

Profillit Cevherinin Aşındırma Yıkama Yöntemi ile Zenginleştirilme Olanakları

M. Birinci & M. Sarıkaya

inönü Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 44069, Malatya

ÖZET: Bu çalışmada Malatya-Pütürge yöresi düşük tenörlü profillit cevherinin aşındırma yıkama yöntemi ile zenginleştirilme olanakları araştırılmıştır. Profillit, kuvars ve kaolinitin başlıca mineraller olarak bulunduğu cevher numunesi % 13,90 Al_2O_3 ve %79 SiO_2 içermektedir. Çalışmada; pülp katı oranı, karıştırma süresi, karıştırma hızı ve besleme tane boyunun aşındırma yıkamaya etkisi incelenmiş ve optimum zenginleştirme koşulları belirlenmiştir. Al_2O_3 içeriğinin en yüksek olduğu ürüne, besleme tane boyutu -2 mm olan cevherin aşındırma yıkama ile zenginleştirilmesiyle ulaşılmıştır. %27,30 Al_2O_3 ve %63,90 SiO_2 içerikli bu ürün, %63,88 Al_2O_3 verimiyle elde edilmiştir.

ABSTRACT: In this study, enrichment possibility of low grade pyrophyllite ore from Malatya-Pütürge region was investigated by attrition scrubbing method. The ore sample in which pyrophyllite, quartz, kaolinite are the main minerals contains 13.90% Al_2O_3 and 79.00% SiO_2 . Effect of feed solid ratio, mixing time, mixing speed and feed particle size on the results of attrition scrubbing were examined and optimum operating parameters were determined. The best result was achieved with the ore sample ground to -2 mm and then subjected to attrition-scrubbing. The highest concentrate grade with 27.30% Al_2O_3 and 63.90% SiO_2 content was obtained with 63.88% Al_2O_3 recovery.

1. GİRİŞ

Profillit, $Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$, bir hidrate alüminyum silikat mineralidir. Yapısında teorik olarak %28,3 Al_2O_3 , %66,7 SiO_2 ve %5 H_2O vardır. Görünüş ve fiziksel özellikleri bakımından talka benzer ve birçok araştırmacı tarafından aynı grupta sınıflandırılır. Talkta, profillitten farklı olarak, Al^{3+} iyonlarının yerini Mg^{2+} iyonları almıştır. Ayrıca profillit talktan daha sert olup, ergime sıcaklığı oldukça yüksektir. Bu nedenle yüksek kaliteli seramik ve refrakter ürünlerin üretiminde önemli bir hammadde konumundadır (Konrad, 2000). Profillitin kristal sistemi monoklinik; ortalama özgül ağırlığı 2,84-2,90 gr/cm³; mohs sertliği 1-2; dilinimi mükemmel; renk ve parlaklığı beyaz, grimsi beyaz, yeşilimsi, inci parıltılı, şeffaf-yan şeffaftır.

Profillit, U50-1300°C'de beyaz renkte pişmekte; 1600-1700°C'de ergimektedir. Suda kolay dağılır,

seyreltik asitle tepkime vermez ve öğütüldüğünde az plastik bir harç oluşturur. Profillit ateşe dayanıklı olup, 1200°C'de kristobalit ve mullite (amorf silika) dönüşür ve mullitleşme reaksiyonları 1400-1450 °C 'ye kadar devam eder; sertliği 1-2'den 7-8'e yükselir. Termal kondüktivitesi, genleşme katsayısı, sıcak yük deformasyonu, ters termal genleşmesi ve kütle yoğunluğu düşüktür. Mükemmel tekrar ısıtma stabilitesi vardır. Ergimiş metal ve cürufaların sebep olduğu korozyona karşı dirençlidir. Düşük ısıtma büzülmesi gösterir ısı iletim özelliği yüksek, ısı genleşme katsayısı ise düşüktür (Cornish, 1983).

Profillitin bu özellikleri sanayinin birçok kolunda kullanılmasını sağlamaktadır. Profillitin masif şeklinde olanları genellikle refrakter malzeme için uygun kabul edilir. Alümina oranı, yüksek kaliteli refrakter ürünlerde %15-18, düşük kaliteli ürünlerde %12-18 olmaktadır. Refrakter tuğla ve blokların üretiminde zirkonla değişik oranlarda karıştırılarak hammadde olarak kullanılır. Seramik

sanayinde genellikle kristal formdaki profillitler kullanılır. Yüksek alümina içeriği ve ısıl özelliğinden dolayı kullanımı avantaj sağlar (Açıklan, 1991). Seramik reçetesine feldispat yerine profillit katıldığında fire ve çatlamlar azalır, seramik ürünün sır kabul etme yeteneği ve ani sıcaklıklara dayanıklılığı artar. Temel kullanım alanlarının yanı sıra beyaz çimento, lastik-plastik, kâğıt, boya, sabun, tekstil ve kozmetik sanayinde, soda camı, zift, beyaz tutkal, yapıştırıcı üretiminde ve ayrıca bitkisel yağları süzmede filtrasyon yardımcı maddesi olarak da kullanılmaktadır (Temur, 2001).

Türkiye'de bugüne kadar belirlenmiş profillit cevheri yalnızca Malatya-Pütürge yöresinde bulunmaktadır. Jeolojik rezervi toplam 20 milyon ton olup, maden yatakları 1988 yılından beri özel sektör tarafından açık maden işletme yöntemleriyle işletilmektedir (Temur, 2001). Malatya profillit cevheri genellikle riyolitler, dasitler ve daha az olarak da andezitler içindeki feldispatların hidrotermal veya metasomatik alterasyonu sonucu oluşmuştur. Yataklarda profillite hemen her zaman kaolinit, kuvars, pirit, manyetit, hematit eşlik eder (Chessex ve Yazgan, 1991). Üretilen düşük tenörlü cevherler çimento endüstrisine satılmaktadır. Düşük tenörlü cevherlerin, profillit mineralinin doğal yüzeyliliğinden yararlanarak köpüklü flotasyonla ya da birlikte bulunduğu kuvarsla aralarındaki sertlik ve kırılmalık farkından yararlanarak zenginleştirilebileceği belirtilmektedir (Erdemoğlu ve Sarıkaya, 1999).

Bir mineralin kırılmalığı, o mineralin darbeye, baskıya karşı gösterdiği dirençle ifade edilmektedir. Kolay kırılan gevrek mineraller, zor kırılan dayanıklı minerallere göre, daha fazla ince tane verirler. Bu durumda bazen kıymetsiz mineral iri boyutta kalırken kıymetli mineral fazla ufalanabilir; bazen de bunun tersi olabilir. Her iki durumda da iri ve ince ürünlerin alındığı bir sınıflandırma yapılırsa kıymetli mineral ya da mineraller belirli ölçülerde zenginleştirilebilir. Sınıflandırma işlemi, boyut küçültme sonrası doğrudan yapılabileceği gibi dağıtma ve yıkama sonrası da yapılabilir. Cevher hazırlamada aşındırma yıkama ile zenginleştirme olarak bilinen bu yöntem, ön zenginleştirme ya da son zenginleştirme amaçlı kullanılmaktadır.

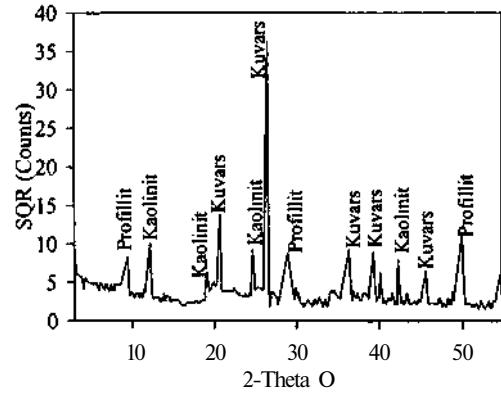
Profillitin birlikte bulunduğu kuvars ile aralarındaki sertlik, kırılmalık farkından ve suda dağılılabile

özelliğinden yararlanılarak aşındırma yıkama ile zenginleştirilmesi olanaklarının araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme

Çalışmada kullanılan profillit cevher numunesi Malatya-Pütürge yöresinde profillit üretimi yapılan bölgeden sağlanmıştır. 75 mikron altına öğütülmüş cevherin X-Işınlar difraktometresiyle (XRD) yapılmış mineralojik analizi ana minerallerin profillit ($Al_2Si_4O_{10}(OH)_2$), kuvars (SiO_2), ve kaolinit ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) olduğunu göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan profillit cevherin XRD analizi sonucu belirlenen başlıca mineralleri.

Cevherin X-Işınları floresans spektrometresi (XRF) ile yapılan tam kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca Çizelge 1'de, bazı sektörler tarafından kullanılan profillit cevherinin bileşenleri de verilmektedir. Bu verilere göre; cevher numunesi Al_2O_3 içeriğinin oldukça düşük, SiO_2 içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir. Cevherin diğer oksit bileşenleri ise sektörlerce kabul edilebilir oranlardadır.

Çizelge 1. Cevher numunesinin ve bazı sektörlerde kullanılan profillit cevherinin bileşenleri

Ana Bileşen	Deney Numunesi	Kontak Refrakter (a)*	Fınn Döşemesi (b)*	Seramik işlen (O*)
Al ₂ O ₃	13,90	15,80	20,60	28,20
SiO ₂	79,00	78,50	73,90	65,80
Fe ₂ O ₃	0,35	0,38	0,45	0,11
TiO ₂	0,35	0,39	B.Y.	0,18
MgO	0,26	0,12	B.Y.	0,01
CaO	0,18	0,30	B.Y.	0,01
MnO	0,01	B.Y.	B.Y.	B.Y.
Na ₂ O	0,07	0,11	0,12	0,10
K ₂ O	0,14	0,24	0,44	0,04
P ₂ O ₅	0,10	B.Y.	B.Y.	B.Y.
A.K.	5,64	3,90	4,30	5,10

a) Metalurjik ve çelik endüstrisi için Al₂O₃ % 14-20 ve Na₂O+K₂O %0,5 den küçük olmalıdır.

b) Fınn döşemesi için Al₂O₃ % 18-20 ve toplam alkali miktan %1 olmalıdır.

c) Sanatsal uygulamalar, zemin ve duvar fayansları, sıhhi seramikler ve elektrik porselenleri için Al₂O₃ en az %22, Fe₂O₃ ve Na₂O en fazla %0,5 olmalıdır.

*CIM Bulletin Report, 1994

B.Y. Bilgi yok; A.K. Ateşte kayıp.

2.2. Yöntem

Aşındırma-yıkama yöntemi genel olarak, boyut küçültme işlemleriyle ufalanan malzemeyle oluşturulmuş pülün uygun bir hücre içerisinde dağıtılmasından sonra bir sınırlandırıcı vasıtasıyla sınıflandırılması işlemlerini içermektedir.

Karıştırma-dağıtma işlemi 9 cm çapında, 22 cm derinliğinde bir cam hücre içerisinde yapılmıştır. Dağıtma işleminin etkisini artırmak için hücrenin içine 1 cm eninde, 20 cm uzunluğunda 3 adet paslanmaz çelik plaka eşit aralıklarla tutturulmuştur. Karıştırma işlemi için Denver marka laboratuvar tipi flotasyon makinesine bağlı 6 cm çapında, 1,4 cm eninde, altı adet düz kanatçığı olan bir karıştırıcı pervane kullanılmıştır. Hücre içerisinde belirli süre karıştırılarak dağıtılmış malzeme, belirlenen süre sonunda boşaltılarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma işlemi için 200 mm çapında, 50 mm derinliğinde ASTM E-11 model standart test elekleri kullanılmıştır. Eleme işlemi Ro-tap otomatik eleme makinesinde 15 dakika süreyle yaş olarak yapılmıştır. Ürünler etüvde 105°C de kurutulduktan sonra elek analizi yapılmıştır.

Elek üstü ürünlerin Al₂O₃ tenörü XRJF ile, SiO₂ tenörü ise gravimetrik olarak belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

i /. Boyut Küçültme

Aşındırma yıkama deneylen, tane boyları farklı olan altı grup numune ile (-4,75; -2,00; -0,85; -0,60; -0,30 ve -0,15 mm) yürütülmüştür. Altı farklı tane boyutunda besleme malzemesi hazırlamak için 10-15 cm büyüklüğündeki parçalardan oluşan yaklaşık 150 kg profillit cevherinin tamamı önce çeneli kırıcıda 1 cm'nin altına kırılmıştır. Orijinal olarak ferromanyetik mineral içermediği tespit edilen kırılmış numune, kırma işlemi sırasında kırıcı çene astarlarından karışmış olabilecek demir parçalarından temizlenmek için düşük alan şiddetli kuru manyetik ayırıcıdan geçirilmiştir. Azaltılmış altı parça numune sırasıyla -4,75; -2,00; -0,85; -0,60; -0,30 ve -0,15 mm tane boyutuna öğütülmüştür. Kırıcı, değirmen ve öğütme koşulları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kırıcı, değirmen ve öğütme koşulları.

Kırma		
Kırıcı	Türü	Üstten mafsallı çeneli kırıcı
	Ağız açıklığı	100x150 mm
	Boğaz açıklığı	0-20 mm arası ayarlanabilir
	Kırma kapasitesi	50-150 kg/saat
Motor özellikleri		4 HP, 1400 d/d, 380 v
Öğütme		
Değirmen	Malzemesi	Porselen
	Uzunlukxçap	220x130 mm
	Hacimce doluluk oranı	%65
	Çalışma Hızı	75 dev/dak
	Öğütme süresi	7 dakika
Öğütme Yöntemi		Kuru öğütme
Öğütücü Oranı	Malzemesi	Porselen
	Çapı	20, 25, 35 mm çaplı bilyalardan 1/3, 1/3, 1/3 oranında
	Özgül ağırlığı	3,30 %5 gr/ cm ³
Bilya şarjı		Değirmen iç hacminin %35'i

Öğütme süresi uzadıkça kuru öğütülmüş profillitin orijinal kristal yapısını kaybettiği, tabakalarında kaymalar meydana geldiği bildirilmektedir. Ayrıca, 7 dakikadan sonraki öğütmelerin profillitin ısı

davranışını değiştirdiği rapor edilmektedir (Rodriguez and Sánchez-Soto, 1991). Bundan dolayı öğütme işlemlerinde öğütme süresi 7 dakika alınmıştır.

3.2. Aşındırmalı Yıkama

Besleme malzemesi katı oranı, karıştırma süresi, karıştırma hızı ve besleme tane boyunun aşındırmalı yıkamaya etkisini incelenmiş ve en uygun çalışma koşulları belirlenmiştir. Her bir parametrenin çeşitli değer aralıklarında yapılan deneylerden elde edilen optimum değer bir sonraki deneyde sabit değer olarak alınmıştır.

3.2.1. Besleme Katı Oranının Etkisi

Besleme katı oranının aşındırmalı yıkamaya etkisini belirlemek için farklı katı oranlarında (Karıştırma süresi 30 dakika, karıştırma hızı 1000 devir/dakika) aşındırmalı yıkama deneylerine ait sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Elek analizi sonuçları beslenen malzemenin aşındırmalı yıkama öncesi elek analizi sonuçlarıyla karşılaştırdığında, ince malzeme miktarındaki en fazla artışın %70 katı oranında elde edildiği görülmektedir, %70'in üzerindeki katı oranında ince malzemedeki düşüş, yüksek katı

yoğunluğunda taneler arasındaki aşınma etkisinin azalmasıyla izah edilebilir.

3.2.2. Karıştırma Süresinin Etkisi

Optimum karıştırma süresini belirlemek için pülpte katı oranının %70, karıştırma hızının 1000 devir/dakika olarak sabit tutulduğu çeşitli karıştırma sürelerinde yapılan aşındırmalı yıkama sonuçları Çizelge 4'de verilmektedir. Karıştırma süresi uzadıkça ince malzeme oranını artmaktadır. İnce malzeme miktarındaki en belirgin artışa 60 dakikada ulaşılmıştır. Beslemede ince malzeme miktarı %11,72 iken, %70 pülpte katı oranıyla yapılan aşındırmalı yıkama deneyi ile ince malzeme miktarı %28,13'e çıkmıştır. 90 ve 120 dakikalık sürelerde yapılan aşındırmalı yıkamada ince malzeme oranlarında anlamlı bir artış olmamıştır.

3.2.3. Karıştırma Hızının Etkisi

Değişik karıştırma hızlarında (pülpte katı oranı %70, karıştırma süresi 60 dakika) yapılan aşındırmalı yıkama sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. İnce malzeme miktarı artışı dikkate alındığında en yüksek miktara 1500 devir/dakika karıştırma hızıyla ulaşılmıştır.

Çizelge 3. Pülpte katı oranının (PKO) aşındırmalı yıkamaya etkisi (Besleme tane boyu: -2,00 mm)

Tane Boyu Aralığı, <i>µm</i>	Besleme Elek Analizi	%50 PKO	%60 PKO	%65 PKO	%70 PKO	%75 PKO
	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %
-2000 +850	41,76	39,18	39,41	38,76	36,16	38,99
-850 +600	11,54	9,15	8,59	9,14	8,36	7,99
-600 +300	14,31	12,72	12,61	12,44	11,86	12,46
-300 +150	11,40	9,21	8,97	8,94	9,53	9,23
-150 +75	9,27	7,78	7,63	7,58	8,87	8,32
-75	11,72	21,96	22,79	23,14	25,22	23,01
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 4. Karıştırma süresinin aşındırmalı yıkamaya etkisi. (Besleme tane boyu: -2,00 mm)

Tane Boyu Aralığı, <i>µm</i>	Besleme Elek Analizi	15 Dakika	30 Dakika	45 Dakika	60 Dakika	90 Dakika	120 Dakika
	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %
-2000+850	41,76	41,44	37,26	36,85	36,44	35,27	34,41
-850 +600	11,54	9,09	8,98	9,08	9,27	8,87	8,61
-600 +300	14,31	12,83	12,35	12,12	11,19	11,24	11,11
-300 +150	11,40	8,65	8,85	8,72	8,07	7,62	7,70
-150 +75	9,27	7,61	7,63	7,25	6,90	6,91	6,94
-75	11,72	20,38	24,93	25,98	28,13	30,09	31,23
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 5 Karıştırma hızının aşındırma yıkamaya etkisi (Besleme tane boyu -2,00 mm)

Tane Boyu Aralığı, /im	Besleme Elek Analizi	750 dev /dak	1000 dev /dak	1500 dev/dak	1750 dev/dak
	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %	Miktar, %
-2000 +850	41,76	39,50	37,61	33,11	32,83
-850 +600	11,54	8,89	8,68	8,09	7,94
-600 +300	14,31	13,15	11,62	10,09	10,80
-300 +150	11,40	9,17	8,22	7,68	7,45
-150 +75	9,27	7,83	7,05	7,39	7,38
-75	11,72	21,46	26,82	33,64	33,60
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 6 Besleme tane boyunun aşındırma yıkamaya etkisi

Besleme Tane Boyu mm	Tane Boyu Aralığı, Hın	Fraksiyonel				Toplam Elek Altı (T.E.A)			
		Miktar %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ Verimi %	Miktar %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ Verimi %
-4,75	^1750+2000	42,44	6,29	84,73	19,20	100,00	13,90	79,00	100,00
	-2000+850	11,40	8,10	91,70	6,61	57,56	19,51	74,78	80,80
	-850+600	2,13	6,30	94,20	0,96	46,16	22,33	70,60	74,19
	-600+300	2,16	3,70	96,90	0,55	44,03	23,12	69,45	73,23
	-300+150	1,22	3,60	95,45	0,31	41,87	24,12	68,04	72,68
	-150+75	1,58	6,20	92,88	0,70	40,65	24,74	67,23	72,37
	-75	39,07	25,50	66,20	71,67	39,07	25,50	66,20	71,67
Toplam	100,00	13,90	79,00	100,00	100,00	13,90	79,00	100,00	
-2,00	-2000+850	33,06	6,08	91,09	14,46	100,00	13,90	79,00	100,00
	-850+600	8,15	8,52	91,42	4,96	66,94	17,76	77,76	85,53
	-600+300	11,09	8,57	91,27	6,83	58,79	19,05	75,86	80,57
	-300+150	7,73	7,94	90,90	4,39	47,70	21,49	72,28	73,74
	-150+75	7,45	10,14	89,60	5,47	39,97	24,12	68,68	69,35
	-75	32,52	27,30	63,90	63,88	32,52	27,30	63,90	63,88
	Toplam	100,00	13,90	79,00	100,00	100,00	13,90	79,00	100,00
-0,85	-850+600	17,51	7,71	82,87	9,71	100,00	13,90	79,00	100,00
	-600+300	22,66	8,20	85,90	13,38	82,49	15,21	78,18	90,29
	-300+150	15,74	8,70	85,75	9,86	59,83	17,87	75,26	76,91
	-150+75	12,48	10,33	80,49	9,28	44,09	21,14	71,51	67,05
	-75	31,61	25,40	68,00	57,77	31,61	25,40	68,00	57,77
	Toplam	100,00	13,90	79,00	100,00	100,00	13,90	79,00	100,00
-0,60	-600+300	34,84	6,37	86,15	15,97	100,00	13,90	79,00	100,00
	-300+150	20,21	7,71	83,17	11,22	65,16	17,93	75,18	84,03
	-150+75	14,29	18,26	77,12	18,78	44,95	22,51	71,59	72,81
	-75	30,66	24,50	69,00	54,03	30,66	24,50	69,00	54,03
Toplam	100,00	13,90	79,00	100,00	100,00	13,90	79,00	100,00	
-0,30	-300+150	39,52	9,37	84,79	26,62	100,00	13,90	79,00	100,00
	-150+75	23,89	9,00	80,15	15,47	60,47	16,87	75,23	73,38
	-75	36,58	22,00	72,00	57,91	36,58	22,00	72,00	57,91
	Toplam	100,00	13,90	79,00	100,00	100,00	13,90	79,00	100,00
-0,15	-150+75	47,04	7,48	83,74	25,32	100,00	13,90	79,00	100,00
	-75	52,96	19,60	74,80	74,68	52,96	19,60	74,80	74,68
	Toplam	100,00	13,90	79,00	100,00	100,00	13,90	79,00	100,00

3.2.4. Besleme Tane Boyunun Etkisi

Aşındırmalı yıkamada besleme tane boyunun etkisini incelemek ve uygun besleme tane boyunu belirlemek için farklı tane boylarında beslemeler ile aşındırmalı yıkama deneyleri yapılmıştır. Deneyler, besleme tane boyu -4,75; -0,20; -0,85; -0,60; -0,30 ve -0,15 mm olan numuneler üzerinde aşağıdaki deney koşullarında yapılmıştır.

- Pülpte katı oranı : %70
- Karıştırma süresi: 60 dakika
- Karıştırma hızı : 1500 devir/dakika.

Sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Aşındırmalı yıkama işlemleri neticesinde hangi tane boyut ya da boyutların konsantrasyon olarak alınabileceğini tespit etmek için fraksiyonel değerlerin yanında toplam elek altı değerleri de verilmiştir.

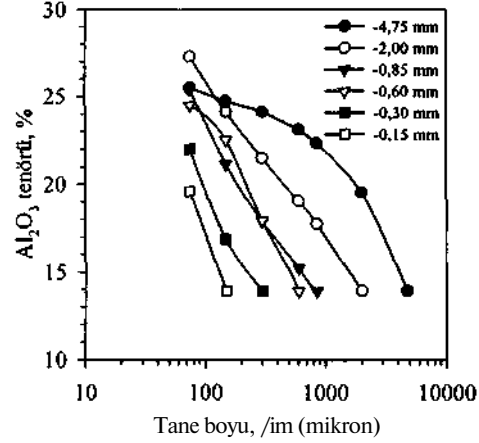
Her elek aralığında bulunan malzemenin Al_2O_3 verimi, söz konusu elek aralığındaki Al_2O_3 miktarının beslemedeki Al_2O_3 miktanna bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Farklı tane boyutuna sahip altı besleme malzemeleriyle yapılan aşındırmalı yıkama işlemleri neticesinde oluşturulmuş olan Çizelge 6'dan elde edilen sonuçlar genel olarak yorumlandığında, tane boyu küçüldükçe Al_2O_3 tenorunun arttığı, SiO_2 tenorunun ise azaldığı görülmektedir. En yüksek Al_2O_3 tenörüne kullanılan en ince elek fraksiyonunda (-75 μm) ulaşılmıştır. İnce boyutlarda Al_2O_3 tenorunun artması, profillit ve kaolinitin bu boyutlarda daha fazla birikmiş olabileceğini göstermektedir. Bu durum, kuvarsa göre sertliği düşük olan profillit ve kaolinitin ince boyutlarda daha fazla ufalanmış olmasıyla açıklanabilir. Böylece, profillit ve kaolinit belirli boyutun altında kuvarstan büyük ölçüde ayrılmaktadır. Al_2O_3 tenorunun en yüksek olduğu sonuçlar, özellikle, iri tane boyunda beslemelerle yapılan aşındırmalı yıkama ile elde edilmiştir.

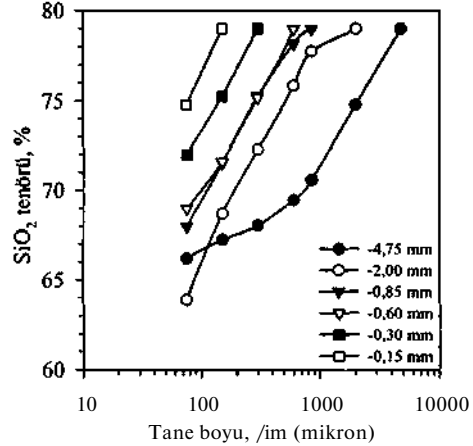
Tane boyu- Al_2O_3 tenörü ilişkisi Şekil 2'de, tane boyu- SiO_2 tenörü ilişkisi Şekil 3'te verilmiştir. Seramik, refrakter malzeme ve tünel fırınlarının yapımında kullanılan bazı profillit cevherlerinin Al_2O_3 tenörleri incelendiğinde; seramik işleri için en az %22 Al_2O_3 , refrakter malzeme yapımı için %18-20 Al_2O_3 , metalürji ve çelik endüstrisinde tünel fırınların imalinde %14-20 Al_2O_3 tenorunun yeterli olmaktadır (Çizelge 1). Bu üç endüstrinin

istediği yeterli Al_2O_3 tenörüne büyük oranda ulaşılmıştır. Örneğin, en iri boyutta besleme malzemesiyle (-4,75 mm) yapılan deney sonucunda %22,33 Al_2O_3 tenörüne 850 /im altında ulaşılmıştır.

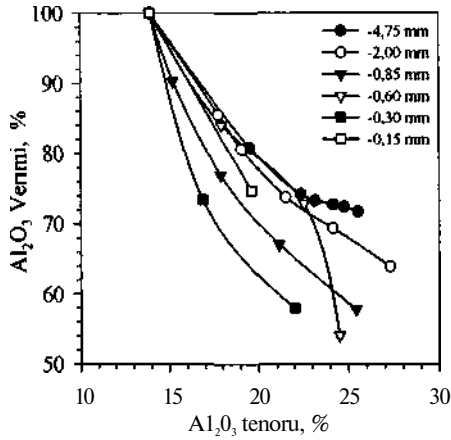
Toplam elek altı ürünlerin Al_2O_3 tenörü ve bu elek altı ürünlerin Al_2O_3 verimi Şekil 4'te gösterilmiştir. Genel olarak, Al_2O_3 tenörü arttıkça Al_2O_3 verimi azalmaktadır (Şekil 4).



Şekil 2. Farklı tane boyutlarında besleme malzemesi ile yapılan deneyler sonucunda toplam elek altı malzeme için tane boyu- Al_2O_3 tenörü ilişkisi.



Şekil 3. Farklı tane boyutlarında besleme malzemesi ile yapılan deneyler sonucunda toplam elek altı malzeme için tane boyu- SiO_2 tenörü ilişkisi.



Şekil 4. Farklı tane boyutlarında besleme malzemesi ile yapılan deneyler sonucunda toplam elek altı malzeme için Al_2O_3 tenörü- Al_2O_3 verimi ilişkisi.

Bu durum, iri boyutta besleme ile (-4,75 ve -2,00 mm gibi) yapılan deneylerde ince boyutlarda profillit ağırlıklı malzeme miktarındaki azalmayla, ince boyutta besleme ile (-0,30 ve -0,15 mm gibi) yapılan deneylerde ise ince boyutlarda Al_2O_3 tenöründeki azalma ve kuvars miktarındaki artmayla açıklanabilir.

4. SONUÇLAR

Malatya-Pütürge yöresi düşük Al_2O_3 tenörlü profillit cevherinin aşındırma yıkama ile zenginleştirilmesi çalışmasıyla elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

1. Besleme pülpte katı oranı, karıştırma süresi, karıştırma hızı ve besleme tane boyutu aşındırma yıkama ile zenginleştirmede önemli değişkenlerdir. Her bir değişkenin etkisi incelendiğinde %70 pülpte katı oranı, 60 dakika karıştırma süresi, 1500 devir/dakika karıştırma hızı ve -2,00 mm besleme tane boyutunda optimum profillit içeriğine sahip ürün alınabilmektedir.
2. Optimum koşullarda farklı tane boyutunda beslemeyle yapılan zenginleştirmelerde ince elek fraksiyonlarında profillit zenginleşmesinin olduğu görülmüştür. Al_2O_3 içeriğinin en yüksek olduğu ürün, -2,00 mm besleme malzemesiyle

elde edilmiştir. Beslenen malzeme miktarına göre ağırlıkça %32,52 oranında, %27,30 Al_2O_3 ve %63,90 SiO_2 içerikli bu ürün %63,88 Al_2O_3 verimiyle kazanılmıştır.

3. Profillit kullanım alanları dikkate alındığında bölgede zenginleştirilip bu şekilde değerlendirilecek önemli miktarda cevher bulunmaktadır. Aşındırma yıkama sonrası sınıflandırma işlemlerinin uygulandığı basit bir zenginleştirme tesisi bölgedeki düşük tenörlü cevherlerin çimento üretimi dışında örneğin seramik sektörüne de satılabilmesine olanak sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı 2000/38 Nolu Araştırma Projesi olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Araştırma Fonu'na teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Açıklan, N., 1991. *Dünyada ve Türkiye'de Profillit*, MTA Genel Müdürlüğü Fizibilite Etüdları Dairesi, Ankara
- Chessex, R., and Yazgan, E., 1991 *Geology and Tectonic Evolution of the Southeastern Taurides in the Region of Malatya*, TPJD Bulletin, v. 3/1, December, s.9-11.
- CIM Bulletin Report, 1994. Industrial Minerals: *The Beneficiation of Canadian Talc and Pyrophyllite Ores*, CIM Bulletin s.65-87.
- Cornish, B.E., 1983. *Pyrophyllite, Industrial Minerals and Rocks*, S.J.Lefond (Ed.), SME Publications, New York, s.1085-1108.
- Konrad, C.R., 2000. *Pyrophyllite*, The American Ceramic Society Bulletin, August, s.73-74.
- Perez-Rodríguez, J.L., Sánchez-Soto, P.J., 1991, *The Influence of the Dry Grinding on the Thermal Behavior of Pyrophyllite*, Journal of Thermal Analysis, 37; 1401.
- Erdemoğlu, M., Sankaya, M., 1999. *Malatya-Pütürge Profillit Cevherinin Flolasyonla Zenginleştirilmesi*, 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 14-15 Ekim İzmir, s.124-131.
- Temur, S., 2001 *Endüstriyel Hammaddeler*, Konya, s.299-300