

**DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AYDIN/ÇİNE YÖRESİ GÖZLÜ GNAYSLARININ**  
**ZENGİNLEŞEBİLİRLİĞİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Ceren ŞAHİN**

**Mart, 2008**

**İZMİR**

**AYDIN/ÇİNE YÖRESİ GÖZLÜ GNAYSLARININ  
ZENGİNLEŞEBİLİRLİĞİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Anabilim Dalı**

**Ceren ŞAHİN**

**Mart, 2008**

**İZMİR**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

CEREN ŞAHİN tarafından YRD. DOÇ. DR. UFUK MALAYOĞLU yönetiminde hazırlanan “AYDIN/ÇİNE YÖRESİ GÖZLÜ GNAYSLARININ ZENGİNLEŞEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr. Ufuk MALAYOĞLU

Yönetici

Prof.Dr. İlknur CÖCEN

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Osman CANDAN

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## TEŞEKKÜR

Öncelikle, tezimin her aşamasında bana yardımcı olan tez danışmanım Yrd.Doç.Dr. Ufuk MALAYOĞLU'na, tezimin başlangıç aşamasında tez danışmanım olan Prof.Dr. Yaşar ÇİLİNGİR'e, her zaman büyük manevi desteklerini gördüğüm hocalarım Prof.Dr. Halil KÖSE ve Prof.Dr. Ercüment YALÇIN'a, yardımlarını esirgemeyen hocam Prof.Dr. İlknur CÖCEN'e, Dokuz Eylül Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünden hocalarım Prof.Dr. Osman CANDAN ve Yrd.Doç.Dr. Ersin KORALAY'a, Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlileri, hocalarım Gül AKAR, Dr. Sezai ŞEN, Dr. M.Kemal ÖZFIRAT ve V.Taylan ENGİN'e, Kaltun Madencilik A.Ş. Genel Müdürü Yüksel TUNCER'e, Maden Mühendisleri Özcan İLTER, İbrahim CAN, Sabriye GÜNGÖR, Kimyager Emre EROL ve ekibine, Sabuncular A.Ş. Yönetim Kurulu Başkanı Maden Mühendisi Osman AYDIN'a, Maden Mühendisi Ergün ATAKÖY ve ekibine,

Ayrıca, hayatım boyunca benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen, her zaman yanımda olan ve beni destekleyen aileme, meslektaşım, babam Mehmet Y. ŞAHİN, annem Gönül ŞAHİN ve kardeşim M. Emre ŞAHİN'e tüm kalbimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ceren ŞAHİN

# AYDIN/ÇİNE YÖRESİ GÖZLÜ GNAYSLARININ ZENGİNLEŞEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

## ÖZ

Sodyum feldspatın kullanım alanı bulmasının yanında, Menderes masifinde milyonlarca ton ile ifade edilen gözlü gnaysların değerlendirilmesi gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bugünkü rakamlarla 50 bin ton potasyum feldspat yurt dışından ithal edilmektedir. Her yıl yüzde 15 – 20 büyüyen bir pazar olarak düşünüldüğünde, potasyum feldspata olan talep her geçen gün artacaktır. İşte tüm bu gelişmeler, gözlü gnaysların değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada, Menderes masifindeki gözlü gnayslara uygulanan zenginleştirme işlemleri sonucu gözlü gnayslardan potasyum ve sodyum içerikli feldspat elde edilebilirliği araştırılmıştır.

Zenginleştirme prosesleri olarak; yüksek alan şiddetli yaş manyetik zenginleştirme, flotasyon ve ayrıca bu iki prosesin birleşiminden oluşan temizleme devreli zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Manyetik zenginleştirme, mika ve ağır mineral flotasyonu ve feldspat-kuvars ayırımının ard arda yapılması ile toplam  $[Na_2O+K_2O]$  tenörü, satılabilir ürün için uygun olan 12 rakamsal değerinde bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler** : Feldspat, Sodyum feldspat, Potasyum feldspat, Gözlü gnays, Manyetik zenginleştirme, Flotasyon

# INVESTIGATION ON THE ENRICHMENT OF AUGENGNEİSSES OF THE ÇİNE AREA/AYDIN

## ABSTRACT

The need to utilize large augengneisses deposits near Menderes region becomes important in present time, in addition to utilizing sodium feldspar. Today, Turkey imports about 50.000 tons of sodium feldspar from other countries. The demand to sodium feldspar increases by about 15 to 20 percent each year, thus, the need to utilize augengneisses deposits becomes vital for the country in the future.

The aim of this study is to process feldspar containing potassium and sodium from augengneisses deposits using mineral processing methods. The processes used in this investigation are high gradient wet magnetic methods, flotation, and combination of these two methods. A product suitable to industry was produced by using magnetic separation to remove titanium and iron first, then, flotation was applied to separate mica and heavy minerals. In final stage, feldspar was separated from quartz, again by feldspar flotation.

**Keywords** : Feldspar, Sodium feldspar, Potassium feldspar, Augengneisses,  
Magnetic separation, Flotation

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU .....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ .....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM İKİ – GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>3</b>
2.1. Feldspatların Kökeni ve Oluşumu.....	3
2.2. Feldspat Mineralleri .....	4
2.2.1. Alkali Feldspatlar .....	5
2.2.2. Plajioklaslar .....	7
2.2.3. Ağır Feldspatlar.....	8
2.3. Feldspat Minerallerinin Bulunuş Şekilleri .....	8
2.3.1. Pegmatitler .....	8
2.3.2. Aplitler .....	9
2.3.3. Feldspat Filonları .....	9
2.3.4. Nefelinli Siyenit .....	10
2.3.5. Alaskit .....	10
2.3.6. Grafik Granit .....	10
2.3.7. Feldspatik Kumlar .....	10
2.3.8. Altere Granitler .....	11
2.3.9. Pertit .....	11
2.4. Feldspat Minerallerinin Özellikleri.....	11
2.4.1. Feldspat Minerallerinin Fiziksel Özellikleri .....	12
2.4.2. Feldspat Minerallerinin Kimyasal Özellikleri.....	13
2.4.3. Feldspat Minerallerinin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri ....	14
2.5. Dünya Feldspat Cevheri Potansiyeli .....	16
2.5.1. Dünya Feldspat Cevheri Rezervi .....	16
2.5.2. Dünya Feldspat Cevheri Üretim ve Tüketimi .....	16

2.6. Türkiye Feldspat Cevheri Potansiyeli .....	17
2.6.1. Türkiye Feldspat Cevheri Rezervi .....	17
2.6.2. Türkiye Feldspat Cevheri Üretim ve Tüketimi .....	20
2.7. Feldspat Cevherinin Kullanım Alanları .....	23
2.7.1. Cam Sanayi .....	23
2.7.2. Seramik Sanayi.....	24
2.7.3. Kaynak Elektrotları Üretimi.....	27
2.7.4. Boya Sanayi .....	27
2.7.5. Plastik Sanayi.....	28
2.8. Feldspat Cevherinin Zenginleştirilmesinde kullanılan Yöntemler .....	30
2.8.1. Tavuklama ile Zenginleştirme.....	30
2.8.2. Boyuta Göre Sınıflandırma ile Zenginleştirme .....	30
2.8.3. Elektrostatik Ayırma ile Zenginleştirme .....	31
2.8.4. Manyetik Ayırma ile Zenginleştirme .....	31
2.8.5. Flotasyon ile Zenginleştirme .....	34
<b>BÖLÜM ÜÇ – DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>38</b>
3.1. Numunelerin Tanımlanması.....	38
3.1.1. Numune Alınan Sahaların Genel Jeolojisi .....	38
3.1.2. Numune Alma İşlemi .....	42
3.2. Numunelerin Özelliklerinin Ortaya Konması .....	43
3.2.1. Numunelerin Kimyasal Özellikleri .....	43
3.2.2. Numunelerin Mineralojik Özellikleri.....	43
3.3. Numunelerin Tane Boyut Özelliklerinin Belirlenmesi .....	51
3.3.1. Elek Analizi.....	51
3.3.2. Elek-Metal Denge Çizelgeleri.....	55
3.3.3. Numunelerin Elek Analizi Tane Fraksiyonlarının Mikroskobik İncelemeleri .....	61
3.4. Numunelerin Öğütme Testleri.....	78
3.5. Zenginleştirme Deneyleri.....	82
3.5.1. Manyetik Ayırma Yöntemi İle Zenginleştirme Deneyleri .....	82
3.5.1.1. Ham Cevherler İçin Yapılan Manyetik Zenginleştirme Deneyleri .....	85



3.5.1.2. Tane Fraksiyonlarına Ayrılmış Cevherler İçin Yapılan Manyetik Zenginleştirme Deneyleri.....	101
3.5.2. Flotasyon Yöntemi İle Zenginleştirme Deneyleri.....	109
3.5.2.1. Tane Boyutunun Flotasyona Etkisi .....	110
3.5.2.2. Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisi .....	124
3.5.2.3. Tane Fraksiyonlarında A ve B Grubu Reaktiflerin Kıyaslanması .....	156
3.5.3. Temizleme Devreli Zenginleştirme Deneyleri.....	173
3.5.3.1. Flotasyon+Flotasyon Temizleme Devresi İle Yapılan Zenginleştirme Deneyleri.....	173
3.5.3.2. Flotasyon+Manyetik Temizleme Devresi İle Yapılan Zenginleştirme Deneyleri.....	194
3.5.3.3. Manyetik+Flotasyon Temizleme Devresi İle Yapılan Zenginleştirme Deneyleri.....	198
<b>BÖLÜM DÖRT – SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>211</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>215</b>

## BÖLÜM BİR

### GİRİŞ

Yaşamı fonksiyonel hale getiren araç ve gereçlerin %99'u doğal kaynaklardan, özellikle madenlerden sağlanmaktadır. İnsan ve toplum hayatında bu denli ve vazgeçilmez bir yeri olan madencilik, gelişmiş ülkelerin bugünkü teknoloji ve refah düzeylerine ulaşmalarında önemli bir rol oynamıştır.

Madencilik sektörünün büyük bir bölümünü oluşturan ve günlük yaşantımızda pek çok malzemenin ana girdisini sağlayan endüstriyel hammaddeler de, metalik cevherler ve enerji hammaddeleri ile birlikte, ülkemiz ekonomisinin gelişmesinde önemli yer tutan hammadde kaynaklarıdır.

Ülkemiz maden ihracatında önemli bir yeri feldspat, Ege Bölgesinde önemli bir rezerve sahiptir. Cam ve seramik sektörünün ana hammaddelerinden olan feldspatların, gelişmiş ülkelerde üretimlerinin %95'i bu iki ana tüketim alanında pazar bulurken, ülkemizde de artık cam ve seramik sektörlerinin hızla gelişmesi nedeniyle, bu sektörlerde kullanılan feldspat üretimlerinde son yıllarda büyük artışlar olmuştur. Türkiye'de seramik sektörü, ürün kalitesi ve üretim miktarı bakımından Avrupa ile yarışacak hale gelmiş olduğundan, feldspatın üretimi ve kalitesi, ithalatı ve ihracatı, Türkiye seramik sektörünün geleceği açısından büyük önem arz etmektedir.

Menderes masifinde milyonlarca ton olarak ifade edilen gözlü gnaysların değerlendirilmesi uzun yıllardan bu yana sözü edilen bir konu olmuştur ve bugün de devam etmektedir. Türkiye, potasyum feldspatın çok büyük çoğunluğunu (~ 50 bin ton) yurt dışından ithal etmektedir. Her yıl %15 – 20 büyüyen bir pazar olarak düşünüldüğünde potasyum feldspata olan talep her geçen gün artacaktır. İthalatı yapan firmalar, potasyum feldspatı yaklaşık 100 \$/ton'a mal etmektedirler.

İşte tüm bu gelişmeler, gözlü gnaysların değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. İthalatın yanında, uygun potasyum feldspat elde edilmesiyle, Türkiye potasyum feldspat ihracatçısı ülke konumuna da geçebilecektir.

## **BÖLÜM İKİ**

### **GENEL BİLGİLER**

Feldspat, magmatik kütlelerin %60 oranını kapsayan, onların isimlendirilmesi ve sınıflandırılmasında rol oynayan esas bileşimi potasyum, sodyum, alüminyum silikat veya bunların bileşimi olan endüstriyel hammaddedir. Kimi kaynaklarda Almanca “arazi” anlamındaki “feld” kelimesinden, kimi kaynaklarda kolayca dilinebilen saydam madde anlamına gelen İsveç’çe “feld” ve “spath” kelimelerinden türetildiği öne sürülmektedir. (Can, 1997)

Feldspatlar ilk defa Amerikalı Jeolog Hunt (1871) tarafından granitik damar kayaları adı altında tanımlanmıştır. Fressman (1931) dünyada çeşitli türde feldspatları incelemiş, sınıflandırma ve oluşum teorilerini ortaya atmıştır. Daha sonra Varlamoff (1954) çalışmaları geliştirerek yeni bir sınıflandırma ve oluşum hipotezi ortaya atmış, feldspatlar arasındaki geçişe özel olarak dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. (Can, 1997)

#### **2.1 Feldspatların Kökeni ve Oluşumu**

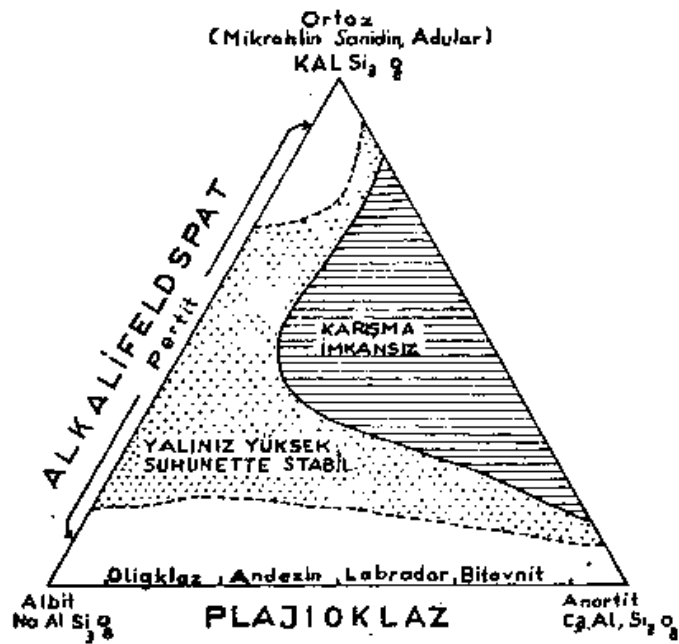
Feldspat; volkanik kayaların %60’ını oluşturan ve içeriğinde bol miktarda potasyum, sodyum, kalsiyum, alüminyum silikat veya bunların bileşimini içeren minerallerin ortak adıdır. Yer kabuğunda en sık rastlanan mineral türüdür.

Feldspatik kayaların %60’ı magmatik, %30’u şist ve gnaysları içeren metamorfik kayalar, %10’u da sedimanter kayalardan meydana gelmektedir. (Kahriman ve Kurşun, 2004)

Feldspat, alkali ve magmatik kayaların en önemli mineralidir. Magmatik kayalar içerdikleri feldspat türüne dayanarak sınıflandırılmaktadır. Potasyum gurubu feldspatlar albit ve anortit arasında izomorf seri oluşturmaktadır. Sodyumlu uca yakın olan albit, oligoklas ve andezin; granodiorit ve doritler ile bunların ince

taneli karşılıkları olan dasit ve andasitlerin ayırtman feldspatlarıdır. Labrador, bitovnit ve anortite ise gabro, nörit, bazalt ve diğer bazik kayalarda olağan olarak rastlanmaktadır.

Feldspatların alümina ve alkali içeriklerinden dolayı cam ve seramik sanayi gibi çeşitli kullanım alanları vardır. Feldspat minerallerinin mineralojik bileşimleri üçlü hal sisteminde gösterilebilir. (Karaguzel, Gulgonul, Demir, Cınar ve Celik, 2006)



Şekil 2.1 Feldspatların izomorf karışma diyagramı (Tolun, 1960).

## 2.2 Feldspat Mineralleri

Feldspatlar,  $SiO_4$  dört köşeli iskeletlerindeki dört oksijenin paylaşılması ile oluşmuş, üç boyutlu kafes yapısı gösteren silikatlardır. Bu minerallerde silisin dörtte biri veya yarısı yerine alüminyum gelmiş olup, elektriksel denge bileşiğe sodyum, potasyum ve kalsiyum ilavesi ile sağlanmıştır. Dolayısı ile bileşimi, ortoklas, albit ve anortit arasında içerdikleri katyonun cinsine göre değişken iki katı eriyik serisini meydana getirir.

Kimyasal olarak feldspatlar alüminyum silikatlar olup; sodyum, potasyum, demir, kalsiyum ya da baryum veya bunların birleşiminden oluşur. (Karaguzel ve diğer., 2006)

Feldspatlar, çok miktardaki jeolojik durumların altında bir oluşumda bulunurlar ve çoğu yer kabuğundaki diğer mineral gruplarından daha yaygın bulunurlar. Granitlerde, siyenitlerde, trazitler ve pegmatitlerde kuvars ve bazı dereceli mika mineralleriyle oluşurlar. (Karaguzel ve diğer., 2006)

Feldspat mineralleri 3 çeşittir. Alkali feldspatlar, plajioklaslar ve ağır feldspatlar.

### 2.2.1 Alkali Feldspatlar

Genel formülleri  $(Na, K)AlSi_3O_8$  şeklindedir. Alkali feldspatlarda K ile Na arasında katı çözelti oluşum alanları çok dar olup, K yerini belli ölçülerde ve bazı fiziki şartlarda Na alabilir. Doğada K-Feldspatlar çoğunlukla Na-Feldspatlarla birlikte ve daha seyrek olarak ta Ca-Feldspatlarla birlikte bulunur. Bu grup içerisinde gerek oluşum gerekse seramik için en önemli olanı ortoklastır. (Can, 1997) Tablo 2.1’de alkali feldspatlar, kristal sistemleri ve oluşumları verilmiştir.

Tablo 2.1 Alkali feldspat mineralleri ve özellikleri (Can, 1997)

ALKALİ FELDSPAT	KRİSTAL SİSTEMİ	OLUŞUMU
ORTOKLAS	Monoklinik	Derinlik
SANİDİN	Monoklinik	Volkanik
ADULARYA	Monoklinik - Triklirik	----
MİKROKLİN	Triklirik	Derinlik
ANORTOKLAS	Triklirik	Volkanik

- Ortoklas: Bileşimi;  $K_2OAl_2O_3, 6SiO_2, (KAlSi_3O_8)$

K<sub>2</sub>O : % 16,9

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : % 18,4

SiO<sub>2</sub> : % 64,7 oranlarını kapsar.

Sertliği 6, özgül ağırlığı 2,55'tir. Bileşiminde bazen Na da bulunur. Birbirine dik iki yönde olan dilinimleri çok güzel görünür. Monoklinik sistemde kristallenir.

Çok güzel olan kristalleri ile en kesitlerine magmatik kütlelerin içinde bazen rastlanır. İkizleri çoktur. Karlspat, Bovenno, Monebact ismi verilen ikizleri doğada çok bulunur.

Ortoklasın rengi beyazımsı veya hafif kırmızımsıdır. Kolay kırılır ve kırılma yüzeyleri camsı parlaksı ve sedef cilalıdır. Çoğunlukla asit magmatik kütlelerin (granit, granodiyorit, silyenit v.b.) metamorfik ve nadiren tortul kütlelerin, örneğin; Arkoz'un içinde bulunur. Bazen ortoz, kuvars ile karışık vaziyette magmatik veya metamorfik kütleler içinde iri kristalli ve damar halinde görülür. Buna pegmatit adı verilir. (Şahin, 1989)

-Sanidin: Camsı ve gri renklidir. Üzerinde uzunluğuna çizgiler görülür ve volkanik kütlelerin içinde bulunur. Monoklinik sistemde kristalleşir. Kimyasal bileşimi  $KAlSi_3O_8$ 'dir.

-Adularya: Saydam ve güzel kristaller halinde bulunur. Monoklinik sistemde kristalleşir. Kimyasal formülü  $KAlSi_3O_8$ 'dir.

-Mikroklin: Kimyasal bileşimi  $(K, Na)AlSi_3O_8$ 'dir. Triklirik sistemde kristallenir. Mavimsi gri renklidir. Cilalanarak süs taşı olarak kullanılır. İki dilinimi vardır. Dilinim yüzeyleri arasındaki açı  $89,5^\circ$  dir. Mikroskop altında dilinim kesitlerinin parmaklık gibi, birbirini kesmesiyle tanınır ve diğer feldspatlardan ayırt edilir. Mikroklin kristallerinin bir özelliği de şimdiye kadar bulunan en büyük kristal olmalarıdır. Rusya'da bir tek kristali 2000 kg.'dan ağır olanı bulunmuştur.

-Anortoklas: Triklirik sistemde kristallenir. Kimyasal bileşimi  $(K, Na)AlSi_3O_8$ 'dir. (Şahin, 1989)

### 2.2.2 Plajioklaslar

Dilinim açıları  $86,8^\circ$  olan feldspatlara plajioklas adı verilir. Kristal sistemleri triklinikdir. İkizleri karakteristik olup tanımalarını kolaylaştırır. Üzeri çizikli ve oyukludur. Albit ikizi en çok görüneni ve en çok bilinenidir.

Genel formülleri  $x.\text{NaAlSi}_3\text{O}_8 + y.\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 'dir.

Geniş bir sıcaklık sahası içinde sürekli bir katı eriyik oluştururlar. Bileşimleri sodyumlu olan albitten, kalsiyumlu olan anortite kadar değişen bir seriyi teşkil ederler. (Şahin, 1989)

Renkleri değişiktir. Albit, andezin beyaz renktedir. Labrador gri, mavimsi ve kendine özgü görünüşü ile menevişlidir. Kırılma yüzeyleri camsıdır. Sertliği 6–6,5, özgül ağırlıkları 2,6–2,76'dır. (Şahin, 1989) Tablo 2.2'de plajioklaslara ait bazı özellikler verilmiştir.

Tablo 2.2 Plajioklas mineralleri ve özellikleri (Can, 1997)

PLAJİOKLAS	ANORTİT MİKTARI			KRİSTAL
ALBİT	0–10	Asit	Asit ile ara tip plajioklaslar	Triklinik
OLİGOKLAS	11–30	Plajioklaslar		Triklinik
ANDEZİN	31–50	Nötr		Triklinik
LABRADOR	51–70	Bazik	Bazik	Triklinik
BİTOVNİT	71–90	Plajioklaslar		Triklinik
ANORTİT	91–100	Kayaç		Triklinik

-Albit: Latince Albus (beyaz) kelimesinden gelir. En çok granit, siyenit, riyolit ve trakitlerle rastlanır.



-Oligoklas: Granodioritlerin ve monzonitlerin tipik mineralidir.

-Labrador: Gabro bazaltlarda sık bulunan bir feldspattır. İsmi bulunduğu bölgeden almıştır.

-Bitovnit: Çok ender görülür, sadece gabrolar içinde taneler halinde bulunur. Adını Kanada'da şimdiki adı Ottawa olan yerden almıştır.

-Anortit: Koyu renkli elemanı bol olan kayalarda ve damar tipi sokulum kayalarla kontakt metamorfik yataklarda görülür.

### **2.2.3 Ağır Feldspatlar**

Ağır feldspatlar kontak metamorfizma sonucu oluşmuşlardır. Bu gruba ait iki mineral mevcuttur. Bunlar selsiyen (Ce)-BaAl<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>O<sub>8</sub> ve Ce(100-x)Or olup triklinik sistemde kristalleşmişlerdir. Çok nadir olarak bulunurlar ve ekonomik önemleri yoktur. (Can, 1997)

## **2.3 Feldspat Minerallerinin Bulunuş Şekilleri**

Feldspat, yerkabuğundaki birçok magmatik, metamorfik ve tortul kayacın bileşiminde büyük ölçüde bulunması dolayısıyla ticari olarak çeşitli kaynaklardan üretimi veya feldspat oranı yeterli olduğu taktirde bu kayaların direkt olarak endüstride kullanımı mümkün olmaktadır. Ticari feldspat kaynağı olarak halen kullanılan kayaç türleri şunlardır:

### **2.3.1 Pegmatitler**

Potasyum feldspatın hakim mineral olarak bulunduğu ve ayrıca başka ekonomik mineraller de içerebilen, kaba taneli magmatik bir kayaçtır. Genellikle granit-granodiorit bileşimli kayalarla ilişkili olarak bulunur. Ayrıca metamorfik provenslerde de bulunmaktadır. Endüstride direkt olarak veya zenginleştirmeyi müteakip kullanılmaktadır. Pegmatitler mineralojik bileşimlerine göre iki gruba ayrılırlar:

➤ **Asit Pegmatitler:**

- Granitik Pegmatitler: Granitlere bağlı pegmatitlere denir. Esas olarak kuvars, alkali feldspat (ortoklas, mikrolin), asit plajioklas (albit, oligoklas) ve muskovitle tali olarak turmalin, topaz, fluorit, kasiterit, apatit vb. değerli taşlar ile nadir elementler içerirler.

-Siyenitik Pegmatitler: Cevherleşme yönünden önemlidirler. Granitik pegmatitlerden farkı, kuvars bulunmayışıdır.

➤ **Bazik Pegmatitler:**

Esas olarak bazik bir plajioklas (andezin, labrador) ile hornblend veya piroksenlerden oluşurlar. Asit pegmatitlere göre ekonomik önemleri yoktur. Pegmatitler yapı ve mineralojik yönden iki gruba ayrılırlar:

- Basit Pegmatitler: Bileşim ve yapı, pegmatit kitlesinin tümünde 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. (şahin, 1989)

### **2.3.2 Aplitler**

Mineralojik olarak, damar kayacı şeklinde ve granit bileşiminde bir kayaç dokusunu; ticari olarak ise, büyük lde albitten oluşan feldspatik bir damar veya dayk kayacını ifade eder. Kaolinleşmiş türleri de endüstride kullanılmaktadır. Bunlar da granitik kayaçlarla ilişkili olarak oluşmuşlardır.

### **2.3.3 Feldspat Filonları**

Granitik kayaçların kendi bünyeleri içinde veya kontakt halindeki yan kayaçlarda enjeksiyon damarları halinde oluşmuş feldspata zengin sokulumlardır. Çok zengin tenörlü sodyum veya potasyum feldspat içerirler, emprüte oranları daha düşüktür.

### **2.3.4 Nefelinli Siyenit**

Silisçe fakir kristalin bir kayaç olup, albit ve mikroklin türü feldspat ile nefelinden oluşur. Az miktarda mafik silikatlar ve diğer aksesuar mineralleri içerir. Dünyada geniş yayımlıdır. Ancak ticari olarak halen Kanada, Norveç, Rusya ve A.B.D.'de işletilmektedir. Kanada'da 1930'larda, Norveç'te ise 1950'lerde işletilmeye başlanmıştır. Serbest silis içermemesi, yüksek alkali ve alümina içerdiği, yüksek ergitme gücü ve dar erime aralığı, cam endüstrisine ideal uyum gösteren karakteristikleridir. Bu da mineralin feldspata kıyasla daha yüksek alümina ve alkali içerdiği anlamına gelmektedir. Kayacın endüstriyel özelliklerini temin eden nefelin;  $\text{Na}_3\text{KAl}_4\text{Si}_4\text{O}_{16}$  kimyasal bileşimine sahip, Na/K oranı 3/1 olan, hegzagonal sistemde kristalleşen, mohs sertliği 5,5-6 ve özgül ağırlığı 2,5-2,7 gr/cm<sup>3</sup> olan bir mineraldir. Alterasyon sonucunda sodalit, kankrinit, zeolit türleri ve özellikle de analsime dönüşür. Nefelinli siyenitin bazı türleri; kongressit, kregmantit, ditroit, fenit, foyait, iyolit, laurdalit, litfieldit, melteigitt, miyaskit, monmoutit, raglanit, rouillit ve urtit'tir.

### **2.3.5 Alaskit**

A.B.D, Kuzey Carolina'da bulunan Spruce Pine bölgesinde yaygın olarak gözlenen bir kayaç türünü ifade eder. Granit-pegmatik arası bir kimyasal bileşime sahip olduğu söylenebilir. Ortalama mineralojik bileşimi; %45 plajioklas, %25 kuvars, %20 mikroklin ve %10 muskovit şeklindedir.

### **2.3.6 Grafik Granit**

Potasyum feldspatın hakim olduğu, sekonder mineral olarak kuvars içeren ve yüksek K<sub>2</sub>O oranı istendiğinde kullanılan bir pegmatik kayaç cinsidir. Ticari değeri yukarıda belirtilen kayaçlar kadar fazla değildir.

### **2.3.7 Feldspatik Kumlar**

Doğal veya işlenmiş halde feldspat ve kuvars karışımından oluşmuş kumlardır. Feldspatça zengin kayaçların erozyonu ve taşınım depolanması sonucu oldukça zengin plaser yataklar oluşabilir ve büyük rezerv arz edebilir. Bazı pegmatitik metalik maden işletmelerinde zenginleştirme sırasında yan ürün olarak ta elde

edilmektedir. Bu tür feldspat kumları kaolinlerin yıkanması sırasında da açığa çıkmaktadır.

### **2.3.8 *Altere Granitler***

Granitik kayaçların atmosferik şartlar altında veya hidrotermal etkilerle belirli ölçüde alterasyonu sonucu, içerdiği feldspatlarda kaolinleşme gelişir ve kayaç bünyesindeki mineraller belirli ölçüde uzaklaştırılarak demir oksit emprütesi azalır. Saf feldspat kaynaklarının son yıllarda rezerv yönünden darboğaza girme eğilimi göstermesi neticesinde söz konusu granitlerin seramik endüstrisinde değerlendirilmesi yönünde çalışmalar yapılmaktadır. Türkiye’de de Çanakkale Seramik Fabrikaları, Karabiga civarında bu tür oluşumların, massede kullanılan feldspat-kaolin-kuvars karışımı bir malzeme üretmektedir.

Japonya’da ise, bu tür aşırı derecede altere olmuş ve gre halini almış granitik kütlelerden, belirli yıkama-süzme ve sınıflandırma metotlarıyla kaolin, feldspat ve silis kumu ayrı mamuller olarak üretilmektedir. Türkiye açısından, üzerinde önemle durulması gereken potansiyel bir kaynaktır.

### **2.3.9 *Pertit***

K-Feldspat içinde mikroskopik plajiyoklaz büyümelerinden teşekkül eder. Grafik granit ve pegmatitlerde pertit oluşumu yaygındır ve kayaca belirgin bir dokusal özellik kazandırır. (Arpaçay, 2005)

## **2.4 Feldspat Minerallerinin Özellikleri**

Tüm cevher hazırlama ve zenginleştirme proseslerinin dizaynı ve verimli kullanımı için çalışılan cevherin özelliklerinin çok iyi etüt edilmiş olması gerekmektedir. Bu doğrultuda feldspatların fiziksel, kimyasal ve mineralojik-petrografik özellikleri aşağıda verilmiştir.

### **2.4.1 Feldspat Minerallerinin Fiziksel Özellikleri**

- Renk: Feldspatlar, beyaz, açık pembe, pembemsi beyaz, sarımtırak, gri-beyaz ve bazen de yeşilimsi renkte görülmektedir. Kuvarstan farklı olarak, ince kesitleri renksizdir, genellikle ayrıışmış ve doğal ışıktaki kesitler yarı saydamlık göstermektedir.

- Parlaklık: Plajioklas, ortoz ve mikrolinler camsı parlaklığa sahiptir. Bununla birlikte kaolinleşen plajioklaslar matlaşarak porselene benzer bir görünüm kazanırlar.

- Sertlik ve Yoğunluk: Mohs sertlik cetveline göre sertlikleri; 6 olan feldspatlar yoğunlukla dilinim düzlemleri boyunca kırılırlar ve yoğunlukları ise  $2,6 \text{ gr/cm}^3$ 'tür.

- Kristal Sistemi: Ortoklas ve sanidin monoklinik, hiyalofan serisi ve ortoklas-albit serisi psodotriklinik, plajioklas grubu ise triklinik sistemde kristalleşir. Mikroskopik etütler yardımıyla feldspat türleri tespit edilmektedir.

- Dilinim: Feldspatlar genellikle (001) yüzeyine paralel olarak çok iyi, (010) yüzeyine paralel olarak iyi ve (110) yüzeyine paralel olarak ta kötü dilinime sahiptirler.

- İkizlenme: Feldspatların çoğu ikiz kristaller halinde bulunur. İkizlenme özellikle triklinik sistemde kristalleşen feldspatlarda çok yaygındır. İkizler basit ve polisentetiktir. Ortoz ve sanidin baveno, monebach, karlsbad gibi basit ikizlenme gösterirken plajioklaslar, mikroklin ve anortoz ise albit perikelin gibi polisentetik ikizlenme gösterirler. Bu özellikler plajioklasları ortozdan ayıran önemli bir ölçüttür.

- Asitlik-Bazlık: Ortoz ve mikroklin, asit bir plajioklasla birlikte asit ya da nötr kayalarda (granit, siyenit) hornbend ve biyotit ile beraber bulunabilir, bazik plajioklasla piroksen eşliğinde bazik kayalar (gabro) içinde rastlanır. (Can,1997)

### 2.4.2 Feldspat Minerallerinin Kimyasal Özellikleri

Feldspatlar kimyasal bileşimleri bakımından; potasyum ve baryumlu feldspatlar ile sodyum ve kalsiyumlu feldspatlar olarak ikiye ayrılırlar. Genel olarak  $WZ_4O_8$  şeklinde tanımlanabilirler.

Burada; W: Na, K, Ca ve Ba

Z: Si, Al'u temsil eder

Si: Al oranı 3: 1 ile 1: 1 arasında değişir. Bütün feldspatlar değişik miktarlarda en az bir alüminyum içerdiklerinden feldspat formülü  $W Al(Al, Si)Si_2O_8$  şeklinde yazılabilir. Sabit olmayan (Al, Si), 1 ve 2 değeri, Katyonların oranlarındaki değişmelerle dengede tutulur.

Baryum feldspatlar ender bulunur ve kayaçları meydana getiren mineraller bakımından önemi azdır. Bu nedenle feldspat bileşenlerini  $KAlSi_3O_8(Or)$ ,  $NaAlSi_3O_8(Ab)$  ve  $CaAl_2Si_2O_8(An)$ 'in meydana getirdiği 3 bileşenli sistemde incelenebilir.

En çok rastlanan feldspat mineralleri mikroklin, ortoklas ve albittir. Ortoklas ve mikroklin  $K_2OAl_2O_3 \cdot 6SiO_2$  şeklinde açıklanabilir. Ortoklaslar saf olduğunda  $K_2O$ : %16,9;  $Al_2O_3$ : %18,3;  $SiO_2$ : %64,7 içerirler.  $Na_2O$  içermez.

Albit  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$  formülüyle açıklanabilir. Albitler saf olduğunda  $Na_2O$ : %11,9 içerir,  $K_2O$  içermez. Ticari feldspatların çoğu ikisinin karışımıdır ve %9  $K_2O$  ile %3  $Na_2O$  içerirler. Bunun yanında biraz  $Fe_2O_3$ , kuvars ve  $MgO$  bulunabilir. Birçok feldspatlar az miktarda anortit de içerirler. Seramikte feldspatın kristal şeklinden çok kimyasal bileşimi önemlidir. (Şahin, 1989)

Cam seramik sektörü açısından feldspatların erime derecelerinin büyük önemi vardır. Yayınlarda kesin rakamlar bulunmamakla beraber çok az miktarlarda da olsa içlerinde diğer feldspat kristallerinin izomorf halde bulunmaları, erime derecelerini değiştirmektedir. Bu erime derecelerinin yaklaşık değerleri Tablo 2.3'te verilmiştir.

Tablo 2.3 Feldspatların erime dereceleri (Can, 1997)

FELDSPAT	ERİME DERECEŚİ (°C)
Potasyum Feldspat	1200–1250
Sodyum Feldspat	1150–1225
Kalsiyum Feldspat	1500–1550

Aşağıdaki Tablo 2.4'te bazı saf feldspat minerallerinin kimyasal bileşimi verilmiştir.

Tablo 2.4 Bazı saf feldspat minerallerinin kimyasal bileşimi (Tolun, 1960)

Feldspat Mineralleri	Kimyasal Bileşim (%)				
	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
Albit	11,83	-	-	19,47	68,70
Ortoklas	-	16,90	-	18,40	64,70
Anortit	-	-	20,10	36,60	43,30

### 2.4.3 Feldspat Minerallerinin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Feldspatların atom yapıları henüz tümüyle bilinmemektedir. Yarısı açık yapılı bir SiO<sub>4</sub> tetraedrindeki açıklıklarda alkali atomların bulunduğu şekilde düşünülmemelidir. Bunlar susuz alkali ve kalsiyumlu alüminyum silikatlardır.

Ön yüzey ve bazis yönünde olmak üzere iki doğrultuda dilinimlidirler. Bu dilinimlerin arasında meydana gelen açığa göre; ortoklaslar (dilinim açıları 90°) ve plajioklaslar (dilinim açıları 90°'den farklıdır) olmak üzere 2 gruba ayrılırlar.

Kristal sistemi bakımından potasyumlu ve baryumlu feldspatlar, monoklinal sistemde kristalleşirler veya simetri bakımından çok yakındırlar. Sodyumlu ve kalsiyumlu feldspatlar ise triklinal sistemde kristallenirler.

Potasyumlu feldspat mineralleri çeşitli şekillerde ortaya çıkarlar. Bunlardan monoklinal sistemde kristallenen yüksek ısı poliformu olan sanidin volkanik

kayaçlarda ortaya çıkar. Monoklinal sistemdeki diğer bir tür olan adi ortoklas ve triklinal sistemdeki mikroklin orta ile düşük ısıda kristallenmiş olup metamorfik ve magmatik kayaçlarda yaygın bir şekilde bulunur. Adularya düşük ısılı hidrotermal damarlarda bulunan, monoklinal veya triklinal sistemde kristallenebilen bir türdür. Mikroklin 700°C'de hidrotermal işlemler sonucu sanidine dönüşür. Ortoklas ve Adularya yapı bakımından sanidin ile mikroklin arasında yer alır. Birçok ortoklasların başlangıçta sanidin olarak kristallendiği düşünülmektedir. Triklinal sistemde kristallenen sodyum ve kalsiyumlu feldspatlar grubuna plajioklaslar denir.

#### Feldspatların Formülleri:

##### *Monoklinik Sistemdekiler:*

Ortoklas	: $KAlSi_3O_8$
Na'lu Ortoklas	: $(K, Na)AlSi_3O_8$
Hyalofan	: $(K_2Ba)Al_2Si_4O_{12}$
Selsiyon	: $BaAl_2Si_2O_8$

##### *Triklinal Sistemdekiler :*

Mikroklin	: $KAlSi_3O_8$
Na'lu Mikroklin	: $(K, Na)AlSi_3O_8$
Anortoklas	: $(Na, K)AlSi_3O_8$
Plajioklaslar	: (Albit-Anortit serisi)
Albit	: $NaAlSi_3O_8$
Oligoklas	: $n.NaAlSi_3O_8$
Labradorit	: $m.CaAl_2Si_2O_8$
Anortit	: $CaAl_2Si_2O_8$

Feldspatlar alkali magmatik kayaçların en önemli mineralidir. Magmatik kayaçlar içerdikleri feldspat türüne dayanarak sınıflandırılırlar. Potasyumlu feldspatlar olarak adlandırılan ortoklas ve mikrolin granitler ve siyenitler ile bunların ince taneli doku karşılıkları olan riyolit ve siyenitlerin asıl mineralidir. Plajioklas grubu feldspatlar albit ile anortit arasında izomorf seri teşkil ederler. Sodyumlu uca yakın olan albit, oligoklas ve andezin granodiorit ve dioritler ile bunların ince taneli karşılıkları olan



dasit ve andasitlerin ayırtman feldspatlarıdır. Labradorite gabro, anortozit, norit, bazalt ve diğer bazik kayalarda olağan olarak rastlanılır.

Ortoklaslar diğer feldspatlar gibi hızla ayrışmaya uygundur. Bu ayrışma yüzeye yakın hava, su ve diğer faktörler etkisiyle olduğu gibi pnömatoliz ve termal etkilerle de olur. Ortoklasların değişmesinden başlıca kaolen, muskovit ve serizit ortaya çıkar.

Plajioklasların ayrışmasından kaolen, zeolit, epidot, serisit kuvars, kalsit v.b. meydana gelir. Ortoklaslar plajioklaslara nazaran daha dayanıklıdır. (Şahin, 1989)

## 2.5 Dünya Feldspat Cevheri Potansiyeli

### 2.5.1 Dünya Feldspat Cevheri Rezervi

Dünya feldspat kaynağı olarak; granitler, nefelinli siyenitler ve feldspatik kumlar kullanılmaktadır. Bu kaynakların bolluğu nedeniyle dünya feldspat rezervlerinin sayısal değerine ulaşmak oldukça zordur. Ancak aşağıda verilen Tablo 2.5 bize kaba bir fikir verebilir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

Tablo 2.5 Dünya feldspat cevheri rezervinin kıtalara göre dağılımı (Industrial minerals, çeşitli sayılar)

Kıtalar	Rezerv (x10 <sup>6</sup> Metrik Ton)
Kuzey Amerika	350
Güney Amerika	200
Avrupa	250
Afrika	200
Asya ve Okyanusya	500
<b>Dünya Toplamı</b>	<b>1.500</b>

### 2.5.2 Dünya Feldspat Cevheri Üretim ve Tüketimi

Dünya genelinde feldspat cevheri kaynakları açık işletme olarak delme-patlatma metodu ile üretilmektedir ancak kaliteli feldspat cevheri yataklarının hızla azalmasından ötürü gelecek senelerde yeraltı işletmelerinin kurulumu gündeme gelebilir.

British Geological Survey'in 2003 yılı feldspat cevheri üretim rakamlarına göre İtalya senede 3 milyon tonluk üretimiyle birinci sırada yer alırken Türkiye 1,8 milyon tonluk üretimi ile ikinci sıradadır. Çin ile ilgili rakamlar kesin olmamakla birlikte senede 2 milyon tonluk üretim yapıldığı tahmin edilmektedir.

Feldspat cevheri Dünya ve Türkiye'de nadiren tüvenan halde kullanılmakta; genellikle kırma, öğütme ve zenginleştirme işlemlerine tabi tutulmaktadır.

Yapı sektöründeki gelişmelerle cam ve seramik kullanımının artması feldspat cevheri tüketimini giderek arttırmaktadır. Önümüzdeki yıllarda yıllık feldspat cevheri tüketiminin 30 milyon ton civarında olacağı tahmin edilmektedir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

## **2.6 Türkiye Feldspat Cevheri Potansiyeli**

### **2.6.1 Türkiye Feldspat Cevheri Rezervi**

Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere feldspatlar, kimyasal olarak sodyum ve potasyum feldspatlar olarak ikiye ayrılmaktadır.

Sodyum feldspat kaynağı olarak bilinen ve işletilen en önemli bölge Çine-Milas bölgesidir. Bu bölge kayaçları albit bileşimli olup seramik endüstrisinde Bursa bölgesinden üretilen nefelinli siyenitler ile karışım halinde de kullanılmaktadır.

Türkiye'deki potasyum feldspat oluşumları ağırlıklı olarak güneyde Gökbel Dağı (Çine-Aydın) eteklerinden başlayıp, kuzeyde Dağardı (Simav-Kütahya) 'ya kadar uzanan bir alanın değişik kesimlerinde ve Menderes masifi içerisinde bulunan gnays ve az da olsa mikaşistler içinde gözlenmektedir. Ocaklar genellikle apolit veya pegmatit dayklarında açılmıştır. Ayrıca gnays, granit gibi magmatik ve metamorfik kayaçları kesen potasyum feldspat dayklarında açılan ocaklar da mevcuttur. Fakat tüm ocaklarda saf ortoklas bulmak mümkün değildir. Genellikle muskovit, biyotit, kuvars, turmalin mineralleri ile birlikte bulunmakta ve sodyum feldspat ta içermektedir. (Hızal, 1997)

Manisa bölgesi cevherlerinin ana bileşenlerini ortoklaz, plajiyoklaz, kuvars, muskovit ve turmalin; tali bileşenlerini ise apatit, biyotit ve hematit mineralleri oluşturmaktadır. Ortoklaz, 3-20 mm gibi oldukça iri tane boyunda olmakla birlikte özellikle renk verici mineraller, ince şeritler ve sokulumlar halinde bulunmakta, %0.08-%0.20 TiO<sub>2</sub>, %0.50-1.0 arasında da Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerirken, K<sub>2</sub>O içerikleri %5.0-8.50, Na<sub>2</sub>O içerikleri ise %2.5-4.5 arasında değişmektedir.

Kırşehir masifindeki porfirik yapılı altere granitlerin iri tane boylarında (+5.6 mm) %9.0 'un üzerinde K<sub>2</sub>O içerdiği, ince tane boylarında (-5.6 mm) ise bu değer %4'ün altına kadar düştüğü görülür. İri fonksiyonlarda ayrıca %2.0-3.0 Na<sub>2</sub>O, %0.80-2.0 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0.02-0.20 TiO<sub>2</sub> içerikleri saptanmıştır.

Menderes masifi; Batı Anadolu Ege Denizi kıyılarından başlayarak, Menderes vadilerinin önemli bir kısmını da içine alarak doğuya doğru uzanır. Bu masifin gerek batı gerekse doğu uçları dantel gibi girintili çıkıntılıdır. Bu şekillerin meydana gelmesinin nedeni şüphesiz bu masifi kesen faylardır. Nitekim masifte faylar dolayısıyla çok sayıda grabenler ve itilmeler meydana gelmiştir. (Kaltun Madencilik Kızılgüney projesi çalışma raporu)

Menderes masifini Kata, Meso ve Epizonal gruplara giren kayaçlar oluşturmuştur. Ödemiş ve Acıgöl arasındaki düzenlenen bir kesitte şöyle sıralanmışlardır:

- En altta; normal gnays, granatlı gnays, gözlü gnays ve para gnayslar vardır. Yer yer yüksek derecede kristalin olan mermer, mika ve kuvars şistler de bu gnayslara katılır.

- Ortada; mermer, grafik şist, klorit, şistlerden meydana gelmiş olan bir seri görülür.

- Üstte yarı metamorfik şistlerle genç paleozoik kayaçların hafifçe değişiminden oluşmuş bulunan taşlar yer alır. Bu üçüncü seviyedeki kalker miktarı alttakilere oranla çok fazladır.

- Son olarak; bu üç seviyeyi diskordans olarak örten Mesozoyik'e ait komprehansif serinin kayaçları gelir.

Menderes masifinde en yaşlı kaya birimi gnays ve gözlü gnaystır. Gnayslar prekambriyen yaşındadır. Üste doğru ince taneli gnays, leptit, şist (granat, muskovit, biotit, albit, kuvars, talk, şist gibi) ve en üstte de fillit ve mermerler yer almaktadır. Metamorfik şistlerin üstüne de diskordans olarak genç sedimanter birimler gelmiştir.

Birçok araştırmacı gnaysların para kökenli olduğunu bildirmişleridir. Yer yer granit yükselimleri ya da termal domlar metamorfizmadan önce olabilir. Gnayslar bölgede gözlü gnays ve ince taneli gnayslardan meydana gelmişlerdir. Boz renkli gnayslar ve iri feldspat taneleri ihtiva ederler. Gnaysların üstüne uyumlu olarak leptitler gelmektedir. Bu kayaçlar volkanik kökenlidir. Şistler gnays üstünde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Bu yoruma karşılık örtü ile çekirdeğin sürekliliğinden bir stratigrafi boşluğu olmadığı da bazı bilim adamlarınca kabul edilmektedir. Diskordans olarak gözlenen yerlerin dom şeklindeki yükselmenin sonucu uçlarda, şistlerde bükülmelerin olduğu yerler ile yeşil şistlerin altındaki almandin-amfibolit fasiyesindeki kayaların yer yer ergiyerek magmatikleşmesi sonucu mobil hale geçen neosomun şistlere yakın kısımlarında düzensiz kontaklar meydana getirdikleri yerlerdir. (Kaltun Madencilik A.Ş Kızılgüney projesi çalışma raporu)

Potasyum feldspat kaynağı olarak en önemli bölge olan Çine bölgesinde pegmatit damarlarından K<sub>2</sub>O oranına göre birinci ve ikinci kalitede üretim yapılmaktadır. Pegmatitlere bağlı olarak işletilen ikinci bölge Kütahya-Simav ve Demirci bölgesi olup burada da kaliteye göre üretim yapılmaktadır. Ayrıca potasyum feldspat kaynağı olarak pegmatit ve aplit damarları Bilecik-Söğüt ve Akköy'de işletilmektedir. Potasyum feldspat kaynağı olarak, fabrikaların bulunduğu bölgelere yakınlık bakımından işletilen granit kuşları ile tüfler de potasyum kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

Ortoklas olarak adlandırılan potasyum feldspat, ülkemizde kütle halinde fazla rastlanan bir mineral olmamasına karşın, granitik ve siyenitli kayaçlardan

zenginleştirme işlemleri ile ayrıştırılarak ülke ekonomisine ve sanayiye kazandırılabilir büyük rezervlere sahiptir. (Kahrıman ve Kurşun, 2004)

Türkiye'nin feldspat cevheri rezervleri hakkında kesin rakamlar vermek mümkün değildir. Bu yüzden feldspat üretimi yapan şirketler kendi ruhsat sahalarında rezerv belirleme çalışmaları yapmaktadırlar. Aşağıda Tablo 2.6'da feldspatların potansiyel rezervleri verilmiştir.

Tablo 2.6 Potasyum feldspatların potansiyel rezervleri (Arpaçay, 2005)

Yer	Feldspat Türü	Rezerv (Metrik Ton)
Aydın-Çine	Potasyum Feldspat	5.000.000
Kütahya-Simav	Potasyum Feldspat	2.250.000
Manisa-Gördes	Potasyum Feldspat	4.075.000
Ankara-Beypazarı	Potasyum Feldspat	1.150.000
Kırklareli-Üsküp	Potasyum Feldspat	11.000
<b>Toplam</b>		<b>12.486.000</b>
Bilecik-Söğüt	Aplit-Pegmatit	985.000
Balıkesir-Bandırma	Aplit-Pegmatit	21.000
Artvin-Şavşat	Aplit-Pegmatit	369.000
<b>Toplam</b>		<b>1.375.000</b>
<b>Genel Toplam</b>		<b>13.861.000</b>

### 2.6.2 Türkiye Feldspat Cevheri Üretim ve Tüketimi

Türkiye'de de tüm dünya genelinde olduğu gibi feldspat madenciliği, tamamen açık işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Genellikle damar tipi pegmatit ve feldspat oluşumları, delme-patlatma suretiyle üretilmektedir. Feldspat ocakları genellikle cevher kalitesi açısından homojen bir yapı göstermezler, bu yüzden üretim sırasında triyaj uygulanır. Ocakta üretilen cevher varsa cevher hazırlama-zenginleştirme tesisine oradan da tüketim merkezlerine ulaştırılır.

Türkiye feldspat cevheri üretimi bakımından kendine yeter durumdadır. İç tüketiminin fazlasını ihraç etmektedir. Ancak son yıllarda porselen endüstrisi için kaliteli potasyum feldspat ithalatı yapılmaya başlanmıştır.

Feldspat cevheri ihracatımız ise gün geçtikçe artmaktadır. İhracatımız 1984 yılında 100 bin ton iken, 2003 yılında 3 milyon tona çıkmıştır.

Yıllık ihracatımız FOB değeri üzerinden 60 milyon USD civarındadır. Nakliye ve deniz yoluyla yapılan taşımalar bu fiyata dâhil edilmemiştir. Gerekli altyapı ve yatırımlarla bu miktarın 100 milyon USD' ye çıkacağı tahmin edilmektedir. (Arpaçay, 2005)

Aşağıda Tablo 2.7 ve Tablo 2.8'de 1998–2002 yıllarını kapsayan, Dış Ticaret Müsteşarlığı'na ait Türkiye feldspat cevheri ithalat ve ihracat değerleri verilmiştir.

Tablo 2.7 Türkiye feldspat cevheri ithalatı (Arpaçay, 2005)

Yıllar	Miktar (Metrik Ton)	Değer (Milyon USD)
1998	26.442	3.5
1999	10.493	1.9
2000	38.355	38.4
2001	36.154	4.1
2002	19.655	2.5

Tablo 2.8 Türkiye feldspat cevheri ihracatı (Arpaçay, 2005 ve immib internet sitesi)

Yıllar	Miktar (Metrik Ton)	Değer (Milyon USD)
2000	2.100.400	41
2001	2.202.028	44.3
2002	2.162.841	40.1
2006	4.418.819	115
2007	4.846.655	126

Potasyum feldspatın ekonomik değeri kimyasal bileşimine ve bünyesinde bulunan kuvars, biyotit, muskovit ve turmalin mineralleri ile sodyum oranına göre değişiklik göstermektedir. Ayrıca yapısı itibari ile iki özelliği, potasyum feldspatın değerini arttırmaktadır. Toz halinde öğütülüp seramik masselerine karıştırıldığında, daha düşük sıcaklıklarda eriyerek seramik bünyede gözeneksiz, camsı bir yapı oluşmasını sağlar. İkinci olarak ta yine bünyesinde bulunan alümina içeriği sebebiyle darbeye, kırılmaya ve ani ısı değişimlerine karşı malzemenin direncini arttırmaktadır. (Hızal, 1997)

Potasyum feldspat, fiziksel ve kimyasal dayanıklılık gibi nedenlerle porselen ve seramik, emaye, kaynak elektrodu ve izolatör üretiminde tercih edilen bir feldspat türüdür. Hammadde olarak  $K_2O$  içeriği ne kadar yüksekse kalitesi ve değeri de o oranla artmakla birlikte, içerdiği renk verici safsızlıklar da kalitesini ve değerini önemli ölçüde etkileyen faktörlerdir. (Gülsoy, Bayraktar, Can ve Orhan, 2001)

Üretimi yapılan potasyum feldspatlar kullanım amaç ve yerlerine göre farklı standartlara tabi tutulmaktadır. Tablo 2.9'da bu standartlar verilmiştir.

Tablo 2.9 Potasyum feldspat üretim standartları (Hızal, 1997)

<b>CİNSİ</b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>CaO+MgO</b>	<b>Na<sub>2</sub>O</b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Açıklamalar</b>
1.Kalite	max. % 0,4	max. % 1,5	max. % 4	min. % 9	Yan mineraller çok az
2.Kalite	max. % 0,5	max. % 1,5	max. % 4	% 7,5 - 9	Az mika ve çok az turmalin
3.Kalite	max. % 0,4	max. % 1,5	max. % 4	% 5 - 7,5	Mika ve az turmalin

Potasyum feldspatın Türkiye'deki en büyük tüketim alanı seramik sanayidir. Ülkemizdeki seramik fabrikalarına her geçen yıl yenilerinin eklenmesi üretim ve kalite sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bunun sonucunda üretim yapılan

ocaklara aşırı yüklenilmiş, mevcut rezervler tükenmiş ve özellikle birinci kalite potasyum feldspat bulmak zorlaşmıştır. Talebin artması sonucu, giderek artan bir potasyum feldspat ithalatı da gündeme gelmiştir. Bugün Türkiye potasyum feldspat ihtiyacının çok büyük bir bölümünü 70-80 \$/ton gibi fiyatlarla Mısır ve Hindistan'dan ithal edilmek suretiyle karşılamaktadır. Seramik sektörüne her yıl katılmakta olan işletmeler bir yana, kurulu işletmelerin yapmakta oldukları ve önümüzdeki yıllarda yapacakları yeni yatırımlar ve kapasite artırımları da değerlendirildiğinde, potasyum feldspata olan ihtiyaç daha da artacaktır. Dünya ülkeleri, bu sorunu orta kalite veya ikinci kalite olarak adlandırabileceğimiz %6-7 K<sub>2</sub>O içerikli, granit, pegmatit, granit kumu kaynaklara bağlı büyük zenginleştirme tesisleri kurup, birinci kalite potasyum feldspat elde etmek suretiyle çözmüşleridir. Ülkemizde mevcut seramik fabrikalarının ve/veya bu sektöre hizmet eden madencilik şirketlerinin de kısa vadede yapmaları gereken, öğütme ve flotasyon tesisleri kurarak K-feldspat bünyesinde bulunan mika, turmalin, kuvars hatta sodyum feldspatı ayırmak suretiyle iki veya üçüncü kalite potasyum feldspatlardan birinci kalite sırlık potasyum elde etmektir. (Kahriman ve Kurşun, 2004)

## **2.7 Feldspat Cevherinin Kullanım Alanları**

Cam endüstrisi feldspatların en başta gelen tüketim alanıdır. Feldspatların yaklaşık olarak %60'ı bu sektörde tüketilmektedir. Diğer sanayi dallarında ise bağlama özelliği, sertliği ve beyaz rengi nedeniyle tercih edilmektedir. Sabun yapımında sabunun aşınmasını önlemek ve sıklığını muhafaza etmek için; ark karakteristiğini arttırdığı için kaynak çubuklarının kaplamasında; tuğla, lastik, plastik imalinde dolgu maddesi olarak ve yapay mermer yapımında kullanılır.

Feldspatların sanayi dallarına göre kullanım oranları; cam sanayi %60, seramik sanayi %35 ve diğer sanayi dalları %5'tir. Feldspatların başlıca kullanım alanları aşağıda incelenmiştir.

### **2.7.1 Cam Sanayi**

Cam sanayi halen en büyük feldspat ve nefelinli siyenit tüketicisi olma durumunu muhafaza etmektedir. Feldspatik mineraller, cam reçetesinde esas olarak alümina



kaynağı şeklinde yer alırlar. Bununla birlikte eritici (flaks) özelliklerinden de faydalanılır. Feldspat bünyesindeki alkaliler, erime sıcaklığını düşürecek flaks görevi yaparken; alümina ise duyarlılık temin eder ve çarpma, bükülme ve termal şoklara karşı mukavemet kazandırır. Bir genelleme yapmak gerekirse, yukarıdaki yararlarına ilaveten camın saydamlığını kaybetmesini engelleyen imalat sırasında viskozitesini de arttıran alümina içeriği, konteynır (cam, şişe) ve düz cam mamullerde %1,5-2 oranında mevcuttur. Cam elyafında ise, kullanım amacına bağlı olarak %15'e kadar çıkabilen oranda mevcut olabilir. Hem feldspat hem de nefelinli siyenit, yüksek fırın cürufu gibi diğer alümina kaynakları ile rekabet etme durumundadır ve cam üreticilerinin nihai seçimi, bir dizi faktörlere dayamaktadır. Bunlardan başlıcaları; her birim alüminanın teslim maliyeti, bağıl erime aralıkları, demir oksit gibi (%0,04'ün altında olmalıdır), istenmeyen mineral düzeyleri mevcut olmamasıdır. Fakat bundan daha önemli olarak üretilecek camın türü, seçilecek alümina kaynağının tipini ve miktarını belirler. Örnek olarak düz cam üreticileri alüminayı genellikle “kabul edilebilir bir empürite” olarak değerlendirmekte ve özel bir tür aranmamaktadır.

Çeşitli cam sanayileri, hammadde için farklı özellikler ararlar. Örneğin ABD'deki Corning Glass, televizyon ekran camı ve mutfak eşyası gibi uygulamalar için %10,5 ( $\pm$  %0,3)  $K_2O$  içerikli potasyum feldspat kullanılmaktadır. Ayrıca ekonomik değerlendirilmelere dayalı olarak önemli bir silika (%59–60), alümina (%23–24  $Al_2O_3$ ) ve alkali (%9,8–10,2  $K_2O$ ) kaynağı olan nefelinli siyenit de kullanılmaktadır. Kaliforniya'da cam imalinde kullanılan feldspatik kumlar ise %5  $Al_2O_3$ , %90–92  $SiO_2$  ve %0,05–0,07 oranında  $Fe_2O_3$  içermektedir. Cam sanayi için tercih edilen tane boyutu -30 mesh ile -40 mesh olup malzemenin çok az kısmı -200 mesh kadar inceliktedir.(Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

### **2.7.2 Seramik Sanayi**

Feldspatik mineraller, yüzyıllardan beri seramik endüstrisinde kullanılmışlardır. Yakın gelecekte de, feldspat ve nefelinli siyenit için nihai kullanım alanı olarak en önemli pazarlardan biri olma özelliğini devam ettireceğine hiç şüphe yoktur. Seramik reçetesine flakslar (eriticiler), pişme işleminde erime sıcaklığını düşürmek için

kullanılırlar. Alkali içerikleri, feldspat ve kuvarstan oluşan tipik seramik reçetesinde feldspat yumuşar, camsı veya sıvı hale geçer, buna karşılık kil ve kuvars katı halde ıslatır ve gözenekler arasında dereceli olarak dağıtıldıkça, yüzey gerilimi taneleri birbirine çeker. Belirli bir mineralojik bileşime sahip her seramik hamuru, bu mukavemet kazanma ve yoğunlaşma işlemlerinin gerçekleştiği sabit bir pişme sıcaklığına sahiptir ve bu sıcaklık genellikle 1100–1300°C arasında bulunur. Örneğin porselen, yarı camsı porselen ve sıhhi tesisatta bu sıcaklık 1300°C, buna karşılık sert porselen imalatında pişirme sıcaklığı 1400°C civarındadır. Eritici (flaks), pişirme sırasında seramik bünyenin camlaşma derecesini kontrol eder ve ürün fırından istenen camlaşma derecesinde çıkar. Farklı seramik bünyeler değişik camlaşma derecesi gerektirdiğinden belirli bünyelerde kullanılacak flaks miktarı da değişkendir. Yumuşak porselenlerde (düşük ısıda pişirilmiş) feldspat reçete bileşiminin %25-40'ını, sofraya eşyasında %18-30'unu, elektro porselende %20-28'ini ve kimyasal-teknik porselende ise %17-30'unu teşkil eder. Sodyum ve potasyum feldspat ya da nefelinli siyenit gibi flakslardan hangisinin ne miktarda kullanılacağına çok sayıda teknik kriter etki eder ve bu kriterler belirli bir flaksın ilavesiyle kazanılacak özellikleri de kapsar. Bunlara örnek olarak, nihai üründe aranan beyazlık derecesi, kopma mukavemeti, sır tutma veya reddetme, sır dekorasyonları üzerine metal işleme etkisi ve imalatçının geleneksel alışkanlığı gösterilebilir.

Eritici özelliğine etki eden faktörler arasında silika içeriği, bünye bileşimi ve daha önemli olarak toplam alkali içeriği ile  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{LiO}_2$  gibi alkali oksitlerin oranları sayılabilir. Alkali içeriği yükseldikçe, eritici özellik de artar ve buna bağlı olarak erime noktası düşer. Beyaz mamul, fayans, sıhhi tesisat ve diğer seramik ürünlerde feldspat, bünye malzemelerinin %15-35'ini, sır malzemelerinin %30-50'sini teşkil eder. Feldspat gibi seramik kalitesinde flakslar, diğer bünye bileşenleri ile daha iyi karışabilmeleri için 200–300 mesh civarına öğütülürler.

Kural olarak, seramik sanayinde potasyum feldspat daha yaygındır. Potasyum feldspatın avantajı, yüksek viskoziteye sahip bir eriyik oluşturmalarıdır ve bu eriyiğin

sonucu olarak, pişirme sırasında seramiğin şekil bozulmalarına karşı mukavemet temin eder.

Bir seramik üreticisinin flaks türü seçiminde etkili olan faktörler, maliyet, pazarlara yakınlık ve demir empüritesi varlığıdır. Bunlar, aynı zamanda, nefelinli siyenitin bazı seramik uygulamalarında daha popüler hale gelmesini de temin eden unsurlardır. Seramik kaplar ve sıralarda esas olarak feldspat kullanılmakla birlikte, sıhhi tesisat karo imalinde flaks olarak nefelinli siyenit tercih edilmeye başlanmıştır. Cam imalinde feldspat ve aplitle rekabet etmesinin yanında, alümina kaynağı olarak avantajı dolayısıyla camsı beyaz seramik, sır ve mine imalinde de kullanılmaktadır.

Karo imalinde bünye hazırlanmasında, diğer beyaz seramiklere göre farklı prensipler söz konusudur. Örneğin gözenekli karolar, Feldspatik flaks kullanımı gerektirmez. Bağlayıcı kilin alkali içeriği genellikle yeterlidir. Buna karşılık camsı karo (fayans) üretimi, feldspatik materyaller gerektirir. Ancak hızlı pişirme tekniklerindeki teknolojik gelişmeler, kullanılacak feldspatik flaks türünü etkilemiştir. İki veya üç saatlik tek evreli pişirme (30 saatlik eski pişirme tekniğine kıyasla), daha düşük maliyetli apilit ve feldspatik kayalar bazı ülkelerde özellikle de İtalya'da gittikçe artan oranda feldspat ve nefelinli siyenit alternatifi durumuna getirmiştir. Nefelinli siyenitin seramik sanayinde kullanımı, 200, 325 ve 400 mesh inceliğinde öğütülmüş ürün şeklindedir. Yukarıda belirtildiği gibi, hem camsı faz oluşturucu hem de eritici olarak yararlı özellikler sunar. Pişirme sıcaklığı ve zamanını önemli ölçüde düşürür. Saniter seramik reçetesinde %25–30, kimyasal porselende %15–30, yarı vitroz porselende ise %15–55 oranında kullanılır.

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

Aşağıda Tablo 2.10'da seramik ve porselen sanayinde kullanılan feldspat cevherinin özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.10 Seramik ve porselen sanayinde kullanılan feldspat cevherin özellikleri (Arpaçay, 2005)

	<b>Porselen Sanayi</b>	<b>Seramik Sanayi</b>
K <sub>2</sub> O	%6'dan fazla	%8'den fazla
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	%8'den fazla	%10'dan fazla
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%0,25'ten az	%1,5'ten az
TiO <sub>2</sub> + CaO + MgO	%2'den az	%1,5'ten az
Nem	Önemli Değil	%3,3'ten az

### 2.7.3 Kaynak Elektrotları Üretimi

Kaynak elektrotları, feldspatlar için geleneksel son kullanım alanlarıdır, çünkü bunların eritici özellikleri, elektrot kaplama malzemesi yapımında ideal bir bileşen olma özelliğini kazandırır.

Kaynak elektrotu karışıma ilave edilen feldspatın iki önemli fonksiyonu vardır; ark stabilizörü olarak davranır ve kaynak çukurunu korur. Ark stabilizörü olarak kullanılan materyaller, feldspat yanında potasyum ve sodyum silikat, kil, talk, nikel ve demir tozları gibi metalik katkı maddelerini içerir. Bunlar; düşük iyonlaşma potansiyellerine sahip elementler oluşturarak arkı stabilize ederler Alternatif akımda kullanım için özellikle potasyum silikatlar uygundur, zira ark kolonunda potasyum iyonları, akım kesildiğinde dahi arkı tekrar alevlendirebilirler. Buna karşılık sodyum silikatlar da doğru akım uygulamalarında daha yararlıdırlar. Kullanım kolaylığının yanı sıra, yüksek ark stabilizesi temin eder ve düşük bir devre ile çalışabildiğinden daha ucuz ekipman kullanımına imkan sağlar. Kaynak çukurunun doldurulması durumunda ise, feldspat gibi erimiş katı bariyerden cüruf oluşturucular kaynak çukurunu ve yeni kaynatılmış metali korurlar. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

### 2.7.4 Boya Sanayi

Bilindiği üzere boyalar genellikle pigment (renk verici), bağlayıcı ortam ve solventten (inceltici) oluşur. Pigmentlere katkı olarak, birçok boyaya, boya üretim maliyetini düşürmek veya daha pahalı pigmentleri kısmen ikame etmek üzere dolgu maddeleri veya ekstenderler ilave edilir. Bunun ötesinde söz konusu katkıları, boyaya

parlaklık ve akma özelliği gibi çeşitli fonksiyonel özellikler de kazandırabilir. Ekstender olarak feldspat veya nefelinli siyenit kullanılmaktadır. Günümüzde boya üretiminde daha fazla boya üretiminde daha fazla feldspat ve nefelinli siyenit kullanılmaktadır. Yağ, su, emülsiyon ve toz kaplama tipi boyalarda, 20–30 mikron boyutunda feldspat kullanılır. Feldspatlar, barit ve kalsiyum karbonat gibi geleneksel boya dolguları ve ekstenderleri karşısında daha yaygın olarak kullanılan alternatif durumuna geçmektedir. Özellikle dış cephe boyaları, ant-korozitif boyalar, sıva ve plaster gibi aside dirençli mamullerde kalsiyum karbonat yerine ikame edilir. Dış etkenlere karşı renk stabilizesinde avantaj sağlar. Nefelinli siyenit de bazı ülkelerde gittikçe artan oranda dolgu maddesi olarak tüketilmektedir. Kanada’da Indusmin Co. “Minex” ticari adı altında çeşitli tane boyutlarında nefelinli siyenit üretilmektedir. Mikronize nefelinli siyenit esas olarak serbest akışlı, toksit olmayan düşük yağ emmeli beyaz ekstender pigmenttir ve susuz potasyum silikat formunda özellikler sağlar.

Çok parlak boyalarda çok ince ekstender pigmentleri istenir. Bunların tane boyu 1–2 mikron civarında olmalıdır. Saten parlaklığında boyalar için ise 30 mikrona kadar çıkabilen boyutta kaba taneli ekstenderler kullanılabilir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

### **2.7.5 Plastik Sanayi**

Plastik üretimi, endüstriyel mineraller için katkı maddesi olarak kullanıldıkları büyük bir Pazar teşkil eder ki bunlar, dolgu ve ekstender, renk verici ve yanmayı geciktirici olarak uygulanırlar. Bünye dolgusu veya mukavemet kazandırıcı dolgu maddesi olarak mineral kullanımı, önemli araştırmalara konu olmuştur.

Plastikler, polimer yapısına sahip, yumuşak halde döküm yapabilen ve sertleştiğinde katı nihai ürün vere, katkı maddesi içeren veya içermeyen materyaller şeklinde genel bir tanım altında toplanabilirler. Dolgu maddeleri plastik reçetelerinde maliyet düşürücü veya mukavemet kazandırıcı olarak kullanılır. Plastiklerde dolgu ve mukavemet kazandırıcı olarak kullanılacak minerallerde aranan önemli özellikler şunlardır;

- Düşük Yoğunluk: Nihai ürünün toplam ağırlığını azaltmak için.
- Tane boyutu: Düzenli dağılmayı sağlamak için mümkün olduğunca ince olmalıdır.
- Tane Şekli: Lifsi veya levhamsı mineraller daha iyi mukavemet özelliği kazandırır.
- Absorbsiyon: Viskoziteyi arttırma etkisi gösterdiğinden yararlı veya zararlı olabilir.
- Sertlik
- Serbest Nem İçeriği Olmaması
- Beyazlık
- İyi Dağılım Özelliği

Belirli dolgu maddeleri ve ekstendelerin plastiğe katılması, bunların tane boyu itibariyle plastiğin özellikleri üzerinde belirgin etkiler meydana getirir. Genel olarak, hammaddeler polimere ilave edildiğinde elastik modülü kazanır. Eklenen dolgu miktarı ile orantılı olarak uzaman azalır, sert silikatlar ilavesinde şok mukavemeti artar. Barit, talk ve kalsiyum karbonat ilavesinde kompresyon mukavemeti azalır; silikat, mika ve nefelinli siyenit ilavesi elektriksel özellikleri geliştirir, sert silikat ilavesi hem aşınma direncini hem de bozulmaya karşı mukavemetini arttırır, talk ve kalsiyum karbonat ilavesi ise bunları düşürür. Kalsiyum karbonat gibi geleneksel dolgu maddelerinin aksine, feldspat ve nefelinli siyenit az miktarlarda kullanılır. Özel polimerlerde uygulanmaları ise henüz sadece ilgilenme aşamasındadır. Bunların üretim aşamasında sağladığı avantajlar, son derece düşük miktarda ihtiyacı göstermesi ve yüklenmeye mukavemetidir. Kanada'da Indusmin'in daha önce bahsedilen Minex serisi içinde %99'u 10 mikrondan küçük ve %90'ı 5 mikronun altında plastik dolgu nefelinli siyeniti üretilmektedir.

Feldspatik dolgular için potansiyel imkânlar mevcut olmakla birlikte bütün plastik mineral maddeleri piyasası, tüm olarak plastik endüstrisinin geleceği ile kontrol edilmektedir ve bu da, metal ve cam gibi daha geleneksel materyallere alternatif olarak plastiklerin kabullenilmesine bağlıdır. Plastik üretimi temelde, petrol ve gaz gibi bir enerji kaynağına bağlı olduğundan, plastik endüstrisinin geleceği petrol fiyatları ile de ilişkilidir. (Industrial Minerals, çeşitli sayılar)

## **2.8 Feldspat Cevherinin Zenginleştirilmesinde Kullanılan Yöntemler**

Pegmatit ve aplitlerde, feldspat yanında genellikle bir miktar kuvars ve mikalarla birlikte, bazen de turmalin, gröna, rutil ve demir oksitler bulunmaktadır. Feldspatların, kullanılacakları prosesin gerektirdiği teknolojik şartları sağlayabilmeleri için ve gelişen koşulların ortaya çıkardığı ekonomik nedenlerden dolayı bu emprütelerin temizlenmesi gerekmektedir. Uygulanacak zenginleştirme yöntemi elde edilecek ürün kalitesi ve verim yönünden son derece önem taşımaktadır. Feldspat cevherinin zenginleştirilmesinde kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

### ***2.8.1 Tavuklama ile Zenginleştirme***

Feldspatların, iri boyutlarda, renk, parlaklık gibi optik özelliklerinden yararlanılarak diğer minerallerden ayrılması esasına dayanan bu yöntem, küçük çapta üretim yapan ülkemiz işletmecileri için büyük önem taşımaktadır. Ancak bu yöntemin ince boyutlarda serbestleşen ve ince dağılım gösteren cevherlerde uygulanabilmesi mümkün değildir. Diğer yöntemlerle kullanılması daha uygun olmaktadır. (Can, 1997)

### ***2.8.2 Boyuta Göre Sınıflandırma ile Zenginleştirme***

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

Feldspatların, genellikle birlikte bulunduğu levha veya çubuk şeklinde kırılan mikalara göre daha ince boyutta kalması nedeniyle, ayrıca cam ve seramik sanayinde kullanım amaçlarına göre belirli boyut aralığında sınıflandırılmalarında bu yöntem uygulanmaktadır.

Boyuta göre sınıflandırma ile zenginleştirmede kademeler; kırma-eleme-öğütme ve klasifikasyonu içermektedir.

Tane boyutuna göre sınıflandırma ile zenginleştirme yöntemi, tek başına uygulanabileceği gibi diğer yöntemlerle beraber de uygulanabilmektedir. Yöntemin seçiminde mineral boyutları ile ürünlerin kullanım amaçları ve istenmeyen safsızlık derecesi önemlidir. (Can,1997)

### ***2.8.3 Elektrostatik Ayırma ile Zenginleştirme***

Elektrostatik ayırma minerallerin farklı elektrostatik davranışları ve iletkenlikleri baz alınarak yapılan ayırmadır. Elektrostatik ayırma, hava veya gazları içeriğinde bulunan çok ince tozlardan arındırmak amacı ile endüstride geniş uygulama alanı bulmaktadır. Burada hava veya gaz negatif yüklü bir tel elektrot ile topraklanmış veya pozitif yüklenmiş bir plaka arasından geçmekte ve iyonize olan parçalar plakalar tarafından toplanmaktadır. Bu ayırım, mineraller bazında farklı elektriksel iletkenlik katsayıları göz önünde bulundurularak yapılmaktadır.

Elektrostatik ayırmanın endüstriyel düzeyde uygulanması, beslenecek cevherin; kurutma, ısıtma, tozdan ayırma ve boyuta göre sınıflandırma gibi ön işlemlere tabi tutulması gerektiğinden pek tercih edilen bir yöntem olmamakla birlikte son yıllarda gelişim göstermiştir.

### ***2.8.4 Manyetik Ayırma ile Zenginleştirme***

Pegmatitler, feldspat ve kuvarsın yanında tali olarak çeşitli demir mineralleri içerirler. Bu minerallerin manyetik duyarlılık farkından yararlanılarak feldspattan ayırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Zenginleştirme işlemi manyetik duyarlılığa bağlı olarak düşük veya yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılarla, yaş veya kuru olarak yapılabilmektedir.

Feldspatların mineralojik yapılarında bulunabilen demir ve titan mineralleri, renk verici özelliklerinden dolayı istenmezler. Feldspat cevherlerinde gözlenen başlıca kirlilik unsuru mineraller; titan için rutil ve sfen, demir oksitler için garnet, hematit, hornblend, turmalin vb... ve biyotit, muskovit gibi mika mineralleridir. Feldspatların



zenginleştirilmesinde ana hedef, renk verici minerallerin cevherden uzaklaştırılmasına dayanır. (Saklar ve Oktay, 2003)

Manyetik ayırım, cevherin manyetik özellikleri temel alınarak yapılan fiziksel bir ayırım yöntemidir. Çeşitli manyetik ayırım yöntemlerinden biri olan manyetik suseptibiliteye dayalı ayırım prosesleri içinde yüksek alan şiddetli manyetik ayırımın özel bir yeri vardır çünkü, bu ayırımda su ile beslenen cevherin düşük manyetik özelliğe sahip çok küçük partikülleri tutulabilmektedir. (Iacob, Ciochina ve Bredetean, 2002)

Manyetik ayırım, feldspatların zenginleştirilmesinde maliyet ve basitlik açısından uygun yöntem olarak görülmektedir. Ancak, cevher mineralojisi manyetik ayırma ile zenginleştirmeye uygun değilse ve üretim maliyetleri üretilecek konsantre satış maliyeti göz önüne alındığında kabul edilebilir sınırlar içerisindeyse, flotasyon yöntemine başvurulur. Bunun nedeni, serbestleşme tane boyutunun ince boyutlarda olması veya ayrılmak istenilen minerallerin manyetik duyarlılığa sahip olmamasıdır. (örneğin; sfen ve rutil) (Saklar ve Oktay, 2003)

Son yıllarda en büyük gelişme yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcılarda olmuştur. Bu tür manyetik ayırıcılarda yüksek alan şiddetinin yanında alan şiddetinin değişim oranının da yüksek olması gerekir. Son zamanlarda üzerinde çalışılmakta olan süper iletken ayırıcıların dışında, elde edilebilen en yüksek alan şiddeti yaklaşık 20 000 gauss'tur (yumuşak demirin doyum noktası). Manyetik alan şiddeti değişim oranını arttırmanın en etkili yolu, manyetik alan içerisine demirden yapılmış ferromanyetik maddeler yerleştirmektir. Bu maddeler, paramanyetik minerallerin toplanacağı "ortam" ı (matrix) oluştururlar. Manyetik alan içerisine yerleştirilen ferromanyetik ortama çok değişik geometrik şekiller vermek mümkündür. En yaygın olarak kullanılan türleri bilyalar, çubuklar, oluklu plakalar ve elyaf şeklinde olanlarıdır. (Özbayoğlu ve Arol, 1994)

Yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırma yaparken minerallerin demire göre çekim kuvvetine göre kullanılan manyetik alanlar Tablo 2.11'de verilmiştir.

Tablo 2.11 Minerallerin demire göre çekim kuvvetleri ve ayırma alan şiddetleri, eriez magnetics'e göre ( Önal 1980)

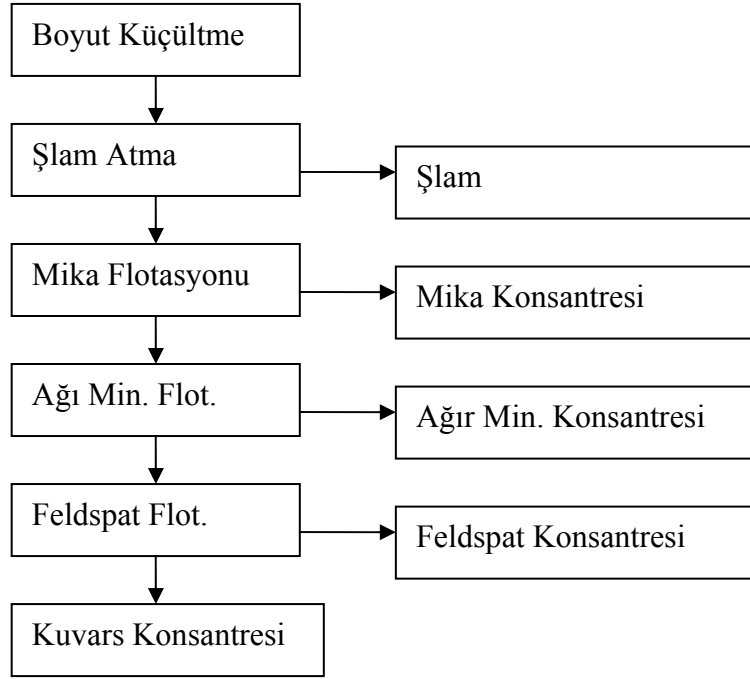
İndüksiyon Alan Şiddeti (Gauss)	Mineraller	Çekici Kuvvet
	<b><i>Kuvvetli Manyetik</i></b>	
500	Demir	100
	Manyetit	40,19
	Franklinit	33,49
	Lösit	17,50
	Ferrosilikon	17,42
5000	Pirotin	15,43
	<b><i>Orta Derecede Manyetik</i></b>	
	İlmenit	11,67
5000	Biyotit	8,90
	Garnet	6,68
10000	Wolframit	5,68
	<b><i>Zayıf Manyetik</i></b>	
10000	Hematit	4,61
	Kolombit	4,08
	Limonit	3,21
	Kromit	3,12
	Pirolüzit	2,61
	Rodokrozit	1,93
	Siderit	1,82
18000	Manganit	1,36
	<b><i>Çok Zayıf Manyetik</i></b>	
18000	Rutil	0,93
	Rodonit	0,76
	Dolomit	0,57
	Kalamin	0,51
	Tantalit	0,40
	Serüzit	0,30
	Epidot	0,30
	Monazit	0,30
	Ferfusonit	0,29
	Zirkon	0,28
	Serarjirit	0,28
	Arjantit	0,27
	Orpiment	0,24
	Pirit	0,23
	Sfalerit	0,23
	Molibdenit	0,23
	Bornit	0,22
	Tetraedrit	0,21
23000	Şelit	0,15

### ***2.8.5 Flotasyon ile Zenginleştirme***

İyi bir sodyum feldspat kaynağı olan albit doğadan çok miktarda bulunur ve potasyum feldspat olan ortoklas ve mikrokline düşük miktarlarda rastlanır. Hem sodyum hem de potasyum feldspat mineralleri aynı kristal yapıda ve kimyasal-fiziksel özelliklere sahiptir. Alkali feldspatların içinde bulunan saf haldeki Na ve K ayrımı yaygın olan cevher hazırlama yöntemleri ile çok başarıya ulaşamamaktadır. Makul bir selektif ayırma metodu olan flotasyon, 6.yy'ın sonları ve 7.yy'ın başlarında özellikle Rus bilim adamları içinde büyük ilgi çekmiştir. (Karaguzel ve diğer., 2006)

Günümüzde feldspat cevherinin zenginleştirme işleminin %70-75'i flotasyon yöntemi ile gerçekleştirilmektedir.

Flotasyon işleminden önce tüvenan haldeki cevher, bir takım ön hazırlama işlemlerine tabi tutulur. Ön hazırlamada ham cevher, ilk olarak çeneli kırıcı ile 10 cm boyutuna küçültülür. Daha sonra ikincil kırıcı ile 1,5–2 cm altına indirilir. İstenen tane boyutuna kırılan cevher, silex kaplı değirmen ile flotasyon için gerekli serbest tane iriliğine öğütülür. Ön hazırlama işlemleri kapalı devre olarak çalışmaktadır. Zenginleştirme işlemine hazırlanan ham cevher içindeki istenmeyen manyetik özellik gösteren emprüteler manyetik ayırıcılarla temizlenebilmektedir. Feldspat cevherinin flotasyon kademeleri aşağıda açıklanmıştır. Şekil 2.2'de genel feldspat flotasyonu akım şeması verilmiştir.



Şekil 2.2 Genel feldspat flotasyonu akım şeması (Thom, 1962).

- Şlam Atma: Özellikle mika flotasyonunu olumsuz yönde etkileyen yaklaşık 25 mikron altındaki, kil içeren malzeme şlam olarak atılmaktadır. Bu yapılmadığı takdirde üretilen konsantrenin  $Fe_2O$  ve  $MgO$  içeriğinde ve amin tüketiminde istenilmeyen bir yükselme söz konusu olacaktır.

- Mika Flotasyonu: Şlam atıldıktan sonra pH; sülfürik asit kullanarak 3,5 veya biraz daha aşağı değerlere ayarlanır. pH: 3,5 ve daha aşağı değerler amin tipi kolektörün feldspat ve kuvars yüzeylerine yapışmasını önlemek, bunun yanında mika ve bazı demirli minerallerin (genellikle tamamı değil) canlandırıp yüzmelerini sağlamak için yeterlidir.

Bu aşamada genellikle alkali zincirinde 12 ila 18 karbon içeren alifatik aminler kullanılır. Kullanılan amin zinciri uzadıkça toplayıcı özellikte artmaktadır. Ancak buna bağlı olarak seçicilik azalır ve yüzen üründe feldspat kaçağı da artar. Amin dozajı, kullanılan amin türüne, cevherin mineralojik bileşimine ve tane boyu dağılımına bağlı olarak ayarlanır ve genellikle 50–150 gr/ton arasında değişmektedir.

- Metal Oksit Flotasyonu: Feldspat flotasyonundan önce ağır minerallerin mümkün olduğu kadar ayrılması yararlıdır. Zira demirli mineraller feldspat konsantresine karışma eğilimindedir. Bu mineraller feldspatın kullanıldığı alanlarda istenilmeyen emrütelerdir.

Mika flotasyonunu takiben yine  $H_2SO_4$  kullanılarak pH: 5–5,5'e ayarlanıp oleat veya pH: 3 civarında sülfonatlar ile metal oksit flotasyonu gerçekleştirilir. Toplayıcı olarak; oleatın veya sülfonatların yanı sıra sukkinamatlar, farklı bitkisel yağların sabunları, sarkozin ve hidroksamat da kullanılabilir.

Yukarıdaki ölçütler ışığında, oleata en ciddi alternatif, oleoil sarkozin adlı toplayıcıdır. Sülfonatlar, titanın muhtemelen sfene bağlı olması nedeniyle çok iyi sonuçlar vermemektedir. Ayrıca sülfonatların asidik pH ihtiyacı ciddi bir dezavantajdır.

- Feldspat Flotasyonu: Feldspatların kuvars içerikleri hammaddenin kalitesini düşürmektedir. Dolayısıyla feldspat konsantresinden renk verici içeriklerin yanısıra kuvarsın da ayrılması, hem kalitenin artması hem de endüstride talep edilen bir ürün üretmek için zorunlu olmaktadır. (Gülsoy ve Kılavuz, 2002) Bu son kademe feldspat yüzdürülerek kuvarstan ayrılır. Kolektör olarak katyonik kolektörler (aminler) kullanılır. Amin tipi kolektörler ile pH: 3,5'un altında kuvars yüzdürülemez, bu nedenle pH: 2,5–3 dolaylarında HF ile ayarlanır. HF bu kademe pH ayarlamada, feldspat canlandırmada ve kuvarsı bastırmada kullanılır. Köpürtücü olarak çam yağı ve yüksek dereceli alkoller kullanılır. (Özkan, Kurşun ve İpekoğlu, 2001)

Mika flotasyonu ile feldspat flotasyonu arasında kullanılan reaktifler ve flotasyon koşulları yönünden temel fark feldspat devresinde HF kullanılmış olmasıdır. Mika-kuvars-feldspat ayırmasında selektiviteyi sağlayan tek husus budur.

Feldspat flotasyonunda etkili parametreleri inceleyecek olursak;

- Pülpteki Katı Oranı: Birçok metalik olmayan mineralin flotasyonunda pülpteki katı oranı; %5–35 arasında değişmekte, ancak ortalama değer %15 pülpte katı oranı olmaktadır. Anyonik ve katyonik devreler arasında katı oranı çok az farklılık gösterir ancak temizleme kademesinde anyonik devreler katyoniklere nazaran daha yüksek katı oranında çalışırlar.

- pH Ayarı: Anyonik ve katyonik devreler arasında farklılık gösterir. Yağ asitleri nötr ve alkali ortamda, petrol sülfanatları asit ve nötr ortamda, amin tipi kolektörler ise asidik ortamda daha etkilidirler.

- Flotasyon süresi: Anyonik kolektörler, katyonik kolektörlere nazaran daha uzun flotasyon zamanı isterler. Genel olarak katyonik devrelerde 2–5 dakikalık süre yeterli olmaktadır.

- Suyun Sertliği: Seçiciliği önlemesi ve kolektör sarfiyatını artırması açısından önemlidir. Yumuşak su kullanılması genellikle ekonomik sonuçlar vermektedir. Bu bakımdan laboratuvar çalışmalarının son aşamasında bölgesel suların kullanılması alınacak sonuçlar yönünde önemlidir. Ayrıca devrelerde kullanılan suyun tekrar kullanılmasının kolektör sarfiyatını azaltması yönünden ekonomik sonuçlar vereceği şüphesizdir. Suyun yumuşatılması için de zeolitler kullanılmaktadır.

- Şlam Oluşumu: Feldspat mineralleri kırılma yapıya sahip olduklarından, boyut küçültme işlemleri sonunda şlam teşekkülünün önüne geçilmesi, seçiciliği artırması ve aşırı kolektör sarfiyatını önlemesi yönünde önemlidir. Bu nedenle şlamı ayrılmış cevherlerde çalışmak tercih edilmektedir.

- Tane İriliği: Flotasyona uygun tane iriliği tanelerin yoğunluğuna, havaya yapışma kuvvetlerine ve şekline bağlıdır. Yüzmeyen gang mineralleri genellikle daha sert ve mukavim oldukları için yüzen kısımlarından daha iri olurlar. Gangin iri oluşu da kolayca çökmesi, borularda ve makine kısmında güçlükler yaratması ve aşındırmalar dolayısıyla zararlıdır.

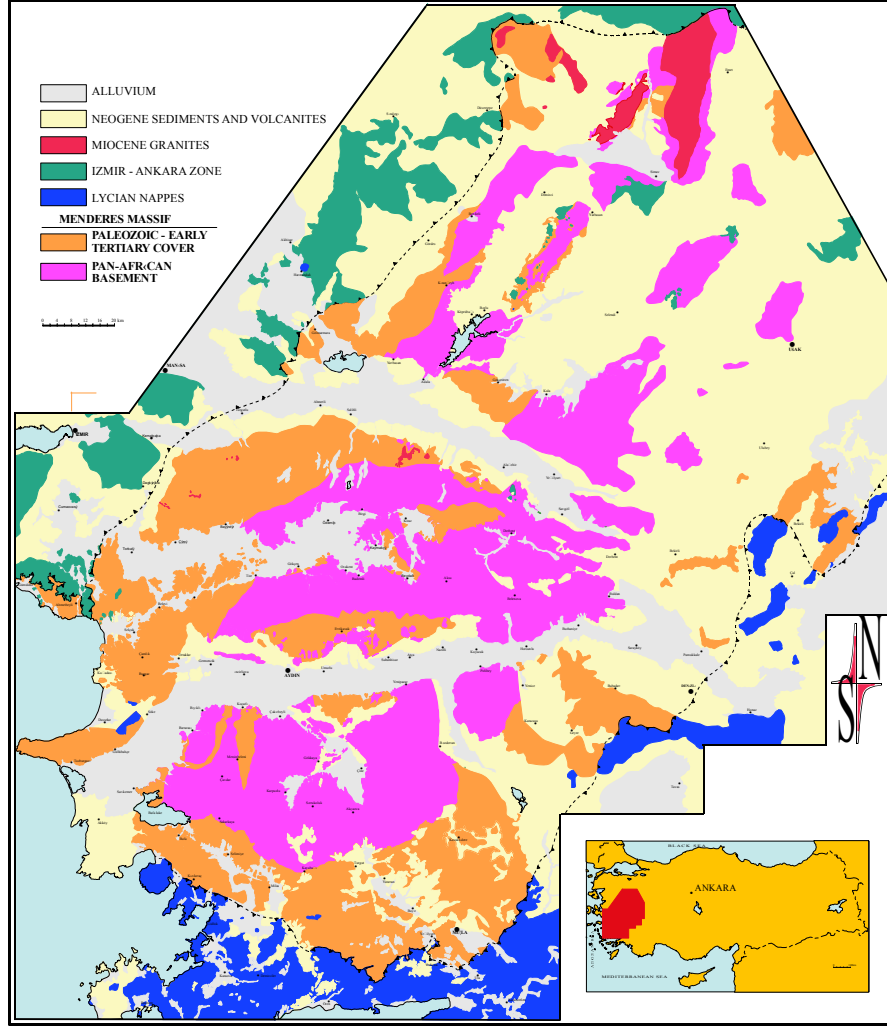
## BÖLÜM ÜÇ

### DENEYSEL ÇALIŞMALAR

#### 3.1 Numunelerin Tanımlanması

##### *3.1.1 Numune Alınan Sahanın Genel Jeolojisi*

Prekambriyen yaşlı Pan-Afrikan temele ait birimlerin geniş alanlarda yüzlek verdiği, KD-GB uzanımlı Menderes Masifi (200 x 300 km) Batı Anadolu'nun en büyük kabuksal segmentlerinden birini oluşturmaktadır. Bu kristalin kompleks güneyde Likya napları, kuzey ve kuzey batıda ise İzmir – Ankara Zonu'na ait birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Masif doğuda ise Neojen yaşlı birimlerle örtülmektedir (Şekil 3.1). Menderes Masifi günümüzde aktifliğini sürdüren D-B uzanımlı graben sistemleriyle dört asmasife (kuzeyden güneye doğru; Eğrigöz, Demirci – Gördes, Ödemiş – Kiraz ve Çine asmasifleri) bölünmüştür.



Şekil 3.1. Batı Anadolu'da yüzeyleyen Menderes Masifi'nin genel yayılımı (Dora ve diğ., 2005).



Gnaysların feldspat kazanımı açısından araştırıldığı çalışma alanı Çine Asmasifinde yer almaktadır. Çine Asmasifi bindime faylarından yapıları naplı bir iç yapı sunmaktadır. Çine Asmasifi'nin en alt tektonik ünitesi Çine / Bozdoğan'ın doğu ve batı kesimlerinde yüzlek vermektedir. Bu dilim baskın olarak granat mikaşistlerden yapıları olup ince paragnays düzeyleri içermektedir. Bu kırıntılı seri çok sayıda metagabro ve çeşitli bileşimlerde gnays sokulumları kapsamaktadır. Bunu üzerleyen ve Asmasif'in orta kesiminde çok geniş yayılım sunan tektonik dilim baskın olarak Pan-Afrikan yaşlı (520-570 my), birbirini izleyen evrede sokulmuş, farklı karakterdeki (iri kristalli granit, lökokratik granit, turmalin albit granit, granit porfir) granit sokulumlarından yapılarıdır. Bu granitler içerisinde, boyutları 5-6 km ye ulaşabilen migmatitleşmiş paragnays ve şist kapanımları bulunmaktadır. Granitlerin sokulduğu çevre kayası, özellikle güney sınırı boyunca gözlenen granat mikaşistlerdir. Bu dilimin içerisinde, çok dar bir alanda (Kavaklıdere) üzerleyen Paleozoik serilerle olan uyumsuz dokanak ilişkisi gözlenebilmektedir. Porfiritik metagranit, turmalin lökokratik ortognays ve aplit çakıllarından yapıları düzeyler içeren kuvarsit ile başlayan Paleozoik istif granat-kloritoid fillit, mermer ve kuvarsit ardalanmalı seri ile devam etmektedir. Kendi içerisinde tektonik dilimlenme gösteren Paleozoik istif, Mesozoik – Erken Tersiyer yaşlı, Anatolid – Torid Platformu'ndan türeme metamorfik birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Masifin güney kanadı boyunca bu birimlerin tekrarlanması, kuzeye devrik kıvrım ve ona eşlik eden bindirme faylarından kaynaklanmaktadır. İsmail dağı, Eyli Tepe ve Akdağ gibi yörelerde, zımpara düzeyleri ve korunmuş rudist fosillerinin varlığı bu dilimlenmenin izlenmesine imkan sağlamaktadır. Söz konusu dilimler alt düzeylerinde bazik volkanizma içeren metaçakıllaşlarının gözlemlendiği kırıntılılarla başlamakta ve geçişli bir dokanakla Triyas – Üst Kretase yaşlı, platform türü, masif mermerlerle devam etmektedir. Kırmızı renkli pelajik mermerler ve onları üzerleyen Paleosen – Eosen yaşlı, Na-amfibol içeren bloklu seri Masif'in en genç birimlerini oluşturmaktadır.

Son çalışmalarda, genel haritalarda gnays olarak gösterilen ve önceki çalışmaların birçoğunda ana hatlarıyla gözlü / granitik gnays olarak tanımlanan kayaların ilksel granitlerinin farklılıklarına göre kendi içlerinde türlere ayrılmasının mümkün olduğu

belirlenmiştir. Yaş bulgularına dayalı olarak, Pan-Afrikan yaşlı asidik bir magmatik aktivitenin birbirini izleyen evrelerine ait olduğu anlaşılan ve Alpin metamorfizması ile gnayslara dönüşmüş olan bu granitik sokulumlar 5 grup altında toplanmıştır. Bunlar;

*1-Ortoklas porfiroblastlarının ve biyotit varlığı ile tanımlanan iri kristalli gözlü / granitik gnays*

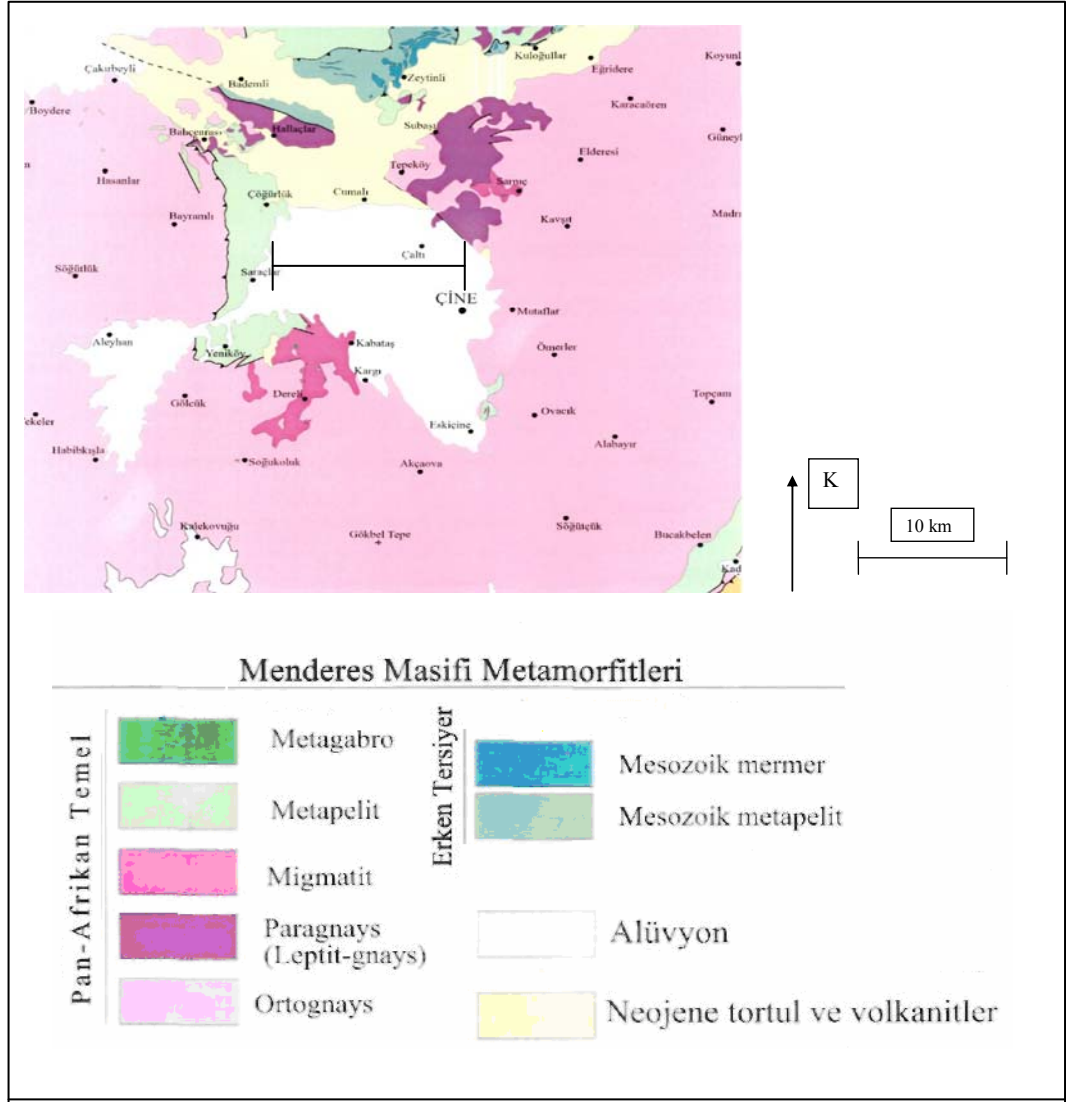
*2-Hornblend içeren, eş boyutlu, ince-orta taneli **amfibol gnays***

*3-Lökokratik karakterde, ince kristalli **porfirleritik metagranit***

*4-Biyotit içermeyen, turmalince zengin, beyaz renkli, orta taneli eş boyutlu kristallerden yapılu **turmalin lökokratik ortognayslar***

*5-Çok büyük oranda albit ve kuvarstan yapılu, turmalin ve rutil içerebilen, damar karakterindeki **lökokratik metaaplitler***

Bu proje kapsamında çalışılan iki örnek gözlü/granitik gnayslara aittir. Gözlü / granitik gnayslar Menderes Masifi'nde son derece yaygın olarak gözlenen, en karakteristik kaya türünü oluşturmaktadır. Sünümlü deformasyondan korunmuş kesimlerde, ilksel granitin orta taneli, kuvars ve plajyoklastan yapılu bir zemin içerisinde 6-7 cm ye ulaşan öz şekilli ortoklas kristallerinden kaynaklanan porfiritik bir doku özelliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu kayalarda, sünümlü koşullarda gelişen deformasyonun şiddetine bağlı olarak kristal boyutları küçülmekte ve kuvvetli foliasyon gösteren gözlü / bantlı gnayslara geçilmektedir. Bu deformasyonda makaslama bantları özellikle eş boyutlu, kuvarsca zengin zemini tercih etmekte, iri ortoklas porfiroblastları ise yeniden kristalleşmiş, değişik kalınlıklardaki ortoklas zonlarıyla çevrelenen porfiroblastlara dönüşmektedir. İlksel kayaları eş boyutlu, iri kristalli granitler olan gnays türleri ise granitik gnayslara dönüşmüştür. Bunların sünümlü deforme kesimlerinde, ilksel dokunun uygun olmaması nedeniyle gözlü gnayslar gelişmemektedir. Şekil 3.2 de Çine asmasıfinin orta kesimine ait jeoloji haritası ve çalışılan örneklerin lokasyonları verilmektedir. Görüldüğü gibi bu bölgede gnayslar geniş alanlarda yüzeylemektedir.



Şekil 3.2. Çine Asmasifinin orta kesiminin genelleştirilmiş jeoloji haritası ve çalışılan örneklerin lokasyonları (Dora ve diğ., 2005).

### 3.1.2 Numune Alma İşlemi

Deneysel çalışmalarda kullanılan numuneler; Aydın, Çine yöresinde bulunan Baraj ve Hisarardı Ocaklarından 50 kg'lık temsili numuneler halinde alınmıştır. Baraj Ocağı numunesi F1, Hisarardı Ocağı numunesi F2 olarak isimlendirilmiştir.

### 3.2 Numunelerin Özelliklerinin Ortaya Konması

#### 3.2.1 Numunelerin Kimyasal Özellikleri

F1 ve F2 numunelerinin kimyasal analizleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1 Numunelerin kimyasal analizleri

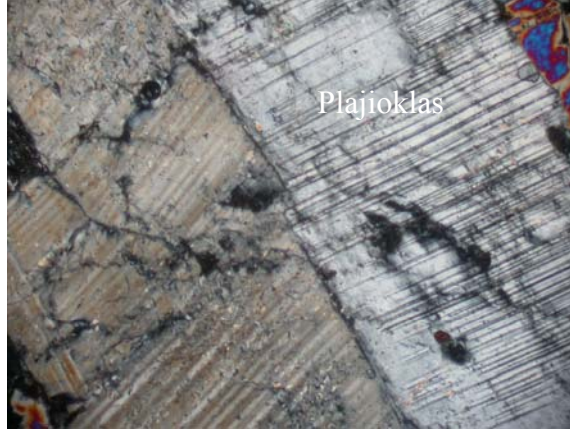
Numune	Tenör (%)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
F1	70,79	15,74	1,88	0,39	2,39	0,63	3,25	4,12	0,20	0,30
F2	71,72	14,95	1,89	0,32	1,64	0,51	3,07	5,09	0,22	0,30

#### 3.2.2 Numunelerin Mineralojik Özellikleri

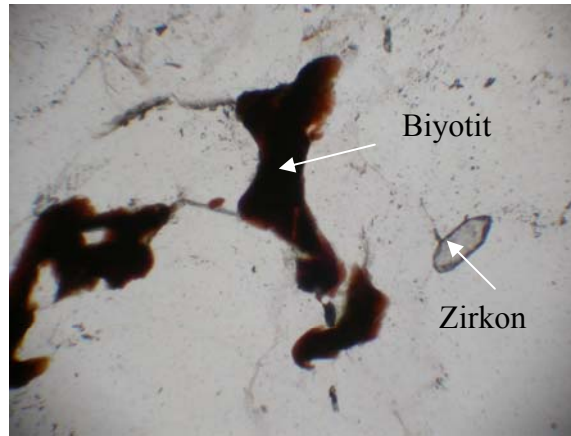
Numunelerinin mineralojik yapılarının saptanabilmesi için, cevherlerden alınan örneklerden ince kesitler hazırlanmış ve DEÜ Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde mineralojik yapıları incelenmiştir.

- F1 Numunesi: Bu kayaç; çift mikalı granitik gnays olarak adlandırılabilir. Bu kayanın ilksel kayası, eş boyutlu holokristalen hipidiomorf dokuya sahip bir granittir. Söz konusu granit, uğradığı orta basınç metamorfizması sonucu granitik gnaysa dönüşmüştür. Bu metamorfizma sırasında kayaç yönlenmesiz granoblastik özellik kazanmıştır. Kayaç içinde açık renkli mineraller olarak; kuvars, plajiolklas (% 25 - 30) ve potasyum feldspat vardır. Plajiolklaslar, tipik polisitetik ikizliler ve yer yer iki kanaldan oluşan karlspad ikizlenmeleriymiş gibi gözükten kristaller şeklinde gözleniyor. Belki bu tipler ortoklastan plajiolklasa dönüşmüş te olabilir. Koyu renkli minerallerden ise etrafı granatlarla çevrelenmiş bol miktarda biyotit mevcuttur. Biyotitlerde klorite dönüşümler gözlenmektedir. İki tür biyotit mevcuttur: Birincisi, demiri yüksek olan kahverengi biyotitler, ikincisi yeşil pleokroizma sunan magnezyumlu kloritler. Bol miktarda muskovit ve turmalin mevcuttur. Ayrıca feldspat içerisinde de serisitleşme sonucu gelişen ince taneli muskovit bulunmaktadır. Muskovitler pleokroizmasız ve canlı girişim renklidirler. Ortoklastalarda ikizlenme yok, pertitleşme az, yer yer çatlaklar boyunca serisitleşme gözleniyor. Kuvarslar ise düşük rölyefli, düşük girişim renkli şekilsiz kristaller şeklinde gözleniyor. Kuvars % 30 – 35; ortoklas %15 – 20; muskovit ve biyotit

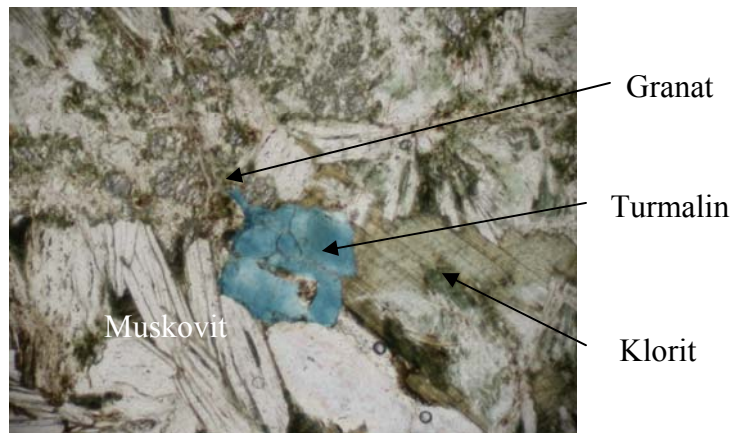
% 10 – 15; klorit % 3 – 5, granat ve zirkon eser miktarlardadır. Bu kesite ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



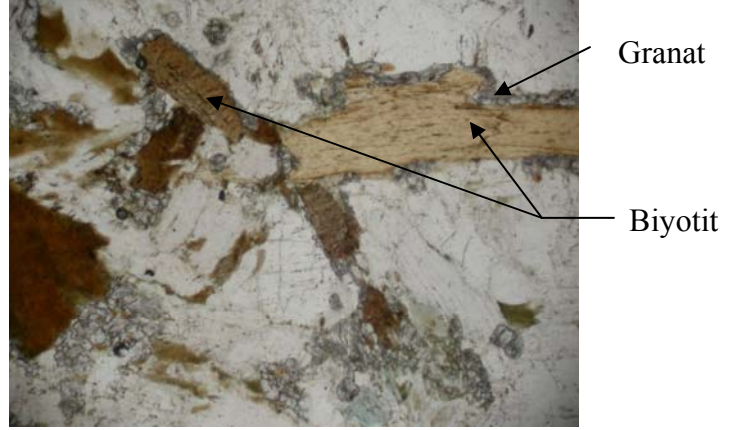
Şekil 3.3 İkizlenmeli plajioklaslar.



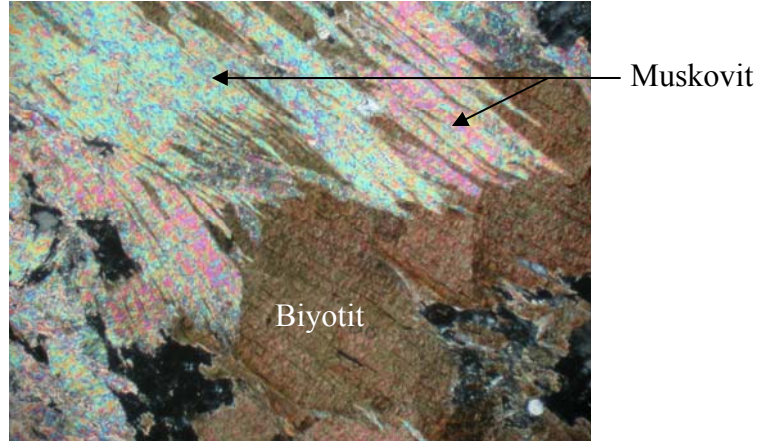
Şekil 3.4 Biyotit ve zirkon.



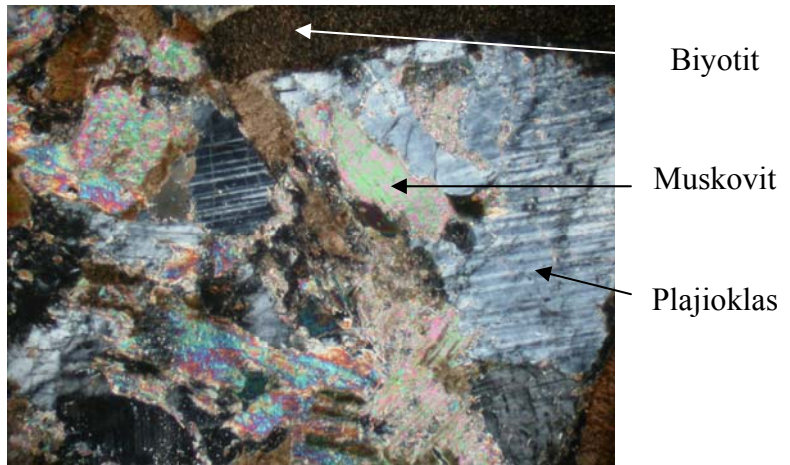
Şekil 3.5 Granat, muskovit, klorit ve turmalin.



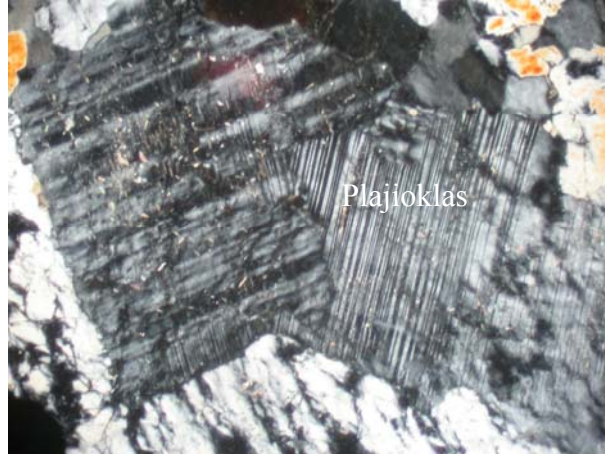
Şekil 3.6 Biyotitler ve çevresindeki granatlar.



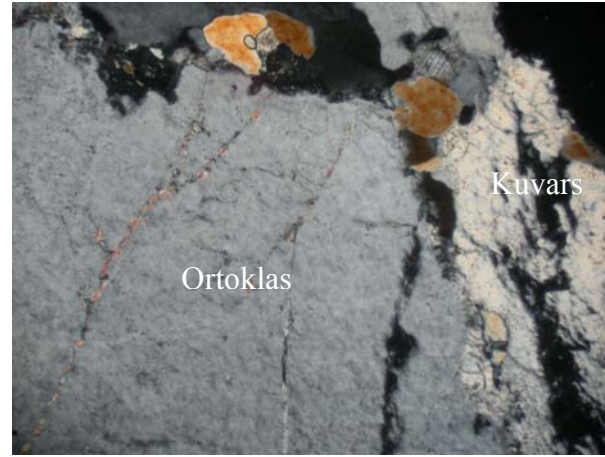
Şekil 3.7 Muskovit ve biyotit.



Şekil 3.8 Plajiolklas, muskovit ve biyotit.



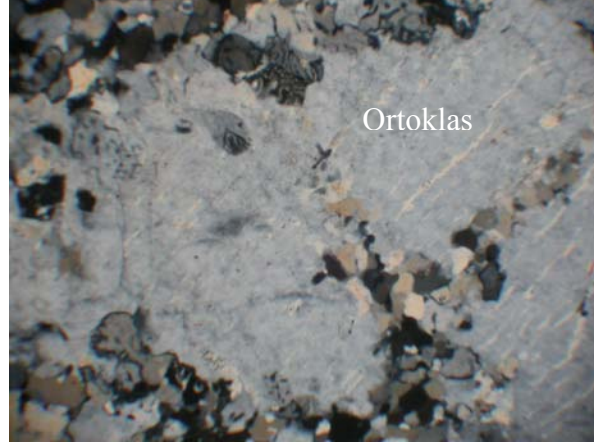
Şekil 3.9 Plajioklas.



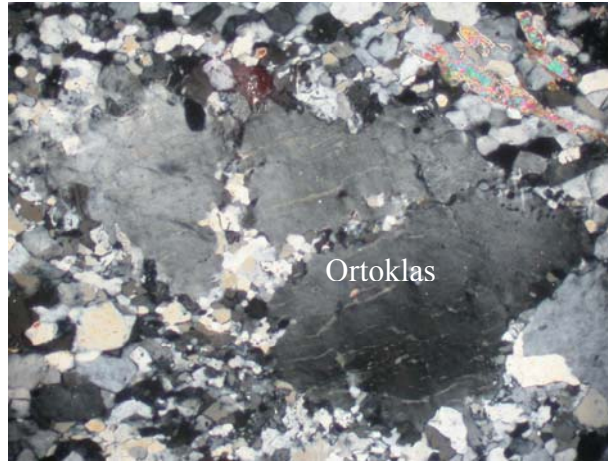
Şekil 3.10 Ortoklas ve kuvars.

- F2 Numunesi: : Bu kayaç, uğradığı deformasyon sonucu kazandığı yapıya bağlı olarak gözlü gnays olarak adlandırılabilir. F1 kodlu örneğe oranla daha şiddetli sünümlü deformasyona uğramıştır. Kayada uğradığı bu sünümlü deformasyon sonucu blastomilonitik bir doku gelişmiş ve kaya 3-5 cm boyuta ulaşan feldspat cevherinin varlığı ile tanımlanan gözlü gnayslara dönüşmüştür. Bu kayacın da ilksel kayası granittir ancak, bu kayaç diğerinden farklı olarak holokristalen porfiritik dokulu ( iri kristalli) granitten dönüşmüş ve ilksel kayadaki bu doku gözlü gnays oluşumunu kolaylaştırmıştır. Bu kayacın mineralojik bileşimi diğer kaya ile hemen hemen aynıdır. Feldspatların büyük çoğunluğu ortoklastır ve az miktarda mikroklin mevcuttur. Ortoklaslarda plajioklaslardan oluşan pertitler ve kenar zonlarda plajioklas + kuvarstan oluşan mirmekitler yaygındır. Ayrıca, ortoklas ve

plajoklaslarda serisite dönüşümler gözlenmektedir. Bazı ortoklaslarda mikrocline dönüşümler vardır. Çok miktarda plajoklas vardır. Feldspatlar diğer örneğe göre daha temizdir. Granatlar daha büyük kristaller şeklindedir. Muskovit oranı diğer kayaya göre daha azdır. Mikroclin yine mevcuttur. Diğer gnasytan farklı olarak; sfen, zirkon ve ufak zoisitler mevcuttur. Bu kesite ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.11 Ortoklas.

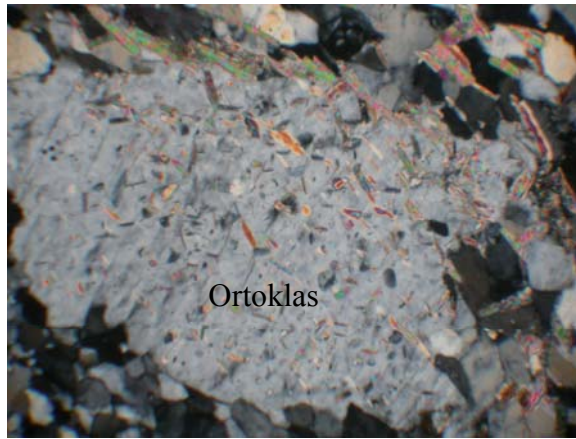


Şekil 3.12 Ortoklas.

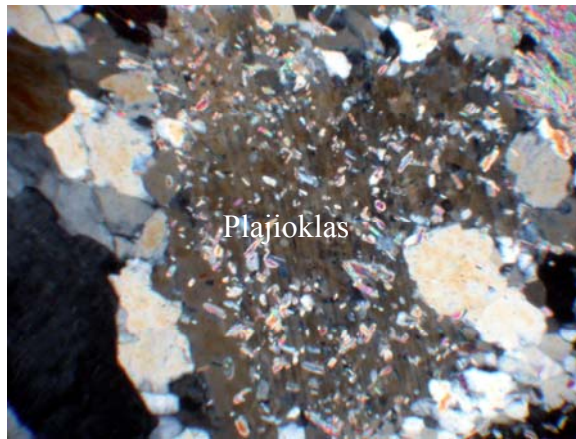




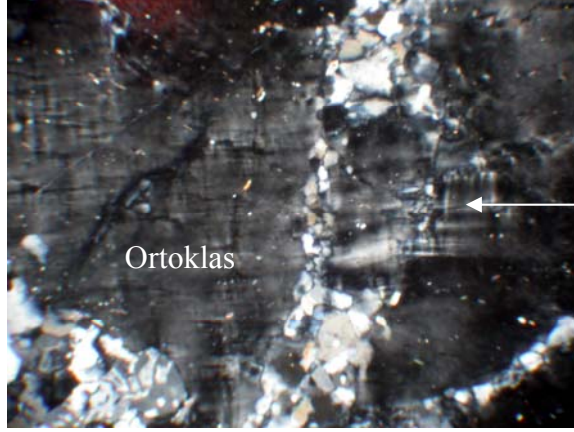
Şekil 3.13 Muskovit, mirmekit, ortoklas.



Şekil 3.14 Ortoklastaki serisitleşme.

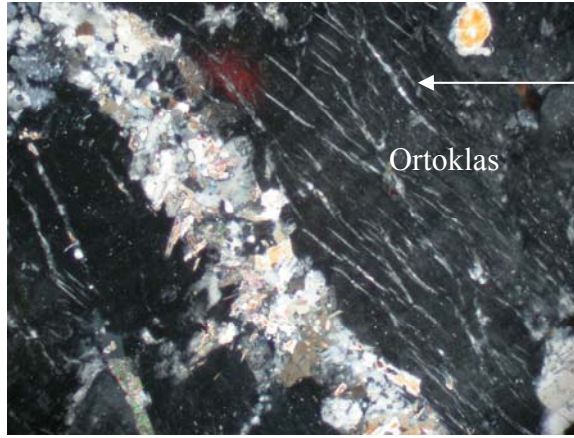


Şekil 3.15 Plajiolkastaki serisitleşme.



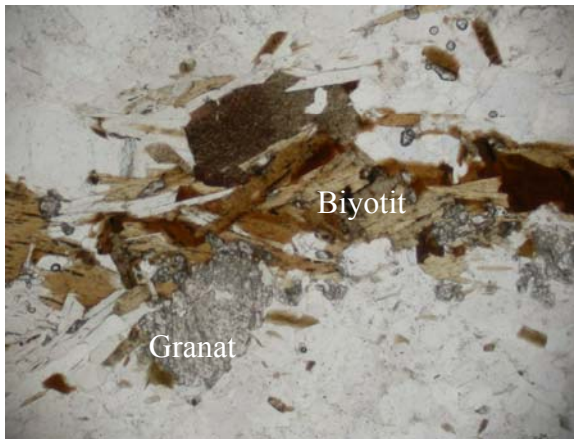
Mikroclin

Şekil 3.16 Ortoklastaki mikrocline dönüşümler.



Pertit

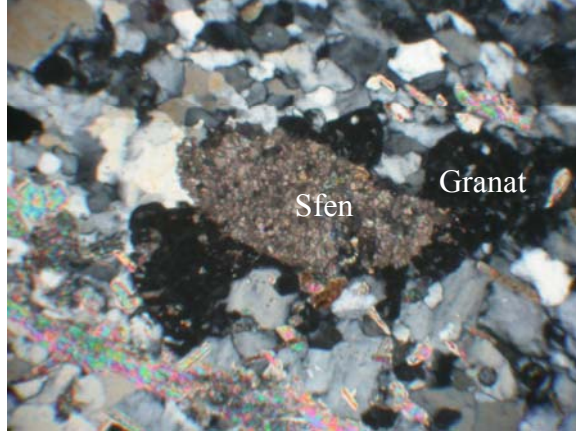
Şekil 3.17 Ortoklastarda bulunan kırıklar ve pertitler.



Biyotit

Granat

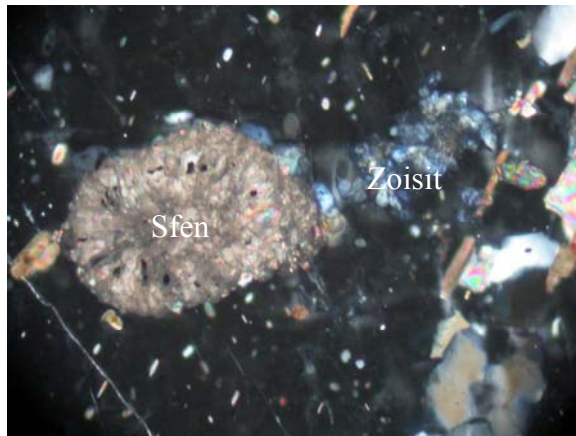
Şekil 3.18 Biyotitlerin çevresindeki granatlar.



Şekil 3.19 Sfen ve çevresindeki granatlar.



Şekil 3.20 Sfen ve çevresindeki granatlar.



Şekil 3.21 Sfen ve zoisitler.

### 3.3 Numunelerin Tane Boyut Özelliklerinin Belirlenmesi

#### 3.3.1 Elek Analizi

Ocaklardan alınan F1 numunesi 0,5 mm. tane boyutunun altına, F2 numunesi 2 mm. tane boyutunun altına çeneli kırıcı ile kırılmış ve kırma işleminden sonra elek analizi yapılarak tane boyutuna göre dağılım tesbit edilmiştir. (Tablo 3.2 - 3.3). Elek analizi sonuçlarının rakamsal değerleri F1 numunesi için Tablo 3.4'te, grafiksel gösterim Şekil 3.22'de, F2 numunesi için Tablo 3.5'te, grafiksel gösterim Şekil 3.23'te gösterilmiştir. Numuneler için yapılan elek analizlerinden elde edilen değerlerle hesaplanan normal dağılım değerleri ise; F1 numunesi için Tablo 3.6'da, grafiksel gösterim Şekil 3.24'te; F2 numunesi için Tablo 3.7'de, grafiksel gösterim Şekil 3.25'te verilmiştir.

Tablo 3.2 F1 numunesinin elek analizinin kimyasal analizi

Tane İriliği (mm)	Tenör (%)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
+ 0,315	71,25	15,29	2,00	0,41	2,19	0,76	3,11	4,28	0,14	0,30
-0,315 + 0,212	71,77	15,13	1,83	0,38	2,34	0,62	3,17	4,01	0,19	0,30
-0,212 + 0,106	71,81	15,12	1,82	0,37	2,39	0,58	3,11	4,02	0,21	0,30
-0,106 + 0,075	70,36	15,90	2,07	0,42	2,43	0,65	3,15	4,20	0,25	0,30
-0,075 + 0,063	70,29	16,06	1,93	0,40	2,52	0,56	3,20	4,09	0,30	0,30
-0,063	67,71	17,92	1,81	0,39	2,66	0,59	3,87	4,18	0,24	0,30

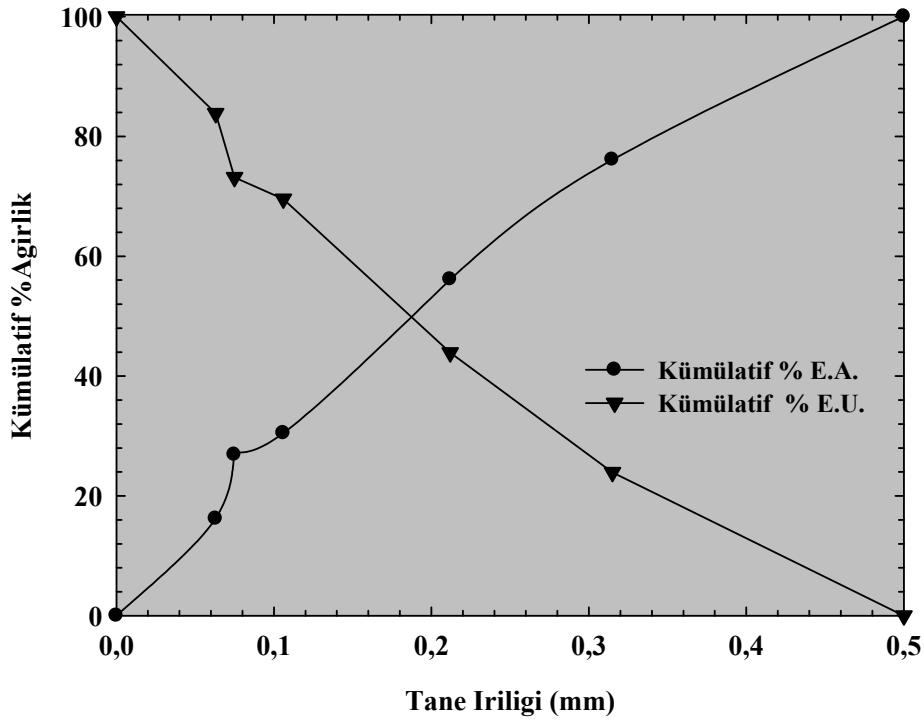
Tablo 3.3 F2 numunesinin elek analizinin kimyasal analizi

Tane İriliği (mm)	Tenör (%)									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
+1	71,50	14,62	2,23	0,41	1,40	0,62	2,23	6,22	0,19	0,30
-1 + 0,5	74,40	13,15	1,72	0,27	1,19	0,42	1,98	6,18	0,16	0,30
-0,5 + 0,315	74,92	12,76	1,87	0,28	1,13	0,49	2,18	5,66	0,14	0,30
-0,315 + 0,212	73,21	13,98	2,02	0,27	1,43	0,57	2,85	4,91	0,20	0,30
-0,212 + 0,106	70,30	16,08	1,95	0,24	1,79	0,57	3,84	4,43	0,26	0,30
-0,106 + 0,075	69,42	16,89	1,90	0,25	2,01	0,57	4,20	4,13	0,30	0,30
-0,075 + 0,063	69,04	17,09	2,01	0,27	1,87	0,59	3,67	4,64	0,24	0,30
-0,063	69,62	15,90	1,77	0,60	2,34	0,41	3,62	4,88	0,35	0,30

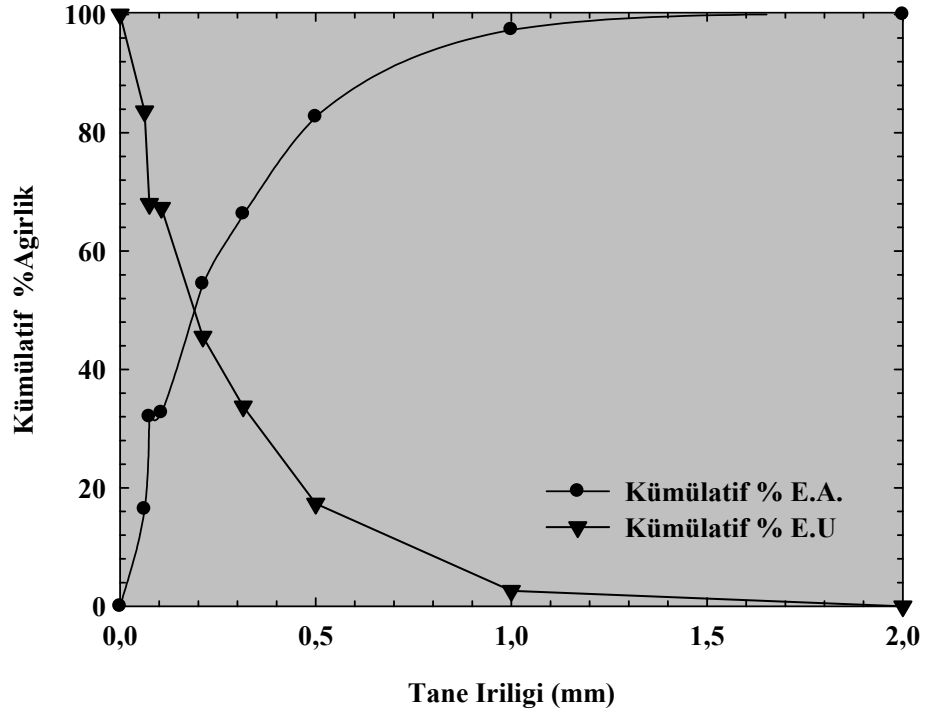
F1 ve F2 cevherlerinin elek analizlerinin kimyasal analizlerinde; CaO'nun F1 cevherinde yüksek, K<sub>2</sub>O'nun da F2 cevherinde yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 3.4 F1 ve F2 numunelerinin elek analizi sonuçları

Tane İriliği (mm)	F1 Numunesi			F2 Numunesi		
	Ağ. (%)	Σ % E.A.	Σ % E.Ü.	Ağ. (%)	Σ % E.A.	Σ % E.Ü.
+1	-	-	-	2,62	100	2,62
-1+ 0,5	-	-	-	14,71	97,38	17,33
-0,5+ 0,315	23,91	100	23,91	16,43	82,67	33,76
-0,315+ 0,212	19,98	76,09	43,89	11,81	66,24	45,57
-0,212+ 0,106	25,65	56,11	69,54	21,74	54,43	67,31
-0,106+ 0,075	3,61	30,46	73,15	0,69	32,69	68,00
-0,075+ 0,063	10,67	26,85	83,82	15,63	32,00	83,63
-0,063	16,18	16,18	100	16,37	16,37	100



Şekil 3.22 F1 numunesi elek altı ve elek üstü eğrisi.

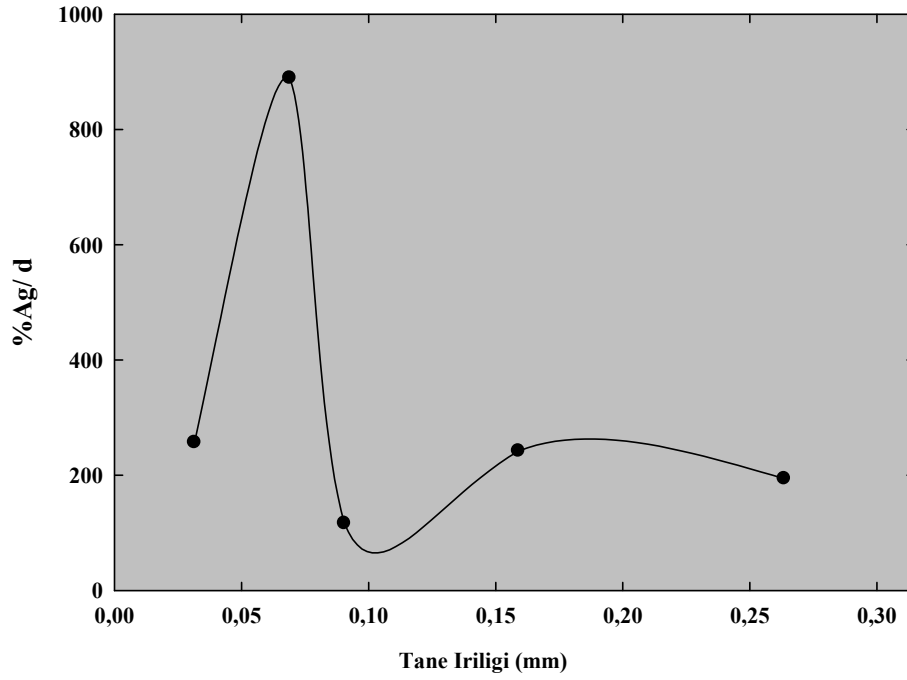


Şekil 3.23 F2 numunesi elek altı ve elek üstü eğrisi.

Elek analizi tablolarından elde edilen değerlere göre, F1 ve F2 numunelerinin yaklaşık % 80'i +0,315 mm tane fraksiyonunun altında kalmıştır.

Tablo 3.6 F1 numunesi normal dağılım tablosu

Tane İriliği (mm)	% Ağ.	Normal Dağılım Oranı (%Ağ/ $\Delta d$ )
+0,315	23,91	0
-0,315 + 0,212	19,98	193,98
-0,212 + 0,106	25,65	241,98
-0,106 + 0,075	3,61	116,45
-0,075 + 0,063	10,67	889,17
-0,063	16,18	256,83

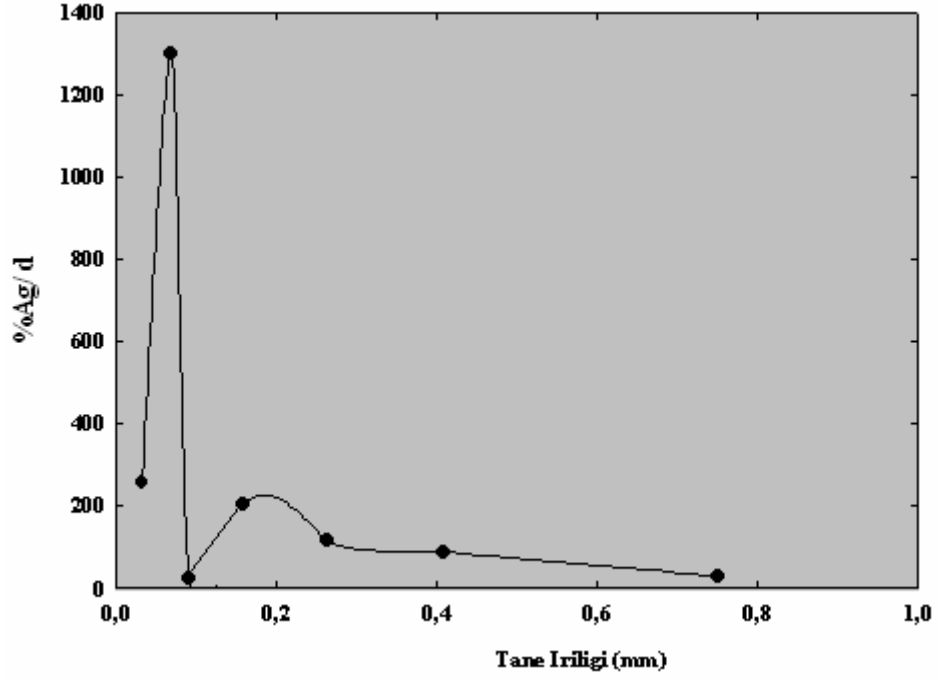


Şekil 3.24 F1 numunesi normal dağılım eğrisi.

F1 numunesi için yukarıda verilen normal dağılım tablosuna göre malzeme, 0,1mm tane fraksiyonunun altında en yüksek dağılımı göstermektedir.

Tablo 3.7 F2 numunesi normal dağılım tablosu

Tane İriliği (mm)	% Ağ.	Normal Dağılım Oranı (%Ağ/ $\Delta$ d)
+1	2,62	0
-1 + 0,5	14,71	29,42
-0,5 + 0,315	16,43	88,81
-0,315 + 0,212	11,81	114,66
-0,212 + 0,106	21,74	205,09
-0,106 + 0,075	0,69	22,23
-0,075 + 0,063	15,63	1302,5
-0,063	16,37	259,84



Şekil 3.25 F2 numunesi normal dağılım eğrisi.

F2 numunesi için yukarıda verilen normal dağılım tablosuna göre malzeme, 0,1mm tane fraksiyonunun altında en yüksek dağılımı göstermektedir.

### 3.3.2 Elek-Metal Denge Çizelgeleri

F1 ve F2 numuneleri için hazırlanan elek-metal denge çizelgeleri, elek-metal eğrileri ve bunlara bağlı normal dağılım eğrileri aşağıda verilmiştir.

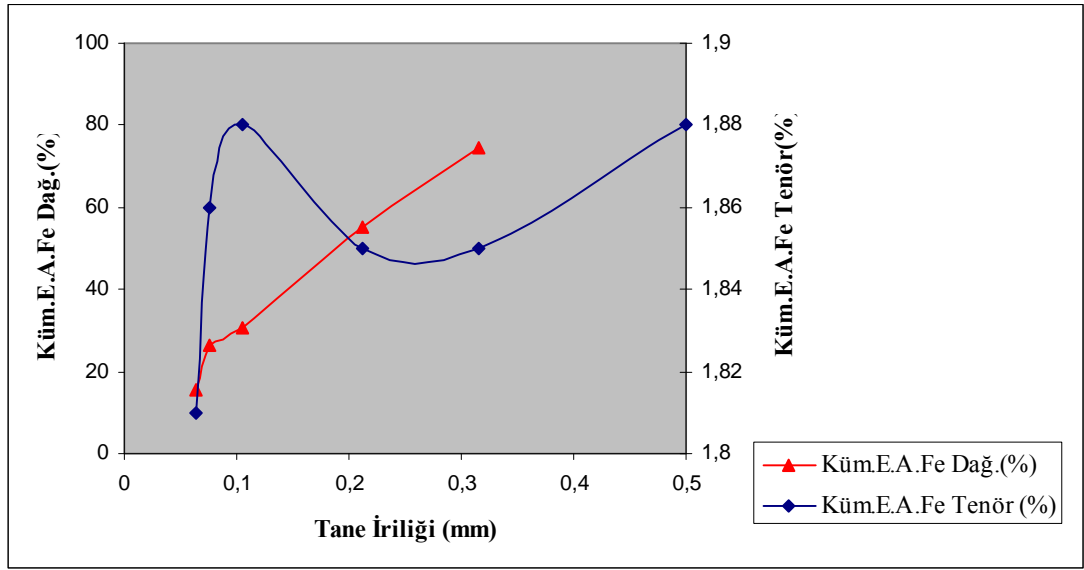


Tablo 3.8 F1 numunesinin elek altı değerlerine göre elek-metal denge çizelgesi

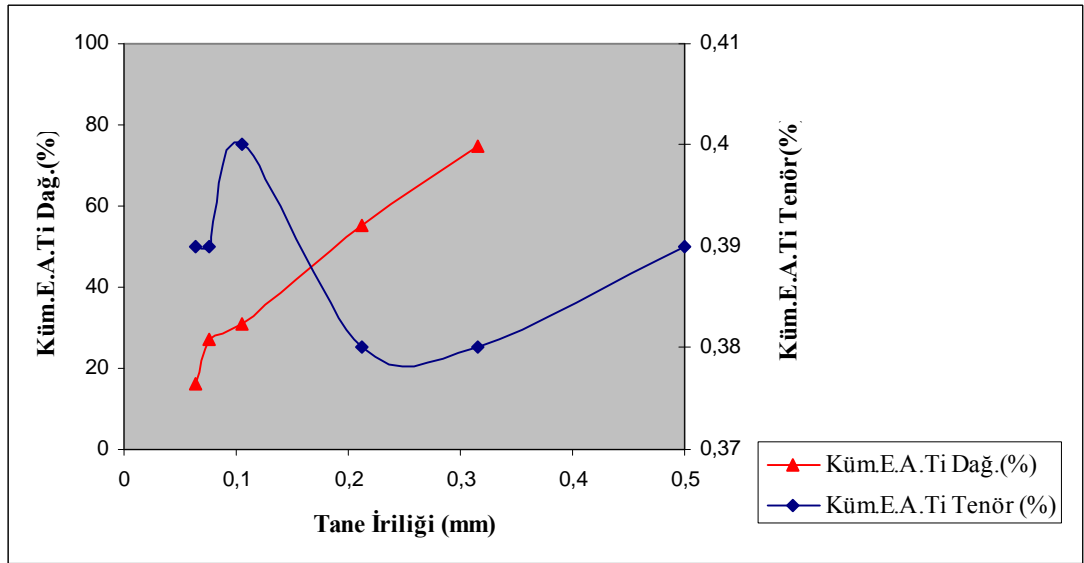
Tane İriliği (mm)	Miktar (%)		Kümülatif Elek Altı Tenör (%)								Kümülatif Elek Altı Dağılım (%)							
	Ağ.	E.A.	Fe	Ti	Na	K	Al	Si	Ca	Mg	Fe	Ti	Na	K	Al	Si	Ca	Mg
+ 0,315	23,91	100	1,88	0,39	3,26	4,12	15,74	70,79	2,39	0,63	100	100	100	100	100	100	100	100
-0,315+ 0,212	19,98	76,09	1,85	0,38	3,30	4,07	15,89	70,65	2,45	0,59	74,62	74,85	77,16	75,17	76,78	75,95	78,10	71,30
-0,212+ 0,106	25,65	56,11	1,85	0,38	3,35	4,09	16,16	70,25	2,50	0,58	55,21	55,38	57,71	55,72	57,58	55,68	58,55	51,73
-0,106+ 0,075	3,61	30,46	1,88	0,40	3,55	4,15	17,03	68,93	2,58	0,59	30,44	31,03	33,21	30,69	32,95	29,66	32,91	28,23
-0,075+ 0,063	10,67	26,85	1,86	0,39	3,60	4,14	17,18	68,74	2,60	0,58	26,47	27,14	29,72	27,01	29,30	26,07	29,24	24,52
-0,063	16,18	16,18	1,81	0,39	3,87	4,18	17,92	67,71	2,66	0,59	15,54	16,19	19,23	16,42	18,42	15,48	18,00	15,08
Toplam	100																	

Tablo 3.9 F2 numunesinin elek altı değerlerine göre elek-metal denge çizelgesi

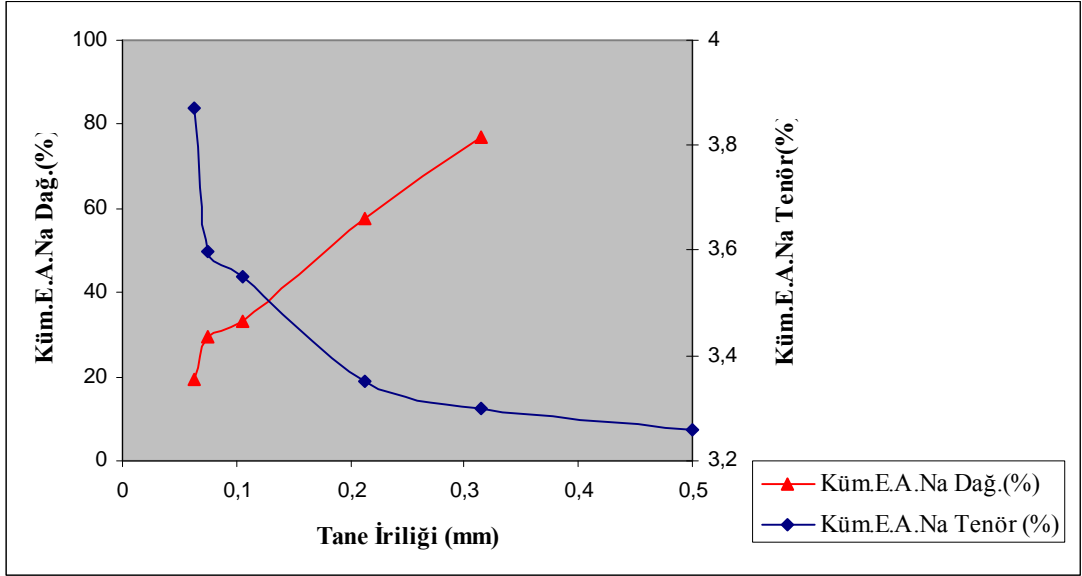
Tane İriliği (mm)	Miktar (%)		Kümülatif Elek Altı Tenör (%)								Kümülatif Elek Altı Dağılım (%)							
	Ağ.	E.A.	Fe	Ti	Na	K	Al	Si	Ca	Mg	Fe	Ti	Na	K	Al	Si	Ca	Mg
+1	2,62	100	1,89	0,32	3,07	4,97	14,95	71,72	1,65	0,51	100	100	100	100	100	100	100	100
-1+ 0,5	14,71	97,38	1,89	0,32	3,09	5,07	14,96	71,73	1,64	0,51	96,92	96,67	98,09	96,80	97,44	97,39	97,77	96,83
-0,5+ 0,315	16,43	82,67	1,92	0,33	3,30	4,87	15,28	71,25	1,73	0,53	83,59	84,36	88,62	78,97	84,50	82,13	87,13	84,79
-0,315+ 0,212	11,81	66,24	1,93	0,34	3,57	4,67	15,91	70,34	1,88	0,54	67,41	70,11	76,97	60,72	70,48	64,97	75,84	69,09
-0,212+ 0,106	21,74	54,43	1,91	0,36	3,73	4,62	16,33	69,72	1,98	0,53	54,84	60,22	66,02	49,35	59,44	52,91	65,57	55,98
-0,106+ 0,075	0,69	32,69	1,89	0,44	3,66	4,75	16,49	69,34	2,11	0,50	32,51	44,05	38,87	30,46	36,05	31,6	41,91	31,82
-0,075+ 0,063	15,63	32,00	1,89	0,44	3,64	4,76	16,48	69,34	2,11	0,50	31,82	43,52	37,93	29,89	35,27	30,94	41,06	31,06
-0,063	16,37	16,37	1,77	0,60	3,62	4,88	15,90	69,62	2,34	0,41	15,26	30,44	19,27	15,67	17,41	15,89	23,29	13,08
Toplam	100																	



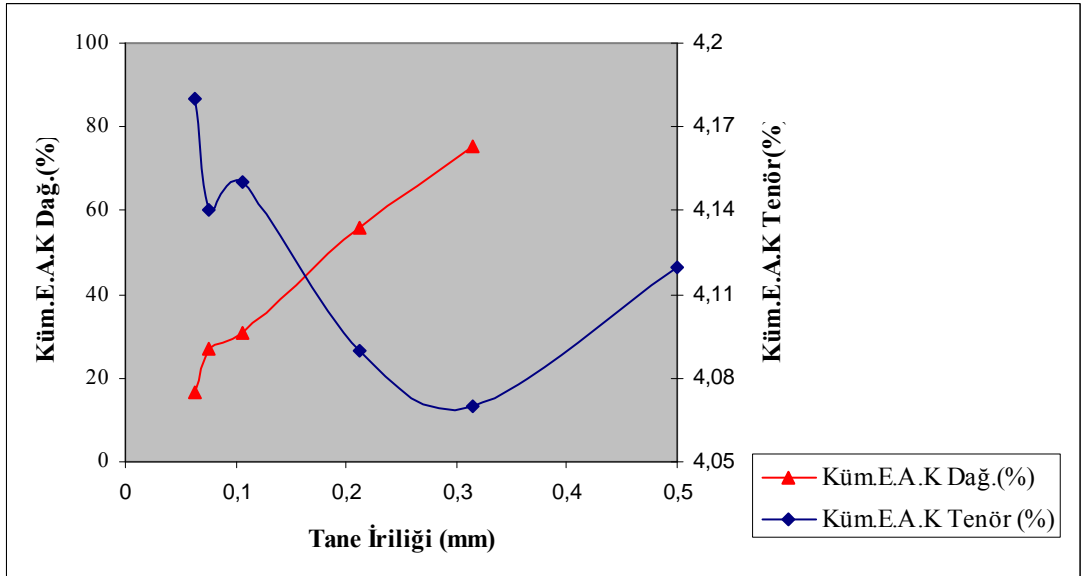
Şekil 3.26 F1 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak Fe tenör-dağılım eğrileri.



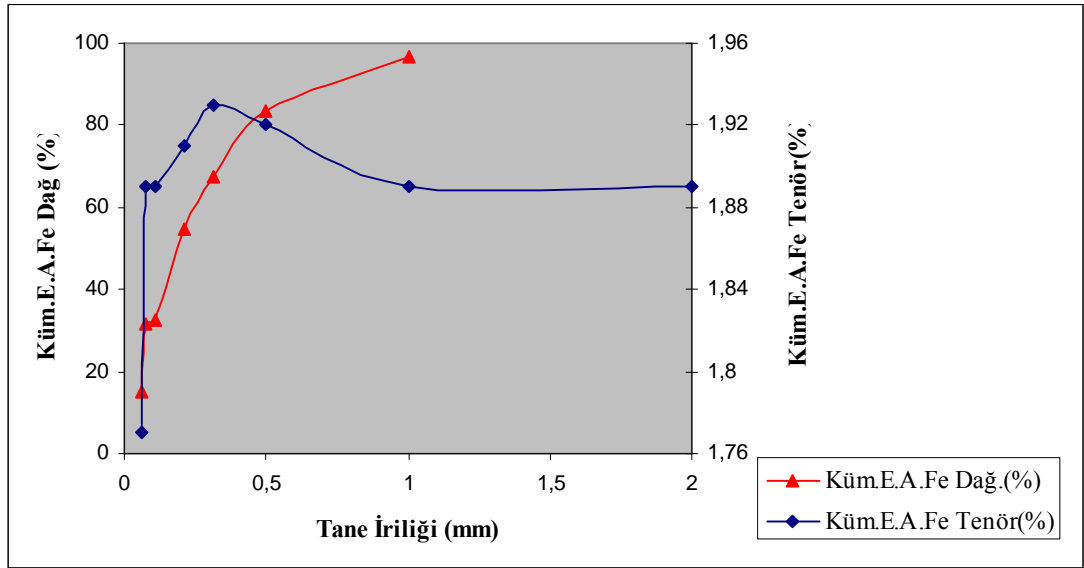
Şekil 3.27 F1 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak Ti tenör-dağılım eğrileri.



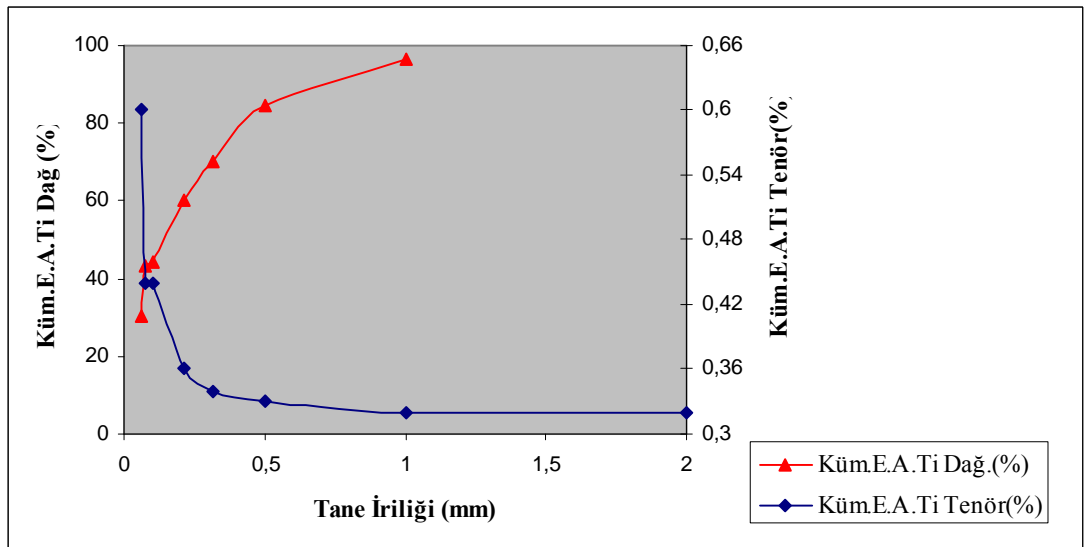
Şekil 3.28 F1 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak Na tenör-dağılım eğrileri.



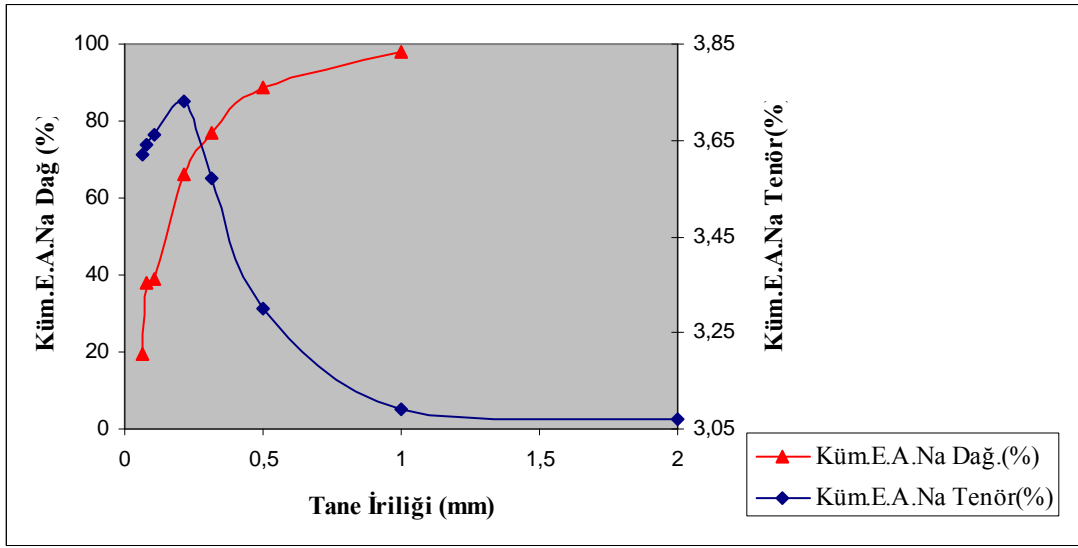
Şekil 3.29 F1 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak K tenör-dağılım eğrileri.



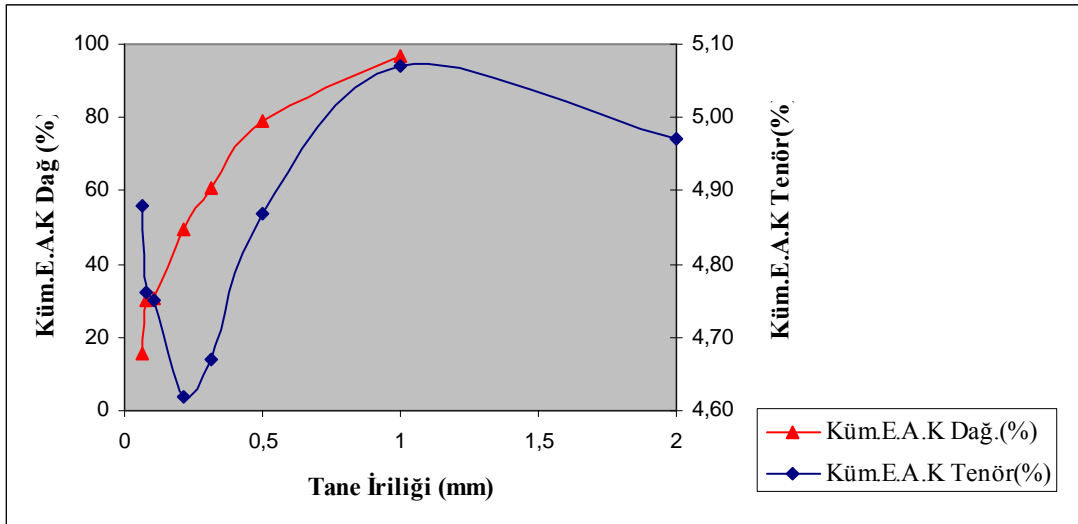
Şekil 3.30 F2 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak Fe tenör-dağılım eğrileri.



Şekil 3.31 F2 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak Ti tenör-dağılım eğrileri.



Şekil 3.32 F2 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak Na tenör-dağılım eğrileri.



Şekil 3.33 F2 numunesinin tane boyutuna bağlı olarak K tenör-dağılım eğrileri.

Elek-metal denge çizelgelerinden elde edilen sonuçlara göre;  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$  tenör ve dağılım değerlerinde 2 numunede büyük bir değişim olmadığı, F1 numunesi için  $Na_2O$  tenör değerlerinin +0,315 mm fraksiyonundan -0,063 mm fraksiyonuna gittikçe %3,26 değerinden %3,87 değerine yükseldiği, dağılım değerlerinin -0,315+0,212 mm fraksiyonunda %77'in üzerine çıktığı,  $K_2O$  tenör değerlerinin +0,315 mm fraksiyonundan -0,063 mm fraksiyonuna gittikçe %4,12 değerinden

%4,18 değerine yükseldiği, dağılım değerlerinin -0,315+0,212 mm fraksiyonunda %75'in üzerine çıktığı, F2 numunesi için Na<sub>2</sub>O tenör değerlerinin +0,315 mm -0,063 mm fraksiyonları arasında %3,07-3,73 değerleri arasında düzensiz sıralandığı, dağılım değerlerinin -0,5+0,315 mm fraksiyonunda %88'in üzerine çıktığı, K<sub>2</sub>O tenör değerlerinin +0,315 mm -0,063 mm fraksiyonları arasında %4,67-5,07 değerleri arasında düzensiz sıralandığı, dağılım değerlerinin -0,5+0,315 mm fraksiyonunda %78'in üzerine çıktığı görülmüştür.

### ***3.3.3 Numunelerin Elek Analizi Tane Fraksiyonlarının Mikroskopik İncelemeleri***

Her iki numunenin elek analizi ürünleri Olympus marka binoküler mikroskopta Yrd.Doç.Dr. Ufuk Malayoğlu tarafından incelenerek yorumlanmıştır. F1 numunesi için tane fraksiyonları mikroskop incelemeleri aşağıdadır:

➤ + 0,315 mm: Çok büyük oranda serbest kuvars bulunmaktadır. Kuvarsla birleşik halde demir mineralleri ve serbest demir taneleri mevcuttur. Feldspat kuvars ve biyotitle bağlı halde, biyotit ve muskovit serbest haldedir ve serbest turmalin de gözlenmektedir. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.34 +0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.35 +0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.36 +0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.37 +0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ - 0,315 + 0,212 mm: Serbest kuvars yine bol miktardadır. Feldspat çok az miktarda kuvarsa bağlı halde bulunur. Biyotit ve muskovit fazlalığı ile mika varlığı mevcuttur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.38 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.39 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.





Şekil 3.40 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.41 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.42 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü

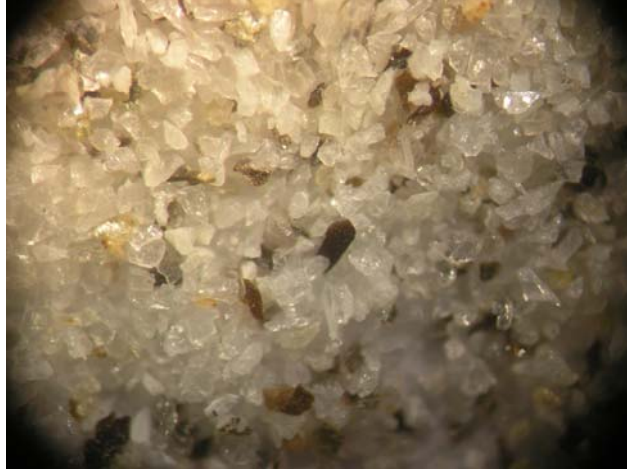
➤ - 0,212 + 0,106 mm: Kuvarsa ve biyotite bağlı feldspat artmıştır. Kuvars yine sıklıkla serbest halde bulunmaktadır. Biyotit ve muskovitler de yoğundur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



şekil 3.43 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



şekil 3.44 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.45 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.46 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ 0,075 + 0,063 mm: Feldspat taneleri az miktarda ve bağlı olarak bulunmaktadır. Serbest ve bağlı halde muskovit fazlalığı vardır. Kuvars yine serbest halde bulunmaktadır. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.47 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

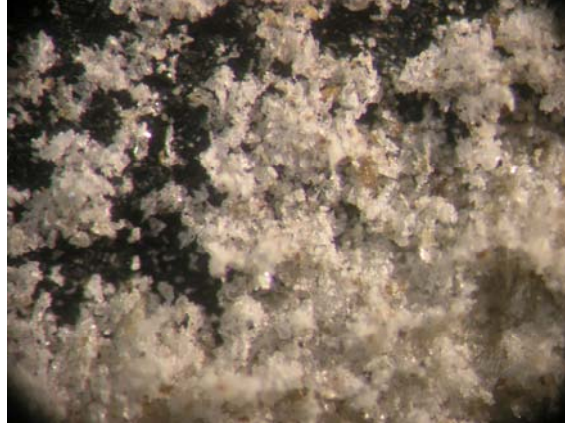


Şekil 3.48 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.49 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ - 0,063 mm: Çok miktarda kuvars bulunmaktadır. Tüm taneler hemen hemen serbest hale geçmişlerdir. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.50 -0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.51 -0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

F2 numunesi için tane fraksiyonları mikroskop incelemeleri aşağıdadır:

➤ + 1 mm: Feldspat kuvarsa bağlıdır. Kuvars nadiren serbest haldedir. Demir ve titana bağlı kuvars taneleri mevcuttur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.52 +1 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.53 +1 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.54 +1 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.55 +1 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.56 +1 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ - 1 + 0,5 mm: Kuvars ve renkli mineraller bir arada, biyotit serbest halde gözükmektedir. Kuvars ta serbest ve bağlı halde bulunmaktadır. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.57 -1+0,5 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.58 -1+0,5 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.59 -1+0,5 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.60 -1+0,5 mm tane fraksiyonu görüntüsü.





Şekil 3.61 -1+0,5 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ - 0,5 + 0,315 mm: Serbest kuvars fazladır, feldspat az miktarda ve bağlı haldedir. Muskovit ve biyotit fazlalığı mevcuttur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.62 -0,5+0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.63 -0,5+0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.64 -0,5+0,315 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

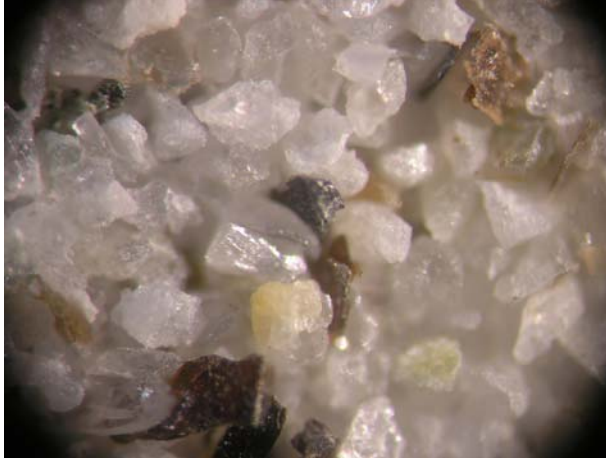
➤ - 0,315 + 0,212 mm: Serbest kuvars fazla miktardadır. Biyotit ve muskovit yoğundur. Feldspat miktarı artmakla beraber yine çok az miktarda ve kuvarsa bağlı haldedir. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.65 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.66 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

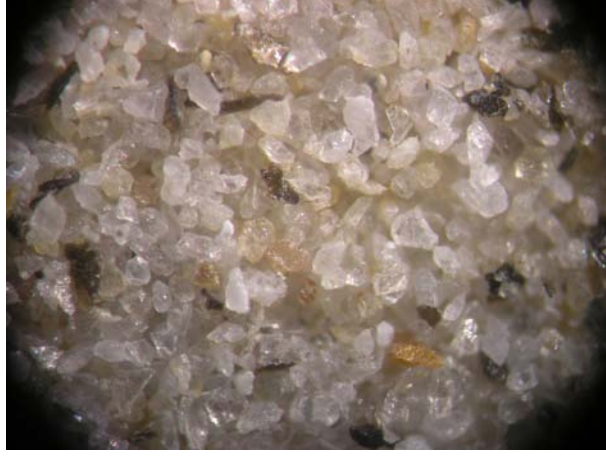


Şekil 3.67 -0,315+0,212 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

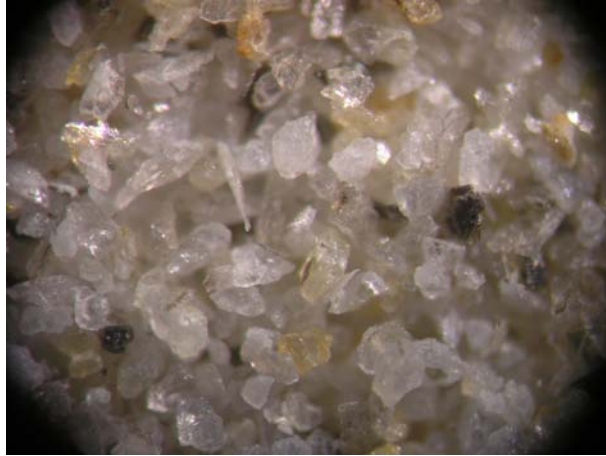
➤ 0,212 + 0,106 mm: Serbest ve demire bağlı kuvars vardır, muskovit ve biyotit fazladır. Az miktarda kuvarsa bağlı feldspat mevcuttur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.68 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.69 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.70 -0,212+0,106 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ - 0,075 + 0,063 mm: Feldspat bağlı halde ve az miktarda da serbest haldedir. Kuvars serbest ve demire bağlı haldedir. Muskovit ve biyotit mevcuttur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



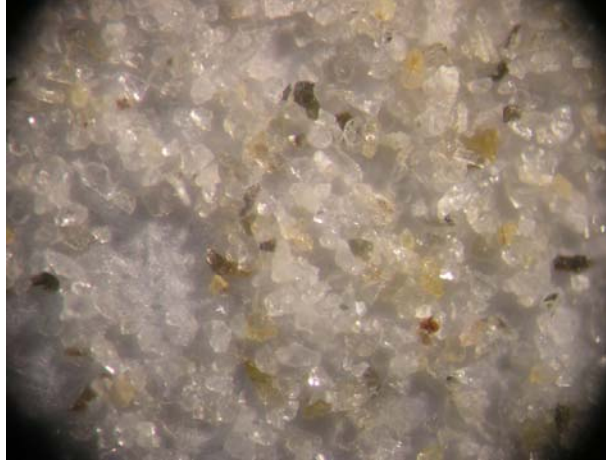
Şekil 3.71 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.72 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.73 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.74 -0,075+0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

➤ - 0,063 mm: Hemen hemen bütün taneler serbest haldedir ve kuvars çok miktarda mevcuttur. Bu fraksiyona ait görüntüler aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.75 -0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.



Şekil 3.76 -0,063 mm tane fraksiyonu görüntüsü.

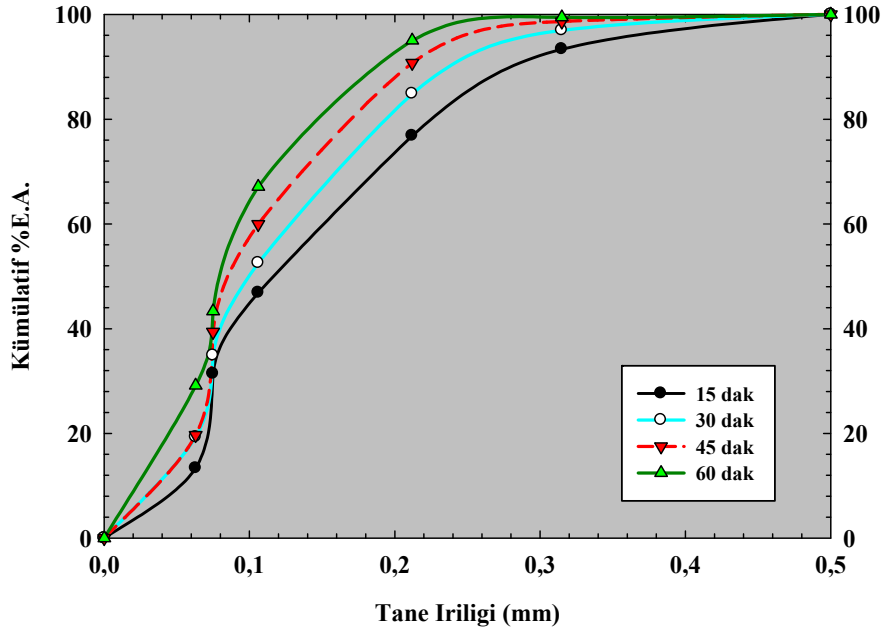
### 3.4 Numunelerin Öğütme Testleri

Ocaklardan alınan F1 ve F2 numunelerinden alınan temsili 1 kg'lık numuneler süreye bağlı olarak öğütme testlerine tabi tutulmuştur. Öğütme bilyalı seramik değirmende kuru olarak yapılmıştır. Değirmene 1 kg numune ve yaklaşık 6 kg bilya miktarı konulmuş ve değirmen iç hacminin %40'ı oranından kritik hız hesaplanarak öğütme 90 dev/dak. sabit hızda yapılmıştır. Numunelerin her biri 15 dak., 30 dak., 45 dak., 60 dak. olarak öğütülmüştür. Öğütme süreleri arasında 1 kg lık temsili numunelerden dörrtleme ile alınan temsili yaklaşık 125'er gr'lık numuneler ile elek analizi yapılmıştır.

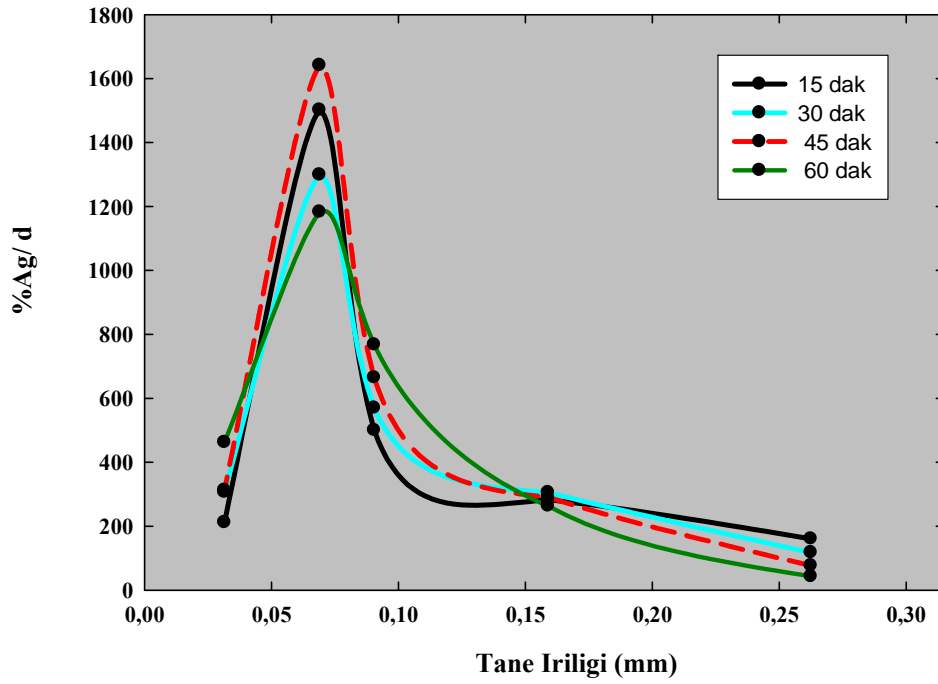
Aşağıda verilen tablo ve grafiklerden görüleceği üzere, F1 numunesi için -0,212+0,106 mm fraksiyonunda 15 dakika öğütme süresi sonunda malzemenin % 76,83'ü , 30-45-60 dakikaları öğütme süreleri sonunda ise malzemenin %80'ni elek altına geçmiştir (Tablo 3.10-Şekil 3.77). F2 numunesi için -0,212+0,106 mm fraksiyonunda 15-30-45-60 dakika öğütme süreleri sonunda malzemenin % 80'i elek altına geçmiştir (Tablo 3.11-Şekil 3.79). Her iki numune için en yüksek dağılım değerleri ise -0,075+0,063 mm tane boyutunda gözlenmiştir (Şekil 3.78-Şekil 3.80).



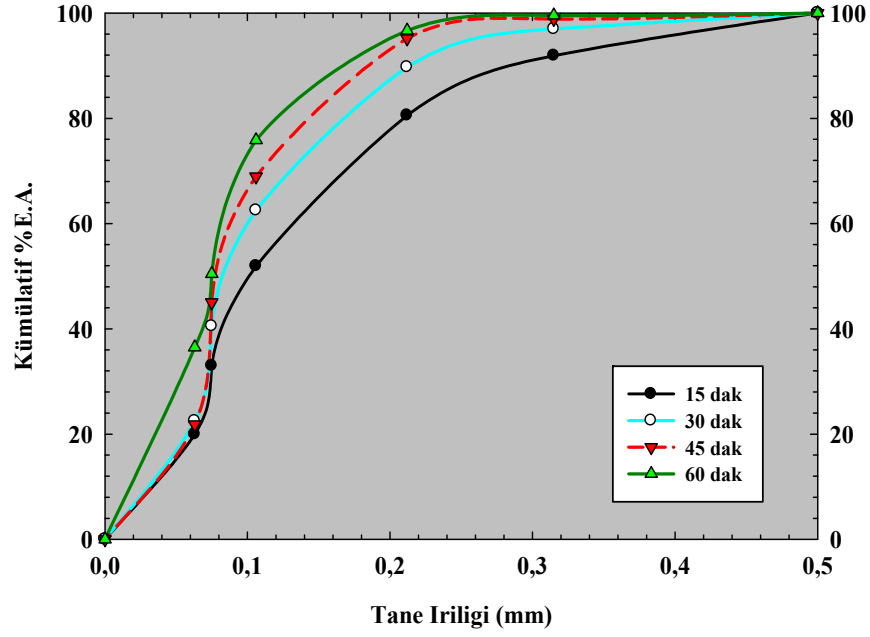




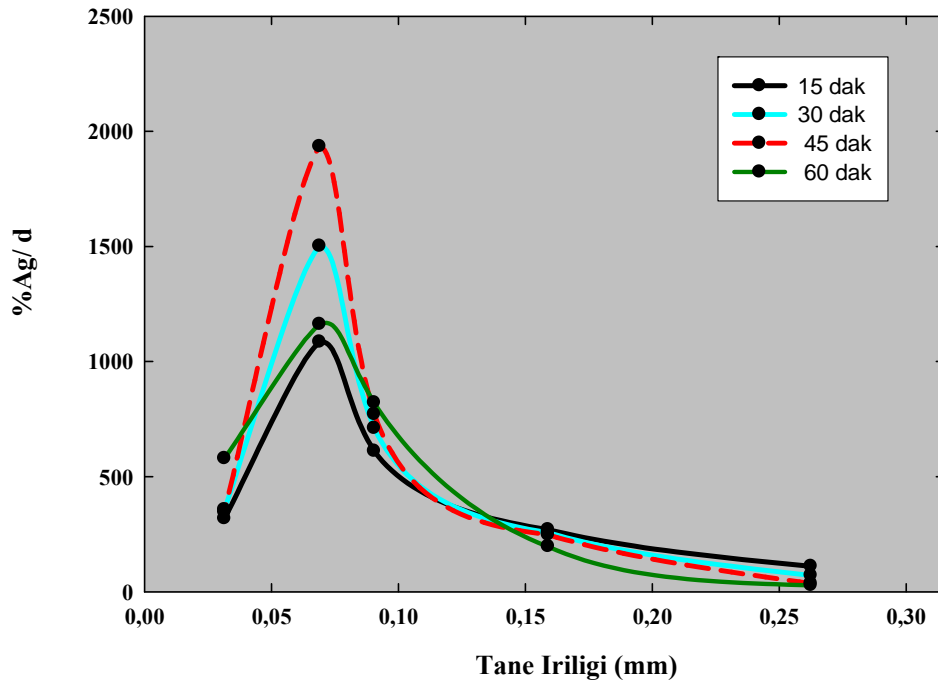
Şekil 3.77 F1 numunesi süreye bağlı öğütme eğrisi.



Şekil 3.78 F1 numunesi süreye bağlı öğütme normal dağılım eğrisi.



Şekil 3.79 F2 numunesi öğütme grafiği.



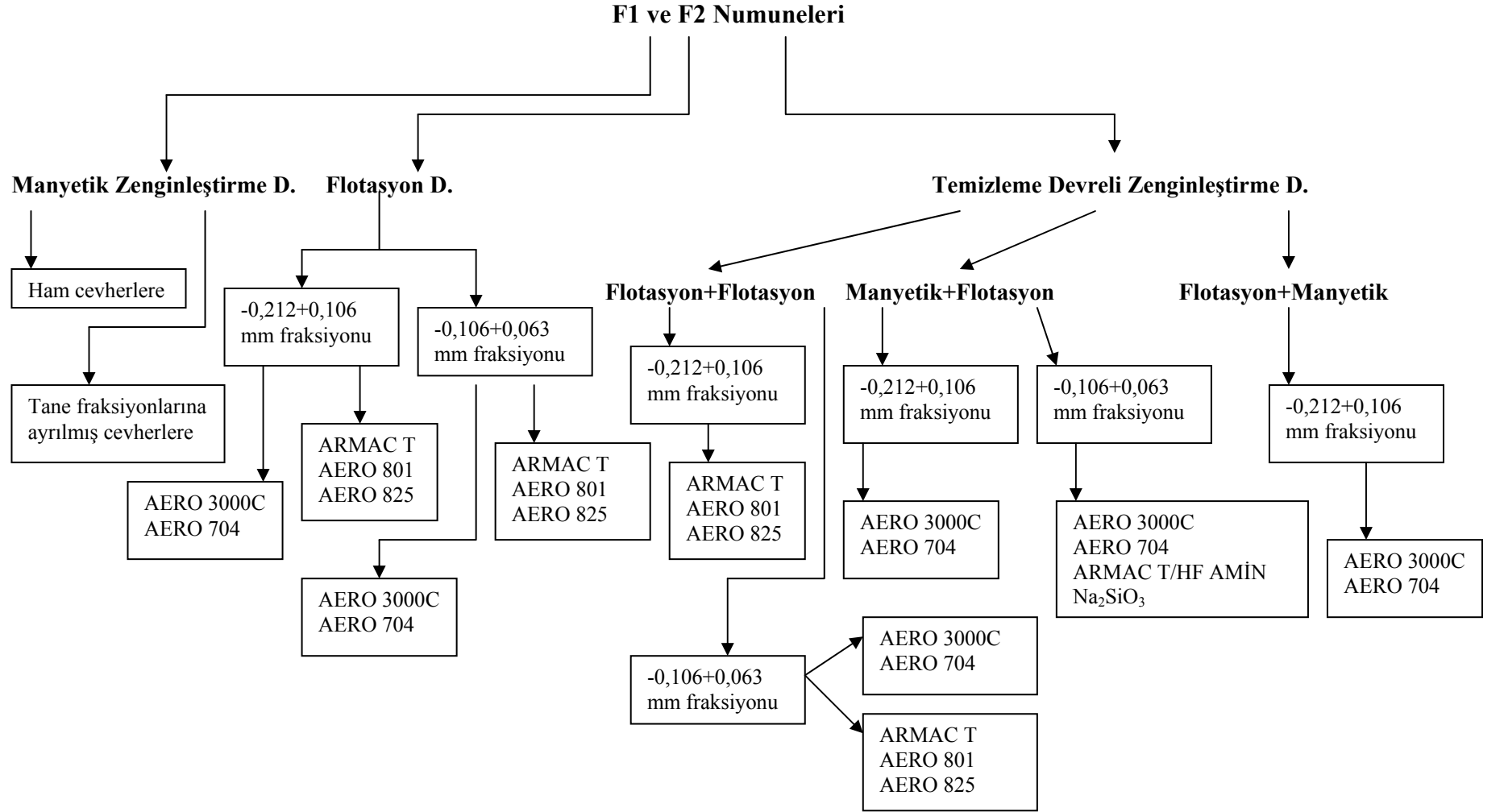
Şekil 3.80 F2 numunesi süreye bağlı öğütme normal dağılım eğrisi.

### **3.5 Zenginleştirme Deneyleri**

Zenginleştirme deneyleri olarak; manyetik ayırma yöntemiyle zenginleştirme, flotasyon yöntemiyle zenginleştirme ve temizleme devreli deneyler ile zenginleştirme olarak 3 farklı grupta deneyler yapılmıştır. yapılan deneyleri gösteren akım şeması Şekil 3.81’de verilmiştir.

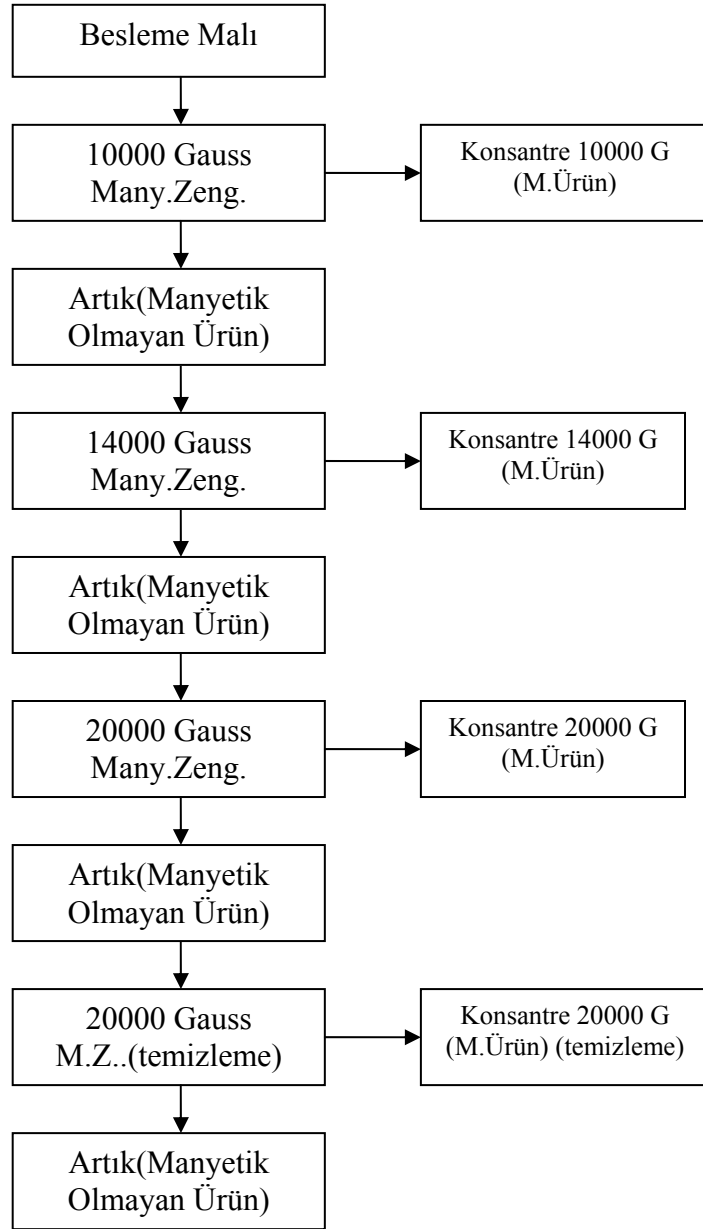
#### ***3.5.1 Manyetik Ayırma Yöntemiyle Zenginleştirme Deneyleri***

Manyetik zenginleştirme deneyleri, yüksek alan şiddetli, yüksek gradyanlı, yaş manyetik ayırıcı ile yapılmıştır. Separatörün manyetik alan şiddeti, elektrik akımının şiddeti ayarlanarak değiştirilebilmektedir. Separatör en fazla 20000 gaussluk manyetik alan şiddetine ulaşabilmektedir. Separatörde matrix malzemesi olarak 8 mm. çapında rulman bilyalar kullanılmıştır. Rulman bilyalar separatörün iki kutbu arasında yer alan 200x75x25 mm. boyutundaki ayırma kutusuna yerleştirilmiştir. Bu deneyler ile numunelerin içinde bulunan demir, biyotit, turmalin, sfen gibi istenmeyen minerallerin Tablo 2.11’deki ayırma alan şiddetleri göz önüne alınarak, belirlenen alan şiddetlerinde manyetik ayırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.82’de manyetik ayırma deneyleri için genel akım şeması verilmiştir.



(AERO 3000 C, AERO 704 = A Grubu reaktifler; ARMAC T, AERO 801, AERO 825 = B Grubu reaktifler)

Şekil 3.81 Deneilerde uygulanan zenginleştirme yöntemleri akım şeması.



Şekil 3.82 Manyetik zenginleştirme deneyleri için genel akım şeması.

### 3.5.1.1 Ham Cevherler İçin Yapılan Manyetik Zenginleştirme Deneyleri

F1 ve F2 ham cevherlerine uygulanan manyetik zenginleştirme deneylerinde, Şekil 3.82’de verilen akım şeması esas alınarak deneyler yapılmıştır. Tablo 3.12’de yapılan deneylere ait uygulanan prosesler gösterilmiştir.

Tablo 3.12 Ham cevherler için yapılan deneylere ait prosesler

Deney No	Yöntem	Uygulanan Manyetik Alanlar (Gauss)	Katı-Sıvı Oranı	Numune Adı
1	Bilya Yıkamasız	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F1
2	Bilya Yıkamasız	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F1
3	Bilya Yıkamalı	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F1
4	Bilya Yıkamalı	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F1
5	Bilya Yıkamalı	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F1
6	Bilya Yıkamalı	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F1
7	Bilya Yıkamasız	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F2
8	Bilya Yıkamasız	10000,14000,20000,20000 (temizleme)	4%	F2
9	Bilya Yıkamasız	10000,20000,20000 (temizleme)	3%	F2
10	Bilya Yıkamasız	20000,20000 (temizleme)	2%	F2
11	Bilya Yıkamasız	14000,20000,20000 (temizleme)	5%	F2
12	Bilya Yıkamasız	10000,20000,20000 (temizleme)	5%	F2

F1 ham cevherine ait yapılan deneylerde konsantreler birleştirilerek kimyasal analizleri tek değer halinde, 20000 (temizleme) gauss manyetik alan adı altında Tablo 3.14’te verilmiştir. Tablo 3.13’te ise F1 cevherine ait yapılan manyetik zenginleştirme deneylerinden elde edilen artıkların kimyasal analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.13 F1 ham cevheri manyetik zenginleştirme sonucu elde edilen artıkların kimyasal analiz sonuçları

Deney No	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K
1	74,16	15,07	0,20	0,15	2,60	0,05	3,60	3,68	0,20	0,31
2	74,01	15,15	0,17	0,12	2,58	0,04	3,65	3,71	0,22	0,31
3	74,20	14,98	0,12	0,15	2,66	0,10	3,64	3,63	0,21	0,31
4	74,20	15,10	0,14	0,12	2,61	0,03	3,59	3,69	0,21	0,31
5	74,20	15,02	0,14	0,11	2,60	0,07	3,58	3,69	0,27	0,31
6	74,66	14,92	0,12	0,13	2,62	0,04	3,37	3,65	0,19	0,31

Tablo 3.14'te verilen deney sonuçlarından görüldüğü üzere; bilya yıkama yapılmadığı deneylerde konsantrelerdeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü %15,67 ve %15,26 değerleri ile bilya yıkama yapılan deneylerdeki %13,74-%13,96-%14,05-%13,54 değerlerinden daha yüksek bir değere ulaşmıştır. Tüm deneylerdeki konsantrelerin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verimi %90-95 seviyesinde, TiO<sub>2</sub> tenörü %2,00-2,5, TiO<sub>2</sub> verimi % 65-75 seviyesinde, artıklardaki Na<sub>2</sub>O tenörü %3,50-3,65, Na<sub>2</sub>O verimi %96-98 seviyesinde, K<sub>2</sub>O tenörü %3,65-4,10, K<sub>2</sub>O verimi %76-79 seviyesindedir. Bu değerler ile artıklardaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> tenör ve verim değerlerinin besleme mallarına kıyasla azalmış olduğu ve konsantrelerdeki Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O tenör ve verim değerlerinin düşüklüğü sebebiyle, F1 ham cevheri için manyetik zenginleştirme deneylerinde başarıya ulaşıldığını göstermektedir.

Tablo 3.14 F1 ham cevheri için yapılan manyetik zenginleştirme deney sonuçları

Deney No	Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ. (%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V. (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
1	20000 (temizleme)	Konsantre	10,86	15,67	90,52	2,36	65,72	0,38	1,26	7,73	20,38
		Artık	89,14	0,20	9,48	0,15	34,28	3,60	98,74	3,68	79,62
		B.M.	100	1,88	100	0,39	100	3,25	100	4,12	100
2	20000 (temizleme)	Konsantre	11,33	15,26	91,98	2,50	72,72	0,12	0,42	7,33	20,15
		Artık	88,67	0,17	8,02	0,12	27,28	3,65	99,58	3,71	79,85
		B.M.	100	1,88	100	0,39	100	3,25	100	4,12	100
3	20000 (temizleme)	Konsantre	12,92	13,74	94,44	2,01	66,51	0,62	2,47	7,42	23,28
		Artık	87,08	0,12	5,56	0,15	33,49	3,64	97,53	3,63	76,72
		B.M.	100	1,88	100	0,39	100	3,25	100	4,12	100
4	20000 (temizleme)	Konsantre	12,59	13,96	93,49	2,27	73,1	0,89	3,45	7,11	21,71
		Artık	87,41	0,14	6,51	0,12	26,9	3,59	96,55	3,69	78,29
		B.M.	100	1,88	100	0,39	100	3,25	100	4,12	100
5	20000 (temizleme)	Konsantre	12,51	14,05	93,49	2,35	75,32	0,94	3,63	7,13	21,64
		Artık	87,49	0,14	6,51	0,11	24,68	3,58	96,37	3,69	78,36
		B.M.	100	1,88	100	0,39	100	3,25	100	4,12	100
6	20000 (temizleme)	Konsantre	13,12	13,54	94,45	2,11	71,04	2,46	9,91	7,23	23,03
		Artık	86,88	0,12	5,55	0,13	28,96	3,37	90,09	3,65	76,97
		B.M.	100	1,88	100	0,39	100	3,25	100	4,12	100



F2 ham cevherine uygulanan manyetik zenginleştirme deneylerinde, bilya yıkama yapılmamış ve katı-sıvı oranlarında değişiklik yapılarak, koşullar kıyaslanmıştır. Tablo 3.12’de verilen ve F2 cevherine uygulanan 7-8-9-10-11-12 numaralı deneylerde 20000 gauss ve 20000 (temizleme) gauss ürünleri birleştirilerek, tek bir değer halinde ve 20000 (temizleme) gauss adı altında aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 3.12’de verilen koşullara göre, F2 ham cevherine uygulanan manyetik zenginleştirme deney sonuçlarında elde edilen kimyasal analiz sonuçları, bu analizler esas alınarak hesaplanan tenör, verim değerleri ve bu değerlere göre çizilen grafikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.15 F2 ham cevheri 7 numaralı manyetik zenginleştirme deneyinin kimyasal analiz sonuçları

Ürünler (Gauss)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
10000	47,23	15,16	1,16	2,86	3,40	0,11	6,93	19,72	0,11	1,96
14000	53,72	5,64	0,82	1,27	1,94	0,11	8,56	24,47	0,12	2,65
20000(2)	56,19	4,93	0,66	1,18	1,42	1,68	7,82	22,85	0,17	2,51
Artık	75,90	0,25	0,15	1,61	0,14	3,62	4,22	13,59	0,23	0,04

Tablo 3.16 F2 ham cevheri 8 numaralı manyetik zenginleştirme deneyinin kimyasal analiz sonuçları

Ürünler (Gauss)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
10000	47,49	15,08	1,16	2,94	3,55	0,71	6,88	19,58	0,18	1,97
14000	55,70	4,62	0,72	1,27	1,66	1,31	8,22	23,45	0,20	2,55
20000(2)	54,82	4,83	0,68	1,00	1,56	1,21	8,46	24,36	0,17	2,59
Artık	75,33	0,27	0,16	1,68	0,15	3,83	4,13	13,89	0,26	0,04

Tablo 3.17 F2 ham cevheri 9 numaralı manyetik zenginleştirme deneyinin kimyasal analiz sonuçları

Ürünler (Gauss)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
10000	47,13	14,70	1,15	2,83	3,56	0,58	7,14	20,30	0,17	1,98
20000(2)	52,68	5,67	0,82	1,22	1,95	0,95	8,62	24,95	0,11	2,69
Artık	75,74	0,24	0,15	1,66	0,13	3,65	4,20	13,68	0,27	0,04

Tablo 3.18 F2 ham cevheri 10 numaralı manyetik zenginleştirme deneyinin kimyasal analiz sonuçları

Ürünler (Gauss)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
20000(2)	50,51	9,87	0,98	1,96	2,65	0,85	7,88	22,92	0,12	1,86
Artık	75,60	0,23	0,16	1,65	0,13	3,87	4,11	13,75	0,24	0,04

Tablo 3.19 F2 ham cevheri 11 numaralı manyetik zenginleştirme deneyinin kimyasal analiz sonuçları

Ürünler (Gauss)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
14000	47,67	12,67	1,11	2,41	3,31	0,47	7,72	22,19	0,11	1,96
20000(2)	53,64	4,97	0,76	1,01	1,65	1,25	8,60	25,08	0,11	2,64
Artık	76,01	0,20	0,15	1,75	0,03	3,69	4,14	13,47	0,27	0,04

Tablo 3.20 F2 ham cevheri 12 numaralı manyetik zenginleştirme deneyinin kimyasal analiz sonuçları

Ürünler	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
10000	46,21	14,69	1,19	2,77	3,62	0,48	7,32	21,08	0,12	2,02
20000(2)	53,79	4,77	0,78	1,11	1,73	1,27	8,54	24,93	0,11	2,63
Artık	75,79	0,20	0,15	1,73	0,13	3,94	4,04	13,52	0,24	0,04

Tablo 3.21 F2 ham cevheri için yapılan 7 numaralı manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%5)

Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ.(%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V.(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
20000 (temizleme)	<b>Konsantre</b>	7,04	4,93	59,90	0,66	25,00	1,68	3,40	7,82	12,31
	<b>Artık</b>	92,96	0,25	40,10	0,15	75,00	3,62	96,60	4,22	87,69
	<b>B.M.</b>	100	0,58	100	0,18	100	3,48	100	4,47	100
14000	<b>Konsantre</b>	3,41	5,64	25,55	0,82	13,85	0,11	0,11	8,56	6,33
	<b>Artık</b>	96,59	0,58	74,45	0,18	86,15	3,48	99,89	4,47	93,67
	<b>B.M.</b>	100	0,75	100	0,20	100	3,37	100	4,61	100
10000	<b>Konsantre</b>	7,02	15,16	60,41	1,16	8,04	0,11	0,25	6,93	10,06
	<b>Artık</b>	92,98	0,75	39,59	0,20	91,96	3,37	99,75	4,61	89,94
	<b>B.M.</b>	100	1,76	100	1,01	100	3,13	100	4,77	100

k/s= %5

Tablo 3.22 F2 ham cevheri için yapılan 8 numaralı manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%4)

Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ.(%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V.(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
20000 (temizleme)	<b>Konsantre</b>	5,00	4,83	48,49	0,68	18,28	1,21	1,64	8,46	9,73
	<b>Artık</b>	95,00	0,27	51,51	0,16	81,72	3,83	98,36	4,13	90,27
	<b>B.M.</b>	100	0,50	100	0,19	100	3,70	100	4,35	100
14000	<b>Konsantre</b>	4,77	4,62	31,64	0,72	15,95	1,31	1,74	8,22	8,65
	<b>Artık</b>	95,23	0,50	68,36	0,19	84,05	3,70	98,26	4,35	91,35
	<b>B.M.</b>	100	0,70	100	0,22	100	3,59	100	4,54	100
10000	<b>Konsantre</b>	7,92	15,08	64,95	1,16	31,20	0,71	1,67	6,88	11,53
	<b>Artık</b>	92,08	0,70	35,05	0,22	68,80	3,59	98,33	4,54	88,47
	<b>B.M.</b>	100	1,84	100	0,29	100	3,36	100	4,73	100

k/s= %4

Tablo 3.23 F2 ham cevheri için yapılan 9 numaralı manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%3)

Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ.(%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V.(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
20000 (2)	<b>Konsantre</b>	9,47	5,67	71,19	0,82	36,38	0,95	2,65	8,62	17,68
	<b>Artık</b>	90,53	0,24	28,81	0,15	63,62	3,65	97,35	4,20	82,32
	<b>B.M.</b>	100	0,75	100	0,21	100	3,39	100	4,62	100
10000	<b>Konsantre</b>	7,40	14,70	61,03	1,15	30,44	0,58	1,35	7,14	10,99
	<b>Artık</b>	92,60	0,75	38,97	0,21	69,56	3,39	98,65	4,62	89,01
	<b>B.M.</b>	100	1,78	100	0,28	100	3,18	100	4,81	100

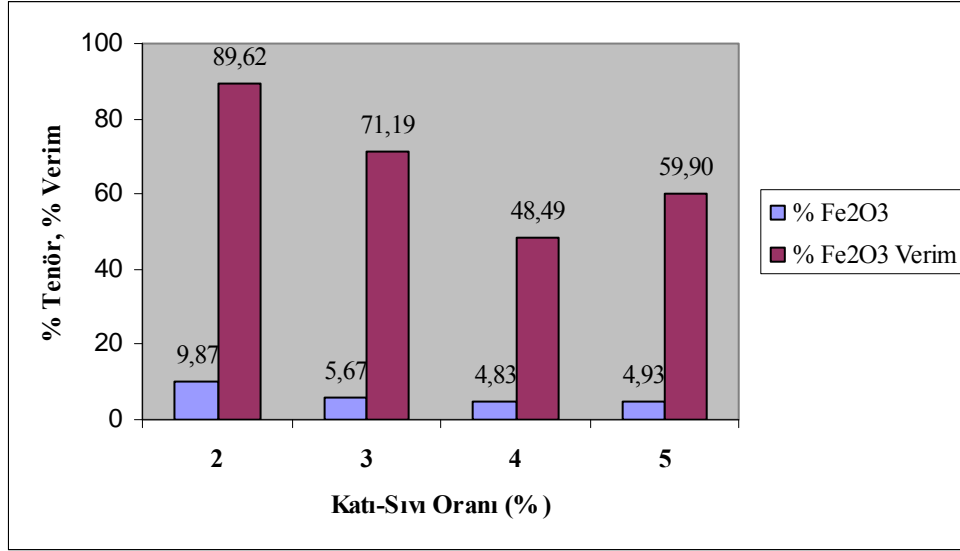
k/s= %3

Tablo 3.24 F2 ham cevheri için yapılan 10 numaralı manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%2)

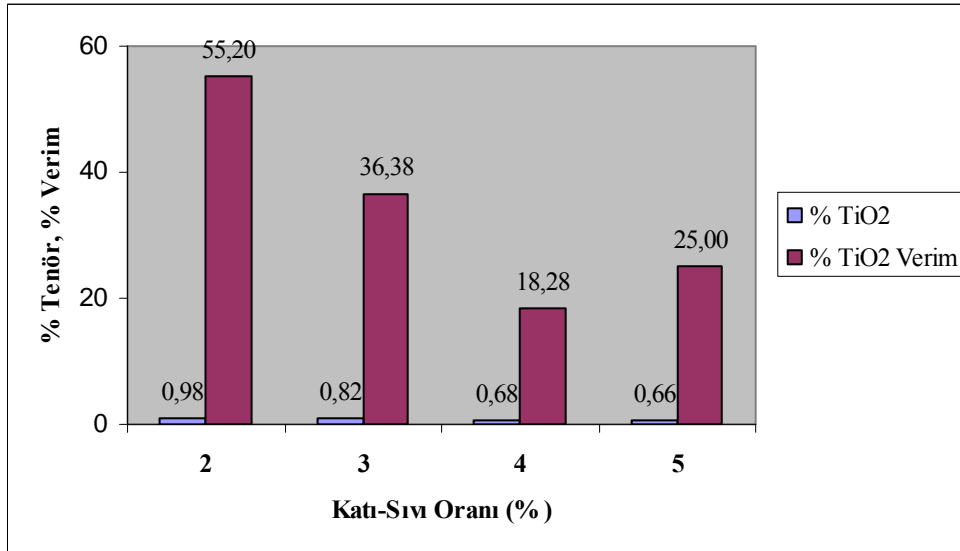
Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ.(%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V.(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
20000 (2)	<b>Konsantre</b>	16,75	9,87	89,62	0,98	55,20	0,85	4,23	7,88	27,84
	<b>Artık</b>	83,25	0,23	10,38	0,16	44,80	3,87	95,77	4,11	72,16
	<b>B.M.</b>	100	1,85	100	0,3	100	3,36	100	4,74	100

k/s= %2

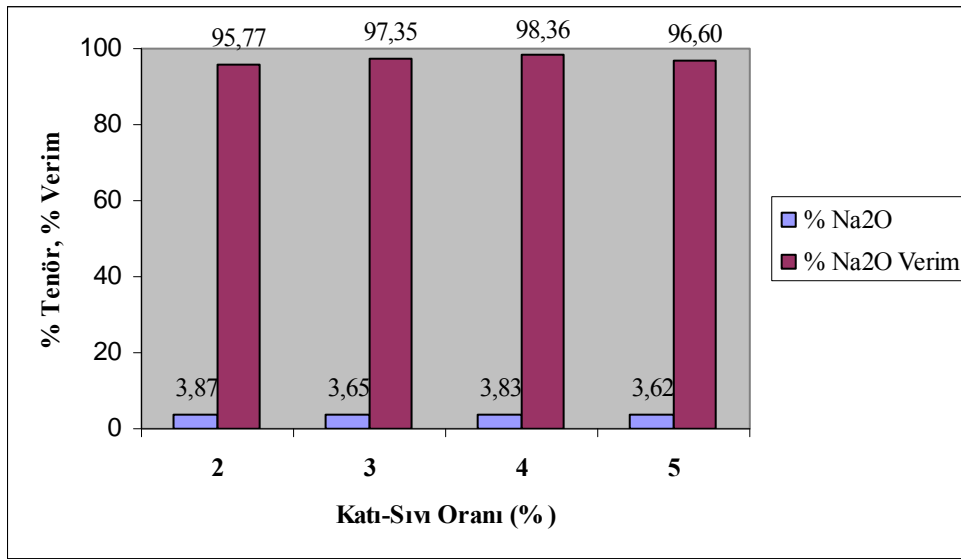
Yapılan 7-8-9-10 numaralı deneylerin katı-sıvı oranı koşullarının farklılıklarından yararlanılarak, 20000 (temizleme) gaussluk manyetik alan sonuçlarına göre, konsantredeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  tenör ve verim değerlerine, artıktaki  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  tenör ve verim değerlerine göre aşağıda verilen grafikler çizilmiştir.



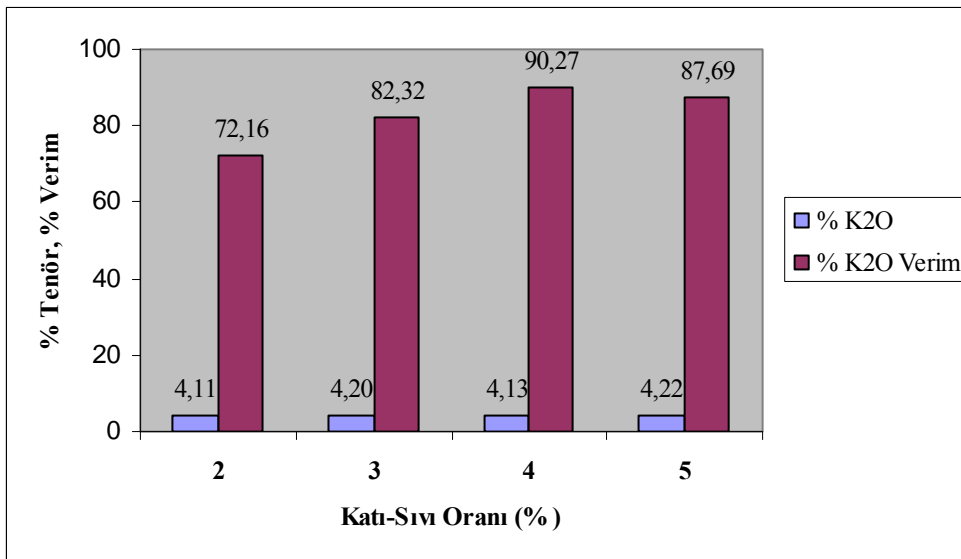
Şekil 3.83 Farklı katı-sıvı oranlarında konsantrelerdeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tenör-verim grafiği.



Şekil 3.84 Farklı katı-sıvı oranlarında konsantrelerdeki  $\text{TiO}_2$  tenör-verim grafiği.



Şekil 3.85 Farklı katı-sıvı oranlarında artıklardaki Na<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.



Şekil 3.86 Farklı katı-sıvı oranlarında artıklardaki K<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden de görüldüğü üzere, konsantredeki Fe<sub>2</sub>O tenör ve verimi % 9,87 ve % 89,62 değerleri ile % 2 katı-sıvı oranında en yüksek, TiO<sub>2</sub> tenör ve verimi % 0,98 ve % 55,20 değerleri ile % 2 katı-sıvı oranında en yüksek, Na<sub>2</sub>O tenör ve verimi % 3,83 ve % 98,36 değerleri ile % 4 katı-sıvı oranında en yüksek, K<sub>2</sub>O tenör ve verimi % 4,13 ve % 90,27 değerleri ile % 4 katı-sıvı oranında en



yüksektir. Tenör değerlerinin birbirine yakın olduğu durumlarda verim değerleri göz önüne alınarak katı-sıvı oranı tercihi yapılmıştır.

Tablo 3.25 F2 ham cevheri için yapılan 11 numaralı manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%5)

Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ.(%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V.(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
20000 (2)	<b>Konsantre</b>	7,94	4,97	68,19	0,76	30,41	1,25	2,84	8,60	15,19
	<b>Artık</b>	92,06	0,20	31,81	0,15	69,59	3,69	97,16	4,14	84,81
	<b>B.M.</b>	100	0,58	100	0,2	100	3,50	100	4,49	100
14000	<b>Konsantre</b>	10,37	12,67	71,65	1,11	39,10	0,47	1,53	7,72	16,59
	<b>Artık</b>	89,63	0,58	28,35	0,20	60,90	3,50	98,47	4,49	83,41
	<b>B.M.</b>	100	1,83	100	0,29	100	3,19	100	4,83	100

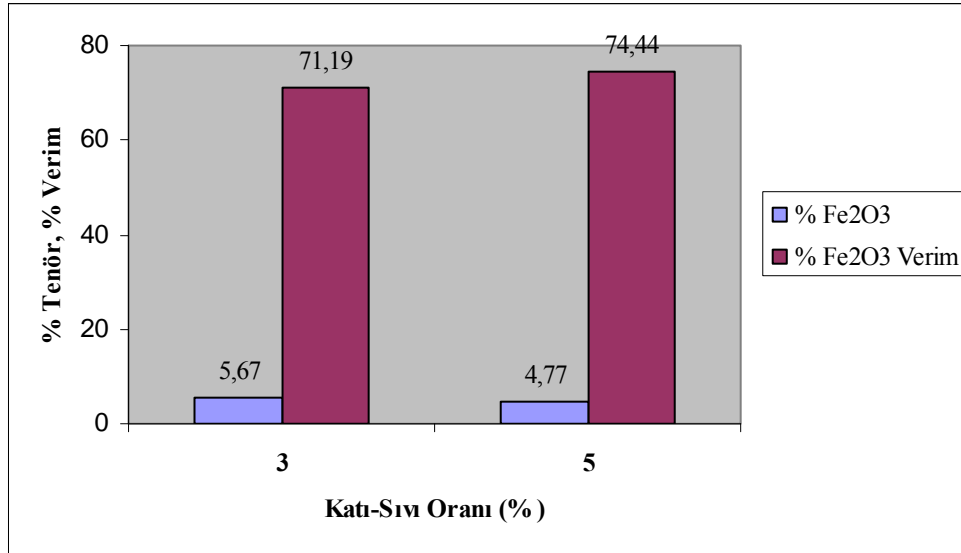
k/s= %5

Tablo 3.26 F2 ham cevheri için yapılan 12 numaralı manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%5)

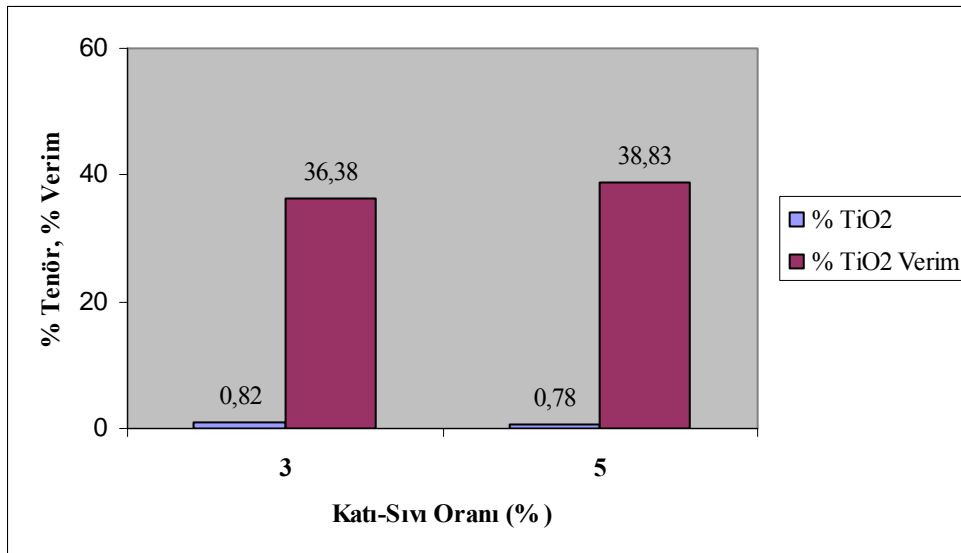
Manyetik Akı (Gauss)	Ürünler	Ağ.(%)	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%V.(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%TiO <sub>2</sub>	% V.(TiO <sub>2</sub> )	%Na <sub>2</sub> O	% V.(Na <sub>2</sub> O)	%K <sub>2</sub> O	% V.(K <sub>2</sub> O)
20000 (2)	<b>Konsantre</b>	10,88	4,77	74,44	0,78	38,83	1,27	3,79	8,54	20,51
	<b>Artık</b>	89,12	0,20	25,56	0,15	61,17	3,94	96,21	4,04	79,49
	<b>B.M.</b>	100	0,70	100	0,22	100	3,65	100	4,53	100
10000	<b>Konsantre</b>	8,29	14,69	65,48	1,19	32,84	0,48	1,75	7,32	12,75
	<b>Artık</b>	91,71	0,70	34,52	0,22	67,16	3,65	98,25	4,53	87,25
	<b>B.M.</b>	100	1,86	100	0,3	100	3,39	100	4,76	100

k/s= %5

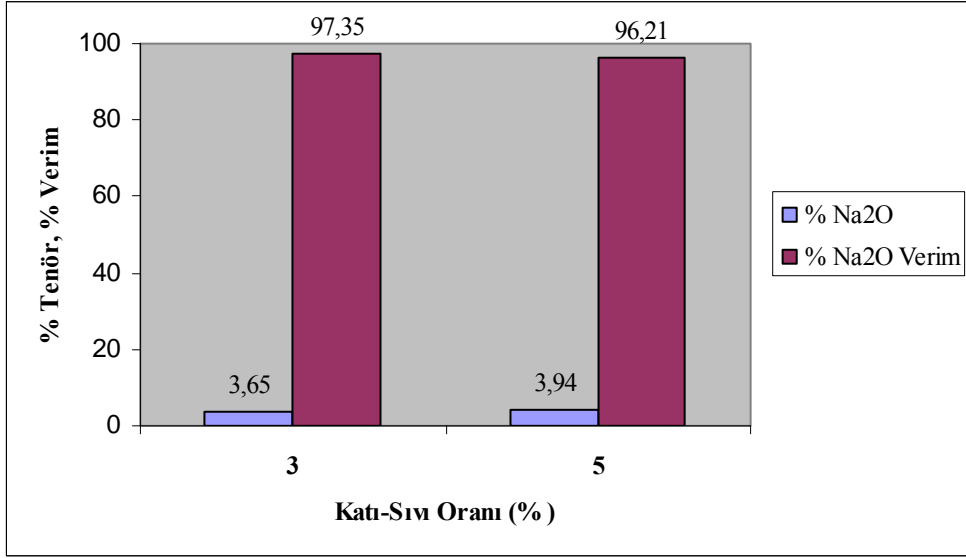
Yapılan 9 ve 12 numaralı deneylerin katı-sıvı oranı koşullarının farklılıklarından yararlanılarak, 20000 (2) gaussluk manyetik akı sonuçlarına göre, konsantredeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  tenör ve verim değerlerine, artıktaki  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  tenör ve verim değerlerine göre aşağıda verilen grafikler çizilmiştir.



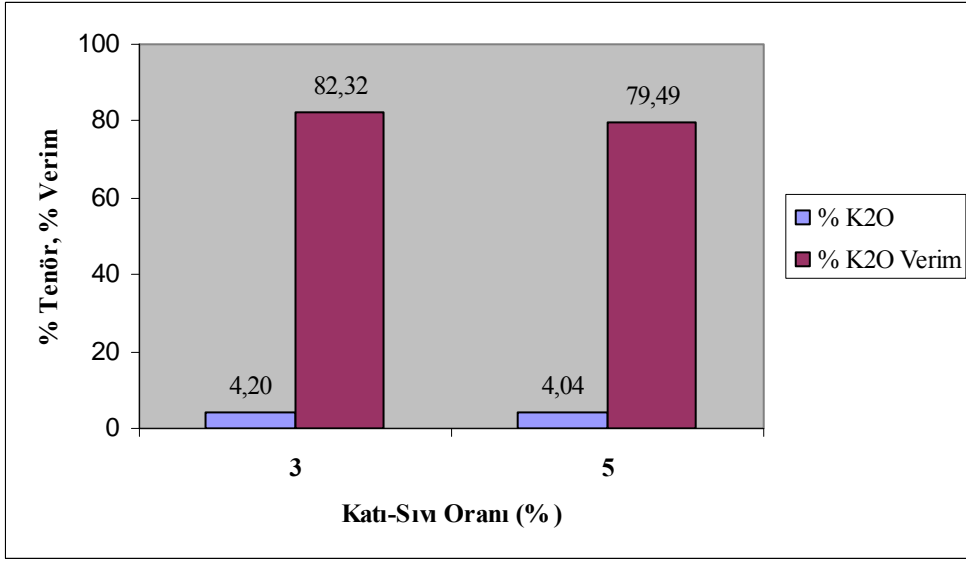
Şekil 3.87 Farklı katı-sıvı oranlarında konsantrelerdeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tenör-verim grafiği.



Şekil 3.88 Farklı katı-sıvı oranlarında konsantrelerdeki  $\text{TiO}_2$  tenör-verim grafiği.



Şekil 3.89 Farklı katı-sıvı oranlarında artıklardaki Na<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.



Şekil 3.90 Farklı katı-sıvı oranlarında artıklardaki K<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüldüğü üzere, %5 ve %3 katı-sıvı oranlarında tenör-verim değerlerinde herhangi bir değişim bu deneyler için gözlenmemiştir.

3.5.1.2 Tane Fraksiyonlarına Ayrılmış Cevherler İçin Yapılan Manyetik Zenginleştirme Deneyleri

F1 ve F2 cevherleri için tane fraksiyonlarına ayrılarak %5 katı/sıvı oranında, 20000 gaussluk (temizleme) manyetik akı ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Tane fraksiyonlarına ayrılmış F1 ve F2 cevherlerine uygulanan manyetik zenginleştirme deney sonuçlarında elde edilen artığın kimyasal analiz sonuçları, bu analizler esas alınarak hesaplanan tenör, verim değerleri ve bu değerlere göre çizilen grafikler aşağıda verilmiştir.

Tablo 3.27 F1 cevheri için yapılan manyetik zenginleştirme deneyinde artığın kimyasal analiz sonuçları

Tane İriliği (mm)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K
+0,315	75,41	14,32	0,11	0,14	2,42	0,08	3,48	3,79	0,15	0,11
-0,315 + 0,212	75,43	14,36	0,09	0,12	2,54	0,06	3,52	3,57	0,19	0,11
-0,212 + 0,106	75,15	14,47	0,10	0,12	2,55	0,03	3,38	3,62	0,21	0,11
-0,106 + 0,063	73,30	15,52	0,23	0,16	2,66	0,07	3,52	3,75	0,26	0,53
-0,063	70,80	17,18	0,33	0,21	2,81	0,14	3,91	3,83	0,27	0,53

Tablo 3.28 F2 cevheri için yapılan manyetik zenginleştirme deneyinde artığın kimyasal analiz sonuçları

Tane İriliği (mm)	% Tenör									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K
+0,315	78,89	11,35	0,16	0,15	0,99	0,12	2,36	5,29	0,16	0,53
-0,315 + 0,212	77,59	12,29	0,22	0,11	1,30	0,12	3,29	4,34	0,20	0,53
-0,212 + 0,106	73,80	14,85	0,31	0,14	1,89	0,15	4,42	3,67	0,23	0,53
-0,106 + 0,063	72,51	15,79	0,47	0,15	1,85	0,24	4,12	4,07	0,28	0,53
-0,063	72,79	14,82	0,36	0,50	2,15	0,12	4,04	4,31	0,38	0,53

Tablo 3.29 F1 cevheri için tane fraksiyonlarına ayrılmış olarak yapılan manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%5)

Tane İriliği,mm	Ağ.(%)	Ürünler	Ağ.(%)	BMG %Ağ.	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TSG%V	BMG%V	%TiO <sub>2</sub>	TSG%V	BMG%V	%Na <sub>2</sub> O	TSG%V	BMG%V	%K <sub>2</sub> O	TSG%V	BMG%V
<b>+0,315</b>	23,91	<b>Konsantre</b>	12,48	2,98	15,25	95,18	24,14	2,30	70,05	17,57	0,52	2,08	0,48	7,72	48,20	6,44
		<b>Artık</b>	87,52	20,93	0,11	4,82	1,22	0,14	29,95	7,51	3,48	97,92	22,36	3,79	51,80	6,92
		<b>B.M.</b>	100	23,91	2,00	100	25,36	0,41	100	25,08	3,11	100	22,84	4,28	100	13,36
<b>-0,315+0,212</b>	19,98	<b>Konsantre</b>	12,31	2,46	14,23	95,69	18,59	2,23	72,29	14,06	0,68	2,64	0,51	7,14	21,93	4,92
		<b>Artık</b>	87,69	17,52	0,09	4,31	0,84	0,12	27,71	5,39	3,52	97,36	18,94	3,57	78,07	17,5
		<b>B.M.</b>	100	19,98	1,83	100	19,43	0,38	100	19,45	3,17	100	19,45	4,01	100	22,42
<b>-0,212+0,106</b>	25,65	<b>Konsantre</b>	11,35	2,91	15,25	95,13	23,57	2,32	71,22	17,31	1,00	3,65	0,89	7,14	20,15	5,81
		<b>Artık</b>	88,65	22,74	0,10	4,87	1,21	0,12	28,78	7,00	3,38	96,35	23,6	3,62	79,85	23,03
		<b>B.M.</b>	100	25,65	1,82	100	24,78	0,37	100	24,31	3,11	100	24,49	4,02	100	28,84
<b>-0,106+0,063</b>	14,28	<b>Konsantre</b>	12,77	1,82	13,86	89,80	13,40	2,12	65,93	9,89	0,94	3,75	0,53	6,65	20,57	3,37
		<b>Artık</b>	87,23	12,46	0,23	10,20	1,52	0,16	34,07	5,11	3,52	96,25	13,47	3,75	79,43	13,07
		<b>B.M.</b>	100	14,28	1,97	100	14,92	0,41	100	15,00	0,319	100	14,00	4,12	100	16,44
<b>-0,063</b>	16,18	<b>Konsantre</b>	9,42	1,52	16,04	83,44	12,95	2,12	51,13	8,27	3,48	8,45	1,62	7,55	16,97	3,22
		<b>Artık</b>	90,58	14,66	0,33	16,56	2,56	0,21	48,87	7,89	3,91	91,55	17,6	3,83	83,03	15,72
		<b>B.M.</b>	100	16,18	1,81	100	15,51	0,39	100	16,16	3,87	100	19,22	4,18	100	18,94
<b>Toplam</b>	<b>100</b>				<b>1,88</b>			<b>0,39</b>			<b>3,26</b>			<b>3,57</b>		

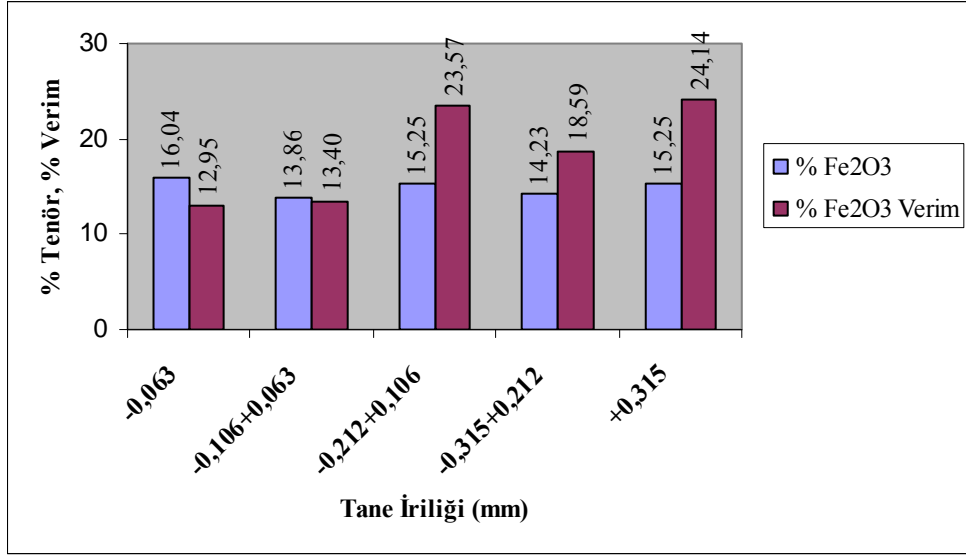
k/s = Katı-Sıvı Oranı

BMG % Ağ.= Besleme malına göre % ağırlık değeri

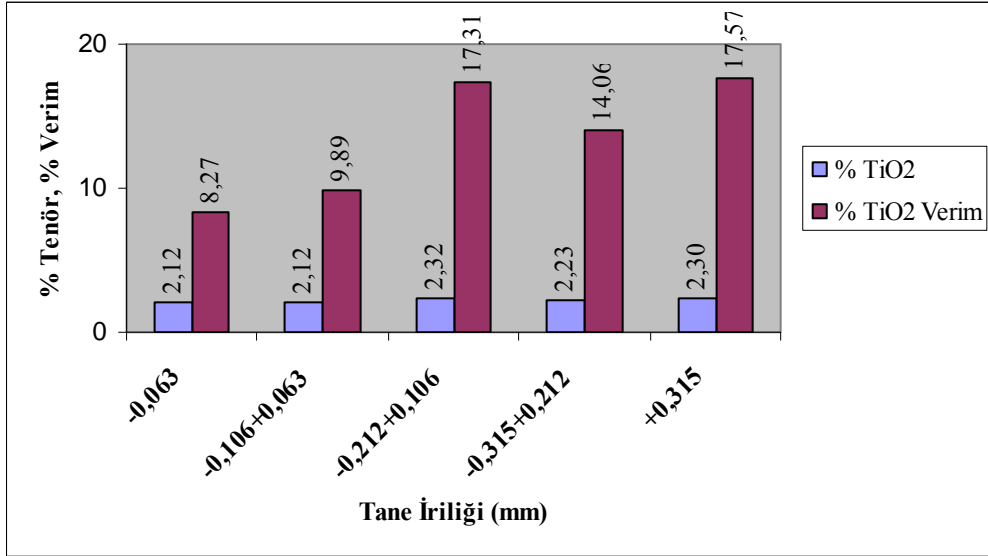
TSG % V.= Tane sınıfına göre % verim değeri

BMG % V.= Besleme malına göre % verim değeri

Tane fraksiyonlarına ayrılmış F1 cevherine yapılan manyetik zenginleştirme deney sonuçlarına göre, konsantredeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  tenör ve verim değerlerine, artıktaki  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  tenör ve verim değerlerine göre aşağıda verilen grafikler çizilmiştir.

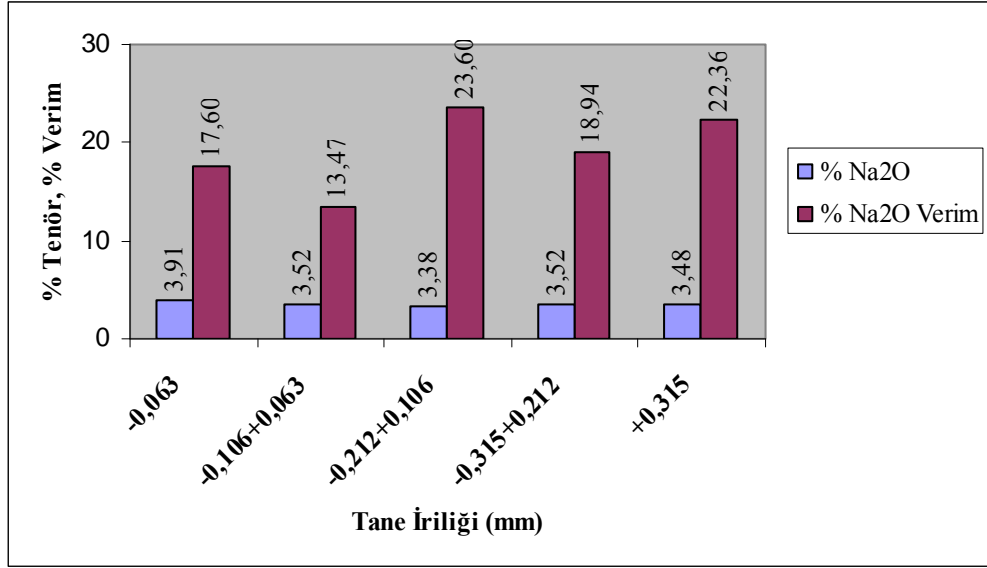


Şekil 3.91 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F1 cevheri için konsantrelerdeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tenör-verim grafiği.

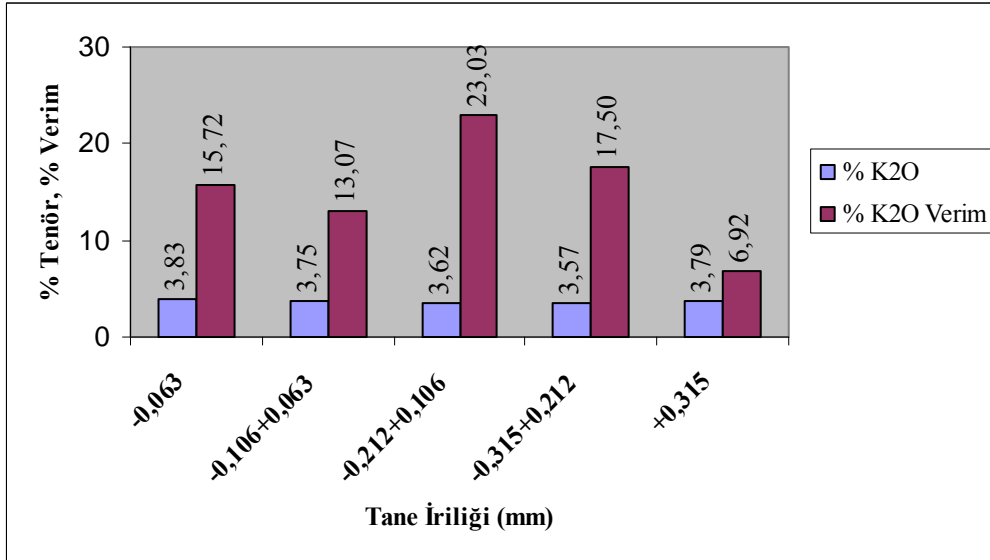


Şekil 3.92 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F1 cevheri için konsantrelerdeki  $\text{TiO}_2$  tenör-verim grafiği.





Şekil 3.93 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F1 cevheri için artıktaki Na<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.



Şekil 3.94 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F1 cevheri için artıktaki K<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.

Yukarıdaki grafiklerden görüldüğü üzere, +0,315 mm ve -0,212+0,106 mm fraksiyonlarında Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> ve Na<sub>2</sub>O verim değerleri en yüksek değere ulaşmıştır. K<sub>2</sub>O ise -0,212+0,106 mm fraksiyonunda en yüksek verim değerine ulaşmıştır. Tablo 3.29'dan görüleceği üzere, artıktaki % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü -0,315 ve -0,063 mm

fraksiyonları arasında 0,11; 0,09; 0,10; 0,23; 0,33 değerleri ile besleme malının  $Fe_2O_3$  tenörü olan 1,88 değerinden düşük bir değerdedir. Aynı şekilde artıktaki %  $TiO_2$  tenörü de -0,315 ve -0,063 mm fraksiyonları arasında 0,14; 0,12; 0,12; 0,16; 0,21 değerleri ile besleme malının  $TiO_2$  tenörü olan 0,39 değerinden düşük bir değerdedir. Sonuç olarak, artıktaki emprüte uzaklaştırılması tenör değerleri açısından olumlu sonuç vermiştir.

Aşağıda verilen Tablo 3.30'dan görüleceği üzere, F2 numunesinde artıktaki %  $Fe_2O_3$  tenörü -0,315 ve -0,063 mm fraksiyonları arasında 0,16; 0,22; 0,31; 0,47; 0,36 değerleri ile besleme malının  $Fe_2O_3$  tenörü olan % 1,59 değerinden düşük bir değerdedir. Aynı şekilde artıktaki %  $TiO_2$  tenörü de -0,315+0,063 mm fraksiyonları arasında 0,15; 0,11; 0,14; 0,15 değerleri ile besleme malının  $TiO_2$  tenörü olan % 0,27 değerinden düşük bir değerdedir. Ancak bu numunede -0,063mm fraksiyonu tenör değeri % 0,50 değeri ile besleme malı tenörü olan % 0,27 değerinden yüksek çıkmıştır. Sonuç olarak, artıktaki emprüte uzaklaştırılması tenör değerleri açısından -0,063 mm fraksiyonu göz önüne alınmazsa olumlu sonuç vermiştir.

Tablo 3.30 F2 cevheri için tane fraksiyonlarına ayrılmış olarak yapılan manyetik zenginleştirme deney sonuçları (k/s=%5)

Tane İriliği,mm	Ağ.(%)	Ürünler	Ağ.(%)	BMG %Ağ.	%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TSG%V	BMG%V	%TiO <sub>2</sub>	TSG%V	BMG%V	%Na <sub>2</sub> O	TSG%V	BMG%V	%K <sub>2</sub> O	TSG%V	BMG%V
<b>+0,315</b>	16,43	<b>Konsantre</b>	16,88	2,77	10,29	92,88	17,95	0,92	55,43	9,35	1,29	9,98	1,31	7,48	22,28	5,15
		<b>Artık</b>	83,12	13,66	0,16	7,12	1,38	0,15	44,57	7,53	2,36	90,02	11,84	5,29	77,72	17,95
		<b>B.M.</b>	100	16,43	1,87	100	19,33	0,28	100	16,88	2,18	100	13,15	5,66	100	23,1
<b>-0,315+0,212</b>	11,81	<b>Konsantre</b>	16,08	1,90	11,41	90,86	13,65	1,11	66,14	7,75	0,55	0,38	0,38	7,88	25,82	3,72
		<b>Artık</b>	83,92	9,91	0,22	9,14	1,37	0,11	33,86	4,00	3,29	99,62	11,97	4,34	74,18	10,68
		<b>B.M.</b>	100	11,81	2,02	100	15,02	0,27	100	11,75	2,85	100	12,35	4,91	100	14,4
<b>-0,212+0,106</b>	21,74	<b>Konsantre</b>	15,32	3,33	11,02	86,54	23,11	0,79	50,51	9,67	0,63	2,51	0,77	8,63	29,84	7,14
		<b>Artık</b>	84,68	18,41	0,31	13,46	3,59	0,14	49,49	9,45	4,42	97,49	29,87	3,67	70,16	16,78
		<b>B.M.</b>	100	21,74	1,95	100	26,7	0,24	100	19,12	3,84	100	30,64	4,43	100	23,92
<b>-0,106+0,063</b>	16,31	<b>Konsantre</b>	14,59	2,38	11,03	80,03	16,53	0,97	52,47	8,48	1,17	4,62	1,02	7,84	24,75	4,64
		<b>Artık</b>	85,41	13,94	0,47	19,97	4,13	0,15	47,53	7,68	4,12	95,38	21,08	4,07	75,25	14,09
		<b>B.M.</b>	100	16,32	2,01	100	20,66	0,27	100	16,16	3,69	100	22,10	4,62	100	18,73
<b>-0,063</b>	16,37	<b>Konsantre</b>	12,49	2,05	11,65	82,25	15,04	1,30	27,13	9,79	0,68	2,35	0,52	8,87	22,76	4,52
		<b>Artık</b>	87,51	14,32	0,36	17,75	3,25	0,50	72,87	26,30	4,04	97,65	21,24	4,31	77,24	15,33
		<b>B.M.</b>	100	16,37	1,77	100	18,29	0,60	100	36,09	3,62	100	21,76	4,88	100	19,85
<b>Toplam</b>	<b>100</b>				<b>1,59</b>			<b>0,27</b>			<b>2,72</b>			<b>4,03</b>		

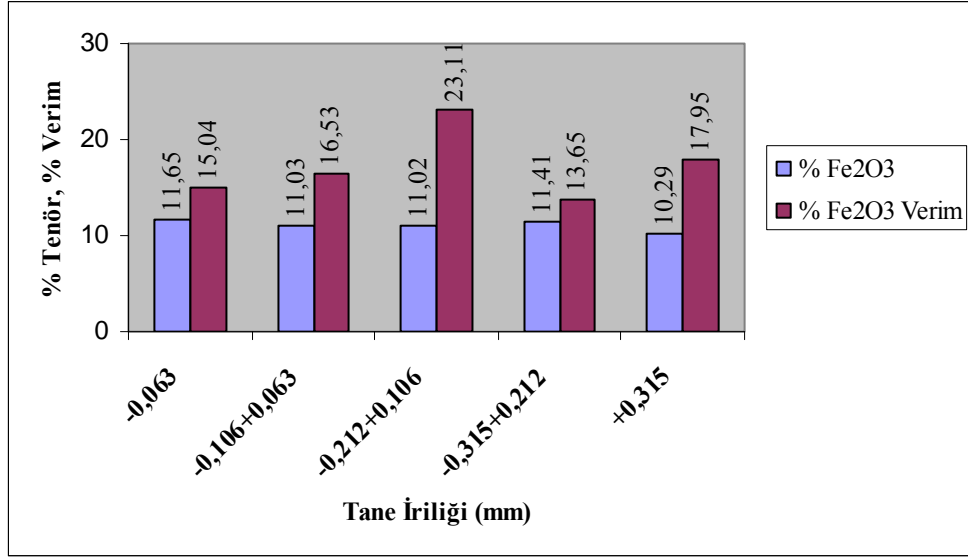
k/s = Katı-Sıvı Oranı

BMG % Ağ.= Besleme malına göre % ağırlık değeri

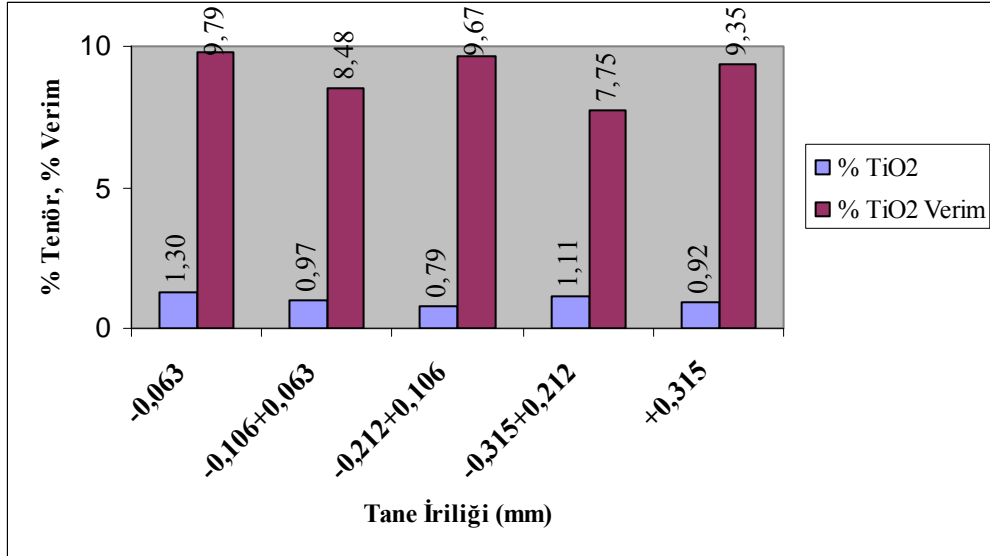
TSG % V.= Tane sınıfına göre % verim değeri

BMG % V.= Besleme malına göre % verim değeri

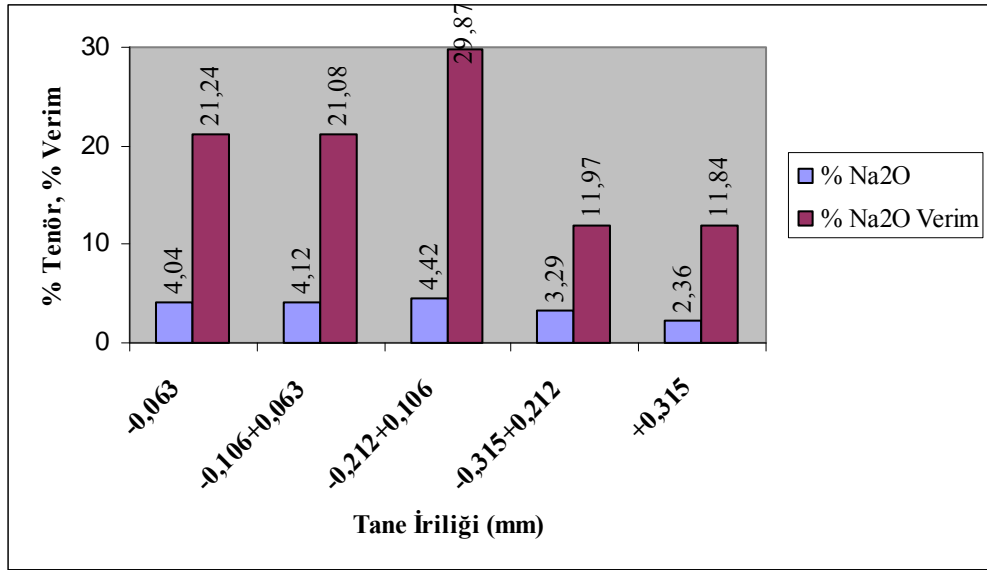
Tane fraksiyonlarına ayrılmış F2 cevherine yapılan manyetik zenginleştirme deney sonuçlarına göre, konsantredeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  tenör ve verim değerlerine, artıktaki  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  tenör ve verim değerlerine göre aşağıda verilen grafikler çizilmiştir.



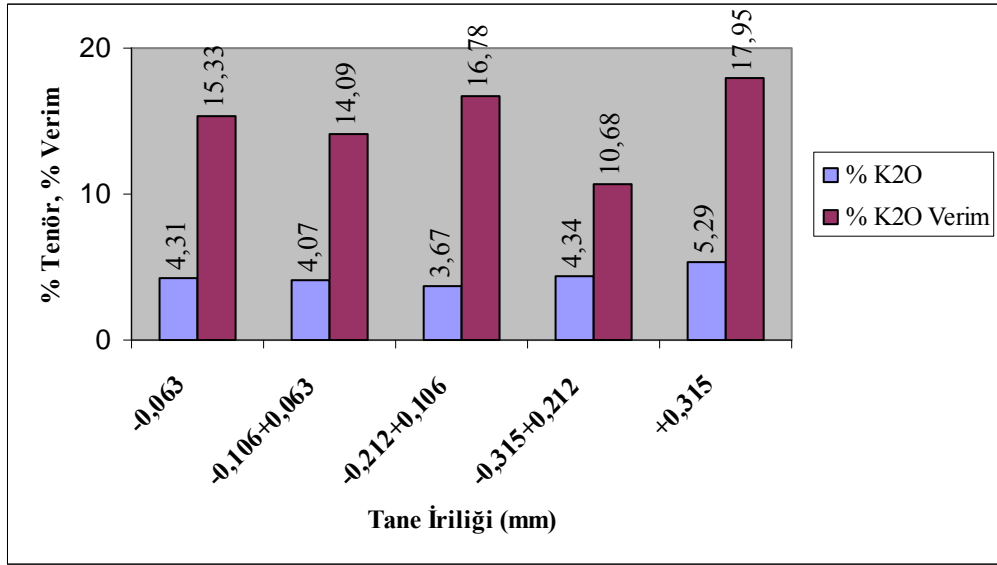
Şekil 3.95 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F2 cevheri için konsantrelerdeki  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tenör-verim grafiği.



Şekil 3.96 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F2 cevheri için konsantrelerdeki  $\text{TiO}_2$  tenör-verim grafiği.



Şekil 3.97 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F2 cevheri için artıktaki Na<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.



Şekil 3.98 Tane fraksiyonlarına ayrılmış F2 cevheri için artıktaki K<sub>2</sub>O tenör-verim grafiği.

Yukarıdaki grafiklerden görüldüğü üzere, -0,212+0,106 mm fraksiyonlarında Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O verim değerleri en yüksek değere ulaşmıştır. TiO<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub>O tenör ve verim değerlerinde ise tane fraksiyonuna bağlı önemli bir değişim gözlenmemiştir.

### 3.5.2 Flotasyon Yöntemi İle Zenginleştirme Deneyleri

Flotasyonla zenginleştirme çalışmalarının genel olarak iki temel amacı vardır. Bunlardan biri demir içeren turmalin, mika gibi koyu renkli olan ve feldspatın eritilmesi halinde bünye içinde benekler meydana getiren minerallerin ortamdaki uzaklaştırılması, diğeri ise feldspat-kuvars bileşenlerini birbirinden ayırarak feldspat konsantrisi içindeki toplam alkali ile kuvars konsantrisindeki toplam SiO<sub>2</sub> miktarının artırılarak bu ürünlerin seramik ve cam sanayi için uygun hammaddeler haline getirilmesidir. Bu bölümde flotasyon ile zenginleştirme yapılarak, numunelerin bünyesinde bulunan mika ve ağır silikat minerallerini uzaklaştırmak, temizleme devreli deneyler başlığı altında ise, bu bölüme ek olarak feldspat ve kuvars bileşenlerini ayırmak amaçlanmıştır.

F1 ve F2 numuneleri için yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda, feldspat cevherinin serbest halde en yoğun olduğu tane fraksiyonları olan -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm fraksiyonlarında numuneler flotasyon işlemi uygulanmıştır. Flotasyon işlemleri ters flotasyon olarak yapılmıştır. Şekil 2.2’de verilmiş olan akım şeması esas alınarak tek kademede mika ve ağır mineraller flotasyonu uygulanmıştır.

Flotasyon deneyleri üç grupta yapılmıştır. Bunlar, tane boyutu, reaktif miktarı ve reaktif kıyaslaması olarak ayrılmıştır. F1 numunesi üç grupta kıyaslama yapılırken, F2 numunesi için sadece tane iriliği kıyaslaması yapılmıştır.

Flotasyon deneylerinde mika flotasyonu için toplayıcı olarak ilk grup (A Grubu) deneylerde katyonik kolektörlerden bir tallow amin olan Cytec firmasının ürünü AERO 3000 C ve gazyağı+fuel-oil (%80+%20) karışımı, ikinci grup deneylerde amin grubu reaktiflerden ARMAC T; ağır mineral flotasyonu için ilk grup deneylerde yine Cytec firmasının ürünü anyonik kolektör olan AERO 704, ikinci grup (B Grubu) deneylerde Cytec firması ürünlerinden petrolyum sülfonat AERO 801 ve AERO 825, her iki grup deneyde de köpürtücü olarak çamyacı kullanılmıştır. Tüm reaktifler %1’lik hazırlanmıştır. Mika flotasyonunda pH’ı ayarlayabilmek için H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ağır mineral flotasyonunda pH’ı ayarlayabilmek için

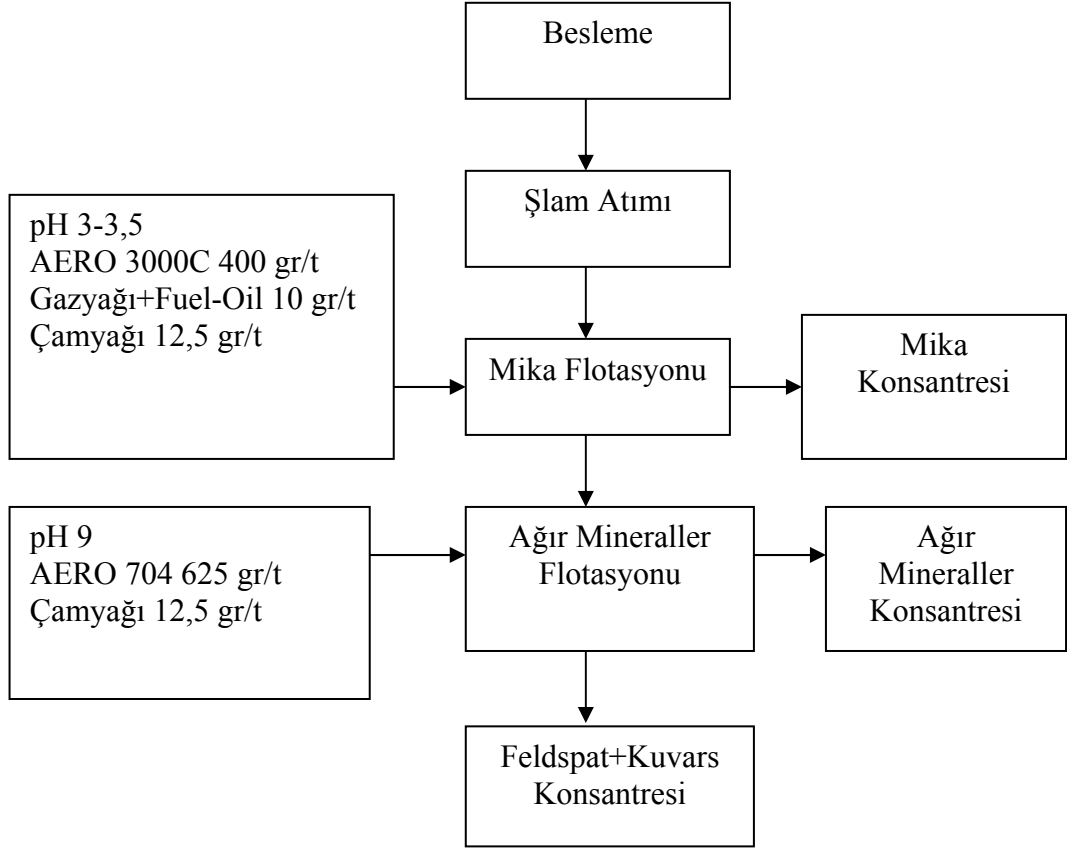
NaOH kullanılmıştır. Katı-sıvı oranı %20 alınmıştır. Deneylerde 500 gr numune miktarları ile çalışılmıştır. Tüm deneylerde şlam atımı  $-45\mu$  boyutunda yapılmıştır.

### 3.5.2.1 Tane Boyutunun Flotasyona Etkisi

Tane boyutunun flotasyona olan etkisi incelenirken, F1 ve F2 numuneleri için farklı koşullar ve reaktif gruplandırılmalarında,  $-0,212+0,106$  mm ve  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonlarında deneyler yapılmıştır. F1 numunesi için yapılan deney koşulları Tablo 3.31’de verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/ dakika alınmıştır. Şekil 3.99’da deneyin akım şeması, Tablo 3.32-3.33’te ise, deney sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.31 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deney koşulları

<b>Reaktifler (A Grubu)</b>	<b>Miktar (gr/ton)</b>	<b>pH</b>
<b>AERO 3000 C</b>	400	3 - 3,5
<b>AERO 704</b>	625	9
<b>Gazyacı+Fuel-oil</b>	10	
<b>Çamyacı</b>	12,5	



Şekil 3.99 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deneyi akım şeması (A grubu reaktifler ile).



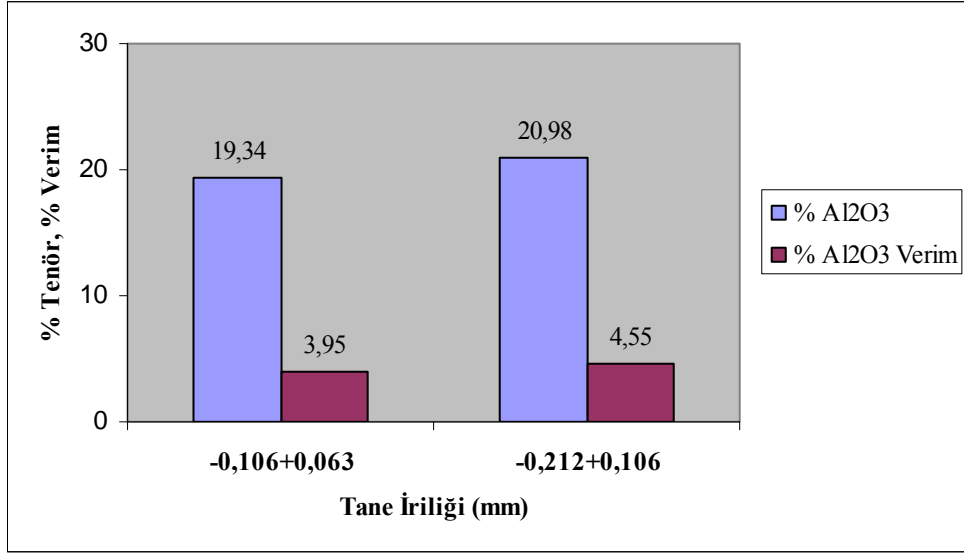
Tablo 3.32 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deney sonuçları (-0,212+0,106 mm)

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	3,26	52,59	2,37	20,98	4,55	10,43	19,69	1,58	14,71	1,27	1,72	3,60	21,36	1,42	1,44	6,57	5,43	0,08	1,47
<b>Ağır Min.K.</b>	1,08	59,94	0,89	16,43	1,18	7,00	4,39	1,06	3,29	3,36	1,50	2,50	4,92	2,34	0,79	5,14	1,41	1,46	0,76
<b>Konsantre</b>	95,66	73,20	96,74	14,83	94,27	1,37	75,92	0,30	82,00	2,45	96,78	0,42	73,72	3,28	97,77	3,84	93,16	0,24	0,06
<b>Besleme M.</b>	100	72,38	100	15,05	100	1,72	100	0,35	100	2,42	100	0,55	100	3,20	100	3,94	100	0,25	

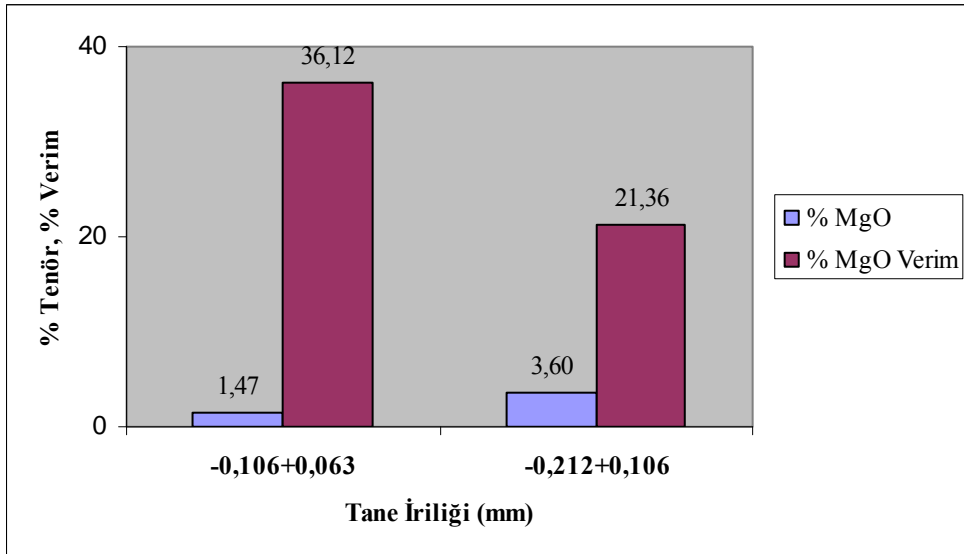
Tablo 3.33 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deney sonuçları (-0,106+0,063 mm)

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	3,70	62,85	3,37	19,34	3,95	5,18	31,41	0,72	14,49	1,98	2,34	1,47	36,12	2,47	2,11	4,58	4,10	0,18	1,22
<b>Ağır Min. K.</b>	16,01	71,48	16,60	15,55	13,75	1,36	35,69	0,28	24,38	2,96	15,17	0,30	31,89	3,40	12,57	3,98	15,43	0,63	0,06
<b>Konsantre</b>	80,29	68,72	80,03	18,56	82,30	0,25	32,90	0,14	61,13	3,21	82,49	0,06	31,99	4,60	85,32	4,14	80,47	0,13	0,20
<b>Besleme M.</b>	100	68,95	100	18,11	100	0,61	100	0,18	100	3,12	100	0,15	100	4,33	100	4,13	100		

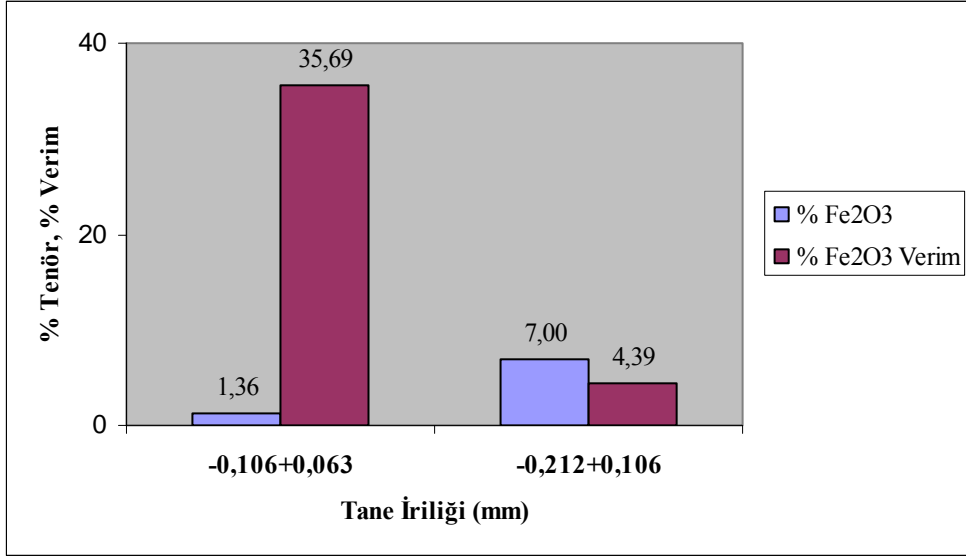
Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi



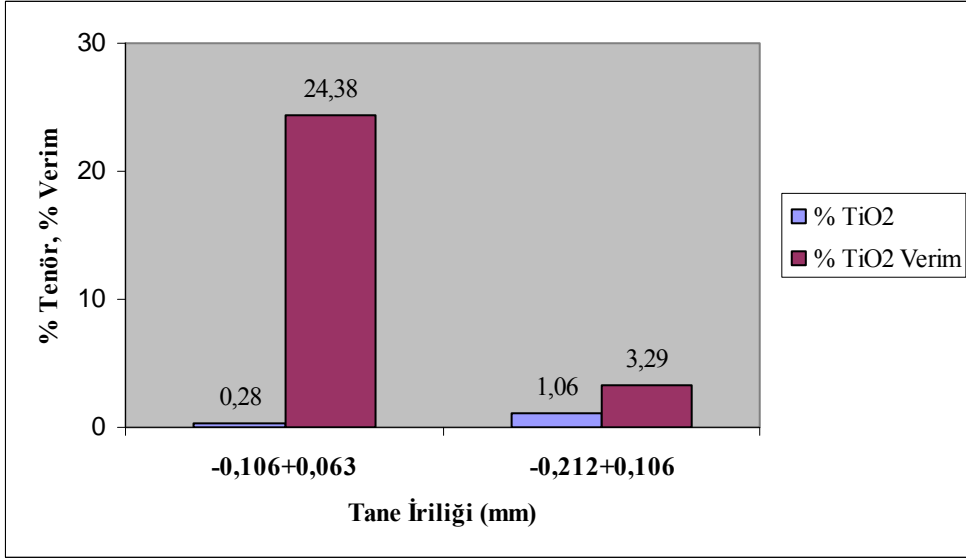
Şekil 3.100 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



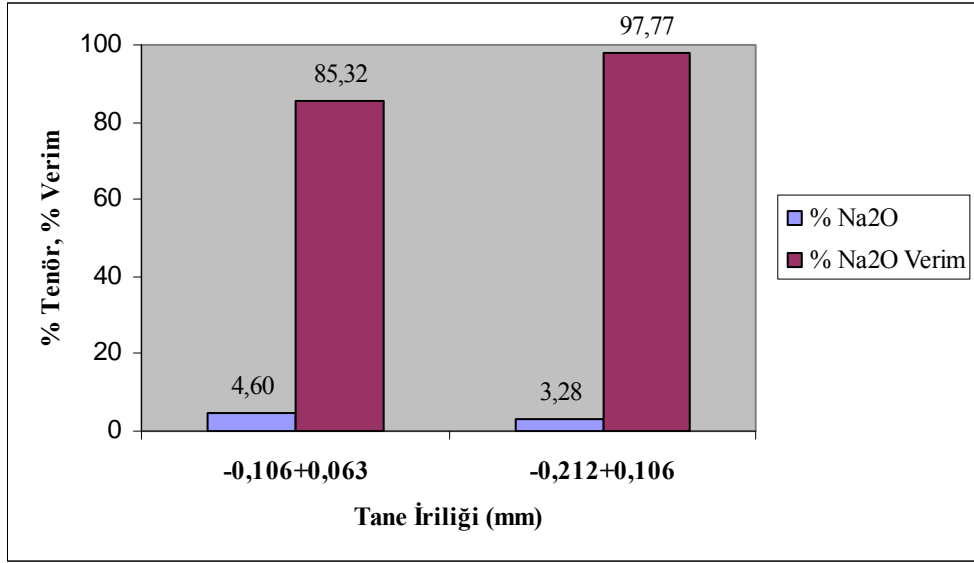
Şekil 3.101 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde mika konsantresindeki % tenör ve verim MgO değişimi grafiği.



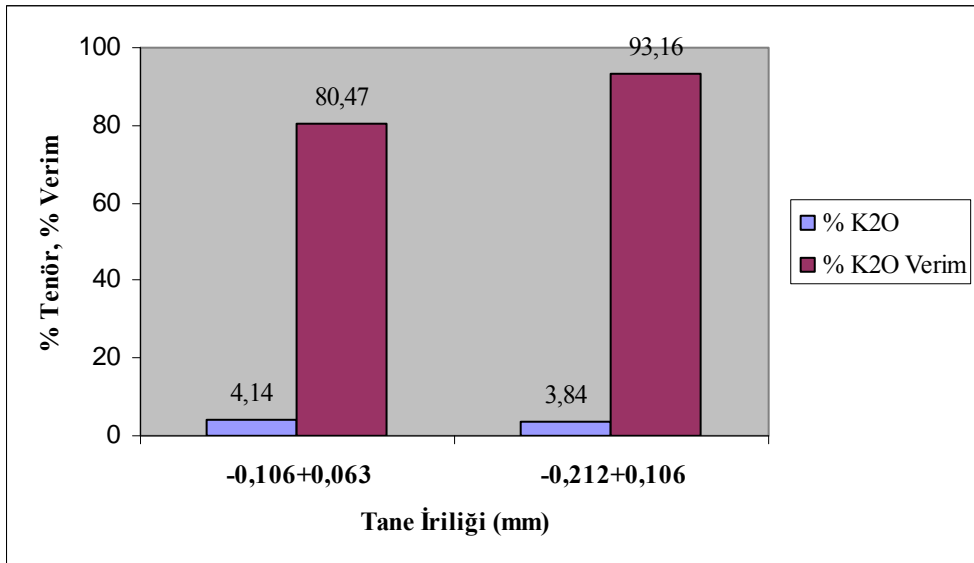
Şekil 3.102 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde ağır mineral konsantrisindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



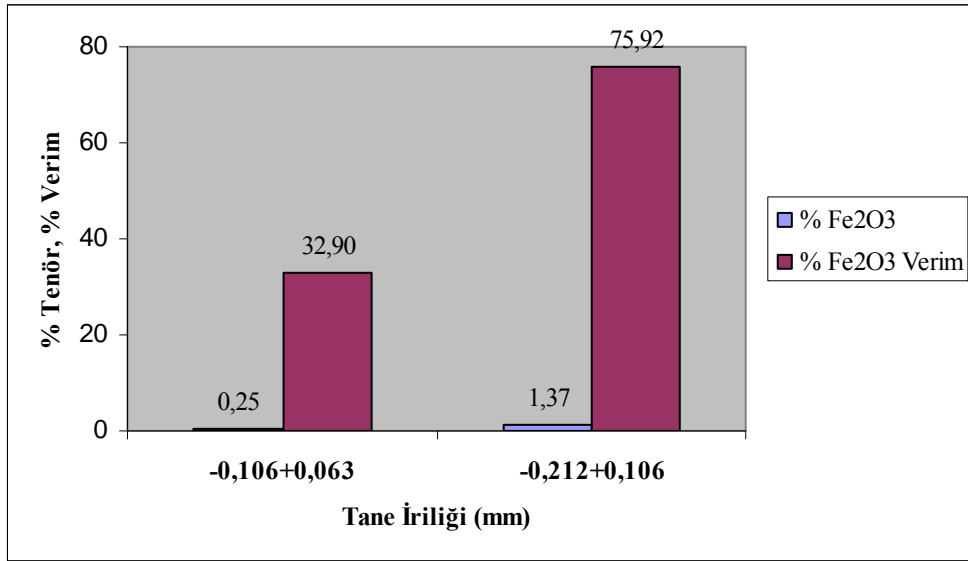
Şekil 3.103 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde ağır mineral konsantrisindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



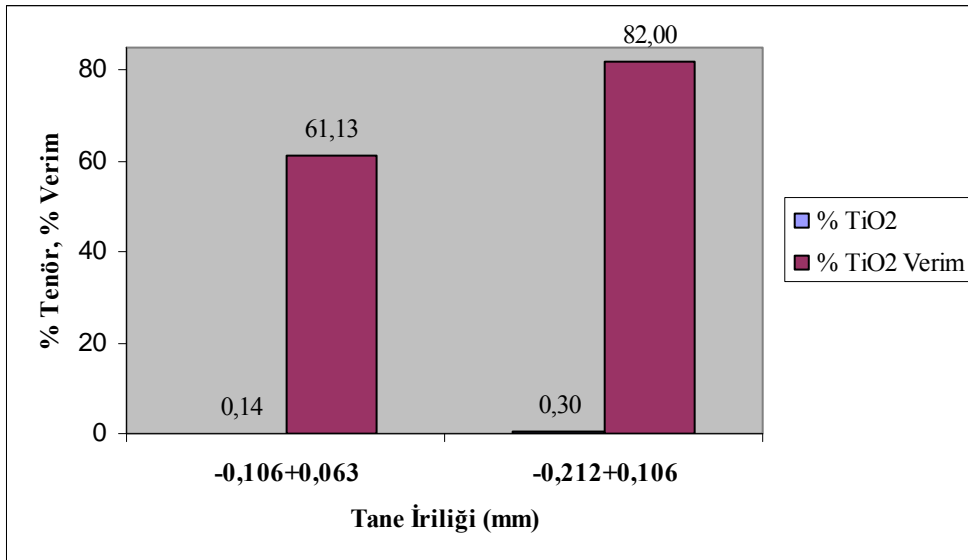
Şekil 3.104 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.105 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki K<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.106 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.107 F1 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

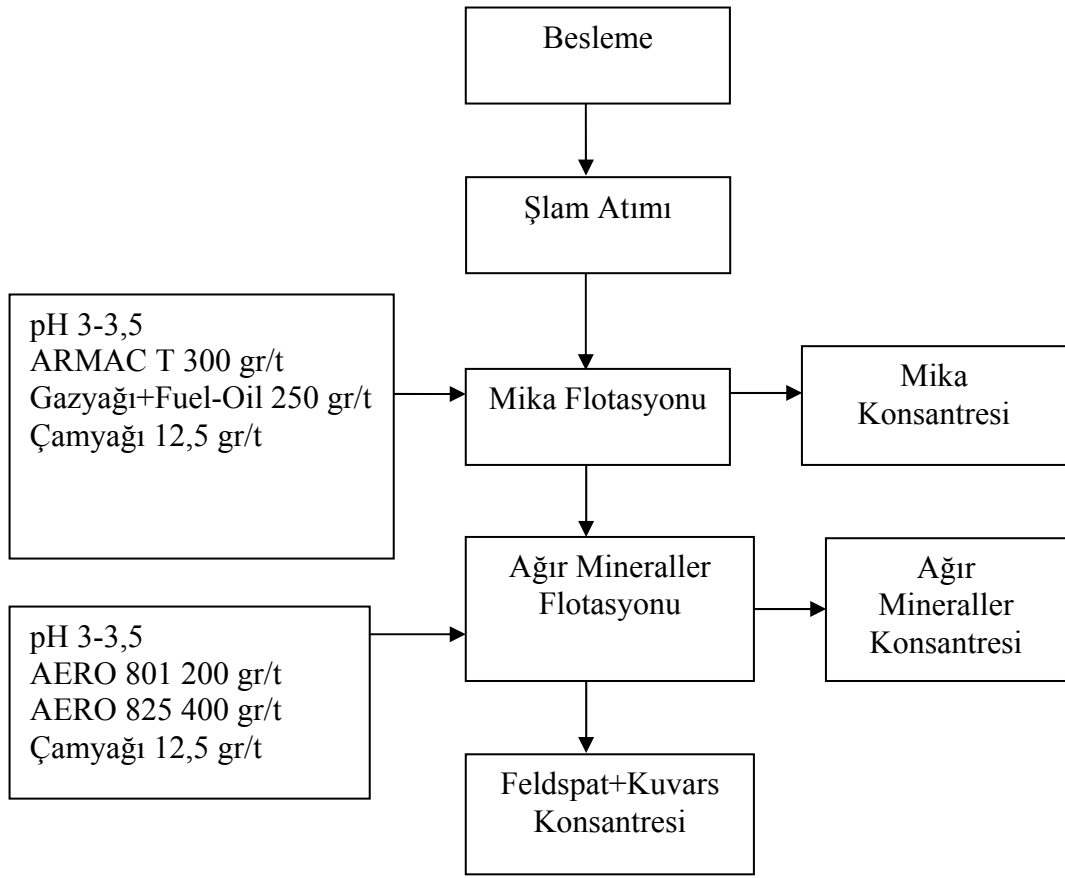
Yukarıda verilen grafiklerden görüldüğü gibi, mika konsantresi için Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verimi -0,212+0,106mm fraksiyonunda % 20,98 ve % 4,55 değerleri ile yüksek, MgO verimi -0,106+0,063 mm fraksiyonunda % 36,12 değeri ile, tenörü -0,212+0,106 mm fraksiyonunda % 3,60 değeri ile yüksektir. Ağır mineral konsantresinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü -0,212+0,106 mm fraksiyonunda % 7 değeri ile

yüksekken, verimi  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda % 35,69 değeri ile yüksektir. Yine ağır mineral konsantresinde  $TiO_2$  tenörü  $-0,212+0,106$  mm fraksiyonunda %1,06 değeri ile, verimi  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda % 24,38 değeri ile yüksektir. Feldspat+kuvars konsantresindeki  $Na_2O$  tenörü  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda % 4,60 değeri ile, verimi  $-0,212+0,106$  mm fraksiyonunda % 97,77 değeri ile yüksektir.  $K_2O$  tenörü  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda % 4,14 değeri ile, verimi  $-0,212+0,106$  mm fraksiyonunda % 93,16 değeri ile yüksektir.  $Fe_2O_3$  tenör ve verim değerleri % 0,25 ve % 32,9 ile,  $TiO_2$  tenör ve verim değerleri ise % 0,14 ve %61,13 değerleri ile  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda düşüktürler. Elde edilen bu değerler sonucunda mika ve ağır mineral konsantreleri ile cevherden uzaklaştırılmak istenilen emprüteler ile feldspat+kuvars konsantresinde olması istenen  $Na_2O$  ve  $K_2O$  % verim değerlerinin yüksekliği sebebiyle  $-0,212+0,106$  mm fraksiyonunda bulunmaktadır. Feldspat+kuvars konsantresinde emprüte uzaklaştırılması ise  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda daha başarılıdır. F1 numunesi için bu iki tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan flotasyon deney sonuçlarında çok büyük bir farklılık gözlenmemiştir.

F2 numunesi için yapılan deney koşulları ise Tablo 3.34'te verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/ dakika alınmıştır. Şekil 3.108'de deneyin akım şeması, Tablo 3.35-3.36'da ise, deney sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.34 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deney koşulları

<b>Reaktifler (B Grubu)</b>	<b>Miktar (gr/ton)</b>	<b>pH</b>
<b>ARMAC T</b>	300	3 - 3,5
<b>AERO 801</b>	200	3 - 3,5
<b>AERO 825</b>	400	3 - 3,5
<b>Gazyağı+Fuel-oil</b>	250	
<b>Çamyacı</b>	12,5	



Şekil 3.108 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deneyi akım şeması (B grubu reaktifler ile).

Tablo 3.35 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deney sonuçları (-0,212+0,106 mm)

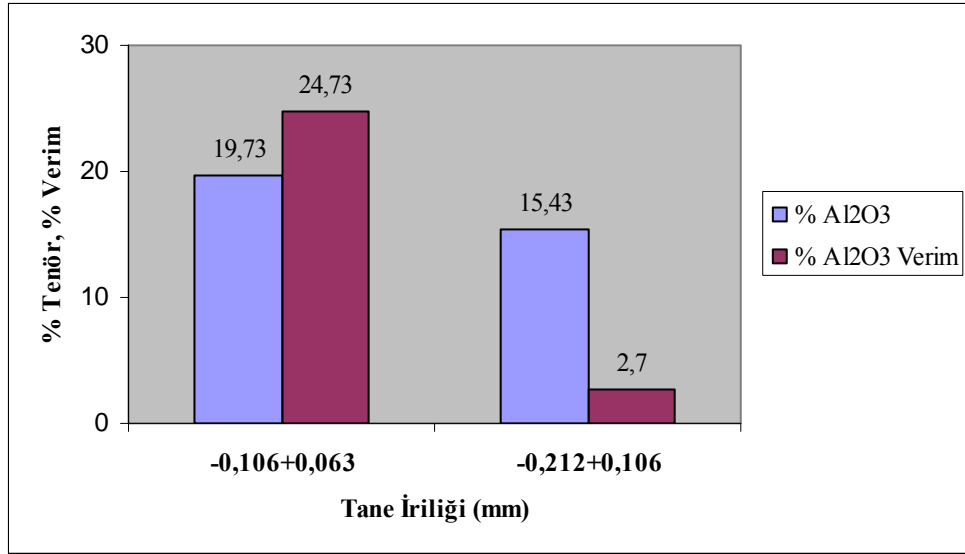
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	15,44	56,39	11,58	19,73	24,73	4,49	48,12	0,47	63,31	0,27	3,37	2,05	71,55	0,64	3,17	9,76	32,15	0,3	5,62
<b>Ağır Min. K.</b>	2,34	68,18	2,12	11,58	2,2	5,74	9,29	0,3	6,11	7,19	13,58	0,46	2,43	1,96	1,47	2,73	1,36	0,32	1,34
<b>Konsantre</b>	82,22	78,89	86,3	10,95	73,07	0,75	42,59	0,04	30,58	1,25	83,05	0,14	26,02	3,62	95,37	3,79	66,49	0,09	0,27
<b>Besleme M.</b>	100	75,17	100	12,32	100	1,44	100	0,12	100	1,24	100	0,44	100	3,12	100	4,69	100	0,13	

Tablo 3.36 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisi deney sonuçları (-0,106+0,063 mm)

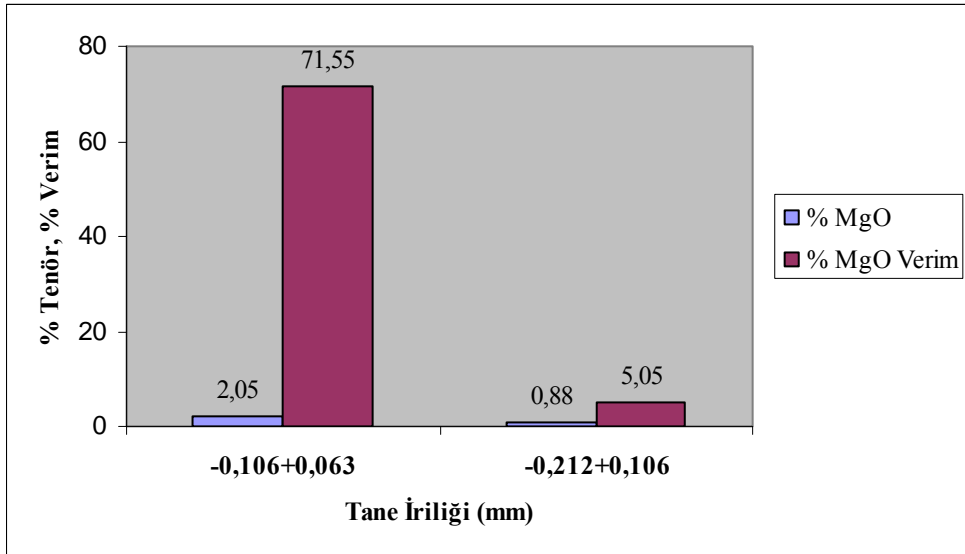
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	2,22	64,12	2,14	15,43	2,7	2,93	4,6	0,26	4,26	0,68	1,41	0,88	5,05	1,97	1,46	6,99	3,19	0,5	6,06
<b>Ağır Min.K.</b>	2,06	67,99	2,1	13,75	2,24	2,36	3,45	0,26	3,95	3,54	6,79	0,63	3,35	2,11	1,45	4,92	2,08	2,85	1,41
<b>Konsantre</b>	95,72	66,62	95,76	12,58	95,06	1,36	91,95	0,13	91,79	1,03	91,81	0,37	91,59	3,03	97,08	4,81	94,72	0,07	9,78
<b>Besleme M.</b>	100	66,59	100	12,67	100	1,41	100	0,14	100	1,07	100	0,39	100	2,99	100	4,86	100	0,14	

Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi

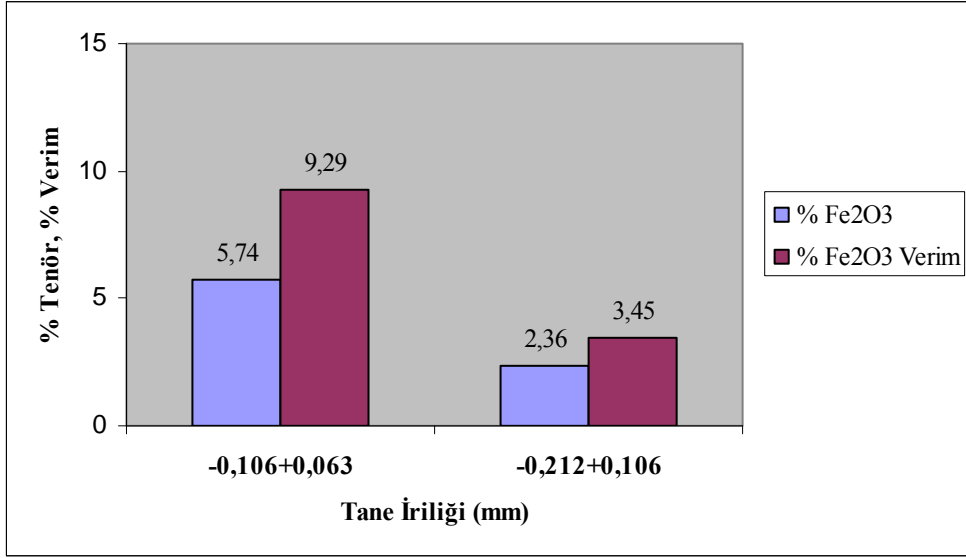




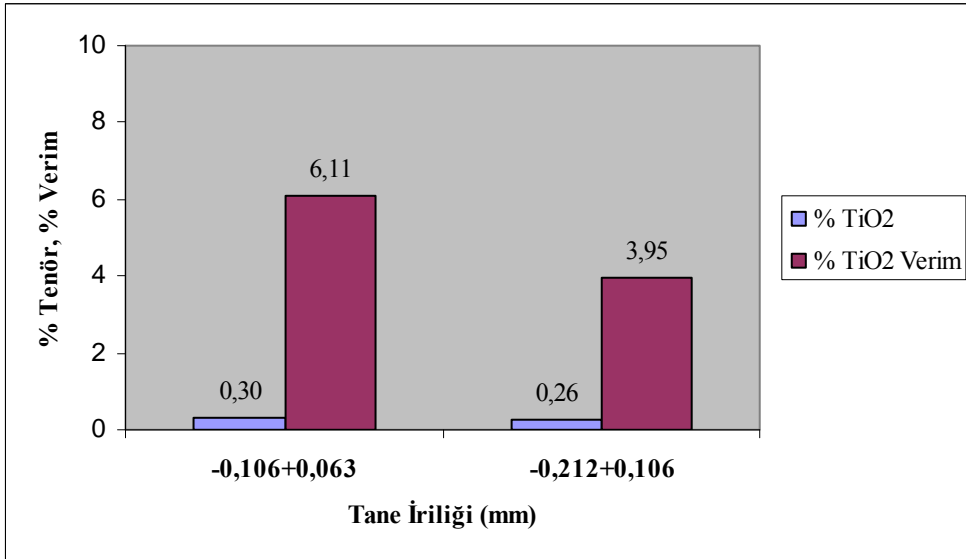
Şekil 3.109 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



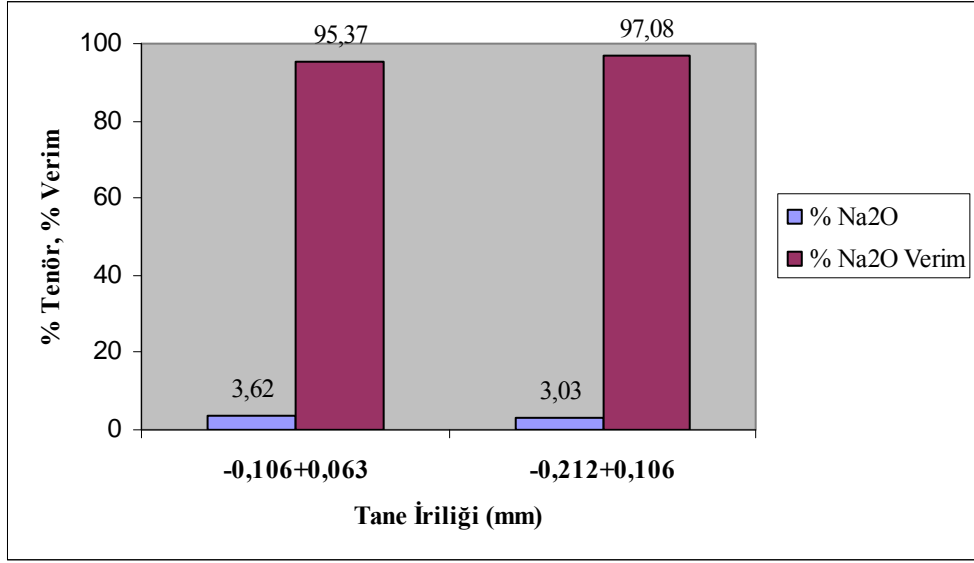
Şekil 3.110 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde mika konsantresindeki % tenör ve verim MgO değişimi grafiği.



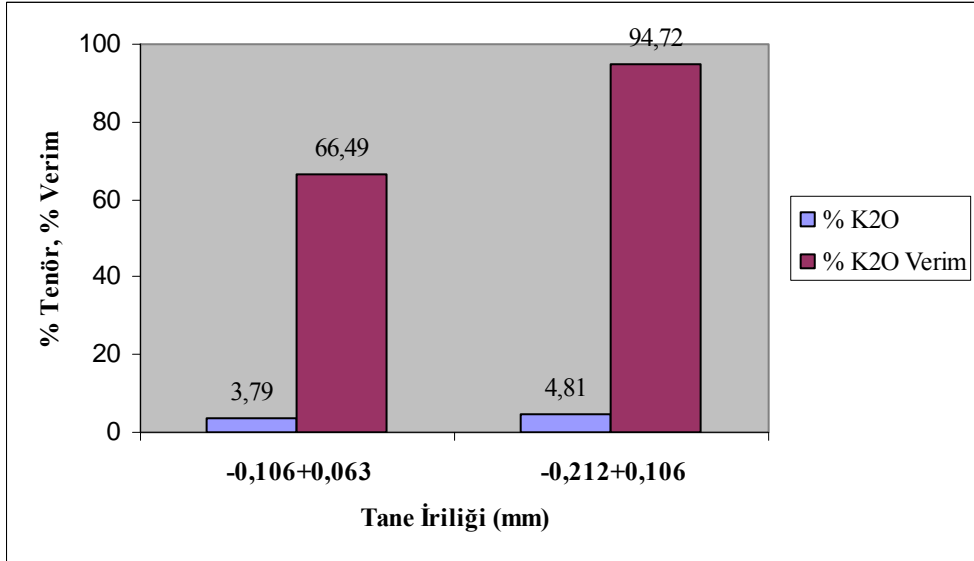
Şekil 3.111 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde ağır mineral konsantrisindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



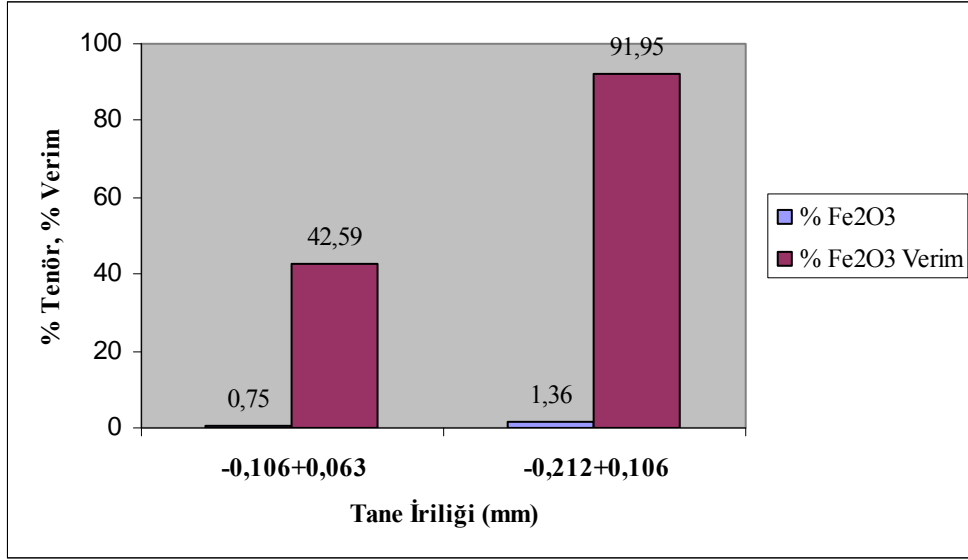
Şekil 3.112 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde ağır mineral konsantrisindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



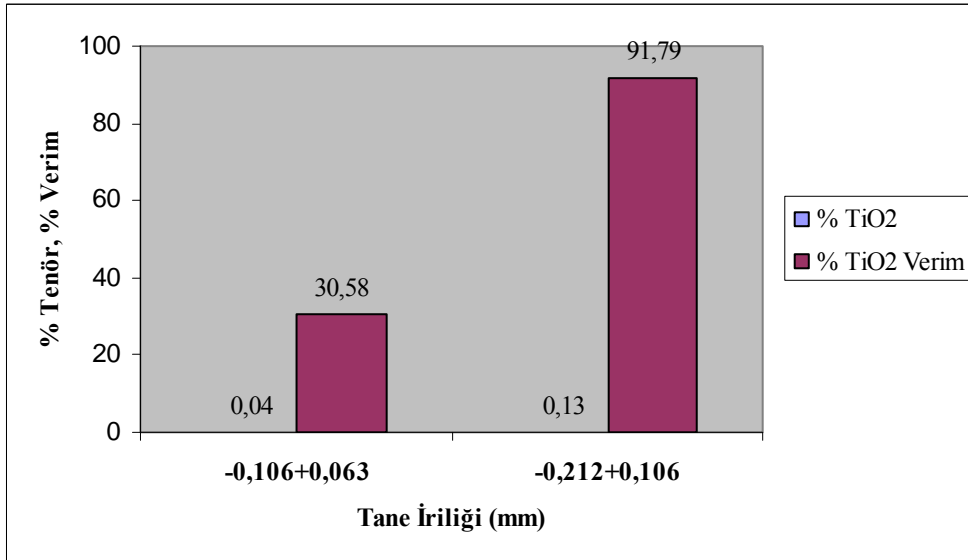
Şekil 3.113 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.114 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki K<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.115 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.116 F2 numunesi için tane boyutunun flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüldüğü gibi; mika konsantresinde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü % 19,73, verimi % 24,73 değerleri ile -0,212+0,106 mm fraksiyonunda yüksek, MgO tenörü % 2,05, verimi % 26,55 değeri ile -0,212+0,106 mm fraksiyonunda yüksektir. Ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü % 5,74, verimi % 9,29, TiO<sub>2</sub> verimi % 6,11 değerleri ile -0,212+0,106 mm fraksiyonunda yüksektir. Feldspat+kuvars

konsantresi için, Na<sub>2</sub>O tenör ve verim değerlerinde önemli değişimler bu fraksiyonlar için olmamıştır. K<sub>2</sub>O tenörü % 94,72 değeri ile -0,106+0,063 mm fraksiyonunda yüksek, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> tenörleri % 42,59 ve % 30,58 değerleri ile -0,212+0,106 mm fraksiyonlarında düşüktür. F2 numunesi için B grubu reaktifler ile yapılan tane fraksiyonları değişimi flotasyon deneylerinde, -0,212+0,106 mm fraksiyonunda emprüte uzaklaştırma başarısı daha yüksek değerlere ulaşmıştır. Konsantre eldesi ise Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O'nun ikisinin de verim değerlerinin yüksek olduğu fraksiyon -0,106+0,063 mm fraksiyonu olarak görülmektedir.

### 3.5.2.2 Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisi

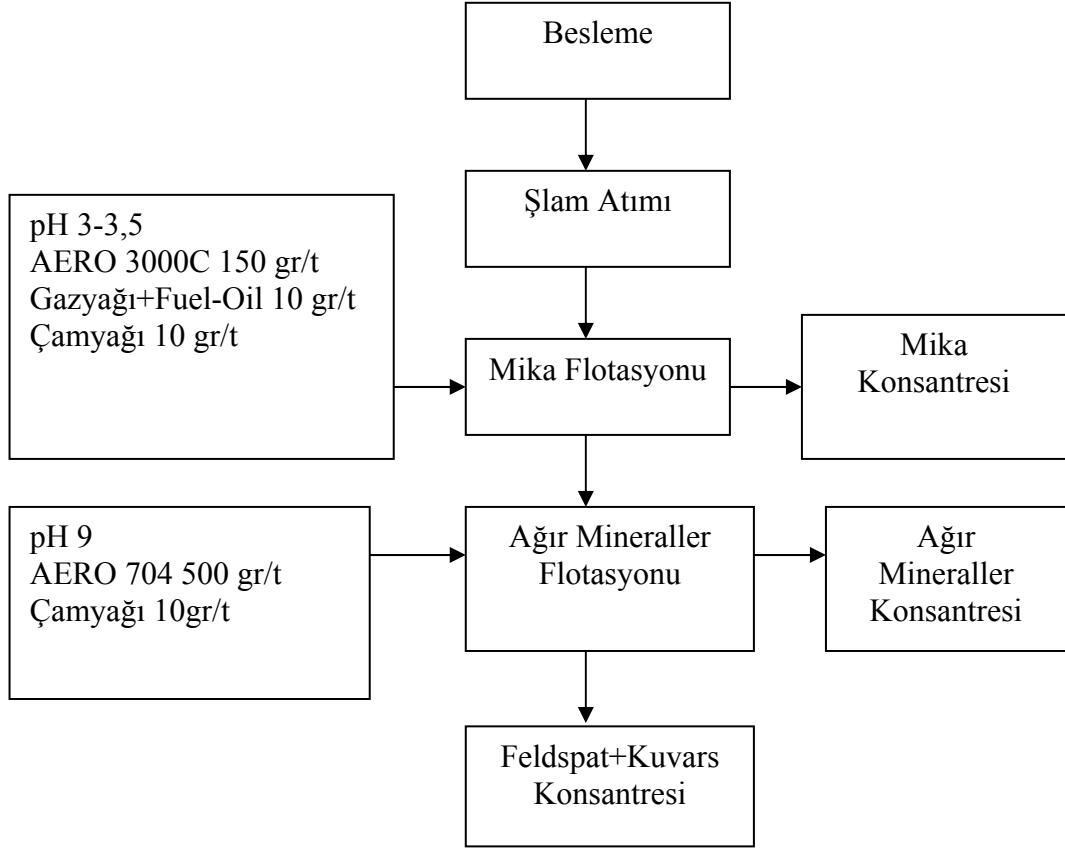
Reaktif miktarının flotasyona olan etkisi incelenirken, F1 numunesi için deneyler yapılmış ve tane fraksiyonlarına ayrılmış numunelere, reaktif grupları farklı miktarlarda uygulanarak, reaktif miktarının flotasyona etkisi incelenmiştir. Bu incelemeler, -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm fraksiyonlarında yapılmıştır.

#### ➤ -0,212 + 0,106 mm tane fraksiyonunda reaktif miktarı etkisi;

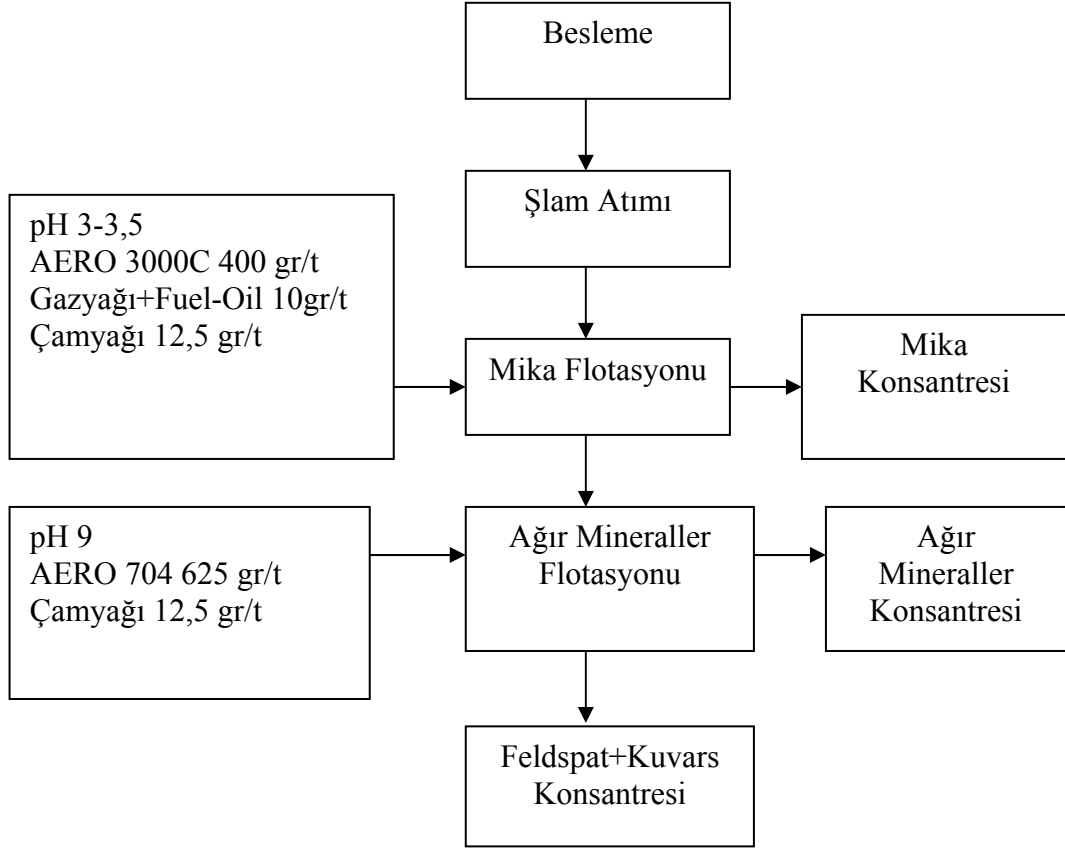
Bu tane fraksiyonunda her iki grup reaktifle de çalışılmıştır. Tablo 3.37'de A grubu reaktifler ile yapılan deneylerin koşulları, Şekil 3.117-3.118'de flotasyon akım şeması, Tablo 3.38-3.39'da deney sonuçları verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/dakika alınmıştır.

Tablo 3.37 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktif miktarları

Reaktifler (A Grubu)	Miktar (gr/ton)		pH
	1.Deney	2.Deney	
AERO 3000 C	150	400	3 - 3,5
AERO 704	500	625	9
G.yağı+Fuel-oil	10	10	
Çamyacı	10	12,5	



Şekil 3.117 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 1 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



Şekil 3.118 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 2 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.

Tablo 3.38 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifler ile yapılan 1 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

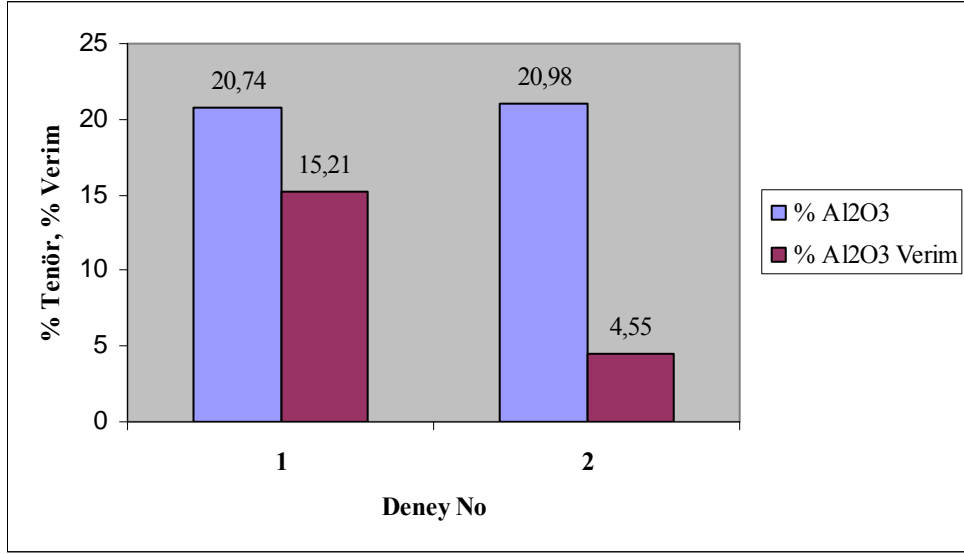
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	11,04	52,35	8,01	20,74	15,21	10,11	64,02	1,65	38,41	1,04	38,41	3,76	38,41	1,45	5,09	7,38	20,38	0,06	1,47
<b>Ağır Min.K.</b>	7,97	69,66	7,70	11,86	6,28	5,14	23,44	0,91	15,21	3,64	15,21	1,04	15,21	1,89	4,79	3,25	6,48	1,86	0,76
<b>Konsantre</b>	80,99	75,09	84,29	14,59	78,51	0,28	12,54	0,13	46,38	2,47	46,38	0,07	46,38	3,50	90,12	3,61	73,14	0,07	0,20
<b>Besleme M.</b>	100	72,14	100	15,05	100	1,74	100	0,47	100	2,4	100	0,56	100	3,14	100	3,99	100	0,21	

Tablo 3.39 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifler ile yapılan 2 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

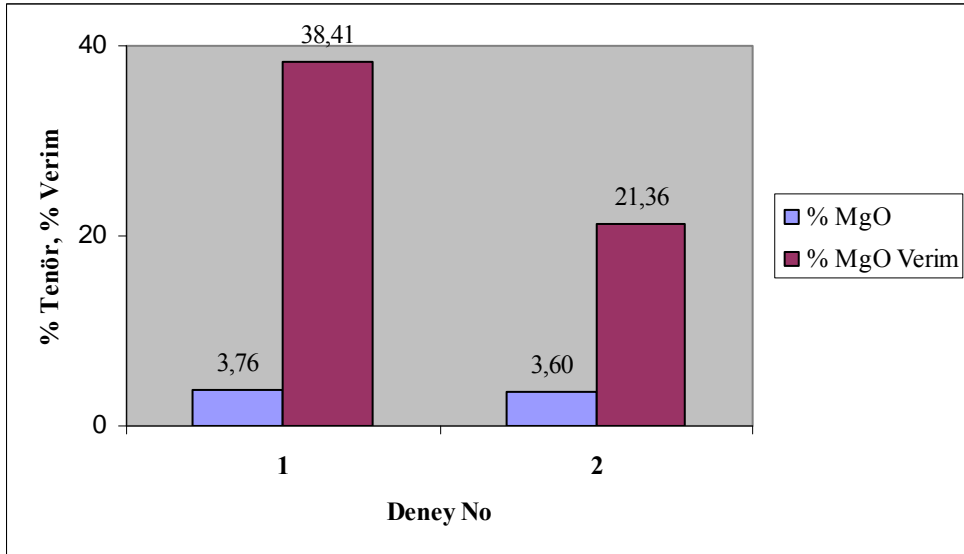
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	3,26	52,59	2,37	20,98	4,55	10,43	19,69	1,58	14,71	1,27	1,72	3,60	21,36	1,42	1,44	6,57	5,43	0,08	1,47
<b>Ağır Min.K.</b>	1,08	59,94	0,89	16,43	1,18	7,00	4,39	1,06	3,29	3,36	1,50	2,50	4,92	2,34	0,79	5,14	1,41	1,46	0,76
<b>Konsantre</b>	95,66	73,20	96,74	14,83	94,27	1,37	75,92	0,30	82,00	2,45	96,78	0,42	73,72	3,28	97,77	3,84	93,16	0,24	0,06
<b>Besleme M.</b>	100	72,38	100	15,05	100	1,72	100	0,35	100	2,42	100	0,55	100	3,20	100	3,94	100	0,25	

Konsantre= feldspat+kuvars konsantresi

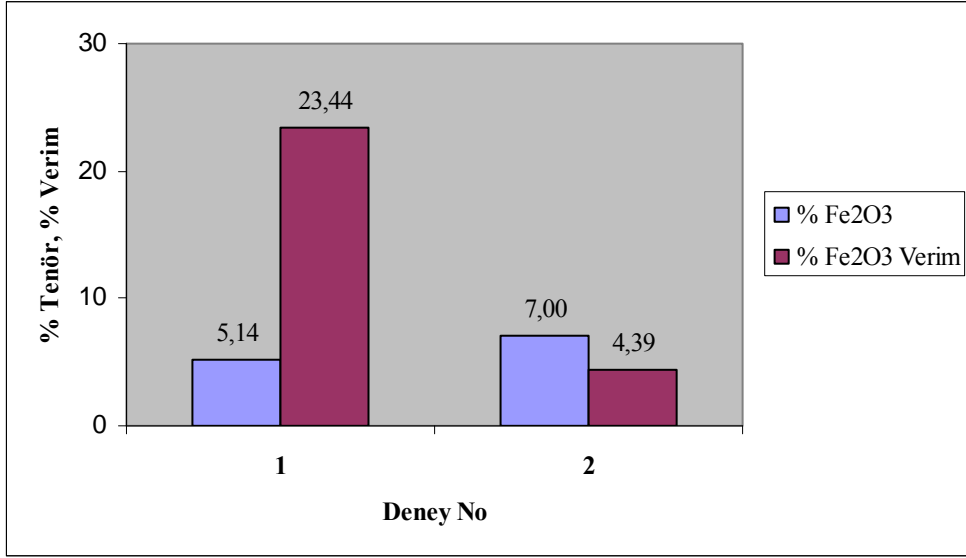




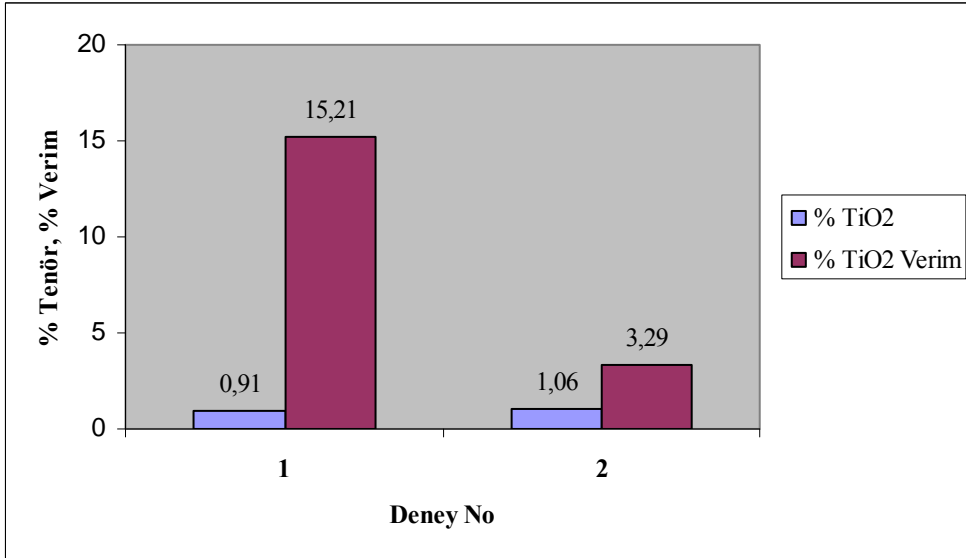
Şekil 3.119 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



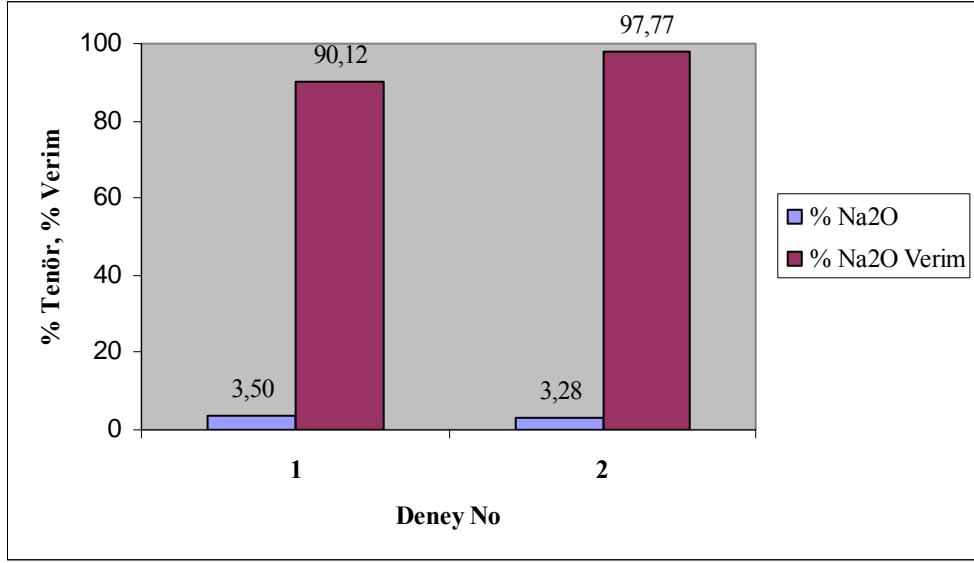
Şekil 3.120 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki % MgO tenör ve verim değişimi grafiği.



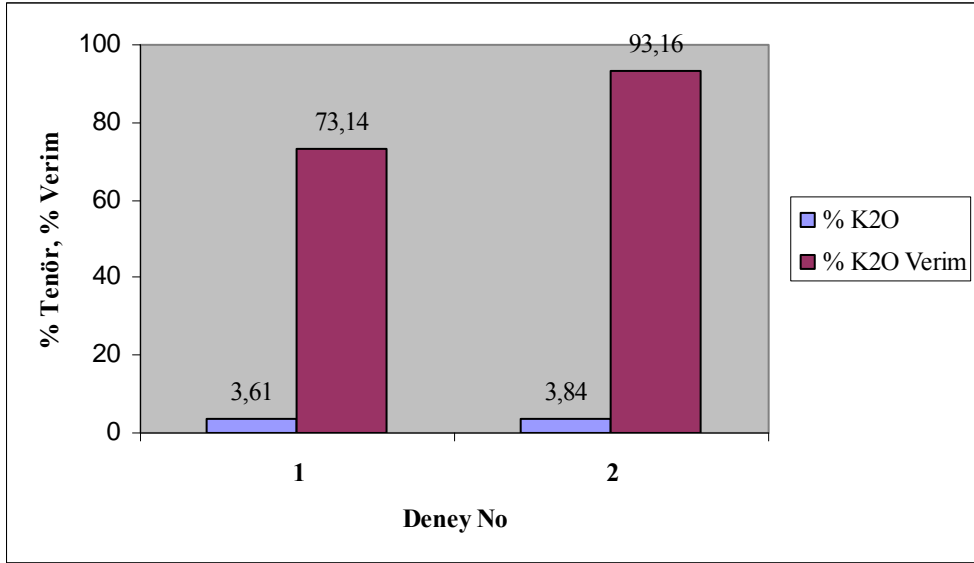
Şekil 3.121 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



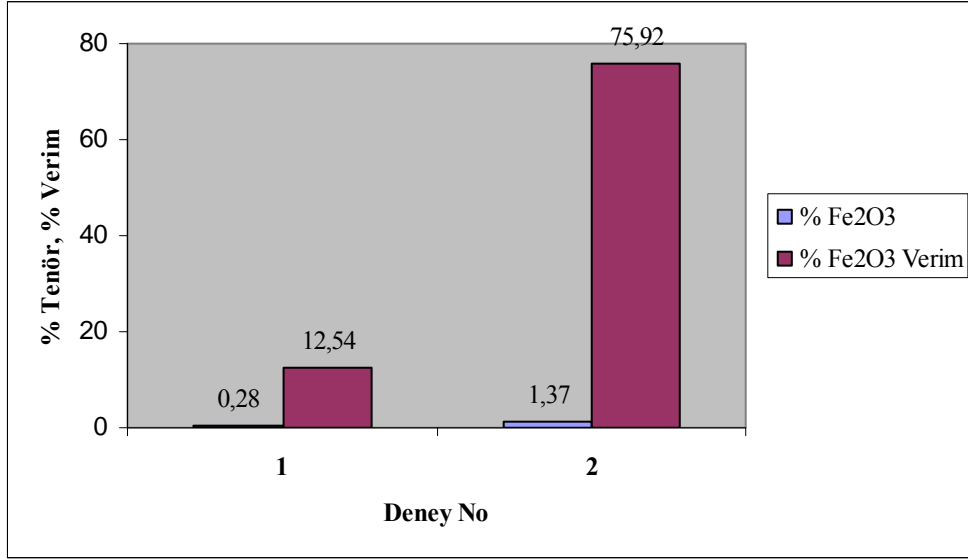
Şekil 3.122 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



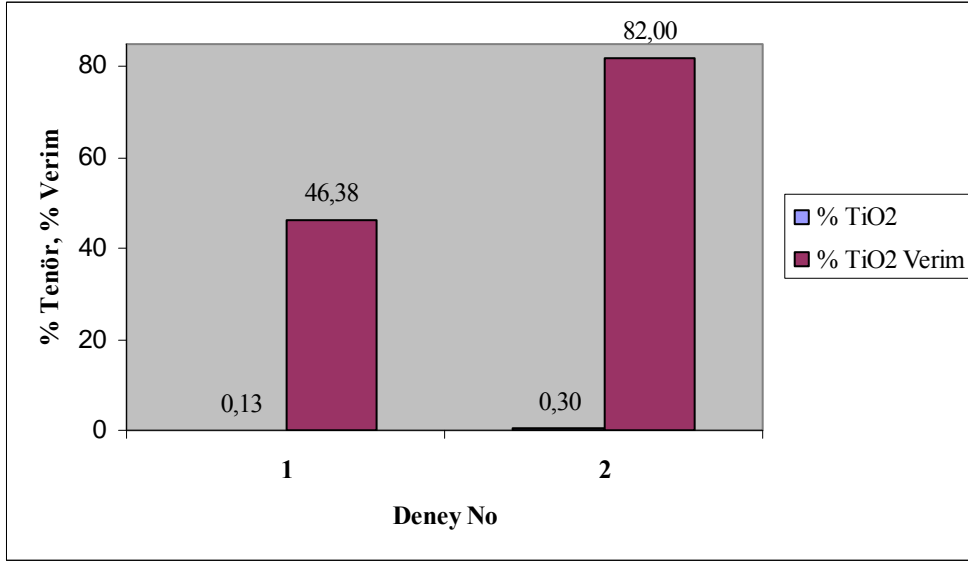
Şekil 3.123 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.124 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki K<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.125 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantrisindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



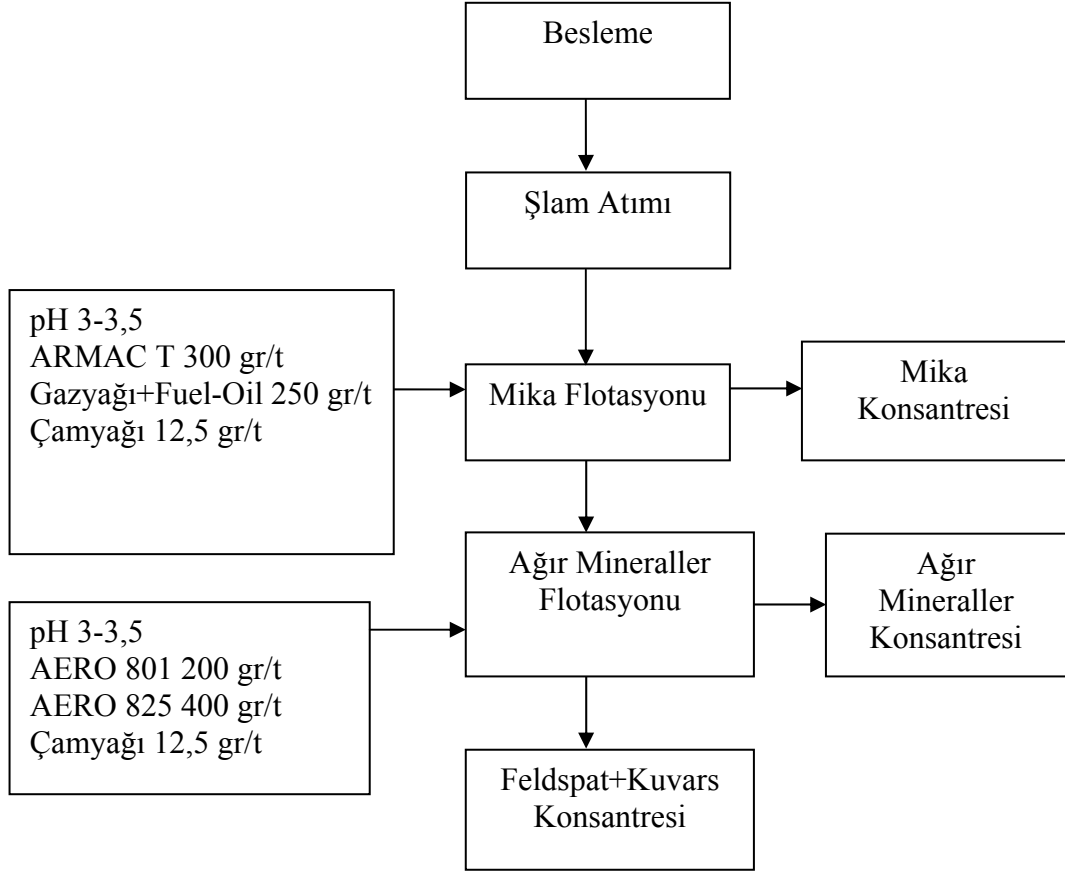
Şekil 3.126 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantrisindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

Yukarıda verilen grafikler göz önüne alındığında, feldspat+kuvars konsantresindeki % 97,77 yüksek Na<sub>2</sub>O verimi, % 93,16 yüksek K<sub>2</sub>O verimi değerlerini 2 numaralı deneyde almışlardır. Mika konsantresindeki % 15,21 yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verimi, % 38,41 yüksek MgO, ağır mineraller konsantresindeki % 23,44 yüksek Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 15,21 yüksek TiO<sub>2</sub>, feldspat+kuvars konsantresindeki % 12,54 düşük Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 46,38 düşük TiO<sub>2</sub> verim değerlerini 1 numaralı deneyde almışlardır. Emprüte uzaklaştırılması açısından A grubu reaktiflerinin daha az kullanıldığı 1 numaralı deney tercih edilebilirken, konsantre kazanma verimi açısından A grubu reaktiflerinin daha çok kullanıldığı 2 numaralı deney bu tane fraksiyonu için tercih edilebilir.

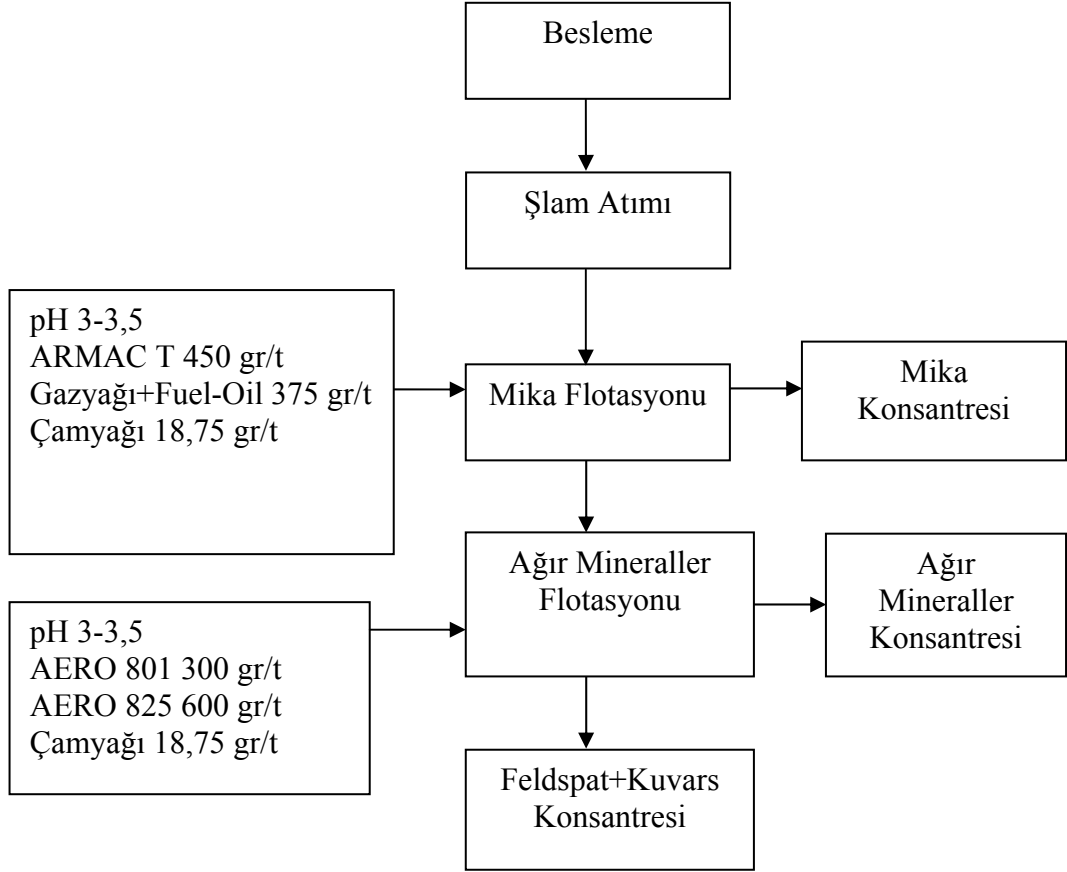
Bu tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile de deney yapılmıştır. 3.deney reaktifleri %50 arttırılarak 4.deney yapılmıştır. Tablo 3.40'ta B grubu reaktifler ile yapılan deneylerin koşulları, Şekil 3.127-3.128'de flotasyon akım şeması, Tablo 3.41-3.42'de deney sonuçları verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/ dakika alınmıştır.

Tablo 3.40 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktif miktarları

Reaktifler (B Grubu)	Miktar (gr/ton)		pH
	3.Deney	4.Deney	
ARMAC T	300	450	3 - 3,5
AERO 801	200	300	3 - 3,5
AERO 825	400	600	3 - 3,5
G.yağı+Fuel-oil	250	375	
Çamyacı	12,5	18,75	



Şekil 3.127 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan 3 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



Şekil 3.128 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan 4 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.

Tablo 3.41 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifler ile yapılan 3 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

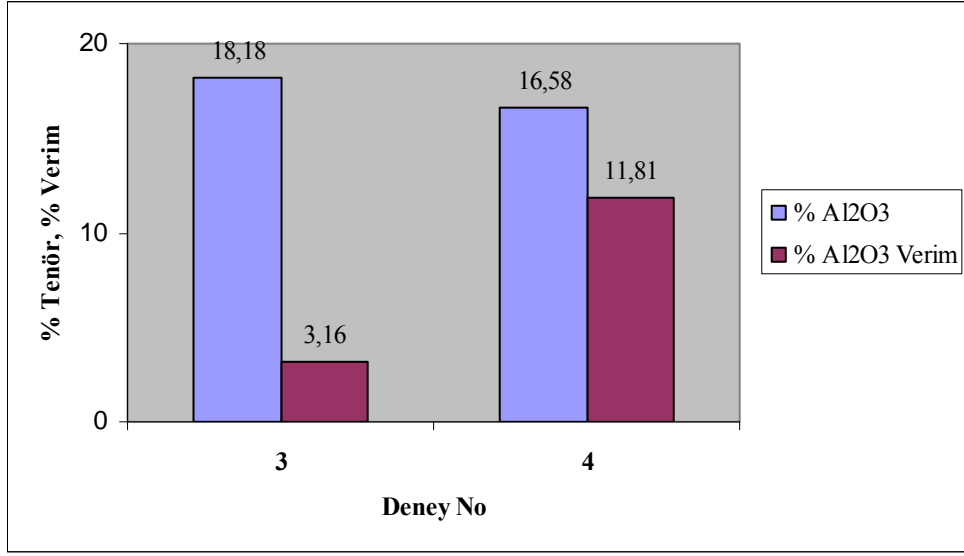
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	2,57	58,58	2,1	18,18	3,16	6,18	9,91	0,95	7,15	1,96	2,12	1,87	9,12	2,36	1,88	4,8	3,12	0,2	4,91
<b>Ağır Min.K.</b>	17,53	65,89	16,1	14,46	17,18	3,04	33,37	0,57	29,38	2,86	21,18	0,77	25,75	2,88	15,65	3,84	17,02	0,77	4,91
<b>Konsantre</b>	79,9	73,41	81,8	14,71	79,66	1,14	56,72	0,27	63,47	2,27	76,7	0,43	65,13	3,33	82,47	3,95	79,86	0,18	0,31
<b>Besleme M.</b>	100	71,71	100	14,76	100	1,60	100	0,34	112	2,37	100	0,53	100	3,23	100	3,95	100	0,29	

Tablo 3.42 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifler ile yapılan 4 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

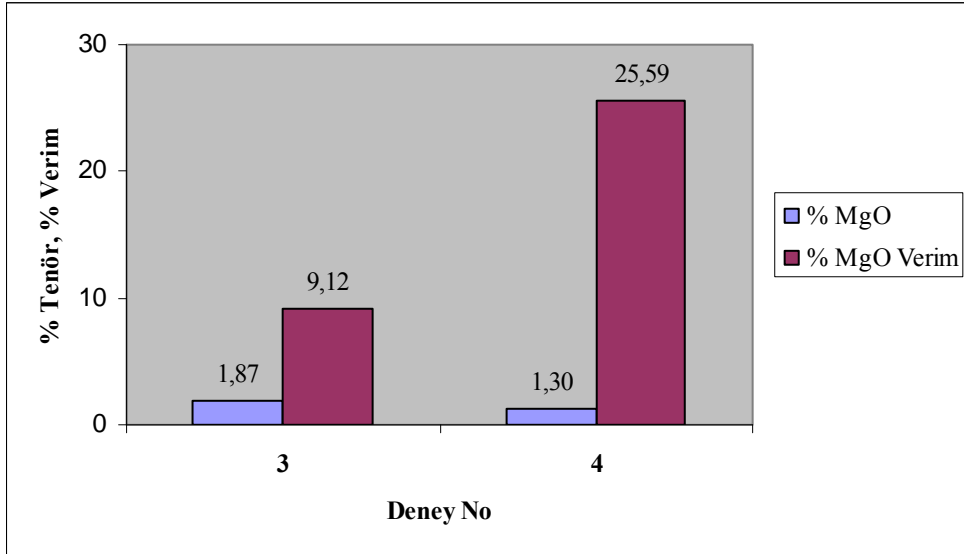
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	10,61	63,23	9,33	16,58	11,81	3,84	23,91	0,69	17,44	1,99	8,68	1,3	25,59	2,73	9,48	4,61	12,34	0,13	4,91
<b>Ağır Min.K.</b>	28,94	69,75	28,08	15,16	29,46	2,83	48,06	0,55	37,92	2,7	32,14	0,78	41,88	3,16	29,94	4,21	30,75	0,55	0,31
<b>Konsantre</b>	60,45	74,44	62,59	14,47	58,73	0,79	28,03	0,31	44,64	2,38	59,18	0,29	32,53	3,06	60,57	3,73	56,91	0,1	1,06
<b>Besleme M.</b>	100	71,89	100	14,89	100	1,7	100	0,42	100	2,43	100	0,54	100	3,05	100	3,96	100	0,23	

Konsantre= feldspat+kuvars konsantresi

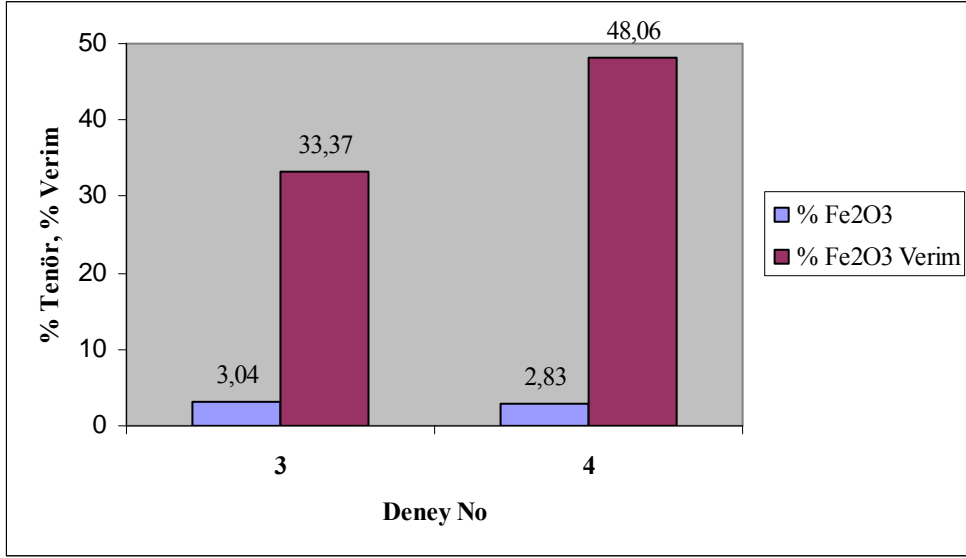




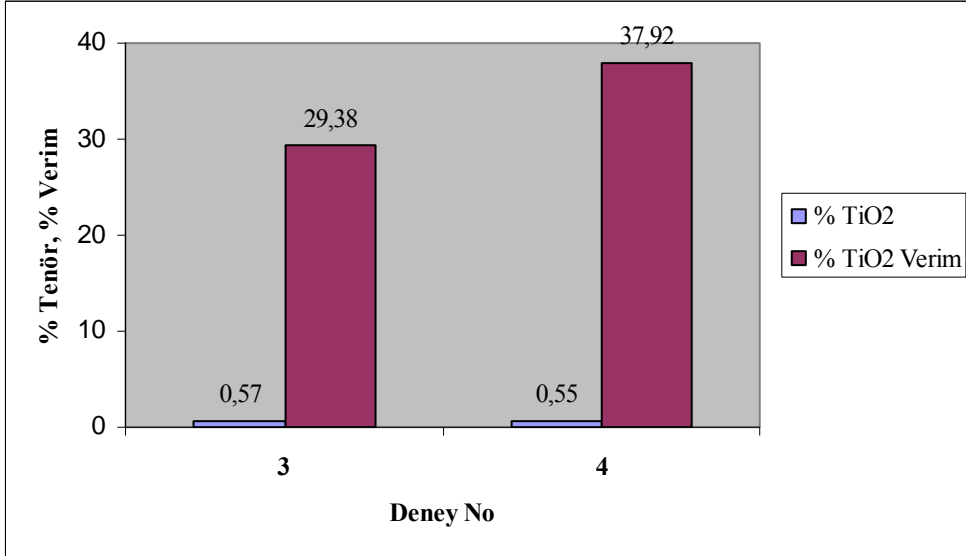
Şekil 3.129 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



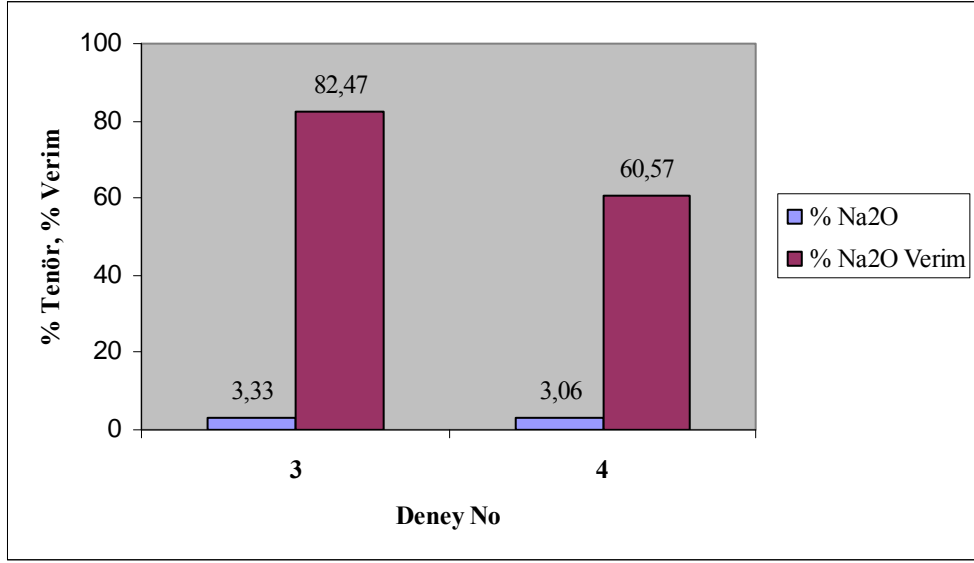
Şekil 3.130 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki MgO % tenör ve verim değişimi grafiği.



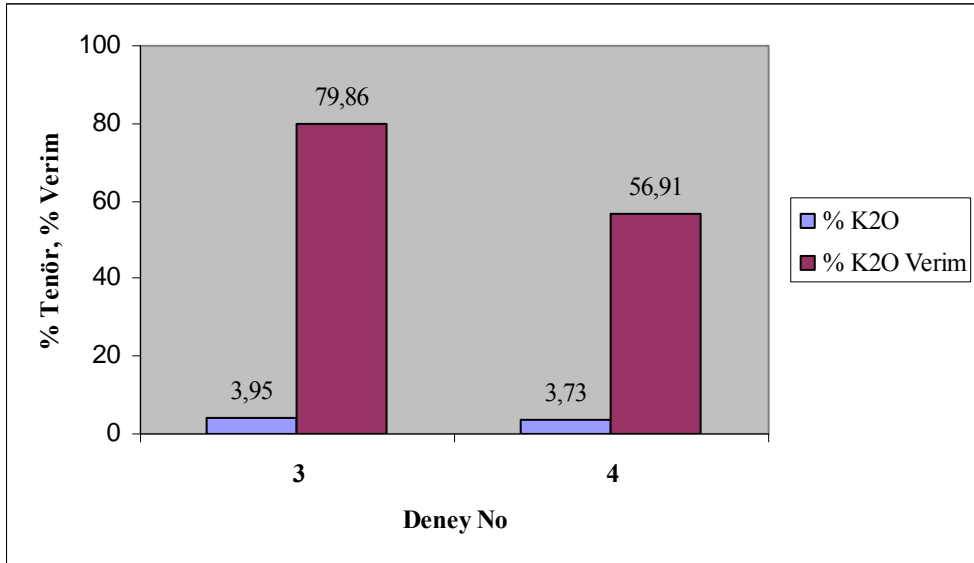
Şekil 3.131 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineraller konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



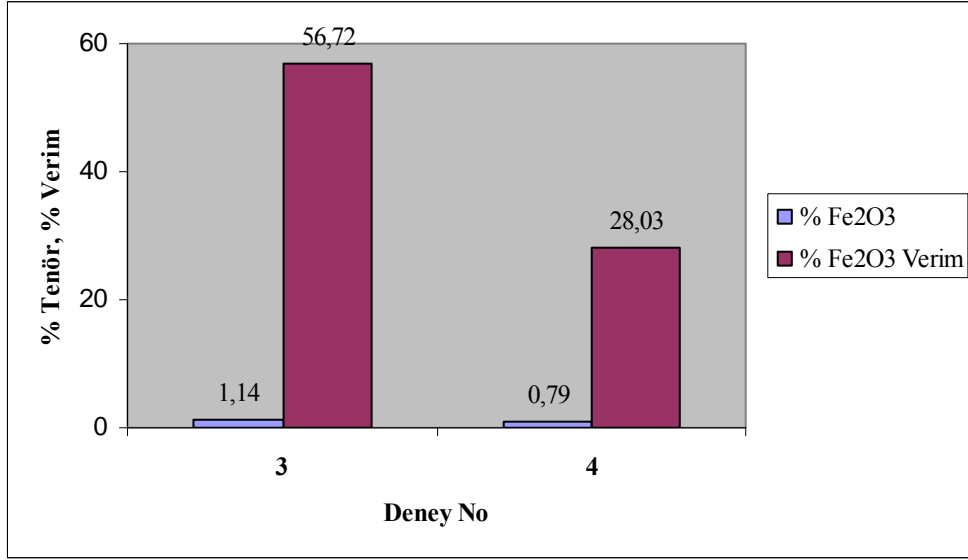
Şekil 3.132 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineraller konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



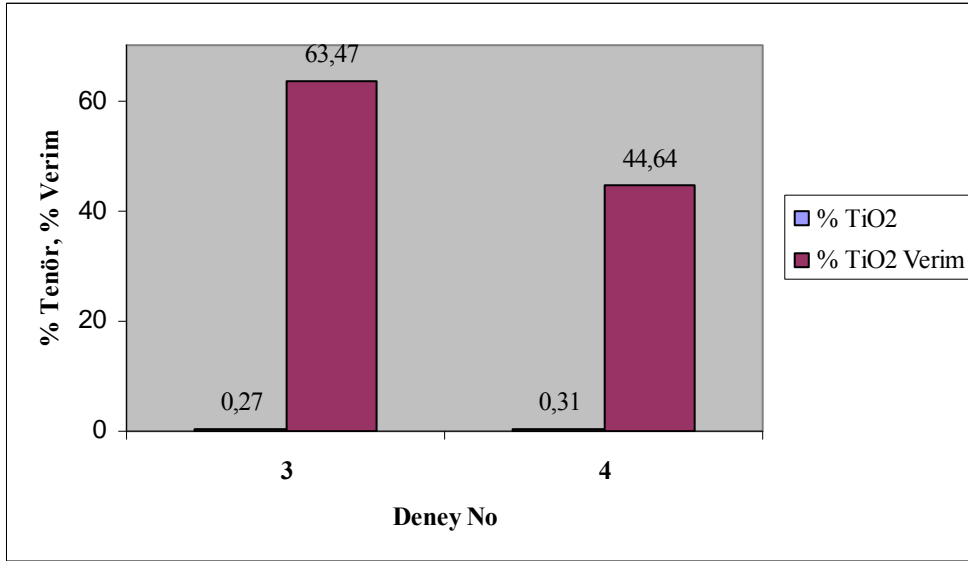
Şekil 3.133 F1 numunesi için  $-0,212+0,106$  mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki  $\text{Na}_2\text{O}$  % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.134 F1 numunesi için  $-0,212+0,106$  mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki  $\text{K}_2\text{O}$  % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.135 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.136 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

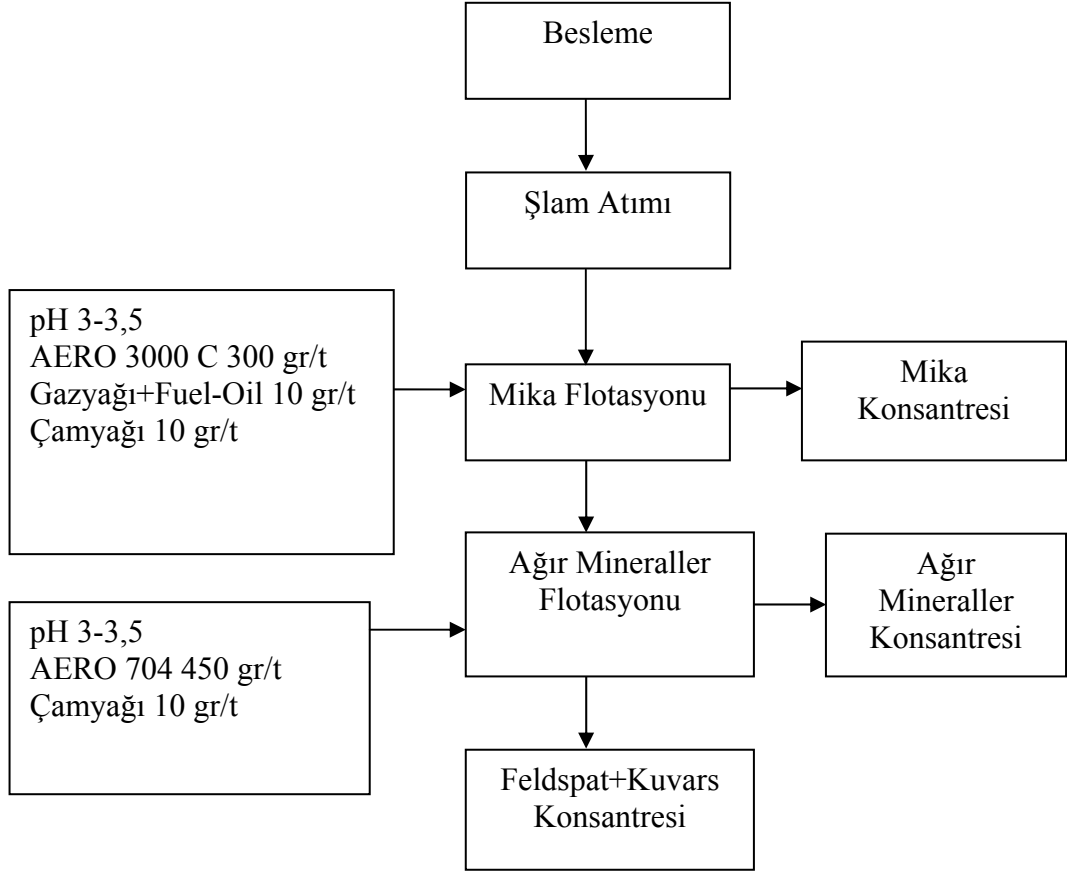
Yukarıda verilen grafikler sonucunda; mika konsantresindeki % 11,81 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %25,59 MgO, ağır mineraller konsantresindeki % 48,06 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 37,92 TiO<sub>2</sub> yüksek verim değerleri ile 4 numaralı deney seçilir. Feldspat+kuvars konsantresindeki %82,47 Na<sub>2</sub>O ve % 79,86 K<sub>2</sub>O yüksek verim değerleri ile 4 numaralı ve % 28,03 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 44,64 TiO<sub>2</sub> düşük verim değerleri 3 numaralı deney seçilir. Emprüte uzaklaştırma başarısında B grubu reaktiflerinin daha çok kullanıldığı 4 numaralı deney, konsantre kazanma veriminde ise B grubu reaktiflerinin daha az kullanıldığı 3 numaralı deney tercih edilebilir.

➤ **-0,106 + 0,063 mm** tane fraksiyonunda reaktif miktarı etkisi;

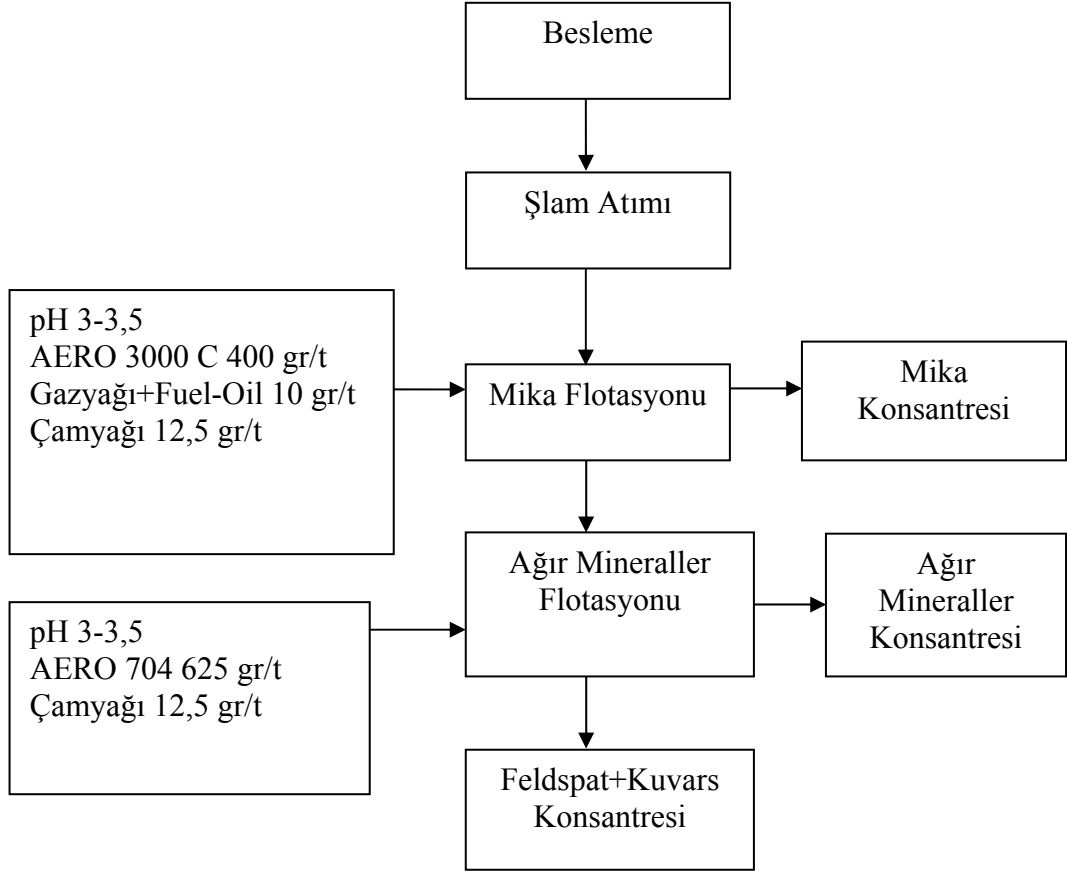
Bu tane fraksiyonunda her iki grup reaktifle de çalışılmıştır. Tablo 3.43'te A grubu reaktifler ile yapılan deneylerin koşulları, Şekil 3.137-3.138'de flotasyon akım şeması, Tablo 3.44-3.45'te deney sonuçları verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/dakika alınmıştır.

Tablo 3.43 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktif miktarları

Reaktifler (A Grubu)	Miktar (gr/ton)		pH
	5.Deney	6.Deney	
<b>AERO 3000 C</b>	300	400	3 - 3,5
<b>AERO 704</b>	450	625	9
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	10	10	
<b>Çamyacı</b>	10	12,5	



Şekil 3.137 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 5 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



Şekil 3.138 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 6 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.

Tablo 3.44 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifler ile yapılan 5 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

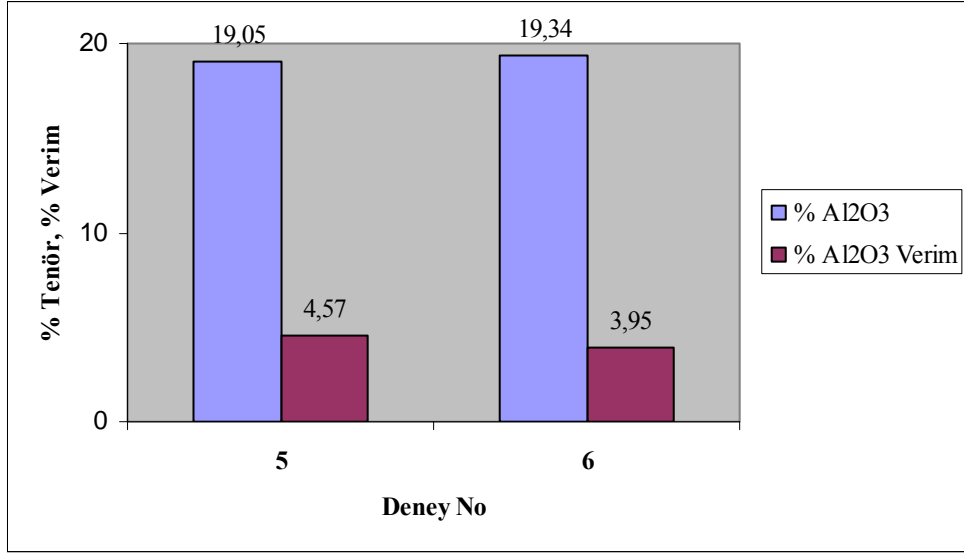
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika K.	3,72	62,78	3,21	19,05	4,57	5,28	18,95	0,74	10,46	2,12	3,10	1,38	17,75	2,38	2,52	4,63	4,50	0,43	1,22
Ağır Min. K.	23,63	72,23	23,47	15,47	23,56	1,28	29,18	0,29	26,04	2,60	24,13	0,33	26,97	3,49	23,52	3,94	24,32	0,31	0,06
Konsantre	72,65	73,38	73,32	15,35	71,87	0,74	51,87	0,23	63,50	2,55	72,77	0,22	55,28	3,57	73,96	3,75	71,18	0,14	0,06
Besleme M.	100	72,71	100	15,52	100	1,04	100	0,26	100	2,55	100	0,29	100	3,51	100	3,83	100		

Tablo 3.45 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifler ile yapılan 6 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

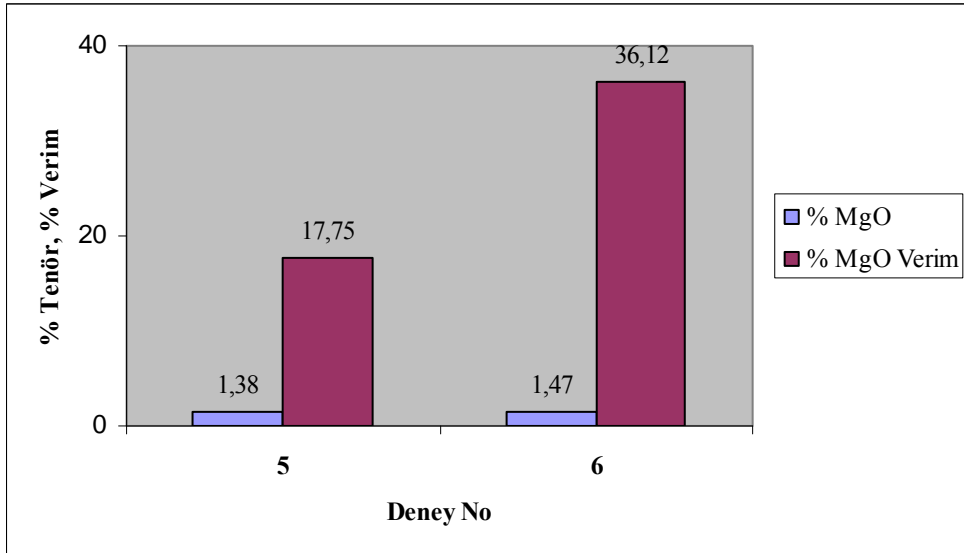
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika K.	3,70	62,85	3,37	19,34	3,95	5,18	31,41	0,72	14,49	1,98	2,34	1,47	36,12	2,47	2,11	4,58	4,10	0,18	1,47
Ağır Min.K.	16,01	71,48	16,60	15,55	13,75	1,36	35,69	0,28	24,38	2,96	15,17	0,30	31,89	3,40	12,57	3,98	15,43	0,63	0,76
Konsantre	80,29	68,72	80,03	18,56	82,30	0,25	32,90	0,14	61,13	3,21	82,49	0,06	31,99	4,60	85,32	4,14	80,47	0,13	0,06
Besleme M.	100	68,95	100	18,11	100	0,61	100	0,18	100	3,12	100	0,15	100	4,33	100	4,13	100		

Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi

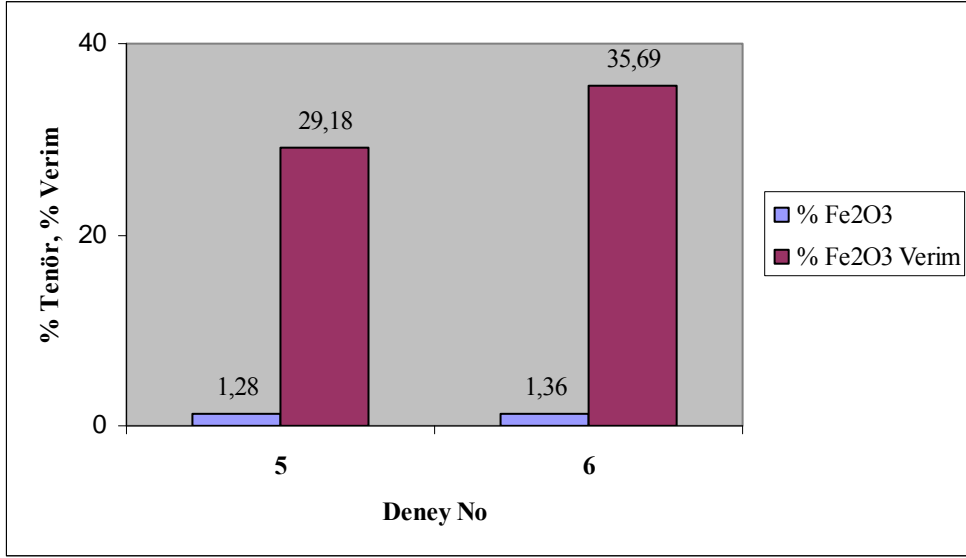




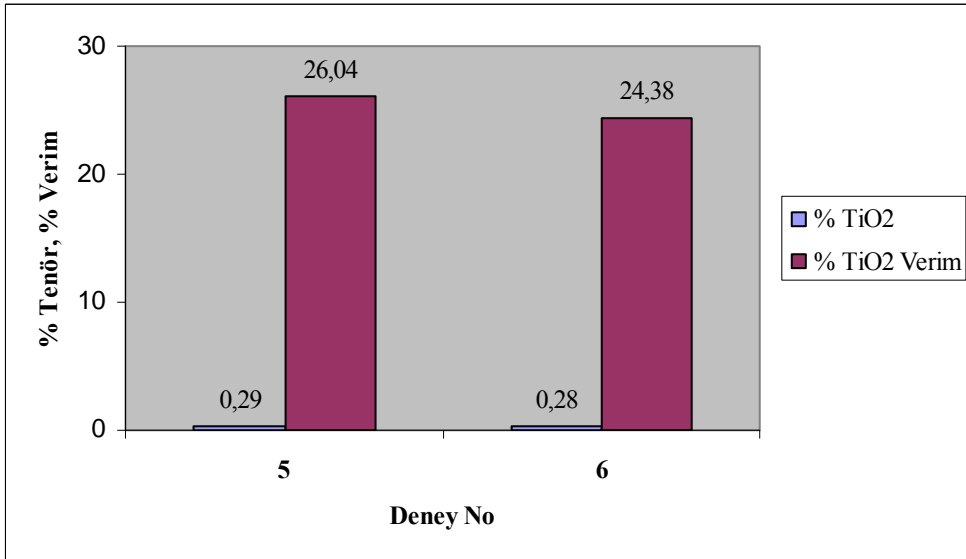
Şekil 3.139 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



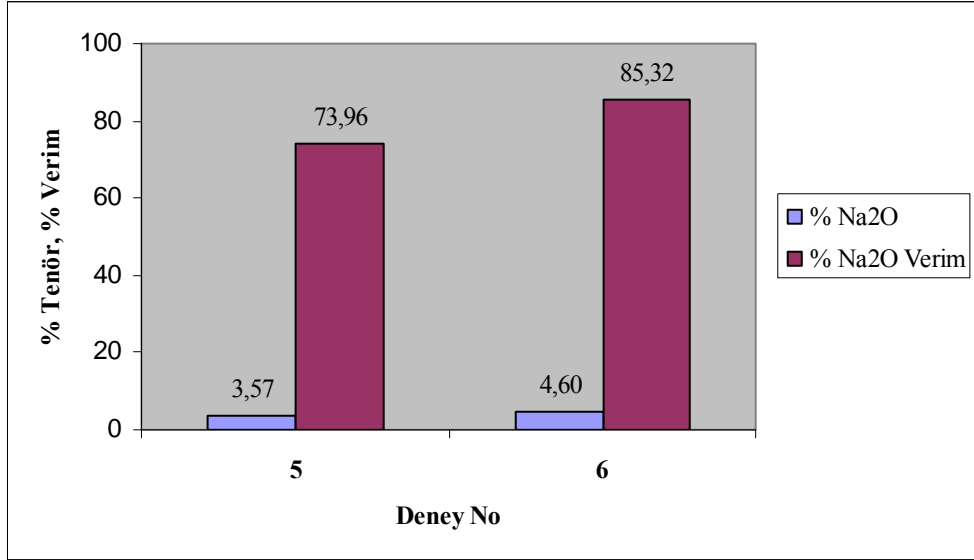
Şekil 3.140 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki MgO % tenör ve verim değişimi grafiği.



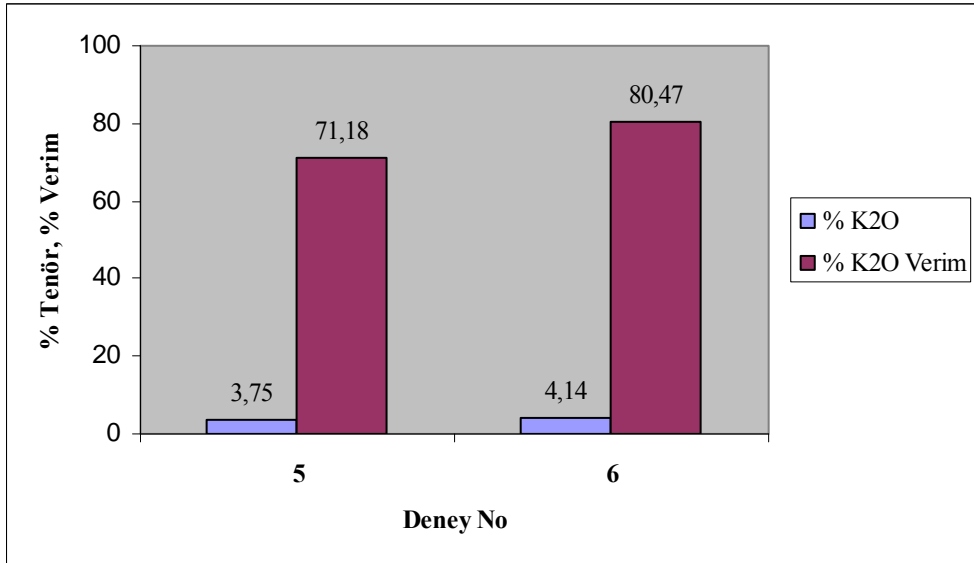
Şekil 3.141 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



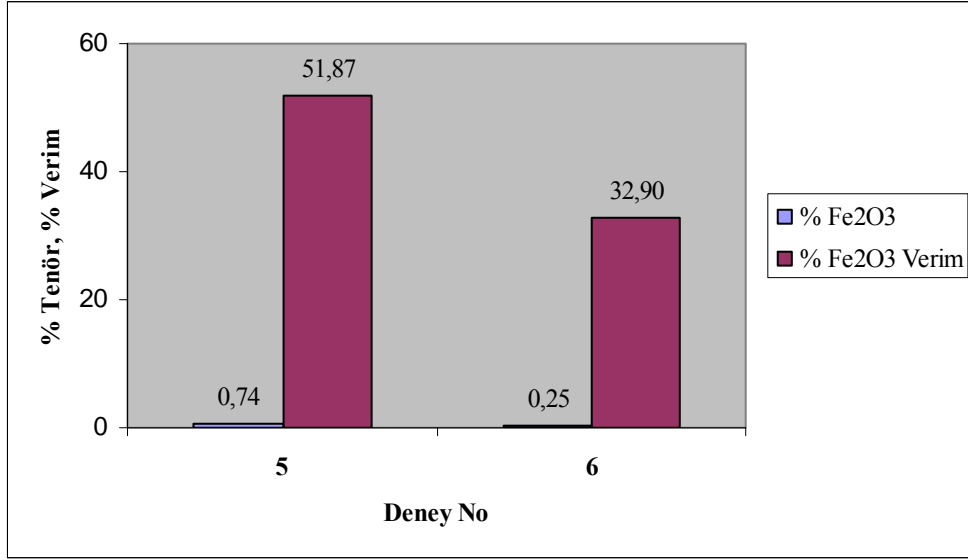
Şekil 3.142 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



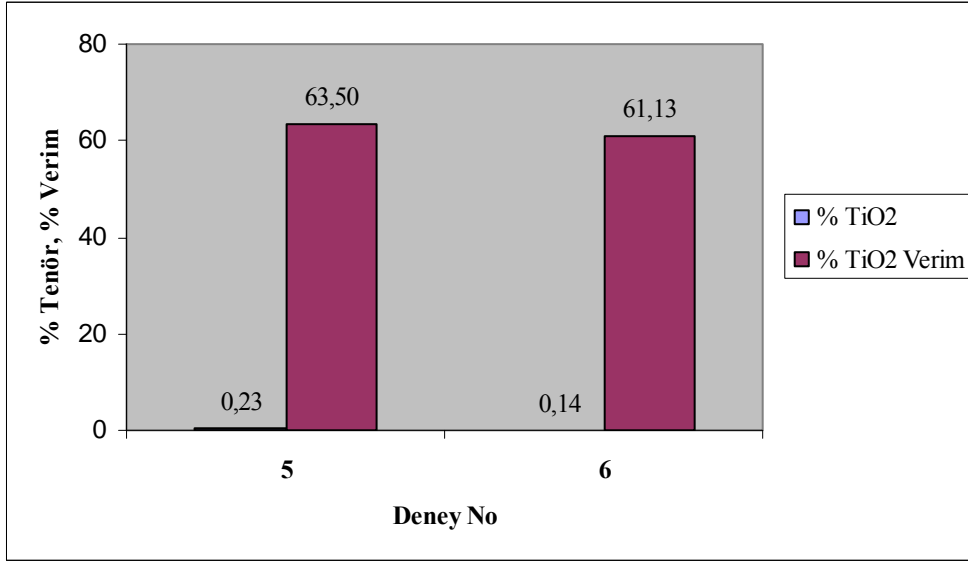
Şekil 3.143 F1 numunesi için  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki  $\text{Na}_2\text{O}$  % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.144 F1 numunesi için  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki  $\text{K}_2\text{O}$  % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.145 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.146 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

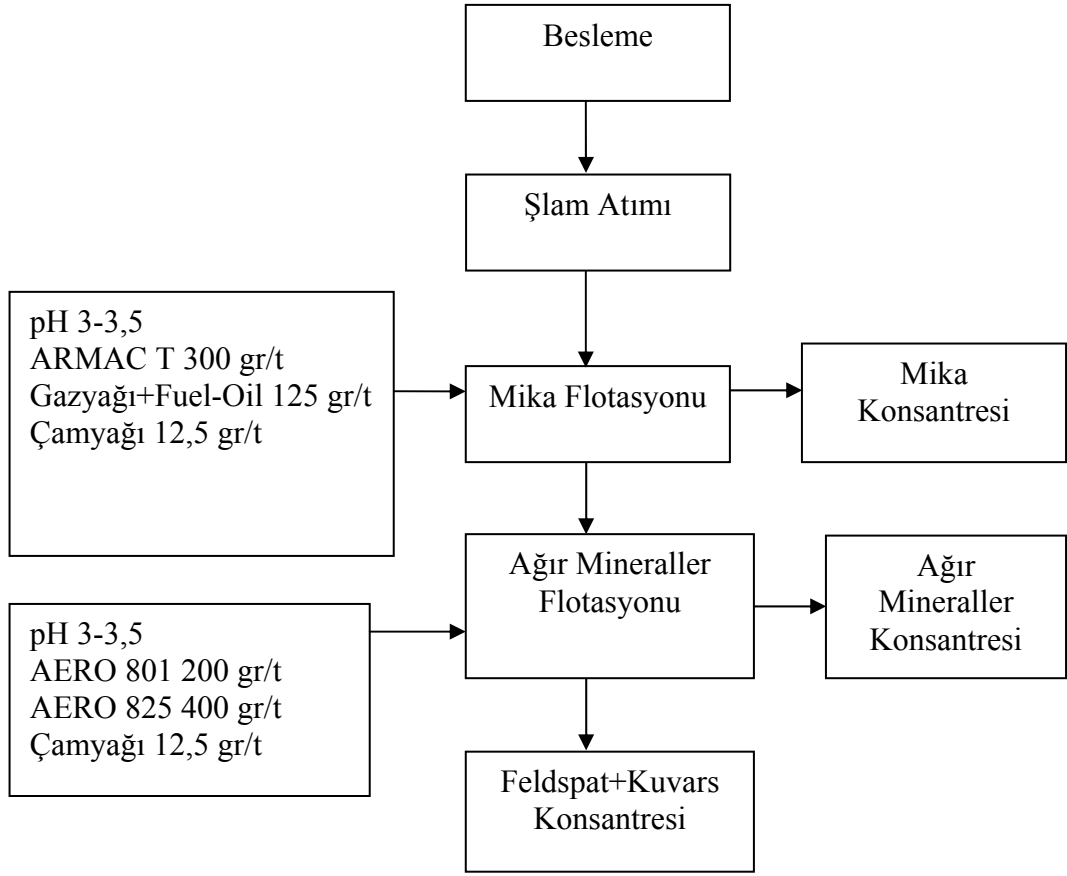
Yukarıdaki grafiklerden görüldüğü üzere, mika konsantresinde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verimi için deneyler arasında önemli bir fark gözlenmezken, MgO verimi % 36,12 değeri ile 6 numaralı deneyde daha yüksektir. Ağır mineral konsantresinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> tenör ve verimi için de önemli bir fark gözlenmemiştir. Feldspat+kuvars

konsantresindeki % 85,32 yüksek Na<sub>2</sub>O verimi, % 80,47 yüksek K<sub>2</sub>O verimi ve %32,90 düşük Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verimi ile, konsantre kazanma verimi açısından -0,106+0,063 mm fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin daha çok kullanıldığı 6 numaralı deney tercih edilebilir.

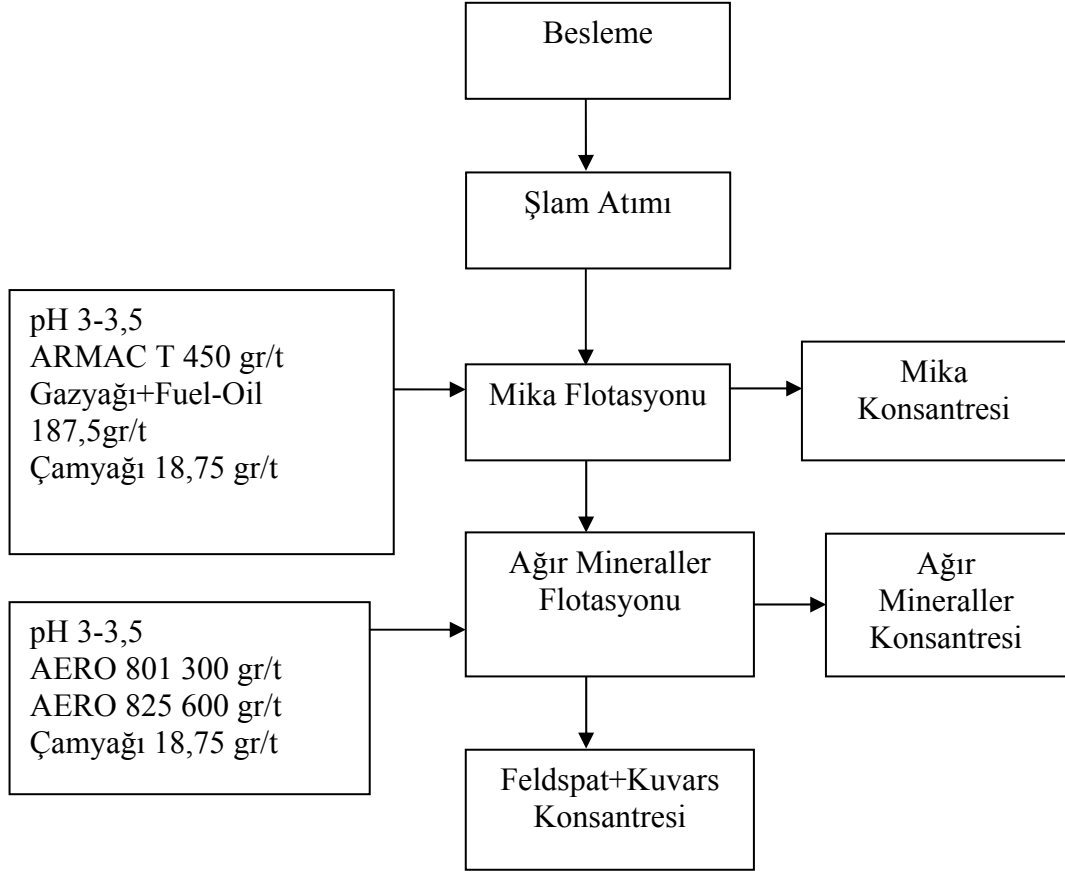
Bu tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile de deney yapılmıştır. Tablo 3.46'da B grubu reaktifler ile yapılan deneylerin koşulları, Şekil 3.147-3.148'de flotasyon akım şeması, Tablo 3.47-3.48'de deney sonuçları verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/dakika alınmıştır.

Tablo 3.43 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktif miktarları

<b>Reaktifler (B Grubu)</b>	<b>Miktar (gr/ton)</b>		<b>pH</b>
	<b>7.Deney</b>	<b>8.Deney</b>	
<b>ARMAC T</b>	300	450	3 - 3,5
<b>AERO 801</b>	200	300	3 - 3,5
<b>AERO 825</b>	400	600	3 - 3,5
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	125	187,5	
<b>Çamyacı</b>	12,5	18,75	



Şekil 3.147 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan 7 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



Şekil 3.148 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan 8 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.

Tablo 3.47 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifler ile yapılan 7 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

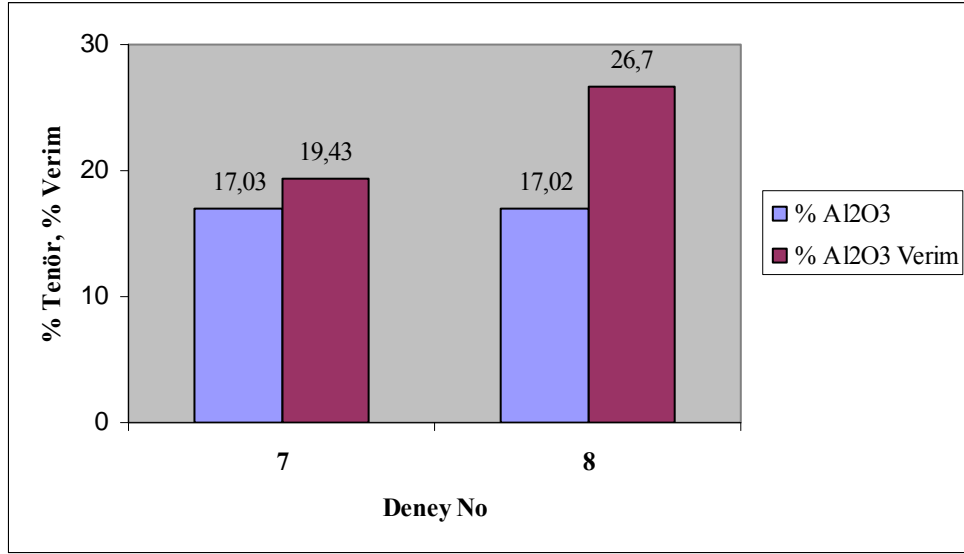
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	18,33	68,74	17,87	17,03	19,43	2,50	25,45	0,48	22,51	2,4	17,47	0,84	26,55	3,15	17,27	4,35	19,46	0,20	0,31
<b>Ağır Min. K.</b>	3,87	56,50	3,10	14,96	3,60	7,54	16,21	1,19	11,63	5,15	7,91	1,10	7,37	2,34	2,71	3,11	2,94	3,20	4,91
<b>Konsantre</b>	77,81	71,6	79,03	15,89	76,97	1,35	58,34	0,33	65,86	2,42	74,62	0,49	66,08	3,44	80,02	4,08	77,6	0,08	0,31
<b>Besleme M.</b>	100	70,49	100	16,06	100	1,80	100	0,39	100	2,52	100	0,58	100	3,35	100	4,09	100	0,23	0,31

Tablo 3.48 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifler ile yapılan 8 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

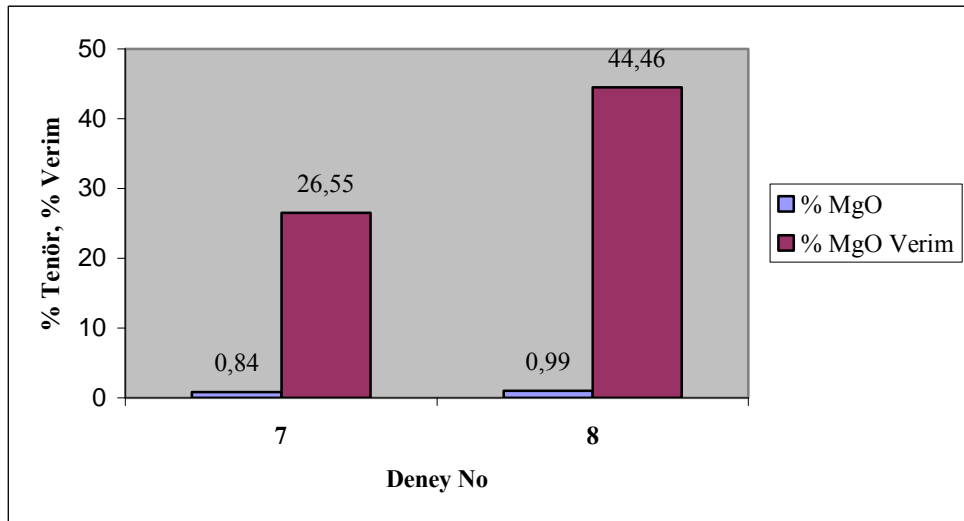
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	24,7	63,58	23,47	17,02	26,70	3,05	42,21	0,58	36,45	2,20	22,19	0,99	44,46	2,86	21,54	4,52	28,07	0,31	4,91
<b>Ağır Min.K.</b>	22,71	65,88	22,36	15,23	21,98	2,85	36,28	0,59	34,10	2,60	24,12	0,65	26,85	2,99	20,71	3,77	21,54	0,53	4,91
<b>Konsantre</b>	52,59	68,92	54,17	15,36	51,32	0,73	21,51	0,22	29,44	2,50	53,69	0,30	28,69	3,60	57,75	3,81	50,39	0,08	0,31
<b>Besleme M.</b>	100	66,91	100	15,74	100	1,79	100	0,39	100	2,45	100	0,55	100	3,28	100	3,98	100	0,24	

Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi

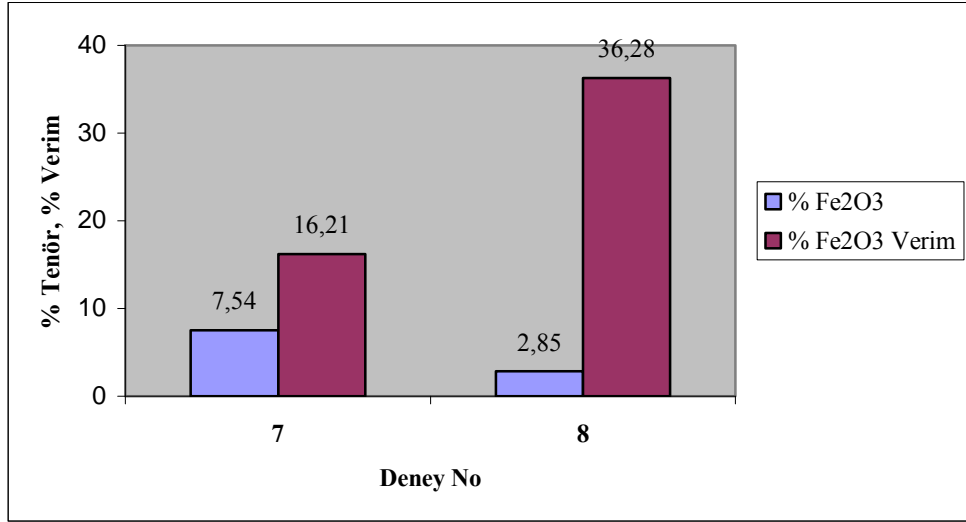




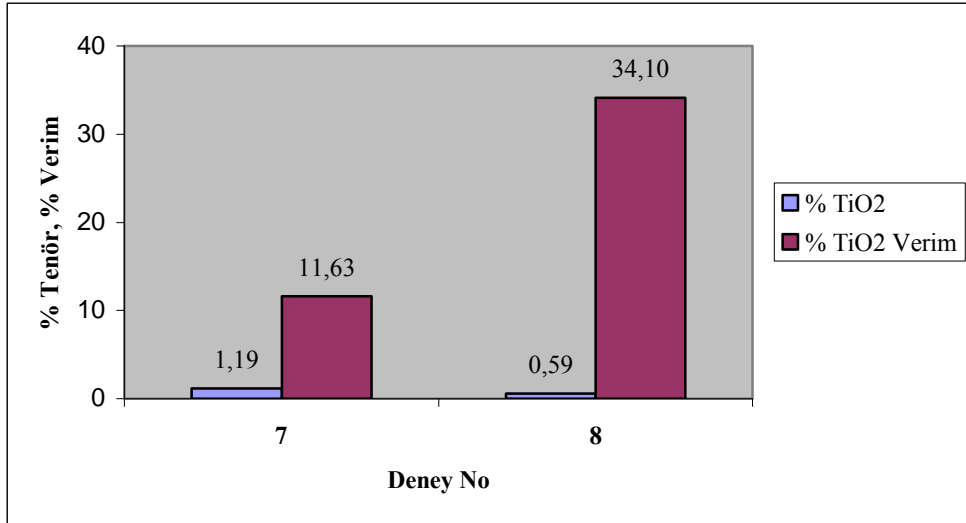
Şekil 3.149 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



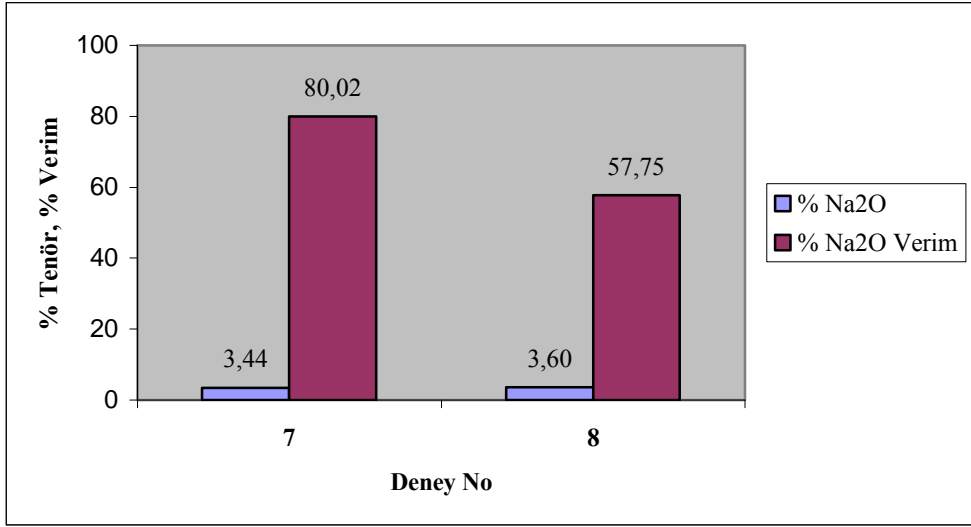
Şekil 3.150 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki MgO % tenör ve verim değişimi grafiği.



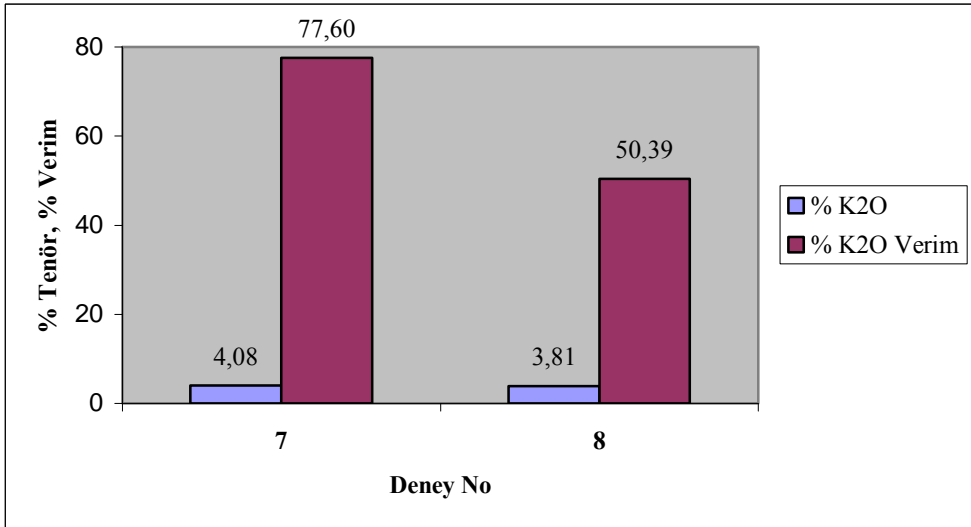
Şekil 3.151 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



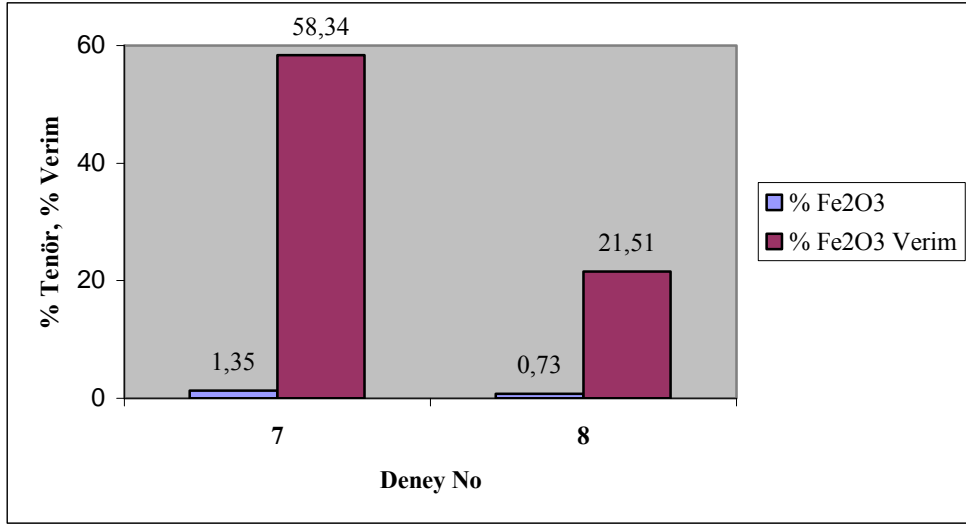
Şekil 3.152 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



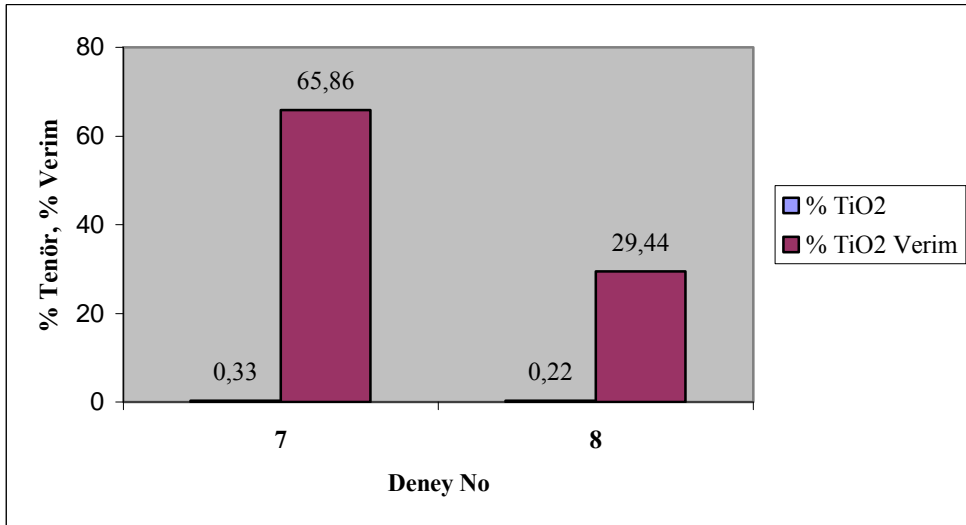
Şekil 3.153 F1 numunesi için  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.154 F1 numunesi için  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki K<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.155 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.156 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüleceği üzere, mika konsantresinde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verimi % 26,70 değeri ile, MgO verimi % 44,46 değeri ile, ağır mineral konsantresinde TiO<sub>2</sub> verimi % 34,10 değeri ile B grubu reaktiflerinin fazla kullanıldığı 8 numaralı deneyde yüksek, feldspat+kuvars konsantresinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verimi % 0,73 ve % 29,44 değerleri ile, TiO<sub>2</sub> tenör ve verimi % 0,22 ve % 29,44

değerleri ile B grubu reaktiflerinin fazla kullanıldığı 8 numaralı deneyde düşük, feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O verim değeri % 80,02 ve K<sub>2</sub>O tenör ve verimi % 4,08 ve % 77,60 değerleri ile B grubu reaktiflerinin daha az kullanıldığı 7 numaralı deneyde daha yüksek değerlere ulaşmıştır. -0,106+0,063 mm fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan bu deneylerde, emprüte uzaklaştırma başarısında B grubu reaktiflerinin fazla kullanıldığı 8 numaralı deney, konsantre kazanma verimi açısından ise B grubu reaktiflerinin daha az kullanıldığı 7 numaralı deney tercih edilebilir.

Reaktif miktarının flotasyona etkisini görmek amacıyla yapılan bu deneylerde; -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm tane fraksiyonları için A grubu reaktiflerinden AERO 3000 C 400 gr/t, AERO 704 625 gr/t miktarlarında kullanıldığı koşullarda konsantre kazanma verimi yüksek olacaktır. Yine bu fraksiyonlarda B grubu reaktiflerinden ARMAC T 300 gr/t, AERO 801 200 gr/t, AERO 825 400 gr/t miktarlarında kullanıldığı koşullarda konsantre kazanma verimi yüksek olacaktır.

### 3.5.2.3 Tane Fraksiyonlarında A ve B Grubu Reaktiflerin Kıyaslanması

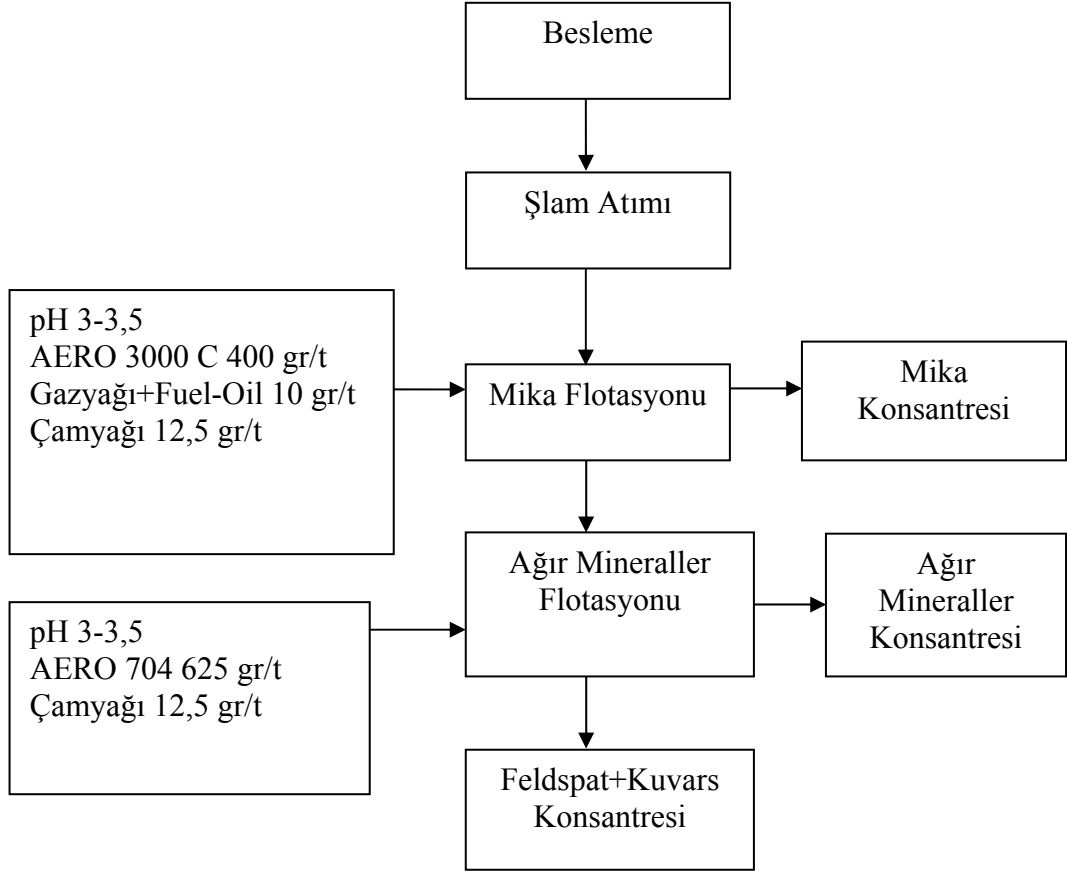
Bu başlık kapsamında, flotasyona etkisi araştırılan ve uygun miktarları saptanan A ve B grubu reaktiflerinin -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm fraksiyonlarında birbirleri ile kıyaslanmasına yönelik deneyler yapılmıştır. F1 numunesi ile çalışılmıştır.

#### ➤ **-0,212+0,106 mm** tane fraksiyonunda;

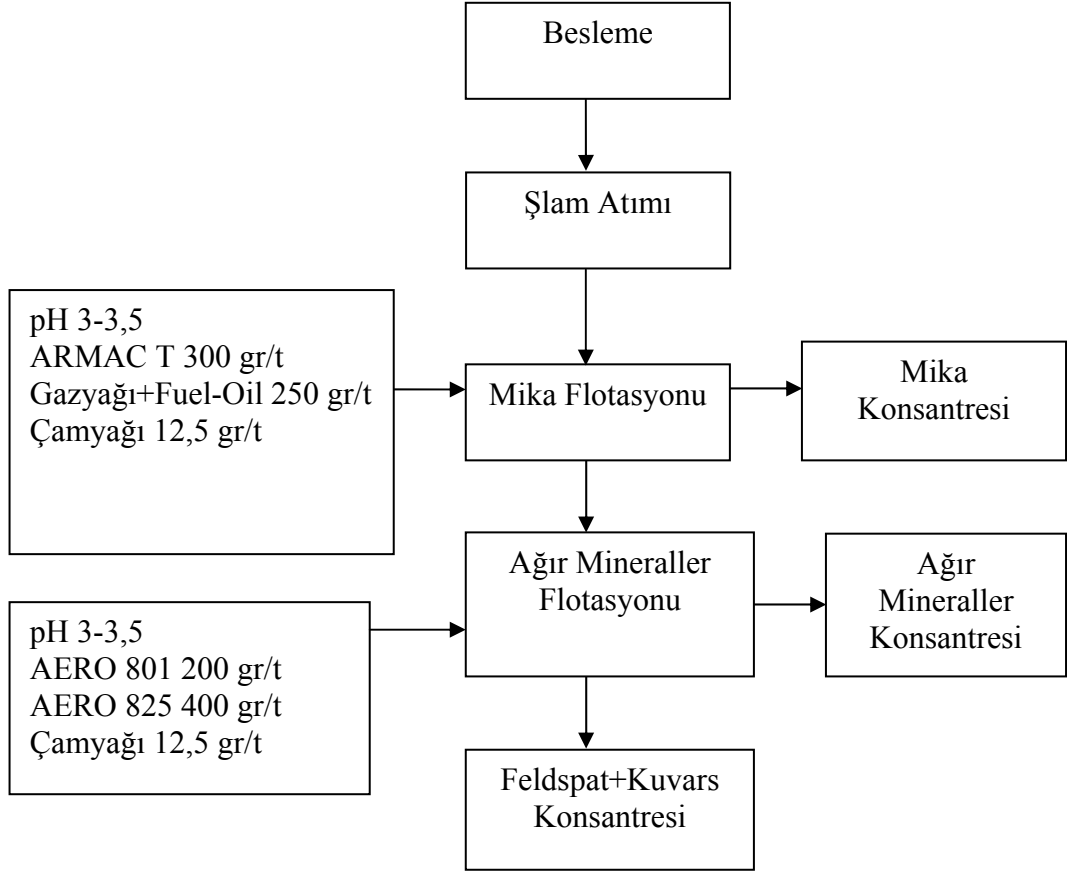
Bu tane fraksiyonunda kullanılan A ve B reaktiflerinin miktarları Tablo 3.49'da, Şekil 3.157-3.158'de flotasyon akım şeması, Tablo 3.50-3.51'de deney sonuçları verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/ dakika alınmıştır.

Tablo 3.49 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktif miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/ton)		pH
	9.Deney	10.Deney	
<b>AERO 3000 C</b>	400	-	3 – 3,5
<b>AERO 704</b>	625	-	9
<b>ARMAC T</b>	-	300	3 - 3,5
<b>AERO 801</b>	-	200	3 - 3,5
<b>AERO 825</b>	-	400	3 - 3,5
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	10	250	
<b>Çamyacı</b>	12,5	12,5	



Şekil 3.157 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 9 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



Şekil 3.158 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan 10 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



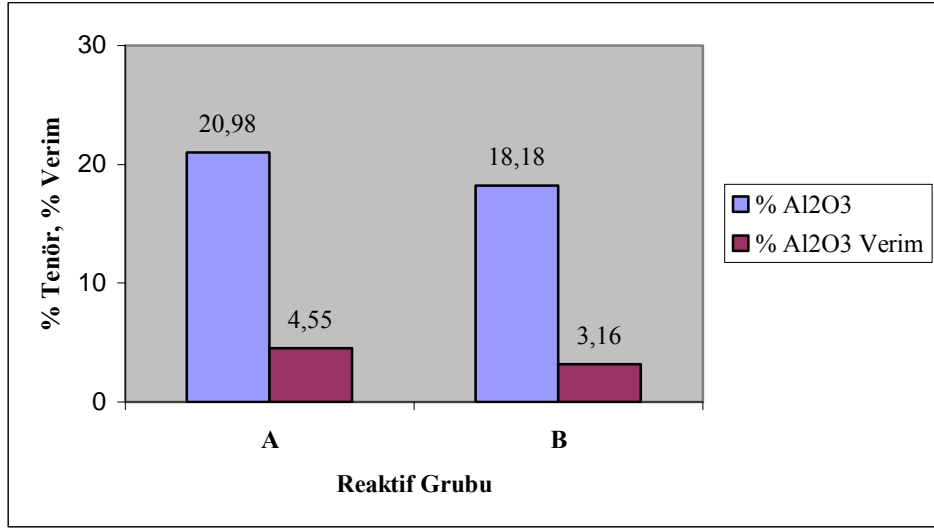
Tablo 3.50 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifler ile yapılan 9 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	3,26	52,59	2,37	20,98	4,55	10,43	19,69	1,58	14,71	1,27	1,72	3,60	21,36	1,42	1,44	6,57	5,43	0,08	1,47
<b>Ağır Min.K.</b>	1,08	59,94	0,89	16,43	1,18	7,00	4,39	1,06	3,29	3,36	1,50	2,50	4,92	2,34	0,79	5,14	1,41	1,46	0,76
<b>Konsantre</b>	95,66	73,20	96,74	14,83	94,27	1,37	75,92	0,30	82,00	2,45	96,78	0,42	73,72	3,28	97,77	3,84	93,16	0,24	0,06
<b>Besleme M.</b>	100	72,38	100	15,05	100	1,72	100	0,35	100	2,42	100	0,55	100	3,20	100	3,94	100	0,25	

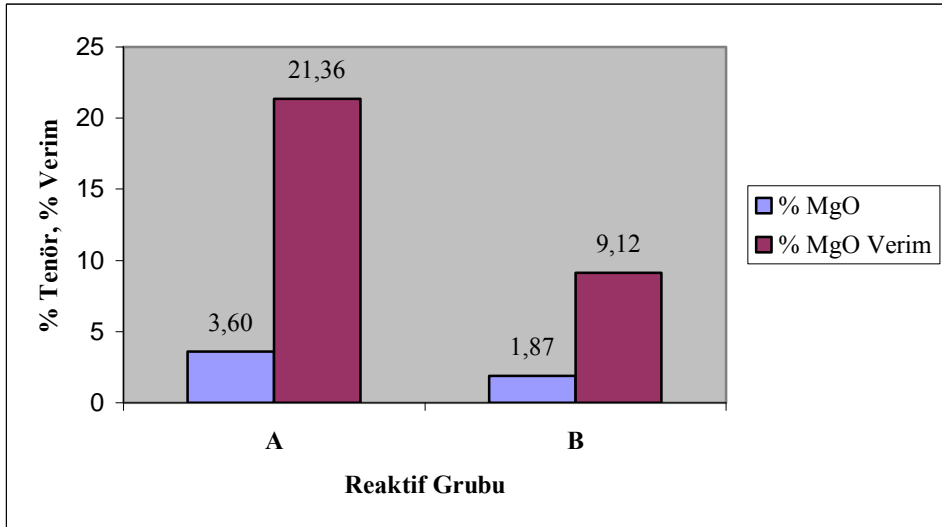
Tablo 3.51 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifler ile yapılan 10 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	2,57	58,58	2,1	18,18	3,16	6,18	9,91	0,95	7,15	1,96	2,12	1,87	9,12	2,36	1,88	4,8	3,12	0,2	4,91
<b>Ağır Min.K.</b>	17,53	65,89	16,1	14,46	17,18	3,04	33,37	0,57	29,38	2,86	21,18	0,77	25,75	2,88	15,65	3,84	17,02	0,77	4,91
<b>Konsantre</b>	79,9	73,41	81,8	14,71	79,66	1,14	56,72	0,27	63,47	2,27	76,7	0,43	65,13	3,33	82,47	3,95	79,86	0,18	0,31
<b>Besleme M.</b>	100	71,71	100	14,76	100	1,60	100	0,34	112	2,37	100	0,53	100	3,23	100	3,95	100	0,29	

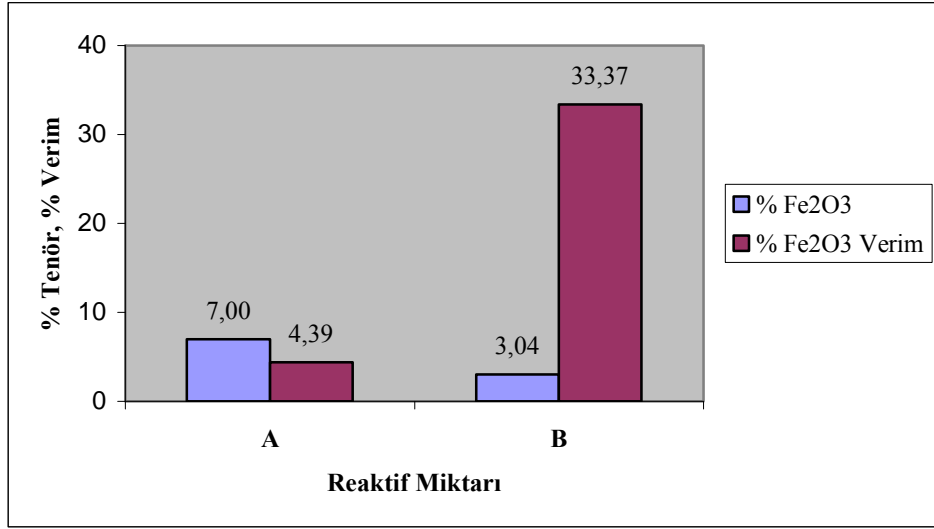
Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi



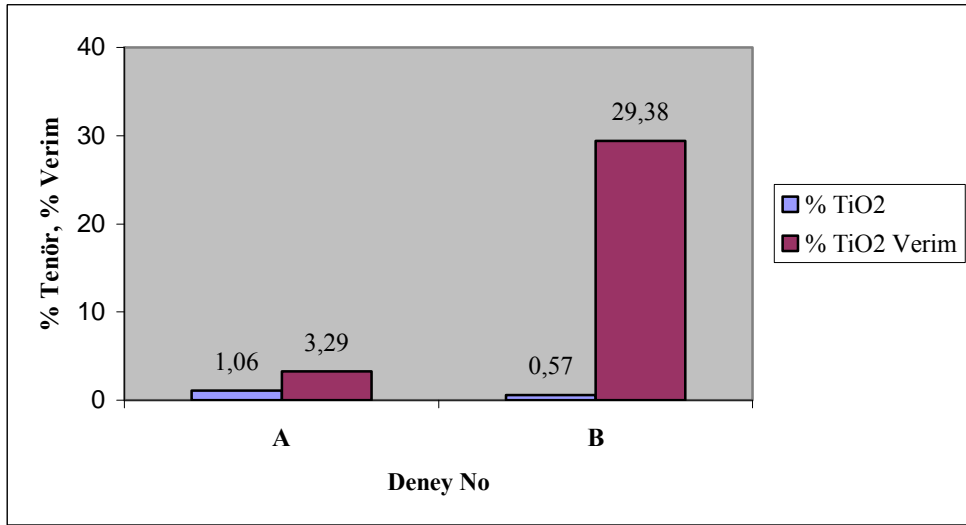
Şekil 3.159 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



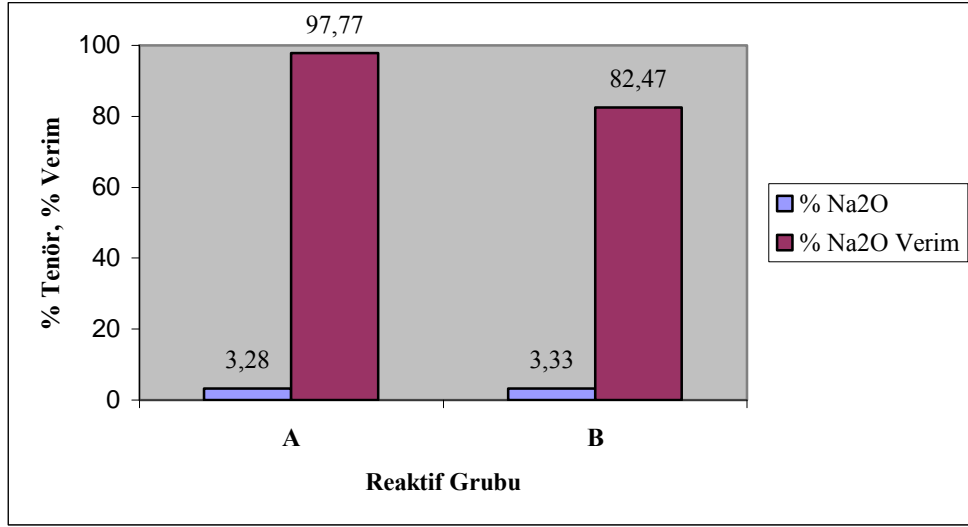
Şekil 3.160 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki MgO % tenör ve verim değişimi grafiği.



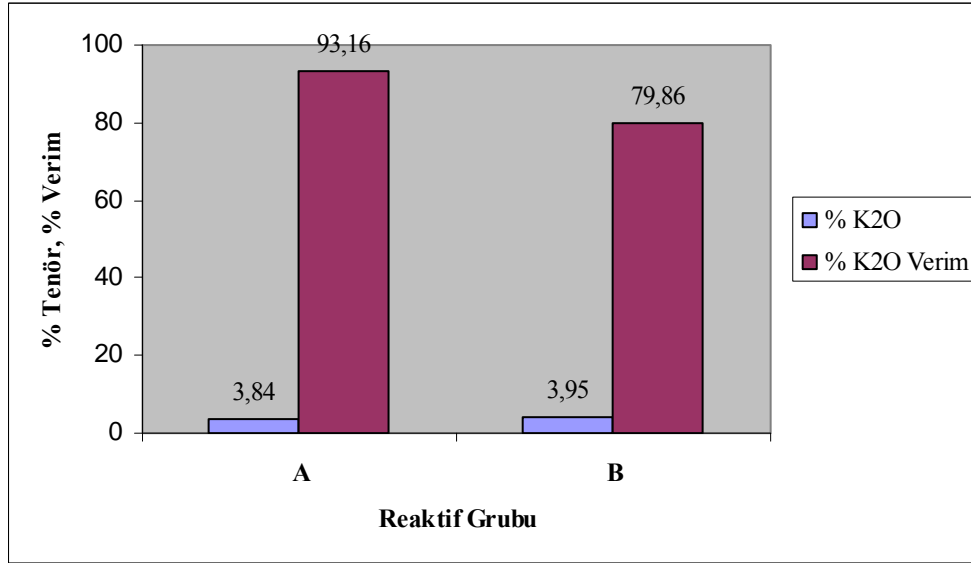
Şekil 3.161 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



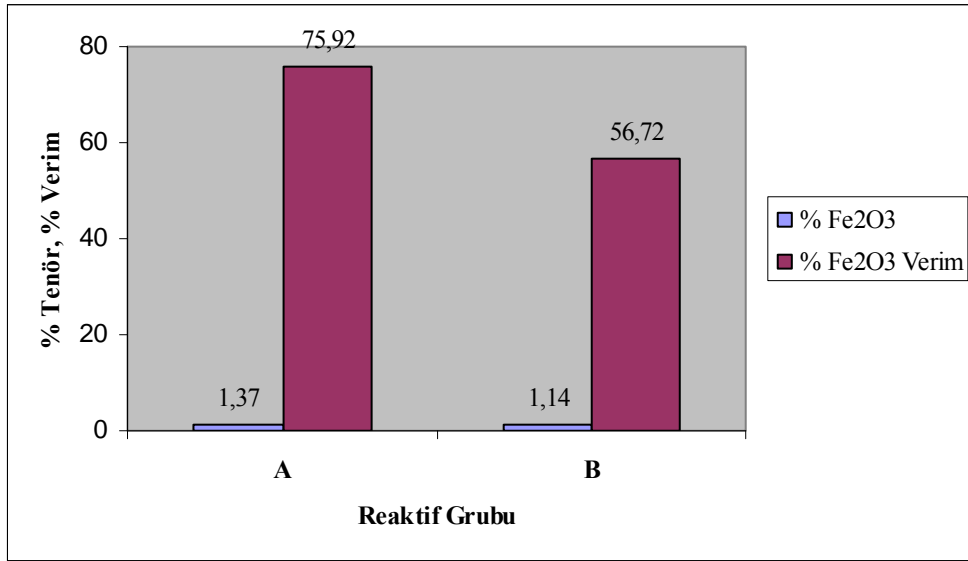
Şekil 3.162 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



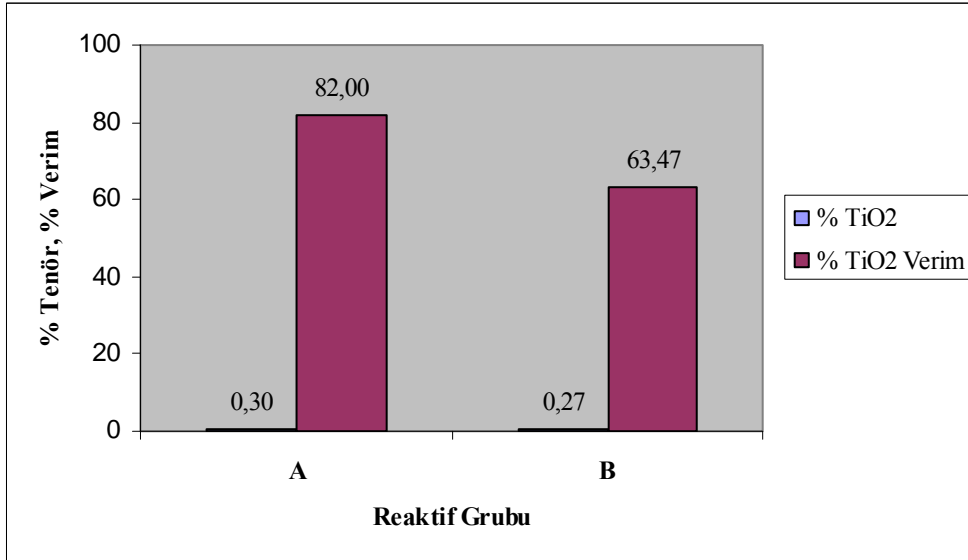
Şekil 3.163 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantrisindeki Na<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.164 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantrisindeki K<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.165 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantrisindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.166 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantrisindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüldüğü üzere, mika konsantrisinde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verimi % 20,98 ve % 4,55 değerleri ile, MgO verimi % 21,36 değeri ile A grubu reaktifleri ile yapılan deneylerde B grubu reaktifleri deneylerine göre daha yüksek

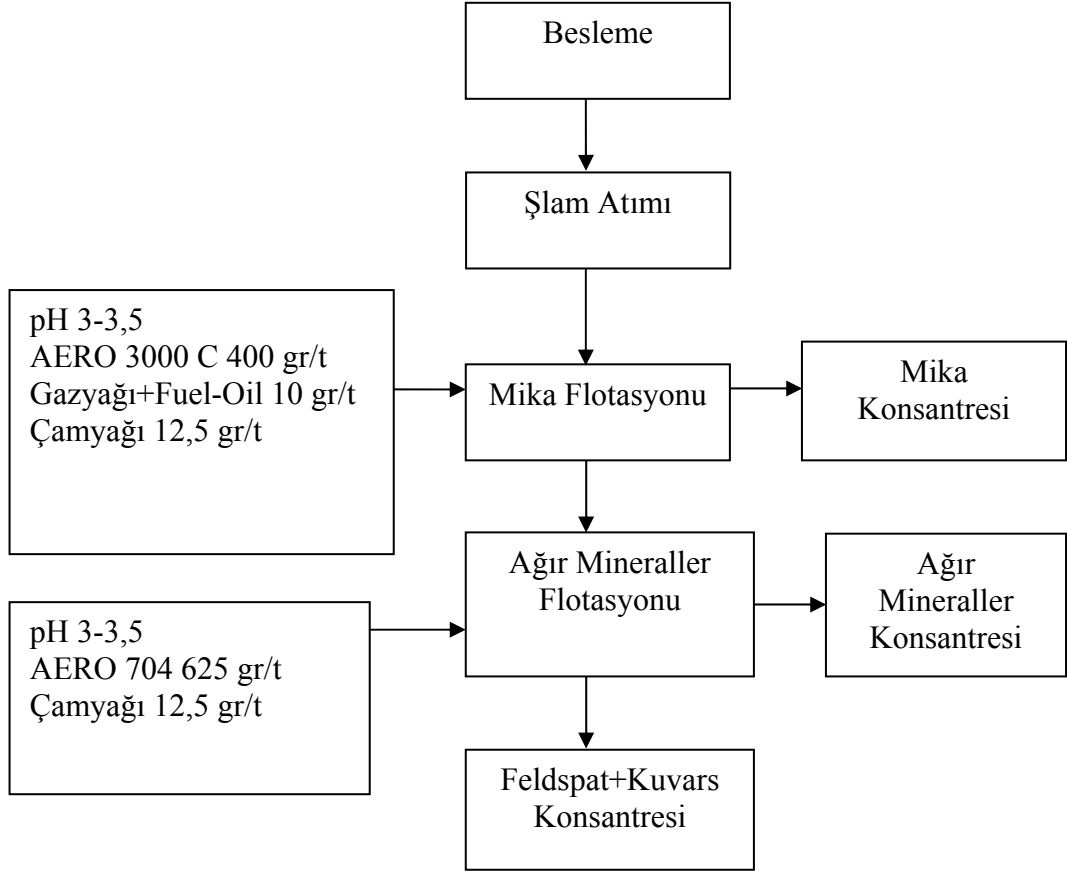
çıkışlardır. Ağır mineral konsantrisinde  $Fe_2O_3$  verimi % 33,37,  $TiO_2$  verimi %29,38 değeri ile B grubu reaktiflerinin kullanıldığı deneyde daha yüksek çıkmıştır. Feldspat+kuvars konsantrisinde  $Na_2O$  verimi % 97,77 değeri ile,  $K_2O$  verimi %93,16 değeri ile A grubu reaktiflerinin kullanıldığı deneyde yüksek,  $Fe_2O_3$  verimi %56,72 değeri,  $TiO_2$  verimi %63,47 değeri ile B grubu reaktiflerinin kullanıldığı deneyde daha düşük değerde çıkmıştır. Emprüte uzaklaştırma başarısında B grubu reaktifleri, Konsantre kazanma verimi açısından A grubu reaktifleri daha başarılı gözükmektedir.

➤ **-0,106 + 0,063 mm** tane fraksiyonunda;

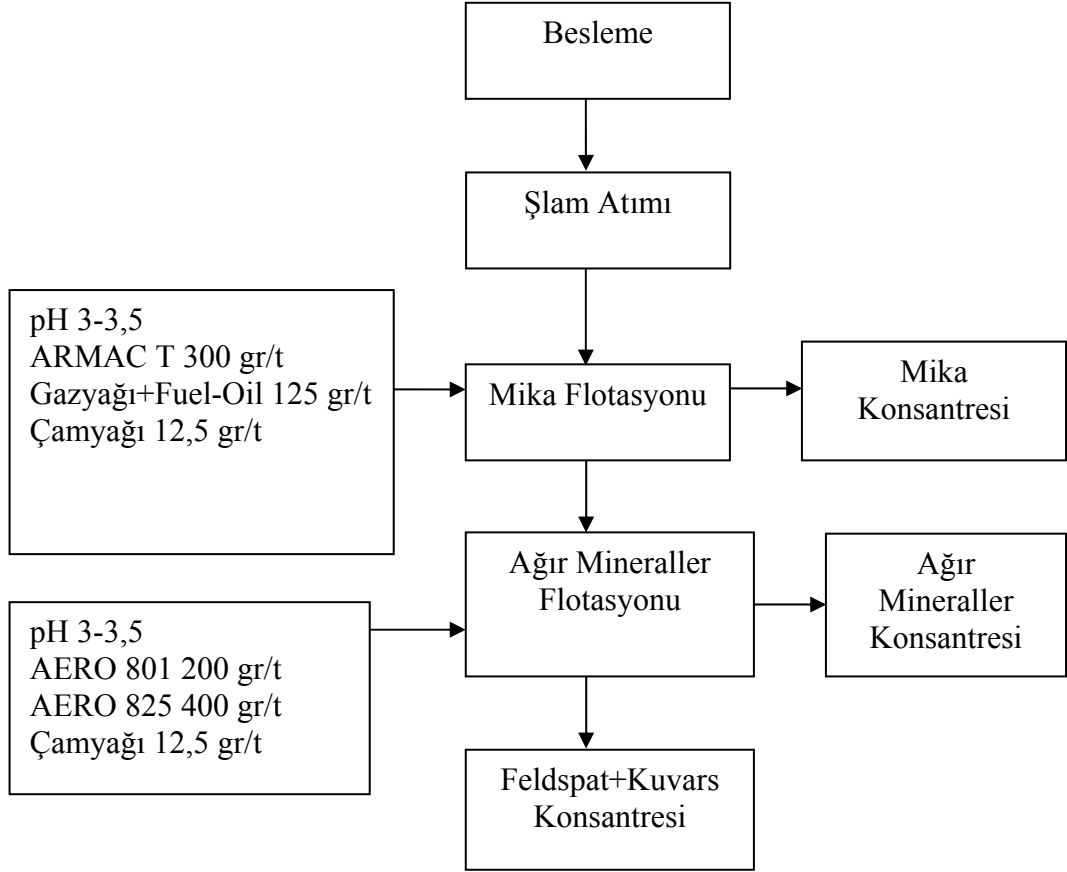
Bu tane fraksiyonunda kullanılan A ve B reaktiflerinin miktarları Tablo 3.52’de, Şekil 3.167-3.168’de flotasyon akım şeması, Tablo 3.53-3.54’te deney sonuçları verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika ve devir 1500 devir/ dakika alınmıştır.

Tablo 3.52 F1 numunesi için -0,106-0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktif miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/ton)		pH
	11.Deney	12.Deney	
<b>AERO 3000 C</b>	400	-	3 – 3,5
<b>AERO 704</b>	625	-	9
<b>ARMAC T</b>	-	300	3 - 3,5
<b>AERO 801</b>	-	200	3 - 3,5
<b>AERO 825</b>	-	400	3 - 3,5
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	10	125	
<b>Çamyacı</b>	12,5	12,5	



Şekil 3.167 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 11 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



Şekil 3.168 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifleri ile yapılan 12 numaralı flotasyon deneyi akım şeması.



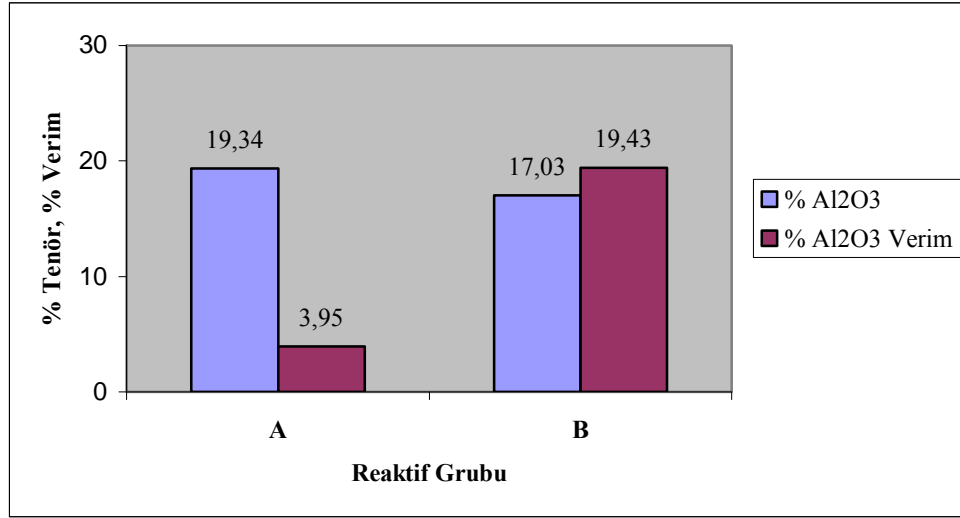
Tablo 3.53 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifler ile yapılan 11 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	3,70	62,85	3,37	19,34	3,95	5,18	31,41	0,72	14,49	1,98	2,34	1,47	36,12	2,47	2,11	4,58	4,10	0,18	1,47
<b>Ağır Min.K.</b>	16,01	71,48	16,60	15,55	13,75	1,36	35,69	0,28	24,38	2,96	15,17	0,30	31,89	3,40	12,57	3,98	15,43	0,63	0,76
<b>Konsantre</b>	80,29	68,72	80,03	18,56	82,30	0,25	32,90	0,14	61,13	3,21	82,49	0,06	31,99	4,60	85,32	4,14	80,47	0,13	0,06
<b>Besleme M.</b>	100	68,95	100	18,11	100	0,61	100	0,18	100	3,12	100	0,15	100	4,33	100	4,13	100		

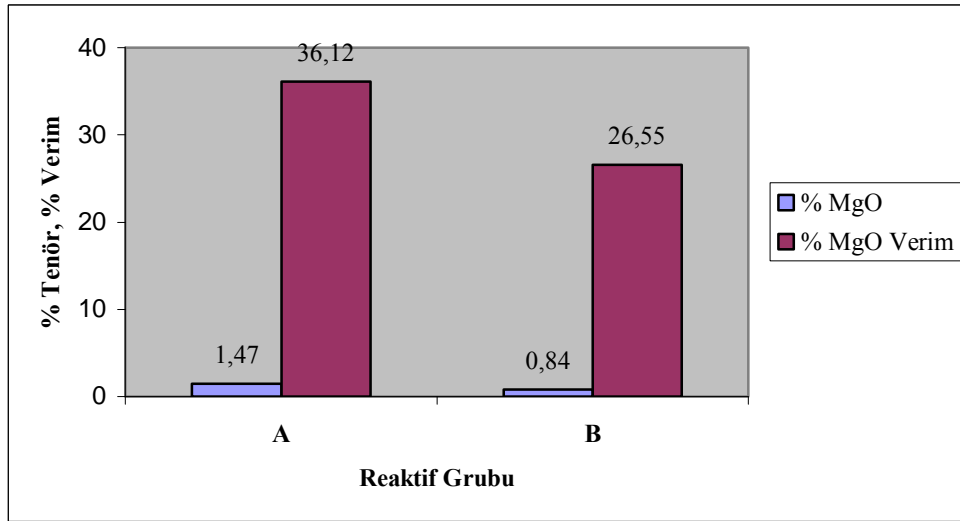
Tablo 3.54 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda B grubu reaktifler ile yapılan 12 numaralı flotasyon deneyi sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	18,33	68,74	17,87	17,03	19,43	2,50	25,45	0,48	22,51	2,4	17,47	0,84	26,55	3,15	17,27	4,35	19,46	0,20	0,31
<b>Ağır Min. K.</b>	3,87	56,50	3,10	14,96	3,60	7,54	16,21	1,19	11,63	5,15	7,91	1,10	7,37	2,34	2,71	3,11	2,94	3,20	4,91
<b>Konsantre</b>	77,81	71,6	79,03	15,89	76,97	1,35	58,34	0,33	65,86	2,42	74,62	0,49	66,08	3,44	80,02	4,08	77,60	0,08	0,31
<b>Besleme M.</b>	100	70,49	100	16,06	100	1,80	100	0,39	100	2,52	100	0,58	100	3,35	100	4,09	100	0,23	0,31

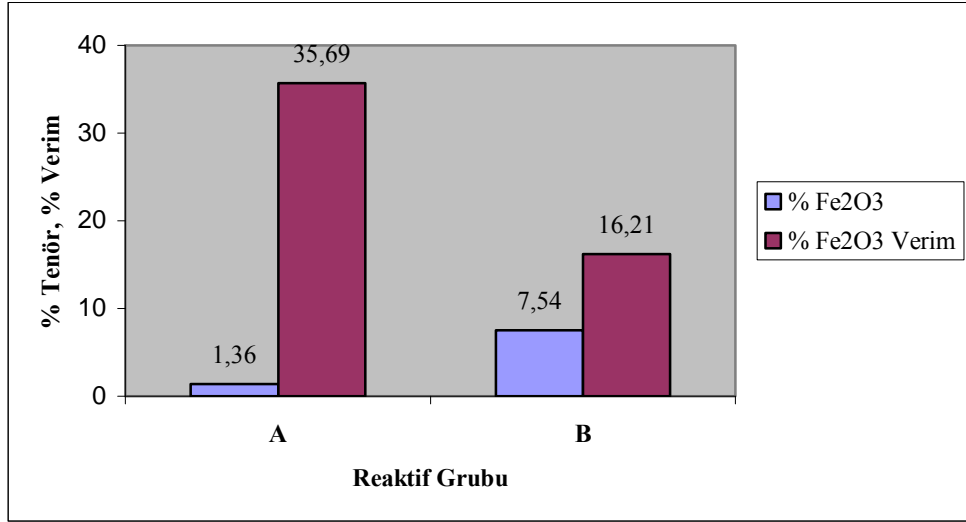
Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi



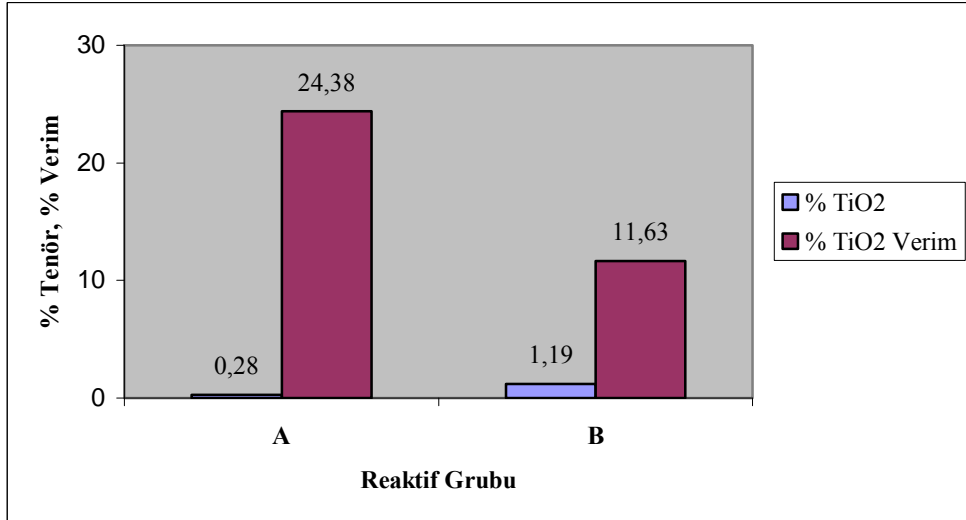
Şekil 3.169 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



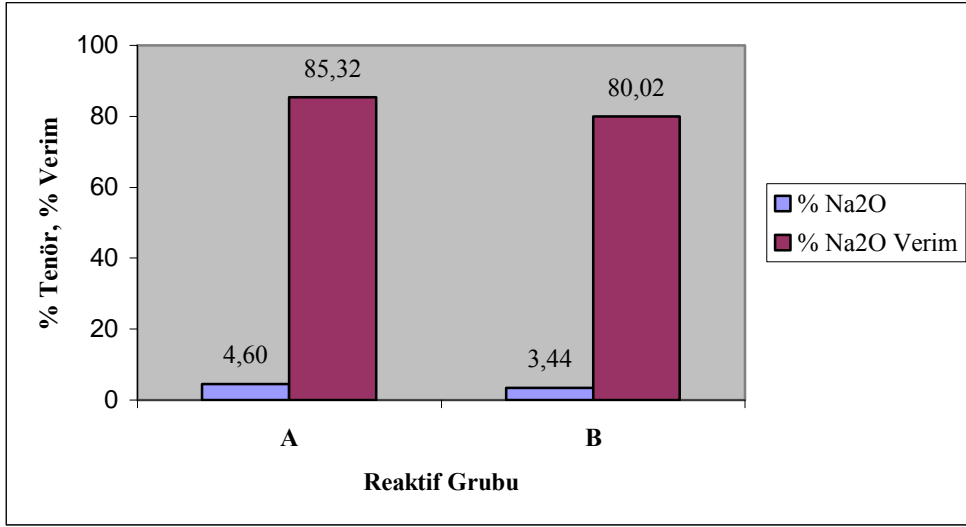
Şekil 3.170 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde mika konsantresindeki MgO % tenör ve verim değişimi grafiği.



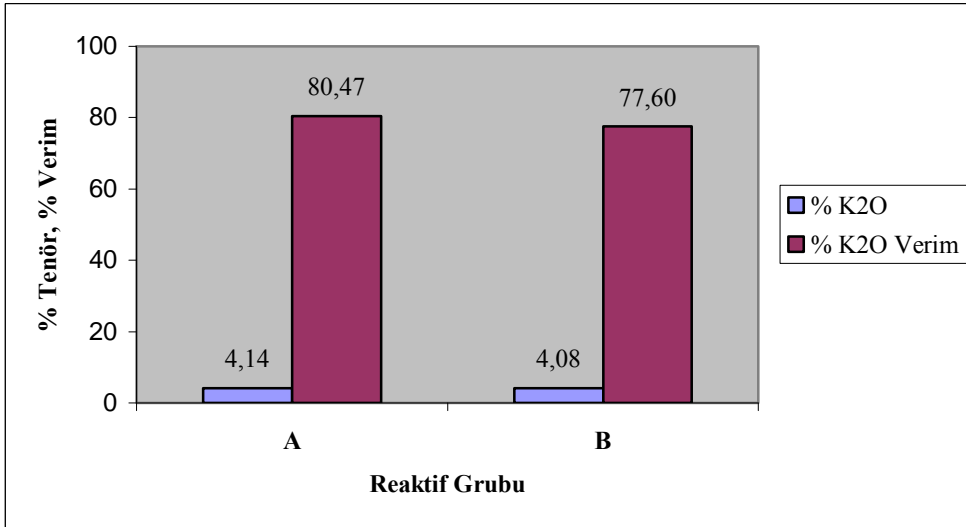
Şekil 3.171 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



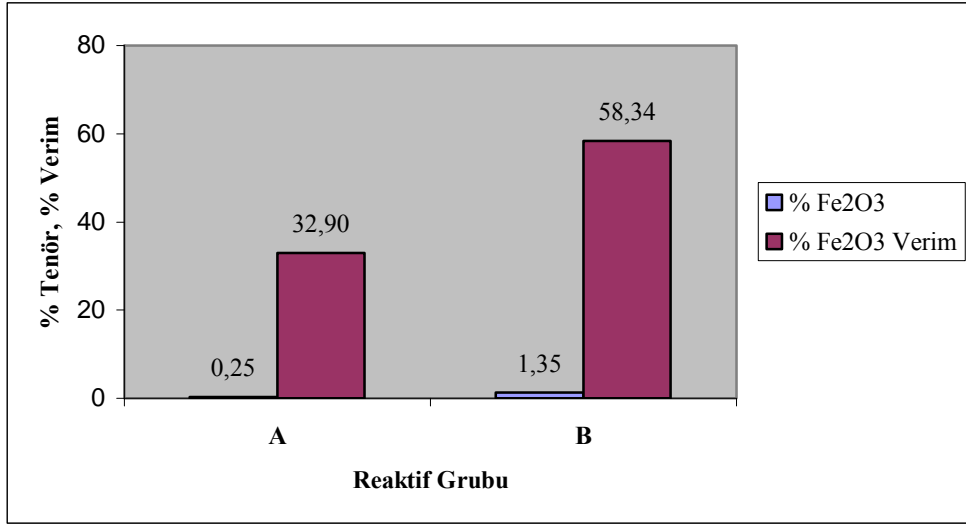
Şekil 3.172 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



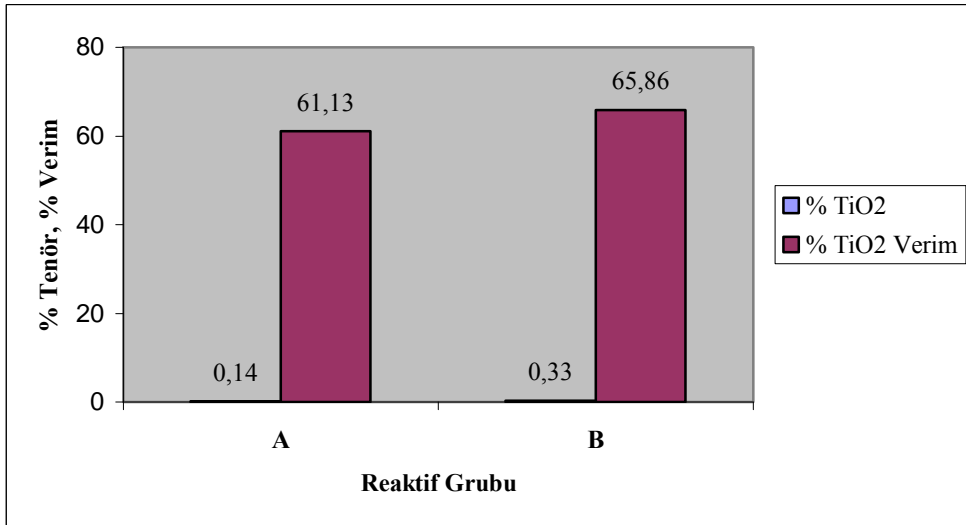
Şekil 3.173 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.174 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki K<sub>2</sub>O % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.175 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.176 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A ve B grubu reaktiflerinin miktarının flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki TiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişimi grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüleceği üzere, mika konsantresindeki MgO %1,47, % 36,12 tenör ve verim değerleri ile, ağır mineral konsantresinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %35,49, TiO<sub>2</sub> % 24,38 verim değerleri ile, feldspat+kuvars konsantresinde Na<sub>2</sub>O %4,60, % 85,32 tenör ve verim değerleri ile, K<sub>2</sub>O %4,14, %80,47 tenör ve verim değerleri ile A grubu reaktiflerinin kullanıldığı 11 numaralı deneyde daha yüksek

değerlere ulaşmışlardır. Feldspat+kuvars konsantrisinde % 32,90 verim değeri ile  $Fe_2O_3$  te B grubu reaktiflerinin kullanıldığı 12 numaralı deneye göre düşük bir değerdedir. Emprüte uzaklaştırma başarısı ve konsantre kazanma verimi açısından A grubu reaktiflerinin kullanıldığı 11 numaralı deney koşulları tercih edilmelidir.

Flotasyon deneyleri kapsamında yapılan 3 deney grubundan elde edilen sonuçlara göre; -0,212+0,106 mm (F1 numunesine-A grubu reaktif) ve -0,106+0,063 mm (F2 numunesine-B grubu reaktif) tane fraksiyonlarında flotasyon deney sonuçlarında önemli bir değişim olmadığı, bu tane fraksiyonlarında kullanılan A ve B grubu reaktiflerinin flotasyona etkisi ve reaktif grupları kıyaslamasında A grubu reaktiflerinin her iki tane fraksiyonunda da konsantre kazanma verimi açısından [AERO 3000 C 400 gr/t, AERO 625 gr/t, gazyağı+fuel-oil 10 gr/t, çamyağı 10-12,5 gr/t miktarlarında kullanıldığı şartlarda] yüksek değerlere ulaşıldığı görülmüştür. F1 ve F2 numunelerinin yapısal özellikleri benzer olduğu için, bu sonuçlar her iki numune için de geçerlidir.

### ***3.5.3 Temizleme Devreli Zenginleştirme Deneyleri***

Bu başlık kapsamında 3 farklı grupta temizleme devreli deney yapılmıştır. Bunlar; flotasyon+flotasyon temizleme devresi ile yapılan zenginleştirme deneyleri, flotasyon+manyetik temizleme devresi ile yapılan zenginleştirme deneyleri ve manyetik+flotasyon temizleme devresi ile yapılan zenginleştirme deneyleridir.

#### ***3.5.3.1 Flotasyon+Flotasyon Temizleme Devresi ile Yapılan Zenginleştirme Deneyleri***

Bu deneyler kapsamında F1 numunesine -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm tane fraksiyonlarında farklı deneyler A ve B grubu reaktifleri ile uygulanmıştır.

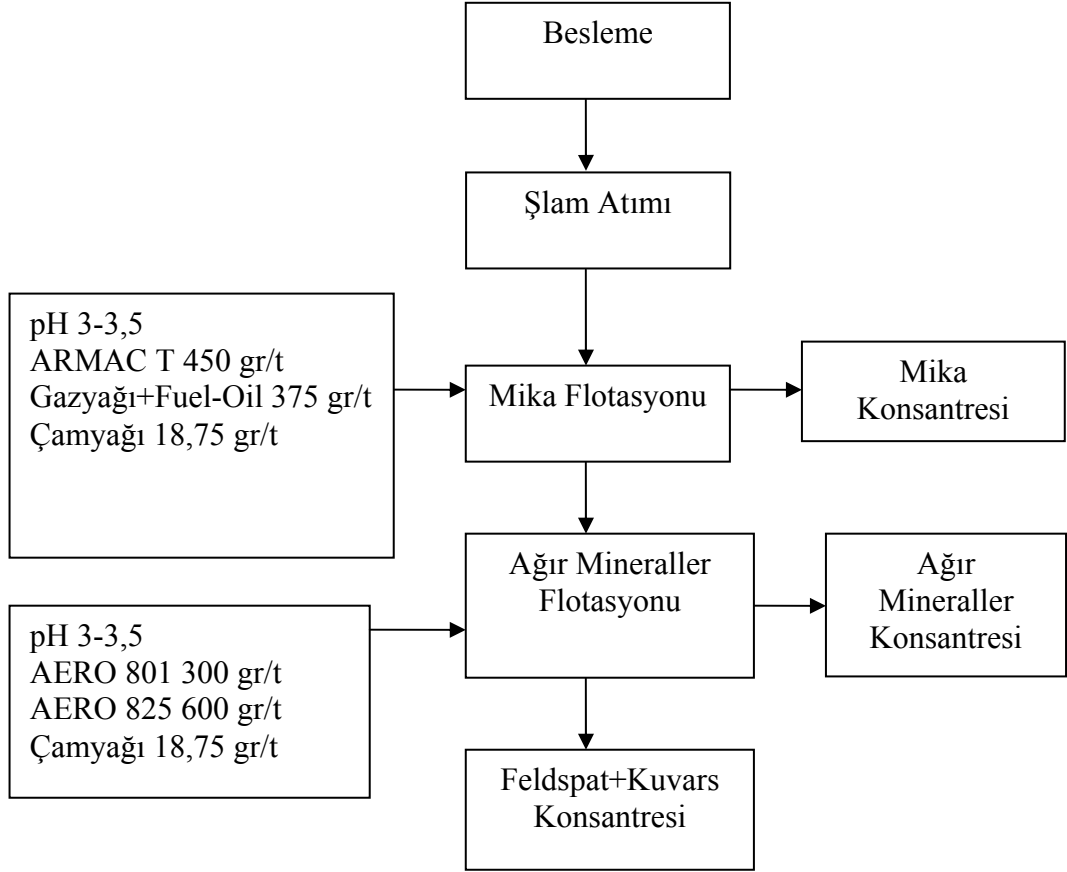
##### **➤ -0,212 + 0,106 mm tane fraksiyonuna uygulanan deneyler;**

Bu tane fraksiyonunda F1 numunesine 2 farklı deney uygulanmıştır. Bu deneylerden 13 numaralı deney 2 kademede yapıldığı için, 13.a ve 13.b olarak 2 kademede adlandırılmıştır.

13.a deneyinde B grubu reaktifleri kullanılarak mika ve ağır mineral flotasyonu yapılmış, 13.a deneyinin feldspat+kuvars konsantresine aynı miktar B grubu reaktifleri kullanılarak 2.kademede flotasyon deneyi uygulanmış ve 13.b flotasyon deneyi sonucu elde edilmiştir. Deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika, devir 1500 dev/dak. alınmıştır. Tablo 3.55'te deneylere ait reaktif miktarları, Şekil 3.177-3.178'de deneylerin akım şeması ve Tablo 3.56-3.57'de deneylere ait sayısal sonuçlar verilmiştir.

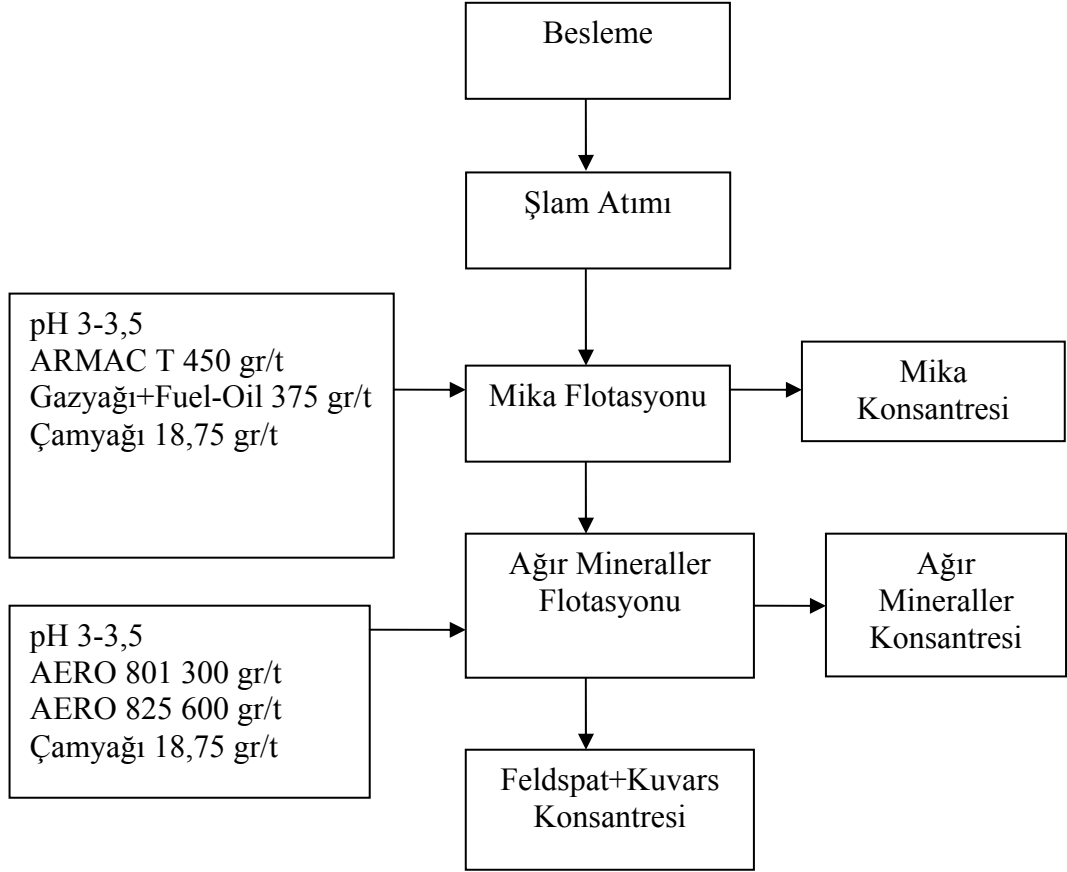
Tablo 3.55 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 13.a ve 13.b flotasyon+flotasyon deneylerinde kullanılan B grubu reaktif miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/ton)		pH
	13.a Deneyi	13.b Deneyi	
<b>ARMAC T</b>	450	450	3 – 3,5
<b>AERO 801</b>	300	300	3 - 3,5
<b>AERO 825</b>	600	600	3 - 3,5
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	375	375	
<b>Çamyacı</b>	18,75	18,75	



Şekil 3.177 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 13.a flotasyon deneyinin akım şeması.





Şekil 3.178 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 13.b flotasyon deneyinin akım şeması.

Tablo 3.56 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 13.a flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika K.	10,61	63,23	9,33	16,58	11,81	3,84	23,91	0,69	17,44	1,99	8,68	1,3	25,59	2,73	9,48	4,61	12,34	0,13	4,91
Ağır Min.K.	28,94	69,75	28,08	15,16	29,46	2,83	48,06	0,55	37,92	2,7	32,14	0,78	41,88	3,16	29,94	4,21	30,75	0,55	0,31
Konsantre	60,45	74,44	62,59	14,47	58,73	0,79	28,03	0,31	44,64	2,38	59,18	0,29	32,53	3,06	60,57	3,73	56,91	0,1	1,06
Besleme M.	100	71,89	100	14,89	100	1,7	100	0,42	100	2,43	100	0,54	100	3,05	100	3,96	100	0,23	

Tablo 3.57 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 13.b flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika K.	84,40	71,72	81,31	16,02	93,47	0,86	91,28	0,32	87,29	2,62	92,79	0,33	93,13	3,60	99,44	4,13	93,41	0,09	0,31
Ağır Min.K.	4,12	86,69	4,79	7,43	2,12	0,76	3,95	0,39	5,17	1,33	2,30	0,25	3,44	0,11	0,15	1,85	2,04	0,13	1,06
Konsantre	11,49	90,05	13,90	5,56	4,41	0,33	4,77	0,21	7,54	1,02	4,91	0,09	3,43	0,11	0,41	1,48	4,55	0,11	1,06
Besleme M.	100	74,44	100	14,47	100	0,79	100	0,31	100	2,38	100	0,29	100	3,06	100	3,73	100	0,1	1,06

Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi

Tablo 3.56-3.57'den elde edilen sonuçlar ile, B grubu reaktiflerinin Tablo 3.55'te verilen miktarlarda F1 numunesine ard arda uygulanması ile emprüte uzaklaştırmada verim % 50 seviyesinden % 5 seviyesine düşerken, konsantrazanma verimi de % 55-60 seviyelerinden % 4 seviyelerine gerilemiştir.

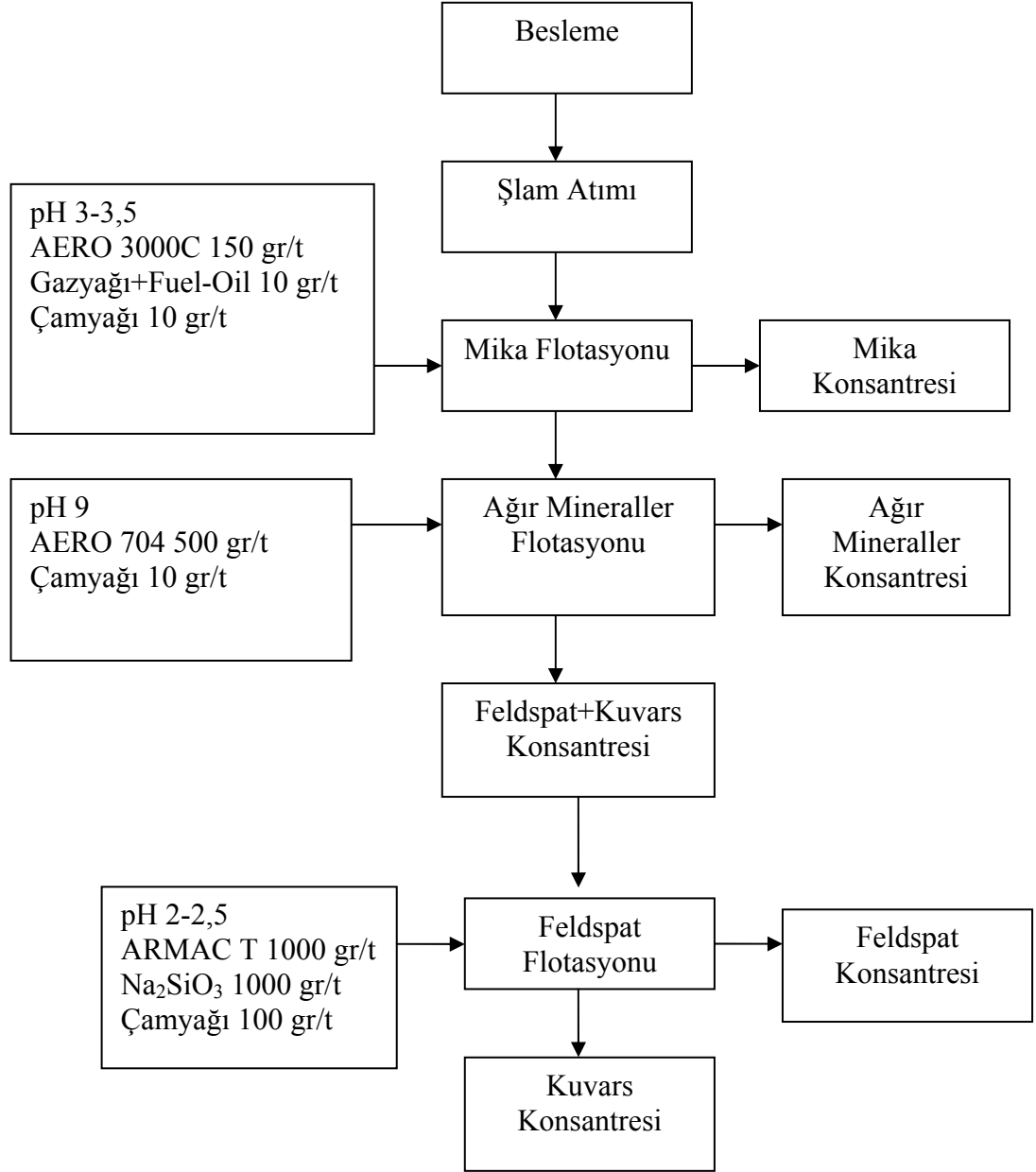
Aynı tane fraksiyonunda yapılan 14 numaralı deneyde F1 numunesine önce A grubu reaktifleri ile mika ve ağır mineral flotasyon deneyi yapılmış, elde edilen feldspat+kuvars konsantresine C grubu reaktifleri kullanılarak feldspat-kuvars ayırımı flotasyon deneyi uygulanmıştır. C grubu reaktifleri olarak, feldspat-kuvars ayırmada ARMAC T,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  kullanılmıştır. pH'ı 2 – 2,5 seviyesine ayarlayabilmek için ise HF kullanılmıştır. Kondüsyonlama süresi 10 dakika, devir 1500 dev/dak. alınmıştır. Mika ve ağır mineral flotasyonunda flotasyon süresi 10 dakika, feldspat flotasyonunda 5 dakikadır.

Feldspat flotasyonu yapılırken feldspat mineralin 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 feldspat minerallerinin de ağırlıkça silikat bünyeli olmalarından dolayı her iki bileşeni de bastırıcı olarak etkilemektedir. Bu nedenlerle feldspat ve kuvars minerallerinin selektif olarak ayrılabilmesi ancak florik asit kullanılması ile mümkün olmaktadır. Florik asit kuvars üzerinde bastırıcı etki yaparken, diğer yandan feldspat minerallerinin yüzeyini de aksi yönde etkileyerek katyonik bileşenler tarafından daha iyi olarak yüzebilmesini sağlamaktadır.

Tablo 3.58'de 14 numaralı deneye ait reaktif miktarları, Şekil 3.179'da deneyin akım şemaları ve Tablo 3.59'da deneylere ait sayısal sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3.58 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 14 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinde kullanılan A ve C grubu reaktif miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/ton)		pH
	Mika ve Ağır Min.Flot.	Feldspat Flotasyonu	
<b>AERO 3000 C</b>	150	-	3 – 3,5
<b>AERO 704</b>	500	-	9
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	10	-	
<b>Çamyacı</b>	10	100	
<b>ARMAC T</b>	-	1000	2 – 2,5
<b>Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub></b>	-	1000	



Şekil 3.179 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 14 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinin akım şeması.

Tablo 3.59 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda yapılan 14 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	13,55	52,35	9,85	20,74	18,85	10,11	69,14	1,65	62,65	1,04	5,97	3,76	76,91	1,45	6,37	7,38	25,04	0,06	0,31
<b>Ağır Min. K.</b>	9,11	69,66	8,81	11,86	7,27	5,14	23,63	0,91	23,23	3,64	14,06	1,04	14,30	1,89	5,58	3,25	7,41	1,86	1,06
<b>Feldspat K.</b>	38,97	62,60	33,86	21,93	57,31	0,21	4,13	0,08	8,74	3,62	59,80	0,11	6,47	5,35	67,55	5,86	57,17	0,11	0,13
<b>Kuvars K.</b>	38,37	89,15	47,48	6,45	16,60	0,16	3,10	0,05	5,38	1,24	20,17	0,04	2,32	1,65	20,50	1,08	10,38	0,05	0,12
<b>Besleme M.</b>	100	72,04	100	14,91	100	1,98	100	0,36	100	2,36	100	0,66	100	3,09	100	3,99	100		

Tablo 3.59'dan görüleceği üzere, feldspat-kuvars ayırımı flotasyonu sonucunda, feldspat konsantrisinde  $\text{Na}_2\text{O}_3$  tenörü % 5,35,  $\text{K}_2\text{O}$  tenörü % 5.86 değerine ulaşmıştır.

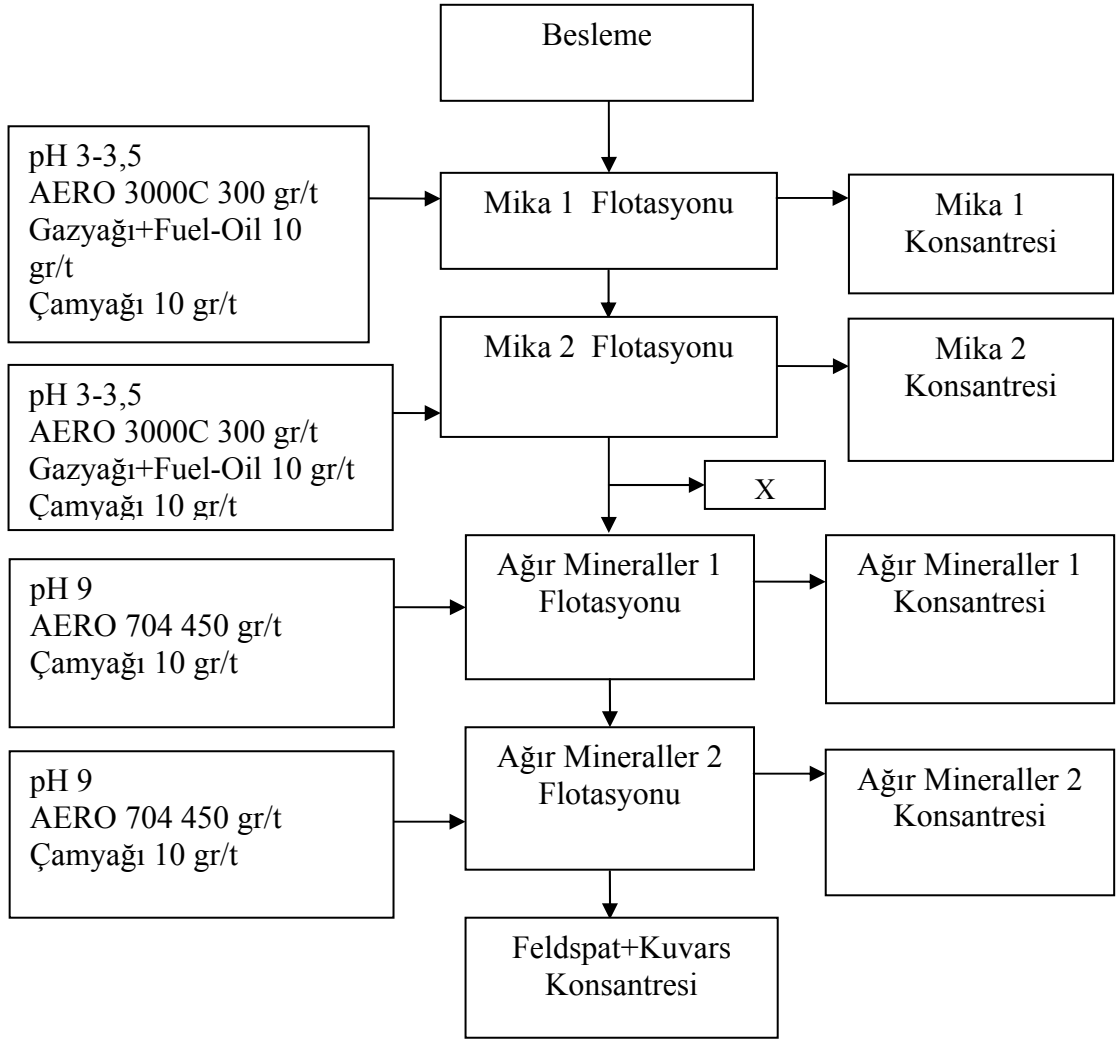
➤ **-0,106 + 0,063 mm** tane fraksiyonuna uygulanan deneyler;

Bu tane fraksiyonunda F1 numunesine 3 farklı deney uygulanmıştır. Bu deneylerden 15 ve 16 numaralı deneyler A grubu reaktiflerle, 17 ve 18 numaralı deneyler B grubu reaktiflerle yapılmıştır.

A grubu reaktiflerle yapılan deneyler Tablo 3.60'ta, flotasyon akım şemaları Şekil 3.180-3.181'de, sonuçları Tablo 3.61-3.62'de verilmiştir. Bu deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika, devir 1500 devir/dakika alınmıştır. 2 kademede yapılan deneylerde, mika ve ağır mineral flotasyonları arasında ara yıkamalar yapılmıştır.

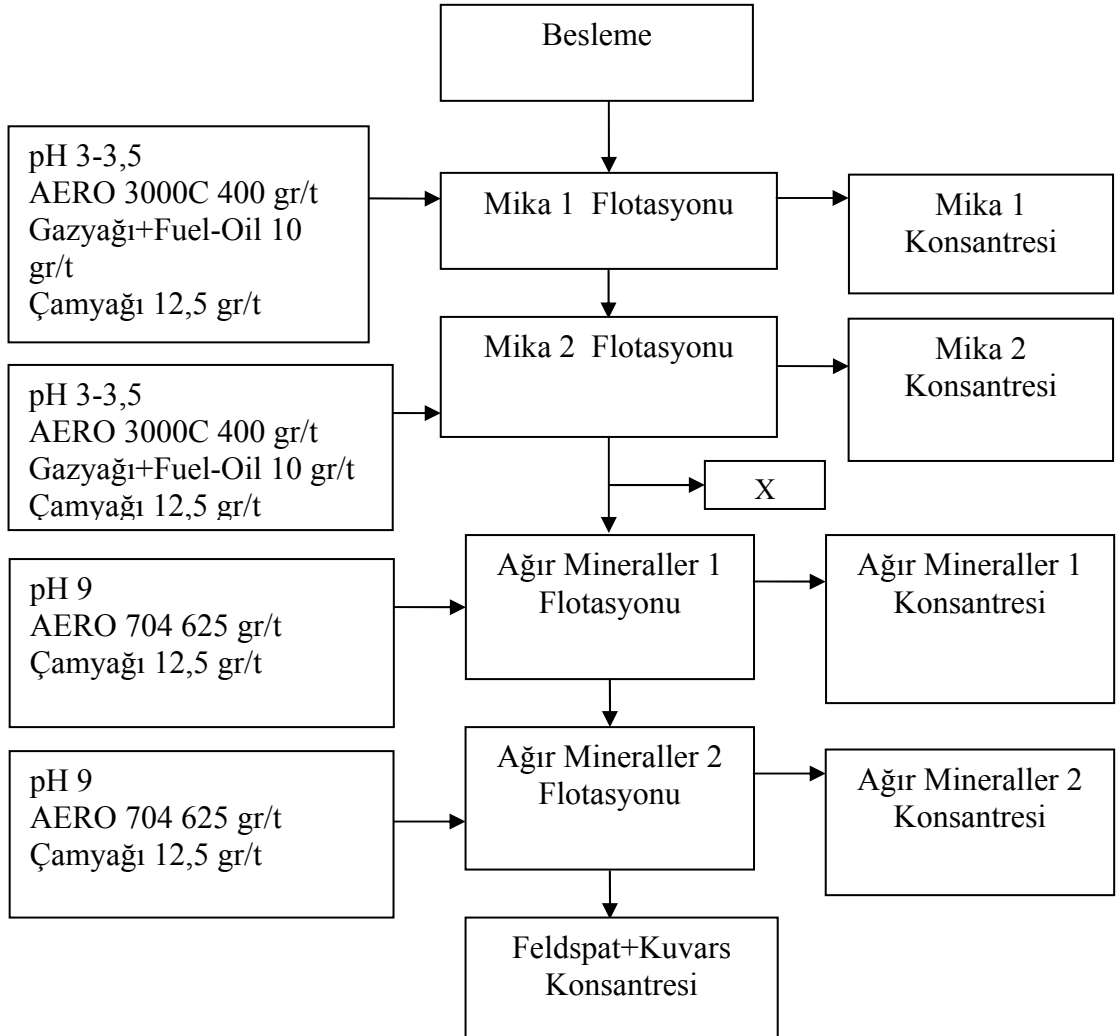
Tablo 3.60 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda yapılan 15 ve 16 numaralı flotasyon+flotasyon deneylerinde kullanılan A grubu reaktif miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/ton)		pH
	15. Deney	16. Deney	
<b>AERO 3000 C</b>	300	400	3 – 3,5
<b>AERO 704</b>	450	625	9
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	10	10	
<b>Çamyacı</b>	10	12,5	



Şekil 3.180 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda yapılan 15 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinin akım şeması (X: ara yıkama).





Şekil 3.181 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda yapılan 16 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinin akım şeması (X: ara yıkama).

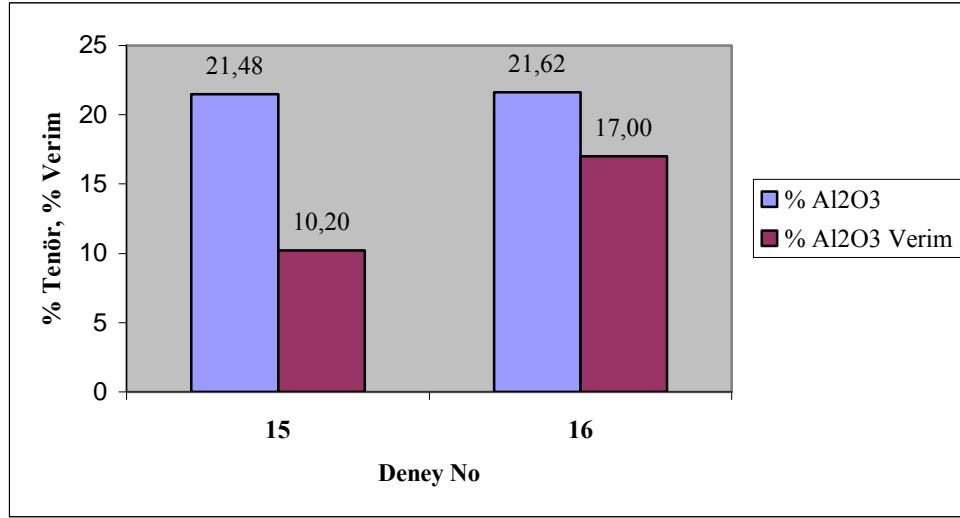
Tablo 3.61 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 15 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika 1 K.	3,72	62,78	3,29	19,05	4,44	5,28	11,19	0,74	7,58	2,12	3,09	1,38	10,03	2,38	2,67	4,63	4,25	0,43	1,22
Mika 2 K.	7,58	55,87	5,97	21,48	10,20	7,37	31,86	1,23	25,67	1,37	4,09	2,69	39,89	1,76	4,02	6,86	12,86	0,14	1,22
Ağır Min.1 K.	16,05	72,23	16,33	15,47	15,55	1,28	11,71	0,29	12,92	2,60	16,43	0,33	10,29	3,49	16,83	3,94	15,63	0,31	0,06
Ağır Min.2 K.	7,17	66,48	6,72	15,20	6,83	4,28	17,50	0,58	11,43	3,77	10,65	0,79	11,13	2,87	6,20	3,66	6,50	1,60	0,76
Konsantre	65,48	73,38	67,70	15,35	62,98	0,74	27,74	0,23	42,40	2,55	65,73	0,22	28,66	3,57	70,28	3,75	60,75	0,14	0,06
Besleme M.	100	70,98	100	15,96	100	1,75	100	0,36	100	2,54	100	0,51	100	3,32	100	4,04	100	0,28	

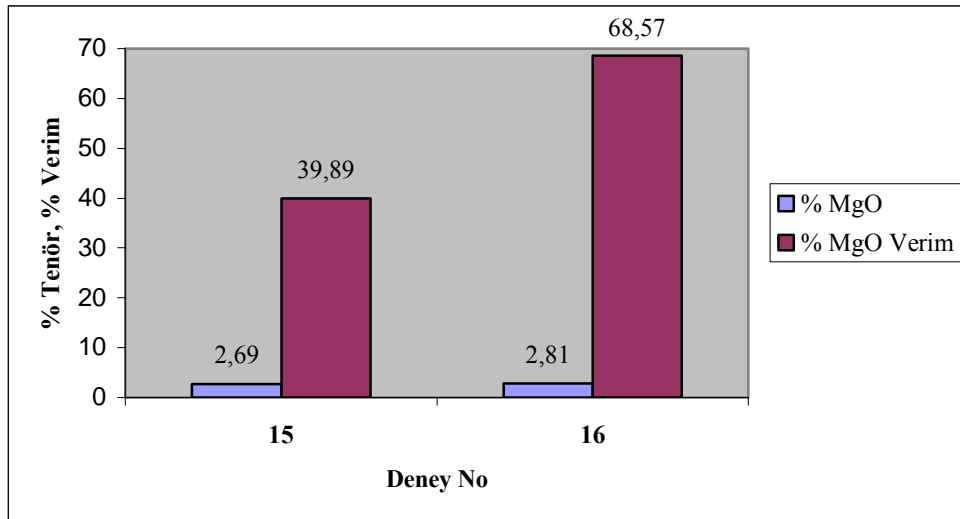
Tablo 3.62 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile yapılan 16 numaralı flotasyon+flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika 1 K.	3,70	62,85	3,27	19,34	4,53	5,18	10,91	0,72	7,29	1,98	2,95	1,47	10,71	2,47	2,77	4,58	4,22	0,18	1,22
Mika 2 K.	12,43	55,02	9,61	21,62	17,00	7,58	53,69	1,27	43,3	1,44	7,23	2,81	68,57	2,00	7,55	6,96	21,51	0,08	1,22
Ağır Min.1 K.	3,58	71,48	3,59	15,55	3,52	1,36	2,77	0,28	2,71	2,96	4,27	0,30	2,13	3,40	3,70	3,98	3,54	0,63	0,06
Ağır Min.2 K.	38,16	80,01	42,87	10,56	25,49	1,22	26,59	0,29	30,58	2,02	30,99	0,19	14,03	2,34	27,08	2,89	27,43	0,42	0,06
Konsantre	42,13	68,72	40,66	18,56	49,46	0,25	6,03	0,14	16,12	3,21	54,56	0,06	4,56	4,6	58,89	4,14	43,31	0,13	0,2
Besleme M.	100	71,21	100	15,81	100	1,76	100	0,37	100	2,48	100	0,51	100	3,29	100	4,02	100	0,25	1,22

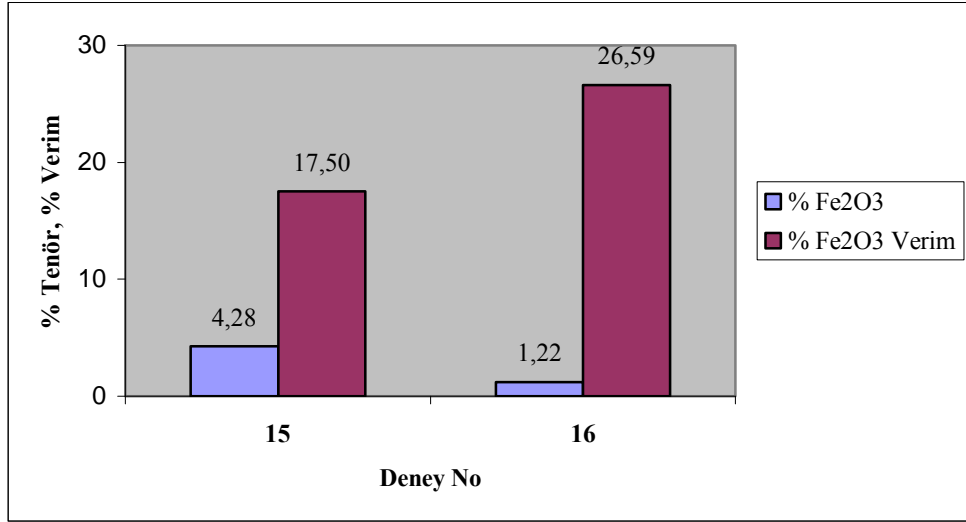
Konsantre= Feldspat+kuvars konsantresi



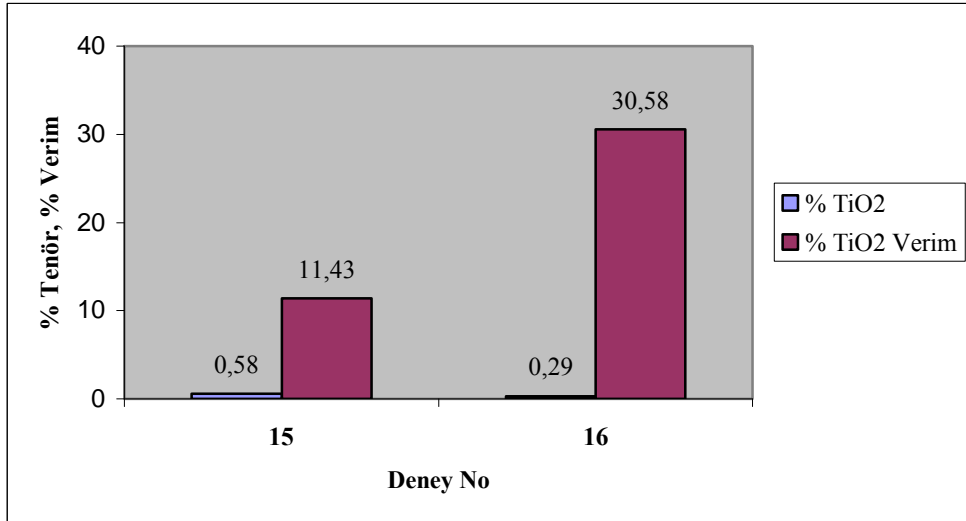
Şekil 3.182 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde mika konsantresindeki % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verim değişimi grafiği.



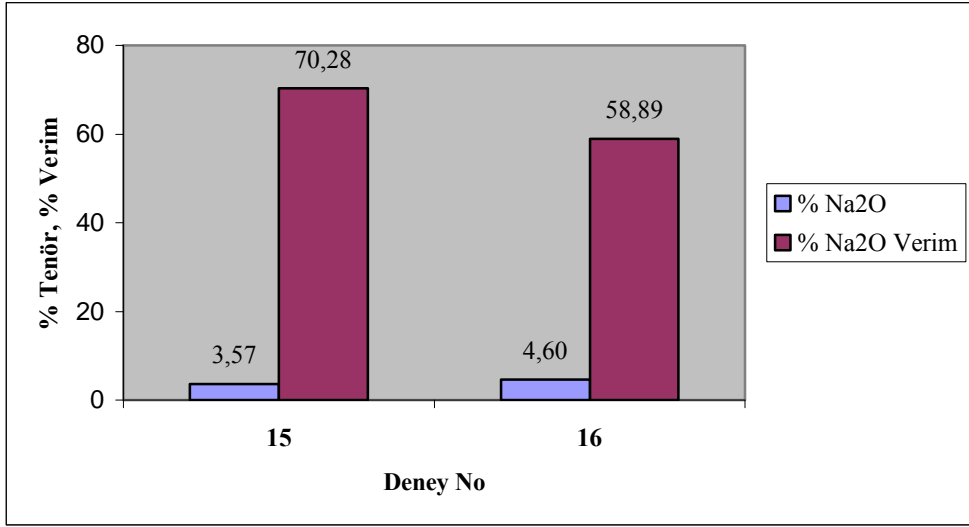
Şekil 3.183 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde mika konsantresindeki % MgO tenör ve verim değişimi grafiği.



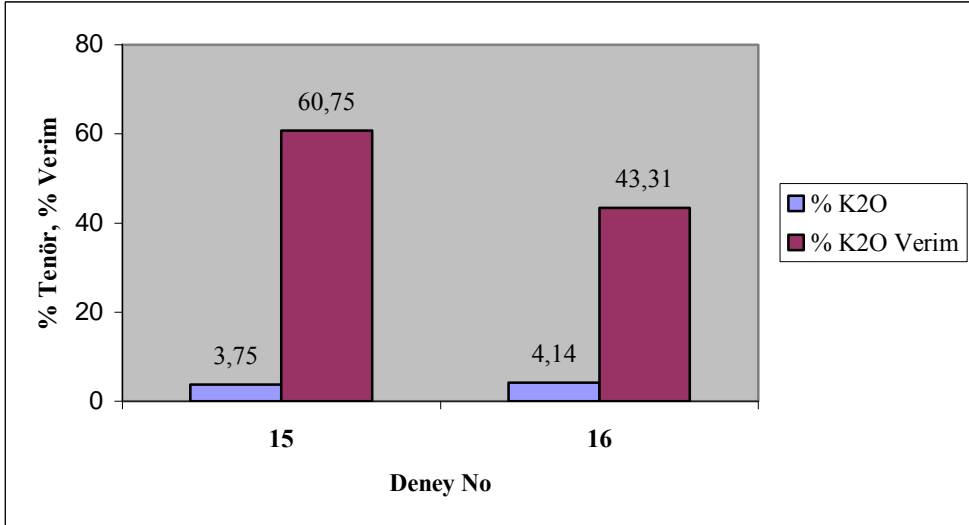
Şekil 3.184 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verim değişimi grafiği.



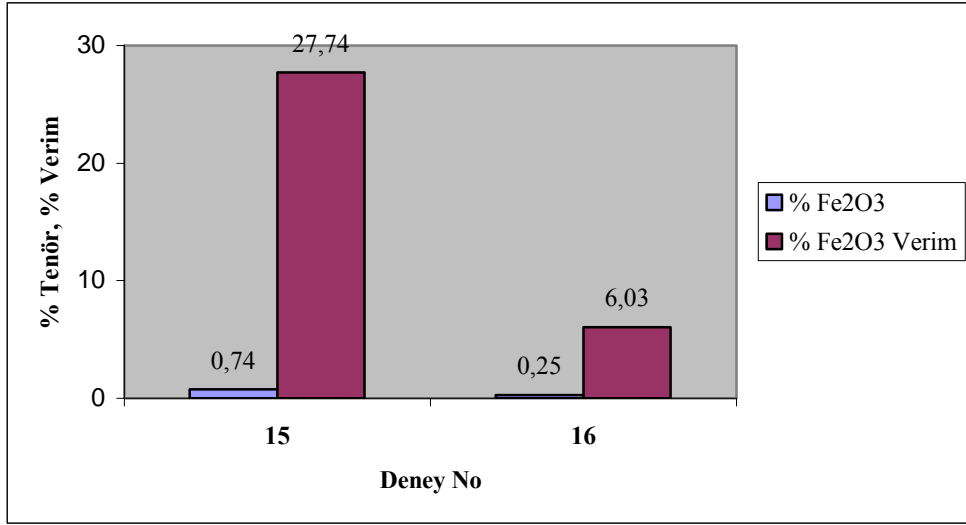
Şekil 3.185 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde ağır mineral konsantresindeki % TiO<sub>2</sub> tenör ve verim değişimi grafiği.



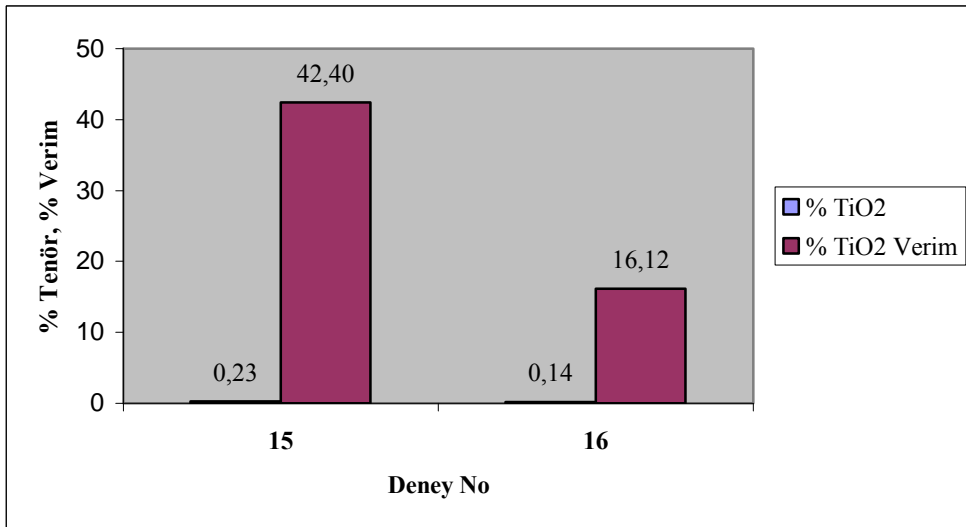
Şekil 3.186 F1 numunesi için  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki %  $\text{Na}_2\text{O}$  tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.187 F1 numunesi için  $-0,106+0,063$  mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki %  $\text{K}_2\text{O}$  tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.188 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenör ve verim değişimi grafiği.



Şekil 3.189 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda A grubu reaktiflerinin miktarının temizleme devreli flotasyona etkisinde feldspat+kuvars konsantresindeki % TiO<sub>2</sub> tenör ve verim değişimi grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüldüğü gibi, mika konsantresindeki Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> verimi % 17 değeri ile, MgO verimi de % 68,57 değeri ile 16 numaralı deneyde yüksektir. Ağır mineral konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü % 4,28 değeri ile 15, verimi % 26,59 değeri ile 16 numaralı deneyde, TiO<sub>2</sub> verimi % 30,58 değeri ile 16 numaralı deneyde yüksektir. Feldspat+kuvars konsantresindeki Na<sub>2</sub>O verimi % 70,28 değeri

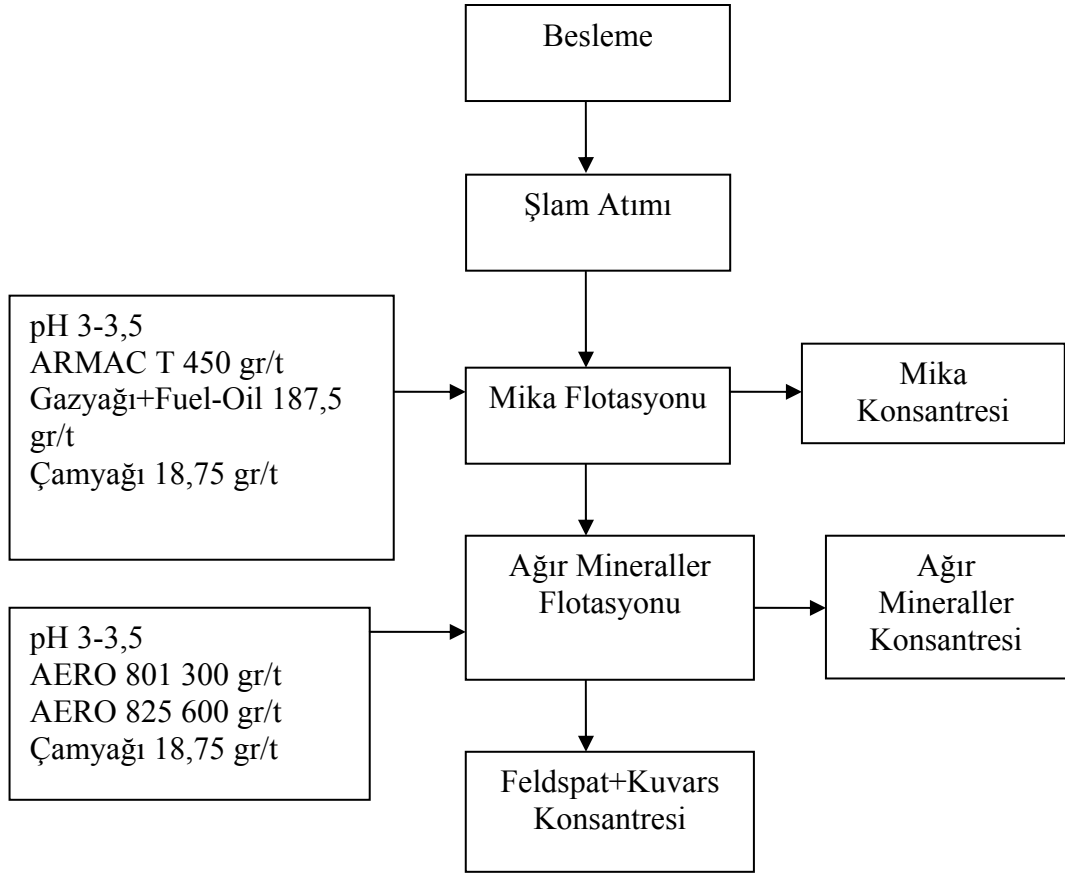
ile 15, tenörü % 4,60 değeri ile 16 numaralı deneyde, K<sub>2</sub>O verimi % 60,75 değeri ile 15, tenörü % 4,14 değeri ile 16 numaralı deneyde yüksektir. Feldspat+kuvars konsantresindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> verimleri % 6,03 ve % 16,12 değerleri ile 16 numaralı deneyde düşüktürler. Bu değerler sonucunda, emprüte uzaklaştırma başarısında ve yüksek konsantre tenörü eldesinde A grubu reaktiflerinin daha çok kullanıldığı 16 numaralı deney, konsantre kazanma verimi açısından ise A grubu reaktiflerinin daha az kullanıldığı 15 numaralı deney tercih edilebilir.

-0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda son olarak B grubu reaktiflerinin kullanıldığı 17.a ve 17.b numaralı deneyler yapılmıştır. 17 numaralı deney 2 kademedede yapıldığı için, 17.a ve 17.b olarak 2 kademedede adlandırılmıştır.

17.a deneyinde B grubu reaktifleri kullanılarak mika ve ağır mineral flotasyonu yapılmış, 17.a deneyinin feldspat+kuvars konsantresine, bu deneyin %100 fazla miktarı B grubu reaktifleri kullanılarak 2.kademedede flotasyon deneyi uygulanmış ve 17.b flotasyon deneyi sonucu elde edilmiştir. Deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika, devir 1500 dev/dak. alınmıştır. Tablo 3.63'te deneylere ait reaktif miktarları, Şekil 3.190-3.191'de deneylerin akım şeması ve Tablo 3.64-3.65'te deneylere ait sayısal sonuçlar verilmiştir.

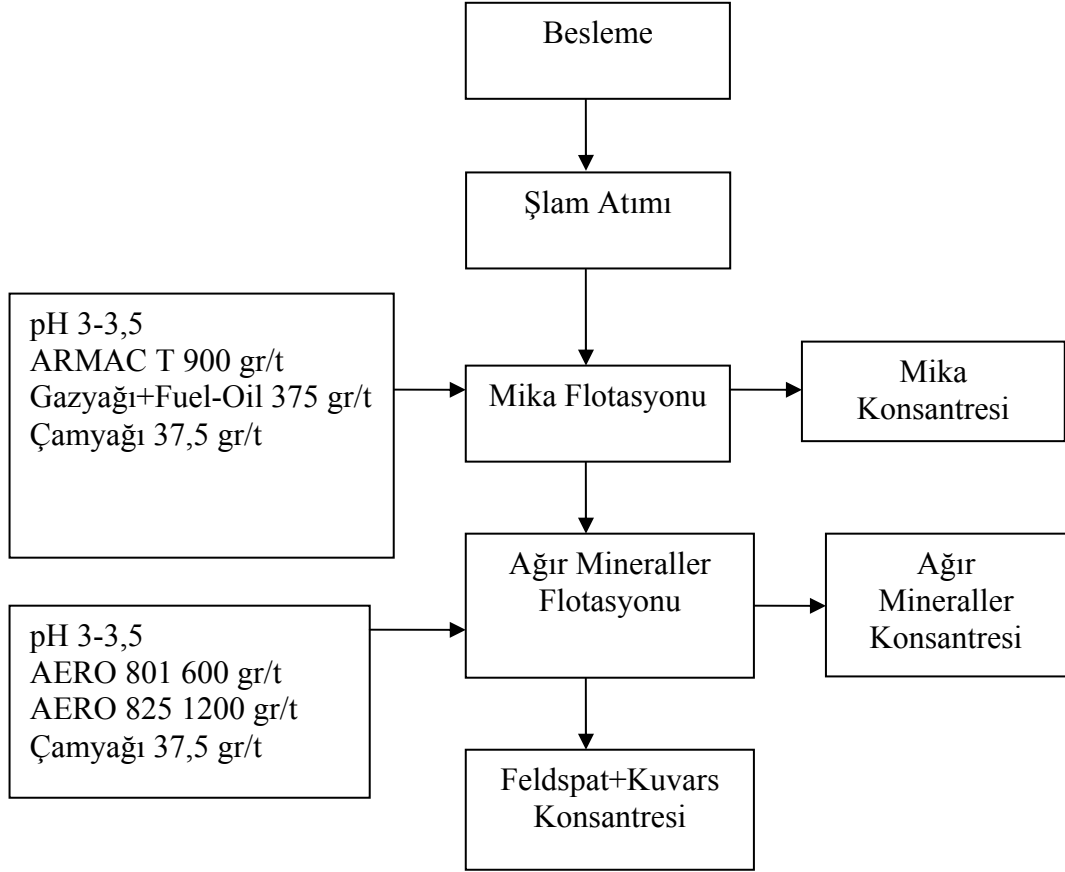
Tablo 3.63 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda yapılan 17.a ve 17.b flotasyon deneylerinde kullanılan B grubu reaktif miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/ton)		pH
	17.a Deneyi	17.b Deneyi	
<b>ARMAC T</b>	450	900	3 – 3,5
<b>AERO 801</b>	300	600	3 - 3,5
<b>AERO 825</b>	600	1200	3 - 3,5
<b>G.yağı+Fuel-oil</b>	187,5	375	
<b>Çamyacı</b>	18,75	37,5	



Şekil 3.190 F1 numunesi için -0,106+01063 mm tane fraksiyonunda yapılan 17.a flotasyon deneyinin akım şeması.





Şekil 3.191 F1 numunesi için -0,106+01063 mm tane fraksiyonunda yapılan 17.b flotasyon deneyinin akım şeması.

Tablo 3.64 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda yapılan 17.a flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika K.	24,70	63,58	23,47	17,02	26,70	3,05	42,21	0,58	36,45	2,20	22,19	0,99	44,46	2,86	21,54	4,52	28,07	0,31	4,91
Ağır Min.K.	22,71	65,88	22,36	15,23	21,98	2,85	36,28	0,59	34,10	2,60	24,12	0,65	26,85	2,99	20,71	3,77	21,54	0,53	4,91
Konsantre	52,59	68,92	54,17	15,36	51,32	0,73	21,51	0,22	29,44	2,50	53,69	0,30	28,69	3,60	57,75	3,81	50,39	0,08	0,31
Besleme M.	100	66,91	100	15,74	100	1,79	100	0,39	100	2,45	100	0,55	100	3,28	100	3,98	100	0,24	

Tablo 3.65 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda yapılan 17.b flotasyon deneyinin sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
Mika K.	84,85	64,69	79,65	17,38	96,04	0,85	98,18	0,25	96,79	2,80	95,17	0,34	95,73	4,04	95,10	4,32	96,23	0,08	0,31
Ağır Min.K.	6,44	92,66	8,66	3,97	1,67	0,12	1,08	0,06	1,65	0,78	2,00	0,11	2,44	1,11	1,99	0,96	1,62	0,06	0,17
Konsantre	8,71	92,55	11,69	4,03	2,29	0,06	0,73	0,04	1,56	0,81	2,83	0,06	1,83	1,20	2,91	0,94	2,15	0,12	0,17
Besleme M.	100	68,92	100	15,36	100	0,73	100	0,22	100	2,5	100	0,3	100	3,6	100	3,81	100	0,08	0,31

Konsantre=Feldspat+kuvars konsantresi

Tablo 3.64-3.65'ten elde edilen sonuçlar ile, B grubu reaktiflerinin Tablo 3.63'te verilen miktarlarda F1 numunesine ard arda uygulanması ile emprüte uzaklaştırmada verim % 35 seviyesinden % 1 seviyesine düşerken, konsantre kazanma verimi de % 50-55 seviyelerinden % 2 seviyelerine gerilemiştir.

Temizleme devreli zenginleştirme deneyleri kapsamında yapılan flotasyon+flotasyon temizleme devreli deneyler sonucunda, B grubu reaktifleri ile ard arda yapılan temizleme devreli deneylerde başarı sağlanamazken, A grubu reaktifleri ile yapılan deneylerde başarı sağlanmıştır. Bu sonuçla, A grubu reaktiflerinin 2 kademedeki [AERO 3000 C 400 gr/t, AERO 704 625 gr/t, gazyağı+fuel-oil 10 gr/t, çamyağı 12,5 gr/t] miktarlarında kullanıldığı koşullar emprüte uzaklaştırma ve yüksek konsantre tenörü eldesi bakımından tercih edilebilir. Ayrıca, felspat-kuvars ayırımı yapılan deneyde de % 5,35 Na<sub>2</sub>O ve % 5,86 K<sub>2</sub>O konsantre tenörü ile yüksek değerler ulaşıldığından, feldspat-kuvars ayırımı da başarılı gözümektedir. Bu deneyler F1 numunesi için yapılmış olmakla birlikte, benzer yapısal özellikler sebebiyle F2 cevherine de uygulanabilir.

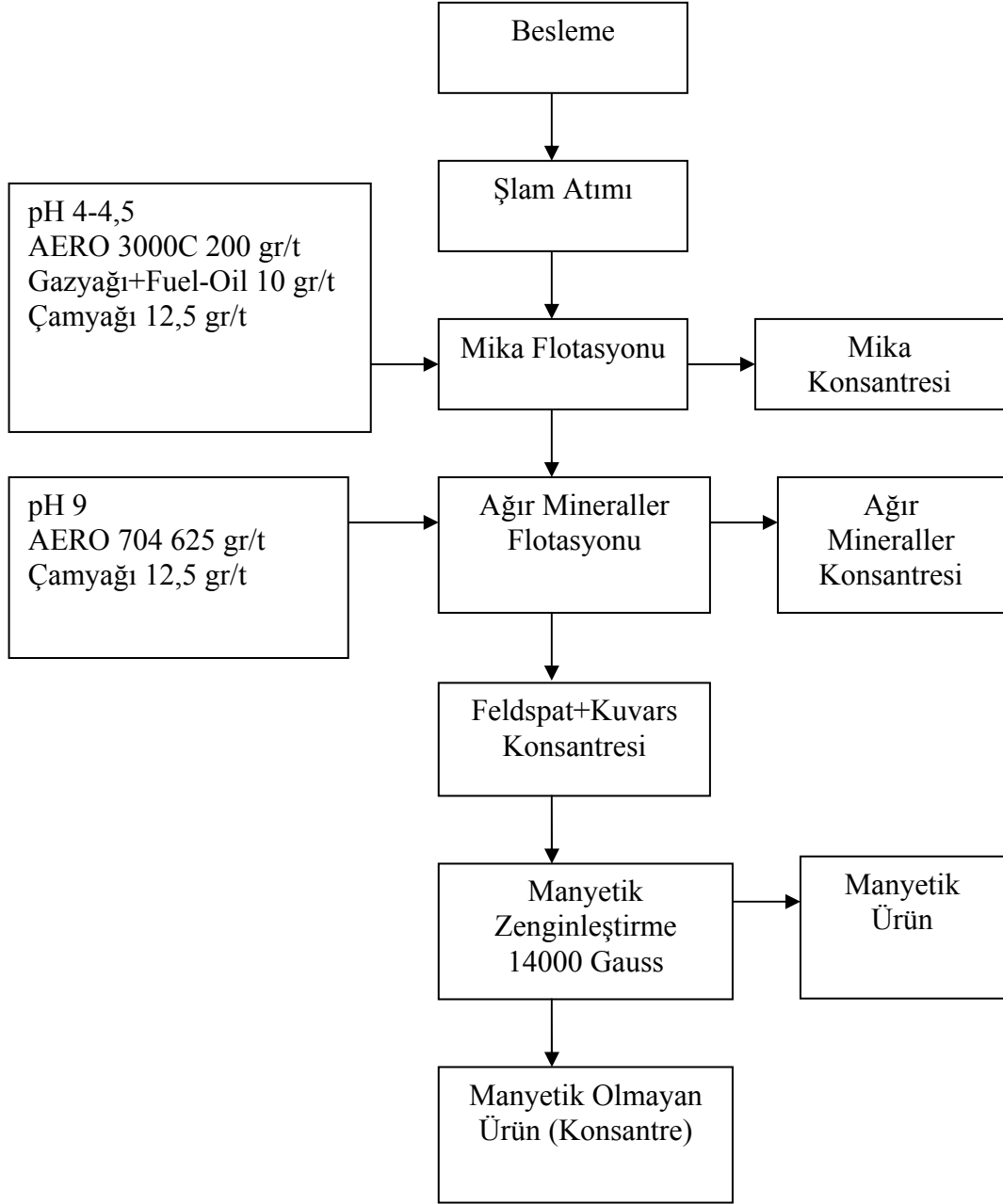
### *3.5.3.2 Flotasyon+Manyetik Temizleme Devresi İle Yapılan Zenginleştirme*

#### *Deneyleri*

Bu bölümde F1 numunesine -0,212+0,106 mm fraksiyonunda A grubu reaktifleri ile 1 tane deney uygulanmıştır. Bu deneyde numuneye öncelikle mika ve ağır mineral flotasyonları, daha sonra da 14000 gaussluk manyetik alan uygulanmıştır. Burada uygulanan flotasyonda önceki bölümlerde yapılan flotasyondan farklı olarak, mika flotasyonunda pH=4-4,5 kullanılmıştır. Kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 10 dakika, devir 1500 devir/dakika alınmıştır. Flotasyon deneyinde kullanılan reaktif miktarları Tablo 3.66'da, deneyin akım şeması Şekil 3.192'de ve deney sonuçları Tablo 3.67'de verilmiştir.

Tablo 3.66 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda flotasyon+manyetik temizleme devreli yapılan deneyde flotasyon için kullanılan A grubu reaktifleri ve miktarları

<b>Reaktifler</b>	<b>Miktar (gr/t)</b>	<b>pH</b>
<b>AERO 3000 C</b>	200	4 – 4,5
<b>AERO 704</b>	625	9
<b>Gazyağı+Fuel-oil</b>	10	
<b>Çamyacı</b>	12,5	



Şekil 3.192 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda flotasyon+manyetik temizleme devreli yapılan deneyin akım şeması.

Tablo 3.67 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda flotasyon+manyetik temizleme devreli yapılan deney sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	2,44	58,49	1,96	19,61	3,25	8,13	14,39	1,08	9,29	1,88	1,80	1,88	9,69	2,12	1,56	5,00	3,11	0,15	1,22
<b>Ağır Min. K.</b>	6,04	43,64	3,63	16,64	6,83	14,28	62,56	2,14	45,59	5,17	12,26	5,17	65,99	0,79	1,44	7,03	10,83	3,52	1,70
<b>M.Ü.</b>	1,17	49,34	0,80	18,76	1,49	14,80	12,56	2,44	10,07	1,06	0,49	4,43	10,95	0,94	0,33	6,60	1,97	0,16	1,47
<b>Konsantre</b>	90,35	75,33	93,61	14,40	88,43	0,16	10,49	0,11	35,05	2,41	85,46	0,07	13,36	3,54	96,66	3,65	84,09	0,14	0,2
<b>Besleme M.</b>	100	72,70	100	14,71	100	1,38	100	0,28	100	2,55	100	0,47	100	3,31	100	3,92	100		

Konsantre=Manyetik Olmayan Ürün

Bu deney sonucunda manyetik olmayan üründe yüksek tenör ve verimde Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O, ağır mineral ve konsantresinde de yüksek tenörde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> elde edilmiştir. Ağır mineral konsantresinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> verimleri yüksekken, manyetik üründe verimler düşmüştür.

### 3.5.3.3 Manyetik+Flotasyon Temizleme Devresi ile Yapılan Zenginleştirme Deneyleri

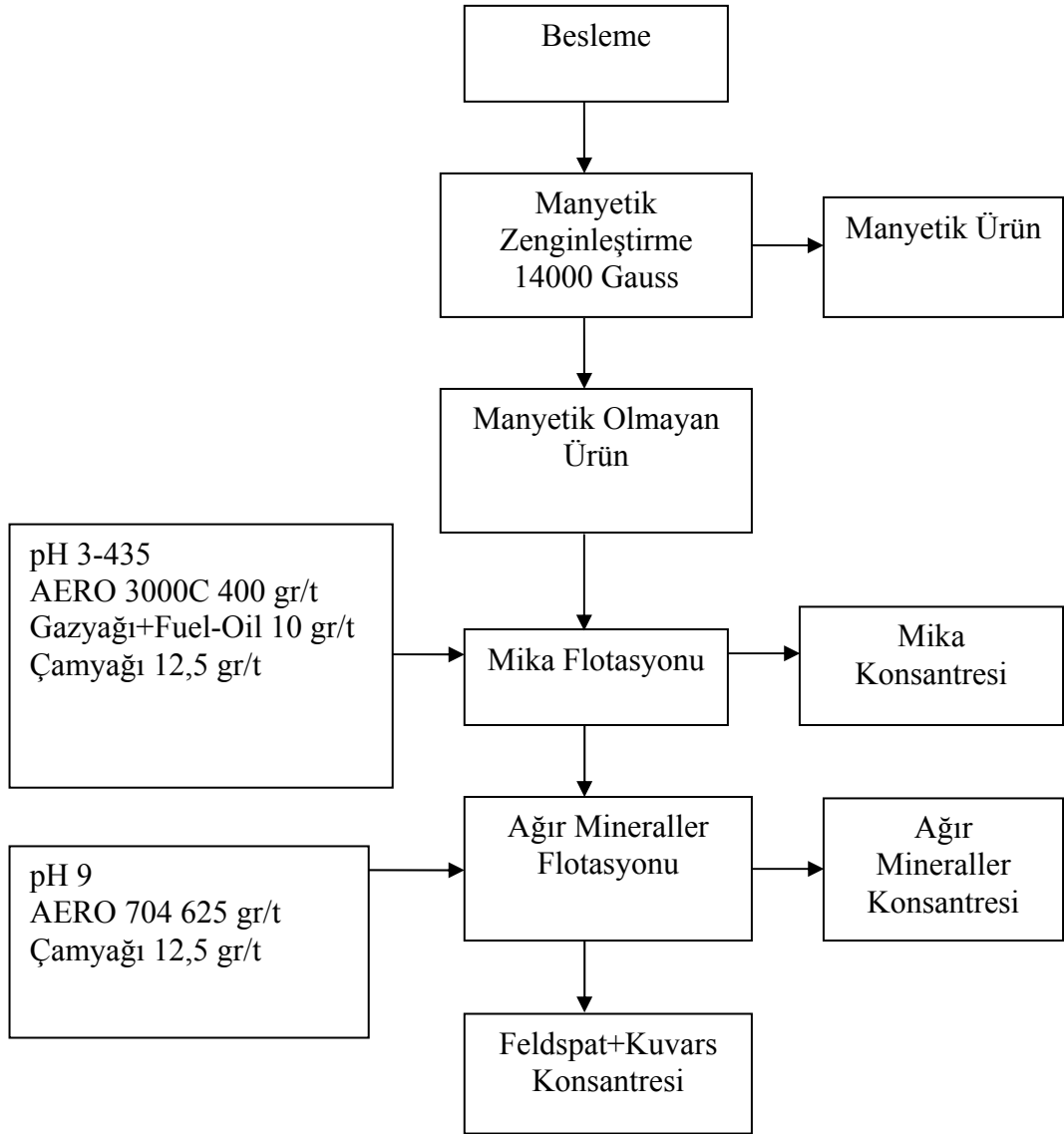
Bu temizleme devreli deneyler kapsamında, F1 ve F2 numuneleri ile -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm fraksiyonlarında sadece A grubu reaktifler ve A-C grubu reaktifler ard arda kullanılarak çeşitli deneyler yapılmıştır. Sadece A grubu reaktiflerinin kullanıldığı deneylerde önce 14000 gauss manyetik alanda manyetik zenginleştirme yapılmış, elde edilen manyetik olmayan ürüne flotasyon uygulanmıştır. A ve C grubu reaktiflerinin ard arda kullanıldığı deneylerde ise, 3.5.1 başlığında incelenen manyetik zenginleştirme deneyleri artıklarına A grubu reaktifleri ile mika ve ağır mineral flotasyonu, C grubu reaktifleri ile de feldspat-kuars ayırımı yapılmıştır.

#### ➤ -0,212 + 0,106 mm fraksiyonu için;

Bu fraksiyonda F1 ve F2 numunelerine uygulanan temizleme devreli zenginleştirme deneylerinde kullanılan A grubu reaktifleri miktarları Tablo 3.68’de, deneylerin akım şeması Şekil 3.193’te, deney sonuçları Tablo 3.69-3.70’te verilmiştir.

Tablo 3.68 F1 ve F2 numuneleri için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deneyde flotasyon için kullanılan A grubu reaktifleri ve miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/t)	pH
AERO 3000 C	400	4 – 4,5
AERO 704	625	9
Gazyağı+Fuel-oil	10	
Çamyacı	12,5	



Şekil 3.193 F1 ve F2 numuneleri için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deneylerin akım şeması.



Tablo 3.69 F1 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deney sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
M.Ü.	6,23	46,47	4,00	18,47	7,71	17,17	63,66	2,71	49,44	0,87	2,29	5,17	55,37	0,58	1,13	6,90	10,83	0,19	1,47
Mika K.	10,81	61,09	9,13	19,52	14,14	4,29	27,61	0,82	25,95	1,38	6,29	1,61	29,94	2,15	7,26	7,82	21,29	0,09	1,22
Ağır Min. K.	0,76	60,56	0,64	15,42	0,79	0,90	0,41	0,24	0,53	9,16	2,93	0,33	0,43	3,30	0,78	4,17	0,80	5,41	0,51
Konsantre	82,20	75,84	86,23	14,04	77,36	0,17	8,32	0,10	24,08	2,55	88,49	0,10	14,27	3,54	90,83	3,24	67,08	0,20	0,20
Besleme M.	100	72,30	100	14,92	100	1,68	100	0,34	100	2,37	100	0,58	100	3,20	100	3,97	100	0,23	

Tablo 3.70 F2 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deney sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
M.Ü.	9,05	55,60	6,78	18,18	13,12	8,61	55,35	0,82	52,41	1,48	10,35	3,07	60,55	0,70	2,04	8,19	15,36	0,21	2,48
Mika K.	6,42	71,39	6,18	14,85	7,62	1,45	6,62	0,13	5,85	1,08	5,36	0,52	7,28	2,71	5,61	5,94	7,91	0,03	1,70
Ağır Min. K.	17,63	69,91	16,62	12,39	17,42	0,97	12,10	0,17	21,42	2,09	28,47	0,23	8,84	3,34	18,99	4,45	16,26	4,58	0,68
Konsantre	66,90	78,07	70,42	11,59	61,85	0,55	25,94	0,04	20,32	1,08	55,83	0,16	23,34	3,40	73,36	4,36	60,47	0,20	0,41
Besleme M.	100	74,17	100	12,54	100	1,41	100	0,14	100	1,30	100	0,46	100	3,10	100	4,82	100	0,96	

Konsantre=Feldspat+kuvars konsantresi

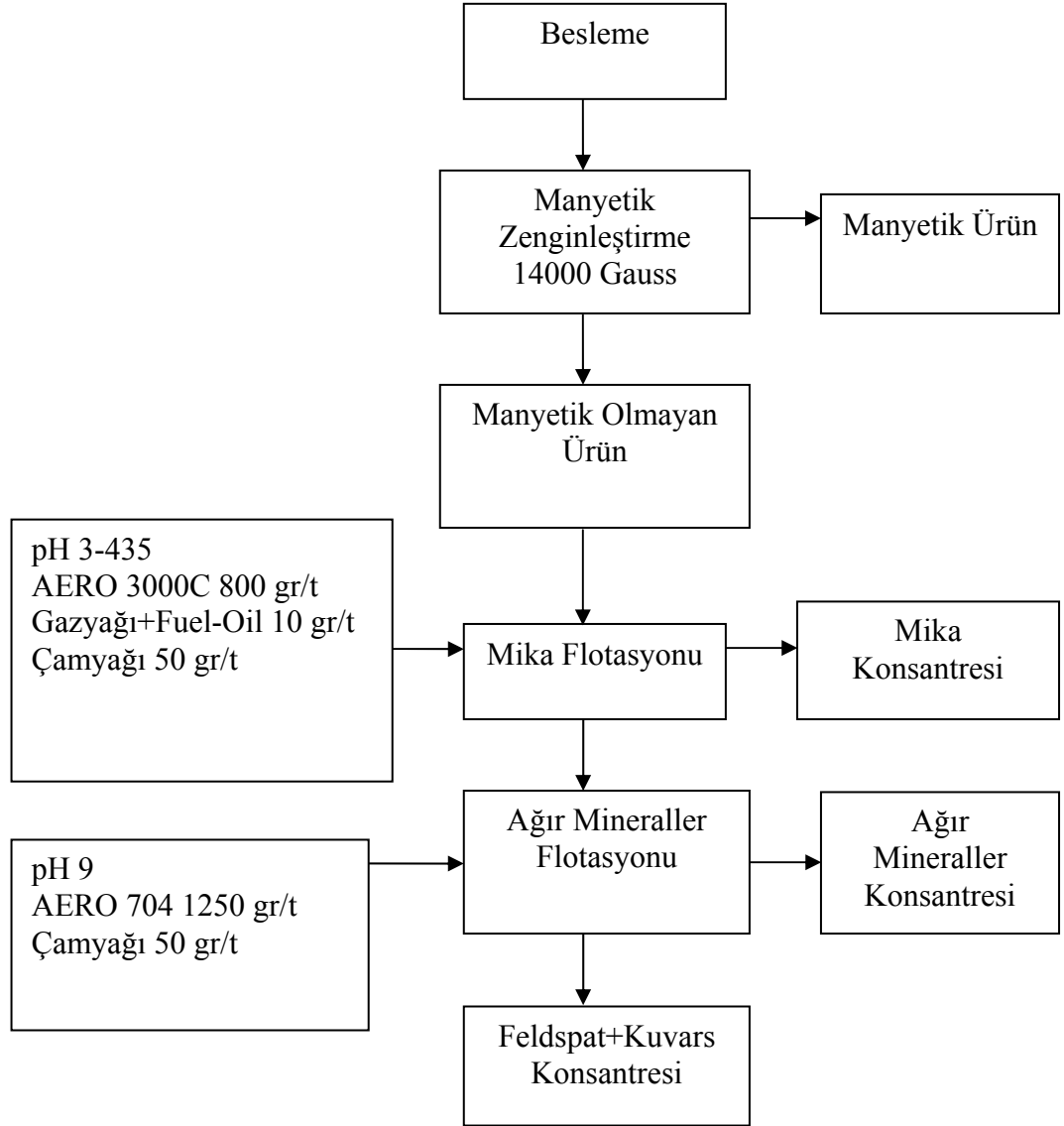
F1 ve F2 numunelerine yukarıda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre; -0,212+0,106 mm fraksiyonunda Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> tenör ve verimi manyetik üründe yüksek, ağır mineral konsantrisinde ve feldspat+kuvars konsantrisinde düşüktür. Feldspat+kuvars konsantrisinde ise Na<sub>2</sub>O verim değeri yüksekken, K<sub>2</sub>O verimi daha düşüktür. Önce manyetik ayırmanın yapıldığı bu deneylerde, flotasyonda elde edilen ağır mineral konsantrisinde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve TiO<sub>2</sub> tenörleri oldukça düşmüştür. Ancak, miktarların da düşmesiyle, verim değerleri yüksek değerlere ulaşamamıştır.

➤ **-0,106 + 0,063** mm fraksiyonu için;

Bu fraksiyonda F1 ve F2 numunelerine uygulanan temizleme devreli zenginleştirme deneylerinde kullanılan A grubu reaktifleri miktarları Tablo 3.71’de, deneylerin akım şeması Şekil 3.194’te, deney sonuçları Tablo 3.72-3.73’te verilmiştir.

Tablo 3.71 F1 ve F2 numuneleri için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deneyde flotasyon için kullanılan A grubu reaktifleri ve miktarları

<b>Reaktifler</b>	<b>Miktar (gr/t)</b>	<b>pH</b>
<b>AERO 3000 C</b>	800	4 – 4,5
<b>AERO 704</b>	1250	9
<b>Gazyağı+Fuel-oil</b>	10	
<b>Çamyacı</b>	50	



Şekil 3.194 F1 ve F2 numuneleri için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deneylerin akım şeması.

Tablo 3.72 F1 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deney sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
M.Ü.	6,92	44,50	4,25	18,79	9,46	18,55	81,05	2,71	57,67	0,98	2,92	5,37	75,71	0,57	1,17	6,70	11,95	0,36	1,47
Mika K.	15,50	65,83	14,07	10,51	11,85	1,63	15,95	0,50	23,83	2,45	16,38	0,60	18,95	3,72	17,04	5,01	20,02	0,17	0,50
Ağır Min. K.	14,60	74,20	14,94	15,20	16,14	0,11	1,01	0,11	4,94	2,68	16,87	0,05	1,49	3,90	16,83	3,54	13,32	0,08	0,14
Konsantre	62,98	76,82	66,74	13,66	62,56	0,05	1,99	0,07	13,56	2,35	63,83	0,03	3,85	3,49	64,96	3,37	54,71	0,07	0,08
Besleme M.	100	72,50	100	13,75	100	1,58	100	0,33	100	2,32	100	0,50	100	3,38	100	3,88	100		

Tablo 3.73 F2 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deney sonuçları

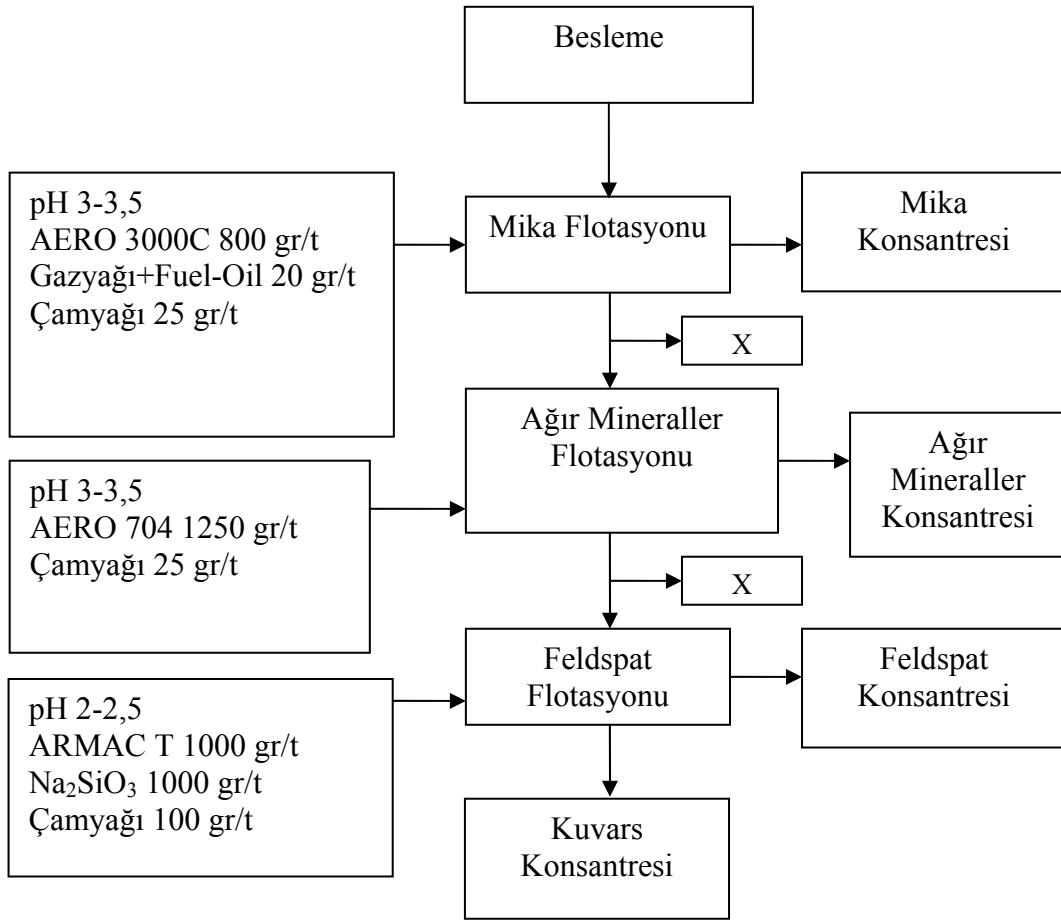
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
M.Ü.	8,19	54,05	6,33	18,75	12,12	9,36	56,09	0,73	41,60	1,48	10,10	3,05	50,62	0,47	1,24	8,8	14,71	0,56	2,54
Mika K.	18,88	42,22	11,41	18,42	27,44	2,33	32,19	0,29	38,10	0,60	9,44	1,09	41,70	1,50	9,14	8,86	34,15	0,15	3,10
Ağır Min. K.	1,22	78,08	1,36	11,25	1,08	0,20	0,18	0,04	0,34	1,91	1,94	0,17	0,42	3,15	1,24	4,33	1,08	0,05	0,62
Konsantre	71,70	78,85	80,90	10,49	59,35	0,22	11,54	0,04	19,96	1,31	78,27	0,05	7,26	3,82	88,38	3,42	50,06	0,07	1,48
Besleme M.	100	69,88	100	12,67	100	1,37	100	0,14	100	1,20	100	0,49	100	3,09	100	4,89	100	0,07	1,48

F1 ve F2 numunelerine yukarıda yapılan deneylerden elde edilen sonuçlara göre; -0,106+0,063 mm fraksiyonunda  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$  tenör ve verimi manyetik üründe yüksek, ağır mineral konsantresinde ve feldspat+kuvars konsantresinde düşüktür. Feldspat+kuvars konsantresinde ise F2 için  $Na_2O$  verim değeri yüksekken,  $K_2O$  verimi daha düşüktür. F1 için her ikisi de düşüktür. Önce manyetik ayırmanın yapıldığı bu deneylerde, flotasyonda elde edilen ağır mineral konsantresinde  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$  tenörleri oldukça düşmüştür. Ancak, miktarların da düşmesiyle, verim değerleri yüksek değerlere ulaşamamıştır.

Son olarak, 3.5.1 başlığı ile verilen F1 ve F2 numunesine ait manyetik zenginleştirme artıkları birleştirilip, -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm tane fraksiyonlarına ayrılarak, elde edilen bu numunelere önce A grubu reaktifleri ile mika ve ağır mineral flotasyonu, bu flotasyondan elde edilen feldspat+kuvars konsantresine de C grubu reaktifleri ile feldspat-kuvars ayırımı flotasyonu yapılmıştır. F1 numunesi için feldspat-kuvars ayırımında köpük alımı yapıp, başarı sağlanamazken, F2 cevherinde başarıya ulaşılmıştır. Deneyler sırasıyla 18, 19, 20, 21 olarak numaralandırılmışlardır. 18 ve 19 deneyleri -0,212+0,106 mm, 20 ve 21 deneyleri -0,106+0,063 mm tane fraksiyonlarına aittirler. 21 numaralı deneyde ağır mineral flotasyonunda köpük alımı olmamıştır. Deneylerde kondüsyonlama süresi 10 dakika, flotasyon süresi 5 dakika, devir 1500 devir/dakika alınmıştır. Deneylere ait kullanılan reaktif miktarları Tablo 3.74'te, deneylere ait akım şeması Şekil 3.195'te, deney sonuçları Tablo 3.75-3.78'de verilmiştir. Sonuç tablolarında manyetik ürün tenör ve ağırlık gösterilmemiştir. Flotasyon ürünleri arası verim hesaplamaları yapılmıştır.

Tablo 3.74 F1 ve F2 numuneleri için -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deneylerde flotasyon için kullanılan A ve C grubu reaktifleri ve miktarları

Reaktifler	Miktar (gr/t)		pH
	Mika+Ağır Min.Flot.	Feldspat-Kuvars Flot.	
<b>AERO 3000 C</b>	800	-	3 – 3,5
<b>AERO 704</b>	1250	-	9
<b>Gazyağı+Fuel-oil</b>	20	-	
<b>ARMAC T</b>	-	1000	2 – 2,5
<b>Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub></b>	-	1000	
<b>Çamyadı</b>	25	100	



Şekil 3.195 F1 ve F2 numuneleri için -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda manyetik+flotasyon temizleme devreli yapılan deneylerin akım şeması ( X: ara yıkama).

Tablo 3.75 F2 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda feldspat-kuvars ayırımı 18 numaralı deney sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	4,61	50,80	3,16	28,15	8,63	3,68	53,60	0,51	31,30	0,44	1,10	1,80	52,09	0,73	0,78	9,88	12,09	0,05	3,95
<b>Ağır Min. K.</b>	11,01	78,43	11,66	10,93	8,01	0,40	13,83	0,20	29,32	2,82	16,81	0,17	11,88	2,74	7,01	3,02	8,82	1,22	0,06
<b>Feldspat K.</b>	14,22	64,23	12,34	20,55	19,45	0,18	8,02	0,06	11,36	2,24	17,24	0,08	7,01	5,74	18,96	6,63	25,03	0,16	0,13
<b>Kuvars K.</b>	70,16	76,88	72,84	13,69	63,92	0,11	24,55	0,03	28,03	1,71	64,85	0,07	29,02	4,50	73,25	2,90	54,06	0,06	0,06
<b>Besleme M.</b>	100	74,05	100	15,03	100	0,32	100	0,08	100	1,85	100	0,16	100	4,3	100	3,77	100	0,02	

Tablo 3.76 F2 numunesi için -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda feldspat-kuvars ayırımı 19 numaralı deney sonuçları

Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	10,17	60,83	8,26	22,62	15,81	1,48	63,13	0,24	39,44	1,44	7,91	0,66	54,87	3,32	7,86	8,12	23,39	0,16	1,12
<b>Ağır Min. K.</b>	0,93	60,01	0,75	16,10	1,03	0,94	3,67	0,79	12,06	8,03	4,04	0,34	2,61	3,31	0,72	4,64	1,23	4,14	1,70
<b>Feldspat K.</b>	58,22	65,90	51,22	20,06	80,27	0,12	28,66	0,04	37,18	2,56	80,17	0,07	35,40	6,60	89,50	5,22	72,64	0,12	0,13
<b>Kuvars K.</b>	30,68	97,10	39,77	1,37	2,89	0,04	4,54	0,02	11,32	0,48	7,88	0,03	7,13	0,27	1,92	0,31	2,74	0,24	0,15
<b>Besleme M.</b>	100	74,9	100	14,55	100	0,24	100	0,06	100	1,86	100	0,12	100	4,29	100	3,53	100	0,20	

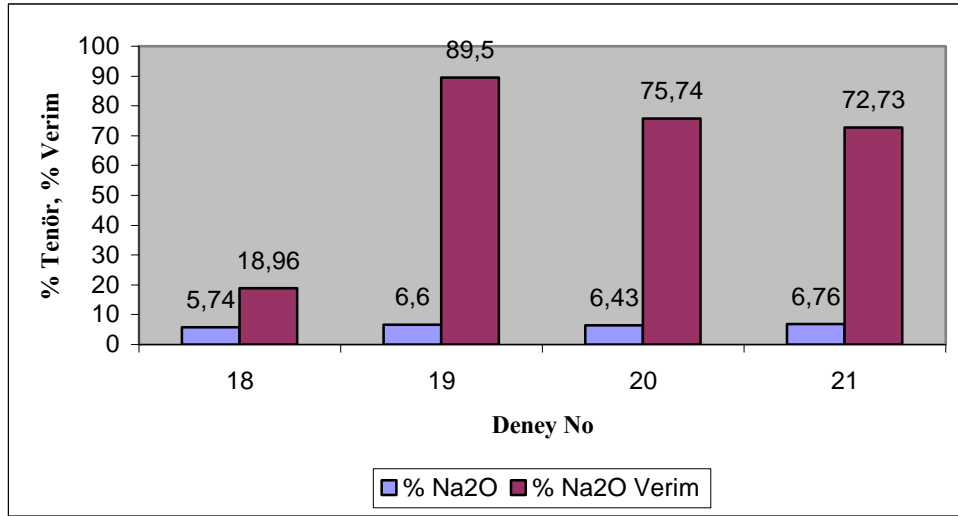


Tablo 3.77 F2 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda feldspat-kuvars ayırımı 20 numaralı deney sonuçları

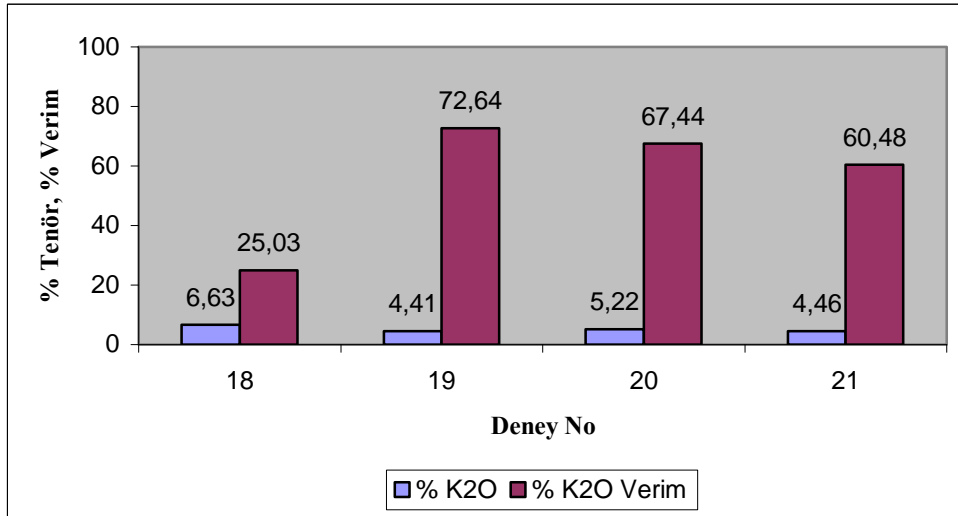
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	9,36	55,73	7,2	24,75	14,69	2,68	82,07	0,42	30,7	0,9	4,3	1,27	49,15	1,71	3,7	8,49	20,21	0,1	3,95
<b>Ağır Min. K.</b>	2,83	64,77	2,53	9,95	1,79	0,71	6,66	1,53	33,7	10,65	15,35	0,31	3,68	1,36	0,9	2,92	2,11	6,09	1,7
<b>Feldspat K.</b>	50,80	63,93	44,83	21,22	68,35	0,01	1,66	0,07	28,13	2,47	63,89	0,17	36,33	6,43	75,74	5,22	67,44	0,11	0,13
<b>Kuvars K.</b>	37,00	88,95	45,43	6,47	15,17	0,08	9,61	0,03	7,47	0,87	16,46	0,07	10,84	2,29	19,67	1,09	10,24	0,04	0,12
<b>Besleme M.</b>	100	72,44	100	15,77	100	0,43	100	0,13	100	1,97	100	0,24	100	4,31	100	3,93	100	0,25	

Tablo 3.78 F2 numunesi için -0,106+0,063 mm tane fraksiyonunda feldspat-kuvars ayırımı 21 numaralı deney sonuçları

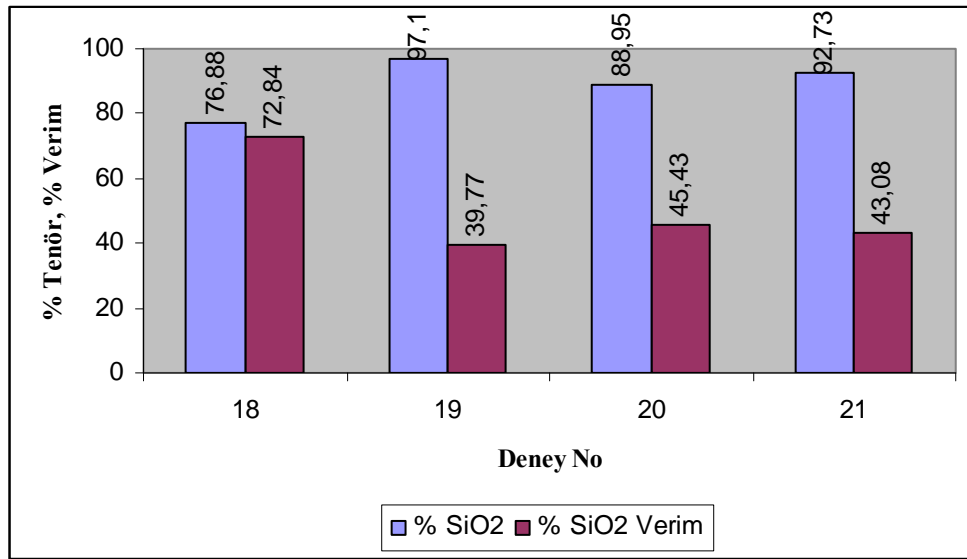
Ürünler	%Ağ.	% SiO <sub>2</sub>		% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		% TiO <sub>2</sub>		% CaO		% MgO		% Na <sub>2</sub> O		% K <sub>2</sub> O		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K.K.
		Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim	Tenör	Verim		
<b>Mika K.</b>	17,28	61,03	14,30	22,30	25,47	1,11	76,93	0,19	41,57	2,32	20,08	2,32	20,08	4,35	16,70	6,67	32,25	0,43	1,12
<b>Feldspat K.</b>	48,44	64,93	42,62	20,31	65,00	0,09	17,81	0,04	46,36	2,85	69,27	2,85	69,27	6,76	72,73	4,46	60,48	0,30	0,13
<b>Kuvars K.</b>	34,28	92,73	43,08	4,21	9,53	0,04	5,26	0,03	12,07	0,62	10,65	0,62	10,65	1,39	10,57	0,76	7,27	0,06	0,12
<b>Besleme M.</b>	100	73,79	100	15,13	100	0,25	100	0,08	100	1,99	100	1,99	100	4,5	100	3,57	100	0,24	



Şekil 3.196 F2 numunesi için  $-0,212+0,106\text{mm}$  ve  $-0,106+0,063\text{mm}$  tane fraksiyonlarında yapılan feldspat-kuvars ayırımı flotasyon deneylerinde feldspat konsantresine ait Na2O % tenör ve verim değişim grafiği.



Şekil 3.197 F2 numunesi için  $-0,212+0,106\text{mm}$  ve  $-0,106+0,063\text{mm}$  tane fraksiyonlarında yapılan feldspat-kuvars ayırımı flotasyon deneylerinde feldspat konsantresine ait K2O % tenör ve verim değişim grafiği.



Şekil 3.198 F2 numunesi için  $-0,212+0,106$ mm ve  $-0,106+0,063$ mm tane fraksiyonlarında yapılan feldspat-kuvars ayırımı flotasyon deneylerinde kuvars konsantresine ait SiO<sub>2</sub> % tenör ve verim değişim grafiği.

Yukarıda verilen grafiklerden görüleceği üzere, feldspat konsantresinde F2 numunesinin ham besleme malı tenörlerine kıyasla yüksek tenörde Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O elde edilmiştir. Verim değerleri de yüksektir, 18 numaralı deneyde köpük alım miktarı az olduğu için verim düşmüştür. Kuvars konsantresindeki SiO<sub>2</sub> tenörü de düşük olmamakla birlikte, köpük alım miktarı az olduğu için verimleri düşüktür. Emprüte uzaklaştırmaları da tenör değerleri açısından olumlu sonuçlar vermiştir.

## **BÖLÜM DÖRT**

### **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Feldspat üretim ve tüketimindeki hızlı artış, gözlü gnaysların feldspat hammaddesi olarak değerlendirilme zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu araştırma kapsamında, tek başına yapılan manyetik ve ya flotasyon deneylerinden yüksek tenörde potasyum ve sodyum feldspat eldesi yapılamamıştır. Çalışılan yörenin cevherinin mikaya bağlı potasyum feldspat içeriğinden dolayı da besleme malında tek kademeli zenginleştirme işlemi ile zenginleşebileceği beklenen cevher ancak temizleme devreli zenginleştirme işlemleri ile satılabilir ürün olan % tenör  $[Na_2O+K_2O] \geq 10,5-11$  seviyesine ulaşabilmiştir.

Deneysel çalışmalara başlamadan önce numunelerin ham haldeki kimyasal analizleri yapılmış ve, F1 numunesinin tenör dağılımlarının; % 3,25  $Na_2O$ , % 4,12  $K_2O$ , % 1,88  $Fe_2O_3$ , % 0,39  $TiO_2$  ; F2 numunesinin tenör dağılımlarının; % 3,07  $Na_2O$ , % 5,09  $K_2O$ , % 1,89  $Fe_2O_3$ , % 0,32  $TiO_2$  değerlerinde olduğu bulunmuştur.

Elek analizi sonuçları ile F1 numunesinin yaklaşık % 80'ninin, F2 numunesinin de % 85'inin -0,315 mm tane fraksiyonunun altında kaldığı gözlenmiştir. Zamana bağlı öğütme deneylerinde ise, -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda 15 dakika sonunda malzemenin % 80 'inin elek altına geçtiği ve 15-30-45-60 dakikalık öğütme süreleri sonunda malzemenin -0,075+0,063 mm tane fraksiyonunda en yüksek dağılımı gösterdiği bulunmuştur.

Numunelerin özelliklerinin tanımlanması ve bulunmasından sonra zenginleştirme aşamalarına geçilmiştir. Zenginleştirme deneyleri üç farklı şekilde yapılmıştır. Bunlar; yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırma, mika ve ağır mineral kademeleri içeren ters flotasyon ve bu iki zenginleştirme prosesinin kombinasyonlarından oluşan temizleme devreli deneylerdir.

Manyetik ayırma ile zenginleştirme deneyleri ham numunelere içerdikleri minerallerin manyetik özelliklerine bağlı manyetik akım şiddetlerinde uygulanarak,

farklı katı-sıvı oranlarındaki emprüte uzaklaştırma başarılarına bakılmıştır. Ancak katı-sıvı oranı değişimi ile sonuçların tenör değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemiş ve tane fraksiyonlarına ayrılmış numunelere % 5 katı-sıvı oranında manyetik zenginleştirme deneyleri uygulanmıştır. Tüm bu deneyler sonucunda; manyetik zenginleştirme konsantre ürünlerinin  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$  tenörlerinin % 0,15- % 0,25 ve % 0,10- % 0,15 değerlerine gerilediği, artık ürünlerinin  $Na_2O$  ve  $K_2O$  tenörlerinin % 3,5- %4 değerleri arasında olduğu gözlenmiştir. Ham numunelerin  $K_2O$  tenörleri % 4'ün üstündeyken, zenginleştirme sonucu bu değerlerin düşmesi ise, numunelerde mikaya bağlı potasyumun demir ile zenginleştirme işlemleri sırasında alınmasından kaynaklanmaktadır.

Numunelerin elek analizleri sonucunda tane fraksiyonları incelendiğinde, feldspatın serbest halde en çok rastlandığı tane fraksiyonlarının  $-0,212+0,106$  mm ve  $-0,106+0,063$  mm olduğu gözlenmiş ve flotasyon deneyleri bu fraksiyonlarda yapılmıştır. Deneylerde reaktif olarak A ve B olarak adlandırılan iki grup reaktif kullanılmıştır. A grubu reaktifler, AERO 3000 C ve AERO 704; B grubu reaktifler, ARMAC T, AERO 801 ve AERO 825'tir. Flotasyon deneyleri tane iriliğine, reaktif miktarına ve reaktif grubu kıyaslamasına göre ağırlıklı olarak F1 cevheri için yapılmış ve, tane iriliğine bağlı bir değişimin olmadığı, en uygun reaktif grubunun A grubu reaktifleri olduğu ve miktar olarak ta, AERO 3000 C için 400 gr/ton, AERO 704 için 625 gr/ton, olduğu tesbit edilmiştir. Bu sonuçların elde edildiği deney sonuçları;  $-0,212+0,106$  mm fraksiyonunda, feldspat+kuvars konsantresindeki  $Na_2O$  tenör ve verimi % 3,28, % 97,77;  $K_2O$  tenör ve verimi % 3,84, % 93,16; ağır mineral konsantresindeki  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$  tenörleri % 7,00, % 1,06'dır.  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonunda, feldspat+kuvars konsantresindeki  $Na_2O$  tenör ve verimi % 4,60, % 85,32;  $K_2O$  tenör ve verimi % 4,14, % 80,47;  $Fe_2O_3$  tenör ve verimi % 0,25, % 32,90;  $TiO_2$  tenör ve verimi ise % 0,14, % 61,13, ağır mineral konsantresindeki  $Fe_2O_3$  ve  $TiO_2$  verimleri % 35,69, % 24,38 olarak bulunmuştur. Konsantre kazanma tenör ve verimi açısından her iki fraksiyonda iyi sonuç vermiştir. Ancak, emprüte uzaklaştırma başarısında  $-0,106+0,063$  mm fraksiyonu daha iyi sonuç vermiştir.

Yapılan manyetik zenginleştirme ve flotasyon deneyleri sonucunda, tek başına her iki yöntemin de toplam  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  eldesinde yeterli olmadığı görülmüş ve son aşamada temizleme devreli deneyler numunelere uygulanmıştır. Bunlar; flotasyon+flotasyon yöntemi ile, flotasyon+manyetik yöntemi ile ve manyetik+flotasyon yöntemi ile zenginleştirme deneyleridir. Flotasyon+flotasyon deneylerinde de başarı A grubu reaktiflerin çift kademeli mika ve ağır mineraller flotasyonunda kullanılan toplam miktarları olan, AERO 3000 C 800 gr/t, AERO 704 1250 gr/t ile sağlanmış, buna ek olarak F1 numunesine tek deneme ile mika ve ağır mineral flotasyonunu takiben yapılan feldspat-kuvars ayırımı deneyinde  $\text{Na}_2\text{O}$  ve  $\text{K}_2\text{O}$  tenörlerinde % 5,35, % 5,86 değerleri elde edilmiştir. Flotasyon+manyetik devresine ait tek deney ise A grubu reaktifleri ile yapılmış ve son aşamada manyetik zenginleştirme+flotasyon deneyleri ile istenen sonuç elde edilmiştir.

Son aşama olan manyetik+flotasyon yöntemi ile zenginleştirme çalışmalarında F2 cevherinde başarı sağlanırken, F1 cevherinde verimli köpük alımı gerçekleşmemiştir. Zenginleştirme kademelerinin ilk basamağı olan manyetik zenginleştirme artık ürünleri birleştirilip, -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm fraksiyonlarına elenmiş ve daha sonra AERO 3000 C (800 gr/t - pH:3-3,5-NaOH ile ), AERO 704 (1250 gr/t pH:9- $\text{H}_2\text{SO}_4$  ile), Gazyağı+Fuel-oil (20 gr/t), Çamyacı (25 gr/t), toplayıcıları ve köpürtücü ile mika ve ağır mineral flotasyonu uygulanmıştır. Elde edilen feldspat+kuvars konsantresine de ARMAC T(1000 gr/t),  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (1000 gr/t), Çamyacı (100 gr/t) tolayıcıları ve köpürtücü ile feldspat-kuvars ayırımı yapılmıştır. Feldspat-kuvars ayırımında pH'ı 2 – 2,5 seviyesinde tutabilmek ve kuvarsı bastırıp, feldspatı yüzdürebilmek için hidroflorik asit kullanılmıştır.

Feldspat-kuvars ayırımı sonucu elde edilen değerler şöyledir; -0,212+0,106 mm fraksiyonu için, feldspat konsantresindeki  $\text{Na}_2\text{O}$  tenörleri % 5,74, %6,60,  $\text{K}_2\text{O}$  tenörleri % 6,63, % 4,41,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tenörleri %0,18. % 0,06,  $\text{TiO}_2$  tenörleri % 0,06, % 0,04, kuvars konsantresindeki  $\text{SiO}_2$  tenörleri % 76,88, % 97,10'dur. -0,106+0,063 mm fraksiyonu için, feldspat konsantresindeki  $\text{Na}_2\text{O}$  tenörleri % 6,43, % 6,76,  $\text{K}_2\text{O}$  tenörleri % 5,22, % 4,46,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tenörleri % 0,01, % 0,04,  $\text{TiO}_2$  tenörleri % 0,07, % 0,03, kuvars konsantresindeki  $\text{SiO}_2$  tenörleri % 88,95, % 97,73 değerlerindedir.

Bu sonuçlara göre; konsantredeki en düşük emprüte değerleri -0,106+0,063 mm fraksiyonunda elde edilmiştir. Ancak -0,212+0,106 mm tane fraksiyonunda da bu değerler yüksek değildir. Bu sebeple, her iki fraksiyonda da yapılan feldspat-kuvars ayırımından elde edilen  $\sum [Na_2O+K_2O]$  tenör değerleri olan 12.37, 11.01, 11.65, 11.22 değerleri ile satılabilir ürün eldesi için gerekli tenör değerlerine ulaşılmıştır.

Bu kapsamda, Aydın/Çine yöresi gözlü gnayslarına önce yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırma işlemi ile -0,212+0,106 mm ve -0,106+0,063 mm fraksiyonlarında zenginleştirme yapılması ve daha sonra elde edilen manyetik ürün artıklarından ters flotasyon ile önce mika konsantresi, sonra ağır mineral konsantresi alınıp, en son feldspat-kuvars ayırımı yapılması uygun bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

- Arpaçay, F. *Aydın-Çine Bölgesi Sabuncular Sodyum Feldspat Cevherinin Yaş Manyetik Zenginleştirilebilirliği*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Bitirme Projesi, İzmir, 2005.
- Bayraktar, İ., Gülsoy, Ö.Y., Can, N.M., Orhan, E.C., (2001). *Feldspatların Zenginleştirilmesi*. 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.
- Can, İ. *Aydın-Çine Feldspatlarının Flotasyon Yöntemi İle Zenginleştirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Bitirme Çalışması, İstanbul, 1997.
- Dora, O.Ö., Candan, O., Kaya, O., Koray, E., Akal, C. *Menderes Masifi Çine Asmasifindeki Bafa-Yatağan-Karacasu Arasında Uzananan Gnays/Şist Dokanağının Niteliği:Jeolojik, Tektonik, Petrolojik ve Jeokronolojik Bir Yaklaşım*. Tübitak Projesi, İzmir, 2005.
- Gülsoy, Ö., Kılavuz, F., *Potasyum Feldspat Kuvars Flotasyonunda Toplayıcı Olarak Metal Tuzları İle Birlikte Na-Oleat Kullanımı*, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 2002, Ankara.
- Hızal, M., (1997). *Potasyum Feldspatın Dünü, Bugünü ve Yarını*. 2.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.
- Industrial Minerals and Minerals Yearbook, çeşitli sayılar.
- İstanbul Maden ve Metal İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği İnternet Sitesi, [www.immib.org.tr](http://www.immib.org.tr).
- Jacob, Gh., Ciochina, Al.D., Bredetea, O., (2002)., *High Gradient Magnetic Separation Ordered Matrices*, Vol.3, 167-169, Eurpian Cells and Materials.



Kahriman, A., Kurşun, İ., Avrupa Birliği Üyelik Sürecinde Doğal Kaynaklarımızın Önemi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 2004, İstanbul.

Kaltun Madencilik A.Ş. ve Sabuncular Madencilik A.Ş. yayınlanmamış verileri.

Karaguzel, C., Gulgonul, I., Demir, I., Cinar, M., Celik, M.S., (2006)., *Concentration of K-feldspar From a Pegmatic Feldspar Ore by Flotation*, 81, 122-132.,08 07 2006, [www.elsevier.com/locate/ijminpro](http://www.elsevier.com/locate/ijminpro).

Özbayoğlu, G., Arol, A. İ., (1994), Cevher Hazırlama El Kitabı, Sayfa 173-195, Yurt Madencilik Geliştirme Yayınları, İstanbul.

Özkan, Ş.G., Kurşun, İ., İpekoğlu, B., (2001). *Trakya Bölgesi Kuvars Kumlarından Feldspat Uzaklaştırılması İçin Yeni Bir Flotasyon Yaklaşımı*. 4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.

Saklar, S., Oktay, C., (2003). Yozgat Bölgesi Granitlerinin Feldspat Yönünden Zenginleştirilmesi, Sayı 127, 103-108, MTA Dergisi.

Seyrankaya, A., Akar, A., Güler, E., Akar, G. (1997). *Aydın-Çine ve Muğla-Milas Feldspatlarının Flotasyonla Zenginleştirilmesi*. 2.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir.

Şahin, M. *Feldspatların Zenginleştirilebilirlik Etüdü ve Türkiye Feldspat Potansiyelinin Değerlendirilmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 1989.

Tolun, N., *Stratigraphy and Tectonics of Southeastern Anatolia*. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, 1960, İstanbul.