

Türkiye 16. Madencilik Kongresi / 16th Mining Congress of Turkey, 1999, ISBN 975-395-310-0

KESİKLİ FLOTASYON TESTLERİNDE KULLANILAN ZAMAN DÜZELTME YAKLAŞIMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

A COMPARISON OF TIME CORRECTION APPROACHES USED IN SEMI-BATCH FLOTATION TESTS

Ö.Y. GÜLSOY

Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü

S. ERSAYIN

Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada flotasyonda su kazanımının tanımlamak amacıyla iki farklı model (üssel ve exponansiyel) kullanılmıştır. Bu modellerin farklı koşullarda yapılan flotasyon test verilerine uyumları incelenmiştir. Daha sonra bu modeller flotasyonda başlangıç anı düzeltmesinde kullanılabilmesi için modifiye edilmişlerdir. Her iki modifiye modelin deneysel verilere uyumları hesaplanmıştır. Modifiye edilmemiş ve modifiye modellerin her ikisinin de verilere uyumları birbirleriyle kıyaslanmıştır.

Sonuçlar üssel modelin model uyumunun exponansiyel modele göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Zaman düzeltmesi amacıyla modifiye edildiğinde de üssel modelin uyumunda bozulma olmamaktadır.

ABSTRACT

In this study, two different empirical models (power and exponential) were used to define the water recovery in flotation. The fits of these two models to the experimental data obtained from the tests performed in different conditions were investigated. Then, these models were modified so that they could be used to zero time correction in flotation. The fit of both modified models to the experimental data was also calculated. The fits of both modified and non-modified models were compared with each other.

The results indicated that the fit of the power model was better than that of the exponential model. The fit of power model did not deteriorate even when it was modified for time correction.

1.GİRİŞ

Flotasyon sistemlerinin süreci etkileyen çok sayıda değişken içermeleri nedeniyle, fiziksel olarak tanımlanmaları zordur. Flotasyon sistemleri ampirik ve ya ampirik bazı modellerle ifade edilmektedirler. Bu modeller genel olarak minerallerin yüzme davranışlarını tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır. Fakat gerçek anlamda yüzdürülen minerallerin dışında konsantreye su ile bir miktar malzeme istem dışı olarak taşınmaktadır. Bu durum hem hidrofobik hem de hidrofilik mineraller için geçerlidir. Su ile taşınım konsantrasyon ve verim üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle birçok araştırmacı flotasyonda konsantreye su ile taşınan minerallerin davranışını ve bu davranım üzerinde çeşitli işlem değişkenlerinin etkisini tanımlamak amacıyla modelleme çalışmaları yapmışlardır (Engelbrecht et al. (1975), Bishop et al. (1976), Lynch et al. (1981), Trahar (1981), Wark

(1981), Warren (1985), Kirjavainen et al. (1988), Smith et al. (1989), Ross (1990), Ross (1991).) Fakat, bu şekilde su ile taşınım olarak gerçekleşen kontrol dışı konsantreye taşınımın asıl etkeni olan su kazanımı ve bu kazanımın davranışını hakkında literatürde son derece az çalışma mevcuttur (Woodburn ET. and Loveday B.K., (1965), Hemmings (1980), Laplante et al. (1983), Subrahmanyam ve Foursberg(1988), Malysa(1993)).

Su kazanım davranışının modeldenmesi ile ilgili olarak yapılmış olan çalışmada (Gülsoy, 1995. 1996. 1998) bu davranımın üssel yada exponansiyel bir eşitlikle ifade edilebileceği ortaya konulmuştur. Aynı zamanda flotasyonda su kazanım değerleri kullanılarak başlangıç anı düzeltmesi de yapılabilmektedir (Gülsoy, 1998). Bu çalışmada laboratuvarında hazırlanmış özel numuneler ve çeşitli bölgelerden temin edilmiş cevherler ile özet olarak ölçme ve kontrol düzenekleri ile donatılmış

laboratuvar flotasyon düzeneklerinde yapılan testlerden elde edilen sonuçlar kullanılarak hem üssel hem de exponansiyel modelin deneysel verilere uyumları incelenmiştir. Bu incelemede flotasyonda başlangıç zamanı düzeltilmesi amacıyla yönelik olarak su kazanımına karşı flotasyon süresi ilişkisi ve flotasyon süresine karşı su kazanım ilişkisi ayn ayn incelenmiş ve her İki modelin tahmin güçleri karşılaştırılmıştır. Buna bağlı olarak, flotasyonda su kazanımını tanımlamak amacıyla önerilen bu iki modelin flotasyonda zaman düzeltilmesi amacıyla kullanılması durumunda tahmin güçlerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Birinci adımda laboratuvarında Özel olarak hazırlanmış mineral karışımları kullanılarak, bu karışımlar ile flotasyon testleri yapılmıştır. Buna göre pH, toplayıcı dosajı, köpürtücü dosajı, hava akış hızı, besleme malzemesinin hidrofobik mineral içeriği, pervane dönüş hızı ve flotasyon hücresi hacmindeki değişimin konsantreye taşman suyun davranımı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu aşamada sülfürlü cevherler kullanılarak elde edilmiş olan deneysel veriler için de modelleme çalışması yapılmıştır. Sülfürlü mineral kullanılarak yapılan bu çalışmadaki verilerde, Özellikle köpürtücü dosajı ve beslemenin katı içeriğinin su davranımı üzerindeki etkisini açıklamak için Önem taşımaktadır.

Oksit flotasyonu koşullarında inceleme yapmak amacıyla da manyetit kuvars karışımları kullanılarak deneyler yapılmıştır.

İkinci grupta ise orjinal cevherler kullanılarak bunlar için belirlenmiş optimum flotasyon koşullarında konsantreye taşınan suyun davranımı ve bu davranım Üzerinde besleme malzemesi tane boyunun etkisi incelenmiştir. Bu şekilde yapay karışımlar kullanılarak belirlenmiş olan ilişkilerin gerçek cevherlerle de sınanması sağlanmıştır.

2.1. Deney Numuneleri ve Deney Düzeneği

Deneysel çalışmalar sırasında deney numunelerindeki değişimlerden kaynaklanabilecek sapmaları bertaraf edebilmek amacıyla oksit flotasyonu için saf olarak hazırlanan manyetit ve kuvars, sülfür flotasyonu için sadece konsantre pirit ve konsantre pirit, kuvars belli oranlarda karıştırılarak deney numunesi olarak kullanılmıştır.

Kullanılan kuvars numunesi Toprak Enerji A.Ş.'den ve manyetit numunesi İse Türkiye Demir Çelik İşletmelerinden pirit konsantresi ise ETİ Holding Küre Bakırlı Pirit İşletmesinden temin edilmiştir. Kuvars ve manyetit numunesi -200 j.m pirit ise -90 jim olarak hazırlanmıştır.

İkinci grup deneysel çalışmalarda Çine bölgesindeki çeşitli yatlardan temin edilen Feldispat numuneleri kullanılmıştır. Bu numuneler önemli miktarda mika içermektedir. Kullanılan reaktif türleri ve cevherin içerdiği mika oranının yüksek olması, bu tür bir malzeme İle laboratuvar ortamında çalışırken sürekli kontrol edilebilen köpük oluşumu mümkündür. Sonuçların köpük oluşumu uygulanması aşamasında yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı bu tür bir cevherle çalışmak tercih edilmiştir. Bu grup deneylerde -500, -300 ve -180 um fraksiyonlarında hazırlanmış olan deney numuneleri kullanılmıştır.

Literatürden . elde edilen verilerdeki pirit numunesinin Fe içeriği %42.8, S içeriği %48.91 ve SiO₂ içeriği de %6.95 civarındadır. Manyetit İse kullanılmadan önce manyetik separatörden geçirilmiş ve mümkün olduğunca saf olarak deneylerde kullanılmıştır. Kullanılan manyetit konsantresinin %99.7'nin Üzerinde manyetit içerdiği saptanmıştır. Kuvarsın SiO₂ içeriği Toprak Enerji A.Ş.'den alınan verilere göre %99.5'den daha yüksektir. Feldispat numunesi olarak mikalı ve rutilce zengin olan iki farklı cevher kullanılmıştır. Mikalı cevherde koşullar mikanın yüzdürülmesine ayarlanmış rutil içeren cevherde ise rutilin yüzebileceği optimum koşullara ayarlanmıştır. Cevherlerin TiO₂ içerikleri %0.2-0.5, Fe₂O₃ içerikleri ise %0,15-0.25 arasında değişmektedir. Deneysel çalışmaların su kazanımı konusuna yönelik olması kullandığımız malzemelerin detaylı kimyasal analizlerinin yapılmasını gerektirmemektedir. Bu nedenle kullanılan malzemeler için belirlenmiş olan bu değerler bizim için yeterli olmuştur.

Deneyler amacımıza uygun olarak yeniden düzenlenmiş olan ve özel ölçme ekipmanlarıyla donatılmış Denver flotasyon makinasında çalışma amacıyla uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Hücrelere hücre içindeki palp seviyesini kontrol altında tutmayı sağlayacak olan optik palp seviyesi kontrol cihazı monte edilmiştir. Buna göre selülde palp seviyesi belirlenen seviyenin altına düştüğünde optik devre bir pompayı çalıştırmakta, bu pompada deney öncesinde hücre içindeki koşullara benzer pH'da aynı miktarda köpürtücü içerecek şekilde hazırlanmış olan İlave su deposundan sisteme su

pompalamaktadır. Palp seviyesi istenilen seviyeye ulaştığında sisteme ilave su girişi otomatik olarak kesilmektedir. Sistem hava girişine bir rotametre bağlanmıştır. Rotametrenin ayarlanabilir musluğu kullanılarak sisteme giren hava akış hızı kontrol altında tutulmuştur. Köpük sıyırmak amacıyla özel köpük sıyırma pedalları kullanılmıştır.

Bütün deneyler kinetik veriler toplamak üzere planlanmıştır. Her deneyde köpük düzenli olarak farklı kaplar içine sıyrılmış ve böylece köpükle taşınan katı ve su özel kaplar içinde toplanmıştır. Belirlenmiş koşullarda deney boyunca değişen zaman aralıklarında (6 veya 8 farklı zaman aralığında) numuneler darası alınmış kaplar içinde ayrı ayrı toplanmıştır. Daha sonra her bir numune yaş olarak tartılıp kurutulmuş ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak her bir adımda kazanılan su miktarları hesaplanmıştır. Deneylerin başlangıcında su kazanımındaki hızlı değişim nedeniyle zaman aralığı dar tutulmuş deney

sonlarına doğru zaman aralığı genişletilmiştir. Her bir adım için toplanan su miktarları başlangıçta selül içindeki su miktarının yüzdesi olarak hesaplanmış ve her bir deney için kümülatifleri alınmıştır. Bu kümülatif değerler deney verileri olarak kullanılmıştır. Herhangi bir parametrenin incelenmesi durumunda diğer parametreler sabit alınmıştır. Parametrelerin İç etkileşimlerinin belirlenmesi amacıyla deney tasarımı yapılmamıştır. Bu tür davranımı bilinmeyen yaklaşımlarda deney tasarımından önce, sistem üzerinde etkili parametrelerin ve etkili oldukları sınırların öncelikle belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle incelemelerde genel davranımı ortaya koyabilecek şekilde bir deneysel çalışma planlanmış ve yürütülmüştür.

Pirit, pirit-kuvars karışım deneyleri için deneysel çalışma koşulları ve değişkenlerin sınaama değerleri Çizelge 1.'de verilmektedir.

Çizelge 1. Test Koşulları ve Değişkenlerin Sınama Değerleri

Test numunesi / koşullar	Pirit	Pirit-Kuvars
Test hücresi	Denver	Denver
Hücre hacmi (l)	2	2
pH	5,5	5,5
Toplayıcı tipi	KAX	KAX
Toplayıcı miktar (g/t)	70	100
Köpürtücü tipi	PPG	MIBC+Çam yağı
Köpürtücü miktar (g/t)	20, 50, 100	100,200,250
Palpın% Katı içeriği	15,25,35	25
Hidroforbik mineral içeriği (%)	100	10, 15,20
Hava miktar (l/t)	6	3,6,8

Sülfür minerallerinden farklı olarak bu grupta yapılan manyetit kuvars karışımları, mikali feidispat cevheri ve rutilce zengin feidispat cevheri kullanılarak farklı tane boylarının ve köpürtücü tipinin su kazanımı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, mikali cevherlerde mika yüzdürülmüş rutil içeren cevherde ise rutil yüzdürülmüştür. Mikali cevherlerde tek adımda mika

temizlenemediği İçin bazı deney gruplarına da ikinci adım olarak temizleme flotasyonu uygulanmış ve temizleme adımında su kazanım davranımı incelenmiştir. Bu deneylerde de palpın katı içeriği koşullandırma süresince %40 cıvannda sabit tutulmuştur. Deney koşulları ve bu deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Deney Koşulları ve Sınama Değerleri

Deney Koşulları	Manyetit Kuvars Karışımı	Rutil içeren cevher	Mikali Feidispat
pH	4, 6,5, 9	5,5	2,5-3,0
Rolör devri (rpm)	1200, 1500, 1800	1500	1500
Toplayıcı miktar (g/t)	500,1000, 1500,2000*	2000*	200**
Köpürtücü miktar (g/t)	30,50,100,150	50	50
Hava miktar (cc/d)	850,1500,2140,2850	2140	2140
Hücre hacmi (cc)	1000,5000,10000	1000	1000
Manyetit içeriği (%)	5, 10, 20		
Köpürtücü Tipi	PPG, MIBC,A71 (Alkol)	MIBC	MIBC
Tane boyu (um)		-180,-300	• 180,-300,-500

*Na-oleal, ** Tallow amine acetate

3. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Elde edilen deney sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla kümülatif su kazanımı değerleri zamanın fonksiyonu olarak grafiğe işlenmiştir. Bu grafiklerden flotasyonda konsantreye gelen suyun genel davranımı ve su kazanımının çeşitli flotasyon parametrelerinin etkisine bağlı olarak flotasyon zamanı ile eksponansiyel yada üssel bir fonksiyonla ifade edilebileceği belirlenmiştir.

$$R_w = n \times t^\circ \quad (1)$$

$$R_w = n \times \exp(t \times a) \quad (2)$$

Burada, R_w : kümülatif su kazanımı (%)
t: flotasyon süresi (dak.)
n ve a: model parametreleridir.

İncelemeler göstermiştir ki "a" sisteme bağlı bir değişkendir ve işlem koşullarından çok az etkilenmektedir. Bu nedenle "a"nın sisteme bağlı bir sabit olacağı kabul edilmiştir, "n" ise işlem koşullarına bağlı bir parametredir. Bu çalışmada "cT" parametresi su kazanım gücü olarak ifade edilmiştir. Bu parametre ne kadar büyük ise konsantreye gelecek olan su miktarı da o kadar yüksek olmaktadır.

Elde edilen sonuçlar değerlendirilerek işlem değişkenlerinin model parametreleri üzerindeki etkisi ortaya konulduktan sonra model parametresi yada başka deyişle su kazanımı üzerinde etkili olan değişkenler belirlenmiştir. Buna bağlı olarak su kazanımı üzerinde etkili olan tüm işlem değişkenlerinin birlikte etkisini belirlemek amacıyla su kazanımı üzerindeki etkisi önemli olan bu değişkenler ve sınaama değerleri alınarak her bir çalışma grubu için bir regresyon eşitliği yazılmıştır.

Buna göre sadece pirit deneyleri için;

$$W_r = (a_0 + a_1 \times k + a_2 \times s) \times t \quad (3)$$

$$W_r = (a_0 + a_1 \times k + a_2 \times s) \times \exp(-t \times \infty) \quad (4)$$

Pirit-kuvars karışımı için;

$$W_r = (a_0 + a_1 \times p + a_2 \times k + a_3 \times h) \times t \quad (5)$$

$$W_r = (a_0 + a_1 \times p + a_2 \times k + a_3 \times h) \times \exp(-t \times \infty) \quad (6)$$

Manyetit-kuvars karışımı için;

$$W_r = (a_0 + a_1 \times c + a_2 \times k + a_3 \times h + a_4 \times v + a_5, m) \times t \quad (7)$$

$$W_r = (a_0 + a_1 \times c + a_2 \times k + a_3 \times h + a_4 \times v + a_5, m) \times \exp(-t \times \infty) \quad (8)$$

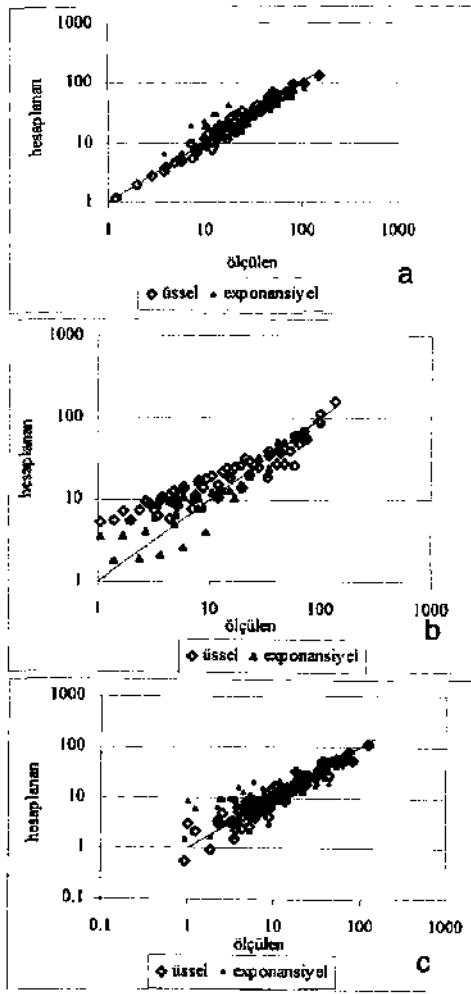
Burada;
Wr: su kazanımı
t: süre (dak.)
a₀, a₁, a₂, a₃, a₄, a₅ ve ∞ : model parametreleri
c: toplayıcı dosajı
k: köpürtücü dosajı (g/t)
v: hücre hacmi (lt)
m: beslemenin hidrofobik mineral (manyetit) içeriği (%)
s: pirit katı içeriği (%)
p: beslemenin hidrofobik mineral (pirit) içeriği (%)

Her üç model kendi grupları için toplu halde deneysel verilere uyarlanmış ve üssel modelin uyumu (r) sırasıyla 0.96, 0.89 ve 0.93 eksponansiyel modelin uyumu ise 0.88, 0.90 ve 0.86 olarak elde edilmiştir.

Bu inceleme sonunda her bir model için ölçülen değerlere karşı hesaplanan değerler grafiğe işlenerek modellerin tahmin güçleri grafiksel olarak incelenmiştir (Şekil 1).

Bu modeller elde edilen verileri tahmin etmek amacıyla kullanılmış ve her iki modelinde deneysel verilere uyumları (r^2) hesaplanmış ve bu bazda her iki model karşılaştırmıştır. Modellerin genel olarak verilere uyumları değerlendirildiğinde birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle her iki modelin ayrı ayrı tüm verilere uyumları incelenmiştir.

Özellikle pirit kuvars karışımları ile yapılan deneylerden elde edilen sonuçların başlangıç anı için model uyumları bir miktar düşüktür. Çok küçük değerler içeren bu kısım genel davranım üzerinde önemli bir etkiye sahip değildir. Diğer grup çalışmalarda da bu tür bir sorun gözlenmemiştir.



Şekil 1. Ölçülen ve Üssel - exponansiyel modellerden hesaplanan su kazanımı değerleri (a:sadece pirit, b:pirit-kuvars, c:manyetit-kuvars)

Bu çalışmanın amacı modellerin zaman düzeltmesi amacıyla kullanılması durumunda tahmin güçlerinde nasıl bir değişimin oluşabileceğini ortaya koymak olduğu için her iki model zaman düzeltmesi amacına uygun olarak yeniden düzenlenmiştir.

$$t = n \times R_w^a \quad (9)$$

$$t = n \times \exp(R_w \times a) \quad (10)$$

Her iki modelin de bu yeni yapılarının verilere uyumları (r^2) doğrusal olmayan regresyon yöntemiyle hesaplanmıştır. Buna göre her iki şekilde iki model için elde edilen uyum değerleri (r^2) Çizelge 3'de verilmektedir.

Çizelge 3. Exponansiyel ve üssel modellerin farklı koşullarda elde edilen deneysel verilere uyumları (r^2).

Sadece pirit	exponansiyel		üssel	
	t-su	su-t	t-su	su-t
%10pir.	0.96	0.93	1.00	1.00
%15pir.	0.96	0.93	1.00	1.00
%20 pir.	0.96	0.92	1.00	1.00
200g/tköp	0.96	0.93	1.00	1.00
250g/tköp	0.96	0.93	1.00	1.00
3 l/t hava	0.96	0.92	1.00	1.00
8l/t hava	0.94	0.96	1.00	0.99
Pirit - kuvars	t-su	su-t	t-su	su-t
%15katı20g/tköp.	0.97	0.84	0.99	0.99
%15katı50g/tköp.	0.98	0.85	1.00	1.00
%15kalı 100g/tköp.	0.98	0.88	1.00	1.00
% 25 katı 20g/t köp.	1.00	0.74	1.00	0.97
% 25 katı 50g/t köp.	0.98	0.89	1.00	1.00
% 25 katı 100g/tköp	0.98	0.87	1.00	1.00
%35 katı 20g/t köp.	1.00	0.69	0.99	0.98
%35 katı 50g/t köp.	1.00	0.76	1.00	0.98
%35 katı 100g/t köp.	0.97	0.88	1.00	1.00
Manyetit - kuvars	t-su	su-t	t-su	su-t
500g/t tp	0.97	0.93	1.00	1.00
1000g/ttp	0.98	0.89	1.00	1.00
1500g/ttp	0.98	0.88	1.00	1.00
2000g/t tp	0.97	0.91	1.00	1.00
30g/t köp.	0.97	0.94	1.00	1.00
50g/t köp.	0.98	0.89	1.00	1.00
100g/tköp.	0.97	0.92	1.00	1.00
150g/tköp.	0.95	0.95	1.00	1.00
850 cm3/dak.	0.95	0.95	1.00	1.00
1500cm3/dak.	0.97	0.91	1.00	1.00
2850 cm3/dak.	0.97	0.91	1.00	1.00
rpml200	0.97	0.92	1.00	1.00
rpmlSOO	0.98	0.89	1.00	1.00
rpml800	0.97	0.91	1.00	1.00
2 İt	0.98	0.89	1.00	1.00
5 İt	0.98	0.90	1.00	1.00
10 İt	0.99	0.85	1.00	0.99
%10 manyetit	0.98	0.89	1.00	1.00
%20 manyetit	0.98	0.89	1.00	1.00

Sonuçlar incelendiğinde üssel fonksiyonun verilere exponansiyel fonksiyona göre çok daha yüksek uyum sağladığını söylemek mümkündür. Diğer taraftan model yapısının zaman düzeltilmesi amacıyla olarak modifiye edilmesi durumunda exponansiyel fonksiyonun uyumunun önemli ölçüde bozulduğu fakat üssel fonksiyonun ise uyumunda bir bozulma olmasına karşın önemli bir değişim olmadığı görülmektedir.

Bu bulgular cevher kullanılarak yapılmış olan deney sonuçlarına uyarlanmıştır. Buna göre önerilen modelin farklı deney koşullarında deney verilerine uyumları hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen uyum değerleri (r^2) Çizelge 4'de verilmektedir.

Çizelge 4. Cevher kullanılarak elde edilen deneysel verilere üssel modelin uyumu

Dozaj	Mika içeren cevher						Rutil İçeren cevher	
	Köptürücü tip ve dozajının etkisi			Tane boyu ve aşama sayısının etkisi			Tane boyu	
	MIBC	PPG	A71	Tane boyu	1. aşama	2. aşama		
50 g/t	0.99	1.00	0.99	-180 um	0.99	0.98	-180 um	0.99
100 M	1.00	1.00	1.00	-300 um	0.99	0.99	-300 um	0.99
150 g/t	0.99	0.99	0.99	-500 um	1.00	0.99		

Çizelge incelendiğinde önerilen modelin farklı test koşullarında elde edilen verilere yüksek uyumlar verdiği görülmektedir. Model gerçek cevher kullanıldığı durumlarda da farklı deney koşulları için oldukça iyi tahmin yapabilmektedir.

4. SONUÇ

Yapılan çalışmalar sonunda su kazanım davranımının kümülatif olarak flotasyon süresi ile üssel bir fonksiyonla ifade edilebildiği ve bunun flotasyonda zaman düzeltilmesi amacıyla modifiye edilerek kullanılmasının mümkün olduğu belirlenmiştir. Davranım göz önüne alındığında exponansiyel bir fonksiyonun da kullanılması mümkün gibi görünmektedir. Daha önceki çalışmalarda da bu yönde bir eğilimden bahsedilmektedir. Fakat, exponansiyel fonksiyonun hem tahmin gücü daha düşük, hem de zaman düzeltilmesi amacıyla kullanıldığında model uyumları aşırı derecede bozulmaktadır.

Sonuçlar oksit ve sülfür flotasyonu koşullarının her ikisinde de benzer olmaktadır. Cevherlerle yapılan çalışmalarda da benzer eğilimde su kazanım davranımını tanımlanabilmektedir.

İncelemeler kümülatif su kazanımı ve zaman arasında üssel bir fonksiyonun varlığını göstermektedir. Bu fonksiyonda "a" parametresinin sisteme bağlı bir değişken ve "n" parametresinin ise sistem değişkenlerine bağlı bir parametre olduğu daha önceki bir çalışmada ortaya konulmuştur

(Gülsoy 1998). Ayrıca önerilen modelin flotasyonda başlangıç anı zaman düzeltilmesi amacıyla da modifiye edilerek kullanılabilceği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Çalışma sırasında TÜBİTAK tarafından yapılmış olan maddi desteğe teşekkür ederiz. Proje no:YDABCAG-493

REFERANSLAR

- Bishop, J.P. and White, M.E. (1976), A Study of Particle Entrainment in Flotation Froths. *Trans IMM*,85:C191-C194.
- Engelbrecht, J.A., Woodburn, E.T., (1975), The Effect of Froth High, Aeration Rate and Gas Precipitation on Flotation. *J.S. Afr. Min. Met.*, 76, 125-132.
- Gülsoy, Ö.Y., (1995), The investigation of water recovery effects on hydrophobic and hydrophilic mineral flotation. *PhD Thesis*.
- Gülsoy, Ö.Y., Ersayın, S., (1996), A new approach to kinetic characterization of semi batch flotation tests. *Proceedings of the 6th IMPC, Changing Scopes in Mineral Processing*, 629-634, Ed. M. Kemal, V. Arslan, A.Akar, Kuşadası
- Gülsoy, Ö.Y., Ersayın, S., (1998), Modeling Water Recovery in Flotation. *Proceedings of the 7*

- IMPS, Innovations in Mineral and Coal Processing, 585-589, Istanbul.
- Gülsoy, Ö.Y., Ersayin, S., 1998 (teknik not), Improving the Reproducibility of Semi Batch Flotation Tests. Trans. IMM, Sec. C, Vol 107 C81.
- Hemmings, C.E. (1980), An Alternative Viewpoint on Flotation Behavior of Ultrafine Particles., Trans. IMM, 89: C113-C120.
- Kirjavainen, V.M. and Laapas, H.R., (1988), A Study of Entrainment Mechanism in Flotation. XVI International Mineral Processing Congress, Stockholm, Sweden, June 5-10, Part B. Forsberg K.S.E. ed. (Amsterdam, etc: Elsevier, 1988): 665-677.
- Laplante, A.R., Toguri, J.M. and Smith, H.W. (1983), The Effect of Air Flow Rate on the kinetics of flotation. Part 2: The Transfer of Material From The froth Over The Cell Lip. Int. J. Miner. Process., 11:221-234
- Lynch A.J., Johnson N.W., Manlaphing E.V., Thome C.G., (1981), Mineral and coal flotation circuits-their simulation and control. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam
- Ross, V. E., (1990), Flotation and Entrainment of Particles During Batch Flotation Tests. Minerals Engng., Vol.3, No: 3/4, 254-256.
- Ross, V.E., (1991), Comparison of Methods for Evaluation of True Flotation and Entrainment. Trans. IMM September, 100:C121-C126
- Smith, P.G. and Warren, L.J., (1989), Entrainment of Particles into Flotation Froths., Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review, Int. J. Miner. Process. Vol:5, 123-145.
- Subrahmanyam, T.V. and Forsberg, E., (1988), Froth Stability Particle Entrainment and Drainage in Flotation, A Review. Int. J. Miner Process., 23:33-53.
- Malysa, K., (1993), Water contents in froths obtained from solutions of (x-terpinol, n-pentanol and n-octanol. Int. J. Miner. Process., 40:69-81
- Subrahmanyam, T.V. and Forsberg, K.S.E., (1988), A Study of Particle Entrainment in Flotation with Different Frothers-The Case of The Copper Ore. XVI International Mineral Processing Congress, Stockholm, Sweden, June 5-10, Part B. Forsberg K.S.E. ed. (Amsterdam, etc: Elsevier, 1988): 785-796.
- Trahar, W.J. (1981), A Rational Interpretation of The Role of Particle Size in Flotation. Int. J. Miner. Process., 8: 289-327
- Wark, I.W. (1981), The Entrainment Difficulty in Flotation Experiments. Colloids Surface, 2:193-194
- Warren, L.J., (1985), Determination of the Contributions of True Flotation and Entrainment in Batch Flotation Tests., Int J. Miner. Process., 14: 33-34
- Woodburn E.T. and Loveday B.K., (1965), Effect of variable residence time on the performance of a flotation system. J. Sth Afr. Inst. Min. Met., 65:612-628

