

## Çatalca Bölgesi Kuvarsitlerinin Zenginleştirilmesinde Yüksek Alan Şiddetli Yaş ve Kuru Manyetik Ayırıcı Performanslarının İncelenmesi

Mehmet Faruk ESKİBALCI<sup>1</sup>, Nihal UZUN<sup>2</sup>, Lale ŞAHKULUBEY<sup>3</sup>

<sup>1</sup> İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar-İSTANBUL

<sup>2,3</sup> Serbest Maden Mühendisi

e-posta: [eskibalci@gmail.com](mailto:eskibalci@gmail.com) , [eskibal@istanbul.edu.tr](mailto:eskibal@istanbul.edu.tr)

Geliş Tarihi:05.06.2013; Kabul Tarihi:23.07.2013

### Özet

Bu çalışmada, İstanbul-Çatalca-Akalan bölgesindeki özel bir şirketten temin edilen kuvarsit cevherinden cam endüstrisinde kullanılabilir bir ürün elde etmek için demir minerallerinin uzaklaştırılmasında yaş ve kuru yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcıların etkisi incelenmiştir. Numunenin kimyasal analizi numunenin %97,35 SiO<sub>2</sub>, %1,66 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,16 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,13 TiO<sub>2</sub>, %0,07 MgO içerdiğini göstermiştir. Ayrıca, numunenin mineralojik analizi numunenin çoğunlukla kuvars ve de az miktarda demir mineralleri (hematit, ilmenit, turmalin) içerdiğini ortaya koymuştur. Deneylere numune hazırlamak amacıyla yaklaşık 100 kg temsili kuvarsit cevheri İstanbul Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında kırılmış ve boyutu 0,5 mm altına öğütülmüştür. Daha sonra, numune ayırma verimini artırmak amacıyla da dar boyut aralıklarına (-0,5 mm +0,212 mm; -0,212 mm + 0,106 mm; -0,106 mm) sınıflandırılmıştır. En sonunda, her bir boyut için yaş ve kuru yüksek alan şiddetli manyetik ayırma testleri gerçekleştirilmiş, bu testlerden elde edilen sonuçlar da kuvarsit cevherinin zenginleştirilmesinde en iyi ayırma yöntemini bulmak için mukayese edilmiştir.

### Anahtar kelimeler

“Kuvarsit”  
“Manyetik Ayırma”  
“Cevher”  
Zenginleştirme”

## Investigation of Performances of Wet and Dry High-Intensity Magnetic Separators for concentration of Çatalca region quartzite

### Abstract

In this study, the effect of wet and dry high intensity magnetic separators on removal of iron minerals from quartzite ore obtained from a private company in the region of Akalan, Çatalca Istanbul was investigated in order to produce a product which can be used in glass industry. The chemical analysis of the sample showed that the sample is composed of 97,35% SiO<sub>2</sub>, 1,66% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,16% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,13% TiO<sub>2</sub>, 0,07% MgO. Additionally, the mineralogical analysis of the sample indicated that the sample contains mainly quartz and little iron minerals such as hematite, ilmenite, and tourmaline. In order to prepare the test sample for the experiments, an about 100 kg of representative quartzite ore was crushed and ground down to 0,5 mm at laboratories of Mining Engineering Department, Istanbul University. Then, the sample was classified into narrow size fractions (-0,5 mm + 0,212 mm; -0,212 mm + 0,106 mm; - 0,106 mm) to increase the separation efficiency. Finally, the wet and dry high intensity magnetic separation tests were performed for each size fractions and the results obtained from these tests were compared to find the best separation method for the beneficiation of quartzite ore.

### Key words

“Quartzite”  
“Magnetic Separation”  
“Mineral processing”

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1.Giriş

Kuvarsitin kimyasal bileşimi, kuvars, kumtaşı (kuvarslı gre) ve kuvars kumu gibi SiO<sub>2</sub> olup, az miktarda feldspat, mika, manyetit, hematit, granat ve rutil mineralleri ile kil veya kireçtaşı safsızlıkları bulunabilmektedir (Yapıcı ve Anıl, 2000). Ülkemizde SiO<sub>2</sub> içeriği %90'ın üzerinde olan kuvarsit rezervleri

toplamı (gör+muh) 2.460.735.184 ton seviyelerindedir (İMMİB, 2009).

Kuvarsit; kuvars, kuvars kumu, ve kuvarslı grenin kullanıldığı tüm alanlarda kullanılabilir. Kuvarsitler; cam, seramik, boya, detarjan, dolgu, hafif gazbeton yapı elemanları (Ytong), silika tuğla

ve ferrosilisyum üretiminde hammadde olarak, ayrıca ferrokromun ara ürünü olan silika ferrokrom üretiminde ve demir çelik sanayinde yüksek fırınlarda asit-baz dengesinin sağlanmasında tüketilmektedir (DPT, 2001).

Genel olarak, cam üretiminde kullanılacak kuvarsit deki  $\text{SiO}_2$  içeriğinin %99'dan az olmaması istenmektedir (DPT, 2001). Ancak önemli olan kriter, safsızlıkların miktarının kararlı olmasıdır. Bu durumda %96'ya kadar inebilen bir  $\text{SiO}_2$  miktarı da kabul edilebilmektedir. Cam sanayi için genellikle %0,02-0,1  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  arasında değişen ve kararlı bir bileşime sahip kumlar tercih edilmektedir (Yerlikaya ve ark. 1997).

Kuvars kumlarını zenginleştirmede kullanılan en ekonomik yöntemler arasında fiziksel zenginleştirme yöntemleri gelmektedir. Yıkama, eleme, sınıflandırma, mekanik aşındırma, flotasyon, manyetik ayırma, ve elektrostatik ayırma bunlar arasında sayılabilir (Yerlikaya ve ark. 1997).

Bu çalışmanın amacı; İstanbul-Çatalca-Akalan bölgesinde faaliyet gösteren özel bir işletmeye ait ocaklardan temin edilen kuvarsitlerin bünyesindeki demir oksit içeriğinin züccaciye üretiminde kullanılacak seviyelere indirilmesinde, yüksek alan şiddetli yaş ve kuru manyetik ayırma ile zenginleştirme yöntemlerinin performansını karşılaştırmaktır.

## 2. Materyal ve Metot

Deneylere esas olan numune İstanbul-Çatalca-Akalan bölgesinde faaliyet gösteren özel bir işletmeye ait kuvarsit ocağından temin edilmiştir. Numuneler karakterizasyon ve zenginleştirme amacıyla İ.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarına getirilerek burada bir dizi ön işleminden geçirilmiştir. Numune üzerinde yapılan tüm kimyasal ve mineralojik incelemeler İstanbul Üniversitesi bünyesinde faaliyet gösteren İleri Analizler Laboratuvarında yaptırılmıştır.

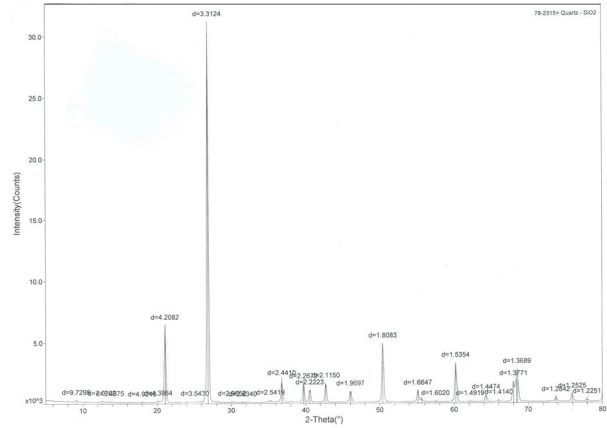
Çalışma kapsamında yapılan manyetik ayırma deneylerinden elde edilen sonuçlar birbiri ile mukayese edilerek yaş ve kuru sistemin başarısı irdelenmiştir.

### 2.1. Numunenin kimyasal analizi

Alınan temsili numune üzerinde yapılan kimyasal analiz neticesinde numunenin %97,35  $\text{SiO}_2$ , %1,66  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , %0,16  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , %0,13  $\text{TiO}_2$ , %0,07  $\text{MgO}$  içerdiği tespit edilmiştir. Kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  içeriğinin bazı cam uygulamaları için uygun fakat züccaciye üretimi için gerekli olan %0,05 değerinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

### 2.2. Numunenin mineralojik analizi

Ölçümler Rigaku D/Max-2200/PC model, 200 Vac 3q 20 A/50 Hz güç kapasitesine sahip bir XRD cihazında gerçekleştirilmiştir. Alınan temsili numune üzerinde yapılan mineralojik analizde ana mineralin kuvars olduğu eser miktarda da demir oksit içeren minerallerin (hematit, ilmenit, turmalin) bulunduğu belirlenmiştir. Numunenin XRD analiz sonucu Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Numunenin XRD analizi

### 2.3. Numune hazırlama işlemleri

Tesisten gelen cevher içerisinde 10-15 cm çapında iri parçalarında olması nedeniyle zenginleştirme işlemleri öncesinde bir dizi boyut küçültme işlemine tabi tutulmuştur. Şekil 2' de Tüvenan Kuvarsit Numunesinin fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 2. Deneylere esas olan tüvenan numune

Numune hazırlama işlem kademeleri sırasıyla aşağıda verilmiştir;

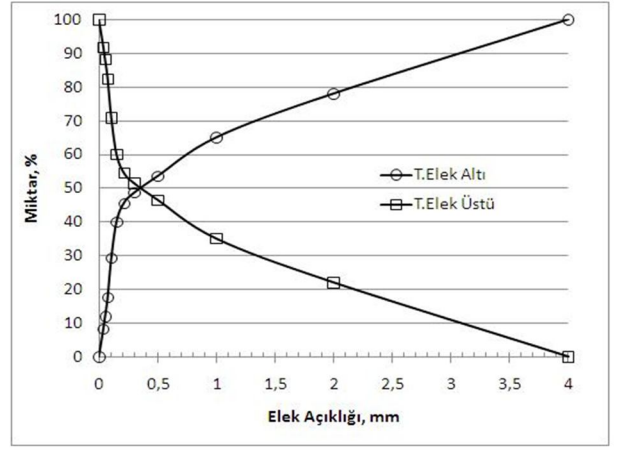
**El ile kırma:** Çeneli kırıcıya giremeyecek büyüklükteki numuneler çekiç yardımıyla elle kırılarak çeneli kırıcı ağız açıklığına göre boyut küçültülmesi sağlanmıştır.

**Çeneli kırıcı ile kademeli kırma:** Çeneli kırıcı ile kademeli kırma yapılarak numunenin tamamı 4 mm altına indirilmiştir.

**Homojenizasyon:** Tane boyutu 4 mm altına indirilen numune temiz bir alanda iyice harmanlanarak homojen hale gelmesi sağlanmıştır.

#### 2.4. Tane boyut dağılım analizleri

Çeneli kırıcı ile iri boyut küçültme ve sonrasında homojenizasyon işlemlerine tabi tutulan tüvenan numune, öğütme deneylerinden önce boyut dağılımının tespit edilmesi için yaş elek analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen veriler ile Şekil 3'deki kümülatif elek eğrileri çizilmiştir. Grafiği incelediğimizde numunenin ortalama tane boyutunun (d50) 0,35 mm ve d(80)'inin 2,19 mm olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Öğütme deneyleri öncesi numunenin kümülatif elek eğrileri

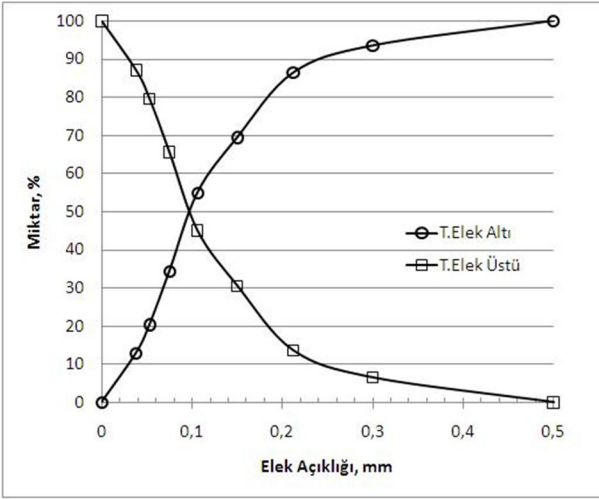
#### 2.5. Öğütme deneyleri

Numunenin cam üretiminde kullanılabilmesi için tane boyutunun; + 0,5mm malzeme miktarının max %0,1 ve -0,106 mm malzeme miktarının max %15 olması istenmektedir. Kırma işlemlerinden sonra elde edilen numunenin tane boyutunun nispeten iri ve zenginleştirme işlemleri için uygun olmaması nedeniyle bir dizi öğütme deneyi planlanmıştır. Öğütme deneyleri 20cm çapında 30cm boyunda paslanmaz çelikten imal edilmiş laboratuvar tipi çubuklu değirmen haznesinde kuru olarak gerçekleştirilmiştir.

İstenilen tane boyutu şartlarını sağlayacak optimum öğütme süresinin tespiti için 3 farklı (5 dk, 8dk ve 10dk) süre test edilmiş, her bir öğütme sonrası elek analizleri yapılarak tane boyut dağılımları belirlenmiştir. Bu deneyler sonucunda istenilen tane boyutu değerleri açısından en uygun öğütme süresinin 8 dakika olduğuna karar verilmiştir. 8 dk'lık öğütme deney sonuçları yardımıyla çizilen Kümülatif Elek Eğrileri Şekil 4'de verilmiştir.

#### 2.6. Boyuta göre sınıflandırma

Zenginleştirme deneyleri sırasında ayırma verimini arttırmak için tamamı 0,5 mm altına indirilen numune birbirine yakın 3 farklı boyut gurubuna ayrılmıştır. Bunlar (-0,5 mm +0,212 mm); (-0,212 mm + 0,106 mm) ve (-0,106 mm) dir. Her bir boyut grubu üzerinde yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre demir içerikleri sırasıyla; %0,199 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,169 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,181 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4. 8 dk öğütme sonrası numunenin kümülatif elek eğrileri

## 2.7. Zenginleştirme deneyleri

Zenginleştirme deneyleri kapsamında laboratuvar tipi yüksek alan şiddetli tek diskli kuru manyetik ayırıcı ve yüksek alan şiddetli tel matriksli yaş manyetik ayırıcı kullanılmıştır. Zenginleştirme deneylerinde kullanılan manyetik ayırıcıların resimleri Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 5. Zenginleştirme deneylerinde kullanılan cihazların resmi

## 2.8. Kuru manyetik ayırma deneyleri

Kuru manyetik ayırma deneylerinde laboratuvar tipi yüksek alan şiddetli tek diskli kuru manyetik ayırıcı kullanılmıştır. Bu manyetik ayırıcının en önemli özelliği diskin arkaya doğru eğimli olmasıdır. Bu özellik diskin altında farklı büyüklükte manyetik alanlar oluşturduğundan dolayı numune içerisindeki farklı manyetik duyarlılığa sahip minerallerin ayrı ayrı alınabilmesini sağlamaktadır.

Numune içerisindeki safsızlıkların manyetik duyarlılıkları literatürden taranmış ve turmalinin

çok zayıf manyetik, hematitin zayıf manyetik ve ilmenitin orta derece manyetik duyarlılığa sahip olduğu tespit edilmiştir (Önal, 1979). Bu bilgilere dayanılarak deneylerde kullanılacak olan manyetik alan şiddetleri belirlenmiştir. Deneylerde kullanılan parametreler aşağıda verilmiştir:

**Sabit Parametreler:** Disk yüksekliği:1 mm, Bant Hızı:5 cm/sn, Besleme Miktarı:100 gr (1,2 kg/s).

**Değişken parametreler:** Manyetik Alan şiddetleri: 10.000 Gauss (1 amper), 12.000 Gauss (2 amper), 14.000 Gauss (3 amper), 16.000Gauss (4 amper), Numune Tane Boyutu: “-0,5 mm + 0,212 mm”, “-0,212 mm +0,106 mm”. Kuru manyetik ayırma deneylerinde sadece 2 boyut gurubu kullanılmıştır. Bunun sebebi -0,106 mm tane boyutundaki minerallerin birbirinden bağımsız olarak hareket etme kabiliyetlerinin azalması, salkımlaşma olayının olması ve ayırma verimini olumsuz etkilemesidir.

## 2.9.Yaş manyetik ayırma deneyleri

Yaş manyetik ayırma deneyleri için; Laboratuvar tipi, Tel Matriksli, Yüksek Alan Şiddetli Yaş Manyetik Ayırıcı kullanılmıştır. Yaş manyetik ayırıcıların kuru manyetik ayırıcılara göre en önemli avantajı; beslemenin pülp halinde yapılması nedeniyle suyun ayrıştırıcı özelliği yardımı ile çok daha ince tane boyutlarında başarılı olmasıdır. Bu yüzden yaş manyetik ayırma deneylerinde -0,106 mm tane boyut aralığındaki numuneler de kullanılmıştır. Deney parametreleri aşağıda verilmiştir:

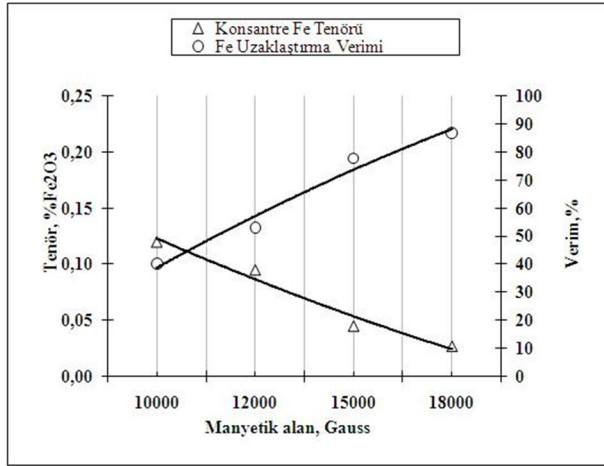
**Sabit Parametreler:** Pülpte Katı Oranı (%10), Besleme Miktarı:100 gr(3 kg/s), Besleme hızı.

**Değişken Parametreler:** Manyetik Alan Şiddeti; 10200 Gauss (5 amper), 15200 Gauss (10 amper), 17200 Gauss (15 amper), 18400 Gauss (20 amper), 19000 Gauss (25 amper), Numune Tane Boyutu; “-0,5 mm + 0,212 mm”, “-0,212 mm +0,106 mm” ve “-0,106 mm”.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Kuru manyetik ayırma deneyleri

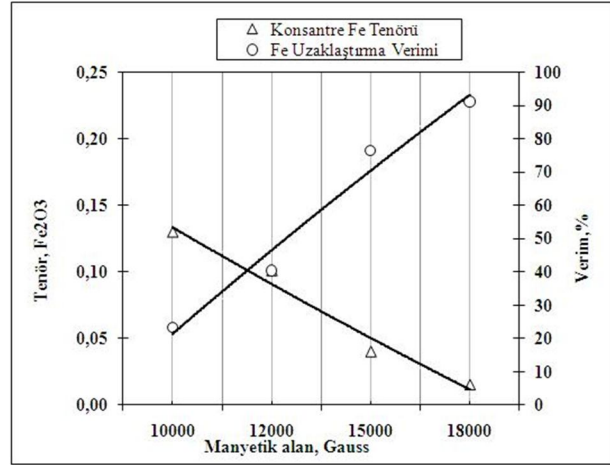
-0,5 mm + 0,212 mm tane boyutunda gerçekleştirilen kuru manyetik ayırma deneyleri: Bu tane boyut grubunda 4 adet deney yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. -0,5 mm +0,212 mm Tane Boyutundaki Kuru Manyetik Ayırma Deney Sonuçları

Şekil 6'daki grafiği incelediğimizde, manyetik alan şiddetinin artışına bağlı olarak konsantrenin % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörünün azaldığı buna bağlı olarak artıktaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uzaklaştırma veriminin ise arttığı görülmektedir. Bu tane boyut grubunda yapılan deney sonuçlarını incelediğimizde; uygulanan 14000 Gauss'luk manyetik alan şiddetinden itibaren demir içeriğinin zücaciye camı üretimi için istenilen seviyelere düştüğü (%0,045 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %77,77 uzaklaştırma verimi ile), manyetik alan şiddeti arttıkça (16 000 Gauss düzeylerinde) bu değer 0,027 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> seviyelerine kadar indiği gözlenmektedir.

-0,212 mm + 0,106 mm tane boyutunda gerçekleştirilen kuru manyetik ayırma deneyleri: Bu tane boyut grubunda 4 adet deney yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. -0,212 mm +0,106 mm Tane Boyutundaki Kuru Manyetik Ayırma Deney Sonuçları

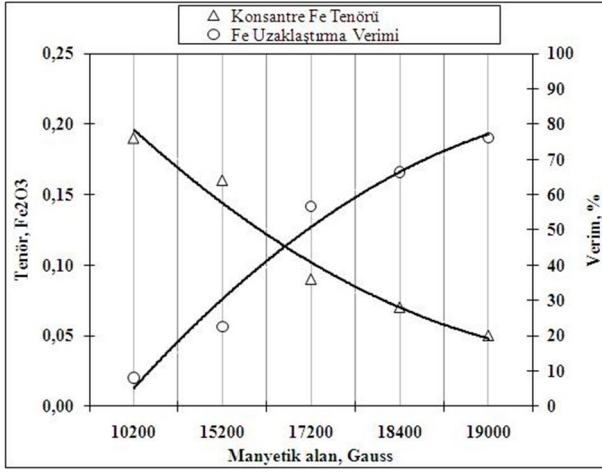
Şekil 7'deki grafiği incelediğimizde burada da manyetik alan şiddetinin artışına bağlı olarak konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörünün azaldığı buna bağlı olarak artıktaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uzaklaştırma veriminin ise arttığı görülmektedir.

Deney sonuçlarını incelediğimizde; bu tane boyut grubunda da uygulanan 14000 Gauss'luk manyetik alan şiddetinden itibaren demir içeriğinin zücaciye camı üretimi için istenilen seviyelere düştüğü (%0,040 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %76,43 uzaklaştırma verimi ile), manyetik alan şiddeti arttıkça (16 000 Gauss düzeylerinde) bu değer 0,015 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> seviyelerine %91,17 demir uzaklaştırma verimi ile indiği gözlenmektedir.

#### 3.2. Yaş manyetik ayırma deneyleri

-0,5 mm + 0,212 mm tane boyutunda gerçekleştirilen yaş manyetik ayırma deneyleri: Bu tane boyut grubunda 5 adet deney yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 8'de verilmiştir.

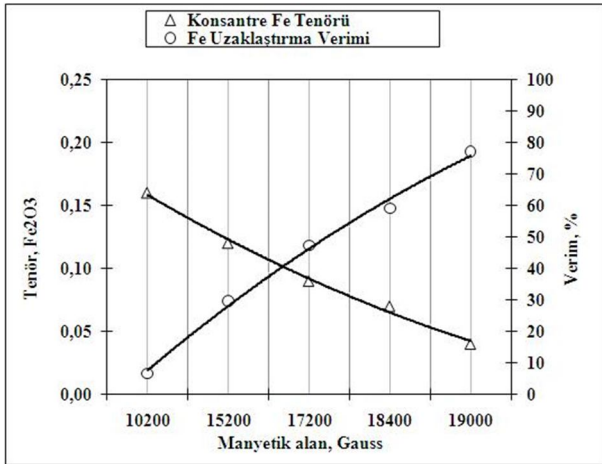
Şekil 8'deki grafiği incelediğimizde burada manyetik alan şiddetinin artışına bağlı olarak konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörünün azaldığı buna bağlı olarak artıktaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uzaklaştırma veriminin ise arttığı görülmektedir.



Şekil 8. -0,5 mm +0,212 mm Tane Boyutundaki Yaş Manyetik Ayırma Deney Sonuçları

Deney sonuçlarını incelediğimizde; bu tane boyut grubunda uygulanan 19000 Gauss'luk manyetik alan şiddetinde %76,18 demir uzaklaştırma verimi ile %0,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü bir konsantre elde edilmiştir. Bu değer de züccaciye camı üretimi için gerekli olan limite eşdeğerdir.

-0,212m + 0,106 mm tane boyutunda gerçekleştirilen yaş manyetik ayırma deneyleri: Bu tane boyut grubunda 5 adet deney yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 9'da verilmiştir.

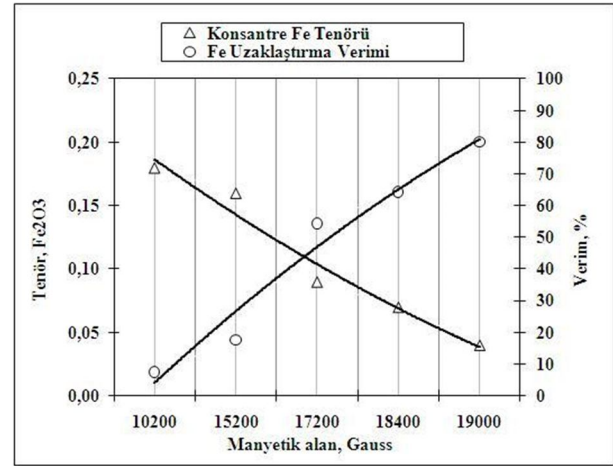


Şekil 9. -0,212 mm +0,106 mm Tane Boyutundaki Yaş Manyetik Ayırma Deney Sonuçları

Şekil 9'daki grafiği incelediğimizde burada da manyetik alan şiddetinin artışına bağlı olarak konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörünün azaldığı buna bağlı olarak artıktaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uzaklaştırma veriminin ise arttığı görülmektedir.

Deney sonuçlarını incelediğimizde; bu tane boyut grubunda uygulanan 19000 Gauss'luk manyetik alan şiddetinde %77,02 artık uzaklaştırma verimi ile %0,04 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü bir konsantre elde edilmiştir. Bu değer züccaciye camı üretimi için gerekli olan limitin (%0,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) altındadır.

-0,106 mm tane boyutunda gerçekleştirilen yaş manyetik ayırma deneyleri: Bu tane boyut grubunda yine 5 adet deney yapılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. -0,106 mm Tane Boyutundaki Yaş Manyetik Ayırma Deney Sonuçları

Şekil 10'daki grafiği incelediğimizde burada da manyetik alan şiddetinin artışına bağlı olarak konsantrenin Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörünün azaldığı buna bağlı olarak artıktaki Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> uzaklaştırma veriminin ise arttığı görülmektedir.

Deney sonuçlarını incelediğimizde; bu tane boyut grubunda uygulanan 19000 Gauss'luk manyetik alan şiddetinde %80,02 artık uzaklaştırma verimi ile %0,04 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü bir konsantre elde edilmiştir. Bu değer de züccaciye camı üretimi için gerekli olan limitin (%0,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) altında olduğu görülmüştür.

Yaş ve kuru manyetik ayırma deneylerinden elde edilen tüm sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde literatürle uyumlu olduğu kuvarsitin demir tenöründeki düşüğe karşılık demir uzaklaştırma veriminin arttığı görülmüştür.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında İstanbul Çatalca-Akalan mevkiinden temin edilen kuvarsit numunesinin yüksek alan şiddetli kuru ve yaş manyetik ayırıcılar kullanılarak züccaciye camı üretiminde istenen standartlara getirilebilirliği araştırılmıştır.

Tüvenan numuneden alınan temsili örnek üzerinde yapılan kimyasal analiz neticesinde; SiO<sub>2</sub> %97,35, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %1,66, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> %0,16, TiO<sub>2</sub> %0,13, MgO %0,07 ve Kızdırma kaybının %0,50 olduğu tespit edilmiştir.

Temsili numune üzerinde yapılan mineralojik incelemede, ana mineralin kuvars olduğu, eser miktarda hematit, ilmenit ve turmalin gibi demir oksitlerin bulunduğu tespit edilmiştir.

Ocaktan gelen tüvenan malzeme bir dizi boyut küçültme işlemlerine tabi tutulmuştur. Boyut küçültme işlemlerinde sırasıyla elle kırma, çeneli kırıcı ile kademeli kırma ve çubuklu değirmen kullanılmıştır.

Optimum öğütme süresinin tespiti için 5- 8 ve 10 dakikalık öğütme testleri yapılmış ve bu sürenin 8 dakika olduğu tespit edilmiştir.

Öğütme sonrası malzemenin komple elek analizi yapılmış ve zenginleştirme deneylerinde kullanılmak üzere 3 farklı boyut grubuna ayrılmıştır. Bunlar sırası ile -0,5 mm + 0,212 mm; -0,212 mm +0,106 mm ve -0,106 mm dir. Kuru manyetik ayırma deneylerinde -0,106 mm tane boyutundaki malzemenin ayırma veriminin çok düşük olacağı bilindiği için bu boyut grubu kullanılmamıştır. Deneylerde kullanılacak her bir boyut grubunun yapılan kimyasal analiz sonuçlarına göre demir içerikleri sırasıyla; %0,199 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %0,169 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve %0,181 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dir.

-0,5 mm +0,212 mm tane boyut grubunda yapılan kuru manyetik ayırma deneylerinde en iyi sonucun %77,77 artık uzaklaştırma verimi ve %0,045 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konsantre tenörü ile 14000 Gaussda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

-0,212 mm +0,106 mm tane boyut grubunda yapılan kuru manyetik ayırma deneylerinde ise en iyi sonucun %76,43 artık uzaklaştırma verimi ve %0,040 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konsantre tenörü ile yine 14000 Gaussda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

-0,5 mm +0,212 mm tane boyut grubunda yapılan yaş manyetik ayırma deneylerinde en iyi sonucun %76,18 artık uzaklaştırma verimi ve %0,05 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konsantre tenörü ile 19000 Gaussda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

-0,212 mm +0,106 mm tane boyut grubunda yapılan yaş manyetik ayırma deneylerinde de en iyi sonucun %77,02 artık uzaklaştırma verimi ve %0,04 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konsantre tenörü ile 19000 Gaussda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

-0,106 mm tane boyut grubunda yapılan yaş manyetik ayırma deneylerinde yine en iyi sonucun %80,02 artık uzaklaştırma verimi ve %0,04 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> konsantre tenörü ile 19000 Gaussda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Yaş ve kuru manyetik ayırma deneylerinden elde edilen sonuçlar genel olarak incelendiğinde; kuru manyetik ayırma deneylerinde yaklaşık 14000 Gauss'luk bir manyetik alan şiddeti ile istenilen Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yüzdesi elde edilirken bu değer yaş manyetik ayırma deneylerinde 19000 Gaussda gerçekleştiği gözlenmiştir.

Deney sonuçları göz önünde bulundurularak kuru manyetik ayırmanın yaş manyetik ayırmaya göre avantajlarının; daha düşük manyetik alan şiddetinde (14000 Gauss) istenilen sonuca ulaşılabilmesi, bir sonraki proses için kurutma maliyetinin olmaması ve bu nedenlerle maliyetleri aşağı çekerek daha ekonomik bir zenginleştirmenin gerçekleşmesi iken dezavantajının ise -0,106 mm tane boyutunda verimli bir ayırmanın gerçekleştirilememesidir. Yaş manyetik ayırmanın en belirgin avantajı çok ince tane boyutlarında da verimli bir ayırmanın gerçekleşmiş olmasıdır.

## **Kaynaklar**

- Yapıcı, N., Anıl, M., 2007. Düzağaç Kuvarsit Yatağının (Kozan-Adana) Cam Sanayinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Ç.Ü. Müh. Mim.Fak. Dergisi*, Sayı 2, Cilt 22,Adana.
- Yerlikaya, S. Ersayın, I. Bayraktar, 1997, İstanbul-Şile Bölgesi Kumlarından Cam Kumu Eldesinin Araştırılması, Türkiye 15. Madencilik Kongresi - The 15th Mining Congress Of Turkey
- Önal, 1979, Cevher Hazırlamada Zenginleştirme Yöntemleri, İTÜ yayını
- DPT, 2001, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı
- İMMİB, 2009, İstanbul Metal ve Maden İhracatçıları Birliği Mal Grubu Ülke Raporu