

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK – MİMARLIK FAKÜLTESİ  
MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**FLOTASYON KONSANTRELERİNDE SU KAZANIMI**

**BİTİRME PROJESİ**

**Hazırlayan**

**Emre TAŞTAN**

**Yöneten**

**Doç. Dr. Emin Cafer ÇİLEK**

**HAZİRAN-2004**

**ISPARTA**

**T.C.**  
**SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK – MİMARLIK FAKÜLTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BİTİRME PROJESİ**

**Emre TAŞTAN**  
**9811004022**

**Doç. Dr. Emin Cafer ÇİLEK**

2003-2004 Eğitim-Öğretim Yılı Bahar Yarıyılı

**FLOTASYON KONSANTRELERİNDE SU KAZANIMI**

Doç.Dr.Emin Cafer ÇİLEK yönetiminde Emre TAŞAN tarafından hazırlanan bu Bitirme Projesi, yapılan sınav sonucunda aşağıdaki Jüri Üyelerince kabul edilmiştir.

Sınav Tarihi: 30/06/2004

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Doç. Dr. Emin Cafer ÇİLEK

.....

.....

## ÖNSÖZ

Hazırlamış olduğum “Flotasyon Konsantrelerinde Su Kazanımı” başlıklı Bitirme Projemini teorik ve deneysel aşamalarının hazırlanması ve tamamlanmasında yardımlarını esirgemeyen Danışmanım Doç. Dr. Emin Cafer ÇİLEK’e; numunelerin kimyasal analizler sırasında yardımcı olan arkadaşım Ahmet ÇAKMAK’a ve Bitirme Projemini yazılmasında yardımcı olan arkadaşım Volkan GÜNGÖR’e içtenlikle teşekkür ederim.

Öğrenim hayatımın ilk gününden bugüne kadar maddi - manevi destekleri ve sevgileri ile hep yanımda olan çok değerli Aileme teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Emre TAŞTAN

Isparta-2004

## ÖZET

Karadeniz bölgesinde yer alan Küre bakır flotasyon tesisi, zor yüzdürülebilir bir bakır cevheri işleyen tesislerden biridir. Tesiste, ortalama % 1.7 Cu ve % 37 S içeren ve masif ve emprenye olarak adlandırılan iki farklı bakır cevherinin bir karışımı zenginleştirilmektedir. Emprenye bakır cevherinde ana mineral olarak silisli matris içinde ince boyutta saçılmış kalkopirit minerali bulunmaktadır. Masif cevherde ise, ana bakır minerali kalkopirit çoğunlukla pirit minerali içinde dağılmış durumda bulunmakta olup bu cevher içinde silisli mineraller azınlıktadır (%10-15).

Tesiste üretilen kaba konsantre dört defa temizlenerek ortalama %15-18 Cu içeren bir nihai konsantre ve göreceli olarak yüksek pirit içeriğine sahip bir artık üretilmektedir. Tesiste düşük tenörlü bir konsantre üretilmesinin temel nedenlerinden birinin mekanik taşıma olabileceği öngörülebilir. Mekanik taşıma ise konsantrede (köpük) elde su miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, bu deneysel çalışmada hava akış hızı, köpük yüksekliği vb. gibi mekanik taşımada etkin olan flotasyon değişkenlerinin etkileri belirlenmiştir. Ayrıca, yapılan kinetik deneylerden üretilen verilerle değerli mineral ve gang için kinetik model parametreleri belirlenerek karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
<b>ÖNSÖZ</b>	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>v</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Flotasyon Tekniği</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Flotasyon Reaktifleri</b>	<b>6</b>
<b>1.2.1 Kontrol reaktifleri</b>	<b>6</b>
<b>1.2.2 Toplayıcılar</b>	<b>7</b>
<b>1.2.3 Köpürtücüler</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Flotasyon makineleri</b>	<b>11</b>
<b>1.4 Flotasyon Devreleri</b>	<b>21</b>
<b>2. KÖPÜK FAZIN ÖZELLİKLERİ</b>	<b>26</b>
<b>2.1 Flotasyonda Mekanik Taşıma</b>	<b>26</b>
<b>2.2 Mekanik Taşıma Modelleri</b>	<b>32</b>
<b>3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Malzeme ve Yöntem</b>	<b>38</b>
<b>4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Hava Akış Hızı-Su Kazanımı İlişkisi</b>	<b>43</b>
<b>4.2 Köpük Yüksekliği-Su Kazanımı İlişkisi</b>	<b>48</b>
<b>4.3 Pulp Katı Oranı-Su Kazanımı İlişkisi</b>	<b>53</b>
<b>4.4 Gang Verimi-Su Kazanımı İlişkisi</b>	<b>58</b>
<b>5. ÖNERİLER</b>	<b>66</b>
<b>KAYNAKLAR</b>	<b>70</b>

## 1. GİRİŞ

Flotasyon, çok ince tane büyüklüğünde ayrılması mümkün olan minerallere uygulanan bir zenginleştirme yöntemi olup, gravite vb. yöntemlerle zenginleştirilmeleri mümkün olmayan, pek çok düşük tenörlü veya karmaşık yapılı cevher yatağının işletilmesini mümkün kılarak, madencilik endüstrisinin gelişmesine yol açmıştır. Zamanımızda bakır, çinko, kurşun, gümüş gibi metallerin dünya ihtiyacının büyük bir kısmı flotasyon ile elde edilmektedir (Atak, 1990; Kaya, 1998). Flotasyon performansı üzerinde pH, besleme hızı, tane boyutu, kullanılan kimyasallar, cevher ve mineral özellikleri vb. parametreler oldukça etkindirler (Arbiter ve Harris, 1962; Brooks ve Fleming, 1989).

Mineral tanelerinin hava kabarcığına bağlanmadan, sıvı film içinde konsantreye taşınması ise mekanik taşıma olarak tanımlanmaktadır. Mekanik taşımada, ince taneler, köpük fazına, yukarı yükselen hava kabarcığının arkasında veya kabarcıklar çevresindeki su ile ya da yükselen kabarcıklar tarafından itilen su ile taşınmaktadır. Engelbrecht. ve Woodburn (1975) mekanik taşımada susevmez (hidrofobik) ve susever (hidrofilik) mineraller arasında seçimlilik söz konusu olmadığından, ince tanelerin bu mekanizma ile konsantreye aynı anda taşındıklarını belirlemiştir. Bu durum, gang (değersiz) minerali ve değerli mineral verimini artırırken konsantrede değerli mineral/element tenörünün düşmesine sebep olmaktadır. Mekanik taşımının en aza indirgenmesi için, hücre hidrodinamiği ile doğrudan ilişkili olan hava akış hızı, köpük yüksekliği, katı oranı ve köpük alma süresinin göz önüne alınması ve kontrol edilmesi gerekmektedir.

Bishop ve White (1976); Engelbrecht. ve Woodburn (1975) ve Kirjavainen (1989) tarafından yapılan bilimsel araştırma sonuçlarına göre, hava akış hızı ( $Q_a$ ) artışı, köpüğün hücre içinde yükselme ve hücreyi terketme hızını artırmasına neden olmaktadır. Bu artış ise hava kabarcıklarının yer değiştirme hızını azaltabilmekte ve böylece konsantreye kabarcıklar arasında taşınan ince tane miktarının artmasına sebep olmaktadır. Köpük yüksekliği artışı, kabarcıklar arasında konsantreye taşınan ince tane miktarını azaltmaktadır. Kabarcıklar arasında konsantreye taşınan ince tane miktarı artışını meydana getiren değişkenlerden bir diğeri ise köpük alma süresi artışı olarak bilinmektedir.

**KAYNAKLAR**

1. Atak, S., 1990. Flotasyon İlkeleri ve Uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Yayınları. Kitap Yayın No: 34
2. Arbiter, N., and Harris, C.C., 1962. Flotation Machines, Froth Flotation 50th Anniversary Volume, AIMME, New York, 342
3. Bishop, J.P. ve White, M.E. 1976. A 'Study of Particle Entrainment in Flotation Froths,'Trans IMM,85,C191-C194.
4. Brooks, M.J., and Fleming,, I.T.R. 1989. Modernization of the Nchanga flotation plant: a comparison of flotation cells and columns. Mining Mag. 161 (July) 34.
5. Çilek, E.C. and Umucu,Y., 2001, A Statistical Model For the Gangue Entrainment into the Froths in Flotation of Sulphide Ores, Minerals Engineering, 14(9)
6. Engelbrecht. J.A., Woodburn, E.T., 1975. The Effect of Froth High, Airation Rate and Gas Precipitation on Flotation. J.S. Afr. Min. Metall., 76, 125-132.
7. Ersayın S.,1986. Flotation Kinetics of Santiago Copper Ore, Doktora Tezi, Leeds Üniversitesi, İngiltere, S.198-238
8. Ghosh, S. ve Rao, C.R., 1996, Design and Analysis of Experiments, Handbook of Statistics-13, Elsevier publications, Amsterdam.
9. Gülsoy, Ö.Y.,1995. Hidrofobik ve Hidrofilik Mineral Flotasyonu Üzerine Su Kazanımının Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi,S.183
10. Johnson, N. W., Mc Kee, D.J., Lynch, A.J.,1974. Flotation Rates of Non-sulphide Minerals in Calcopyrite Processes. Trans. Am. Ins. Min. Metall. Pet. Eng., 256: 204226.