

Mazıdağ - Taşıt Fosfat Cevherinin Zenginleştirilmesi

Beneficiation Studies of Mazıdağ - Taşıt Phosphate Rock

Ümit ATALAY *
M. Zeki DOĞAN **
Gülhan ÖZBAYOĞLU ***
Haluk DUMAN ****

ÖZET

Ortalama % 10, 4 P₂O₅ tenörlü Etibank Mazıdağ Taşıt Cevheri fosfat minerali hidroksi apatit olup esas gang minerali kalsitten oluşmakta az miktarlarda da ankerit ve kuvars içermektedir. Laboratuvar çapında otojen öğütme uygulanan bu cevherin fosfat mineralinin iri fraksiyonlarda konsantre olduğu gözlenmiştir. Salantılı masa ve ağır ortam gibi gravite zenginleştirme yöntemleri uygulandığında fazla basan sağlanamamış ve verimler sırasıyla % 16,37 ve % 26,76 gibi düşük oranlarda kalmıştır.

Fosfatı kalsitten yüzdürmek için uygulanan düz flotasyonda yağ asidi ve aminler kollektör olarak kullanılmış ancak sonuçlar başarılı olmamıştır. Diğer yandan alüminyum sülfat-Na tartarat'la fosforik asit birlikte bastına olarak kullanılmak suretiyle ters flotasyon yöntemiyle % 26,53 P₂O₅'li bir konsantre % 60'a yakın bir verimle elde edilmiştir.

ABSTRACT

Etibank Mazıdağ - Tasit phosphate ore with 10.4 % P₂O₅ is composed of calcite as the main gangue mineral with smaller percentages of ankerite and quartz in addition to hydroxy apatite as phosphate mineral. Laboratory autogenous grinding tests resulted in selective retention of phosphate mineral in coarser fractions of ground ore. Gravity concentration by means of tabling and heavy media separation was unsuccessful with low recoveries from 16.37 % to 26.37 % respectively.

Collectors of fatty acid and amine types were used in direct flotation of phosphate mineral from calcite without any success. On the other hand, reverse flotation gave a concentrate having 26.53 % P₂O₅ and a recovery of almost 60 % by the use of a combination of phosphoric acid and aluminium sulphate - tartrate complex.

- (*) Maden Y. Müh. Öğretim Görevlisi, ODTÜ, Maden Müh. Bölümü - Ankara.
(**) Prof. Dr. Maden Y. Müh., ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara.
(***) Doç. Dr. Maden Y. Müh., ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara.
(****) Maden Y. Müh., Araştırma Görevlisi, ODTÜ, Maden Müh. Bölümü, Ankara.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Etibank Fosfat Grubu Başkanlığınca (1) Mazıdağ - Taşıt fosfat yatağının muhtemel rezervi 250 milyon ton ve ortalama tenörü % 8 - 15 P_2O_5 olarak verilmektedir.

Bu fosfat cevherinin fosforik asit ya da süperfosfat üretiminde kullanılabilmesi için cevher hazırlama yöntemleriyle P_2O_5 içeriğinin % 29 - 30'a yükseltilmesi gerekmektedir.

Blazy ve Houot (2) şok ile kırma, kuru otojen, yağ öğütme ve hidrosiklonla ayırma, pnömatik gravite zenginleştirme ve flotasyon yöntemiyle önce bir ön konsantre ve arkadan da kalsinasyon ve yıkama ile Taşıt cevherinden % 31,28 - % 34,34 P_2O_5 arasında değişen fosfat konsantrileri elde etmişlerdir.

Tolun (3) kalker çimentolu Taşıt (Mardin) ve Karababadağı (Adıyaman) fosfatlarının, yakma - yıkama yöntemi ile süperfosfat ya da tripl süperfosfat hammaddesi üretimine elverişli olduklarını göstermiş ve % 80'lik bir verimle % 30 P_2O_5 tenörlü bir konsantre elde etmiştir.

Önal (4) % 12,20 P_2O_5 'li kalker çimentolu Taşıt cevherinden, fosfat mineralini fosforik asitle bastırarak ve kalkerli sodyum oleatla yüzdürmek suretiyle ters flotasyonla % 29,50 P_2O_5 'li fosfat konsantrisini % 84,60 bir verimle elde etmiştir. Aynı cevhere ısı tatbikinden sonra 60 °C'da yapılan elektrostatik ayırma, flotasyon kadar başarılı olmamıştır.

Ayışkan (5) (6) Taşıt cevherinde kalkerli sodyum silikatla bastırarak ve fosfatı yağ asidi ile yüzdürmek suretiyle yaptığı flotasyon deneylerinde % 25 P_2O_5 'li bir konsantreyi % 50 - % 55 verimle elde etmiştir. Aynı cevherin termik yolla zenginleştirilmesi sırasında husule gelen CaO'ün bir kısmı söndürülemeyip bünyede kalmaktadır. Bu yöntemle % 30 P_2O_5 'li bir konsantre % 65 verimle elde edilmektedir.

Bu çalışmada amaç, selektif kırma, otojen öğütme ve şlam atma işlemleriyle bir ön konsantre elde etmek ve sonra da gravite zenginleştirme yöntemleriyle, karbonatlı sedimanter fosfat cevherlerine uygulanan en yeni flotasyon sistemlerini denemek yoluyla kabul edilebilir tenörde bir konsantre elde etme olanaklarını araştırmaktır.

2. KARBONATLI FOSFAT CEVHERLERİNİN FLOTASYONUNDA SON GELİŞMELER

Halen karbonatlı fosfat cevherlerine uygulanan endüstriyel çapta bir flotasyon tesisi bulunmamaktadır. Karbonat ganglı fosfat cevherlerinin flotasyonunda karşılaşılan güçlük, fosfat minerali ile karbonat minerallerinin benzer fiziko-kimyasal özelliklere sahip olmasından kaynaklanmaktadır (7).

Fosfat mineralinin yüzdürülmesi ve karbonatlı gang mineralinin bastırılması ile uygulanan düz flotasyon yönteminde Awasthy ve arkadaşları (8) büyük başarı elde edememişlerdir.

Bugüne kadar yapılan araştırmalar, fosfat mineralinin bastırılması ve karbonatlı mineralin yüzdürülmesiyle uygulanan ters flotasyonun daha olumlu sonuçlar verdiğini ve ilerisi için ümitvar olduğunu göstermektedir.

Smani, Cases ve Blazy (9) tartarik asidin fosfat minerali yüzeyinde hidrofilik bir tabaka oluşturmamasından faydalanarak fosfatı bastırmayı başarmışlardır. Aynı yöntemi uygulayan Houot ve Polgare (10), % 23,24 P_2O_5 'li bir cevherden % 83,94 bir verimle % 32,14 P_2O_5 'li bir konsantre elde etmişlerdir. Köpüğü kontrol için toplayıcı (kollektör) alkolde çözeltiye alınmaktadır. Metrik tonda kullanılan reaktifler: $Al_2(SO_4)_3$ 200 - 250 gram, Na - K tartarat 400 - 500 gram, oleik asit 1300 - 1500 gram, alkol 650 - 750 gram ve pH 7,8 için eklenen NaOH 500 - 600 gramdır.

"Cominco" yönteminde (11) fosfat mineralinin karbonat (dolomit) mineralinden ayrışması tonda 2,5 - 5,5 kg amonyum fosfatın apatiti bastırması ve karbonatlı gangın tonda 2 kg yağ asidi ile yüzdürülmesiyle sağlanmaktadır. Bu proseste yapılan araştırma ile amonyum fosfat sarfiyatı daha düşük bir seviyeye indirilmektedir (12).

ABD'de (Tennessee Valley Authority) TVA (13) (14), dolomitçe zengin karbonatlı ve kalsitçe zengin karbonatlı cevherlere olmak üzere iki proses geliştirilmiştir. Birinci proseste fosfat minerali difosfonik asitle bastırılmakta ve izo stearik asitle karbonatlı mineraller yüzdürülmektedir. İkinci proseste önce karbonat ve fosfat mineralleri birlikte izo stearik ya da oleik asitle yüzdürülmekte ve ikin-

ci kademede de H_2SO_4 ilâvesiyle fosfat mineraline adsorplanmış karboksilat grubu ortadan kaldırılmaktadır. Diğer yandan karbonat minerali olan kalsit bu işlemde etkilenmemektedir.

Moudgil ve Chanchani (15) Güney Florida fosfat cevherlerinden dolomiti, sodyum oleatla seçmeli olarak flotasyon yoluyla ayırmayı başarmışlardır. Bu flotasyon sisteminde önce palp pH 10' da koşullandırılmakta ve sonrada pH düşürülerek 4,5'da ikinci kez koşullandırılmak suretiyle dolomitin seçmeli olarak flotasyonu sağlanmaktadır.

Sato ve Iwasaki (16), amin ve gaz yağı kullanmak suretiyle frankoliti dolomitten seçmeli olarak ayırmayı başarmışlardır. Dolomitli fosfat cevherinde frankolitin seçmeli olarak yüzdürülmesi, oktalesil amin ve gaz yağının 2 kg/ton olarak eklenmesiyle ve gaz yağı/amin oranını 3/1 oranında tutmak suretiyle olanaklı olmaktadır.

Rao ve arkadaşları (17) pirit, karbonlu safsızlıklar ve kalsit içeren Mussorie (Hindistan) fosfat cevherini, fosfat mineralini 3 kg/ton dipotasyum hidrojen fosfatla (K_2HPO_4) bastırarak ve 1 kg/ton oleik asitle karbonatlı fraksiyonu yüzdürerek - 200 meşlik şlamı alınmış cevherden % 60 verimle % 27,60 P_2O_5 'li bir konsantre elde etmişlerdir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Cevher Numunesi

Temsili 250 kg numune, Etibank yetkilileri tarafından Mazıdağ Taşıtlı fosfat yatağından alınmıştır. Otojen öğütme deneylerinde kullanılmak üzere 4,76 mm ile 5 cm arasındaki irilikte 40 kg parça

cevher temsili olarak alınarak bir yere ayrılmıştır. Geriye kalan numune çeneli kırıcıdan geçirilerek tane boyu - 4,76 mm'ye ufaltılmıştır. Sonradan yapılacak deneylerde kullanılmak üzere temsili olarak 500 gramlık numuneler plastik torbalarda hazırlanmıştır.

Cevherin P_2O_5 içeriğinin değişik tane boyutlarındaki dağılımını incelemek üzere (Tyler) 20 meş'in (0,833 mm) altına kırılan numune ile elek analizi yapıldı. Elde edilen her bir fraksiyonun kimyasal analizi Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Cevher - 200 meş fraksiyon hariç homojen bir dağılım göstermektedir. -200 meş'te P_2O_5 içeriğinin % 5,8'e düşmesi selektif kırılmanın belirgin işaretidir.

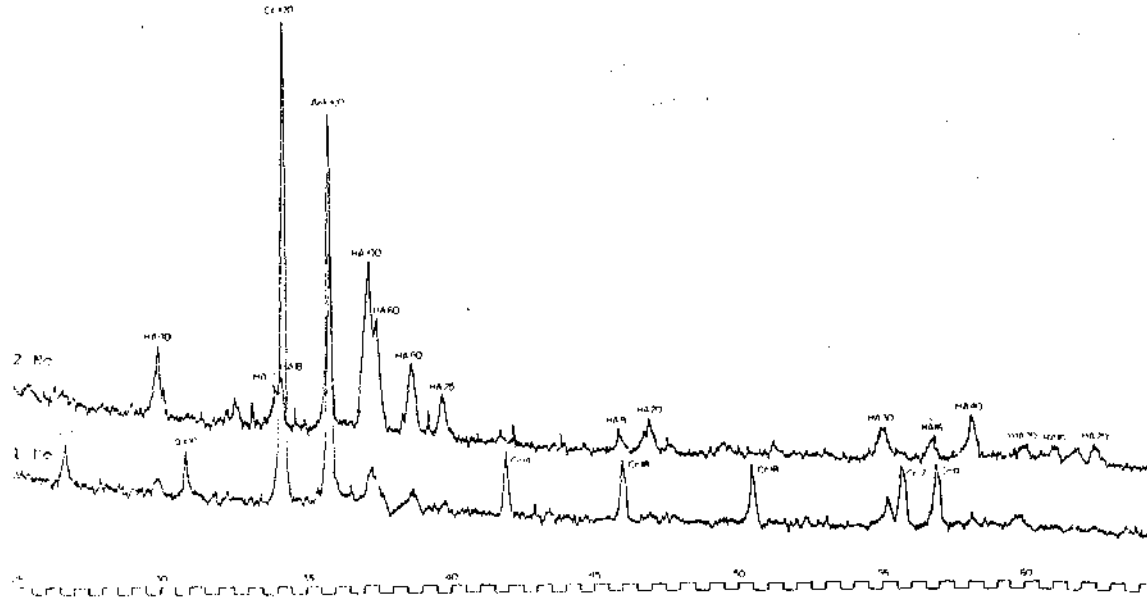
3.2. Mineralojik ve Kimyasal Analiz

Taşıtlı fosfat cevherinden alınan numunenin mineralojik incelenmesi sonucunda başlıca dört mineralden oluştuğu görülmüştür. Bu mineraller, hidroksi-apatit, kalsit, ankerit ve kuvarstır. Tuvenan cevher ve sallantılı masa konsantresinin ayrı ayrı çekilmiş X - ışın difraktogramları Şekil 1'de görülmektedir. 1 No.lu difraktogram tuvenan numuneye, 2 No.lu difraktogram ise sallantılı masada zenginleştirilmiş numuneye aittir. Masa zenginleştirilmesi sonucunda kuvars (Q) ve kalsitin (Cc) büyük bir kısmının atıldığı ve hidroksiapatit (HA) ve ankerit (Ank) yüzdesinin arttığı görülmektedir.

Taşıtlı fosfat cevherinin kimyasal analizi Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 1 — Taşıtlı Fosfat Cevherinin P_2O_5 İçeriğinin Elek Fraksiyonlarına Dağılımı

Meş, Tyler	Tane Boyutu		% Ağırlık	% P_2O_5	% Dağılım
	mm				
- 20 + 28	-0,833	+0,589	17,7	11,49	19,49
- 28 + 35	-0,589	+0,417	11,8	12,08	13,66
- 35 + 48	-0,417	+0,295	8,0	12,28	9,41
- 48 + 65	-0,295	+0,208	9,2	14,28	12,59
- 65 +100	-0,208	+0,147	9,6	13,37	12,29
- 100 +150	-0,147	+0,104	9,6	11,13	10,24
- 150 +200	-0,104	4 0,074	5,3	12,32	6,26
-200	-	0,074	28,8	5,82	16,06
Toplam			100,0		100,0



Şekil 1 – Taşıt cevher ve konsantresinin X-ışını difraktogramları

Çizelge 2 - Taşıt Fosfat Cevherinin Kimyasal Analizi

Bileşik	%
P ₂ O ₅	10,40
CaO	44,80
SiO ₂	7,55
MgO	3,30
Fe ₂ O ₃	1,00
Al ₂ O ₃	2,70
	2,30
S ₂ O ₃	1,10
CO ₂	26,50
Ateş Kaybı	30,20

Çizelge 3 — 100 Meş'e Öğütülmüş Tane Boyu ve P₂O₅ Dağılımı

Meş, Tyler	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Dağılım
+100	5,88	15,60	8,78
- 100 +150	22,61	13,43	29,08
- 150 +200	17,19	12,60	20,74
-200 +270	14,12	12,37	16,72
-270 +325	8,05	10,31	7,92
-325	32,15	5,45	16,76
Toplam	100,00		100,00

4. ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

4.1. Öğütme ve Şlanı Atma Deneyleri

4.1.1. Çubuklu Değirmen

Yapılan mineralojik etüd, cevher içindeki fosfat mineralinin 100 meş (147 M m) civarında serbestleştiğini göstermiştir. Laboratuvar tipi Denver çubuklu değirmende (20 x 30,5 cm) 7620 gram çubuk eklenmesiyle 56 devir/dakikada değirmen hızı sabit tutularak optimal yaş öğütme süresinin tesbitine çalışılmıştır. % 95'i 100 meş'in (147 M m) altına yapılan 7 dakikalık öğütme sonunda fosfat mineralinin % 90'ı serbestleşmektedir. Bu süre sonunda elde edilen öğütülmüş ürünün tane boyu ve P₂O₅ dağılımı Çizelge 3'de görülmektedir.

4.1.2. Otojen Öğütme

Otojen öğütme deneylerinde 30 x 30 cm'lik değirmen 30 devir/dakikada 30 dakika süre ile uygulanmıştır. Değirmende çelik bilya yerine (-5 cm + 4,7 mm) 6 kg parça cevher ya da (-5 cm +1 cm) 6 kg çakmak taşı kullanılmıştır. Otojen öğütme parça cevher kullanarak yaş ve kuru olarak ve çakmak taşı kullanarak da yaş olarak uygulanmıştır. Otojen öğütmede 2 kg -4,76 mm (4 meş) cevher kullanılmış ve yaş öğütme için 2 litre su ayrıca eklenmiştir.

Parça cevherle yapılan kuru ve yaş otojen öğütme Çizelge 4 ve Çizelge 5'de görülmektedir.

Çizelge 4 Kuru Otojen Öğütme Ürününün Tane Boyu ve P₂O₅ Dağılımı

Meş	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Dağılım
+6	5,10	8,91	3,87
- 6 +10	3,60	10,84	3,32
- 10 +14	1,70	14,77	2,14
- 14 +20	2,26	16,07	3,10
- 20 +28	2,90	19,47	4,64
- 28 +35	4,70	19,01	7,61
- 35 +48	4,04	21,31	7,34
- 48 +65	9,00	22,18	17,01
- 65 +100	3,72	21,29	6,76
- 100+150	9,50	16,40	13,28
- 150+200	5,24	13,68	6,21
- 200	48,24	6,01	24,72
Toplam	100.00		100.00

Çizelge 5 — Yaş Otojen Öğütme Ürününün Tane Boyu ve P₂O₅ Dağılımı

Meş	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Dağılım
+6	6,50	8,33	3,81
- 6 +10	5,10	12,57	4,51
- 10 +14	3,54	23,74	5,92
- 14 +20	4,50	20,28	6,43
- 20 +28	5,00	19,70	6,94
- 28 +35	7,00	19,66	9,68
- 35 +48	7,26	22,01	11,24
- 48 +65	8,64	22,10	13,44
- 65 +100	7,34	17,77	9,18
- 100 + 150	12,64	14,18	12,62
- 150+200	6,94	11,83	5,78
- 200	25,54	5,81	10,45
Toplam	100.00		100.00

Yaş otojen öğütme kuru otojene göre daha olumlu sonuç vermiştir.

Otojen öğütmede belirli elek fraksiyonlarında P₂O₅ yüzdesinin arttığı görülmektedir. Bunun nedeni otojen sisteminin seçimli bir öğütme sağlama-sından kaynaklanmaktadır. Cevheri oluşturan minerallerin sertlikleri farklı olduğundan ve bu tür öğütme minerallerin matris içindeki doğal sınırlarından koparılması sonucunu doğurduğundan bazı elek fraksiyonlarında fosfat minerali yoğunlaşmaktadır.

Çizelge 6— Çakmaktaşı Kullanarak Yapılan Otojen Öğütme Sonuçları

Meş	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Dağılım
+48	2,16	20,46	3,74
- 48 +65	9,74	25,15	20,75
- 65 +100	7,06	25,30	15,13
- 100 +150	8,20	21,32	14,81
- 150 +200	9,21	15,58	12,15
- 200	63,63	6,20	33,42
Toplam	100,00		100,00

4.1.3. Hidrosiklonla Şlam Atma Deneyleri

Bu deneylerde % 95'i 100 meş'in altına öğütülmüş numuneler kullanıldı. Tüm deney sonuçları hidrosiklon alt akım ürününün üst akım ürününden daha fazla P₂O₅ içerdiğini ortaya koymuştur. Bundan yararlanarak hidrosiklonun bir şlam atma aracı olarak kullanılabilmesi olanaklıdır.

Çizelge 7— Otojen Öğütmeden Sonra Hidrosiklonla Şlam Atma

Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
Üst Akım	37,46	3,03	10,89
Alt Akım	62,54	14,85	89,11
Toplam	100,00		100,00

Çizelge 7'de otojen öğütmeden sonra hidrosiklonla P₂O₅ içeriği çok düşük bir şhımın atılabileceği görülmektedir.

4.2. Gravite Zenginleştirme Deneyleri

ağırlık : 3,17 - 3,23), ankerit (özgül ağırlık: 2,95 - 3,10), kalsit (özgül ağırlık: 2,71) ve kuvars'ın (özgül ağırlık : 2,65) özgül ağırlıklarına bakıldığında apatit ve ankeritin, kalsit ve kuvars göre biraz daha yüksek özgül ağırlıklarda olduğu görülür. Bu farklılığa bakılarak ağır ortam ve sallantılı masa deneyleri ile fosfat mineralinin zenginleştirilmesine çalışılmıştır.

4.2.1. Ağır Ortam

Ağır ortam banyosu bromoform ile karbon tetraklorür karıştırılarak özgül ağırlık 2,6 olarak hazırlandı.

Çizelge 8 — Ağır Ortam Zenginleştirme Denev Sonuçları

Tane Boyu	Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
— 1 cm +0,5 cm	Yüzen	29,04	6,95	19,14
	Batan	5,75	19,08	10,36
— 0,5 cm +2,5 mm	Yüzen	17,06	7,45	12,00
	Batan	1,37	8,42	1,08
— 2,5 mm + 1 mm	Yüzen	13,96	11,00	14,50
	Batan	1,48	19,08	2,66
— 1 mm +200 meş	Yüzen	17,80	13,03	21,90
	Batan	5,49	26,50	13,74
- 200 meş		8,05	6,05	4,62
Toplam		100,00		100,00

1 cm'nin altına kırılan numune elenerek 5 fraksiyon hazırlandı ve -200 meş hariç diğer 4 fraksiyonda ağır ortam zenginleştirme deneyleri yapıldı. Sonuçlar Çizelge 8'de verilmektedir.

Çizelge 8'de görüldüğü üzere ağır ortam zenginleştirmede batan fraksiyonların P₂O₅ içerikleri yüzen fraksiyonlara göre artış olmasına karşın bu zenginleştirme istenilen sonucu vermemektedir. -1 cm + 200 meş'lik fraksiyondan toplam olarak % 26,76 verimle % 22,55 P₂O₅ tenörlü bir ürün alınmaktadır.

4.2.2. Sallantılı Masa

Sallantılı masa deneyleri için numune 48 meş'in altına öğütülerek - 48 + 100 meş ve -100 meş olmak üzere iki fraksiyon hazırlanmıştır. Sallantılı masada elde edilen ürünler Çizelge 9'da görülmektedir.

Masa konsantrelerinde P₂O₅ içeriğinde bir artış olmasına karşın bu hem tenor, hem de verim bakımından yeterli değildir. 48 meş fraksiyondan toplam olarak % 13,38 bir verimle % 20,73 P₂O₅'li konsantre elde edilmektedir.

4.3. Flotasyon Deneyleri

Taşıit cevherleri için hem düz ve hem de ters flotasyon yöntemleri uygulanmıştır. Düz flotasyon deneylerinde fosfat minerali yüzdürölüp gang mineralleri bastırılmaya çalışılırken ters flotasyonda gang mineralleri, özellikle kalsit, yüzdürölmeve, fosfat minerali de bastırılmaya çalışılmıştır. Flotasyon deneyleri için cevher çubuklu değirmende % 95'i -100 meş'e indirilmiştir.

4.3.1. Düz Flotasyon

Bu deneylerde Pamak 4, Pamak 25 ve Libflot 100 gibi yağ asitleriyle dodesil amin asetat, oktadesil amin + gazyağı kullanılmıştır. Düz flotasyondan genellikle olumsuz sonuç alınmıştır. Pamak 4 ve oktadesil amin + gazyağı karışımının uygulandığı deneylerin sonuçları Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Oktadesil amin'le yapılan deneyde Soto ve Iwasaka'nın (16) izlediği yöntem uygulanmıştır. Palp pH'ı normal 8,0'den H₂SO₄ eklenmesiyle pH 6,7'ye düşürölmüştür. Fosfatı yüzdürmek için oktadesil amin (1,5 kg/ton) ve gazyağı (0,5 kg/ton) karışımı kollektör olarak kullanılmıştır. Oktadesil aminin fosfat minerali yüzeyine kimyasal

Çizelge 9 — Sallantılı Masa Denev Sonuçları

Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
— 48 +100 meş konsantre	3,31	23,25	7,49
- 48 +100 meş artık	27,62	14,96	40,19
— 100 meş konsantre	3,32	18,25	5,89
— 100 meş artık	65,75	7,26	46,43
Toplam	100,00		100,00

Çizelge 10 — Düz Flotasyon Sonuçları

Kollektor	Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
Pamak 4	Konsantre	46,12	13,12	58,09
	Artık	53,88	8,10	41,91
Oktadesilamin + gazyağı	Konsantre	59,18	12,87	72,47
	Artık	40,82	7,07	27,53

bağla birleştiği öne sürülmekte ise de alınan sonuç bu doğrultuda olmamıştır.

4.3.2. Ters Flotasyon

Fosfatı bastırmak için (H₂SiF₆) silisik asit, (HF) fluorik asit, difosfonik asit, fosforik asit ve Al₂(SO₄)₃ + Na-tartarat bastırma olarak uygulanmıştır. Bunların arasından Al₂(SO₄)₃ + Na-tartarat ve fosforik asit ve bu iki bastırıcının birlikte uygulanmasından olumlu sonuçlar alınmıştır. Ters flotasyon sonuçları aşağıdaki çizelgelerde gösterilmiştir.

Çizelge 11- Al₂(SO₄)₃ + Na-tartaratla Ters Flotasyon Sonucu

Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
Konsantre	25,15	22,26	56,56
Artık	17,48	4,44	7,88
Şlam	57,37	6,13	35,56
Toplam	100,00		100,00

Kullanılan reaktifler; Al₂(SO₄)₃ : 250 g/ton, Na-tartarat: 500 g/ton ve Oleik Asit 3 kg/ton'dur. pH:7,5 'dur.

Fosforik asit bastırıcı olarak daha etkili olmuş ancak kullanılan miktar çok yüksek olmuştur. Fosforik asitle alınan optimal sonuç Çizelge 12'de görülmektedir.

Çizelge 12—Fosforik Asitle Teii Flotasyon Sonucu

Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
Konsantre	34,70	26,08	77,94
Artık	36,90	3,27	10,40
Şlam	28,40	4,77	11,66
Toplam	100,00		100,00

Çubuklu değirmende % 95'i 100 meş'e indirilmiş numuneye aşındırmalı öğütme uygulanmış ve sonra da şlam atılmıştır. Kullanılan reaktifler fosforik asit: 34 kg/ton (kaba flotasyonda 17 kg/ton ve temizlemede 17 kg/ton); oleik asit: 4 kg/ton (kaba flotasyonda 3 kg/ton ve temizlemede 1 kg/ton) ve Na fosfat: 6 kg/ton'dur. pH kaba flotasyon da 5,5 temizleme devresinde ise 5,0'dir. Her iki bastırıcıdan olumlu sonuç alınması üzerine Al₂(SO₄)₃ + Na-tartarat ve fosforik asit birlikte kullanılmıştır.

Çizelge 13-Al₂(SO₄)₃ + Na-tartarat ve Fosforik Asit'le Ters Flotasyon Sonucu

Ürün	% Ağırlık	% P ₂ O ₅	% Verim
Konsantre	23,80	26,53	57,85
Artık	33,98	6,01	18,71
Şlam	42,22	6,06	23,44
Toplam	100,00		100,00

Kullanılan reaktifler; Al₂(SO₄)₃: 250 g/ton, Na-tartarat: 500 g/ton, fosforik asit: 17 kg/ton ve oleik asit: 5 kg/ton'dur. pH 7,4 olup elde edilen konsantreye temizleme devresi uygulanmamıştır. Bu deneyde numune çubuklu değirmende öğütülmüş ve aşındırmalı öğütme uygulanmıştır.

4.3.3. Flotasyon Sonuçlarının İrdelenmesi

Düz flotasyondan olumsuz sonuçlar alınması esas gang minerali olan kalsitin gerek oleik asit ve gerekse aminlerle fosfat mineralinden daha kolay yüzebilme özelliğinden kaynaklanmaktadır.

Ters flotasyon değişik bastırıcılar, öğütme sistemi ve flotasyondan önce şlamın atılıp atılmamasıdır. Çeşitli bastırıcılar denenmiş ve olumlu sonuçlar fosforik asit ve Al₂(SO₄)₃ +Na-tartarat'la elde edilmiştir. Çubuklu değirmen + aşındırmalı

öğütme ve otojen öğütme gibi değişik sistemler uygulanmıştır. Çubuklu değirmenden sonra uygulanan aşındırma öğütme ile % 70'in üstünde flotasyon randımanları elde edilmiştir. Aşındırma öğütme optimal tane serbestleşmesi sağlamaktadır. Flotasyonda tane serbestleşmesi gerekli olmakla birlikte olumsuz etkisi yüzünden öğütme sonucu oluşan şlamın atılmasında zorunluluk vardır.

$Al_2(SO_4)_3$ + Na-tartarat fosforik asitle birlikte kullanılarak fosforik asit sarfiyatı 34 kg/ton'dan 17 kg/ton'a indirilmiş ve % 57,85 verimle % 26,53 P_2O_5 'li bir konsantre elde edilmiştir. Bu konsantre bir ön konsantre için yeterli olmakla birlikte en az % 30 P_2O_5 içeren son konsantre için yeterli değildir.

5. SONUÇLAR

- Taşıt cevherinin fosfat minerali hidroksi apatit olup esas gang minerali kalsit ve diğerleri ankerit ve kuvarstır.
- Parça cevher ya da çakmaktaşı ile yapılan otojen öğütme ile seçmeli öğütme sağlanmış ve P_2O_5 tenörü ince fraksiyonlarda azalmıştır. En iyi sonuç çakmaktaşı kullanılarak yapılan otojen öğütmeden alınmış ve - 48 + 200 meş'lik fraksiyonda % 22,24 P_2O_5 tenörlü bir konsantrenin % 66,23 verimle elde edilmesi mümkün olmuştur.
- Otojen öğütmeden sonra hidroksiklonda yapılan şlam atma işlemiyle % 3,03 P_2O_5 içeren şlam fraksiyonu % 10,89'lük bir verim kaybıyla atılabilmektedir.
- Sallantılı masa ve ağır ortam gibi gravite zenginleştirme yöntemlerinden fazla bir başarı sağlanamamış ve verimler sırasıyla % 16,37 ve % 26,76 gibi düşük oranlarda kalmıştır.
- Fosfatı kalsitten yüzdürmek için uygulanan düz flotasyonda yağ asidi ve aminler kollektör olarak kullanılmış ve olumsuz sonuçlar alınmıştır.
- $Al_2(SO_4)_3$ + Na-tartarat'la fosforik asit birlikte bastırıcı olarak kullanılmak suretiyle uygulanan ters flotasyon yöntemiyle % 26,53 P_2O_5 tenörlü bir konsantre % 60'a yakın bir verimle elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

1. AVŞAR I. ve GENÇER I., "Güney Anadolu Fosfatlarının Arama Çalışmaları ile Rezerv Durumu", Etibank Bülteni No. 53, Ağustos 1983, sayfa 14-18.

2. BLAZY P. ve HOUOT R., "Mazıdağı Fosfat Yatağının Kıymetlendirilmesi", Nancy Üniversitesi Fen Fakültesi, Kasım 1965, 90 sayfa.
3. TOLUN R., "Türkiye Fosfatlarının Kıymetlendirilmesi", TÜBİTAK Araştırma Projesi MAG-29, 1967.
4. ÖNAL G., "Mazıdağı Fosfat Cevherlerinin Petrografik Etüdü ve Zenginleştirilmesi", Doktora Tezi, İ.T.Ü, Maden Fakültesi, 1970, 157 sayfa.
5. AYIŞKAN ö., "Beneficiation of Turkish Mazıdağ Phosphates", Cento Symposium on the Mining and Beneficiation of Fertilizer Minerals, İstanbul, 19-24 Nov. 1973, pp. 151 -163.
6. AYIŞKAN ö., "Mazıdağı Fosfat Cevherlerinin Zenginleştirilmesinde Kalsinasyon Metodunun Tatbikası ve Problemleri", Madencilik Cilt XI, Sayı 4, Temmuz 1972, Sayfa 107 - 118.
7. HOUOT R., "Beneficiation of Phosphatic Ores Through Flotation, Review of Industrial Application and Potential Developments", International J. Mineral Processing, Vol. 9, No. 4, Oct. 1982, pp. 353 - 384.
8. AWASTHI P.K., LUTHARA K.L., KULKARNI D.V. ve JAGGI T.N., "Beneficiation and Utilization of Low-Grade Mussoori Rock Phosphate", 12. IMPC "Phosphate Round Table" No. 2, Sao Paulo, 1977, pp.25 -48.
9. SMANI S., CASES J.M. and BLAZY P., "Beneficiation of Sedimentary Phosphate Ore- Part 3, Selective Flotation and Recovery, Part 4: Depression of Phosphates Oolites and Calcite Flotation", Trans. SME/AIME, Vol. 258, No. 2, 1975, pp. 176 - 182.
10. HOUOT R. and POLGAIRE J.L., "Inverse Flotation Beneficiation of Phosphate Ores", 2. International Congress, Phosphorous Compounds, Boston - U.S.A., April 1980, pp. 231 -246.
11. BUSHELL C.H.G. ve HIRSH H.E., Kanada Patenti 833610,2.3. 1970.
12. JOHNSON D.L., Cominco Ltd., Kanada Patenti 939836, 1974, A.B.D. Patenti 3807557, 1974.
13. HSIEH S.S. ve LEHR J.R., "Beneficiation of Dolomitic Idaho Phosphate Rock by the TVA Diposphoric Acid Depressant Process", Paper Presented at SME/AIME Annual Meeting in Los Angeles-California, Febr. 26 - March 1, 1984, p. 13.
14. "Beneficiation of High Carbonate Phosphate Ores", TVA Kurumunun "New Developments m Fertilizer Technology" Yayını, Oct. 5-6, 1983, pp. 48-51.
15. MUDGIL B.M., CHANCHANI R., "Selective Flotation of Dolomite from Francolite Using Two-Stage Conditioning", Reprint No. 84 - 147, Paper Presented at SME/AIME Annual Meeting in Los Angeles-California, Febr. 26 - March 1, 1984, p. 23.
16. SATO H. ve IWASAKI I., "Flotation of Apatite from Calcareous Ores with Primary Amines", Reprint No. 84 - 83, Paper Presented at SME/AIME Annual Meeting in Los Angeles - California, Febr. 26 - March 1, 1984, p. 11.
17. RAO D.V., NARAYANAN M.K., NAYAK U.B., Ananthapadmanabhan K., ve Somasundaran P., "Flotation of Calcareous Mussoorie Phosphate Ore". International J. Mineral Processing, 14, 1985, pp. 57 - 66