

Cevher Hazırlamada Manyeti U Salkımlaşma

Magnetic Flocculation in Mineral Processing

Ali Cıkcık*

ÖZET

Manyetik salkımlaşma ile ilgili bir literatür araştırması sunulmuş ve zayıf manyetik demir minerallerinin salkımlaşmasına özellikle eğilinmiştir.

Yüksek manyetik alan şiddetlerinin hematit, götit ve karışık zayıf manyetik demir minerallerinin sulu karışımlarının çökme davranışı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu karışımların çökme davranışını belirleyen değişkenler sistematik bir şekilde araştırılmış ve manyetik alan şiddeti, tane boyutu, ortamın pH si, pülp te katı oranı ve kullanılan sudaki safsızlıkların proses üzerinde önemli etkileri olduğu gösterilmiştir.

Proses cevher hazırlamada artıkların atılması ve selektif salkımlaşma ile zenginleştirmede kullanılabilecektir.

ABSTRACT

A review relating to magnetic flocculation is presented. Particular attention is directed towards the magnetic flocculation of weakly magnetic iron ores.

The influence of high intensity magnetic fields on the settling behaviour of aqueous suspensions of finely divided hematite, goethite and a mixture of weakly magnetic iron ores has been investigated.

The important variables which determine the sedimentation behaviour of these suspensions have been studied systematically and the magnetic field intensity, particle size of the material, pH of the media, solid content of the slurry and impurities in the water used have been found to have significant effect on the process of magnetic flocculation.

Such a process could be used to improve tailings treatment for either disposal or separation by selective flocculation.

(*) Maden Y.Müh., ETİBANK Genel Müdürlüğü, Proje-Tesis Dairesi, ANKARA

1. GİRİŞ

Kolloid boyutlarda ve/veya 45-1 mikron mertebesinde katı taneleri içeren süspansiyonlarda, manyetik alan etkisiyle tanelerin birbirine bağlanması olayı manyetik salkımlaşma olarak adlandırılmakta ve konu cevher hazırlama mühendislerince 1940' lardan beri bilinmektedir.

"Flocculation" ve "Coagulation" terimleri kolloid kimyasında tanelerin birbirine bağlanması olayını açıklamakta ve bazı durumlarda biri diğerinin yerine kullanılmaktadır. La Mer (1) "Coagulation" terimini kolloid dispersiyonların sisteme katılan iyonlar etkisiyle katı-sıvı arayüzeyinde oluşan elektriksel çift tabaka kuvvetlerindeki azalma sonucu kolloidal sistemin dengesinin bozulması olayı olarak, "flocculation" ise kolloid süspansiyonlarda yüksek moleküllü ağır polimerler, ya da indirgenme olayının sözkonusu olmadığı diğer fiziksel etkilerle sürekli bir fazda meydana gelen salkımlaşma olayı olarak tanımlamaktadır. Ancak birçok durumda her iki olay da aynı anda olduğundan, burada salkımlaşma terimi her iki olayı da kapsayacak şekilde kullanılmıştır.

2. KURAMSAL BİLGİLER

Salkımlanmış bir sistem duraysız (unstable) bir sistemdir, ve sistem içindeki katı parçacıklar bir araya gelerek eğer sıvıdan farklı bir yoğunluğa sahipse, ya zamanla çökecek ya da yüzecektir. Parçacıkların sistem içinde sürekli olarak dispersiyon şeklinde kaldığı sistemler duraylı çözeltiler olarak adlandırılmaktadır.

Bu tür süspansiyonların duraylılığını etkileyen üç etken vardır. Bunlar: Parçacıkların seçimli olarak iyon kapması, Brown hareketi ve yüzey enerjisidir. Birinci etken dağılıma, ikinci hem dağılıma hem salkımlaşma ve üçüncü etken, yüzey enerjisi, salkımlaşma yönünde etki yapar.

Kolloidal sistemlerin duraylılığının teorik formülasyonu Derjaguin, Landau, Verwey ve Overbeek (OLVO) tarafından gerçekleştirilmiştir, ve DLVO kolloid duraylılığı teorisi olarak bilinir. Bu teori katı-sıvı karışımlarında oluşan Van der Waals çekici kuvvetleri ve arayüzeylerde oluşan elektriksel çift tabaka itici kuvveti arasında bir denge esasına dayanmaktadır.

2.1. Salkımlaşma Yöntemleri

Katı-sıvı karışımlarında katı parçacıkların bir araya gelmesi olayı aşağıdaki dört mekanizmanın biri ya da birkaçının ortak etkisi ile olabilir. Bu mekanizmalar:

- Elektrolitik salkımlaşma (coagulation)
- Hidrofobik bağlanma
- Polimer köprüsü
- Manyetik bağlanma

Elektrolitik salkımlaşma elektrolit adı verilen ve parçacıklar arasındaki itici güçleri nötrleştiren sülfürik asit ve benzeri maddeler etkisi ile meydana gelir. Bu durum Van der Waals çekici güçlerinin baskın olmasını sağlar ve dolayısıyla parçacıklar birbirine bağlanarak salkımlaşma oluştururlar. Happer(2) e göre elektrolitik salkımlaşmanın amacı sistemin elektrokinetik potansiyelini mümkün olduğu kadar sifıra yaklaştırmaktadır. Sistemdeki iyonların değeriği ile elektrokinetik potansiyel ters orantılıdır.

Polimer köprüsü kurularak meydana getirilen salkımlaşma olayı polielektrolit (örneğin poliakrilamid) adı verilen doğal ya da yapay yüksek molekül ağırlıklı, uzun zincirli organik polimerler aıacılığıyla yapılır. Parçacıklar bu polimerlerin aktif uçlarına yapışarak polimer molekülleri arasında bir köprü oluşturur ve salkımlaşmaya neden olur.

Read (3) e göre yüzey-aktif kimyasal maddeler mineral-su ara yüzeyinde soğurular ve bu durum katıyı hidrofobik kılar. Sonuçta da bu hidrofobik parçacıklar arasında çekici kuvvetler etkin duruma geçerek parçaların birbirine bağlanmasına neden olurlar.

Kolloidal parçacıklardan oluşan bir süspansiyon, dışardan uygulanan bir manyetik alana maruz bırakıldığında, elektriksel çift tabaka itici ve Van der Waals çekici kuvvetleri yanında üçüncü bir kuvvet, manyetizm çekici kuvveti, sözkonusu olur ki bu kuvvet salkımlaşmayı artırıcı yönde etki yapar. Bu tür parçacıklar, tanelerin sistem içinde yeniden düzenlenmesine yetecek şiddette bir manyetik alanın etkisinde kaldıktan sonra, bu etkilenmeyle mıknatıslanmayı korurlar. Böylece parçacıklar küçük birer mıknatıslanmış gibi davranırlar ve uçlarından birbirlerini çekerler ve büyük salkımlar oluştururlar. Olay manyetik salkımlaşma olarak adlandırılır.

2.2. Kuvvetli Manyetik Minerallerin Manyetik Salkımlaşması

Lomovtsev (4)'e göre dışardan uygulanan manyetik bir alanın etkisinde kalan manyetik parçacıkların salkımlaşması üç fazda oluşmaktadır.

Birinci fazda parçacıklar görelî olarak zayıf bir manyetik alandadırlar ve kendilerini manyetik alanın kuvvet çizgileri doğrultusunda sıralarlar.

İkinci faz, parçacıkların ikincil birer mıknatıs gibi davrandıkları, biraz daha yüksek bir alanda başlar. Bu koşullarda parçalar gruplar halinde birbirine yapışır ya uzun zincirler ya da değişik düzensiz geometrik şekiller oluştururlar.

Manyetik kuvvetin kendisine karşı etkiyen diğer kuvvetler toplamından fazla olması halinde üçüncü faz başlar. Bu fazla salkımlaşma tamamlanmış durumdadır ve parçacıklar gruplar halinde hızla cöklerler.

Bartnik ve Giermak (5)'a göre bu parçacıkları manyetize, buna bağlı olarak demanyetize etmek için ortama verilen enerji salkımlaştırıcı kimyasal maddelerin (flocculant) enerji etkisinden birkaç kat daha fazladır.

2.3. Salkımlaşmanın Manyetik Zenginleştirmede Etkileri

Lantto (4)'ya göre eğer bir manyetik ayırıcıya beslenen parçalar az sayıdalar ve iyi bir şekilde dağıtılmışlara normal koşullarda parçacıklar arasında salkımlaşma olmaz ve verimli bir ayırma gerçekleşebilir. Ancak daha önce belirtilen Lomovtsev'in raporuna göre küçük kübik parçacıklara etkiyen çekici kuvvetler, büyük salkımlaşmış gruplara etkiden daha küçüktür ve bu nedenle taneleri tek tek ayırmak için gerekli manyetik alan şiddeti aynı malzemenin salkımlaşmış gruplarını ayırmak için gerekli olandan daha fazla olacaktır. Aynı zamanda bir manyetik ayırıcıda manyetik malzemedan artığa kaçan miktarın; düşük tenörlü bir cevherde, yüksek tenörlüde olandan daha fazla olduğu bilinmektedir. Bu nedenle düşük tenörlü bir cevherin manyetik yolla zenginleştirilmesinde manyetik alan şiddetini yükseltmenin yanında, parçacıkları önceden manyetize edip salkımlaşmasını sağladıktan sonra ayırıcıya beslemek avantajlı sonuçlar verecektir.

Benzer şekilde katı oranı düşük pülplerde parçacıklar arası uzaklık fazladır ve bu nedenle bu ko-

şullarda konsantrasyon için gerekli manyetik alan şiddeti, katı oranı yüksek olan pülplerde daha yüksektir. Salkımlaşma olması halinde manyetit konsantresi içinde safsızlıklar kapaklanmaktadır. Bunu önlemek için salkımlaşmış grupların dağıtılması gerekir. Ancak manyetitin tutucu (coercive) gücü yüksek olduğundan dışarıdan uygulanan manyetik alan kaldırıldığında bile tanecikler manyetize olmuş durumlarını korurlar ve zenginleştirme sırasında etkin olan mekanik güçler salkımlaştırılmış grupların dağılması için yetersiz kalır. Bu nedenle salkımlaşmanın kalıcılığı manyetit zenginleştirmesinde konsantre kalitesi ve konsantrasyon verimi açısından önemli bir rol oynar. Bu gibi durumlarda sorunun çözümü ancak son aşama manyetik ayırıcıya beslenecek malzemenin *demanyetizasyonu* ile mümkündür.

2.4. Zayıf Manyetik Minerallerin Manyetik Salkımlaşması

Kuvvetli manyetik minerallerin salkımlaşması konusu detaylı olarak çalışılmış ve konunun teorisi yerleşmiş durumdadır. Ancak zayıf manyetik minerallerin salkımlaşması konusu cevher hazırlamada oldukça yeni bir konu olmakla birlikte serbestleşme boyutunun küçük olduğu minerallerin değerlendirilmesinde umut verici bir potansiyel cevher zenginleştirme yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü geleneksel cevher hazırlama yöntemleri 40 mikron altı boyutlarda verimli olarak çalışmamakta, dolayısıyla çok büyük kaynak savurganlığına neden olmaktadır. (Şlam atma yoluyla ortalama beslenen malzemenin 1/50'si oranında değerli cevher kullanılamamaktadır.)

1970'lerde sorunun çözümü için seçici kimyasal salkımlaşma (selective flocculation) yöntemi önerilmiş ve laboratuvar ölçekli çalışmalarda hematit, galen, kuvars, vb. minerallerle olumlu sonuçlar alınmıştır (7,8). 1980'lerde ekonomik avantajları nedeniyle salkımlaştırıcı güç olarak kimyasal salkımlaştırıcılar (flocculant) yerine manyetizm kullanılması bir seçenek olarak ortaya atılmış ve sınırlı sayıda araştırmacı konuyla ilgilenmeye başlamıştır. İlk raporlardan oldukça umutlu sonuçlar alınmış ve henüz tam yerleşmiş olmamakla birlikte konunun bilimsel yönünü açıklamak amacıyla birkaç yaklaşım yöntemi sunulmuş bulunmaktadır.

Günümüzde en tutarlı teorik model olarak kabul edilen Svoboda (9)'nın modelinde olay DLVO kolloid duraylılık teorisi olarak bilinen teorinin manyetizm etkisinin Van der Waals çekici kuvvetlerine

eklenmesi ile geliştirilmiş bir şekli olarak açıklanmaktadır. Bu modele göre hesaplanmış salkımlaşma için gerekli magnetik alan şiddetleri hematit ve siderit için tane boyutunun bir fonksiyonu olarak Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1- Hematit ve Siderit için Tane Boyutuna Bağlı Olarak Salkımlaşmacı Manyetik Alan Şiddeti Değerleri

2a(jum) (Tane Boyutu)	HEMATİT		SİDERİT	
	B _F (T) (Teorik)	B _F (T) (Gerçek)	B _F (T) (Teorik)	B _F (T) (Gerçek)
1	0,100	0,100	0,450	0,450
5	0,054	0,500	0,230	2,000
10	0,030	3,000	0,120	12,000
40	0,004	20,000	0,017	700,000

2.5. Manyetik Salkımlaşmanın Bir Zenginleştirme Yöntemi Olarak Kullanımı

Günümüzde manyetik zenginleştirmenin zorunlu olduğu zayıf manyetik minerallerin zenginleştirilmesinde uygulanan teknikler genellikle manyetik bir alan içine yerleştirilen ve matriks adı verilen ferromanyetik maddelerin yardımıyla ayırma esasına dayanmaktadır.

Ancak bu tür sistemlerde konsantr alabilmek için sık sık çalışmanın durdurulması gerekmektedir ve bu durum hem çalışma randımanını düşürmekte ve hemde çok yüksek alan şiddetli "superconducting" mıknatis sistemlerinin bu alanda kullanımını sınırlamaktadır.

Bu sisteme alternatif olarak Hencle ve Svoboda (9) daha sonra da Parker (10) manyetik salkımlaşmayı esas alan yeni bir manyetik ayırıcı önermişlerdir. Hencle ve Svoboda geliştirdikleri ayırıcıda manyetik yolla salkımlaştırılmış siderit parçacıklarının yantaşlarından aşağıdan yukarı doğru hareket eden bir sıvı içerisinde gravite etkisiyle çökelecek ayrıldığını, bunun yanında salkımlaşmamış, diamanyetik minerallerin yükselen suyla birlikte üst akımdan dışarı alındığını göstermişlerdir. Bu işlemde kullanılan deney cihazı manyetik olmayan bir materyalden yapılmış silindirik bir kolon ve bu kolonun üstünde bir toplama tankı ile altında huni şeklinde bir çıkıştan oluşmakta, salkımlaşmaya neden olan manyetik alan bu kolonu çevreleyen bir electro-mıknatis sisteminden sağlanmaktadır.

Sözü geçen çalışmada prosesin verimli çalışabilmesinin manyetik alan şiddeti ile birlikte cevherin fiziko-mekanik özellikleri, kolon içinde yükselen suyun hız ve karakteri, pülp yoğunluğu, hidrodinamik sürüklenme kuvveti vb. etkenlere bağlı olduğu belirtilmektedir.

En uygun koşullarda yukarıda bahsedilen cihazla konsantr tenörü % 85 ve konsantrasyon verimi % 90 olan bir ayırma gerçekleştirilmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, teorisine kısaca değinilmiş olan manyetik salkımlaşma olayında etkili olan faktörlerle ilgili deneysel çalışmalardan alınan sonuçlar özetlenecektir.

3.1. Deneylerde Kullanılan Malzeme Özellikleri

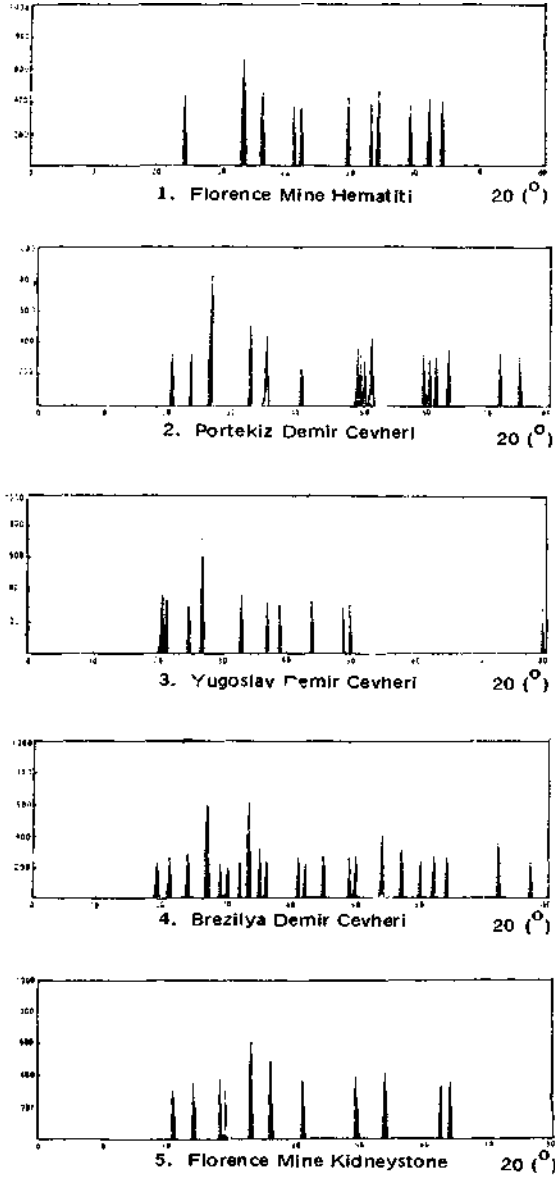
Üç grup halinde yapılan deneysel çalışmada kullanılan temel malzeme zayıf manyetik karakterli demir minerallerinden oluşmaktadır. Beş ayrı yöreden alınmış bu cevherlerin tam tanımlanmasının yapılabilmesi için örnekler; kimyasal analiz, X ışınları difraksiyon analizi ve tane boyutu dağılımı analizine tabi tutulmuşlardır.

Yapılan kimyasal analize göre örneklerin demir içeriği Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2- Deneylerde Kullanılan Cevherlerin Demir İçeriği

Malzeme	Demir İçeriği % Fe
Florence Mine Kidneystone (Hematit)	68.0
Florence Mine Hematit	56.3
Brezilya Demir Cevheri	45.6
Portekiz Demir Cevheri	42.8
Yugoslavya Demir Cevheri	37.2

X ışınları difraksiyon analizi Research Machines 3802 Mikrokomputer ve Philips 1700 s mikro processor kontrollü Picker yatay difraktometresi ile yapılmıştır. Analizlerden Florence Mine Kidneystone ve hematiti için tipik hematit, Portekiz demir cevheri için tipik götit ve diğer iki cevher içinde karışık numuneler elde edilmiştir. Analiz sonuçları Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Kullanılan malzemelerin X-ışınları difraksiyon örnekleri.

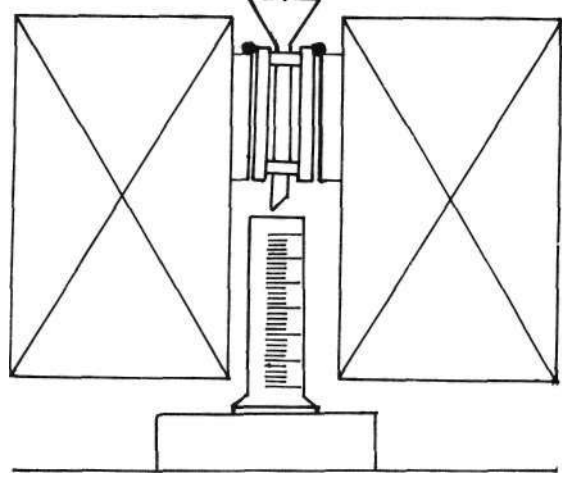
Tane boyut dağılımı analizleri Coulter Counter TA II tane boyut analizi makinası ve "cyclosizer" (Tane boyutu analizinde kullanılan siklon) kullanılarak yapılmıştır.

"Coulter Counter" boyut dağılımını belirlemek, "cyclosizer" ise dar boyut aralıklarında malzeme elde etmek amacıyla kullanılmıştır. "Cyclosizer" den alınan fraksiyonlarda ortalama tane boyutu 30, 22, 15, 10, 7 ve -7 mikron şeklindedir. Bu fraksiyonlar manyetik salkımlamada tane boyutunun etkisini belirlemek amacıyla yapılan deneylerde kullanılmıştır.

3.2. Deneysel Cihazları

3.2.1. Manyetik Sistemleri

Deneylerde, prensip olarak birbirinin aynısı, üç değişik manyetik sistemi kullanılmıştır. Sistemin şematik görünümü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kullanılan manyetik sisteminin şematik görünümü.

Birinci grup deneylerde kullanılan sistem su soğutmalı, kutupları arasında 63,5 mm yükseklik, 178 mm çaplı silindirik bir hacim içinde 2,5 Tesla'ya kadar çıkan homojen bir manyetik alan sağlayabilen bir elektromanyetik sistemdir.

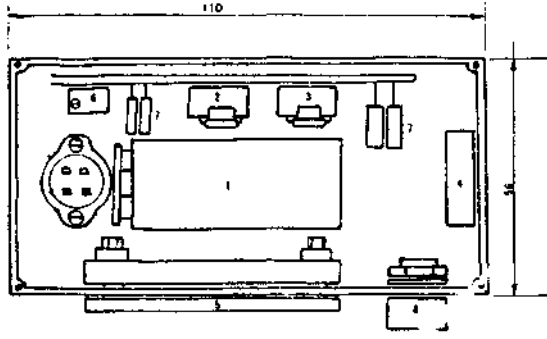
3.2.2. Optik Densitometre

Salkımlama olayının derecesini belirlemek amacıyla optik densitometre adı verilen bir cihaz yapılmıştır. Cihaz bir zamanlayıcı (timer) bir amplifikatör, bir devre anahtarı "analog switch"li bir dijital ekranla birlikte diğer elektronik aksamdan oluşan bir devre ve bir ışın yayan diyodla onu alan fotodiyoddan oluşan bir "prob"dan oluşur.

Pülp içine daldırılan probun içine monte edilen ışık veren diyoddan yayılan ışınlar, fotodiyod tarafından alınır, bir sinyal şeklinde devreye verilir ve sonuç erkanda dijital formda gösterilir. Berrak su da 100 gösteren ekran, pülp içindeki katının konsantrasyonuna bağlı olarak 0-100 arasında değerler gösterecek şekilde ayarlanmıştır.

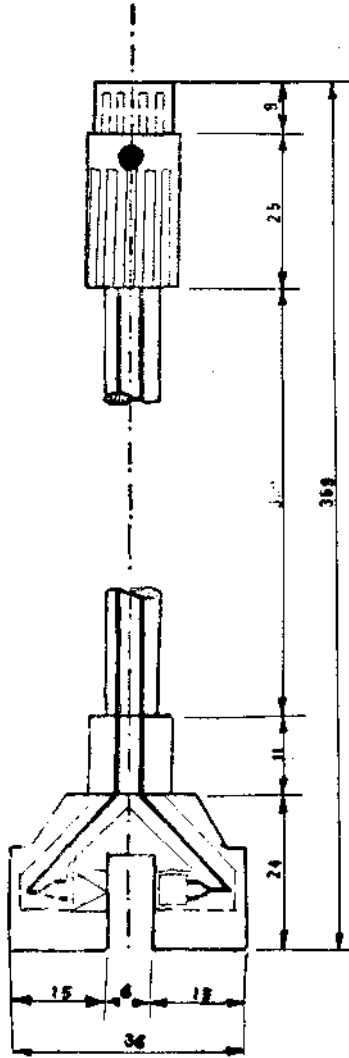
3.3. Deneysel Prosedür

Testler her 100 gr suya 5, 10 ve 15 gr'lık katılar katılarak 400 ml'lik cam ölçme silindirleriyle ya-



1. Batarya 2. Zamanlayıcı 3. Devre Anahtarı 4. Kumanda Panosu 5. Ekran 6. Sıfırlama 7. Kondansatör 8. Ayar Düğmesi

Şekil 3(a). Optik Densitometre Üst Görünüşü.



Şekil 3(b). Prob Şematik Görünüşü.

pılmıştır. Ortalama 10 dakikalık bir karıştırmadan sonra, ortamda tam olarak dağıldığı varsayılan katı-sıvı karışımı, mıknatıs sistemi kutupları arasında yerleştirilen 4 mm çaplı bir huni içinden geçirilerek 50 mm çaplı 235 mm yüksekliğindeki bir ölçme silindiri içinde toplanmıştır.

Katı tanelerin çökme oranı ve geride kalan sıvının duruluğu salkımlaşma kriteri olarak ölçülmüştür. Çökme hızı ölçümü gözle yapılmıştır. Çünkü hemen pülp sistemden geçirildikten sonra, daha önce homojen bir şekilde ortamda dağılmış olan taneler bir araya toplanarak bir çamur hattı ya da ara-yüzey oluşturarak hızla çökmeye başladığından, bu ara-yüzeyin çökme hızı, ölçme silindiri üzerindeki rakamlar okunarak elde edilmiştir. Duruluk ölçümleri optik densitometre aracılığıyla yapılmıştır.

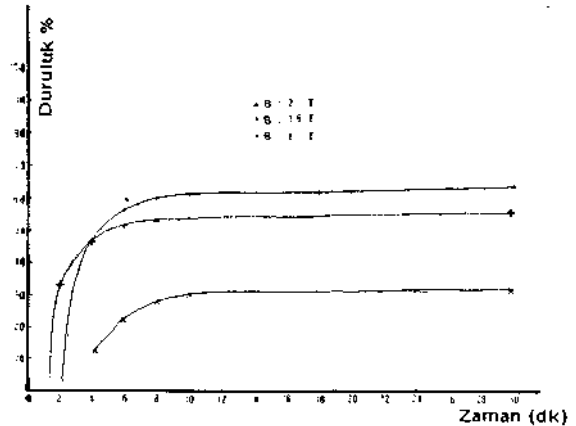
3.4. Deneyler

3.4.1. Tane Boyutunun Etkisi

Konuyla ilgili literatürde de belirtildiği üzere, mevcut manyetik alan şiddetiyle (2 tesla), 10 mikrona kadar taneleri içeren pülp salkımlaştırılabilmiş ancak bu boyutun üzerindeki tanelerde çok daha yüksek manyetik alan şiddeti gerektiği gözlenmiştir.

3.4.2. Manyetik Alan Şiddetinin Etkisi

Florence Mine hematiti, -10 mikron boyutunda malzeme, % 5 katı oranı ve normal pH şartlarında yapılan deneylerde manyetik alan şiddeti 1,1.5 ve 2 Tesla şeklinde artırılmış sıfır manyetik alan şiddetinde sıfır olan duruluk 2 Tesla da 30 dakikalık çökme zamanı sonunda % 65'e kadar yükselmiştir.

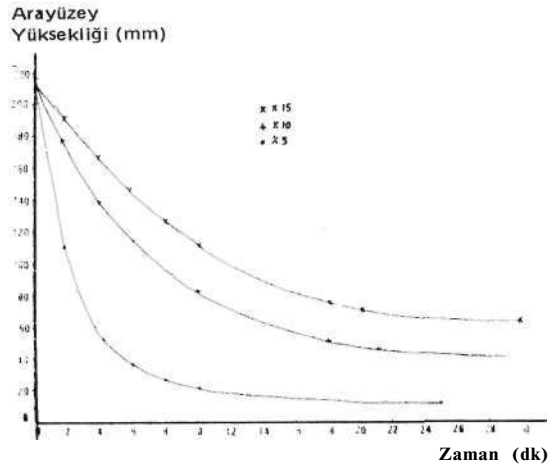


Şekil 4. Manyetik Alan Şiddetinin Duruluğa Etkisi

3.4.3. Pülp Katı Oranının Etkisi

Yine Florence Mine hematiti ile yapılan pülp katı oranını belirleme amaçlı deneylerde; alan şiddeti 2 tesla pH normal, tane boyutu -10 mikron olarak sabit tutulmuş, katı oranı %5, 10 ve 15 şeklinde artırılmıştır.

En yüksek duruluk değerine % 94'le % 15'lik katı oranında erişilmiş ancak % 10 katı oranlı pülp-te çökeltme daha hızlı olmuştur.



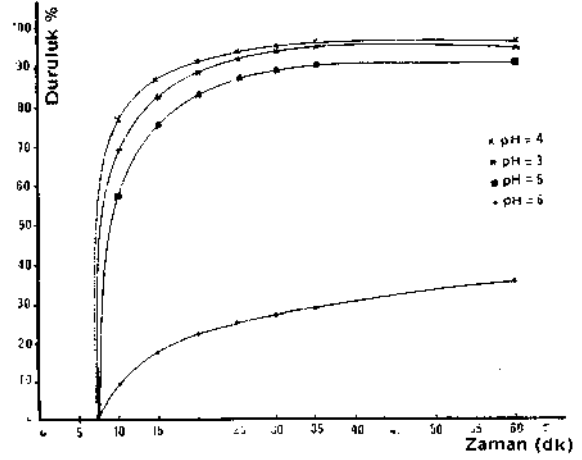
Şekil 5. Pülp Yoğunluğunun Çökelmeye Etkisi.

3.4.4. pH'nin Salkımlaşmaya Etkisi

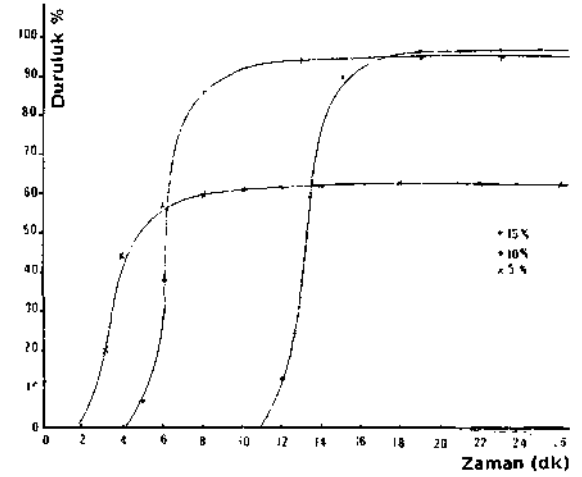
Portekiz demir cevheriyle yapılan deneylerde, diğer cevherleri salkımlaştırmada uygulanan en uygun şartlar altında dahi çökeltme davranışı ve durulukta herhangi bir iyileşme gözlenememiş dolayısıyla ortamın pH'sinin değiştirilmesi denenmiştir. Normal pH'de hiç çökeltmeyen taneler ortam asitleştikçe hızla çökeltmeye başlamış 4'den sonra bu çökeltme hızı artışı durmuştur. Daha sonra diğer cevherlerle de yapılan deneyler sonucunda demir cevherlerinin manyetik salkımlaşma için en uygun ortam pH'sinin 4-5 arasında olduğu sonucuna varılmıştır. (Bu değer kimyasal salkımlaştırmada 9 olarak rapor edilmiştir.)

3.4.5. Kullanılan Malzemenin Demir İçeriğinin Salkımlaşmaya Etkisi

Çalışmada kullanılan 5 değişik kökenli malzemenin 2 T alan şiddeti normal pH, % 10 katı oranı ve -11 mikron tane boyutu şartlarında çökeltme



Şekil 6. Ortamın pH'sinin Duruluğa Etkisi.



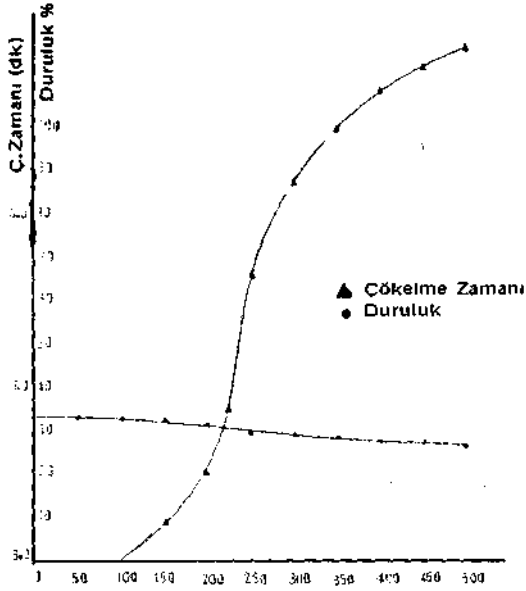
Şekil 7. Pülp Yoğunluğunun Duruluğa Etkisi.

davranışı ve duruluk ölçümü sonuçları demir içeriği en yüksek olan Florence Mine "Kidneystone"unun en kolay salkımlaşan malzeme olduğunu göstermiştir.

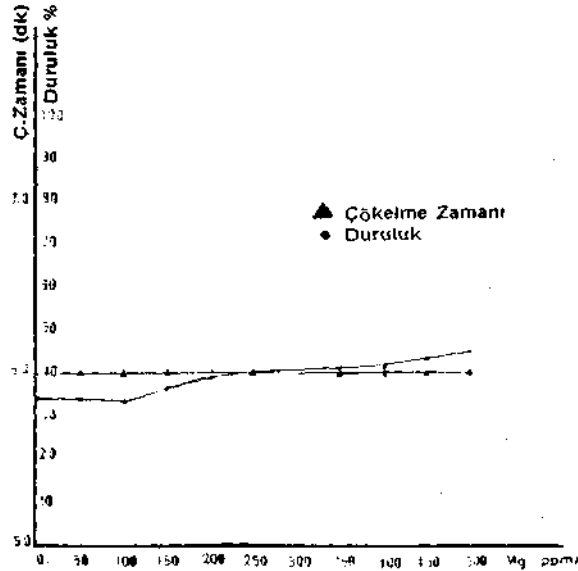
3.4.6. Kullanılan Sudaki Safsızlıkların Salkımlaşmaya Etkisi

Bu çalışmanın belkide en ilginç sonuçlarından birisi, sudaki Ca^{++} iyonlarının salkımlaşmaya etkisini açıklamasıdır.

Buraya kadar anlatılan deneylerde, safsızlıkların etkisini elimine etmek amacıyla, saf su kullanılmıştır. Ancak normal şebeke suyuyla yapılan deneylerde daha önce elde edilen sonuçlardan çok farklı bir durum gözlenmiştir. Bunun üzerine çalışmaların sudaki safsızlıkların etkisi yönüne kaydırılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmış, normal



Şekil 8. Ca⁺ İyonlarının Çökeltme ve Duruluğa Etkisi.



Şekil 9. Mg⁺⁺ İyonlarının Çökeltme ve Duruluğa Etkisi.

şebeke suyundaki temel safsızlığı oluşturan Ca ve Mg⁺⁺ iyonları, saf suya bilinen miktarlarda eklenerek hazırlanan pülplerle daha önceden bahsedilen deneyler tekrarlanmıştır. Sonuçta Ca⁺ iyonunun salkımlaşma olayında dikkate alınması gereken en önemli etkenlerden biri olduğu gözlenmiştir. Deney sonuçları Şekil 8 ve 9'da grafik olarak gösterilmiştir.

4. SONUÇ

Manyetik salkımlaşma, endüstri ve içme sularının arıtılması ve çok ince boyutlarda şlam şeklinde atılan birçok değerli malzemenin değerlendirilebilmesi için ucuz ve etkili bir arıtma ve potasyel cevher zenginleştirme yöntemi olarak kaynakların giderek azaldığı günümüzde önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışma sonunda hematit, götit ve özellikle metin içinde verilen diğer demir cevherlerini dışarıdan uygulanan bir manyetik alan etkisiyle salkımlaştırmak için gerekli alan şiddetinin, 10 //m tane boyutunda 2 Tesla, salkımlaşma ortamı pH'inin 4-5 civarında olduğu, salkımlaşma ortamının demir içeriği ile doğru orantılı olduğu ve kullanılan sudaki safsızlıkların, özellikle Ca^{**} iyonlarının, salkımlaşmayı olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir.

Bu konuda yapılacak her yeni çalışma prosesin teorik temellerinin yerleşmesine katkıda bulunacaktır.

KAYNAKLAR

1. LA MER, V.K. and SMELLIE, H.H., "Flocculation, subsidence and filtration of phosphate slimes" J. of Colloid Science, 11(1956), p. 704-731.
2. KRUYT, H.R., "Colloid Science" V. I, Elsevier Publishers, Amsterdam, 1952.
3. READ, A.D., "Selective flocculation" Mine and Quarry Engineering, April 1980, p. 55-58.
4. LANTTO, H., "The effect of magnetic flocculation on the beneficiation of magnetic materials" Acta Polytechnica Scandinavica, Chemistry including Metallurgy Series, No 133, 1977.
5. BARTNIK, J.A. and GIERMAK, C.F., "Chemical magnetic flocculation process" CIM Transactions, Volume LXXII, 1969, p 32-35.
6. YARAR, B., KITCHENER, J.A., "Selective Flocculation of minerals" TRANS IMM, March 1970, pC23-32.
7. READ, A.D., "Selective flocculation separations involving hematite" TRANS. IMM. March 1971, p. C24-31.
8. SVOBODA, J., "A theoretical approach to the magnetic flocculation of weakly magnetic minerals" International Journal of Mineral Processing, 8 (1981) p. 377-390.
9. HENCLE, V. and SVOBODA, J., "The possibility of magnetic flocculation of weakly magnetic minerals" 13 th Int. Mineral Processing Congress, Warsaw 1979.
10. PARKER, M. et al., "Continuous flow separation, an application of selective magnetosedimentation" Journal de Physique, Colloque Cl, Supplement au No. 1, Tome 45, Janvier 1984.
11. ÇIKCİK, A., "Magnetic Flocculation of Weakly Magnetic Minerals" M.Sc. Thesis, University of Birmingham, July 1985.