

Dumanlı Kaolenlerinin Zenginleştirilmesi

B. İpekoğlu, İ. Kurşun

İstanbul Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İstanbul/TÜRKİYE.

ÖZET: Karmaşık bir yapı ve mineral içeriğine sahip olan killer genel olarak seramik, döküm, gıda, kağıt, plastik ve ilaç gibi pek çok endüstri kolunda kullanılmaktadır.

Bu çalışmada Tepeköy Dumanlı kaolen ocağından alınan temsili numunenin mekanik dağıtma ve hidrosiklon ile zenginleştirme olanakları araştırılmıştır. % 26.02 Al_2O_3 , % 1.42 Fe_2O_3 , %60.72 SiO_2 , % 0.41 TiO_2 , % 0.46 K_2O içerikli numune üzerinde yapılan mekanik dağıtma deneylerinde pülpte katı oranı (P.K.O) ve karıştırma zamanı birer parametre olarak incelenerek yapılan elek analizleri sonucu hidrosiklonla en uygun ayırmanın 53 mikron tane boyutunda olduğu saptanmıştır. Bu boyutta yapılan hidrosiklon deneylerinde ise PKO, besleme basıncının, ayırma boyutunun efektif bir ayırmaya etkileri incelenmiştir. % 20 PKO, 20 psi besleme basıncı, 10 mm alt akım çıkış çapı, 25 mm üst akım çıkış çapı şartlarında yapılan deneysel çalışmalar sonucu % 35.4 Al_2O_3 , % 0.4 Fe_2O_3 , % 47.6 SiO_2 içerikli seramik endüstrisinde kullanıma uygun bir kaolen konsantresi üretimi mümkün olmuştur.

ABSTRACT : The aim of this experimental study to recover a ceramic quality clay concentrate from the ore of Tepeköy (Çanakale) district with a minimum 35-36 % Al_2O_3 and maximum 1% Fe_2O_3 content by use of the Mozley Hydrocyclone. The effect of the pulp density, feed pressure and discharge opening diameter to the separation, were investigated.

The optimum separation results were obtained at 20 % solid content with 20 psi feed pressure and 10 mm discharge opening. The chemical composition of the concentrate is 35.4 % Al_2O_3 and 0.42 % Fe_2O_3 which is suitable for the ceramic industry.

1. GİRİŞ

Çok geniş bir kullanım alanına sahip olan killer üretimi ve talebi sürekli olarak artan endüstriyel hammaddelerin başında yer almaktadır. Hızlı üretim-tüketim artışının getirdiği sorunlar, bu sektörde yeni araştırmalara ve yeni bulunan sahaların sektörel bazda incelenmesini gerektirmektedir. Genellikle feldspatların bozulması sonucu oluşan kaolenler değişen oranlarda feldspat, mika, kuvars ve titanoksitlerle diğer kil minerallerini içermektedirler. Kaolenlerin başlıca kullanım alanlarını seramik endüstrisi, kağıt, plastik, tekstil, boya cam sanayi ve diğer sanayi dalları (çimento, ilaç, kozmetik ve deri) oluşturmaktadır. Tüketimde ise en çok kullanım alanını dolgu ve kağıt sanayi oluştururken buna seramik ve plastik sanayi izlemektedir. (Bayraktar., M, 1990)

Kaolenlerin değerlendirilme olanaklarının araştırılmasında veya kullanım alanlarının spesifikasyonlarına uygun kil üretiminde kaolenin

kimyasal ve mineralojik özellikleri ön plana çıkmaktadır. Örneğin seramik endüstrisinde kullanılacak kaolenlerin % 35-36 Al_2O_3 , max. % 0.4 Fe_2O_3 , % 44-64 SiO_2 içeriklerinde olması pazarlama şartları açısından gereklidir. (Öztürk, 1991)

Dünya kaolen rezervi yaklaşık 14.000 milyon ton, yıllık üretim miktarı ise 20 milyon tondur. Bu üretimin % 34'ü A.B.D., %16'sı İngiltere, %14'ü B.D.T. %5'i Kolombiya, %4'ü ise Hindistan tarafından karşılanmaktadır. Türkiye'de ise MTA Genel Müdürlüğünün yapmış olduğu çalışmalar 100 milyon ton toplam, 36 milyon ton ise işletilebilir kaolen rezervini göstermektedir. (Çamurdan, 1991) Rezerv açısından en büyük bölge Balıkesir'dir. Yıllık kaolen üretimimiz 460.000 ton civarındadır.

Kaolen ithracatımız yılda 5.000 ton civarında olup ihraç edilen kaolenin %95'i çimento, %5'i seramik, ve diğer endüstri kollarında- kullanılabilir kalitededir. Buna rağmen mevcut kaolen zenginleştirme tesislerimizin kağıt sanayinde kullanılabilir özellikte kaolen üretmemesi yıllık 2.100 ton kaolen

ithalatını da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, mevcut rezervlerimizin uygun prosesler seçilerek, efektif olarak değerlendirilmesi şarttır (Kaytaç, 1995).

2.DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneysel çalışmalarda kullanılan kaolen numunesi Tepeköy (Çanakkale) ocağından temsili olarak alınmıştır. Numunenin tam kimyasal analizi Çizelge 1'de görülmektedir

Çizelge 1: Deneysel Çalışmalara Esas Olan Numunenin Tam Kimyasal Analizi

ELEMAN	% BİLEŞİM
SiO ₂	60.92
TiO ₂	0.41
Fe ₂ O ₃	1.42
Al ₂ O ₃	26.13
CaO	0.67
MgO	0.29
K ₂ O	0.46
Na ₂ O	0.36
K.K	9.34

Mineralojik analiz sonuçları temsili numunenin ana mineral olarak feldspat, kuvars, mika ve demirli

Çizelge 2: Numunenin Elek Analizi Sonuçları

Tane Boyutu Mikron	Direkt Elek Analizi Ağırlık (%)	24 saat Suda Bekletilen Numune Ağırlık (%)	10 Dak. Mekanik Dağıtma Numunesi Ağırlık (%)
+53	82	74	42
-53	18	26	58
TOPLAM	100	100	100

2.1 Mekanik Dağıtma (Attrition Scrubbing) Deneyleri

Mekanik dağıtma ile kil numunesini açma deneylerinde dağıtma süresinin (10,20,30,40,50,60

mineralleri içerdiğini göstermektedir. Cevher içinde kaolen feldspatların alterasyon ürünüdür. Feldspatlar orijini korunmuş ve kaolenleşmiş halde bulunurken, kuvars mikrokristalize ve volkanik cam yapısındadır

Deneyel çalışmalarda hidrosiklona beslenecek kil numunesindeki iri boyutlu malzemenin ayrılması amacıyla üç adet elek analizi yapılmıştır. Yapılan elek analizlerinin ilki suda bekletilmeden, ikincisi 24 saat suda bekletildikten sonra yapılmıştır. Son elek analizi ise numunenin 10 dakika karıştırma süresi ve % 50 PKO'da mekanik dağıtmaya tabi tutulduktan sonra yapılmıştır. Çizelge 2'de bu üç koşulda yapılan elek analizi sonuçları verilmektedir.

Bu sonuçlara göre hidrosiklona beslenecek nitelikteki iri boyutu ayrılmış -53 mikron boyutundaki numune miktarının mekanik dağıtma sonucu girene göre %58'e yükseldiği görülmektedir. Bu nedenle bunu izleyerek yapılan zenginleştirme deneylerinde mekanik dağıtma sonrası eleme ile elde edilen -53 mikron boyutundaki numunenin kullanılması uygun görülmüştür.

Çizelge 3: Kaolen Numunesinde Mekanik Dağıtma Süresinin Mekanik Dağıtmaya Etkisi (PKO % 55)

Tane Boyutu mikron	10 dak	20 dak	30 dak	40 dak	60 dak
+150	15	12	10.9	9.1	9.2
-150 +106	10	8	7.1	5.8	5.7
-106 +75	9	7.5	6.3	5.1	4.9
-75 +53	8	6.4	5.2	4.2	4.1
-53	58	66.1	70.5	75.8	75.1
TOPLAM	100	100	100	100	100

Çizelge 4 : Kaolen Numunesinde PKO'nun Mekanik Dağıtmaya Etkisi (Karıştırma Süresi 40 dak.)

Tane Boyutu -mikron	%30	%40	%5ft	%55	%60
+150	10.4	10.2	9.9	9.1	10.1
-150 +106	6.5	6.9	4.9	5.8"	6.7
-106 +75	5.3	6.5	6.4	5.1	5.9
-75 +53	8.5	6.1	7.5	4.2	5.2
-53	69.3	70.3	71.3	75.8	72.1
TOPLAM	100	100	100	100	100

Deneyel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre % 55 PKO'da ve 40 dak. mekanik dağıtma süresinin eas alındığı deneyin en optimal sonuç verdiği gözlenmiş ve elde edilen ürünün elek analizi yapılarak her elek fraksiyonundaki % Al₂O₃, % Fe₂O₃, % SiO₂, değerleri tesbit edilmiştir. Çizelge 5'de katı oranı ve dak süreli mekanik dağıtma ile elde edilen ürünün elek analiz sonuçları verilmektedir.

Çizelge 5'den de görüldüğü gibi hidrosiklona beslenecek olan -53 mikron boyutlu zenginleştirme deneylerine esas olacak malzeme miktarı girene göre % 75.8'i Al₂O₃ oranının % 30.2, Fe₂O₃ oranının % 0.7, SiO₂ oranının ise % 55.3 olduğu saptanmıştır. -53 mikron boyutlu malzemenin Andreasan pipeti ile yapılan tane boyutu dağılımı Çizelge 6'da görülmektedir.

Çizelge 5 : % 55 Katı Oranında 40 Dakika Süreli Mekanik Dağıtma Sonucu Ürünün Elek Kimyasal Analizi

TANE BOYUTU - mikron-	(%)	Al ₂ O ₃ (%)	vefam	SiO ₂ (%)
+150	9.1	7.7	2.3	70
-150+106	5.8	8.2	2.4	67
-106 + 75	5.1	13	1.1	68
-75 +53	4.2	16	0.8	65
-53	75.8	30.2	0.7	55.3
TOPLAM	100	26.2	1.4	60.7

Çizelge 6: -53 Mikron Ürünü Andreasan Pipeti İle Yapılan Boyut Dağılımı Analiz Sonuçları

TANE BOYUTU -mikron-	Ağırlık (%)
-63+50	3.01
-50 +40	4.20
-40+30	5.70
-30 +20	5.40
-20 +10	11.20
-10+5	11.70
-5 +2.5	13.70
-2.5	45.1
TOPLAM	TOPLAM

2.2. Hidrosiklon tie Yapılan Zenginleştirme Deneyleri

% 20 katı oranında yapılan hidrosiklon deneyi sonucunda üst akımdan % 35 Al₂O₃, % 0.57

Deneyel çalışmalarda Mozley C-705 tipi hidrosiklon kullanılmıştır. Siklona beslenen -53 mikron boyutlu malzemede katı oranı % 15,20,30 besleme basıncı 20,30 psi olarak değiştirilmiştir. Bu deneyler sonucunda siklon altı ve siklon üstü ürünleri içinde en yüksek % Al₂O₃ ve en

düşük % Fe₂O₃ değerini veren deney sonuçları en iyi kabul edilmiştir. Deney sonuçları Çizelge 7 ve Çizelge 8'de verilmektedir. Çizelge 7'den de görüleceği gibi katı oranının ayırmaya etkisinin incelendiği deneyel çalışmalar sonucunda üst ve alt akım miktarları gözönüne alındığında en uygun pülpte katı oranının %20 ~ olduğu saptanmıştır.

Fe₂O₃, % 48.7 SiO₂ içerikli kaolenit konsantresi % 93 verimle kazanılmıştır. Besleme katı oranı % 20 seçilen, besleme basıncının ayırma etkisinin

incelendiği deney sonuçları izelge 8'de görülmektedir. Siklon besleme basıncının 10,20,30 psi olarak değiştirildiği deneysel çalışmalar sonucunda en uygun besleme basıncının 20 psi olduğu saptanmıştır.

Ayrıca besleme katı oranı % 20, besleme basıncı 20 psi seçilerek, siklon alt çıkış ve st çapının ayırmaya etkisini incelemek amacıyla deneyler yapılmış ve sonuçlar izelge 9 ve izelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 7 :PKO Değişiminin Kaolen Zenginleşmesine Etkisi (Besleme Basıncı : 10 psi, Alt ıkış çapı : 10 mm, st çıkış çapı : 18 mm)

%PKO	ÜRÜNLER	(%)	AWM(%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
15	Alt Akım	17.7	11.6	1.1	78.1
	st Akım	82.3	34.2	0.6	50.4
	Besleme	100	30,2	0.7	55.3
20	Alt Akım	19.8	10.7	1.2	82
	st Akım	80.2	35	0.57	48.7
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3
30	Alt Akım	24.2	15.4	1.62	74
	st Akım	75.8	34.9	0.52	49.3
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3

Çizelge 8 Hidrosiklon Deneylerinde Besleme Basıncının Zenginleşmeye Etkisi (%20 PKO)

Besleme Basıncı psi	ÜRÜNLER	<%)	A ₁ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SK ₂ (%)
10	Alt Akım	17.1	20.9	1.2	77.1
	st Akım	82.9	32.1	0.6	50.8
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3
20	Alt Akım	19.8	10.7	1.22	82
	st Akım	80.2	35	0.57	48.7
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3
30	Alt Akım	24.6	21	0.9	67.2
	st Akım	75.4	33.2	0.62	51.4
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3

Çizelge 9: Farklı Alt Akım ıkış çaplarındaki Hidrosiklon Deney Sonuçları (PKO % 20, Besleme Basıncı : 20 psi, st çıkış çapı. 18 mm)

ÇAP, mm	ÜRÜNLER	(%)	A ₁ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
10	Alt Akım	19.8	10.7	1.22	82
	st Akım	80.2	35	0.57	48.7
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3
15	Alt Akım	18.1	11.1	0.9	75.9
	st Akım	81.9	34.4	0.65	50.2
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3

Çizelge 10- Farklı Üst Akım Çıkış-Çaplarındaki Hidrosiklon Deney Sonuçları (PKO % 20, Besleme Basıncı : 20 psi, Alt Çıkış Çapı : 10 mm)

ÇAP, mm	ÜRÜNLER	(%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)
18	Alt Akım	19.8	10.7	1.22	82
	Üst Akım	80.2	35	0.57	48.7
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3
25	Alt Akım	18.1	5.7	1.9	90
	Üst Akım	81.9	35.4	0.42	47.6
	Besleme	100	30.2	0.7	55.3

Bu grup deneysel çalışmalar sonunda siklon altı ve siklon üstü ürünleri içinde Al₂O₃ % ve Fe⁺ % içerikleri bakımından optimal sonuçlar 10 mm alt akım çapı ve 25 mm üst akım çapında sağlanmıştır.

Tepeköy Dumanlı Kaolen atığının zenginleştirilmesinde hidrosiklon parametrelerinin araştırıldığı deneysel çalışmalar sonucunda optimal sonuçlar :

PKO : % 20.

Besleme Basıncı : 20 psi,

Alt Akım Çapı : 10 mm

Üst Akım Çapı : 25 mm koşullarında elde edilmiştir. Bu koşullarda yapılan zenginleştirme deney sonuçları Çizelge 11'de verilmektedir.

Çizelge 11 Optimum Koşullarda Yapılan Hidrosiklon Deney Sonuçları

ÜRÜNLER	(%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ⁺ W	SiO ₂ (%)
Alt Akım	18.1	5.7	1.9	90 -
Üst Akım	81.9	35.4	0.42	47.6
Besleme	100	30.2	0.7 -	55.3

3. SONUÇLAR

Tepeköy Dumanlı Kaolen kaolen numunesi üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonrasında elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

1 Deneysel çalışmalara esas olan kaolen numunesi % 26.02 Al₂O₃, % 1.42 Fe₂O₃, % 60.72 SiO₂, % 0.41 TiO₂, % 0.46 K₂O içermektedir. Ayrıca yapılan mineralojik analizler cevherde ana mineral olarak kaolen, ikincil mineral olarak dikit, kuvars, halloysit ve nakritin varlığını göstermektedir. Tamamı 150 mikronun altındaki numunede -53 mikronluk malzeme miktarı toplam malzemenin %18'ini oluşturmaktadır.

2. Suda bekletmeden, 24 saat suda beklettikten sonra ve % 50 kan oranında 10 dakika süre ile mekanik dağıtma sonrası yapılan yaş elek analizine göre en

uygun sonucu mekanik dağıtma vermiş 53 mikron boyutlu malzeme oranı % 58'e çıkmıştır.

3. Optimum mekanik dağıtma koşullarının incelendiği deneysel çalışmalarda katı oranı ve dağıtma süresi birer parametre olarak incelenmiştir. Deneysel çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre % 55 kat oranında 40 dakika mekanik dağıtma süresinin esas alındığı deneysel çalışmalar sonucunda hidrosiklona beslenecek -53 mikron boyutlu malzeme miktarının girene göre % 75.8'e yükseldiği gözlenmiştir. % 55 katı oranında ve 40 dakika mekanik dağıtma süresiyle yapılan deneyler sonucunda elde edilen malzemenin fraksiyonel analizi bu boyutta % 30.2 Al₂O₃, % 0.7 Fe₂O₃, % 55.3 SiO₂ zenginleşmesini göstermektedir.

4. Çeşitli endüstri dallarında kullanıma uygun içerikli, silis ve demirden arındırılmış bir kaolen konsantresi üretimi amacıyla yapılan hidrosiklon

deneylerinde Mozley C-705 tipi hidrosiklon kullanılmıştır. Bu deneysel alışmalrda katı oranının, besleme basıncının, alt akım çıkış ve st akım çıkış çaplarının efektif bir zenginleşmeye etkisi incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda % 20 PKO, 20 psi besleme basıncında, 10 mm alt akım çıkış çapı ve 25 mm ust akım çıkış çaplarında en iyi konsantr elde edilmiştir. Optimal koşullarda yapılan deneylerde st akımdan % 35.4 Al₂O₃, % 0.4 Fe₂O₃, % 47.6 SiO₂ içerikli Bir Kaolen Konsantresi % 96 verim ile kazanılmıştır. Elde edilen konsantr seramik sanayinde kullanıma uygun nitelik taşımaktadır.

Taggart A.T, "Handbook of Mineral Dressing Ores and Industrial Minerals" NEWYORK 1953

Yapa N, "Alnitli Kaolenlerin Değerlendirilmesi" Doktora Tezi İ.T.. Fen Bilimleri Enstitüsü Nisan 1993

4. KAYNAKLAR

Bayraktar M, "Akkabağ (Taban Koyu) Balıkesir Halloysit Yatakları Maden Jeolojik incelenmesi" Bitirme Projesi İT U Maden Fak. Jeo. Müh. Haziran 1990

amurdan E, "Killerin Hidrosiklonla Zenginleştirilmesinde Pülp Yoğunluğu ve Viskozite Etkileri" İTÜ Maden Fakültesi Bitirme Tezi, EYLÜL 1991

Kaytaç Y, "Kilyos Yöresi Ağlamış Baba Mevkii Kılının Hidrosiklon Zenginleştirilmesi Deneyleri" İ.T.. Maden Fak. İSTANBUL,1996.

Kaytaç Y, "Metalürji Müh. Bolumu Seramik Teknolojisi Ders Notları" İ.T. Maden Fak, 1995.

Kennedy B.A, "Surface Mining" Society For Mining and Metallurgy and Expl. c. 1990

Ozturk C, "Tekirdağ-Saray Yöresine Ait Kilin Safsızlıklardan Arındırma Olanaklarının Araştırılması" İ.T.. Maden Fak, 1991

Peker M, "Konya-İlgın Yöresine Ait Kilin Safsızlıklardan Arındırma Olanaklarının Araştırılması" şubat 1989

şimşek O, "Değerlişik Kil Minerallerinin Dört çeşit oktrc ve iriş Otu ile Flokülasyon Koşullarının İncelenmesi