



MUĞLA-MİLAS BÖLGESİ ALBİT CEVHERİNDEN MİKA VE AĞIR
MİNERALLERİN FLOTASYON İLE UZAKLAŞTIRILMASI

(REMOVAL OF MICA AND HEAVY MINERALS FROM ALBITE OF
MUĞLA-MILAS DISTRICT BY FLOTATION)

Abdullah SEYRANKAYA*

ÖZET/ABSTRACT

Bu çalışma Muğla-Milas albit cevherinin flotasyon ile değerlendirilmesini içermektedir. İki farklı bölgeden toplanan albit cevheri A ve B şeklinde kodlanmış olup, bu örneklerin öğütülebilirlikleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri benzer olduğundan eşit oranda karıştırılarak harmanlanmıştır. Albit cevheri, empüritelere %90 oranında serbestleştiği boyut olan 180 µm'ye kapalı devre olarak öğütülmüştür. İki kademeli flotasyon işleminde anyonik ve katyonik reaktifler kullanılmıştır. Birinci aşama, asidik ortamda katyonik reaktiflerle (amin asetat) mika flotasyonu, ikinci aşama ise anyonik reaktiflerle (petrolyum sülfonatlar) ağır mineral flotasyonu şeklindedir. Optimum flotasyon şartlarını belirlemek amacıyla %10.4 Na₂O, %0.25 Fe₂O₃ ve %0.26 TiO₂ içeren cevher flotasyon testlerine tabi tutulmuştur. Flotasyon işleminden sonra %0.025 TiO₂, %0.029 Fe₂O₃ ve 11.71% Na₂O içeren seramik ve cam endüstrisinin istediği özellikte yüksek kaliteli albit konsantresi elde etmek mümkün olmuştur.

This study is concerned with the beneficiation of Mugla-Milas albit deposits by froth flotation. The representative samples labeled A and B used in the experiments were taken from two different areas. Due to the fact that physical, chemical and grinding performance of samples of A and B districts were similar, samples collected were mixed equally and blended. Samples ground to minus 180-micron size with closed circuit reached liberation point (90%). A flotation schema consisting of two consecutive steps was applied. The first stage was the cationic flotation of mica in an acidic circuit by using amines. The second stage was anionic flotation to remove of heavy minerals in an acidic circuit by using petroleum sulfonates. Na-feldspar sample containing 0.26% TiO₂, 0.25% Fe₂O₃ and 10.4% Na₂O was subjected to flotation tests to determine optimum flotation conditions. After flotation, a high quality product assaying 0.025% TiO₂, 0.029% Fe₂O₃ and 11.71% Na₂O was obtained for requirements of the glass and ceramic industries.

ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS

Feldspat, Kuvars, Feldspat flotasyonu, Flotasyon, Aminler, Petrolyum sülfonatlar
Feldspar, Quartz, Feldspar flotation, Flotation, Amines, Petroleum sulfonates

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişimine paralel olarak endüstriyel hammaddelerin kullanımı artmış ve her endüstri dalı için belirli bir kalitede hammadde kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Avrupa Birliği'ne katılma süreci içindeyken gerek yurtdışına açılma ve gerekse sanayileşmiş ülkelerin mamul ürünleriyle rekabet etmek zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Özellikle hızla gelişmekte ve sanayileşmekte olan ülkemiz için hammadde kaynaklarımızın en iyi şekilde değerlendirilmesi ve işlenmesi ülke ekonomisi bakımından büyük önem taşımaktadır. Bu hammaddelerden 'Feldspat'lar özellikle cam ve seramik endüstrisinin vazgeçilmez hammaddeleridir. Bunun yanı sıra feldspatlar kaynak elektrotları üretiminde, boya ve plastik sanayilerinde de kullanım alanına sahiptir. Böylesine önemli bir hammaddenin Türkiye ve özellikle Ege Bölgesi için önemi çok daha fazladır. Ege Bölgesi feldspat yatakları bakımından oldukça büyük rezervlere sahiptir.

Feldspat; genel anlamda bir dizi Na, K, Ca ve nadiren Ba alüminyum silikatlardan oluşan mineral grubuna verilen bir isimdir. Kristalografik açıdan en önemli özelliği yapısında bulundurduğu Al^{3+} iyonunun kafes yapısı içindeki konumu ile ilgilidir. Al^{3+} kristal kafesi içinde bağımsız bir katyon halinde değil SiO_4 tetraedrelerdeki Si^{4+} iyonunun diyadok temsilcisi olarak bulunmaktadır. Her 4 SiO_4 tetraedresinden biri veya ikisi Al^{3+} iyonu ile temsil edildiğinden, eksik kalan +1, veya +2 elektrikselleşmiş değer Na^{1+} , K^{1+} , veya Ca^{2+} (nadiren Ba^{2+}) tarafından giderilerek $NaAlSi_3O_8$ – $KAlSi_3O_8$ veya $CaAl_2Si_2O_8$ şekline dönüşmektedir. Bu nedenle tektosilikat grubuna dahil feldspat mineralleri Anortit (An) [$CaAl_2Si_2O_8$], Albit (Al) [$NaAlSi_3O_8$], Ortoklas (Or) [$KAlSi_3O_8$] olarak adını alan bu üç mineralin kombinasyonundan oluşan mineral grubudur. Feldspat grubu mineralleri K-Na'lu feldspatlar veya alkali feldspatlar ve Ca-Na'lu feldspatlar veya plajyoklaslar olmak üzere iki ana gruba ayrılır.

Feldspat grubu mineraller birbirine çok yakın fiziksel özelliklere sahiptirler. Bu nedenle, ana bileşeni tek bir mineral olan monomineralik hammaddeler elde etmek genellikle çok karmaşık teknolojik işlemler sonucunda mümkün olmaktadır. Buna karşın, özellikle Aydın-Çine, Muğla-Milas ve çevresinde bulunan albit yatakları, hemen hemen tümüyle albitten oluşan monomineralik bir bileşime sahiptirler. Doğrudan veya basit yıkama ve eleme işlemlerinden sonra piyasaya sürülebilmektedir. Bu açıdan, bu yataklar, hem bu özellikleri hem de büyük rezerve sahip birikimler oluşturmaları açısından dünyada nadir rastlanan feldspat birikimlerini simgelemektedirler. Günümüzde, teknolojik açıdan ocaktan çıkarıldığı gibi kullanım alanı bulabilen kaliteli feldspat rezervleri hızla tüketilmektedir ve geride feldspatların oluşumu sürecinde çeşitli empürütelerin yer aldığı daha düşük kalitedeki cevher kütleleri kalmıştır. Bunun sonucunda cevherin tenörüne, kalitesine ve özelliklerine bağlı olarak zenginleştirme yöntemlerinin (flotasyon, manyetik/elektrostatik ayırma, yoğunluğa dayalı zenginleştirme vb) uygulanması zorunlu hale gelmektedir. Feldspatların zenginleştirilmesinde en fazla uygulanan zenginleştirme yöntemi flotasyon olup, feldspatların yaklaşık %70'i bu yöntemle zenginleştirilmektedir.

Genel olarak feldspat flotasyonu üç kademededen oluşur. Bunlardan birincisi mika flotasyonu, ikincisi; demir oksitler, titanyum mineralleri vb gibi renk verici minerallerin uzaklaştırıldığı ağır mineral flotasyonu ve son aşama ise feldspat–kuvars ayırımıdır (Seyrankaya ve Akar, 1997). Cevher içinde bulunan mika minerallerinin az olması durumunda birinci aşama uygulanmayabilir ve mika mineralleri ağır minerallerle birlikte yüzdürülür. Feldspat ve kuvarsın yüzey özellikleri birbirine çok benzemektedir. Flotasyonla bu iki minerali birbirinden selektif olarak ayırmak için genellikle florür ile feldspat mineralleri canlandırılır. Hidroflorik (HF) asit ilavesiyle (pH=2-3,5) feldspat mineralleri çok kolay bir şekilde yüzdürülerek köpük fazında toplanabilir (Pryor, 1965; Baarson, 1962;

Çuhadaroğlu vd. 1992; Gökalp ve Ulu, 1993; Redeker, 1977; Uhlig, 1988; Sümer ve Kaya, 1995; Geredeli ve Özbayoğlu, 1995; Akar, 1994; Ütine, 1987). HF'in yüksek korozyon etkisi ve çevresel zararlarından dolayı birçok araştırmacı HF asitsiz ortamda feldspat ayrımı için yıllardır çalışmalar yapmaktadır (Katayanagi, 1973; Shimoizaka ve Nakatsuka, 1978; Malghan, 1981; Bolin, 1983; Mathieu ve Sirois, 1984; El Salmawy vd., 1993). Ağır mineral flotasyonunda petrolümlü sülfonatlar, succinamatlar gibi anyonik toplayıcıların yanı sıra yağ asitleri de kullanılmaktadır (Bayraktar vd., 1997). Çelik vd. titanyum minerallerini albitten oleoyl sarcosine ve hydroxamate kullanarak yüzdürmüşlerdir (Çelik vd., 1998).

Bu çalışmada, Muğla-Milas bölgesi feldspatlarının (albit, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) flotasyonla zenginleştirilmesi olanakları araştırılmıştır. İki aşamalı flotasyon testlerinde mika minerallerini asidik ortamda yüzdürmek için aminler, ağır mineralleri yine asidik ortamda yüzdürmek için petrolümlü sülfonatlar kullanılmış olup bu reaktiflerin safsızlıkları uzaklaştırmadaki etkileri incelenmiştir. Cevherin yüksek alkaliniteye sahip olması ve çok az miktarda serbest kuvars içermesinden dolayı feldspat-kuvars ayrımı yapılmamıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme ve Yöntem

Flotasyon testleri için yaklaşık 250'şer kg'lık feldspat (albit) cevheri Kalemaden A.Ş.'ne ait Muğla-Milas'taki 2 farklı ocaktan (A ve B ocakları) yöntemine uygun olarak alınmıştır. Numunelerin alındığı bu ocaklar, Menderes Masifi içerisinde yer almaktadır. Menderes masifi genel hatlarıyla rejonel metamorfizma göstermekle birlikte kontak metamorfizmanın izlerini de taşımaktadır. Güneybatı Anadolu'da geniş bir alanı kaplayan Menderes masifi, gözlü gnays, granitik gnays ve migmatitik bir çekirdekte oluşmakta ve bir dom yapısı göstermektedir. Çekirdeği de saran metamorfik şist örtüsünün üzerinde tabanda dolomitin yer aldığı kristalize kireçtaşı, mermer ve killi kireçtaşı bulunmaktadır. Sahadaki ana kayalar albittir. Albitin herhangi bir geometrik şekli olmayıp, genelde damar görünümünde mostra vermektedir. Albit oluşumunun, sodyum feldspat bakımından zengin hidrotermal solüsyonların, metamorfik yapı içinde çatlak ve kırılma yüzeyleri boyunca yerleşip soğuması sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir. Bu oluşumlar, tüm masifte kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda yönelmiştir. Ham cevherin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir.

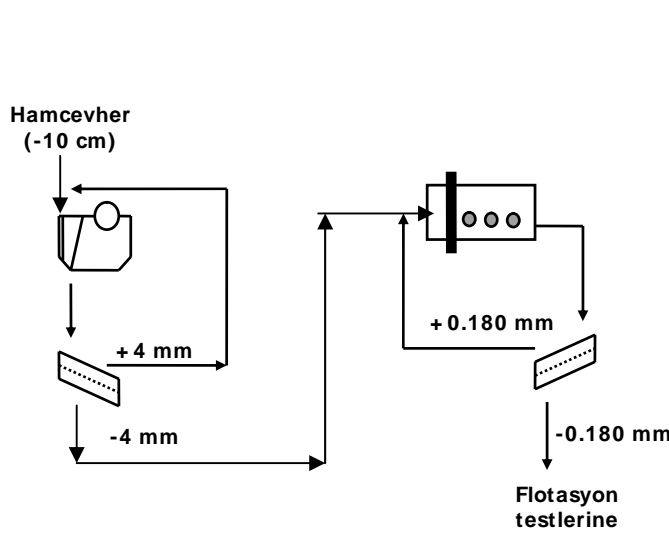
Çizelge 1. Ham cevherin kimyasal analiz sonuçları

| Bileşen | (%) | Bileşen | (%) |
|-----------------------|-------|-------------------------|-------|
| Na_2O | 9.94 | MgO | 0.08 |
| K_2O | 0.96 | Al_2O_3 | 18.65 |
| SiO_2 | 68.50 | Fe_2O_3 | 0.24 |
| CaO | 0.61 | TiO_2 | 0.25 |
| LOI | 0.44 | Total | 99.67 |

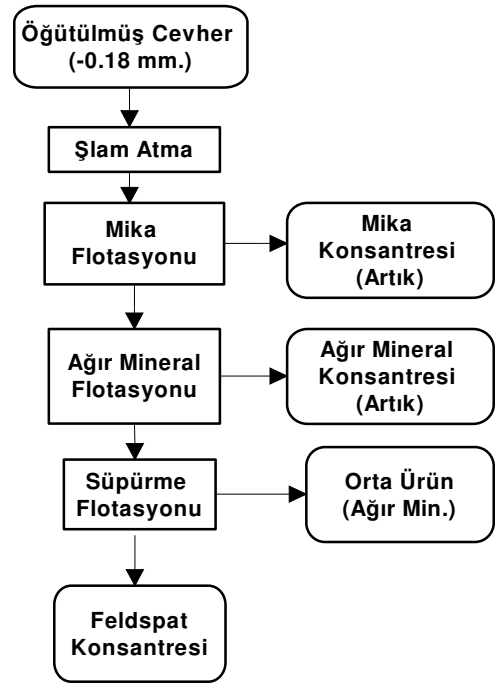
Jeol-Sax-100 S4 marka X-Ray analiz cihazıyla yapılan XRF ve XRD sonuçlarına göre cevher ana mineral olarak albit'ten oluşmakta bunun yanında ortoklas, kuvars, muskovit, rutil, sfen mineralleri içermektedir.

2.2. Numune Hazırlama

Yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda feldspatın (albit) diğer minerallerden 90% oranda serbestlik derecesine $180 \mu\text{m}$ 'nin altında ulaştığı saptanmıştır. Bu nedenle yaklaşık 10 cm boyutundaki numuneler önce Denver marka laboratuvar tipi çeneli kırıcıda kapalı devre olarak 4 mm'nin altına kırılmıştır. Daha sonra minerallerin serbestleşmesini sağlamak ve şlam oluşumunu en düşük seviyede tutmak için cevher seramik değirmende koruyucu öğütme şeklinde $180 \mu\text{m}$ 'nin altına öğütülmüştür. Her bir öğütme periyodundan sonra cevher kuru olarak elenerek $-180 \mu\text{m}$ 'lik fraksiyon değirmenden ayrılmıştır. Örneklerin hazırlanmasını içeren akım şeması Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Numune hazırlama akım şeması



Şekil 2. Flotasyon deneyleri akım şeması

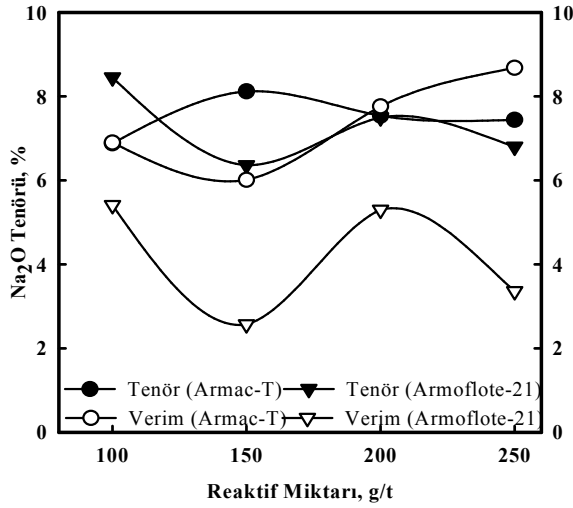
2.3. Flotasyon Testleri

Kesikli flotasyon testleri iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlardan birincisi; mika minerallerini asidik ortamda yüzdürmek için katyonik türdeki reaktiflerin kullanıldığı "mika flotasyonu" aşaması, ikincisi ise yine asidik ortamda renk verici mineralleri ayırmak için anyonik türde reaktiflerin kullanıldığı "ağır mineral flotasyonu" aşamasıdır. Her bir aşamada zenginleştirme sonuçlarını etkileyen reaktif türü ve miktarı, pH, kondüsyonlama süresi, flotasyon süresi, katı oranı vb gibi parametreler incelenmiş olup, yüksek kalitede albit elde etmek için optimum şartlar belirlenmiştir.

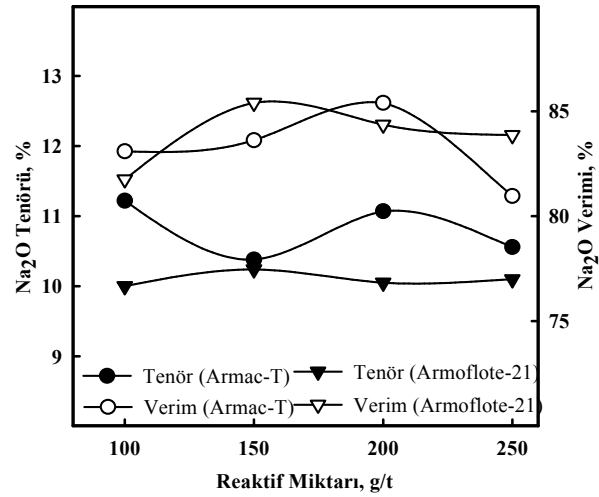
Flotasyon testleri, kendinden havalandırılmalı Denver D12 marka laboratuvar tipi flotasyon makinesiyle 1500 devir/dakika karıştırma hızında yapılmıştır. Çalışmalarda 2 litrelik selüllerde 500 g. numune kullanılmıştır. Flotasyon işleminden önce $25 \mu\text{m}$ 'dan daha ince partiküller dekantasyon yöntemiyle şlam olarak ayrılmıştır ($d_{80}=20 \mu\text{m}$). Flotasyon testleri akım şeması Şekil 2'de verilmektedir.

2.3.1. Aminler ile Mika Flotasyonu

Mika flotasyonu aşamasında toplayıcı olarak Armac-T (tallow amin asetat), ArmoFlote-21 (alkil amin asetat), flotasyon etkisini artırmak için yardımcı reaktif olarak fuel oil+gazyağı ve köpürtücü reaktif olarak Dowfroth 1012 kullanılmıştır. Ortam pH'sını (3-3.5) ayarlamak için sülfürik asit kullanılmıştır. Bu aşamada toplayıcının türü ve kullanım miktarı test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Toplayıcı cinsi ve miktarının mika konsantresindeki Na₂O tenör ve verimi üzerine etkisi



Şekil 4. Armac-T ve ArmoFlote-21'in feldspat konsantresindeki Na₂O tenör ve verimine etkisi

Mika minerallerinin uzaklaştırılmasında Armac-T ve ArmoFlote-21 reaktiflerinin etkisi hemen hemen aynı olmuştur. Bu reaktiflerin dozajları artırıldıkça mika konsantresine kaçan albit mineralinin miktarında bir artış gözlenmiştir. Bu da mika konsantresinin Na₂O veriminde artışa sebep olmaktadır (Şekil 3). Silikat minerallerinin flotasyonunda kullanılan katyonik toplayıcılar mineral yüzeylerine fiziksel olarak adsorbe olurlar ve pülp içindeki konsantrasyonları düşürüldüğünde bunlar mineral yüzeylerinden kolaylıkla ayrılır. Bundan dolayı daha düşük selektiviteye sahiptirler. Yapılan testler göstermiştir ki, reaktif miktarı artırıldığında mika ile birlikte diğer silikat mineralleri de köpük fazında toplanmaktadır. Bu nedenle pülp içindeki toplayıcı konsantrasyonu önemli olmaktadır. Armac-T'nin 100, 150, 200 ve 250 g/ton miktarları için feldspat konsantresinin Na₂O tenörü sırasıyla %11.22, %10.38, %11.07, %10.56 şeklinde olmuş, verim ise yine sırasıyla %83.09, %83.62, %85.40, %80.96 şeklinde gerçekleşmiştir. ArmoFlote-21 reaktifinin aynı miktarlarda kullanımı sonucunda ise %10 Na₂O, %10.24 Na₂O, %10.05 Na₂O ve %10.10 Na₂O tenörü içeren feldspat konsantreleri %81.75, %85.40, %84.36, %83.86 verimle elde edilmiştir (Şekil 4). Feldspat konsantreleri üzerinde yapılan mikroskopik etütlerde Armac-T reaktifinin ArmoFlote-21 reaktifinden daha selektif ayrım yaptığı ve Armac-T'nin 200 g/t miktarında kullanıldığında feldspat konsantresinin mika yönünden neredeyse tamamen temiz olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçların ışığı altında mika flotasyonunda toplayıcı olarak Armac-T reaktifinin kullanılmasına ve miktarının 200 g/t olmasına karar verilmiştir.

2.3.2. Asidik Ortamda Anyonik Türdeki Reaktiflerle Ağır Mineral Flotasyonu

Bu aşamada Na-feldspat cevheri içerisinde bulunan ağır minerallerin (demir oksitler, titanyum mineralleri, geri kalan mika mineralleri, diğer renk verici mineraller vb) uzaklaştırılması için Cytec firmasının ürettiği petrolyum sülfonatların (Aero 801, Aero 825, Aero 840) etkisi araştırılmıştır. Testlerde petrolyum sülfonatların yanı sıra toplayıcı olarak fuel oil+gazyağı, köpürtücü olarak ise Dowfroth 1012 kullanılmıştır. Ortam pH'ı ise H₂SO₄ ile ayarlanmıştır. Toplayıcı reaktiflerden Aero 801 ve Aero 825 1:2 oranında kullanılmış ve önceden belirlenmiş miktarlardaki etkisi incelenmiştir.

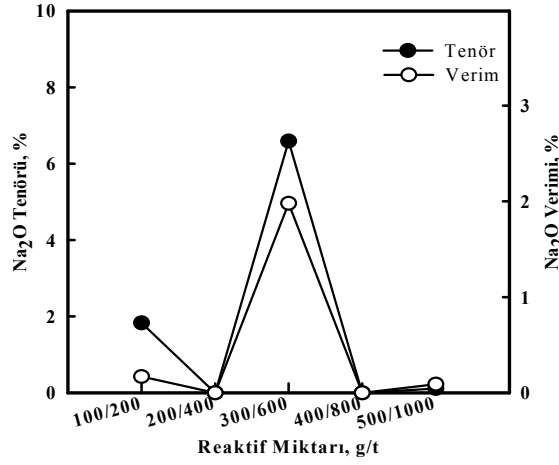
Yapılan denemelerde beklenen durum, ağır mineral konsantrisinde Na₂O tenör ve veriminin en düşük seviyede, ağır mineral tenör ve verimlerinin en yüksek seviyede bulunması, feldspat konsantrisi için ise Na₂O tenör ve veriminin en yüksek, ağır mineral tenör ve veriminin en düşük seviyede olması gerekir. Bu durum, selektif ayırmanın doğal bir gereğidir.

Aero 801/Aero 825 denemelerinin ağır mineral konsantrisinde Na₂O minerali açısından en olumlu sonuç, Aero 801'in 200 g/t ve Aero 825'in 400 g/t miktarlarında kullanıldığında elde edilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6). Aero 801-Aero 825 reaktiflerinin feldspat konsantrisi üzerindeki etkisi ise Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.

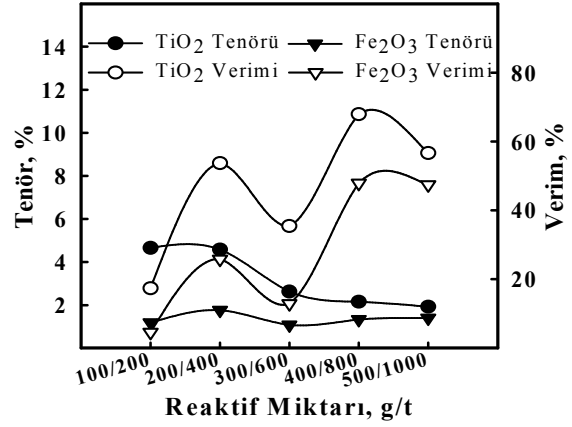
Feldspat konsantrisindeki renk verici mineralleri daha aşağı seviyelere düşürebilmek için bir sonraki aşamada Aero 840 reaktifinin etkisi araştırılmıştır. Bu testlerde Aero 801 ve Aero 825 reaktiflerinin miktarı sabit tutulmuştur (sırasıyla 200 ve 400 g/t). Aero 840 denemelerinde en olumlu sonuç 200 g/t miktarında kullanıldığında elde edilmiştir. Elde edilen ağır mineral konsantrisinin TiO₂ tenörü % 4.58, verimi % 53.70 ve Fe₂O₃ tenörü %1.77, verimi % 25.82 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 9 ve Şekil 10). Feldspat konsantrisinin Na₂O tenörü %11.80, verimi %88.60, TiO₂ tenörü % 0.040, verimi % 11.05, Fe₂O₃ tenörü %0.041, verimi % 14.16 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 11 ve Şekil 12). Ağır mineral flotasyonu için optimum şartlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ağır mineral flotasyonu için optimum şartlar

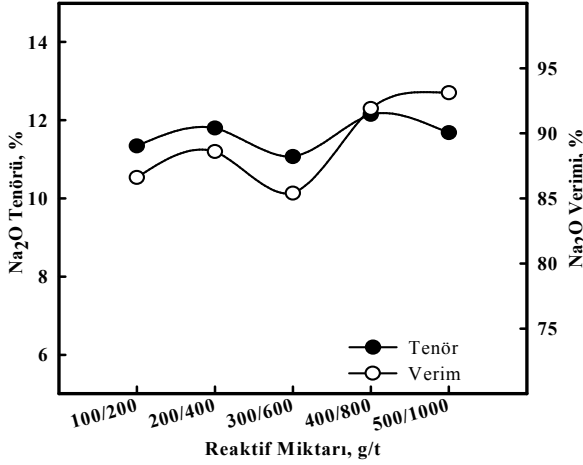
| | Temel Flotasyonu | | Süpürme Flotasyonu | |
|--------------------|------------------|------------|--------------------|------------|
| | Kullanılma | Flotasyonu | Kullanılma | Flotasyonu |
| Katı Oranı (% Ağ.) | 40 | 25 | 25 | 25 |
| Süre(Dakika) | 10 | 6 | 5 | 4 |
| pH | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Toplayıcı (g/t) | | | | |
| A801 | 200 | - | 50 | - |
| A825 | 400 | - | 100 | - |
| A840 | 200 | - | 50 | - |
| Fuel Oil+Gazyağı | 200 | - | 50 | - |
| Köpürtücü (g/t) | | | | |
| Dowfroth 1012 | 50 | - | 50 | - |



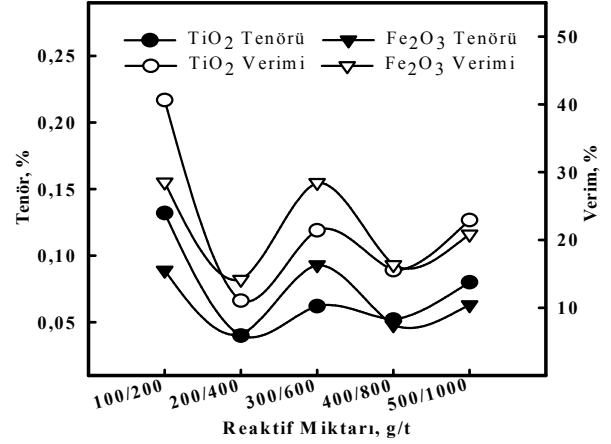
Şekil 5. Aero 801 ve Aero 825 miktarlarının ağır mineral konsantresinin Na_2O tenörü ve verimi üzerine etkisi



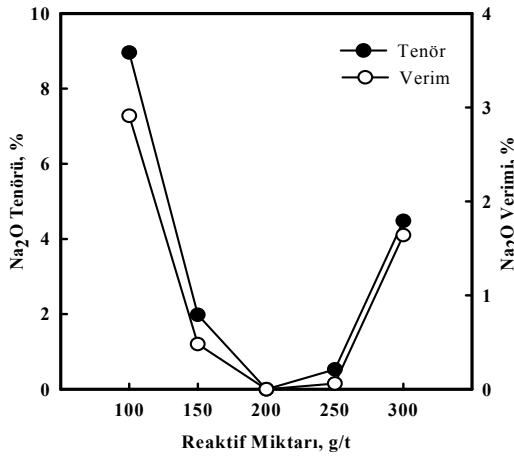
Şekil 6. Aero 801 ve Aero 825 miktarlarının ağır mineral konsantresinin TiO_2 ve Fe_2O_3 tenörü ve verimi üzerine etkisi



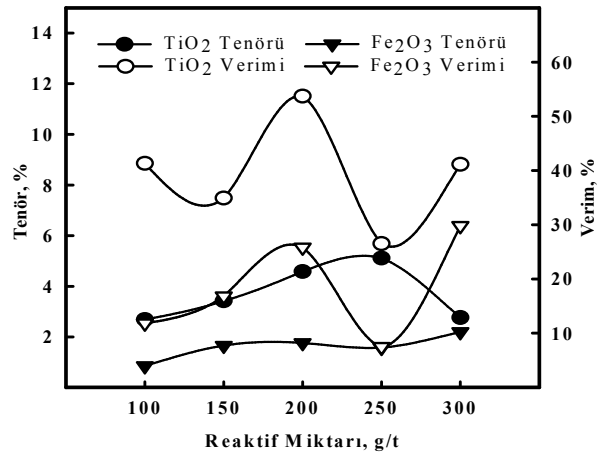
Şekil 7. Aero 801 ve Aero 825 miktarlarının feldspat konsantresinin Na_2O tenörü ve verimi üzerine etkisi



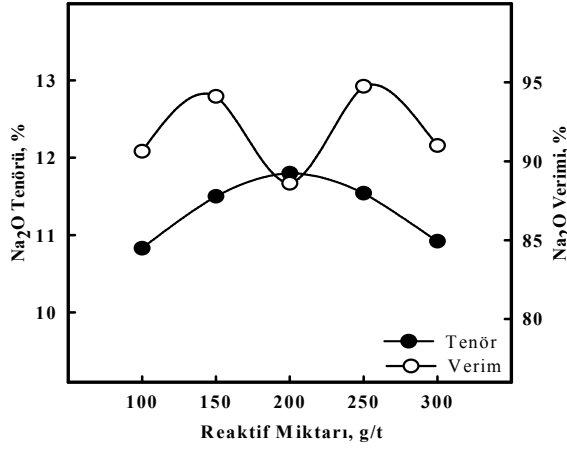
Şekil 8. Aero 801 ve Aero 825 miktarlarının feldspat konsantresinin TiO_2 ve Fe_2O_3 tenörü ve verimi üzerine etkisi



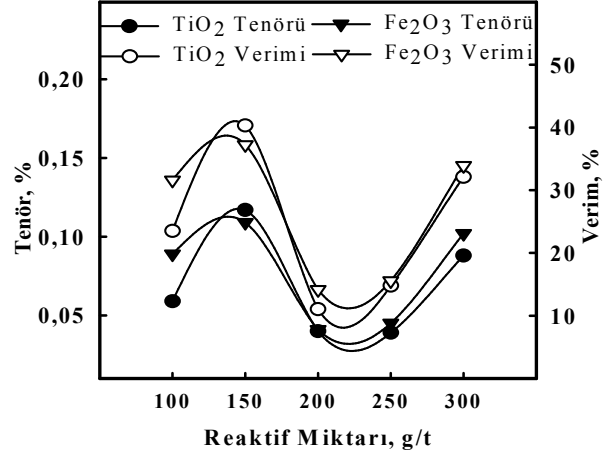
Şekil 9. Aero 840 miktarının ağır mineral konsantresinin Na_2O tenör ve verimi üzerine etkisi



Şekil 10. Aero 840 miktarının ağır mineral konsantresinin TiO_2 ve Fe_2O_3 tenör ve verimi üzerine etkisi



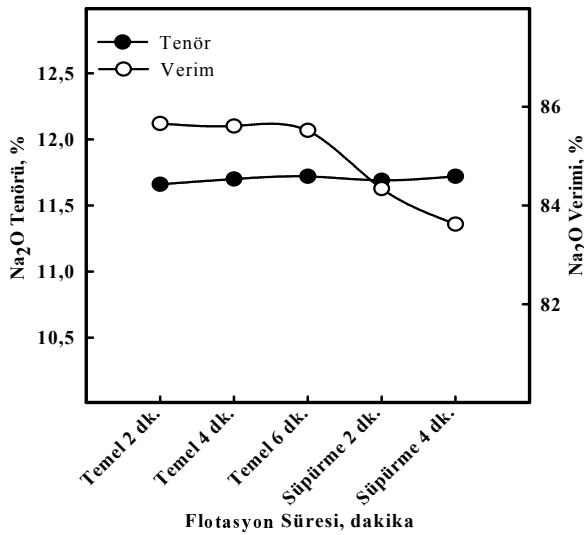
Şekil 11. Aero 840 miktarının feldspat konsantresinin Na_2O tenörü ve verimi üzerine etkisi



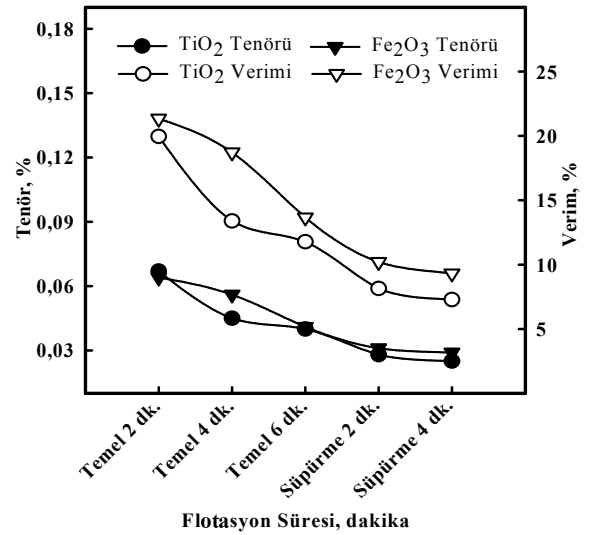
Şekil 12. Aero 840 miktarının feldspat konsantresinin TiO_2 ve Fe_2O_3 tenörü ve verimi üzerine etkisi

Çizelge 3. Optimum flotasyon şartlarında elde edilen ürünlere ait metal denge çizelgesi

| Ürünler | Ağırlık (%) | Na_2O | | K_2O | | TiO_2 | | Fe_2O_3 | |
|----------------|-------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|----------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | | Tenör (%) | Verim (%) | Tenör (%) | Verim (%) | Tenör (%) | Verim (%) | Tenör (%) | Verim (%) |
| Şlam | 4.51 | 8.84 | 3.71 | 1.32 | 4.61 | 0.475 | 8.08 | 0.529 | 10.17 |
| Mika Kons. | 15.38 | 7.42 | 10.63 | 2.11 | 25.11 | 0.676 | 39.22 | 0.886 | 58.00 |
| Ağır Min. Kons | 1.75 | 0.86 | 0.14 | 2.55 | 3.46 | 6.194 | 40.92 | 2.438 | 18.17 |
| Orta Ürün | 1.72 | 11.87 | 1.90 | 1.66 | 2.21 | 0.692 | 4.49 | 0.593 | 4.34 |
| Feldspat Kons. | 76.64 | 11.72 | 83.62 | 1.09 | 64.61 | 0.025 | 7.29 | 0.029 | 9.32 |
| Toplam | 100.00 | 10.74 | 100.0 | 1.29 | 100.00 | 0.265 | 100.00 | 0.235 | 100.00 |



Şekil 13. Flotasyon süresinin Na_2O tenörü ve verimi üzerine etkisi (feldspat kons.)



Şekil 14. Flotasyon süresinin TiO_2 ve Fe_2O_3 tenörü ve verimi üzerine etkisi (feldspat kons.)

Ağır minerallerin temel flotasyon işleminden sonra feldspat konsantresine bir aşamalı süpürme flotasyonu uygulanmıştır. Bu aşamada temel flotasyon işleminde kullanılan reaktiflerin 1:4'ü kullanılmıştır. Altı dakikalık temel flotasyon işleminden sonra uygulanan 4 dakikalık süpürme flotasyonu sonucunda %11.72 Na₂O, %0.025 TiO₂ ve %0.029 Fe₂O₃ içeren yüksek kalitede feldspat konsantresi elde etmek mümkün olmuştur (Şekil 13 ve Şekil 14). Flotasyon ürünlerine ait tenör-verim değerleri Çizelge 3'te verilmiştir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gün geçtikçe metalik cevherlerin azalması, kıymetli metal yüzdelerinin düşmesi ve teknolojinin gelişip değişmesi sonucunda endüstriyel hammaddelere olan talep artmaktadır. Ülkemiz, endüstriyel hammaddeler yönünden oldukça büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak sahip olunan bu potansiyel gereğince kullanılmamakta yada kullanılanlar gerçek değerini kazanamamaktadır. Tüm bu olumsuzlukların bilinci içerisinde sahip olunan potansiyelin ülkemiz ekonomisine kazandırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla Muğla-Milas yöresi albitlerinin flotasyonla zenginleştirilmesi çalışmalarında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- %10,40 Na₂O, %0.26 TiO₂, %0.25 Fe₂O₃ tenörüne sahip albit cevherinin flotasyonla zenginleştirilerek yüksek kalitede feldspat konsantresi elde etmek mümkündür.
- Flotasyon işlemi için iki aşama önerilmiştir. Birinci aşama "mika flotasyonu", ikinci aşama ise "ağır mineral flotasyonu" şeklindedir.
- Mika devresinde kullanılan amin türü toplayıcılardan Armac-T (tallow amin asetat) mika minerallerinin yüzdürülmesinde daha selektif etki göstermiştir.
- Ağır mineral flotasyonu işleminden sonra uygulanan süpürme flotasyonu sonucunda feldspat konsantresinin ağır mineral içeriğini daha aşağılara düşürmek mümkün olmuştur.
- Toplam 1000 g/t petrolüym sülfonat (Aero 801, Aero 825 ve Aero 840 karışımı) kullanımı ağır minerallerin uzaklaştırılması için yeterli olmuştur. Bunun 800 g/t'u temel flotasyon devresinde, 200 g/t'u ise süpürme flotasyonu işleminde kullanılmıştır.
- Optimum flotasyon şartlarında nihai feldspat konsantresinin Na₂O tenörü %11.72, TiO₂ tenörü % 0.025, Fe₂O₃ tenörü % 0.029 olmuştur. Konsantrede Na₂O kazanma verimi %83.63, TiO₂ atma verimi %92.71, Fe₂O₃ atma verimi ise %90.68'dir. Feldspat konsantresi ağırlık verimi ise %77 olarak gerçekleşmiştir.

KAYNAKLAR

- Akar A. (1994): "Evaluation of Gördes-Köprübaşı District Feldspar Industrial Raw Material Deposits", Progress in Mineral Processing Technology, Proceedings of 5th International Mineral Processing Symposium, p. 243-249, Cappadocia-TURKEY.
- Baaron R.E., Ray C.L., Treweek H.B. (1962): "Plant Practice in Nonmetallic Mineral Flotation", Froth Flotation 50th Anniversary Vol., p. 427-446, Published by AIME, New York.
- Bayraktar İ., Ersayın S., Gülsoy Ö.Y. (1997): "Upgrading Titanium Bearing Na-feldspar by Flotation using Sulphonates, Succinamate and Soaps of Vegetable Oils", Minerals Engineering, Vol. 1, No:12, p. 1363-1374.
- Bolin N. J. (1983): "A Study of Feldspar Flotation", Erzmetall, 36 9, p. 427-432.
- Çelik M. S., Can I., Eren R.H. (1998): "Removal of Titanium Impurities from Feldspar Ores by New Flotation Collectors", Minerals Engineering, Vol.11, No:1, p. 1201-1208.

- Çuhadaroğlu D., Okur E., Toroğlu İ. (1992): “Karacaören (Simav) Alkali Feldspatlarının Zenginleştirilme Olanaklarının Araştırılması”, 4th International Mineral Processing Symposium, V.2, p. 665-675, 20-22 October, Antalya-TURKEY.
- El Salmawy M.S., Nakahiro Y., Wakamatsu T. (1993): “Activation of Quartz and Feldspar with Metal Ions in Flotation”, *Minerals Engineering*, 6(12), p. 1231–1243.
- Geredeli A., Özbayoğlu G. (1995): “Simav Feldspatının Flotasyonu”, *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl* (eds), s. 71-81, 21-22 Nisan, İzmir-TÜRKİYE.
- Gökalp T., Ulu E. (1993): “Bursa–Orhaneli–Yeşiller Siyentilerinin Laboratuvar Ölçekli Zenginleştirme Çalışmaları”, *Türkiye 13. Madencilik Kongresi*, s. 683-694, İstanbul.
- Katajanagy T. (1973): “Ceramics Japan”, 8(1), pp 58–61.
- Malghan S.G. (1981): “Effect of Process Variables in Feldspar Flotation using Non-HF System”, *Minerals Engineering*, 33 (11), p. 1616–1623.
- Matieu G.I., Sirois L.L. (1984): “Reagents in the Minerals Industry”, *The Institution of Mining and Metallurgy*, Edited by M.J. Jones and R. Oblatt; p. 57–67.
- Pryor E.J. (1965): “Mineral Processing”, Elsevier, Amsterdam–London–NewYork, p. 704-705.
- Redeker I.H. (1977): “Flotation of Feldspar, Spodumene, Quartz and Mica From Pegmatites in North Carolina”, *Erzmetall*, band 30, heft 12, p. 566-571, Deutschland.
- Seyrankaya A., Akar A. (1997): “Beneficiation of Manisa Gördes (Turkey) Feldspar Ore for Use in the Ceramic and Glass Industries”, 7th Balkan Conference on Mineral Processing, v. 2, p. 173-178, Romania:Vatra Dornei.
- Shimoiizaka J., Nakatsuka K. (1978): “The Technology Reports of the Tohoku University”, 43(1) p. 137–149.
- Sümer G., Kaya M. (1995): “Aydın-Çine Feldspatlarının Flotasyon ile Zenginleştirilmesi”, *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl* (eds), s. 59-69, İzmir.
- Uhlig D. (1988): “The Influence of Mechanical Pretreatment and Chemical Conditioning on the Flotation Feldspar from Rocks of Different Paragenesis”, XVI International Mineral Processing Congress, Elsevier Science Publishers B.V., p. 1607-1618, Amsterdam.
- Ütine T. (1987): “Köpüklü Yüzdürme ile Feldspat Kuvars Ayırımında Yüzey Kimyası”, *Madencilik Dergisi*, cilt XXVI, sayı. 4, s. 7-9.