DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FELDSPAT CEVHERİ ZENGİNLEŞTİRME VERİMİNİN ARTIRILMASI

İrem KURCAN

Eylül, 2006

İZMİR

FELDSPAT CEVHERİ ZENGİNLEŞTİRME VERİMİNİN ARTIRILMASI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Ana Bilim Dalı

İrem KURCAN

Eylül, 2006

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

İREM KURCAN, tarafından **Doç. Dr. EROL KAYA** yönetiminde hazırlanan **"FELDSPAT CEVHERİ ZENGİNLEŞTİRME VERİMİNİN ARTIRILMASI"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

……..……..

Doç.Dr.Erol KAYA

Yönetici

..…… ..…….

Prof.Dr.İlknur CÖCEN — Jüri Üyesi

Doç.Dr.Ali Bülent Önay — Jüri Üyesi

_____

Prof. Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle tezin her aşamasında bana yardımcı olan tez danışmanım Doç.Dr.Erol Kaya'ya ve tüm Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünün Değerli Hocalarına,

Maddi ve manevi yardımlarını benden esirgemeyen Kalemaden Endüstriyel Hammaddeler San. ve Tic. A.Ş.'ye ve Kalemaden Ar-ge ve Kalite Kontrol Müdürü Sayın Hürriyet DEMİRHAN'a,

Ders ve tez aşamasında bana büyük sabırla yaklaşan aileme,

Tüm kalbimle teşekkür ederim.

FELDSPAT CEVHERİ ZENGİNLEŞTİRME VERİMİNİN ARTIRILMASI

ÖZ

Bu yüksek lisans tezinde, Kalemaden San. ve Tic. A.Ş.'ye ait Çine yöresi feldspat (albit) cevherinin flotasyonu ve flotasyonla zenginleştirme veriminin arttırılmasına yönelik deneysel araştırmalar yapılmıştır.

Bu amaçla öncelikle, feldspat (albit) cevherinin fiziksel, kimyasal, mineralojik özellikleri ve serbestleşme tane boyutu belirlenmiştir. Albit mineralinin serbestleşme boyutunun 300 mikron'un altında olduğu bulunmuş ve kırma-öğütme testleri yapılarak feldspat cevheri flotasyon için hazırlanmıştır.

Özel şirketlerin çalışmalarında istenen kaliteye, en yüksek verimde ve kapasitede ulaşması en önemli kriterdir. Ayrıca, feldspat (albit) cevherinin yapısındaki muskovit, biyotit, demir oksit, rutil ve sfen gibi empüritelerin varlığı, feldspat (albit) cevherinin satılabilirliğini etkileyen en önemli parametrelerdendir. Geleneksel olarak, feldspat flotasyonu mika ve ağır minerallerin iki kademede ayrı ayrı uzaklaştırılması şeklinde yapılmaktadır. Bu araştırmada ise, kullanım alanlarına bağlı olarak talep edilen kaliteyi bozmadan iki kademeli flotasyon işlemi yerine tek kademeli flotasyon işlemi uygulanmıştır. Tüm empürite minerallerin birlikte flote edildiği tek kademeli flotasyonda, Aero 704 reaktifi kullanılmıştır. Aero 704 reaktifi farklı miktarlarda ve çeşitli pH ortamlarında kullanılarak albit flotasyonuna etkisi araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışma sonuçları amin ve sodyum oleatın kullanımı ile mika ve ağır minerallerin uzaklaştırıldığı iki kademeli albit flotasyonu sonucu ile karşılaştırılmıştır. Yapılan deneysel araştırmalar sonucunda Aero 704 reaktifinin feldspattaki tüm empüriteleri tek kademede uzaklaştırılmasında başarı ile kullanılmıştır. Böylelikle iki kademede yapılan feldspat flotasyon ürünü ile aynı kalitede ancak daha yüksek verimle feldspat konsantresi üretilmiştir. Ayrıca bu durum zenginleştirme tesisinin kapasitesini arttırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Feldspat, Flotasyon, Empürite, Konsantre, Verim, Kapasite

THE INCREASING BENIFICIATION OF FELDSPAR ORE RECOVERY

ABSTRACT

In this graduate thesis, floatability of a feldspar ore of Kalemaden San. and Tic. A.Ş. in the Çine region was studied by using Aero 704 collector received from Cytec Industries Inc. İn USA.

First the phyisical, chemical, minerolojical properties and the liberation particle sizes of feldspar (albite) ore has been determined liberation particle size for albite minerals are found to be below 300 microns. With crushing-grinding tests the feldspar ore was prepared for flotation.

The most important criterion within the work of private companies is to reach the desired quality in high recovery and capacity. Furthermore the existence of impurities like muscovite, biotite, ferric oxied , rutile and sphene in the texture of the feldpar (albite) ore, are the most important parameters which effect the saleability of the feldspar ore. Traditionally, the feldspar flotation was done by removing of mica and heavy minerals separetedly in two sequences. In this study, single sequence flotation processing was used in stead of two sequence flotation processing without disturbing the demanding quality depending on its use field. In the single sequence flotation in which all the impurity minerals were floated together, Aero 704 collector was used. Using Aero 704 collector in different amounts and in different pH mediums, its effect on albite flotation was searched. Besides the results of this work were compared to the use of amin and sodium oleate and the results of two sequence albite flotation in which mica and heavy minerals were removed. In the results of the experimental studies it was seen that the Aero 704 collector was used successfully by removing the all impurities in the feldspar ore in single sequence. As a result of this, a feldspar concentrate was produced with the same quality but in a higher recovery with the two sequence flotation product. Becides this situation increased the capacity of the enrichment plant.

Key Words: Feldspar, Flotation, Impurity, Concentrate, Recovery,Capacity.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEZ SONUŞ FORMU..... ii
TEŞEKKÜR.....iii
ÖZ……... iv
ABSTRACT……... v

BÖLÜM BİR –FELDSPAT……. 1
1.1.Genel Bilgiler…… 1
1.1.1. Feldspatın Tanımı Ve Özellikleri…… 1
1.1.1.1. Fiziksel Özellikler……... 2
1.1.1.2 Kimyasal Özellikler……. 3
1.1.2.Feldspat Oluşumu ……..3
1.1.3.Dünyada Ve Türkiye'de Durum ……5
1.1.3.1. Dünyada Feldspat …….. 5
1.1.3.2. Türkiye'de Feldspat ……... 6
1.1.4 Üretim ve Tüketim……..……..7
1.1.4.1. Üretim……..... 7
1.1.4.2. Tüketim.....8
1.1.5.Sektördeki Kuruluşlar …… 8
1.1.6.Kullanım Alanları……..... 9
1.1.6.1.Cam Sektörü…….10
1.1.6.2. Seramik Sanayi……... 11
1.1.6.3. Kaynak Elektrotu Üretimi…… 13
1.1.6.4. Boya sanayi……..…… 13
1.1.6.5.Plastik Sanayi…….…….....14
1.1.7.Ticaret ……..…… 15

1.2. Feldspat Pazarlama Teknikleri ile İlgili Örnek Uygulamalar……. 17
1.2.1. Kalemaden Endüstriyel Hammadde Sanayi ve Ticaret A.Ş…… 17
1.2.1.1. Pazarlama ve Satış Stratejisi…… 17
1.2.1.2 Satış…….....18
1.2.1.3.Yıllık Plan ……..…… 18
1.2.1.4. Sorunlar ve Çözüm Önerileri……..18
1.2.2 Esan Eczacıbaşı End. Hammadde Sanayi ve Ticaret A.Ş……19
1.2.2.1. Pazarlama ve Satış Stratejisi ……..19
1.2.2.2.Yıllık Plan…….....…… 20
1.2.2.3. Sorunlar ve Çözüm Önerileri…….....…….. 21
1.2.3. Matel Hammadde Sanayi ve Ticaret A.Ş……...…...…….. 21
1.2.3.1. Pazarlama ve Satış Stratejisi……...…… 21
1.2.3.2. Sorunlar ve Çözüm Önerileri……...……..22
1.2.4. Toprak Madencilik Sanayi ve Ticaret……...…… 23
1.2.4.1. Pazarlama ve Satış Stratejileri……..23
1.2.4.2. Sorunlar ve Çözüm Önerileri……24
1.2.5.Çine Akmaden……...……24
1.2.6.Kaltun……25

1.3.Feldspat Flotasyonu……25
1.3.1.Genel Bilgiler…….……25
1.3.2. Flotasyon İle Zenginleştirmede Etkili Olan Parametreler…..…… 26
1.3.2.1. Fiziksel Parametreler……...…….....26
1.3.2.1.1. pH Ayarı……...…….. 26
1.3.2.1.2.Tane Büyüklüğü……..……...…… 27
1.3.2.1.3. Pülp Özellikleri……..……..…… 27
1.3.2.1.4. Pülp Yoğunluğu ……..…….. 28
1.3.2.1.5. Pülp Isısı……...……... 28
1.3.2.2.Kimyasal Parametreler…….....……... 28
1.3.2.2.1. Fazlar…….…..…….. 28
1.3.2.2.2. Kimyasal Reaktifler…….…..... 29
1.3.2.2.3. Zeta Potansiyeli ve Yüzey Özellikleri……..……. 29

1.3.3.Feldspat Flotasyonu Öncesi Stoklama İşlemleri…….……30
1.3.4.Feldspat Flotasyonu İşlemleri…….……... 31

BÖLÜM İKİ- DENEYSEL ÇALIŞMALAR……. 36
2.1.İki Kademeli Flotasyon İşlemi……...36
2.2.Tek Kademeli Flotasyon İşlemi…….....37
2.2.1.Numune Alımı…….……...37
2.2.2.Kırma İşlemi…… 37
2.2.3.Serbestleşme boyutu…… 38
2.2.4.Öğütme İşlemi……..38
2.2.5.Şlam Atma İşlemi…… 39
2.2.6.Flotasyon ……...……...39
2.2.7.Sonuçların İrdelenmesi ….……..…… 39

SONUÇ……..…… 44

KAYNAKLAR…….. 45

BÖLÜM BİR
FELDSPAT

1.1. GENEL BİLGİLER:

Türkiye'nin maden ihracatında önemli bir yer oluşturan feldspatlar günümüzün en önemli cam ve seramik hammaddeleridir. Feldspatların kullanım alanlarından dolayı ülkemizdeki sektörünün de hızla gelişmesiyle birlikte üretimi önemli oranda artmıştır.

Ülkemizde Ege Bölgesi'nde büyük bir rezerve sahip olan feldspatların yalnızca Milas-Çine Bölgesi'ndeki miktarı 400 milyon ton olup dünyanın en önemli yataklarındandır.

Seramik ve cam sanayinde kullanılan feldspatların 0,15–0,3% TiO_2, maximum 0,10% Fe_2O_3, minimum 9,5% Na_2O (sodyum feldspat için) ve 8–9% K_2O (potasyum feldspat için) içerikli olması gerekmektedir. Ülkemizin bu özelliklere sahip rezervlerin kısıtlı olması, gerek cam ve seramik sektörünün gereksiniminin karşılanması ve gerekse ihracatın cazip olmasından, yüksek TiO_2 ve Fe_2O_3 içerikli feldspatların endüstriye kazandırılması ön plana çıkmasıdır. (Kahriman, 2005)

Milas-Çine feldspat rezervlerinin %20'sini oluşturan 80 milyon ton civarında yüksek TiO_2 ve Fe_2O_3 içerikli cevherlerden bulunmaktadır. Madenlerin tükenebilir kaynaklar olduğu bilinmektedir. Bu madenlerin iyi kalitede ve yüksek verimde alınması hem hammadde kaybını önleyecek hem de maliyetleri düşürecektir.

1.1.1. Feldspatın Tanımı Ve Özellikleri:

Yeryüzünü oluşturan minerallerin en önemlilerinden biri olan feldspatlar bir mineral grubunun genel adıdır. Feldspatlar, SiO_4 dört köşeli iskeletlerindeki dört oksijenin paylaşılması ile oluşmuş, üç boyutlu kafes yapısı gösteren alüminyum silikatlardır ve % 60 oranında dağılım frekansı ile magmatik kayaçların içinde en

fazla rastlanan mineral grubunu oluştururlar. Feldspatlar kuvars kadar dayanıklı değillerdir. Hava, su veya hidrotermal etkenlerle ayrışarak kaolen, serisit, skapolit, kalsit vb. gibi minerallere dönüşürler. Feldspat fiziksel olarak beyaz, açık pembe, pembemsi beyaz, sarımtrak, gri beyaz ve bazen de yeşilimsi renkte bulunur. Camsı parlaklıkta bir yapıya sahiptir. Çizelge-1'de feldspatın bazı özellikleri görülmektedir.

1.1.1.1. Fiziksel Özellikler

Parlaklık: Camsal bir parlaklık gösterirler. Kaolinleşme sonucu matlaşarak porselene benzeyen bir görünüm kazanırlar.

Renk: Orkoz ve mikroklin açık pembe, pembemsi beyaz, beyaz sarımtırak renkte görünür. Plajoklaslarda ise beyaz, gri-beyaz, bazen yeşilimsi renktedir.

İkizlenme: Feldspatların çoğu ikiz kristaller halinde bulunur. İkizlenme özellikleri trikilinik feldspatlarda çok yaygındır. İkizler basit ve polisentetiktir.

Kristal Sistemi: Kayaç örneklerinde feldspatlar birbirine çok benzer. Feldspatlar monoklinik ve trikilinik sistemde kristallenmişlerdir. Feldspatların tayininde mikroskobik yöntemlerden yararlanılır.

Dilinim: Feldspatlar genellikle (1001) yüzeyine paralel çok iyi ve (010) yüzeyine paralel iyi gelişmiş dilinimlere sahiptir.

Sertlik: Feldspatlar genellikle dilinim yüzeyleri boyunca kırılır. Sertliği 6, yoğunluğu 2.6 gr/cm^3 tür.

Asitlik-Bazlık: Ortoz veya mikroklin asit bir plajioklasla birlikte asit yada nötr kayaçlarda, hornblend (granit, siyanit) ve biotit ile beraber bulunabilir.

1.1.1.2 Kimyasal Özellikler

Feldspatlar, kimyasal bileşimleri bakımından;

a) Potasyum ve Baryumlu feldspatlar,

b) Sodyum ve kalsiyumlu feldspatlar

olmak üzere iki gruba ayrılır.

Baryumlu feldspatlar doğada ender bulunur ve kayaçları meydana getiren mineral olarak önemleri azdır. Bu nedenle feldspatlar bileşenleri; $KAlSi_3O_8$ (Ortoklas), $NaAlSi_3O_8$ (Albit), $CaAlSi_2O_8$ (Anortit)'in meydana getirdiği üç bileşenli sistemde incelenir.

Feldspatlar; yüzeye yakın su, hava ve diğer faktörlerin etkisi ile çok çabuk değişirler. Alkali feldspatların bozulması sonucu kaolin, muskovit ve serizit oluşur. Plajioklasların ayrışması ile kaolin, zeolit, epidot, serizit, kuvars ve kalsit ortaya çıkar.

Çizelge–1. Feldspatın özellikleri

Sertliği (Mohs)	6 (Ortalama)
Yoğunluğu	2,6 gr/cm^3
Erime Sıcaklığı	1100–1584 °C

1.1.2.Feldspat Oluşumu

Feldspat, yerkabuğundaki birçok magmatik, metamorfik ve sedimenter kayacın bileşiminde büyük ölçüde bulunmasından dolayı ticari olarak çeşitli kaynaklardan üretimi veya feldspat oranı yeterli olduğu takdirde bu kayaçların direkt olarak sanayide kullanımı mümkün olmaktadır. Ticari feldspat kaynağı olarak halen kullanılan kayaç türleri şunlardır.

1. **Pegmatitler :** Magmatik kayaçların % 60 ve daha fazlası feldspatlar tarafından oluşturulduğu halde, ekonomik oranda feldspat içeren yataklar pegmatitlerdir. Potasyum feldspatın hakim mineral olarak bulunduğu ve ayrıca başka ekonomik mineraller de içerebilen, kaba taneli magmatik bir kayaçtır. Genellikle granit-granodiyorit bileşimli kayaçlarla ilişkili olarak bulunur. Ayrıca metamorfik provenslerde de bulunmaktadır. Sanayide direkt olarak veya zenginleştirmeyi müteakip kullanılmaktadır. [4] Pegmatitler minerolojik bileşimlerine göre iki gruba ayrılırlar. **a)** Asit Pegmatitler, **b)** Bazik Pegmatitler.

2. **Aplitler :** Minerolojik olarak, damar kayacı şeklinde ve granit bileşiminde bir kayaç dokusunu; ticari olarak ise, büyük ölçüde albitten oluşan feldspatik bir damar veya dayk kayacını ifade eder. Kaolinleşmiş türleri de sanayide kullanılmaktadır. Bunlar da granitik kayaçlarla ilişkili olarak oluşmuşlardır.

3. **Feldspat filonları :** Granitik kayaçların kendi bünyeleri içinde veya kontakt halindeki yan kayaçlarda enjeksiyon damarları halinde oluşmuş feldspatça zengin sokulumlardır. Çok zengin tenörlü Na veya K-Feldspat içerirler, empürite oranları daha düşüktür.

4. **Nefelinli Siyenit :** Silisce fakir kristalin bir kayaç olup albit ve mikroklin türü feldspat ile nefelinden oluşur. Az miktarda mafik silikatlar ve diğer aksesuar mineralleri içerir. Dünyada geniş yayılımlıdır. Kayacın endüstriyel özelliklerini temin eden nefelin minerali $Na_3Kal_4Si_4O_{16}$ kimyasal bileşimine sahip, Na/K=3/1 olan, hekzagonal sistemde kristallenen, Mohs sertliği 5-6 ve özgül ağırlığı 2,5-2,7 gr/cm^3 olan bir mineraldir.

5. **Alaskit :** Granit-pegmatik arası bir kimyasal bileşime sahip olduğu söylenebilir. Ortalama minerolojik bileşimi; %45 plajioklas, %25 kuvars, %20 mikrolin, %10 muskovit şeklindedir.

6. **Grafit Granit (Yazı Granit) :** K-Feldspatın hakim olduğu, sekonder mineral olarak kuvars içeren ve yüksek K_2O oranı istendiğinde kullanılan bir pegmatik kayaç cinsidir.

7. **Perlit :** K-Feldspat içinde mikroskobik plajioklas büyümelerinden teşekkül eder. Grafit, granit ve pegmatitlerde perlit oluşumu yaygındır ve kayaca belirgin bir dokusal özellik kazandırır.

8. **Feldspatik Kumlar :** Doğal veya işlenmiş halde feldspat ve kuvars karışımından oluşmuş kumlardır. Feldspatça zengin kayaçların erozyonu ve taşınıp depolanması sonucu oldukça zengin plaser yataklar oluşabilir ve büyük rezerv arzedebilir.

9. **Altere Granitler :** Granitik kayaçların atmosferik şartlar altında veya hidrotermal etkilerle belirli ölçüde alterasyonu sonucu, içerdiği feldspatlarda kaolinleşme gelişir ve kayaç bünyesindeki mafik mineraller belirli ölçüde uzaklaştırılarak demir oksit empüritesi azalır.

1.1.3.Dünyada Ve Türkiye'de Durum

1.1.3.1. Dünyada Feldspat

Dünya üzerindeki feldspatlar çoğunlukla granitler, pegmatitler, nefelinli siyenitler ve feldspatik kumlardan üretilmektedir. Dünya feldspat yatakları geniş dağılımlar göstermekte ve tam anlamıyla bir rezerv ve potansiyel belirlenememektedir. İtalya, A.B.D. ve B.D.T. (Bağımsız Devletler Topluluğu) 'nda geniş feldspat yatakları bulunmaktadır. Son aramalar dünya feldspat rezervinin istatistiklere göre 1.739 milyon ton civarında olduğunu göstermektedir. Çizelge-2'de dünya feldspat rezervlerinin kıtalara göre dağılımı görülmektedir. (Industrial minerals, 1995)

Dünya feldspat kaynağı olarak üretilen nefelinli siyenitler, altere granitler, granit kumları ve pegmatit damarları açık işletme olarak genellikle patlatmalı olarak üretilmektedir. Bu tür üretimlerde üretim rakamı büyüktür ve selektif madencilik pek yapılmamaktadır. Elde edilen cevhere modern zenginleştirme yöntemleri uygulanarak sanayinin gereksinimlerine uygun ürünler halinde piyasaya sunulmakta ve uygulanan zenginleştirme yöntemlerinin başında flotasyon (% 90) gelmektedir. Dünyada 50 ülkenin üzerinde feldspat üreticisi ülke vardır. İtalya, A.B.D. , B.D.T. (Bağımsız Devletler Topluluğu) , Tayland, Almanya ve Türkiye bu ülkelerden bazılarıdır.

Dünya feldspat üretim kapasitelerine göre 1991 yılında 5.167.000 metrik ton kapasitenin % 80'i üretici ülkelerin kendilerine ve ticaret yapılan ülkeler tarafından tüketilmektedir. Bu tüketimler ve kapasiteler tüm feldspat türleri için geçerlidir. Dünya tüketim miktarlarında 1. sırada cam sanayi gelmektedir. Tüketim miktarı bakımından ise 1. sırada A.B.D. gelmektedir.

Çizelge–2. Dünya feldspat rezervlerinin kıtalara göre dağılımı. (Yılmaz, 1996)

KITALAR	**REZERV (Milyon Ton)**
Kuzey Amerika	350
Güney Amerika	200
Avrupa	250
Afrika	200
Asya	500
Türkiye	239
TOPLAM	**1.739**

1.1.3.2. Türkiye'de Feldspat

Rezervler:

Türkiye'de doğrudan sanayiye girecek ölçüde olan rezervlerimiz azdır. Ancak kısmen zenginleştirme veya flotasyon ile ülke ekonomisine ve sanayiye

kazandırılacak çok büyük rezervlere sahiptir. Türkiye'deki feldspat rezervleri konusunda kesin rakamlar vermek mümkün değildir. Çizelge-3 ve Çizelge-4'te Türkiye feldspat potansiyeli verilmiştir.

Çizelge–3. Türkiye feldspat rezervleri (x10^3 Ton). (Yılmaz, 1996)

YER	**REZERV**
Artvin-Şavşat	315.748
Aydın-Çine-Sarıkısık	15.000
Kütahya-Simav-Söğüt	2.240
Manisa-Gördes-Çanaklı	15.250
Muğla-Milas-Labranda	21.500
Manisa-Demirci-Söğütçük	2.500
TOPLAM	**372.238.000**

Çizelge–4. Rezerv tespiti yapılmamış bölgeler. (Yılmaz, 1996)

YER	**CİNSİ**
Istranca Masifi	Pegmatit
Kırşehir Masifi	Siyenit-Nefelin Siyenit
Artvin Yöresi	Granit ve Pegmatit
Bitlis Yöresi	Albit Gnayslar ve Albit
Kayseri-Yalıkavak	Feldspat Kumu

1.1.4 Üretim ve Tüketim

1.1.4.1 Üretim

Türkiye'de feldspat madenciliği, tamamen açık işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Genellikle damar tipi pegmatit ve feldspat oluşumları, patlatmayla çıkarılmakta, karayoluyla tüketim merkezine ulaştırılmaktadır. Özel madenciler tarafından işletilen küçük boyutlu yataklarda ise, daha basit yöntemlerle cevher

çıkarılmaktadır. Ülkemizdeki feldspat üretim miktarları ise Çizelge-5'de görülmektedir.

Çizelge–5. Türkiye feldspat üretimi (ton). (Yılmaz, 1996) , (Kalemaden çalışmaları, 2006)

YILLAR	**ÜRETİM MİKTARI**
1993	569.000
1994	764.000
1995	1.011.000
1996	1.070.000
1997	1.478.000
1998	1.680.000
1999	1.900.000

1.1.4.2. Tüketim

Türkiye'nin 1994 ve 1995 yıllarındaki feldspat iç tüketimi Çizelge-6'de verilmiştir.

Çizelge–6. Türkiye feldspat iç tüketimi (ton). Yılmaz, C. (1996)

ÜRÜNLER	**1994**	**1995**
Kırılmış ve elenmiş	340.000	400.000
Parça Na-Feldspat	28.000	10.000
Parça K-Feldspat	15.000	15.000
TOPLAM	**383.000**	**425.000**

1.1.5.Sektördeki Kuruluşlar

Türkiye'de feldspat üretimi yapan kuruluşlar ve hangi cins feldspat üretimi yaptıkları Çizelge-7'de verilmiştir.

Çizelge–7. Türkiye'de feldspat üretimi yapan kuruluşlar. (Yılmaz, 1996)

ŞİRKET ADI	**CİNSİ**
Söğüt Madencilik	Pegmatit + Albit +K-Feldspat
Kalemaden	Albit + K-Feldspat + Granit + Diğer
Kaltun Madencilik	Albit + K-Feldspat
Toprak Madencilik	Albit + K-Feldspat
Esan A.Ş.	Albit + K-Feldspat
Matel A.Ş.	Albit + Potasyum + Nefelinli Siyenit
Minareciler Madencilik	K-Feldspat
Muharrem Çınar	Albit
Ermad	Albit
Akmaden-Çine	Albit + K-Feldspat
Kütahya-Simav Manisa-Demirci Üreticileri	K-Feldspat
Kütahya Seramik	K-Feldspat
Bozüyük Seramik	Pegmatit

1.1.6.Kullanım Alanları

Feldspat kullanım alanlarında son yıllarda büyük artışlar dikkati çekmektedir. Türkiye'deki başlıca feldspat tüketim alanları cam ve seramik sanayileridir. Boya, kaynak elektrodu, plastik sanayinde kullanım alanları sınırlıdır.

Feldspatın sanayi dallarına göre kullanım oranı şu şekildedir:

Cam Sanayi.....% 60

Seramik Sanayi.....% 35

Diğer Sanayi Dalları.....% 5

1.1.6.1.Cam Sektörü

Cam sanayi halen en büyük feldspat ve nefelinli siyenit tüketicisi olma durumunu korumaktadır. Feldspatik mineraller, cam reçetesinde esas olarak alümina kaynağı şeklinde yer alırlar. Bununla birlikte eritici (flaks) özellikleri vardır. Feldspat bünyesindeki alkaliler, erime sıcaklığını düşürecek flaks görevi yapmaktadırlar. Alümina ise duyarlılık sağlar ve çarpma, bükülme ve termal şoklara karşı mukavemet kazandırır. Camın saydamlığını kaybetmesini engelleyen üretim sırasında viskozitesini de arttıran alümina içeriği, konteyner ve düz cam ürünlerde de % 1,5–2 oranında kullanılmaktadır. Cam elyafında ise, kullanım amacına bağlı olarak % 15'e kadar çıkabilen oranda kullanılabilmektedir.

Feldspat ve nefelinli siyenit, yüksek fırın cürufu gibi diğer alümina kaynakları ile rekabet etme durumundadır ve cam üreticilerinin seçimi, bazı faktörlere bağlıdır. Bunlardan başlıcaları birim alümina maliyeti, bağıl erime aralıkları, % 0.04'ün altında olması istenen demir oksit oranı, istenmeyen diğer mineral oranlarıdır. Düz cam üreticileri alüminayı genellikle "kabul edilebilir bir safsızlık" olarak değerlendirmekte ve özel bir tür aramamaktadır. Bu alanda dünyada yaygın olarak "float" prosesi uygulanmakta, nefelinli siyenit ise can yünü (fiberglass) imalinde kullanılmaktadır. Fiberglass üretimi için aranan hammaddede demir oksit oranları konusunda esnek davranılmaktadır.

Kullanılmamış camların yeniden değerlendirilmesi, erime sıcaklığının düşürülmesi nedeniyle, doğal feldspat kullanımına göre avantaj sağlamaktadır. Ayrıca ambalaj malzemelerinin hafifleştirilmesi yolundaki çalışmalar da cam dışı plastik ve metal kutuları ön plana çıkarmaktadır. Bu da cam sanayiinin ve dolayısıyla feldspatın geleceğini olumsuz yönde etkileyecektir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

1.1.6.2. Seramik Sanayi

Feldspatik mineraller, yüzyıllardan beri seramik endüstrisinde reçete formüllerinde yer almaktadır. Yakın gelecekte de feldspatik ve nefelinli siyenit için son kullanım alanı olarak en önemli pazarlardan biri olma özelliğini devam ettirecektir.

Seramik reçetesine flakslar, seramik pişirildiğinde sıvı oluşumunu sağlayacak sıcaklığın düşürülmesi amacıyla katılır. Alkali içerikleri, feldspat ve nefelinli siyenite göre düşük erime sıcaklığı kazandırır. Böylece kil, feldspat ve kuvarstan oluşan tipik seramik reçetesinde feldspat yumuşar, camsı veya sıvı hale geçer. Buna karşılık kil ve kuvars katı halde kalır ve gözenekler arasında dereceli olarak dağıtıldıkça, yüzey gerilimi taneleri birbirine çeker. Belirli bir minerolojik bileşime sahip her seramik hamurun, mukavemet kazanma ve yoğunlaşma işlemlerinin gerçekleştiği sabit bir pime sıcaklığına sahiptir. Bu sıcaklık genellikle 1100–1300° ler arasındadır. Örneğin porselen, yarı camsı porselen ve sıhhi tesisatta bu sıcaklık 1300°C, buna karşılık sert porselen imalatında pişirme sıcaklığı 1400°C civarındadır. Eritici (flaks), pişirme sırasında seramik bünyenin camlaşma derecesini kontrol eder ve ürün fırından istenen camlaşma derecesinde çıkar. Farklı seramik bünyeler değişik camlaşma derecesi gerektirdiğinden belirli bünyelerde kullanılacak flaks miktarı da değişkendir. Düşük ısıda pişirilmiş yumuşak porselenlerde feldspat reçete bileşiminin %25-40'ını, sofra eşyasında %18-30'unu, elektro porselende %20-28'ini ve kimyasal amaçlı porselende %17-30'unu oluşturmaktadır. Sodyum ve Potasyum feldspat yada nefelinli siyenit gibi flakslardan hangisinin ne miktarda kullanılacağına, çok sayıda teknik kriter etki eder ve bu kriterler belirli bir flaksın ilavesi ile kazanılacak özellikleri de kapsar. Bunlara örnek olarak, son üründe aranan beyazlık derecesi, kopma mukavemeti, sır tutma veya reddetme, sır dekorasyonları üzerine metal işleme etkisi ve imalatcının geleneksel alışkanlığı gösterilebilir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

Beyaz ürün, fayans, sıhhı tesisat ve diğer seramik ürünlerde feldsat, bünye malzemelerinin %15-35'ini sır malzemelerinin %30-50'sini teşkil eder. Feldspat

gibi seramik kalitesinde flakslar, diğer bünye bileşenleri ile daha iyi karışabilmeleri için 200–300 mesh civarına öğütülürler.

Kural olarak, seramik sanayisinde potasyum feldspat daha yaygındır. Potasyum feldspatın avantajı, yüksek viskoziteye sahip bir eriyik oluşturması ve bu eriyiğin sonucu olarak, pişirme sırasında seramiğin şekil bozulmalarına karşı mukavemet sağlamasıdır.

Karo imalinde bünye hazırlanmasında, diğer beyaz seramiklere göre farklı prensipler söz konusudur. Örneğin gözenekli karolar, felspatik flaks kullanılması gerektirmez, bağlayıcı kilin alkali içeriği genellikle yeterlidir. Buna karşılık camsı karo üretimi, feldspatik malzemeler gerektirir. Ancak hızlı pişirme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler, kullanılacak feldspatik flaks türüne etkilemiştir. İki veya üç saatlik tek evreli pişirme, daha düşük maliyetli aplit ve feldspatik kayaçları bazı ülkelerde, özellikle İtalya da gittikçe artan oranda feldspat ve nefelinli siyenit alternatifi durumuna getirmiştir.

Nefelinli siyenitin seramik sanayisinde kullanımı, 200–325 ve 400 mesh inceliğinde öğütülmüş ürün şeklindedir. Nefelinli siyenit hem camsı faz oluşturucu, hemde eritici olarak yararlı özellikler sunar. Pişirme sıcaklığı ve zamanını önemli ölçüde düşürür. Saniter seramik reçetesinde %25-30, kimyasal porselende %15-30, yarı vitröz porselende ise %15-55 oranında kullanılır.

Seramik sanayisinde feldspat ve nefelinli siyenit kullanımı açısından istikrarlı bir gelecek söz konusudur. Bu ikisinden birinin tercih edilmesi, daha çok ekonomik değerlendirilmeler bağlı kalacaktır. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

1.1.6.3. Kaynak Elektrotu Üretimi

Kaynak elektrotları feldspatlar için geleneksel kullanım alanlarından biridir. Çünkü bunların eritici özellikleri elektrot kaplama malzemesi yapımında ideal bir bileşen olma özelliği kazandırır.

Karışıma ilave edilen feldspatın iki önemli fonksiyonu vardır. Ark stabilizörü olarak davranır ve kaynak çukurunu korur. Ark stabilizörü olarak kullanılan malzemeler, feldspat yanında potasyum ve sodyum silikat, kil, talk, nikel ve demir tozları gibi metalik katkı maddelerini içerir. Bunlar, düşük iyonlaşma potansiyeline sahip elementler oluşturarak arkı stabilize ederler. Alternatif akımda kullanım için özellikle potasyum silikatlar uygundur. Çünkü ark kolonunda potasyum iyonları akım kesildiğinde dahi arkı tekrar alevlendirebilirler. Buna karşılık sodyum silikatlar da doğru akım uygulamalarında daha kullanışlıdır. Kullanım kolaylığının yanı sıra, yüksek ark stabilitesi temin eder ve düşük bir devre ile çalışabildiğinden daha ucuz malzeme kullanıma imkân sağlar. Kaynak çukuru doldurulması durumunda ise, feldspat gibi erimiş katı bariyerden curuf oluşturucular kaynak çukurunu ve yeni kaynatılmış metali korurlar. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

1.1.6.4. Boya sanayi

Boyalar genellikle bir pigment olarak isimlendirilen renk verici, bağlayıcı ve inceltici olarak isimlendirilen solventten oluşur. Pigmentlere katkı olarak, birçok boyaya, boya üretim maliyetini düşürmek veya daha pahalı pigmentlerin kısmen yerine kullanılmak üzere dolgu maddeleri veya ekstenderler ilave edilir. Bunun ötesinde söz konusu katkılar, boyaya parlaklık ve akma özelliği gibi çeşitli fonksiyonel özelliklerde kazandırılabilir. Ekstender olarak feldspat veya nefelinli siyenit kullanılmaktadır.

Günümüzde boya üretiminde daha fazla feldspat ve nefelinli siyenit kullanılmaktadır. Yağ, su, emülsiyon ve toz kaplama tipi boyalarda 20–30 mikron boyutunda feldspat kullanılır.

Feldspatlar, barit ve kalsiyum karbonat gibi geneleksel boya dolguları ve ekstenderleri karşısında daha yaygın olarak kullanılan alternatif durumuna geçmektedir. Özellikle dış cephe boyaları, anti korozif boyalar, sıva ve plaster gibi aside dirençli ürünlerde kalsiyum karbonat yerine kullanılır. Dış etkenlere karşı renk stabilitesinde avantaj sağlar.

Nefelinli siyanitde bazı ülkelerde gittikçe artan oranda dolgu maddesi olarak tüketilmektedir. Kanada da "Minex" ticari adı altında çeşitli tane boyutlarında nefelinli siyanit üretilmektedir. Mikronize nefelinli siyenit esas olarak serbest akışlı, toksik oranlı düşük yağ emmeli beyaz ekstender pigmentdir ve susuz potasyum aliminyum silikat formunda özellikler sağlar. Çok parlak boyalarda çok ince ekstender pigmentleri istenir. Bunların tane boyu 1-2 mikron civarında olmalıdır. Saten parlaklığında boyalar içinse 30 mikrona kadar çıkabilen boyutda kaba taneli ekstenderler kullanılabilir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

1.1.6.5.Plastik Sanayi

Plastik sektörü; katkı, dolgu, ekstender, renk verici ve yanmayı geciktirici katkı maddeleri olarak kullandıkları endüstriyel mineralleri için önemli bir pazardır. Dolgu malzemesi veya mukavemet kazandırıcı dolgu malzemesi olarak mineral kullanımı, önemli araştırmalara konu olmuştur.

Plastikler, polimer yapısına sahip yumuşak halde döküm yapabilen ve sertleştiğinde katı nihai ürün veren katkı maddesi içeren veya içermeyen materyaller şeklinde genel bir tanım altında toplanabilir.

Dolgu maddeleri plastik reçetelerinde maliyet düşürücü veya mukavemet kazandırıcı olarak kullanılır. Plastiklerde dolgu ve mukavemet kazandırıcı olarak kullanılacak minerallerin önemli özellikleri; düşük yoğunluk, tane boyutunda düzenli dağılım için ince öğütülmüş olması, daha iyi mukavemet özelliği kazandırdığından lifsi veya levhamsı yapı, sertlik, absor bisyon, serbest nem içeriği olmaması, beyazlık ve iyi dağılım özellikleridir. Belirli dolgu maddeleri ve ekstenderlerin plastiğe katılması, bunların tane boyu olarak plastiğin özellikleri

üzerinde belirli etkiler meydana getirir. Genel olarak, ham maddeler polimere ilave edildiğinde elastik modülü azalır. Eklenen dolgu miktarı ile orantılı olarak uzama azalırken, sert silikatlar ilavesinde şok mukavemeti artar. Barit, talk ve kalsiyum karbonat ilavesinde basmaya karşı dayanımı azalır. Sililat, mika ve nefelinli siyenit ilavesi elektriksel özellikleri geliştirir, sert silikat ilavesi hem aşınma direncini hem de bozulmaya karşı mukavemetini arttırır, talk ve kalsiyum karbonat ilavesi ile bu mukavemetleri düşürür. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

1.1.7.Ticaret

İthalat:

Türkiye'de albit üretimi istenilen düzeydedir. Seramik ve cam sektörünün istediği her kalitede, Avrupa standartlarında albit, ham ve zenginleştirilmiş olarak üretildiğinden ithalatı söz konusu değildir. Ancak bazı şirketler 1993 yılında azda olsa K-Feldspat ithalatı yapmıştır. K-Feldspat ithalatı ileriki dönemlerde seramik şirketleri için söz konusu olabilecektir.

İhracat:

Son 10 yıl içinde feldspat ihracatında belirgin artışlar olmuştur. Ülkemizde feldspat ve ilişkin hammaddelerin ihracat miktarları ve tutarları Çizelge-8'de görülmektedir.

Çizelge–8.1990-2005 Türkiye feldspat ihracatı (t).(Yılmaz 1996), (Kalemaden araştırmaları, 2006)

YILLAR	MİKTAR
1990	698,200
1991	193,300
1992	251,850
1993	343,900
1994	514,150
1995	736,400
1996	742,000
1997	1.127.800
1998	1.355.300
2000	1.952.480
2001	2.217.389
2002	2.227.065
2003	2.795.698
2004	3.634.283
2005	3.719.435

Çizelge-9'da 1995–1999 yılları arası dünyanın çeşitli bölgelerindeki feldspat satış fiyatları verilmektedir. (Bolger, 1995)

Fiyatlar:

Çizelge–9. 1995-1999 yılları arası feldspat satış fiyatları

FOB Güllük, dökme : 1 cm .....12-13 $ / t

Orta kalite (Demiri az) ..... 17–30 $ / t

Süper beyaz ..... 25 $ / t

Flote (Albit) ..... 40–45 $ / t

1.2. Feldspat Pazarlama Teknikleri ile İlgili Örnek Uygulamalar

1.2.1. Kalemaden Endüstriyel Hammadde Sanayi ve Ticaret A.Ş

1.2.1.1. Pazarlama ve Satış Stratejisi

Feldspat pazarlarken her şirket gibi Kalemaden de öncelikle bir pazar araştırması yapmaktadır. Buna ek olarak yurt içi ve yurt dışındaki fuarlara katılımda bulunulmaktadır. Bu fuarlar, İtalya İspanya ve Almanya başta olmak üzere dünyanın çeşitli yerlerinde düzenlenilmektedir. Türkiye de ise İstanbul'da bu fuarlar düzenlenmektedir. Fuarlarda standlar kurularak müşterilerle yüz yüze görüşmeler yapılmaktadır. Başka bir tanıtım ve pazarlama stratejisi ise reklâmdır. Dünya çapında yayınlanan seramik dergilerine sayfa ilanlar ve reklâmlar verilmektedir. Ülkelerdeki seramik üreticileri ziyaret edilir ve onlarla tanışılır. Dış ülkelerdeki ticari ataşelikler yardımı ile de tanıtımlarda bulunulmakta ve iş yapılmaktadır. Ayrıca telefon ve internet vasıtasıyla da ürünler pazarlanmaktadır. Ürünlerini pazarlarken kompozisyon çalışmasına önem verilmektedir. Yani bir tek ürün pazarlayıp satmak yerine birkaç farklı ürün pazarlanmaya çalışılmaktadır. Müşterilere numuneler gönderilmekte ve ürün katalogları hazırlanır. Müşteri numuneyi beğenirse sözleşme yapılarak ürün satılır. Bu evreler ağır işleyen evreler olduğu için zaman sabır gerektirmektedir.

Kalemaden ürünlerini ihraç ederken mikronize malzemeleri bir tonluk çuvallarla, diğer boyuttaki malzemeleriyse müşterinin isteği doğrultusunda bir tonluk çuvallı, paletli, torbalı (25 – 50 kg) ve dökme şeklinde göndermektedirler. Dökme, konvansiyonel gemiyle gönderilir. İhracat çoğunlukla deniz yoluyla yapılmaktadır.

1.2.1.2 Satış

Ürün yelpazesi geniş olduğu için fiyatlar çeşitlilik göstermektedir. Üç şekilde satış gerçekleştirilir.

Tesiste Satış
Fabrika Teslimi Satış
Liman Teslimi Satış (iç ve dış)

Toplam üretimin % 45 ini ihracat ve iç pazar oluşturmaktadır. Geri kalan bölüm ise kendi şirketlerinde kullanılmak üzere ayrılır. Üretilen ürünler kil, kaolin, kuvars ve feldspattır.

1.2.1.3.Yıllık Plan

2000 yılında toplam 1.800.000 ton üretim yapılmıştır. 2001 yılı için 2.500.000 ton üretim hedeflenmektedir. Yine bu üretimin %45 i ihraç ve iç pazara, geri kalanı ise kendi şirketlerine verilmesi planlanmaktadır.

Kalemaden üretim kapasitesi en büyük şirkettir.

Ayrıca, madencilik sektörüne ilk İSO 9001–14000 belgelerine sahip olan şirkettir.

1.2.1.4. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Kalemaden en çok lojistik sorunlarla uğraşmaktadır. (nakliye). Kalemaden'in kurulduğu bölgeden ötürü (Çanakkale-Çan) ulaşım sıkıntıları yaşanmaktadır.

1.2.2 Esan Eczacıbaşı End. Hammadde Sanayi ve Ticaret A.Ş

1.2.2.1. Pazarlama ve Satış Stratejisi

Esan şirketi, mamullerini pazarlarken ürün ve maliyet bazında ar-ge ye önem vermektedir. Bu ar-ge çalışmaları dünya bazında yapılmaktadır. Fiyatları rakip firmalara ve pazara göre belirlemektedirler.

Ürünlerinin dış ülkelerde satmak için, bu ülkelere distrübitör şirketler kurmaktadırlar. (Örneğin İtalya) Ayrıca, acente ve temsilcilikler kurulmaktadır. Bazı ülkelerde ise stok alanları kurulmaktadır. (örneğin Mısır)

Şirketin tanıtımını ve reklâmını yapmak amacıyla dünya çapında yayınlanan sektörel dergilere ve seramik dergilerine sayfalık ilanlar ve reklâmlar verilmektedir. Dünya çapındaki seramik fuarlarına katılmalarda bulunulup tebliğler verilmektedir.

ESAN şirketi, ürünlerini dünya standartlarına ve arz talep dengesine göre belirlemektedir. %5 - %10 karlı satış yapılmaktadır.

Türkiye'de feldspat ihracat eden 9 şirket bulunmaktadır. ESAN feldspat sektöründe en iyi ve en güçlü şirket konumundadır. Türkiye'deki feldspat ihracatı, yıllık 2.000.000 ton civarındadır.

ESAN, feldspatı 2 şekilde pazarlamaktadır.

1. İşlemeden pazarlama:

Cevher kırılarak boyutu 1 cm in altına indirilir. Bu şekilde yurt içine ve yurt dışına satılır.

2. Zenginleştirme işlemlerinden sonra pazarlama:

Cevher önce kırılır sonra flotasyon işlemine tabi tutuluyor. Daha sonra öğütme tesisine yollanıyor ve en son kurutma tesisinde kurutulup satışa sunuluyor.

Satışlar FOB bazda yapılmaktadır. Neden ise nakliye ile uğraşmak istememeleridir. Çünkü nakliye işi riskli bir iştir.

Satışlar USD bazda ve 60 gün vadeli olarak yapılmaktadır.

Üretilmiş malzemenin % 70 i 1 cm nin altında dökme şeklinde ihraç edilmektedir.

Öğütülmüş malzeme, torbalar (25 – 50 kg) bir tonluk çuvallara konup ihraç ediliyor.

Proses malzeme ise dökme ve bir tonluk çuvala konularak ihraç edilmektedir.

Bir tonluk çuvallarla ihraç edilen feldspatın maliyet fiyatı 8-10 $ dır. Bu fiyata $5–10 kar konularak satış fiyatı belirlenir.

İhracat deniz yoluyla yapılmaktadır. İhraç edilecek malzemeyi, gemiye yükleme işini ESAN şirketinin de ortak olduğu Labranda şirketi yapmaktadır. Üretilen malzemenin %75 i yurt dışına ihraç edilmektedir. Geri kalan %25 lik bölüm ise yurt içine ve kendi kuruluşlarına satılmaktadır.

1.2.2.2.Yıllık Plan

Yıllık plan hazırlanırken temsilciler çağrılır ve toplantı yapılır. Temsilcilere sorular sorulur ve bilgi alınır. Yıllık alımlara göre satış bütçesi çıkartılır. Buradan da üretim bütçesi tayin edilir.

2001 yılında toplam 693.000 ton feldspat ürünü satılması planlanmaktadır.

İhracat İzmir ve Güllük limanlarından yapılmaktadır. Çoğunlukla Güllük limanı tercih edilmektedir. (%98)

Güllük limanından yapılan ihracatta en büyük pay, ESAN ındır. (%23.4)

Diğerleriyse,
KALEMADEN (%13,8)
ERMAD (%7,7)
MATEL (%7,9)
KALTUN (%17,2)
AKMADEN (%14,3)
TOPRAK holding (%7,3)
SABUNCULAR A.Ş. (%4,1)
GÜRBÜZ (%4,3)

Güllük limanından yapılmakta olan ihracat:

1997	996.241 ton
1998	1.284.965 ton
1999	1.621.294 ton
2000	1.676.723 ton

1.2.2.3. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Esan Eczacıbaşı, ihracatta kullanılan Güllük Limanının kapasitesinin yetersiz oluşundan ve bu limanın turistik bir yöre yakınında bulunmasından kaynaklanan sorunlarla karşılaşmaktadır. Yeni yapılan Güllük Limanı bu soruna çözüm olabilecek kapasitededir.

1.2.3. Matel Hammadde Sanayi ve Ticaret A.Ş.

1.2.3.1. Pazarlama ve Satış Stratejisi

Alıcıya göre yapılmaktadır. Malzeme ilk önce fizik-kimya ve mineralojik özelliklere göre dağılıma tabi tutulur. Bundan sonra müşteri arama aşamasına gelinir. Fiyatlar pazarda belirlenir. Fiyatı maliyet belirlemez, Pazar şartları belirler. Genellikle %5 - %100 kar sağlanır.

Türkiye yıllık 2 milyon ton albit ihracatı yapmaktadır. İhraç edilen ülkeler, İtalya, İspanya, Ortadoğu'dur.

MATEL, Türkiye'deki tüm seramik fabrikalarına satış yapılmaktadır. Hem yurt içi hem yurt dışı çalışılmaktadır.

Fiyatlar:

İki çeşit üretim ve satış yapılır:

Sodyum feldspat (çamurluk)	10–12 YTL/Ton
Potasyum feldspat (sırlık)	25–40 YTL/Ton

Satışlar YTL olarak yapılıyor.

Potasyum feldspatın fiyatı sodyum feldspatla orantılı olarak değişir. Genellikle potasyum feldspat, sodyum feldspatın 2 veya 3 katı fiyatta piyasaya sürülür.

İhracatta %7,9 payları bulunmaktadır. Feldspat ihracatını diğer ihracat yapan şirketler gibi İzmir ve Güllük limanlarından yapmaktadırlar. Malzemeyi gemiye yükleme işini Labranda adında bir şirket yapmaktadır. Bu şirket feldspat ihracatçılarının ortaklaşa kurduğu bir şirkettir. Satışlar FOB bazda yapılmaktadır.

1.2.3.2. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Genellikle yasalarla ilgili sorunlardan karşılaşılmaktadır. Ayrıca Orman ve Çevre Bakanlığı, Belediyeler ve Köylüler ile anlaşmazlıklar bulunmaktadır. Çünkü Feldspat ihracının çok büyük bir kısmını oluşturan Güllük Limanı, merkezde ve turistik bir yerde bulunmaktadır. Bu yüzden çevre ve gürültü kirliliği meydana gelmektedir. Daha büyük bir limana gereksinim duyulmaktadır.

1.2.4. Toprak Madencilik Sanayi ve Ticaret

1.2.4.1. Pazarlama ve Satış Stratejileri

Feldspatı pazarlamadan önce talep araştırması yapılır. Bunun yanı sıra yurt dışındaki seramik ve sektörel fuarlara katılımda bulunulmaktadır. Bu fuarlara standlar kurulmakta ve müşterilerle iletişim kurulur. Yurt içi ve yurt dışındaki seramik fabrikaları ziyaret edilir ve bu şirketlerle tanışılır. Üretilen mamuller gösterilir. Bu ürünler beğenilirse sözleşme imzalanır. Başka herhangi bir reklâm ve tanıtım yapılmamaktadır.

Kil ve feldspat ticaretinde hiçbir şirket reklâma önem verilmemektedir. Genellikle fuarlar ve birebir diyaloglara önem verilmektedir. Yani kendi deyimleriyle "müşterinin ayağına gidilmektedir".

Feldspat üretimi ve satışı zor yapılıyor. Çünkü çok fazla üretici var, rekabet çok fazla, kar marjı çok düşük. (özellikle 2. kalite feldspatta) (Çizelge–10)

En çok ihracat yapılan ülke İtalya'dır. Bunun yanında İspanya ya da ihracat yapılmaktadır. Dış piyasada ki ürünler, talepler ve şirketler yayınlar vasıtasıyla takip edilmektedir.

2 çeşit sodyum feldspat üretilip satılmaktadır. Üretim, Muğla-Milas'taki ocaklarda yapılmaktadır.

Çizelge–10: Spesifikasyonlar

1.kalite albit:

Na_2O	%9.50
K_2O	%0.030 – 0.050
Fe_2O_3	%0.10- 0.12
TiO_2	%0.10 – 0.15

2.kalite albit:

Na_2O	%9.50
K_2O	%0.030 – 0.050
Fe_2O_3	%0.18 – 0.20
TiO_2	%0.30

1. ve 2. kalite albitte Na_2O ve K_2O değerleri sabit, Fe_2O_3 ve TiO_2 değerleri farklıdır.

ÜRÜN FİYATLARI:

1. kalite albitin fiyatı 23–25 $ (FOB)

2. kalite albitin fiyatı 12–13 $ (FOB)

Fiyatlar USD olarak belirlenir ve FOB bazda satılır. FOB bazdaki satışın nedeniyse, satış sonrası nakliyenin riskli oluşudur.

1.2.4.2. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Liman hizmetlerinin pahalı olmasından şikâyet edilmektedir. Bu şikâyet çoğu şirketin ortak sorunudur. Ayrıca madencilikle ilgili yatırımlarda devlet kurumlarının zorluk çıkartmasından şikâyet edilmektedir. İç piyasadaki rekabetin ve fiyat kırmanın çok fazla oluşu da şirketler için ayrı bir sorun teşkil etmektedir.

1.2.5.Çine Akmaden

2000 yılından itibaren ihracatta Esan'a rakip hale gelmeye başlamıştır. Ocak gelen tüvenan maden kalitesi yüksek olan firma tüvenan ve flote edilmiş hammaddelerin ihracatını yapmaktadır.

1.2.6.Kaltun

Kaltun madencilik, kuvars ürünlerini pazarlarken hiçbir reklâm çalışması yapmamaktadır. Sektörle ilgili olarak düzenlenen yurt dışı fuarlara katılımda bulunularak mamuller tanıtılmaktadır.

Satışı sağlayan en önemli aktivite daha önceden bilinen ve satış yapılmış firmalara, seramik fabrikalarıyla birebir temasa geçilmesidir. Bu firmalar ziyaret edilerek istenilen özellikler belirlenir ve fiyatlar sunulur. Böylece satış gerçekleşmiş olur.

Kaltun madencilik, seramik üretiminde kullanılmak üzere üretilen kuvarsın ticaretini yapar. Cam endüstrisi için üretilen kuvars daha seyrek olarak satılır.

Türkiye'de bulunan seramik fabrikaları sık sık satış yapılan firmalardır. Fiyatları, sektörün durumuna ve pazarlama koşullarına göre değişmekle beraber genellikle 70 – 85 $/ton arasında değişir. (Kişisel Çalışma)

1.3.Feldspat Flotasyonu

1.3.1.Genel Bilgiler

Flotasyonun sözlük anlamı yüzdürmektir. Cevher hazırlamada flotasyon ince öğütülmüş cevherlerin, fizikokimyasal, yüzey kimyası ve kolloidler kimyası esas kurallarına dayanarak köpükle yüzdürülerek zenginleştirilmesi yöntemidir. Flotasyon işlemi bugün maden endüstrisinde en geniş uygulama alanı olan, çok ince tane büyüklüğünde ayrılması mümkün olan minerallere tatbik edilebilen çok kompleks bir zenginleştirme tekniğidir. Dünyada bugün en yaygın zenginleştirme tekniği flotasyondur.

Flotasyon yöntemi, gravite yöntemleriyle zenginleştirilmesi mümkün olmadığı için kıymetsiz kabul edilen, pek çok düşük dereceli veya kompleks yapılı cevher yatağının işletilmesini mümkün kılarak, madencilik endüstrisinin gelişmesine yol açmıştır.

Katı madde (ince öğütülmüş cevher) – su karışımı olan bulamaç (pülp) içindeki farklı mineraller birbirine nazaran farklı dış yüzey özellikleri gösterirler. Bu minarelerden bazıları hidrofob (hava sever yani su iter) diğerleri ise az veya çok ölçüde hidrofil (su sever) niteliklere sahiptirler. Hidrofop mineraller zor ıslanırlar, buna karşın hidrofil minerallerin dış yüzeyleri kolay ıslanır.

Flotasyon ortamındaki bu minerallerin farklı davranışları, ortama verilecek uygun reaktif kombinasyonları ile daha da arttırılır ve böylece, hidrofob mineraller ortamda suni olarak yaratılan hava kabarcıklarına yapışarak yüzeyde toplanmış olurlar. Mekanik bir düzenle alınan bu mineral topluluğuna konsantre denir. Ortamda kalan hidrofil özellikteki mineral topluluğu da artık olarak tanımlanır.

Madencilik endüstrisi dışında kimya endüstrisi, kâğıt ve yiyecek maddeleri hazırlama endüstrisinde de flotasyon kullanılmaktadır. Örneğin kullanılmış fotoğraf çözeltilerindeki gümüş zerreciklerinin flotasyonla ayrılması bu yöntem değişik uygulama alanları arasında sayılabilir.

1.3.2. Flotasyon İle Zenginleştirmede Etkili Olan Parametreler

1.3.2.1. Fiziksel Parametreler

1.3.2.1.1. pH Ayarı. Flotasyonla zenginleştirmede pH ayarı çok önemli bir parametre olmaktadır. Nitekim minerallerin hepsi ayrı pH larda yüzmektedir. Örneğin, fluorid pH ın 8,9–9 değerleri arasında olduğu bazik ortamda yüzdürülebilirken, demir oksitler pH ın 2–4 arasında olduğu asidik ortamlarda yüzebilmektedir.

Flotasyon sistemlerinde gerekli bulunduğu zamanlarda, bastırıcı olarak ortama OH^- veren yani pH ı yükselten reaktifler, bastırılmış mineralleri yeniden

canlandırmak içinse, ortama H^- iyonu veren yani pH ı düşüren reaktifler ilave edilir.

pH ı yükselten reaktiflerin en önemlileri, sodyum hidroksit (NaOH), sodyumkarbonat (Na_2CO_3) ve kireçtir. Bunlar içinde en ucuzu kireç olduğundan, başka bir zorunluluk olmadıkça, kireç pH ı yükseltmek için kullanılır. Ca^{++} iyonunun zararlı olduğu yerlerde diğer reaktiflerle pH yükseltilir. Sodyum siyanür (NaCN), sodyum sülfür (Na_2S) gibi reaktifler flotasyonda başka maksatla kullanılmalarına rağmen, bazik karakterde olduklarından ortamın pH ını yükseltirler.

Bastırılmış sülfür minerallerini canlandırmak (köpüğe tutunabilmesi) için ortamın pH ı düşürülür. Çeşitli asitler bu maksatla kullanılabilirler. Ucuz olduğundan sülfirik asit (H_2SO_4) pH düşürücü ve canlandırıcı olarak kullanılabilir. (Manser, 1975)

1.3.2.1.2. Tane Büyüklüğü. Flotasyona uygun maksimum tane büyüklüğü tanelerin yoğunluğuna, havaya yapışma kuvvetine ve şekline bağlıdır. Kömür 1,0–1,6 mm iriliğinde dahi köpüğe rahatça yapışır. Metal sülfürleri için maksimum tane büyüklüğü 0,2–0,3 mm dir. Altın, hem yoğunluğu yüksek bir metal olduğundan hem de köpüğe yapışma kuvveti zayıf olduğundan, ancak 0,15–0,10 mm altında flotasyonla kazanılabilir. Takriben 5–10 mikrondan ince tanelerin flotasyonla kazanılması güçlenir**.**

1.3.2.1.3. Pülp Özellikleri. Pülpü meydana getiren en önemli kısım olan su, mümkün mertebe saf olmalıdır. Su içinde organik maddeler, alkali ve toprak alkali tuzlar, yağlar, kolloid şlam flotasyon işlemine zarar verir.

1.3.2.1.4.Pülp Yoğunluğu. Flotasyon pülpü yoğunluğu parçaların serbestçe hareketine müsaade edecek şekilde sulandırılmış olmalıdır. Pülp yoğunluğu yükseldikçe, tanelerin köpük zonuna erişmesi kolaylaşır. Fakat tanelerin serbestçe

hareketi zorlaşır. Pülp yoğuluğu, pülp ağırlığına nispetle, katıların yüzde miktarıdır. Flotasyon pülpünün maksimum yoğunluğu %35–40 katı sınırını aşamaz.

Flotasyonda pülp yoğunluğunun yüksek olması flotasyon randımanını arttırır. Düşük olması ise konsantre tenörünün yükselmesine sebep olur.Bu sebeple süpürme devresinde pülp yoğunluğunun yüksek olması, temizleme devresinde ise düşük olması istenir.

1.3.2.1.5.Pülp Isısı. Genellikle flotasyon pülpü atmosfer sıcaklığındadır. Bazı durumlarda, reaktifle muamele ve flotasyon esnasında pülpü ısıtmak, reaksiyonları çabuklaştıracağı için faydalı olabilir. Fakat fabrika ölçüsünde pülpü ısıtmak masraflı bir işlem olduğundan zorunlu olmadıkça tatbik edilmez.

1.3.2.2.Kimyasal Parametreler

1.3.2.2.1. Fazlar. Flotasyonda gaz fazı, sıvı fazı ve katı fazı olmak üzere üç faz bulunur.Gaz fazı, mineral parçacıklarının köpüğe yapışarak yüzmelerini temin ettiğinden flotasyonda önemlidir. Gaz fazı olarak genellikle hava kullanılır. Bazen oksidasyon tesirini önlemek bakımından, su buharı, azot gibi kimyasal reaksiyon yapmayan bir gaz veya diğer flotasyon özelliklerinden faydalanılarak kükürt dioksit, hidrojen sülfür gibi gazlar kullanılabilir.

Sıvı fazı genellikle seyreltik bir su çözeltisidir. Hem ucuz oluşu hemde flotasyona çok elverişli oluşu dolayısıyla flotasyonda sıvı fazı olaak hemen hemen sadece su kullanılır.
Katı fazın flotasyona etkisi, katının bünye yapısından çok, yüzey özelliklerinden ileri gelir. Yüzey özellikleri de a veya çok, bünye yapılarına bağlıdır. Katılar molekül yapılarındaki bağlantı tiplerine göre değişik kristal sınıflarına ayrılırlar. (Sutherland, 1955)

Molüler kristal
İyonik kristal
Heterapolar tabaka kristalleri

Metalik ve yarı metalik kristaller

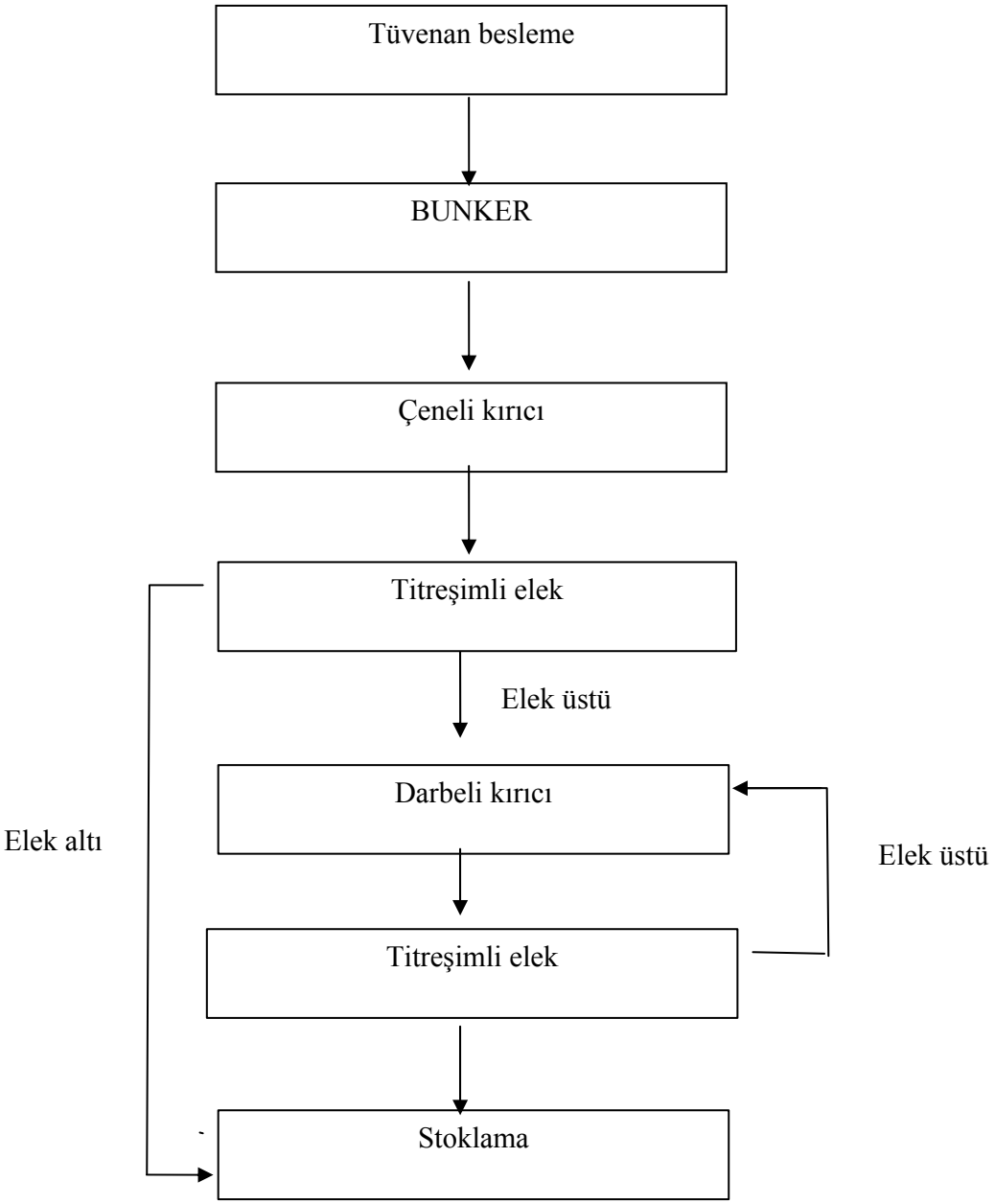
1.3.2.2.2. Kimyasal Reaktifler. Birkaç istinası dışında mineraller, köpüğe yapışarak yüzebilecek yüzey özelliklerine sahip değildirler. Minerallerin köpüğe yapışmasını temin etmek için çeşitli kimyasal maddelerden faydalanılır. Bunlara toplayıcı reaktifler denir. Toplayıcı reaktiflerin yüzmesi istenen minerallerle reaksiyon yapmasını kolaylaştıran, diğerleriyle reaksiyonunu güçleştiren çeşitli reaktifler, canlandırıcı ve bastırıcı adıyla flotasyon sistemlerinde kullanılırlar. Pülp içinde mineral tanelerinin şlamla kaplanmasını önlemek maksadıyla dağıtıcı reaktifler flotasyonda kullanılan diğer bir reaktif sınıfıdır. Tek fazlı bir sıvıda köpük teşekkülünü kolaylaştıran ve köpüğün dayanaklılığını arttıran köpürtücü reaktifler, flotasyonda kullanılan son reaktif grubunu meydana getirirler. (Leja, 1982)

1.3.2.2.3. Zeta Potansiyeli ve Yüzey Özellikleri. Mineral parçacığı su içerisine daldırıldığı zaman yüzeyindeki elektrik yükü nedeniyle elektrik çift tabaka oluşur. Bu iki tabakayı ayıran stern tabakası üzerindeki potansiyel, zeta potansiyeli olarak adlandırılır. Zeta potansiyeli minerallerin hangi pH değerlerinde, hangi tür reaktifler kullanılarak yüzdürülebileceğinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır**.**

1.3.3.Feldspat Flotasyonu Öncesi Stoklama İşlemleri

Ocak üretim çalışmaları sonucunda elde edilen cevher, kamyonlarla stok sahasına indirilir. Farklı ocaklardan değişik kalitelerde üretilen cevherin stok sahasında karışmaması için farklı bölümlere dökülür. Özellikle kış aylarında stokların üzeri branda ile örtülür.

Stok sahasındaki cevher kırıcının bunkerine dökülür. Bunkerden 30–35 cm büyüklükteki cevher çeneli kırıcıya gelir. Çeneli kırıcı çıkışında 5 cm nin altına indirilip bir elek ile istenen boyutun altındaki kısmı ayrılarak kırma devresinden uzaklaştırılır. Bu boyutların üzerindeki kısım ise darbeli kırıcıya geçer. Buradaki kapalı sistem yardımıyla kırma-eleme işlemi tamamlanır. (şekil–1)



Şekil–1:Kırma-eleme akım şeması

1.3.4.Feldspat Flotasyonu İşlemleri

Kırma eleme işlemine tabi tutulan cevher buradaki stok sahasından yükleyiciler yardımıyla flotasyonla zenginleştirmenin yapılabilmesi için flotasyon tesisinin stok sahasına getirilir. Buradan bunkerlere (kapasitesine göre) doldurulan cevher bantlı konveyör yardımıyla flotasyon için gerekli boyuta ulaşması için eleklere iletilir. Eleme işlemi yapılır. Elek üstü malzememiz buradan değirmene iletilir.

Değirmenin içinde öğütme işleminin bilyalı veya çubuklu yapılmasından çok doğal taşlar(flint.) tercih edilir. Eleme ve öğütme işleminden sonra siklonlara taşınan malzemenin üst kısmı şlam atmak için susuzlandırıcıya, diğer kalan kısmı ise reaktiflerle birlikte kondüsyonerlere iletilir. En son olarak ise konsantre ve artık selüller yardımıyla ayrıştırılarak tanburlara ulaştırılır.

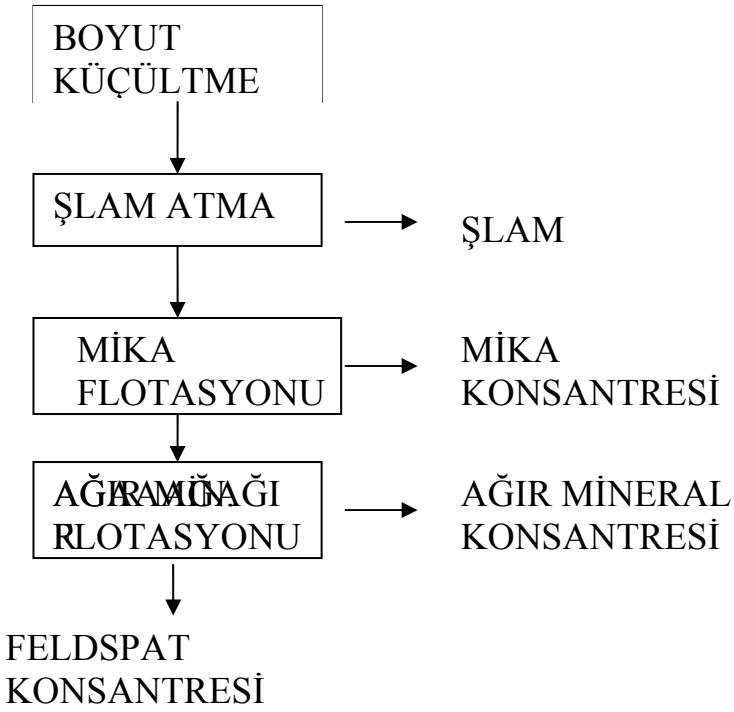
Günümüzde % 70–74 oranında flotasyonla zenginleştirilen feldspat cevheri, flotasyon işleminden önce kırma, kurutma ve eleme işlemine tabii tutulur. Demir mineralleri manyetik seperatörlerle atılır. Elek altı silex kaplı değirmenlerde öğütülür. Bugün kuvarstan felspatı ayırmak için pek çok metod kullanılır. Bunların bazıları;

- Silikat minerallerini bastırmak için sitrik asit kullanılır. Pülp nötr ortamda karıştırılır ve daha sonra flüorit, topaz ve metal sülfürleri toplamak için yağ ilavesi yapılır. Ortamın pH 'ı Na_2CO_3 ile ayarlanır. (Anon, 1986)

- Silikat minerallerini bastırmak ve pH'ı ayarlamak için kullanılan H_2SO_4 ile pH=2–4 arasında tutulur. Sonra flüorit, topaz, demir mineralleri ve sülfür mineralleri petrollü sülfonat ile flote edilir.

- Diğer bir yöntem HF amin metodudur. Fe mineralleri, sülfürler ve feldspat ayrı kademelerde yüzdürülür. NaOH ile ortam nötürleştirilir. Sonra sülfür ve Fe mineralleri iki kademede alınırken son kademede fosfat yüzdürülür. (Thom, 1962)

Flotasyon işlemi cevheri oluşturan minerallerin cinsine göre birkaç kademede gerçekleştirilir. Genel akım şemaları aşağıdaki gibidir;



Şekil-2 İki kademeli flotasyon devresi

Feldspat flotasyonunda cevherin belirli bir tane boyutuna indirilmesi gerekir. Flotasyona beslenecek en uygun tane boyutu, empüritelerin serbestleşme tane boyutuna, elde edilmesi istenen mineral cinsine, elde edilen üründen istenilen boyut dağılımına göre değişir. Flotasyondan önce şlamın atılması, şlamın taneleri kaplamaması için çok önemlidir. Şlamla kayıpları en düşük düzeyde tutmak ve feldspatik ürünü mümkün olduğu kadar kum halinde elde etmek için en az düzeyde boyut küçültme ve öğütme yapılması gerekmektedir. Öğütülmüş cevherin kademeler arasında iyice yıkanıp şlamsızlaştırılması ve yüksek yoğunluktaki kıvamlama, feldspatın safsızlıklarından ayrılmasında önemli olan unsurlar verilen akım şemasında mika ve ağır mineral flotasyonu kademeleri birleştirilebilir.

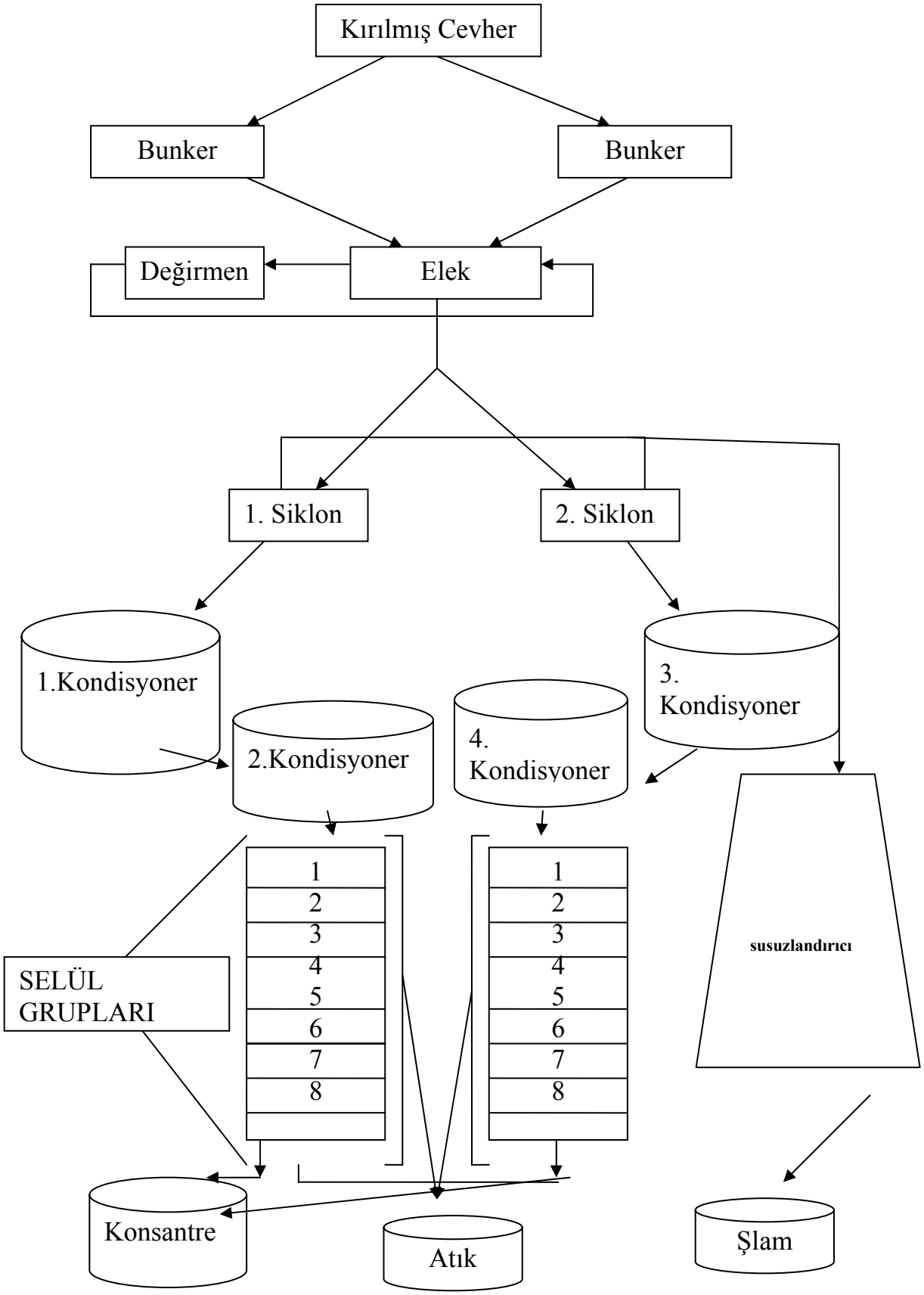
MİKA FLOTASYONU: Amin tipi kolektörlerle pH=3,5 ve daha aşağı değerler amin tipi kolektörün feldspat ve kuvars yüzeylerine yapışmasını önlemek, bunun yanında mika ve bazı demirli minerallerin (genellikle tamamı değil) canlandırılıp

yüzmelerini sağlamak için yeterlidir. pH ayarlayıcısı olarak sülfürik asit kullanılır. (Geredeli, ve Özbayoğlu, 1995)

AĞIR MİNERAL FLOTASYONU: Feldspat flotasyonundan önce ağır minerallerin mümkün olduğu kadar ayrılması yaralıdır. Zira demirli mineraller feldspat konsantresine karışma eğilimindedir. Bu mineraller feldspatın kullanıldığı alanlarda istenilmeyen empüritelerdir. Renkli empüriteler genellikle anyonik kolektörler (yağ asitleri veya petrol sülfanatları) ile yüzdürülürler. pH=2–2,5 'a sülfürük asit ile ayarlanır. (Akdoğan, 1998)

YENİ FLOTASYON DEVRESİ: İki kademeli flotasyon yerine tek kademeli flotasyon yapıldığı zaman Şekil–3 de verilen akım şeması oluşmaktadır. Tek kademeli flotasyonun akım şeması (Şekil–3) aşağıda açıklanmıştır.

Akım şemasından da görüldüğü gibi 10 mm altına kırılmış cevher bunkerlere beslenmektedir. Buradan yaklaşık % 35 oranında cevher su ile pülp oluşturarak eleğe gelir. 300 mikron'luk elekten elenen hammaddenin 300 mikron altı doğrudan siklona gider. 300 mikron üstü cevher öğütülmek üzere bilyalı değirmene gelir. Kapalı bir elek-değirmen sistemi ile hammadde 300 mikron altında tane boyutu ile siklonlara gider. Siklonlarda 45 mikron altı hammadde şlam olarak adlandırılır ve önce şlam tkinerine daha sonra filter preslerden kek halinde atık olarak stoklanır. 300 mikron altı 45 mikron üzeri cevher flotasyona uygun bir boyuttur. Siklonlardan sonra hammadde 1. kondisyonere gelir.(Pülpte katı oranı % 40 civarındadır.) Burada NaOH (kostik) ilavesi yapılarak pH 9'a çıkarılır. Daha sonra 2. kondisyonere gelen cevhere reaktif ilavesi yapılır. % 30 civarında pülpte katı oranı sağlanır. Kondisyonlama süresi 3 dakika civarındadır. Kimyasal ilavesinden sonra hammadde selüllerde köpük alma işlemine tabi tutulur. Köpük olarak empüriteler alınır ve atık tkinerine oradanda atık tamburu ile atık stoklarına gönderilir. Atıklarından temizlenmiş olan konsantre önce konsantre tkinerine oradanda kurutma tamburuna gelir ve ürün stok sahasında depolanır. Aero 704'ün avantajlarından biride köpürtücü kullanılmamasıdır. Köpürtücü kullanılmaması ile kimyasal hazırlama ve besleme üniteleri de ortadan kalkmış olmaktadır. Bu akım şemasında tek kademeli flotasyon işlemi yapıldığı için aynı ekipmanlarla besleme miktarı iki katına çıkarılmıştır.(Şekil–3)



Şekil–3:Bu çalışmada önerilen tek kademeli flotasyon akım şeması

BÖLÜM İKİ
DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1.İki Kademeli Flotasyon İşlemi

Feldspat içindeki empüriteler genel olarak iki kademeli ters flotasyon ile sistemden uzaklaştırılır. Sistemden kuvars uzaklaştırılmak istenirse üçüncü bir kademe flotasyon işlemi gerekmektedir. (Seyrankaya, ve Akar, 1997) Kalemaden şirketinde uygulanmış olan bu genel yöntemin açıklaması aşağıda yapılmıştır.

Normal flotasyon işleminde aşağıda sıralı verilen işlemler uygulanmıştır.

—Kırılmış cevher (-10 mm) değirmenlerde öğütülerek 300 mikron altına getirilmiştir.

— 300 mikron altındaki feldspattan – 45 mikron (şlam) 'luk kısım yaş eleme ile atılmıştır. Yaklaşık % 14'ü şlam olarak ayrılmıştır. Analizi Çizelge-11'dedir.

— Siklonlardan geçen öncelikle mika flotasyona girmiştir. Burada 2,5 pH değeri H_2SO_4 (Asit) ile elde edilmiştir. Mika flotasyonu için yaklaşık 300 gr/t amin grubu kimyasallarından Armac T ilave edilir ve bünyedeki mika mineralleri temizlenmiştir. Yaklaşık % 10 mika minerali içeren kısım atık olarak ayrılmıştır. Mika flotasyonu sonrası cevherin analizi Çizelge-11'dedir.

— Mika flotasyonunun sonrasında cevher NaOH yardımı ile pH 6 civarına getirilmiş ve ağır mineral flotasyonu için ayrı 3 dakika kondisyonlama yapılmıştır. Burada kostik ile çözündürülmüş 2000 g/t pirina yağı ilave edilerek bünyedeki ağır mineraller cevherden uzaklaştırılmıştır. NaOH ilavesinden sonra sisteme köpürtücü eklenmiştir. Yaklaşık % 5 mika flotasyonundaki atıklarla birlikte bünyeden uzaklaştırılmıştır. Ağır mineral flotasyonundan sonraki yani son ürün olan konsantrenin analizi Çizelge-11'de verilmiştir.

Yukarıdaki işlemler sonrasında flotasyon verimi yaklaşık %71 çıkmıştır.

Yukarıdaki yeni akım şemasını elde edebilmek ve verimi arttırmak için aşağıdaki işlemler uygulanmıştır.

Bu çalışmada verim olarak kullanılan ağırlıklı verimdir ve aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{Verim}(\%) = \frac{\text{Konsantre Miktarı (g)}}{\text{Besleme Miktarı (g)}} * 100$$

Çizelge-11:İki kademeli flotasyon analizleri

	KİMYASAL ANALİZLER							
	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	TiO_2 (%)	Fe_2O_3 (%)	CaO (%)	MgO (%)	Na_2O (%)	K_2O (%)
Besleme	62,21	22,41	0,40	0,56	1,52	0,97	9,51	0,64
ŞLAM	61,35	22,35	0,29	0,65	1,55	0.99	9,72	0,71
Mika Flotasyon Sonrası	60,25	22,33	0,36	0,07	1,65	1,01	9,75	0,61
Konsantre	61,12	23,01	0,06	0,07	1,61	0,98	10,04	0,55

2.2.Tek Kademeli Flotasyon İşlemi

2.2.1.Numune Alımı

KALEMADEN'e ait ocaktan stok sahasına gelen stoklanmış cevherden stoğun tamamı taranarak 50 kg numune alınmıştır.

2.2.2.Kırma İşlemi

Bu numune laboratuar da çeneli kırıcı ile 10 mm altına kırılmıştır. Kırılan numuneye önce elek analizi yapılıp tane boyut aralıklarına bakılmıştır.(Çizelge–12)

Çizelge–12:Kırma işlemi sonrası elek analizleri

ELEK ARALIKLARI	AĞIRLIK (%)
+ 10 mm	0
- 10 mm + 5,6 mm	2
- 5,6 mm + 3 mm	5,5
- 3 mm + 2 mm	8,5
- 2 mm + 1 mm	5
- 1 mm + 0,5 mm	26
- 0,5 mm + 0,3 mm	23
- 0,3 mm + 0,045 mm	25
- 0,045 mm	5
TOPLAM	**100**

2.2.3.Serbestleşme boyutu

Mineralin serbestleşmesine Olympus SZ61 marka binokülar mikroskop ile bakılmış ve tane serbestleşmesinin 300 mikron olduğu tespit edilmiştir.

Öğütme testi yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

2.2.4.Öğütme İşlemi

Öğütme için seramik değirmen ve öğütücü ortam olarak alimüna bilya kullanılmıştır. (Testte 1 kg numune kullanılmıştır)

Çizelge–13:Öğütme testi sonuçları

ÖĞÜTME SÜRESİ (dakika)	ELEK ARALIKLARI ve AĞIRLIK (%)		
	+ 300 mikron	*- 300 mikron + 45 mikron*	*- 45 mikron*
10	50	45	5
20	28	63	9
30	2	84	14
40	0	79	21

Yapılan test sonucunda 40 dakika öğütme yapıldığında – 45 mikron altı ürünün çok olduğu tespit edilmiş ve öğütme süresi 30 dakika olarak kabul edilmiştir. (Çizelge–13) 50 kg numune konileme-dörtleme metodu ile 570 g'lık parçalara ayrılmış ve laboratuar çaplı bilyalı değirmenlerde öğütülerek 570 g/deney numuneleri olarak etüvde kurutulmuş ayrı ayrı paketlenmiştir. (87 adet)

2.2.5.Şlam Atma İşlemi

- 45 mikron altı taneler şlam olarak kabul edilmiş ve öğütme testlerinde de % 14 bulunmuştur. 570 g olarak alınan numuneler 45 mikronluk elek ile yaş eleme yapılmış ve 70 g olan şlam atılarak 500 g numuneler flotasyon deneyi için hazır hale getirilmiştir.

Deneylerde kullanılacak numunelerin analizi Çizelge-14'te verilmiş. (Analizler **KALEMADEN A.Ş.** firması laboratuarları tarafında yapılmıştır.)

2.2.6.Flotasyon

Flotasyonda kullanılacak olan en uygun kimyasal için Cytec Industries Inc**.** Firması ile görüşülmüş ve numune istenmiştir. Firmadan gelen Aero 704 kimyasalına karar verilmiştir. Bütün deneyler bu kimyasalla yapılmış ve verim de artış olup olmayacağına bakılmıştır. Bunun yanı sıra kapasitedeki artış göz önünde bulundurulmuştur. Deneyde kullanılacak numunenin kimyasal analizi Tablo-4'te verilmiştir.

2.2.7.Sonuçların İrdelenmesi

Deneylerde pH ve reaktif miktarları değişken olarak kullanılmıştır. 7–8–9 pH değerlerinde cevherin temizlendiği görülmüş ve analizleri çizelge-14'te verilmiştir.

2,5-3,5-6 pH değerlerinde numuneye flotasyon işlemi uygulanmış fakat numunedeki empüritelerin ne kadar kimyasal konursa konsun temizlenmediği görülmüş ve bazik ortamda deneylere devam edilmiştir. Bu numuneler sonuç vermeği için analize gönderilmemiştir.

Deneyler Ünal mühendisliğin (İzmir) imal etmiş olduğu flotasyon makinesi kullanılmıştır. Selül hacmi 1 lt'lik olup karıştırma devri 1100 devir/dakika olarak ayarlanmıştır.

Çizelge-14:Tek kademeli flotasyonda besleme, şlam ve konsantrelerin analizleri

DENEY KOŞULLARI				KİMYASAL ANALİZLER							
SABİT DEĞERLER	**pH**	**DENEY NO**	**Kimyasal Miktarı (gr/ton)**	**SiO_2 (%)**	**Al_2O_3 (%)**	**TiO_2 (%)**	**Fe_2O_3 (%)**	**CaO (%)**	**MgO (%)**	**Na_2O (%)**	**K_2O (%)**
BESLENEN				66,1	19,66	0,38	0,45	1,38	0,66	9,56	0,75
ŞLAM				60,1	23,33	0,32	0,68	1,47	1,01	9,61	0,74
KALİTE KRİTERLERİ				-	-	Max. 0,07	Max. 0,08	-	-	Min. 9,5	-
P.K.O=%30 K.S.=3 dak. K.A.S.=3 dak.	**7**	**1**	*2.700*	69,5	19,67	0,02	0,02	1,61	0,11	8,98	0,11
		2	*2.100*	67,6	20,78	0,03	0,02	1,75	0,19	9,22	0,35
		3	*1.500*	67,1	20,8	0,05	0,06	1,63	0,04	9,75	0,37
		4	*1.125*	67,9	19,95	0,06	0,09	1,83	0,18	9,7	0,25
		5	*750*	66,3	20,75	0,09	0,11	1,82	0,26	10,01	0,27
	8	**6**	*2.700*	68,8	19,97	0,03	0,02	1,71	0,11	9,1	0,25
		7	*2.100*	68,3	20,31	0,04	0,03	1,66	0,12	9,41	0,12
		8	*1.500*	68,3	20,01	0,07	0,05	1,63	0,04	9,52	0,35
		9	*1.125*	67,4	20,57	0,06	0,08	1,73	0,05	9,87	0,26
		10	*750*	68,5	19,75	0,09	0,13	1,42	0,09	9,71	0,31
	9	**11**	*2.700*	69,1	19,55	0,01	0,02	1,69	0,15	9,21	0,29
		12	*2.100*	68,8	19,45	0,02	0,04	1,79	0,21	9,3	0,37
		13	*1.500*	68,1	20,21	0,05	0,07	1,62	0,1	9,56	0,25
		14	*1.125*	67	20,42	0,05	0,06	1,85	0,11	10,09	0,37
		15	*750*	68	19,65	0,08	0,1	1,7	0,09	10,05	0,35

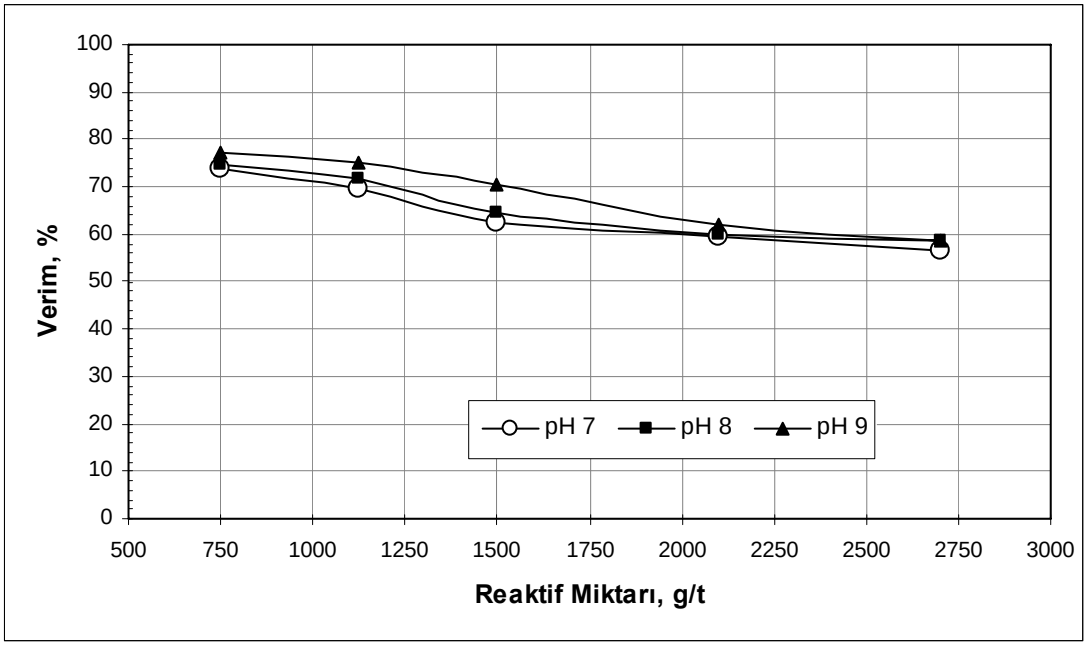
P.K.O=Pülpte Katı Oranı

K.S.=Kondisyonlama Süresi

K.A.S.=Köpük Alma Süre

Çizelge–15:Ağırlığa göre verim değerleri

DENEY NO	ATIK MİKTARI (gr)	ŞLAM MİKTARI (gr)	KONSANTRE MİKTARI (gr)	VERİM (%)
1	178,01	70	321,99	56,49
2	161,21	70	338,79	59,44
3	143,12	70	356,88	62,61
4	103,42	70	396,58	69,58
5	78,56	70	421,44	73,94
6	165,35	70	334,65	58,71
7	157,57	70	342,43	60,08
8	131,31	70	368,69	64,68
9	92,05	70	407,95	71,57
10	75,17	70	424,83	74,53
11	165,24	70	334,76	58,73
12	145,87	70	354,13	62,13
13	99,22	70	400,78	70,31
14	71,09	70	428,91	75,25
15	60,75	70	439,25	77,06



Grafik–1:Verim-reaktif miktarına göre dağılımlar

Çizelge–14 ve Çizelge–15 karşılaştırıldığında;

pH 7'de aşağıdaki sonuçlardan ötürü istenilen kalite ve verime ulaşılamamıştır.

2700 g/t ve 2100 g/t reaktif eklendiğinde cevher içindeki empüriteler temizlenmiştir. Fakat bu empüritelerle birlikte albit kaçağı da oluşmuş ve verim çok düşük bulunmuştur.

1500 g/t reaktif ilavesinde cevher istenilen kaliteye ulaşmış fakat verim çok düşük çıkmıştır.

1125 g/t ve 750 g/t reaktif beslemelerinde hammadde istenilen kriterlere ulaşmamıştır.

pH 8'deki sonuçlar pH 7'ye göre daha iyi olmasına rağmen yine aşağıdaki sonuçlardan ötürü uygun bulunmamıştır.

2700 g/t, 2100 g/t ve 1500 g/t reaktif eklendiğinde cevher içindeki empüriteler temizlenmiştir. Fakat bu empüritelerle birlikte albit kaçağı da oluşmuş ve verim çok düşük bulunmuştur.

1125 g/t reaktif ilavesinde istenilen kriterle tutturulmuştur. Verim çift kademeli flotasyon verimine yakın çıkmıştır. Denemelere devam edilmiştir.

750 g/t reaktif beslemesinde hammaddenin verimi yüksek çıkmış fakat bünyedeki empüritelerin temizlenmediği, kalitenin tutturulamadığı görülmüştür.

pH 8'deki sonuçlar iyi olduğu denemelere pH 9' da devam edilmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

2700 g/t ve 2100 g/t reaktif eklendiğinde cevher içindeki empüriteler temizlenmiştir. Fakat bu empüritelerle birlikte albit kaçağı da oluşmuş ve verim çok düşük bulunmuştur.

1500 g/t reaktif ilavesinde cevher istenilen kaliteye ulaşmış fakat verim çok düşük çıkmıştır.

1125 g/t reaktif beslemesinde hammadde istenilen kalite içerisinde ve verimi çift kademeli flotasyon veriminden yüksek çıkmıştır.

750 g/t reaktif beslemesinde hammaddenin verimi yüksek çıkmış fakat bünyedeki empüritelerin temizlenmediği, kalitenin tutturulamadığı görülmüştür.

Yukarıdaki açıklamalar ve grafiğe bakıldığında en iyi verim ve kalitenin elde edildiği deney sonucu pH=9 ve 1125 g/ton kimyasal kullanımında oluşmuştur. Amin ve prina yağı ile yapılan flotasyon işlemindeki %71'lik verim tek kademeli flotasyonla aynı kalitede %75,25'e yükseltilmiştir. Bu şekilde verim arttırılmıştır.

Verim artışı dışında aşağıda belirtilen avantajlarda ortaya çıkmaktadır.

—Amin ve Pirina Yağının flotasyon için su veya kostikle ön bir işlemle hazırlanması gerekiyordu. Bu da extra bir maliyet, işçilik ve zaman kaybına neden olmaytaydı. Cytec Industries Inc. Firmasının kimyasalı çözünmüş olarak geldiği için bu sorunlar ortadan kalkmıştır.

—Amin kullanıldığında pH'lar 2.5 değerine indirilmek zorundaydı. Bu da çok fazla asit kullanımına neden oluyordu. Tehlikeli olan asitin kullanımı tamamen ortada kalkmıştır.

—Titan ve mika flotasyonları için iki ayrı selül grubu kullanılmaktaydı. Aero 704'te tek kademeli flotasyon işlemi yapıldığı için tesis kapasitesi iki hatla beraber iki katına çıkmaktadır.

—Aero 704 kimyasalının proses suyuna zararı olmadığı için su kaybı yaşanmamaktadır.

—Aero 704 ile yapılan flotasyon işleminde kimyasal maliyet artışı bulunmamaktadır.

—Aero 704 kullanırken ekstra bir köpürtücü ihtiyacı olmamaktadır.

—Aero 704 ile yapılan flotasyon sonrasında şlamın çöktürülmesindeki problemi ortadan kaldırmak için Süperkim firmasından alınan flokülant kullanılmıştır.

SONUÇ:

Genel olarak iki kademede zenginleştirilen feldspat cevherinin tek kademede zenginleştirilmesi bu tezde araştırılmıştır. Yapılan deneylere göre aşağıdaki sonuçlar çıkartılmıştır.

Flotasyon deneylerine başlamadan önce cevherin serbestleşme boyutunun 300 mikron olduğu tespit edilmiştir. Cevherin 300 mikrona indirilmesi için gerekli öğütme süresi 30 dakika olarak hesaplanmıştır. Deneyler süresince % 30'luk pülpte katı oranı, 3 dakikalık kondisyonlama süresi ve 3 dakikalık köpük alma süresi sabit tutulmuştur.

Öğütülen cevher içerisindeki 45 mikron altı taneler (% 14) yaş eleme ile atılmıştır.

Yapılan araştırmalar ve deneylerle istenilen kalite kriterlerinde verimin pH 9'da ve 1125 g/t reaktif ilavesinde arttığı tespit edilmiştir. Bu şekilde tek kademeli flotasyonla verim iki kademeli flotasyondan yüksek çıkmıştır. Deneylerin gerçekliğinin kesin olması amacı ile deneyler 3 kere tekrarlanmış ve sonuçların hepsi birbirine yakın çıkmıştır. Yukarıdaki avantajlarda göz önünde bulundurulduğu zaman Cytec Industries Inc. Firmasının kimyasalı olan Aero 70 ile yapılan flotasyonu amin ve prina yağı ile yapılan flotasyona göre daha iyi olduğu araştırmalar sonucu tesbit edilmiştir.

Verim artışı dışında asit kullanımının kaldırılması, tek çeşit kimyasal kullanılması, işçiliğin azaltılması, kapasitenin arttırılması, kontrolün kolaylaşması, maliyetin azalması gibi avantajlarının olduğu araştırmalar sonucu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Akdoğan, A. (1998).Tire Yöresi Eklojit Kayacından Rutil Eldesi. DEÜ Müh. Fak. Maden Müh. Böl. Seminer, İzmir

Anon, (1986). *Cyanamd, Mining Chemical Handbook*, Revised edition Mineral Dressing Notes No: 26,.

Bolger, R. (May, 1995). Feldspar and Nepheline Syenite, Turkish Delight in Export Sales, *Industrial Minerals*, 25-45

Geredeli, A., & .Özbayoğlu G. (1995). Simav Feldspatının Flotasyonu. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir

Industrial Minerals and Minerals Yearbook. Çeşitli sayılar.

Kahriman, A. (2005). Avrupa birliğine üyelik sürecinde doğal kaynakların önemi.

Leja, J. (1982). *Surface Chemistry of Froth Flotation*, Plenum Press., New York, 284.

Manser, R.M. (1975). *Handbook of Silicate Flotation*, Warren Spring Laboratory, Steveage, Herts, England, 163-164.

Purcell, G., & Sun, C. (March 1963). Significance of Double Bonds in Fatty Acid Flotation- A Flotation study, *Society of Mining Engineers, Transactions*, 13-16.

Seyrankaya, A., Akar, A., Güler, E., Akar, G. (1997). Aydın-Çine ve Muğla-Milas feldspatlarının flotasyonu. 2.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir

Sutherland, K.C., & Wark, I.W. (1955). *Principles of Flotation*, Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne, 127.

Thom, C. (1962). Standard Flotation Separation, *Froth Flotation*, Editor. Fuerstenau, D.W., 50th Anniversary Volume, Chapter 13, 328-346.

Yılmaz, C. (1996). Feldspat Madenciliği ve Ekonomisi. DEÜ Müh. Fak. Maden Müh. Böl. Yıliçi Projesi, İzmir