

Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl (eds) © İzmir / Türkiye / 21-22 Nisan 1995
Beylikahır Barit ve Fluorit Minerallerinin Zenginleştirilmesi

K. E. Özbaş, C. Hiçyılmaz ve G. Özbayoğlu
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, ANKARA

ÖZET: ., Bu çalışmada Beylikahır bölgesi barit ve fluorit minerallerinin zenginleştirilme olasılıkları araştırılmıştır. Devebağutan ve Küçükhöyük Tepe sektörlerinden alınan numunelerin rezervleri oranında karışımından oluşan kompozit cevher % 52,47 CaF₂ ve % 25,40 BaSO₄ içermektedir. Yalnız gravite veya yalnız flotasyon yöntemlerinin uygulanmasıyla yüksek tenörlü konsantreler elde edilememiş, ancak gravite, flotasyon, ve manyetik ayırma yöntemlerinin sırasıyla kombinasyonu sonucu % 90,00 BaSO₄ tenörlü barit cevheri % 49,56 randımanla ve %91,85 CaF₂ tenörlü fluorit cevheri % 51,98 randımanla elde edilebilmiştir. Üretilen barit konsantresi sondaj çamurunda, fluorit konsantresi de demir-çelik endüstrisinde ve/veya seramik sanayiinde kullanılacak özellikleri taşımaktadır.

1. GİRİŞ

Eskişehir-Beylikahır cevher yatağı fluorit, barit, toryum ve nadir toprak elementlerini (NTE) içermektedir. Yatağın çoğunlukla Devebağutan Tepe (6.5 milyon ton) ve Küçükhöyük Tepe (13.8 milyon ton) sektörlerinde olmak üzere görünür ve muhtemel toplam rezervi 30.7 milyon ton civarındadır (Erseçen, 1989; ODTÜ, 1993). Cevher yatağının aynı zamanda % 3.52 (La + Ce + Nd) tenörlü 1.3 milyon ton nadir toprak elementleri ve % 0.20 ThC₂ tenörlü 380,000 ton toryum içerdiği de bilinmektedir (Çiftçi, 1986). Yapılan araştırmalar cevherin toryum içeriğinin bastnasite ve brockite minerallerine bağlı olduğunu göstermiştir (Kaplan, 1977). Beylikahır cevherinin zenginleştirilme çalışmaları Kutluata ve Özden (1985), Çiftçi

(1986), Yüce ve diğerleri (1992) tarafından yürütülmüştür.

Bu araştırma Beylikahır nadir toprak elementlerinin zenginleştirilmesi çalışmalarında yan ürün olan barit ve fluorit minerallerinin değerlendirilmesi amacıyla yapılmıştır (Özbaş, 1993).

2. MATERYAL VE METHOD

Çalışmada kullanılacak kompozit numunenin hazırlanabilmesi için Devebağutan ve Küçükhöyük Tepe sektörlerinden, sırasıyla, 1177 kg ve 1086 kg temsili numune alınmış ve bu numunelerin 1:2 oranında karışılmasıyla kompozit numune elde edilmiştir. Kompozit numune daha sonra -8 mesh (-2.36 mm) boyutuna kırılmıştır. Numunedeki

3. DENEYSEL SONUÇLAR

önemli mineraller; fluorit, barit ve nadir toprak elementleri ile az miktarda kalsit, kuvars, mika, apatit, manganez mineralleri, hematit, pirit ve limonittir. Kompozit numunenin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmiştir. Kompozit numunenin elek fraksiyonlarındaki mineral dağılımı ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Gravimetrik zenginleştirme çalışmaları Deister marka sallantılı masada yapılmıştır. Flotasyon deneyleri ise Denver Sub-A tipi laboratuvar flotasyon makinası ile 2 lt'lik hücrede yürütülmüştür. Manyetik ayırma testlerinde de Carpco M127 tipli yüksek alan şiddetli kuru manyetik ayırıcı kullanılmıştır

Çizelge 1. Kompozit Numunenin Kimyasal Analizi (ODTÜ, 1993)

Element veya Bileşik	Ağırlıkça miktar (%)	Analiz Methodu
Toplam Nadir		
Toprak Elementlen	6 50	ICP
CaCO ₃	2 80	gravimetnk
S.O ₂	1 30	gravimetnk
CaF ₂	52 47	gravimetnk
BaSO ₄	25 40	gravimetnk
Al ₂ O ₃	4 00	gravimetnk
Fe ₂ O ₃	3 00	AAS

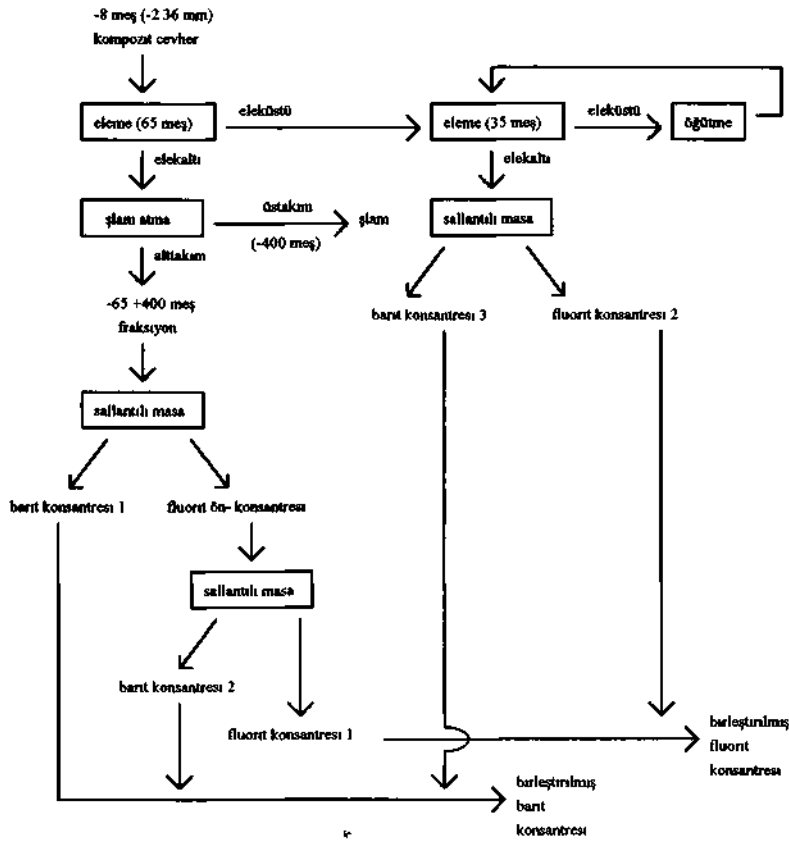
Deneysel çalışmalarda kompozit numune değişik boyutlara öğütülerek gravite ve/veya flotasyon yöntemleriyle fluorit ve barit zenginleştirilmeye çalışılmış ancak yüksek tenörlü konsantreler elde edilememiştir. Şekil 1 sadece gravite yönteminin uygulandığı akım seması göstermektedir. Bu çalışmada yüksek randımanla ancak metalurjik tenörlü fluorspar elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çalışmalar sırasında -400 meş fraksiyonunun şlam olarak ayrılması sebebi nadir toprak elementlerinin bu fraksiyonda yoğunlaşmış olmasıdır. Ayrılan bu kısımdan nadir toprak elementleri kazanılmıştır (ODTÜ, 1993).

Gravite, flotasyon ve manyetik ayırma yöntemlerinin sırasıyla kombinasyonu sonucu fluorit ve barit konsantreleri daha yüksek tenörlerle elde edilebilmiştir. Bu konuda yapılan birçok araştırma sonucunda iki ayrı alternatif akım şeması geliştirilmiştir.

Çizelge 2 Kompozit Numunenin Elek Fraksiyonlarındaki Mineral Dağılımı

Elek Fraksiyonu meş	Elek Fraksiyonu mikron	Ağırlık %	Bant		Fluont		Kalsit	
			BaSO ₄ %	Dağılım %	CaF ₂ %	Dağılım %	CaCO ₃ %	Dağılım %
-8 +28	-2362 + 589	28 76	17 78	18 77	68 20	37 37	2 55	20 62
-28 + 65	-589 + 208	22 36	23 59	19 36	61 20	26 07	2 25	14 13
-65 + 200	-208 + 74	19 63	41 72	30 09	38 10	14 26	3 30	18 36
-200 + 400	-74 + 37	10 07	50 03	18 52	32 00	6 14	3 50	9 89
-400	-37	19 18	18 83	13 26	44 20	16 16	6 85	37 00



Şekil 1. -8 meşlik Kompozit Cevherin Yalnız Gravimetrik Yöntem Kullanılarak Zenginleştirilmesi

3.1 Alternatifi

Birinci alternatifte, -65 meş'e öğütülmüş ve şlamdan arındırılmış (-400 meş) kompozit cevherden (-8 meş) önce sallantılı masalarda barit ve fluorit konsantreleri üretilmiş, daha sonra bu konsantrelerde barit mineralinin flotasyonla yuzdürülecek fluoritten temizlenmesine çalışılmıştır. Flotasyonda artık kısımdan alınan fluoit ile sallantılı masalardan elde edilen barit konsantresi yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcıdan geçirilerek nihai ürünler elde edilmiştir.

Flotasyon deneylerinde fluoriti ve silikatları bastırmak için Na_2SiC_3 ve Na_2SiF_6 kullanılmış, pH ise Na_2CO_3 ile ayarlanmıştır. Toplayıcı olarak sodyum oleat ve/veya Cyanamid Aero 845 (alkil saksinamat), köpürtücü olarakta MIBC (Metil Iso Butil Carbinol) kullanılmıştır. Değişik şartlarda gerçekleştirilen sallantılı masa ve flotasyon deneylerinin en iyi neticelerinden birisinin akım şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. -8 meş'lik Kompozit Cevherin Yalnız Gravimetrik Yöntem Kullanılarak Zenginleştirilmesi Tenor ve Randıman Sonuçları

Urun	Ağırlık %	Tenor		Randıman	
		BaSO ₄ %	CaF ₂ %	BaSÜ4 %	CaF ₂ %
Şlam	19 43	10 69	33 84	8 18	12 53
Bant Kons 1	7 29	90 50	4 00	25 97	0 56
Bant Kons 2	3 01	80 50	1140	9 54	0 65
Bant Kons 3	8 57	73 00	9 70	24 63	1 58
Birleştilmiş Bant Konsantresi	18 87	80 95	7 76	60 14	2 79
FluontKons 1	12 60	20 49	61 13	10 16	14 68
FluontKons 2	49 10	11 13	74 80	21 52	70 00
Birleştilmiş Fluorit Kons	61 70	13 04	72 00	31 68	84 68
Beslenen	100 00	25 40	52 47	100 00	100 00

Bu deneyde 1000 gr/ton Na₂C₂O₃ ile pH 7.7'de 1250 g/ton Na₂SiF₆, 250 g/ton A845 ve 65 g/ton MIBC kullanılmıştır. Bastına ve toplayıcı için şartlandırma süreleri ise sırasıyla 10 ve 5 dakika olarak uygulanmıştır. Bu deney sonucunda elde edilen nihai fluorit konsantrisinin tenörü % 92.18 CaF₂, randımanı ise % 45.42'dir (Çizelge 4).

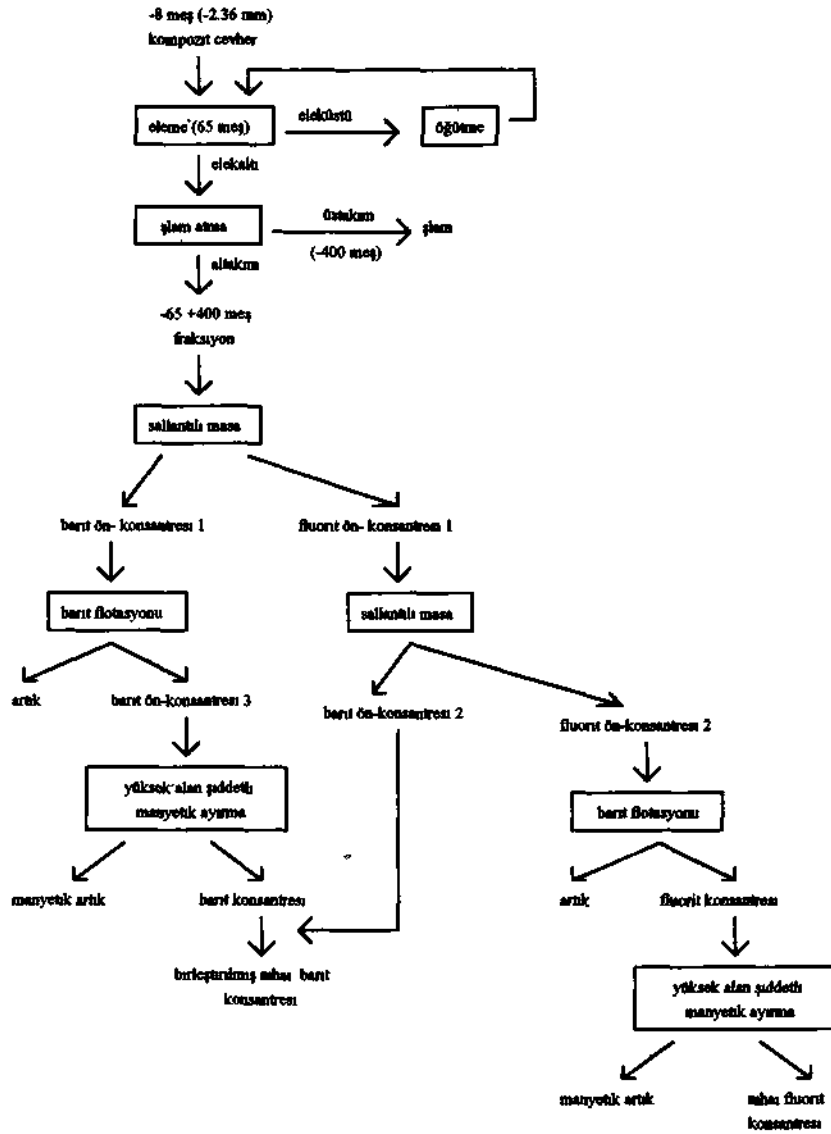
Barit mineralinin zenginleştirilmesi için yapılan çeşitli flotasyon deneyleri arasında en iyi sonuç, 1500 g/ton Na₂C₂O₃ (pH 8.9), 1500 g/ton Na₂SiF₆, 1500 g/ton Na₂SiF₆ ve 260 g/ton sodyum oleat'ın kullanılmasıyla elde edilmiştir. Bastına ve toplayıcı için sırasıyla 30 ve 15 dakika şartlandırma süresi uygulanmıştır. Bu deneyden kazanılan barit konsantrisinin manyetik ayırma yoluyla zenginleştirilmesi sonucunda ise, % 94.52 BaSO₄ tenörlü barit konsantrisi % 36.91 randımanla üretilmiştir. Barit ön-konsantrisi 2 ise randıman kaybını önlemek için, yeniden flotasyon ve manyetik ayırmayla zenginleştirilmemiştir. Barit konsantrisi ve barit ön-konsantrisi 2'nin birleştirilmesiyle % 90.00 BaSO₄ tenörlü birleştirilmiş nihai barit

konsantrisi % 49.56 randımanla kazafılmıştır (Çizelge 4).

Alternatif I akım şeması sonucunda elde edilen nihai fluorit konsantrisi 2. sınıf seramik tenörlü fluorit olarak ve barit konsantrisi ise kimya sanayiinde ve/veya sondaj çamurunda kullanılabilecek özelliktedir.

3.2. Alternatifli

Bu akım şemasının geliştirilmesindeki düşünce, kompozit cevherin baritçe zengin -65 meş ve fluoritçe zengin +65 meş fraksiyonlarının ayn ayn zenginleştirilmesine dayanmaktadır. -8 meş'lik kompozit cevher 65 meş'den elenmiş, -65 meş'lik fraksiyon şlamı atıldıktan sonra sallantılı masayla zenginleştirilmiştir. +65 meş'lik fraksiyon -35 meş'e öğütülmüş ve şlamı atıldıktan sonra ikinci bir eleme ile -35+65 meş ve -65+400 meş fraksiyonlarına ayrılmıştır. Her iki fraksiyondaki numune daha sonra ayn ayn sallantılı masa ile zenginleştirilmiştir.



Şekil 2. Alternatif Fin Akım Şeması

Sallantılı masa yoluyla kazanılan barit ön-konsantresi 1, barit ön-konsantresi 2, ve barit ön-konsantresi 3 birleştirilerek % S7.4S BaSC>4 tenörlü nihai barit konsantresi %

49.61 randımanla elde edilmiştir. Barit ön-konsantrelerine, randıman kayıplarını önlemek için flotasyon ve manyetik ayırma uygulanmamıştır (Şekil 3, Çizelge S).

Çizelge 4. Alternatif Tin Tenor ve Randıman Sonuçları

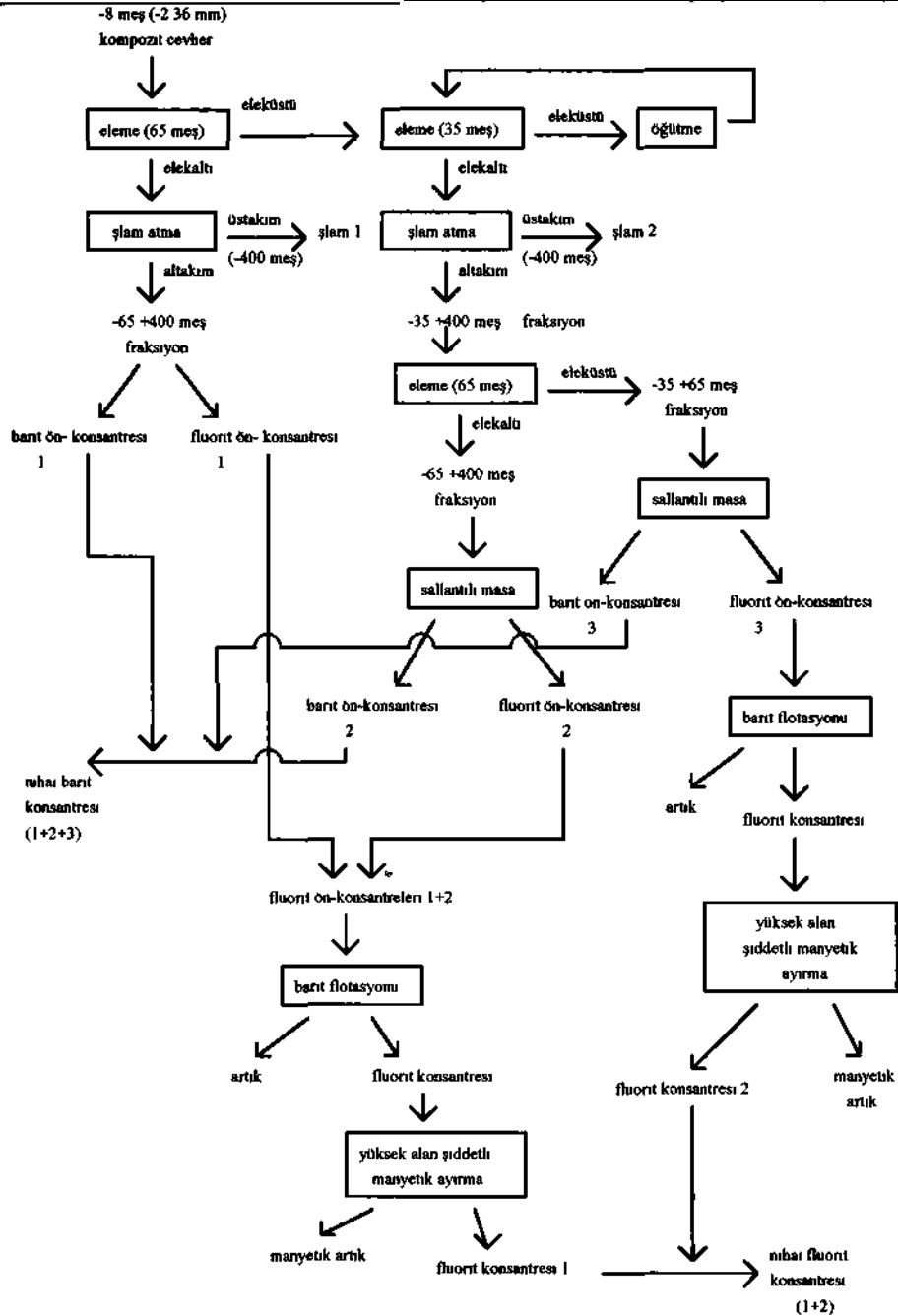
Urun	Ağırlık %	Tenor		Randıman	
		BaSÜ ₄ %	CaF ₂ %	BaS04 %	CaF ₂ %
Şlam	36 82	7 12	43 84	10 32	30 76
Bant on-kons 1	13 16	91 89	4 26	47 61	107
Bant on-kons 2	4 07	78 99	8 68	12 65	0 67
Bant kons	9 92	94 52		36 91	
Birleştilmiş nihai bant konsantresi	13 99	90 00		49 56	
Fluont on-kons 1	50 02	21 36	71 50	42 07	68 17
Fluont on-kons 2	45 95	16 26	77 06	29 42	67 50
Nihai Fluont Kons	25 85		92 18		45 42
Beslenen	100 00	25 40	52 47	100 00	100 00

Fluorit ön-konsantreleri 1,2, ve 3, Na₂SiF₆'ın fluorit bastıyıcısı olarak, A845 ve S3903'ün ise bant toplayıcısı olarak farklı kombinasyon ve dozajlarda kullanılmasıyla zenginleştirilmeye çalışılmıştır. En iyi sonuç fluorit ön-konsantreleri 1+2'ye 1250 g/ton Na₂SiF₆, 750 g/ton Na₂CO₃ (pH 7.6), ve 900 g/ton S3 903 kullanılarak uygulanan barit flotasyonundan elde edilmiştir. Bastına ve toplayıcı için şartlandırma süreleri sırasıyla 40 ve 20 dakikadır. Yüksek alan şiddetli manyetik ayırma sonucunda % 92.71 CaF₂ tenörlü fluorit konsantresi 1 % 19.11 randımanla kazanılmıştır. Diğer taraftan fluorit ön-konsantresi 3'de 1250 g/ton Na₂SiF₆, 2750 g/ton Na₂CO₃ (pH 8.9) ve 600 g/ton S3903 kullanılarak barit flotasyonu ile zenginleştirilmiştir. Bastıncı ve toplayıcı için şartlandırma süreleri sırasıyla 30 ve 20 dakikadır. Manyetik ayırma sonucunda % 91.35 CaF₂ tenörlü fluorit konsantresi 2 % 32.87 randımanla kazanılmıştır (Çizelge 5). Her iki fluorit konsantresinin birleştirilmesiyle % 91.85 CaF₂ tenörlü nihai fluorit konsantresi % 51.98 randımanla elde edilmiştir.

Bu akım şemasının sonucunda sondaj çamuru nitelikli barit konsantresi ve 2. sınıf seramik tenörlü fluorit konsantresi üretilmiştir (Özbaş, 1993).

4. SONUÇLAR

- 1- Beylikahır kompleks cevherinden, kimya sanayiinde ve/veya sondaj çamurunda kullanılabilecek nitelikli barit konsantresi kazanılması mümkündür.
- 2- Beylikahır kompleks cevherinden metalurjik ve/veya seramik nitelikli fluorit konsantresi elde edilebilir.
- 3- Sadece gravite yöntemiyle %72.00 CaF₂ tenörlü fluorit konsantresi %84.68 randımanla kazanılmıştır.
- 4- -65 meş'e öğütülen kompozit cevhere gravite-flotasyon-manyetik ayırma kombinasyonunun sırasıyla uygulanması ile % 92.18 CaF₂ tenörlü fluorit konsantresi % 45.42 randımanla ve % 90.00 BaSÜ₄ tenörlü barit konsantresi % 49 56 randımanla kazanılmıştır



Şekil 3. Alternatif II'nin Akün Şeması

Çizelge 5. Alternatif H'nin Tenor ve Randıman Sonuçları

Ürün	Ağırlık %	Tenor		Randıman	
		BaSC>4 %	CaF ₂ %	BaSÜ4 %	CaF ₂ %
Şlam1	21.73	10.82	36.20	9.26	14.99
Şlam 2	10.06	13.36	40.55	5.29	7.77
Barit ön-kons. 1	8.85	91.60		31.91	
Bant ön-kons. 2	3.48	85.96		11.78	
Barit ön-kons. 3	2.08	72.29		5.92	
Nihai barit kons. 1+2+3	14.41	87.45		49.61	
Fluorit ön-kons. 1	15.85		51.53		15.57
Fluorit ön-kons. 2	12.49		67.70		16.12
Fluorit ön-kons. 3	25.46		73.58		35.70
Fluorit ön-kons. 1+2	28.34		58.65		31.69
Fluorit kons. 1	10.81		92.71		19.11
Fluorit kons. 2	18.88		91.35		32.87
Nihai fluorit kons. 1+2	29.69		91.85		51.98
Beslenen	100.00	25.40	52.47	100.00	100.00

- 5- -8 meş'lik kompozit cevherin -65 meş ve +65 meş fraksiyonlarının aynı zenginleştirilmesiyle, %91.85 CaF₂ tenörlü fluorit konsantrisi %51.98 randımanla ve %87.45 BaSÜ4 tenörlü barit konsantrisi %49.61 randımanla, alternatif olarak elde edilmiştir.
- 6- Yüksek alan şiddetli manyetik ayırma, kompleks cevherdeki manyetik safsızlıkların uzaklaştırması için gereklidir.

5. REFERANSLAR

- Çiftçi, M.S., 1986. Eskişehir-Sivrihisar Beylikahır Kompleks Toryumlu Nadir Toprak Oksitli Barklı Fluorit Cevherinin Zenginleştirilmesi ve Ülkemiz için Önemi, Sempozyum Kitabı, I Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, İzmir-Türkiye, vol.1, pp. 251-265
- Erseçen, N., 1989 Known Ore and Mineral Resources of Turkey, MTA Genel Müdürlüğü Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Dairesi Maden Envanterleri ve Maden istatistikleri Değerlendirme Binmi, No. 185, Ankara-Türkiye
- Kaplan, H., 1977 Eskişehir-Sivrihisar-Kızılcaören Köyü Yakın Güneyi Nadir Toprak Ele-

- menden ve Toryum Kompleks Cevher Yatağı, Jeoloji Mühendisliği, sayı 2, Haziran, 29-34, TMMOB Jeoloji Müh. Odası Yayın Organı.
- Kutluata, A. ve Özden, M., 1985. Eskişehir-Sivrihisar-Kızılcaören Köyü Fluorit Bantlı Kompleks Cevher Sahasına Ait Değerlendirme Ara Raporu, MTA Genel Müdürlüğü Fizibilite Etüdüleri Dairesi
- ODTÜ, 1993. Beylikahır Nadir Toprak Elementlerinin Zenginleştirilmesi ve Metalurjik Yönden Kazanılması, Nihai Rapor, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Maden ve Metalürji Mühendisliği Bölümlen, Uygulamalı Araştırmalar Proje Kod No 91-03-05-01-06
- Özbaş, K.E., 1993 Concentration of Bante and Fluorit Minerals of Eskişehir-Beylikahır District, M Sc Thesis, Middle East Technical University, Mining Engineering Department, Ankara, Turkey.
- Yüce, A.E., Doğan, M.Z., Önal, G. ve İpekoğlu, B., 1992. The Beneficiation of Fluorit and Baryte from Beylikahır-Eskişehir Complex Ore, Aufbereitungstechnik 33, Nr 5, pp. 274-281.