

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

K-FELDİSPAT/ KUVARS AYRIMINDA OPTİMUM
FLOTASYON KOŞULLARININ BELİRLENMESİ

Ayşe Zuhale ERDİNÇ

Eylöl, 2007

İZMİR

K-FELDİSPAT/ KUVARS AYRIMINDA OPTİMUM FLOTASYON KOŞULLARININ BELİRLENMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Ana bilim Dalı

Ayşe Zuhal ERDİNÇ

Eylül, 2007

İZMİR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamı yaptığım süre boyunca çalışmalarına yardımcı olan danışmanım Yard.Doç.Dr. Ufuk MALAYOĞLU 'na ve tüm Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümünün değerli hocalarına teşekkür ederim.

Yüksek Lisans çalışmalarım süresince, mesleğime duyduğu saygı ve bana olan inancı ile her zaman yanımda olan , sabır ve sevgi gösteren değerli eşim Volkan DURA'ya, sevgileri ve ilgileri ile eğitimim boyunca yapmış oldukları maddi ve manevi katkıların yanında mesleki eğitimimde de beni destekleyen ve bana yol gösteren sevgili annem Hatice ERDİNÇ ve sevgili babam Mehmet ERDİNÇ'e sonsuz teşekkürler.

Ayrıca çalışmalarım boyunca bana çeşitli imkan ve yardımlarını sunan Kalemaden End. Ham. San. Ve Tic. A.Ş. 'ye , AR-GE ve Kalite Kontrol Müdürü Sn. Hürriyet DEMİRHAN'a, Aydın-Muğla Bölge Şefi Sn. İsmail KEÇECİ'ye ve Ç.F.Z.T. Taşeronu Maden Mühendisi'i Sn. Uğur SAVAŞ'a teşekkür ederim.

Ayşe Zuhale ERDİNÇ

POTASYUM FELDSPAT - KUVARS AYRIMINDA OPTİMUM FLOTASYON KOŞULLARIN BELİRLENMESİ

ÖZ

Potasyumlu feldispat/kuars ayrımında optimum flotasyon koşulların araştırıldığı bu yüksek lisans tezi kapsamında, Kalemaden A.Ş. 'ye ait Manisa, Demirci yöresindeki üretim sahalarından alınan iki farklı feldispat cevherine ait fiziksel, kimyasal, mineralojik özellikleri detaylı olarak tanımlanarak; feldispat cevherinin hidroflorik asit kullanılmayan flotasyon ile zenginleştirilme yöntemleri araştırılmıştır.

Cevhere ait mineralojik incelemeler sonucunda feldispatın (ortoklas, plajiyoklas) , kuvars, turmalin ve mika (muskovit) mineralleri içerdiği saptanmıştır. Deneylerde kullanılan feldispat cevherlerinin kimyasal kompozisyonu ise şöyledir; Numune 1 (F1) % 74,39 SiO₂, % 15,50 Al₂O₃, % 0,04 TiO₂, %0,40 Fe₂O₃, %0,81 CaO, % 0,04 MgO, % 4,27 Na₂O, % 3,98 K₂O ; Numune 2 (F2) % 72,99 SiO₂, % 16,12 Al₂O₃, % 0,06 TiO₂, % 0,38 Fe₂O₃, % 0,85 CaO, % 0,01 MgO, % 6,13 Na₂O, % 2,42 K₂O.

Flotasyon deneyleri iki basamakta gerçekleştirilmiş ve üç konsantre elde edilmiştir. Bunlar mika ve ağır silikat mineralleri konsantresi, feldispat konsantresi ve kuvars konsantreleridir.

Flotasyon deneylerinde tane boyutunun, toplayıcı türü ve miktarının , pH'ın ve köpük alma süresinin konsantre tenör ve verimine etkileri incelenmiştir.

Deneyisel bulgular sonucunda F1 ve F2 Demirci yöresi feldispatları (HF) hidroflorik asit kullanılmadan flotasyon yöntemiyle yüksek verim ve tenörde feldispat konsantresi ile kristal kuvars konsantresinin üretilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Potasyum , Feldispat , Kuvars , Hidroflorik asit, Flotasyon

DETERMINATION OF OPTIMUM FLOTATION CONDITIONS IN K-FELDSPAR/QUARTZ SEPERATION

ABSTRACT

The purpose of thesis is to enquire about the circumstances of optimum flotation in seperation of potash feldspar and quartz. The two different feldspar ore have been taken from boundaries in the distrcet of Manisa, Demirci that belongs to Kalemaden A.Ş.. the physical, chemical and mineralogic specification of these two ores heve been described in detail and the enrichment process of feldspar ore with flotation without hydrofluoric acid have been researched.

At the result of mineralogic research of feldspar; orthoclase, plagioklas, quartz, tourmaline, mica (muscovite) minerals. The chemical composition of feldspar ores used at experiment are here; F1 % 74,39 SiO₂, % 15,50 Al₂O₃, % 0,04 TiO₂, %0,40 Fe₂O₃, %0,81 CaO, % 0,04 MgO, % 4,27 Na₂O, % 3,98 K₂O ; F2 % 72,99 SiO₂, % 16,12 Al₂O₃, % 0,06 TiO₂, % 0,38 Fe₂O₃, % 0,85 CaO, % 0,01 MgO, % 6,13 Na₂O, % 2,42 K₂O.

Flotation experiment hve been realized in two steps and three concentrations have been got. These are mica and heavy minerals concentration, feldspar concentration ond quartz concentration. In flotation experiments it is investigated how grain size, collector type and quantity, pH and froth taking time affect concentration recovery.

In this experiment result, it is stated that, from Demirci distrcet feldspar, it can be produced high recovery. Feldspar concentration and quartz concentration with the process of flotation without hydrofluoric acid.

Key Words: Orthoclase, Feldspar, Quartz, Hydrofluoric Acid, Flotation

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
BÖLÜM BİR GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ GENEL BİLGİLER.....	2
2.1 Feldispatların Tanımı	2
2.2 Feldispatların Sınıflandırılması.....	2
2.2.1 Plajiyoklasların Sınıflandırılması.....	2
2.2.2 Potasyum Feldispatlar ve Alkali Feldispatlar.....	3
2.3 Feldispatların Yapısı ve Oluşumu.....	4
2.4 Feldispat Grubu Mineraller.....	5
2.4.1 Alakli Feldispatlar(Potasyum Feldispatlar).....	5
2.4.2 Plajiyoklaslar (Sodyumlu Feldispatlar).....	6
2.4.3 Ağır Feldispatlar.....	7
2.5 Feldispat Kayacı İçerisinde Bulunan Başlıca Mineraller.....	7
2.6 Feldispat Yatakları.....	10
2.6.1 Pegmatitler.....	10
2.6.2 Aplitler.....	11
2.6.3 Feldispat Filonları.....	11
2.6.4 Nefelinli Siyenitler.....	11
2.6.5 Alaskit.....	12
2.6.6 Grafit Granat (Yazı Graniti).....	12
2.6.7 Feldispatik Kumlar.....	12
2.6.8 Altere Granitler.....	12
2.7 Tüketim Alanları.....	13
2.7.1 Cam Sanayi.....	13
2.7.2 Seramik Sanayi.....	13
2.7.3 Kaynak Elektrod Üretimi.....	14
2.7.4 Boya Sanayi.....	14

2.7.5 Plastik Sanayi.....	14
2.8 Dünyada Mevcut Durum.....	14
2.8.1 Üretim.....	15
2.8.2 Uluslar arası Ticaret.....	16
2.8.3 Maliyetler ve Fiyatlar.....	18
2.8.4 Çevre Sorunları.....	20
2.9 Türkiyede Durum.....	20
2.9.1 Rezervler.....	20
2.9.2 Üretim.....	21
2.9.3 Tüketim.....	22
2.9.4 İhracat-İthalat.....	22
2.9.4.1 İhracat.....	22
2.9.4.2 İthalat.....	23
2.9.5 Maliyetler ve Fiyatlar.....	24
2.9.6 İstihdam	25
2.9.7 Çevre Sorunları.....	25

BÖLÜM ÜÇ FELDİSPATLARI ZENGİNLEŞTİRME

YÖNTEMLERİ.....26

3.1 Elle Ayıklama İle Zenginleştirme	26
3.2 Tane Boyutuna Göre Sınıflandırma İle Zenginleştirme.....	26
3.3 Manyetik Ayırma İle Zenginleştirme	27
3.4 Elektrostatik Ayırma İle Zenginleştirme.....	29
3.5 Flotasyon İle Zenginleştirme.....	30
3.5.1 Kimyasal Parametreler.....	31
3.5.1.1 Fazlar (Katı-Sıvı-Gaz Fazı).....	31
3.5.1.2 Kimyasal Reaktifler	32
3.5.1.3 Zeta Potansiyeli ve Yüzey Özellikleri	33
3.5.2 Fiziksel Parametreler	33
3.5.2.1 pH	33
3.5.2.2 Pülp Isısı	33
3.5.2.3 Pülp Yoğunluğu	34
3.5.2.4 Tane İriliği	34

**BÖLÜM DÖRT DEMİRCİ YÖRESİ FELDİSPAT SAHASI VE SAHADAN NUMUNE
ALMA.....35**

- 4.1 Feldispat Maden Sahasının Yeri35
- 4.2 Feldispat Maden Sahasının Genel Jeolojisi..... 36
- 4.3 Maden Sahasından Numune Alma..... 36

**BÖLÜM BEŞ DEMİRCİ YÖRESİ FELDİSPAT CEVHERLERİNİN YAPISAL
ÖZLELİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI..... 38**

- 5.1 Demirci Yöresi Feldispatlarının Mineralojik Yapısı.....38
- 5.1.1 İnce Kesit Yöntemi İle Mineralojik Yapının Belirlenmesi.....38
- 5.2 Demirci Yöresi Feldispatlarının Kimyasal Analizleri.....41
- 5.3 Demirci Yöresi Feldispatlarının Tane Boyut Dağılımı.....41
- 5.4 Demirci Yöresi Feldispatlarının Elek Analizi Tane Boyut Aralıklarının Mikroskopik
İncelemeleri.....43
- 5.5 Demirci Yöresi Feldispat Cevheri Öğütülebilirlik Testleri.....47

**BÖLÜM ALTI DEMİRCİ YÖRESİ FELDİSPAT CEVHERİNİN
ZENGİNLEŞTİRİLMESİ.....51**

- 6.1 Demirci Yöresi Feldispat Cevherlerinin Hazırlanması.....51
- 6.2 Demirci Yöresi Feldispatları Flotasyon Yöntemiyle Zenginleştirilmesi.....54
- 6.2.1 Şılam Atımı.....54
- 6.2.2 Tane Boyutunun Flotasyona Etkisi55
- 6.2.3Toplayıcı Tipinin Flotasyona Etkisinin
Araştırılması.....60
- 6.2.3.1 Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu60

6.2.3.2 Feldispat Flotasyonu	65
6.2.3.2.1 Katyonik Toplayıcı Kullanılarak Yapılan Flotasyon Deneyleri.....	66
6.2.3.2.2 Anyonik Toplayıcı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.....	70
6.2.3.2.3 Anyonik/Katyonik Toplayıcı Karışımı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.....	72
6.2.3.2.4 Noniyonik/ Katyonik Toplayıcı Karışımı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.....	76
6.2.3.2.5 Noniyonik/Anyonik Toplayıcı Karışımı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.....	78
6.2.4 Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisi.....	83
6.2.4.1 Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu.....	83
6.2.4.2 Feldispat Flotasyonu Devresinde Reaktif Miktarının Etkisi.....	85
6.2.5 pH'ın Flotasyona Etkisi	88
6.2.5.1 Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu.....	88
6.2.5.2 Feldispat Flotasyonu.....	91
6.3 Flotasyon Kinetiği Çalışmaları.....	94
6.4 Alkali İndeksi.....	96

BÖLÜM YEDİ SONUÇ VE

ÖNERİLER.....	99
----------------------	-----------

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Feldispat öğütülmüş halde seramik, porselen ve cam sanayinde kullanılan önemli bir endüstriyel hammaddedir. Fakat izalatör ve kaliteli porselen üretiminde kullanılan kalitede feldispat üretmek ve talebi karşılamak zorlaşmıştır. Bundan dolayı istenen kalitede feldispat üretimi farklı yollardan üretmek zorunlu olmuştur.

Genel olarak silikatlar gravite ayırıştırma yöntemlerine duyarlı yöntemler değildir. Bu nedenle flotasyon yöntemi ile başarılı sonuçlar elde edilmektedir.

Literatür araştırmalarına göre feldispatların zenginleştirilmesinde en başarılı yöntem pegmatitlerden feldispatların flotasyon yöntemi ile ayrıştırılmasıdır. Feldispatların flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmesinde konvensiyonel HF-Amin yöntemi kullanılmaktadır. Genel olarak zenginleştirme çalışmaları üç basamakta gerçekleştirilmektedir. Birinci basamakta mika flotasyonu , ikinci basamak ağır silikat mineralleri flotasyonu ve son üçüncü basamak feldispat flotasyonudur. Bu yöntemde Kuvars atık olarak alınır.

HF feldispatı canlandırıcı etkisinin yanında kuvarsı da bastırıcı bir etki göstermektedir. Ancak HF 'in yüksek maliyeti, korozyonlu ve çevresel zararları nedeniyle uzun süredir HF dışı yeni yöntemler üzerinde çalışılmaktadır

Bu araştırmanın amacı Kalemaden A.Ş. Manisa, Demirci bölgesindeki çeşitli ruhsat sahalarında üretilmekte olan feldispat cevherlerinin içerdikleri renk verici safsızlıkların belirlenmesi bu safsızlıklardan ayrılabilmesi ve renk verici safsızlıklardan ayrılan konsantrenin içerisindeki kuvarsın hidroflorik asit kullanmadan ayrılabilmesi araştırılmış ve bu amaca en uygun yöntemlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

BÖLÜM İKİ

GENEL BİLGİLER

2.1 Feldispatların Tanımı

Yeryüzünü oluşturan minerallerin en önemlilerinden biri olan feldispatlar bir mineral grubunun genel adıdır. Feldispat grubu yaklaşık 20 minerali bilinen geniş bir grup olmasına rağmen yalnızca dokuz minerali iyi bilinmektedir. Bilinen bu mineraller doğada bulunan minerallerin en büyük yüzdesini oluştururlar

2.2 Feldispatların Sınıflandırılması

Feldispatlar alkali magmatik kayaların en önemli minerallerini oluştururlar

2.2.1 Plajiyoklas Feldispatlar

- ✓ Albit (Sodyum alüminyum silikat)
- ✓ Oligoklas (Sodyum kalsiyum alüminyum silikat)
- ✓ Andezin (Sodyum kalsiyum alüminyum silikat)
- ✓ Labradorit (Kalsiyum sodyum alüminyum silikat)
- ✓ Bitovnit (Kalsiyum sodyum alüminyum silikat)
- ✓ Anortit (Kalsiyum alüminyum silikat)

2.2.2 Potasyum feldispatlar veya alkali feldispatlar

- ✓ Mikroklin (Potasyum alüminyum silikat)
- ✓ Sanidin (Potasyum sodyum alüminyum silikat)
- ✓ Ortoklas (Potasyum alüminyum silikat)

2.3 Feldispatların Yapısı ve Oluşumu

Feldispatlar benzer yapılarına bağlı olarak benzer karakteristik özelliklere sahip bir mineral grubudur. Feldispatların kristal yapıları monokliniktir. Kolaylıkla ikiz bir yapı oluşturabilirler ve bir kristal aynı düzlem içerisinde bir çok ikizleşme gösterebilir. İkizlenmiş kristaller paralel katmanlara ayrılabilirler. Sertlikleri 6 civarında ve ortalama yoğunlukları $2,55 - 2,76 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişmektedir. Daha çok mat, nadiren de parlaksı bir camsı yapıya sahiptirler.

Kristalleri blok bir yapı göstermeye elverişlidir. 180 derecelik doğru açı yapacak şekilde iki yönünde de dilimlenme gösterirler. Feldispatlar kristalleşmesi volkanik ortamda gerçekleşmektedir; fakat metamorfik kayalarda da oluşabilmektedir.

Feldispatların genel formülü, $XAl_{(1-2)}Si_{(3-2)}O_8$ şeklindedir. Formüldeki X yalnızca sodyum, sodyum ve/veya potasyum, potasyum ve/veya kalsiyum veya yalnızca kalsiyum olabilir. Sodyum veya potasyum gibi +1 değerlikli X katyonu olduğu zaman formül bir alüminyum iyonu ve üç silis iyonu içerir. Eğer formül +2 değerlikli kalsiyum katyonu içerirse formül iki alüminyum ve sadece iki silis iyonu içerir. Bu yer değiştirme formülün dengelenmesini sağlamaktadır. Çünkü alüminyum +3 değerlikli ve silis +4 değerliğe sahiptir. Temel olarak kristaldeki daha fazla kalsiyum, yükün dengelenmesi için daha fazla alüminyuma ihtiyaç duyacaktır.

Silis ve alüminyum karşılıklı bağlanmış SiO_4 ve AlO_4 tetrahedronlarını merkezlerini tutmaktadır. Bu tetrahedronlar grift üç boyutlu şekilde birbirlerine bağlanırlar.

Bazı feldispatlar kimyasal yapıları ile diğerlerinden ayrılırlar. Potasyum feldispatlar aynı formüle sahip olmalarına rağmen farklı biçimdedirler. Bunlar farklı yapılara sahip ve buna bağlı olarak farklı minerallerdir. Plajiyoklas feldispatlar en fazla sodyuma sahip olan albitten en fazla kalsiyuma sahip olan anortite kadar sıralanan bir mineral grubudur. Serinin aradaki mineralleri sodyum veya kalsiyum yüzdelere göre sıralanmıştır.

Çoğu zaman feldispatlar kısaca plajiyoklas ve ortoklas (K-feldispat) olarak bilinirler. Sodyum açısından zengin feldispatlar (albit) kalsiyum açısından zengin feldispatlar (anortit) , plajiyoklas olarak bilinen serinin elemanları bu oranlara göre sıralanabilir.

Tablo 2.1 Feldispat Grubu Minerallerin Albit Ve Anortit Oranlarına Göre Sınıflandırma

PLAJİYOKLAS		
Albit	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	Albit(100)- Anortit(0)
Olijoklas	$(\text{Na,Ca}) \text{AlSi}_3\text{O}_8$	Albit(90)-Anortit (10)
Andezin	$(\text{Na,Ca}) \text{AlSi}_3\text{O}_8$	Albit (70)-Anortit (30)
Labradorit	$(\text{Na,Ca}) \text{AlSi}_3\text{O}_8$	Albit (30)– Anortit (70)
Bitovnit	$(\text{Na,Ca}) \text{AlSi}_3\text{O}_8$	Albit (10) – Anortit (90)
Anortit	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	Albit(0) – Anortit (100)
K-FELDİSPAT		
Mikroklin	KAlSi_3O_8	
Sanidin	KAlSi_3O_8	
Ortoklas	KAlSi_3O_8	

Tablo 2.2 ‘de saf feldispatların kimyasal analizleri verilmiştir.

Tablo 2.2 Saf Feldispatların Kimyasal Analizleri

	Na_2O	K_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2
ALBİT	11,00			19,4	68,8
ORTOKLAS		10,9		18,4	69,7
ANORİT			20,1	28,6	43,3

Feldispatlar doğada çok yaygın bulunmasına rağmen az sayıda oluşum cam ve seramik sanayine uygun özellikte hammadde içermektedir. Bunun nedeni feldispat özellikle K-feldispat oluşumlarının büyük çoğunluğunun ince taneli kayaların bileşimi olarak bulunması, demir içeren mineraller tarafından kirletilmiş olmasıdır. Seramik ve cam sektörü için feldispatların erime derecelerinin büyük önemi olup büyüklükleri ve erime dereceleri büyük rol oynamaktadır. Yayınlarda kesin bulunmamakla beraber az miktarlarda da olsa içlerinde diğer feldispat kristallerinin izomorf halde bulunmaları erime derecelerini değiştirmektedir.

- ✓ Potasyum Feldispat 1200-1250 °C
- ✓ Sodyum Feldispat 1150-1225 °C
- ✓ Kalsiyum Feldispat 1500-1550 °C

Tablo 2.3 te ise feldispat grubu minerallerin temel özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.3 Feldispat Grubu Minerallerin Temel Özellikleri

Kimyasal Formülü	$(K,Na)AlSi_3O_8 — Ca(Na)Al_2Si_2O_8$
Renk	Beyaz,gri, pembe, kahverengi,kırmızımsı
Sertlik	6-6,5
Özgül Ağırlık	2,5-2,76 gr/cm ³
Kristal Yapı	Monoklinik (ortoklas) Triklirik (albit,anortit)
Kırılım	Düzensiz
Dilinim	İki Yönlü
Bulunduğu Ortam	Potasyum açısından zengin olan feldispatlar (ortoklas grubu) granit, granit pegmatitleri, karbonitler ve hornfelslerin önemli bir bölümünü oluştururlar. Sodyum açısından zengin olan feldispatlar (Plajiyoklas grubu) gabro, nefelinli siyenit ve hornfelslerde oluşurlar
BirlikteBulunduğu Mineraller	Kuvars, mika,turmalin,topaz,garnat,kalsit,zeolitler.

(Kurt, 1998)

2.4 Feldispat Grubu Mineraller

2.4.1 Alkali Feldispatlar (Potasyumlu Feldispatlar)

Alkali feldispatlar , potasyumlu terim olan ortoklas ile sodyumlu olan albit arasında az çok sürekli bir seri oluştururlar. Kimyasal yapıları aynı fakat farklı kristal şekillerine sahip bu grubun mineralleri ortoklas , mikroklin, sanidin, adular ve anortoklas olup genel formülleri : $(K,Na)AlSi_3O_8$ dir.

Bu gruba ait başlıca mineraller şunlardır.

-Adularya: Ortoklasın farklı görünümlü şeklidir. (110) yüzeyleri gelişmiştir ve kristallerin kesiti eşkenar dörtgen şeklindedir. Şistler ve gnayslar içindeki düşük sıcaklıklarda oluşan damarlarda ve epitermal altın-kuars flonlarının ayrılmış duvarlarında görülür. Adularyanın metastabl bir faz olduğu düşünülmektedir.

-Mikroklin : Derinlerde yavaş soğumuş olan granit ve siyenitlerde bulunur. Çoğunlukla albitle beraberdir. Uzun soğuma süresinde K ve Na'lu feldispatlar tamamen ayrılırlar. Ayrıca pegmatitler içinde oluşur. Mikroklin uzun bir periyot sonunda dengenin sağlanabildiği gnaysların karakteristik bir mineralidir. Bazen ortoklasla beraber rastlanabilir.

-Anortoklas : Sanidin ile albit arasında yüksek sıcaklıkta bir dizinin üyesidir. Bileşiminde $\text{NaAl Si}_3\text{O}_8 : \text{KAl Si}_3\text{O}_8 > 67,33$

-Ortoklas : Düşük sıcaklıkta, orta derinlikte soğumuş olan granit, granodiyorit ve siyenitlerin karakteristik mineralidir. Her zaman bir miktar Na bulunur, bazıları %40-60 arası albit içerikli katı ergiyiklerdir. Granit ve siyenitler yavaş soğurlarsa K ve Na 'lı feldispatlar tam olarak ayrılarak, mikroklin ve albit kristalleri oluşur. Ortoklas kristalleri tortul kayalar içinde diyajenez süresince büyüyebilirler. Ortoklas monoklinik sistemde kristallenir.

-Sanidin : Yüksek sıcaklıklarda oluşur. Ani soğumuş olan trakit ve riyolit içinde bulunur. (Kumbasar,1977)

2.4.2 Plajiyoklaslar (Sodyumlu Feldispatlar)

Genel formülleri $x.\text{NaAl Si}_3\text{O}_8 + y.\text{Ca Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 'dir. Geniş bir sıcaklık sahası içinde sürekli bir katı eriyik oluşturur. Bileşimleri sodyumlu olan albitten, kalsiyumlu olan anortite kadar değişen bir seriyi meydana getirir. Başlıca mineralleri şunlardır:

- Albit : En çok granit, siyenit, riyolit ve trakitlerde rastlanır.

-Oligoklas : Gabro bazlatlarda sık buluna bir feldispattır.

- Bitovnit: Çok ender görülür, sadece gabrolar içinde taneler halinde bulunur.

-Anortit : Koyu renkli elemanı bol olan kayalarda ve damar tipi sokulum kayalarla kontakt metaforfik yataklarda görülür. Anortite bazı bazik lavlar ve tüfler içinde ve nadiren bazalt içindeki boşluklarda rastlanır.

(Kumbasar ,1977)

2.4.3 Ağır Feldispatlar

Alkali feldispatlar ile plajiyoklasların dışında kontakt metamorfizma sonucu meydana gelmiş olan ve çok nadir olarak bulunan feldispatlara ağır feldispatlar denir. Bu gruba ait iki mineral

Selsian (Ce), $BaAl_2Si_2O_8$, hyalofan $x.Ce + (100 - x)$ Ortoklas olup, triklinik sistemde kristallenmiştir.

Feldispatların, çeşitli ayrışım olaylarının sonucunda atomik kafes yapılarının değişerek, iyonların bazısının serbest kalması ile yeni mineral grupları oluşur. Bu ayrışım olayları ve meydana gelen mineraller şunlardır:

Kaolinleşme	(kaolen, montmorillonit)
Damuritleşme	(İnce beyaz mika pulcukları, epidot, kalsit,klorit)
Serizitleşme	(beyaz küçük mika pulcukları)
Albitleşme	(Pertit, antipertit)
Sorisitleşme	(Epidot, kalsit,kuvars)
Skapolitleşme	(Skapolit grubu mineralleri)
Karbonatlaşma	
(Okur,1984)	

2.5 Feldispat Kayacı İçerisinde Bulunan Başlıca Mineraller

-Ortoklas $KAlSi_3O_8$ (az miktarda Na ve Ca) monoklinik

Sertlik	6
Özgül ağırlığı	2,57 gr/cm ₃
Renk	Renksiz, beyaz pembe,gri,inçe kesitte renksiz
Dilininim	(001)ve(010) dik açığa yakın bir şekilde kesişirler
Çizgi rengi	Renksiz



Şekil 1. Ortoklas

Porfirik yapı gösteren kayalardaki fenokristalleri idimorf , diğer kayalarda kristallerin şekli tam ve muntazam değildir.

-Kuars SiO_2 trigonal

Sertlik	7
Özgöl ağırlığı	2,65 gr/cm ₃
Renk	Renksiz, beyaz , dumanlı türleri renkli
Dilinim	Yok, midye kabuğu şekline kırılma yüzeyi
Çizgi rengi	Renksiz



Şekil 2. Kuars

Kayaçları oluşturan bir mineral olarak nadiren ideal kristal şekline sahip, daha ziyade taneleşel agregatlar halinde bulunur. Kuars yer kabuğunda feldispatlardan sonra en çok bulunan mineraldir. Magmada oluşabilmesi için magmada bir SiO_2 fazlalığının olması gereklidir.

-Muskovit (K,Na)Al₂(AlSi₃) O₁₀ (OH,F)₂ monoklinal

Sertlik	2-2,5
Özgöl ağırlığı	2,76 - 3 gr/cm ₃
Renk	Soluk gümüş grisi yeşilimsi,ender olarak soluk pembe
Dilinim	(001) çok iyi gelişmiş
Çizgi rengi	Renksiz



Şekil 3. Muskovit

Muskovit en çok düşük derece altında şeylden veya feldispatlı magma kayalarından kaynaklanan metamorf kayalarda yaygındır. Fakat sık sık daha az bulunan paragonit (Na'lu mika) ile karıştırılır. Muskovit Al ca zengin Ca ca fakir granitlerde bulunur. Li den zengin lepidot yaygındır. Serizit ise çok ufak taneli beyaz mika olup muskovit ve paragonit karışımıdır.

-Turmalin Na(Mg , Fe , Mn)₃Al₆ [OH₄/(BO₃)₃/Si₆O₁₈] romboedral

Sertlik	7-7,5
Özgöl ağırlığı	3-3,25 gr/cm ₃
Renk	Genelde siyah, yeşil, kahve, kırmızı,pembe
Dilinim	İnce prizmatik kütleler ,kristal ışınsal yığınlar oluşturabilir.
Çizgi rengi	Renksiz

-Limonit $\text{HFeO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ veya $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ve diğer su içeren demir oksitler amorf veya kriptokristal

Sertlik	5,3
Özgül ağırlığı	3,8 gr/cm ₃
Renk	Kahverengi tonları, koyu kahve, kahverengimsi siyah, havayla temasında mat sarı ve kahverengi hale gelir.
Dilinin	Kırılması düzensiz
Çizgi rengi	Sarımsı kahverengi veya kırmızı

(Kurt , 1998)

2.6 Feldispat Yatakları

Feldispat , yerkabuğundaki birçok magmatik, metamorfik ve sedimanter kayacın bileşiminde büyük ölçüde bulunmasından dolayı ticari olarak çeşitli kaynaklardan üretimi veya feldispat planı yeterli olduğu taktirde bu kayaçların direkt olarak sanayide kullanımı mümkün olmaktadır. Ticari feldispat kaynağı olarak halen kullanılan kayaç türleri şunlardır:

2.6.1 Pegmatitler

Potasyum feldispatın hakim mineral bulunduğu ve ayrıca başka ekonomik mineraller de içerebilen kaba taneli magmatik bir kayaçtır. Genellikle granit-granodiyorit bileşimli kayaçlarda ilişkili olarak bulunur. Ayrıca metamorfik provenslerde de bulunmaktadır. Sanayide direkt olarak veya zenginleştirilerek kullanılmaktadır. Pegmatitler mineralojik bileşimlerine göre iki gruba ayrılırlar.

- ✓ Asit pegmatitler
- ✓ Bazik pegmatitler

Asit pegmatitler

- Granit pegmatitler: Granitlere bağılı pegmatitlere denir. Esas olarak kuvars , alaklı feldispat , asit plojaklas ve muskovite tali olarak turmalin , topaz, fluorit , apatit v.b. değerli taşlarla nadir elementler içerir.
- Siyanit pegmatitler: Cevherleşme yönünden önemlidir. Granitik pegmatitlerden farklı olarak kuvars bulundurmaz.

Bazik pegmatitler

Esas olarak bazik bir plajioklas (andezin,labrador) ile hornblend veya proksenlerden oluşurlar. Asit pegmatitlere göre ekonomik önemleri yoktur. Mineralojik ve yapı yönünden iki gruba ayrılırlar.

- ✓ Basit Pegmatitler: Birleşim ve yapı pegmatit kütlesinin tamamında aynıdır. Genelde ortoklas kuvars ve muskovitten oluşur.
- ✓ Karmaşık Pegmatitler : Kenardan merkeze doğru mineralojik bileşim ve yapılarında değişiklik gösteren ve nadir elementler yönünden özellikler gösteren pegmatitlerdir.

(Can, 1997)

2.6.2 Aplitler

Mineralojik olarak, damar kayacı şeklinde ve granit bileşiminde bir kayaç dokusunu , ticari olarak ise, büyük ölçüde albitten oluşan feldispatik bir damar veya dayk kayacını ifade eder. Kaolinleşmiş türleri de sanayide kullanılmaktadır. Bunlar da granitik kayaçlarla ilişkili olarak oluşmuşlardır.

2.6.3 Feldispat Filonları

Granitik kayaçların kendi bünyeleri içinde veya kontakt halindeki yan kayaçlarda enjeksiyon damarları halinde oluşmuş feldispatça zengin sokulumlardır. Çok zengin tenörlü Na veya K-feldispat içerir. Empürite oranları daha düşüktür.

2.6.4 Nefelinli Siyenitler

Silişçe fakir kristalin bir kayaç olup albit ve mikroklin türü feldispat ile nefelinlinden oluşur. Az miktarda mafik silikatlar ve diğer aksesuar mineralleri içerir. Serbest silis içermesi, yüksek alkali ve alümine içeriği, yüksek ergitme gücü ve dar erime aralığı, cam endüstrisine ideal uyum gösteren karakteristiklerdir. Bu mineralin feldispata kıyasla daha yüksek alkali ve alümina katılımı anlamına gelmektedir. Kayacın endüstriyel özelliklerini temin eden nefelin minerali $\text{Na}_3\text{KAl}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$ kimyasal bileşimine sahip $\text{Na/K} = 3/1$ olan, hegzagonal sistemde kristalleşen, mohs's sertliği 5 , 5-6 ve özgül ağırlığı $2,5-2,7 \text{ gr/cm}^3$ olan bir mineraldir. Alterasyon sonucu sodalit, kankrinit, zeolit türleri ve özellikle de analsime dönüşür. Nefelinli siyenitin bazı türleri: kongressit, raglanit, rouillit ve urittir. Nefelinli siyenit Türkiye açısından potansiyel feldispat kaynağı olarak istikbal vaat etmektedir.

2.6.5 Alaskit

Granit-pegmatit arası bir kimyasal bileşime sahiptir. Ortalama mineralojik bileşimi %45 plajiyoklas, %25 kuvars, %20 mikroklin,%10 muskovit şeklindedir.

2.6.6 Grafit Granat (Yazı Graniti)

K-Feldispatın hakim olduğu sekonder mineral olarak kuvars içeren ve yüksek K_2O istendiğinde kullanılan bir pegmatittir.

2.6.7 Feldispatik Kumlar

Doğal işlenmiş halde feldispat ve kuvars karışımından oluşmuş kumlardır. Feldispatça zengin kayaçların erozyonu ve taşınım depolanması sonucu oldukça zengin plaser yatakları oluşabilir ve büyük rezerv elde edilebilir.

2.6.8 Altere Granitler

Granitik kayaçları atmosferik şartlar altında veya hidrotermal etkilere belirli ölçüde alterasyonu sonucu, içerdiği feldispatlarda kaolinleşme gelişir ve kayaç bünyesindeki mafik mineraller belirli ölçüde uzaklaştırılarak demiroksit empüriteleri azaltılır. Saf feldispat kaynaklarının son yıllarda rezerv yönünden azalması sonucunda granitlerin seramik sanayinde değerlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye'de Çanakkale Seramik

Fabrikaları Karabiga civarında bulunan bu tür oluşumlardan massede kullanılan feldispat/kaolin/kuvars karışımı bir malzeme üretmektedir.

(Yavuz ve Bütüner , 1996)

2.7 Tüketim Alanları

Genel olarak üretim büyük bir kısmı dünyada cam ve seramik sanayinde kullanılmaktadır. Bunun yanında kaynak elektrod üretimi, boya sanayi, plastik sanayi, sırlama gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır.

2.7.1 Cam Sanayi

Dünyada cam sanayi en büyük feldispat ve nefelinli siyenit tüketicisi durumundadır. Genel olarak üretilen feldispatın %60 'ı cam sanayinde kullanılmaktadır. Feldispat mineralleri cam reçetesi esas olarak alümina ve alkali kaynağı şeklinde yer alırlar. Alümina camın dayanıklılığını artırır, kolay işlenebilirliğini sağlar ve saydamlığını uzun süre korunmasına yardım eder. Feldispatların Al_2O_3 içeriği düz camlarda %1,5-2 cam elyafında ise %15 ' e kadar çıkmaktadır. Cam sanayinde toplam demir içeriği de çok önemlidir. Beyaz cam üretiminde kabul edilebilir maksimum toplam demir içeriği %0,08 'dir.

Ekonomik olarak değerlendirilebilirliğinde nefelin siyenitler de % 59-60 SiO_2 (silka) , % 23-24 Al_2O_3 (alümina) ve %9,8 -10 K_2O (alkali) içeriği ile cam sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle cam sanayinde yüksek tenörlü Na-feldispat kullanımlakta olup 75 mikronun altında tane boyutu istenmektedir.

2.7.2 Seramik Sanayi

Üretilen feldispatın %35 'i fayans yapımı ve sır malzemesi olarak seramik sanayinde kullanılmaktadır. Feldispatlar diğer yönden, seramik sanayinde, ergime sıcaklığının düşürülmesi amacıyla ve seramik içerisinde flaks (eritici) olarak kullanılırlar. Flaksler pişme 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. Alkali içeriği arttıkça, eritici özelliği artmakta ve buna bağlı olarak erime noktası düşmektedir.yumuşak

porselenlerde hammadde karışımında %25-40 , sofraya eşyasında % 18-30 , elektro porselende %20-28 , kimyasal-teknik porselende % 17-30 , fayansta % 13-35 ve sır malzemesinde % 30-35 oranında feldispat kullanılmaktadır. Seramik sanayinde yüksek tenörlü K-feldispat , yüksek vizkoziteye sahip bir eriyik oluşturduğundan ve yüksek sıcaklıklarda seramiğin şekil bozulmalarına karşı mukavemet temin ettiğinden dolayı kullanılmaktadır.

2.7.3 Kaynak Elektrod Üretimi

Feldispatın yeni bir kullanım alanıdır. Feldispatın ergitici özelliği, elektrod kaplama malzemesi yapımında ideal bir bileşen olma özelliği göstermektedir.

2.7.4 Boya Sanayi

Boya sanayinde feldispat ve nefelinli siyenit yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bunun nedeni ise, bunların daha iyi akıcılık ve parlaklık vermeleri ve boyanın maliyetini düşürmeleridir.

Yağ –su-emülsiyon ve toz kapma tipi boyalarda, 20-30 mikron boyutunda feldispat kullanılır. Feldispat özellikle dış cephe boyalarında, n anti korozyon boyalar sıva ve plaster gibi asite dirençli mamullerde CaCO_3 yerine kullanılır. Dış etkenlere karşı renk stabilitesinde avantajlar sağlar. Çok parlak boyalarda tane boyu 1-2 mikron saten parlaklığında boyalarda ise 30 mikron boyutunda feldispat kullanılır.

2.7.5 Plastik Sanayi

Plastik üretimi türüne göre, plastiğe katılan maddeler, kalsit, dolomit, wollastonit, feldispat grubu minerallerdir. Renk verici, yanmayı geciktirici olarak kullanılır. Dolgu kriterine göre bu maddeler tercih edilmekle beraber yangına dayanımı ve sertlik açısından feldispatlar tercih nedeni olmaktadır. Aranılan özellikler olarakta yoğunluk , tane homojenliği, tane şekli, nem içeriği beyazlık gibi özellikler önde gelmektedir.

(Kulaksız ve Özçelik , 1997)

2.8 Dünyada Mevcut Durum

Dünyada feldispat kaynağı olarak granitler, pegmatitler, nefelinli siyenitler, feldispatik kumlar dikkate alınmaktadır. Bu kaynakların bolluğu nedeniyle dünya feldispat rezervlerinde rakamsal değer bulmak mümkün değildir. Dünya literatüründe de bu rakamlardan bahsedilmekte ve kesin rakamlar verilmemektedir. Şüphesiz ki bu kaynak ve rezervler hem potasyum feldispatları hem de sodyum feldispatları içermektedir. Ayrıca feldispatik kumlar ve nefelinli siyenitler toplam rezervler içerisinde büyük bir oranı içermektedir.

Dünyada toplam feldispat rezervi 1.740 milyon ton olup bu rezervin büyük bir bölümü Asya kıtasında yer almaktadır. Türkiye 240* milyon tonluk rezerv ile dünya feldispat rezervinin %14 'ünü oluşturmakta ve ülke bazında en büyük sodyum feldispat rezervine sahip durumdadır.

Tablo 2.4 Dünya Feldispat Rezervleri

Kıta Adı	Rezerv (Milyon Ton)
Kuzey Amerika (Kuzey Carolina)	350 (250)
Güney Amerika	200
Avrupa	250
Afrika	200
Türkiye	240*
Asya	500
TOPLAM	1.740

Kaynak : *Industrial Minerals and Minerals Yearbook, 2005*

* Güncelleştirilmiş rezervlerimiz bunun üzerindedir.

2.8.1 Üretim

Dünya feldispat kaynağı olarak üretilen granitik kayalar, nefelinli siyenitler, altre granitler, granit kumları ve pegmatit damarları v.b. açık işletme metodu ile üretilmektedir. Tüvenan olarak üretilen cevherler kırıcılardan geçirilerek manyetik temizleme suretiyle içinde

istenmeyen Fe_2O_3 'li minerallerinden ayrılır Özellikle albit bakımından zengin aplitler ise flotasyon yöntemiyle içinde istenmeyen mika ve demirli safsızlıklardan temizlenir.

Feldispat 50 'den fazla ülkede üretilmektedir. USGS (United State Geological Survey)'nin 2003 yılında yapmış olduğu araştırmalar ve tahminlere göre başlıca feldispat üretici ülkelerin üretim miktarı Tablo 2.5 verilmiştir.

Tablo 2.5 Dünya Feldispat Üretimi

Ülke Adı	Üretim Miktarı (1000 Ton)					
	1980	1985	1990	1995	2000	2003 ^t
A.B.D.	644	635	630	880	790	800
Almanya	381	322	418 ^t	330	450 ^t	450
Brezilya	123	110	105	199	118	75
Çek Cumhuriyeti	Bilgi Alınamamış				337	350
Fransa	210	172	420 ^t	632	642 ^t	650
Hindistan	59	46	54	100	110 ^t	150
İspanya	103	136	214	379	460 ^t	450
İtalya	345	1.116	1.610	2.199	2.500	2.500
Mısır	4	19	10	75	330 ^t	350
Tayland	24	104	311	670	626	780
Türkiye*	73 ^t	20 ^t	182	760	1.148	1.800
Diğer	1.334	1.420	2.046	1.676	1.989	2.445
TOPLAM	3.200	4.100	6.000	7.900	9.500	10.800

^t Tahmini

* 2000 yılından itibaren Türkiye ile ilgili rakamlar çok düşük olup gerçek değerlerin yaklaşık yarısıdır.(İ.Bayraktar 2004)

2.8.2 Uluslar arası Ticaret

Feldispat grubu mineraller seramik ve cam endüstrilerinde belli kalite sınırları içinde yaygın kullanılan bir hammadde olması nedeniyle önemli bir pazarı vardır. Ülkelerin son yıllarda feldispat üretim sıralamasında; Türkiye, İtalya, A.B.D. , Tayland ve diğer Avrupa ülkeleri gelmektedir. Dış satım ve üretimde Türkiye ilk sırayı almaktadır.

İtalya, Türkiye’den sonra en çok feldispat üreten ülke olmasına karşın ülkemizden de en fazla ithalatı yapan ülkedir. Örneğin İtalya’ya 2004 yılında 2,7 milyon ton ,2005 yılında 2,3 milyon ton sodyum feldispat ihracatı gerçekleştirilmiştir.

Kuzey ve Güney Amerika çok az ithalat ve ihracat yapmaktadır. Hemen hemen üretimleri kadar tüketilmektedir.

Feldispat ticaretinde en hareketli bölge Avrupa Birliği olup dünya feldispat üretiminin %40-45 ‘ini gerçekleştirmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinin dış ticaret hacmi oldukça büyük olup toplam üretimlerinin yaklaşık %20 ‘sini ithalat, %10 kadarını da ihracat yapmaktadır. Bu ülkelerden özellikle İtalya en hareketli ülkedir.

Avustralya ve Asya ülkeleri de ithalatları ihracatlarından yüksek ülkelerdir. Bu ülkelerin ithalat kapasiteleri son krizde düşmüştür. Ortadoğu da ve Afrika ülkeleri ihracat yapan ülkeler olmakla birlikte ihracat kapasiteleri düşüktür.

Tablo 2.6 Ükelere Göre Feldispat İthalat Değerleri

Ülke Adı	İthalat Miktarı (1000 Ton)		
	1997	2000	2003
Almanya	42	52	51
Endonezya	81	105	186
İtalya	714	1.573	2.292
Malezya	267	281	262
Polonya	36	82	155
Portekiz	36	60	81
İspanya	229	552	777

(U.N. Statistics Division 2004)

Tablo 2.7 Ülkelere Göre Feldispat İhracat Değerleri

Ülke Adı	İhracat Miktarı (1000 Ton)		
	1997	2000	2003
Çin	591	607	599
Fransa	122	296	286
Almanya	83	61	102
İtalya	43	122	165
Malezya	21	24	53
Norveç	68	71	68
İspanya	25	57	66
Tayland	241	294	330
Türkiye	950	2.114	3.000

(U.N. Statistics Division 2004)

2.8.3 Maliyetler ve Fiyatlar

Dünya’da maliyetlere ilişkin ABD Alaskit (beyaz, toz şeker görünümlü granit) üreten bir firmanın maliyetlerindeki çeşitli kalemlerin payı ve birikimli yüzdeleri Tablo 2.8. de verilmiştir.

Tablo 2.8. Maliyet

Birim Üretim Girdileri Oranı	%
Madencilik	18
Kırma	2
Öğütme	6
Flotasyon	12,5
Kurutma	7
Kuru Öğütme	17
Dökme Yükleme	1,2
Torba Yükleme	11
Atık Atımı	6
Yönetim	18,5

(A.B.D. Alaskit üreten bir firmanın maliyeti)

Tablo 2.9 Ülkelere göre bazı feldispatların satış fiyatları

Ülke	Tutar (\$) / S. Ton		
A.B.D.	Fabrika Çıkış Fiyatı		
	Seramik Kalite	170-200 meş, Sodyum Feldispat	60-75
		200 meş, Sodyum Feldispat	125
	Cam Kalite	30 meş, Sodyum Feldispat	40-52
		80 meş, Sodyum Feldispat	85-90
Güney Afrika, Durban	Liman Teslim Fiyatı		
	Seramik Kalite	Torbalı	112-165
	Mikronize	Torbalı	205
Hindistan	Liman Teslim Fiyatı		
	Seramik Kalite	Parça, Potasyum Feldispat	25-27
	Öğütülmüş	200 meş, Potasyum feldispat	70

(Industrial Minerals, Eylül 2006)

2.8.4 Çevre Sorunları

Dünyada feldispat ocaklarında büyük bir çevre sorunu olmamaktadır. Avrupa ve Amerika’da ocaklar işletmeye alınmadan önce verilen çevresel etki değerlendirmesi raporuna göre tedbirler belirlenmekte ve daha sonra işletme izni verilmektedir.

Feldispat öğüten ve flote eden tesislerde toz tutma ve proses suyu için kapalı devre olması halinde insan sağlığı ve çevreye büyük bir etkisi olmamaktadır. Toz emisyonları ve su deşarjları, sırasıyla hava kirliliği ve su kirliliği kontrolü yönetmelikleriyle uyumlu olduğu takdirde hiçbir sorun yaşanmamaktadır.

2.9 Türkiye'de Durum

2.9.1 Rezervler

Dünya kaliteli feldispat rezervlerinin yaklaşık %14 'üne sahip olduğumuz dikkate alındığında Türkiye'nin maden rezervlerinin zenginlik sınıflandırılmasında feldispat açısından oldukça zengin bir bölgedir.

Türkiye'de feldispat rezervleri konusunda kesin rakamlar vermek mümkün değildir. Bu konuda çalışma yapan MTA Genel Müdürlüğü 'nce yapılan değerlendirmelerde granit, nefelinli siyenit ve feldispatik kum rezervleri verilmektedir. Ancak cevher kalitesi, nihai kullanım amacına bağlı olduğundan, bu kaynaklar üzerinde daha detay çalışmalara ihtiyaç duyulabilmektedir. Ülkemizin en önemli ve kaliteli albit (Na-Feldispat) yatakları Batı Anadolu'da, Çine-Milas-Yatağan-Bozdoğan yöresinde bulunan ve üretim yapılan yataklardır. Bu yatakların önemi; rezerv açısından zenginliği, kalitesi, limana ve tüketim alanlarına olan yakınlığından kaynaklanmaktadır. Bu bölgede faaliyet gösteren büyük şirketlerin (Kalemaden, Esan, Kaltun ve Akmaden) yaptığı sondaj çalışmalarına göre 2005 yılı itibariyle albit rezervleri 400 milyon tonun üzerindedir. Rezerv tespiti yapılmamış ancak bilinen oluşumlar Tablo-10 da verilmiştir.

Ülkemizde diğer yer altı kaynaklarında olduğu gibi, son yıllarda, feldispat açısından da belirli kaynaklar ayrılıp yeterli, sistematik bir arama ve rezerv geliştirme programı uygulanmamıştır. MTA'nın resmi kayıtları 2000 yılı öncesine ait olup, güncel durumu yansıtmamaktadır. Çine-Yatağan-Milas bölgesindeki büyük sodyum feldispat rezervleri ve potansiyeli dışında, Uşak'ta albit rezervleri mevcuttur. Sodyum-Potasyumlu karışık feldispat rezervleri de Bilecik-Söğüt-Manisa-Demirci-Gördes ve Kırşehir Masifinde bulunmaktadır. Kırşehir Masifi çok önemli bir potasyum feldispat potansiyeline sahiptir.

Tablo 2.10 Rezerv Tespiti Yapılmamış Ancak Bilinen Oluşumlar

Yer	Oluşum
Istıranca Masifi	Pegmatit
Kırşehir Masifi	Pegmatit, Altere granitler(Monzonitler), Siyenit-Nefelinli Siyenitler
Artvin Yöresi	Granit ve Pegmatitler
Bitlis Masifi	Albit gnayslar ve Albit
Kayseri-Yalıkavak	Feldispatik Kumlar

(Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı/Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005))

2.9.2 Üretim

Türkiye feldispat üretimi, seramik ve cam sektörü açısından yeterli düzeydedir. Türkiye seramik ve cam sanayinin tüm feldispat ihtiyacını karşılamakta ve ihracat yapmaktadır. Seramik sektörü istenen kaliteyi yakalamış, feldispat üretimi kalite bakımından Avrupa standartlarına ulaşmıştır. Albit üretimi 2006 yılında yaklaşık 6.000.000 tona ulaşmıştır.

Tablo 2.11 Türkiye'nin feldispat Üretimi Yıllara Göre Dağılımı

ÜLKE	Üretim Miktarı (1000 ton)/Yıl						
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Türkiye	1.257	1.887	3.110	3.599	3.396	5.500	6.000

(TÜİK,MİGEM, Üreticiler, DPT.)

K-Feldispat üretimi, pegmatit zonlarında yapılmaktadır. Ocak üretim şartlarının zorlaşması nedeniyle kalite düşüşleri olup ileriki yıllarda K-Feldispat üretimi istenilen kaliteye ulaşamaması nedeniyle zorlaşacaktır.

Bilecik ve Söğüt bölgesinde bulunan granitler ve granit pegmatitlerin ileriki yıllarda öneminin ve üretim miktarının artması beklenmektedir.

2.9.3 Tüketim

Türkiye’de üretilen feldispatların en büyük tüketim alanı seramik ve cam sanayilerini ile boya, kaynak elektrotlarıdır. Plastik sanayinde de tüketimi mevcuttur. Bu sektörlerde kullanılan feldispatların kullanım miktarları ve özellikleri kullanım alanları bölümünde verilmiştir. 2006 yılı itibariyle seramik ve cam sektörlerinde feldispat kullanımı 1,5 Milyon tonun üzerindedir.(Devlet Planlama Teşkilat Müsteşarlığı 2007-2013)

2.9.4 İhracat-İthalat

2.9.4.1 İhracat

Bugün Türkiye, başta İtalya ve İspanya olmak üzere, Suriye, Lübnan, Mısır, Almanya, İsrail, Cezayir, Romanya ve Uzakdoğu ülkelerine feldispat ihracatı yapmaktadır(Tablo 12,13). Türk feldispatı yurtdışına albit (sodyum feldispat) olarak ihraç edilmekte, ürün tüvenan, öğütülmüş veya flotasyonla zenginleştirilmiş kalitede olup olmamasına bağlı olarak fiyatlandırılmaktadır. Şirketler 1996 yılından itibaren daha fazla katma değer yaratan flote feldispat üretebilmek için flotasyon tesisleri kurmuş, bu tesisler sayesinde demir ve titan içeriği düşük kaliteli feldispatlar üretmeye başlamışlardır. Bunun sonucunda flote feldispat son yıllarda üretimde önemli bir paya sahip olmuştur. Bunların yanında, bazı firmalar da flotasyon yapmadan ocaklarından ve rezervlerinden, seçimli madencilik yapmak suretiyle beyaz "superwhite" olarak adlandırılan demir ve titan içeriği düşük olan feldispat üretimi yapmaktadır

Tablo 2.12 Türkiye’nin Feldispat İhracatının Yıllar’a Göre Dağılımı

Ülke Adı	İhracaat Miktarı (1000 Ton) / Yıl						
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Türkiye	1.799,9	2.114,4	1.356,6	2.350,7	3.027,7	4.028,6	3.670,8

(Kaynak: TÜİK, MİGEM, Üreticiler, DPT.)

Tablo 2.13 Türkiye'nin Feldispat İhracatının Ülkelere Göre Dağılımı

Ülke	2002		2003	
	Miktar (Ton)	Tutar (Bin \$)	Miktar (Ton)	Tutar (Bin \$)
İtalya	> 2.000.000	27.767	>3.000.000	36.632
İspanya	417.076	7.767	553.120	9.937
Endonezya	21.252	1.372	28.285	1.583
Tunus	22.957	749	30.461	955
Romanya	35.673	774	36.897	826
İsrail	28.016	744	31.425	773
Mısır	23.622	760	21.900	651
Polonya	9.000	158	32.938	559
Lübnan	22.670	459	24.170	476
Suriye	18.305	321	27.598	427
Diğer	79.888	2.597	93.297	2.675
TOPLAM	>2.700.00	43.467	4.000.000	55.492

(Kaynak: İstanbul Maden ve Metaller İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği)

2.9.4.2 İthalat

Seramik ve cam sektörünün istediği her kalitede ve Avrupa standartlarında albit (Sodyum feldispat) ham ve zenginleştirilmiş olarak üretildiğinden ithalatı söz konusu değildir. Potasyum Feldispat ise Hindistan ve Mısır'dan ithal edilmekte olup, ithalatımız 2000 yılından itibaren azalmaya başlamıştır. 2001 yılında 36 bin ton olan ve 4,1 milyon dolar düzeyinde gerçekleşen K-Feldispat ithalatı 2002 yılında yaklaşık 20 bin tona, değer olarak da 2,46 milyon dolara gerilemiştir (Tablo 2.14.)

Tablo 2.14 Feldispat İthalatının Yıllara Göre Dağılımı .

Feldispat Türü	Miktar, Ton		
	2000	2001	2002
Potasyum (K) Feldispat	38.335	36.154	19.655

(Kaynak: MİGEM-Maden İşleri Genel Müdürlüğü)

2.9.5 Türkiye’de Maliyetler ve Fiyatlar

Türkiye’de feldispat olarak üretilen albit, K-Feldispat ve pegmatitlerin ocakbaşı üretim maliyetleri kendi içlerinde ocakların özelliklerine göre değişmektedir. Bu değişim ile birlikte ocakların özelliklerine göre birim üretim girdilerindeki oranlarda da değişmektedir. Ancak şirketlerden gelen bilgiler ışığında geçmiş 5 yıl için bir genelleme yapılarak maliyetler ve birim üretim girdileri ortalamaları alınmıştır (Tablo 2.15). Ayrıca albitin birim üretim girdisi ile maliyetlerini K-Feldispat ile mukayese etmek, gerek maliyet gerekse birim üretim girdileri açısından mümkün değildir.

Tablo 2.15 Tüvenan Feldispat Üretim

Birim Üretim Girdileri Oranı	%
Dekapaj	5 – 20
Taşeron-Üretim, Makina ve İşçilik Giderleri	30 – 40
Orman-Arazi Bedeli	10 – 15
Ocak İçi Nakliye	2
Vergi ve Harçlar (ekstra)	10
Patlayıcı Gideri	8
Kalite Kontrol	5
Alt Yapı	5

(Kaynak: DPT.)

Gayri resmi bilgilenmelere göre günümüzde, Aydın-Çine bölgesindeki -10mm standart feldispatın Güllük limanındaki stok maliyeti yaklaşık 12 \$/ton dur. Flote feldispat maliyeti, Güllük’ te yaklaşık 25-27 \$/ton, İzmir Alsancak stokta 28-30 \$/ton dur (Tablo 2.16).

Tablo 2.16 Fiyatlar

Feldispat Türü	Tutar (\$) / S.Ton		
Sodyum (Na) Feldispat - Albit	Ham Cevher*	-10 mm, Yığın	13 - 14*
	Öğütülmüş	-65 mikron, Torbali	75 - 80
	Cam Kalite	-500 mikron, Torbali	54 - 56
	Flote	-300 mikron, Dökme	38 - 40

Kaynak: Güllük, Liman Teslim Fiyatları, (*Industrial Minerals*, Eylül 2006).

*Industrial Mineral Dergisi,yıllardır gerçek fiyatlardan daha düşük fiyatlar yazmaktadır.Günümüz fiyatları 18 Doların üzerindedir.

2.9.6 İstihdam

Taşeronluk hizmetleri ile birlikte yaklaşık 1500 kişi doğrudan, 1000 kişi de dolaylı olarak feldispat sektöründen geçimini temin etmektedir

2.9.7 Çevre Sorunları

Feldispat maden ocaklarında çevreyi etkileyebilecek önemli bir problem yoktur. Ormanlık arazilerde ücretleri Orman idarelerine yatırılmakta, mülkiyetli arazilerde, özellikle zeytinliklerde ise mülkiyet sahipleri ile anlaşılmaktadır. Plan döneminde en büyük problem Çevre Bakanlığı'nın çıkarttığı ÇED yönetmeliğinin nasıl uygulanacağıdır. Feldispat öğütme ve kırma tesislerinin hemen hepsi Çine ve Milas'da bulunmakta olup, bu tesislerde toz haricinde bir problem yoktur. Mevcut tesisler de toz problemine karşı önlem almak durumundadır.

BÖLÜM ÜÇ

FELDISPATLARIN ZENGİNLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

Pegmatitler ve aplitlerde feldispat yanında bir miktar kuvars ve mika, bazen de turmalin granat ve demir oksitler bulunmaktadır. Feldispatların kullanılacak sanayi dalında talep ettiği teknolojik şartları sağlayabilmek için zenginleştirilmeleri, elde edilecek ürünün kalitesi yönünden son derece önemlidir.

Zenginleştirme işlemleri, cevherlerin özelliklerine göre çeşitli yöntemler uygulanarak yapılabilmektedir. Bu yöntemler sırasıyla

- ✓ Elle ayıklama ile zenginleştirme
- ✓ Tane boyutuna göre sınıflandırma ile zenginleştirme
- ✓ Manyetik ayırma ile zenginleştirme
- ✓ Elektrostatik ayırma ile zenginleştirme
- ✓ Flotasyon ile zenginleştirme

Zenginleştirmenin bütününde, bu yöntemleri biri veya birkaçı uygulanarak endüstriyel ve ekonomik şartlara uygun feldispat elde edilebilmektedir.

3.1 Elle Ayıklama İle Zenginleştirme

Feldispatları, diğer minerallerden renk ve parlaklık farklarına dayanan özelliklerden yararlanılarak iri boyutlarda maden ocağında gerçekleştirilen zenginleştirme yöntemi olup ülkemizde cam, seramik ve porselen sanayi dallarında çeşitli şirketlerin halen tercih ettikleri yöntemdir. Ancak ince boyutta dağılım gösteren minerallere sahip cevherlere uygulanamamaktadır.

3.2 Tane Boyutuna Göre Sınıflandırma İle Zenginleştirme

Bu yöntemde cevheri oluşturan dayanıklılık, kırılış şekli, dilinim gibi fiziksel özelliklerine göre farklı büyüklük ve şekillerine göre farklı büyüklük ve şekilde kırılmaları özelliğinden yararlanılmaktadır.

Mikalar yapısı gereği çok zor kırılır ve öğütülür genellikle kırılan ve öğütülen mikalar lifsi ve çubuksu yapılarını korurlar. Feldispatlar ise, mikalara göre çok daha kolay kırılır ve

öğütülürler. Bu yapı farklılığından yararlanarak kırma, eleme, öğütme ve klasifikasyon işlemiyle feldispat ve mika kolayca ayrılabilir.

Bu yöntemi uygulayarak zenginleştirme yapan en önemli tesis Consolidated Feldspar Corp., ABD.'dir. Bu tesiste elde edilen feldispat konsantreleri ve boyut dağılımı şöyledir.

Cam endüstrisi için	% 40,0 < 0,074 mm	% 0,06 Fe ₂ O ₃
Sır ve cila endüstrisi için	% 90,0 < 0,074 mm	% 0,08 Fe ₂ O ₃
Seramik endüstrisi için	% 99,7 < 0,074 mm	% 0,08 Fe ₂ O ₃
İri boyutlu	% 100,0 < 0,080 mm	% 1,5 < 0,074 mm
İnce boyutlu	% 100,0 < 0,080 mm	% 15-20 < 0,074 mm

Boyuta göre sınıflandırma ile zenginleştirme yöntemi, tek başına uygulanabildiği gibi diğer yöntemlerle birlikte de uygulanabilmektedir. Yöntem ve yöntemlerin seçiminde mineral boyutları ile kullanılış amaçları ve istenmeyen safsızlık dereceleri önemlidir.

3.3 Manyetik Ayırma İle Zenginleştirme

Pegmatitler, feldispat ve kuvarsın yanında tali olarak çeşitli demirli mineralleri içerirler. Bu mineraller, manyetik duyarlılık farkından yararlanılarak feldispattan ayırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Zenginleştirme işlemi manyetik duyarlılığa bağlı olarak düşük veya yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılara, yaş veya kuru olarak yapılabilir. Yöntemin verimli olabilmesi için, cevherin belirli boyut aralıklarında sınıflandırılmış olarak beslenmesi gerekmektedir.

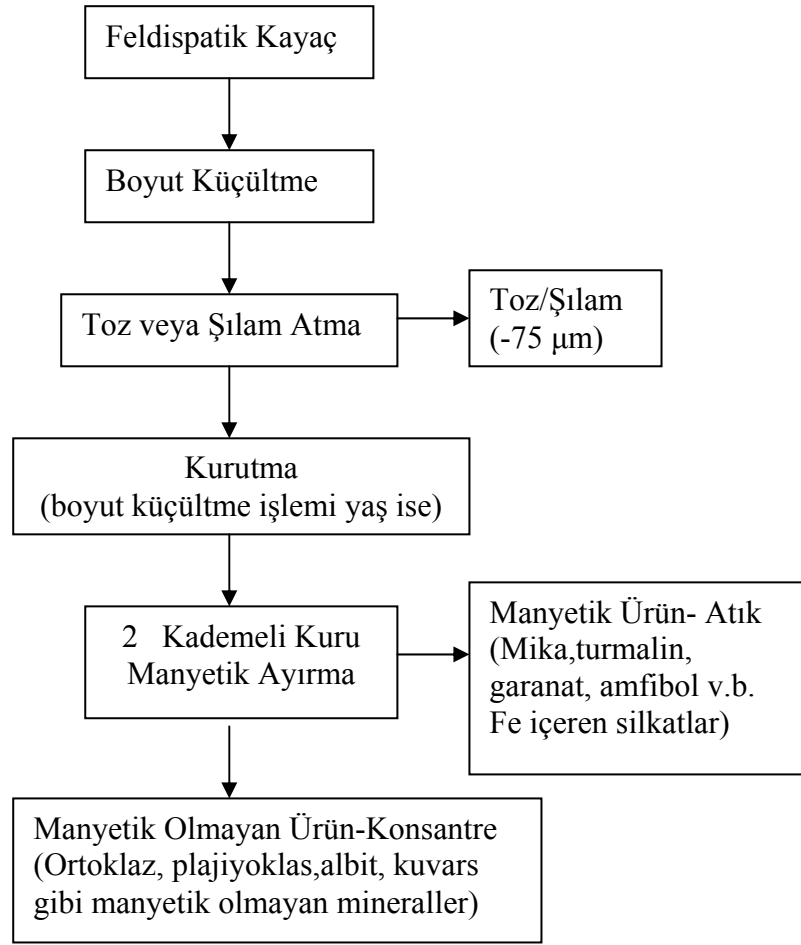
Feldispat cevherlerinin zenginleştirilmesi amacıyla son yıllarda dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılmaya başlayan manyetik ayırma yönteminde, yüksek gradyanlı, yüksek alan şiddetli, Nd-Fe-B'dan yapılmış, sabit mıknatıslı, "Rare Earth Magnets, REM" olarak adlandırılan manyetik ayırıcılar başarıyla kullanılmaktadır. REM tipi manyetik ayırıcıların kapasiteleri tane boyutuna bağlı olarak -1 + 0,1 mm farksiyonu için kapasite 1-1,5 ton/saat iken 10+1 mm faraksiyonu için bu miktar 5-6 ton/saat'e kadar çıkmaktadır.

Rulo tipi ayırıcıların en büyük avantajı ucuz, basit ve cevherin özelliklerine göre imal edilebilmeleri ve rulo tipti 1 T'dan büyük alan şiddeti ile matriks tipi manyetik ayırıcılardaki gradyana yakın, yükske bir gradyana sahip olmalarıdır.

Kuru manyetik ayırmada en önemli nokta ince fraksiyonunun ($-75 \mu\text{m}$) çok iyi ayrılmasıdır. Aksi takdirde ince taneler statik elektriklenme yoluyla iri tanelere, ruloya ve banta yapışmakta, ayırımın başarısı ve sürekliliği olumsuz etkilenmektedir. Aynı zamanda, bu ince tanelerin bant ile rulo arasına girip bandın rulo yüzeyinden uzaklaşması, bant yüzeyindeki alanın ve gradyanın düşmesine neden olduğundan, bant altında hava üflemeyle pozitif bir basınç yaratmak ince tane ayırımlarında çok yararlı olmaktadır. Diğer olumsuz bir nokta da tane boyu incelidikçe kapasitenin önemli oranda düşmesidir. İnce tanelerin ($-75 \mu\text{m}$) atık olarak ayrılması kuşkusuz maliyet arttırıcı bir unsurdur.

Günümüzde yaş, matriks tipi yükske alan şiddetli ve yükske gradyanlı kroyojenik ayırıcılar mevcut olmakla birlikte, gerek ilk yatırım, gerekse işletme masrafları REM'lerle karşılaştırılamayacak derecede yüksektir. Bu nedenlerle proje yapılabilirliğini olumsuz etkileyebilir.

Feldispatların zenginleştirilmesinde kullanılan tipik bir kuru manyetik ayırma akım şeması Şekil 3.1 'de verilmiştir.



Şekil 3.1 Tipik bir kuru manyetik ayırma devresi akım şeması

(Bayraktar., İ., Magmatik ve metamorfik kayalardan fedispat üretimi, 2003, MTA, Ankara)

Feldispatların kullanıldığı endüstri alanının talep ettiği teknolojik şartlara bağlı olarak elde edilen ürünlerdeki demir oranının en fazla % 1- 0,30 Fe_2O_3 arasında olması gerektiğinden manyetik ayırma yöntemi diğer yöntemlerle birlikte kullanılmaktadır.

3.4 Elektrostatik Ayırma İle Zenginleştirme

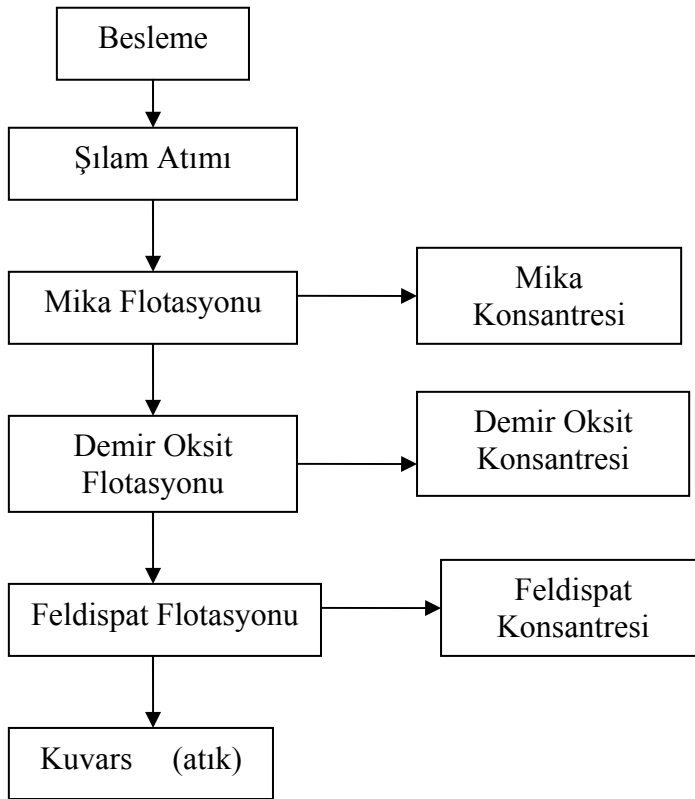
Elektrostatik ayırma ile zenginleştirmenin endüstriyel çapta uygulanması, beslenecek cevherin kurutma, ısıtma, tozdan ayırma ve boyuta göre sınıflandırma işlemlerine tabii tutulması gerektiğinden çok zor ve pahalıdır.

Pegmatitlerdeki çeşitli mineraller, reversibilite özelliklerine ve voltaj farklılıklarına göre elektrostatik işlemlerle ayrılabilir. Yöntem tek başına uygulanabildiği gibi, özellikle flotasyon yöntemiyle başarıyla uygulanmaktadır.

3.5 Flotasyon İle Zenginleştirme

Flotasyon yöntemi son yıllarda son yıllarda gelişip en çok uygulanan gerek istenmeyen minerallerin ayrılmasında ve gerekse endüstriyel hammaddelerin çeşitli ürünler halinde elde edilmesinde faydalanan yöntemdir. Flotasyon yöntemiyle pegmatitlerdeki feldispat ve kuvars ekonomik olarak istenmeyen minerallerden (mika, turmalin, grana ,demir oksit v.b.) ayrılabilir.

Cevheri oluşturan minerallerin cinsine göre flotasyon işlemi birkaç kademede gerçekleştirilebilir Şekil 3.2’de feldispat flotasyonu akım şeması verilmiştir.



Şekil 3.2 Feldispat flotasyonu akım şeması

(Thom, 1962)

- ✓ İlk olarak mika amin tipi kolektörler ile $\text{pH}=3-3,5$ da yüzdürülür. pH ayarlayıcı olarak H_2SO_4 kullanılır. Bu sayede aminlerle yüzebilen mika alınır.
- ✓ İkinci kademedem demir içeren mineraller anyonik kolektörler (yağ asitleri veya petrolyum sülfonatlar) ile yüzdürülür. $\text{pH}=3-3,5$ arasında tutulur ve ayarlayıcısı olarak H_2SO_4 kullanılır.
- ✓ Amin tipi kolektörler ile pH 3,5 'un altında kuvars yüzdürülemez , bu sebeple üçüncü kademedem HF kullanılarak feldispat aktive edilir ve aminler ile $\text{pH}= 3$ civarında yüzdürülerek kuvarstan ayrılır.

(Thom, 1962)

Cevherlerin flotasyon ile zenginleştirilmesinde etken olan faktörler fiziksel ve kimyasal, cihaz ve operasyon olarak gruplandırılır.

3.5.1 Kimyasal Parametreler

3.5.1.1 Fazlar (katı-sıvı-gaz fazı)

Katıların sıvı ortamında gaz kabarcıklarına yapışarak birbirlerinden ayrılmasının sağlayan flotasyonda üç faz daima bir arada bulunur. Bu üç faz, yüzdürülen katı fazı, muhtelif iyonları bulunduran sıvı fazı (su fazı) ve kabarcıkları meydana getiren gaz veya genel olarak hava fazıdır.

Gaz fazı mineral parçacıklarının köpüğe yapışarak yüzmelerini temin ettiğinden flotasyonda önemlidir. Gaz fazı olarak özellikle hava kullanılır. Bazen oksidasyon etkisini önlemek için 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 hem de flotasyona çok elverişli oluşundan dolayı sıvı fazı olarak hemen hemen sadece su kullanılır.

Katı fazın flotasyona etkisi katının bünye yapısından çok yüzey özelliklerinden ileri gelir. Yüzey özellikleri de az veya çok bünye yapılarına bağlıdır. Katılar molekül yapılarındaki bağlantı tiplerine göre değişik kristal sınıflarına ayrılır.

Moleküler Kristal Atomları arasında kovalant bağlantı bulunduran moleküller, moleküler kristalleri meydana getirir. Bunlar atomlar arası fiziksel kuvvetler sebebi ile kristal strüktürü içinde yerlerini alırlar .

İyonik Kristal Atomlar arasında iyonik bağ bulunduran kristaller iyonik kristalleri meydana getirirler.

Heterepolar Tabaka Kristalleri Hidrokarbon zinciri taşıyan iyonların yaptığı heterepolar moleküllerin birleşmesi ile meydana gelen kristallerdir. Bu moleküllerde iyonlar bir düzlem boyunca polar kısımlarından bağlanarak yan yana sıralanırlar. Hidrokarbon zinciri bazen bu düzleme paralel bazen de eğik vaziyettedirler.

Metalik ve Yarı Metalik Kristaller Genellikle metaller basit şekillerde ve çok mükemmel simetri göstererek kristallenir. Metalik kristaller iletken ve opaktır. Metaklik kristallerde katyonlar elektron kaybederek kristal ağında yerlerini alırlar. Bu durumda metal katyonu tamamen sabit olduğu halde elektronlar oldukça hareketlidir. Elektronların fazda hareketli olması metali elektriksel ve ısısal bakımından iletken yapar ve yine aynı sebepten metallere özgü uzama ikizlenme, plastik deformasyon ve kristallizasyon gibi diğer özellikler bulundurur.

3.5.1.2 Kimyasal Reaktifler

Birkaç istisna dışında mineraller köpüğe yapışarak yüzebilecek yüzey özelliklerine sahip değildirler. Temas açısı ölçülmesi ile ilgili çeşitli deneyler bu durumu doğrular. Minerallerin köpüğe yapışmasını temin etmek için çeşitli kimyasal maddelerden faydalanılır. Bunlara toplayıcı (kolektör) reaktifler denir. Toplayıcı reaktiflerin yüzmesi istenen minerallere reaksiyon yapmasını kolaylaştıran diğerleri ile reaksiyonunu güçleştiren çeşitli reaktifler, canlandırıcı (aktivatör) ve bastırıcı (depressant) adı ile flotasyon sistemlerinde kullanılır. Pülp içinde mineral tanelerinin şılamla kaplamasını önlemek maksadı ile dağıtıcı (dispersant) reaktifler flotasyonda kullanılan diğer bir reaktif sınıfıdır. Tek fazlı bir sıvıda köpük teşekkülü mümkün olmadığından köpük teşekkülünü kolaylaştıran ve köpüğün dayanıklılığını arttıran köpürtücü (frother) reaktifler, flotasyonda kullanılan son reaktif grubunu meydana getirirler.

3.5.1.3 Zeta Potansiyeli ve Yüzey Özellikleri

Katı madde kırılıp suya konulduğu zaman, zaman yüzeyindeki elektrik yükü nedeniyle elektriksel çift tabaka oluşturur. Bu iki tabakayı ayıran stren tabakası üzerindeki potansiyel zeta potansiyeli olarak adlandırılır. Zeta potansiyeli minerallerin hangi pH değerlerinde hangi tür reaktif kullanılarak yüzdürülebileceğinin belirlenmesinde önemlidir.

3.5.2 Fiziksel Parametreler

3.5.2.1 pH

Her mineralin yüzey yükleri birbirlerinden farklıdır bu nedenle tüm mineraller farklı pH 'ta yüzerler. Örneğin florid pH 9 civarlarında bazik ortamda yüzebilirken demir oksitler pH 2-4 arasında asidik ortamlarda yüzebilmektedirler.

Flotasyon sistemlerinde gerekli olduğu zaman bastırıcı olarak ortama OH^- veren yani pH yükselten reaktifler, bastırılmış mineralleri tekrar canlandırmak için ortama H^+ iyonu veren yani pH'ı düşüren reaktifler ilave edilir.

pH yükselten reaktiflerin en önemlileri sodyum hidroksit (NaOH) , Sodyum karbonat (Na_2CO_3), ve kireçtir. Bunlar içinde en ucuzu kireç olduğundan başka bir zorunluluk olmadıkça kireç pH yükselmek için kullanılır.

Bastırılmış sülfür minerallerini canlandırmak için ortam pH düşürülür. Çeşitli asitler bu amaçla kullanılabilir. Ucuz olduklarından sülfirik asit (H_2SO_4) pH düşürücü olarak kullanılır.

3.5.2.2 Pülp Isısı

Genellikle flotasyon pülp ısısı atmosfer sıcaklığındadır. Bazı durumlarda reaktiflerle ve reaksiyon sırasında pülpü ısıtmak reaksiyonu hızlandıracağı için faydalı olabilir.

3.5.2.3 Pülp Yoğunluğu

Flotasyon pülpü parçaların serbestçe hareketine müsaade edecek şekilde sulandırılmış olmalıdır. Pülp yoğunluğu yükseldikçe, parçaların köpük zonuna erişmesi kolaylaşır. Fakat tanelerin serbestçe hareketi zorlaşır. Pülp yoğunluğu pülp ağırlığına oranla katıların yüzde miktarıdır. Flotasyon pülpünün maksimum yoğunluğu % 35-40 katı sınırını aşamaz. Gene ekonomik sebeplerden dolayı flotasyon pülpünün %15-20 katından daha düşük olması istenmez. Çünkü fazla sulandırılmış pülp ton başına makine, reaktif, su enerji masrafını arttırır.

Flotasyon pülp yoğunluğunun yüksek olması flotasyon randımanını arttırır. Düşük olması ise konsantre tenörünün yükselmesine sebep olur. Bu sebeple süpürme (scavenger) devresinde pülp yoğunluğunun yüksek temizleme (cleaning) devresinde ise düşük olması istenir.

3.5.2.4 Tane İriliği

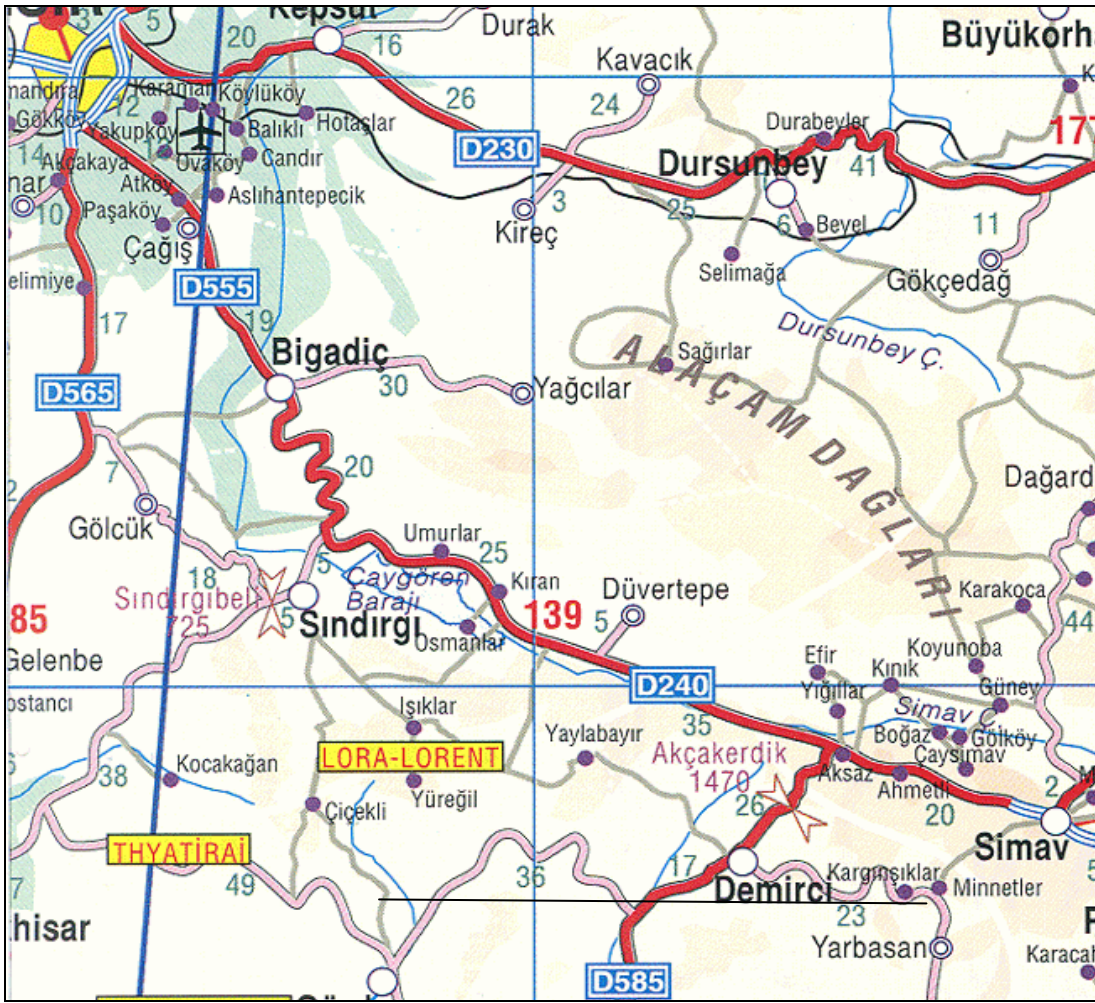
Flotasyona uygun tane büyüklüğü tanelerin yoğunluğuna havya yapışma kuvvetlerine ve şekline bağlıdır. Metal sülfürleri için maksimum tane büyüklüğü 48-65 meş (0,300-0,200 mm) dir. Altın hem yoğunluğu yüksek bir metal olduğundan hem de köpüğe yapışma kuvveti zayıf olduğundan ancak 100-150 meş (0,15-0,10 mm) altında flotasyonla kazanılabilir. Takriben 5-10 mikrondan ince tanelerin flotasyonla kazanılması güçleşir. Yüzmeyen gang mineralleri genellikle daha sert ve mukavim olduklarından yüzen kısımlardan daha iri olurlar. Gangın iri oluşu da kolayca çökmesi borularda ve makine kısmında güçlükler yaratması ve aşındırmalar dolayısıyla zararlıdır.

BÖLÜM DÖRT

DEMİRCİ YÖRESİ FELDSPAT SAHASI VE SAHADAN NUMUNE ALMA

4.1 Feldispat Maden Sahasının Yeri

Kalemaden A.Ş. 'nin Manisa yöresi Demirci bölgesindeki ruhsat sahalarında üretilmekte olan feldispat maden sahasının yer bulduru haritası Şekil 4.1. 'de verilmiştir.



Şekil 4.1 Manisa, Demirci bölgesi yer bulduru haritası

Sahada üretilmekte olan K-Feldispat cevherleri farklı mineralojik yapı ve kimyasal içerik göstermektedir.

4.2 Feldispat Maden Sahasının Genel Jeolojisi

Bölgenin genel jeolojik yapısı içinde bulunan metamorf paleozik kısımlarla çok az granit ve bunların üzerine gelen neojen örtü tabakalarına rastlanır.

Paleozik kısımlar mikaşistler, kuvasitler, fillitler, gnayslar ve mermerlerden oluşmaktadır.

Neojen tabakalarda marnlar hakim olup, bunlar yer yer marnlı kalker ve greli marnlarla geçişler gösterir.

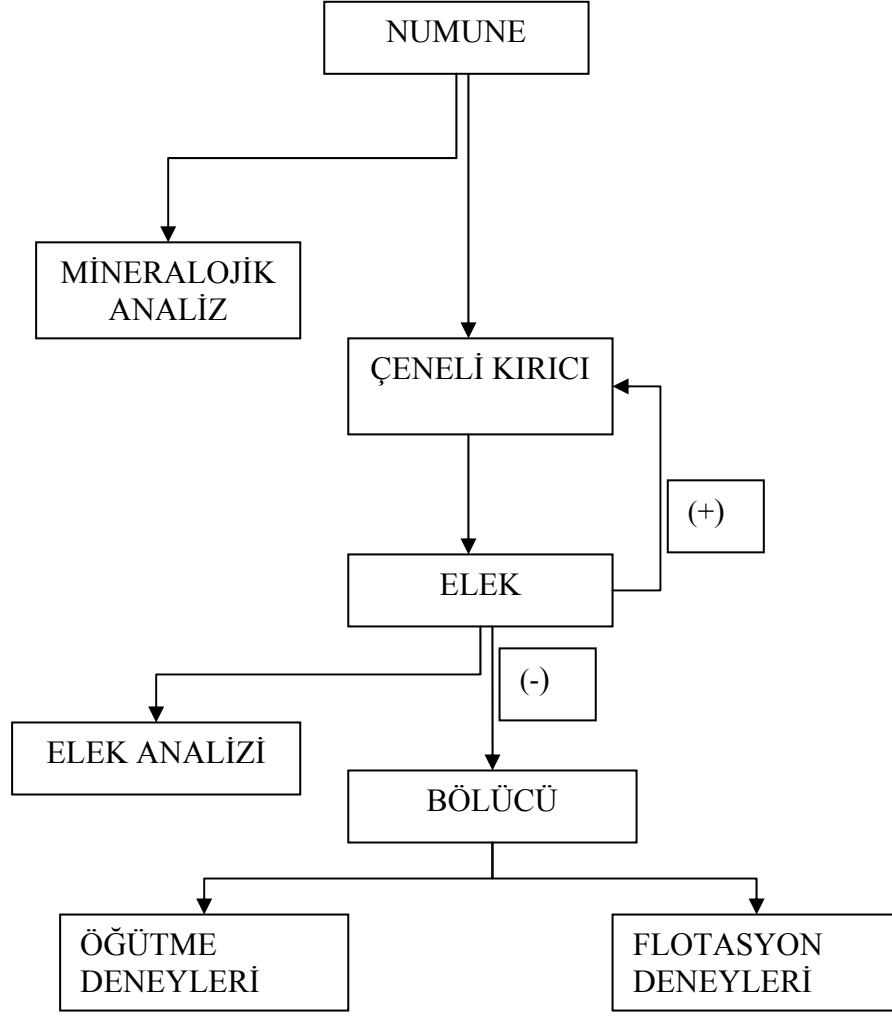
Pegmatitler ancak granitle metamorf kısımlar içerisinde rastlanır, neojende ise görülmezler. Yani pegmatitlerin oluşumu neojenden eskidir. (O. Bayramoil)

4.3 Feldispat Maden Sahasından Numune Alma

Feldispat numuneleri Kalemaden A.Ş.'ye ait Manisa, Demirci yöresine bulunan iki ayrı ocaktan üretim sahasından yaklaşık 50 kg'lık temsili numuneler halinde alınmıştır.

Alınan numuneler Ocak 1 (F1) ve Ocak 2 (F2) olarak kodlanmıştır.

Şekil 4.2'de Demirci yöresinden elde edilen feldispat cevherleri zenginleştirme akım şeması verilmiştir.



Şekil 4.2 Demirci yöresi feldspat cevheri zenginleştirme akım şeması

BÖLÜM BEŞ

DEMİRCİ YÖRESİ FELDSPAT CEVHERLERİNİN MİNERALojİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada Kalemaden A.Ş.'ye ait Demirci yöresi feldispat sahalarından temin edilen F1 ve F2 feldispat cevheri olmak üzere iki tip cevher oluşumunun mineralojik ve makroskobik yapısı ile kimyasal, fiziksel ve yapısal özellikleri incelenmiş ve araştırılmıştır.

5.1 Demirci Yöresi Feldispatlarının Mineralojik İçeriği

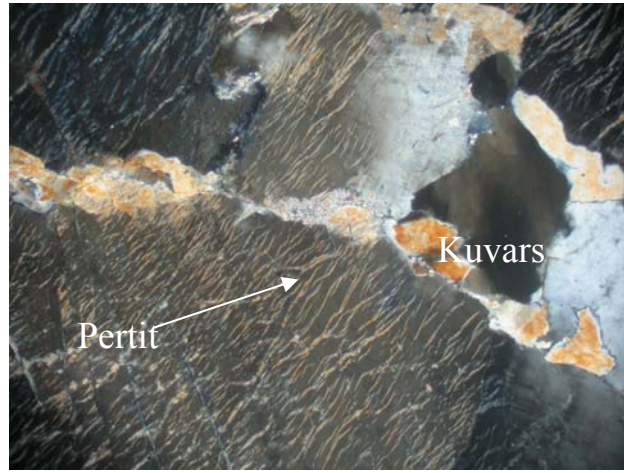
5.1.1 İnce Kesit Yöntemi İle Mineralojik İçeriğin Belirlenmesi

Demirci yöresi feldispatlarının mineralojik yapısının saptanabilmesi için Demirci yöresinden iki farklı ocaktan temin edilen iki tip feldispat cevherinden alınan el örneklerinden ince kesit hazırlanmıştır. Demirci yöresi feldispatlarının mineralojik yapısı DEÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde incelenmiştir. İnce kesit görüntüler sırasıyla Şekil 5.1 , Şekil 5.2 gösterilmiştir.

F1 Feldispat Cevheri Hazırlanan ince kesitlerden yapılan mikroskobik incelemelerde feldispat örneklerinin genel mineral bileşimleri kuvars, plajiolklas, ortoklas, muskovit, biyotit, turmalin olarak saptanmıştır. Kuvars mineralleri dilinimsiz oluşları, düşük rölyefli, genelde düşük girişim renkleri, öz şekilsiz oluşları, dalgalı sönme göstermeleri ve girik kristal sınırları ile belirgindir (Şekil 5.1) Ortoklaslarda gözlenen diğer önemli bir özellik ise yaygın pertitik yapıların gözlenmesidir. Özellikle yama şekilli pertitlerde plajiolklasların ikizlenmeleri belirgin şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 5.2) Kayaçta gözlenen en yaygın mika grubu mineralleri muskovitlerdir.

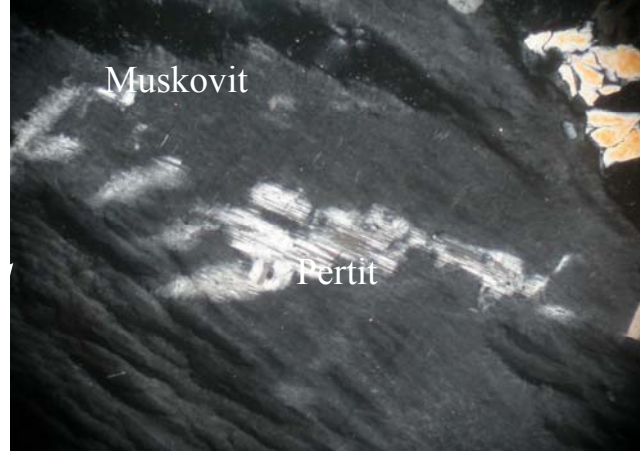


Şekil 5.1 Feldispat örneklerinde gözlenen kuvarsar düşük girişim renkleri ve gri sınırları ile belirgindir.

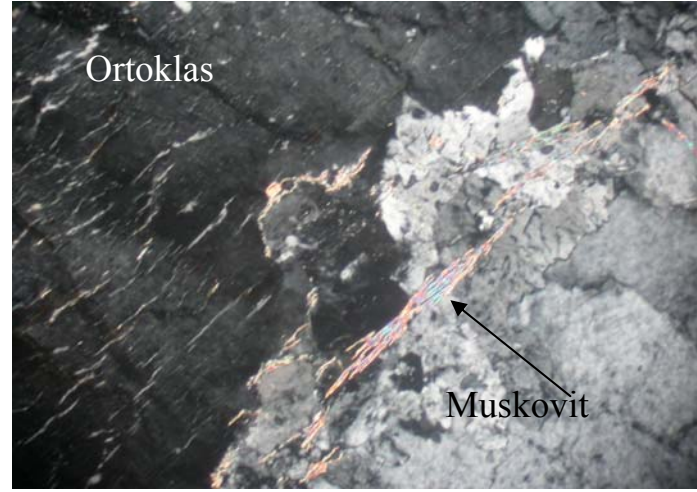


Şekil 5.2 Ortoklaslarda gözlenen pertitik yapılar

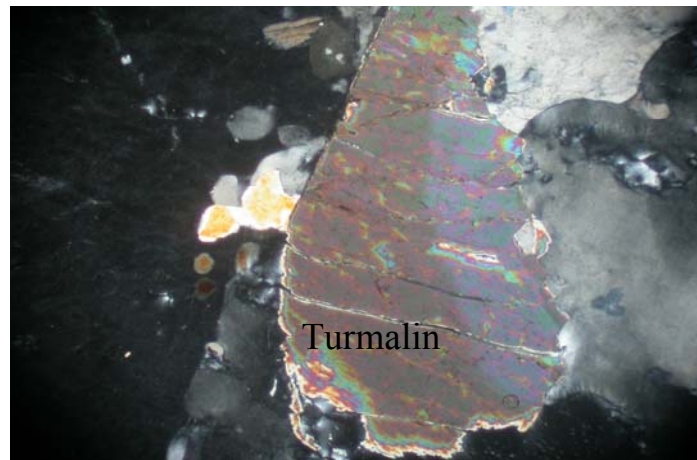
F2Feldispat Cevheri Feldispat grubu minerallerden plajioklaslar öz şekilsiz kristaller şeklinde kuvars ve ortoklasların arasında yer alırlar. Yer yer polisentetik ikizlenme gösteren plajioklaslar bu özellikleri ile diğer minerallerden kolaylıkla ayrılırlar (Şekil 5.3). Kayaçta gözlenen en yaygın mika grubu mineralleri muskovitlerdir. Yer yer az oranda biyotit mineralleride saptanmıştır. Muskovitler yüksek girişim renklerine sahip olup, tek yönde belirgin dilinim sunan, pleokrizmasız, levhamsı kristaller şeklinde gözlenirler (Şekil 5.4). Kayaçlarda gözlenen aksesuar minerallerden turmalinler yüksek rölyefli, canlı irişim renkli ve belirgin kahverengi tonlarda pleokroizma renkleri ile tanınırlar (Şekil 5.5). Zirkonlar ise yine yüksek rölyefli ve yüksek girişim renkli, yarı öz şekilli veya öz şekilli kristaller şeklinde gözlenmektedir.



Şekil 5.3 Ortoklaslarda gözlenen pertitik yapılar. Plajiyoklaslarda yer yer tipik polisentetik ikizlenme gözlenmektedir.



Şekil 5.4 Feldispatlarda gözlenen yüksek girişim renkli ve levhamsı muskovit mineralleri.



Şekil 5.5 Feldispatlarda gözlenen canlı girişim renkli ve kuvvetli kahverengi plekroizma sunan turmalinler.

5.2 Demirci Yöresi Feldispatlarının Kimyasal Analizleri

Sahalardan alınan feldispat cevherlerinin kimyasal analizi Tablo 5.1 'de verilmiştir.

Tablo 5.1 Demirci yöresi feldispatları kimyasal kompozisyonu

Açıklamalar	% A.Z.	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Na ₂ O+ K ₂ O
Numune 1 (F1)	0,71	74,39	15,50	0,04	0,40	0,81	0,04	4,27	3,98	8,25
Numune 2 (F2)	0,65	72,99	16,12	0,06	0,38	0,85	0,01	6,13	2,42	8,55

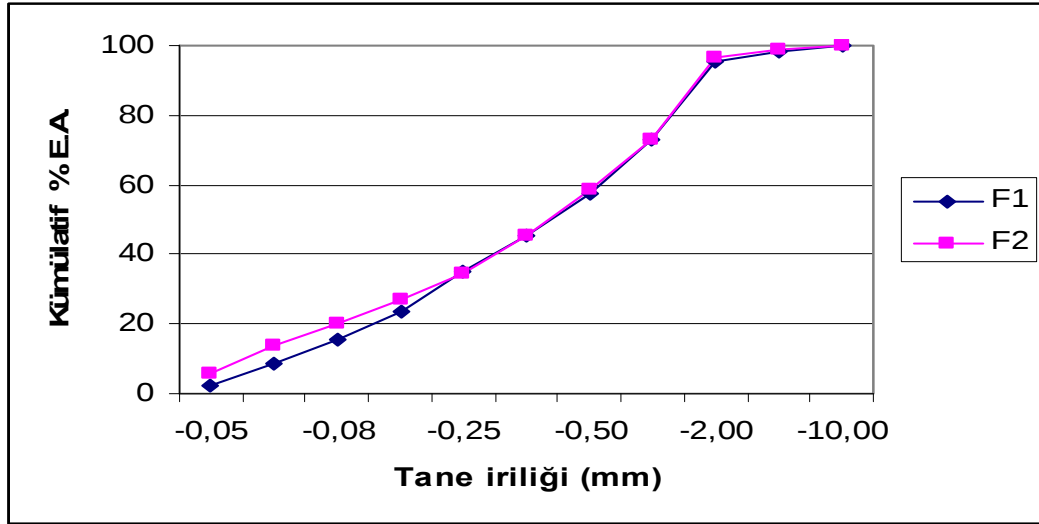
Demirci yöresinden alınan iki feldispat örneği ayrı ayrı yapılan kimyasal analizler sonucunda her iki numunenin de % 74,39-72,99 SiO₂, % 15,50-16,12 Al₂O₃, %0,04-0,06 TiO₂, % 0,40-0,38 Fe₂O₃, % 0,81-0,85 CaO, % 0,04-0,01 MgO, % 4,27-6,13 Na₂O, % 3,98-2,42 aralıklarında K₂O içerdiği ve bu değerler ile oldukça yakın bir kompozisyona sahip olduğu ancak Na₂O tenörünün F2 feldispat cevherinde daha yüksek olduğu bulunmuştur.

5.3 Demirci Yöresi Feldispatlarının Tane Boyut Dağılımı

Bölgeden alınan F1 ve F2 feldispat cevherleri çeneli kırıcı ile kırma işlemi uygulandıktan sonra elek analizine tabii tutulmuş, rakamsal değerleri Tablo 5.2 grafiksel sunumu ise Şekil 5.6 de gösterilmiştir

Tablo 5.2 Demirci yöresi F1 ve F2 feldispat cevheri elek analizi sonuçları

Tane İriliği (mm)	Ocak 1(F1)		Ocak 2 (F2)	
	Ağırlık %	Σ % E.A.	Ağırlık %	Σ % E.A.
- 10 + 5,6	1,7	100	1,02	100
- 5,6 + 2	2,9	98,3	2,41	98,98
- 2 + 1	22,45	95,4	23,8	96,57
- 1 + 0,500	15,6	72,95	14,17	72,77
- 0,500 + 0,300	12,5	57,35	13,09	58,6
- 0,300 + 0,250	10,3	45,15	10,92	45,51
- 0,250 + 0,150	11,2	34,85	7,53	34,59
- 0,150 + 0,075	8,09	23,65	6,8	27,06
- 0,075 + 0,063	7,2	15,65	6,45	20,26
- 0,063 + 0,045	5,8	8,36	7,92	13,81
- 0,045	2,56	2,56	5,89	5,89



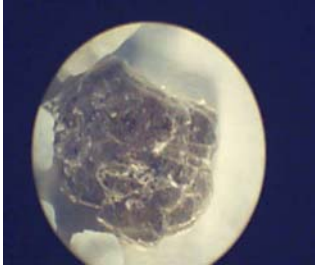
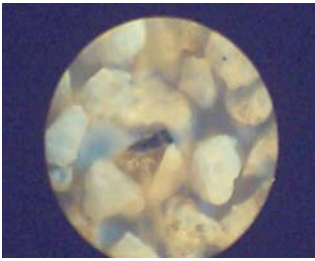
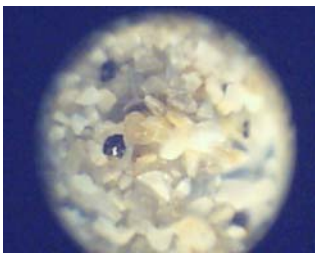
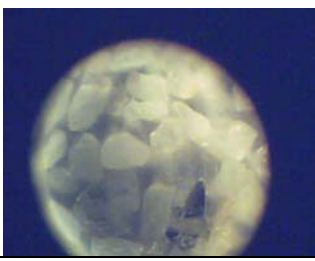
Şekil 5.6 Bölgeden alınan feldispat cevherlerinin elek analizi grafiği

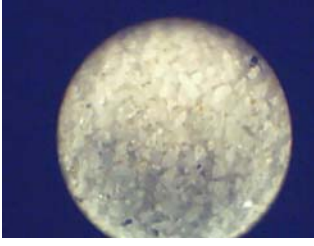
Tablo 5.2 ve Şekil 5.6 'de görüldüğü gibi F1 ve F2 feldispat cevherleri tane boyut dağılımı yönünden birbirine yakın özellikler göstermektedir.

5.4 Demirci Yöresi Feldispatlarının Elek Analizi Tane Boyut Aralıklarının Mikroskopik İncelemeleri

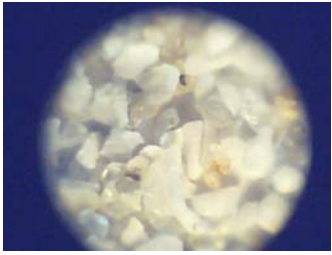
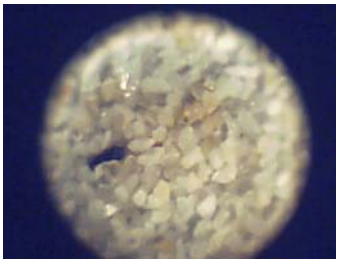
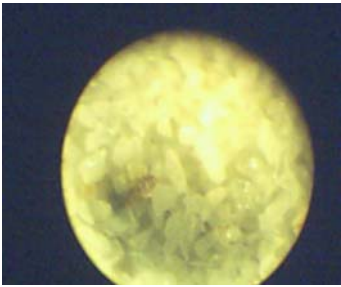
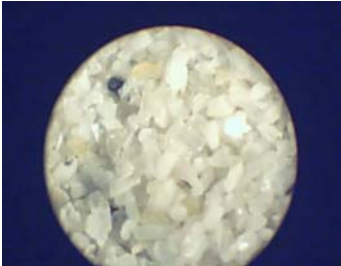
Her iki feldispatın elek analizi ürünleri Olympus marka binoküler mikroskopta incelenerek yorumlanmıştır.

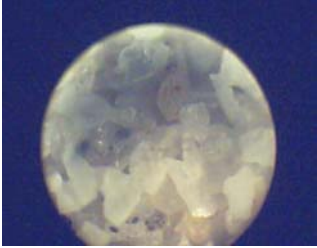
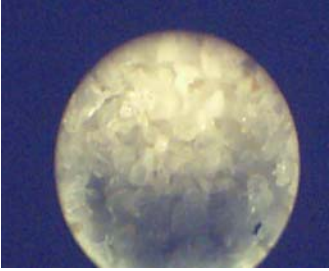
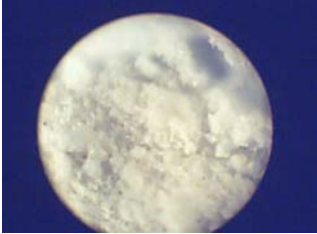
Tablo 5.3 F1 Numunesine ait elek fraksiyonlarının mikroskopik incelemesi

	+ 2 mm Bileşik taneler çoğunlukta özellikle kuvars ve feldispat bileşik taneler halinde bulunuyor. İnce boyutlu mika da bu feldispat kuvars tanelerine bileşik. Ancak iri boyutta mika taneleri az miktarda gözlemlenmekte. Ayrıca iri boyutta serbest siyah turmalin taneleri gözlemlenmekte.
	- 2 + 1 mm Serbest mika tanelerinin miktarı artmış halde Ayrıca Renkli mineraller bileşik halde kuvars ve feldispat taneleri ile beraber gözlemlenmekte. Sadece mika serbest diğer mineraller bağlı taneler halinde
	- 1 + 0,500 mm Serbest mika tanelerinin miktarı artmış durumda Bir miktar feldispat kuvars serbestleşmesi var ancak az. Renkli mineraller sıvama halde bileşik olarak feldispat ve kuvarsla beraber bulunuyor. Serbest halde turmalin taneleri gözlemleniyor. Serbest mika çok fazla miktarda
	- 0,500 + 0,300m Mika taneleri serbest ve çok miktarda Kuvars ve feldispat taneleri bağlı olarak gözlemleniyor. Serbest turmalin gözlemlendi Renkli mineraller bağlı olarak kuvars ve feldispatlarla beraber bulunuyor.

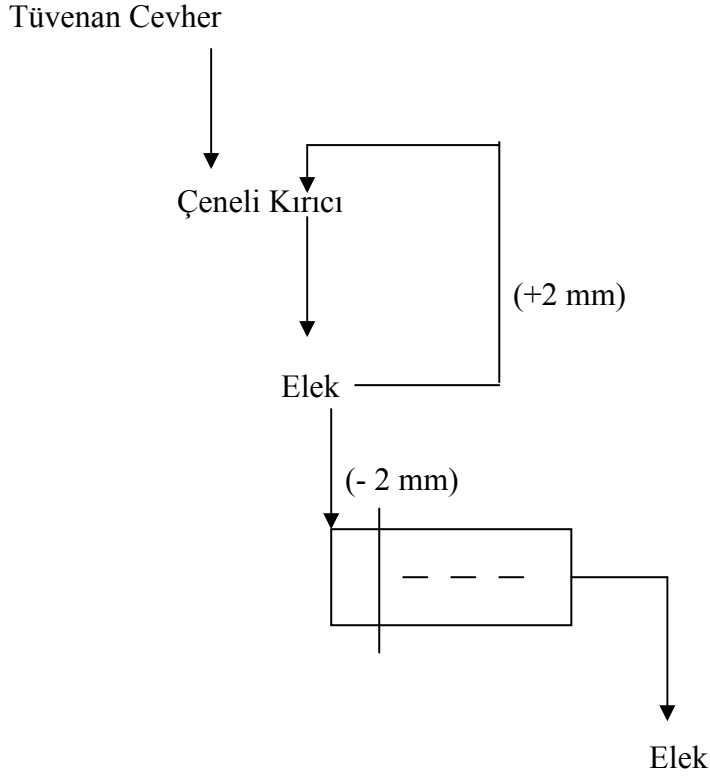
	-0,300 + 0,212 mm Az miktarda ince tanede serbest mika taneleri var. Serbest ve bağılı halde feldispat ve kuvars taneleri gözlemlendi. Renkli mineraller içerisinde bağılı taneler var
	- 0,212 + 0,150 mm Serbest mika taneleri gözlemlendi . Az miktarda serbest turmalin var. Feldispat ve kuvars serbest halde ve az ancak bağılı taneler halinde gözlemlendi. Renkli mineraller bağılı taneler halinde (Özellikle kuvarsa bağılı)
	-0,150 + 0,075 mm Serbest kuvars ve feldispat taneleri var. Renkli mineraller içeren bağılı taneler gözlemlendi. Az miktarda serbest mika var. Çoğunluk serbest ve bağılı kuvars ve feldispatan oluşmakta
	-0,075 + 0,063 mm Çok az miktarda serbest mika var. Çok az miktarda serbest turmalin var. Bağılı halde az miktarda renkli mineraller içeren taneler mevcut. Serbest kuvars ve feldispat çoğunlukta.
	- 0,063 + 0,045 mm Çok az miktarda serbest mika var. Çok az miktarda serbest turmalin var. Bağılı halde mineraller içeren taneler mevcut değildir. Serbest kuvars ve feldispat oranı artmıştır.
	- 0,045mm Çok çok az serbest mika var. Çok çok az serbest turmalin var. Serbest halde kuvars ve feldispat mineralleri çoğunlukta

Tablo 5.4 F2 Numunesine ait elek fraksiyonlarının mikroskobik incelemesi

	+ 2 mm Bileşik taneler çoğunlukta özellikle kuvars ve feldispat bileşik taneler halinde bulunuyor.
	- 2 + 1 mm Renkli minerallerin bir kısmında serbestleşme olduğu fakat feldispat ve kuvars tanelerinin bileşik halde olduğu gözlenmekte.
	- 1 + 0,500 mm Serbest mika tanelerinin miktarı artmış durumda ve beraberinde iri boyutlu turmalinin serbest olduğu gözlenmekte Bir miktar feldispat kuvars serbestleşmesi var ancak az.
	- 0,500 + 0,300m Mika taneleri serbest az miktarda kuvarsin serbestleşmeye başladığı gözleniyor. Ancak hala bağlı feldispat ve kuvars taneleri bulunmaktadır. Serbest turmalin gözlemlendi Renkli mineraller bağlı olarak kuvars ve feldispatlarla beraber bulunuyor.
	-0,300 + 0,212 Az miktarda ince tanede serbest mika taneleri ve turmalin taneleri var. Serbest ve bağlı halde feldispat ve kuvars taneleri gözlemlendi.

	- 0,212 + 0,150 mm Demir oksitli minerallerde , kuvars ve feldispatın serbestleşmeye başladığı gözlenmektedir.
	-0,150 + 0,075 mm Kuvars ve feldispatın serbestleşmesi artmakta ve renkli taneler serbest halde görünmekte.
	-0,075 + 0,063 mm Serbestleşme dercesi fazlaşmış. Renkli mineraller serbest halde.
	- 0,063 + 0,045 mm Homojene yakın bir görüntü ,renkli mineraller tamamen serbest halde.
	- 0,045mm Serbest halde kuvars ve feldispat mineralleri çoğunlukta.

5.5 Demirci Yöresi Feldispat Cevheri Öğütülebilirlik Testleri

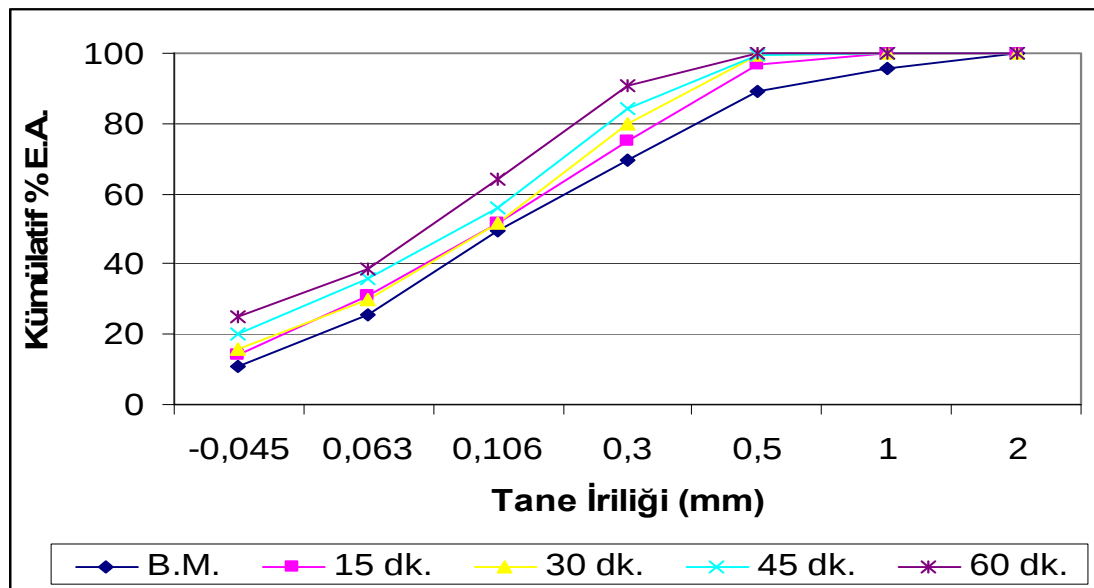


Şekil 5.7 Numune öğütme akım şeması

Bölgeden alınan F1 ve F2 feldispat cevherleri – 2 mm’nin altına kırıldıktan sonra süreye bağlı olarak öğütme testlerine tabii tutulmuştur. Şekil 5.7’de öğütme deneyleri akım şeması verilmiştir. Öğütme alümina bilyalı değirmenlerde kuru olarak yapılmış ve her biri 15 dak. , 30 dak. , 45 dak. ve 60 dak. süre ile ayrı ayrı öğütülmüştür. Değirmene 0,600 kg. numune ve değirmenin iç hacminin % 40 ‘ı (0,400 kg) oranında bilya şarj edilmiş ve öğütme 90 dev/dak. sabit hızda yapılmıştır. Her iki numunenin öğütme test sonuçları Tablo 5.5’te gösterilmiştir. Şekil 5.8 grafiksel olarak gösterilmiştir.

Tablo 5.5 F1 Feldispat cevheri öğütme deneyleri

Tane İriliği, mm	B.M.	15 dak.	30 dak.	45 dak.	60 dak.
	Σ % E.A.	Σ % E.A.	Σ % E.A.	Σ % E.A.	Σ % E.A.
-2,000+1,000	100	100	100	100	100
-1,000+0,500	95,4	100	100	100	100
-0,500+0,300	89,01	96,8	99,27	99,40	99,87
-0,300+0,106	69,81	75,1	80,07	84,30	90,63
-0,106+0,063	49,29	51,7	51,47	56,15	63,90
-0,063+0,045	25,5	30,9	29,97	35,8	38,8
-0,045	10,7	14,2	15,81	20,35	25,10

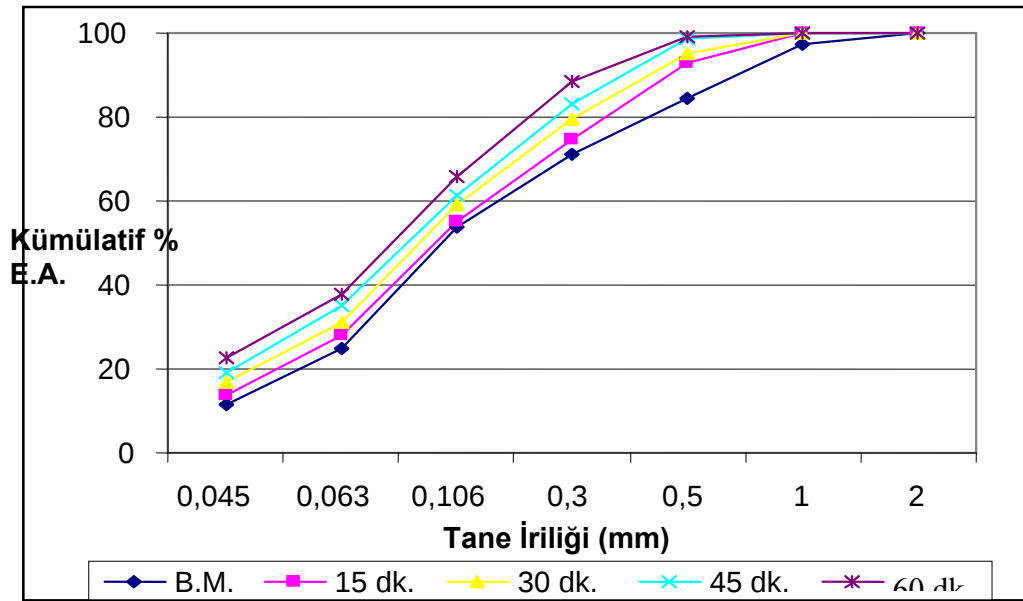


Şekil 5.8 F1 Feldispat cevheri öğütülebilirlik sonuçları

Tablo 5.5 'te Şekil 5.8'de görüldüğü üzere F1 feldispat cevherinin yapılan öğütme testi sonucunda, malzemenin % 80 'inin geçtiği elek açıklığı göz önüne alındığında, beslenen ürününün tane boyutunun 0,300 mm , 15 dak. öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,270 mm, 30 dak. öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,260 mm , 45 dak. öğütme sonunda elde edilen ürünü tane boyutunun 0,180 mm , 60 dak öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,120 .mm olduğu saptanmıştır.

Tablo 5.6 F2 Feldispat cevheri öğütme deneyleri

Tane İriliği, mm	B.M.	15 dak.	30 dak.	45 dak.	60 dak.
	Σ % E.A.	Σ % E.A.	Σ % E.A.	Σ % E.A.	Σ % E.A.
-2,000+1,000	100	100	100	100	100
-1,000+0,500	97,2	100	100	100	100
-0,500+0,300	84,6	93,10	95,28	98,60	99,01
-0,300+0,106	71,30	74,50	79,43	83,17	88,30
-0,106+0,063	53,80	55,33	59,20	61,45	65,8
-0,063+0,045	24,7	28,15	30,92	35,08	37,74
-0,045	11,60	13,7	16,80	19,25	22,49



Şekil 5.9 F2 Feldispat cevheri öğütülebilirlik sonuçları

Tablo 5.6'te ve Şekil 5.9 'da görüldüğü üzere F2 feldispat cevherinin yapılan öğütme testi sonucunda, malzemenin % 80 'inin geçtiği elek açıklığı göz önüne alındığında, beslenen ürününün tane boyutunun 0,310 mm , 15 dak. öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,280 mm, 30 dak. öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,250 mm , 45 dak. öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,150 mm , 60 dak öğütme sonunda elde edilen ürünün tane boyutunun 0,110 mm olduğu saptanmıştır.

Süreyeye bağı yapılan öğütme deneyleri sonucunda elde edilen ürünlerin % 80 'nin geçtiğı elek aralığının 300 mic. Altına geçtiğı süre feldspat cevherinin öğütülmesi için uygun olan süredir. Tablo ve grafiklerin incelenmesi sonucunda bu sürenin F1 ve F2 feldispat cevherleri için 30 dk. olduğı görülmüştür.

BÖLÜM ALTI

DEMİRCİ YÖRESİ FELDSPAT CEVHERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

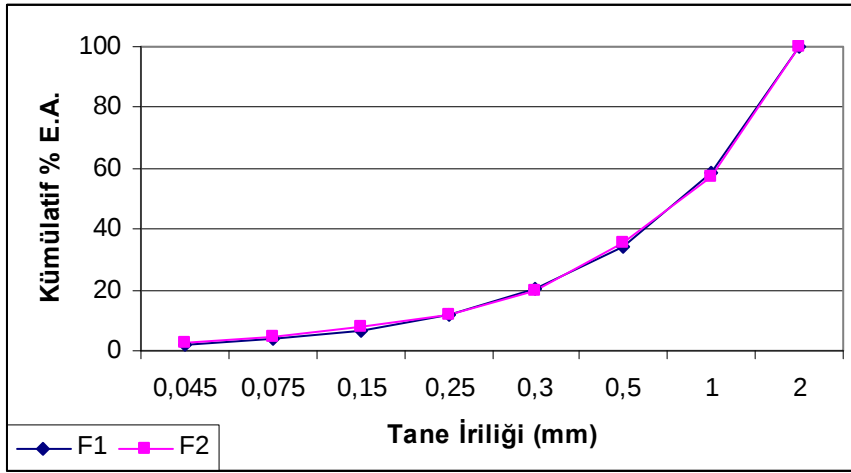
6.1 Demirci Yöresi Feldispat Cevherlerinin Hazırlanması

Bu çalışmada, Kalemaden A.Ş.'ye ait Demirci yöresi feldispat sahalarından temin edilen F1 ve F2 feldispat cevherlerinin HF kullanmadan flotasyon yöntemiyle zenginleştirilmesi ve numune içerisinde bulunan mika , demir oksit ve titan minerallerinin oranlarının en aza indirilmesi ve kuvarsın uzaklaştırılmasıyla K₂O oranının yükseltilmesi amaçlanmıştır.

Demirci yöresi F1 ve F2 feldispatları Bölüm 5.3. 'teki serbestleşme tane boyutu bulgularına dayalı olarak çeneli kırıcı ile kırılıp (-2+1 mm), (-1+0,500 mm), (-0,500+0,300 mm), (-0,300+0,250 mm) , (-0,250+0,150mm), (-0,150+0,075 mm), (-0,075+0,045mm) ve (-0,045 mm) tane boyutlarına eleme yoluyla sınıflandırılarak zenginleştirme çalışmalarına hazırlanmıştır.

Tablo 6.1 Demirci yöresi F1 ve F2 feldispat cevheri çeneli kırıcı çıkışı elek analizi sonuçları

Tane İriliği (mm)	Ocak 1(F1)		Ocak 2 (F2)	
	Ağırlık %	Σ % E.A.	Ağırlık %	Σ % E.A.
- 2 + 1	41,19	100	42,74	100
- 1 + 0,500	24,33	58,81	21,85	57,26
- 0,500 + 0,300	13,81	34,48	15,51	35,41
- 0,300 +0,250	9,06	20,67	8,13	19,9
- 0,250 + 0,150	4,85	11,61	4,10	11,77
- 0,150 +0,075	2,71	6,76	2,88	7,67
- 0,075 + 0,045	2,00	4,05	1,97	4,79
- 0,045	2,05	2,05	2,82	2,82



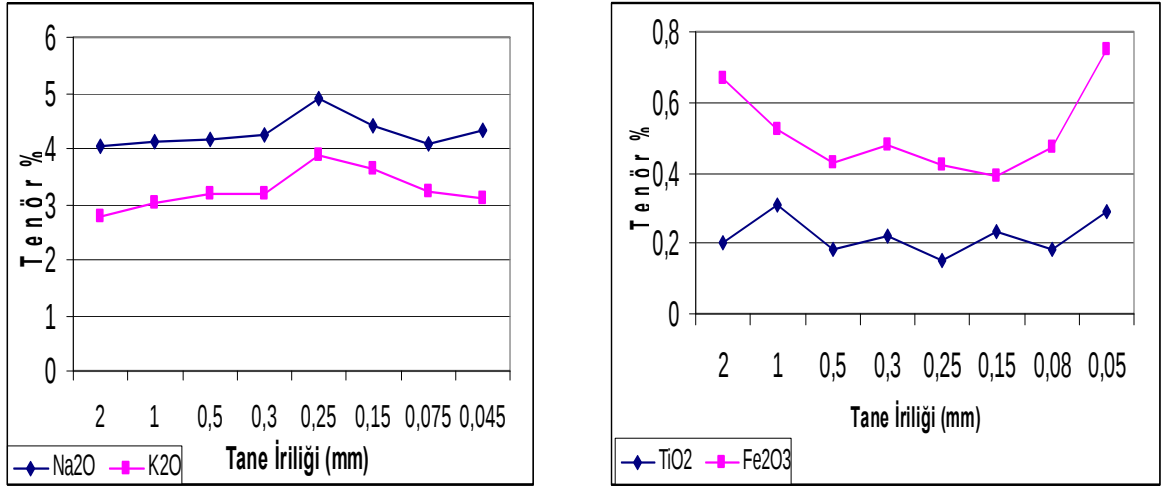
Şekil 6.1 Bölgeden alınan feldispat cevherlerinin elek analizi grafiği

Tablo 6.1 ve Şekil 6.1’de görüldüğü gibi F1 ve F2 feldispat cevherleri tane boyut dağılımı yönünden birbirine yakın özelliktedir.

Ayrıca her bir fraksiyonun kimyasal analizi yapılmış ve fraksiyonlar arasındaki içerik farkı gözlenmiştir. Tablo 6.2’de F1 feldispat cevherine ait tane iriliği fraksiyonlarına bağlı yapılan kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 6.2 Çeneli kırıcı çıkışı F1 feldispat cevherinin kimyasal analizi

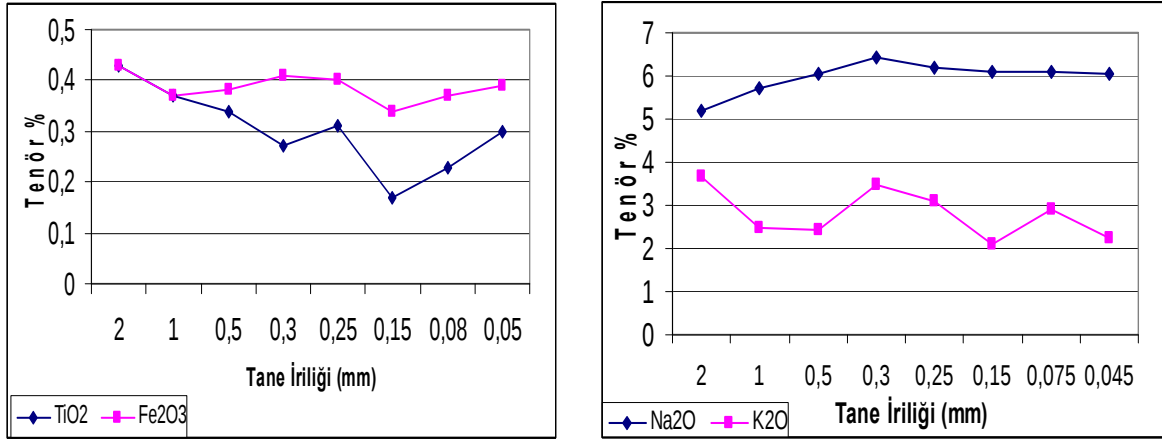
Tane İriliği mm	% A.Z.	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Na ₂ O+K ₂ O
-2 + 1	0,63	74,31	15,93	0,20	0,67	0,54	0,42	4,06	2,79	6,85
- 1 +0,500	0,48	74,58	15,02	0,31	0,52	0,54	0,40	4,12	3,04	7,16
- 0,500 + 0,300	0,40	74,20	14,07	0,18	0,43	0,61	0,30	4,15	3,20	7,35
- 0,300 +0,250	0,32	74,01	15,04	0,22	0,48	0,65	0,28	4,24	3,18	7,42
-0,250 +0,150	0,30	72,92	15,40	0,15	0,42	0,72	0,33	4,91	3,86	8,77
-0,150 +0,075	0,30	72,68	15,23	0,23	0,39	0,69	0,27	4,40	3,62	8,02
-0,075 +0,45	0,30	73,51	15,63	0,18	0,47	0,73	0,62	4,10	3,24	7,34
-0,045	0,30	71,53	16,12	0,29	0,75	0,73	0,70	4,31	3,10	7,41



Şekil 6.2 F1 feldispat cevheri tane boyutuna bağlı Na₂O, K₂O, Fe₂O₃ ve TiO₂ tenör değişim grafiği

Tablo 6.3 Çeneli kırıcı çıkışı F2 feldispat cevherinin kimyasal analizi

Tane İriliği mm	% A.Z.	% SiO ₂	% Al ₂ O ₃	% TiO ₂	% Fe ₂ O ₃	% CaO	% MgO	% Na ₂ O	% K ₂ O	% Na ₂ O+K ₂ O
-2 + 1	0,74	76,28	16,83	0,43	0,43	0,63	0,90	5,20	3,67	8,87
- 1 +0,500	0,60	74,45	16,22	0,37	0,37	0,61	0,83	5,73	2,49	8,22
- 0,500 + 0,300	0,60	73,12	16,40	0,34	0,38	0,57	0,70	6,04	2,41	8,45
- 0,300 +0,250	0,60	74,22	16,53	0,27	0,41	0,55	0,63	6,45	3,47	9,92
-0,250 +0,150	0,57	73,61	16,78	0,31	0,40	0,59	0,57	6,20	3,09	9,29
-0,150 +0,075	0,60	73,20	16,41	0,17	0,34	0,70	0,64	6,08	2,11	8,19
-0,075 +0,45	0,60	72,55	16,30	0,23	0,37	0,64	0,59	6,11	2,90	9,01
-0,045	0,60	71,28	16,48	0,30	0,39	0,67	0,53	6,07	2,25	8,32



Şekil 6.3 F1 feldispat cevheri tane boyutuna bağlı Na₂O, K₂O, Fe₂O₃ ve TiO₂ tenör değişim grafiği

Her iki feldispat cevherinde tane boyutu küçüldükçe demir tenörünün düştüğü ve alkali indeksinin arttığı gözlenmektedir.

6.2 Demirci Yöresi Feldispatları Flotasyon Yöntemiyle Zenginleştirilmesi Deneyleri

Flotasyonla zenginleştirme çalışmalarının genel olarak iki temel amacı vardır. Bunlardan biri demir içen granat, turmalin, mika gibi koyu renkli olan ve feldispatın eritilmesi halinde bünye içinde benekler meydana getiren minerallerin ortamdan uzaklaştırılması, diğeri ise feldispat kuvars bileşenlerini birbirinden ayırarak feldispat konsantresi içindeki toplam alkali ile kuvars konsantresindeki toplam SiO₂ miktarının artırılarak bu ürünlerin seramik ve cam sanayi için uygun hammaddeler halinde getirilmesidir.

6.2.1 Şılam Atımı

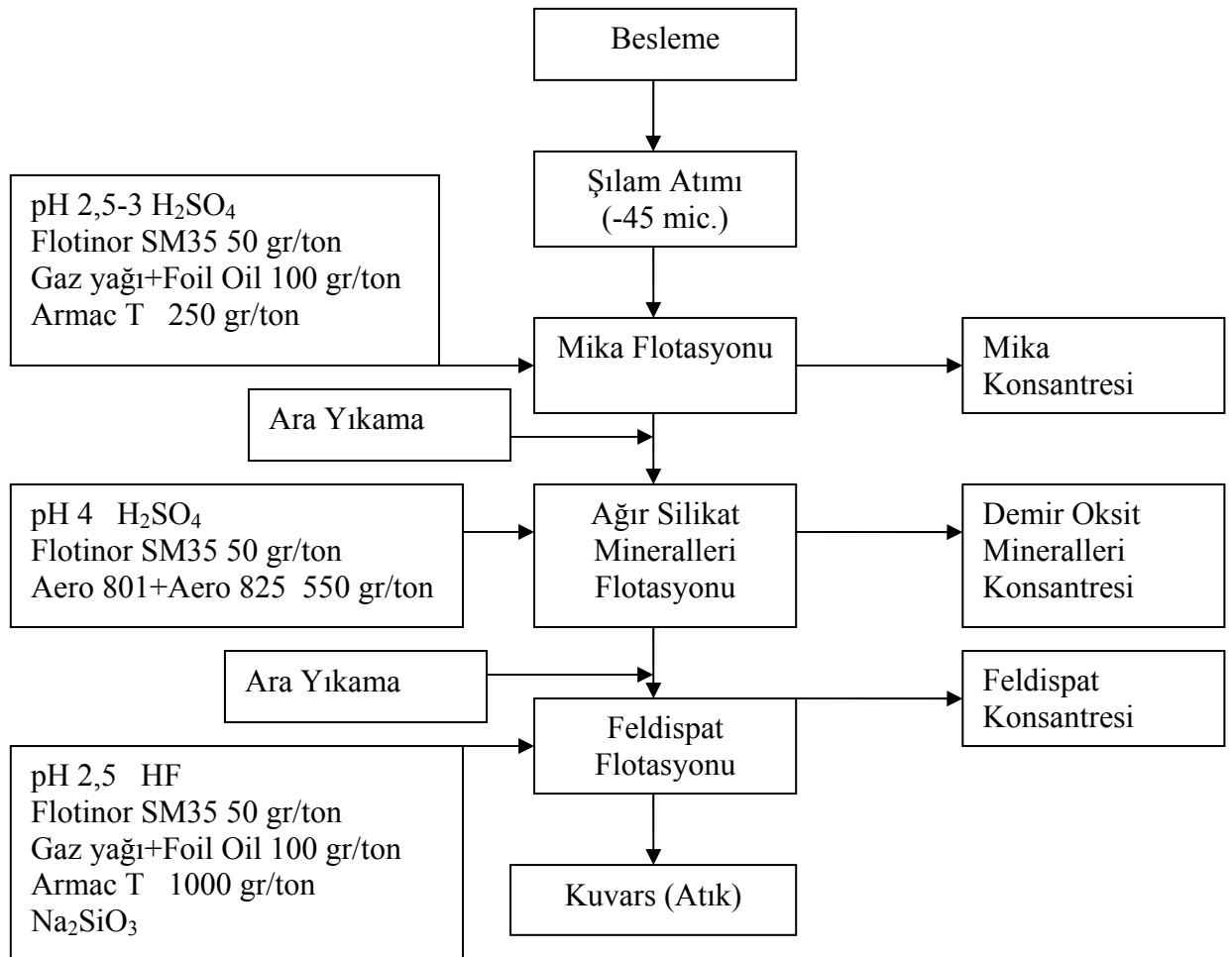
Flotasyon sisteminde önemli olaylardan biri mineral parçacıklarının şılamla kaplanmasıdır. Şılamla kaplanma, yüzmesi istenen mineral köpüğe bağlanmasını önleyebileceği gibi bu minerallerle birlikte şılam teşkil eden diğer minerallerinde köpük fazında toplanmasına sebep olabilir. Bu nedenle hem reaktif kullanımı artacak hem de feldispat içerisindeki safsızlıkların ayrılması zorlaşacaktır.

Bu nedenle şılamı ayrılmış bir cevher ile çalışmak tercih edilen bir yoldur.

Tane Serbestleşmesi ve öğütme deneyleri sonuçlarına göre feldispat minerallerinin serbestleşmesi ve bu serbestleşme sonucu -0,045 mm altı ağırlıkça F1 için % 15,81 , F2 için % 16,80 'lık kısmı şılam olarak feldispat cevherlerinden atılarak feldispat cevheri flotasyona hazır hale gelmiştir.

6.2.2 Tane Boyutunun Flotasyona Etkisi

Sınıflandırılan feldispat cevherlerini zenginleştirme işlemlerinde uygun tane boyutunu saptamak için flotasyon işlemi dört farklı fraksiyonda yapılmıştır. K-Feldispat/Kuvars ayırımında çok başarılı olduğu bilinen konvensiyonel HF-amin yöntemi uygulanmıştır. Şekil 6.4. 'de bilinen konvensiyonel HF/Amin Flotasyon yöntemi akım şeması verilmiştir.

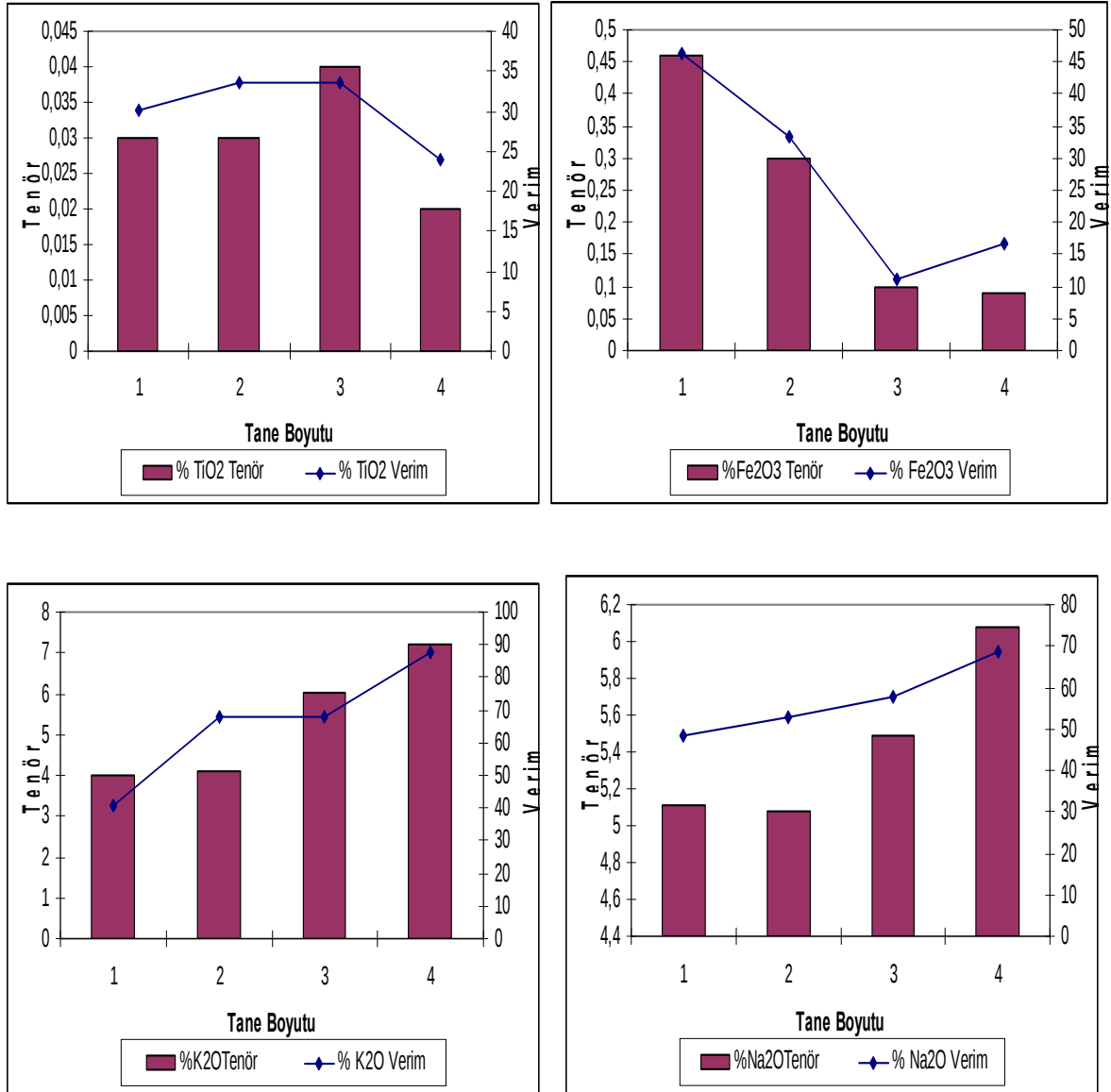


Şekil 6.4 HF/Amin yöntemi flotasyon deney koşulları (Akar, 1994)

Feldispat flotasyonu devresinde feldispat mineralinin yüzdürülmesi için toplayıcı olarak amin asetat kullanılmıştır. Amin türü katyonik toplayıcıların kuvars üzerinde etken olması nedeni ile kuvarsın bastırılması gerekmektedir. Silikat bastırmak için en yaygın olarak kullanılan sodyum silikat ve sodyum karbonat ise feldispat minerallerinin de ağırlıkça silikat bünyeli olmalarından dolayı her iki bileşeni de bastırıcı olarak etkilemektedir. Bu nedenlerle feldispat ve kuvars minerallerinin selektif olarak ayrılabilmesi ancak florik asit kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Florik asit kuvars üzerinde bastırıcı etki yaparken diğer yandan feldispat minerallerinin yüzeyini de aksi yönde etkileyerek katyonik bileşenler tarafından daha iyi olarak yüzebilmesini sağlamaktadır.

Tablo 6.5 F1 Feldispat cevheri tane boyutuna bağlı flotasyon deney sonuçları

Ta.İr. Mm	ürünler	% Ağ.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
- 1 + 0,500	Mika	12,08	Analiz Yapılmamıştır.									
	Ağır Min.	6,46										
	Felds.	40,30	0,03	30,23	0,46	46,35	4,02	40,70	5,11	48,22	72,81	39,45
	Kuvars	41,16	0,06	61,74	0,33	33,96	1,39	14,37	1,06	10,20	79,60	44,04
	B.M.	100	0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100
- 0,500 + 0,300	Mika	11,42	Analiz Yapılmamıştır									
	Ağır Min.	5,71										
	Feld.	44,62	0,03	33,47	0,30	33,47	4,11	67,77	5,08	53,08	70,64	42,36
	Kuvars	49,75	0,05	62,18	0,27	35,58	1,21	15,13	1,37	15,96	80,65	53,93
	B.M.	100	0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100
- 0,300 + 0,250	Mika	18,30	Analiz Yapılmamıştır									
	Ağır Min.	8,26										
	Feld.	44,81	0,04	33,60	0,10	11,20	6,02	67,77	5,49	57,62	68,79	4,45
	Kuvars	28,63	0,07	50,10	0,08	5,73	0,90	6,47	1,02	6,84	83,64	32,17
	B.M.	100	0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100
- 0,250 + 0,150	Mika	17,47	Analiz Yapılmamıştır									
	Ağır Min.	12,8										
	Feld.	48,09	0,02	24,05	0,09	16,82	7,23	87,35	6,08	68,47	66,93	43,27
	Kuvars	21,64	0,06	32,46	0,08	4,33	0,45	2,49	0,72	3,68	96,20	27,98
		100	0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100

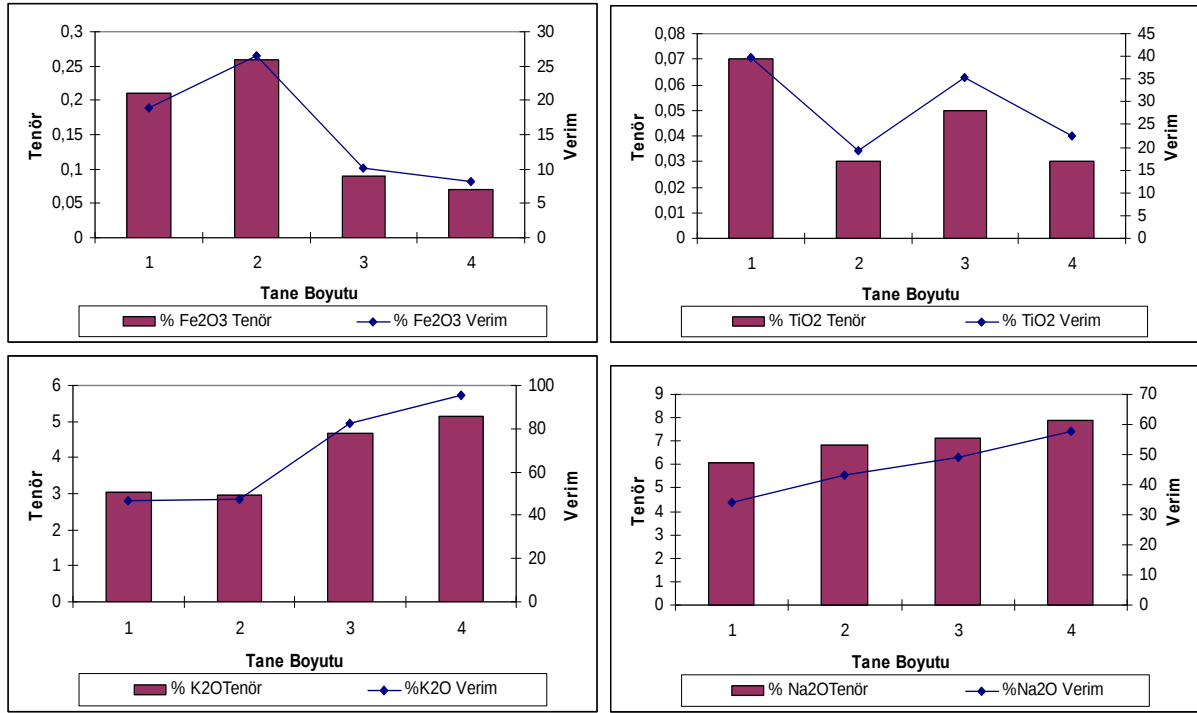


- 1 - 1,000 mm Elek aralığı Numune 1 (F1) Flotasyon Deneyi
- 2 - 0,500 mm Elek Aralığı Numune 1 (F1) Flotasyon Deneyi
- 3 - 0,300 mm Elek Aralığı Numune 1 (F1) Flotasyon Deneyi
- 4 - 0,250 mm Elek Aralığı Numune 1 (F1) Flotasyon Deneyi

Şekil 6.5 F1 Feldispat cevheri tane boyut dağılımına göre konsantredeki Fe_2O_3 , TiO_2 , K_2O , Na_2O tenör ve verim değişim grafiği

Tablo 6.6 F2 Feldispat cevheri tane boyutuna bağılı flotasyon deney sonuçları

Ta.İr. mm	ürünler	% Ağ.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
- 1 + 0,500	Mika	10,82	Analiz Yapılmamıştır.									
	Ağır Min.	3,73										
	Felds.	34,15	0,07	39,84	0,21	18,87	3,05	46,82	6,10	33,98	73,45	34,36
	Kuvars	51,30	0,06	51,30	0,30	40,5	1,74	36,88	4,83	40,42	78,60	55,24
	B.M.	100	0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100
- 0,500 + 0,300	Mika	16,03	Analiz Yapılmamıştır									
	Ağır Min.	5,1										
	Feld.	38,61	0,03	19,31	0,26	26,42	2,98	47,55	6,83	43,02	74,06	39,17
	Kuvars	40,26	0,10	67,1	0,29	30,73	1,60	26,62	5,07	33,30	80,64	44,48
	B.M.	100	0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100
- 0,300 + 0,250	Mika	17,04	Analiz Yapılmamıştır									
	Ağır Min.	2,22										
	Feld.	42,5	0,05	35,42	0,09	10,06	4,68	82,19	7,11	49,30	70,13	40,84
	Kuvars	38,24	0,08	31,87	0,07	7,05	0,50	7,90	4,70	29,32	87,91	46,06
	B.M.	100	0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100
- 0,250 + 0,150	Mika	19,20	Analiz Yapılmamıştır									
	Ağır Min.	9,84										
	Feld.	44,81	0,03	22,41	0,07	8,26	5,14	95,18	7,91	57,83	66,40	40,77
	Kuvars	26,15	0,01	4,36	0,09	6,20	0,21	2,30	1,04	4,44	95,01	34,63
	B.M.	100	0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100



- 1 - 1,000 + 0,500 mm Elek Aralığı Numune 2 (F2) Flotasyon Deneyi
- 2 - 0,500 + 0,300 mm Elek Aralığı Numune 2 (F2) Flotasyon Deneyi
- 3 - 0,300 + 0,250 mm Elek Aralığı Numune 2 (F2) Flotasyon Deneyi
- 4 - 0,250 + 0,150 mm Elek Aralığı Numune 2 (F2) Flotasyon Deneyi

Şekil 6.6 F2 Feldispat Cevheri Tane Boyut Dağılımına Göre Konsantredeki Fe₂O₃, TiO₂, K₂O, Na₂O Tenör ve Verimi

Şekil 6.5 ve Şekil 6.6 'da K₂O, Na₂O tenör ve verimin tane boyutuna bağlı olarak değişim grafikleri verilmiştir. Dört farklı tane aralığında yapılan flotasyon deneyleri sonucunda cevherin içeriğinin boyuta göre değişim görülmektedir.

Yapılan deneyler sonucunda her iki feldispat cevheri için K₂O, Na₂O tenör ve verimin (– 0,250) mm tane boyutunda en verimli şekilde elde edildiği gözlenmiştir. F1 ve F2 feldispat cevherlerinin tamamı (– 0,250) mm 'ye indirgenerek flotasyon çalışmalarına bu boyutta devam edilmiştir.

Flotasyon deneylerinde laboratuvar ölçekli flotasyon makinası kullanılmıştır. Deneylerde 500 gr örnek ile çalışılmıştır. Koşullandırma pervane hızı 1300 devir/dk. Flotasyon pervane hızı 1250 devir/dk olarak sabit tutulmuştur.



Şekil 4 Labratuvar çaplı flotasyon makinası

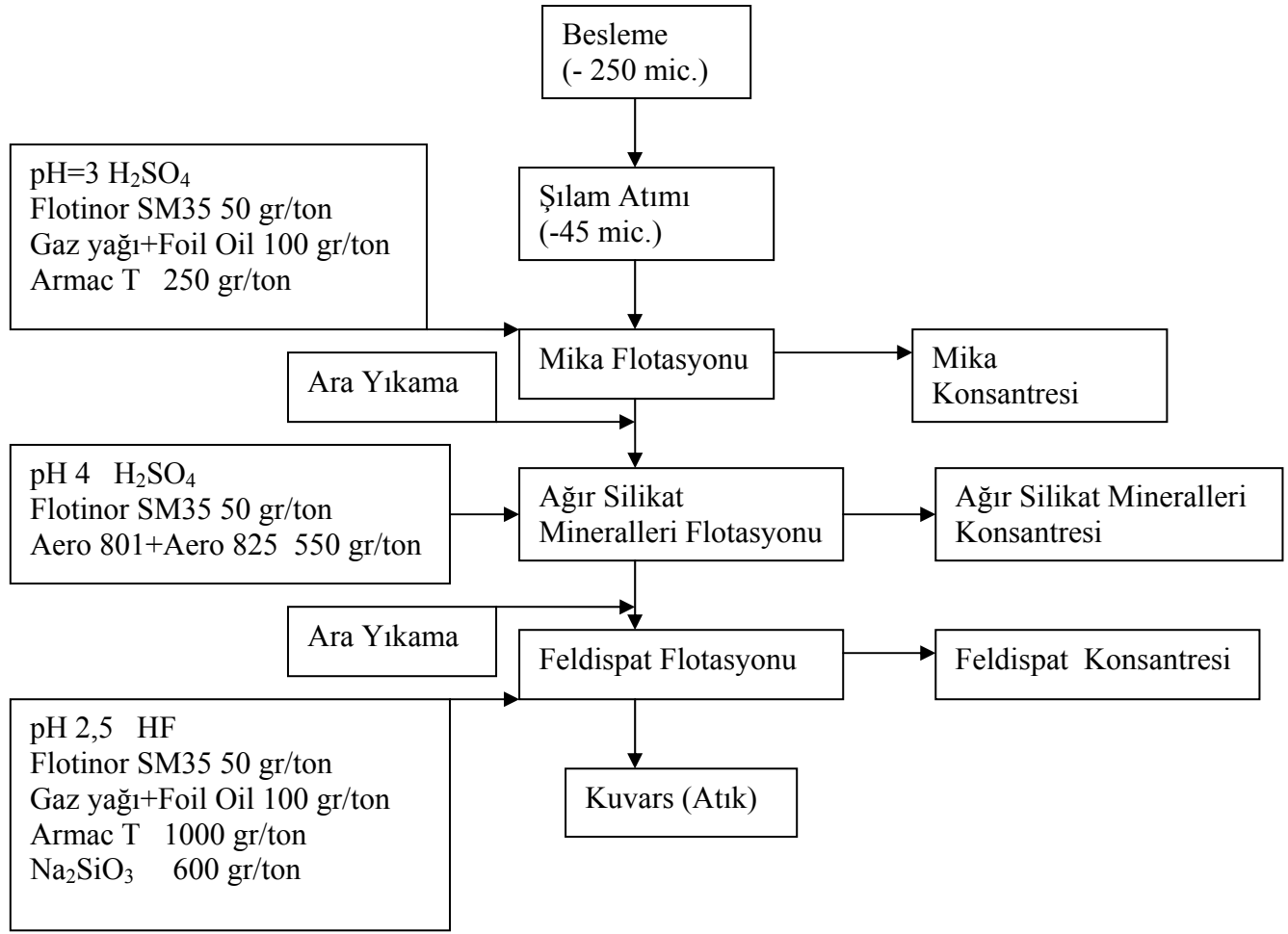
6.2.3 Toplayıcı Tipinin Flotasyona Etkisinin Araştırılması

6.2.3.1 Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu

Bu devrede renk verici mineraller yüzdürülürken, feldispat ve kuvars bastırılmaktadır. Temiz bir feldispat konsantresi elde etmek için feldispat cevheri içerisinde safsızlığı oluşturan mika ve ağır silikat minerallerinin büyük bir bölümü bu devrede alınmaktadır.

Mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonu devresinde reaktif tipi olarak mika flotasyonu devresi için Armac T, ağır silikat mineralleri flotasyonu devresi için Aero 801 + Aero 825 karışımı ve hem mika hem de demir oksit minerallerini tek bir adımda toplayabileceğimiz Aero 704 reaktifleri seçilmiştir.

Seçilen reaktiflerle yapılan deney koşulları akım şeması Şekil 6.7 ve Şekil 6.8 'de verilmiştir.



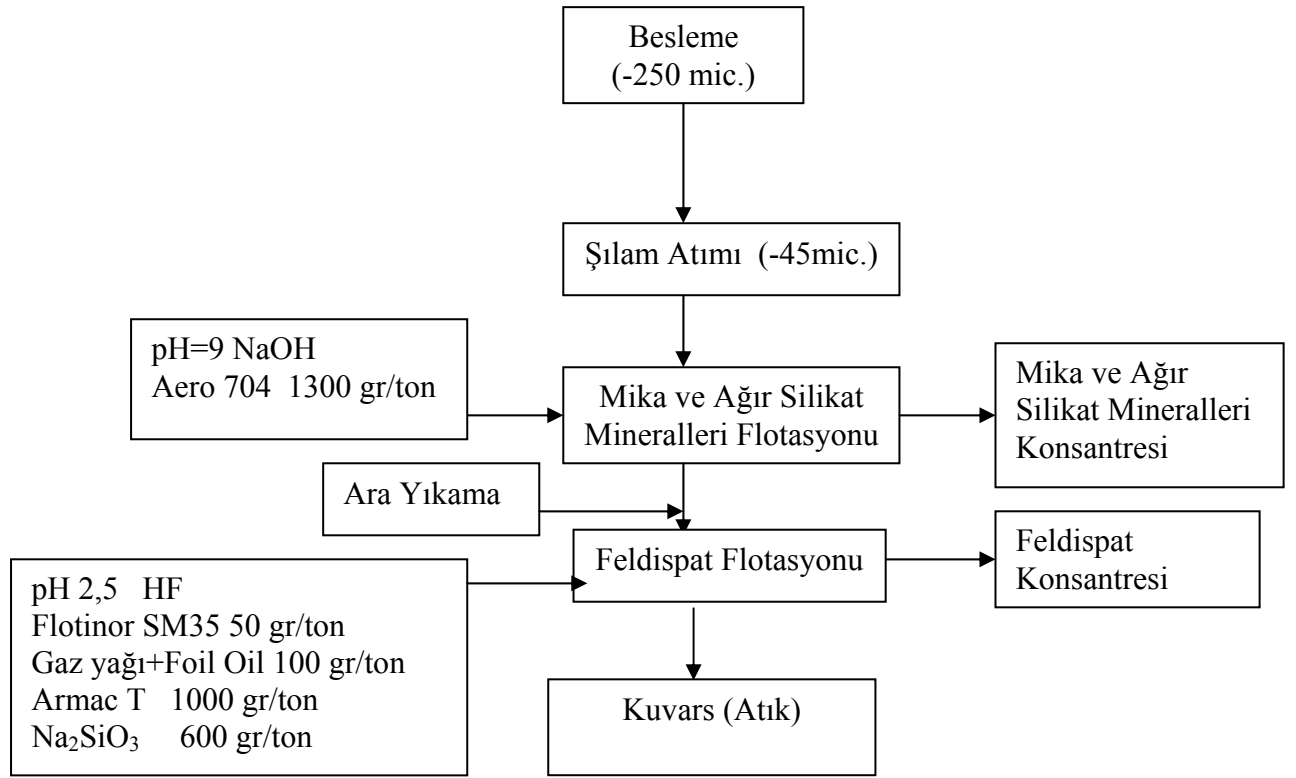
Şekil 6.7 Armac T ve Aero 801+ Aero825 karışımı kullanılarak yapılan atık flotasyonu deney akım şeması

Tablo 6.7 F1 Feldispat cevheri için mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda kullanılan reaktif sonuçları

	Toplayıcı Tipi	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.
Mika Flotasyonu	Armac T	9,57	0,25	59,82	2,60	62,21	3,46	8,32	4,33	9,71
Ağır Silikat Min. Flotasyonu	Aero 801 Aero 825	5,27	0,15	19,76	2,13	20,07	4,10	5,42	3,78	4,67
Feldispat Flotasyonu		56,81	0,03	42,61	0,09	12,78	5,91	84,34	5,92	78,78
Kuvars (atık)		30,35	0,02	14,18	0,04	2,84	0,26	1,92	1,03	6,84
B.M. (hesaplama)		100	0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100

Tablo 6.8 F2 Feldispat cevheri için Mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda kullanılan reaktif sonuçları

	Toplayıcı Tipi	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.
Mika Flotasyonu	Armac T	8,67	0,23	33,24	2,29	52,25	2,08	7,45	6,36	8,99
Ağır Silikat Min. Flotasyonu	Aero 801 Aero 825	7,42	0,40	49,47	1,85	36,12	1,03	3,15	6,41	7,43
Feldispat Flotasyonu		50,76	0,01	6,24	0,05	7,27	4,07	85,41	9,27	76,68
Kuvars (atık)		33,15	0,02	11,05	0,05	4,36	0,29	3,99	1,27	6,90
B.M. (hesaplama)		100	0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100



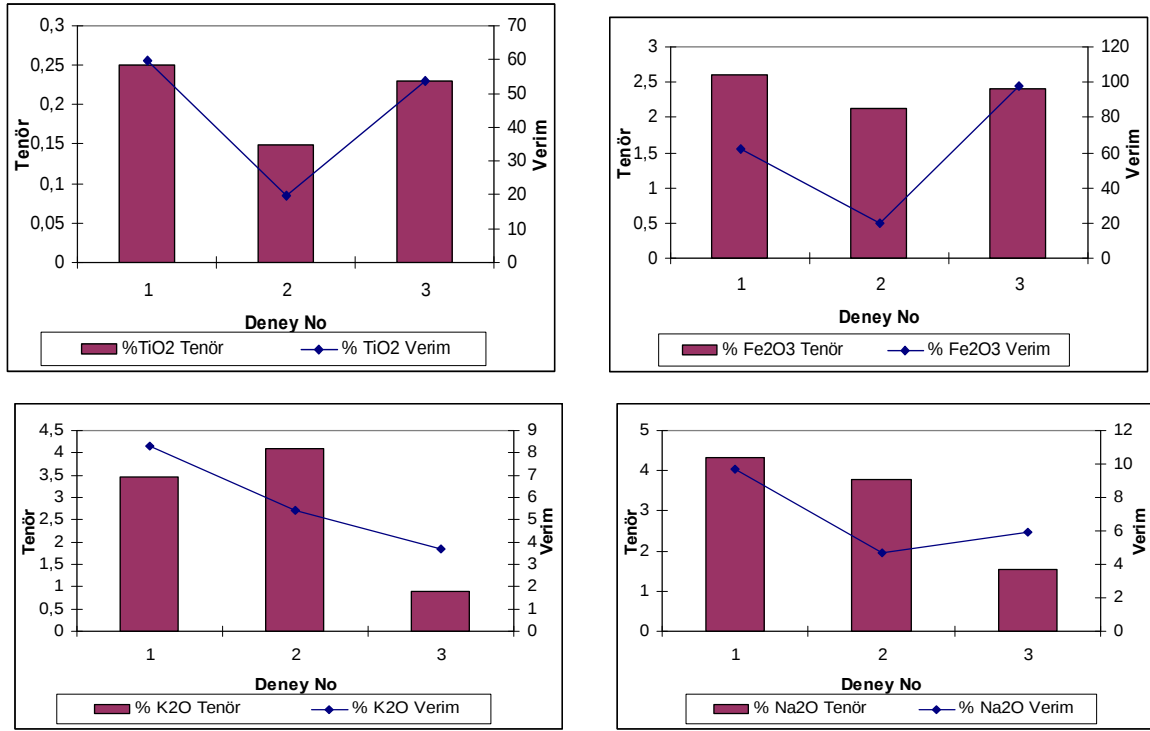
Şekil 6.8 Aero 704 kullanılarak yapılan atık flotasyonu deney koşulları

Tablo 6.9 F1 Feldispat cevheri için mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda kullanılan Aero 704 reaktif sonuçları

	Toplayıcı Tipi	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.
Mika+Ağır Silikat Min. Flotasyonu	Aero 704	16,31	0,23	53,78	2,40	97,86	0,90	3,67	1,55	5,90
Feldispat Flotasyonu	Armac T	51,59	0,02	25,68	0,08	10,27	7,11	92,18	5,70	68,91
Kuvars (Atık)		32,10	0,02	16,05	0,04	3,21	0,52	4,15	3,35	25,19
B.M. (Hesaplama)		100	0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100

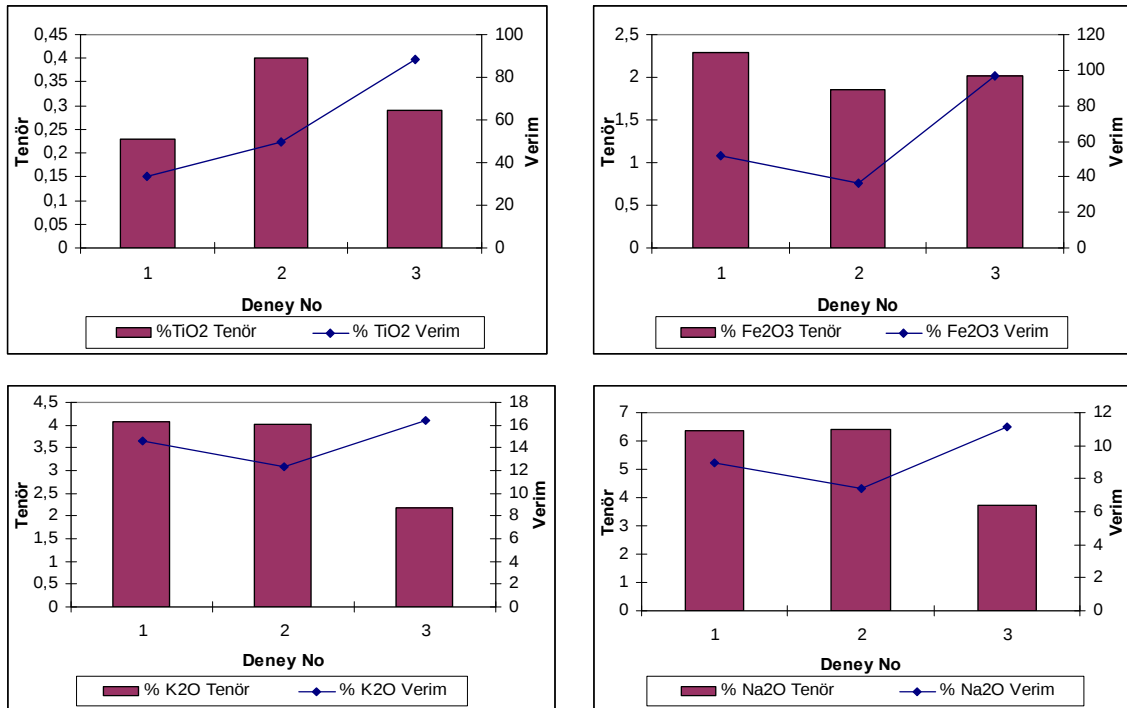
Tablo 6.10 F2 Feldispat cevheri için mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda kullanılan Aero 704 reaktif sonuçları

	Toplayıcı Tipi	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.
Mika+Ağır Silikat Min. Flotasyonu	Aero 704	18,23	0,29	88,11	2,01	96,43	1,18	8,89	3,75	11,16
Feldispat Flotasyonu	Armac T	52,09	0,02	17,36	0,07	9,59	4,18	90,03	8,27	70,35
Kuvars (Atık)		29,68	0,01	4,95	0,05	3,91	0,09	1,08	3,82	18,49
B.M. (Hesaplama)		100	0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100



1 Mika Flotasyonu ; 2 Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu; 3 Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu

Şekil 6.9 F1 Feldispat cevheri için mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda reaktiflerin TiO₂, NaO₂, K₂O ve Fe₂O₃ tenör ve veriminin değişim grafiği



1 Mika Flotasyonu ; 2 Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu; 3 Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu

Şekil 6.10 F2 Feldispat cevheri için mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda reaktiflerin TiO₂, NaO₂, K₂O ve Fe₂O₃ tenör ve veriminin değişim grafiği

Şekil 6.9 ve Şekil 6.10 'de görüldüğü üzere atığa giden NaO_2 , K_2O tenör ve verimin en düşük, TiO_2 , Fe_2O_3 tenör ve veriminin yüksek olduğu Aero 704 kullanılan deneyde olduğu görülmektedir.

Amin ve Aero 801+ Aero 825 karışımı kullanılarak iki kademede yapılan atık flotasyonu Aero 704 ile tek adımda tamamlanmıştır.

Kış aylarında amin kullanımının zorluğu aynı zamanda asit kullanılarak $\text{pH}=2,5$ 'lara çekilmesi ve asit kullanımının yükselmesine neden olmaktadır. Amin ile birlikte ekstra bir köpürtücü ilavesi gerekmektedir.

Aero 704 kullanımı ile asit kullanımı ortadan kalkmış, ekstra bir köpürtücü ilavesine ihtiyaç kalmamış ve kimyasal maliyeti azalmıştır.

Bu nedenlerle mika ve ağır silika mineralleri tek bir kademede alınmasına için Aero 704 reaktifi seçilmiştir.

6.2.3.2 Feldispat Flotasyonu

Demirci yöresi feldispat cevherlerinin içerisindeki istenmeyen safsızlıkların flotasyon yöntemiyle ayrılması sonrasında ikinci adım olarak feldispat ve kuvarsı ayırmak için feldispat flotasyon yapılmıştır. Böylece konsantre bir feldispat ürünü elde edilmiştir.

Feldispatın kuvarstan seçimli olarak flotasyonunda asidik ortamda $\text{pH } 2,5-3$ 'de katyonik toplayıcılar ile (amin) birlikte hidrofilik asit (HF) kullanılır yapılmıştır. HF'in feldispatı canlandırıcı etkisinin yanında kuvarsı da bastırıcı bir etkisi vardır. Ancak HF 'in yüksek maliyeti, korozivliliği ve çevresel zararları nedeniyle uzun süredir HF dışı yeni yöntemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar anyonik/katyonik (El-Salmawy vd. 1995 ; Jakobs ve dobias , 1991 ; Jiaying vd., 1988; Malghan , 1981; Mathieu ve Sirois, 1984; Özkan vd., 2001; Rao ve Forssberg, 1993; Shehu ve Spaziani, 1999) , anyonik (Iverson, 1932; Kılavuz, 2000) , katyonik (Sousa vd., 1997) ve noniyonik (El-Salmawy vd., 1993a; 1993b;1995) toplayıcılar kullanılan yöntemler olarak gruplandırılmaktadır.

Deneylerde Armac TD (tallow amin asetat, Akzo Nobel), Flotigam K2C (Kuarternier alkil amonyum klorür , Clariant), Flotigam DAT (Yağlı alkil propilen diamin, Clariant), Aero 801 (sodyum dodesil sülfonat, Cytec), Aero 845R (Petrol sülfonat, Cytec), Brij 58(non-iyonik setil eter polioksi etilen, Sigma), Flotinor FS-2 (Clariant) türü toplayıcılar ile 30 gr/ton dozajında Flotinor C7 (Clariant) tipi köpürtücü kullanılmıştır.

Asidik ortamda pH H_2SO_4 ile bazik ortamda pH NaOH kullanılarak ayarlanmıştır.

Tablo 6.11 'de Feldispat flotasyonu devresinde kullanılan reaktifler verilmiştir.

Tablo 6.11 Feldispat flotasyonu devresinde kullanılan reaktifler

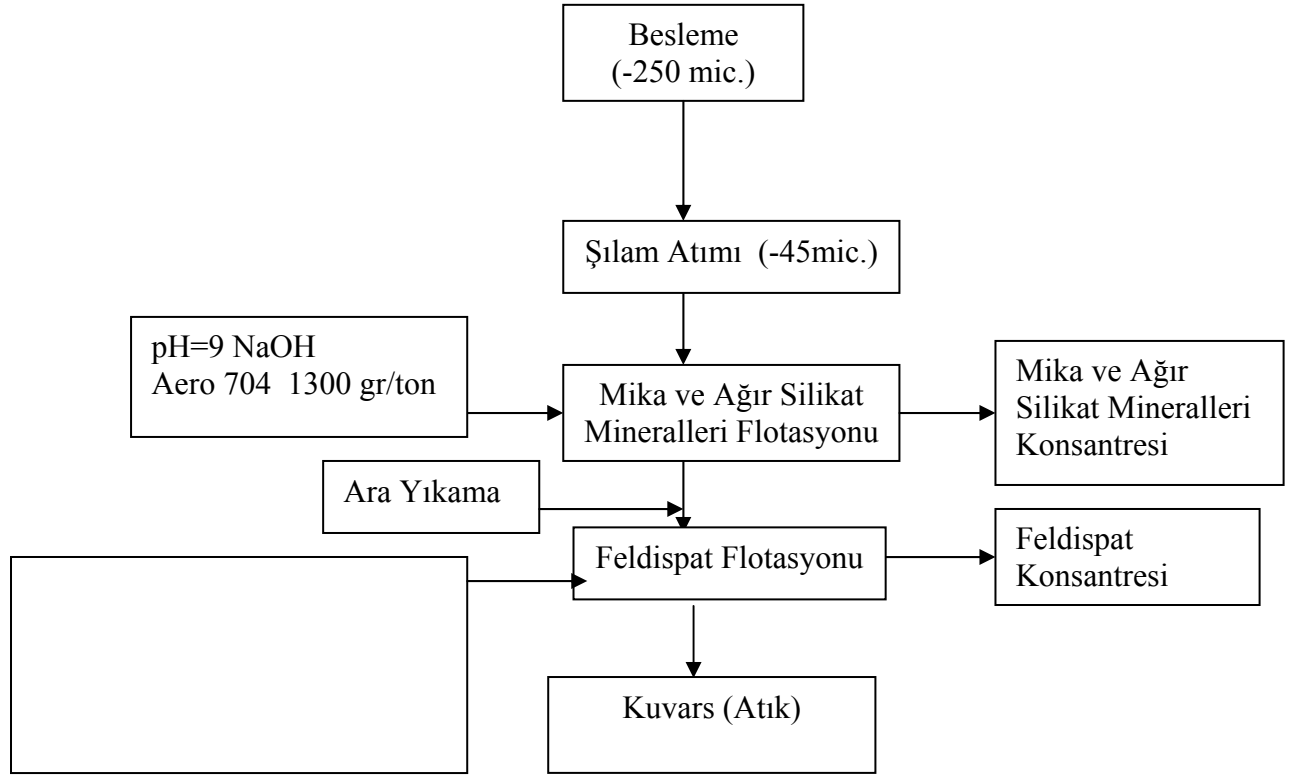
	Katyonik Toplayıcı	Anyonik Toplayıcı	Katyonik/Anyonik Toplayıcı Karışımı	Noniyonik/Anyonik Toplayıcı Karışımı	Noniyonik/Katyonik Toplayıcı Karışımı
Kullanılan Reaktif	HF/Amin	CaCl + Aero 801	Aero 845 Flotigam DAT	Flotinor FS2 Brij 58	Flotigam K2C Brij 58
	Flotigam K2C		Aero 801 Flotigam DAT		

6.2.3.2.1 Katyonik Toplayıcı Kullanılarak Yapılan Flotasyon Deneyleri. Flotasyon deneylerinde katyonik toplayıcı grubundan olan amin grubu reaktif ve Flotigam K2C kullanılarak feldispat-kuvars ayrımı araştırılmıştır.

Feldispat flotasyonu devresinde feldispat mineralinin yüzdürülmesi için toplayıcı olarak amin asetat kullanılmıştır. Amin türü katyonik toplayıcıların kuvars üzerinde etken olması nedeni ile kuvarsın bastırılması gerekmektedir. Silikat bastırmak için sodyum silikat kullanılmıştır. Feldispat minerallerinin ağırlıkça silikat bünyeli olmalarından dolayı sodyum karbonat feldispatı hemde kuvarsı bastırıcı etkisi sağlamaktadır. Bu nedenle feldispat ve kuvars minerallerinin selektif olarak ayrılabilmesini sağlamak için florik asit kullanılması gerekmektedir. Florik asit kuvars üzerinde bastırıcı etki yaparken, feldispat minerallerinin yüzeyini de aksi yönde etkileyerek katyonik bileşenler tarafından daha iyi olarak yüzebilmesini sağlamaktadır.

Konvensiyonel HF-Amin yöntemi kullanılarak yapılan flotasyon deneyinde pH 2,5-3 civarında tutulmuş, pülp katı içeriği koşullandırma sırasında %40, flotasyon sırasında % 30

olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada katyonik türü toplayıcı olan Armac TD kullanılmıştır. Deney sırasında kullanılan kimyasal miktarları ve deney akım şeması Şekil 6.11’ de verilmiştir. Bu çalışmada feldispat yüzdürülürken kuvars bastırılmıştır.



Şekil 6.11 Katyonik toplayıcı kullanılarak yapılan HF/Amin yöntemi deney akım şeması

Yukarıda verilen şartlarda feldispatın içerisindeki istenmeyen safsızlıklar ayrıldıktan sonra kuvars bastırılarak feldispat yüzdürülmüştür.

Tablo 6.12 Demirci yöresi F1 feldispat cevherinin HF/Amin kullanılarak yapılan flotasyon deney sonuçları

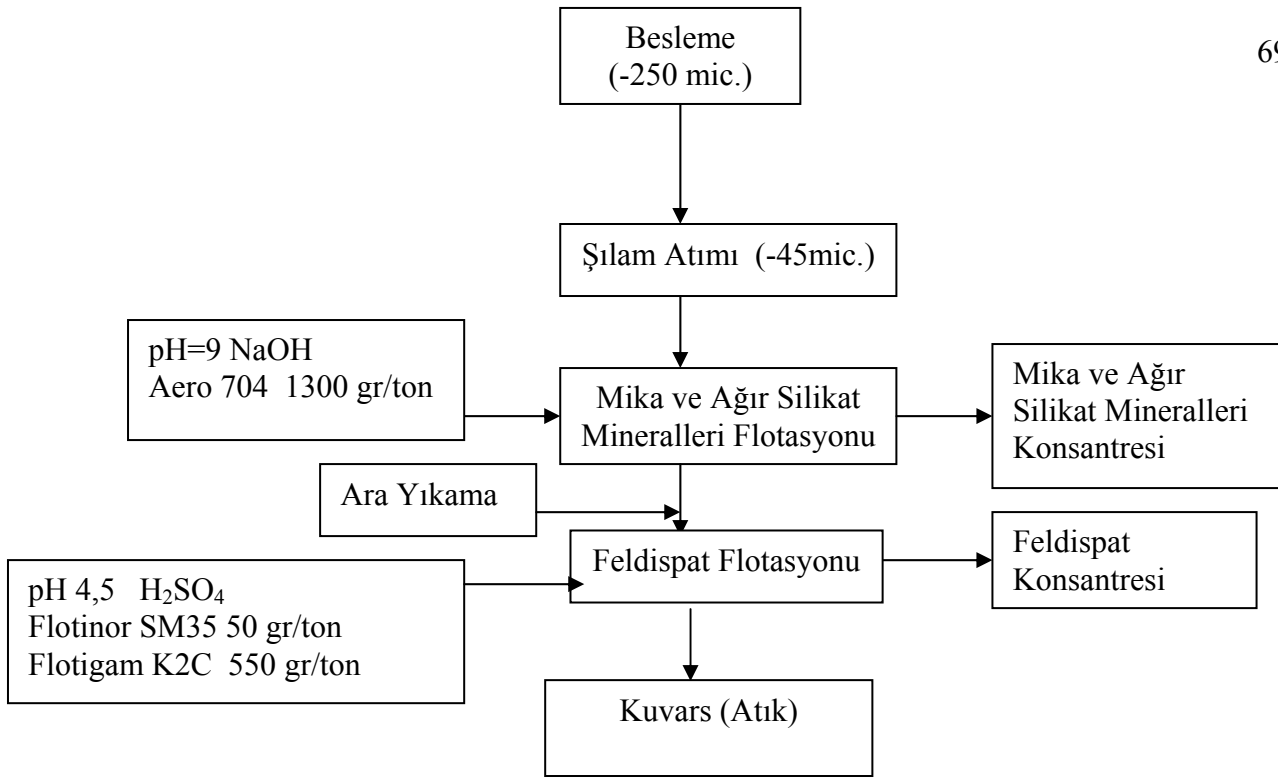
İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Silikat Min.	25,29	0,11	1,30	0,39	4,67	61,48	2,45	27,7
Yüzen (feldispat)	48,33	0,02	0,08	7,91	5,19	67,9	92,05	69,03
Batan (Kuvars)	26,38	0,01	0,02	0,83	0,53	94	5,50	3,27
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.13 Demirci yöresi F2 feldispat cevherinin HF/Amin kullanılarak yapılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Silikat Mineralleri	23,76	0,19	1,31	0,10	6,97	58,76	1,00	27,02
Yüzen (feldispat)	47,20	0,03	0,08	5,03	8,31	67,82	98,27	63,98
Batan (Kuars)	29,04	0,01	0,11	0,06	1,90	93,02	0,73	9,00
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

Tablo 6.12 'da F1 Feldispat cevheri deney sonuçlarında feldispat konsantresi % 48 ,33 ağırlıkça ve % 7,91 tenör ve % 92,05 verimle K₂O, % 5,19 tenör ve % 63,03 verimle Na₂O ile yüksek alkali içerikli feldispat konsantresi elde edilmiş ve ağırlıkça % 26,38 , % 94 tenörle kuvars konsantresi elde edilmiştir. Tablo 6.13. 'de F2 Feldispat cevheri deney sonuçlarında feldispat konsantresi % 47,20 ağırlıkça ve % 5,03 tenör ve % 98,27 verimle K₂O, % 8,13 tenör ve % 63,98 verimle Na₂O ile yüksek alkali içerikli feldispat konsantresi elde edilmiş ve ağırlıkça % 29,04 , % 93,02 tenörle kuvars konsantresi elde edilmiştir

Flotigam K2C kullanılarak yapılan flotasyon deneyinde pH 4,5 civarında tutulmuş, pülp katı içeriği koşullandırma sırasında %40, flotasyon sırasında % 30 olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada katyonik türü toplayıcı olan Flotigam K2C kullanılmıştır. Deney sırasında köpük oluşumunun az olması nedeniyle 50 gr/ton Flotinor C7 ilave edilmiş ve köpük oluşumunun güçlenmesi sağlanmıştır. Deney sırasında kullanılan kimyasal miktarları ve deney akım şeması Şekil 6.12'de verilmiştir. Bu çalışmada Feldispat yüzdürülerek kuvars bastırılmıştır.



Şekil 6.12 Katyonik toplayıcı Flotigam K2C reaktifi ile yapılan deney akım şeması

Tablo 6.14 F1 feldispat cevheri ile flotigam K2C kullanılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	25,21	0,05	1,48	1,12	4,57	75,74	7,1	26,96
Yüzen(Feldispat)	51,39	0,03	0,07	6,98	5,29	66,75	90,14	63,67
Batan (Kuvars)	23,40	0,01	0,09	0,47	1,71	89,65	2,76	9,37
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.15 F2 Feldispat cevheri ile flotigam K2C kullanılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	27,71	0,17	1,22	0,13	6,36	62,46	1,4	28,77
Yüzen(Feldispat)	46,61	0,02	0,07	5,01	8,18	66,18	96,45	62,18
Batan (Kuvars)	25,68	0,01	0,04	0,20	2,16	91,25	2,15	9,05
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

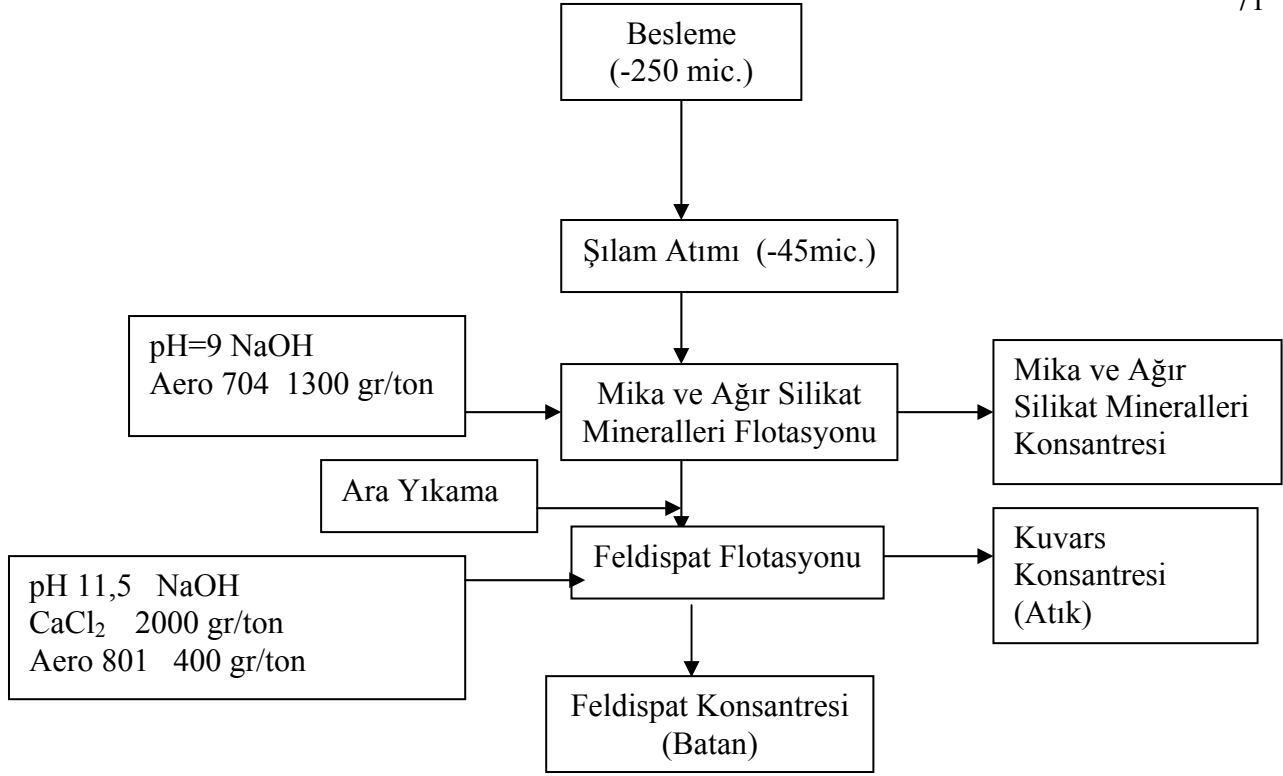
Tablo 6.14 ‘de F1 feldispat cevherinin Flotigam ,K₂C kullanılarak yapılan flotasyon deney sonuçlarına göre feldispat konsantresi % 51,39 ağırlıkça ve % 6,98 tenör ve % 90,14 verimle K₂O, % 5,29 tenör ve % 63,67 verimle Na₂O ile yüksek alkali içerikli feldispat konsantresi elde edilmiş ve ağırlıkça %23,40, % 89,65 tenörle kuvars konsantresi elde edilmiştir. Tablo 6.15‘de F2 feldispat cevherinin Flotigam ,K₂C kullanılarak yapılan flotasyon deney sonuçlarına göre feldispat konsantresi % 46,61 ağırlıkça ve % 5,01tenör ve % 96,45 verimle K₂O, % 8,18 tenör ve % 62,18 verimle Na₂O ile yüksek alkali içerikli feldispat konsantresi elde edilmiş ve ağırlıkça %25,68, % 91,25 tenörle kuvars konsantresi elde edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre yüzen ürün ve selülde kalan ürün (batan) arasında alkali bazında değerlendirildiğinde bu yöntemle HF-Amin yöntemine yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

6.2.3.2.2 *Anyonik Toplayıcı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.* Literatürde metal iyonları kullanılarak kuvarsın aktive edilmesine ilişkin çok sayıda çalışma bulunmaktadır. (Fuerstenau ve Atak , 1965; Fuerstenau vd. , 1965) El-Salmawy vd. (1992-1993) bazı çok değerlikli metal katyonlarının varlığında sodyum dodesil sülfonat ile kuvarsın ve feldispatın flotasyonu üzerine çalışmıştır. Bu çalışmada kuvarsın feldispattan ayrılması için yüksek pH ‘lar da canlandırıcı olarak Ca⁺² , Ba⁺² ve Sr⁺² gibi toprak alkali metallerin kullanılabileceği belirtilmiştir.Burada kuvarsın canlanma mekanizması hemimisel oluşumuna ve Ca(OH)RSO₃ gibi nötr katyon sülfonat kompleksinin yüzeyde çökmesine, feldispatın bastırılması ise yüksek bazik ortamda feldispatın yüzeyinde oluşan hidrate olmuş tabakaya bağlanmaktadır.

Anyonik toplayıcı olarak (Aero 801) sodyum dodesil sülfonat ve Ca⁺² iyonu kullanılarak yapılan deneylerde feldispat bastırılarak kuvars yüzüdürlmüştür. Ca⁺² iyonunun kuvarısı canlandırma etkisi nedeni ile sisteme sisteme CaCl₂ tuzu eklenmiştir.

Anyonik toplayıcı kullanılarak yapılan flotasyon deneyinde pH 11,5 civarında tutulmuş, pülp katı içeriği koşullandırma sırasında %40, flotasyon sırasında % 30 olacak şekilde ayarlanmıştır. Deney sırasında kullanılan kimyasal miktarları Tablo 6.16 ‘de verilmiştir. Bu çalışmada kuvars yüzüdürlerek feldispat bastırılmıştır.



Şekil 6.13 Anyonik toplayıcı kullanılarak yapılan flotasyon deney akım şeması

Tablo 6.16 F1 Feldispat cevheri Ca^{+2} iyonu ve sodyum dodesil sülfonat kullanılarak yapılan flotasyon deneyi sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	14,4	0,09	2,28	2,05	0,94	50,44	7,42	2,23
1. Yüzen(kuars)	2,4	0,01	0,21	4,54	3,96	75	2,73	2,22
2. Yüzen(kuars)	6,8	0,01	0,16	4,48	5,17	71,8	7,65	8,23
3. Yüzen(kuars)	7,02	0,01	0,08	3,58	3,42	79,2	6,48	5,77
Batan (Feldispat)	69,20	0,03	0,08	4,02	4,73	78,8	69,90	76,65
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.17 F2 Feldispat Cevheri Ca^{+2} iyonu ve sodyum dodesil sülfonat kullanılarak yapılan flotasyon deneyi sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	16,8	0,18	1,86	3,71	0,77	51,68	25,77	2,11
1. Yüzen(kuars)	4,7	0,05	0,10	2,47	2,73	71,17	4,80	2,10
2. Yüzen(kuars)	10,2	0,05	0,07	2,68	5,00	71,27	11,30	8,33
Batan (Feldispat)	68,30	0,04	0,08	2,06	7,85	78,55	58,13	87,46
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

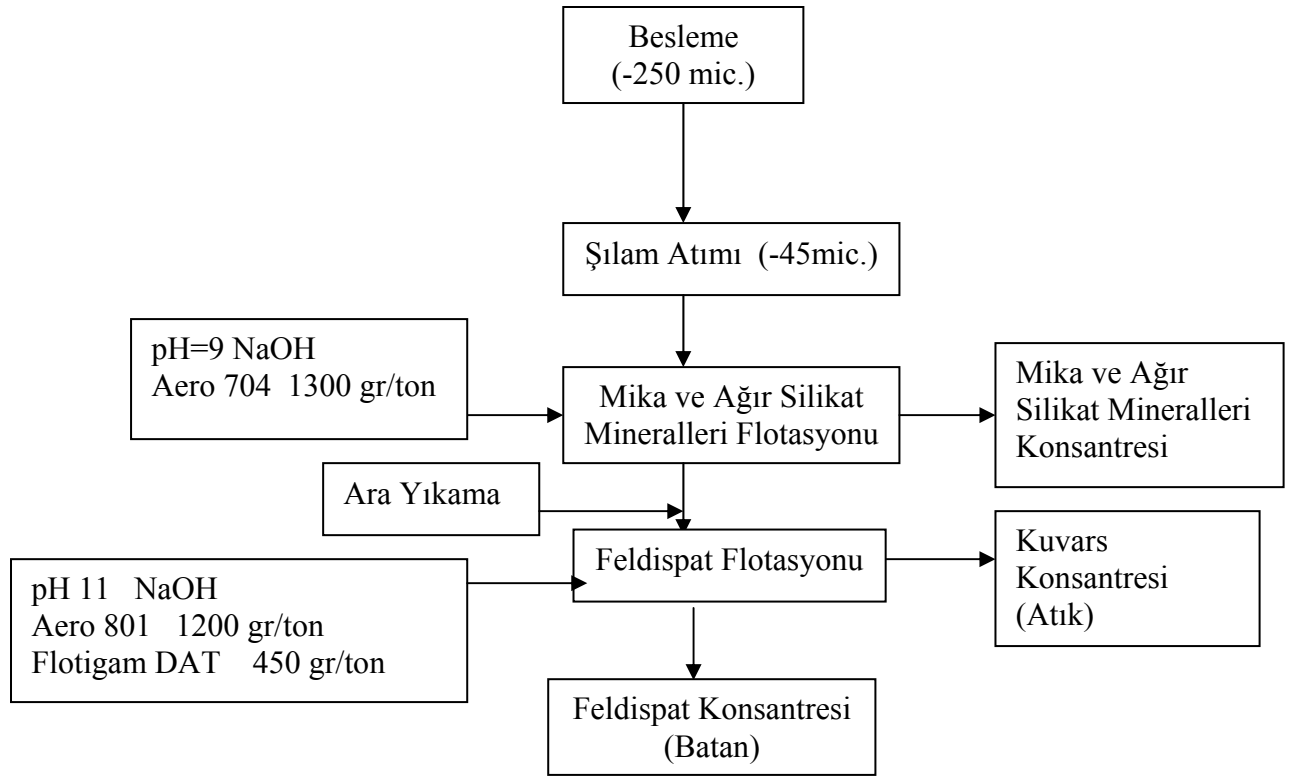
Tablo 6.16 ‘da F1 Feldispat Cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispatın ağırlıkça % 69,20 ve % 4,02 tenör % 69,90 verimle K_2O , % 4,73 tenör ve % 76,65 verimle Na_2O içeren alkali içeriği çok yüksek olmayan feldispat konsantresi ve Tablo 6.17 ‘de F2 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispatın ağırlıkça % 68,30 ve % 2,02 tenör % 58,13 verimle K_2O , % 7,85 tenör ve % 87,46 verimle Na_2O içeren alkali içeriği çok yüksek olmayan feldispat konsantresi elde edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre anyonik toplayıcı kullanılarak yapılan flotasyon deneylerinde yüzen ürün kuvarsın % ağırlığının az olması ve yüzen ürün kuvarsa feldispatın yüzme eğilimde olduğu, yüzen ürün ve selülde kalan ürün (batan) arasında seçimliliğin az olduğu gözlenmektedir.

6.2.3.2.3 Anyonik/Katyonik Toplayıcı Karışımı Kullanılan Flotasyon Deneyleri. Literatürde yer alan feldispat kuvars ayrımı ile ilgili yöntemler arasında çalışılan anyonik/katyonik toplayıcı karışımlarından bazıları sülfonat ve alifatik amin tuzu karışımıdır ve bu amaca yönelik kullanabileceği öne sürülen toplayıcı türlerinin feldispat kuvars ayrımında oldukça başarılı sonuçlar verdiği açıklanmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar göz önünde bulundurularak anyonik/katyonik karışımı olarak amin-sodyum dodesil sülfonat , amin-petrol sülfonat karışımı kullanılmıştır.

Amin-sodyum dodesil sülfonat karışımı kullanılarak yapılan çalışmada pH 11 civarında tutulmuş, pülp katı içeriği koşullandırma sırasında %40, flotasyon sırasında % 30 olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada amin türü toplayıcı olan Flotigam DAT ve sodyum dodesil sülfonat olan aero 801 kullanılmıştır. Flotasyon çalışmasında kuvars yüzdürülerek feldispat bastırılmaya çalışılmıştır. Şekil 6.14 ‘de deney koşulları verilmiştir.



Şekil 6.14 Anyonik/Katyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan flotasyon deney akım şeması

Tablo 6.18 F1 Feldispat cevheri flotigam DAT ve Aero 801 karışımı kullanılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	16,93	0,21	1,48	1,44	0,76	67,23	6,12	3
1. Yüzen(kuars)	7,43	0,01	0,03	4,31	3,96	75,2	7,49	6,89
2. Yüzen(kuars)	13,15	0,01	0,01	4,66	6,05	76,9	15,40	18,70
3. Yüzen(kuars)	9,82	0,01	0,03	4,08	4,02	76,4	10,06	9,24
Selülde Kalan(Feldispat)	52,67	0,01	0,11	4,60	5,04	67,70	60,93	62,17
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

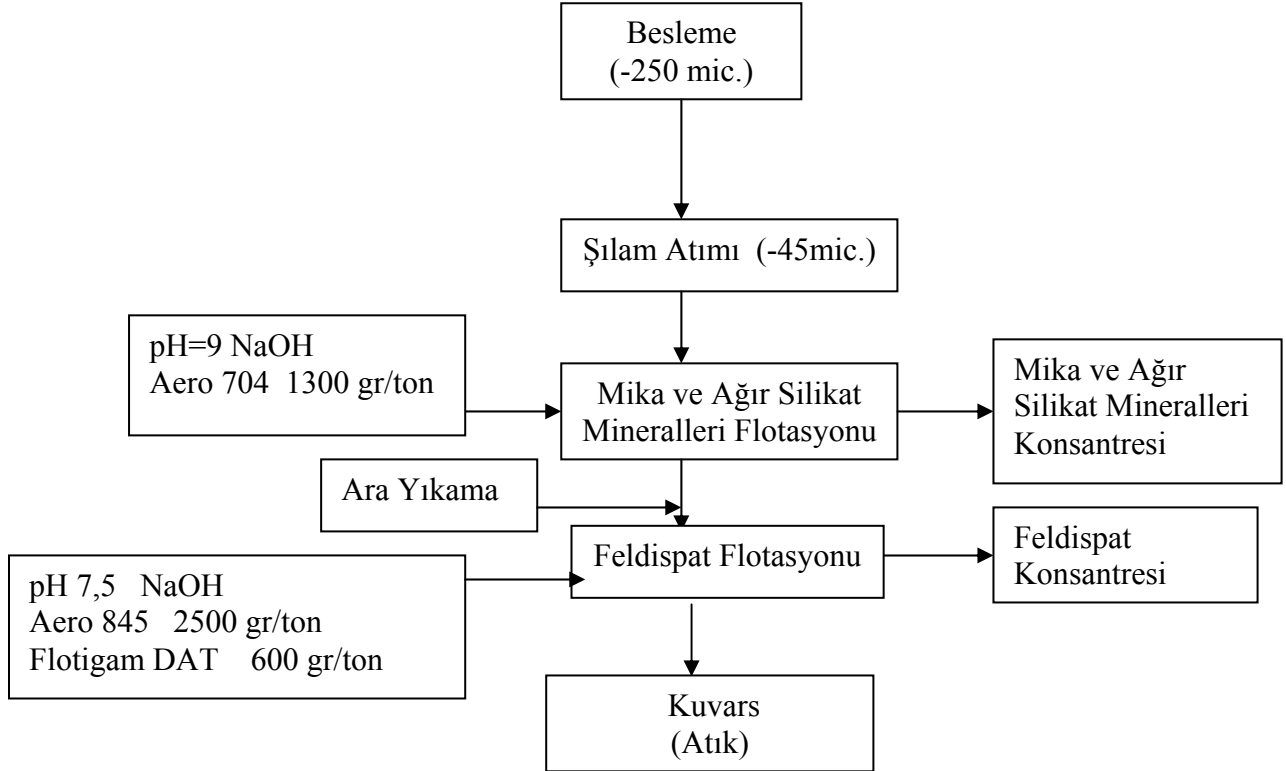
Tablo 6.19 F2 Feldispat cevheri flotigam DAT ve Aero 801 karışımı kullanılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	16,24	0,25	2,08	1,23	6,06	82,03	8,21	16,05
1. Yüzen(kuars)	3,68	0,04	0,08	4,69	2,94	75,80	7,13	6,50
2. Yüzen(kuars)	19,73	0,03	0,07	4,11	4,07	75,86	17,25	13,10
Selülde Kalan(Feldispat)	60,35	0,02	0,04	2,70	6,76	68,31	67,41	64,35
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

Tablo 6.18 'de F1 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispatın ağırlıkça % 52,67 ve % 4,60 tenör % 60,93 verimle K_2O , % 5,04 tenör ve % 62,17 verimle Na_2O içeren, alkali toplamı yüksek olmayan feldispat konsantresi ve Tablo 6.19. 'de F2 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispatın ağırlıkça % 60,35 ve % 2,70 tenör % 67,41 verimle K_2O , % 6,76 tenör ve % 64,35 verimle Na_2O alkali çok yüksek olmayan feldispat konsantresi elde edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre anyonik-katyonik toplayıcı kullanılarak yapılan flotasyon deneylerinde yüzen ürün kuvarsa feldispatın yüzme eğilimde olduğu, yüzen ürün ve selülde kalan ürün (batan) arasında seçimliliğin az olduğu gözlenmektedir.

Literatürde yapılan çalışmalar arasında Jiaying vd. (1988) tarafından önerilen amin-petrol sülfonat karışımı kullanılarak yapılan flotasyon çalışmasında amin türü toplayıcı olarak Flotigam DAT ve petrol sülfonat olan Aero 845 R kullanılmıştır. Ortam pH 7,5 civarında tutulmuş (doğal pH) ve pülp katı oranı koşullandırma sırasında %40, flotasyon sırasında %30 olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu deneyde feldispat yüzdürülüp kuvars bastırılmıştır. Şekil 6.15. 'te deneyin akım şeması verilmiştir.



Şekil 6.15 Anyonik/Katyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan flotasyon deney akım şeması

Tablo 6.20 F1 Feldispat cevheri için Flotigam DAT ve Aero 845 R karışımı ile yapılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	14,9	0,08	7,97	1,41	1,43	69,72	5,27	5,02
1.Yüzen(feldispat)	10,92	0,04	0,06	5,12	3,23	75,4	14,04	8,26
2.Yüzen(feldispat)	17,79	0,03	0,07	4,60	3,55	75,3	20,56	14,79
3.Yüzen(feldispat)	30,75	0,03	0,01	3,88	5,40	75,9	30,05	45,28
Selülde Kalan(Kuvars)	25,64	0,03	0,08	4,66	3,84	74,9	30,08	26,65
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.21 F2 Fledspat cevheri için Flotigam DAT ve Aero 845 R karışımı ile yapılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	17,30	0,23	1,82	0,65	5,46	80,75	4,66	15,41
1.Yüzen(feldispat)	13,71	0,03	0,08	3,93	7,22	73,84	17,63	16,79
2.Yüzen(feldispat)	20,48	0,02	0,07	2,84	6,28	72,08	24,10	21,00
3.Yüzen(feldispat)	25,91	0,02	0,08	2,95	6,57	70,68	31,69	27,79
Selülde Kalan(Kuvars)	22,60	0,03	0,09	2,35	5,16	70,02	21,92	19,01
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

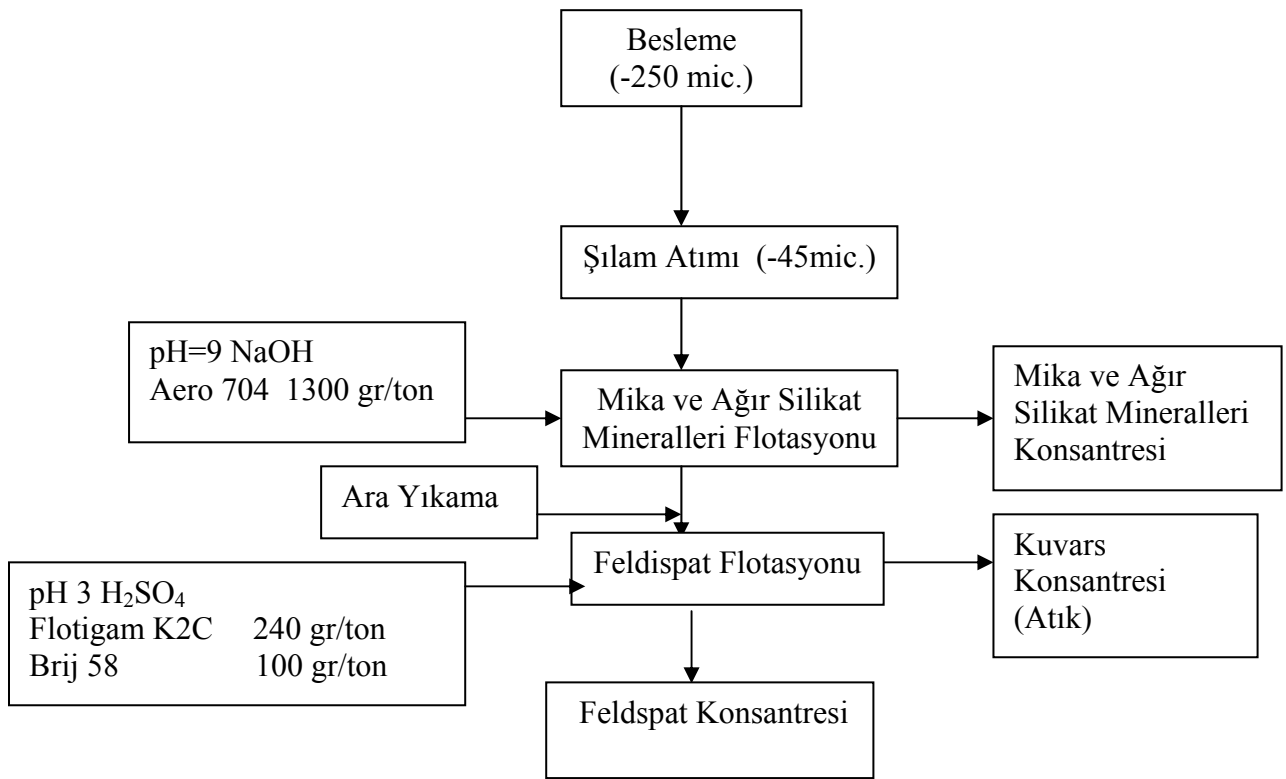
Tablo 6.20 ‘de F1 feldispat cevheri deney sonuçlarında yüzen feldispatın ağırlıkça % 59,46 ve % 4,32 tenör % 64,65 verimle K₂O, % 3,5 tenör ve % 68,33 verimle Na₂O içeren, alkali toplamı yüksek olmayan feldispat konsantresi ve Tablo 6.21. ‘de F2 feldispat cevheri deney sonuçlarında yüzen feldispatın ağırlıkça % 60,1 ve % 2,27 tenör % 73,42 verimle K₂O, % 6,62 tenör ve % 65,58 verimle Na₂O alkali içeriği yüksek olmayan feldispat konsantresi elde edilmiştir.

Deney sonuçları amin-sodyum dodesil sülfonatla kıyaslandığında yüzen ürünün veriminin arttığı fakat alkali değerliliğinin azaldığı ve selülde kalan kuvarsın alkali içeriğinin azalmış olduğu gözlenmektedir.

6.2.3.2.4 Noniyonik/ Katyonik Toplayıcı Karışımı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.

Literatürde yapılan çalışmalar arasında El-Salmawy vd. (1995) tarafından önerilen noniyonik-katyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan deney kuvarsı yüzdürüp feldispatı bastırmaya yönelik bir çalışmadır.

Deney sırasında pH 3 (H_2SO_4), koşullandırma pülp katı içeriği %40, flotasyon pülp katı içeriği %30 olarak ayarlanmıştır. Toplayıcı olarak Flotigam K2C ve noniyonik toplayıcı olan Brij 58 kullanılmıştır. Deney sırasında köpük oluşumunun güçsüz olması nedeniyle 30 gr/ton Flotinor C7 köpürtücü eklenmiştir. Şekil 6.16'da deney akım şeması verilmiştir.



Şekil 6.16 Nan-iyonik/Katyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan flotasyon deney akım şeması

Tablo 6.22 F1 Feldispat Cevheri için Flotigam K2C ve Brij 58 karışımı ile yapılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Silikat Mineraller(atık)	15,89	0,15	2,41	3,53	2,14	86,51	14,11	7,95
Yüzen(kuvars)	12,06	0,02	0,08	4,08	4,83	86,19	12,42	12,51
Selülde Kalan(feldispat)	72,05	0,01	0,02	4,05	4,78	69,75	73,47	79,54
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.23 F2 Feldispat cevheri için Flotigam K2C ve Brij 58 karışımı ile yapılan flotasyon deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Silikat Mineralleri (atık)	15,26	0,16	2,10	1,43	5,06	80,09	9,02	12,6
Yüzen(kuvars)	16,65	0,05	0,07	2,13	4,18	77,12	14,66	11,34
Selülde Kalan(feldispat)	68,09	0,04	0,07	2,71	7,39	70,38	76,38	76,06
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

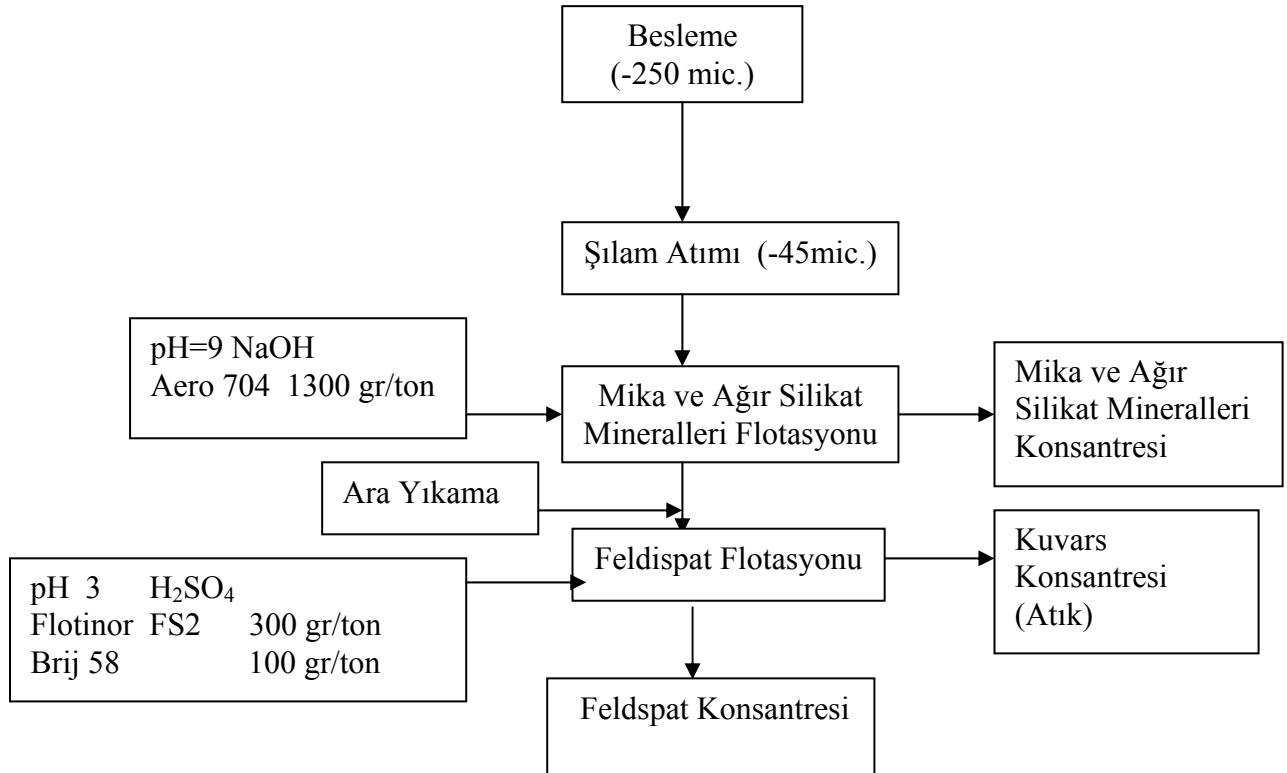
Tablo 6.21 'da F1 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispatın ağırlıkça % 72,05 ve % 4,05 tenör % 73,47 verimle K₂O, %4,78 tenör ve % 79,54 verimle Na₂O içeren, alkali toplamı yüksek olmayan feldispat konsantresi ve yüzen üründe yüksek alkali içerikli düşük silisli kuvars konsantresi elde edilmiştir. Tablo 6.23 'de F2 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispat ağırlıkça % 68,09 ve % 2,71 tenör % 76,38 verimle K₂O, % 7,39 tenör ve % 76,06 verimle Na₂O alkali içeriği çok yüksek olmayan feldispat konsantresi ve yüzen üründe yüksek alkali içeriği düşük silisli kuvars konsantresi elde edilmiştir.

Noniyonik-katyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan deney çalışması kuvarşı yüzdürüp feldispatı bastırmaya yönelik bir çalışmadır. Ancak deney sonuçlarına göre yüzen ve selülde kalan ürün arasında seçimliliğin olmadığı ve yüzen ürüne feldispatın yüzme eğiliminde olduğu gözlenmektedir.

6.2.3.2.5 Noniyonik/Anyonik Toplayıcı Karışımı Kullanılan Flotasyon Deneyleri.

Literatürde yapılan çalışmalar arasında El-Salmawy vd. (1993) tarafından önerilen noniyonik-anyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan deney kuvarsı yüzdürmeye feldispatı bastırmaya yönelik bir çalışmadır.

Deney sırasında pH 3 (H_2SO_4), koşullandırma pülp katı içeriği %40, flotasyon pülp katı içeriği %30 olarak ayarlanmıştır. Anyonik toplayıcı olarak FS-2 ve noniyonik toplayıcı olan Brij 58 kullanılmıştır. Deney sırasında köpük oluşumunun güçsüz olması nedeniyle 100 gr/ton Flotonor SM 35 köpürtücü eklenmiştir. Deney sırasında yüzün ürün ve selülde kalan ürün arasında seçimlilik gözlenememiştir.



Şekil 6.17 Noniyonik/Anyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan flotasyon deney akım şeması

Tablo 6.24 F1 Feldispat cevheri için Noniyonik/Anyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan flotasyon Deney sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	14,6	0,21	2,52	0,52	2,48	81,06	1,91	8,49
Yüzen(Kuvars)	29,84	0,01	0,09	4,12	5,10	77,6	30,94	35,65
Selülde Kalan(Feldispat)	55,56	0,01	0,07	4,81	4,29	70,92	67,15	55,86
Besleme	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.25 F2 Feldispat cevheri için Noniyonik/Anyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan flotasyon deney sonuçları

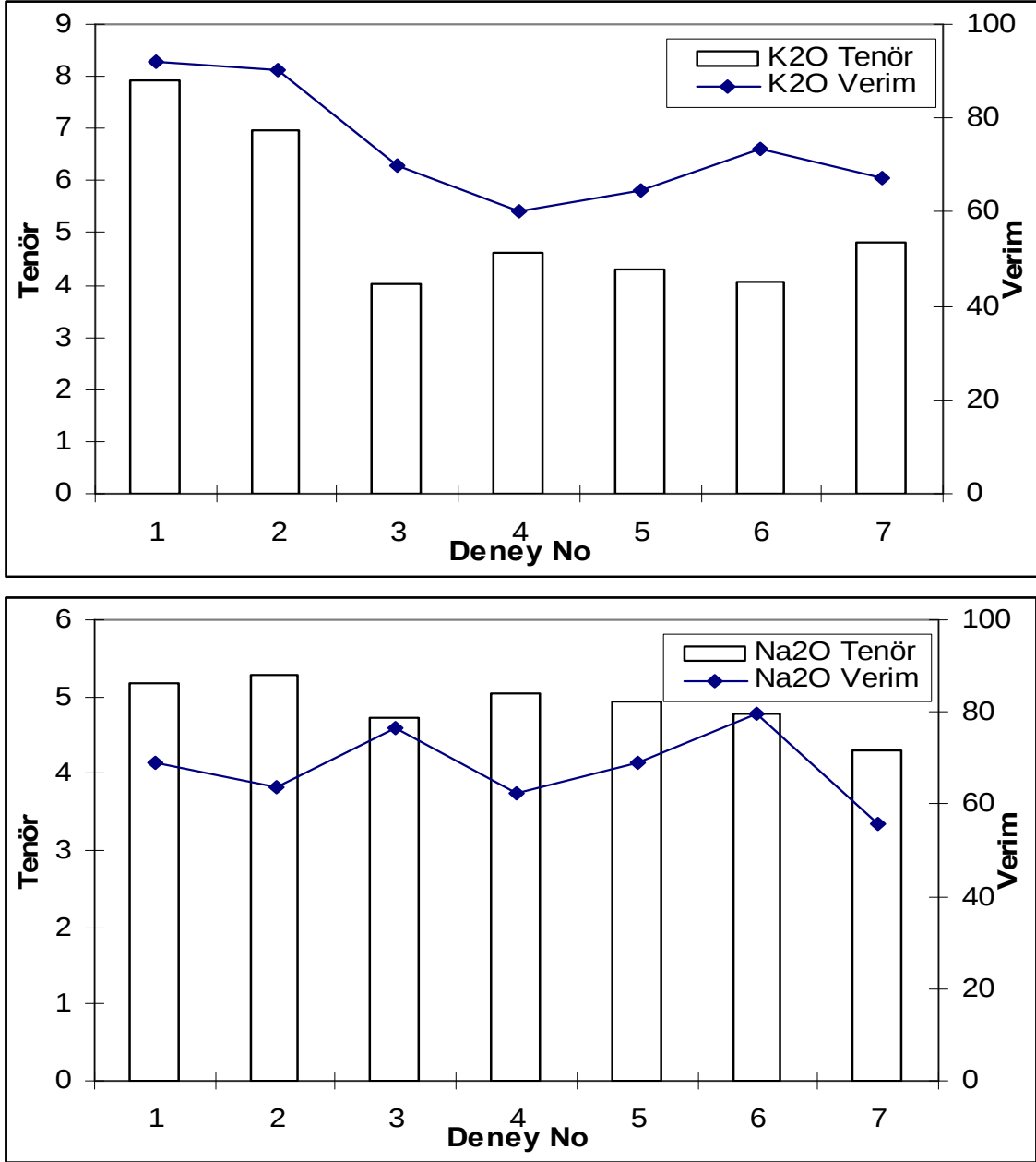
İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve Ağır Mineraller(atık)	16,73	0,15	1,92	0,50	4,82	81,12	3,4	13,16
Yüzen(kuvars)	16,17	0,04	0,07	3,79	7,23	75,40	25,35	19,08
Selülde Kalan(feldispat)	67,10	0,05	0,07	2,57	6,19	70,38	71,25	67,76
Besleme	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

Tablo 6.24’de F1 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispatın ağırlıkça % 55,56 ve % 4,81 tenör % 67,15 verimle K₂O, % 5,29 tenör ve % 68,83 verimle Na₂O içeren, alkali toplamı yüksek olmayan feldispat konsantresi ve yüzen üründe yüksek alkali içerikli düşük silisli kuvars konsantresi elde edilmiştir. Tablo 6.25 ‘da F2 feldispat cevheri deney sonuçlarında selülde kalan feldispat ağırlıkça % 67,10 ve % 2,57 tenör % 71,25 verimle K₂O, % 6,19 tenör ve % 67,76 verimle Na₂O alkali içeriği çok yüksek olmayan feldispat konsantresi ve yüzen üründe yüksek alkali içeriği düşük silisli kuvars konsantresi elde edilmiştir.

Noniyonik-anyonik toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan deney çalışması kuvarısı yüzdürüp feldispatı bastırmaya yönelik bir çalışmadır. Ancak deney sonuçlarına göre yüzen ve selülde kalan ürün arasında seçimliliğin olmadığı ve yüzen ürüne feldispatın yüzme eğiliminde olduğu gözlenmektedir.

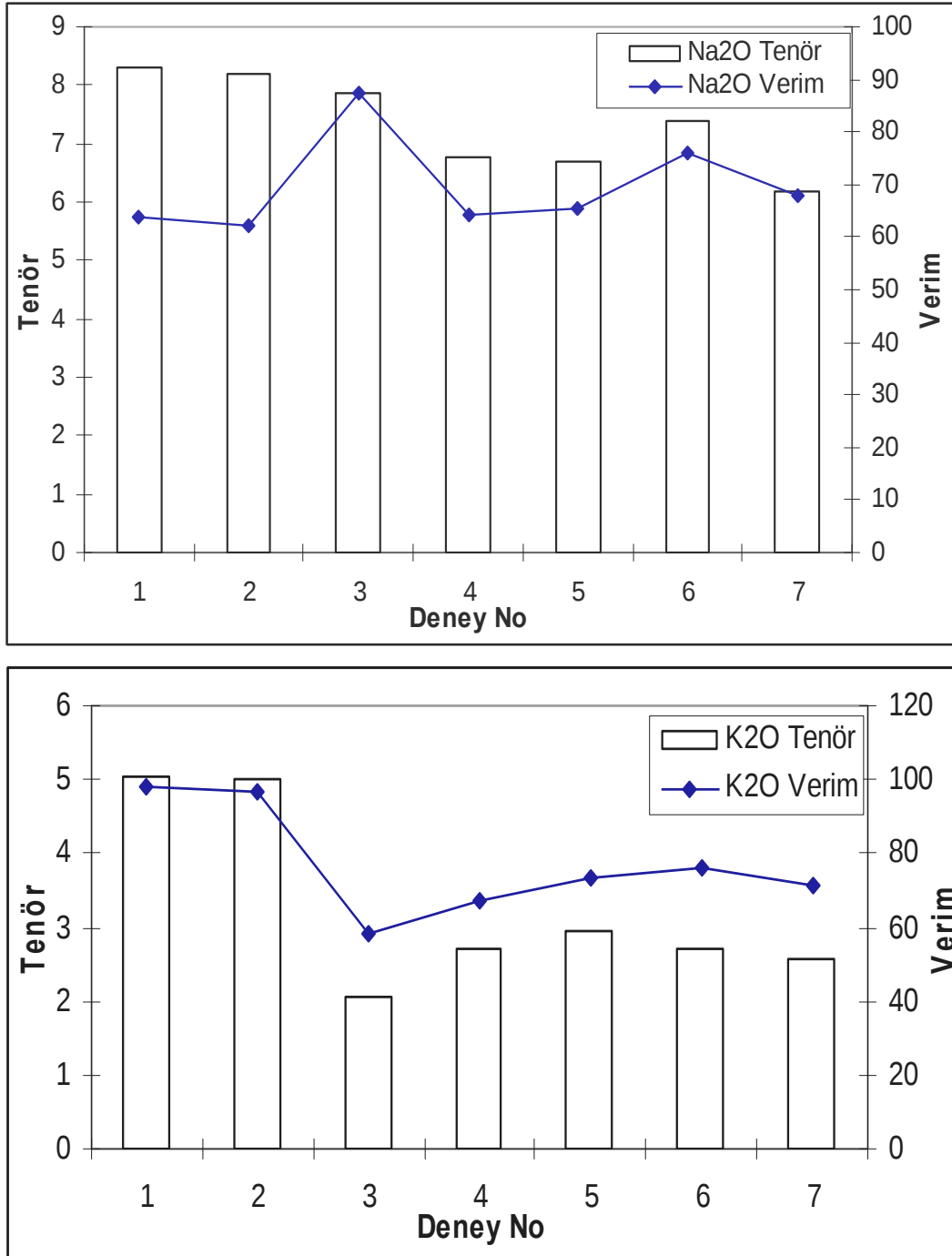
Yapılan deneyler içerisinde feldispatın seçimli bir şekilde kuvarstan ayrımı amaçlandığından elde edilen sonuçlar kullanılarak ortoklaz ve albit bazında seçimlilik

değerlerinin grafiği çizilmiştir. Seçimlilik değerleri hem tenöre hem de verime bağlı olarak değerlendirilmiştir.



- 1 HF-Amin Yöntemi (yüzen)
- 2 Flotigam K2C (yüzen)
- 3 Ca⁺² iyonu ve Aero 801 (selülde kalan)
- 4 Flotigam DAT ve Aero 801 (selülde kalan)
- 5 Flotigam DAT ve Aero 845 R (yüzen)
- 6 Flotigam K2C ve Brij 58 (selülde kalan)
- 7 Flotinor FS-2 ve Brij 58 (selülde kalan)

Şekil 6.18 F1 Feldispat Cevheri Flotasyon Deney Ürünlerinin K₂O ve Na₂O Tenör ve Verim Değişim Grafiği



- 1 HF-Amin Yöntemi (yüzen)
- 2 Flotigam K2C (yüzen)
- 3 Ca⁺² iyonu ve Aero 801 (selülde kalan)
- 4 Flotigam DAT ve Aero 801 (selülde kalan)
- 5 Flotigam DAT ve Aero 845 R (yüzen)
- 6 Flotigam K2C ve Brij 58 (selülde kalan)
- 7 Flotinor FS-2 ve Brij 58 (selülde kalan)

Şekil 6.19 F2 Feldispat Cevheri Flotasyon Deney Ürünlerinin K₂O , Na₂O Ve Verim Değişim Grafiği

Şekil 6.18.a 'de F1 feldispat cevheri için yapılan flotasyon denemelerinin sonuçlarında ortoklaz açısından en seçimli ayrımın konvensiyonel HF-Amin yöntemi ile sağlandığı ve bu yönteme en yakın sonuçlar Flotigam K2C ile sağlanmıştır. % K₂O tenörü ve verimi açısından karşılaştırıldığında HF-Amin yönteminde %7,91 K₂O ve % 92,05 verimle, Flotigam K2C ile yapılan deney sonucunda % 6,98 K₂O tenörlü ve % 90,14 verimle ürün kazanılmıştır. Ancak amin-sülfonat (Flotigam DAT-Aero 845R) kullanılan yöntemde % 4,32 K₂O tenörlü ve % 64,65 verimle ürün kazanılırken seçimliliğin düşük olduğu gözlenmiştir. Buna karşın literatürde yapılan çalışmalar baz alınarak yapılan amin-sodyum dodesil sülfonat , Ca-sodyum dodesil sülfonat, brij-amin, brij- sodyum dodesil sülfonat denemeleri başarısız olmuştur. Yapılan çalışmalarda kuvarsla beraber feldispatın yüzen ürüne gitme eğiliminde olduğu anlaşılmıştır.

Ortoklaza benzer sonuçlar albit içinde gözlenmektedir. Ancak Ca-Sodyum dodesil sülfonat ile yapılan çalışmada Na₂O seçimliliğin çok yüksek olmamasına karşın verimin yüksek olduğu gözlenmektedir.

Şekil 6.19.a 'de F2 feldispat cevheri için yapılan flotasyon denemelerinin sonuçlarında ortoklaz açısından en seçimli ayrımın konvensiyonel HF-Amin yöntemi ile sağlandığı ve bu yönteme en yakın sonuçlar Flotigam K2C ile sağlanmıştır. % K₂O tenörü ve verimi açısından karşılaştırıldığında HF-Amin yönteminde % 5,03 K₂O tenörlü ve % 98,27 verimle, Flotigam K2C ile yapılan deney sonucunda % 5,01 K₂O tenörlü ve % 96,45 verimle ürün kazanılmıştır. Ancak amin-sülfonat (Flotigam DAT-Aero 845R) kullanılan yöntemde %2,27 K₂O tenörlü ve % 73,42 verimle ürün kazanılırken seçimliliğin düşük olduğu gözlenmiştir. Buna karşın literatürde yapılan çalışmalar baz alınarak yapılan amin-sodyum dodesil sülfonat, Ca-sodyum dodesil sülfonat, brij-amin, brij- sodyum dodesil sülfonat denemeleri başarısız olmuştur. Yapılan çalışmalarda kuvarsla beraber feldispatın yüzen ürüne gitme eğiliminde olduğu anlaşılmıştır.

Ortoklaza benzer sonuçlar albit içinde gözlenmektedir. Ancak Ca-Sodyum dodesil sülfonat ile yapılan çalışmada Na₂O tenör ve veriminin yüksek olduğu gözlenmektedir.

Yapılan denemeler sonucunda HF-Amin yöntemi ve Flotigam K2C ile istenen verim ve seçimliliğe ulaşılmıştır. Diğer yöntemlerde ise başarı elde edilememiştir.

Feldispat flotasyon devresinde toplayıcı olarak katyonik reaktiflerin kullanılması ve bu reaktiflerin farklı miktarlarının denenmesine karar verilmiştir

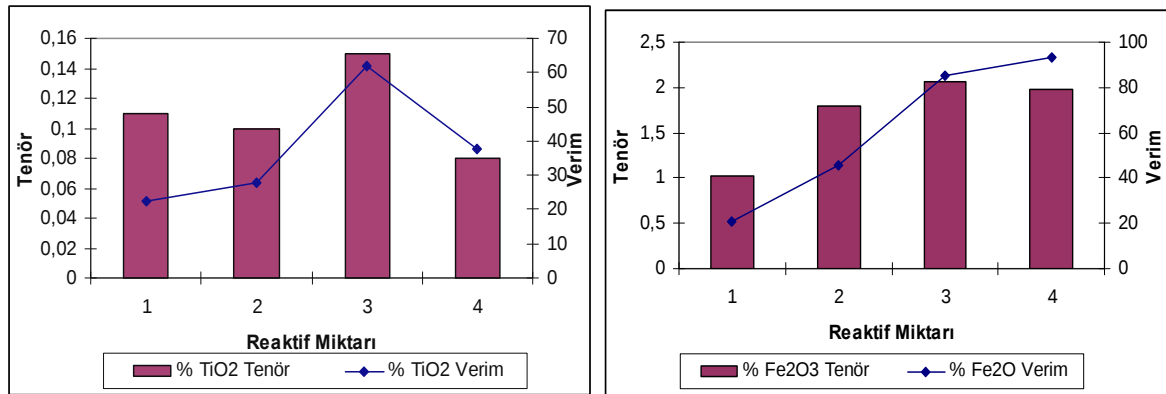
6.2.4 Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisi

6.2.4.1. Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu

Temiz bir feldispat konsantresi elde etmek için mika ve ağır silikat minerallerin alınmasında kullanılan toplayıcının optimum miktarını belirlemek için dört farklı dozajda flotasyon denemeleri yapılmıştır. Her iki feldispat cevheri için kullanılan kimyasal miktarlarına göre elde edilen sonuçlar Tablo 6.26, 6.27 ve Şekil 6.20 , 6.21 'te verilmiştir.

Tablo 6.26 F1 Feldispat cevheri mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda kullanılan reaktif miktarının flotasyona etkisi

Reaktif Miktarı (gr/ton)	% Ağırlık	% TiO_2	% Ver.	% Fe_2O_3	% Ver.	% K_2O	% Ver.	% Na_2O	% Ver.	% SiO_2	% Ver.
Aero 704											
750	8,13	0,11	22,35	1,03	20,94	0,94	1,92	1,15	2,19	72,19	7,83
1000	11,05	0,10	27,63	1,79	45,45	0,87	2,42	2,68	6,94	70,71	10,42
1300	16,49	0,15	61,83	2,07	85,33	1,04	4,31	2,77	10,70	73,80	16,23
1500	18,88	0,08	37,76	1,98	93,45	3,19	15,13	4,90	21,66	73,16	18,42

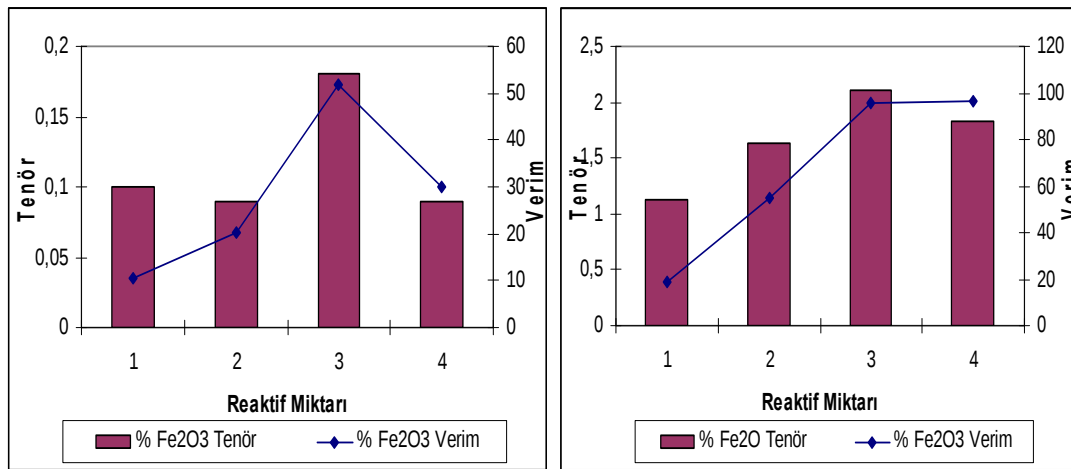


1) 750 gr/ton 2) 1000 gr/ton 3) 1300 gr/ton 4) 1500 gr/ton

Şekil 6.20 F1 Feldispat cevheri kullanılan reaktif miktarının TiO_2 ve Fe_2O_3 tenör ve verim değişim grafiği

Tablo 6.27 F2 Feldispat cevheri mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda kullanılan reaktif miktarının flotasyona etkisi

Reaktif Miktarı (gr/ton)	% Ağırlık	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
Aero 704											
750	6,28	0,10	10,47	1,13	18,67	0,80	2,08	1,20	1,23	70,63	6,08
1000	13,40	0,09	20,1	1,64	54,94	1,07	5,93	2,40	5,25	71,07	13,06
1300	17,30	0,18	51,9	2,11	96,06	1,60	11,44	3,64	10,28	71,24	16,89
1500	20,02	0,09	30,03	1,83	96,41	2,08	17,21	6,85	22,37	73,66	20,21



1) 750 gr/ton 2) 1000 gr/ton 3) 1300 gr/ton 4) 1500 gr/ton

Şekil 6.21 F2 Feldispat cevheri kullanılan reaktif miktarının TiO₂ ve Fe₂O₃ tenör ve verim değişim grafiği

Denemeler sonucunda elde edilen sonuçlara göre 1300 gr/ton kullanım ile % 2,11 tenör ve % 96,06 verimle Fe₂O₃ içerikli bir atık elde edilmiştir. 1500 gr/ton kullanımı ile % 1,83 tenör ve % 96,41 verim Fe₂O₃ ancak % 17,21 verimle K₂O ve % 10,28 verimle Na₂O atığa geçtiği gözlenmektedir.

Mika ve ağır silikat minerallerinin flotasyonu için Cytec 704 'ün 1300 gr/tonluk tüketimi daha iyi verim verdiği gözlenmektedir. Mika ve ağır silikat minerallerinin flotasyonunda Cytec 704 1300 gr/tonluk kullanımı ile optimum toplayıcı olarak seçilmiştir.

6.2.4.2 Feldispat Flotasyonu Devresinde Reaktif Miktarının Etkisi

Feldispat minerallerin için en uygun toplayıcıyı bulmak için Feldispat flotasyonu denemelerinde karar verilen iki çeşit toplayıcı ile farklı dozajlarda test edilerek karşılaştırılmıştır.

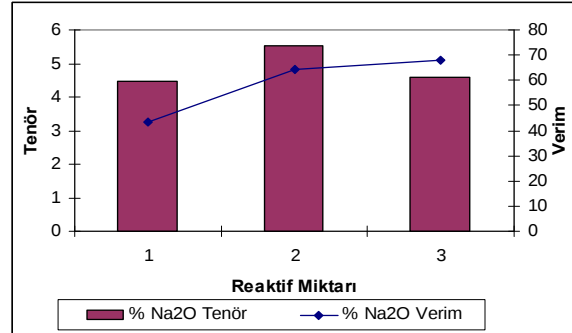
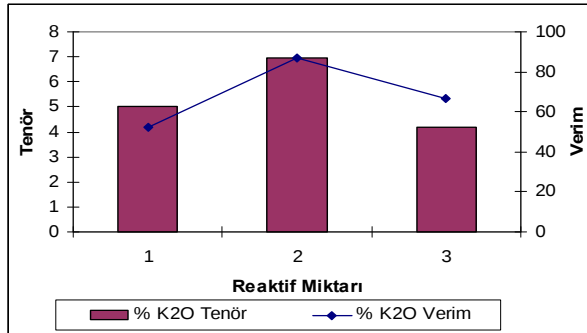
Tablo 6.28 ve Tablo 6.29 ‘de Demirci yöresi (F1) ve (F2) feldispat cevherinin farklı dozajlarda Armac T kullanılarak yapılan flotasyon deney çalışmaları verilmiştir.

Tablo 6.28 F1 Feldispat cevheri için farklı dozajlarda kullanılan Armac TD (amin asetat) deney sonuçları

Reaktif Miktarı (gr/ton)	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
750	Felds.	41,63	0,03	32,23	0,09	9,37	5,03	52,61	4,46	43,48	70,08	38,91
	Kuvars	40,32	0,02	20,16	0,06	6,05	2,06	20,87	3,46	32,67	80,25	43,15
1000	Felds.	49,61	0,03	37,21	0,07	8,68	6,96	86,87	5,53	64,25	66,45	44,37
	Kuvars	22,09	0,01	5,53	0,05	2,76	0,93	5,16	1,05	5,43	91,02	26,82
1250	Felds.	63,45	0,03	47,58	0,06	9,52	4,20	66,96	4,58	68,05	83,60	70,74
	Kuvars	18,28	0,01	4,57	0,02	0,92	1,21	5,60	2,11	9,04	85,74	20,90

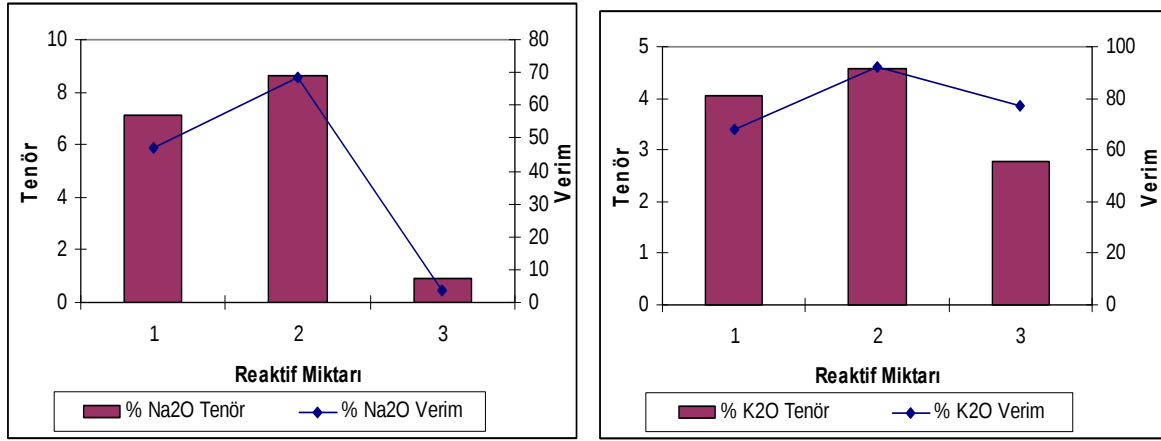
Tablo 6.29 F2 Feldispat cevheri için farklı dozajlarda kullanılan Armac TD (amin asetat) deney sonuçları

Reaktif Miktarı (gr/ton)	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
750	Felds.	40,52	0,05	33,76	0,10	10,66	4,06	67,98	7,11	46,99	71,13	39,48
	Kuvars	39,75	0,02	13,25	0,04	4,18	1,20	19,71	3,41	22,11	82,36	44,85
1000	Felds.	48,63	0,02	16,21	0,08	10,24	4,57	91,84	8,62	68,37	67,38	44,89
	Kuvars	24,17	0,01	4,03	0,03	1,91	0,81	8,09	0,94	3,71	94,06	31,15
1250	Felds.	67,30	0,03	33,65	0,08	14,17	2,78	77,31	6,98	76,63	79,36	73,17
	Kuvars	17,49	0,01	2,92	0,02	0,92	1,04	7,52	1,12	3,20	89,36	21,42



1) 750 gr/ton 2) 1000 gr/ton 3) 1250 gr/ton

Şekil.6.22 F1 Feldispat cevheri üzerinde Armac TD kullanılarak farklı dozajda kullanılan reaktif miktarına göre konsantredeki K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği



1) 750 gr/ton 2) 1000 gr/ton 3) 1250 gr/ton

Şekil.6.23 F2 Feldispat cevheri üzerinde Armac TD kullanılarak farklı dozajda kullanılan reaktif miktarına göre konsantredeki K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği

Şekil 6.22.ve Şekil 6.23. 'de görüldüğü üzere 1000 gr/ton Armac T kullanımı ile (F1) ağırlıkça % 49,61, %6,96 tenör % 86,87 verim ile K₂O, %5,53 tenör % 64,25 verim ile Na₂O, (F2) ağırlıkça % 48,63 , % 4,57 tenör % 91,84 verim ile K₂O, % 8,62 tenör % 68,37 verim ile Na₂O değerlerine sahip feldispat konsantresi elde edilmiştir.

Şekil 6.22 ve Şekil 6.23 'de 750, 1000 ve 1250 gr/ton kullanımı ile konsantredeki K₂O, Na₂O tenör ve değişimi görülmektedir. Armac T 1000 gr/ton'luk kullanımı ile yüksek verim ve tenör elde edilmiştir.

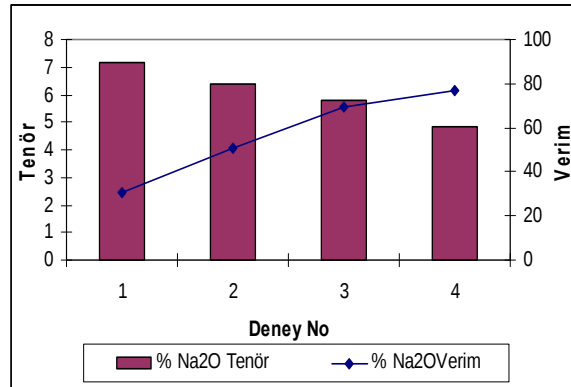
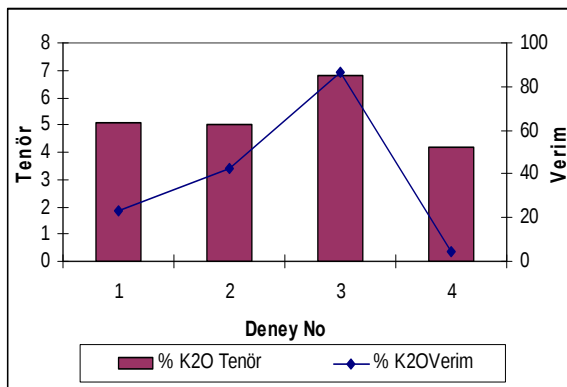
F1 ve F2 feldispat cevherleri üzerinde Flotigam K2C reaktifinin farklı dozajlarda kullanımı sonucunda elde edilen feldispat konsantre ve kuvars konsantrelerinin kimsayal analizlerini Tablo 6.30 ve Tablo 6.31 'da verilmiştir.

Tablo 6.30 F1 Feldispat cevheri üzerinde Flotigam K2C ile farklı dozajda kullanılan reaktif miktarına göre konsantre değerleri

Reaktif Miktarı (gr/ton)	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
250	Felds.	18,37	0,02	4,60	0,06	2,76	5,06	23,35	7,17	30,85	65,30	16,00
	Kuvars	65,23	0,04	65,23	0,05	1,31	4,11	67,36	5,60	85,54	71,06	62,40
400	Felds.	33,68	0,03	25,26	0,05	4,21	5,02	42,48	6,40	50,48	69,26	31,40
	Kuvars	47,59	0,02	23,80	0,06	4,76	2,07	24,75	2,36	26,30	83,40	53,43
550	Felds.	50,93	0,02	25,47	0,04	5,09	6,79	86,88	5,79	69,06	67,20	46,07
	Kuvars	24,30	0,01	6,08	0,03	1,83	1,04	10,45	0,91	5,18	90,57	29,63
750	Felds.	68,11	0,02	34,06	0,06	10,22	4,20	71,87	4,82	76,88	79,64	73,01
	Kuvars	14,60	0,02	7,3	0,05	1,83	1,30	4,76	1,15	3,93	82,80	16,27

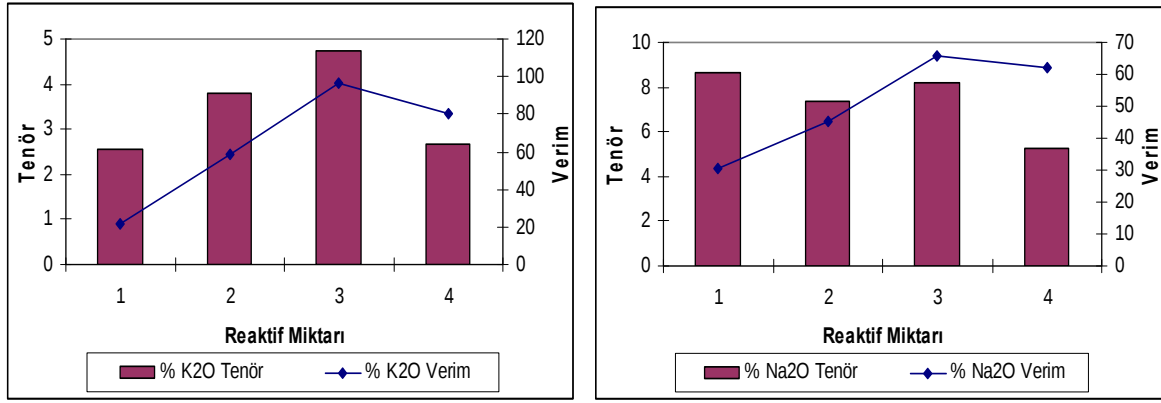
Tablo 6.31 F2 Feldispat cevheri üzerinde Flotigam K2C ile farklı dozajda kullanılan reaktif miktarına göre konsantre değerleri

Reaktif Miktarı (gr/ton)	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
250	Felds.	20,40	0,01	3,4	0,05	2,68	2,56	21,59	8,61	30,32	66,24	18,51
	Kuvars	61,30	0,05	51,08	0,03	4,84	2,95	74,73	6,51	65,10	78,12	65,60
400	Felds.	37,61	0,02	12,54	0,04	3,96	3,78	58,75	7,40	45,40	67,45	34,76
	Kuvars	42,94	0,03	21,47	0,04	4,52	1,98	35,13	7,04	49,29	82,36	48,45
550	Felds.	49,27	0,02	16,43	0,06	7,78	4,73	96,33	8,18	65,74	66,81	45,09
	Kuvars	31,37	0,04	20,92	0,03	2,48	0,19	2,46	5,08	25,95	90,26	38,66
750	Felds.	72,40	0,05	60,33	0,09	17,14	2,67	79,87	5,26	62,12	68,33	67,78
	Kuvars	9,97	0,01	1,66	0,02	0,52	0,45	1,85	1,38	2,25	83,61	11,43



1) 250 gr/ton 2) 400 gr/ton 3) 550 gr/ton 4) 750 gr/ton

Şekil 6.24 F1 Feldispat cevheri üzerinde Flotigam K2C kullanılarak farklı dozajda kullanılan reaktif miktarına göre konsantredeki K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği



1) 250 gr/ton 2) 400 gr/ton 3) 550 gr/ton 4) 750 gr/ton

Şekil 6.25 F2 Feldispat cevheri üzerinde Flotigam K2C kullanılarak farklı dozajda kullanılan reaktif miktarına göre konsantredeki K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği

Şekil 6.24 ve Şekil 6.25 'de görüldüğü üzere 550 gr/ton Flotigam K2C kullanımı ile (F1) ağırlıkça % 50,93, %6,79 tenör % 86,88 verim ile K₂O, %5,79 tenör % 69,06 verim ile Na₂O, (F2) ağırlıkça % 49,27 % 4,73 tenör % 96,33 verim ile K₂O, % 8,18 tenör % 65,74 verim ile Na₂O değerlerine sahip feldispat konsantresi elde edilmiştir.

Şekil 6.24 ve Şekil 6.25 'de 250 , 400 ve 750 gr/ton kullanımı ile konsantredeki K₂O, Na₂O tenör ve değişimi görülmektedir. Flotigam K2C 550 gr/ton'luk kullanımı ile yüksek verim ve tenör elde edilmiştir

6.2.5. pH 'ın Flotasyona Etkisi

6.2.5.1. Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu

Feldispat içerisinde istenmeyen safsızlıkların atılması için farklı pH'larda mika ve ağır silikat mineralleri flotasyon çalışmaları yapılmıştır. Tablo 6.32. Ve Tablo 6.33. 'de deney sonuçları verilmiştir.

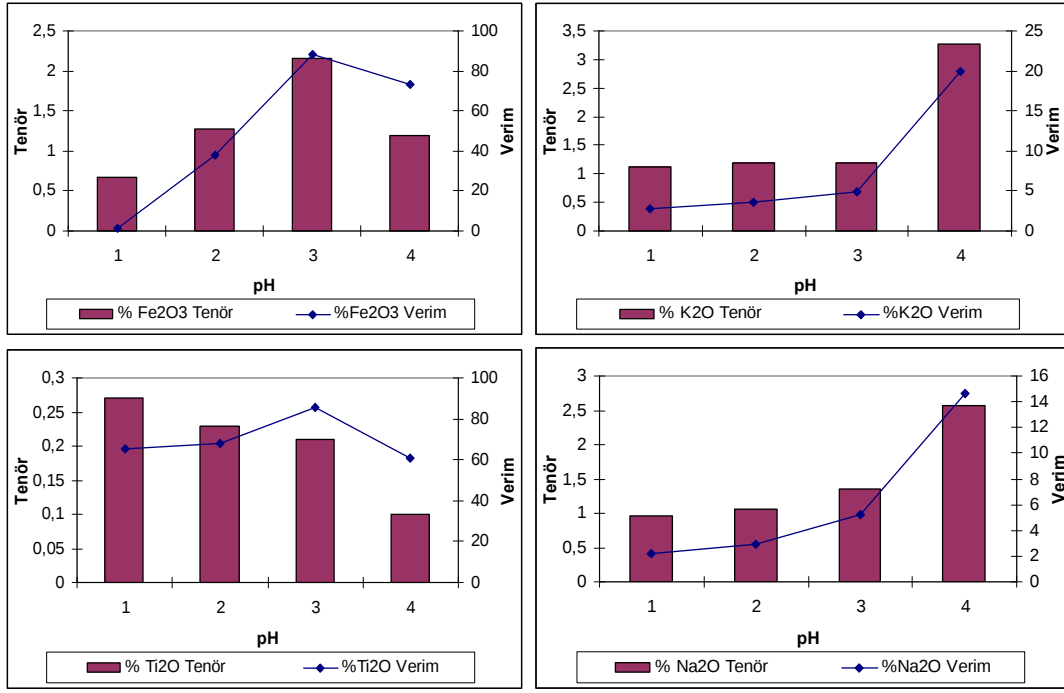
Tablo 6.31 F1 Mika ve ağır silikat mineralleri konsantresinin flotasyon sonuçları

pH	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
7	9,65	0,27	65,14	0,67	16,16	1,11	2,70	0,97	2,20	38,45	1,71
8	11,82	0,23	67,97	1,28	37,83	1,20	3,57	1,06	2,94	42,30	6,72
9	16,35	0,21	85,83	2,16	88,29	1,18	4,84	1,36	5,20	45,71	10,05
10	24,40	0,10	61,00	1,20	73,20	3,26	19,99	2,57	14,69	53,12	17,43
B.M.		0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100

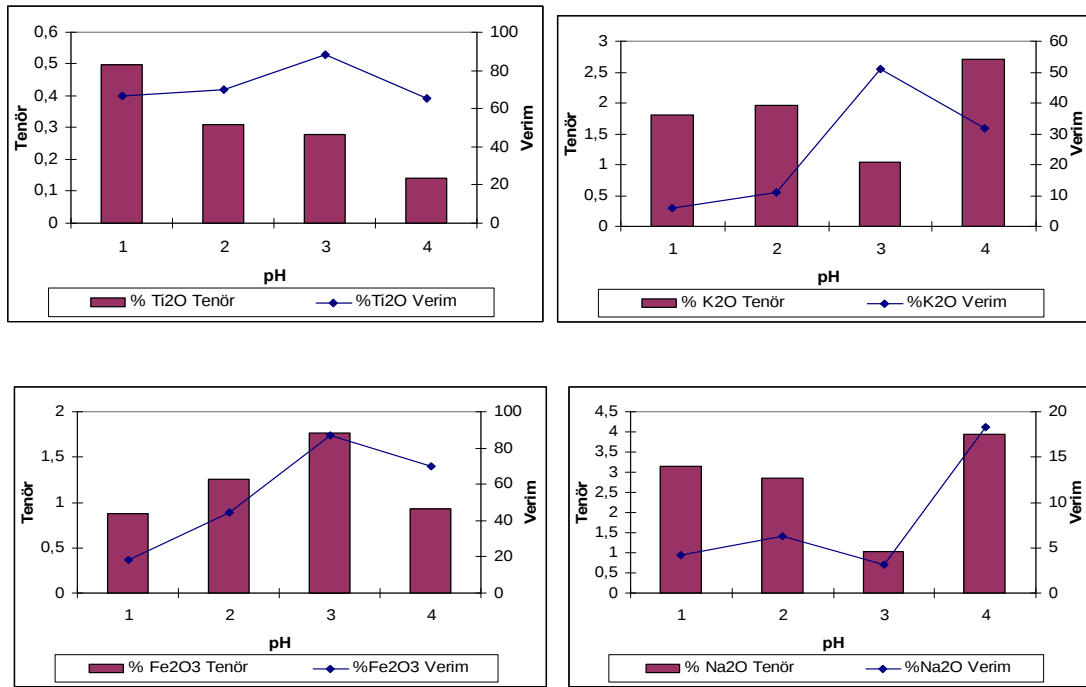
Tablo 6.32 F2 Mika ve ağır silikat mineralleri konsantresinin flotasyon sonuçları

pH	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
7	8,03	0,50	66,91	0,88	18,62	1,80	5,97	3,16	4,14	36,21	3,98
8	13,45	0,31	69,73	1,26	44,75	1,96	10,89	2,84	6,23	40,83	7,52
9	18,79	0,28	88,06	1,76	86,77	1,03	50,93	1,02	3,13	47,55	12,24
10	28,51	0,14	65,19	0,93	70,18	2,71	31,93	3,94	18,32	49,67	19,40
B.M.		0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100

Şekil 6.26 ve Şekil 6.27’de görüldüğü gibi pH değerinin artması ile verimin arttığı ancak pH 9’dan sonra selektivitenin azaldığı tespit edilmiş, verim ve tenör bakımından mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda en iyi sonucun pH değerinin 9 olduğu tesbit edilmiştir.



Şekil 6.26 F1 Feldispat Cevheri Mika ve ağır Silikat Mineralleri Konsantresi pH Değişimin Grafiği



Şekil 6.27 F2 Feldispat cevheri mika ve ağır silikat mineralleri konsantresi pH değişimin grafiği

6.2.5.2 Feldispat Flotasyonu

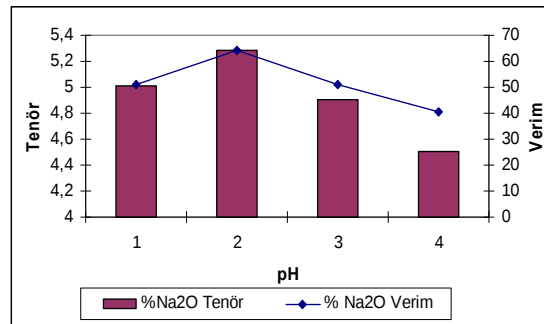
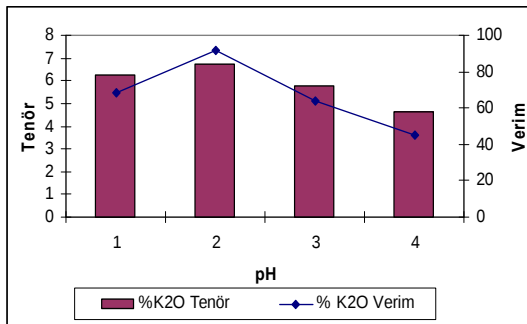
Feldispat flotasyonunda Armac T reaktifi için pH ayarlayıcı olarak Hidroflorik asit kullanılmış ve değişik pH 'larda çalışılmıştır. Tablo 6.33 Ve Tablo 6.34 'da farklı pH'larla elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Tablo 6.33 F1 Feldispat cevheri HF-Amin yöntemi için farklı pH 'larda elde edilen feldispat konsantresi

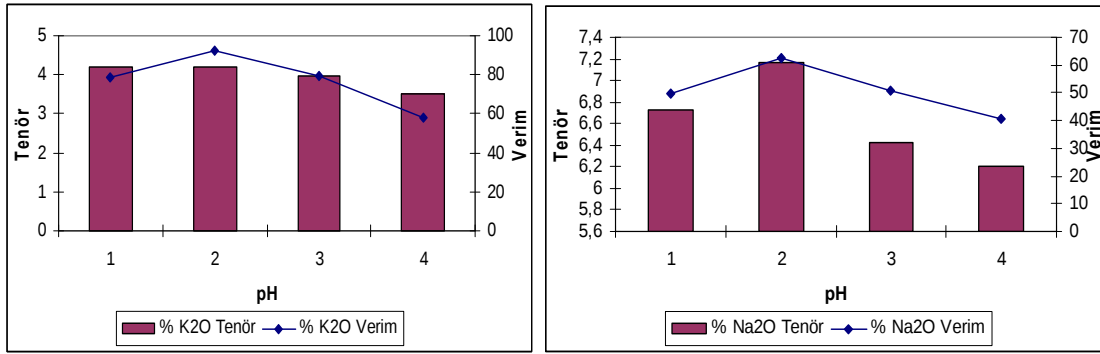
pH	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
2	Felds.	43,65	0,02	21,83	0,07	7,64	6,26	68,66	5,01	51,22	68,35	40,11
	Kuvars	38,05	0,01	9,51	0,03	2,85	2,01	28,77	1,28	11,41	87,40	44,70
2,5	Felds.	51,87	0,02	25,94	0,06	7,78	6,76	91,61	5,28	64,14	66,41	46,31
	Kuvars	28,9	0,01	7,23	0,02	1,45	0,97	4,72	0,78	5,30	95,68	37,17
3	Felds.	44,26	0,03	33,20	0,07	7,75	5,78	64,28	4,91	50,90	67,27	40,02
	Kuvars	37,34	0,02	18,67	0,02	1,87	2,70	25,33	1,76	15,39	86,33	43,33
4	Felds.	38,49	0,02	19,25	0,06	5,77	4,65	44,97	4,51	40,65	69,46	35,94
	Kuvars	42,86	0,01	10,72	0,03	3,22	3,44	37,05	3,20	32,12	80,11	46,16
B.M. (hesaplama)			0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100

Tablo 6.34 F2 Feldispat cevheri HF-Amin yöntemi için farklı pH 'larda elde edilen feldispat konsantresi

pH	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
2	Felds.	45,12	0,02	15,04	0,06	7,12	4,20	78,31	6,73	49,54	67,23	41,56
	Kuvars	35,65	0,01	5,94	0,02	1,87	1,15	16,94	1,30	7,56	86,12	42,06
2,5	Felds.	53,46	0,03	26,73	0,07	9,85	4,18	92,34	7,16	62,44	66,35	48,60
	Kuvars	28,27	0,01	4,71	0,02	1,49	0,41	4,78	1,03	4,75	93,28	36,13
3	Felds.	48,35	0,02	16,12	0,08	10,18	3,98	79,52	6,42	50,63	68,33	45,26
	Kuvars	33,29	0,02	11,10	0,03	2,63	0,95	13,07	1,20	6,51	85,40	38,95
4	Felds.	40,19	0,02	13,40	0,08	8,46	3,50	58,13	6,20	40,65	68,10	37,49
	Kuvars	40,61	0,03	20,31	0,03	3,21	1,74	29,20	1,35	8,95	83,27	46,32
B.M.(hesaplama)			0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100



Şekil 6.28 F1 Feldispat cevheri feldispat konsantresi farklı pH'larda K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği



Şekil 6.29 F2 Feldispat cevheri feldispat konsantresi farklı pH’larda K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği

Yapılan deneylerde en iyi sonucun pH 2,5 ‘ta alınmıştır. pH değerinin yükselmesi sonucunda selektivitenin ve verimin düştüğü gözlenmektedir. Bu nedenle HF-Amin yönteminde tenör ve verim açısından en yüksek seçimliliğin pH 2,5 ‘ta olduğu görülmüş ve bu yöntem için pH değeri olarak belirlenmiştir.

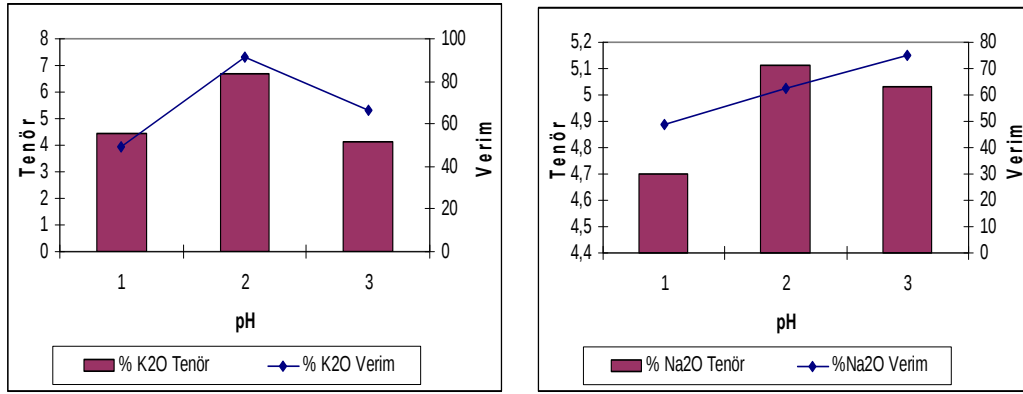
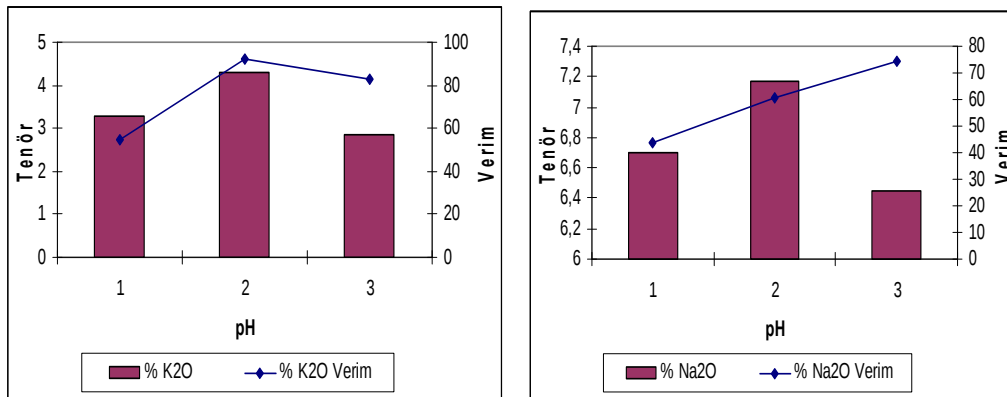
Feldispat flotasyonunda Flotigam K2C reaktifi için pH ayarlayıcı olarak Sülfirik asit kullanılmış ve değişik pH ‘larda çalışılmıştır. Tablo 6.36 Ve Tablo 6.37’de farklı pH’larla elde edilen sonuçlar verilmiştir

Tablo 6.36 F1 Feldispat cevheri Flotigam K2C yöntemi için farklı pH ‘larda elde edilen feldispat konsantresi

pH	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
3	Felds.	44,23	0,02	22,11	0,08	8,85	4,46	49,56	4,70	48,68	69,22	41,15
	Kuvars	37,17	0,02	18,25	0,03	2,79	2,17	20,26	3,15	27,42	79,14	39,54
4,5	Felds.	52,28	0,02	26,14	0,06	7,84	6,71	91,68	5,11	62,56	66,85	46,98
	Kuvars	29,21	0,01	7,30	0,02	1,46	0,95	6,97	1,04	7,11	90,34	35,47
6	Felds.	63,72	0,03	47,79	0,07	11,15	4,15	66,44	5,03	75,06	67,13	57,50
	Kuvars	17,83	0,01	4,46	0,02	0,89	2,70	12,09	1,45	6,05	80,11	19,20
B.M.(hesaplama)			0,04	100	0,40	100	3,98	100	4,27	100	74,39	100

Tablo 6.37 F2 Feldispat cevheri Flotigam K2C yöntemi için farklı pH 'larda elde edilen feldispat konsantresi

pH	Ürün	% Ağır.	% TiO ₂	% Ver.	% Fe ₂ O ₃	% Ver.	% K ₂ O	% Ver.	% Na ₂ O	% Ver.	% SiO ₂	% Ver.
3	Felds.	40,12	0,02	13,37	0,06	6,33	3,28	54,37	6,70	43,85	68,33	37,56
	Kuvars	42,54	0,01	7,09	0,02	2,24	2,06	36,21	1,31	9,09	80,45	46,89
4,5	Felds.	51,63	0,02	17,21	0,07	9,51	4,31	91,95	7,17	60,39	65,40	46,26
	Kuvars	30,08	0,02	10,02	0,02	1,58	0,32	3,98	0,93	4,56	94,06	38,76
6	Felds.	70,40	0,03	35,2	0,08	14,82	2,84	82,62	6,45	74,08	67,39	65,00
	Kuvars	10,19	0,01	1,69	0,01	0,27	0,78	3,28	1,07	1,78	79,12	11,05
B.M.(hesaplama)			0,06	100	0,38	100	2,42	100	6,13	100	72,99	100

Şekil 6.30 F1 Feldispat cevheri feldispat konsantresi farklı pH'larda K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiğiŞekil 6.31 F2 Feldispat cevheri feldispat konsantresi farklı pH'larda K₂O ve Na₂O tenör ve verim değişim grafiği

Yapılan deneylerde en iyi sonucun pH 4,5 'ta alınmıştır. pH değerinin yükselmesi sonucunda selektivitenin ve verimin düştüğü gözlenmektedir. Bu nedenle Flotigam K2C

yönteminde tenör ve verim açısından en yüksek seçimliliğin pH 4,5 'ta olduğu görülmüş ve bu yöntem için pH değeri olarak belirlenmiştir

6.3 Flotasyon Kinetiği Çalışmaları

Yapılan deneyler içerisinde seçimliliğin en yüksek olduğu HF-Amin yöntemi ile Flotigam K2C kullanılan yöntemle yapılan deneylerin flotasyon kinetiği incelenmiştir.

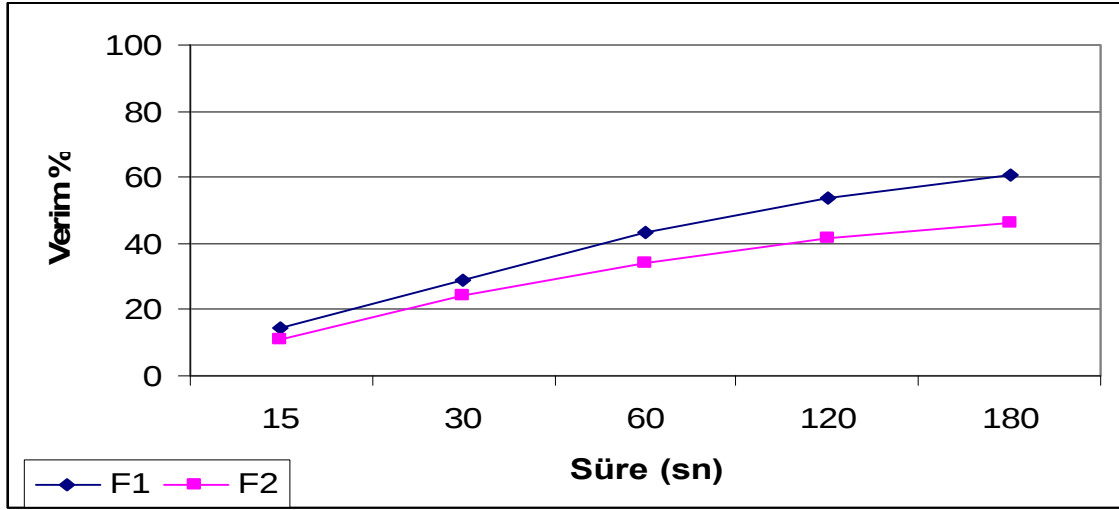
Kinetik testlerde sisteme hava verilmeye başlandığı an flotasyon başlangıç anı olarak kabul edilmiş 0-15, 15-30 , 30-60, 60-120, 120-180 sn aralıklarında konsantreler sabit hız aralıklarında sıyrılarak ayrı kaplar içine toplanmıştır. Alınan konsantrelerin ağırlıkları belirlenip kimyasal analizi yapılmış ve konsantreye gelen K₂O, Na₂O verimleri süreye bağlı olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6.38 Demirci yöresi F1 feldispat cevheri HF-Amin yöntemiyle yapılan flotasyon deneyi zamana göre alınan köpüğün kimyasal analiz sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
0-15 sn.feld.	14,72	0,03	0,08	5,06	3,60	68,31	18,72	12,41
15-30 sn.feld.	13,97	0,02	0,08	6,08	4,78	68,20	21,35	15,63
30-60 sn.feld.	14,73	0,02	0,06	6,26	5,06	67,45	23,18	17,45
60-120 sn.feld.	10,50	0,02	0,07	6,84	5,20	66,38	18,06	12,78
120-180 sn.feld.	6,81	0,02	0,08	7,83	5,16	67,8	13,40	8,22
Selülde Kalan (kuvars)	22,80	0,01	0,06	0,68	1,13	92,06	3,90	0,74
Beslenen	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.39 Demirci yöresi F2 feldispat cevheri HF-Amin yöntemiyle yapılan flotasyon deneyi zamana göre alınan köpüğün kimyasal analiz sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
0-15 sn.feld.	11,07	0,03	0,06	4,16	5,21	68,26	19,20	9,41
15-30 sn.feld.	13,24	0,02	0,07	5,18	5,30	66,43	28,34	11,45
30-60 sn.feld.	9,71	0,02	0,07	5,43	5,44	66,80	21,79	8,62
60-120 sn.feld.	7,80	0,02	0,07	5,39	6,02	67,25	17,37	7,66
120-180 sn.feld.	4,55	0,02	0,07	5,24	7,26	66,02	9,85	5,39
Selülde Kalan (kuvars)	30,13	0,01	0,04	0,36	1,21	93,07	1,77	1,20
Beslenen	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100



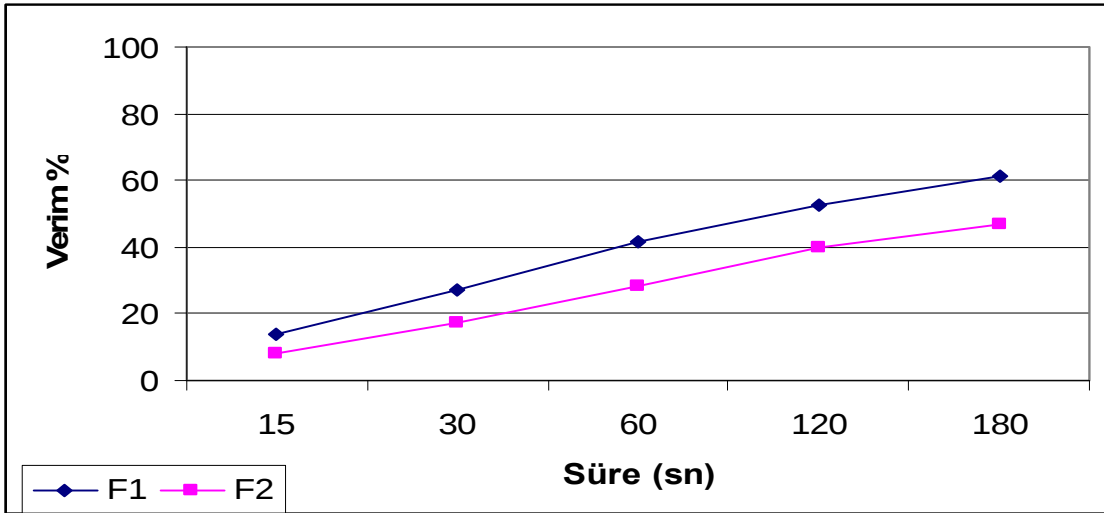
Şekil 6.32 F1 ve F2 Feldispat cevheri ile HF-Amin kullanılarak süreye bağlı alınan köpük verimi değişim grafiği

Tablo 6.40 Demirci yöresi F1 feldispat cevheri Flotigam K2C kullanılarak yapılan flotasyon deneyi zamana göre alınan köpüğün kimyasal analiz sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
0-15 sn.feld.	14,10	0,03	0,06	4,98	4,13	67,16	17,65	13,64
15-30 sn.feld.	13,30	0,02	0,08	5,76	5,02	66,90	19,24	15,64
30-60 sn.feld.	14,42	0,03	0,05	5,93	4,97	68,25	21,48	16,79
60-120 sn.feld.	10,96	0,03	0,07	6,11	6,11	66,17	18,71	15,66
120-180 sn.feld.	8,26	0,02	0,08	6,79	5,93	66,03	14,10	11,47
Selülde Kalan (kuvars)	22,10	0,01	0,06	1,03	0,94	92,06	5,72	4,87
Beslenen	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 6.41 Demirci yöresi F2 feldispat cevheri Flotigam K2C Kullanılarak Yapılan Flotasyon Deneyi Zamana Göre Alınan Köpüğün Kimyasal Analiz Sonuçları

İçerik	Ağırlık %	Tenör (%)					Verim (%)	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
0-15 sn.feld.	7,85	0,03	0,07	4,08	7,20	67,24	13,24	9,22
15-30 sn.feld.	9,47	0,02	0,06	4,30	7,48	66,58	16,83	11,56
30-60 sn.feld.	10,73	0,02	0,07	4,67	8,05	66,31	20,70	14,09
60-120 sn.feld.	12,09	0,02	0,08	5,03	8,09	66,70	25,12	15,96
120-180 sn.feld.	6,83	0,02	0,06	5,08	8,29	66,40	14,34	9,24
Selülde Kalan (kuvars)	27,46	0,01	0,05	0,56	1,98	92,64	6,35	8,87
Beslenen	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

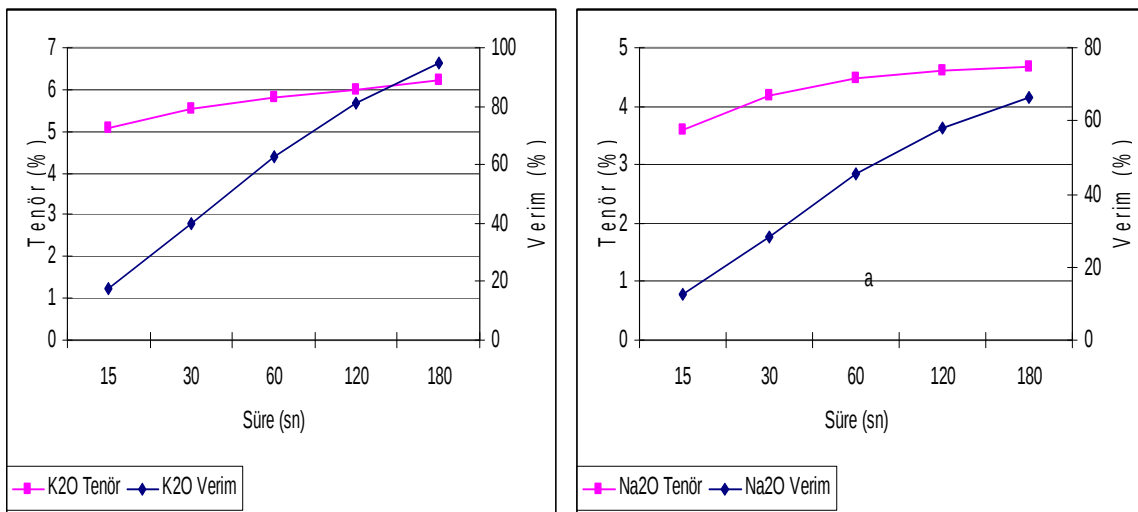


Şekil 6.33 F1 ve F2 Feldispat cevheri ile Flotigam K2C kullanılarak süreye bağlı alınan köpük verimi

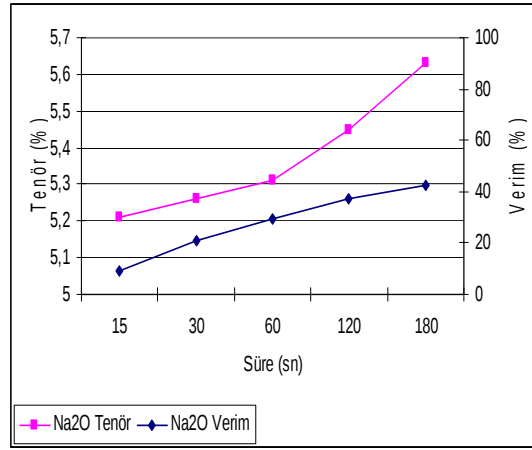
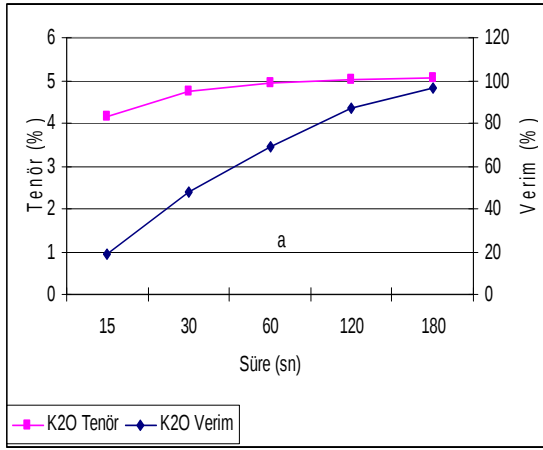
Şekil 6.32 ve şekil 6.33 'de görüldüğü gibi %45 –60 ağırlıkça yüzen feldispat miktarına 3 dakikalık flotasyon süresinde ulaşılmıştır

6.4 Alkali İndeksi

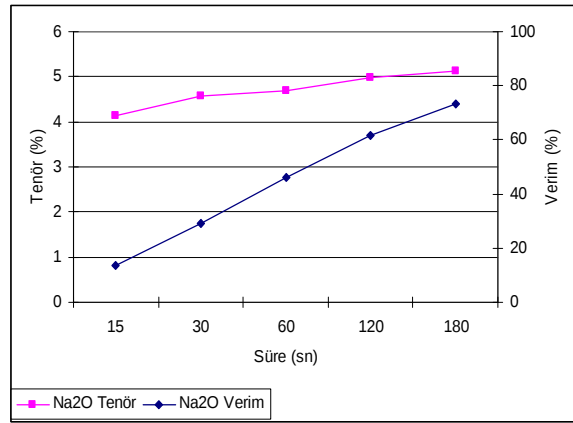
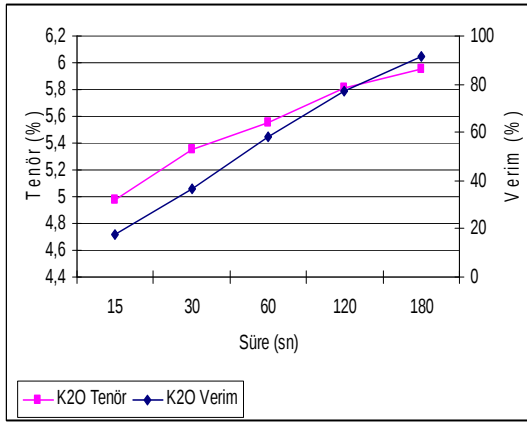
Denenen yöntemlerde feldispatın kuvarstan seçimli bir şekilde ayrılması amaçlandığından seçimliliği en iyi şekilde gerçekleştirildiği deneyleri süreye bağlı olarak hesaplanan ortoklaz ve albitin tenör ve verimlerini gösterir grafikler ile açıklanmıştır.



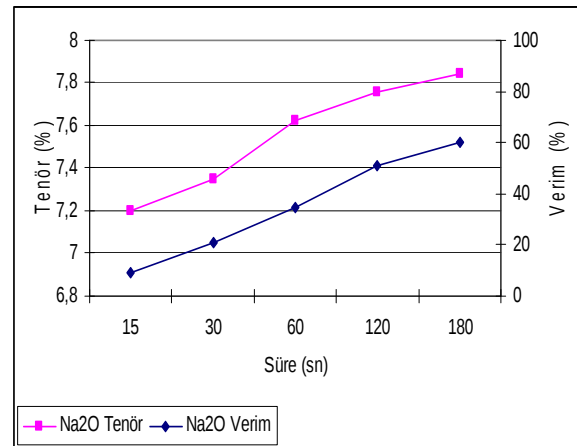
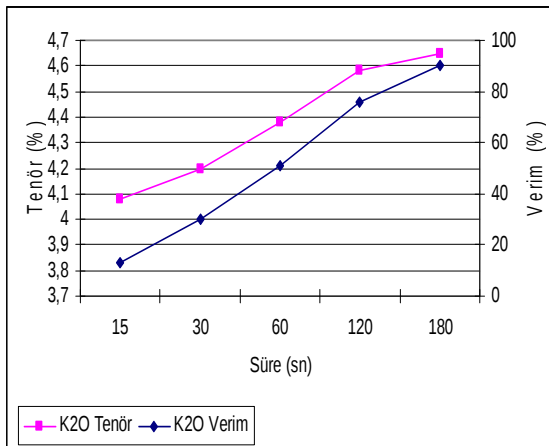
Şekil 6.34 Demirci yöresi F1 feldispat cevheri HF-Amin yönteminde flotasyon süresine bağlı olarak K_2O , Na_2O tenör ve veriminin değişimi



Şekil 6.35 Demirci yöresi F2 feldispat cevheri HF-Amin yönteminde flotasyon süresine bağlı olarak K_2O , Na_2O tenör ve veriminin değişimi



Şekil 6.36 Demirci yöresi F1 feldispat cevheri Flotigam K2C yönteminde flotasyon süresine bağlı olarak K_2O , Na_2O tenör ve veriminin değişimi



Şekil 6.37 Demirci yöresi F2 feldispat cevheri Flotigam K2C yönteminde flotasyon süresine bağlı olarak K_2O , Na_2O tenör ve veriminin değişimi

Denenen her iki yöntemde flotasyon davranışlarının birbirine çok benzer olduğu, F1 feldispat cevheri için ortoklaz tenörünün süreye bağlı olarak arttığı, F2 feldispat cevherinin albit tenörünün süreye bağlı olarak hızla arttığı gözlenmektedir.

BÖLÜM YEDİ

SONUÇ VE ÖNERİLER

Kalemaden A.Ş.'ye ait Manisa, Demirci yöresindeki çeşitli ruhsat sahalarında üretmekte olduğu feldispat cevheri üzerinde yürütülen zenginleştirme çalışmalarında ;

Feldispatların karakteristik özelliklerinin belirlenmesine yönelik bulgular şöyledir; F1 Feldispat cevherinde ortoklas, mika ve kristal kuvars az miktarda plajiyoklas, F2 Feldispat cevherinde ise sanidin, plajiyoklas , mika ve biotit parçaları içerdiği belirlenmiştir. Demirci feldispatlarının % 74,39 - 72,99 SiO₂ , % 15,50- 16,12 Al₂O₃, % 0,04-0,06 TiO₂, % 0,40- 0,38 Fe₂O₃, % 0,81- 0,85 CaO, % 0,04-0,01 MgO, % 4,27-6,13 Na₂O, % 3,98- 2,42 K₂O tenörleri ile birbirlerine oldukça yakın kimyasal kompozisyona sahip olduğu ancak % Na₂O ve % K₂O tenörlerinin birbirinden farklı olduğu ve oluşum açısından iki tip cevherleşme özelliği göstermektedir. F1 cevheri ortoklos, F2 cevheri plajiyoklas oluşumuna sahiptir. Demirci yöresi feldispat cevherlerinin serbestlik derecesinin -2 mm tane boyutunun altında arttığı belirlenmiştir. Ayrıca Demirci yöresi feldispat cevherlerinin süreye bağlı yapılan öğütme testleri sonuçlarına göre F1 ve F2 feldispat cevherlerinin birbirine yakın kırma ve öğünme özelliği gösterdiği saptanmıştır.

Feldispat cevherlerinin zenginleştirmesine yönelik bulgular şöyledir ; Demirci yöresi feldispat cevherlerinin flotasyon yöntemiyle zenginleştirilmesine dayalı olarak hazırlanması amaçlı her iki cevher (-2+1 mm), (-1+0,500 mm), (-0,500+0,300 mm), (-0,300+0,250 mm) , (-0,250+0,150mm), (0,150+0,075 mm), (-0,075+0,045mm) ve (-0,045 mm) tane boyutlarına eleme yoluyla sınıflandırılarak kimyasal içerikleri açısından demir tenörlerinin düştüğü alkali toplamının arttığı saptanmıştır. Tane boyut dağılımına göre yapılan flotasyon çalışmalarında ağırlıksal olarak %48,29 miktarına ve % 0,02 TiO₂, % 0,09 % Fe₂O₃, % 7,23 K₂O, % 6,08 Na₂O, % 66,99 SiO₂ tenör değerlerine (-0,250 +0,150 mm) tane boyutlu (F1) cevheri; ağırlıksal olarak %44,81 miktarına ve % 0,03 TiO₂, % 0,07 % Fe₂O₃, % 5,14 K₂O, % 7,91 Na₂O, % 66,40 SiO₂ tenör değerlerine sahip (-0,250 +0,150 mm) tane boyutlu (F2) feldispat cevheri üretilerek flotasyon için en uygun boyutun – 0,250 mm olduğuna karar verilmiştir. Flotasyon deneyleri için bütün numune – 0,250 mm boyutuna indirilmiştir. Öğütülen cevher içerisindeki – 0,045 mm altı malzeme şlam olarak kabul edilmiş, tane serbestleşmesi ve öğütülebilirlik testleri sonuçlarına göre F1 cevheri için % 15,81 , F2 cevheri için % 16,80 'lik kısmı yaş eleme ile şlam olarak atılmıştır. Deneylerde 500 gr örnek ile çalışılmıştır.

Koşullandırma pervane hızı 1300 devir/dk. Flotasyon pervane hızı 1250 devir/dk olarak sabit tutulmuştur. Flotasyon deneylerinde reaktif türünün, reaktif miktarının, pH'ın ve köpük alma süresinin flotasyona etkileri araştırılmıştır.

Reaktif türünün flotasyona etkileri üzerinde yapılan çalışmalarda bulunan bulgular şöyledir; Mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonu için Aero 704 reaktifi ile (F1) cevheri için % 16,31 ağırlıkça ve % 0,23 TiO_2 , % 2,40 Fe_2O_3 , % 0,90 K_2O , %1,55 Na_2O tenörlü ; (F2) cevheri için % 18,23 ağırlıkça ve % 0,29 TiO_2 , %2,01 Fe_2O_3 , % 2,18 K_2O , %3,75 Na_2O tenörlü mika ve ağır silikat mineralleri konsantresi elde edilmiştir. Aero 704 ile yapılan flotasyonun amin ve Aero 801+805 kullanımına göre daha avantajlı olduğu ve tek bir adımda istenmeyen safsızlıkların alınmasının mümkün olduğu belirlenerek mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda reaktif olarak Aero 704 kullanılmıştır.

Feldispat flotasyonu için reaktif seçiminde katyonik (HF-Amin , Flotigam K2C), anyonik (Ca^{+2} iyonu ve Aero 801 karışımı), anyonik-katyonik (Flotigam DAT ve Aero 801, Flotigam DAT ve Aero 845 R karışımı) ,katyonik-noniyonik (Flotigam K2C ve Brij 58 karışımı) , anyonik –noniyonik (Flotigor FS-2 ve Brij 58) toplayıcı karışımı kullanılarak yapılan denemeler sonucunda en başarılı yöntem olarak katyonik toplayıcı grubu ile yapılan çalışmalarla yüksek tenör ve verimli feldispat konsantresi elde edilmiştir. Konvensiyonel HF-Amin yöntemine en yakın sonuçlar Flotigam K2C ile kullanılarak elde edilmiştir. F1 cevheri için HF-Amin yönteminde 7,91 tenör ve 92,05 verime ulaşılmıştır. Flotigam K2C ile 6,98 tenör ve 90,14 verime, F2 cevheri için HF-Amin yönteminde 5,03 tenör ve 98,27 verim ulaşılmıştır. Flotigam K2C ile 5,01 tenör ve 96,45 K_2O verimi değerlerine ulaşılmıştır. Her iki reaktif çeşidiyle istenen kalitede yüksek alkali içerikli feldispat konsantresi üretilmiştir.Feldispat flotasyonu için reaktif çeşidi olarak HF-Amin ve Flotigam K2C kullanımına karar verilmiştir.

Reaktif miktarının flotasyona etkileri üzerinde yapılan çalışmalarda bulunan bulgular şöyledir; Mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda F1 feldispat cevherinde 1300 gr/ton 'luk kullanımı ile ağırlıkça % 16,49 % 2,07 tenör ve % 85,33 verimle Fe_2O_3 , F2 feldispat cevherinde 1300 gr/ton'luk kullanımı ile ağırlıkça % 17,30 % 2,11 tenör ve % 96,06 verimle Fe_2O_3 mika ve ağır silikat mineralleri konsantresi elde edilmiştir. 750, 1000 gr/ton'luk kullanımlarında atığa geçen demir tenör ve veriminin düşük olması, 1500

gr/ton'luk kullanımında atığa geçen K_2O ve Na_2O tenör ve veriminin yüksek olması nedeni ile mika ve ağır silikat minerallerinin flotasyonunda reaktif miktarı olarak seçilmemiştir.

Feldispat flotasyonunda kullanılan reaktif miktarı F1 ve F2 feldispat cevheri için Armac T kullanılarak yapılan deneyde 1000 gr/ton 'luk kullanımı ile sırasıyla ağırlıkça % 49,61'i % 6,69 tenör ve %86,87 verimle K_2O , % 5,53 tenör ve % 64,25 verimle Na_2O içeren ; ağırlıkça % 48,63 'ü % 4,57 tenör ve % 91,84 verimle K_2O , % 8,62 tenör ve % 68,37 verimle Na_2O içeren feldispat konsantresi elde edilmiştir. Flotigam K2C reaktifi kullanılarak yapılan flotasyon deneylerinde 550 gr/ton'luk kullanımı ile sırasıyla ağırlıkça % 50,93 , % 6,79 tenör ve % 86,88 verim ile K_2O , % 5,79 tenör ve % 69,06 verim Na_2O içeren ; ağırlıkça % 49,27 , % 4,73 tenör ve %96,33 verim ile K_2O , % 8,18 tenör ve % 65,74 verim Na_2O içeren feldispat konsantresi elde edilmiştir.

550 gr/ton'luk kullanımı ile Flotigam K2C , 1000 gr/ton'luk kullanımı ile Armac-T Feldispat flotasyonunda yüksek verim ve tenör elde edilmiştir.

pH 'ın flotasyona etkileri üzerinde yapılan çalışmalarda bulunan bulgular şöyledir; Mika ve ağır silikat mineralleri flotasyonunda çeşitli pH değerleri ile yapılan çalışmada pH 9 'da F1 cevheri ile ağırlıkça % 16,35 % 2,16 tenör ve % 88,29 verimle Fe_2O_3 içeren ; F2 cevheri ile ağırlıkça %18,79 % 1,76 tenör ve % 86,77 verimle Fe_2O_3 içeren atık elde edilmiştir. pH değerinin azalması ile verimin ve selektivitenin azaldığı, pH değerinin artması ile verimin arttığı ancak selektivitenin azaldığı tespit edilmiştir.

Feldispat flotasyonunda her iki feldispat cevheri için HF-Amin kullanılan flotasyon deneyleri için farklı pH 'larda yapılan çalışmalarda en iyi sonucun pH 2,5 'ta alınmıştır. pH değerinin yükselmesi sonucunda selektivitenin ve verimin düştüğü gözlenmektedir Flotigam K2C kullanılan flotasyon deneylerinde en iyi sonucun pH 4,5 'ta alınmıştır. pH değerinin yükselmesi sonucunda selektivitenin ve verimin düştüğü gözlenmektedir

Flotasyon Kinetiği Çalışmaları Sonucunda %45 –60 ağırlıkça yüzen feldispat miktarına 3 dakikalık flotasyon süresinde ulaşılmıştır.

Bu yüksek lisans çalışmasının sonucunda potasyum feldispat/kuvars ayırımında en başarılı yöntemin HF-Amin yöntemi olacağı belirlenmiş ve HF'siz feldispat/kuvars ayırımında en başarılı yöntem olarak Flotigam K2C ile elde edildiği görülmüştür.

Elde edilen deney sonuçlarına göre seçilen iki reaktif ile yapılan flotasyonla ayırma işlemi akım şeması Şekil 7.1 'de verilmiştir.

Akım şemasında da görüldüğü gibi 10 mm altına kırılmış cevher tesise beslenerek % 30 pülp katı oranı ile -250 mic.'luk elekte elenen hammaddenin elek üstü (+250 mic.) değirmene elek altı (-250 mic.) siklona giriş yapar. 250 mic. üstü cevher filint taşlı değirmende öğütülerek 250 mic. tane boyutunun altına indirilir ve elenerek siklona gider. Siklonda - 45 mic. şılam olarak alınır. Siklon üstü -45 mic. boyutlu malzeme şılam tkinerine buradan da filter prese gönderilerek kek olarak alınır. Siklon altına gelen malzeme -250 mic. altı ve + 45 mic. üstü boyutlu hammadde 1. kondüsyonere gelerek % 40 pülp katı oranı ile NaOH ilave edilerek pH 9'lara yükseltilir ve 3 dk. kondüsyonlanır. Daha sonra 2. kondüsyonere gelen hammaddeye Aero 704 reaktifi 1300 gr/ton ilave edilerek selüllere geçer. Selüllerde mika ve ağır silikat mineralleri köpükle beraber alınarak atık tkinerine oradanda atık tamburuna gönderilerek atık stoklanır. İstenmeyen safsızlıklardan arındırılmış olan feldispat cevheri susuzlandırıcıda ara yıkamaya tabi tutularak feldispat kuvars ayırımı işlemine geçilir. Susuzlandırıcıdan çıkan hammadde 3. kondüsyonere gelir. Burada seçilen ilk reaktif olan HF/Amin yöntemine göre pH 2,5-3 civarlarına hidroflorik asit (HF) eklenerek 3 dk. kondüsyonlanır. Daha sonra 4. kondüsyonere gelen hammaddeye 50 gr/ton köpürtücü, 600 gr/ton sodyum silikat ve Armac TD 1000 gr/ton eklenerek 3 dk. kondüsyonlanır. Selüllere gelen hammadde de köpük alımı işlemi gerçekleşir, burada köpük olarak feldispat alınır. Yüzen feldispat konsantre tkinerine buradanda konsantre tamburuna gönderilerek stoklanır. Selülde kalan (batan) ürün kuvars atık olarak alınır. Buradan susuzlandırıcıya gönderilerek atık olarak stoklandırılır.

Seçilen ikinci reaktif olan Flotigam K2C ile yapılacak flotasyon işleminde ise mika ve ağır silikat grubu mineraller için aynı işlemler gerçekleştirildikten sonra susuzlandırıcıdan çıkan hammadde 3. kondüsyonerde sülfirik asit (H_2SO_4) eklenerek pH 4,5-5 civarlarına ayarlanır 3. dk. kondüsyonlandıktan sonra hammadde 4. kondüsyonere gelerek Flotigam K2C reaktifi 550 gr/ton ve köpürtücü olarak Flotinor C7 30 gr/ton ilave edilerek 3 dk. kondüsyonlandıktan sonra hammadde sellüllere gelir. Burada yüzen ürün feldispat konsantre tkinerine oradan

konsantre tamburuna giderek stoklanır. Selülde kalan (batan) ürün kuvars atık olarak alınır. Buradan susuzlandırıcıya gönderilerek atık olarak stoklanır.

Tablo 7.1 ve Tablo 7.2’de her iki yöntem için flotasyon koşulları gösterilmiştir.

Tablo 7.1 HF/Amin Yöntemi floatsyon dest koşulları

	Mika ve Ağır Silkat Mineralleri Flotasyonu	Feldispat Flotasyonu
Pülpün %Ağırlıkça Katı İçeriği		
-Koşullandırma	% 40	% 40
-Flotasyon	% 30	% 30
pH		
-Koşullandırma	8-9	2,5-3
-Flotasyon	9	3
HF	-----	250 gr/ton
Na ₂ SiO ₃	-----	600 gr/ton
Toplayıcı Türü	Aero 704	Tallow Amin Asetat (Armac TD)
Toplayıcı Miktarı	1300 gr/ton	1000 gr/ton
Pervane Hızı		
-Koşullandırma	1500	1500
-Flotasyon	1250	1250
Süre		
-Koşullandırma	3	3
-Flotasyon	3	3

Tablo 7.2 F1 Feldispat cevheri için HF/Amin Flotasyon deney sonuçları

Ürün	Ağırlık %	Tenör %					Verim %	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve ağır silikat mineralleri	17,86	0,14	1,94	1,35	4,55	70,64	6,02	19,06
Yüzen (Feldispat)	58,49	0,02	0,08	6,31	4,98	67,92	92,68	68,30
Batan (kuvars)	23,65	0,02	0,03	0,22	2,28	94,08	1,30	12,64
B.M. (hesaplama)	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 7.3 F2 feldispat cevheri için HF/Amin Flotasyon deney sonuçları

Ürün	Ağırlık %	Tenör %					Verim %	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve ağır silikat mineralleri	19,25	0,23	1,73	0,36	8,45	62,07	2,82	26,55
Yüzen (Feldispat)	52,31	0,02	0,07	4,40	6,94	66,88	95,09	59,25
Batan (kuvars)	28,44	0,02	0,04	0,18	3,06	92,30	2,08	14,20
B.M. (hesaplama)	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100

Tablo 7.4 Flotigam K2C kullanılan floatsyon test koşulları

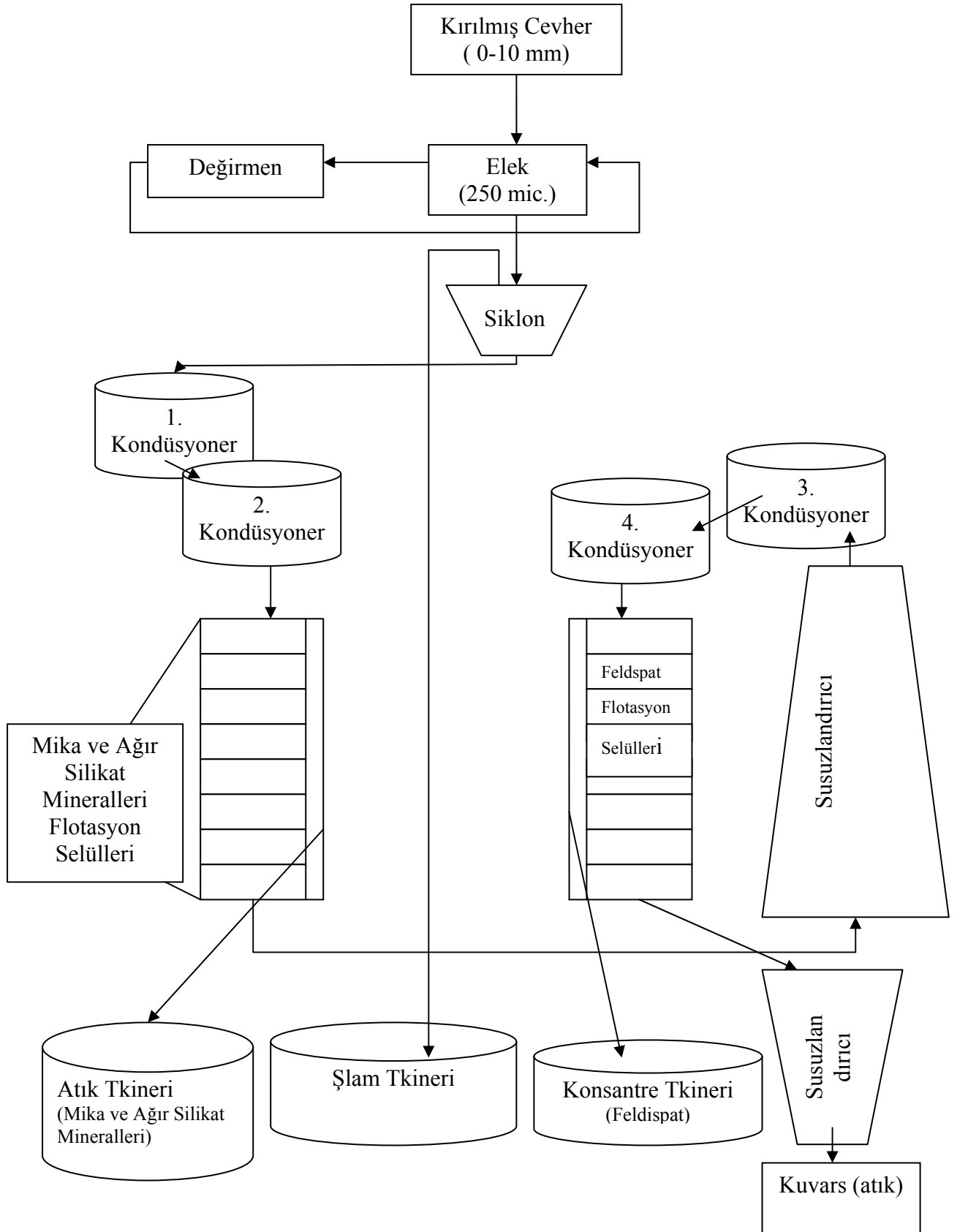
	Mika ve Ağır Silikat Mineralleri Flotasyonu	Feldispat Flotasyonu
Pülpün %Ağırlıkça Katı İçeriği		
-Koşullandırma	% 40	% 40
-Flotasyon	% 30	% 30
pH		
-Koşullandırma	8-9	4,5-5
-Flotasyon	9	5
Köpürtücü (Flotinor C7)	-----	30 gr/ton
Toplayıcı Türü	Aero 704	Flotigam K2C
Toplayıcı Miktarı	1300 gr/ton	550 gr/ton
Pervane Hızı		
-Koşullandırma	1500	1500
-Flotasyon	1250	1250
Süre		
-Koşullandırma	3	3
-Flotasyon	3	3

Tablo 7.5 F1 feldispat cevheri için Flotigam K2C Flotasyon deney sonuçları

Ürün	Ağırlık %	Tenör %					Verim %	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve ağır silikat mineralleri	15,91	0,15	2,17	1,46	4,94	80,69	5,81	18,46
Yüzen (Feldispat)	60,34	0,02	0,07	6,08	4,47	65,23	92,06	63,10
Batan (kuvars)	23,75	0,02	0,04	0,36	3,31	93,40	2,13	18,44
B.M. (hesaplama)	100	0,04	0,40	3,98	4,27	74,39	100	100

Tablo 7.6 F2 feldispat cevheri için Flotigam K2C Flotasyon deney sonuçları

Ürün	Ağırlık %	Tenör %					Verim %	
		TiO ₂	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
Mika ve ağır silikat mineralleri	21,13	0,14	1,56	0,73	4,70	63,33	6,27	16,22
Yüzen (Feldispat)	48,73	0,02	0,08	4,55	8,06	65,30	91,64	64,15
Batan (kuvars)	30,14	0,02	0,04	0,16	3,98	92,18	2,09	19,63
B.M. (hesaplama)	100	0,06	0,38	2,42	6,13	72,99	100	100



Şekil 7.1 K-Feldspat/Kuars ayrımı flotasyon tesisi akım şeması

REFERENCES

- Bayraktar, İ., Ersayın, S., Gülsoy, Ö., Emekçi, Z., ve Can, M., 1999. *Temel seramik Hammaddelerimizdeki (feldispat, kuvars ve kaolin) kalite sorunları ve çözüm önerileri*. 3. End. Ham. Sempozyumu Bildiriler Kitabı İzmir, 22-23.
- Bayraktar, İ., *Magmatik ve metamorfik kayalardan fedispat üretimi*, 2003, MTA, Ankara
- Bayraktar, İ., Ersayın, S., Gülsoy, Ö., Can, M., (1999). *Kalemaden End.Ham. San. Ve Tic. A.Ş. Potasyum Feldispat Zenginleştirme Çalışmaları Rapor*.
- Bolger, R., (May-1995). *Feldspar and Nepheline Syenite, Turkish Delight in Export Sales*, Industrial Minerals , 25-45.
- Can, İ., *Aydın-Çine Feldispatlarının Flotasyon Yöntemi ile Zenginleştirilmesi*. İTÜ Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Bitirme Ödevi, İstanbul, 1997
- Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, *Sekzinci Beş Yıllık Kalkınma Planı*. (2001-2005)
- Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı *Beş yıllık Kalkınma Planı* (2007-2013)
- DPT, Madencilik Özel İhtisas Komisyon Raporu. Endüstriyel Hammaddeler, Feldspat
- El-Salmawy, M.S., Nakahiro, Y., and Wakamatsu T., 1993a. *The role of alkaline earth cations flotation seperation of quartz from feldspar*.
- El-Salmawy, M.S., Nakahiro, Y., and Wakamatsu T., 1995, *New reeagent system in flotation seperation of quartz from feldspar*. Proceedings of the XIV. International Mineral Processing Congress, 285-289
- El-Salmawy, M.S., 1997, *Solution chemistry of anionic/nonionic surfactans and its role in flotation seperation of quartz from feldspar.*, proceedings of the XX IMPC-Aachen, 617-625.

Geredeli, A., ve Özbayoğlu G., (1995) *Simav feldispatları flotasyonu*. 2. End. Ham. Sempozyumu. İzmir.

Geredeli, A., *Balıkesir Bölgesi feldispat cevherinin flotasyonu*. (yayınlanmamış)Rapor

Gülsoy, Ö., Kılavuz, F., *Potasyumlu feldispat kuvars flotasyonunda toplayıcı olarak metal tuzları ile birlikte Na-Oleat Kullanımı*. (Mart-2002)

Hızal, M., *Potasyum Feldispat Dünyü, Bugünü ve Yarını*. 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, TMMOB, İzmir, 1997

Industrial Minerals and Minerals Yearbook. Çeşitli Sayılar.

Iverson, H.G., 1932. *Seperation of feldspar from quartz*. Engineering and Mininf Journal, 133, 227-229.

İstanbul Maden ve Metaller İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği

Kahraman, A., Kurşun, İ., *AB Üyelik Sürecinde Doğal Kaynaklarımızın Önemi- Feldspat*, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü

Kalyon, D., Gülsoy, Ö., *Feldispat kuvars ayrımında Hidroflorik asit kullanılmayan flotasyon yöntemlerinin karşılaştırılması*. Yerbilimleri (Earth Sciences) 26 (1) 49-59.

Kulaksız, S., Özçelik, Y., *Türkiye ve Dünyada Feldispat Üretim Değişimi ve Politikası*. 2. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, TMMOB 1997,İzmir

Kumbasar, I., *Silikat Mineralleri*, İTÜ Maden Fakültesi Sayı 1098, İstanbul

Kurt, H., *Maden Mühendisleri İçin Mineraloji ve Petrografi*, 1998, Konya

Kutlu, S., *Balıkesir Yöresi Potasyum Feldispatların Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması*. Bitirme Ödevi (1999)

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

MİGEM-Maden İşleri Genel Müdürlüğü İstatistikleri

Mineral Commodity Summaries, 2003. *Minerals.usgs.gov*

Okur, E., *Simav-Dağardı Feldispatlarının Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması* , Anadolu Üniverstesi Yayınları, 1984, Eskişehir.

Özkan, Ş., Kurşun, İ., ve İpekoğlu, B., 2001. *Trakya bölgesi kuvars kumlarından feldispat uzaklaştırılması için yeni bir flotasyon yaklaşımı*. 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İzmir.

Seyrankaya, A., Akar, A., Güler, E., Akar, G., (1997). *Aydın-Çine ve Muğla-Milas feldispatlarının flotasyonu*. 2. End. Ham. Sempozyumu. İzmir.

TÜRKİYE VAKIFLAR BANKASI T.A.O. İktisadi Araştırmalar ve Mevzuat Yönetmenliği *Sektör Araştırmaları Serisi/NO:32*

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

Ütine, T., 1987, *Köpüklü Yüzdürme ile Feldispat/kuvars ayırımında yüzey kimyası*, Madencilik Cilt XXVI, Sayı 4.s 7-22.

Yavuz, H., Bütüner, R., *Aydın-Çine Feldispatlarının Flotasyon ile Zenginleştirilmesi*, Bitirme Ödevi , Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir, 1996

Yılmaz, C. (1996) *Feldispat Madenciliği ve Ekonomisi*. DEÜ. Müh. Fak. Maden Müh. Böl. Yılıçi Projesi. İzmir.