



Academic Research Journal of Technical Vocational Schools

artes@cumhuriyet.edu.tr

Founded: 2022

Available online, ISSN: 2822-5880

Publisher: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Investigation of Effects of Some Variables on Talc Flotation

Selma Şimşek^{1,a,*}

¹Department of Property Protection and Security, Sivas Vocational School of Technical Sciences, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

*Corresponding author

Research Article

History

Received: 22/12/2022

Accepted: 06/01/2023

ABSTRACT

Talc is one of low-grade metamorphic minerals geologically and derive from ultramafic rocks enriching Mg. In addition to industries of ceramic, cosmetic, paint, paper, plastic and roofing, this unique mineral are also used in production of animal feeds, polymer and detergent. Talc has also easily floating talent due to its hydrophobic feature without using any collector. In spite of the fact that flotation of talc is only provided by frother; collectors, frothers and depressants are used as reactive. In this study, flotation effects of talc samples gathering from Sivas region were investigated considering that pH values, types and amounts of collector, frother, and depressants as an effective parameters. Kerosene as collector; pine oil, flotanol B, montanol 800, aerofroth 73 and aerofroth 88 as frothers were used in flotation experiments. The effect of dextrine, starch as depressants were also studied in detail. Kerosene on beneficiation of collector effect were observed no satisfactory results. It is determined that aerofroth 88 give best result as frother, the most reactive depressor is also dextrine.

Keywords: Talc, Flotation, Collector, Frother, Depressant

Talc Flotasyonuna Etki Eden Bazı Değişkenlerin Etkilerinin İncelenmesi

Süreç

Geliş: 22/12/2022

Kabul: 06/01/2023

ÖZ

Talc; jeolojik olarak düşük dereceli metamorfizma sonucu oluşan minerallerden birisi olup magnezyumca zengin ultramafik kayalardan türer. Bu eşsiz mineral; seramik, kozmetik, boya, kâğıt, plastik, çatı kaplama ve lastik sanayinin yanı sıra hayvan yemi, polimer ve deterjan üretiminde de kullanılmaktadır. Talc, hidrofobik özelliğinden dolayı hiçbir toplayıcı (kollektör) kullanmadan kolaylıkla yüzebilme yeteneğine de sahiptir. Her ne kadar talkın sadece köpürtücü ile flotasyonu sağlansa da reaktif olarak toplayıcı, köpürtücü ve bastırıcılar da kullanılmaktadır. Bu çalışmada, Sivas yöresinden temin edilen talkın flotasyon ile zenginleştirilmesinde etkili olan parametrelerden pH, toplayıcı, köpürtücü, bastırıcı türü ve miktarlarının verim üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Flotasyon deneylerinde toplayıcı olarak gazyağı; köpürtücü olarak ise çamyacı, flotanol B, montanol 800, aerofroth 73 ve aerofroth 88 kullanılmıştır. Bastırıcı olarak ise dekstrin ve nişastanın etkisi araştırılmıştır. Toplayıcının etkisinin incelendiği deneylerde gazyağının iyi sonuç vermediği görülmüştür. Köpürtücü olarak aerofroth 88 en iyi sonucu verirken; talkın bastırılması için en etkin reaktif dekstrin olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Talc, Flotasyon, Toplayıcı, Köpürtücü, Bastırıcı

Copyright



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

^a selmasim@cumhuriyet.edu.tr

^{ORCID} <https://orcid.org/0000-0003-1485-7825>

How to Cite: Şimşek S. (2022) Investigation of Effects of Some Variables on Talc Flotation, Academic Research Journal of Technical Vocational Schools, 1(2): 62-66

Giriş

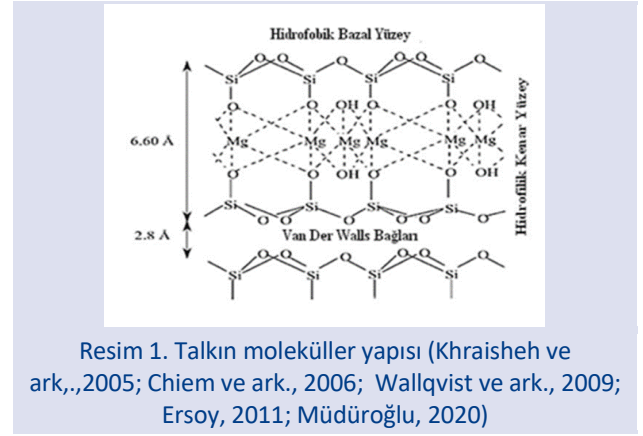
Talk mineral grubu olarak fillosilikatlara dahil olup, triklinik ya da monoklinik sistemde kristalleşir. Bileşimi $MgO_3Si_4O_{10}(OH)_2$ 'dir. Renkleri beyaz, yeşil, sarı veya kahverengi, bazen de şeffaf olabilmektedir. Talk metamorfik bir mineral olup; derinlerde ve magnezyumca zengin kayalarda bulunur. Daha çok serpantin, tremolit ve forsterit ile ilişkili olup; ultramafik magmatik kayaların ve dolomitlerin alterasyon ürünü olarak oluşur (Gavira ve Frances, 2008). Yassı, yapraksı yapısı, yumuşaklığı, izolasyon özelliği, elektriğe olan direnci, kimyasal olarak tutarlı hali, ısıya karşı dayanımı, yağ absorplayabilme gibi özelliklerinden dolayı birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanlar; boya, kağıt, seramik, lastik, kozmetik, döküm-lastik, çatı kaplaması, kauçuk gibi endüstrinin birçok alanıdır (Yekeler ve ark.,2004; Wallqvist ve ark., 2009; Kumar ve ark., 2016; Gibson ve ark., 2017; Qin ve ark., 2018; Bazar ve ark., 2021).

Flotasyon; fizikokimyasal zenginleştirme yöntemlerinden olup, tanelerin hidrofobik (su sevmeyen) ve hidrofilik (su seven) özelliklerinden yararlanılarak, bu tanelerin hava kabarcıkları yardımıyla ayrılması prensibine dayanmaktadır. Hidrofobik taneler, hava kabarcığına yapışarak konsantreye taşınır; hidrofilik taneler ise kabarcıktan uzaklaşarak çöker.

Doğal haliyle sadece kömür, talk, grafit, stibnit, molibdenit ve kükürt gibi hidrofob karakterli birkaç mineral bulunurken diğer mineraller hidrofilik bir yapıya sahiptir. Flotasyon yönteminde yüzey/ara yüzey özellikleri etkili olup; taneciklerin reaktiflerle muamele edilmesi önemlidir. Reaktifler, kullanıldıkları amaçlara göre; toplayıcılar(kollektörler), bastırıcılar, köpürtücüler, canlandırıcılar ve pH ayarlayıcılar olarak sınıflandırılmaktadır (Atak, 1990).

Doğal yüzebilirlik özelliği göstermesinden dolayı; talkın zenginleştirilmesinde en çok tercih edilen yöntem flotasyon ile zenginleştirilmez. Talk hiçbir kollektör kullanılmadan dahi kolaylıkla yüzelebilmektedir. Bazı durumlarda ise talkın flotasyon yöntemiyle yan taş olarak uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu aşamada da flotasyonda bastırılması söz konusu olmaktadır.

Sülfat minerallerinin flotasyon ile zenginleştirilmesinde; talk ve diğer silikat minerallerinin bastırılmasında nişasta ve selüloz türevleri gibi organik bastırıcılar kullanılmaktadır. Talk tabakalı magnezyum silikat minerali olup; tabakalar birbirine Van der Waals kuvvetleri ile bağlıdır. Bu nedenle açığa çıkan yüzeyler hidrofobik karakterdedir. Diğer taraftan, talk minerali tabakalar boyunca kırıldığında kopmuş iyonik bağlar hidrofilik bir yüzeye neden olur (Gomes ve Oliveira, 1991). Yani talkın bazal yüzeyleri (yüzey alanları) tabakaların klivajı tarafından oluşturulur ve hidrofobik (Si-O-Si) özellik gösterirken, kenar yüzeyleri (MgOH ve SiOH grupları) hidrofilik özelliğindedir. Kenar alanları ile karşılaştırıldığında; yüzey alanları çok baskın olduğundan talk genellikle yüksek derecede hidrofobik mineral kabul edilmektedir (Charnay ve ark., 2001; Gomes ve Oliveira, 1991; Pugh ve Tjus 1990). Resim 1'de talkın moleküller yapısı verilmiştir.



Resim 1. Talkın moleküller yapısı (Khraisheh ve ark., 2005; Chiem ve ark., 2006; Wallqvist ve ark., 2009; Ersoy, 2011; Müdüroğlu, 2020)

Talkın flotasyon ile zenginleştirilmesine ait birçok araştırma ve deneysel çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan; Gomez ve Oliveira (1991) karboksil metil selüloz (CMC) ve alüminyum klorür ile talkın doğal yüzebilirliğini araştırmışlardır. Bastırıcı olarak kullanılan CMC'ye ilave olarak alüminyum klorürün eklenmesiyle, talkın bastırılmasında önemli bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Çünkü hidroksit türlerinden $Al(OH)^{+2}$ ve $Al(OH)_2^+$, alüminyum klorür ilavesiyle; CMC'nin daha yüksek adsorpsiyonunu sağlayarak, bastırıcı etkinin maksimum düzeye çıkmasını sağlamaktadır. Yehia ve Al-Wakeel (2000) endüstri dalları için uygun talk konsantreleri elde etmek için; pH ve köpürtücü miktarının flotasyon işlemine olan etkilerini incelemişlerdir. Deneylerde köpürtücü olarak polipropilen glikol kullanılmış olup; verim değeri %93'e kadar yükselmiştir. Yıldırım (2002)'in çalışmasında ise Yalazı/Balıkesir talk yatağından alınan cevher numunesinin zenginleştirme çalışmalarının sonuçları sunulmuştur. Öncelikle, manyetik mineraller yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcı ile uzaklaştırılmış, ikinci aşamada ise flotasyon yöntemi ile zenginleştirme yapılmıştır. Deneylerde kullanılan flotasyon reaktifleri; gazyağı, çamyacı ve manyeziti bastırmak için Na_2SiO_3 'dır. Flotasyon işlemleri ile çok yüksek verimlere ulaşılamamış; ancak demir içeriği düşük, talk içeriği yüksek konsantre elde edilmiştir. Shortridge ve ark. (2000) ise polisakkarit bastırıcıların molekül ağırlıklarının, talkın flotasyon ile zenginleştirilmesine olan etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada bastırıcı olarak iki farklı türde polisakkarit kullanılmıştır. Bunlar karboksil metil selüloz (CMC) ve modifiye edilmiş guar zampıdır. Bu bastırıcılar; farklı molekül ağırlıklarında kullanılarak, talkın doğal yüzebilirliğindeki etkilerinin birbirleri ile kıyaslanması sağlanmıştır. Deney sonucunda CMC'nin molekül ağırlığının artırılmasının, talkın bastırılmasında belirleyici bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Talk ile ilgili başka bir çalışmada, flotasyonda bastırıcı olarak karboksil metil selüloz (CMC) kullanılmıştır. Deneylerde CMC'nin adsorpsiyon özelliklerinin molekül ağırlığına ve konsantrasyona bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. CMC'nin molekül ağırlığı arttıkça, talkın bastırılmasında da bir artış gözlemlenmiştir (Khraisheh ve ark., 2005). Talk –kalsit ayırımındaki flotasyon ve sürüklenme davranışlarının incelendiği bir çalışmada Akdemir ve ark., (2005); birçok

köpürtücünün (MIBC, Aerofroth 88, Flotanol F, pine oil) etkilerini test ederek; köpürtücü türünün verim, flotasyon hızı ve ince gang sürüklenmesinde önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Mahmoud ve ark. (2007) ise; çalışmalarında flotasyon yöntemi ile (akabinde liç yöntemi de kullanılmış) talk kalitesinin endüstride kullanımı için arttırılmasını öngörmüşlerdir. Deneylerde toplayıcı olarak oleik asit+gazyağı karışımı kullanılmış olup, en iyi verim değeri 1,2 kg/ton miktarında alınmıştır. Talkın yüzebilirliğinin pH 11 değerine kadar yükseldikçe arttığı; bu değer üzerinde ise azaldığı görülmüştür. Ayrıca; gang minerali olarak tespit edilen karbonatları bastırmak için sodyum heksametafosfat (SHMP) kullanılmıştır. Feng ve ark. (2018) talk flotasyonunda kitosanın (aminopolisakarit) farklı pH değerlerinde bastırıcı etkisini araştırmışlardır. Sonuçlar incelendiğinde; bu tip bastırıcının etkili olduğu saptanmıştır. Talk flotasyonunu etkileyen faktörlerin araştırıldığı bir başka çalışma ise Bazar ve ark. (2021) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada zeta potansiyel ölçümleri, temas açıları ve flotasyon verimini etkileyen diğer faktörler araştırılmıştır. Talk yüzeylerinin geniş bir pH aralığında (2-12) negatif yüklü olduğu belirlenmiştir. Farklı bastırıcılar (dekstrin, CMC, guar zıncı v.b) denenmiş; ancak çoğunun düşük seçicilik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada Ca^{+2} gibi iyonların talkın bastırılmasını arttırdığı da belirlenmiştir.

Bu çalışma ile; talkın flotasyonunda reaktiflerin etkileri araştırılarak optimum koşullar belirlenmiştir.

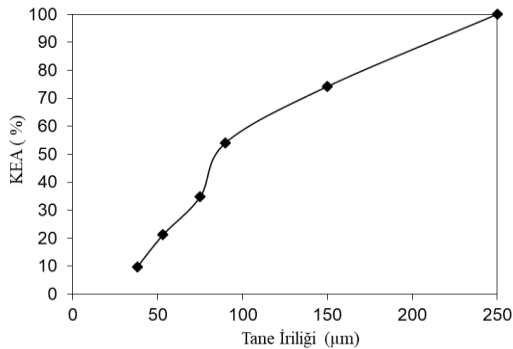
Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada kullanılan talk örneği; Sivas yöresindeki bir işletmeden alınmış olup, talk örneğine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Talk örneğine ait kimyasal analiz

Bileşim	Miktar (%)
SiO ₂	63,82
Al ₂ O ₃	0,55
MgO	29,79
CaO	0,06
Fe ₂ O ₃	0,56
MnO	0,01
Na ₂ O	0,70
K ₂ O	0,35
K.K	4,16



Resim 2. Talk örneğinin kümülatif elek altı (KEA) eğrisi

Deneyel çalışmalar için talk örneği öncelikle çeneli kırıcıyla kırılmıştır. Kırılan bu talk örneği bir örnek bölücü vasıtasıyla homojen olarak bölünmüş ve çubuklu değirmende kuru olarak öğütülmüştür. Zenginleştirme deneylerinde kullanılmak üzere 0,250 mm'ye öğütülmüş örnekler otomatik bölücü ile bölünerek depolanmıştır. Resim 2’de talk örneğinin kümülatif elek altı (KEA) eğrisi verilmiştir.

Metot

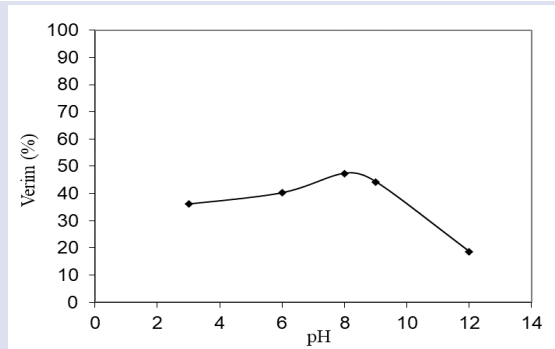
Flotasyon deneyleri 1 L’ lik flotasyon hücresinde, 1050 dev/dak karıştırma hızında Denver tipi flotasyon makinesinde, %5 katı oranında 50 g örnek kullanılarak yapılmıştır.

Deneylerde toplayıcı olarak gazyağı ve zeytinyağı (sadece tek bir konsantrasyonda) kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan suyun pH’ı 7,50-8,00 olup, pH ayarlayıcı olarak ağırlıkça %10’luk hazırlanan NaOH ve H₂SO₄ kullanılmıştır. Köpürtücü olarak %1’lik hazırlanan çamyağı, flotanol B, montanol 800, aerofroth 73 ve aerofroth 88 kullanılmış olup; bastırıcı olarak ise %5’lik hazırlanan dekstrin ve nişasta, kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

pH’in flotasyona etkisi

Talk flotasyonunda optimum pH’ı belirleyebilmek için farklı pH değerlerinde (3,6,8,9,12) flotasyon deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde flotasyon şartları sabit tutularak sadece pH değerleri değiştirilmiştir. pH değerini yükseltmek için NaOH, düşürmek için H₂SO₄ kullanılmıştır. pH ile yapılan deneylerden elde edilen bulgular Resim 3’de verilmiştir.



Resim 3. pH’a bağlı olarak verim değişimi

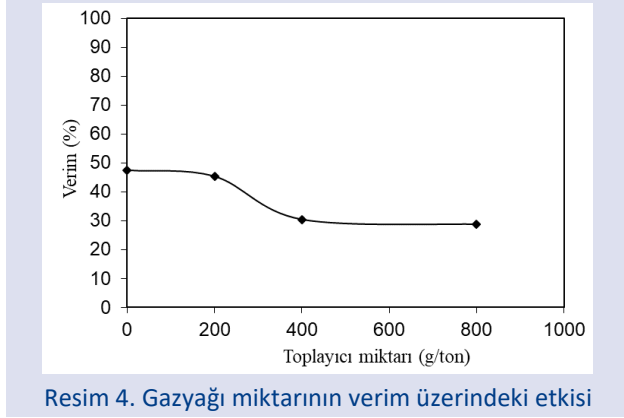
Silikat minerallerinin yüzeyleri, asidik koşullarda yani pH’ın azalmasıyla pozitif ($SiOH + H^+ \leftrightarrow Si^+ + H_2O$) olurken; pH arttıkça yüzey yükünün negatifliği ($SiOH + OH^- \leftrightarrow SiO^- + H_2O$) artmaktadır (Prasanphan ve Nuntiya, 2006). Talk geniş bir pH (3-11) aralığında yüzebilirlik özelliği göstermektedir (Wei ve ark.,2019). Nötr pH’da ise en yüksek doğal yüzebilirliğe sahip olup, hem asidik hem de bazik çözeltilerde yüzebilirliği azalmaktadır (Yehia ve Al-Wakeel, 2000).

Deney bulgularına bakıldığında; en iyi sonuç doğal pülp pH’ında alınmış olup; talkın yüzebilirliğinin pH 12’de iyice azaldığı görülmüştür. Literatürde; talkın yüzebilirliğinin pH 11 değerine kadar yükseldikçe arttığını; bu değer üzerinde ise azaldığı belirtilmiştir (Mahmoud ve ark.,2007).

En uygun değer olarak doğal pülp pH’ı seçilmiş ve bundan sonraki deneyler bu pH değerinde yapılmıştır.

Toplayıcı miktarının flotasyona etkisi

Deneylerde toplayıcı olarak klasik yağlardan gazyağı; bitkisel kökenli yağlardan ise zeytinyağı kullanılmıştır. İncelenen gazyağı miktarları 200, 400, 800, 1000 ve 2000 g/ton olup, zeytinyağı ise sadece 200 g/ton 'da denenmiştir. Elde edilen sonuçlara bağlı olarak gazyağı için verim değişimleri Resim 4'te verilmiştir.

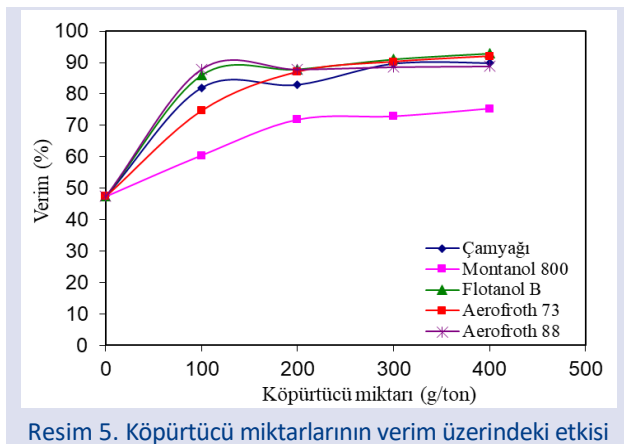


Resim 4. Gazyağı miktarının verim üzerindeki etkisi

iyonik olmayan yağlar (gazyağı, mazot, fueloil) molibdenit, kömür, kükürt gibi maddelerin flotasyon yeteneklerini artırmaktadır (Atak, 1990). Ancak bu yağlardan; gazyağının talk flotasyonuna bir etkisi olmamıştır. Verimdeki bu düşüşler iri talk partiküllerinin aglomerasyon olgusuna dayandırılabilir. Zeytinyağı ile sadece 200 g/ton'da deneyler yapılmış olup; sonuçlar incelendiğinde talkın; zeytinyağı kullanılarak %56,02 verimle yüzdürülebildiği görülmüştür.

Köpürtücü miktarının flotasyona etkisi

Talkın flotasyonunda köpürtücü olarak çamyacı, flotanol B, montanol 800, aerofroth 73 ve aerofroth 88 kullanılmıştır. Bu köpürtücüler; 100, 200, 300 ve 400 g/ton miktarlarında kullanılarak flotasyon deneyleri yapılmıştır. Köpürtücü miktarının incelendiği deneylerde elde edilen sonuçlar Resim 5'te verilmiştir.



Resim 5. Köpürtücü miktarlarının verim üzerindeki etkisi

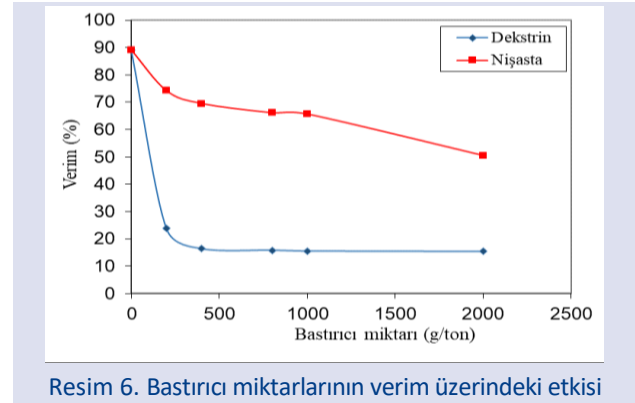
Köpük görüntüsüne, köpüğün yoğunluğuna ve davranışına göre flotasyon performansı hakkında da bilgi verilebilmektedir. Aerofroth 88 diğer köpürtücülere göre; daha küçük çaplı ve daha sağlam (kolay sönmeyen)

kabarcıklar oluşturmuştur. Ayrıca köpük alma süresi; diğer köpürtücülere göre daha kısa sürede tamamlanmıştır. Yani bu köpürtücü hem işlem zamanını azaltırken hem de daha kararlı köpük oluşumunu sağlamıştır. Tüm bu sonuçlar göz önüne alınarak; aerofroth 88'in diğer köpürtücülere göre daha iyi randıman verdiği belirlenmiş olup; en uygun konsantrasyon değeri olarak da 200 g/ton seçilmiştir.

Bastırıcı miktarının flotasyona etkisi

Dekstrin ve nişastanın etkisi

Bastırıcı olarak; inorganik bastırıcılar yerine organik bastırıcılardan dekstrin ve nişastanın etkileri araştırılmıştır. Bunlar %5'lik hazırlanarak; 200, 400, 800, 1000 ve 2000 g/ton konsantrasyonlarda ilave edilmiştir. Bu deneylerde köpürtücü olarak 200 g/ton aerofroth 88 kullanılmıştır. Resim 6'da dekstrin ve nişastanın bastırıcı etkileri verilmiştir.



Resim 6. Bastırıcı miktarlarının verim üzerindeki etkisi

Organik flotasyon bastırıcıları; polisakaritler (guar, nişasta, dekstrin ve sodyum karboksimetil selüloz) ve polifenoller (taninler-quebracho, mimosa, lignin) şeklinde sınıflandırılabilir (Pearse, 2005). Temel yapıları D-Glikoz olan nişasta ve selüloz en önemli polisakaritlerdir. (Laskowski ve ark., 1993). Polisakaritler; doğal hidrofobik minerallerin bastırılmasında kullanılmaktadır (Laskowski ve ark., 1991; Cebeci ve ark., 1999). Özellikle nişasta; genellikle mika, talk gibi tabaka yapılı silikatların bastırılmasında kullanılmasına rağmen; bu çalışmada beklenen randımanı vermemiştir. Ancak; dekstrinin kullanımı nişastaya oranla daha başarılı olmuştur.

Sonuç

Bu çalışmada talkın flotasyonunda etkin olan parametrelerin optimum koşulları belirlenmiştir. Farklı tip ve miktarlarda toplayıcı, köpürtücü ve bastırıcıların etkileri incelenerek;

- Talkın yüzebilirliğinin doğal pH 'da maksimum değerde olduğu,
- Toplayıcı (kollektör) olarak kullanılan gazyağının, deneylere bir etkisinin olmadığı; ancak 200 g/ton konsantrasyonda kullanılan zeytinyağının gazyağına göre daha iyi sonuç verdiği,
- Köpürtücü olarak kullanılan; çamyacı, flotanol B, montanol 800, aerofroth 73 ve aerofroth 88 arasından en iyi sonucun aerofroth 88'de alındığı,

Organik bastırıcıların kullanıldığı deneylerde; talk için, dekstrinin nişastaya oranla daha etkin bir bastırıcı olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

- Akdemir Ü, Güler T, Yıldıztekin G. 2005. Flotation and entrainment behavior of minerals in talc-calcite separation, *Scandinavian Journal of Metallurgy*, 34, 241–244. doi.org/10.1111/j.1600-0692.2005.00724.x.
- Alnak DE, Koca F, Alnak YA. 2021. Numerical investigation of heat transfer from heated surfaces of different shape, *Journal of Engineering Thermophysics*, 30, 494-507. doi.org/10.1134/S1810232821030127.
- Atak S. 1990. Flotation: Principles and Practice, İTÜ Vakfı, Kitap Yayın No.34.
- Bazar JA, Rahimi M, Fathinia S, Jafari M, Chipakwe V, Chelgani SC. 2021. Talc flotation – An overview, *Minerals*, 11 (7), 662. doi.org/10.3390/min11070662.
- Cebeci Y, Aslan N, Sönmez İ, Kuvvetli AA. 1999. Koyulhisar Pb-Cu-Zn cevherinin gum arabic ile optimum selektif flotasyon koşullarının belirlenmesi, *DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(3), 47-58.
- Charnay C, Lagerge S, Partyka S. 2001. Assessment of the surface heterogeneity of talc materials, *Journal of Colloid and Interface Science*, 233, 250–258. doi.org/10.1006/jcis.2000.7259.
- Chiem LT, Huynh L, Ralston J, Beattie DA. 2006. An in situ ATR–FTIR study of polyacrylamide adsorption at the talc surface., *Journal of Colloid and Interface Science*, 297, 54–61. doi.org/10.1016/j.jcis.2005.10.037.
- Ersoy B. 2011. Influence of pH and chloride-based metal salts on coagulation/dispersion behavior of talc suspension, *Separation Science and Technology*, 46, 1519–1527. doi.org/10.1080/01496395.2011.562271.
- Feng B, Peng J, Guo W, Zhang W, Ai G, Wang H. 2018. The effect of changes in pH on the depression of talc by chitosan and the associated mechanisms, *Powder Technology*, 325, 58–63. doi.org/10.1016/j.powtec.2017.11.005.
- Gavira A, Frances P. 2008. *Rocks & Minerals*, Dorling Kindersley Limited, ISBN 978-1-4053-2831-9.
- Gibson B, Wonyen DG, Chelgani, SCA. 2017. A review of pretreatment of diasporic bauxite ores by flotation separation, *Minerals Engineering*, 114, 64–73. doi.org/10.1016/j.mineng.2017.09.009.
- Gomes LMB, Oliveira JF. 1991. The control of natural floatability of talc with carboxymethyl cellulose and aluminium chloride. In: *Fine Particles Processing Flotation*, Proceedings of the 17th Int. Mineral Processing Congress, Dresden, September 23-28, 353–364.
- Hadipour A, Zargarabadi MR. 2018. Heat transfer and flow characteristics of impinging jet on a concave surface at small nozzle to surface distances, *Applied Thermal Engineering*, 138, 534-541. doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.04.
- Khraisheh M, Holland C, Creany C, Harris P, Parolis L. 2005. Effect of molecular weight and concentration on the adsorption of CMC onto talc at different ionic strengths, *International Journal of Mineral Processing*, 75 (3–4), 197–206. doi.org/10.1016/j.minpro.2004.08.012.
- Kumar SH, Singh KJ, Somani AK. 2016. Estimation of talc properties after milling, *AIP Conference Proceedings* 1728, 020139. doi.org/10.1063/1.4946190.
- Laskowski JS, Liu Q, Bolin NJ. 1991. Polysaccharides in flotation of sulfides. Part I. Adsorption of polysaccharides onto mineral surfaces, *International Journal of Mineral Processing*, 33, 223-234. doi.org/10.1016/0301-7516(91)90054-M.
- Laskowski JS, Subramanian S, Nyamekya GA. 1993. Polysaccharides-emerging non-toxic modifiers for differential flotation of sulphides, XVIII International Mineral Processing Congress, 593-600.
- Mahmoud MA, Galal Aİ, Mohamed MAH. 2007. Improvement of Egyptian talc quality for industrial uses by flotation process and leaching, *International Journal of Mineral Processing*, 83, 132-145. doi.org/10.1016/j.minpro.2007.07.002.
- Müdüroğlu M. 2020. Investigation of the effects on paint quality of Sivas talc used in water borne paints, PhD Dissertation, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Afyon Kocatepe University, Afyon, Turkey.
- Qin WL, Xia T, Ye Y, Zhang PP. 2018. Fabrication and electromagnetic performance of talc/NiTiO₃ composite. *Royal Society Open Science*, 5, 171083. doi.org/10.1098/rsos.171083.
- Pearse MJ. 2005. An overview of the use of chemical reagents in mineral processing, *Minerals Engineering*, 18, 139-149. doi.org/10.1016/j.mineng.2004.09.015.
- Prasanphan S, Nuntiya A. 2006. Elektrokinetic properties of kaolins, sodium feldspar and quartz, *Chiang Mai Journal of Science*, 33(2), 183-190.
- Pugh RJ, Tjus K. 1990. Flotation depressant action of poly(oxyethylene)alkyl ethers on talc, *Colloids and Surfaces*, 47, 179-194. doi.org/10.1016/0166-6622(90)80071-B.
- Shortridge PG, Harris PJ, Bradshaw DJ, Koopal LK. 2000. The effect of chemical composition and molecular weight of polysaccharide depressants on the flotation of talc, *International Journal of Mineral Processing*, 59, 215–224. doi.org/10.1016/S0301-7516(99)00077-0.
- Wallqvist V, Claesson PM, Swerin A, Schoelkopf J, Gane PAC. 2009. Influence of Wetting and Dispersing Agents on the Interaction between Talc and Hydrophobic Particles. *Langmuir*, 25, 6909–6915. doi.org/10.1021/la900192g.
- Wei G, Bo F, Jinxiu P, Wenpu Z, Xianwen Z. 2019. Depressant behavior of tragacanth gum and its role in the flotation separation of chalcopyrite from talc, *Journal of Materials Research and Technology*, 8, 697–702. doi.org/10.1016/j.jmrt.2018.05.015.
- Yehia A, Al-Wakeel MI., 2000. Talc separation from talc-carbonate ore to be suitable for different industrial applications, *Minerals Engineering*, 13(1), 111-116. doi.org/10.1016/S0892-6875(99)00154-5.
- Yekeler M, Ulusoy U, Hiçyılmaz C. 2004. Effect of particle shape and roughness of talc mineral ground by different mills on the wettability and floatability, *Powder Technology* 140, 68–78. doi.org/10.1016/j.powtec.2003.12.012.
- Yıldırım M., 2002. Yalazı-Balıkesir talc cevherinin zenginleştirilmesi, *Madencilik Dergisi*, 16-21.