

KİLYOS BÖLGESİ KUMLARININ DEĞERLENDİRME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Güven ÖNAL

ÖZET

Batı Karadeniz sahilinde Kilyos bölgesinde bulunan; manyetit, ilmenit, rutil, zirkon, kuyars, feldspat içerikli sahil ve kumul kumlarının tanımlanması ve değerlendirilme olanaklarının araştırılması bu bildirinin konusunu oluşturmaktadır.

Sahil ve kumul kumlarının minerolojik- kimyasal özellikleri saptandıktan sonra, çok kademeli gravite ayırması uygulanarak, ağır mineral toplu konsantresi ve hafif mineralleri içeren ürün elde edilmiştir. Kumul kumundan sağlanan hafif mineral ürününden satılabilir kuvars ve feldspat konsantreleri üretmek amacıyla, kalkerkavkı ve feldspat flotasyonu koşulları incelenmiş ve deneysel sonuçlara dayanılarak proses akım şeması geliştirilmiştir.

ABSTRACT

The subject of this paper is concerned with investigating the possibilities of the beneficiation of dune and beach sands, located at Kilyos on the coast of Black Sea. These sands are found to contain ilmenite, rutile, zircon, monazite, magnetite, quartz and feldspar.

After determining the chemical and mineralogical structures of the sands, a multistage gravity separation was carried out. As a result of the separation, a heavy mineral bulk concentrate and a light product were obtained. By selective flotation of heavy mineral from the light product, marketable feldspar and quartz concentrates were recovered. Finally using the results of the laboratory investigations, a process flowsheet was developed for the dune sands.

(*) Doç. Dr., Maden Fak. Cevher Hazırlama Kürsüsü. İ.T.Ü., İSTANBUL.

1. GİRİŞ

İstanbul'a ortalama 50 km. uzaklıkta bulunan ve Karadeniz kıyısında yer alan kum yatağı, Kilyos köyü ile Terkos gölü arasında, Gümüşdere, Ağaçalı ve Akpınar köylerini içine alan bölgede uzanmaktadır (Şekil. 1). Yaklaşık 20 km² lik bir alana yayılan kum yatağının en önemli kısmını, bazı yerlerde sahilden 5 km. içeriye kadar devam eden ve yükseklikleri 20 - 30 metre arasında değişen kum tepeleri (kumullar) oluşturmaktadır. Sahil şeridi ise, 1 km² dolayındaki bir alanı kaplamaktadır.

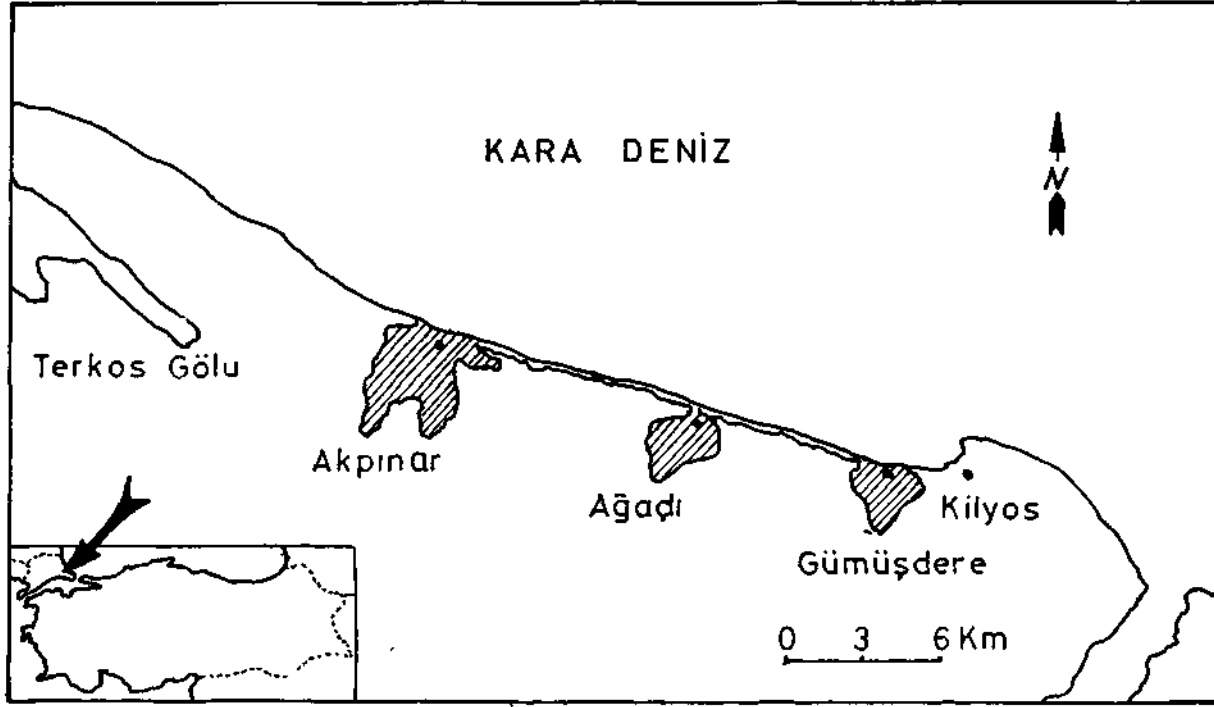
Doğu Karadeniz (4) ve Kuzey Ege (1) kumları ile ilgili yayınlar bulunmasına karşılık, Kilyos Bölgesi kumları hakkında herhangi bir yayına rastlanmamıştır. Bu araştırma ile ilk kez ele alınan Kilyos kum yataklarının rezervini sağlıklı olarak hesaplamak için yeterli veriler yoktur. Ancak numune alma'sırasındaki izlenimlere ve bazı yarmalardaki kum kalınlıklarına dayanılarak, numune alınan bölgedeki kumulların ortalama 5 metre kalınlıkta oldukları tahmin edilmiştir. Buna göre, Gümüşdere ve Ağaçalı kumullarında en az 100 milyon ton, Akpınar kumulunda 100 milyon ton, Sahil bölgesinde de 10 milyon ton, kum varlığından söz edilebilir.

Kuvars, feldspat ve ağır mineral içerikleri bakımından önemli bir kaynak oluşturdukları belirlenen, Kilyos Bölgesi kumlarının, tanımlanması ve değerlendirilme olanaklarının ortaya çıkarılması; bu araştırmanın amacını oluşturmuştur. Araştırma ile ilgili deneysel çalışmalar, kısmen i.T.ü. Maden Fakóltesi'nde, kısmen de, Berlin Teknik üniversitesi Cevher Hazırlama Enstitüsü'nde yürütülmüştür, öncelik verilen, kuvars ve feldspat konsantreleri üretimine ilişkin deneyler tamamlanmış olup, yan ürün olarak elde edilen ağır mineral ön konsantresinin değerlendirilmesine ilişkin deneyler sürmektedir.

Bu bildiriye, Gümüşdere - Ağaçalı kumul ve sahil kumlarının özellikleri ile yapılan zenginleştirme deneylerinin sonuçları, yer almaktadır.

2. NUMUNE ALMA VE NUMUNELERİN HAZIRLANMASI

Sağlıklı temsili numuneler elde etmek amacıyla, kumullardan ve sahil şeridinden ayrı ayrı numune alınmıştır.



Şekil. 1 – Numune Alman Bölgenin Coğrafik Durumu

Kumullardan numune alımı, kumul tepesinin sırt doğrultusuna dik ve eteklere doğru inen birbirine paralel 50 m. aralıklı doğrular üzerinde; 50 şer metre aralıklarla belirlenen noktalardan 1 metre derinliğe kadar oluk numuneleri alınmak üzere planlanmıştır. Bu yöntemle, 10 km² lik bir alanı kaplayan Gümüşdere ve Ağaçalı kumulları üzerinde 110 noktadan 5'er kg. lık oluk numuneleri alınmıştır.

Sahil şeridinden ise, zigzag şeklinde kıyı taranarak, 50 metre aralıkla seçilen 40 noktadan, 1 metre derinliğe inen 5 kg. lık oluk numuneleri alınmıştır.

150 noktadan alınan kum numuneleri üzerinde ilkden, ayrı ayrı boyut analizleri yapılmış ve ağır mineral içerikleri, 2.96 gr/cm³ özgül ağırlıklı tetrabromethan kullanılarak belirlenmiştir.

Kumullardan alınan numunelerin ağır mineral içeriklerinin; % 1.7 ile % 6.9 arasında, sahil şeridinden alınanların ise, % 15.4 ile % 40 arasında değiştiği saptanmıştır. Hem kumul hem de sahil kumlarının 0.3 mm altında oldukları, kumul kumu numunelerinin ortalama boyutlarının (d_{50}) : 0.22 - 0.24 mm, sahil numunelerinin ise, 0.20 - 0.22 mm arasında olduğu anlaşılmıştır.

Ağır mineral içerikleri çok farklı olan sahil ve kumul numuneleri kendi aralarında harmanlanarak, kumul kumu ve sahil kumu olarak isimlendirilen, deney numuneleri elde edilmiştir. Ağır mineral miktarı kumul kumu harman numunesinde %4.1, sahil kumu harman numunesinde ise, %29.5 olarak bulunmuştur.

3. KUM NUMUNELERİNİN ÖZELLİKLERİ

Sahil ve kumul kumlarının kimyasal ve mineralojik özellikleri ile boyut ve ağır mineral dağılımları saptanmıştır. Atomik absorpsiyon ve spektrofotometri ile yapılan tam kimyasal analizler Çizelge : 1 de, X ışınlan floresans ve tayf spektrometresi ile yapılan, yarı - kantitatif iz element analizleri de Çizelge : 2 de görülmektedir.

Kumların içerdiği mineraller, optik mikroskop, elektron mikroskop ve X. ışınları difraksiyonu ile belirlenmiş, kantitatif mineralojik bileşimler ise; mikroskopik sayım, kimyasal analiz ve Franz-

Çizelge 1 — Kumlann Tam Kimyasal Analizleri (% olarak)

	Kumul Kumu	Sahil Kumu
SiO ₂	72.0	51.80
CaO	11.40	14.95
Al ₂ O ₃	3.50	4.76
Fe ₂ O ₃	2.10	9.15
MgO	0.36	1.38
Na ₂ O	0.38	0.53
K ₂ O	0.42	0.62
P ₂ O ₅	0.11	0.20
MnO	0.10	0.26
TiO ₂	0.46	3.85
ZrO ₂	0.20	1.14
Cr ₂ O ₃	0.14	0.86
Kızdırma Kaybı	8.60	10.42

Çizelge 2 — Kumlann Yan Kantitatif İz Element Analizleri (gr/ton olarak)

Element	Kumul Kumu	Sahil Kumu
Ce	15 — 30	100 — 200
La	5 — 10	30 — 60
Nd	5 — 10	30 — 60
Y	3 — 6	15 — 30
Th	3 — 6	20 — 40
Au	1 — 3	—
Sn	50 — 500	100 — 1000
Sc	50 — 300	30 — 300
Ag	5 — 30	3 — 30
In	10 — 100	10 — 100
Yb	10 — 100	10 — 100
V	300 — 3000	300 — 3000
Hf	+	+
Nb	+	+
Bi	+	+
Ta	+	+
Zn	+	+
Cu	+	+

ISO dinamik manyetik ayırıcı yardımı ile saptanmıştır. Bulgulara göre, sahil ve kumul kumları benzeri mineralleri içermekte, ancak mineral miktarları farklılık göstermektedir.

Çizelge: 3de görülen başlıca minerallerden kuvars, yüzeyleri ince bir demir oksit tabakası ile kaplı olarak, kalkerkavkılar ise; kısmen silisifiye olmuş şekilde izlenmiştir. Feldspat mineralleri daha çok potasyumfeldspat ve daha az sodyumfeldspat'dan oluşmaktadır. Granat grubu mineraller olarak, almandin, andradit, pirop ve grossular saptanmıştır. Diğer mineraller olarak da, diopsid.titanit, biotit, kyanit, apatit, limonit, hematit, hornblend, turmalin, spinel, kil mineralleri, pirit, thorit ve thorianit gibi mineraller izlenmiştir.

Sahil ve kumul kumlan, Din 4188 standartından teboratuvar elekleri ile boyut analizine bağımlı tutulup, elek aralıklarındaki 2.96 gr/cm^3 den ağır mineraller saptanmıştır. Şekil. 2 deki boyut ve ağır mineral dağılımı eğrilerinden görüldüğü gibi, her iki kumda %99'u 0.3 - 0.1 mm arasında tanelerden oluşmaktadır. Ağır minerallerin %90'ı 0.2 mm den küçük olup, 0.2 mm altındaki ağır mineral tenörü, kumul kumunda % 18'e sahil kumunda ise, % 70'e yükselmektedir.

4. ZENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

Satılabilir kuvars ve feldspat konsantreleri üretimi amacına yönelik zenginleştirme deneylerinde, ilkden gravite ayırması yöntemi ile ağır mineraller ayrılıp, bunu izleyerek kalkerkavkı ve feldspat flotasyonu koşulları incelenmiştir.

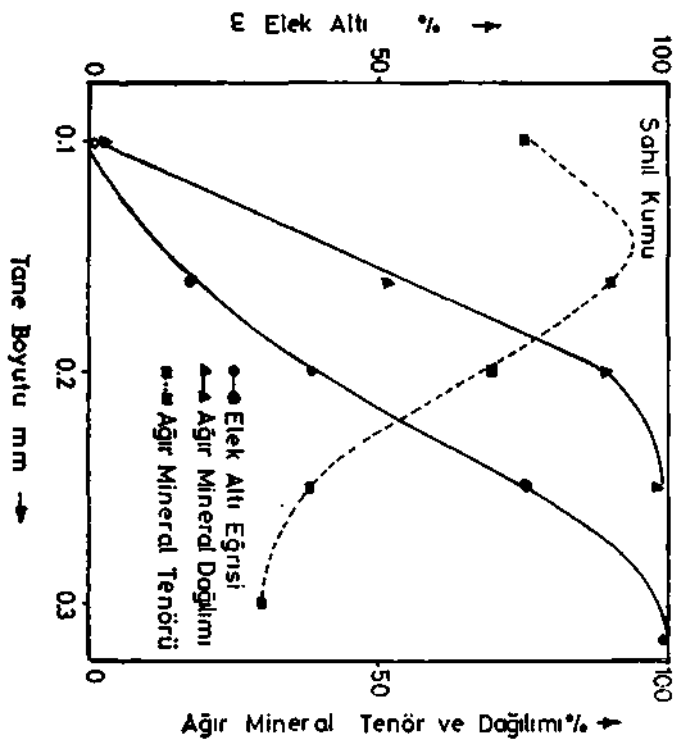
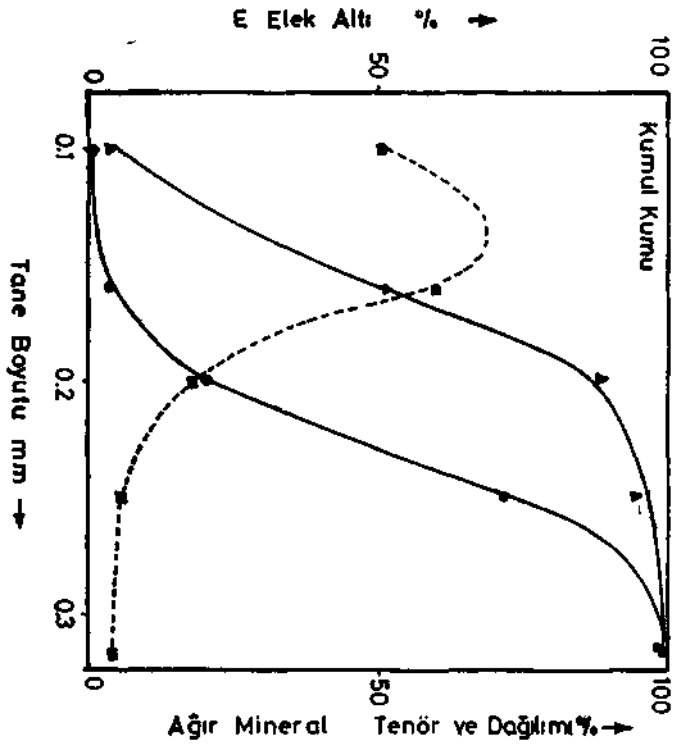
4.1. GRAVITE AYIRMASI

% 4.1 ağır mineral içeren kumul kumu için iki kademeli (kaba ayırma - temizleme), %29.5 ağır mineral içerikli sahil kumu için ise, kademeli (kaba ayırma - temizleme I ve temizleme II) gravite ayırması uygulanmıştır. Kaba ayırma işlemleri, beş hatveli Humphrey spiralinde, temizleme işlemleri ise, laboratuvar tipi standart Wilfley sarsıntılı masasında yapılmıştır.

Kumul kumu ile yapılan deney, Şekil. 5 de izlenen akım şem'ası uyarınca yürütülmüş, spiral artığı olarak, temiz bir hafif mineral

Çizelge 3 — Kumların içerdiği Başlıca Mineraller ve Miktarları

Mineral	Kimyasal Formül	Özgül Ağırlık gr/cm*	Kumul Kumu	Miktar %	Sahil Kumu
Kuvars	SiO ₂	2.5 — 2.8	61.5		28.0
Kalkerkavkı	CaCO ₃ + SiO ₂	2.6 — 2.8	19.6		23.5
Feldspat	Na (K) AlSi ₃ O ₈	2.6 — 2.8	14.1		20.0
ilmenit	FeTiOs	4.5 — 5.0	0.6		5.5
Rutil	TiO ₂	4.2 — 4.3	0.1		1.3
Manyetit	FeO Fe ₂ O ₃	4.9 — 5.2	0.5		2.7
Kromit	(Mg, Fe) (Cr, Al, Fe) ₂ O ₄	4.0 — 4.8	0.1		1.3
Zirkon	ZrSiO*	4.6 — 4.7	0.3		1.7
Granat	(Ca, Mg, Fe, Mn) ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	3.8 — 4.0	0.6		3.0
Epidot ve Su	(Ca, Al, Fe) Silikat + H ₂ O	3.4	1.5		10.0
Ojit	(Ca, Mg, Fe, Al) Silikat	3.2 — 3.6			
Monazit	(Ce, La, Nd, Y, Th) PO*	4.9 — 5.5	70-100	gr/ton	500-600 gr/ton
Diğer Mineraller			1.1		3.0



Şekil 2—Kumların, Boyut ve Boyuta göre Ağır Mineral Dağılımları

ürünü alındıktan sonra, kaba ağır mineral konsantresi, temizlene- rek ağır mineral toplu konsantresi elde edilmiştir. Deneyin sonucu Çizelge : 4 de, ağır mineral toplu konsantresinin mineralojik bile- şimi de Çizelge : 6 da görülmektedir.

Çizelge 4 — Kumul Kumu ile Yapılan Gravite Ayırması (S. Masa) Sonuçları

Ürünler	Miktar %	Ağır Mineral %	Ağır Mineral Verimi %
Kumul Kumu	100.0	4.1	100.0
Ağır Mineral Toplu Konsantresi	3.8	98.5	92.6
Hafif Mineraller	95.7	0.3	7.1
iri Boyut > 0.3 mm	0.5	2.1	0.3

Çizelge 5 — Sahil Kumu ile Yapılan Gravite Ayırması (S. Masa) Sonuçları -

Ürünler	Miktar %	Ağır Mineral %	Ağır Mineral Verimi %
Sahil Kumu	100.0	29.5	100.0
Ağır Mineral Toplu Konsantresi	17.3	99.8	58.5
Ara ürün	24.5	43.3	36.0
Artık	58.2	2.8	5.5

**Çizelge 6 — Ağır Mineral Toplu Konsantresinin Mineralojik Analizi
(% olarak)**

Mineral	Kumul Kumu	Sahil Kumu
İlmenit	15.0	26.0
Rutil	2.5	5.5
Zirkon	7.5	9.5
Manyetit	12.5	15.0
Kromit	5.0	7.3
Monazit	0.2	0.3
Granat	15.0	12.0
Epidot ve Ojit	38.5	20.0
Feldspat ve Kuvars	1.5	0.2
Diğer Mineraller	2.3	4.2

Sahil kumu ile yapılan deney de 0.3 mm üstü ayrılmamış ve spiralden elde edilen ağır mineral kaba konsantresi, sarsıntılı tabla ile iki kademede temizlenerek, ağır mineral toplu konsantresi, ara ürün ve artık elde edilmiştir. Deney sonucu Çizelge : 5 de, ağır mineral toplu konsantresinin mineralojik bileşimi de Çizelge : 6 da izlenmektedir.

4.2. FLOTASYON

Satılabilir kuvars ve feldspat konsantreleri üretimini amaçlayan deneyler, kumul kumundan gravite ayırması yolu ile elde edilen ve kimyasal - mineralojik bileşimi Çizelge 7 de görülen, hafif mineral ürünü üzerinde yapılmıştır.

Tane yüzeylerini kaplayan kil ve demir oksidi uzaklaştırmak amacıyla, hafif mineral ürünü, flotasyon öncesinde, % 70 katı pülp yoğunluğu ile 15 dakika süre ile, mekanik aşındırmaya (scrubbing) bağımlı tutulmuştur. Bunu izleyerek, kalkerkavkı ve feldspat flotasyonu deneyleri yapılmıştır. Deneylerde 2 İt. hacimli Vedag laboratuvar flotasyon aygıtı kullanılmıştır.

Çizelge 7 – Hafif Mineralleri içeren Ürünün Kimyasal ve Minerolojik Analiz Sonuçları

Kimyasal Analiz		Minerolojik Analiz	
%		%	
SiO ₂	74.18	Kuvars	64.0
CaO	11.35	Kalkerkavkı	20.3
Al ₂ O ₃	2.86	Feldspat	14.7
Fe ₂ O ₃	0.98	Demiroksit	1.0
MgO	0.10		
Na _a O	0.55		
K ₂ O	1.02		
MnO ₂	<0.01		
TiO ₂	0.03		
ZrO ₂	<0.01		
Cr ₂ O ₃	0.01		
Kızdırma Kaybı	8.90		

4.2.1. Kalkerkavkı Flotasyonu

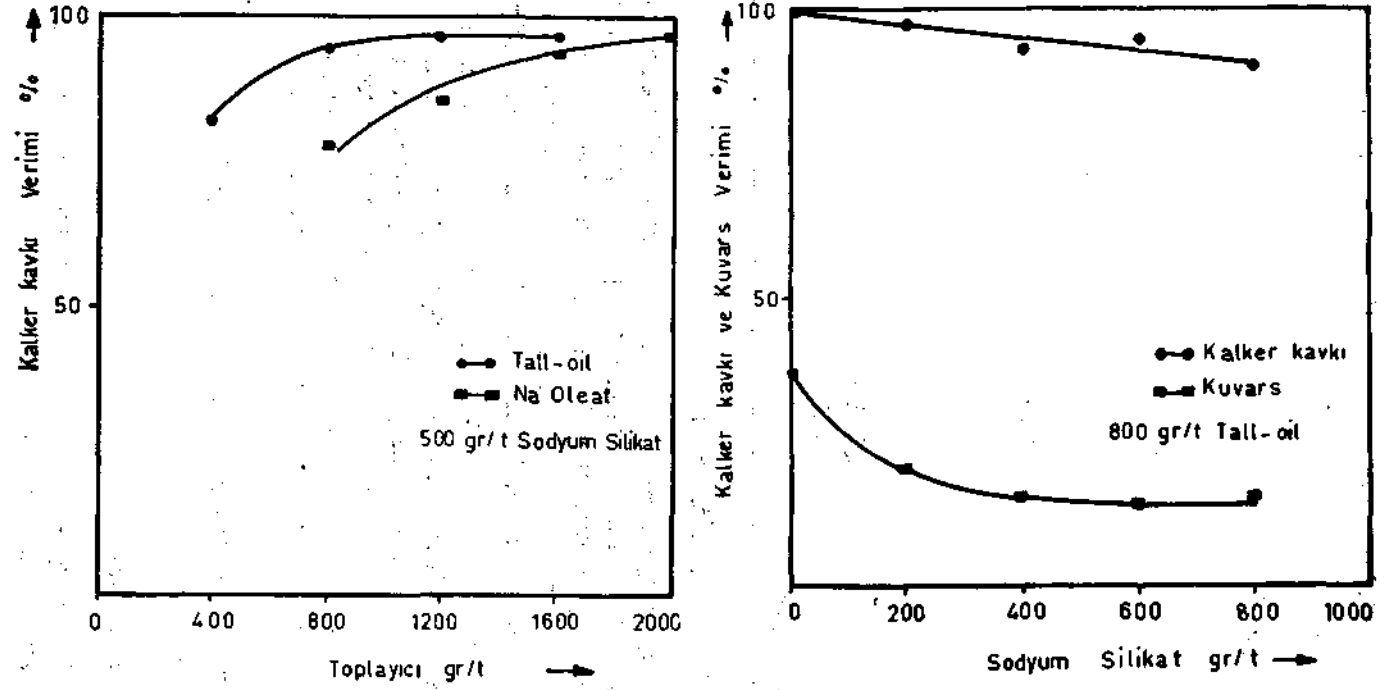
Pülp yoğunluğu : %20 katı, kıvam süresi : 10 dakika, flotasyon süresi : 4 dakika olarak sabit tutulup, toplayıcı ayıraç (reaktif) (sodyum oleat, tall oil) ve sodyum silikat miktarları değiştirilerek yapılan deneylerin sonuçları Şekil. 3 de izlenmektedir. pH değeri sodyum silikat miktarına bağlı olarak 7,5 - 8.8 arasında değişmiştir.

Kalkerkavkı tanelerinin kolaylıkla yüzdüğü, ancak silifikasyon nedeni ile % 15 civarında silisin köpüğe geçtiği ve % 5 dolayındaki iri kalkerin de aynı nedenle yüzdürülemediği deney sonuçlarından görülmektedir. Ayrıca, yüzmesi engellenemeyen ve toplam feldspatın %35 ini oluşturan feldspat tanelerinin küçük boyutlu ve yüzeyleri tamamen demiroksit ile kaplı durumda oldukları saptanmıştır.

Kalkerkavkı flotasyonunun en uygun koşulları Çizelge : 8 de görülmektedir.

4.2.2. Feldspat Flotasyonu

Kalkerkavkı flotasyonundan sonra, ikinci kademe olarak feldspat flotasyonuna devam edilmiştir.



Şekil. 3 — Kalker kavkı Flotasyonu Sonuçları

Çizelge 8 — Kalker ve Feldspat Flotasyonu için Saptanan Uygun Koşullar

Kalker Flotasyonu		Feldspat Flotasyonu	
Pülp Yoğunluğu	% 20 Katı	Pülp Yoğunluğu	% 15 Katı
Sodyum Silikat	500 gr/ton	Hidroflorik asit	400 gr/ton
Toplayıcı	Tall - oil gr/ton	Sülfürik Asit	1800 gr/ton
Kıvamlandırma Süresi	10 dakika	Toplayıcı	600 gr/ton
Flotasyon Süresi	4 dakika	Kıvamlandırma Süresi	5 dakika
pH Değeri	8	Flotasyon - Süresi	3 dakika
		pH Değeri	3.8

Pülp yoğunluğu : % 15 katı, kıvam süresi : 5 dakika, flotasyon süresi : 3 dakika, Hidroflorik asit ilavesi : 400 gr/ton olarak sabit tutulup, toplayıcı ayıraç (reaktif) cinsi (Armac CD ve Hoe F 2640) ve miktarı ile pH değeri (sülfürik asit kullanılarak) değiştirilmiştir. Bu deneylere ait sonuçlar Şekil. 4 de izlenmektedir.

Bu sonuçlara göre; pH : 4'e kadar kuvarsın bastırılabilirdiği, pH; 4'de selektivitenin ortadan kalktığı görülmektedir. Yüzdürülemeyen feldspat taneleri (toplamın % 10'u kadar) incelendiğinde, bunların kısmen 0.3 mm ye yakın boyutlu iri taneler, kısmen de kuvars ile birleşik taneler halinde oldukları anlaşılmıştır.

Feldspat flotasyonunun en uygun koşulları Çizelge : 8 de görülmektedir.

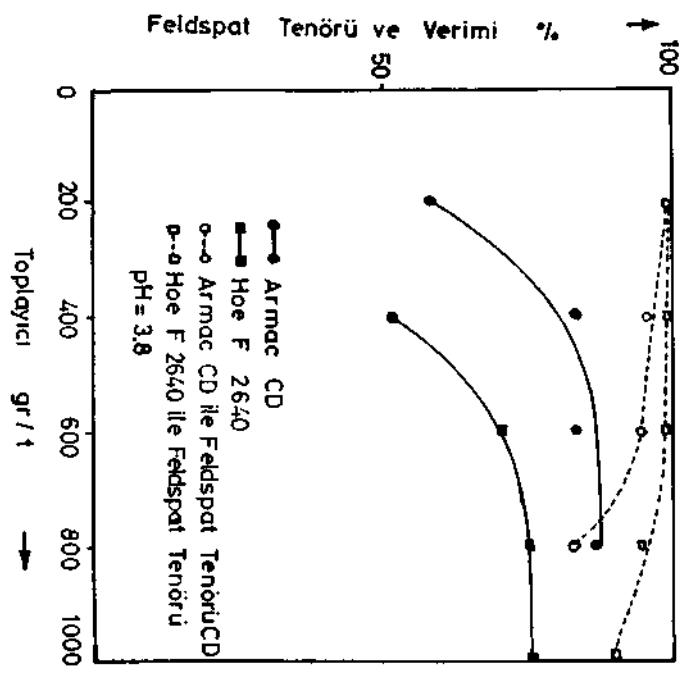
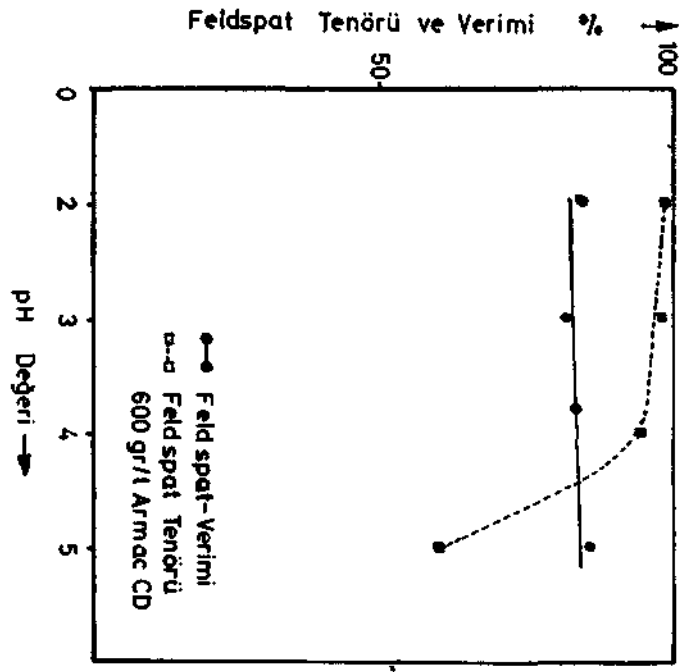
4.3. MANYETİK AYIRMA

Feldspat flotasyonu artığı olarak elde edilen kuvars konsantresi, demir içeriğinin azaltılması amacıyla, 20 KGaus alan şiddetinde Carpc laboratuvar yaş manyetik ayırıcısından geçirilmiştir. Epidot, Ojit gibi demirli silikatlar, yüzeyi demirle kaplı iri boyutlu feldspatların büyük bir kısmı ve yüzeylerinde fazlaca demir oksit bulunan kuvars tanelerinin, manyetik üründe toplandıkları görülmüştür.

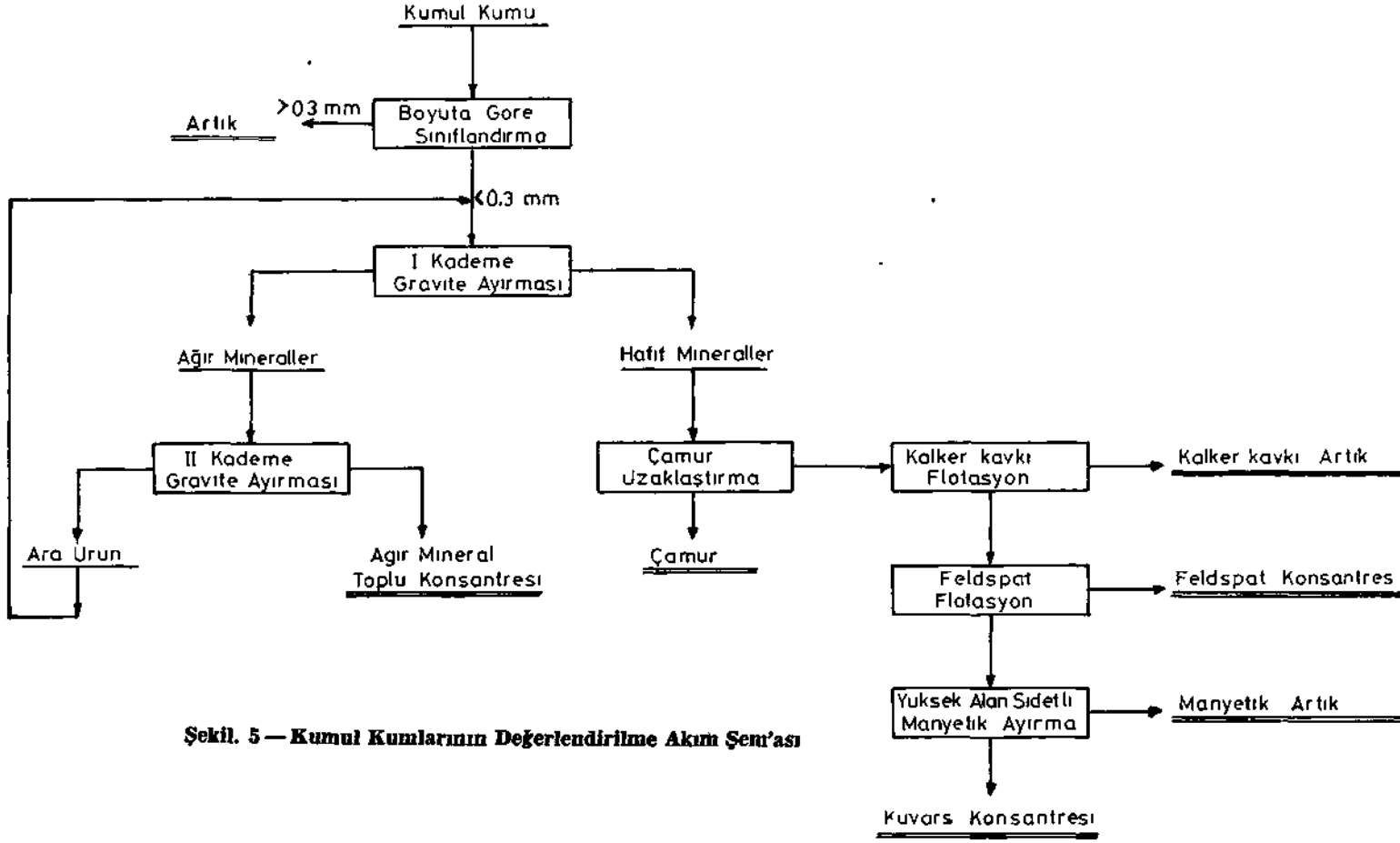
5. SONUÇLAR

Kilyos Bölgesi kumul kumları üzerinde yapılan, satılabilir kuvars ve feldspat konsantreleri üretimine yönelik deneylerin toplu sonuçları, Çizelge : 9 da, elde edilen kuvars ve feldspat konsantre-
* lerinin tam kimyasal analizleri de, Çizelge : 10 da görülmektedir. Kuvars konsantresindeki demir miktarının asit liçi ile, % 0.05 Fe₂O₃'e, Feldspat konsantresindeki demir miktarının da, yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcı ile % 0.5'e kadar düşürülebileceği ayrıca saptanmıştır. Deneyler sonunda geliştirilen akım şem'ası Şekil. 5 de izlenmektedir.

Yapılan araştırma sonucunda, Kilyos Bölgesindeki Gümüşdere ve Ağaçlı kumullarında, kazanılabilir değerler olarak, 55 milyon ton Kuvars, 7 milyon ton Feldspat ve 3.8 milyon ton ağır mineral varlığı ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca sahil şeridinde de 3 milyon ton civarında ağır mineral varlığı saptanmıştır.



Şekil. 4 — Feldspat Flotasyonu Sonuçları



Şekil. 5 — Kumul Kumlarının Değerlendirilme Akım Şem'ası

Çizelge 10 — Konsantrelerin Kimyasal Analizleri (% olarak)

	Kuvars Konsantresi	Feldspat Konsantresi
SiO ₂	97.75	65.78
CaO	0.78	1.15
Al ₂ O ₃	0.35	17.86
Fe ₂ O ₃	0.25	1.38
MgO	0.01	0.22
Na ₂ O	0.07	4.08
K ₂ O	0.15	8.91
MnO ₂	< 0.01	< 0.01
TiO ₂	0.01	< 0.01
ZrO ₂	< 0.01	< 0.01
Cr ₂ O ₃	< 0.01	< 0.01
Kızdırma Kaybı	0.62	0.60

İstanbul yöresinde toplanan, şişe-cam, seramik ve döküm endüstrileri, büyük ölçüde kuvars ve feldspat'a gereksinme duymaktadır. Kilyos kumullarının işletilmesi halinde, dinamitleme, kırma, öğütme gibi işlemler gerekmeden, yalnızca zenginleştirme ile istenilen hammaddeler sağlanabilir. Bu arada, manyetit, ilmenit, rutil, zirkon, monazit gibi mineralleri içeren bir ağır mineral toplu konsantresi de yan ürün olarak elde edilebilecektir. Sahil kumu ise, yalnızca ağır mineral üretimi yapılarak değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. ANDAÇ, M.. Biga Yarımadasında Tarihi Truva Harabelerinin Güneyindeki Radyoaktif Sahil Kumlarının Mineralojisi ve Bunların Ana Kaynaklarının Petrolojisi.
MTA Dergisi, No. 76 (1971) S. 75 - 79.
2. BETECHTIN, A. G. : Lehrbuch der Speziellen Mineralogie.
VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig (1964)
3. DAVIS, E. G., SULLIVAN, G. V. : Recovery of Heavy Minerals from Sand and Gravel Operations in the Southeastern United States.
RI 7517 Bureau of Mines Report of Investigations, May (1971) S. 25

4. KÖKSOY, M. : Doğu Karadeniz Plaser Manyetit Yatakları.
Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, Ankara (1975)
S. 435/447.
5. ME EWEN, R? U. A. : Single - Stage Flotation of Alkali Feldspar, Ilmenite, Rutile, Garnet and Monazite with Mixed Cationic/Anionic Collectors - AIME
Transactions (1976) Vol. 260 No. 1 S. 97/10
6. MEYER, K. : Laboruntersuchungen mariner Schwermineralsande aus Mocambique.
Erzmetall Bd. 27 (1974) H. 1, S. 31/37
7. REDEKER, I. H. : Flotation of Feldspar, Spodümene, Quarz and Mica from Pegmatites in North Carolina USA
Erzmetall Bd. 30 (1977) H. 12, S. 566/572
8. SCHLÖSSER, F. J. : Aufbereitung von Seifenmineralien in Ugambaba, Südküste Natal, SA.
Aufbereitungs - Technik, Nr. 9 (1964) S. 492/497
9. SEGROVE, H. D. : STANYON, R.W. : Processing of British sand for glassmaking.
Proceedings of the 9. Commonwealth Mining and Metallurgical Congress
Vol. 3 (1969) S. 583/597
10. WEISS, R. : Aufbereitung von Quarzsanden.
Erzmetall Bd. 27 (1974) H. 4, S. 160/175.

