

Feke-Adana Kuvars Kumtaşı Flotasyonunda Öğütmenin Etkisi

O. Bayat, H. Vapur, Ö. Kılıç, V. Arslan
Çukurova Üniversitesi, ADANA

H. Akarsu
Camiş Madencilik A.Ş., MERSİN

ÖZET: Bu çalışmada Camiş Madencilik A.Ş.'in sahibi olduğu Feke-Adana'da üretilmesi planlanan kuvars kumunun mevcut kırma + öğütme + sınıflandırma + flotasyon sistemi yerine kırma + sınıflandırma + flotasyon işlemi ile elde edilecek ürünün cam yapımında kullanılacak kalitede olup olmayacağı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve önerilen akım şeması sonucu elde edilen flote edilmiş kumun kalitesinde bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

ABSTRACT: In this study, flotation properties of the silica sand in Feke/Adana owned by Camiş Mining Corp. were investigated using current comminution + grinding + classification + flotation or proposed comminution + classification + flotation in order to produce silica sand suitable for the production of glass. Results were evaluated using statistical methods and it was found that there is no difference in the quality of processed silica sand using proposed flotation flowsheet.

1. GİRİŞ

Adana-Mersin yöresindeki kuvars kumlarından Tarsus/Mersin'de kurulu bulunan Camiş Madencilik A.Ş. tarafından işletilen flotasyon tesisinde kırma+öğütme+zenginleştirme işlemleri ile düz cam ve cam eşya (zücaciye) kalitesinde flote edilmiş kuvars kumu elde edilmektedir (Kılıç ve ark., 1999).

Adana-Mersin yöresinde yer alan kuvars kumtaşı numunelerine yapılan mineralojik incelemeler, tanelerin büyük çoğunluğunun kuvars olduğu ve bunun yanı sıra ortoklas, mikroklin, az miktarda radyolarit ve peridotit de içerdiğini göstermiştir (Akarsu ve Ateş, 1994).

Halen çalışmakta olan flotasyon tesisine beslenen ve değişik maden ocaklarından çıkarılan kuvars kumtaşıları kırma işlemi ile 2 mm'nin altına indirildikten sonra öğütme işlemine tabi tutulmakta ve -0.5+0.106 mm arası tane fraksiyonu flotasyon

işleminde geçirilerek flote edilmiş, cam kumu kalitesinde ürün elde edilmektedir. İşletmenin ruhsat sahibi olduğu ocaklardan birisi olan Çıkkak mevkii, Feke-Adana'da üretilmesi planlanan kuvars kumunun (4.5 milyon ton rezerv ve 50 000 t/yıl üretim kapasitesi) halihazırda kullanılan mevcut kırma+öğütme+sınıflandırma sistemi yerine kırma+sınıflandırma sonrası flotasyon işlemi sonrası elde edilecek ürünün istenen kalitede olup olmayacağı yapılan bu çalışma ile araştırılmıştır.

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi ufalama sonrası kuvars kumunun %67.3'ü -0.5+0.106 mm tane fraksiyonundadır. Malzemenin öğütme işlemine tabi tutulmadan sadece sınıflandırıldıktan sonra flote edilmesinin daha az maliyet ve öğütme sonrası oluşan daha fazla orandaki şlam (-0.106 mm) malzemesinin flotasyon işlemine getirdiği zorlukları aşmak gibi faydalar sağlayacağı düşünüldükten bu çalışma yapılmıştır.

İşletmede -0.106 mm tane boyutlu malzeme flotasyon öncesi ayrılmakta ve atık malzeme olarak

nitelendirilmektedir. Mevcut flotasyon tesisinde uygulanmakta olan flotasyon koşulları laboratuvar deneylerinde esas alınmıştır.

Flotasyon testlerinde kullanılan diğer malzeme (Örnek II) ise örneğin direkt olarak -0.5+0.106 mm tane boyutunda sınıflandırılması ile elde edilen malzemedir (Şekil 2).

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Örnek

Bu çalışmada kullanılan temsili kuvars kum örneği Camış Madencilik A.Ş.'nin Çıkak Mevkii'ndeki (Feke-Adana) maden ocağından alınmıştır.

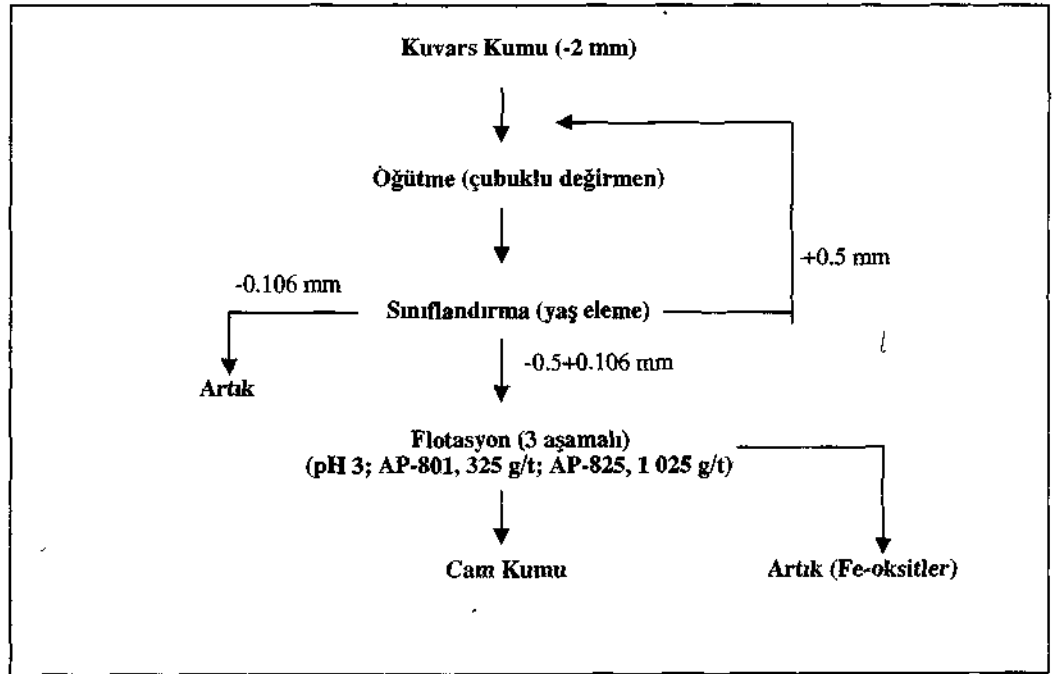
Yaklaşık olarak 50 kg örnek, Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarı'na getirilmiş ve testlere tabi tutulmuştur.

Flotasyon testlerinde iki farklı tip malzeme kullanılmıştır. Bunlardan birincisi (Örnek I), örneğin çubuklu değirmende öğütülmesi ve -0.5+0.106-mm tane boyutunda sınıflandırılması sonucu elde edilen malzemedir (Şekil 1).

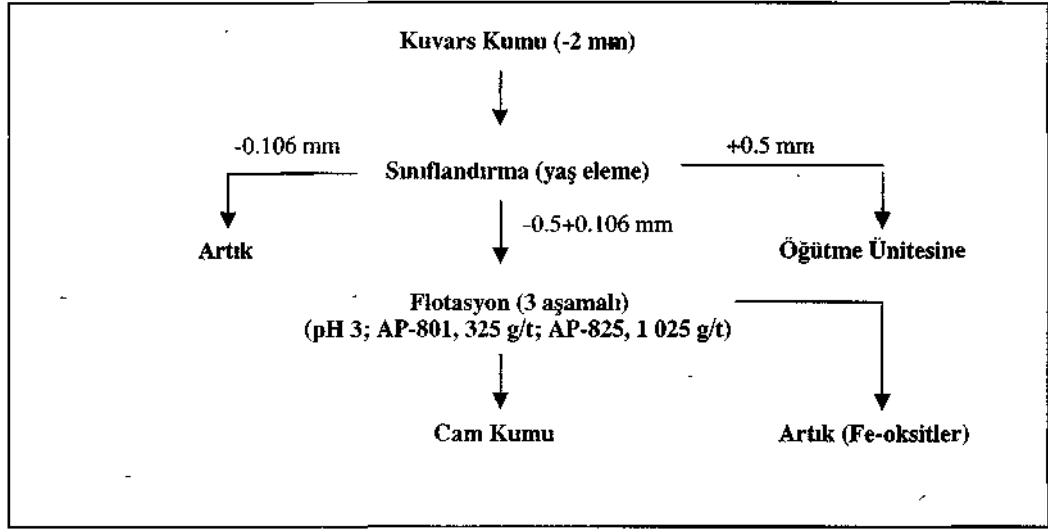
Çizelge 1. Kuvars kum örneği tane irilik dağılımı

| Tane İriliği (mm). | Ağırlık (%) | Kümülatif Elek Üstü (% Ağ.) | Kümülatif Elek Altı (% Ağ.) |
|--------------------|-------------|-----------------------------|-----------------------------|
| +1 | 9.38 | 9.38 | 100.00 |
| -1+0.5 | 2.25 | 11.63 | 90.62 |
| -0.5+0.106 | 67.30 | 78.93 | 88.37 |
| -0.106 | 21.07 | 100.00 | 21.07 |
| Toplam | 100.00 | | |

Deneysel çalışmada kullanılan her iki örneğe ait kimyasal analiz değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.



Şekil 1. Örnek I flotasyon akım şeması



Şekil 2. Örnek II flotasyon akım şeması

Çizelge 2. Flotasyon deney örneklerinin kimyasal bileşimi

| Bileşen | Örnek I (%) | Örnek II (%) |
|--------------------------------|-------------|--------------|
| SiO ₂ | 97.70 | 97.55 |
| Al ₂ O ₃ | 0.330 | 0.330 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.090 | 0.090 |
| TiO ₂ | 0.037 | 0.038 |
| CaO | 0.130 | 0.130 |
| MgO | 0,070 | 0.080 |
| Na ₂ O | 0.010 | 0.010 |
| K ₂ O | 0.140 | 0.140 |

Çizelge 2'den de görüldüğü gibi her iki örneğinde safsızlık değerleri birbirine yakındır.

2.2. Yöntem

Flotasyon testleri Denver marka laboratuvar tipi flotasyon makinesi ve cihaza ait 1 litrelik flotasyon hücresinde, 500 g numune ile yapılmıştır. Şehir şebeke suyunun kullanıldığı deneylerde %66 katı oranında, 900 dev/dk'da 5 dk koşullandırılan pülp,

0.106 mm elek ile duru su gelene kadar yıkanarak şlam atma işlemi yapılmıştır (kil minerallerinin uzaklaştırılması). Numune daha sonra %50 katı oranında ayarlanmış ve reaktifler eklendikten sonra karıştırma hızı 1 200 dev/dk'a artırılmış ve hava beslemesi yapılarak 5 dk süre ile köpük alınmıştır.

Flotasyon hücresinde kalan numune 0.106 mm'lik elekten süzölmüş ve yukarıda belirtilen işlemler iki kez tekrarlanmıştır. Tüm flotasyon işlemleri pH 3-3.5'te (% 10'luk H₂SO₄) ve oda sıcaklığında yapılmıştır. Flotasyon işlemlerinde kullanılan reaktifler Cytec Industries BV firması tarafından sağlanmış ve deneylerde Çizelge 3'de belirtilen miktarlarda kullanılmıştır.

Her iki farklı şekilde hazırlanan örnek için aynı tip kollektör/köpürtücü kullanarak deneyler 6 defa tekrarlanmış ve aritmetik ortalama-standart sapma değerleri tespit edilmiştir. İstatistiksel deneysel çalışmalarda aynı koşullarda fazla sayıda deneysel tekrar standart sapmanın daha iyi tahminini-ve dolayısı ile ortalama değerdeki sapmanın daha az olması sonucunu doğurmaktadır. Bu sapmanın az olması istatistiksel olarak da ortalama tahminlerin güvenilirliğini artırmaktadır.

Yapılan bu çalışmada 6 tekrarlı flotasyon testleri zaman ve maliyet açısından uygun bulunarak yapılmış ve buna göre hipotez kurularak her iki tip

malzeme için flotasyon sonuçları istatistiksel olarak yorumlanmıştır.

Kuvars kum örnekleri ve flotasyon deneylerinde elde edilen ürünlerin kimyasal analizleri Camiș Madencilik A.Ş. tarafından XRF (Siemens SRS 300 X-Ray Floresans Spectrophotometer) kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 3. Flotasyon deneylerinde kullanılan reaktif miktarları

| | AP-801 (g/t) (% 9.5'lık) | AP-825 (g/t) (% 7.6'lik) |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| I. Aşama Flotasyon | 130 | 410 |
| II. Aşama Flotasyon | 130 | 410 |
| III. Aşama Flotasyon | 65 | 205 |

3. DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Kuvars kumu içerisindeki demir içeriği (Fe_2O_3) elde edilen flote edilmiş kumun cam üretiminde kullanım şeklini ve yerini belirlemektedir (Farmer ve ark., 2000). Düz cam kalitesinde cam üretiminde kullanılan kuvars kumunun %0.05'den daha az Fe_2O_3 içermesi ve züccaciye cam eşya kalitesinde cam üretiminde kullanılan kuvars kumunun demir içeriğinin ise %0.02'den daha az Fe_2O_3 içermesi istenmektedir (Ay ve Arıca, 2000).

Bu çalışmada değerlendirme parametresi olarak kuvars kumu konsantrelerin Fe_2O_3 içerikleri dikkate alınmış ve buna göre istatistiksel tahmin ve yorumlar yapılmıştır. Flotasyon testleri esnasında deneysel verim değerleri %85.5 ile %86.5 arasında değişmiştir.

Her iki farklı örneğin aynı flotasyon koşullarında flotasyon işlemine tabi tutulması sonucu elde edilen konsantrelerin Fe_2O_3 değerleri esas alınarak oluşturulan deney sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Bu sonuçların değerlendirilmesi amacıyla t_{hmk} hipotezi yapılarak ortalama sonuçlar arasında bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Bu hipotez parametresi;

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (1)$$

ifadesi ile belirlenmektedir (Gündüz, 1998).

Çizelge 4. Flotasyon deneyler sonuçları

| Deney No | Örnek I (x ₁) | Örnek II (x ₂) |
|--|---|-------------------------------|
| | Konsantre (%Fe ₂ O ₃) | Konsantre |
| 1 | 0.065 | 0.067 |
| 2 | 0.051 | 0.051 |
| 3 | 0.063 | 0.059 |
| 4 | 0.060 | 0.051 |
| 5 | 0.060 | 0.059 |
| 6 | 0.051 | 0.051 |
| Ortalama Değer (x ₁) | 0.058 | 0.056 |
| Standart Sapma (S ₁) | 0.006 | 0.0065 |
| Varyans (S ₁ ²) | 3.6*10 ⁻⁵ | 4.225*10 ⁻⁵ |

Burada; S₁, ortak standart sapma değeri olup (2) no lu ifade ile bulunmaktadır.

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) S_1^2 + (n_2 - 1) S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (2)$$

Serbestlik derecesi ise;

$y = n_1 + n_2 - 2$ ifadesi ile belirtilmektedir.

H₀: $\mu_1 = \mu_2$

H₁: $\mu_1 \neq \mu_2$

$n_1 = 6$ ve $n_2 = 6$ için serbestlik derecesi 10'dur.

Burada;

H_0 : sıfır hipotezi, α anlamlılık düzeyinde $\mu_1 = \mu_2 = 0$ dir.

H_1 : Karşı hipotez, eğer $t > t_{n\alpha}$ ise H_0 reddedilir. $\mu_1 \neq \mu_2$

Çift taraflı test yapılarak S_p değeri 6.25×10^{-6} olarak bulunmuştur. Bu değer (1) nolu ifadede yerine konulduğunda t değeri 0.55 olarak hesaplanmıştır.

%95 güven aralığı için, $\alpha = 0.05$ ve $\alpha/2 = 0.025$ dir. $t_{\alpha/2} = 0.975$ 'den, $V = 10$ için tablodan (Miller ve Freund, 1977) $t_{n\alpha/2}$ değeri 2.228 olarak bulunur.

t ve $t_{n\alpha/2}$ değerleri karşılaştırıldığında $t < t_{n\alpha/2}$ sağlandığından, H_0 kabul ve her iki örneğin aynı koşullarda yapılan flotasyon işlemi sonuçları arasında bir fark olmadığı görülmektedir.

Feke-Adana yöresi kuvars kumtaşlarının öğütme işlemine tabi tutulmadan sadece sınıflandırıldıktan sonra flote edilmesi sonucu elde edilen cam kumunun kimyasal bileşimi Çizelge 5'de verilmektedir. Bu kimyasal bileşim ile düz cam kalitesinde cam kumu özelliklerine uygun olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Örnek II flote edilmiş cam kumu kimyasal bileşimi

| Bileşen | (%) |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 99.55 |
| Al ₂ O ₃ | 0.26 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.056 |
| TiO ₂ | 0.034 |
| CaO | 0.11 |
| MgO | 0.06 |
| Na ₂ O | 0.01 |
| K ₂ O | 0.12 |

3. SONUÇLAR

Feke-Adana yöresi kuvars kumtaşlarının öğütme işlemine tabi tutulmadan sadece sınıflandırıldıktan sonra flotasyon işlemine tabi tutulması sonrası elde edilen kuvars kumunun düz cam kalitesinde cam üretimine uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca önerilen bu akım şemasında daha az jlk yatırım/işletme maliyeti ve daha az oranda şlam (-0.106 mm) malzemesinin oluşumu gibi ek faydalarında olacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Akarsu, H. ve Ateş, A., 1994. *Doğu Akdeniz Genç Çökellerinde Kuvars Kumunun Araştırılması ve Hebilli Kuvars Kumtaşlarının Maden İşletme ve Cevher Hazırlama Açısından İncelenmesi*, AÇS Maden Müdürlüğü Rapor (yayınlanmamış), İçel.
- Ay, N. ve Arca, E., 2000. *Refining Istanbul's Silica Sand*, The American Ceramic Society Bulletin, August, 89-91.
- Farmer, A.D., Collings, A. F. and Jameson, G J., 2000. *The Application of Power Ultrasound to the Surface Cleaning of Silica and Heavy Mineral Sands*, Ultrasonics Sonochemistry, 7, 243-247.
- Gündüz, L. ve Sarıışık, A., 1998. *İstatistiksel Karar Alma Yöntemleri*, Yerbilimlerinde İstatistik ve Uygulamaları, İsparta, 128-145.
- Kılıç, Ö., Akarsu, H. ve Anıl, M., 1999. *Adana-Mersin (Hebilli) İçel Yöresindeki Feldispatik Kuvars Kumtaşlarının Cam Hammaddesi Olarak Kullanılabilirliği*, III. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 14-15 Ekim, İzmir, 217-224.
- Miller, I., and Freund, E. J., 1977. *Statistics*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 160-175.