

GEDİKLER (EŞME, UŞAK) BENTONİTİNDEN DEMİRİN UZAKLAŞTIRILMASI

Removal of Iron From Gedikler (Eşme, Uşak) Bentonite Deposit

Hatice YILMAZ^(*)
Uğur KÖKTÜRK^(**)
Gül AKAR^(***)

ÖZET

Araştırmaya konu olan bentonit örneği Gedikler (Eşme, Uşak) mevkiinden alınmıştır. Malzeme, ana kaynağı jarosit olan yaklaşık %3 civarında Fe_2O_3 içermektedir. Jarosit mineralini manyetik ve gravimetrik separatörler kullanarak malzemeden uzaklaştırmak amacıyla öncelikle tane boyutuna göre sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, farklı tane boyutlarına ayrılan malzeme yüksek alan şiddetli kuru ve yaş manyetik separatör, Wilfley sallantılı masa ve multi gravite separator (MGS) kullanılarak zenginleştirme işlemlerine tabi tutulmuştur. Test sonuçları Fe_2O_3 ve Al_2O_3 içerikleri baz alınarak değerlendirilmiştir. Zenginleştirme işlemleri sonrasında ağartma toprağı olarak kullanılabilir kalitede yaklaşık %2 Fe_2O_3 tenörlü bir malzeme elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Bentonit, demir uzaklaştırma, manyetik zenginleştirme, Wilfley sallantılı masa, MGS

ABSTRACT

Bentonite used in this study was taken from Gedikler village in Eşme (Uşak) area. Material contains approximately 3% Fe_2O_3 originating from jarosite mineral. The main sample was classified into different size fractions prior to separation of jarosite using magnetic and gravity separators. For this purpose, high intensity dry and wet magnetic separators, Wilfley shaking table and Mozley multi-gravity separator (MGS) were used in the beneficiation studies. Test results were evaluated based on Fe_2O_3 and Al_2O_3 contents. After beneficiation, a product assaying 2% Fe_2O_3 was obtained for bleaching earth. .

Keywords: Bentonite, iron removal, magnetic separations, Wilfley shaking table, MGS

^(*) Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İZMİR, hatice.yilmaz@deu.edu.tr

^(**) Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İZMİR,

^(***) Araş. Gör. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, 35160 Buca, İZMİR,

1. GİRİŞ

Genellikle mağmatik bir malzemenin alterasyonu sonucu oluşan bentonit, montmorillonit, baydelit, hektorit ve saponit gibi smektit grubu kil minerallerinin yanı sıra bol miktarda kaolinit, illit, kuvars, opal-CT, kristobalit, feldspat, demirli bileşikler (pirit, götit, hematit, jarosit vb) ve karbonatlar içeren bir karışımdır (Grim and Güven, 1978). İnşaat, sondaj, gıda, kimya, eczacılık, kozmetik gibi pek çok alanda kullanılan bentonit içerisindeki bu safsızlıklar, kullanım alanını büyük ölçüde sınırlar ve ticari değerini düşürür. Özellikle abrasif özelliğinden dolayı kuvars, feldspat, opal-CT (Christidis and Scott, 1997), kanserojen özelliğinden dolayı kristobalit (Miles, 1999; Önal ve diğ, 2007; Hillier ve Lumsdon, 2008) ve renk verici özelliğinden dolayı demirli ve titanyumlu bileşikler bentonit içerisinde istenmeyen safsızlıklardır. Kullanım yerleri açısından istenmeyen bu safsızlıkların uzaklaştırılması ve belli değerlerin altına düşürülmesi son derece önemlidir. Örneğin renkli seramik yapımında kullanılacak bentonit içerisindeki yüksek demir konsantrasyonu sorun yaratmazken ince seramik endüstrisinde kullanılacak bentonitlerde beyaz pişme rengi için demir açısından yüksek saflık gerekmektedir. Yine katalizör olarak kullanılacak bentonitlerin de son derece düşük demir içeriğine sahip olması istenir (Grim and Güven, 1978). Diğer taraftan beyaz plastik yapımında kullanılacak bentonitlerde %0.5'e kadar olan demir içeriği kabul edilebilir sınırlar içerisinde (http://digitalfire.com/4sight/material/bentonite_106.html). Ağartma amacıyla kullanılacak bentonitlerde ise kabul edilebilir demir içeriği %1-3 aralığında değişmektedir (Didi ve diğerleri, 2009). Ancak bu değer mümkün olduğunca düşük olması tercih sebebidir.

Bu çalışmada Gedikler bentonit cevherinin kullanım alanını belirlemek amacıyla demirin uzaklaştırılmasına yönelik olarak kuru manyetik ayırıcı, yaş manyetik ayırıcı, sallantılı masa ve MGS testleri yapılmıştır. Uygulanan zenginleştirme işlemlerinin başarısı Al_2O_3 ve Fe_2O_3 bazında değerlendirilmiştir. Burada Al_2O_3 kil minerallerini (smektit ve kaolinit) Fe_2O_3 ise demirli mineral olan jarositi temsil etmektedir.

2. MATERYAL VE METOTLAR

2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan malzeme; Gedikler köyü (Uşak-Eşme) mevkiinden numune alma yöntemlerine uygun olarak alınmıştır. Alınan bentonit örneklerinin mineralojik bileşimleri Jeol JSDX-100S4 marka XRD cihazı ile CuK_{α} X ışın kaynağı ve Ni filtre kullanılarak belirlenmiştir. Bentonit örneklerinde ana mineralin smektit, ikincil minerallerin kaolinit ve opal-CT/kristobalit tamamlayıcı minerallerin ise jarosit, K-feldspat ve kuvars olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1a) (Yılmaz 2005). Farklı lokasyonlardan alınan örneklerin mineralojik bileşimleri benzer olduğundan deneysel çalışmalar temsili bir numune hazırlanarak yapılmıştır.

2.1.1. Örnek Hazırlama

Zenginleştirme testlerinde kullanılan malzeme, örneklerin alındığı yerler ve yataktaki bollukları dikkate alınarak harmanlanmıştır (Yılmaz, 2005). Hazırlanan malzeme 60 kg'lık temsili bir karışım olup orijinal karışım (OK) olarak adlandırılmıştır. OK, homojenleştirme ve gençleştirme işlemleri ardından çeneli kırıcı ile 5 mm altına kırılmıştır. Elde edilen malzemenin kimyasal analizi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Orijinal karışımın kimyasal analizi

Bileşen (Element oksit)	İçerik (%)
SiO_2	60,24
Al_2O_3	19,44
Fe_2O_3	2,97
CaO	0,09
MgO	0,28
Na_2O	0,06
K_2O	2,68
TiO_2	0,42
K. K.	13,78

2.2. Zenginleştirme İşlemleri

Hazırlanan OK, su ortamında yapılacak zenginleştirme işlemleri öncesinde killerin şişme özelliğinden yararlanarak yeterli dağıtma elde edebilmek amacıyla yüksek katı konsantrasyonunda (%50) bir gece su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra kil mineralleri ile

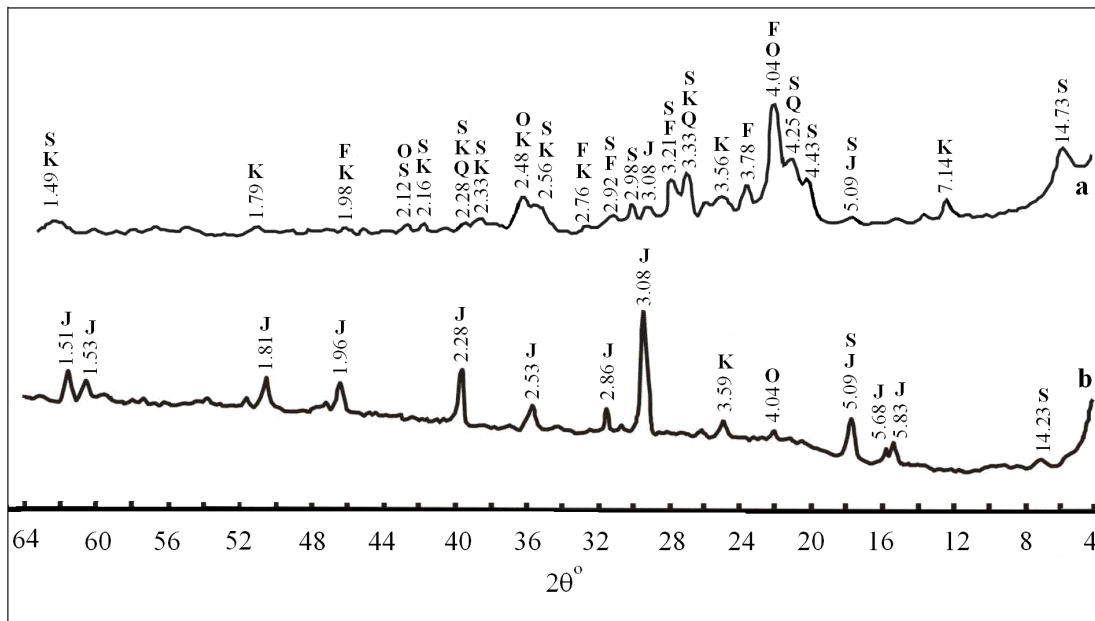
gang minerallerinin birbirinden ayrılması için mekanik karıştırıcı ile 300 D/d hızda 30 dakika karıştırılmıştır. Dağıtılan malzeme yaş elenerek Çizelge 2’de görülen tane boyutlarına ayrılmıştır. Demirli minerali uzaklaştırmak amacıyla her tane sınıfına malzemelerin tane boyutları ve miktarları dikkate alınarak kuru manyetik, yaş manyetik, sallantılı masa ve MGS testleri uygulanmıştır. Kuru manyetik zenginleştirme testleri yüksek alan şiddetli, bantlı manyetik ayırıcı ile yaş manyetik zenginleştirme testleri Jones tipi yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcı ile sallantılı masa testleri Wilfley laboratuar tipi (1270x480mm) sallantılı masa ile ve MGS testleri ise Mozley laboratuar tipi C 900 model MGS cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu testlerden elde edilen ürünlerin kimyasal analizleri yapılarak Al_2O_3 ve Fe_2O_3 tenörleri, XRD analizleri yapılarak mineralojik bileşimleri belirlenmiştir

3. ZENGİNLEŞTİRME TESTLERİ VE SONUÇLARI

3.1. Kuru Manyetik Zenginleştirme Testleri

Çizelge 2’de görülen +1,7 mm, (1,7-1,0) mm, (1,0-0,850) mm, (0,850-0,425) mm, (0,425-0,212) mm, (0,212-0,106) mm ve (0,106-0,053) mm tane sınıfları yüksek alan şiddetli



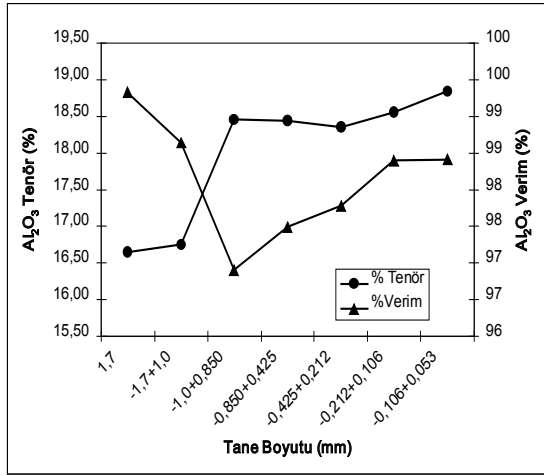
Şekil 1. Gedikler bentonitinin a) ham b) kuru manyetik zenginleştirme sonrası elde edilen manyetik ürünün XRD deseni. S: simektit, K: kaolinit, F: K-feldspat, Q: kuvars, O: opal-CT, J: jarosit

Tane sınıfı (mm)	% Ağırlık	Uygulanan Zenginleştirme Yöntemleri
+ 1,7	15,45	Kuru manyetik
-1,7 + 1,0	7,14	Kuru manyetik
-1,0 + 0,850	4,77	Kuru manyetik, yaş manyetik
-0,850 + 0,425	12,07	Kuru manyetik, yaş manyetik, sallantılı masa
-0,425 + 0,212	5,42	Kuru manyetik, yaş manyetik, sallantılı masa
-0,212 + 0,106	7,73	Kuru manyetik, yaş manyetik, sallantılı masa
-0,106 + 0,053	4,85	Kuru manyetik, yaş manyetik, MGS
-0,053	42,57	Yaş manyetik, MGS

Çizelge 2. Zenginleştirme yapılan tane sınıfları ve bunlara uygulanan zenginleştirme yöntemleri

(18000 Gauss) bantlı kuru manyetik ayırıcıya beslenmiştir. Her tane sınıfı için tambur hızı, besleme hızı ve bıçak ayarları değiştirilerek optimum ayırma koşulları belirlenmiş ve ardından malzemenin tamamı belirlenen bu koşullarda kuru manyetik ayırıcıdan geçirilmiştir. Ayırma sonrası malzeme manyetik olmayan ürün (konsantre) ve manyetik ürün (artık) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Elde edilen ürünlerin kimyasal analizleri artıkların konsantrelere göre oldukça yüksek oranda Fe_2O_3 , K_2O ve SO_4 içerdiğini; ayrıca kızdırma kayıplarının da çok yüksek olduğunu göstermiştir (Yılmaz, 2005; Yılmaz ve Köktürk, 2010). Örneklerin XRD sonuçları kimyasal analiz sonuçları ile uyumlu olarak tüm tane sınıflarında manyetik ürünlerin büyük oranda jarositten $[KFe_3(SO_4)_2(OH)_6]$ oluştuğunu ortaya koymuştur (Şekil 1 b).

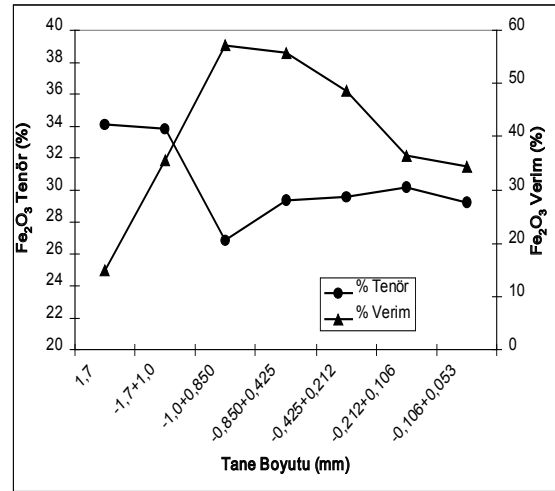
Kuru manyetik ayırıcıdan geçirilen tüm tane sınıflarının konsantreleri için Al_2O_3 ve artıkları için Fe_2O_3 değerleri baz alınarak tenör ve tane sınıfı verim grafikleri hazırlanmıştır.



Şekil 2. Kuru manyetik zenginleştirme konsantrelerinin Al_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri

Şekil 2'de görüldüğü gibi (+1,7) mm ve (1,7-1,0) mm tane sınıflarında Al_2O_3 tenörleri düşük iken verimleri oldukça yüksektir. (1,0-0,850) mm ve (0,106-0,053) mm tane sınıflarında ise hem tenörler hem de verimler yüksektir. Özellikle iri tane sınıflarında verimler %99 a ulaşmaktadır. Diğer taraftan (+1,7) mm tane sınıfında Fe_2O_3 tenörü hem konsantrede hem de artıka diğer tane sınıflarına göre oldukça yüksektir. Bu durum demirli mineralin iri tane boyutlarında

yeterince serbestleşmediğini göstermektedir. Nitekim (+1,7) mm tane sınıfının %34 Fe_2O_3 tenörlü artığı %15 verimle elde edilmiştir. Diğer tüm tane sınıflarının artıklarında da Fe_2O_3 tenörleri oldukça yüksektir. Fakat Fe_2O_3 'in artığa geçme verimi (1,7-1,0) mm, (0,212-0,106) mm ve (0,106-0,053) mm tane sınıflarında %35, (1,0-0,850) mm (0,850-0,425) mm ve (0,425-0,212) mm tane sınıflarında ise %50-60'a ulaşmaktadır (Şekil 3). 1,7 ve (1,7-1,0) mm tane sınıfında Fe_2O_3 'in artığa geçme veriminin düşük olması serbestleşmenin yeterli olmaması ile açıklanabilirken (0,212-0,106) mm ve (0,106-0,053) mm tane sınıflarında ayırma işleminin iyi yapılamadığı şeklinde yorumlanabilir. Çünkü çok küçük tane boyutlarında taneler arası kuvvetler ile sürtünme kuvvetlerinin bileşkesi tanelere etki eden manyetik kuvvetlerden daha baskındır.



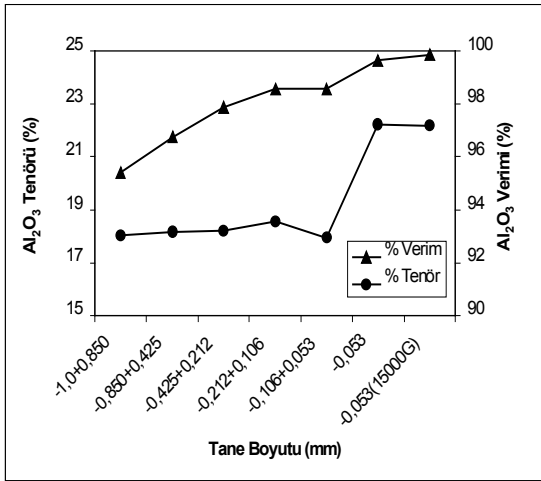
Şekil 3. Kuru manyetik zenginleştirme artıklarının Fe_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri

3.2. Yaş Manyetik Zenginleştirme Testleri

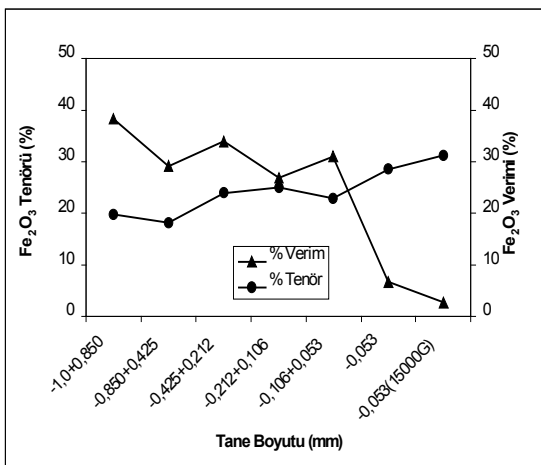
(1,0-0,850) mm, (0,850-0,425) mm, (0,425-0,212) mm, (0,212-0,106) mm, (0,106-0,053) mm ve -0,053 mm tane sınıfları 18000 G'luk yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırıcıya beslenmiştir. Optimum manyetik alan şiddetini belirlemek amacıyla -0,053 mm tane sınıfına 15000 G'da ayırma işlemi uygulanmıştır. Her tane sınıfı için manyetik (artık) ve manyetik olmayan (konsantre) ürünler alınmıştır. Ürünlerin kimyasal analiz sonuçları artıkların konsantrelere göre daha yüksek Fe_2O_3 içerdiğini göstermiştir. Yaş manyetik ayırıcıdan geçirilen tüm tane sınıflarının konsantreleri için Al_2O_3 ve artıkları

için Fe_2O_3 değerleri baz alınarak hazırlanan tenör ve tane sınıfı verim grafikleri sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de görülmektedir.

Yaş manyetik zenginleştirme işleminin uygulandığı -0,053 mm tane sınıfı hariç diğer tüm tane sınıflarında elde edilen konsantrelerin Al_2O_3 tenörleri %18 civarında iken (Şekil 4), artıkların Fe_2O_3 tenörleri %18-25 arasındadır (Şekil 5). -0,053 mm tane sınıfı için hem 15000G hem de 18000G'luk alan şiddetinde oldukça yüksek Al_2O_3 tenör ve verim değerlerine ulaşılmıştır (Şekil 4). Fakat 18000G'luk alan şiddeti uygulanması durumunda artıktaki Fe_2O_3 tenörü bir miktar düşük olmasına rağmen verim daha yüksektir (Şekil 5)



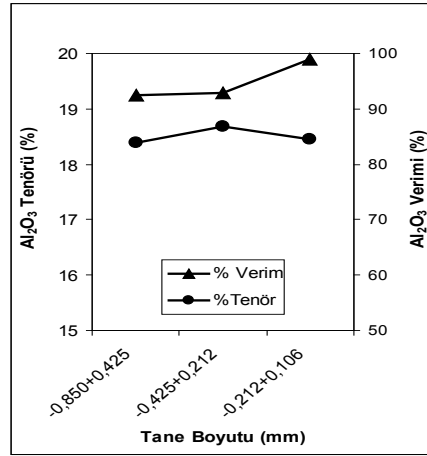
Şekil 4. Yaş manyetik zenginleştirme konsantrelerinin Al_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri



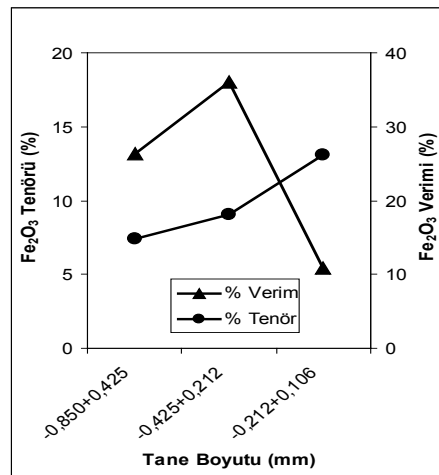
Şekil 5. Yaş manyetik zenginleştirme artıklarının Fe_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri

3.3. Sallantılı Masa Zenginleştirme Testleri

Sallantılı masa testleri (0,850-0,425) mm, (0,425-0,212) mm, (0,212-0,106) mm tane sınıflarına uygulanmıştır. Testlerde, su debisi 10 lt/dak, genlik 10 mm ve masa eğimi 2° olarak seçilmiştir. Zenginleştirme işlemi sonucunda elde edilen her tane sınıfının düşük yoğunluklu mineralleri (konsantre) için Al_2O_3 ve yüksek yoğunluklu mineralleri (artık) için Fe_2O_3 değerleri baz alınarak hazırlanan tenör ve tane sınıfı verim grafikleri sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 6. Sallantılı masa konsantrelerinin Al_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri



Şekil 7. Sallantılı masa artıklarının Fe_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri

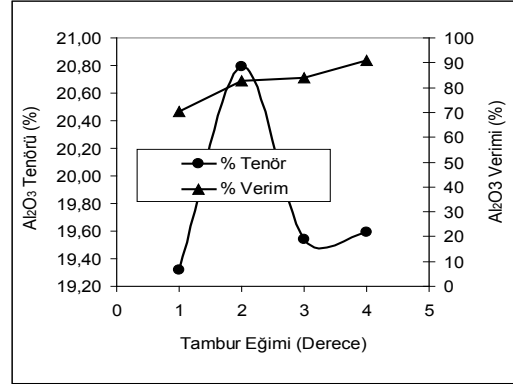
Sallantılı masa konsantrelerinde Al_2O_3 tenörleri %18 civarında, tane sınıfı verimleri %92-98 arasındadır (Şekil 6). Artıkların Fe_2O_3 tenörleri %7-13 arasında, verimleri ise %11-36 arasındadır (Şekil 7). (0,212-0,106) mm tane sınıfının artığında Fe_2O_3 tenörü yüksek olmasına rağmen verimin çok düşük olması, sallantılı masanın bu tane boyutu için başarısız olduğunu göstermektedir. Bu durum muhtemelen sallantılı masa ile zenginleştirme boyutunun alt sınırına yakın olmasından kaynaklanmaktadır.

3.4. Multi Gravite Seperatörü (MGS) Zenginleştirme Testleri

MGS testleri (0,106-0,053) mm ve -0,053 mm tane sınıflarına uygulanmıştır. Bu testlerde besleme hızı sabit olmak koşuluyla; tambur eğimi, tambur devri ve yıkama suyu miktarları değiştirilerek testler yapılmıştır. (0,106-0,053) mm tane sınıfında pülp yoğunluğu % 20, tambur hızı 220 D/d ve yıkama suyu 5 l/d'da sabit tutularak, tambur eğimi 1°, 2°, 3° ve 4° olarak değiştirilmiştir. Optimum tambur eğimi belirlendikten sonra 240, 260 ve 280 D/d'lık tambur devirlerinde de MGS testleri yapılarak optimum tambur devri belirlenmiştir. Benzer testler -0,053 mm tane sınıfına da pülp yoğunluğu % 25, tambur hızı 240 D/d seçilerek gerçekleştirilmiş ve her bir testten hafif mineral (H.Min: Konsantre) ve ağır mineral (A.Min: Artık) olmak üzere iki ürün alınmıştır. Bu ürünlerin kimyasal analizleri yapılarak Al_2O_3 ve Fe_2O_3 tenör ve verimleri belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak hazırlanan tenör-verim grafiklerinden yararlanarak (0,106-0,053) mm ve -0,053 mm tane sınıfları için optimum çalışma koşulları tespit edilmiştir.

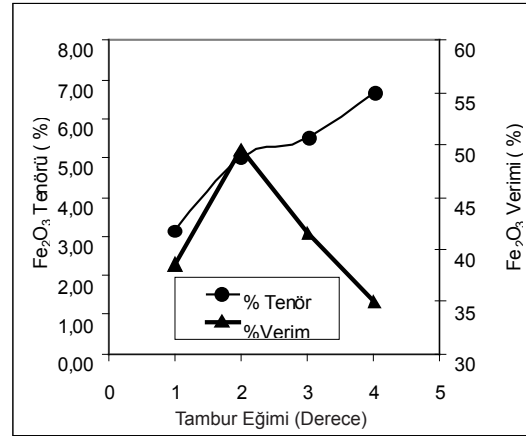
3.4.1. (0,106-0,053) mm Tane Sınıfına Uygulanan MGS Testleri

(0,106-0,053) mm tane sınıfı için tambur eğiminin 2° olduğu durumda, konsantrenin Al_2O_3 tenör ve verimi yüksektir (Şekil 8). Artığın da Fe_2O_3 tenörü bir miktar düşük olmakla birlikte verimi oldukça yüksektir (Şekil 9). Dolayısıyla bu tane sınıfı için en uygun tambur eğim açısı 2° olarak belirlenmiştir.

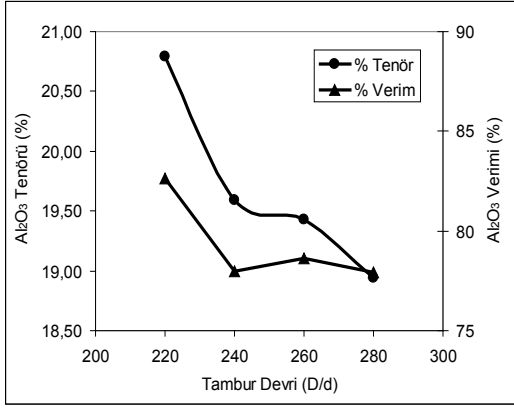


Şekil 8. (0,106-0,053) mm tane sınıfının tambur eğimine göre MGS test sonuçları konsantre için Al_2O_3 bazında

Tambur eğimi 2° ye ayarlanarak MGS testleri 240, 260 ve 280 D/d'lık tambur devirlerinde de tekrarlanmıştır. Tambur devrinin 220 D/d olduğu durumda, % 82,63 verimle % 20,79 Al_2O_3 tenörlü konsantre (Şekil 10) ve %49,60 verimle %5,02 Fe_2O_3 tenörlü artık (Şekil 11) elde edilmiştir.

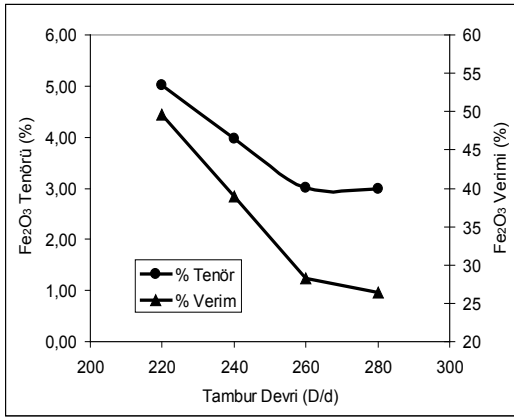


Şekil 9. (0,106-0,053) mm tane sınıfı için tambur eğimine göre MGS test sonuçları artık için Fe_2O_3 bazında



Şekil 10. (0,106-0,053) mm tane sınıfı için tambur devrine göre MGS test sonuçları konsantre için Al_2O_3 bazında

Diğer tambur devirlerinde ise daha düşük Al_2O_3 tenörlü konsantreler ve daha düşük Fe_2O_3 tenörlü artıklar elde edilmiştir. Buradan optimum tambur devri olarak 220 D/d belirlenmiştir. Optimum eğim ve tambur devri belirlendikten sonra yıkama suyu ile ilgili olarak 7 l/d ve 6 l/d'da testler yapılmıştır. Bu testlerde yatak oluşmadığı için ayırma işlemi gerçekleştirilmemiştir.

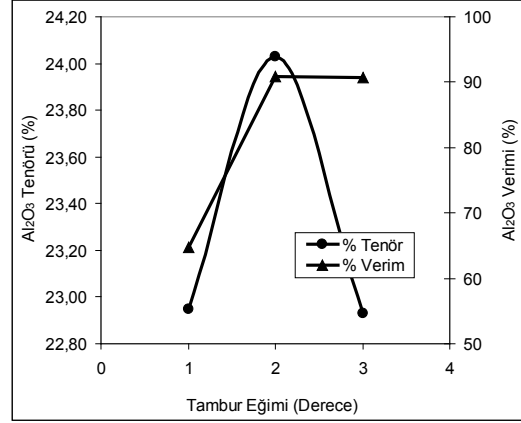


Şekil 11. (0,106-0,053) mm tane sınıfı için tambur devrine göre MGS test sonuçları artık için Fe_2O_3 bazında

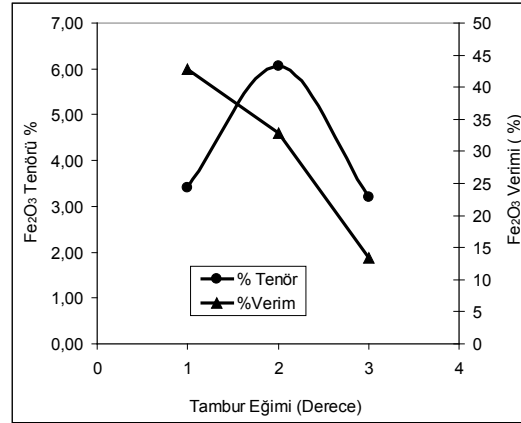
3.4.2. (-0,053) mm Tane Sınıfına Uygulanan MGS Testleri

-0,053 mm tane sınıfı için tambur eğiminin 2° olduğu durumda, %24,03 Al_2O_3 tenörlü konsantre %90,92 verimle elde edilirken (Şekil 12), %6,07 Fe_2O_3 tenörlü artık %32,82 verimle

elde edilmiştir (Şekil 13). Bu eğimde artışın Fe_2O_3 verimi eğimin 1° olduğu duruma göre bir miktar düşük olmakla birlikte bu tane sınıfı için en uygun eğim açısı 2° olarak seçilmiştir. Tambur eğimi 2° ye ayarlandıktan sonra tambur devri 220, 260 ve 280 D/d olacak şekilde değiştirilerek MGS testleri yapılmıştır.



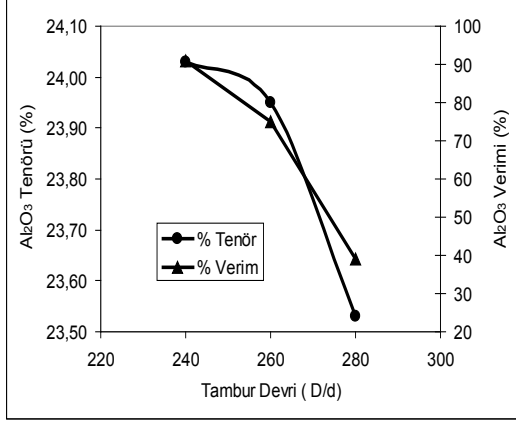
Şekil 12. (-0,053) mm tane sınıfının tambur eğimine göre MGS test sonuçları konsantre için Al_2O_3 bazında



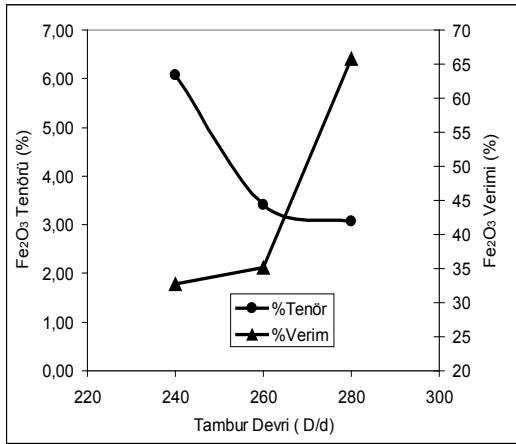
Şekil 13. (-0,053) mm tane sınıfının tambur eğimine göre MGS test sonuçları artık için Fe_2O_3 bazında

Testler sonucunda tambur devrinin 240 D/d olduğu durumda, en yüksek Al_2O_3 verim ve tenörlü konsantre elde edilirken (Şekil 14), en yüksek Fe_2O_3 tenörlü artık elde edilmiştir (Şekil 15). Diğer devirlerde daha düşük Al_2O_3 tenörlü konsantreler ve daha düşük Fe_2O_3 tenörlü artıklar elde edilmiştir. Tambur devrinin 260 ve 280 D/d olduğu durumlarda daha yüksek verimli artıklar

elde edilmiş olmasına rağmen Al_2O_3 tenör ve veriminin en yüksek olduğu 240 D/d optimum tambur devri olarak seçilmiştir. Bu tane sınıfı için tambur devrinin 220 D/d olduğu durumda yatak oluşmamıştır.



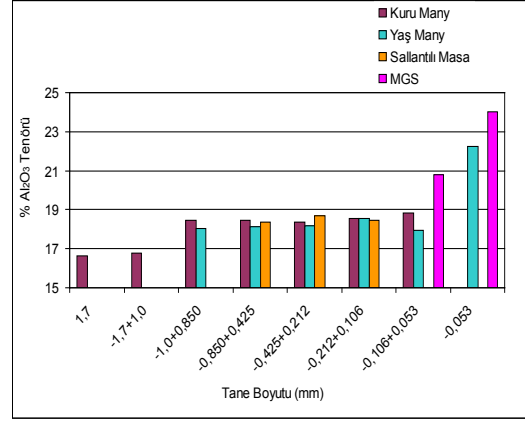
Şekil 14. (-0,053) mm tane sınıfının tambur devrine göre MGS test sonuçları konsantré için Al_2O_3 bazında



Şekil 15. (-0,053) mm tane sınıfının tambur devrine göre MGS test sonuçları artık için Fe_2O_3 bazında

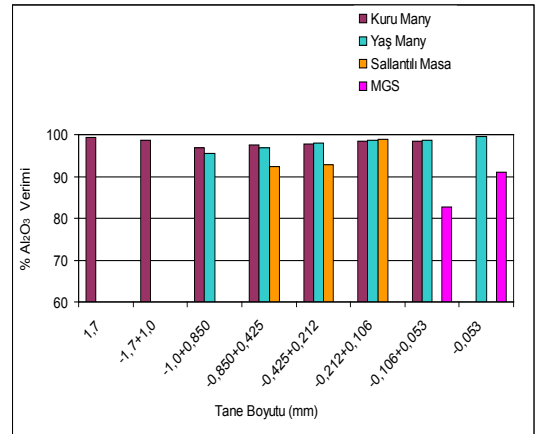
3.5.Zenginleştirme Testlerinin Karşılaştırması

Tüm tane sınıflarına uygulanan zenginleştirme işlemlerinin Al_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri bazında karşılaştırması Şekil 16 ve 17'de verilmiştir.



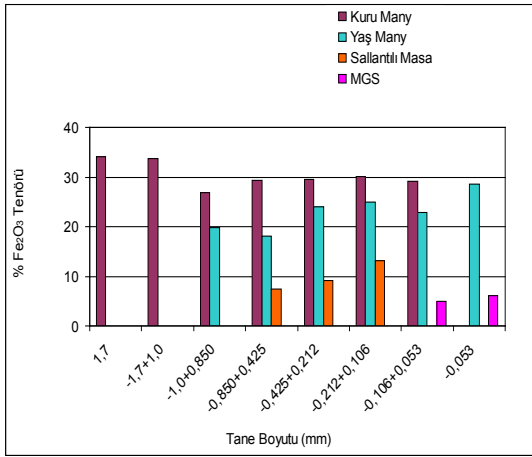
Şekil 16. Tüm tane sınıflarına uygulanan zenginleştirme işlemleri sonucunda elde edilen konsantrélerin Al_2O_3 tenörlerinin karşılaştırması

Kuru manyetik zenginleştirme işlemi uygulanan tüm tane sınıflarının (0,106-0,053mm hariç) konsantrélerinde Al_2O_3 tenör ve verimlerinin diğer metotlarla hemen hemen aynı olduğu görülmektedir (Şekil 16). Bununla beraber en düşük Al_2O_3 tenörlü konsantréler yaş manyetik zenginleştirme işleminde elde edilmiştir. Sallantılı masa testlerinin uygulandığı tüm tane sınıflarında elde edilen konsantrélerin Al_2O_3 tenörleri kuru veya yaş manyetik zenginleştirme konsantrélerinin değerlerine yakın olmakla birlikte verimleri her iki metoda göre de düşüktür (Şekil 17). MGS testi uygulanan (0,106-0,053) ve (-0,053) mm tane sınıflarının konsantrélerinde Al_2O_3 verimleri diğer metotlara göre bir miktar düşük olmakla birlikte tenörleri oldukça yüksektir.



Şekil 17. Tüm tane sınıflarına uygulanan zenginleştirme işlemleri sonucunda elde edilen konsantrélerin Al_2O_3 tane sınıfı verimlerinin karşılaştırması

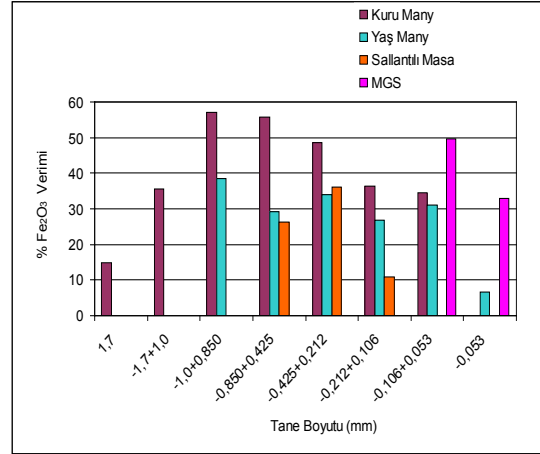
Aynı örneklerin artıklarındaki Fe_2O_3 tenör ve tane sınıfı verimleri bazında yapılan karşılaştırma sırasıyla Şekil 18 ve 19'da görülmektedir.



Şekil 18. Tüm tane sınıflarına uygulanan zenginleştirme işlemleri sonucunda elde edilen artıkların Fe_2O_3 tenörlerinin karşılaştırması

Kuru manyetik zenginleştirme işlemi uygulanan tüm tane sınıflarının artıklarındaki Fe_2O_3 tenörleri (Şekil 18) ve tane sınıfı verimleri (Şekil 19) diğer metotlara göre oldukça yüksektir. MGS testi uygulanan (0,106-0,053) ve (-0,053) mm tane sınıflarının atıklarında Fe_2O_3 tenörleri hem kuru manyetik hem de yaş manyetik zenginleştirme sonuçları ile karşılaştırıldığında oldukça düşük (Şekil 18) olmasına rağmen tane sınıfı verimleri diğer metotlara göre daha yüksektir (Şekil 19).

(+1,7) ve (-1,7+1,0) mm tane sınıfında Al_2O_3 tenörünün düşük fakat verimin çok yüksek olması bu iki tane sınıfında kil minerallerinden (smektit ve kaolinit) çok silika minerallerinin (opal-CT, kuvars, vb.) bulunduğu işaret etmektedir. Nitekim bu iki tane sınıfının SiO_2 konsantrasyonları diğer tane sınıflarına göre daha yüksektir (Yılmaz 2005). Ayrıca bu tane sınıflarının artıklarındaki Fe_2O_3 tenörleri de yüksek olduğundan cevher içerisindeki toplam oranları yaklaşık %22 olan bu iki tane sınıfının başlangıçta ayrılması hem silika hem de demirli minerallerin uzaklaştırılması anlamında önemli bir kazanç sağlayacaktır. Diğer taraftan toplamda cevherin %47,42'lik kısmını oluşturan (0,106-0,053) mm ve (-0,053) mm tane sınıflarında Al_2O_3 tenörlerinin %20'nin üzerinde olması cevherde kil minerallerinin ince tane boyutlarında zenginleştiğine işaret etmektedir.



Şekil 19. Tüm tane sınıflarına uygulanan zenginleştirme işlemleri sonucunda elde edilen artıkların Fe_2O_3 tane sınıfı verimlerinin karşılaştırması

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmaya konu olan Gedikler bentonit cevheri, yaklaşık %2,97 Fe_2O_3 içermektedir. Bentonitin kullanıldığı pek çok sektör açısından oldukça yüksek olan bu tenörü düşürmek amacıyla ham cevhere manyetik ve gravimetrik zenginleştirme işlemleri uygulanmıştır. Bu amaçla cevher tane boyutuna göre sınıflandırılmış ve her bir tane sınıfına malzeme miktarları dikkate alınarak kuru-yaş manyetik ayırma, sallantılı masa ve MGS testleri yapılmıştır.

Testler sonucunda (+1,7), (1,7-1,0), (1,0-0,850), (0,850-0,425), (0,425-0,212) ve (0,212-0,106) mm tane sınıfları için en iyi sonuçlar kuru manyetik zenginleştirme işlemleri ile elde edilirken, (0,106-0,053) mm ve (-0,053) mm tane sınıfları için MGS testleri ile elde edilmiştir. Ancak konsantrelerindeki düşük Al_2O_3 ve artıklarındaki yüksek Fe_2O_3 tenörleri nedeniyle (+1,7), (1,7-1,0) mm tane sınıflarının başlangıçta devre dışı bırakılmasının uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Geriye kalan tane sınıflarının en düşük Fe_2O_3 tenörlü konsantreleri ile oluşturulacak malzemenin ağırlıklı Fe_2O_3 tenör ortalaması %2,01 civarında olacaktır. Bu da Gedikler bentonitinin ağartma toprağı olarak aktive edilmeye uygun bir malzeme olabileceğini göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projesi Fon Saymanlığı desteği ile gerçekleştirilmiştir (Proje No: 02.KB.FEN.050). Yazarlar değerli yorumlarından dolayı hakemlere teşekkür ederler.

http://digitalfire.com/4sight/material/bentonite_106.html

KAYNAKLAR

Christidis, G.E., Scott, P.W., 1997; "The origin and control of colour of white bentonites from Aegean islands of Milos and Kimolos, Greece", *Mineralium Deposita*, **32**, 271-279.

Didi, M.A., Makhoukhi, B., Azzouz, A., Villemin, D. 2009, " Colza oil bleaching through optimized acid activation of bentonite. A comparative study" *Applied Clay Science* **42**, 336–344.

Grim, R, E, and Güven, N., 1978; "Bentonites: Geology, mineralogy, properties and uses, *Developments in Sedimentology*" **34**, Elsevier, Amsterdam, 256 p.

Hillier, S., Lumsdon, D.G., 2008; "Distinguishing opaline silica from cristobalite in bentonites: a practice procedure and perspective based on NaOH dissolution", *Clay Minerals*, **43**, 477-486.

Miles, W. J., 1999; "Issues and Controversy: The Measurement of Crystalline Silica; Review Papers on Analytical Methods", *American Industrial Hygiene Association Journal*, **60**, 396–402.

Önal, M., Kahraman, S., Sarıkaya, Y., 2007; "Differentiation of α -cristobalite from opals in bentonites from Turkey", *Applied Clay Science*, **35**, 25-30.

Yılmaz, H., 2005; "Killerin zenginleştirilmesinde zenginleşme oranlarının X-ışını difraksiyon yöntemiyle belirlenmesi ve farklı sektörlerde kullanım olanaklarının araştırılması", Doktora tezi Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, H., and Köktürk, U., 2010; "Mineralogical and micromorphological characterization of iron impurity in Gedikler bentonite mine (Eşme/Uşak, Turkey)", *Asian Journal of Chemistry* **22** (4), 3235-3245.