

## Modifiye Flotasyon Kolonunda İri Taneli Feldspatların Zenginleştirilmesi

K. Bilir, B. Öteyaka, Y. Uçbaş, R. Bozkurt ve Ü. Süer  
Osmangazi Üniversitesi, ESKİŞEHİR

**ÖZET:** Bu bildiriye, Matel Feldspat Zenginleştirme Tesisi -2 mm artığının modifiye flotasyon kolonu ile zenginleştirilmesinin deneysel sonuçları sunulmaktadır. Artık; ortoklaz, albit, kuvars, turmalin, muskovit, çok azbiotit ve limonit içermektedir. Artığın kimyasal bileşimi ise şöyledir: %73.75 SiO<sub>2</sub>, %15.37 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %8.81 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, %0.47 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0.04 TiO<sub>2</sub>, %0.61 CaO ve %0.12 MgO. Muskovit, turmalin, biotit ve limonit yüzdürüldükten sonra %83 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O verimiyle elde edilen feldspat konsantresi, %8.76 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O ve %0.22 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içermektedir. Konsantre, porselen sanayinde kullanılabilir niteliktedir.

**ABSTRACT:** In this paper, the experimental results of the concentration of -2 mm tailings of Matel Feldspar Concentration Plant by means of modified flotation column are presented. The tailings contain orthoclase, albite, quartz, tourmaline, muscovite, relatively less biotite and limonite. The tailings assay 73.75% SiO<sub>2</sub>, 15.37% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 8.81% Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, 0.47% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.04% TiO<sub>2</sub>, 0.61% CaO and 0.12% MgO. After the flotation of muscovite, tourmaline, biotite and limonite, the feldspar concentrate which has 8.76% Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O and 0.22% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> is obtained with a recovery of 83% Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O. The concentrate is of usable quality in porcelain industry.

### 1. GİRİŞ

Seramik ve cam endüstrisinin temel hammaddesi olan feldspatlar, boya ve plastik gibi sanayi dallarında da dolgu hammaddesi olarak kutlanılır. Feldspatlarda aranan özellikler kullanım yerlerine göre değişiklik gösterir. Örneğin, porselen sanayinde kullanılacak feldspatlarda Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenorunun %8'den fazla (K<sub>2</sub>O %5) ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenorunun ise %0.25'den az olması istenir (Akar ve ark., 1994).

Feldspat üretimi ve ihracatında dünya ikincisi olan ülkemizde en önemli feldspat kaynağı pegmatitik yataklardır (Bolger, 1995). Bu yatakların büyük bir kısmı düşük tenörlüdür, ayrıca seramik ve cam sanayinin istemediği safsızlıkları (mika ve demirli mineraller) içerirler.

Son on yılda ülkemiz seramik ve cam sanayinde çok büyük gelişme gösterdiğinden, yüksek tenörlü küçük rezervli feldspat yatakları bu sanayilerin ihtiyacını karşılayamaz hale gelmiştir. Bu durum, genellikle ince boyutta (1-2 mm altı) serbestleşen düşük tenörlü

feldspat yataklarının ve feldspat zenginleştirme tesis artıklarının değerlendirilmesini gündeme getirmiştir.

İnce boyutta serbestleşen feldspatların zenginleştirilmesinde flotasyon ve/veya manyetik ayırma yöntemlerinin kullanıldığı bilinmektedir (Okur, 1984; Bozdoğan ve ark., 1992; Çuhadaroğlu ve ark., 1992; Akar ve ark., 1994; Sümer ve Kaya, 1995; Geredeli ve Öz"bayoğlu, 1995; Seyrankaya and Akar, 1997).

Köpük zonu olmayan modifiye flotasyon kolonu, 2-3 mm altında serbestleşen cevherlerin zenginleştirilmesinde, laboratuvar ve pilot ölçekte, kullanılabilen düşük türbülanslı bir zenginleştirme aletidir (Soto and Aliğa, 1991; Öteyaka and Soto, 1995; Öteyaka ve ark., 1996).

Bu çalışmanın amacı, modifiye flotasyon kolonu ile Matel Feldspat Zenginleştirme Tesisi 2 mm altı artığından, porselen sanayinde kullanılabilir, feldspatların kazanım olanaklarını araştırmaktır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1 Örnek

Örnek, Bilecik-Matel A.Ş. Feldspat Zenginleştirme Tesisi'nde Simav-Kütahya yöresi feldspat cevherinin zenginleştirilmesi esnasında ortaya çıkan, -2 mm boyutlu artıklardan oluşmuş stoktan alınmıştır.

Yapılan mineralojik analize göre örnek; ortoklaz, albit, kuvars, turmalin, muskovit, çok az biotit ve limonit mineralleri içermektedir. MatePde yaptırılan kimyasal analize göre örneğin kimyasal bileşimi aşağıdaki gibidir:

Madde	%
SiO <sub>2</sub>	73.75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.37
Na <sub>2</sub> O	3.88
K <sub>2</sub> O	4.93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.47
TiO <sub>2</sub>	0.04
CaO	0.61
MgO	0.12
K.K.	0.83

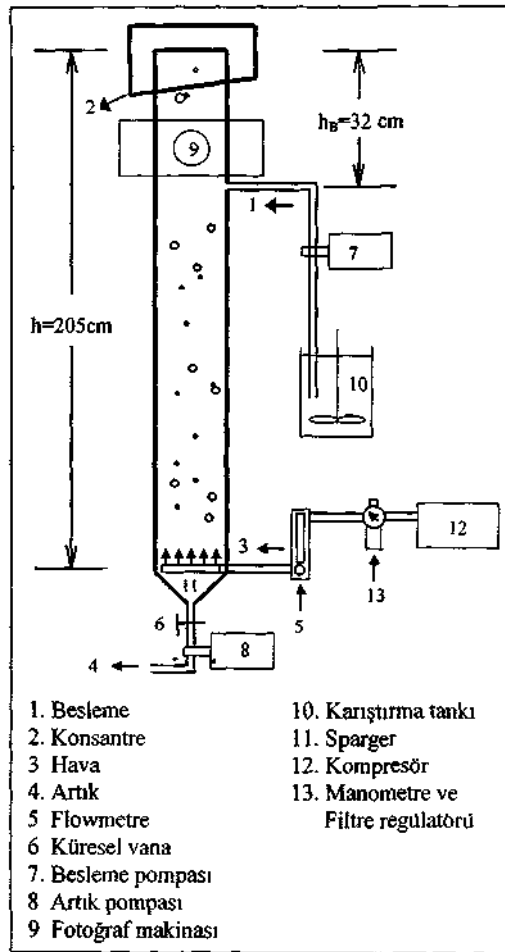
Deneylerde kullanılan örneğin elek analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir (deney düzeneğindeki Peristaltik besleme pompası 1 mm'den iri cevherleri beslemeye uygun olmadığından, -2 mm boyutlu örnek konik kırıcıda -1 mm altına kademeli kırıldıktan sonra deneylerde kullanılmıştır). Çizelge 1'de görüldüğü gibi, deneylerde kullanılan örneğin boyut dağılımı hücre flotasyonu için oldukça iridir.

Çizelge 1, Deneylerde kullanılan örneğin elek analiz sonuçları

Boyut (mm)	Miktar (%)	Birikimli Elek Altı (%)
A 000+0.595	46.68	100.00
-0.595 1-0.420	20.37	53.32
-0.420 ^0.297	15.02	32.95
-0.297+0.210	4.90	17.93
-0.210*0.105	5.51	13.03
-0.105 +0.074	2.61	7.52
-0.074 "0.053	1.32	4.91
-0.053-0.037	1.02	3.59
-0.03-7	2.57	2.57
Toplam	100.00	

### 2.2 Deney Düzeneği

Deneyel çalışmalar, Osmangazi Üniversitesi Çevre Hazırlama Laboratuvarı'nda bulunan 6 cm çapında, 205 cm boyunda, silindirik, şeffaf ve çalışma değişkenleri kolaylıkla kontrol edilebilen bir flotasyon kolonunda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Deney düzeneği

### 2.3 Deneysel Koşullar

Deneylerde mika (muskovit, turmalin, biotit ve limonit tek kademede yüzdürülmeye çalışılmış olup (ters ve toplu flotasyon), mikayı yüzdürmek için

amin; turmalin, biotit ve limoniti yüzdürmek için de sülfonatlar kullanılmıştır.

DeneySEL koşullar aşağıdaki gibidir:

Katı oranı	%8
Köpürtücü	4.5 ppm
Çalışılan değişkenler:	
Pülp besleme debisi (D <sub>b</sub> )	690,870 ve 1116 ml/dak
Yüzeysel su yükselme hızı (J <sub>s</sub> )	0.11, 0.21 ve 0.34 cm/sn
Hava kabarcık çapı (db)	0.8, 1.0 ve 1.5 mm
Hava debisi (D <sup>^</sup> )	1000 ml/dak (d <sub>b</sub> :0.8), 2000 ml/dak (d <sub>b</sub> :1.0) ve 2500 ml/dak (4:1-5)
Hold-up (e <sub>s</sub> )	%5.4, %9 ve %11.2
pH	2, 2.5, 3 ve 4
Toplayıcı cinsi.	-
Armac-T(1000 g/t)	
Armac-T(1000 g/t), R801(500 g/t) ve R845(500 g/t)	
Armac-T(1000 g/t) ve Flotinator SM-15(1000 g/t)	
Armac-T(2000 g/t) ve Flotinator SM-15(2000 g/t)	
Toplayıcı miktarı :	
Flotinator SM-15(2000 g/t) ve Armac-T( 1000 g/t)	
Flotinator SM-15(2000 g/t) ve Armac-T(1500 g/t)	
Flotinator SM-15(2000 g/t) ve Armac-T(2000 g/t)	
Armac-T(2000 g/t) ve Flotinator SM-15(1000 g/t)	
Armac-T(2000 g/t) ve Flotinator SM-15(1500 g/t)	
Armac-T(2000 g/t) ve Flotinator SM-15(2000 g/t)	

Koşullandırma şekli :

- Mikayı amin ile 6 dakika koşullandırma ve peşinden turmalin, biotit ve limoniti sülfonatlarla 6 dakika daha koşullandırma (koşullandırma süresi 12 dakika).
- Aynı anda mikayı amin ile, turmalin, biotit ve limoniti sülfonatlarla koşullandırma (koşullandırma süresi 6 dakika).

#### 2.4 Deney Tekniği

Aşağıda verilen aşamalar sırasıyla izlenerek deneyler gerçekleştirilmiştir:

- Her deney için kolonu doldurmaya ve flotasyon deneyini tamamlamaya yetecek miktarda su (40 İt) alınmış ve bu suya önceden belirlenen miktarda köpürtücü (Aerofroth 88) ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> katılmıştır.
- Köpürtücü miktarı ve pH'sı belirli su ile kolon doldurulmuş ve kolonun önceden belirlenen çalışma değişkenleri ayarlanmıştır.
- Örnek, Denver Flotasyon Makinası'nda koşullandırılmıştır. Bunun için önce 500 g örnek, % 20 katı oranını elde edecek şekilde, 2 litrelik flotasyon hücreğine konulmuş ve sonra ortamın pH'sı ayarlanarak toplayıcı veya toplayıcılar ilave edilmiştir.
- Koşullandırılmış örnek (%20 katı oranlı) 20 litrelik bir besleme kabına boşaltılarak, daha önce hazırlanan köpürtücü miktarı ve pH'sı belirli su ile %8'lik katı oranına seyreltilmiştir (kullanılan Peristaltik pompa daha yüksek katı oranlarında besleme yapamadığından).
- Elde edilen %8 katı oranlı pülp, kolona beslenmiştir. Pülp beslemesi bittikten sonra en son beslenen tanelerin de yüzmesini sağlamak ve pülp seviyesini düşürmemek amacıyla kolona 3 dakika su (köpürtücü miktarı ve pH'sı belirli sudan) verilmiştir.
- Flotasyon deneyi sonunda sistem durdurulmuş, kolonun içi ve konsantre alman kısmı ayrı ayrı yıkanarak, yüzen (artık) ve batan (konsantre) ürünler filtre edilmiştir. Filtre edilen ürünler etüvde kurutularak tanımları alınmış ve kimyasal analiz için MatePe gönderilmiştir.

### 3. DENEYSEL SONUÇLAR VE YORUMLAR

Porselen sanayinde kullanılabilir nitelikte feldspat konsantresini maksimum Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O verimiyle elde etmek için bazı değişkenler çalışılmıştır. Bunlar sırasıyla, toplayıcı cinsi, miktarı, koşullandırma şekli, pH, hold-up ve yüzeysel su yükselme hızıdır.

#### 3.1 Toplayıcı Cinsinin Etkisi

Mikayı yüzdürebilmek için sadece Armac-T (Tallow amin asetat) kullanılmıştır. Turmalin, biotit ve limoniti yüzdürebilecek toplayıcıyı tesbit etmek için ise Aero 801 (Cyanamid-anyonik petrol sülfonat), Aero 845 (Cyanamid-anyonik alkil süksin asit) ve Flotinator SM-15 (Hoechst-alkil sülfonat) kullanılmıştır. Toplayıcı cinsini belirlemek amacıyla yapılan deneylerin sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde. Armac-T'nin tek başına ve Flotınor SM-15 ile beraber kullanımında ise Armac-T'nin R801 ve R845 ile beraber kullanımında elde edilen konsantrelerin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlerinin sırasıyla %0.33 ve %0.36 olduğu görülmektedir. Armac-T'nin

Çizelge2 Toplayıcı emsinin feldspat flotasyonu üzerine etkisi

Toplayıcı Cinsi ve Miktan (g/t)	Ürün Adı	Ağırlık (%)	K <sub>2</sub> O		Na <sub>2</sub> O		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		SiO <sub>2</sub>	
			Tenor (%)	Verim (%)	Tenor (%)	Verim (%)	Tenor (%)	Verim (%)	Tenor (%)	Verim (%)
Armac-T (1000)	Kons.	72.63	4.50	66.26	3.71	69.60	0.33	51.04	76.82	75.65
	Artık	27.37	6.08	33.74	4.33	30.40	0.84	48.96	65.62	24.35
Armac-T(IQOO),R8Ö1 (500) ve R845(500)	Kons.	88.10	4.76	85.06	4.00	90.83	0.36	67.56	75.00	89.59
	Artık	11.90	6.19	14.94	2.99	9.17	1.28	32.44	64.50	10.41
Armac-T (1000) ve Flotınor SM-15 (1000)	Kons.	86.12	4.71	82.28	3.95	87.67	0.26	47.64	75.55	88.22
	Artık	13.88	6.30	17.72	3.45	12.33	1.77	52.36	62.59	11.78
Armac-T (2000) ve Flotınor SM-15 (2000)	Kons.	61.49	4.15	51.76	3.92	62.12	0.21	27.47	77.23	64.39
	Artık	38.51	6.17	48.24	3.81	37.88	0.89	72.53	68.19	35.61
Besleme		100.0	4.53	100.0	3.88	100.0	0.47	100.0	73.75	100.0

(pH : 3,  $\xi_g$  : % 9, D<sub>b</sub> • 870 ml/dak, D<sub>n</sub> : 2000 ml/dak, J<sub>w</sub> : 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 12 dak)

edilen konsantrelerin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörleri sırasıyla %0.26 ve %0.27'dir. Bu durumda Armac-T'nin Flotınor SM-15 ile beraber kullanımı, diğerlerinden daha iyi sonuçlar vermektedir

### 3.2 Toplayıcı Miktarının Etkisi

Armac-T'nin Flotınor SM-15 ile beraber kullanımında, optimum Armac-T ve Flotınor SM-15 miktarlarını belirlemek amacı ile yapılan deneylerin sonuçları Şekil 2,3,4 ve 5'te verilmiştir.

Şekil 2 ve 3 incelendiğinde; 2000 g/t Flotınor SM-15 miktarında Armac-T miktarı değiştirildiğinde, konsantrinin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörlerinde önemli oranda farklılık olmadığı görülmektedir.

Şekil 4 incelendiğinde, 2000 g/t Armac-T miktarında Flotınor SM-15 miktarı değiştirildiğinde, konsantrinin 1500 g/t Flotınor SM-15'deki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörünün (%0.23) diğerlerine göre daha düşük olduğu görülmektedir. 2000 g/t Armac-T miktarında Flotınor SM-15 miktarı değiştirildiğinde, konsantrinin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörlerinde önemli oranda bir farklılık bulunmamaktadır (Şekil 5).

Şekil 2, 3, 4 ve 5'den elde edilen sonuçlara göre; Armac-T miktarı 1000 g/t (Şekil 2 ve 3), Flotınor SM-15 miktarı da 1500 g/t (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < %0.23

olduğundan) olarak seçilmiştir (Şekil 4 ve 5). Bundan sonraki deneylerde bu miktarlar kullanılmıştır (koşullandırma şekli deneyleri hariç).

### 3.3 Koşullandırma Şeklinin Etkisi

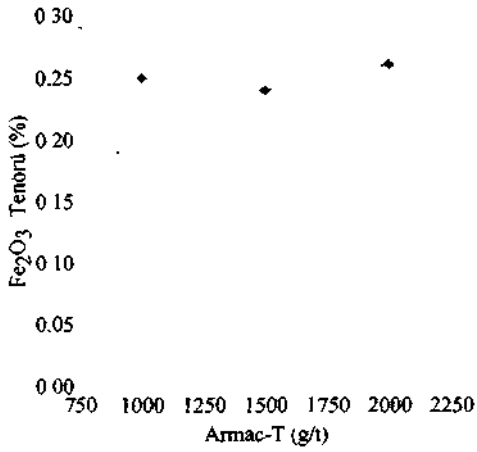
Koşullandırma süresinden tasarruf sağlanıp sağlanamayacağını saptamak amacıyla koşullandırma şeklinin etkisi incelenmiştir. Bu grup deneylerde aşağıdaki iki farklı yol izlenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 6 ve 7'de verilmiştir.

- Mikayı amir ile 6 dakika koşullandırma ve peşinden tutulmuş, biotit ve limonit sülfonatlarla 6 dakika daha koşullandırma (koşullandırma süresi 12 dakika).
- Aynı anda mikayı amir ile. termalin, biotit ve limonit sülfonatlarla koşullandırma (koşullandırma süresi 6 dakika).

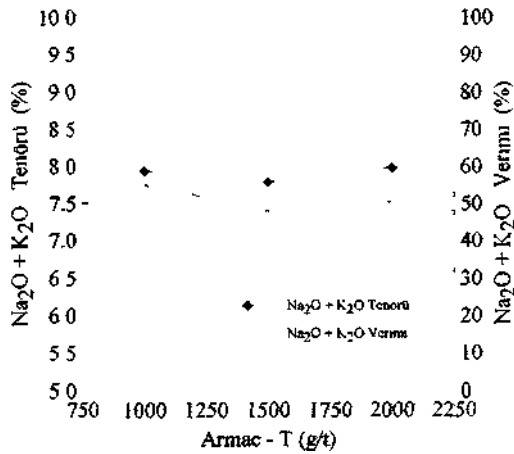
Şekil 6 ve 7'de, 6 ve 12 dakika koşullandırma sürelerindeki değerler karşılaştırıldığında, 6 dakikadaki konsantrelerin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlerinin 12 dakikadakilere göre daha yüksek (Şekil 6); 6 dakikadaki konsantrelerin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörleri ve verimlerinin 12 dakikadakilere göre daha düşük olduğu görülmektedir (Şekil 7). Bu olumsuz durumların toplayıcıların birbirlerini etkilemesinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Bu yüzden bundan sonraki deneylerde koşullandırma süresi 12 dakika olarak alınmıştır.

3.4 pH'nın Etkisi

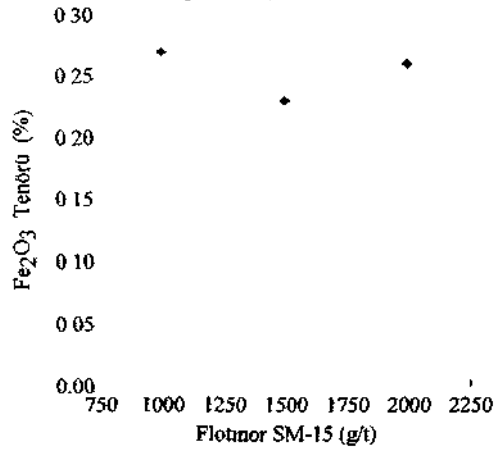
pH'nın konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenör ve verimi üzerine etkisi sırasıyla Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir. pH'nın konsantrenin K<sub>2</sub>O tenörü üzerine etkisi de Çizelge 3'de verilmiştir.



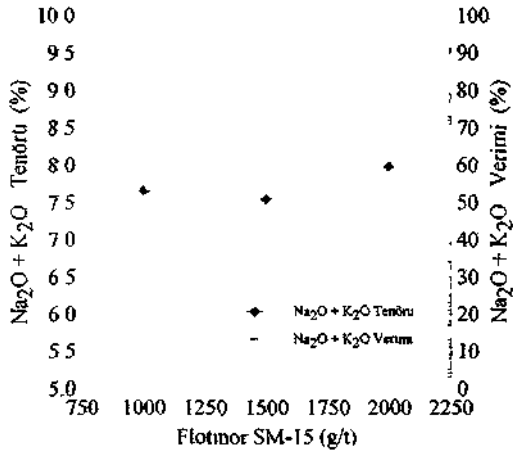
Şekil 2 Feldspat flotasyonunda Armac-T'nin konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü üzerine etkisi (Flotınor SM-15:2000 g/t, pH: 3, s<sub>g</sub>: %9, D<sub>b</sub>: 870 ml/dak, FA: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 6 dak)



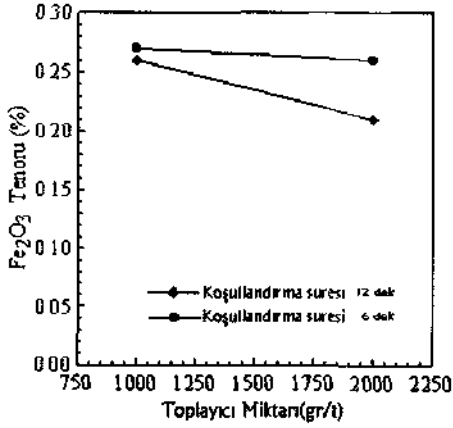
Şekil 3. Feldspat flotasyonunda Armac-T'nin konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörü ve verimi üzerine etkisi (Flotınor SM-15:2000 g/t, pH: 3, s<sub>g</sub>: %9, D<sub>b</sub>: 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 6 dak)



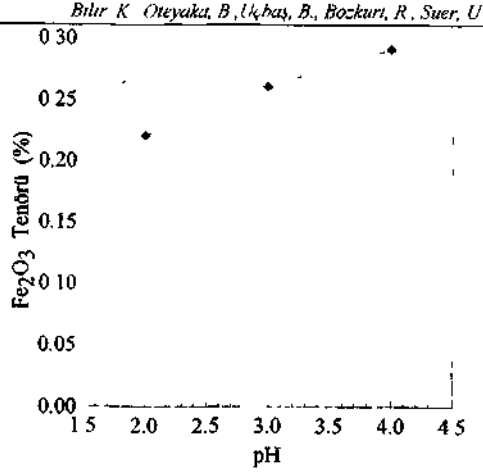
Şekil 4. Feldspat flotasyonunda Flotınor SM-15'in konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü üzerine etkisi (Armac-T: 2000 g/t, pH: 3, s<sub>g</sub>: %9, I\ : 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn» koşullandırma süresi: 6 dak)



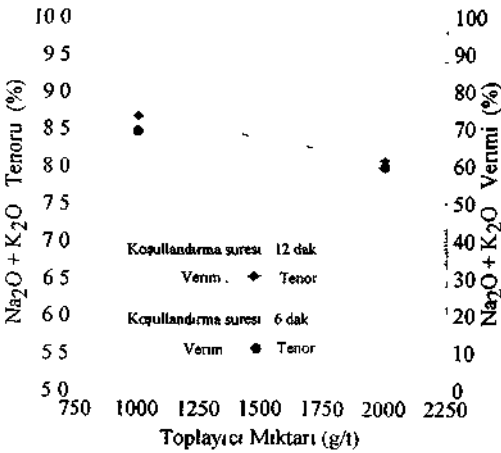
Şekil 5 Feldspat flotasyonunda Flotınor SM-15'in konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörü ve verimi üzerine etkisi (Armac-T 2000 g/t pH: 3, s<sub>g</sub>: %9, D<sub>b</sub>: 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 6 dak)



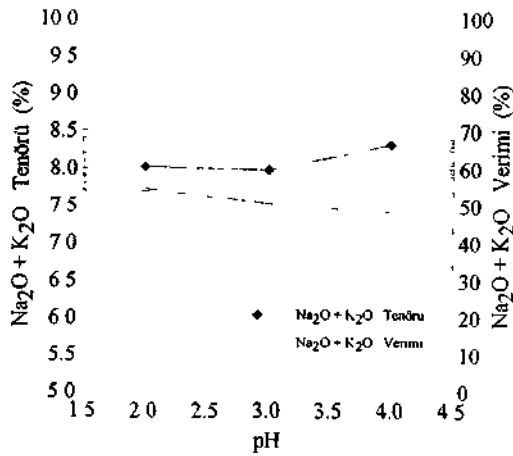
Şekil 6. Feldspat flotasyonunda koşullandırma şeklinin konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t ve Flotınor SM-15: 1000 g/t, Armac-T: 2000 g/t ve Flotınor SM-15: 2000 g/t, pH: 3, s<sub>e</sub>: %9, D<sub>s</sub>: 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn)



Şekil 8. Feldspat flotasyonunda pH'nın konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t, Flotınor SM-15: 1500 g/t, e<sub>s</sub>: %9, D<sub>s</sub>: 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 12 dak)



Şekil 7. Feldspat flotasyonunda koşullandırma şeklinin konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörü ve verimi üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t ve Flotınor SM-15: 1000 g/t, Armac-T: 2000 g/t ve Flotınor SM-15: 2000 g/t, pH: 3, s<sub>e</sub>: %9, D<sub>s</sub>: 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn)



Şekil 9. Feldspat flotasyonunda pH'nın konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörü ve verimi üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t Flotınor SM-15' 1500 g/t, s<sub>e</sub>: %9, EV 870 ml/dak, D<sub>h</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/Sn, koşullandırma süresi: 12 dak)

Çizelge 3. Feldspat flotasyonunda pH'nın konsantrenin K<sub>2</sub>O tenoru üzerine etkisi

pH	Ürün	Ağ. (%)	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	
			Tenor (%)	Tenor (%)	Tenor (%)	Verim (%)
2	Kons.	59.91	4.09	3.94	8.03	54.61
	Artık	40.09	6.19	3.79	9.98	45.39
3	Kons.	55.65	3.98	4.00	7.98	50.41
	Artık	44.35	6.12	3.72	9.84	49.59
4	Kons.	51.05	4.13	4.19	8.32	48.21
	Artık	48.95	5.76	3.56	9.32	51.79
Besleme		100.0	4.93	3.88	8.81	100.0

(Armac-T: 1000 g/t, Flotınor SM-15: 1500 g/t, s<sub>e</sub>: %9, D<sub>n</sub>: 870 ml/dak, D<sub>n</sub>: 2000 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 12 dak)

Şekil 8, Şekil 9 ve Çizelge 3 ayrı ayrı incelendiğinde:

- pH 2'de konsantre içindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenorunun diğerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir (%0.22). Bu, demir içerikli turmalin, biotit ve limonit minerallerinin pH 2'de daha iyi yüzdüğünü göstermektedir (Şekil 8).
- pH 3'de konsantre içindeki K<sub>2</sub>O tenorunun diğerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir (%3.98). Bu, potasyum içeren mikaların pH 3'de daha iyi yüzdüğünü göstermektedir (Çizelge 3).
- pH 2 ve 4'de konsantre içindeki Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenorunun pH 3'dekinden daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 9). Bunun nedeni mikanın bu pH değerlerinde daha az yüzmesidir. Bu pH'larda K<sub>2</sub>O tenorunun yükselmesi, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenorunun yükselmesine neden olmuştur (Çizelge 3).

Yukarıdaki nedenlerden dolayı önce pH 3'de mikalar Armac-T ile koşullandırılmalıdır. Daha sonra pH 2'ye doğru indirilip demirli gang mineralleri Flotınor SM-15 ile koşullandırılıp flotasyon yapılmalıdır.

### 3.5 Hold-up 'in Etkisi

Hold-up. kolona verilen hava debisine bağlı olan bir değişkendir ve hava debisi arttıkça hold-up artar.

Hold-up artışının flotasyon verimi üzerine iki etkisi vardır (Öteyaka ve Soto, 1994):

- Hold-up artışı ile hidrofob taneler ile hava kabarcıklarının karşılaşma olasılığı artar (pozitif etki).
- Hold-up artışı ile kolonda türbülans artar (negatif etki).

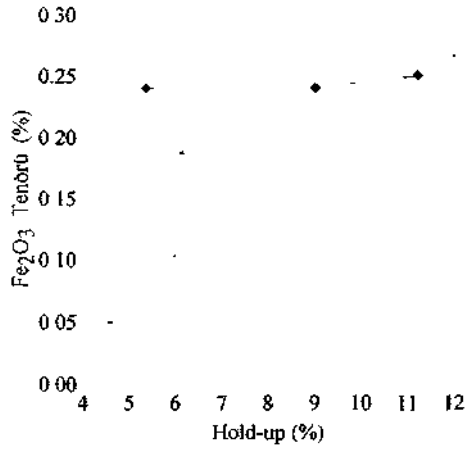
Bu nedenlerden dolayı, hold-up'm flotasyona etkisini saptamak amacıyla deneyler yapılmış (kolona verilen hava debisi değiştirilerek) ve sonuçlar Şekil 10 ve 11 'de verilmiştir.

Hold-up %11.2'de (D<sub>n</sub>: 2500"-ml/dak) konsantre içindeki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörlerinin, hold-up %9'dakinden (D<sub>n</sub>: 2000 ml/dak) daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 10 ve 11). Bunun nedeni, hold-up %11.2'de mikanın ve demirli minerallerin, türbülans nedeniyle, hava kabarcığından koparak konsantreye gitmesidir. Yine Şekil 10 ve 11'de verilen sonuçlara göre; hold-up %5.4 (D<sub>n</sub>: 1000 ml/dak) ve %9'daki değerler yaklaşık aynıdır. Ancak, hold-up %9 olarak tercih edilmelidir. Çünkü, düşük hold-up'ı sağlayabilmek için kolona verilecek havanın debisini düşürmek gerekir. Bu durumda hidrofob taneler ile hava kabarcıklarının karşılaşma olasılığı azalacağından, kolona beslenecek pülp debisini yani katı miktarını da düşürmek gerekir. Bu ise, kolon kesitinin cm<sup>2</sup>'si başına zenginleştirme kapasitesini düşürmek demektir.

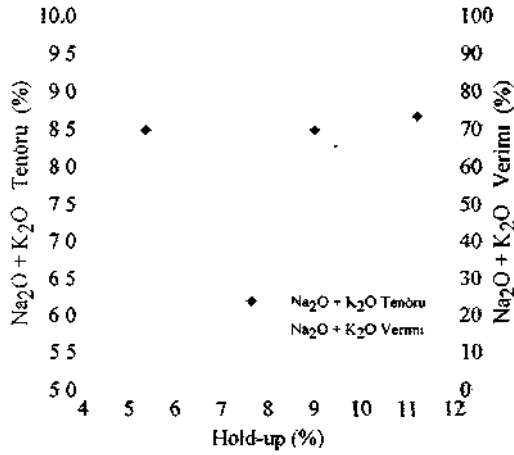
### 3.6 Yüzeysel Su Yükselme Hızının Etkisi

Yüzeysel su yükselme hızı. besleme debisi ile artık debisi farkının kolon kesit alanına oranıdır. Deneylerde yüzeysel su yükselme hızı, pülp besleme debisi değiştirilerek ayarlanmıştır (J<sub>w</sub>: 0.11 cm/sn için D<sub>b</sub>- 690 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn için D<sub>b</sub>: 870 ml/dak ve J<sub>w</sub>: 0.34 cm/sn için D<sub>b</sub>: 1116 ml/dak'dır). Yüzeysel su yükselme hızının artması, beslenen cevher içindeki hidrofilik ince tanelerin (-37 um altı) yüzen tanelerin içine sürüklenmesinin artmasına neden olur. Bu değişken, modifiye flotasyon kolonunda çok önemlidir. Bu nedenle yüzeysel su yükselme hızının feldspat flotasyonunda etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Şekil 12 ve 13'de verilmiştir. Feldspat flotasyonunda yüzeysel su yükselme hızının artması, konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenorunu ve konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenor ve verimini önemli ölçüde değiştirmemiştir (Şekil 1.' ve

13). Bu durum deneylerde kullanılan örnekte 0.037 mm altı ince tanelerin çok az olmasından (%2.57) kaynaklanmıştır.

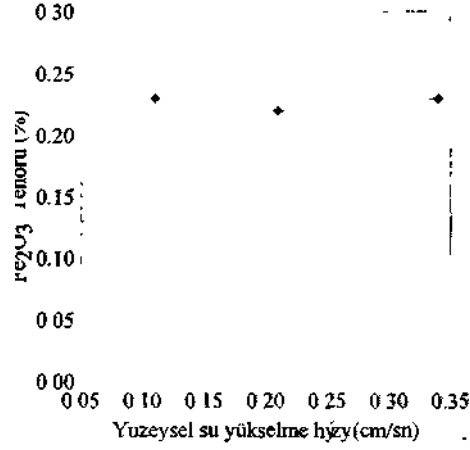


Şekil 10. Feldspat flotasyonunda hold-up'in konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t, Flotınor SM-15: 1500 g/t, pH: 3 ve 2.5, D<sub>b</sub>: 870 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 12 dak)

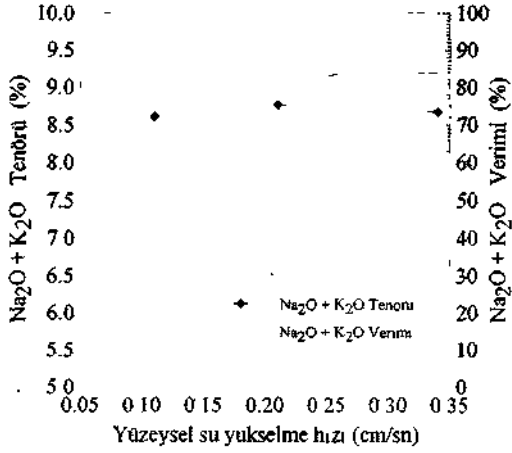


Şekil 11. Feldspat flotasyonunda hold-up'ın konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörü ve verimi üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t Flotınor SM-15: 1500 g/t, pH: 3 ve 2.5, D<sub>b</sub>: 870 ml/dak, J<sub>w</sub>: 0.21 cm/sn, koşullandırma süresi: 12 dak)

*Bilir, K., Öteyaka, B., Uçbağ, B., Bazkurt, R., Süer, Ü.*



Şekil 12. Feldspat flotasyonunda yüzeysel su yükselme hızının konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t, Flotınor SM-15: 1500 g/t, pH: 3 ve 2.5, D<sub>b</sub>: 2000 ml/dak, koşullandırma süresi: 12 dak)



Şekil 13. Feldspat flotasyonunda yüzeysel su yükselme hızının konsantrenin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O tenörü ve verimi üzerine etkisi (Armac-T: 1000 g/t, Flotınor SM-15: 1500 g/t, pH: 3 ve 2.5, D<sub>b</sub>: 2000 ml/dak, koşullandırma süresi: 12 dak)



#### 4. GENEL SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Matel Feldspat Zenginleştirme Tesisi -2 mm artığı (%0.47 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %8.81 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) ters ve toplu flotasyon ile modifiye flotasyon kolonunda zenginleştirilebilmektedir. Aşağıda açıklanan en uygun flotasyon koşullarında elde edilen feldspat konsantrisinde %0.22 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %8.76 Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O (%4.68 K<sub>2</sub>O) vardır. Konsantrinin Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O verimi % 83'dür. Elde edilen feldspat konsantrisi porselen sanayinde kullanılabilir niteliktedir.

En uygun flotasyon koşulları:

- Mikanın yüzdürülmesi için Armac-T (1000 g/t); turmalin, biotit ve limonitin yüzdürülmesi için Flotınor SM-15 (1500 g/t) toplayıcı olarak kullanılmalıdır.
- Koşullandırma şekli önemlidir. Koşullandırma süresi 12 dakika olmalıdır.
- Önce ortamın pH'sı 3'e ayarlanmalı ve mikalar koşullandırılmalıdır. Daha sonra pH 2'ye doğru indirilip turmalin, biotit ve limonit koşullandırılmalıdır.
- Porselen sanayine uygun özelliklere sahip konsantrinin elde edilebilmesi için kolonun çalışma değişkenlerinden; hold-up'ın %9 ve yüzeyel su yükselme hızının 0.21 cm/sn olması tercih edilmelidir.

Mineralojik incelemelere göre deneylerde kullanılan örnekte ortoklaz ve albit minerallerinin yanısıra kuvars, mika, turmalin, çok az biotit ve limonit minerallerinin bulunduğu saptanmıştır.

öneriler :

- Uygun Peristaltik besleme pompası kullanılarak artığın boyut küçültülmeden modifiye flotasyon kolonunda zenginleştirilmesi incelenmelidir.
- Konsantr tenörü ve verimi üzerine diğer önemli değişkenlerin de (köpürtücü miktarı, %katı oranı, v.s) etkisi incelenmelidir.
- Artığın manyetik ayırma yöntemiyle zenginleştirme olanakları araştırılmalıdır.

#### KAYNAKLAR

Akar, A., Kemal, M., Malayoğlu, U ve Seyrankaya, A. 1994. *Gördes-Köprübaşı (Manisa)*

*Feldspatlarının Flotasyotua Zenginleştirilmesinin Araştırılması*, Çukurova Üniversitesi Müh.Mim.Fak. 15. Yıl Sempozyumu, Anıl (ed), 4-7 Nisan, Adana, 459-471.

Bolger, R. 1995. *Feldspar&Nepheline Syenite Turkish Delight in Export Sales*, Industrial Minerals, No.332, 25-45

Bozdoğan, İ., Türkistanlı, A. ve Yapa, N. 1992. *Milas-Çine Yöresi Albit Cevherlerinin Özellikleri ve Flotasyon Yöntemiyle Zenginleştirilmesi*, IV Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, Ozbayoğlu (ed), 20-22Ekim, Antalya, 563-575.

Çuhadaroğlu, D., Okur, E. ve Toroğlu, I. 1992. *Karacaören (Simav) Alkali Feldspatlarının Zenginleştirilme Olanaklarının Araştırılması*, TV Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, Ozbayoğlu (ed), 20-22Ekim, Antalya, 665-675.

Geredeli, A. ve Ozbayoğlu, G. 1995. *Simav Feldspatının Flotasyonu*, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl (eds), 21-22 Nisan, İzmir, 71-81.

Okur, E. 1984. *Simav-Dağardı Feldspatlarının Zenginleştirme Olanaklarının Araştırılması*, Anadolu Üniversitesi Müh.Mim.Fak. Yayınları No.13, Eskişehir, s.116

Öteyaka, B. ve Soto, H. 1994. *Effet du Taux de Réention du Gaz sur la Stabilité des Agrégats Bulle-Particule(s) Pendant la Flottation*, Mine et Carrières (les Techniques). Vol.76, 245-248.

Öteyaka, B. ve Soto, H. 1995. *Modelling of Negative Bias for Column Coarse Particles Flotation*, Mineral Engineering, Vol.8, 91-100.

Öteyaka, B., Uçbaş, Y., Bilir, K. and Özdağ, H. 1996. *Entrainment of Fine Gangue Particles in Column Flotation with Negative Bias*, Proceedings of The 6 th International Mineral Processing Symposium, Kemal, Arslan and Akar (eds), 24-26 September, Kuşadası/Turkey, 333-336.

Seyrankaya, A. and Akar, A. 1997. *Beneficiation of Manisa-Gördes (Turkey) feldspar ore for Use in the Ceramic and Glass Industries*, 7 th Balkan Conference on Mineral Processing, 26-30 May, Romania, Vol II, 173-176.

Soto, H- and Aliaga, W. 1991. *Concentracion de Silvita (KCL) en Colummas de Flotacion*, Minérales, v.46, No. 195,21-29

Sümer, G. ve Kaya, M. 1995. *Aydın-Çine Feldspatlarının Flotasyon ile Zenginleştirilmesi*, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl (eds), 21-22 Nisan, İzmir, 59-69.