

FLUORİT FLOTASYONU

Nermin GENÇE¹

ÖZET: Bu çalışmada, Eskişehir-Beylikahır yöresi fluoritlerinin flotasyon yöntemi ile zenginleştirilebilme olanakları araştırılmıştır. Flotasyon deneylerinde toplayıcı olarak sodyum oleat, oleik asit ve oleik asit-zeytinyağı karışımı kullanılmıştır. Petrografik ve mineralojik incelemeler başlıca bileşenlerinin; fluorit, barit, kalsit ve kuvars olduğunu ortaya koymuştur.

Oleik asit-zeytinyağı karışımının toplayıcı olarak kullanıldığı flotasyon deneylerinde iki kademe temizleme devresinden sonra başlangıç numunesine göre %92.45 CaF₂ içeren konsantrte %69.99 verimle elde edilmiştir. Eskişehir-Beylikahır yöresi fluoritlerinden flotasyon ile seramik ve metalurjik kalite fluorit elde etmek mümkündür.

ANAHTAR KELİMELEER: Fluorit flotasyonu

FLOTATION OF FLUORITE

ABSTRACT: In this study, the possibility of enrichment of Eskişehir-Beylikahır region's fluorite by flotation was investigated. In the flotation tests, sodium oleate, oleic acid, mixture of oleic acid and olive oil were used as collector. Petrological and mineralogical analyses of the samples have shown that major constituents were fluorite, barite, calcite and quartz.

After two cleaning stages, flotation of fluorite with mixture of oleic acid and olive oil yielded a concentrate containing 92.45% CaF₂ with 69.99% recovery. The production of ceramic grade and metallurgical grade fluorite were possible from Eskişehir-Beylikahır region's fluorite by flotation method.

KEYWORDS: Flotation of fluorite,

¹ Nermin GENÇE, Anadolu Üniversitesi, Bozüyük Meslek Yüksekokulu, Bozüyük, 11400 BİLECİK

I. GİRİŞ

Seramik, cam, kimya, çelik ve alüminyum endüstrisinde kullanılan fluorit (CaF_2), kuramsal olarak %51.1 Ca, %48.9 F içermekte ve genellikle kalsit, barit, kuvars, dolomit, jips, galen, sfalerit, kasiterit, topaz, turmalin ve apatit ile birlikte bulunmaktadır [1].

Metalurjik kalite, seramik kalite ve asit kalite olmak üzere endüstride kullanılan üç tip fluorit söz konusudur. Demir-çelik üretim prosesinde demirde bulunabilen zararlı elementlerin (Si, S, P, C gibi) uzaklaştırılmasında ve curufun akışkanlık kazanmasında kullanılan metalurjik fluoritin %60-85 CaF_2 , maksimum %0.3 S ve %0.25 kurşun içerikli olması istenir. Metalurjik fluoritin parça cevher olması gerekir, toz cevher biriket yapılarak kullanılabilir. Seramik kalite fluorit ise %95 CaF_2 ve maksimum %2.5 SiO_2 içermeli ve ince öğütülmüş olmalıdır. Asit kalite fluorit HF asit, sodyum fluorür, fluosilik asit gibi florlu kimyasal maddelerin yapımında kullanılır ve minimum %97 CaF_2 , maksimum %1.5 SiO_2 , %1.25 CaCO_3 ve %0.03 S içermesi istenir. Dünya fluorit tüketiminin %60-65'ini demir-çelik endüstrisi, %20-25'ini fluor kimyasalları ve %10-20'ini ise alüminyum endüstrisi oluşturmaktadır [2-3-4-5].

Ülkemiz 12.4 Milyon ton (görünür+muhtemel+mümkün rezerv) civarında fluorit rezervine sahip olmasına rağmen, Türkiye fluorit üretimi 3000 ton civarındadır. Fluorit ve fluor kimyasalları ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Ülkemizin fluorit cevheri rezervinin yeterince büyük olması ve bu rezervlerin zenginleştirme yöntemlerinin uygulanması ile değerlendirilmesi ithalat yoluyla karşılanan fluorit ve fluor kimyasallarına olan talebi karşılayacaktır [6-7-8-9].

Bu çalışmada amaç, baritli ve nadir toprak elementli Eskişehir-Beylikahır yöresi fluorit cevherinin flotasyon yöntemi ile zenginleştirilebilme olanağının araştırılmasıdır.

II. MALZEME VE YÖNTEM

Çalışmalarda kullanılan numunedeki önemli mineraller; fluorit, barit, kalsit ve kuvarstır. Fluorit'in serbestleşme tane boyutunu belirlemek için numune değişik boyutlarda kırma ve öğütme işlemine tabi tutulmuş ve elek fraksiyonları mikroskop altında tane sayımı yöntemi ile incelenmiştir. Mikroskop çalışmaları optimum serbestleşme tane boyutunun 0.210 mm olduğunu göstermiştir. Bu nedenle -0.210 mm tane boyutu öğütme için limit seçilmiş, -0.044 mm şlam olarak atılmış ve flotasyon çalışmalarında -0.210 mm+0.044

mm tane boyutundaki numune kullanılmıştır. Çalışmalarda kullanılan numune %51.85 CaF₂, %1.36 SiO₂, %2.89 Fe₂O₃, %26.05 BaSO₄, %2.83 CaCO₃ ve %3.89 Al₂O₃ içermektedir. Eskişehir-Beylikahır yöresi fluorit cevheri yaklaşık olarak %6.5 oranında nadir toprak elementleri içermektedir [3-4-6]. 0.210 mm'nin altına öğütülen numunenin elek analizi ile CaF₂ ve BaSO₄ dağılımı Çizelge1'de verilmiştir.

Çizelge1. 0.210 mm'nin altına öğütülen numunenin elek analizi sonuçları ve CaF₂ ve BaSO₄ dağılımı

Tane Boyutu (mm)	Ağırlık %	CaF ₂ %	BaSO ₄ %	Dağılım %CaF ₂
-0.210+0.149	26.46	68.59	17.80	34.79
-0.149+0.105	28.98	50.33	14.82	27.96
-0.105+0.074	21.25	47.16	32.80	19.21
-0.074+0.044	17.26	34.52	49.25	11.42
-0.044	6.05	57.12	38.59	6.62
Toplam	100.00	52.17	26.81	100.00

Flotasyon deneyleri Denver tipi laboratuvar flotasyon makinası ile 1390 d/dk'da 1litrelik flotasyon hücresi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneylerde şebeke suyu ve analitik derecede kimyasallar kullanılmıştır. Toplayıcı reaktif olarak sodyum oleat, oleik asit, oleik asit-zeytinyağı karışımı, bastırıcı olarak quebracho ve Na₂SiO₃ (SiO₂:Na₂O oranı 2:1) ve pH ayarlamak için Na₂CO₃ kullanılmıştır. Toplayıcı türü ve miktarı, pulp yoğunluğu, pH, kondisyonlama süresi ve pulp sıcaklığı gibi flotasyonda seçimli ayırmayı etkileyen parametreler incelenmiştir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

III.1. Toplayıcı Türünün Fluorit Flotasyonuna Etkisi

Toplayıcı reaktif olarak sodyum oleat, oleik asit ve oleik asit-zeytinyağı karışımı kullanılmış ve deneyler aşağıdaki koşullarda yapılmıştır. Çizelge 2'de verilen sonuçlarda görüldüğü gibi CaF₂ tenör ve verimi açısından en iyi sonuçlar oleik asit-zeytinyağı karışımı ile elde edilmiş ve CaF₂ tenörü %72.94'e yükselirken BaSO₄ tenörü %11.10'a düşmüş, CaF₂ verimi ise %74.38 olarak gerçekleşmiştir.

Sabit deney koşulları:

pH	:8.0	Sıcaklık	:45 °C
Toplayıcı miktarı	:600 g/t	Kondisyonlama süresi	:15 dk
Quebracho miktarı	:200 g/t	Flotasyon süresi	:5 dk
Na ₂ SiO ₃ miktarı	:800 g/t	Katı oranı	:%20

Çizelge 2. Toplayıcı türünün etkisini incelemek için yapılan deneylerin sonuçları

Toplayıcı Türü	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
Oleik asit	Konsantre	40.61	69.80	19.85	54.67	30.95
	Artık	59.39	39.58	30.29	45.33	69.05
Oleik asit- zeytinyağı	Konsantre	52.87	72.94	11.10	74.38	22.53
	Artık	47.13	28.19	42.82	25.62	77.47
Sodyum oleat	Konsantre	52.04	71.56	11.17	71.82	22.31
	Artık	47.96	30.46	42.20	28.18	77.69
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.2. Toplayıcı Miktarının Etkisi

Oleik asit-zeytinyağı karışımının en uygun miktarını belirlemek için aşağıdaki koşullarda yapılan flotasyon deneylerinde en iyi sonuçlar oleik asit-zeytinyağı karışımı 300 g/t+400 g/t olarak kullanıldığında elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 3'de görülmektedir. Toplayıcı miktarı az olduğu zaman, CaF₂ tenörü azalırken BaSO₄ tenörü artmaktadır. 300 g/t+400 g/t toplayıcı miktarına kadar, kullanılan toplayıcı miktarının artışı ile birlikte konsantre miktarı ve CaF₂ tenöründe artma, BaSO₄ tenöründe ise azalma görülmektedir. Yüksek toplayıcı miktarında ise, 300 g/t+500 g/t, konsantre miktarı artmaya devam ederken CaF₂ tenörü hızla düşmekte ve BaSO₄ tenörü artmaktadır. Bunun, fazla miktarda toplayıcı kullanıldığında barit ve kalsitin de yüzmesinin bir sonucu olduğu sanılmaktadır. Yüksek toplayıcı (yağ asiti) konsantrasyonlarında, yağ asitlerinin barit ve kalsit üzerine adsorpsiyonu artmakta, buna bağlı olarak flotasyon verimi de artmaktadır [10].

Sabit deney koşulları:

pH	:8.0	Kondisyonlama süresi	:15 dk
Sıcaklık	:45 °C	Katı oranı	:%20
Quebracho miktarı	:200 g/t	Flotasyon süresi	:5 dk
Na ₂ SiO ₃ miktarı	:800 g/t		

Çizelge 3. Toplayıcı miktarının etkisini incelemek için yapılan deneylerin sonuçları

Oleik asit-zeytinyağı Miktarı (g/t)	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
75+150	Konsantre	36.72	65.71	23.30	46.54	32.84
	Artık	63.28	43.81	27.65	53.46	67.16
75+300	Konsantre	37.54	67.21	21.19	48.66	30.54
	Artık	62.46	42.62	28.97	51.34	69.46
150+150	Konsantre	39.85	69.95	18.87	53.76	28.87
	Artık	60.15	39.86	30.81	46.24	71.13
150+300	Konsantre	40.71	72.30	15.52	56.77	24.25
	Artık	59.29	37.81	33.28	43.23	75.75
300+300	Konsantre	52.87	72.94	11.10	74.38	22.53
	Artık	47.13	28.19	42.82	25.62	77.47
300+400	Konsantre	50.14	76.25	11.03	73.74	21.23
	Artık	49.86	27.31	41.15	26.26	78.77
300+500	Konsantre	53.75	70.90	12.49	73.50	25.77
	Artık	46.25	29.71	41.81	26.50	74.23
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.3. pH'in Etkisi

Ortamın pH değişiminin etkisi pH 7.00-9.50 arasında denenmiş ve pH'ı değiştirmek için Na₂CO₃ kullanılmıştır. CaF₂ tenörü ve verimi açısından en iyi sonuç pH 8.50'de elde edilmiştir. Aşağıdaki koşullarda yapılan flotasyon deneyi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Sabit deney koşulları:

Quebracho miktarı	:200 g/t	Kondisyonlama süresi	:15 dk
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Sıcaklık	:45 °C
Na ₂ SiO ₃ miktarı	:800 g/t	Flotasyon süresi	:5 dk
Katı oranı	:%20		

Optimum noktaya (pH 8.50) kadar, artan pH ile birlikte konsantrenin miktarı ve CaF₂ tenörü de artmaktadır. Bu noktadan sonra konsantre miktarı ve CaF₂ tenöründe önemli

oranda azalma görülmektedir. Konsantredeki $BaSO_4$ tenörü ise pH 8.50'e kadar azalırken daha yüksek pH değerlerinde artış göstermektedir. Yüksek pH değerlerinde yağ asitlerinin fluorit yüzeyine adsorpsiyonu azalırken, barit yüzeyine adsorplanan yağ asiti miktarı artmaktadır. Dolayısıyla, yüksek alkali pH'larda yağ asitleri ile fluoritin yüzme yeteneği azalırken, baritin yüzebilirliği artmaktadır [5-10-11].

Çizelge 4. pH'ın etkisini incelemek için yapılan flotasyon deneyi sonuçları

pH	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
7.00	Konsantre	45.86	69.81	22.81	61.75	40.16
	Artık	54.14	36.64	28.80	38.25	59.84
8.00	Konsantre	50.14	76.25	11.03	73.74	21.23
	Artık	49.86	27.31	41.15	26.26	78.77
8.50	Konsantre	53.76	77.43	11.10	80.28	22.91
	Artık	46.24	22.11	43.43	19.72	77.09
9.00	Konsantre	51.28	75.10	14.06	74.27	27.68
	Artık	48.72	27.38	38.67	25.73	72.32
9.50	Konsantre	49.17	76.21	17.34	72.27	32.73
	Artık	50.83	28.29	34.48	27.73	67.27
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.4. Na₂SiO₃ Miktarının Etkisi

Fluorit flotasyonunun selektivitesini arttırmak ve optimum Na₂SiO₃ miktarını belirlemek için 400 g/t ile 1000 g/t arasında değişen miktarlarda sodyum silikat kullanılarak bir seri deneyler yapılmış, CaF₂ tenörü ve verimi açısından en iyi sonuçlar 600 g/t Na₂SiO₃ ile elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir. Yüksek Na₂SiO₃ miktarlarında CaF₂ tenör ve verimi önemli oranda azalmakta, BaSO₄ tenörü ise artmaktadır. Fluorit flotasyonunda fazla miktarda Na₂SiO₃ kullanılırsa, fluoritin yüzme yeteneği olumsuz yönde etkilenirken, BaSO₄ tenörü artan Na₂SiO₃ miktarı ile birlikte artar [5-10-11-12].

Sabit deney koşulları:

pH	:8.50	Kondisyonlama süresi	:15 dk
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Sıcaklık	: 45 °C
Katı oranı	:%20	Flotasyon süresi	:5 dk
Quebracho miktarı	:200 g/t		

Çizelge 5. Na₂SiO₃ miktarının etkisini belirlemek için yapılan deneylerin sonuçları

Na ₂ SiO ₃ Miktarı (g/t)	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
400	Konsantre	54.17	75.18	14.30	78.54	29.74
	Artık	45.83	24.27	39.94	21.46	70.26
600	Konsantre	57.31	79.01	11.57	87.33	25.45
	Artık	42.69	15.39	45.49	12.67	74.55
800	Konsantre	53.76	77.43	11.10	80.28	22.91
	Artık	46.24	22.11	43.43	19.72	77.09
1000	Konsantre	49.97	72.21	13.90	69.59	26.66
	Artık	50.03	31.51	38.19	30.41	73.34
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.5. Quebracho Miktarının Etkisi

Quebracho miktarı, fluorit flotasyonunda selektiviteyi etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Quebracho miktarının flotasyona etkisini incelemek için aşağıdaki koşullarda flotasyon deneyleri yapılmış, en iyi sonuçlar 300 g/t quebracho ile elde edilmiştir. Çizelge 6'da görüldüğü gibi quebracho miktarının artması konsantre miktarının ve BaSO₄ tenörünün azalmasına, CaF₂ tenörünün ise artmasına neden olmaktadır. Çünkü quebracho barit ve kalsitin yüzebilirliğini azaltmaktadır [2]. Yüksek quebracho miktarında, 400 g/t, CaF₂ tenörü ve konsantre miktarı azalırken, BaSO₄ tenörü artmaktadır. Alkali ortamda kullanılan Na₂SiO₃ ve Na₂CO₃ fluorit ve kalsit yüzeyine adsorbe olarak yüzeylerindeki negatif yükü mutlak değerce yaklaşık aynı miktarlarda artırır. Bu nedenle bu bastırıcılarla yapılan flotasyon deneylerinde istenilen seçimli ayırma yapılamadığı için bunlarla birlikte quebracho gibi organik

bastırıcılar da kullanılır. Quebracho çok fazla kullanıldığı zaman fluoritin flotasyon yeteneğini de olumsuz yönde etkilemektedir [2-7-13].

Sabit deney koşulları:

pH	:8.50	Kondisyonlama süresi	:15 dk
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Flotasyon süresi	:5 dk
Na ₂ SiO ₃ miktarı	:600 g/t	Sıcaklık	:45 °C
Katı oranı	:%20		

Çizelge 6. Quebracho miktarının etkisini araştırmak amacıyla yapılan deneylerin sonuçları

Quebracho Miktarı%	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
100	Konsantre	60.00	68.74	20.05	79.55	46.18
	Artık	40.00	26.52	35.05	20.45	53.82
200	Konsantre	57.31	79.01	11.57	87.33	25.45
	Artık	42.69	15.39	45.49	12.67	74.55
300	Konsantre	57.00	81.26	11.94	89.33	26.13
	Artık	43.00	12.87	44.75	10.67	73.87
400	Konsantre	53.46	79.98	18.43	82.46	37.82
	Artık	46.54	19.54	25.10	17.54	62.18
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.6. Sıcaklık Değişiminin Etkisi

Ortam sıcaklığının flotasyona etkisini incelemek amacıyla 25 °C-60 °C arasında aşağıdaki koşullarda deneyler yapılmıştır. Çizelge 7'de görüldüğü gibi en iyi sonuçlar 35 °C'da elde edilmiştir. Oda sıcaklığında, 25 °C, ve yüksek sıcaklıkta, 60 °C, konsantre miktarı ve CaF₂ tenörü azalmaktadır. Ortam sıcaklığının artması yağ asitlerinin çözünürlüğünü artırır ve buna bağlı olarak flotasyon verimi de artar [1-5-14]. Yüksek sıcaklıklarda tenör ve verimdeki azalma ise misel oluşumu ile açıklanabilir. Bu tür toplayıcılar (yağ asitleri) "Kritik Misel Konsantrasyonu" (CMC) olarak adlandırılan konsantrasyonun üzerine çıktığında ve aynı zamanda pulp sıcaklığı da belli bir değerin üzerinde ise "Misel" adı verilen agregeler oluştururlar [2-15]. Bu çalışmada da,

60 °C civarında bir sıcaklıkta misellerin oluştuğu ve bunun sonucunda da fluoritin yüzeybilirliğinin azaldığını düşünmek mümkündür.

Sabit deney koşulları:

pH	:8.50	Quebracho miktarı	:300 g/t
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Kondisyonlama süresi	:15 dk
Na ₂ SiO ₃ miktarı	:600 g/t	Flotasyon süresi	:5 dk
Katı oranı	:%20		

Çizelge 7. Sıcaklık değişiminin etkisini incelemek için yapılan deneylerin sonuçları

Sıcaklık (°C)	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
25	Konsantre	53.68	82.56	12.50	85.47	25.76
	Artık	46.32	16.26	41.75	14.53	74.24
35	Konsantre	57.14	84.19	12.01	92.78	26.34
	Artık	42.86	8.74	44.77	7.22	73.66
45	Konsantre	57.00	81.26	11.94	89.33	26.13
	Artık	43.00	12.87	44.75	10.67	73.87
60	Konsantre	50.10	83.38	12.00	80.57	23.08
	Artık	49.90	20.19	40.16	19.43	76.92
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.7. Katı Oranının Etkisi

Katı oranı %10-%30 arasında değiştirilerek aşağıdaki koşullarda optimum katı oranı belirlenmeye çalışılmış ve en iyi sonuçlar katı oranı %20 olduğunda elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir. Yüksek katı oranlarında seçimliliğin azaldığı, CaF₂ tenöründe ve verimde düşmeler olduğu gözlenmiştir.

Sabit deney koşulları:

pH	:8.50	Na ₂ SiO ₃ miktarı	:600 g/t
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Quebracho miktarı	:300 g/t
Kondisyonlama süresi	:15 dk	Sıcaklık	: 35 °C
Flotasyon süresi	:5 dk		

Çizelge 8. Katı oranının etkisini belirlemek için yapılan deneylerin sonuçları

Katı Oranı (%)	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
10	Konsantre	56.62	79.78	14.53	87.12	31.58
	Artık	43.38	15.40	41.09	12.88	68.42
20	Konsantre	57.14	84.19	12.01	92.78	26.34
	Artık	42.86	8.74	44.77	7.22	73.66
25	Konsantre	52.81	82.18	14.25	83.70	28.89
	Artık	47.19	17.91	39.26	16.30	71.11
30	Konsantre	51.00	75.54	13.99	74.30	27.39
	Artık	49.00	27.19	38.60	25.70	72.61
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.8. Kondisyonlama Süresinin Etkisi

Flotasyon deneyleri aşağıdaki koşullarda ve kondisyonlama süresi 5 dk-25 dk arasında değiştirilerek yapıldığında fluorit verimi ve tenörü açısından en iyi sonuçlar 20 dk kondisyonlama süresi ile elde edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 9'da görülmektedir. Çizelge 9'da görüldüğü gibi kondisyonlama süresi kısa olduğunda konsantre verimi ve CaF₂ tenörü düşüktür. Kondisyonlama süresince kullanılan reaktifler ile mineral yüzeyleri arasında çeşitli fiziksel ya da kimyasal ilişkiler söz konusu olmakta ve bunun sonucunda da minerallerin bir kısmı pulp içerisinde dağılırken bir kısmı daha kolay yüzebilmektedir. Kondisyonlama süresi bu reaksiyonların gerçekleşebileceği kadar uzun olmalıdır. Kısa kondisyonlama süresi, reaksiyon oluşabilmesi için yetersizdir ve seçimli bir ayırma sağlamamıştır. Çok uzun kondisyonlama sürelerinde ise CaF₂ tenör ve verimi düşüktür. Bunun nedeni ise kondisyonlama süresi arttıkça yağ asitlerinin kalsit ve bariti de yüzdürme eğiliminde olması şeklinde açıklanabilir.

Sabit deney koşulları:

pH	:8.50	Na ₂ SiO ₃ miktarı	:600 g/t
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Quebracho miktarı	:300 g/t
Sıcaklık	: 35 °C	Flotasyon süresi	:5 dk
Katı oranı	:%20		

Çizelge 9. Kondisyonlama süresinin etkisini incelemek için yapılan deneylerin sonuçları

Kondisyon- lama Süresi (dk)	ÜRÜNLER	MİKTAR (%)	TENÖR (%)		DAĞILIM (%)	
			CaF ₂	BaSO ₄	CaF ₂	BaSO ₄
5	Konsantre	40.20	80.26	17.97	62.23	27.73
	Artık	59.80	32.75	31.48	37.77	72.27
10	Konsantre	46.57	82.18	16.55	73.81	29.59
	Artık	53.43	25.41	34.33	26.19	70.41
15	Konsantre	57.14	84.19	12.01	92.78	26.34
	Artık	42.86	8.74	44.77	7.22	73.66
20	Konsantre	56.85	86.10	12.50	94.40	27.28
	Artık	43.15	6.73	43.90	5.60	72.72
25	Konsantre	49.82	79.49	13.10	76.38	25.05
	Artık	50.18	24.41	38.91	23.62	74.95
	TOPLAM	100.00	51.85	26.05	100.00	100.00

III.9. Temizleme Flotasyonu

Fluorit flotasyonu sonucu en uygun koşullarda %86.10 CaF₂ içeren konsantre %94.40 CaF₂ verimi ile elde edilmiştir. Konsantrenin veriminin yüksek olmasına karşın CaF₂ tenörünün düşük olması nedeniyle, tenörü arttırmak amacıyla aşağıdaki koşullarda iki kez temizleme flotasyonu deneyleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 10 ile Çizelge 11'de verilmiştir. Birinci temizleme flotasyonu sonucunda, başlangıç numunesine göre, %90.18 CaF₂ içeren konsantre %80.35 CaF₂ verimi ile elde edilirken, ikinci temizleme flotasyonu sonunda ise, başlangıç numunesine göre, %92.45 CaF₂ içeren konsantre %69.99 CaF₂ verimi ile elde edilmiştir.

Sabit deney koşulları:

pH	:8.50	Na ₂ SiO ₃ miktarı	:600 g/t
Oleik asit-zeytinyağı	:300 g/t+400 g/t	Quebracho miktarı	:300 g/t
Sıcaklık	:35 °C	Flotasyon süresi	:5 dk
Katı oranı	:%20	Kondisyonlama süresi	:20 dk

Çizelge 10 Temizleme flotasyonu I

ÜRÜNLER	MİKTAR (%)		TENÖR (% CaF ₂)	VERİM (% CaF ₂)	
	Tüv. Göre	Den. Göre		Tüv. Göre	Den. Göre
Konsantre	46.20	81.27	90.18	80.35	85.12
Artık	10.65	18.73	68.40	14.05	14.88
TOPLAM	56.85	100.00	86.10	94.40	100.00

Çizelge 11. Temizleme flotasyonu II

ÜRÜNLER	MİKTAR (%)		TENÖR (% CaF ₂)	VERİM (% CaF ₂)	
	Tüv. Göre	Den. Göre		Tüv. Göre	Den. Göre
Konsantre	39.25	84.96	92.45	69.99	87.10
Artık	6.95	15.04	77.36	10.36	12.90
TOPLAM	46.20	100.00	90.18	80.35	100.00

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Eskişehir-Beylikahır yöresi fluorit cevherinin flotasyon yöntemi ile zenginleştirilmesi amacıyla yapılan flotasyon deneylerinde, CaF₂ verim ve tenörü açısından en iyi sonuçlar aşağıdaki koşullarda elde edilmiştir:

Toplayıcı cinsi	:Oleik asit-zeytinyağı
Toplayıcı miktarı	:300 g/t+400 g/t
pH	:8.50
Katı oranı	:%20
Quebracho miktarı	:300 g/t
Na ₂ SiO ₃ miktarı	:600 g/t
Sıcaklık	:35 °C
Kondisyonlama süresi	:20 dk

2. Optimum deney koşullarında %86.10 CaF₂ içeren konsantre %94.40 verimle elde edilmiştir. Fluorit flotasyonu sonucu elde edilen konsantrenin tenörünü arttırmak amacıyla yukarıda verilen optimum koşullarda iki kademe temizleme flotasyonu yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar başlangıç numunesine göre aşağıda verilmiştir;

	Temizleme flotasyonu I	Temizleme flotasyonu II
CaF ₂ tenörü,%	: 90.18	92.45
Fe ₂ O ₃ ,%	: 0.81	0.68
Diğerleri,%	: 9.01	6.87
CaF ₂ verimi,%	: 80.35	69.99

3. Bu çalışma sonucunda, Eskişehir-Beylikahır yöresi baritli ve nadir toprak elementli fluorit cevherinin flotasyon yöntemi ile seçimli olarak zenginleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

4. Kaba flotasyon devresinde CaF₂ tenör ve verimi açısından en iyi sonuçları veren optimum koşullarda iki kez temizleme flotasyonu yapılmıştır. Temizleme flotasyonu devresinde kullanılacak reaktiflerin en uygun miktarını belirlemek amacıyla bir seri deney yapmak temizleme flotasyonu devresinde kullanılması gereken reaktif sarfiyatını azaltabilir.

KAYNAKLAR

[1] U. Malayoğlu, A. Akar ve A. Çelik, "Kırşehir-Kaman Fluorit Cevherlerinin Flotasyon Yöntemiyle Zenginleştirilerek Değerlendirilmesinin Araştırılması", 2. Endüstriyel Hammaddeler Semp., 16-17 Ekim, İzmir, Bildiri kitabı, ss. 229-235, 1997.

[2] J. Leja, "Surface Chemistry of Froth Flotation", Plenum Press, New York, pp.39, 145-147, 1983.

- [3] C. Kumru ve S. Çiftçi, "Sivrihisar-Beylikahır-Devebağirtan Tepe Fluorit Cevherlerinin Gravimetrik ve Flotasyon Metotlarıyla Zenginleştirilmesi Çalışmaları", M.T.A. Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Bşk., Ankara, Rap. No 5300 (Yayınlanmamış Rapor), 1984.
- [4] S. Çiftçi ve C. Kumru, "Eskişehir-Sivrihisar-Beylikahır-Küçükhöyük Tepe Nadir Toprak Oksitli Baritli Fluorit Cevherlerinin Zenginleştirilmesi", M.T.A. Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi, Ankara, (Yayınlanmamış Rapor), 1985.
- [5] M.C. Fuerstenau, J.D. Miller and M.C. Khun, "*Chemistry of Flotation*", S.M.E, New York, pp.127-131, 134-144, 1985.
- [6] H. Özcan ve L. Özdemir, "Eskişehir-Beylikahır Toryum ve N.T.E. Minerallerinin Zenginleştirilmesi Çalışmaları", M.T.A. Teknoloji Dairesi, Ankara, (Yayınlanmamış Rapor), 1977.
- [7] A. Uçar, "*Fluorit Flotasyonuna yüzey Özelliklerinin Etkisi*", Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 1994.
- [8] İ. Kayabalı ve R. Böybörü, "Türkiye Fluorit Potansiyeli ve Beylikahır Yatağının Önemi", M.T.A. 50. Yıl Sempozyum Bildirileri, Ankara, Bildiri kitabı, ss. 152-161, 1987.
- [9] Ö. Özcan, A.N. Bulutçu, O. Recepoğlu and R. Tolun; "Flotation of Fluorite and Scheelite by Oleoyl Sarcosine", 2nd Int. Min. Processing Symp., İzmir, Bildiri kitabı, ss. 198-207, 1988.
- [10] V.I. Klassen and V.A. Makrousov, "*An Introduction to the Theory of Flotation*", Butterworths, , London, pp.251-255, 295-303, 1963.
- [11] K. Delice ve G. Özbayoğlu, "Gümüşköy Gümüş Cevherinden Baritin Kazanımı", 1. Endüstriyel Hammaddeler Semp., 21-22 Nisan, İzmir, Bildiri kitabı, ss. 15-19, 1995.
- [12] M.C. Fuerstenau, "*Semi-Soluble Salt Flotation*", R.P. King (ed.), in Principles of Flotation, South African IMM, Johannesburg, pp.209-213, 1982.
- [13] A. Yamık, Y. Kibici, İ. Özçelik ve N. Güneş. "Kuluncak (Malatya) Yöresi Fluorit Yataklarının Genel Özellikleri ve Zenginleştirilmesi", 1. Endüstriyel Hammaddeler Semp., 21-22 Nisan, İzmir, Bildiri kitabı, ss. 97-104, 1995.
- [14] S. Koca and H. Özdağ, "Flotation of Alunite from Kaoline", Proceedings of 5th International Mineral Processing Symposium, 6-8 Eylül, Kapadokya, Türkiye, pp.135-140, 1994.
- [15] E.G. Kelly and D.J. Spottiswood, "*Introduction to Mineral Processing*", John Wiley & Sons, New York, pp.301-319, 1982.