



Orijinal Araştırma / Original Research

## Düşük tenörlü barit cevherinin (Kozan/Adana) zenginleştirilmesinin araştırılması

### Investigation of processing of low-grade barite ores (Kozan/Adana)

Oktay Bayat<sup>a,\*</sup>, Zehra Çetinkaya<sup>b,\*\*</sup>, Mahmut Altın<sup>a,\*\*\*</sup><sup>a</sup> Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Balcalı, Adana, TÜRKİYE<sup>b</sup> Çukurova Üniversitesi, Merkez Laboratuvarı, Balcalı, Adana, TÜRKİYE

Geliş - Received: 16 Nisan - April 2021 • Kabul - Accepted: 3 Mayıs - May 2021

## ÖZ

Bu çalışmada; düşük tenörlü barit cevherinden (Kozan/Adana) jig ve sarsıntılı masa yöntemleri uygulanarak dolgu barit kalitesinde konsantrite üretimi, ayrıca jig ile zenginleştirme sonrası elde edilen konsantrilerin flotasyon ve kimyasal liç işlemleri sonrası kimyasal kalitede barit üretilmesi araştırılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan tüvenan cevher örnekleri, SDS Madencilik Ltd. Şti. (Kozan/Adana) işletmesi maden stok sahasından temsili numune alma prensiplerine göre alınmıştır. Jig testleri için; -15+10 mm, -10+6 mm ve -6+3 mm tane boyut aralığı ve sarsıntılı masa testleri için ise -3+2 mm, -2+1 mm ve -1 mm tane boyut aralığında sınıflandırılan tüvenan cevher kullanılmıştır. Ayrıca jig konsantresi bilyeli değirmende yaş öğütme işlemi sonrası ( $d_{100}=0,5$  mm) flotasyon testleri ve kimyasal liç testleri için kullanılmıştır. Her bir deneysel çalışmada elde edilen konsantrilerin  $BaSO_4$  beyazlık ve yoğunluk değerleri standart metotlar ile belirlenmiştir. Ticari olarak üretilen dolgu barit kalitesinde barit ile kıyaslanabilecek özelliklere sahip en iyi konsantrite (%96,12  $BaSO_4$ ; %72,2 Beyazlık Değeri ve 4,2 g/cm<sup>3</sup> yoğunluk) jig işlemini sonrası elde edilmiştir. Deneysel çalışmaların sonucunda bu tip barit cevherleri için olası zenginleştirme proses akım şeması oluşturulmuştur.

**Anahtar sözcük:** Barit, Zenginleştirme, Jig, Sarsıntılı masa, Gravite zenginleştirme

## A B S T R A C T

In this study, beneficiation of low-grade barite ores (Kozan/Adana) was investigated using jig and shaking table to produce filler quality barite concentrate, then the concentrate obtained by jigging also was used for flotation and chemical leaching experimental work producing chemical grade barite. Run-of-mine ore samples used in the experimental study, were taken from the mine stockpile area of SDS Madencilik Ltd. Şti. (Kozan/Adana) according to the representative sampling principles. The run-of-mine ore classified in the size ranges of -15+10 mm, -10+6 mm and -6+3 mm were used for jigging tests, while the ore in size ranges of -3+2 mm, -2+1 mm and -1 mm were used for the shaking table tests. Also, the jigging concentrate after wet grinding with a ball mill ( $d_{100}=0.5$  mm) was used for flotation and chemical leaching tests.  $BaSO_4$  content, whiteness and specific gravity of the concentrates obtained in each experiment were determined by standard methods. The best concentrate (96.12%  $BaSO_4$ ; 72.2% Whiteness Value and 4.2 g/cm<sup>3</sup> density) with properties comparable to the commercially produced filler barite quality was obtained after jigging. As a result of the experimental studies, a possible beneficiation process flowsheet was formed for this type of barite ores.

**Keywords:** Barite, Processing, Jig, Shaking table, Gravity processing

\* Sorumlu yazar / Corresponding author: obayat@cu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0003-2330-3074>\*\*zaltincelep@cu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-0553-0102>\*\*\* maltner@cu.edu.tr • <https://orcid.org/0000-0002-7428-5999>

## Giriş

Barit (baryum sülfat, BaSO<sub>4</sub>) yüksek özgül ağırlık, kimyasal-lara karşı inert, kırılgenlik, yüksek beyazlık değerlerine sahip olması nedeniyle önemli endüstriyel hammaddelerden biri olarak değerlendirilmektedir. Genellikle, petrol ve doğalgaz endüstrisinde yapılan sondajlarda sondaj çamuru bünyesinde ağırlaştırma maddesi olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda radyasyona dayanıklı yüksek yoğunluklu beton üretiminde de hammadde olarak değerlendirilmektedir (Otoijamun vd., 2021). Ayrıca, boya, plastik, kimya ve cam sanayi gibi pek çok alanda da tüketilmektedir. Satılabilir özellikteki barit cevheri (i) sondaj kalite, (ii) kimyasal-mineralojik kalite [min. %95 BaSO<sub>4</sub>, yoğunluk 4,35 g/cm<sup>3</sup>, maks. %0,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %1,5 SiO<sub>2</sub>] ve (iii) dolgu kalite [min. %95 BaSO<sub>4</sub> ve maks. %0,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] olmak üzere üç farklı kategoride ticari olarak değerlendirilmektedir (Ulusoy, 2019). Amerika Petrol Enstitüsüne göre; f sondaj çamurunda kullanılan barit cevherinin yoğunluğunun 4,2 g/cm<sup>3</sup>'den yüksek olması istenmektedir (API Specification, 13A, 2020).

Sondaj çamurunun; sondaj kuyularının temizlenmesi, sondaj kırıntılarının transferi ve yeraltında hidrostatik basıncın kontrolü ve soğutma gibi birçok özelliklere sahip olması istenmektedir (Hodge vd., 1997; Sonmez vd., 2013) Baritin yoğunluğunun yüksek olması, aşındırıcılığının düşük olması, yüksek basınç ve ısıya karşı stabil olması, manyetik özelliğinin olmaması, çeşitli kaynaklardan kolay ve uygun maliyetle elde edilebilmesi sondaj sektöründe yaygın olarak tüketilmesini sağlamaktadır. Ancak, barit cevherinin içerdiği silikat, demir oksit ve karbonat gibi safsızlıklar, sondaj işlemi sırasında oluşan sorunların başlıca sorunların kaynağıdır. Bu sorunların ortadan kaldırılması amacıyla barit cevherinin zenginleştirilmesi önem arz etmektedir.

Elle ayıklama, manyetik ayırma, gravite ve flotasyon gibi zenginleştirme yöntemleri barit cevherinin zenginleştirilmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır (Curreli vd., 1994; Özbaş vd., 1995; Molaei vd., 2018; Raju vd., 2016; Önal, 1980; Özer, 2007; Atak, 2017). Belirtilen zenginleştirme yöntemlerinden hangisinin yada hangilerinin kullanılacağı barit ile birlikte bulunan minerallerin varlığında ve cevherin zenginleştirme tane boyutu ile doğrudan ilgilidir. Raju vd. (2016) yapmış oldukları çalışmada kolon flotasyonu ile barit cevheri (d<sub>100</sub> ≤ 100 µm) ile birlikte bulunan kuvars tanelerinin katyonik kollektör kullanılarak yüzdürülmesini sağlamış ve %96 BaSO<sub>4</sub> içeren konsantre elde etmişlerdir. Diğer bir çalışmada ise yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcı kullanılarak %95 verimle yoğunluğu 4,2 g/cm<sup>3</sup> olan barit konsantreleri elde edilebilmiştir (Molaei vd., 2018). Aynı çalışmada ise; hem ters hem de düz flotasyon işlemleri ile barit cevherinin zenginleştirilmesinde flotasyon uygulama şeklinin etkileri Taguchi yaklaşımı ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak; her iki yöntemde de hedeflenen özelliklere sahip konsantreler elde edilmiştir. Ters flotasyon işleminde %90,47 verim ile %85,78 BaSO<sub>4</sub> içeren 4,44 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğa sahip konsantre elde edilirken düz flotasyon ile %73,67 verim ve %91,26 BaSO<sub>4</sub> içeren konsantre elde edilmiştir. Sarsıntılı masa kullanılarak yapılan zenginleştirme işleminde ise %84,07 BaSO<sub>4</sub> içeriğine sahip konsantre %60,08 verim ile kazanılmıştır (Bhatti vd., 2017). Bir başka çalışmada ise Bou Caid (Cezayir) barit zenginleştirme tesisinde başlıca jig ile zenginleştirme yapılarak %85 BaSO<sub>4</sub> içeriğine sahip konsantre elde edilmiş ancak kimyasal kalite barit üretimi için sadece gravite zenginleştirmesinin yeterli olmadığı belirtilmiştir (Batouche vd., 2018). Deniz ve Güler (2018) yaptıkları deneysel çalışmada sarsıntılı masa konsantrelerini (Başer Madencilik) yüksek alan şiddetli manyetik ayırma ve daha sonra HCl ile beyazlatma işlemine tabi tutarak elde ettikleri barit ürününün beyazlık derecesini %68,05'den %90,12'e çıkardıklarını belirtmektedir.

Bu çalışmada; fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılarak Adana/Kozan bölgesinde bulunan düşük tenörlü barit cevherinin zenginleştirilebilirliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar netice-

sinde satılabilir özelliğe sahip barit üretimi için bir akım şeması önerilmiştir.

## 1. Malzeme ve yöntem

Deneysel çalışmalarda kullanılan tüvenan barit cevher örnekleri Adana/Kozan bölgesinde bulunan maden stok sahasından numune alma prensiplerine göre alınmıştır.

Tüvenan cevherin BaSO<sub>4</sub> içeriği %83,90, beyazlık değeri %58 ve yoğunluğu ise 3,52 g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir.

Temsili numuneler, laboratuvar tip çeneli kırıcı ile boyut küçültme işlemine tabi tutulmuş ve daha sonra 15, 10, 6, 3, 2 ve 1 mm elek açıklığına sahip elekler ile kuru eleme yapılarak sınıflandırılmıştır. -15+10 mm, -10+6 mm ve -6+3 mm tane boyut aralığında sınıflandırılan malzeme laboratuvar ölçekli tek kompartımanlı jig cihazı ile zenginleştirilmeye tabi tutulmuştur.

Sarsıntılı (Wilfley) masa testleri için ise -3+2 mm, -2+1 mm ve -1 mm tane boyut aralığında hazırlanan tüvenan cevher kullanılmıştır. Sarsıntılı masanın çalışma şartları; 10 mm strok/genlik, 470 dev/dk, 3<sup>o</sup> masa eğimi ve 10 L/dk yıkama suyu olacak şekilde sabit tutulmuştur.

Tüm zenginleştirme testleri 2 (iki) tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş olup burada ortalama değerler verilmiştir. Her bir deneysel çalışmada elde edilen konsantrelerin BaSO<sub>4</sub> değerleri Panalytical marka X-ışını flüoresans (XRF, Panalytical MiniPal) cihazı ve ayrıca yaş yöntem çözündürme ve ağırlık kaybı metotlarıyla belirlenmiştir. Zenginleştirme verimi aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

$$V = \frac{c}{f} \times \left( \frac{f-t}{c-t} \right) \quad (1)$$

Burada; V: zenginleştirme verimi (%), c: konsantre tenörü (%BaSO<sub>4</sub>), f: besleme tenörü (%BaSO<sub>4</sub>) ve t: artık tenörü (%BaSO<sub>4</sub>) olarak alınmıştır.

Beyazlık değerinin belirlenmesi için Kett Electric Laboratory (C-100-3) marka cihaz kullanılmıştır. Yoğunluk değerlerinin tespiti için ise piknometre yöntemi (TS EN 1097-7, 2009) kullanılmıştır.

Ayrıca, SDS Madencilik Ltd. Şti. (Kozan/Adana) işletmesinde çalıştırılan jig cihazından alınan jig konsantresi (+6 mm) daha yüksek katma değerli kimyasal kalite barit üretilmek amacı ile ters flotasyon ve kimyasal liç testlerine (oksalik/sülfürik asit) tabi tutulmuştur. Bu testler için seramik bilyeli değirmende yaş öğütülerek tane boyutu d<sub>100</sub>=0,5 mm'e indirilmiş jig konsantresi numuneleri kullanılmıştır.

## 2. Bulgular ve tartışma

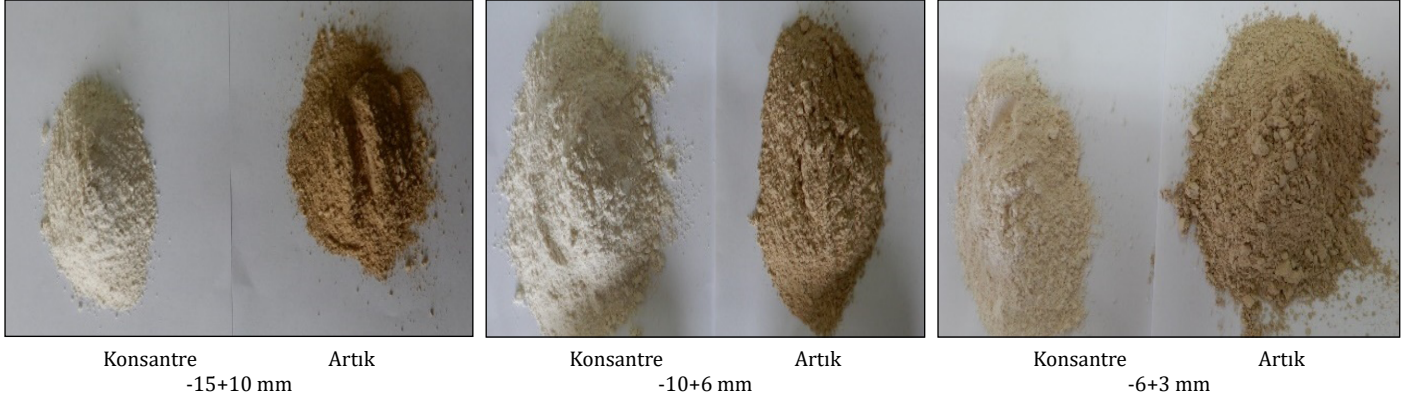
Jig testlerinde; -15+10 mm, -10+6 mm ve -6+3 mm tane boyutlarında sınıflandırılmış tüvenan cevher numuneleri kullanılmıştır. Jig çalışma parametreleri; Pülsasyon (emme-basma) sayısı, 200 dev/dk ve su besleme hızı ise 0,5 L/sn olacak şekilde sabit ayarlanmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen konsantrelerin; BaSO<sub>4</sub>, beyazlık ve yoğunluk değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Her bir tane aralığında elde edilen konsantre ve artık ürünlerin mikroskop fotoğrafları (kimyasal analiz için öğütülmüştür) ise Şekil 1'de görülmektedir.

Elde edilen jig konsantrelerin (+6 mm) piyasada ticari olarak satılan dolgu barit kalitesinde (min. %92 BaSO<sub>4</sub>, min. 4,2 g/cm<sup>3</sup>) barit ile kıyaslanabilecek özelliklere sahip olduğu görülmektedir.

Sarsıntılı masa testlerinde; -3+2 mm, -2+1 mm ve -1 mm tane boyutunda sınıflandırılan tüvenan cevher numuneleri kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Jig testlerinde elde edilen konsantrelerin özellikleri

Ürün	BaSO <sub>4</sub> , %	Beyazlık Değeri, %	Yoğunluk, g/cm <sup>3</sup>	Verim, %
Konsantre (-15+10 mm)	96,12	72,2	4,20	80,02
Artık	55,59	-	3,45	19,98
Besleme	83,90	60,0	3,70	100,00
Konsantre (-10+6 mm)	95,13	73,2	4,20	90,90
Artık	40,29	-	2,96	9,10
Besleme	84,65	58,2	3,52	100,00
Konsantre (-6+3 mm)	92,05	63,7	4,15	97,00
Artık	24,10	-	2,87	3,00
Besleme	84,88	56,4	3,41	100,00

**Şekil 1.** Jig testlerinde elde edilen ürünlerin fotoğrafları

Her bir tane fraksiyondaki malzeme, Wilfley marka laboratuvar tipi sarsıntılı masada sabit tutulan koşullarda (10 mm strok/genlik, 470 dev/dk, 3° masa eğimi ve 10 L/dk yıkama suyu) testlere tabi tutulmuştur.

Deneyler sonucunda elde edilen konsantrelerin; BaSO<sub>4</sub>, beyazlık ve yoğunluk değerleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Her bir tane aralığında elde edilen konsantrelerin mikroskop fotoğrafları (kimyasal analiz için öğütülmüştür) ise Şekil 2’de görülmektedir.

Yapılan sarsıntılı masa deneysel çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda -3+2 mm ve -2+1 mm tane boyutlarında elde edilen konsantrelerin dolgu barit şeklinde satılabilir potansiyeli olduğu ancak -1 mm tane boyutunda elde edilecek konsantrenin ise beyazlık değerinin oldukça düşük olması nedeni ile piyasa talep koşulları dikkate alınarak değerlendirilmesi söz konusu olabileceği kanısına varılmıştır.

Önerilen barit zenginleştirme tesisi proses akım şeması Şekil 3’de verilmektedir.

SDS Madencilik Ltd. Şti. (Kozan/Adana) işletmesinde pilot çapta çalıştırılan jig cihazından elde edilen konsantreden kimyasal kalite barit özelliklerine yükseltilecek yüksek katma değerli ürün elde etmek amacı ile bu jig konsantresi d<sub>100</sub>=0,5 mm’e öğütme işlemi sonrası aşağıda koşulları (DK-1 ve DK-2) verilen ters flotasyon testlerine tabi tutulmuştur. Flotasyon koşulları belirlenirken literatürde mevcut klasik barit flotasyonunda uygulanan test parametreleri sabit olarak alınmıştır. DK-1 koşullarında gerçekleştirilen ters flotasyon işlemi sonrası %95,92 BaSO<sub>4</sub> ve %62,1 beyazlık değerine sahip konsantre elde edilmiştir (Şekil 4).

Flotasyon deney koşulları (DK-2) aşağıdaki gibi değiştirilerek (koşullandırma ve flotasyon süreleri DK-1’deki gibi alınmıştır) ters flotasyon testleri tekrarlanmıştır.

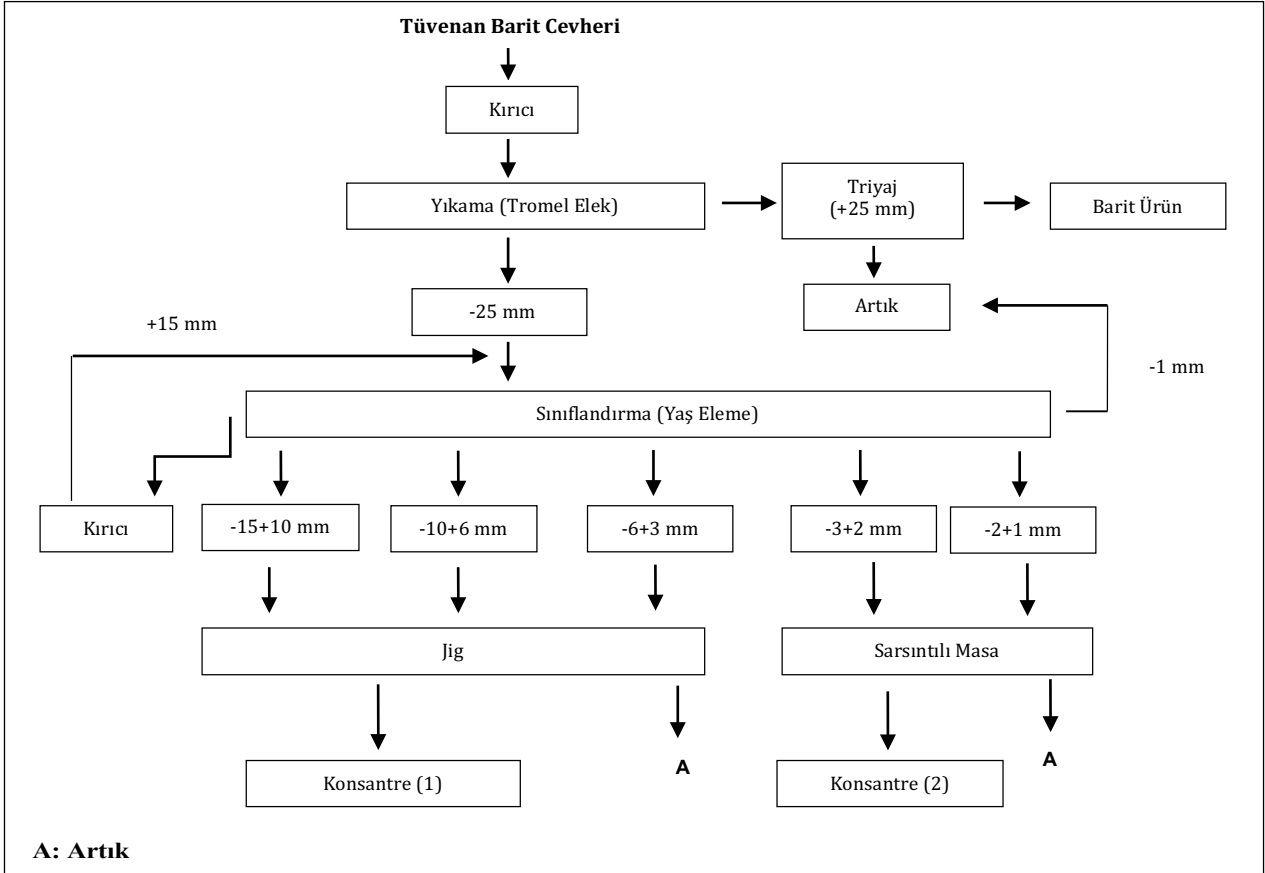
DK-2’de belirtilen deney koşullarında gerçekleştirilen ters flotasyon işlemi sonrası %91,76 BaSO<sub>4</sub> ve %58 beyazlık değerine sahip konsantre elde edilmiştir (Şekil 5).

**Çizelge 2.** Sarsıntılı masa testlerinde elde edilen konsantrelerin özellikleri

Ürün	BaSO <sub>4</sub> , %	Beyazlık Değeri, %	Yoğunluk, g/cm <sup>3</sup>	Verim, %
Konsantre (-3+2 mm)	91,26	62,1	4,20	54,16
Artık	76,80	-	3,76	43,84
Besleme	84,01	54,0	3,90	100,00
Konsantre (-2+1mm)	93,65	61,1	4,26	78,95
Artık	63,10	-	3,49	21,05
Besleme	84,99	52,2	3,72	100,00
Konsantre (-1 mm)	93,75	56,0	4,12	78,86
Artık	61,89	-	3,41	21,14
Besleme	84,55	44,4	3,60	100,00



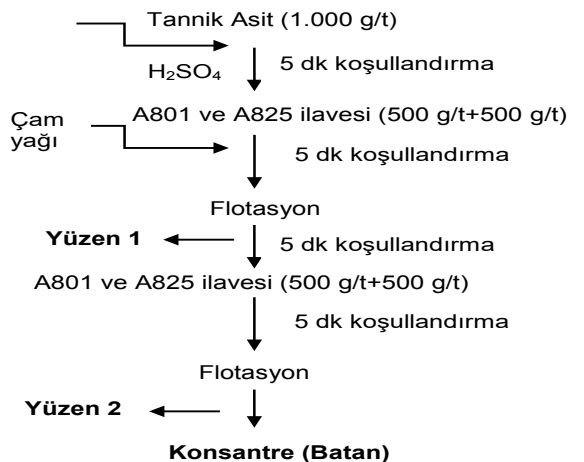
Şekil 2. Sarsıntılı masa testlerinde elde edilen konsantrelerin fotoğrafları



Şekil 3. Önerilen barit zenginleştirme akım şeması

**Deney Koşulları-1**

Tane boyutu ( $d_{100}$ )=0,5 mm  
 pH=2-3 ( $H_2SO_4$  ile)  
 Katı oranı=%15  
 Karıştırma hızı=1.500 dev/dk  
 Toplayıcı (A801 + A825) miktarı=1.000 g/t + 1.000 g/t  
 Köpürtücü (Çam Yağı) miktarı=50 g/t  
 Bastırıcı (Tannik asit) miktarı=1.000 g/t  
 Koşullandırma süresi=5+5+5 dk  
 Flotasyon süresi=2+2+2 dk

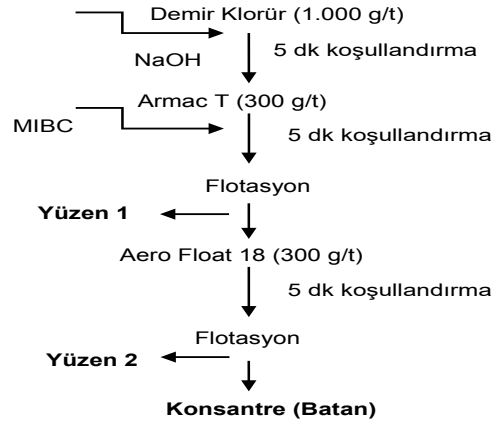


Şekil 4. Flotasyon testleri koşulları ve deney akım şeması (DK-1)



**Deney Koşulları-2**

Tane boyutu ( $d_{100}$ )=0,5 mm  
 pH=2-3 ( $H_2SO_4$  ile)  
 Katı oranı=%15  
 Karıştırma hızı=1.500 dev/dk  
 Toplayıcı (Armac T+Aero Float 18) miktarı=300 g/t+300 g/t  
 Köpürtücü (MIBC) miktarı=50 g/t  
 Bastırıcı (Demir Klorür) miktarı=1.000 g/t  
 Koşullandırma süresi=5+5+5 dk  
 Flotasyon süresi=2+2+2+2 dk



Şekil 5. Flotasyon testleri koşulları ve deney akım şeması (DK-2)

Yapılan flotasyon deneysel çalışması ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda test edilen flotasyon koşullarında başarılı sonuç alınmadığı görülmüştür.

Bunun nedenleri;

- Numune içindeki barit tanecikleri üzerinde sıvama şeklinde bulunan demir oksitler, mevcut hali ile kalmaktadır ki bu da flotasyon işleminde elde edilen barit konsantrasyonunun üzerinde belirli miktarda demir oksitler kaldığından baritin temizlenmesi mümkün olmamaktadır.
- Demir oksitlerin serbest hale getirilip flotasyon işlemine tabi tutulması numunenin çok daha ince tane boyutlarına ( $d_{100}=0,1$  mm) öğütülmesini gerektirmektedir ancak bu durumda da enerji maliyet açısından yüksek olup zenginleştirme yönteminin uygulanabilirliğini negatif yönde etkileyecektir. Ayrıca çok daha ince boyutlara öğütme durumunda belirgin miktarda şlam boyutundaki barit de kendiliğinden yüzeceğinden verim kaybı yüksek olacaktır.
- Flotasyon işleminde pH değerini düşürmek için kullanılan asit sarfiyatı çok yüksek olmuştur. Numune içindeki karbonatlı bileşikler aşırı asit sarfiyatı oluşturmaktadır.

Dolayısıyla ile gravite işlemleri sonucu üretilen konsantreden kimyasal kalite barit üretimi için uygulanacak flotasyon işleminde daha detaylı ve farklı koşulları içeren testlerin denenmesinin gerekli olduğu kanısına varılmıştır.

Aynı amaçla jig konsantrasyonundan kimyasal kalite barit üretmek için bilyeli değirmende  $d_{100}=0,5$  mm tane boyutuna indirilen test örnekleri kimyasal liç (çözündürme) testlerine tabi tutulmuştur. Çözücü olarak oksalik asit veya sülfürik asit kullanılmıştır. Uygulanan deney koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Bunlar;

Katı oranı: %20 katı

Çözücü miktarı: 50 g/L (Oksalik Asit veya Sülfürik Asit)

Karıştırma Hızı: 150 dev/dk

Sıcaklık: 40 °C

Süre: 60 dk

Her iki işlem sonrası çözelti, Whatman marka filtre kâğıdı kullanılarak katı/sıvı ayrımı yapılmış ve çökelek (çözünmeyen kısım) önceden 105 °C sıcaklığa ayarlanan etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur. Oksalik asit kullanılarak yapılan liç işleminde çözünen madde miktarı ağırlıkça %4,77 iken, sülfürik asit ile yapılan işlemde çözünen miktar %5,40 olarak hesaplanmıştır.

Çözünmeyen kısmın (kalıntı, çökelek, temiz barit konsantrasyonu)  $BaSO_4$ , beyazlık ve yoğunluk değerleri aşağıdaki Çizelge 3'de verilmektedir.

Çizelge 3. Liç işlemi sonucunda geriye kalan çözünmeyen kısmın (kalıntı, temiz barit konsantrasyonu) özellikleri

Çözücü Türü	$BaSO_4$ , %	Beyazlık Değeri, %	Yoğunluk, g/cm <sup>3</sup>
Oksalik Asit	92,85	63,4	4,21
Sülfürik asit	93,95	70,1	4,23

**Sonuçlar**

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda;

- Önerilen akım şemasına göre hem jig hem de sarsıntılı masa cihazlarından elde edilen konsantrasyonlar (-1 mm malzeme hariç), piyasada ticari olarak satılan dolgu barit kalitesinde (min. %92  $BaSO_4$ , min. 4,2 g/cm<sup>3</sup>) barit ile kıyaslanabilecek özelliklere sahiptir.
- Jig konsantrasyonundan kimyasal kalite barit üretmek için bu çalışmada test edilen deneysel koşullarda uygulanan flotasyon işleminde beklenen başarı elde edilememiştir. Dolayısıyla ile daha detaylı ve farklı koşulları içeren flotasyon testleri sonucunda elde edilecek verilerin sonuçlarına göre flotasyon işleminin potansiyelini belirlemenin gerekli olduğu kanısına varılmıştır.
- Ancak yine aynı amaçla jig konsantrasyonundan kimyasal kalite barit üretmek için uygulanan kimyasal liç işlemlerinin ise teknik açıdan uygulanabilir olduğu ancak bu işlemin ekonomik analizi yapılarak maliyet/kar açısından irdelenmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

**Teşekkür**

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje kodu: FBA-2019-10556). Ayrıca yazarlar SDS Madencilik Ltd. Şti.'ne (www.sds.com.tr) numune temini ve tesis imkânlarını kullanma hususunda teşekkür eder.

**Kaynaklar**

American Petroleum Institute, 2010. Purchasing Guidelines Handbook: Specification for Drilling Fluids—Specifications and Testing. API Specification 13A, 18th edn, 1-22.

Atak, S. 2017. Flotasyon Cevher Hazırlamada 100 Yıl. İTÜ Vakfı Yayınları.

- Batouche, T., Bouzenzena, A., Messai, A. 2018. Beneficiation methods of barite ore in Algeria. 9ème congrès national de la Société Algérienne de Chimie USTHB, Alger, 8-10 Mai 2018.
- Bhatti, M. A., Kazmi, K. R., Mehmood, R., Ahad, A., Tabbassum, A., Akram, A. 2017. Beneficiation study on barite ore of duddar area, District Lasbela, Balochistan Province, Pakistan. Pakistan Journal of Scientific & Industrial Research Series A: Physical Sciences, 60 (1), 9-22.
- Curreli, L., Ghiani, M., Zucca, A. 1994. Production of baryte concentrates for specials uses. 5. International Mineral Processing Symposium, Sep 6-8, Cappadocia (Turkey), 269-275.
- Deniz, V., Güler, T. 2018. Production of white barite from barite concentrates of shaking tables by bleaching process after magnetic methods. Inzynieria Mineralna, 19 (1), 77-82.
- Hodge, R. M., Augustine, B. G., Burton, R. C., Sanders, W. W. 1997. Evaluation and selection of drill-in-fluid candidates to minimize formation damage. SPE Drill & Compl., 12 (03), 174-179.
- Molaei, N., Razavi, H., Chelgani, S. C. 2018. Experimental modeling for upgrading of brown barite ore by different processing methods. Modeling Earth Systems and Environment, 4 (1), 89-96.
- Otoijamun, I., Kigozi, M., Adetunji, A. R., Onwualu, P. A. 2021. Characterization and suitability of igerian barites for different industrial applications. Minerals, 11 (4), 360, 1-11.
- Önal, G. 1980. Flotasyon Dışındaki Cevher Hazırlama Yöntemleri. İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Özbaş, K. E., Hiçyılmaz, C., Özbayoğlu, G. 1995. Beylikahır barit ve fluorit minerallerinin zenginleştirilmesi, 1. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Nisan 21-22, İzmir (Türkiye), 7-14.
- Özer, H. 2007. Oksit flotasyonunda tane boyutu, hidrofobiklik, köpük yapısı ve mekanik taşıma arasındaki ilişki [master tezi]. [Isparta]: Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Raju, G. B., Ratchambigai, S., Rao, M. A., Vasumathi, N., Kumar, T. V., Prabhakar, S., Rao, S. S. 2016. Beneficiation of barite dumps by flotation column; lab-scale studies to commercial production. Transactions of the Indian Institute of Metals, 69 (1), 75-81.
- Sonmez, A., Versan, K. M., Ozel, R. 2013. Performance analysis of drilling fluid liquid lubricants. J Petrol Sci Eng., 108, 64-73.
- TS EN 1097-7, 2009. Agregaların mekanik ve fiziksel özellikleri için deneyler-Bölüm 7: Dolgu malzemesi tane yoğunluğunun tayini - Piknometre yöntemi, Ankara.
- Ulusoy, U. 2019. Quantifying of particle shape differences of differently milled barite using a novel technique: Dynamic image analysis. Materialia, 8, 100434.