

İSTANBUL-ŞİLE BÖLGESİ KUMLARINDAN CAM KUMU ELDESİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF PRODUCING GLASS GRADE QUARTZ FROM İSTANBUL-ŞİLE SANDS

A. YERLİKAYA

Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara

S. ERSAYIN

Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara

I. BAYRAKTAR

Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZET: Bu çalışmada Şile Bölgesi kumlarından cam kumu kalitesinde bir ürünün elde edilebilirliği incelenmiştir. Yapılan mineralojik çalışmalar silisin yanısıra, cevherin bentonit ve rutil içerdiğini göstermiştir. Kimyasal analizler ayrıca az miktarda demir, krom ve zirkon gibi renk verici minerallerin bulunduğunu ortaya çıkarmıştır. Zenginleştirme amacıyla önce aşındırmak karıştırma işlemi takiben dekantasyonla kil fraksiyonu ayrılmıştır. Kum fraksiyonu üzerinde sallantılı masa, yaş ve kuru manyetik ayırma ile flotasyon testleri yapılmıştır. Fe₂O₃ tenörü açısından en iyi konsantre %0.033 tenörü ile kuru manyetik ayırma (Permroll) dan elde edilmiştir. Ancak bu işlemde kum boylu malzemenin %18 gibi yüksek bir oranı artığa gitmektedir. Bunun dışındaki en iyi konsantre flotasyonda elde edilmiştir (%98.07 SiO₂, %0.044 Fe₂O₃). Bu konsantrelerin birinci kalite cam kumu üretiminde kullanılabilirliği yüksek Fe₂O₃ içeriği nedeniyle mümkün görünmemektedir. Ancak seramik veya düşük kaliteli cam üretiminde kullanılabilir niteliktedir.

ABSTRACT: In this study, the possibility of obtaining glass grade quartz from Şile sands was investigated. Mineralogical studies indicated that the ore included bentonite and clay as its main gangue minerals. Chemical assays showed that the ore also contained small quantities of iron, chromite and zircon minerals. Prior to concentration studies, the clay was separated by attrition scrubbing followed by repeated decantation. Then, shaking table, dry and wet magnetic separation and flotation tests were carried on the sand fraction. The best concentrate in terms of its Fe₂O₃ content (0.033%) was achieved by the use of dry magnetic separation (Permroll). However, in this test 18% of sand material was discarded as waste. The second best was obtained from the flotation tests which provided a concentrate with 98.07% SiO₂ and 0.044% Fe₂O₃. It appears that it is not possible to use these concentrates for the production of first quality glass production. However it could be used in ceramics industry or lower quality glass production.

1. GİRİŞ

Ülkemizdeki cam ve seramik sanayinin gelişmesiyle birlikte doğal olarak bu alanda kullanılan hammadde tüketiminde de her geçen yıl önemli ölçüde artışlar olmaktadır.

Cam üretimi, kuvars veya silis kumu (SiO₂), soda (Na₂CO₃) ve kireç (CaO) kullanılarak yapılır. Soda, kuvarın düşük sıcaklıkta erimesini, kireç ise camın daha iyi kalitede olmasını sağlar. Cam yapıcı oksit olarak kullanılan kuvars ise, kum taşı, kuvarsit, pegmatit, hidrotema] kuvars ve saf kuvars kumu oluşumlarından elde edilmektedir. Kuvarın cam sanayinde kullanılabilmesi için belirli kimyasal, fiziksel ve mineralojik özelliklere sahip olması gerekir (Mills, 1983; Harben, 1992). Kuvars kumlarını zenginleştirmede en ekonomik yöntemler fiziksel zenginleştirme yöntemleridir. Yıkama, eleme, sınıflandırma, mekanik aşındırma,

flotasyon, manyetik ayırma, ve elektrostatik ayırma bunlar arasında sayılabilir. Bunun yanında maliyetleri yüksek olduğundan ancak özet amaçlı camların üretiminde uygulanan sülfürik, oksahlık ve hidroflorik asitliç ve kılçıklama gibi kimyasal yöntemlerde mevcuttur (Mills, 1981; Murphy, 1983).

Ülkemizdeki kuvars kumu yatakları, kuvarsitlerin tektonizma ve metaformizma etkisiyle bozunmasıyla domlar halinde ve kuvars tanelerinin sedimantasyonu neticesi tabaka şeklinde bulunurlar. Rezervler genellikle İstanbul'da Yalıköy, Binkılıç, İnsaniye, Şile; Tekirdağ'da Safaalan; Adana'da Kozan ve Sinop'tadır (DPT, 1995).

İstanbul'a ortalama 50 km uzaklıkta bulunan ve Karadeniz kıyısında Kilyos köyü ile Terkos gölü arasında birincil olarak seramik kalitede kil üretmek

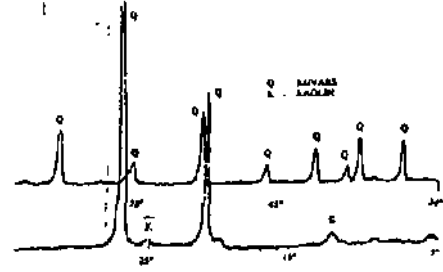
amacıyla işletilen çok sayıda açık işletme bulunmaktadır. Bu işletmelerdeki kil formasyonlarının alt ve üst zonlarında kömür ve kum tabakaları da yer almakta, bu ürünlerde zaman zaman pazarlanabilmektedir. Yaklaşık 20 km lik bir alana yayılan kum yalağının en önemli kısmını, bazı yerlerde sahilden 5 km içeriye devam eden ve yükseklikleri 20-30 m arasında değişen kum tepeleri oluşturmaktadır. Killi seviyenin üst kısmında yer alan ve bölgede beyaz kum olarak bilinen kumlu seviyeden üretilen ürün herhangi bir isteme tabii tutulmadan seramik sanayinde masse malzemesinde kullanılmaktadır. Bu malzemeden, bir zenginleştirme işlemine tabii tutularak daha değerli olan cam kumu kalitesinde kum üretilebileceği düşünülmektedir. Bu amaçla, kum içinde yer alan kil, demir, zirkon, titan ve krom minerallerinin ayrılması gerekmektedir.

2. NUMUNE ALMA VE KARAKTERİZASYON

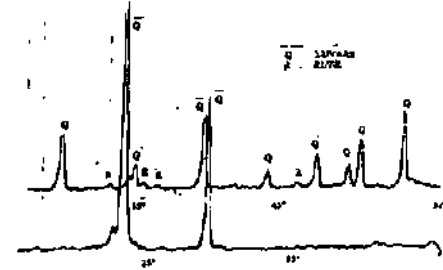
Bu çalışmaya baz teşkil eden numuneler bölgede bulunan iki adet stoktan alınmıştır. Her iki stoğun iki değişik noktadan dikey bir doğrultu boyunca herbiri yaklaşık 15 kg olan numuneler alınmıştır. Stokların yanal yüzeyleri boyunca ve daha önce açılmış taze yanal yüzeylerden tabandan tavana tarama yapılmıştır.

Bu çalışmada zenginleştirilmesi hedeflenen beyaz kumlu seviye, kıl seviyesinin üstünde yer almaktadır. Beyaz kumlu seviyenin üstünde ise ince örtü tabakasının hemen altında yer alan daha iri taneli sarı renkli başka bir kumlu seviye bulunmaktadır.

Cevherin mineralojik bileşimini belirlemek amacıyla, işlem görmemiş cevherin ve sallantılı masada elde edilen ağır ürünün XRD piklerinden faydalanılmıştır. Her iki numunenin XRD sonuçları Şekil-1 ve Şekil-2'de verilmiştir. Bu piklerden cevherin ana bileşeninin kuvars ve bentonit olduğu ve ağır minerallerin en önemli bileşeninin rutil olduğu anlaşılmaktadır. Kimyasal analizi ise il/il/çemeun ayrıtma az miktarda demir, krom ve /ti kon içerdiğini göstermektedir.



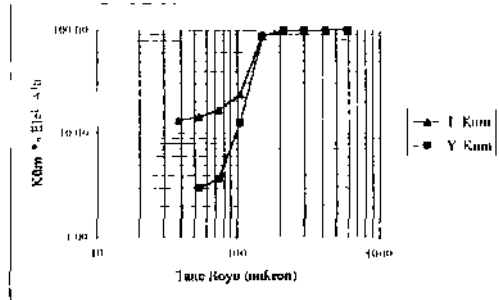
Şekil-1: Tuvenan Kumun XRD Sonuçları



Şekil-2: Sallantılı Masa Ağır Ürününün XRD Sonuçları

3. DENEY NUMUNELERİNİN HAZIRLANMASI

Laboratuvarlara getirilen toplam yaklaşık 60 kg'lık numune önce açık havada serilerek kurutulmuş, daha sonra karıştırılmıştır. Numune bölücülerle yaklaşık 1'er kg'lık deney numuneleri hazırlanmıştır. Zenginleştirme çalışmalarına geçilmeden önce, yaş eleme ile malzemenin boyut dağılımı belirlenmiştir (Şekil-3). Deneylerde kullanılan numunenin kimyasal analizi Çizelge-1'de verilmektedir.



Şekil-3: Tuvenan Kum ve Yıkılmış Kum Tane Boyu Analiz Sonuçları

Çizelge-1 Tuvenan ve Yıkanmış Kum ile Slam Fraksiyonunun Kimyasal Analiz Sonuçları

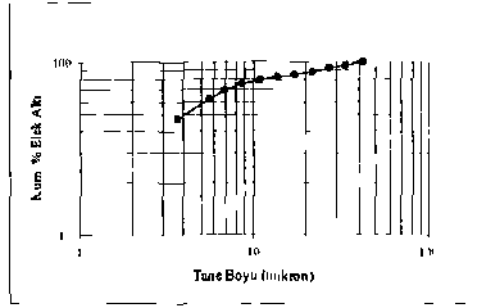
	Tuvenan Kum (%)	Yıkanmış Kum (%)	Şlam Fraksiyonu (%)
SiO ₂	91 820	97 595	55 431
Al ₂ O ₃	5 286	1 279	29 857
Fe ₂ O ₃	0 174	0 104	0 769
Cr ₂ O ₃	0 015	0 020	
TiO ₂	0 219	0 236	0 349
MgO	0 020	0 010	0 031
CaO	0 020	0 052	0 125
K ₂ O	0 385	0 330	1 086
Na ₂ O	0 039	0 021	0 031
ZrO ₂	0 053		0 021
Mj>0			0 040
P.O.		0 060	
LOI	t 946	0 289	11 794

4 7 ENGİNLEŞTİRME DENEYLERİ

Cevherin zenginleştirilmesi için öncelikle kıl ve şlamın aşındırılmalı karıştırma ve sınıflandırma ile ayrılması gerekmektedir. Bu işlem sonucu kıl ve şlamı ayrılan numuneler üzerinde sallantılı masa, yaş manyetik ayırma, kuru manyetik ayırma ve flotasyon testleri yapılmıştır.

4 1 Aşındırılmalı Karıştırma ve Sınıflandırma Testleri

Şekil-3 len de görüleceği üzere numune (>0075 mm alımdır) kıl bowl malzemesinin ayrılması için numune Denver flotasyon hücresinde siddetli karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. 2000 d/dk karıştırma hızında %60-70 palpa yoğunluğu ve 15 dakika süreyle yapılan aşındırma işleminden sonra 5 aşamalı dekantasyon ve 25 (inul) inceleme ünitesi ile ilintisin son kademece kıl < 150 µm u jilim tmm oklukça temiz olduğu görülmüştür. Müajitr 'tS'ımın kum fraksiyonunda lıllı t belit d um u iş l m (ı ksiyonunun boyut ti iv iminin belirlenmişimle (ouHer Countçı cıla/ı kullanılmışın Kum \ı, 1 m fi aksiyonların m bowl darılından Şekil 3 vt 4'h verilmektedir. Kum ve şlam Till imil muin l im\ i il a» ılı/ı ek \ ipılın, \L im anah/ı on m, lan (, iAlgt l de \ımışın 's' l m nı \ ı lın ısı beklı dı fı l u n untu m m m Al O u u t; m büyük oleutl t O^ l l O ve k t) 1,1 D) l l l l l l ./ i l) o l s r f n U i > l m > fı l l i



Şekil-4 Şlam Fraksiyonunun Tane Boyu Dağılımı

4 2 Yaş Manyetik Ayırma Testi

Şlam fraksiyonu ayrılmış numunenin kullanıldığı bu testde Carpco Yüksek Alan Şiddetli Yaş Manyetik Ayırıcısı kullanılmıştır. Alan şiddeti önce 10 Tesla'ya ayarlanmış, manyetik olmayan ürün (konsantre) daha sonra 15 ve 20 Tesla değerlerinde tekrar manyetik uymadan geunluck temizlenmiştir. Çizelge-2'de verilen değerk iden de görülebileceği gibi manyetik mineralenin bu bolumu 1 aşamada tutulmuştur. Toplam malzeme miktarı urun yaklaşık %1 uvarında olmasına kailin manyetik ürün içinde az da olsa kuvars, ianelerinin kaldığı gözlenmiştir. Manyetik olmayan ürünün (konsantre) ise arzu edilen kalitede olmadığı belirlenmiştir. Bu ürünün kimyasal analizi Çizelge-3'te verilmektedir.

Çizelge-2 Yaş Manyetik Ayırma Testi Sonuçları

	Alan Şiddeti (Tesla)	Ağırlık (%)	Aparlı (%)
1. Manyetik Ürün	10	7 15	5 0 0
2. Manyetik Ürün	15	1 06	0 1 0
3. Manyetik Ürün	20	0 86	0 1 0
Non Manyetik Ürün		85 5 1 1	98 0 0
	Toplam	86 1 5 1	100 0 0

Çizelge-3: Yaş Manyetik Ayırma Konsantresi Kimyasal Analiz Sonuçları

	Carpco Manyetik Olmayan Ürün (%)
SiO ₂	97.050
Al ₂ O ₃	1.190
Fe ₂ O ₃	0.043
MnO	0.001
TiO ₂	0.120
MgO	0.010
CaO	0.020
K ₂ O	0.260
Na ₂ O	0.030
LOI	0.780

4.3. Kuru Manyetik Ayırma Testi

Kuru manyetik ayırma testi Permroll tipi yüksek gradyanlı sabit mıknatıslı manyetik ayırıcı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numune iki aşamalı olarak temizlenmiştir. Testin ilk aşamasında tambur hızı 100 dev/dk, İkinci aşamada ise 80 dev/dk olmuştur. Her iki aşamada da birer manyetik ürün ve ara ürün alınmıştır. Beslemenin %11.5'u toplam manyetik ürünü, %7.5'u da ara ürünü oluşturmuştur (Çizelge-4). Yapılan makroskopik incelemeler ince kuvarsin manyetik ürüne kaçtığını ve bu nedenle manyetik ürünün yüksek olduğunu göstermiştir. Olumlu bir gözlem ise muskovit tanelerinin de manyetik ürüne gitmesidir. Beslemenin %19'unun artığa gitmesine karşın, konsantre temiz bir görünüm vermemiştir. Konsantrenin kimyasal analizi Çizelge-5'te verilmektedir.

Çizelge-4: Kuru Manyetik Ayırma Test Sonuçları

	Ağırlık (W)	% Ağırlık
Manyetik olmayan ürün	629.35	80.93
1. Manyetik Ürün	30.27	3.89
1. Ara Ürün	46.87	6.03
2. Manyetik Ürün	59.31	7.63
2. Ara Ürün	11.83	1.52
Toplam	777.63	100.00

Çizelge-5: Kuru Manyetik Ayırma Konsantresi Kimyasal Analiz Sonuçları

	Perm roll Manyetik Olmayan Ürün (%)
SiO ₂	97.390
Al ₂ O ₃	1.110
Fe ₂ O ₃	0.033
MnO	0.001
TiO ₂	0.060
MgO	0.010
CaO	0.010
K ₂ O	0.230
Na ₂ O	0.020
LOI	0.630

4.4. Sallantılı Masa Testi

Laboratuvar ölçekli Wilfley tipi masa kullanılarak gerçekleştirilen sallantılı masa testinde şlam fraksiyonu ayrılmış yaklaşık 4 kg numune kullanılmıştır. Masada ağır minerallerin iki ayrı renkte iki bant oluşturduğu gözlenmiştir. Ayırımın oldukça başarılı olduğu izlenimi elde edilmiş olmasına karşın konsantrede bir miktar muskovit bulunduğu gözlenmiştir. Bu nedenle sallantılı masa konsantresine ayrıca birde mika flotasyonu uygulanmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Beslemenin %95.8'inin konsantreye geçtiği sallantılı masa testi ürünlerinin ağırlıkça dağılımı Çizelge-6'da ve konsantrenin kimyasal analizi Çizelge-7'de verilmektedir.

Çizelge-6: Sallantılı Masa Test Sonuçları

	Ağırlık (gr)	% Ağırlık
Konsantre	3800.00	95.83
Ara Ürün	46.28	1.17
Artık	118.94	3.00
Toplam	3965.22	100.00

Çizelge-7: Sallantılı Masa Konsantresi Kimyasal Analiz Sonuçları

	Sallantılı Masa Konsantresi (%)
SiO ₂	97.390
Al ₂ O ₃	1.050
Fe ₂ O ₃	0.047
MnO	0.001
TiO ₂	0.070
MgO	0.010
CaO	0.020
K ₂ O	0.270
Na ₂ O	0.060
LOI	0.550

4.5. Flotasyon Testleri

Flotasyon testleri şlamı atılmış numunelerle gerçekleştirilmiştir. Bu testlerde numunenin mika içerdiği göz önüne alınarak Önce mika flotasyonu ve bunu takiben de demir, titan, zirkon ve krom minerallerini yüzdürmeye yönelik flotasyon İşleminin yapılması düşünülmüştür. Ayrıca flotasyon öncesi asit ve bazik liçin etkisi de incelenmiştir. Flotasyon pH'sına ek olarak, ¥2192 ve Armac-T ticari isimli aminlerin çeşitli dozajlarında amin flotasyonu ve AERO 840 (sülfonat), AERO 845 (Sakkinamat) ve oleat tipi toplayıcıların çeşitli kombinasyon ve dozajında ağır minerallerin flotasyonu incelenmiştir. Köpürtücü olarak MIBC ve arap sabunu kullanılmıştır. Ürünlerin makroskopik değerlendirilmesinden en iyi flotasyon sonuçlarının pH 3'de 200 g/t Armac-T ile mika flotasyonunu takiben, 1500 g/t dozajında AERO 840 kullanılarak pH 3.5'ta elde edildiği gözlenmiştir. Bu testten elde edilen konsantrenin kimyasal analizi Çizelge-8'de verilmiştir.

Çizelge-8: Flotasyon Konsantrelerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

	Flotasyon Konsantresi	Sallantılı Masa + Flotasyon Konsantresi
SiO ₂	98.070	97.910
Al ₂ O ₃	0.860	0.995
Fe ₂ O ₃	0.044	0.045
MnO	0.002	0.002
TiO ₂	0.060	0.040
MgO	0.010	0.010
CaO	0.020	0.020
K ₂ O	0.160	0.210
Na ₂ O	0.040	0.020
PA	0.010	0.010
LOI	0.220	0.240

Sallantılı masa konsantresine ise pH 3'de 200 g/l Armac T kullanılarak mika flotasyonu uygulanmış ve bunu takiben de 1000 g/t dozajında oleat kullanılarak pH 6.5'da konsantrede kalmış olabilecek diğer renk verici minerallerin temizlenmesi amaçlanmıştır. Oleat flotasyonunda bir miktar sarı renkli mineralin yüzdüğü gözlenmiştir. Bu testten elde edilen ürünlerin ağırlıkça dağılımları Çizelge-9'da ve konsantrenin kimyasal analiz sonuçları ise Çizelge-8'de sunulmuştur.

Çizelge-9: Sallantılı Masa Konsantresi Flotasyon Denev Sonuçları

	Ağırlık (Rr)	% Ağırlık
1. Yüzen	15.03	2.80
2. Yüzen	4.40	0.82
Toplam Yüzen	19.43	3.62
Konsantre	518.31	96.38
Toplam	537.74	100.00

5. SONUÇ

Numuneden şlam fraksiyonunun ayrılmasından sonra kum fraksiyonuna uygulanan çeşitli zenginleştirme yöntemleri kısmen başarı sağlamışsa da birinci kalitede (züccaciye) cam kumu için istenilen özelliklere ulaşılamamıştır. Elde edilen konsantrelerin hepsinde Al₂O₃ oranı arzu edilenin biraz üzerindedir. Bunun nedeni cevherin bir miktar feldspat içermesidir. Al₂O₃ değerleri ile K₂O değerleri arasında paralellik olması da bunun göstergesidir. Ayrıca konsantrelerden hazırlanan ince kesitlerde de kısmen killeşmiş feldspat varlığına rastlanmıştır. Bu incelemelerde renk verici minerallerin kuvars içinde 4-40µm'luk kapanımlar halinde kaldığı görülmüştür. Serbest haldekilerin büyük ölçüde ayrıldığı anlaşılmaktadır. Bu durumda flotasyon koşullarının değiştirilmesi ile daha iyi bir sonuca ulaşılmasının mümkün olmayacağı sonucu çıkmaktadır. Bu mineralojik yapı ayrıca kuru manyetik ayırmanın flotasyonla karşılaştırıldığında neden daha başarılı olduğunu da açıklamaktadır. Muhtemelen demirli kapanımlar içeren taneler manyetik ayırma ile yakalanabilmededir. Fakat flotasyonda böyle bir sonucun elde edilmesi mümkün değildir. En düşük Fe₂O₃ içeriği %0.033 olmuştur. Bu değer 1. kalite kuvars kumu için uygun değildir. Bununla birlikte şlamı alındıktan sonra flotasyonla elde edilecek konsantre, sıcaımık hammaddesi ve züccaciye dışında camı imalinde kuvars kumu olarak kullanılabilir görünmektedir. Kuru manyetik ayırma ve flotasyonla eşdeğer kalitede konsantre üretilmesine karşın, flotasyonda ağırlıkça verimin daha yüksek olması tümüyle yaş pmsese dayanması ve demirin dışındaki kirlenicilere karşıda etkili bir yöntem olması nedeniyle, flotasyon daha lereitli edilebilir izlenimi vermektedir.

KAYNAKLAR

DPT, 1995, 7. Bc% Yıllık Kalkınma Planı. O/ci İlişjs Komisyonu Raporu, Seramik-Çelik-Cam Hammaddeden. CİL 7

Halben. P.W. 1992. Silica and Quartz. The Industrial Minerals Handbook, Industrial Minerals Division. Metal Bulletin PLC, London, UK. 148 p

Milk, U.N. 1991, Glass Raw Materials. Industrial Minerals and Rocks. Leland S.J. (Ed.), AIME, NY, pp 147

Mphv. I.D. and Henderson G.V. 1992 Silica and Silicon. Industrial Minerals and Rocks, Leland S.J. (Ed.) AIME, NY, pp 115