



Cevherden Flotasyon Yöntemiyle Baritin Zenginleştirilmesi

Barite Enrichment by Flotation Method from the Ore

İbrahim Dolak^{1*}, Rüstem Keçili²¹Dicle Üniversitesi, Diyarbakır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Kimya Teknolojileri Bölümü, idolak@dicle.edu.trORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2095-7614>Anadolu Üniversitesi, Yunus Emre Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, rkecili@anadolu.edu.trORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8377-9042>

MAKALE BİLGİLERİ

Makale geçmişi:

Geliş: 31 Ocak.2023
Düzeltilme: 17 Mart.2023
Kabul: 18.Mart 2023
Online: 23 Mart 2023

Anahtar kelimeler:

Barit Zenginleştirme
Sülfürleme
Flotasyon

ÖZ

Bu çalışmada, Eskişehir ili sınırları içerisinde bulunan ve ülkemiz açısından ekonomik değeri oldukça yüksek olan bastnasit cevherinde bulunan Barit ($BaSO_4$) mineralinin flotasyon tekniği ile seçici olarak cevherden ayırımı ve yüksek saflıkta barit elde edilmesi amaçlanmıştır. İlgili bölgeden tekniğe uygun olarak alınan cevher numunesi kırtıcı-öğütücü yardımı ile öğütülmüş ve uygun tanecek boyutuna getirilmiştir. Uygun tanecek boyutundaki cevher numunesine eleme işlemi uygulanmış ve bu sayede uygun tanecek boyutlu ve homojenize edilmiş numune elde edilmiştir. Homojenize edilmiş numune içerisinde bulunan mineral analizi için uygun çözünürleştirilme işlemi yapıldıktan sonra analizler yapılmış, cevher bünyesinde bulunan, bastnasit, barit ve fluorit gibi minerallerin numune içerisindeki miktarları tespit edilmiştir. Ön flotasyon işlemleri ile baritin flotasyon verimleri incelenmiş ancak istenilen düzeyde zenginleştirilme yapılamamıştır. Flotasyon veriminin düşük olmasının cevherin mineralojik yapısından kaynaklandığı düşünülmüş ve cevherin kristal yapısını değiştirmek amacıyla flotasyon işleminden önce sülfürleme prosesi gerçekleştirilmiştir. Sülfürleme prosesinden sonra gerçekleştirilen flotasyon çalışmalarında baritin flotasyon veriminde ciddi oranda artış olduğu yapılan deneyler sonucunda görülmüştür. Tespit edilen optimum flotasyon koşullarında yapılan deneylerde cevher bünyesinde yer alan baritin % 92.04 flotasyon verimi ile cevherdeki tenörününün % 31,13'den % 91.14'e yükseldiği tespit edilmiştir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 31 January 2023
Revised: 17 March 2023
Accepted: 18 March 2023
Available Online: 23 March 2023

Keywords:

Enrichment of Barite,
Sulphurization
Flotation

Doi: 10.24012/dumf.1245294

* Sorumlu yazar

ABSTRACT

In this study, it is aimed to selectively separate the barite ($BaSO_4$) mineral found in bastnasite ore, which is located within the borders of Eskişehir province of our country and has a very important place in terms of economic return to our country, from the ore by flotation technique and to obtain high purity barite. The ore sample taken from the relevant region in accordance with the technique was ground with the help of a crusher-grinder and brought to the appropriate particle size. Sieve process was applied to the ore sample, which was brought to the appropriate particle size, and by this means, the appropriate particle size and homogenized sample was obtained. After the appropriate solubilization process for the mineral analysis in the homogenized sample, analyzes were made and the amounts of minerals such as bastnasite, barite and fluorite in the sample were determined. Pre-flotation processes and barite flotation yields were investigated, but the desired level of enrichment could not be achieved. It was thought that the low retention efficiency of the flotation efficiency was due to the mineralogical structure of the ore and it was subjected to sulphidation before flotation in order to change the crystal structure of the ore. As a result of the experiments, it was observed that there is a significant increase in the flotation efficiency of barite in the flotation processes performed after the sulfuration process. In the experiments carried out under the determined optimum flotation conditions, it was determined that the barite contained in the ore increased from 31.13% to 91.14% with a flotation efficiency of 92.04%.

Giriş

Barit minerali ($BaSO_4$) özgül ağırlığının büyük olmasından dolayı uzun zamanlardan bu yana insanoğlunun dikkatini çekmiş ve bir çok alanda 'ağır spat' adı altında kullanılmıştır. Barit adının eski Yunancada 'ağır' anlamına gelen 'barus' kelimesinden türediği düşünülmektedir. Barit minerali doğada genellikle lamelli fibröz, nadiren de olsa konkresyonlar halinde bulunmakta ve yine doğada ince taneli yada toprağımsı görünümlü olanına da rastlanmaktadır. Genelde camsı ve reçine parlaklığına sahip olan barit çok az da olsa yarı saydam görünümde de olabilmektedir [1-4].

Doğal bir $BaSO_4$ içeriğine sahip olan barit minerali doğada çoğunlukla beyaz renklidir. Bununla birlikte, gri, pembe, sarı, yeşil, mavi ve siyah renkli olanları da mevcuttur. Barit mineralinin sertliği 2.6-3.6 aralığında, özgül ağırlığı 4.4-4.6 aralığında değişkenlik gösterebilmektedir. Mineralinin kimyasal yapısı $BaSO_4$ şeklinde olmakla birlikte, sırasıyla %65.70 ve %34.30 oranlarında BaO ve SO_3 ihtiva etmektedir. Bileşimindeki baryum içeriği %58.80 düzeyinde olup erime noktası $1580^\circ C$ 'dir [1, 5-8].

Doğada bulunuş şekillerine göre barit minerali doğada başlıca 3 tip yataklanma göstermektedir [9,10].

1.Kalıntı yataklar: Barit yataklarının yada içinde barit minerali bulunan kayaçların yıkanma işlemi sonucu meydana gelen kalıntı tip barit yatakları oldukça geniş yayılma alanı gösterirler ve açık işletmeye uygunlukları sebebiyle ekonomik değerleri oldukça fazladır. Bu tür yataklarda baritle birlikte flüorit, kalsit, kuvars, ve sülfür de yer alabilmektedir.

2.Hidrotermal filonlar: Düşük sıcaklıklarda meydana gelen epitermal-filon şeklindeki barit yataklanmalarına oldukça yaygın bir şekilde rastlanmaktadır, Hidrotermal kurşun-çinko yataklarında gangü meydana getiren barit birçok yerde filonun büyük kısmını oluşturmakla birlikte yapıda yer alan diğer sülfürlü mineraller

küçük bir hacme sahiptir. Bu tür yataklarda barit az da olsa flüorit, kuvars, kalsit ile birlikte bulunur ve daha az olasılıkla selestit, dolomit ve siderit ile birlikte bulunmaktadır.

3.Stratiform yataklar: Farklı zamanlarda alt sedimenter formasyonlar bünyesinde stratifiye kütleler halinde meydana gelen barit yatakları özellikle dolomit ve kalkerler içerisinde yer almaktadırlar. Bu tür yatakların geniş alanda yer alması, 10 metreye kadar kalınlığa sahip olmaları ve açık işletmeye müsait olmaları nedeniyle ekonomik açıdan önem teşkil etmektedirler. Bu tür yataklarda baritin içinde bulunan ince taneli kuvars bulunmakta olup mineral bunun dışında da bir miktarda organik madde ihtiva etmektedir.

Dünyadaki barit rezervinin yaklaşık 180-200 milyon ton olduğu açıklanmıştır. Bu rezervlerin başlıcaları ABD'de (70 milyon ton) ve Almanya'dadır (7 milyon ton). Yapılan çalışmalarda, ülkemizde bulunan barit yataklarının dünya standartlarına göre gerek cevher bünyesindeki oranı gerekse de mineral örgüde ihtiva ettiği yabancı maddeler açısından yüksek kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Ülkemizde devlet bünyesinde ve özel sektörlere ait ruhsatları bulunan Eskişehir, Kütahya, Konya, Kocaeli, Kayseri, Antalya, Mersin, Muş, İzmir, Trabzon ve Gümüşhane illerine dağılmış durumda barit yatakları bulunmaktadır [11-15].

Barit ($BaSO_4$) genel olarak petrol endüstrisinde sondaj kısmında dolgu malzemelerin yapımında ve kimyasalların üretiminde yaygınca kullanılmaktadır. Bunların dünya pazarında tüketimi sırasıyla %90 sondaj, %7 kimya ve %3 dolgu sektörüdür. Barit mineralinin ilk kullanımı yüksek özgül ağırlığı ve beyaz renkte olmasından dolayı boya, kağıt ve cam endüstrilerinde olmuştur ancak 1920'lerden sonra oldukça yaygın bir şekilde petrol ve doğal gaz aramalarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu alanda kullanımı oldukça yaygın hale gelen barit esas olarak petrol sondajlarında çamurun ağırlaştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Barit, sondaj işlemi esnasında oluşan formasyonların yukarı çıkarılmasında, oluşan sondaj deliği duvarlarının sağlamaştırılmasında ve petrolün beklenen seviyelere yaklaştığında ve basınçlı gazın geliş hızını ayarlama da kullanılır. Barit

katkı maddesi olarak lastik, kâğıt ve ebonit sanayinde de oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Cam endüstrisinde parlaklığı arttırmak amacıyla, plastik sanayinde plastiğe matlık vermek amacıyla, mercek ve TV tüpleri üretiminde ve tarım ilaçları üretiminde inert madde olarak kullanılmaktadır. Baritin önemli kullanım alanlarından birisi de boya sanayiidir [16-18].

Flotasyon, farklı özelliklerdeki katı taneciklerinin birbirlerinden yüzdürme işlemi ile ayrılması işlemidir. Flotasyon işlemi genel olarak madencilik endüstrisinde metalürjik işlemlerde yaygınca kullanılmaktadır. Flotasyon işlemi ile ayrılması ve zenginleştirilmesi istenilen mineral cevher bünyesinde bulunan diğer minerallerden (gang) ya da mineral olmayan diğer bileşenlerden ayrılarak ekonomik olarak değer kazanmasına katkı sunmaktadır. Flotasyon işlemi ilk defa bazı sülfür ve oksit filizlerine uygulanmış ancak ilerleyen zamanlarda diğer mineral yapıların ayrılmaları içinde yaygınca kullanılmaya başlanmıştır [19-31].

Ülkemizde bulunan barit içerikli cevher % 30 tenörlü yaklaşık 1 milyon ton barit içermektedir. Cevher, bünyesinde barit dışında fluorit ve nadir toprak elementlerini ihtiva eden bastnasit minerali ile oldukça kompleks bir yapıya sahiptir [1]. Eskişehir ili sınırları içerisinde yer alan cevher yatağı ile ilgili yapılan araştırmalar 1959 yılına kadar uzanmaktadır. Bu araştırmaların ilk aşamasında cevherleşmenin oluşumu ve yatağın rezervi araştırılmış ve gerekli raporlar hazırlanmıştır. [15,32]. Bununla birlikte cevher yatağının teknolojik sorunlarını çözmek amacıyla bazı ön araştırmalar yapılmıştır [33]. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılan araştırmalarda cevher bünyesinde bulunan minerallerin çok ince taneli yapıda olması, fiziksel yöntemler kullanılarak zenginleştirilebilmelerini oldukça zorlaştırdığı açıklanmıştır.

Cevher bünyesinde yer alan baritin diğer bileşenlerden ayrılması için yapılan araştırmalarda, sarsıntılı masa [34,35] ve flotasyon [36,37] gibi farklı teknikler uygulanmış, ancak cevher bünyesinde bulunan

baritin zenginleştirilmesi istenilen seviyede gerçekleştirilememiştir.

Bu çalışmada, ülkemizde Eskişehir ili sınırları içerisinde yer alan ve ülke ekonomisi için oldukça önem teşkil eden cevher numunesinden baritin flotasyon tekniği ile cevher bünyesinden ayrılması ve konsantre edilmesi amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen çalışmanın ilk aşamasında cevher örnekleri ilk önce belirli tanecik boyutuna gelmesi için öğütme işlemine tabi tutulmuş devamında öğütülen cevher numunelerinin homojen hale getirilmesi için elek işlemi uygulanmış ve numune -100 mesh tanecik boyutuna getirilmiştir. Bir sonraki aşamada ise cevher bünyesinde bulunan bileşenlerin analizi yapılmış; bastnasit bünyesindeki nadir toprak metalleri ICP-OES spektrometresi ile, barit analizi gravimetrik yöntemle ve fluorit analizi ise iyodometrik yöntemle tayin edilmiş, ve yapıda yer alan barit, bastnasit ve fluoritin miktarları belirlenmiştir.

Çalışmanın devamında, cevher bünyesinde yer alan baritin flotasyon tekniği uygulanarak yapıdan ayrılması ve zenginleştirilmesi işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, cevherin serbestlik derecesini ve buna paralel olarak ve flotasyon verimini arttırmak amacıyla flotasyon işlemi öncesi sülfürleme aşaması gerçekleştirilmiştir. Sülfürleme çalışmasında, deneysel parametrelerin optimize edilmesi amacıyla, ortam sıcaklığı, zaman ve H₂S miktarının sülfürleme işlemine olan etkisi araştırılmıştır.

Diğer taraftan, baritin flotasyonu işleminde optimum flotasyon koşullarını belirlemek amacıyla yapılan deneylerde ortam pH'ı, toplayıcı miktarı, pülp yoğunluğu ve bazı canlandırıcı ve bastırıcı reaktiflerin flotasyon verimine etkisi incelenmiştir. Optimum koşullarda elde edilen sonuçlar cevher numunesinde yer alan baritin flotasyon veriminin %92.04 olduğunu göstermiştir. Bu yöntemle ortaya çıkan konsantrede barit tenörü % 91.18'lere kadar yükseltilmiştir.

Deneysel Sonuçlar

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneysel prosedürler 4 ana kategoride toplanmıştır;

- ✓ Cevher numunelerinin temini, kırıcı-öğütücü vasıtası ile öğütülerek uygun tanecik boyutuna getirilmesi ve elek işlemi ile homojenizasyon sağlanması
- ✓ Homojen tanecik boyutuna getirilmiş cevher bünyesindeki barit mineralinin bileşen analizi: Bu aşamada cevher numunelerinin içeriğinde yer alan baritin miktarını belirlemek amacıyla numune çözünürleştirilmesi çalışmaları HF ve HNO₃ içeren karışımda, sıcaklık kontrollü mikrodalga cihazı (Berghow marka MWS-2 model) ile yapılmıştır. Cevher bünyesindeki baritin analizi Na₂CO₃ eritiş işlemi yapıldıktan sonra gravimetrik olarak yapılmıştır.
- ✓ Cevher numunesindeki barit mineraline yönelik gerçekleştirilen flotasyon işlemindeki verim arttırımına yönelik sülfürleme prosesinin gerçekleştirilmesi ve deneysel koşulların optimizasyonu: Çalışmanın bu aşamasında sülfürleme prosesi Şekil 1’de verilen ve iç hacmi 1.5 L olan, 2 cm et kalınlığına sahip bir hücrenin yer aldığı, basıncı 250 atm ve yaklaşık 350 °C sıcaklığa kadar dayanacak şekilde dizayn edilmiş, Cr-Ni çeliğinden üretilen bir otoklav kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Sülfürleme prosesinde kullanılan otoklav

- ✓ Sülfürlenmiş cevher numunesindeki baritin flotasyon metodu kullanılarak deriştirilmesi işlemi: Flotasyon çalışması Denver marka flotasyon cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İşlem öncesi ve sonrası barit analizi Na₂CO₃ eritiş işlemi yapıldıktan sonra gravimetrik olarak yapılmıştır.

Sülfürleme prosesinde kullanılan kimyasal maddeler

Otoklav kullanılarak gerçekleştirilen sülfürleme prosesinde temel olarak aşağıdaki reaksiyonlar gerçekleşmektedir.

- ✓ $FeS_2 \rightarrow FeS + S$ (Oksijensiz ortamda 725 °C’de kavurma işlemi) (1)
- ✓ $2FeS + H_2SO_4 \rightarrow H_2S(g) + FeSO_4$ (2)

Yukarıda verilen reaksiyonlardan da görüldüğü gibi sülfürleme aşamasında sülfür kaynağı ve asit olarak sırasıyla pirit ve sülfürik asit kullanılmıştır.

Flotasyon işleminde kullanılan kimyasallar

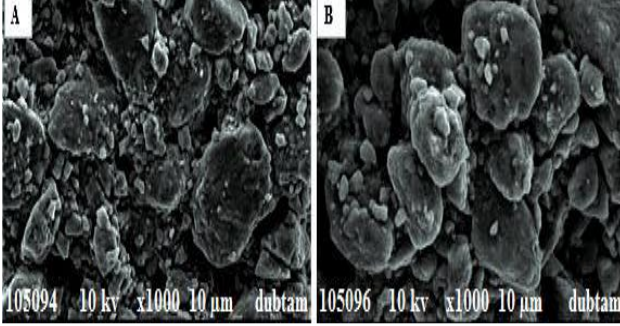
Baritin flotasyon işleminde kollektör olarak oleik asit (Merck), köpürtücü olarak DW₂₅₀, silis ve demir bastırıcı olarak NaCN (Merck), pH ayarlamasında ise 0.1 M HNO₃ ve 0.1 M NaOH çözeltileri kullanılmıştır.

Cevher numunesinin sülfürleme işlemi öncesi ve sonrası karakterizasyon işlemlerinde ise FEI marka Quanta FEG 250 model taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve Fourier Transform Infrared Spektrofotometre (FT-IR) (Perkin Elmer Spectrum 400) kullanılmıştır.

Barit analizlerinde kullanılan bütün kimyasallar Merck marka tuzlarından hazırlanmıştır. Deneysel aşamaların tamamında ortam pH’ının ölçülmesinde Mettler Toledo marka pH metre kullanılmıştır.

Cevher numunesinin karakterizasyonu

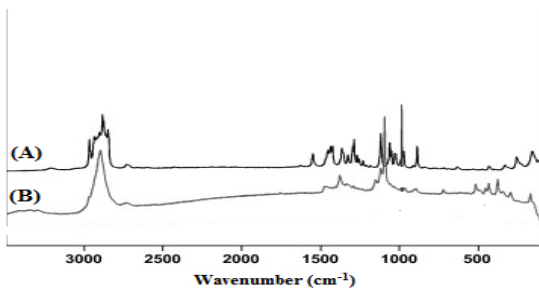
SEM görüntüleri



Şekil 2. Cevher numunelerine ait SEM fotoğrafları A) sülfürleme prosesinden önce; B) sülfürleme prosesinden sonra

SEM görüntülerinden görüldüğü ve elde edilen deneysel verilerden de anlaşıldığı üzere sülfürleme işlemi öncesi cevher bünyesinde bulunan bastnasit, barit, flüorit ve diğer yan bileşenler arasındaki etkileşimin daha fazla olduğu, taneciklerin birbirleriyle daha sağlam örgü sistemi meydana getirdiği ve buna bağlı olarak serbestleşme derecesinin düşük olduğu sonucuna varılmış, yapılan ön deneylerde elde edilen deneysel veriler de bunu desteklemiştir. Sülfürleme işlemi sonrası SEM görüntüsünden de görüldüğü üzere tanecikler arası etkileşimin azaldığı ve buna bağlı olarak taneciklerin birbirlerinden uzaklaştığı tespit edilmiş, elde edilen deneysel veriler de ayrılma verimlerinin arttığı gözlemlenmiştir.

FT-IR Analizleri



Şekil 3. Cevher numunelerine ait FT-IR spektrumları (A) sülfürleme prosesinden önce; (B) sülfürleme prosesinden sonra

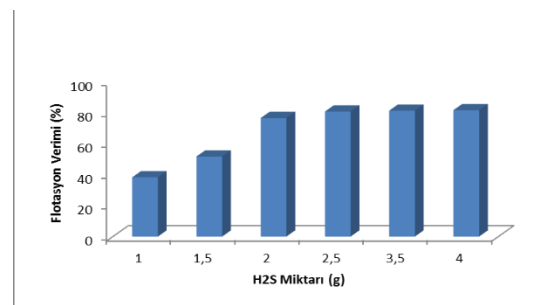
Şekil 3'teki FT-IR spektrumları incelendiğinde sülfürleme işlemi öncesi cevher bünyesinde bulunan bileşenlerin birbirleriyle etkileşimleri oldukça kuvvetli ve örgü sisteminde birbirleriyle etkileşim halinde oldukları için spektrumda sülfürleme işlemi sonrası piklerin daha belirgin ve pik bölgelerinin birbirinden ayrıldığı tespit edilmiştir. Spektrumda meydana gelen değişiklik taneciklerin sülfürleme işlemi sonrası birbirlerinden ayrıldığını ve kendilerine özgü piklerin daha belirgin oluşması şeklinde değerlendirilmiştir.

Flotasyon Prosesi Öncesi Sülfürleme Koşullarının Optimizasyonu

Sülfürleme koşullarının optimizasyonu için ilk aşamada cevher içeriğinde bulunan barit mineralinin ayrışması amacıyla için flotasyon metodu uygulanmıştır. Ancak, flotasyon veriminin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin cevher numunesinin mineralojik yapısı ile ilgili olduğu düşünülmüştür. Bu sorunu gidermek ve serbestleşme derecesinin istenilen düzeye artırılması için sülfürleme prosesi gerçekleştirilmiştir.

Sülfürleme prosesinde ortamda yer alan optimum H₂S miktarının belirlenmesi

Çalışmanın bu aşamasında, sülfürleme prosesinde ortamda yer alan optimum H₂S miktarının belirlenmesi için, H₂S miktarının flotasyon verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 4'te verilmiştir.

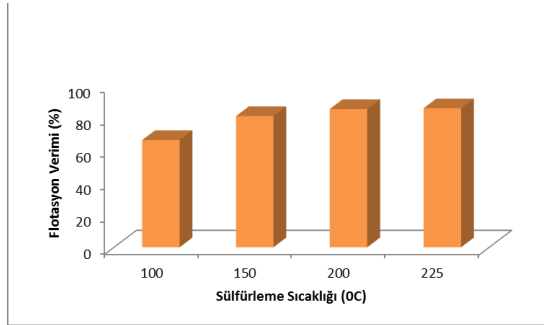


Şekil 4. H₂S miktarının Barit flotasyon verimine etkisi

Şekil 4'ten de görüldüğü gibi, 2,5 g H₂S miktarından sonra barit flotasyon veriminin %81'ler düzeyinde sabit kaldığı belirlenmiştir ve elde edilen konsantre numunedeki barit tenörünün %76,2 olduğu yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir.

Optimum sülfürleme sıcaklığının tespit edilmesi

Bir önceki aşamada tespit edilen, optimum H₂S miktarı kullanılarak yapılan çalışmalarda sülfürleme prosesinde ortam sıcaklığının barit flotasyonunu ve verimini nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlar ise Şekil 5'te verilmiştir.

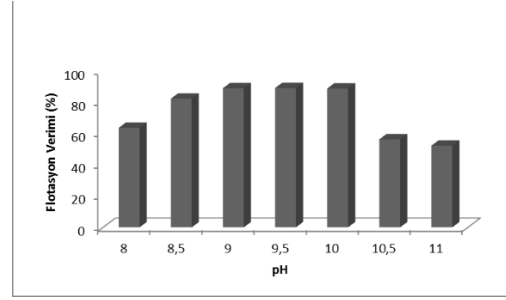


Şekil 5. Sülfürleme sıcaklığının baritin flotasyon verimine etkisi

Şekil 5'ten de görüldüğü gibi, sülfürleme sıcaklığı arttıkça 150 °C'ye kadar flotasyon verimi artmış ve sabitlenmiştir. Baritin flotasyon veriminin % 86'ya kadar yükseldiği tespit edilmiş elde edilen konsantrede numunedeki barit tenörünün ise % 82'lere yükseldiği belirlenmiştir.

Flotasyon prosesine yönelik optimum pH'ın tespit edilmesi

Ortam pH'ının uygulanan flotasyon prosesinin verimine etkisini araştırmak için ortam pH'ı 8 ile 11 aralığında değiştirilmiş ve bu koşullarda % flotasyon verimi belirlenmiştir. pH düzenleyici olarak Na₂CO₃/NaHCO₃ tamponu, NH₃/NH₄Cl tamponu ve NaOH kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir.

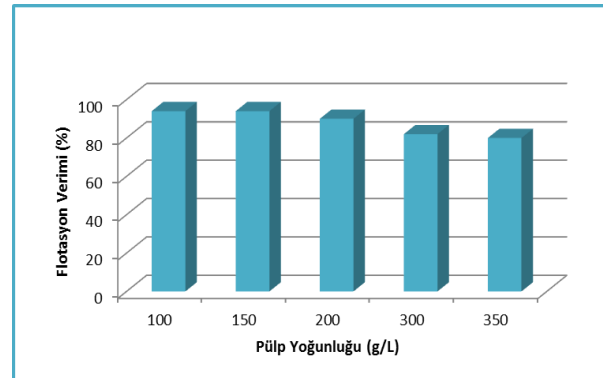


Şekil 6. Ortam pH'ının barit flotasyon verimine etkisi

Şekil 6'dan da görüldüğü gibi, ortam pH'ı 9, 9.5 ve 10 olduğunda en fazla flotasyon verimleri elde edilmiştir. Bununla birlikte, pH 9.5 ve 10'da yüzen madde miktarının fazlalığı sebebi ile elde edilen konsantre numunedeki barit tenörlerinin pH 9.0'da elde edilen konsantre tenöründen düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı, uygulanan flotasyon prosesindeki verim ile beraber yüzen madde miktarı da oldukça önemlidir ve optimum ortam pH'ı yüzen madde miktarı da dikkate alındığında 9.0 olarak tespit edilmiştir.

Flotasyon prosesi için optimum pülp yoğunluğunun tespit edilmesi

Flotasyon prosesi için optimum pülp yoğunluğunun tespit edilmesi için gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda pülp yoğunluğu 100 ile 350 g L⁻¹ aralığında tutulmuştur. Şekil 7'de pülp yoğunluğunun barit flotasyon verimine etkisi verilmiştir.

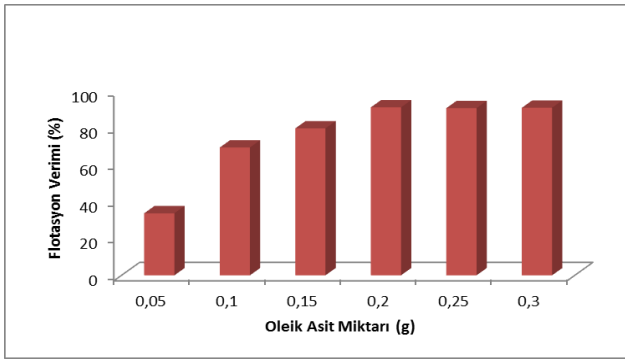


Şekil 7. Pülp yoğunluğunun barit flotasyon verimine etkisi

Şekilden de görüldüğü gibi, belirli bir pülp yoğunluğuna kadar (200 g L^{-1}) barit flotasyon veriminde önemli bir fark tespit edilmemiştir. Fakat, bu değerden sonraki pülp yoğunluğunda (300 ve 350 g L^{-1}) uygulanan flotasyon veriminin düştüğü gözlenmiştir.

Toplayıcı miktarının flotasyon verimine etkisi

Cevher bünyesinde bulunan barite uygulanan flotasyon prosesinde kullanılan toplayıcının (oleik asit) optimum miktarının belirlenmesi amacıyla toplayıcı madde olan oleik asit miktarının 0.05 - 0.25 g aralığında değiştirilerek flotasyon verimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Şekil 8'de oleik asit miktarının barit flotasyon verimi üzerindeki etkisi verilmiştir.



Şekil 8. Oleik asit miktarının barit flotasyon verimi üzerindeki etkisi

Şekil 8'den görüldüğü gibi, toplayıcı madde olan oleik asitin 0.2 g olduğu durumda barit flotasyon veriminin en yüksek değerde olduğu (% 92) belirlenmiştir. Diğer taraftan, elde edilen konsantre numunedeki barit tenörü ise % 91.2 olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar

Gerçekleştirilen bu çalışmada, Eskişehir ili sınırları içerisinde bulunan ve ülkemiz için oldukça yüksek ekonomik değere sahip barit-fluorit-bastnasit cevherinden baritin flotasyon yöntemi ile seçici olarak ayrılması ve zenginleştirilmesi hedeflenmiştir

Cevher numunesine flotasyon prosesi uygulanması durumunda elde edilen veriminin düşük olduğu tespit edilmiş, bundan dolayı numunenin serbestlik derecesinin yükseltilmesi amacıyla flotasyon prosesi uygulanmadan önce cevherin sülfürlenmesi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra en uygun şartlar altında uygulanan flotasyon prosesinde cevher bünyesinde bulunan baritin (BaSO_4) % 92'si flote edilmiştir ve konsantre numunedeki baritin tenörü % 91'lere kadar çıktığı tespit edilmiştir. Ana cevher içerisindeki başlangıç tenörünün % 30'lar olduğu göz önüne alınırsa 3 katın üzerinde bir zenginleştirme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen konsantredeki barit tenörünün %91'lere kadar çıktığı göz önüne alındığında bu saflıkta barit konsantrisinin bir çok uygulama alanında rahatlıkla kullanılabileceği bir saflık düzeyine konsantre edilmiştir.

Kaynaklar

- [1] İ. Dolak, 'Nadir Toprak elementleri içeren barit ve fluorit cevherinin değerlendirilmesi' *Ph.D. dissertation, Dept. Chem., Dicle Univ., Diyarbakır, Turkey, 2010.*
- [2] İ. Dolak, R. Ziyadanoğulları, 'Eskişehir bastnasit cevherinde bulunan toryumun zenginleştirilmesi', *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol. 10, no. 1, pp. 211-220, 2019.
- [3] İ. Dolak, 'Eskişehir bastnasit cevherinde bulunan seryumun zenginleştirilmesi', *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol. 12, no. 2, p. 309-315, 2021.
- [4] İ. Dolak, R. Keçili, 'Eskişehir bastnasit cevherinde bulunan lantanın zenginleştirilmesi', *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, vol. 13, no. 1, pp. 79-85, 2019.
- [5] İ. Dolak, İ. Teğin, R. Güzel, R. Ziyadanoğulları, 'Removal and Preconcentration of Pb(II), Cr(III), Cr(VI) from the Aqueous Solution and Speciation of Cr(III)-Cr(VI) by Using Functionalized Amberlite XAD-16 Resin with Dithioethylenediamine' *Asian Journal Of Chemistry*, vol. 22, no. 8, pp. 6117-6124, 2010.
- [6] İ. Dolak, İ. Teğin, R. Güzel, R. Ziyadanoğulları, 'Removal and Preconcentration of Pb(II), V(V), Cr(VI) from the Aqueous Solution and Selective Separation of V(V)-Cr(VI) by Using Functionalized Amberlite XAD-16 Resin with Dithioethylenediamine' *Asian Journal of Chemistry*, vol. 22, no. 8, pp. 6107-6116, 2010.

- [7] İ. Dolak, İ. Teğin, R. Güzel, R. Ziyadanoğulları, 'Synthesis and preconcentration of Amberlite XAD-4 resin modified by dithioethylenediamine' *Asian Journal of Chemistry*, vol 21, no. 1, pp. 165-175, 2009.
- [8] İ. Dolak, İ. Teğin, R. Güzel, R. Ziyadanoğulları, 'Reduction of Cr (VI) in aqueous solutions by natural and roasted pyrite' *Asian Journal of Chemistry*, vol. 19, no. 3, pp 2389-2396, 2007.
- [9] H. Kaplan, 'MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi' *MTA Dergisi*, Ankara, Türkiye, 1977.
- [10] S. Kulaksız, 'Eskişehir toryum cevherinin değerlendirilmesi', Ph.D. dissertation, Dept. Chem., Hacettepe Univ., Ankara, Turkey, 1977.
- [11] [24] İ. Dolak, 'Selective Adsorption of U(VI) by using U(VI)-imprinted poly-hydroxyethyl methacrylate-methacryloyl-L-histidine (p-[hema-(mah)3]) cryogel polymer', *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 17, no. 2, pp. 3165-3178, 2018.
- [12] İ. Dolak, 'Ion Imprinted Affinity Cryogels for the Selective Adsorption Uranium in Real Samples', *Iranian journal of chemistry and chemical engineering*, vol. 38, no. 6, pp. 115-125, 2019.
- [13] M.S. Çiftçi, 'Eskişehir-Sivrihisar-Beylikahır fluoritli kompleks cevher yatağının fluorit yönünden değerlendirilmesine ilişkin ön teknolojik çalışmalar' *MTA Dergisi*, vol. 103, p. 82-83, 1985.
- [14] İ. Dolak, M. Karakaplan, B. Ziyadanoğulları, R. Ziyadanoğulları, 'Solvent Extraction, Preconcentration and Determination of Thorium with Monoaza 18-Crown-6 Derivative', *Bulletin of the Korean Chemical Society*, vol. 32, no. 5, pp. 1564-1568, 2011.
- [15] Elgin G., (1983). MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi, *MTA Dergisi*, Ankara, Türkiye.
- [16] R. Keçili, İ. Dolak, B. Ziyadanoğulları, A. Ersöz, R. Say, 'Ion imprinted cryogel-based supermacroporous traps for selective separation of cerium (III) in real sample', *Journal of Rare Earths*, vol. 36, no. 8, pp. 857-862, 2018.
- [17] M. Kul, Y. Topkaya, İ. Karakaya, 'Rare earth double sulfates from pre-concentrated bastnaesite', *Hydrometallurgy*, vol. 93, no. pp. 129-135, 2008.
- [18] G. Canpolat, İ. Dolak, R. Keçili, R. Onat, Z. Baysal, B. Ziyadanoğulları, A. Ersöz, R. Say, 'Development of molecular imprinting-based smart cryogels for selective recognition and separation of serum cytochrome-c as a biochemical indicator', *Process Biochemistry*, vol. 106, pp. 112-119, 2021.
- [19] R. Vijalayakshmi, S.L. Mishra, H. Singh, C.K. Gupta, 'Solvent Extraction of Uranium from Wet Process Phosphoric Acids', *Hydrometallurgy*, vol 61, pp. 75-80, 2001.
- [20] Z. Baysal, E. Aksoy, İ. Dolak, A. Ersöz, R. Say R., 'Adsorption behaviours of lysozyme onto poly-hydroxyethyl methacrylate cryogels containing methacryloyl antipyrine-Ce(III)', *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials*, vol. 67, no. 4, pp. 199-204, 2018.
- [21] E.V. Oral, S. Özdemir, İ. Dolak, V. Okumus, A. Dundar, B. Ziyadanoğulları, Z. Aksoy, R. Onat, R., 'Anoxybacillus sp. SO B1-Immobilized Amberlite XAD-16 for Solid-Phase Preconcentration of Cu(II) and Pb(II) and Their Determinations by Flame Atomic Absorption Spectrometry', *Bioremediation Journal*, vol .19, no. 2, pp. 139-150, 2015.
- [22] İ. Yener, E.V. Varhan, İ. Dolak, S. Özdemir, R. Ziyadanoğulları, 'A new method for preconcentration of Th (IV) and Ce (III) by thermophilic Anoxybacillus flavithermus immobilized on Amberlite XAD-16 resin as a novel biosorbent', *Ecological Engineering*, vol. 103, pp. 43-49, 2017.
- [23] R. Chi, X. Zhang, G. Zhu, Z.A. Zhou, Y. Wu, C. Wang, F. Yu F, 'Recovery of rare earth from bastnaesite by ammonium chloride roasting with fluorine deactivation', *Minerals Engineering*, vol. 17, pp. 1037-1043, 2004.
- [24] İ. Dolak, R. Keçili, D. Hür, A. Ersöz, R. Say, 'Ion-imprinted polymers for selective recognition of neodymium (III) in environmental samples', *Industrial & Engineering Chemistry Research*, vol 54, no. 19, pp. 5328-5335, 2015.
- [25] M. Chamsaz, M.S. Hosseini, M.H. Arbab-Zavar 'Synergic Flotation Spectrophotometric Investigation of Rare Earth(III) Ions with Alizarin and 1,10-Phenanthroline', *Journal of Colloid Interface Science*, vol 256, pp. 472-476, 2002.
- [26] İ. Dolak, 'Selective Separation and Preconcentration of Thorium (IV) in Bastnaesite Ore Using Thorium (IV)-Imprinted Cryogel Polymer', *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, vol. 46, no. 2, pp. 187-197, 2018.
- [27] J. Ren, S. Song, A. Lopez-Valdivieso, S. Lu, 'Selective flotation of bastnaesite from monazite in rare earth concentrates using potassium alum as depressant', *International Journal of Mineral Processing*, vol. 59, pp. 237,245, 2000.
- [28] İ. Dolak, R. Keçili, R. Onat, B. Ziyadanoğulları, A. Ersöz, R. Say, 'Molecularly imprinted affinity cryogels for the selective recognition of myoglobin in blood serum', *Journal of Molecular Structure*, vol. 1174, pp. 171-176, 2018.

- [29] İ. Dolak, G. Canpolat, A. Ersöz, R. Say, 'Metal chelate based site recognition of ceruloplasmin using molecularly imprinted polymer/cryogel system', *Separation Science and Technology*, vol. 55, no. 2, pp. 199-208, 2020.
- [30] İ. Dolak, G. Canpolat, R. Keçili, R. Onat, Z. Baysal, B. Ziyadanoğulları, A. Ersöz, R. Say, 'A novel lanthanide-chelate based molecularly imprinted cryogel for purification of hemoglobin from blood serum: An alternative method for thalassemia diagnosis', *Process Biochemistry*, vol. 91, pp. 189-196, 2020.
- [31] İ. Dolak, R. Keçili, F. Yılmaz, A. Ersöz, R. Say, 'Selective Recognition and Separation of Ubiquitin by Nanoparticle Embedded Cryogel Traps with Ubiquitin Memories Based on Photosensitive Covalent Imprinting', *Journal of Analytical Chemistry*, vol. 76, no. 2, pp. 165-171, 2021.
- [32] Roskill R., The Economics of Rare Earths, '*Developments in Geochemistry*', Vol. 2, pp. 423-466 1988.
- [33] İ. Kayabalı, R. Baybörü, *Industrial Minerals*, Vol. 47, pp. 63-81, 1993.
- [34] G. Canpolat, İ. Dolak, C. G. Hussain, R. Keçili, C. M. Hussain, Sample Preparation with Conductive Polymers, *Conductive Polymers in Analytical Chemistry*, pp.119-140, 2022.
- [35] A.E. Yüce, Ph.D. dissertation, Dept. Chem., İstanbul Teknik Univ., İstanbul, Turkey, 1988.
- [36] G. Canpolat, İ. Dolak, R. Keçili, C. G. Hussain, A. Amiri, C. M. Hussain, Conductive Polymer-Based Nanocomposites as Powerful Sorbents: Design, Preparation and Extraction Applications, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, Vol. , p. 1-14, 2022.
- [37] M. Gündüz, Ph.D. dissertation Dept. Chem., Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 1992.