

3

M7

B6

CONCENTRATION OF ŞARKİKARAAĞAÇ BARİTE TAILINGS BY FLOTATION

ABSTRACT: Barite which has a high specific gravity among ametallic minerals has recently been used so widely in various fields in that 75 % of total barite production is used in drilling. In order to use barite in industry it should be high grade barite. However, low grade barite ores should be concentrated in order to be used in industry.

For concentration of barite ores, gravity concentration is usually performed. However, in this study, it has been necessary to beneficiate with flotation method from barite tailings because of their liberation at fine particle size. Thus, effects of the parameters such as particle size, amounts of depressant, collector, activator and pH on flotation were investigated and optimum concentration conditions were found.

Key words: Barite flotation, Concentration of barite.

ŞARKİKARAAĞAÇ BARİT ARTIĞININ FLOTASYON YÖNTEMİ İLE ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Ahmet YAMIK, Yıldırım İ.TOSUN ve Namık GÜNEŞ

S.D.Ü. Müh-Mim. Fak. Maden Müh.Bölümü, Isparta/Türkiye

ÖZET: Ametalik mineraller arasında yoğunluğu en fazla olan barit günümüzde % 75, 'i sondaj sanayiinde olmak üzere, değişik alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Baritin sanayiide kullanılabilmesi için yüksek tenörlü olması arzu edilir. Ancak, düşük tenörlü barit cevherlerinin sanayiide kullanılabilmeleri için zenginleştirilmeleri gerekmektedir.

Barit cevherlerinin zenginleştirilmesinde genellikle gravite yöntemleri uygulanır. Ancak, çalışmamızın konusunu teşkil eden barit artıklarının ince taneli oluşu, flotasyon yöntemi ile değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu nedenle, söz konusu numune üzerinde flotasyonda etkin olan tane boyutu, bastırıcı miktarı, kollektör miktarı, canlandırıcı miktarı ve pH gibi parametreler araştırılmış, optimal zenginleştirme koşulları saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Barit flotasyonu, Baritin zenginleştirilmesi.

1. GİRİŞ

Barit, dünyada en çok kullanılan endüstriyel hammaddelerden birisidir. Genelde yumuşak olup, yoğunluğu metalik olmayan mineraller arasında en yüksek olanıdır. Baritin aşındırıcı bir yapıya sahip olmaması ve yüksek yoğunlukta oluşu nedeniyle % 80 oranında sondaj sanayinde tüketilmektedir. Geri kalanı kimya ve boya sanayinde kullanılır. Doğada en çok baryum sülfat ($Ba-SO_4$) olarak bulunur, suda erimez. Soğuk asit içinde de erimeyen barit minerali teorik olarak % 58.8 baryum (Ba) ve % 65.7 baryum oksit (BaO) ve % 34.3 SO_4 içerir. Baritin sanayide kullanılması için beyaz olması istenir. Renkli olanlar sülfürik asit ile beyazlaştırılır. Yüksek kaliteli barit cevherleri en az % 95 $BaSO_4$ ve % 1-3 SiO_2 içermelidir. Türkiye'de yılda toplam 1 milyon ton barit cevheri üretilmektedir. Barit üretiminin büyük kısmı Rusya, Ortadoğu Ülkeleri ve AET Ülkelerine ihraç edilmektedir. Türkiye'de 5 milyon tonu görünür rezerve, 8 milyon tonu mümkün rezerve ve geri kalanı da muhtemel rezerve ait olmak üzere toplam 25 milyon ton barit rezervi olduğu bilinmektedir. Ülkemiz açısından önemli bir gelir kaynağı olan barit cevherlerinin, kaliteli hale getirilerek değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Şarkikaraağaç barit artığı da zenginleştirilip ülke ekonomisine kazandırılmalıdır (1,2,7,8,9).

Bu çalışmada günümüzde ekonomik değeri olmayan Şarkikaraağaç barit artığının flotasyon yöntemi ile zenginleştirilebilirliği araştırılmış ve en kaliteli konsantre üretimi için uygulanması gereken yöntem tanımlanmıştır.

BARİT CEVHERLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Barit cevherleri günümüzde gravite ve flotasyon yöntemleri ile zenginleştirilebilmektedir. Gravite yöntemi ile baritin yabancı maddelerden ayrılabilmesi için, barit ilk önce kırılır ve yıkanır. Bundan sonra zenginleştirme işlemi uygulanır. Esas olarak, zenginleştirmede jig ve sallantılı masa olmak üzere, çeşitli gravite cihazları kullanılır ve baritin tenörü istenen seviyeye çıkarılır. Gravite yöntemi ile barit zenginleştirmede randıman kullanılan cihazın türüne göre değişmektedir. Jiglerde randıman % 80 civarına ulaşabilirken, bu değer sallantılı masalarda % 90'a çıkabilmektedir (3, 4, 5, 6).

Hematit (Fe_2O_3) ile baritin özgül ağırlığı birbirine çok yakın olduğundan gravite yöntemi ile değerlendirilmesi tercih edilmez. Bu bakımdan, gang minerali olarak demir oksitleri içermeyen veya daha az içeren barit cevherlerini gravite yöntemi ile zenginleştirmek daha uygundur.

Flotasyon yöntemi ile zenginleştirmede, bariti yabancı maddelerden ayırmak için, çok ince boyutlara kadar ufalanması gerekmektedir. Bu yüzden flotasyon yöntem ile zenginleştirilen barit cevherlerinin, herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın sondaj çamurlarında kullanılması mümkün olmaktadır. Barit flotasyonu kademeli olarak yapılmaktadır. Flotasyon yönteminde, önce fluorit mineralleri yüzdürülmekte ve barit

artuktan alınıp, ikinci bir flotasyon işlemiyle kazanılmaktadır. Elde edilen barit konsantresinin sanayide kullanılabilmesi için en az % 95 BaSO₄ tenörlü olması ve içereceği hematit (Fe₂O₃) miktarının ise maksimum % 1 olması gerekmektedir.

Barit cevherlerinin zenginleştirilmesi için, pratikte uygulanan flotasyon yönteminde kullanılan reaktifler Çizelge 1' de verildiği gibidir.

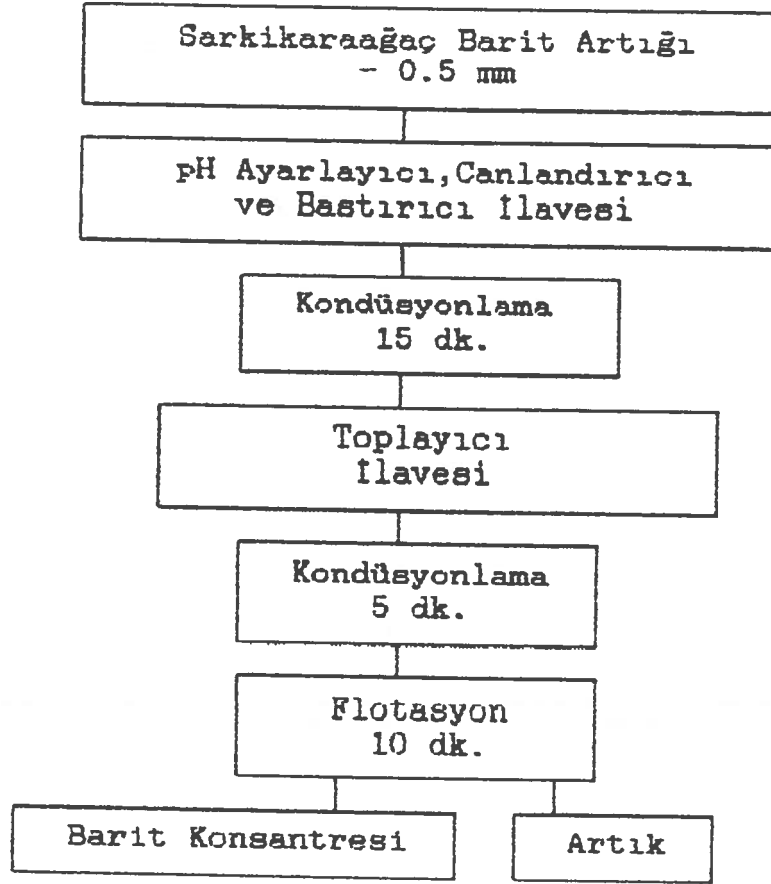
Çizelge 1. Barit Flotasyonunda Kullanılan Reaktifler.

pH Ayarlayıcılar	: Na ₂ SiO ₃ (aynı zamanda gang bastırıcı), Na ₂ CO ₃ , pH=8-10 ayarlanır.
Barit bastırıcılar	: AlCl ₃ , FeCl ₃
Fluorit bastırıcılar	: Limon asidi
Barit canlandırıcılar:	BaCl ₂ , Pb(NO ₃) ₂
Toplayıcılar	: Aerofloat 710,765,825,830,840, 845, Yağ asitleri,alkali sülfonatlar
Köpürtücüler	: Aerofrother, Çam yağı, kresilik asit

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Şarkikaraağaç barit artığı tesisteki jig artığı olup, deneysel çalışmalarda bu numuneler kullanılmıştır. Numunelerin tane boyutu 0.5 mm'nin altındadır. Tane iriliğinin barit flotasyonuna etkisini incelemek için, söz konusu temsili numune bilyalı değirmende farklı sürelerde öğütülmüş ve elde edilen değişik tane iriliğindeki numuneler flotasyon deneylerine tabi tutulmuştur. Tane iriliğinin ve diğer tüm parametrelerin, barit flotasyonuna etkisini belirlemek için, barit flotasyonu deneyleri Şekil 1'de gösterilen akım şemasına göre yapılmış ve flotasyon deneylerinde kullanılan reaktifler Çizelge 2'de verilmiştir.

Bu şekilde optimum tane iriliği tespit edildikten sonra, toplayıcı madde (Aero-825) miktarının barit flotasyonuna etkisi araştırılmıştır. Her bir deneyde, sırasıyla 300, 500, 600, 800 gr/t Aero-825 kullanılmıştır. Diğer parametreler sabit tutulmuştur. Optimum toplayıcı miktarı belirlendikten sonra , pH'm barit flotasyonuna etkisi araştırılarak deneylerde sırayla pH: 9, 10, 11 olarak değiştirilmiştir. Flotasyon deneylerinde Çizelge 2'de verilen reaktifler ve koşullar kullanılmıştır. Optimum pH değeri bulunup sonra bu değer tüm deneylerde sabit tutularak katı/sıvı oranının tespitine geçilmiştir. Barit flotasyonuna etkisi % 25 ve % 35 katı/sıvı oranlarında flotasyon deneyleri yapılarak saptanmıştır. Optimum katı/sıvı oranı belirlendikten



Şekil 1. Şarkikaraağaç Barit Artığının flotasyon yöntemi ile Zenginleştirme Akım Şeması

Çizelge 2. Şarkikaraağaç Barit Artığının Flotasyon Testlerinde Kullanılan Reaktifler ve Koşullar

Tane Boyutu	: -0.500, -0.315, -0.200, -0.100, -0.063 mm
pH	: 9, 10, 11
Bastırıcı (Na_2SiO_3)	: 300, 500, 700, 900, 1200 gr/t
Canlandırıcı (BaCl_2)	: 300, 400, 600 gr/t
Toplayıcı (Aero-825)	: 300, 500, 600 ve 800 gr/t
Köpürtücü	: Kullanılmadı.
Katı/Sıvı Oranı	: % 25, % 35
Kondüsyon Süresi	: 15 dk.
Flotasyon Süresi	: 10 dk.
Sıcaklık	: Oda sıcaklığı, 25°C

sonra barit canlandırıcı reaktif olarak kullanılan baryum klorür ($BaCl_2$) ilavesinin flotasyona etkisi tesbit edilmiştir. Baryum klorür miktarı 300, 400, 600 gr/t olacak şekilde değiştirilmiş ve optimum canlandırıcı miktarı saptanmıştır. Bu değer ve diğer tüm parametreler sabit alınarak (Çizelge 2' deki gibi) gang bastırıcı sodyum silikat (Na_2SiO_3) ilavesinin barit flotasyonuna etkisi incelenmiştir. Deneylerde değişik miktarda sodyum silikat kullanılarak (300, 500, 700, 900 ve 1200 gr/t) optimum bastırıcı miktarı belirlenmiş ve diğer tüm testlerin sonuçları birbirleriyle mukayese edilmiştir.

SONUÇ

Flotasyon testlerinin sonuçları, aşağıdaki çizelgelerde her bir parametre için verilmiştir. Optimum tane iriliği Çizelge 3'te verildiği gibi - 0.106 mm olarak belirlenmiştir. Bu tane iriliğinde serbestleşmenin daha iyi oluşu barit tenörünü ve verimini arttırmıştır (Şekil 2). - 0.063 mm tane iriliğinde yapılan deneylerde daha etkin bir zenginleştirme elde edilmiştir. Ancak aşırı öğütmenin oluşturduğu yüksek maliyetten ötürü, çalışmada tercih edilmemiştir. Daha sonraki deneylerde 106 mikronun altına öğütülmüş numuneler flotasyona tabi tutulmuştur. Optimum toplayıcı miktarının tespitinin sonuçları Çizelge 4 de verilmiştir. 600 gr/t toplayıcı miktarı kullanılarak % 66 barit tenörlü konsantre % 64 verimle üretilmiştir (Şekil 3). Optimum pH değeri flotasyon testlerinin sonuçlarına göre 10 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5). Bu pH değerinde % 76 tenörlü konsantre % 56 verimle kazanılmıştır (Şekil 4).

Optimum katı/sıvı oranı % 25 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). % 25 katı/sıvı oranında % 58 verimle % 77 barit tenörlü bir konsantre elde edilirken, % 35 katı/sıvı oranında % 41 verimle % 76 tenörlü bir konsantre elde edilmiştir (Şekil 5).

Optimum $BaCl_2$ miktarı Çizelge 6' da görüldüğü gibi 600 gr/t olarak tespit edilmiştir. Bu dozajdaki canlandırıcı ilavesi ile %72 verimle % 67 barit tenörlü bir konsantre elde edilmiştir.

Optimum bastırıcı miktarı 900 gr/t olarak tespit edilmiştir. (Çizelge 7). Bu dozajdaki canlandırıcı ilavesi ile % 72 verimle % 67 barit tenörlü bir konsantre elde edilmiştir (Şekil 6).

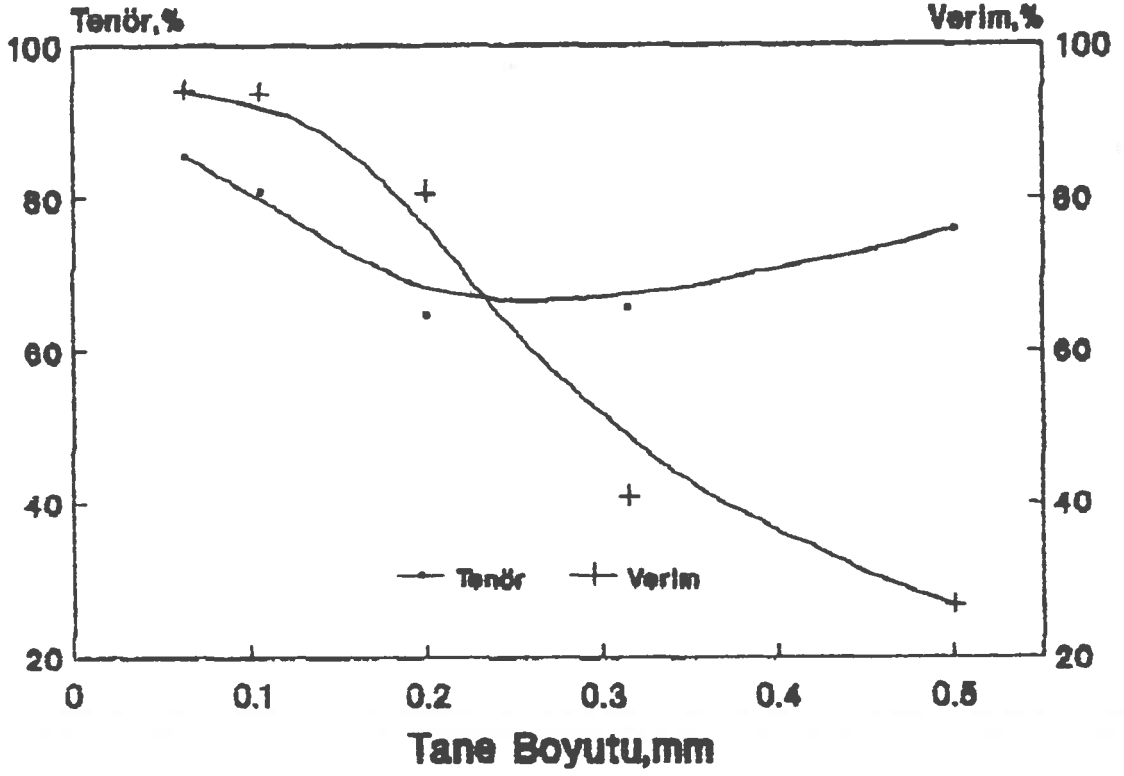
Optimum bastırıcı miktarı 900 gr/t olarak belirlenmiştir (Çizelge 7). Bu dozajda barit tenörü % 79' a çıkarılabilmektedir (Şekil 7). Bu yüksek tenörün, barit canlandırıcının etkisi ile değıilde, bastırıcı ilavesi ile elde edilişi sodyum silikat ilavesinin bu tür barit flotasyonunda daha önemli olduğunu göstermiştir.

Çizelge 3. Tane İriliğinin Barit Flotasyonuna Etkisi

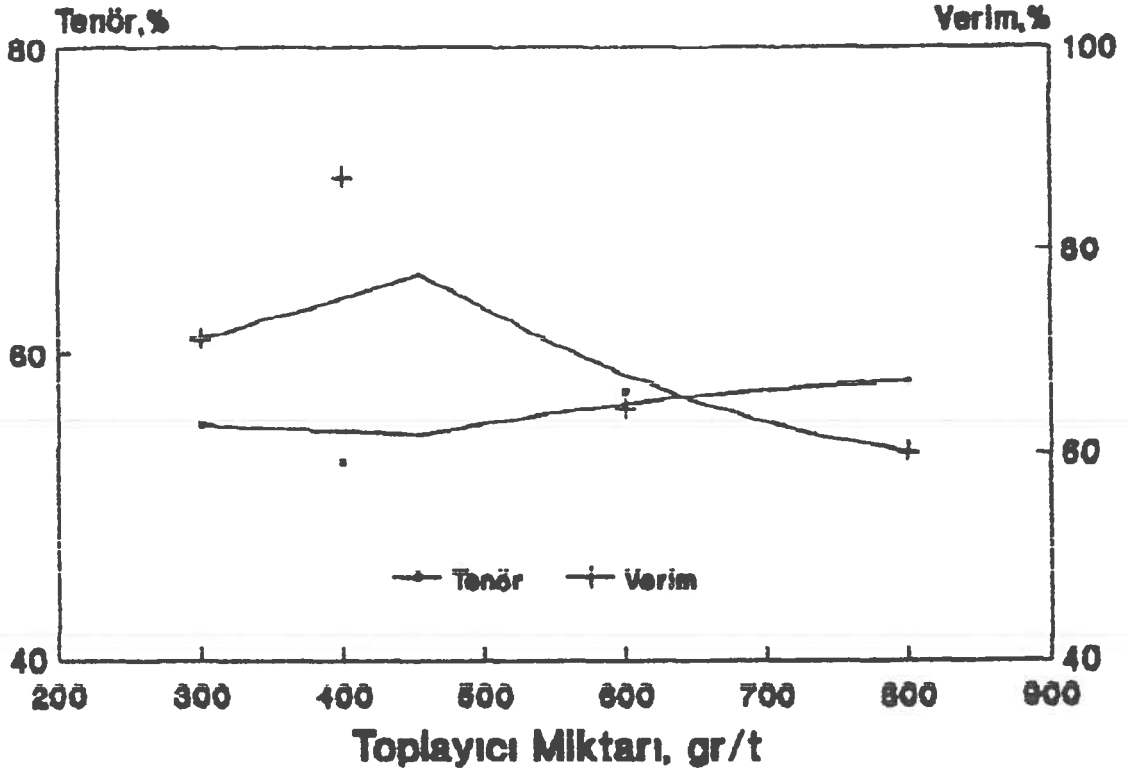
Tane İriliği (mm)	Ürünler	% Ağırlık	Tenör % BaSO ₄	Verim %
0.500	K1	24.4	76.0	26.9
	A1	75.6	62.1	71.1
	B1	100	66.0	100
0.315	K2	40.3	66.0	40.9
	A2	59.7	64.3	59.1
	B2	100	65.0	100
0.200	K3	80	65.0	80.8
	A3	20	61.5	19.2
	B3	100	64.5	100
0.106	K4	78.8	80.9	93.8
	A4	21.2	20.0	6.2
	B4	100	68.0	100
0.063	K5	75	85.3	94.1
	A5	25	16.0	5.7
	B5	100	68.0	100

Çizelge 4. Toplayıcı Miktarının (gr/t) Barit Flotasyonuna Etkisi

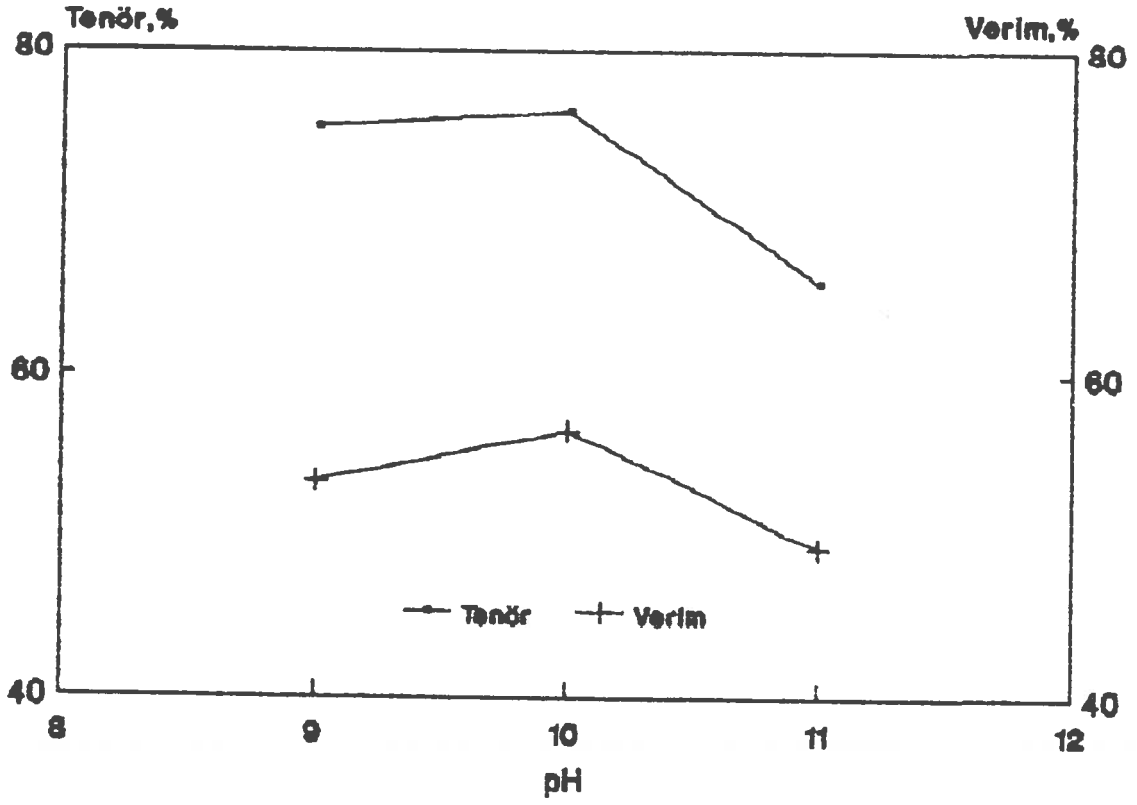
Toplayıcı Miktarı (gr/t), Aero B25	Ürünler	% Ağırlık	Tenör % BaSO ₄	Verim %
300	K1	64.5	62.8	71.5
	A1	35.4	45.4	28.4
	B1	100	56.6	100
500	K2	83.7	59.1	87.1
	A2	16.2	44.5	12.9
	B2	100	56.72	100
600	K3	55.0	66.2	64.5
	A3	45.0	44.4	35.5
	B3	100	58.4	100
800	K4	51.0	67.2	60.1
	A4	49.0	46.4	39.9
	B4	100	57.0	100



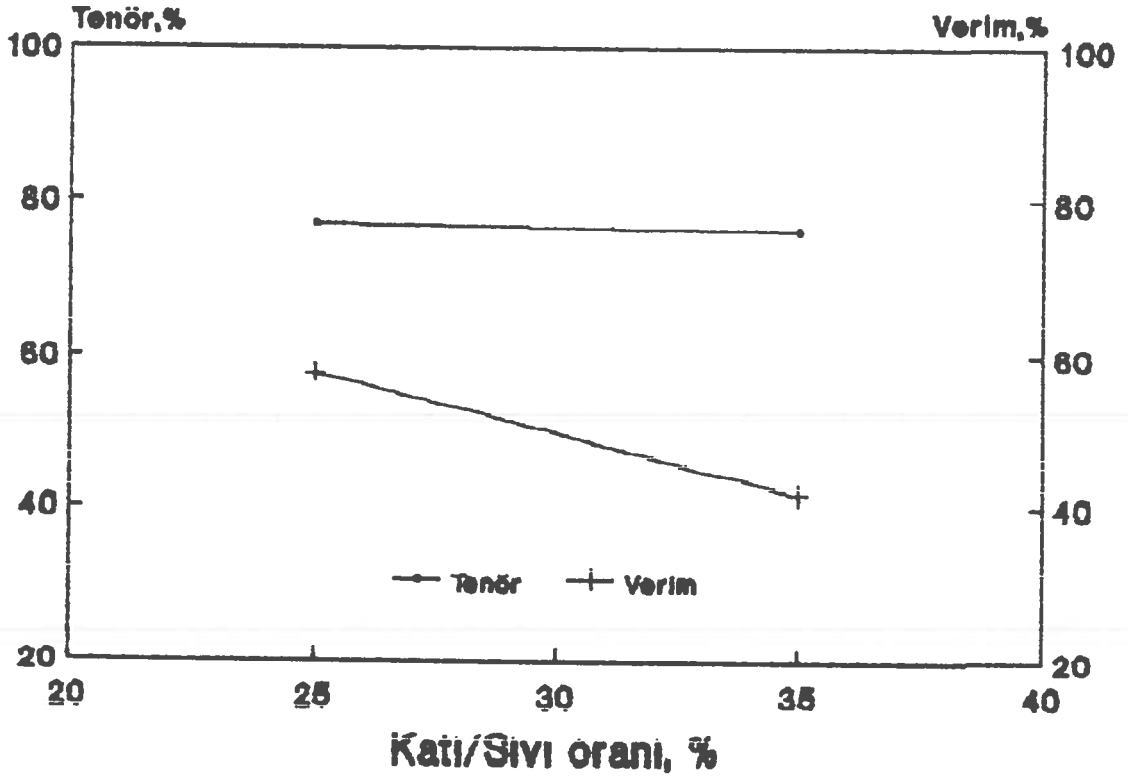
Şekil 2. Tane boyutunun Barit Flotasyonuna Etkisi



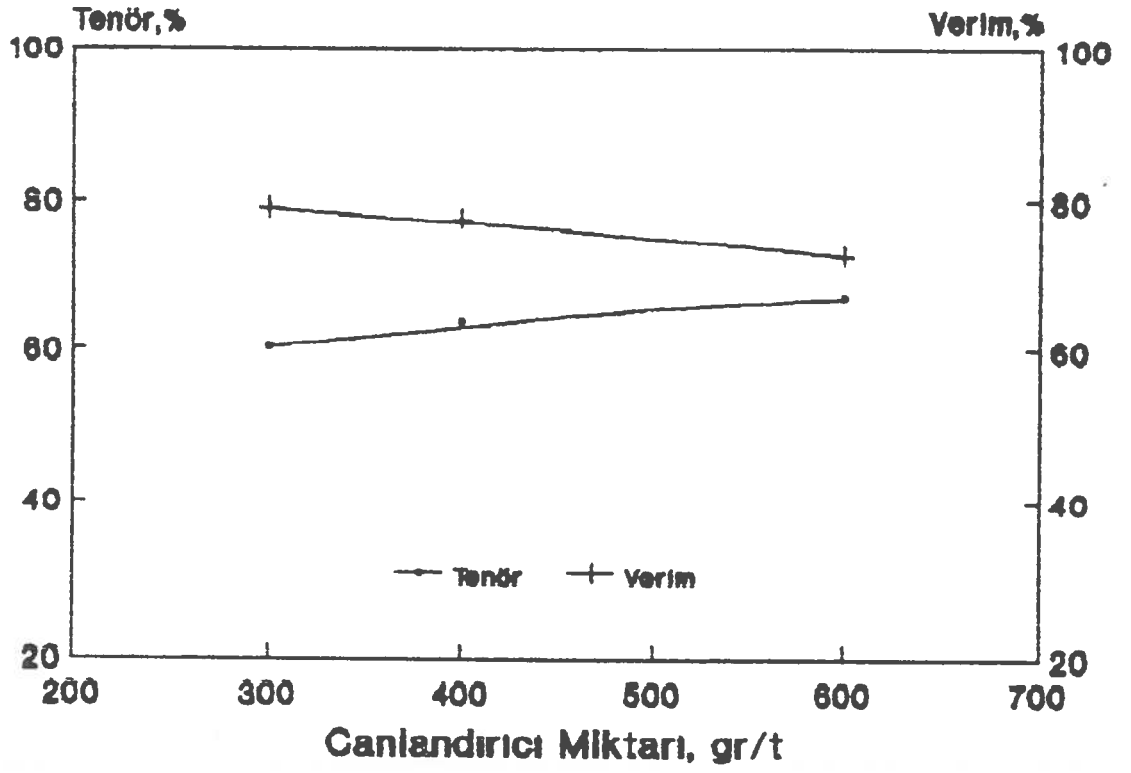
Şekil 3. Toplayıcı Miktarının Barit Flotasyonuna Etkisi



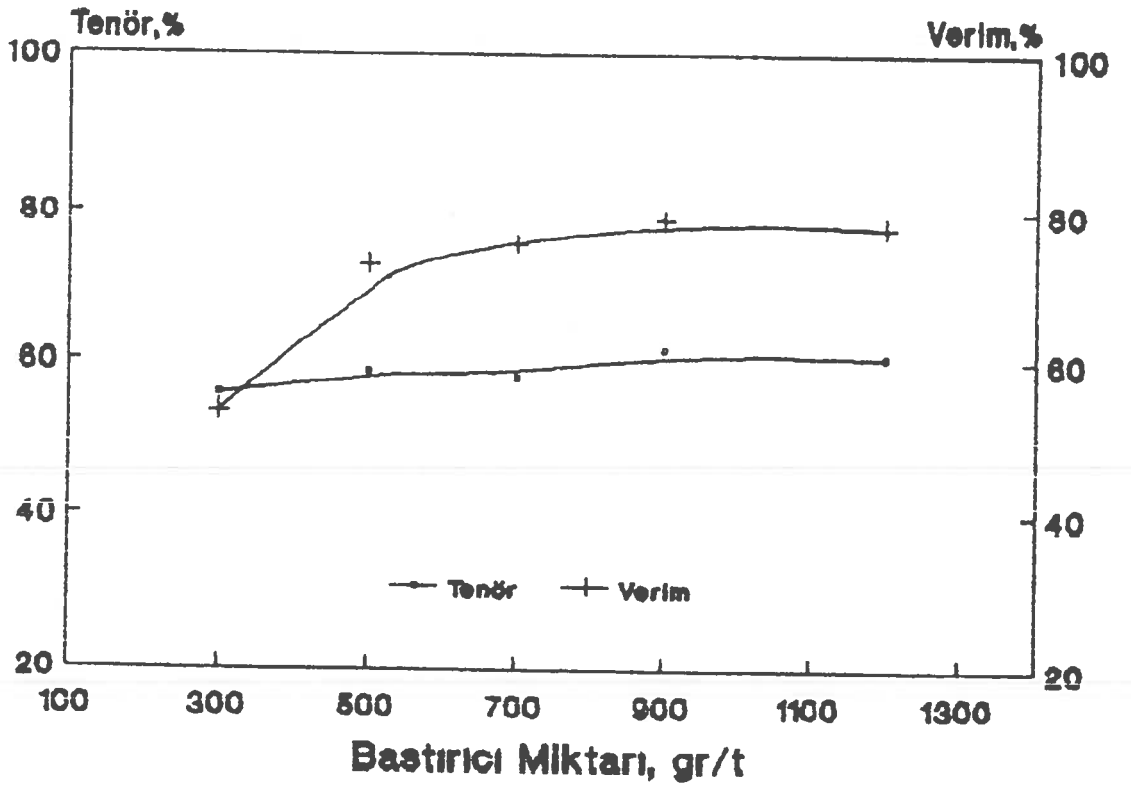
Şekil 4. pH'in Barit Flotasyonuna Etkisi



Şekil 5. Katı/Sıvı Oranının Barit Flotasyonuna Etkisi



Şekil 6. Canlandırıcı Miktarının Barit Flotasyonuna Etkisi



Şekil 7. Bastırıcı Miktarının Barit Flotasyonuna Etkisi

Çizelge 5. pH'ın Barit Flotasyonuna Etkisi

pH	Ürünler	% Ağırlık	Tenör % BaSO ₄	Verim %
9	K1	38	75.2	53.2
	A1	62	40.6	46.8
	B1	100	53.7	100
10	K2	40.3	78.1	58.4
	A2	59.7	39.7	43.6
	B2	100	54.4	100
11	K3	39.3	65.8	49.1
	A3	60.7	44.3	50.9
	B3	100	52.7	100

Çizelge 6. Katı Oranının Barit Flotasyonuna Etkisi.

Katı Oranı %	Ürünler	% Ağırlık	Tenör % BaSO ₄	Verim %
25	K1	40	76.8	57.7
	A1	60	37.5	42.3
	B1	100	53.2	100
35	K2	40.3	76.1	41.4
	A2	59.7	39.7	58.6
	B2	100	54.4	100

Çizelge 7. Canlandırıcı Miktarının (gr/t) Barit Flotasyonuna Etkisi

Canlandırıcı (BaCl ₂) miktarı g/t	Ürünler	% Ağırlık	Tenör % BaSO ₄	Verim %
300	K1	73.9	60.3	79.0
	A1	26.0	45.4	21.0
	B1	100	56.4	100
400	K2	69.4	63.7	77.6
	A2	30.5	41.8	22.4
	B2	100	57.0	100
600	K3	60.7	67.0	72.6
	A3	39.3	39.0	27.4
	B3	100	56.0	100

Çizelge 8. Bastırıcı miktarının Na₂SiO₃ (gr/t) Barit Flotasyonuna Etkisi.

Bastırıcı Miktarı (gr/t) Na ₂ SiO ₃	Ürünler	% Ağırlık	Tenör % BaSO ₄	Verim %
300	K1	54.5	55.8	53.7
	A1	45.5	57.6	46.3
	B1	100	56.6	100
500	K2	70.2	58.7	72.8
	A2	29.8	51.5	27.2
	B2	100	56.7	100
700	K3	71.0	58.0	75.7
	A3	29.0	45.6	34.3
	B3	100	54.4	100
900	K4	72.6	61.4	79.1
	A4	27.4	42.9	20.9
	B4	100	56.3	100
1200	K5	73.2	60.5	78.1
	A5	26.8	48.5	21.9
	B5	100	56.8	100

KAYNAKLAR

1. Akar, A., *Endüstriyel hammaddeler ve zenginleştirme yöntemleri.*, D. E. Ü. Müh. Mim. Fak., İzmir, 1987.
2. Köktürk, U., *Endüstriyel Hammaddeler.*, D.E.Ü., Müh.Mim.Fak., İzmir, 1991.
3. *İstanbul Maden ve Metaller İhracatçıları Birliği Aylık Bülteni*, Ekim 1990.
4. *Minerals Yearbook 1988*, U.S. Department of Interior, Bureau of Mines. U.S.A. 1989.
5. *Mining Annual Review 1988*, Published by Mining Journal, IMM, London, June 1988.
6. Kırkoğlu, M.S. *Endüstriyel hammaddeler*, İ. T. Ü., İstanbul, 1990.
7. Mead, L. Jensen-Acan M. Bateman. *Economic mineral deposits*. Newyork.
8. The Seeley, W. Mudd, S. *Industrial rock and minerals.*, 1960.
9. Wills, B.A. *Mineral processing technology.*, London.