

## Bilecik (Söğüt) Yöresi Killerin AKW Hidrosiklonu ile Zenginleştirilmesi

N. DAY  
MATEL, BİLECİK

İ.TOROGLU  
Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Maden Müh. Bölümü, ZONGULDAK

**ÖZET:** Bu çalışmada, Bilecik (Söğüt) Yöresinden alınan kaolinitli killerin AKW hidrosiklonu ile zenginleştirilme olanakları incelenmiştir. Araştırmada kullanılan hidrosiklonun gövde çapı 80 mm olarak sabit tutulmuş ve alt çıkış çapı 7, 10 ve 14 mm olacak şekilde değiştirilmiştir. Hidrosiklonun çalışma koşulu ise; pülp-te katı oranı % 30, 40 ve 50 ve siklon giriş basıncı ise 1.0, 1.5 ve 2.0 atm. olmak üzere değiştirilmiştir. % 3.79 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- ve % 62.50 SiO<sub>2</sub> içeren kil numunesi ile saptanan optimum koşulda yapılan zenginleştirme deneyleri sonucunda, % 1.08 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 50.68 SiO<sub>2</sub> içeren kaolinit konsantresi elde edilmiştir.

**ABSTRACT:** In this study kaolinite clays of Bilecik (Söğüt) district were investigated for their possibility of concentration by AKW hydrocyclone. The hydrocyclone used in this study was hold constant in its cylindrical diameter at 80 mm while apex diameter has been set at three different settings: 7, 10 and 14 mm. Operating conditions for solid content in pulp ( by weight) are 30 %, 40 and 50 whereas inlet pressure are 1.0, 1.5 and 2.0 atm. A kaolinite concentrate containing 1.08 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 50.68 % SiO<sub>2</sub> was obtained as an optimum product of concentration experiment from a feed containing 3.79 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 62.5 % SiO<sub>2</sub>.

### 1. GİRİŞ

Bilecik (Söğüt) yöresindeki kaolinitli killer seramik sanayisinde uzun zamandan beri değerlendirilmektedir. Bu yöre, ülkemizde kil potansiyeli açısından İstanbul civarından sonra ikinci büyük yöredir. Bölgede üretim yapılan killer yörede kurulmuş olan birçok seramik tesislerinde tüvenan olarak tüketilmektedir. Son zamanlarda yörede üretilen seramik kil kalitesindeki kötüleşmeler nedeniyle bu killeri zenginleştirmeye yönelik araştırmalar sürdürülmektedir (Yıldırım, 1992).

Bilecik (Söğüt) yöresinde seramik hammaddesi olarak tüketilen killer genellikle yüksek Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve serbest silis (kum) içermektedir. Bu çalışmada, yöredeki killerin içerdiği demir oksit oranını % 1'in altına düşürülmesi ve serbest silis oranının azaltılması hedeflenmiştir. Seramik kilindeki demirli bileşikleri uzaklaştırmada, mekanik dağıtma (attrition Scrubbing) sonrası AKW hidrosiklonu ile zenginleştirme yöntemi uygulanmıştır.

Deneyel çalışmalarda, pülp-te katı oranı, siklon giriş basıncı ve siklonun alt çıkış açıklığının çapı değişken olarak seçilmiş ve optimum hidrosiklon koşulu saptanmıştır.

### 2. MATERYAL VE METOD

#### 2.1. Numunenin Alınışı ve Hazırlanışı

MATEL A.Ş.'nin Söğüt-Küre'de bulunan kil ocağından üretim esnasında damarı yatay ve düşey de temsil eden 100 ton hammadde alınmıştır. Bu hammadde, çeneli kırıcıda 100 mm altına kırılmıştır. Kırılmış malzemeden 1.5 ton temsili numune alınmış ve laboratuvar tipi çeneli kırıcıda 1 cm altına kırılmıştır. Daha sonra homojen hale getirilen numune oluklu bölücü ile 50 kg'lık numuneler halinde bölünmüş ve her bir örnek bir deneysel çalışmada kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan temsili numunenin kimyasal özellikleri Çizelge 1 'de ve karo test sonuçları Çizelge

2'de. tane boyut dağılımı Şekil 1'de ve mineralojik analiz sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.

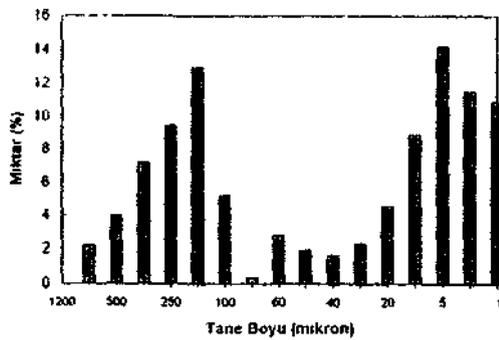
Çizelge 1. Söğüt (Küre) yöresi killerin kimyasal analizi

Eleman	% İçerik
SiO <sub>2</sub>	62.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.79
TiO <sub>2</sub>	0.83
CaO	0.15
MgO	0.21
Na <sub>2</sub> O	0.04
K <sub>2</sub> O	0.28
KK.	9.80
Toplam	100.00

Çizelge 2. Söğüt (Küre) yöresi killerin karo test sonuçları

Kuru küçülme(%)	0.12
Ham mukavemet	20.06 (kg/cm <sup>2</sup> )
Pişme sıcaklığı(°C)	1100 1180 1230
Pişme rengi	Kirli beyaz
Pişme küçülme(%)	5.97 9.49 10.66
Toplam küçülme(%)	5.85 9.37 10.54
Pişme mukavemet	* * *
Su emme(%)	13.58 7.95 4.00

Pişmiş numuneler mukavemet cihazında kırılmadı



Şekil 1 Söğüt(Küre) yöresi killerin tane boyutu dağılımı

### 3. ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

Bilecik Söğüt yöresi başlıca kaolinit minerali içeren seramik killerinin içerdiği demirli mineralleri uzaklaştırmak için AKW hidrosiklon ünitesinde zenginleştirme deneylerine tabi tutulmuştur. Mineralojik analizlerde SIEMENS D5000 X-Ray Difraktometre kullanılmıştır. Seramik kil numunesinin kimyasal analizi SIEMENS SRS 300 marka X-Ray Floresan Spektrometre (XRF) ile yapılmıştır. Boyut dağılımı analizi ise SediGrab 5100 Partide Size Analyser adlı cihazda yapılmıştır.

Hidrosiklon deneylerinde kullanılan numuneler öncelikle % 30 katı oranında 2 saat mekanik dağıtma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra 1.2 mm'lik elekten yaş olarak elenmiştir. Siklon Setinin ürün besleme haznesine beslenen pülp 15 saniye boyunca siklonda kapalı devre çalıştırılmıştır. Bu süre sonunda alt ve üst akım ayrı ayrı kaplara alınmıştır.

Zenginleştirme deneyleri gerçekleştirilirken siklonun gövde çapı 80 mm. olarak sabit tutulmuş ve hidrosiklon alt çıkış çapı 7, 10 ve 14 mm olacak şekilde değiştirilmiştir. Deneylerde kullanılan kil örneğinin pülp katı oranı ise % 30, 40 ve 50, siklon giriş basıncı ise 1.0, 1.5 ve 2.0 Atm. olmak üzere değiştirilerek optimum deney koşulu saptanmıştır.

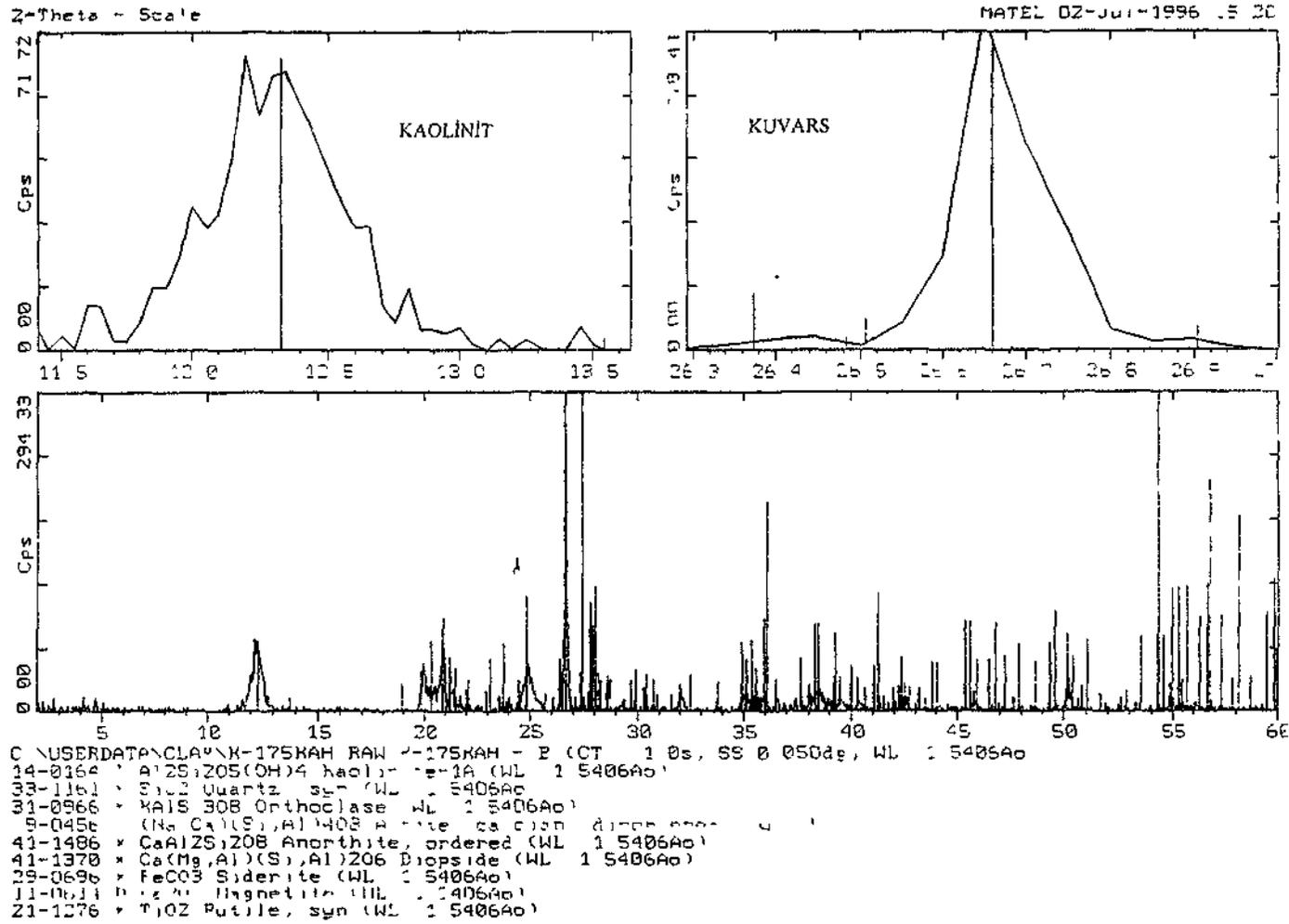
#### 3.1 Optimum Koşullarda Yapılan Deneysel Çalışmalar

Laboatuvar tipi AKW hidrosiklonu ile yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, optimum hidrosiklon koşulu;

- Beslenen numunenin pülp katı oranı % 30,
- Siklon giriş basıncı 2 atm.
- Hidrosiklon alt çıkışının\* çapı 10 mm. olarak seçilmiştir.

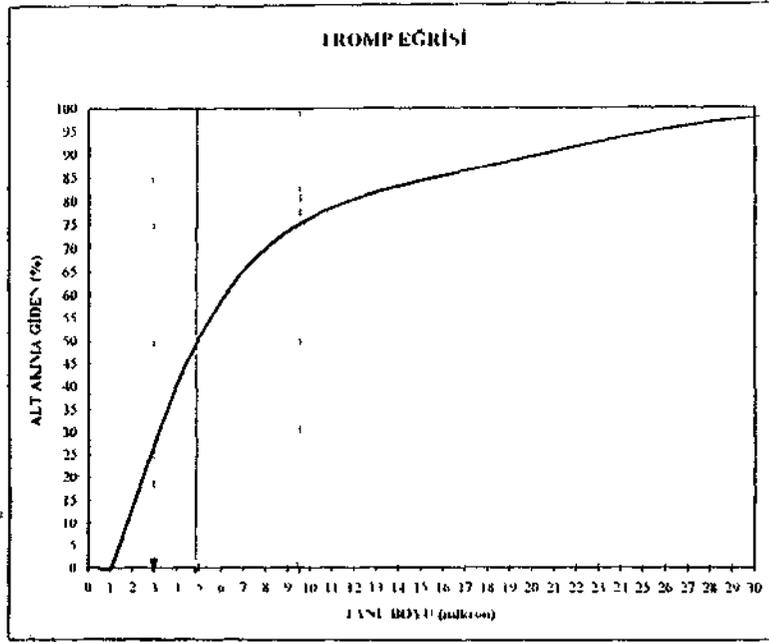
Bu koşullarda Söğüt (Küre) yöresi killeri üzerinde yapılan zenginleştirme deneyi sonucunda, hidrosiklona beslenen malzemenin % 67.87'si alt akımdan, % 32.13'ü üst akımdan alınmıştır. Optimum koşullarda çalıştırılan siklon ayırma boyutu 5 mikron olarak bulunmuştur.

Optimum koşullarda yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre hidrosiklonun Tromp eğrisi çizilmiş ve Şekil 3'de verilmiştir. Üst akımdan elde edilen kil ürününün kimyasal analizi Çizelge 3'de



Şekil 2 Söğüt(Küre) yöresi killerin mineralojik analiz sonuçları

BASINÇ	2	BİSİ FMI MİKTARI	% 100,00
NOZ/711	10	ÜST AKIM MİKTARI	% 32,13
% KATI	30	ALT AKIM MİKTARI	% 67,87



$d_p = 9,429$   
 $d_{p,25} = 3,25 \text{ mikron}$   
 $Imp = 2$   
 $d_{p,0,66} = 0,66$

ORTALAMA TANE BOYU	ALT AKIM		SİNERON ÇİMENTİNE GÖRE MİKTAR %			ALT AKIM TABAKI BİSİ FMI		ÜST AKIM TABAKI BİSİ FMI	
	ALT AKIM (%)	ÜST AKIM (%)	ALT AKIM (%)	ÜST AKIM (%)	TOTAL (%)	BİSİ FMI (%)	ÜST AKIM (%)	ÜST AKIM (%)	
710	3,23	0,00	3,19	0,00	3,19	100,00	0,00	0,00	
500	5,80	0,00	5,98	0,00	5,98	100,00	0,00	0,00	
355	10,55	0,00	7,16	0,00	7,16	100,00	0,00	0,00	
250	13,92	0,00	9,45	0,00	9,45	100,00	0,00	0,00	
150	19,08	0,00	12,95	0,00	12,95	100,00	0,00	0,00	
100	27,57	0,23	5,14	0,07	5,21	98,58	1,42	0,00	
80	0,57	0,02	0,39	0,01	0,39	98,37	1,63	0,00	
60	1,00	0,14	2,71	0,04	2,76	98,37	1,63	0,00	
50	2,79	0,12	1,89	0,04	1,93	98,00	2,00	0,00	
40	2,11	0,11	1,64	0,04	1,67	97,88	2,12	0,00	
30	3,33	0,16	2,26	0,05	2,31	97,78	2,22	0,00	
20	6,01	1,50	4,08	0,48	4,56	89,43	10,57	0,00	
10	10,00	6,49	6,79	2,09	8,87	76,50	23,50	0,00	
5	10,68	21,64	7,25	6,95	14,20	51,04	48,96	0,00	
1	0,00	15,79	0,00	11,50	11,50	0,00	100,00	0,00	
0,5	0,00	33,80	0,00	10,86	10,86	0,00	100,00	0,00	
	100,00	100,00	67,87	32,13	100,00				

Şekil 3 Optimum koşullarda yapılan hidrosiklon deneyinin Tromp eğrisi.

mineralojik analiz sonuçları Şekil 4'de ve bu ürünün döküm özellikleri Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. Optimum koşullarda üst akımdan alınan zenginleştirilmiş kilin kimyasal özellikleri

Eleman	% İçerik
SiO <sub>2</sub>	50.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33.54
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.08
TiO <sub>2</sub>	1.00
CaO	0.14
MgO	0.27
Na <sub>2</sub> O	0.12
K <sub>2</sub> O	0.41
K. kaybı	12.65
Toplam	100.01

Çizelge 4. Zenginleştirilmiş kilin karo döküm özellikleri

Döküm Özellikleri	
Litre ağırlığı(g/lit)	1740
Viskozite(cps)	500
Kuru küçülme(%)	5.73
Kuru mukavemet (kg/cm <sup>2</sup> )	53.00
Katı malzeme konsantrasyonu(%)	68
Optimum elektrolit miktar(%)	0.30
Pişme Sonrası Özellikleri	
Pişme sıcaklığı( °C)	1230
Pişme rengi	kirli beyaz
Pişme küçülmesi(%)	6.80
Toplam küçülme(%)	12.53
Deformasyon	yok
Pişme mukavemeti(kg/cm <sup>2</sup> )	515
Su emme (%)	8.47

#### 4. SONUÇLAR

Bilecik (Söğüt) yöresi kaolinitli killerin içerdiği demirli bileşikler ve serbest silisin uzaklaştırılmasına yönelik olarak AKW hidrosiklonunda bir dizi deneyler yapılmıştır.

- Deneylerde kullanılan kil numunesinin, % 62.50 SiO<sub>2</sub>, % 22.40 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 3.79 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerdiği saptanmıştır.

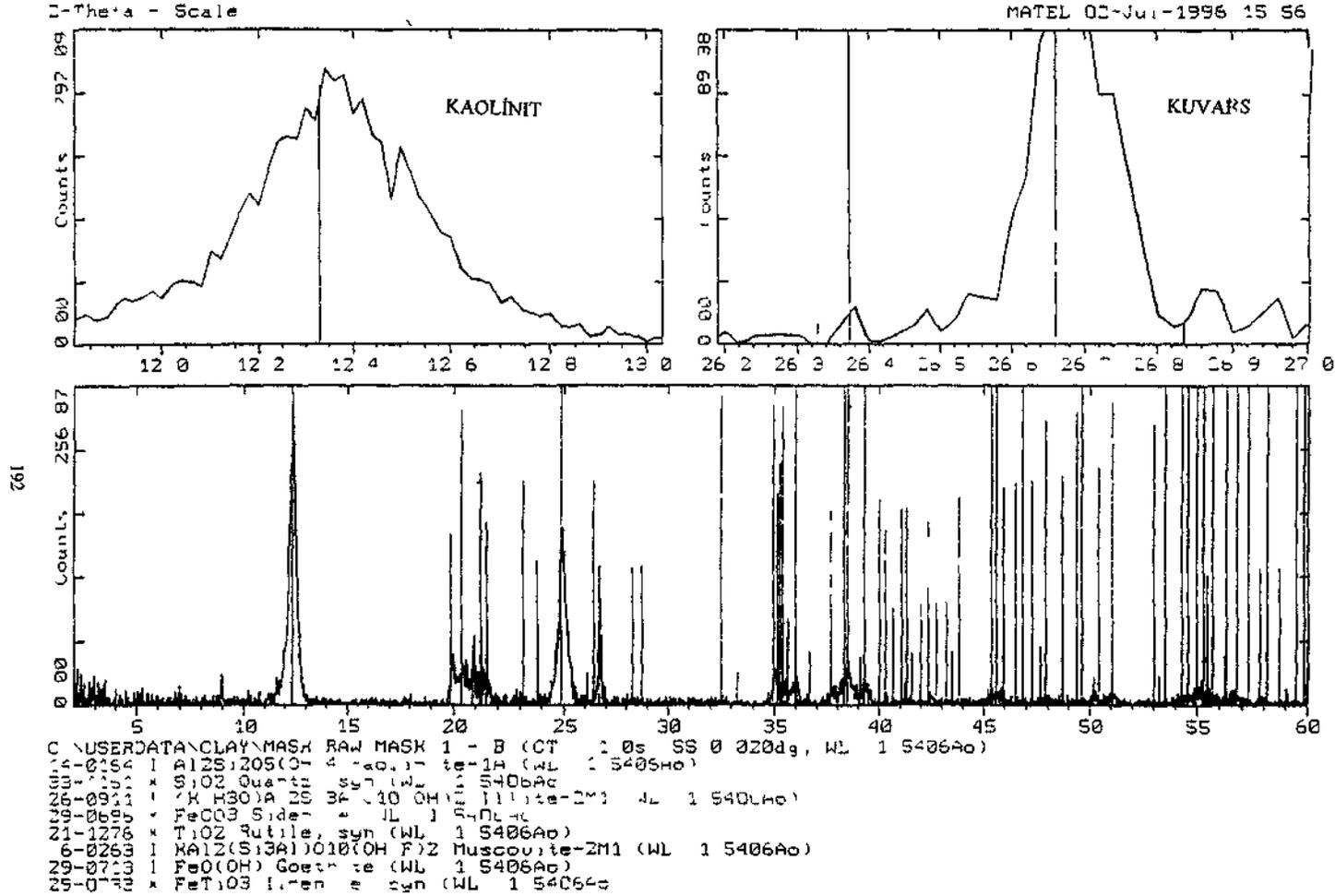
- Kil numunesinin içerdiği başlıca mineral grupları ise; kaolin grubu mineraller, silika grubu mineraller, demir mineralleri, alkali feldspatlar ve diğerleridir.

- AKW hidrosiklonu ile yapılan bir dizi deney sonucunda; 2 atm. siklon giriş basıncı ve 10 mm. siklon alt çıkış çapı (optimum hidrosiklon koşulu) olarak bulunmuştur.

- Laboratuvar tipi AKW hidrosiklonu ile optimum koşulda yapılan zenginleştirme deneyi sonucunda, tek kademede % 50.68 SiO<sub>2</sub>, % 33.54 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 1.08 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren kaolin konsantresi elde edilmiştir. Bu ürün seramik sektöründe kullanılabilir özelliktedir.

#### KAYNAKLAR

- Day, N. 1996. Kaolinitin Hidrosiklonla Zenginleştirilmesi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.L.Tezi, Yayınlanmamış, s.105, Zonguldak.
- Pickeing, S.M., Murray, H.H., 1994, In Industrial Minerals and Rocks, Kaolin, In Donald D. Larry(Ed.), SMME, Inc.
- Seyhan, İ. 1972. Kaolin, Bentonit, Kil ve tuğla Kiremit Toprak Jeolojisi, MTA Raporu, Ankara.
- Yıldırım, İ., Kaytaç, Y., Önal, G. 1992. Seramik killerin zenginleştirilmesinde Siklon parametrelerinin Araştırılması, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Köse ve Kızıl(Eds), s. 151-161. İzmir.



Şekil 4 Optimum koşullarda elde edilen konsantrenin mineralojik analiz sonuçları