

Seramik Killerinin Zenginleştirilmesinde Siklon Parametrelerinin Araştırılması

İ. Yıldırım, Y. Kaytaç ve G. Önal

ITUMaden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Maslak-İSTANBUL

ÖZET: Bu araştırma, seramik sanayinde kullanılacak kalitede en az %35-36 Al_2O_3 ve en çok %1.0 Fe_2O_3 içerikli bir kil konsantresinin elde edilmesi hedefine yönelik olarak yapılmıştır. Kilin silis kumundan ayrılması için hidrosiklon kullanılmış, besleme basıncı, pülp katı oranı, pülp viskozitesi ve siklon alt alan çapı gibi parametrelerin ayırmaya etkisi incelenmiştir. %22.26 Al_2O_3 ve %2.35 Fe_2O_3 içerikli kil kullanılarak 2 inç çaplı hidrosiklonlarda, besleme basıncı 20, 30, 40 psi; pülp katı oranı %10-15-20-25 -30 olarak değiştirilip, alt çıkış çapının 3.2 ve 4.5 mm olması halinde, katkı maddesiz ve katkı maddesi kullanılarak kum-kil ayırmasının optimal koşulları araştırılmıştır. Katkı maddesi kullanmadan yapılan hidrosiklon ayırmasında, en iyi koşullarda %37.23 Al_2O_3 ve %1.11 Fe_2O_3 içerikli bir kilin %82.7 verimle kazanılabileceği saptanmıştır. Yüksek katı oranlarında pülp viskozitesinin artması nedeniyle kum ve kilin birbirinden ayrılmasında selektiviteyi arttırmak ve viskoziteyi düşürmek amacıyla sodyum silikat katkı maddesi kullanılarak yapılan hidrosiklon ayırmasında, en iyi koşullarda %36.95 Al_2O_3 ve %1.10 Fe_2O_3 içerikli bir kil konsantresinin %88.4 verimle kazanılabileceği anlaşılmıştır.

ABSTRACT: The aim of this experimental study to recover a ceramic quality clay concentrate with a minimum 35-36% Al_2O_3 content and maximum 1.0% Fe_2O_3 by the use of hydrocyclone where the effect of pulp density, feed pressure, pulp viscosity and discharge opening diameter were studied. Two inches diameter Mozley C-124 polyurethane hydrocyclone were used by varying discharge openings between 3.2-4.5 mm; feed pressure between 20-40 psi. The pulp feed to the cyclone had solid contents of 10,15,20,25 and 30% respectively. Without any additives, the optimum separation results were obtained at 20% solid content, 3.2 mm discharge opening at 20 psi feed pressure where overflow was 78.5% of feed weight with 37.23% Al_2O_3 and 1.11% Fe_2O_3 . In high solid contents of pulp, 0.75 lb/t Na_2SiO_3 was added to reduce pulp viscosity. The optimum separation results were obtained at 35% solid content with 3.5 poise viscosity, 3.2 mm discharge opening at 20 psi feed pressure where overflow was 84.5% of feed weight with 36.95% Al_2O_3 and 1.10 Fe_2O_3 .

1. GİRİŞ

Teknolojideki büyük gelişmeye cevap verecek miktarda hammadde üretimi sırasında mümkün olan en ekonomik şartları sağlamak günümüzde en büyük bir gereksinim haline gelmiştir.

Günümüzde değişik kullanım alanlarına hitabetmek üzere üretilen seramik hammaddeleri önemli endüstriyel ürünleri teşkil etmektedirler. Bu nedenle, seramik endüstrisinin ana hammaddesini oluşturan kil mineralleri ile ilgili çalışmalar hem çok yönlü ve hem de ayrıntılı olarak sürdürülmektedir.

Bu çalışmada, seramik hammaddesi olarak kullanılan Eskişehir Söğüt yöresine ait dört ayrı kil ocağından harmanlanan kumlu killer üzerinde bir seri mekanik dağıtma (Attrition Scrubbing) ve C-124 tipi 50mm lik Mozley hidrosiklonu ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneylerde, hidrosiklona beslenecek malzemenin hazırlanması, optimum viskoziteyi sağlayacak katı oranları ve sodyum silikat miktarının tayini gerçekleştirilerek, hidrosiklona beslenen kilin katı oranının yükseltilmesiyle sağlanacak kapasite artışı tesbit edilmiştir. Ayrıca, saptanan bu optimum koşullarda, kapasite artışına paralel olarak elde edilecek ürünün mümkün olan en fazla miktarda ve en iyi seramik kalitesinde olabilmesi ile ilgili zenginleştirme olanakları incelenmiştir

2. MATERYAL VE METOD

Hidrosiklonlar, cevher hazırlama ve zenginleştirme tesislerine 1955'ten sonra girmiş ve genelde 150 ile 1 mikron tane boyutları arasında boyuta göre sınıflandırma işlemlerinde başarı ile kullanılmaya başlanmışlardır. Çoğu

kez sadece siklon diye adlandırılan ve bir klasifikatör olarak gittikçe yaygın uygulama alanı bulan hidrosiklonlar prensip olarak diğer klasifikatörlerden, ortak etkenler farklı olarak, santrifüj kuvvetinin varlığı ile ayrılmaktadırlar. Zira santrifüj kuvvet, çökmeye hız kazandırmakta ve ince partiküllerin kolay ve çabuk ayrılmasını sağlamaktadır.

Zenginleştirme deneylerinde kullanılan C-124 50 mm Mozley hidrosiklonunda ana yapı elemanları gövde, alt çıkış ve üst çıkışlardır (Şekil 1). Gövdenin üst kısmı silindirik, alt kısmı ise koniktir. Konik kısmın tepe açısı genellikle oldukça düşük değerlidir. Giriş, silindirik gövdeye teğetsel bir boru ile yapılmaktadır. Alt çıkış, konik gövdenin altında bulunmakta ve çapı değiştirilebilmektedir. Üst çıkış gövdenin ortasından başlar. Vorteks adı verilen bu borudan üst akım elde edilmektedir. Mozley siklonunda ana yapı unsurları aşınmaya dayanıklı poliüretandan imal edilmişlerdir.

Hidrosiklonlar ile yapılan zenginleştirme deneylerinde ayırmaya etki eden faktörleri iki grupta toplayabiliriz:

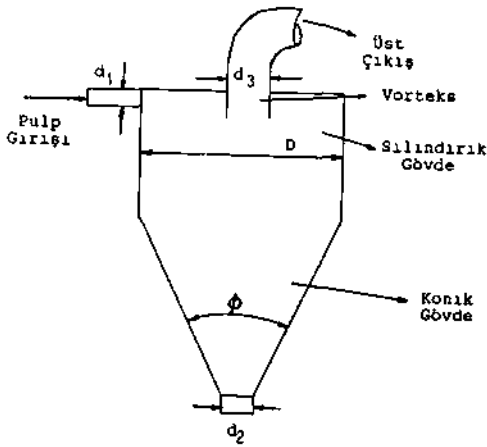
2.1 Hidrosiklon Yapısı ile İlgili Faktörler

Bu faktörler; siklon çapı (D), giriş çapı (d_1), alt çıkış çapı (d_2), üst çıkış çapı (d_3), vorteks boyu (h), konik gövde tepe açısından (α) oluşmaktadır.

2.2 Hidrosiklon Çalışma Koşulları ile İlgili Faktörler

Hidrosiklonların çalışmasına etki eden faktörler; beslenen pülün basıncı ve katı oranı, alt ve üst çıkış pülplerinin basınçları ve katı oranları ile hidrosiklona beslenen

malzemenin tane boyutu dağılımı ve d_{50} ayırma boyutu, besleme hızı, miktarı, beslenen pulpun yoğunluğu, katı maddenin şekli ve özgül ağırlığından oluşmaktadır



Şekil 1 Hidrosiklonun Kısımları

Denemelere esas olan kumlu kil numunesinin mekanik dağıtma (Attrition Scrubbing) deneylen 780 d/d'lık Wemco marka mekanik kaşncılarda yapılmıştır. Gerek mekanik kaştırma ve gerekse hidrosiklonlarla zenginleştirmeden sonra elde edilen 32 mikron altı mce malzemenin elek analizinde "Andreasen Pipeti" ve viskozitesinin belirlenmesinde "Brookfield viskozimetresi" nden yararlanılmıştır

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Deneyisel çalışmalarda, %22.26 Al_2O_3 , %2.35 Fe_2O_3 ve %8.59 ateş zayıyatı olan kumlu kil numunesi kullanılmıştır. Hidrosiklona beslenecek kil numunesi içindeki iri boyutlu malzemenin ayrılması hedefine yönelik olarak üç adet elek analizi yapıl-

mıştır Yaş yöntemle yapılan bu elek analizlerinin ilkinde numune suda bekletilmeden, ikincisinde ise 24 saat suda bekletildikten sonra eleme yapılmıştır Üçüncü elek analizi ise numune 10 dakika süre ve %50 katı oranında mekanik dağıtmaya tabi tutulduktan sonra yapılmıştır Çizelgel'de bu uç koşulda yapılan elek analizlerinden elde edilen sonuçlar görülmektedir

Bu sonuçlara göre, hidrosiklona beslenecek nitelikteki iri boyutu ayrılmış -63 mikron boyutundaki numune miktarının, mekanik dağıtma sonrası girene gote % 55.2'ye yükseldiği görülmektedir Bu nedenle, bunu izleyerek yapılan zenginleştirme deneylerinde mekanik dağıtma sonrası yaş eleme ile elde edilen -63 mikron boyutundaki numunelerin kullanılması uygun görülmüştür

3.1 Mekanik Dağıtma (Attrition Scrubbing) Deneyleri

Mekanik dağıtma ile kil numunesini açma deneylerinde dağıtma sürelerinin (10, 20, 30, 40 ve 60 dakika) ve pulpte katı oranlarının (%30, 40, 50, 60 ve 65) değişimlerinin etkilen araştırılmıştır Çizelge 2 ve 3'te bu deneylerden elde edilen sonuçlar görülmektedir

Bu sonuçlara göre, %50 katı oranında ve 40 dakika mekanik dağıtma sureli deneyin en optimal sonucu verdiği gözlenmiş ve elde edilen dağıtılmış ürünün yaş elek analizi yapılarak boyuta göre % Al_2O_3 , Fe_2O_3 ve kızdırma kayıpları bulunmuştur Çizelge 4'te % 50 katı oranı ve 40 dakika süreli mekanik dağıtmadan elde edilen yaş elek analizi sonuçları görülmektedir

Çizelge 1. Numunenin Yaş Elek Analizi Sonuçları

Tane Boyutu	Yaş Elek Anal. Miktar, %	24 Saat Suda Bekletme Miktar, %	10 dakika Scrubb Miktar, %
+63	80.0	75.0	44.8
-63	20.0	25.0	55.2
TOPLAM	100.0	100.0	100.0

Çizelge 2. Deneylerde Kullanılan Kil Numunesinde Mekanik Dağıtma Süresinin Etkisi

Tane Boyutu -om-	Miktar, %				
	10dak.	20dak.	30dak.	40dak.	60dak.
-300+200	25.10	24.90	22.10	19.90	20.15
-200+100	15.90	14.70	14.00	12.30	13.35
-100+63	3.80	3.50	3.90	4.80	3.50
-63	55.20	56.90	60.80	63.00	63.00
TOPLAM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Çizelge 3. Deneylerde Kullanılan Kil Numunesinde Pülpte Katı Oranının Mekanik Dağıtmaya Etkisi

Tane Boyutu -nm-	Miktar, %				
	% 30	% 40	% 50	% 60	% 65
-300+200	22.00	20.03	19.90	20.55	22.00
-200+100	15.43	15.67	12.30	14.65	15.28
-100+63	4.57	3.20	4.80	4.70	3.92
-63	58.00	61.10	63.00	60.10	58.90
TOPLAM	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Çizelge 4. %50 Katı Oranında 40 Dakika Süreli Mekanik Dağıtma Sonrası Yaş Elek Analiz Sonuçları

Tane Boyutu -um-	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
-300+200	19.90	3.52	4.30	3.63
-200+100	12.30	4.66	10.31	3.45
-100+ 63	4.80	5.25	12.97	2.75
-63 + 32	7.10	6.11	18.96	2.03
-32	55.90	11.87	32.51	1.65
TOPLAM	100.0	8.59	22.26	2.35

+63	37.00	4.12	7.42	3.45
-63	63.00	11.22	31.00	1.69
TOPLAM	100.0	8.59	22.26	2.35

Bu sonuçlara göre, hidrosiklona beslenecek olan -63 mikron boyutlu, zenginleştirme deneylerine esas olacak malzeme miktarının girene göre % 63.0, Al_2O_3 oranının %31.00 ve Fe_2O_3 içeriğinin ise %1.69 olduğu, kızdırma kaybının ise %11.22'ye yükseldiği saptanmıştır. -63 mikron boyutlu bu malzemenin "Andreasen Pipeti" ile yapılan tane boyutu dağılımı analiz sonuçları ise Çizelge 5'te görülmektedir.

3.2 Hidrosiklon İle Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneyleri

Mozley C-124 tipi 50 mm'lik hidrosiklonla yapılan katkı maddesiz zenginleştirme deneylerinde, siklona beslenen -63 mikron boyutlu malzemede katı oranı %10, 15, 20, 25, 30; besleme basıncı 20, 30, 40 psi ve siklon alt çıkış çapı 3.2 - 4.5 mm olarak değiştirilmiştir.

Bu deneyler sonucunda siklon altı ve siklon üstü ürünleri içinde en yüksek Al_2O_3 ve en düşük Fe_2O_3 değerini veren deney sonuçlarının olumlu olduğu kabul edilmiş,* bu ürünlerin Andreasen Pipeti ile yapılan tane

irilik dağılımı analiz sonuçlarına bağlı olarak "Tromp eğrileri" çizilmiş ve siklon performansını belirleyen "İmparfeksiyon değeri" Alman Grumbrecht formülü ile hesaplanmıştır. (Çizelge 6 ve Şekil 2)

$$\text{Siklon Performans Değeri} = \frac{(d_{75}-d_{25})/2}{d_{50}} \quad (\text{İmparfeksiyon})$$

Bu oranın %50'ye yaklaştığı değerler ayırma hassasiyetinin en yüksek olduğu ve bu koşulların en iyi zenginleştirmeyi sağladığı değerlerdir.

Katkı maddesiz zenginleştirme deneylerinde Al_2O_3 ve Fe_2O_3 içerikleri bakımından optimal sonuçlar;

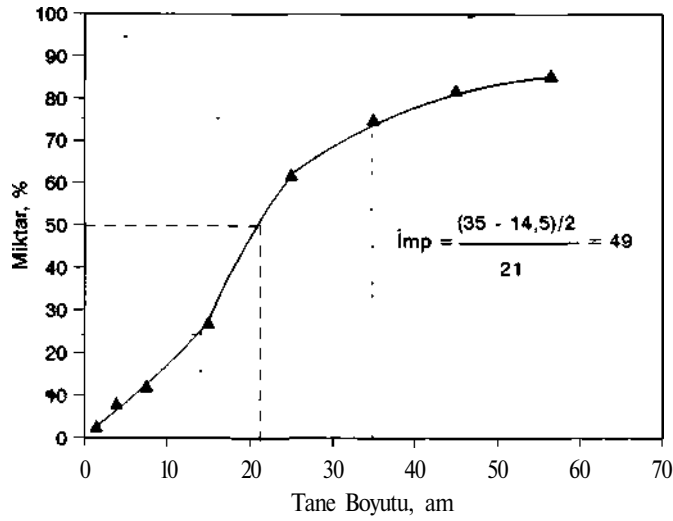
- Pülpte katı oranları %20,
- Siklona besleme basıncı 20 psi,
- Siklon alt çıkış çapı 3.2 mm olarak bulunmuştur.

Çizelge 5. Andreasen Pipeti İle Yapılan -63 µm Ürünü Boyut Dağılımı

Tane Boyutu -µm-	Miktar (%)	Girene Göre Miktar (%)
-63+50	2.08	1.31
-50+40	4.47	2.82
-40+30	6.22	3.92
-30+20	6.08	3.83
-20+10	10.25	6.46
-10+5	11.03	6.94
-5 + 2.7	12.02	7.57
-2.7	47.85	30.15
TOPLAM	100.00	63.00

Çizelge 6. Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneylerinde Siklon Ürünlerinin Boyut Dağılımı Sonuçları

Tane Boyutu	Siklon Üst Akımı (%)	Siklon Alt Akımı (%)	Girene Göre Siklon Altı (%)	Girene Göre Siklon Üstü (%)	Toplam Besleme (%)	Tromp
-63+50	0.38	13.07	2.81	0.30	3.11	90.35
-50+40	0.68	14.33	3.08	0.53	3.61	85.21
-40+30	1.63	16.14	3.47	1.28	4.75	73.05
-30+20	3.10	17.77	3.82	2.43	6.25	61.12
-20+10	11.43	11.76	2.53	8.97	11.50	22.00
-10+5	12.90	11.02	2.37	10.13	12.50	19.05
-5+2.7	20.87	9.39	2.02	16.39	18.41	11.02
-2.7	49.01	6.52	1.40	38.47	39.87	3.51
TOPLAM	100.00	100.00	21.50	78.50	100.00	



Şekil 2 Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneylerinde Tromp Eğrisi

Çizelge 7'de katkı maddesiz zenginleştirme deneylerinde katı oranının ayırmaya etkisinin incelendiği deney sonuçları verilmektedir. Bu deneyler sonucunda üst ve alt akımların miktarları dikkate alındığında en uygun besleme katı oranının % 20 olduğu sonucuna varılmıştır. Besleme kah oranı %20

olarak seçilerek, besleme basıncının etkisinin incelendiği deney sonuçları Çizelge 8'de görülmektedir. Siklona besleme basıncının 20, 30 ve 40 psi olarak değiştirildiği deneyler sonucunda, en uygun besleme basıncının 20 psi olduğu saptanmıştır.

Ayrıca besleme katı oranı %20, besleme basıncı 20 psi seçilerek, siklon alt çıkış çapının ayırmaya etkisini incelemek amacıyla deneyler yapılmış ve sonuçlar Çizelge 9'da sunulmuştur

Çizelge 7 Hidrosiklon ile Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneylerinde Pulpte Katı Olanının Etkisi

Deney Koşulları	Ürünler	Miktar (%)	Katı Oranı (%)
Besleme Katı Oranı (%)	10	Alt Akım	16 05
		Ust Akım	83 95
		Besleme	100 00
	15	Alt Akım	18 75
		Ust Akım	81 25
		Besleme	100 00
	20	Alt Akım	20 50
		Ust Akım	79 50
		Besleme	100 00
	25	Alt Akım	23 50
		Ust Akım	76 50
		Besleme	100 00
30	Alt Akım	26 30	
	Ust Akım	73 70	
	Besleme	100 00	

Besleme Basıncı 20 psi

Alt Çıkış Çapı 4 5 mm

Çizelge 8 Hidrosiklon ile Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneylerinde Besleme Basıncının Etkisi

Deney Koşulları	Ürünler	Miktar (%)	Katı Oranı (%)
Besleme Basıncı (psi)	20	Alt Akım	20 50
		Ust Akım	79 50
		Besleme	100 00
	30	Alt Akım	22 57
		Ust Akım	77 43
		Besleme	100 00
	40	Alt Akım	25 25
		Ust Akım	74 75
		Besleme	100 00

Besleme Katı Oranı % 20

Alt Çıkış Çapı 4 5 mm

Değişik koşullarda yapılan zenginleştirme deneylerinde elde edilen ürünlerin miktarları ile Al₂O₃, Fe₂O₃ ve kızdırma kaybı analizleri yapılmış ve sonuçları Çizelge 10, 11, 12 ve 13'de verilmiştir

Çizelge 9 Hidrosiklon ile Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneylerinde Alt Çıkış Çapının Etkisi

Deney Koşulları	Ürünler	Miktar (%)	Katı Oranı (%)
Spigot Çapı (mm)	3 2	Alt Akım	21 50
		Ust Akım	78 50
		Besleme	100 00
	4 5	Alt Akım	20 50
		Ust Akım	79 50
		Besleme	100 00

Besleme Katı Oranı % 20

Besleme Basıncı 20 psi

Siklon ile katkı maddesiz olarak yapılan zenginleştirme deneylerinde en iyi sonuç, %20 besleme katı oranı, 20 psi besleme basıncı ve 3 2 mm'lik alt çıkış çapı ile elde edilmekte ve miktarca %78 50 oranında bir ürün %37 23 Al₂O₃, %1 11 Fe₂O₃ tenorlarıyla kazanılmaktadır

Çizelge 10 %15 Besleme Katı Oranı, 20 psi Besleme Basıncı ve 4 5 mm Alt Çıkış Çapı ile Hidrosiklonla Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneyinde Analiz Sonuçları

Ürünler	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Ust Akım	81 25	12 05	35 04	1 24
Alt Akım	18 75	7 62	13 50	3 64
Besleme	100 0	11 22	31 00	1 69

Çizelge 11. %20 Besleme Kaö Oram, 20 psi Besleme Basıncı ve 4.5 mm Alt Çıkış Çapı İle Hidrosiklonla Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneyinde Analiz Sonuçları

Ürünler	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Ust Akım	79 50	12 35	36 41	1 35
Alt Akım	20 50	6 84	10 02	3 01
Besleme	100 0	11 22	31 00	1 69

Çizelge 12. %20 Besleme Katı Oram, 20 psi Besleme Basıncı ve 3.2 mm Alt Çıkış Çapı İle Hidrosiklonla Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneyinde Analiz Sonuçları

Ürünler	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Ust Akım	78 50	13 26	37 23	1 11
Alt Akım	21 50	3 77	8 25	3 81
Besleme	100 0	11 22	31 00	1 69

Çizelge 13. %15 Besleme Katı Oranı, 30 psi Besleme Basıncı ve 4 5 mm Alt Çıkış Çapı ile Hidrosiklonla Katkı Maddesiz Zenginleştirme Deneyinde Analiz Sonuçları

Ürünler	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
Ust Akım	77 43	12 41	36 22	1 33
Alt Akım	22 57	7 14	13 09	2 93
Besleme	100 0	11 22	31 00	1 69

3.3 Hidrosiklon İle Katkı Maddeli Zenginleştirme Deneyleri

Katkı maddesi olarak 37 bome, %39'luk sodyum silikatın kullanıldığı zenginleştirme deneylerinden elde edilen optimal sonuç olan, alt çıkış çapı 3 2 mm, besleme basıncı

20 psi siklon koşulları sabit tutulmuş; fakat katı oranları %25, 30 ve 35'e yükseltilmiştir.

Katı oranlarının artmasıyla birlikte yükselen pülp viskozite değerleri sodyum silikat ilavesiyle düşürülmüştür. Çizelge 14'te değişik katı oranlarında sodyum silikat ilavesine bağlı olarak bulunan viskozite değerleri görülmektedir

Çizelge 14. Sodyum Silikat İlavesi İle Katı Oranın Viskozite Değerinin Değişimi (K.O. = Katı Oranı)

Na ₂ S ₁ O ₃ lb/ton	Viskozite(Poise)		
	K O %25	K O %30	K O %35
0 00	4 30	5 50	7 50
0 25	3 50	4 45	5 25
0 50	2 25	2 50	4 50
0 75	1 00	1 50	3 50
1 00	130	0 50	1 50

Teorik olarak, hidrosiklonlara yapılacak beslemede pülp viskozitesinin 3 ila 5 poise olması önerilmektedir. Bu viskozite değeri dikkate alınarak katı oram %35 ile optimal şart olan 20 psi besleme basıncı, 3 2 mm spigot çapı ve 3 5-4 5 poise viskozite değerlerinde yapılan zenginleştirme deneylerinin sonuçları Çizelge 15 ve 16'da görülmektedir

Çizelge 17 ve Şekil 3'te katkı maddeli zenginleştirmede optimal şartlar olan, %35 besleme katı oranı, 20 psi besleme basıncı, 3.2 mm alt çıkış çapı ve 0 75 lb/ton Na₂S₁O₃ ilavesi ile yapılan deneyden elde edilen ürünlerin Tromp değerleri (d₅₀ ayırma boyutu ve imperfeksiyon değeri) görülmektedir

Çizelge 15. %35 Besleme Katı Oranı, 20 psi Besleme Basıncı, 3.2 mm Alt Çıkış Çapı ve 0.5 lb/ton Na₂SiO₃ İlavesi İle Hidrosiklonla Zenginleştirme Deneyi Analiz Sonuçları

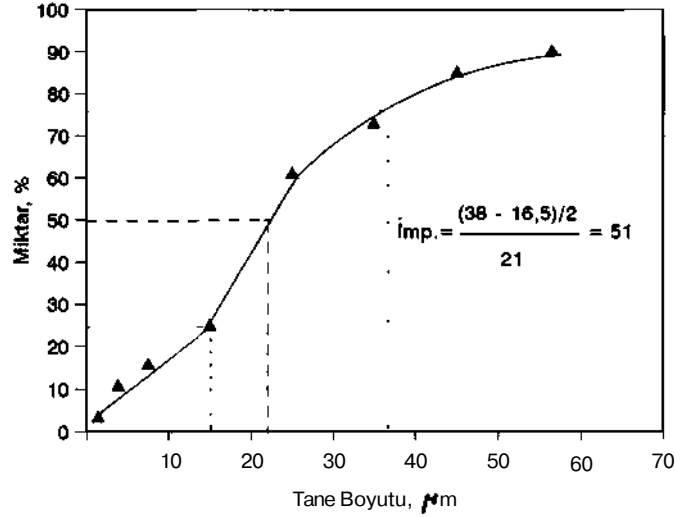
Ürün	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Katı Oranı (%)
Üst Akım	82.3	13.10	37.05	1.21	30.50
Alt Akım	17.7	2.48	2.87	3.92	55.58
Besleme	100.0	11.22	31.00	1.69	35.00

Çizelge 16. %35 Besleme Katı Oranı, 20 psi Besleme Basıncı, 3.2 mm Alt Çıkış Çapı ve 0.75 lb/ton Na₂SiO₃ İlavesi İle Hidrosiklonla Zenginleştirme Deneyi Analiz Sonuçları

Ürün	Miktar (%)	Kızdırma Kaybı (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Katı Oranı (%)
Üst Akım	84.5	13.01	36.95	1.10	29.90
Alt Akım	15.5	1.46	1.44	4.90	62.80
Besleme	100.0	11.22	31.00	1.69	35.00

Çizelge 17. Siklon İle Katkı Maddeli Zenginleştirme Deneyinde Optimal Şartlarda Elde Edilen Ürünlerin Tromp Değerleri

Tane Boyutu - μ m-	Siklon Üst Akımı (%)	Siklon Alt Akımı (%)	Girene Göre Siklon Altı (%)	Girene Göre Siklon Altı Ç (%)	Toplam Besleme (%)	Tromp
-63+50	0.55	13.16	2.04	0.42	2.38	85.60
-50+40	0.65	16.11	2.50	0.55	3.05	82.00
-40+30	1.18	18.50	2.87	1.00	3.82	75.10
-30+20	1.83	16.11	2.50	1.53	4.03	62.00
-20+10	4.75	9.61	1.49	4.01	5.50	27.05
-10+5	13.01	9.74	1.51	10.99	12.50	12.10
-5+2.7	18.13	8.06	1.25	15.32	15.65	8.00
-2.7 •	60.00	8.71	1.35	50.68	52.03	2.59
TOPLAM	100.00	100.00	15.50	84.50	100.00	



Şekil 3. Katkı Maddeli Zenginleştirme Deneylerinde Tromp Eğrisi

4. SONUÇLAR

Deneylere esas olan kumlu kil numunesinin %20.39 Al_2O_3 içerdiği, Fe_2O_3 içeriğinin %2.41 ve kızdırma kaybının ise %7.66 olduğu saptanmıştır

- ◆ Suda bekletmeden, 24 saat suda bekletildikten sonra ve %50 katı oranında 40 dakika süre ile mekanik dağıtma sonrası yapılan yaş elek analizine göre en uygun sonucu mekanik dağıtma vermiştir.
- ◆ Optimal mekanik dağıtma koşulları ile hazırlanan on konsantrenin Mozley hidrosiklonunda yapılan katkı maddesiz zenginleştirme deneylerinde, %20 pülpte katı oranı, 3.2 mm siklon alt çıkış çapı ve 20 psi pülp besleme basıncı ile en optimal sonuç elde edilmiştir. Bu koşullarda siklon üst akımından kazanılan kıl ürününün miktarca %78.50, Al_2O_3 oranının %37.23, Fe_2O_3 oranının ise %1.11 olduğu; ayırma boyutu d₅₀'nin 21 (µm ve

performans değerinin ise (imperfeksiyon) % 49 olduğu saptanmıştır.

- ◆ Yüksek katı oranlarında artan pülp viskozitesini düşürmek için %37 bome %39'luk sodyum silikat, katkı maddesi olarak kullanılmış ve optimal siklon şartı olan 20 psi pülp besleme basıncı ve 3.2 mm alt çıkış çapı koşullarında, 0.75 lb/ton sodyum silikat kullanılarak pülp viskozitesinin 3.5 poise'a düşürülmesi sonucu, miktarca %84.5 oranında %36.95 Al_2O_3 ve %1.10 Fe_2O_3 içerikli bir kıl konsantresi elde edilmiştir. Bu şartlarda d₅₀ ayırma boyutu 21 (µm ve imperfeksiyon değeri %51 olmaktadır.
- ◆ Hidrosiklonlar ile yapılan zenginleştirme işlemlerinde pülpte katı oranının yükselmesi ile doğru orantılı olarak pülpün viskozitesi artmaktadır. Bu durum siklonlarda ayırma hassasiyetini düşürmektedir. Genellikle sodyum silikat gibi reaktifler kullanılarak siklona beslenen yüksek katı

Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 1995, izmir /Türkiye

oranlarındaki pülpün viskozitesi 3-5 poise değerlerine düşürülmekte, bu sayede hem siklon kapasitesi artmakta hem de siklon ayırma hassasiyeti yükseltilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Blazy, P., 1970. "La Volarisation des Minerais", Presses Universitaires de France, 108 Boulevard, Saint-Germain, Paris.
- Curri, M.J., 1939. "Unit Operation in Mineral Processing", British Columbia, May.
- Gaudin, A., 1939. "Principles of Mineral Dressing", Mc Graw Hill Co., New York.
- Grim, R.E., 1953. "Clay Mineralogy", New York-London.
- "Seramik Killeri Jeolojisi", 1972 MTA Enstitüsü, Ankara.
- Seyhan, I., 1972. "Kaolen, Bentonit, Kil ve Tuğla Kiremit Toprakları Jeolojisi", MTA Raporu.

