

Malatya-Pütürge Profilit Cevherinin Flotasyonla Zenginleştirilmesi

M Erdemoğlu, M.Sankaya

İnönü Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 44069 Malatya Türkiye

ÖZET: Bu çalışmada Malatya-Pütürge yöresi düşük Al_2O_3 ve yüksek SiO_2 içerikli profilit cevherinin flotaayon yöntemiyle zenginleştirilmesi çeşitli tür köpürtücüler kullanılarak araştırılmıştır. %14,42 Al_2O_3 ve %79,16 SiO_2 tenörlerine sahip cevherin zenginleştirilmesiyle %26,55 Al_2O_3 ve %65,71 SiO_2 tenörlerine sahip bir konsantre %70,74 verimle kazanılmıştır. Deneysel sonuçlar kullanılan köpürtücüler arasında metil izobutil karbinol kullanılması durumunda yüksek verimde saflığı daha düşük; dietil hegzanol kullanıldığı durumda ise flotasyon verimi göreceli olarak düşük olsa da saf profilit bileşimine en yakın ve seramik sanayinde tüketilebilecek içeriğe sahip bir konsantre elde edilebileceğini göstermiştir.

ABSTRACT: In this study, concentration of a pyrophyllite ore from Malatya-Pütürge region with low Al_2O_3 and high SiO_2 contents by flotation was investigated by using different types of frothers. Concentrate having 26.55% Al_2O_3 and 65.71% SiO_2 grade was obtained with a 70.74% recovery from the ore containing 14.42% Al_2O_3 and 79.16% SiO_2 . Experimental results showed that among the frothers used a concentrate with lower grade is obtained with higher recovery when methyl isobutyl carbinol is used, whereas higher grade concentrate which is the closest to the content of pure pyrophyllite and adequate for consumption in whiteware industry is obtained with relatively lower recovery when diethyl hexanol is used as frother.

1. GİRİŞ

$Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$ molekül formülü ile bir alüminyum silikat minerali olan profilit genel kullanım alanlarıyla ilgili olarak kyanit, andalusit, diaspor ve diğer bazı yüksek alüminyum içerikli kiler ile aynı malzeme grubunda yer almaktadır (Cornish, 1983). Bu malzemelerin hepsi yüksek sıcaklıkta çok iyi bir ısı şok direnci gösterirler ve bu nedenle refrakterlerin üretiminde yaygın olarak kullanılırlar. Profilit dolgu malzemesi olarak talkın da yerini alabilmektedir.

Profilit üzerine yapılan incelemeler ve araştırmalar, profilit esaslı seramiklerin birçok eşsiz üstünlüklerini ortaya çıkarmıştır. Bu üstünlükler, ergimiş demir,

çelik ve cüruf için yüksek aşınma direnci, iyi bir ısı şok direnci, yük altında iyi bir deformasyon indeksi ve sıhhi seramik ürününde artan bir mekanik dayanımdır. Profilit esaslı beyaz çimento klinkerleri kuvars ve kil karışımlarıyla karşılaştırıldığında düşük demir içeriğine sahip olmaktadır. Ayrıca yüksek reaktifliği nedeniyle profilit klinker sinterlenmesinin düşük sıcaklıklarda yapılabilmesine olanak vermektedir (Cornish, 1983).

Profilitin bu özellikleri onun çelik haddesi keçe astarlarında kontak refrakter, tünel fırınlar için iç döşeme, refrakter havan, camı porselen, duvar çinisi ve beyaz çimento için katkı maddesi, beyaz yol yapımında agrega ve finnlarda refrakter tuğla olarak

kullanılmasını sağlamaktadır. Bu ana kullanım alanlarından başka ince öğütülmüş profilit, dağıtıcı veya taşıyıcı olarak böcek ilaçlarında, sabun, tekstil, kozmetik, plastik, kompozit pil kutusu, kaynak çubuğu kaplaması gibi amaçlar için de tüketilmektedir (CİM Bulletin Report, 1994).

Türkiye'de profilit yalnızca Malatya-Pütürge yöresinde bulunmakta olup toplam 6 Mt görünür rezerv 1976 yılından itibaren işletilmektedir. Farklı tenöre sahip yataklar, bu nedenle, farklı tüketim alanları için uygun olmaktadır. Yüksek tenörlü profilit cevherleri her ne kadar başka sektörler için uygun olsa da öğütme yapılmaması nedeniyle yalnızca çimento sektörü için satılmaktaydı. Yakın zamana kadar bu cevherin öğütme sorunlarının giderilmesiyle seramik sektörü için de hammadde olabilir durumuna gelmiştir. Düşük tenörlü profilit cevherleri ise halen çimento sektörüne satılmaktadır. Ancak zenginleştirilmesi halinde işlenmiş hammadde tüketen diğer sektörler de satılabilirliği mümkün olacaktır. Bu nedenle düşük tenörlü cevherler, profilit mineralinin doğal yüzebilirliğinden ya da birlikte bulunduğu kuvarsla aralarındaki sertlik farkından yararlanılarak köpüklü flotasyonla ya da öğütme ve sınıflamayla zenginleştirilmesi olanaklarının araştırılması gerekmektedir (Sarıkaya ve Erdemoğlu, 1995). Bununla birlikte, yapılan bazı araştırmalar öğütme sınıflama yöntemiyle zenginleştirmenin çeşitli sakıncalarını ortaya çıkarmıştır. Öğütme süresi uzadıkça kuru öğütülmüş profilitin orijinal kristal yapısını kaybettiği, tabakalarında kaymalar meydana geldiği, tane agregasyonu ve aglomerasyon nedeniyle özgül yüzey alanında azalmalar olduğu bildirilmektedir (Pérez-Rodríguez vd., 1988). Ayrıca profilitteki bu değişimlerin öğütmenin başlamasıyla birlikte başladığı, 7. dakikadan sonraki öğütmelerin profilitin ısı davranışını değiştirdiği, mineralin termogravimetrik eğrilerinde ağırlık kaybı başlama sıcaklığında azalmalar olduğu, mineralin diferansiyel termal analiz eğrilerinde endotermik bölgenin daha düşük sıcaklıklara kaydığı rapor edilmektedir (Pérez-Rodríguez ve Sánchez-Soto, 1991).

Öğütme işlemindeki bu sakıncaların profilitin yüksek sıcaklık malzemeleri hammaddesi olarak kullanılabilirliğini sınıflayabileceğinden doğal yüzebilirliği olan profilitin kontrollü bir öğütmeden sonra flotasyonla zenginleştirilmesi işlemi önem kazanmaktadır.

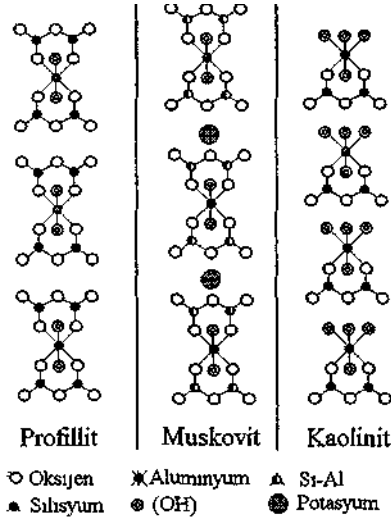
Bu çalışmada flotasyonla zenginleştirilmeye çalışılan cevherdeki yaygın minerallerden profilit, nadir

bulunan bir mineral olup, genellikle metamorfik kayalarda bazan kyanit ile birlikte bulunmaktadır. Özgül ağırlığı 2,9, sertliği 1-2 dir. Silis dörtyüzlüleri arasında üç oksijen atomunun paylaşılması ve iki dörtyüzlü arasında sıkışmış bir gibbsite (Al(OH)₃) bulunması iki yönde uzanan bir kristal yapısına sahip profiliti oluşturur. Bu kristalografik özelliği nedeniyle profilitte elektriksel olarak dengelenmiş tabakalar bulunmakta ve zayıf O-O bağları arasında kolayca dilinimlenme oluşmaktadır (Şekil 1). Elektriksel olarak dengedeki bu tabakaların yüzeyi su içerisinde genellikle yüksüz olduğundan profilit doğal yüzebilirlik özelliği kazanır (Aplan ve Fuerstenau, 1962).

Eğer profilitteki her dört Si⁴⁺ iyonundan bir tanesi bir Al³⁺ ile yer değiştirirse denge bozulur ve tabaka kafesi negatif yük kazanır. Kafesteki denge bir K⁺ iyonu ile sağlandığında profilit muskovite dönüşmüş olur (Şekil 1). İyon değişimi silis dörtyüzlüsünde olduğu için tabakalar kuvvetli elektriksel kuvvetlerce sıkıca bağlanmış olur. Muskovit oldukça yaygın bulunan ve kayaç oluşturan bir mineraldir. Metamorfik kayalarda gnays ve şist olarak bolca bulunan muskovit bazı mika-şistlerin de ana bileşenini oluşturur. Bileşiminde çoğu durumda az miktarda Fe(II), Fe(III), Mg, Ca, Na, Li, F ve Ti bulunmaktadır (Hurlbut, 1956).

Tabaka silikatların yaygın bir minerali olan kaolinit bir tabakanın hidroksil iyonlarının diğer tabakanın dörtyüzlüsündeki oksijenlerle birleştiği silika dörtyüzlüsü ile alüminyum hidroksit tekrarıyla oluşur. Böylece yapısal bir zayıflık ve dilinimlenme oluşur (Şekil 1). Kaolinit yaygın bulunan bir mineral olup alüminyum silikatların özellikle feldspatların alterasyonu ile oluşan süperjen kökenli bir mineraldir (Hurlbut, 1956).

Silis dörtyüzlüleri arasında dört tane oksijen atomunun paylaşılması bir sonsuz üçboyutlu yapının yani kuvarsin (SiO₂) oluşmasına yol açar. Si-O bağlarının kırılmasıyla su içerisinde polar bir yüzey oluşur. Silis dörtyüzlülerindeki Si⁴⁺ iyonunun yeri Al³⁺ iyonu tarafından alınırsa elektriksel denge sağlanması için aralıklara K⁺, Na⁺, Ca²⁺ gibi başka kationların girmesi söz konusu olur. Böylece sulu çözeltilerde kuvarsinkine benzer özellikler gösteren feldspatlar oluşur. Yerkabuğunun hacimca %60'ı feldspat grubu minerallerden oluşmuştur. Bu grupta KAlSi₃O₈ formülü ile ortaklaş ve mikrolin, NaAlSi₃O₈ formülü ile albit, Ca₂Al₂Si₂O₈ formülü ile anortit başlıca feldspattan oluşmaktadır.



Şekil 1. Kullanılan cevherdeki üç mineralin tabaka yapılarını gösteren şematik resimleri (Aplan ve Fuerstenau, 1962'den alınmıştır).

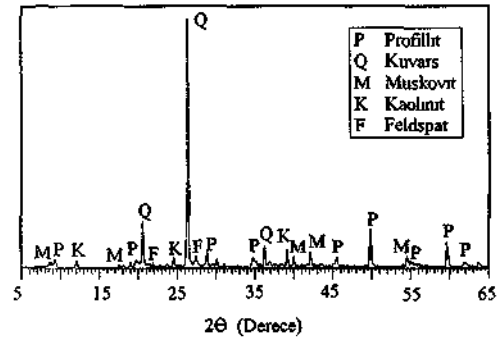
Düşük Al_2O_3 içeriğine sahip olmakla birlikte başlıca profilit ve kuvars, az miktarda muskovit, kaolinit ve feldspat grubu mineraller içeren ve Malatya-Pütürge yöresinde üretilmekte olan cevherlerin çimento ve refrakter sanayi dışında seramik sanayi için de kullanılabilmesi için flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmesi olanaklarının araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme

Kopuklu flotasyon deneylerinde Malatya-Pütürge yöresinde üretim yapan Coştaş A.Ş. stok sahasından temsili olarak alınan profilit cevheri kullanılmıştır. X-ışınlar difraktometresi ile yapılan analiz sonuçları cevherde profilit ($Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$), kaolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$), muskovit ($KAl_3Si_3O_{10}(OH)_2$), kuvars (SiO_2) ve feldspat grubu minerallerin bulunduğunu göstermiştir (Şekil 2). Çizelge 1, deneylerde kullanılan cevherle birlikte aynı yörede üretimi yapılan bir başka profilit cevherinin de kimyasal analiz sonuçlarını göstermektedir.

Cevher numunesi önce çeneli kırıcıda 1 cm altına, sonra çekiçli kırıcıda 2 mm altına kırılmış, daha sonra porselen bilyalı bir değirmende kontrollü olarak 150 um (100 mesh) altına kuru olarak öğütülmüştür. -150 um tane boyuna sahip cevherin elek analizi sonuçları Şekil 3 de gösterilmiştir. Orjinal olarak: manyetik gibi ferromanyetik mineral içermediği saptanmış olan öğütülmüş cevher, kırma işlemi sırasında karışmış olabilecek demir içeriğinden temizlenmek üzere düşük alan şiddetli kuru bir manyetik ayırıcıya beslenmiştir. Manyetik ayırıcıdan alınan numune flotasyon beslemesi olmak üzere temsili olacak biçimde parçalara ayrılarak naylon torbalar içerisinde konulmuşlardır.

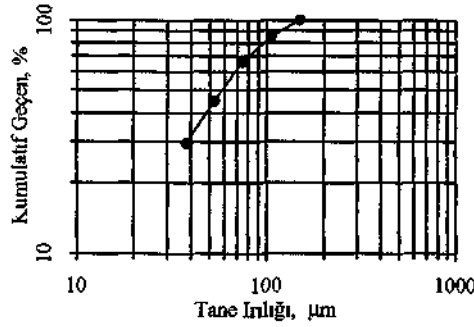


Şekil 2. Flotasyon deneylerinde kullanılan profilit cevherinin XRD analiziyle saptanan başlıca mineralleri.

Çizelge 1. Flotasyon deneylerinde kullanılan cevherin, yüksektenörlü bir cevherin ve saf profilitin bileşenleri

Ana Bileşen	Deneylerde Kullanılan Cevher	Yüksek Tenörlü Cevher	Kuramsal Profilit
SiO ₂	79,16	66,25	66,70
Al ₂ O ₃	14,42	26,16	28,30
Fe ₂ O ₃	0,12	0,35	
MgO	0,07	0,35	
CaO	0,25	0,22	
MnO	0,02	0,01	
Na ₂ O	0,20	0,57	
K ₂ O	0,89	2,11	
TiO ₂	0,97	0,37	
P ₂ O ₅	0,01	0,09	
AK	2,81	2,72	5,00*

A K Ateşte kayıp (1000°C), *H₂O



Şekil 3 Flotasyon deneylerinde kullanılan besleme malzemesinin tane boyu dağılımı analizi sonuçları

2.2 Yöntem

Flotasyon deneyleri Denver marka laboratuvar tipi flotasyon makinası ve cihaza ait 1 litrelik paslanmaz çelikten yapılmış hücre içerisinde gerçekleştirilmiştir. Şehir şebeke suyunun kullanıldığı deneylerde pulpte katı miktarı %20, karıştırma hızı 1000 dev/dak ve kopuk toplama süresi 10 dakika olacak biçimde sabit tutulmuştur. Oluşan pulpun doğal pH değerinde (7,9-8.2) gerçekleştirilen flotasyon deneylerinde reaktif olarak yalnızca kopurtucu kullanılmıştır. Kopurtucu eklenmeden önce pulpun 1 dakika karışması beklenmiş ve sonra süre tutularak hava beslemesi yapılmıştır.

Flotasyon süresi sonunda toplanan konsantre kurutulmuş ve kimyasal analiz için ağız kapalı naylon torbalarda korunmuşlardır. Profillit saptanması için önerilen (CİM Bulletin Report, 1994) XRF yöntemiyle konsantrenin kimyasal bileşimi saptanmıştır. Flotasyon verimi hesaplamalarında beslemenin ve konsantrenin Al₂O₃ içeriği kullanılmıştır.

3 DENEYSEL BULGULAR VE TARTIŞMA

Doğal yüzeyliliği olan profillit mineralinin zenginleştirilebilmesi için çeşitli tipte kopurtucular kullanılmış ve kopurtucu tipi ve kopurtucu miktarının saptanmasına çalışılmıştır. Bu amaçla çamyağı (ÇY), metil izobutil karbinol (MIBC), Aerofroth65 ticari adıyla satılan polipropilen glikol (PPG) ve Aerofroth76A ticari adıyla satılan dietil heksanol (DEH) gibi köpürtücülerden 50-250 gr/ton aralığında çeşitli miktarlar kullanılmıştır.

Flotasyon deneylerinden elde edilen bulguların geleneksel verim-tenor ilişkilerini incelemeye önce konsantrenin satılabileceği sektörlerde Al₂O₃ ve SiO₂ kadar önemle sınırlanan kimyasal içeriğine bakılarak köpürtücülerin bu içeriği nasıl etkilediği tartışılmıştır. Ana oksitlerin ve ateşte kayıp miktarının köpürtücü tipi ve miktarına göre değişimleri Şekil 4'de verilmiştir.

Kullanılan tüm köpürtücüler eklenen miktarları arttıkça Al₂O₃ tenorunu benzer değere yaklaştırmışlardır. Çam yağının düşük miktarları bu tenoru daha çok artırarak kuramsal profillit Al₂O₃ içeriği üzerine çıkarmıştır. Bu durum, düşük miktarlardaki çamyağının cevherdeki diğer alüminosilikatları da taşıdığını göstermektedir. Köpürtücü miktarının artmasıyla en yüksek Al₂O₃ içeriği DEH ile sağlanmıştır (Şekil 4-a).

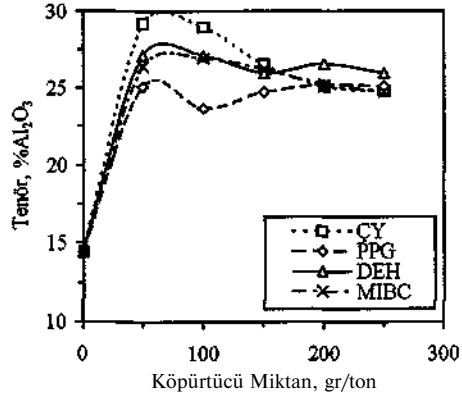
Kullanılan köpürtücülerin miktarı arttıkça konsantrenin SiO₂ içeriği %65-66 değerlerine kadar düşmüştür. SiO₂ içeriğini düşürme sözkonusu olduğunda da göreceli olarak DEH daha başarılı sonuç vermektedir (Şekil 4-b).

Konsantrede K₂O miktarında ortalama olarak %0,1'lik bir artış meydana gelmiştir. Tüm köpürtücüler K₂O içeriğini benzer şekilde çok az artırmakla birlikte DEH anlamlı biçimde K₂O artışına neden olmaktadır. Bu durum K içeren diğer silikatlardan muskovitin de en azından bir miktar konsantreye taşındığını göstermektedir (Şekil 4-c).

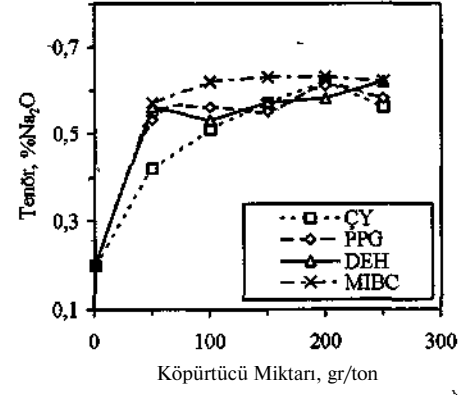
Tüm köpürtücüler konsantrenin Na₂O ve CaO içeriğini etkilemiş ve her iki oksit tenorunu yaklaşık olarak %100 artırmışlardır. Bu durum konsantreye feldspat taşındığını göstermektedir. Ancak çamyağı bu oksitler en yüksek değerlerde DEH ise en düşük değerlerde etkilemektedir (Şekil 4-d,e).

Toplam Fe₂O₃ içeriğindeki göreceli düşüklük ve MgO içeriğindeki anlamlı artış her zaman Fe(II), Fe(III) ve Mg taşıyan muskovitin konsantreye var olduğunu göstermektedir (Şekil 4-f,g).

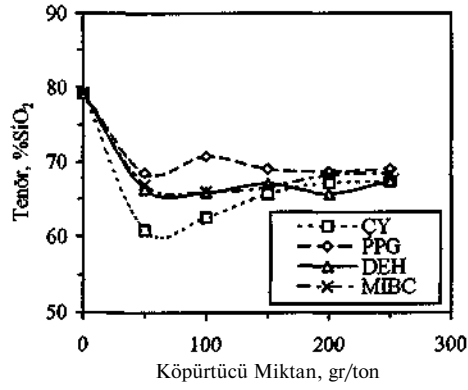
Tüm köpürtücülerin en düşük miktarından itibaren, beslemede %0,97 olan, TiO₂ %0,20-0,30 seviyesine inmiştir. Bu durum Ti minerallerinin bir toplayıcı yokluğunda kopuğa tutunmadığını ve konsantreye yine de bir miktar bulunan titanyumun muskovitten geldiğini göstermektedir (Şekil 4-h).



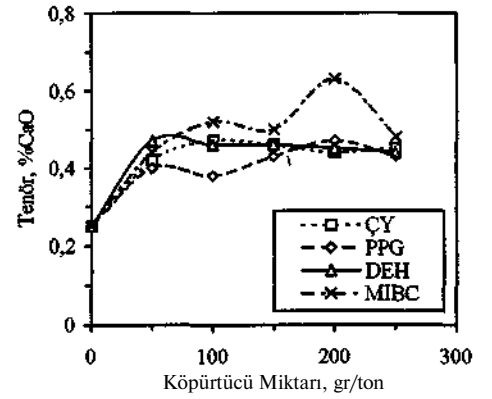
(a)



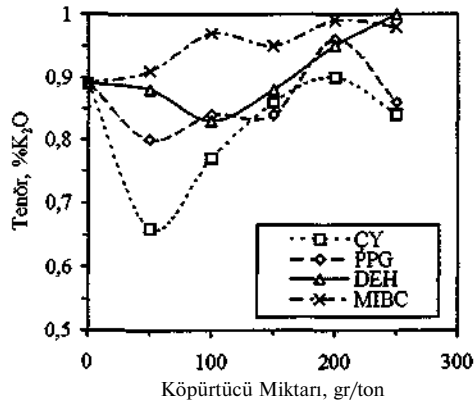
(d)



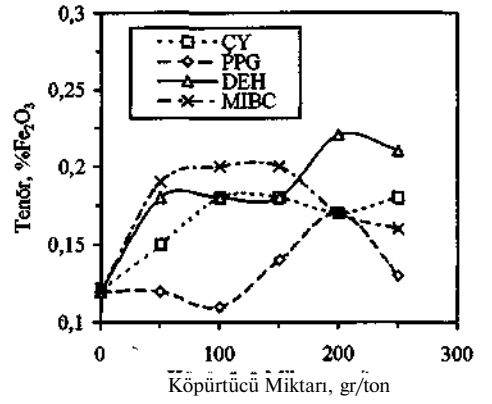
(b)



(e)

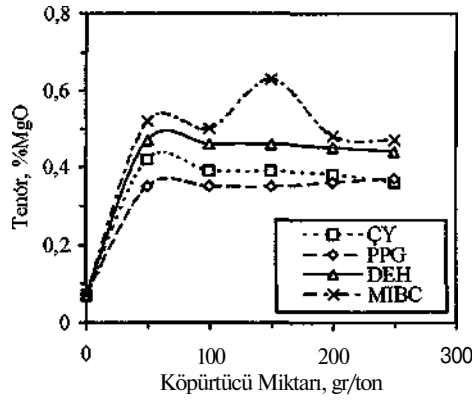


(c)

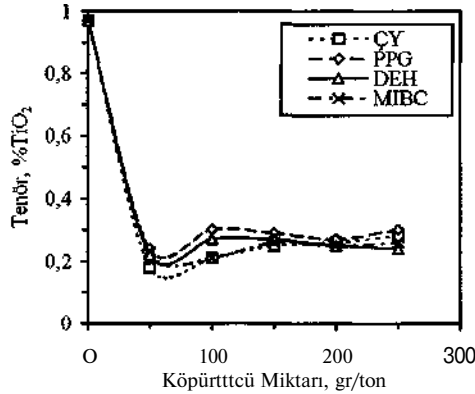


(f)

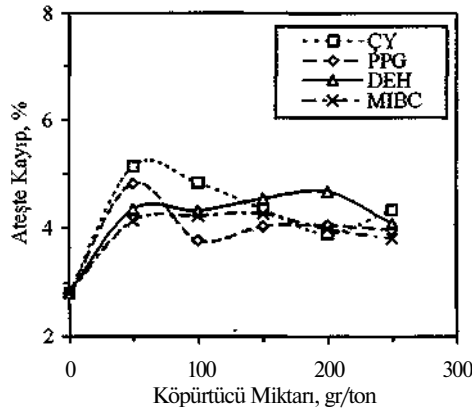
Şekil 4. Kullanılan köpürtücü türü ve miktarının konsantrenin ana bileşenlerine etkisi



(g)



(h)



(i)

Şekil 4 (Devam ediyor). Kullanılan köpürtücü türü ve miktarının konsantrenin ana bileşenlerine etkisi

Konsantrenin ateşte kayıp miktarı köpürtücü türü ve miktarından etkilenmekle birlikte köpürtücü miktarının 200 gr/ton'a çıkmasıyla ateşte kayıp miktarı DEH kullanıldığı durumda en yüksek değere ulaşmaktadır (Şekil 4-i).

3.2. Konsantrenin Al_2O_3 Tenörü ve Flotasyon Verimi

Yapılan flotasyon deneylerinden elde edilen bulgular kullanılan köpürtücü türünün ve miktarının konsantrede $%Al_2O_3$ tenorunu ve flotasyon verimini etkilediği görülmüştür.

Düşük miktarlarda çamaşığı kullanılması durumunda tenörde daha fazla artış olmakla birlikte bu miktarlarda elde edilen konsantrenin profillit içeriğinin, konsantrenin $%SiO_2$ içeriğiyle kontrol edildiğinde, düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen verim değeri ise en fazla $%88,14$ tür (Şekil 5).

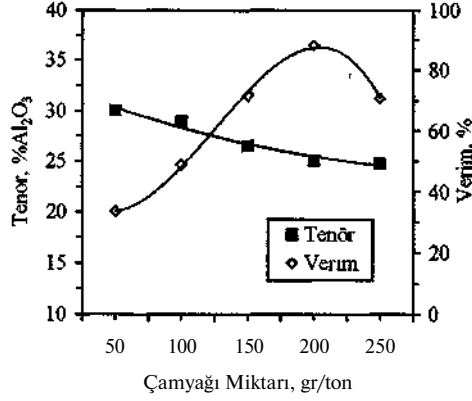
Köpürtücü olarak polipropilen glikol kullanıldığında konsantre tenorunun, en — düşük köpürtücü miktarından itibaren $%23,65-25,19$ aralığında değiştiği saptanmıştır. Elde edilen en yüksek verim ise $%93,16$ olmasına rağmen PPG ile elde edilen konsantre tenörü diğerlerine göre düşüktür (Şekil 6).

Dietil hegzanol diğer köpürtüçülere göre düşük verim sağlamış olmakla birlikte daha yüksek tenörler elde edilemesine ' yol açmıştır. Bununla birlikte konsantrenin diğer ana oksitlerindeki değişimler de, özellikle SiO_2 içeriği, incelendiğinde dietil hegzanolun daha temiz konsantre elde edilmesini sağladığı görülmektedir (Şekil 7).

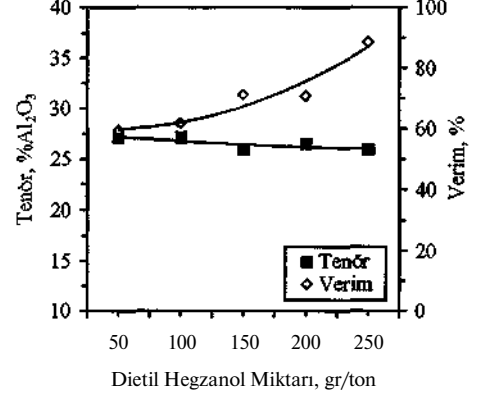
Metil izobutil karbinol kullanılması durumunda da tenör yükselmiş ancak konsantrenin SiO_2 içeriğinde de bir artış olmuştur. Bu durum flotasyon veriminin yüksek olmasına yol açmıştır (Şekil 8).

Herbir flotasyon işleminde elde edilen bulgulara topluca bakıldığında Dietil hegzanol ile elde edilen konsantrelerin orjinal profillitteki Al_2O_3 ($%28,30$), SiO_2 ($%66,70$) ve H_2O ($%5,00$) miktarlarına en yakın değerlerde tenörler sağladığı anlaşılmaktadır. Bu köpürtücü türünde ve bu miktarda diğer alkali oksitlerden göreceli olarak yalnızca K_2O yüksek, diğerleri ise düşük olmaktadır. Dietil hegzanoldan özellikle 200 gr/ton kullanılması durumunda bu değerler sırasıyla $%26,55$, $%65,71$ ve $%4,67$ olmaktadır.

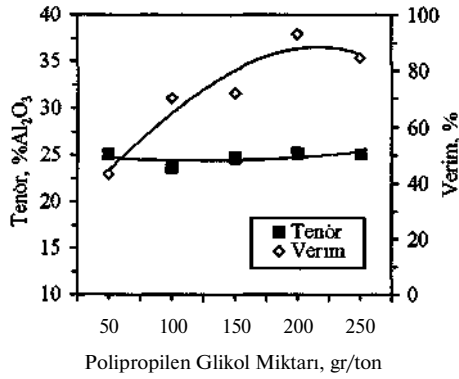
3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu /14-15 Ekim 1999, İzmir, Türkiye analizi ile saptanan mineralleri Şekil 9'da gösterilmektedir.



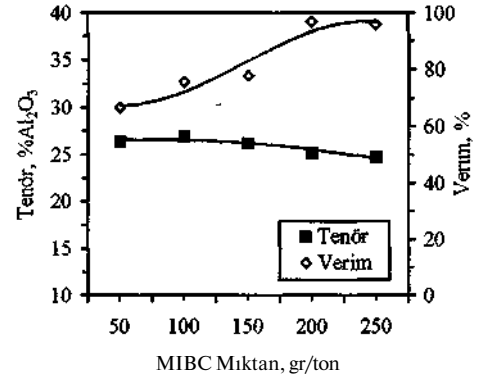
Şekil 5. Çamyacı konsantrenin %Al₂O₃ tenörüne ve flotasyon verimine etkisi.



Şekil 7 Dietil hegzanol konsantrenin %Al₂O₃ tenörüne ve flotasyon verimine etkisi



Şekil 6 Polipropilen glikolün konsantrenin %Al₂O₃ tenörüne ve flotasyon verimine etkisi.



Şekil 8 Metil izobutil karbinolün (MIBC) konsantrenin %Al₂O₃ tenörüne ve flotasyon verimine etkisi.

Çizelge 2, çeşitli sektörlerde tüketilmek üzere satılan profillit cevherlerinin ve bu çalışmada elde edilen en iyi konsantrenin içerik değerlerini vermektedir. Aynı çizelgede ilgili sektörlerin kabul ettikleri cevherde aradıkları bazı içerik sınırlamaları da verilmektedir. Buna göre bu çalışmada üretilen konsantrenin %Al₂O₃, %SiO₂, %Fe₂O₃ ve %Na₂O tenörleri diğer sektörler için de uygun olmakla birlikte özellikle seramik sektörü için elverişli görünmektedir.

Yalnızca kopurtucu varlığında yapılan flotasyon araştırmaları sonunda elde edilen ve saf profillit bileşimine en yakın içeriğe sahip konsantrenin XRD

Buna göre konsantrede yine profillit, kuvars, muskovit, kaolmit ve feldspat grubu mineraller bulunduğu, ancak profillite ait piklerin şiddetinde göreceli bir artış olduğu görülmektedir.

Konsantrede kuvars, muskovit, albit ve anortit bulunması daha yumuşak profillitin çok ince tanelerinin daha sert mineral taneciklerinin yüzeyini kaplaması ve aslında kuvars, muskovit, albit ya da anortit olan bu taneciğin flotasyon sırasında profillit benzeri davranış göstermesiyle ve bu minerallerin köpüklerle birlikte mekanik olarak konsantreye taşınmasıyla açıklanabilir.

Çizelge 2. Bazı sektörler tarafından tüketilen profillit cevherinin ana bileşenleri.

Ana Bileşen	Kontak Refrakter (a)*	Fırın Döşemesi (W*)	Seramik İşleri (c)*	Konsantre (d)
Al ₂ O ₃	15,80	20,60	28,20	26,55
SiO ₂	78,50	73,90	65,80	65,71
Fe ₂ O ₃	0,38	0,45	0,11	0,22
Na ₂ O	0,11	0,12	0,10	0,45
K ₂ O	0,24	0,44	0,04	0,95
CaO	0,30	B.Y.	0,01	0,45
MgO	0,12	B.Y.	0,01	0,37
TiO ₂	0,39	B.Y.	0,18	0,25
A.K.	3,90	4,30	5,10	4,67

a : Metalurjik ve çelik endüstrisi için Al₂O₃ %14-20 ve Na₂O + K₂O % 0,5 den küçük olmalıdır.

b : Tünel fırınlarda fırın döşemesi için Al₂O₃ %18-20 ve toplam alkali miktarı %1 olmalıdır.

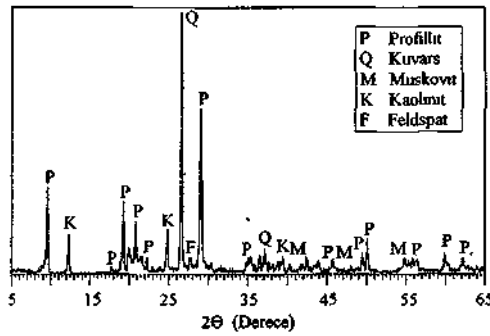
c : Sanatsal uygulamalar, zemin ve duvar fayansları, sıhhi seramikler ve elektrik porselenleri için Al₂O₃ en az %22, Fe₂O₃ ve Na₂O en fazla %0,5 olmalıdır.

d: Bu çalışmada elde edilen en saf içerikli konsantre.

* CIM Bulletin Report, 1994.

B.Y. Bilgi yok.

A.K. Ateşte kavıp.



Şekil 9. Flotasyon araştırmaları sonunda elde edilen konsantrenin XRD analiziyle saptanan başlıca mineralleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Malatya-Pütürge yöresi düşük Al₂O₃ içerikli profillit cevherinin zenginleştirilmesi araştırılmıştır. Profillit cevherinin flotasyon yöntemiyle zenginleştirilmesinde profillit mineralinin doğal yüzebilirlik özelliğinden yararlanarak yalnızca köpürtücü reaktif varlığında flotasyon deneyleri yapılmıştır.

Köpürtücü olarak çamyacı, polipropilen glikol, dietil hegzanol ve metil izobutil karbinol kullanılmıştır. 50-250 gr/ton miktarlarında çeşitli köpürtücülerle yapılan deneyler sonucunda % 14,42 Al₂O₃ ve %79,16 SiO₂

tenörlerine sahip cevherin zenginleştirilmesiyle saf profillitin kuramsal içeriğine en yakın değer olan %26,55 Al₂O₃ ve %65,71 SiO₂ tenörlerine sahip bir konsantre 200 gr/ton dietil hegzanol kullanılarak %70,74 verimle kazanılmıştır.

Deneyel sonuçlar, kullanılan köpürtücüler arasında metil izobutil karbinol kullanılması durumunda yüksek verimde saflığı daha düşük; dietil hegzanol kullanılması durumunda ise flotasyon verimi göreceli olarak düşük olsa da, saf profillit bileşimine en yakın ve seramik sanayinde tüketilebilecek içeriğe sahip bir konsantre elde edilebileceğini göstermiştir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar bu çalışmayı 98/19 Nolu Araştırma Projesi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu'na ve çalışma sırasında yardımlarını gördükleri A.Dirier ve G.Genç'e teşekkür ederler.

5. KAYNAKLAR

Aplan, RR Fuerstenau, D.W. 1962. Principles of Nonmetallic Mineral Flotation. *Froth Flotation 5ffth Anniversary Volume*. D.W. Fuerstenau (Ed.). SME Publications, s.173, New York.

CIM Bulletin Report, 1994. Industrial Minerals: The Beneficiation of Canadian Talc and Pyrophyllite Ores. *CIM Bulletin*. 87:65.

Cornish, B.E. 1983. Pyrophyllite. *Industrial Minerals and Rocks*, S.J.Lefond (Ed.). SME Publications, s. 1085-1108, New York.

Hurlbut Jr, CS. 1956. *Dana's Manual of Mineralogy*. 18th Edition. John Wiley and Sons, s.347, New York.

Pérez-Rodríguez, J.L., Madrid Sanchez Del Villar, L., Sánchez-Soto, P.J. 1988. Effects of Dry Grinding on Pyrophyllite. *Clay Minerals*. 23:399.

Pérez-Rodríguez, J.L., Sánchez-Soto, P.J. 1991. The Influence of the Dry Grinding on the Thermal Behavior of Pyrophyllite. *Journal of Thermal Analysis*. 37:1401.

Sankaya, M., Erdemoğlu, M. T995. Malatya Profillit Cevherinin Kuru ve Yaş Öğütme Koşullarında Öğütülebilirliğinin Bir Kinetik Yöntemle İncelenmesi. *Türkiye 14. Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı*,s.365-370, TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Ankara.