob olmuş ve bu miktarda %75.3 verimle aglomeratlar elde edilmiştir. 5.0 kg/ton oleik asit miktarında da hemen hemen tüm manyezit yüzeylerinin hidrofob olduğu, verimin daha

yüksek oleik asit miktarlarında sabit kaldığından anlaşılmaktadır.

Şekil 2 incelendiğinde ise, 4.4 kg/ton oleik asit miktarında verimin düşük olduğu, 4.4 ile 4.6 kg/ton oleik asit miktarları arasında verimin belirgin bir şekilde arttığı ve daha sonra sabit kaldığı görülmektedir. 4.4 kg/ton oleik asit miktarında bir kısım manyezit yüzeyleri yeterince hidrofob olmuş



Şekil 1. Cevherin suda çözünmesinin proses verimi, aglomerat boyutu ve oleik asit tüketimi üzerine etkisi (Süspansiyon sıcaklığı: 27 C, gazyağı: 90 kg/ton, pH 10.6, çözünme süresi- 7 dakika) (Uçbaş, 1991).



Şekil 2. Cevherin suda çözünmemesinin proses verimi, aglomerat boyutu ve oleik asit tüketimi üzerine etkisi (Süspansiyon sıcaklığı: 27 C, gazyağı: 90 kg/ton, pH: 10.6, çözünme süresi: 0 dakika) (Uçbaş, 1991).

ve bu miktarda %41.3 verimle aglomeratlar elde edilmiştir. 4.6 kg/ton oleik asit miktarında da hemen

hemen tüm manyezit yüzeylerinin hidrofob olduğu, verimin daha yüksek oleik asit miktarlarında sabit kaldığından anlaşılmaktadır.

Şekil 1 ve Şekil 2'de 4.6 kg/ton oleik asit miktarında verimler karşılaştırıldığında, 7 dakika çözünme süresinde verimin sıfır, 0 dakika çözünme süresinde ise %91,9 olduğu görülmektedir. 7 dakika çözünme süresinde 4.6 kg/ton oleik asit miktarında verimin sıfır olmasının nedeni bu sürede çözültüye geçen kationların oleat iyonlarının bir kısmını çöktürmesidir. Yine Şekil 1 ve Şekil 2'de 4.8 kg/ton oleik asit miktarında verimler karşılaştırıldığında, 7 dakika çözünme süresinde verimin %75,3, 0 dakika çözünme süresinde ise %92.8 olduğu görülmektedir. 7 dakika çözünme süresinde 4.8 kg/ton oleik asit miktarında verimin düşük olmasının da nedeni yine bu sürede çözültüye geçen kationların oleat iyonlarının bir kısmını çöktürmesidir.

3.2 Cevherin Suda Çözünmesinin Aglomerat Boyutu Üzerine Etkisi

Aglomerasyonda toplayıcı iyonları bir taraftan değerli mineral yüzeyine adsorbe olurken diğer taraftan da yağ-su arayüzeyine adsorbe olur. Yağ-su arayüzeyine adsorbe olan oleat iyonları yağ-su arayüzey gerilimini azaltarak yağ damlacıklarının büyümelerini önler (Shaw, 1966). Bu durumda daha küçük fakat daha fazla sayıda yağ damlacığı süspansiyonda bulunacağından yağın bağlayıcılık (aglomerasyon) verimi artar. Ayrıca, belirli bir bazik pH değerinde, oleik asit miktarının artırılmasıyla süspansiyonda oleat iyonu konsantrasyonu önce artar. Fakat, aynı pH değerinde oleik asit miktarının daha da artırılması süspansiyonda çözünmeyen oleik asit (nötral oleik asit) konsantrasyonunu artırır. Süspansiyonda oleat iyonu konsantrasyonunun artması, değerli mineral yüzeylerinin hidrofobluğunun artmasına ve yağ damlacıklarının boyutunun daha da küçülmesine neden olurken, nötral oleik asit konsantrasyonunun artması oleik asitin gazyağı gibi bağlayıcı olarak görev yapmasına neden olur (Sparks and Wong, 1973).

Manyezitin yağ aglomerasyonu ile zenginleştirilmesinde cevherin suda çözünmesinin aglomerat boyutu üzerine etkisi Şekil 1'de, cevherin suda çözünmemesinin aglomerat boyutu üzerine etkisi de Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2 ayrı ayrı incelendiğinde, oleik asit miktarı arttıkça aglomerat boyutlarının da arttığı gözlenmektedir. Oleik asit

miktarı arttıkça manyezit yüzeylerinin hidrofobluğunun artması, yağ damlacıklarının boyutlarının küçülmesi ve miktar daha da arttıkça nötral oleik asit miktarının artması, her iki durumda aglomerat boyutlarının sürekli artmasına neden olarak gösterilebilir.

Şekil 1 ve Şekil 2'de 4.8 kg/ton oleik asit miktarındaki aglomerat boyutları karşılaştırıldığında, 7 dakika çözünme süresinde aglomerat boyutunun 0.62 mm. 0 dakika çözünme süresinde ise 0.87 mm olduğu görülmektedir. Yine Şekil 1 ve Şekil 2'de, 5.0 kg/ton oleik asit miktarındaki aglomerat boyutları karşılaştırıldığında, 7 dakika çözünme süresinde aglomerat boyutunun 0.74 mm, 0 dakika çözünme süresinde ise 0.93 mm olduğu görülmektedir. 7 dakika çözünme süresinde 4.8 kg/ton ve 5.0 kg/ton oleik asit miktarlarındaki aglomerat boyutlarının, 0 dakika çözünme süresinde 4.8 ve 5.0 kg/ton oleik asit miktarlarındaki aglomerat boyutlarından daha küçük olmasının nedeni, 7 dakika çözünme süresinde çözeltiye geçen kationların oleat iyonlarının bir kısmını çöktürmesidir.

3.3 Cevherin Suda Çözünmesinin Oleik Asit Tüketimi Üzerine Etkisi

Şekil 1 ve Şekil 2'de görüldüğü gibi aglomerasyonda kullanılan oleik asit miktarı oldukça fazladır. Aglomerasyonda yağlar, süspansiyonun mekanik olarak karıştırılmasıyla, yağ damlacıkları şekline getirilerek kullanılır. Aglomerasyonda değerli mineral taneciklerinin yağlarla bir araya getirilebilmesi için yağ damlacıklarının değerli tanecik yüzeyinde kendiliğinden yayılması gerekir. Bunun için de tanecik yüzeylerinin tamamen toplayıcı iyonları ile kaplanması şarttır. Bu yüzden aglomerasyonda kullanılan toplayıcı miktarı flotasyondakinden 10-100 kat daha fazladır (Sparks and Wong, 1973).

Manyezitin yağ aglomerasyonu ile zenginleştirilmesinde cevherin suda çözünmesinin oleik asit tüketimi üzerine etkisi Şekil 1'de, cevherin suda çözünmemesinin oleik asit tüketimi üzerine etkisi de Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, 7 dakika çözünme süresinde %92.0 verimle aglomeratlar elde etmek için 5.0 kg/ton oleik asit'in gerekli olduğu görülmektedir. Şekil 2 incelendiğinde ise, 0 dakika çözünme süresinde %91.9 verimle aglomeratlar elde etmek için 4.6 kg/ton oleik asit'in gerekli olduğu görülmektedir. Verimler yaklaşık eşit kabul edilerek her iki durumda oleik asit tüketimleri

Vçhai, Y. Öleyaka. B., Özduğ, H

karşılaştırılırca, cevherin 7 dakika suda çözünmesi oleik asit tüketimini 0.4 kg/ton (%8.7) arttırmıştır. Bu artışın nedeni bu sürede çözeltiye geçen kationların oleat iyonlarının bir kısmını çöktürmesidir.

Şekil 1 ve Şekil 2'de aglomerat boyutları incelendiğinde, çözünme süresi 7 dakika olduğunda 0.74 mm boyutunda aglomerat elde etmek için gerekli olan oleik asit miktarının 5.0 kg/ton olduğu, çözünme süresi 0 dakika olduğunda ise 0.73 mm boyutunda aglomerat elde etmek için gerekli olan oleik asit miktarının 4.6 kg/ton ' olduğu görülmektedir. Boyutlar yaklaşık eşit kabul edilerek her iki durumda oleik asit tüketimleri karşılaştırılırsa, cevherin 7 dakika suda çözünmesi oleik asit tüketimini 0.4 kg/ton (%8.7) arttırmıştır. Bu artışın nedeni bu sürede çözeltiye geçen kationların oleat iyonlarının bir kısmını çöktürmesidir.

4. SONUÇLAR

- Manyezitin yağ aglomerasyonu ile zenginleştirilmesinde cevherin suda çözünmesi:
 1. proses veriminin düşmesine,
 2. aglomerat boyutunun küçülmesine veya
 3. oleik asit tüketiminin artmasına (%8.7) neden olur.
- Cevherin suda çözünmesi deneylerinin optimum koşullarında (süspansiyon sıcaklığı: 27 °C, gazyağı: 90 kg/ton, pH: 10.6 ve oleik asit: 5 kg/ton), %78.51 manyezit içeren bir cevherden, %91.78 manyezit içeren bir konsantre %92.0 verimle elde edilmiştir. Bu koşullarda elde edilen aglomeratların ortalama boyutu 0.74 mm olup aglomeratlar %1.10 SiO₂, %0.35 Fe₂O₃, %1.79 CaO, %50.89 kızdırma kaybı ve %45.67 MgO içermektedir.
- Cevherin suda çözünmemesi deneylerinin optimum koşullarında (süspansiyon sıcaklığı: 27 °C, gazyağı: 90 kg/ton, pH: 10.6 ve oleik asit: 4.6 kg/ton), %78.51 manyezit içeren bir cevherden, %91.88 manyezit içeren bir konsantre %91.9 verimle elde edilmiştir. Bu koşullarda elde edilen aglomeratların ortalama boyutu 0.73 mm olup aglomeratlar %1.23 SiO₂, %0.36 Fe₂O₃, %1.67 CaO, %50.75 kızdırma kaybı ve %45.79 MgO içermektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, N., Galbois, N., Kocabağ, D., Russo, P., Simpson, G., Smith, M.R. and Tarasova, I. 1986. *Separation of Fine Sulphide Mineral Particles by Two Liquid Flotation and Spherical Agglomeration*, 1 st International Mineral Processing Symposium, 29 Eylül-1 Ekim, İzmir, 387-406.
- Akar, A. 1983. *Selekti/Aglomerasyon Yöntemi ile Antimonu Cevherinin Zenginleştirilmesi ve Arsenikten Arındırılması*, Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 8 Kongresi. 21-25 Şubat, Ankara, 179-196.
- Brandão, P.R.G. and Poling, G.W. 1982. *Anionic Flotation of Magnesite*, Canadian Metallurgical Quarterly, 21:211-220.
- Glembotskii, V.A., Klassen, V.I. and Plaksin, I.N. 1972. *Flotation, Primary Sources*, New York, 633 p.
- Kelsall, G.H. and Pitt, J.L. 1987. *Spherical Agglomeration of Fine Wolframite ((Fe,Mn)WO₃) Mineral Particles*, Chemical Engineering Science, 42:679-688.
- Matis, K.A., Gallios, G.P., Stalidis, G.A. and Hollick, C.T. 1989. *Flotation of Magnesite and Dolomite by Fatty Acids*, **Trans. IMM 98**, C99-105.
- Sengupta, D.K., Sastri, S.R. and Narasimhan, K.S. 1980. *Effect of Additives on Anionic Flotation of Magnesite*, Proc. Australas. Inst. Min. Metall., 275:59-65.
- Shaw, D.J. 1966. *Introduction to Colloid and Surface Chemistry*, Butterworths, London, 186 p.
- Sparks, B.D. and Wong, R.H.T. 1973. *Selective Spherical Agglomeration of Ilmenite Concentrates*, The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin, January:73-77.
- Uçbaş, Y. 1991. *Manyezit Cevherinin Yağ Aglomerasyonu Yöntemi ile Zenginleştirilmesi*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, 87 s.
- Uwadiale, G.G.O.O. 1990. *Selective Oil Agglomeration of Agbaja Iron Ore*, Minerals & Metallurgical Processing, 7:132-135.
- Yehia, A., Youssef, M.A. and Boulos, T.R. 1990. *Different Alternatives for Minimizing the Collector Consumption in Phosphate Fatty Acid Flotation*, HI. International Mineral Processing Symposium, September 11 - 13, Istanbul, 430 - 439.