

55729

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONYA HELVACIBABA MANYEZİT CEVHERİNİN
FLOTASYONLA ZENGİNLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mad. Müh. Hanife SAĞLAM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : EKİM 1996

Tezin Savunulduğu Tarih : EYLÜL 1996

Tez Danışmanı : Prof. Dr. M. Sabri ÇELİK

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Suna ATAK

: Prof. Dr. Güven ÖNAL

EKİM, 1996

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımın yönetimini kabul ederek, bu tezi hazırlamama olanak sağlayan ve çalışmalarına yön veren hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Sabri ÇELİK'e teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince önerilerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Suna ATAK'a, Prof. Dr. Güven ÖNAL'a, Dr. Vecihi GÜRKAN'a, Yrd. Doç. Dr. Ayhan Ali SİRKECİ'ye, Ar. Gör. Gülay BULUT'a ve diğer tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Deneylerde kullandığım numunelerin temininde ve analizlerin yapılmasında yardımcı olan Konya Krom Manyezit A.Ş. Hammaddeler Müdürü Sayın Fikret OLTULU ve sayın hocam Doç. Dr. Recep EREN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yardımlarını esirgemeyen Kimya Mühendisi Sezin ACAR ve Murat SEVİNÇ'e teşekkür ederim.

EKİM, 1996

Hanife SAĞLAM

İÇİNDEKİLER

ÖZET	vi
SUMMARY	vii
1. GİRİŞ	1
2. MAGNEZİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Magnezyum Elementi ve Doğadaki Dağılımı	2
2.2. Magnezitle Beraber Bulunan Diğer Bazı Mineraller ve Özellikleri.....	6
2.3. Manyezit Yataklarının Oluşumu	6
2.3.1. Serpantinleşmiş Ultrabazik Kayaçlar İçersinde Kompakt ve Kriptokristalen Manyezit Yatakları.....	6
2.3.2 Metazomatik Kalker ve Dolomitler İçinde Kristalen Manyezit Yatakları	7
2.3.3. Sedimanter Manyezit Yatakları.....	8
3. MANYEZİT CEVHERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ	9
3.1. Elle Ayıklama (Triyaj)	9
3.2. Boyut Küçültme İle Zenginleştirme	10
3.3. Elektrostatik Ayırma	10
3.4. Manyetik Ayırma İle Zenginleştirme	10
3.5. Hidrotasyon Yoluyla Ayırma İle Zenginleştirme	11
3.6. Ağır Ayırması İle Zenginleştirme	11
3.7. Dereceli Kalsinasyon Yoluyla Ayırma İle Zenginleştirme.....	11
3.8. Kalsinasyon ve Gravite Yoluyla Ayırma İle Zenginleştirme:	12
3.9. Flotasyon Yoluyla Zenginleştirme	12
4. MANYEZİTİN KULLANIM ALANLARI	18
5. DÜNYA VE TÜRKİYE MANYEZİT REZERVLERİ	19
6. DENEYSEL ÇALIŞMALARA HAZIRLIK.....	21
6.1. Denemelere Esas Olan Numunenin Tanımı ve Tesisin Akım Şeması	21
6.2. Helvacıbaşa Manyezit Cevherinin Minerolojik ve Petrografik Etütleri	23

6.2.1. Manyezit Örnekleri Mikroskop Fotoğrafları	24
6.3. Elektrokinetik Potansiyel Ve Ara Yüzeylerdeki Potansiyel Farkı	29
6.3.1. Elektroforez Yöntemle Elektrokinetik Potansiyelin Ölçülmesi	32
6.3.2. Yüzey Elektrik Yükü Ölçüm Sonuçları	34
6.3.3. Deneylerde Kullanılan Malzemeler.....	35
6.3.4. Deneylerde İzlenen Yol.....	35
6.3.5. Manyezit Numunelerinin Elektrokinetik Özellikleri.....	35
6.3.6. Manyezitin Sıfır Yük Noktası	35
6.3.7. NaCl'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi.....	36
6.3.8. 10^{-4} M NaCl'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi	37
6.3.9. NaCl'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi.....	37
6.3.10. Na_2CO_3 'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi.....	38
6.3.11. MgCl_2 'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi.....	38
6.3.12. Sepiyolitın Sıfır Yük Noktası	39
6.3.13. MgCl_2 'ün Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi	40
6.3.14. MgCl_2 Konsantrasyonunun Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi	41
6.3.15. 10^{-3} M NaCl'ün Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi	41
6.3.16. SDS Konsantrasyonunun Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi	42
6.3.17. Oleat Konsantrasyonunun Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi	42
6.3.18. DAH Konsantrasyonunun Sepiyolitın Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi	43
6.3.19. Bej Sepiyolitın Sıfır Yük Noktası	44
6.3.20. Serpantinın Sıfır Yük Noktası	44
6.3.21. 10^{-2} M NaCl'ün Serpantinın Zeta Potansiyeline Etkisi	45
6.3.22. 10^{-2} M MgCl_2 'ün Serpantinın Zeta Potansiyeline Etkisi	45
6.4. MİKROFLOTASYON DENEYLERİ.....	46
6.4.1. Mikroflotasyon Cihazı.....	46
6.4.2. Kullanılan Reaktifler	46
6.4.3. Deneylerde İzlenen yol.....	46
6.4.4. Mikroflotasyon Deneylerinin Sonuçları	47
6.4.5. Gazyağı Miktarının Flotasyon Verimine Etkisi	53
7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	58
7.1. Numunelerin Yüzey Özellikleri	58
7.2. Mikroflotasyon Deneylerinin Sonuçları	58

8. HELVACIBABA MANYEZİT YATAĞININ CEVHER HAZIRLAMA	
ETÜDLERİ	60
8.1. Kırma Deneyleri	61
8.2. Öğütme Deneyleri	62
8.3. Süreye Bağlı Olarak Cevher ile Yapılan Öğütme ve Flotasyon Deneyleri	62
8.4. Köpük Toplama Süresinin ve Flotasyon Kinetiğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler.....	65
8.5. Tane Boyutunun Flotasyona Etkisini Belirlemek İçin Yapılan Deneyler	65
9. KLASİK FLOTASYON DENEY SONUÇLARI	69
9.1. En Uygun Kollektör Cinsinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler	69
9.2. En Uygun Katyonik Kollektör Cinsinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler	71
9.3. En Uygun Reaktif Miktarının Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler	73
9.4. En Uygun Gazyağı Miktarının Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler.....	75
9.5. pH Değerinin Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler.....	77
9.6. Pülp Yoğunluğunun Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler.....	79
9.7. Armac T Kullanılarak Alınan Artıkların ve Konsantrenin Kimyasal Analizi.....	79
9.8. Silikatların Armoflete 305 ile Boyuta Bağlı Olarak Yüzdürülmesi	82
9.9. Armoflete 305 ile Yapılan Temizleme Flotasyonu Deneyi	82
9.10. Bastırıcı Reaktif Cinsini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler.....	84
9.11. Bastırıcı Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisini Belirlemek Amaçıyla Yapılan Deneyler	84
SONUÇLAR.....	87
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	91

ÖZET

Bu çalışmada Konya Helvacıbaşı Manyezit-Cevherinin petrografik etüdüleri, kırma, öğütme, elektrokinetik potansiyel, mikroflotasyon, flotasyonla zenginleştirme deney ve sonuçları sunulmuştur.

Minerolojik incelemeler cevherin manyezit az miktarda kalsit, dolomit, kuvars, indingisit, serpentine, sepiolit, manyetit ve hematit minerallerinden oluştuğunu göstermiştir. Manyezit serbestleşmesi ve zenginleştirilmesinde magnezitin alterasyonu sonucu manyezit kümeleri çevresinde oluşa silikatlar etkili olmuş ve bu nedenle ve bu nedenle cevheri ince boyutlara (0.210 mm altı) öğütmek gerekmiştir.

Manyezit serbestleşmesi ve zenginleştirilmesinde manyezitin alterasyonu sonucu manyezit kümelerinin çevrelerinde oluşan silisli mineraller daha etkili olmuş ve bu nedenle cevheri ince boyutlara (0.210 mm altı) öğütmek gerekmiştir.

Silis içeren demirli mineraller az miktarda olduğu için (<%1) manyetik ayırma yoluyla silisi istenen oranda uzaklaştırmak mümkün olmamıştır.

Bu çalışmada cevherin flotasyon yoluyla zenginleştirilmesi imkanları araştırılmıştır. Flotasyon deneylerinde %45.74 MgO, % 0.13 Al₂O₃, % 0.28 Fe₂O₃, % 5.22 SiO₂, %0.80CaO içeren tuvenan cevher kullanılarak, uzun zincirli aminlerle silikatlar yüzdürülmüş ve yüzmeyen kısımda manyezitin zenginleştirilme çalışmaları yapılmıştır.

Anyonik kollektörlerle yapılan flotasyon deneylerinde iyi sonuç alınamaması nedeniyle çalışmalar bu yönde geliştirilmiştir. Aminlerle yapılan flotasyon deneylerinde tane boyutu, kollektör tipi, kollektör miktarı, pH değeri ve pülpte katı oranının flotasyona etkisi incelenmiştir.

Aminlerle yapılan flotasyon deneylerinde aşağıdaki şartlarda en iyi sonuçlar alınmıştır:

PH : 8.0

Pülpte Katı Oranı : %12

Kollektör : Armac T (Tallow amine acetate)

Gazyağı Miktarı : 14 kg/ton

Tane Boyutu : -0.210 mm

Deneyler Sonucunda : 6 kg/ton aminle 15 dakika kıva süresi sonucunda %55.30 verimle % 2.20 SiO₂ içeren konsantre elde edilmiştir.

CONCENTRATION OF MAGNESITE ORE FROM KONYA HELVACIBABA DISTRICT

SUMMARY

Magnesia is one of the most important substances in refractory manufacturing. Its value is mainly depending on the impurities such as silica, iron and calcium minerals. Magnesite ores are considered as extra quality, if silica contents are less than one percent. Ores containing more than 3 percent silica can be used to produce the refractory materials after blending with the low silicious ores.

In Turkey, there are large magnesite deposits in a polygon surrounded by Eskişehir, Kütahya, Bursa and Konya. Magnesite ores occur in this area on serpentine and ultrabasic rocks after alteration of these rocks depending on the atmospheric conditions and/or underground water and gases. Magnesite in cryptocrystalline structure takes form in these ultrabasic rocks as veins, thick layers and stock-works. The adjoining minerals in the magnesite deposits are mostly serpentine and olivine with some quartz, calcedony and sepiolite which are the main silica source of the ore bodies.

Magnesite deposits, nowadays, require mineral processing for both to be able to obtain raw materials in order to meet the requirements of the refractory technology. Magnesite ores generally contain compositions like dolomite, calcite, burisite, serpentine, talc and soluble salts in addition to magnesite. Spinel magnesites are beneficiated more difficultly than cryptocrystalline type.

The method used today will be hand sorting if there is a liberation between magnesite and the gangue minerals. The beneficiation method both hand sorting and using automatic equipment are applied to the magnesite ores which are over 40mm size making use of the difference between the color and the structure. Despite the hand sorting method gives the chance to obtain coarse size and low cost concentration in magnesite ores other beneficiation processes are needed to be used due to the contents of fine impurities.

In the heavy media separation of beneficiation processes, it is adequate use of specific gravity differences between the magnesite and the gangue material. In the electrostatic separation, however, there should be an electric conductivity difference between magnesite and the gangue materials. In magnetic separation, specially, is applied to cryptocrystalline magnesites which contain serpentine in the gangue. In order to separate the magnesite with no ferrous impurities from serpentine in suitable size serpentine should not lose its magnetic properties due to alteration.

New applications concerning with magnetic separation is now possible after the development of magnetic separators called "Permroll". In this separators the operation costs are considerably low and the magnetic fields density are high. Comparing to drum and disc separations. Especially the effects of these separators on the magnesite ores above +10 mm size magnesite ores can economically be preconcentrated.

In graded calcination methods of beneficiation. It is made use of the characteristics of calcine and dolomite which are calcinated at lower temperatures than magnesite.

Before classical flotation tests, physical properties, chemical compositions and mineralogical characteristics were investigated. For the pure minerals. The main impurities are determined as silica minerals in magnesite by chemical analysis, X-Ray Diffraction and electron microscopy studies. All magnesite samples have negative surface electricity in a wide pH range over 7 with the highest negativity.

This thesis encompasses results of a laboratory investigation carried out on representative samples of Konya Helvacibaba Magnesite Ore Deposit. The Laboratory work essentially consists of size reduction operations and beneficiation by flotation.

The ore contains several accessory minerals. Of these, quartz, serpentine, iddingsite and sepiolite make up the siliceous minerals and calcite and dolomite represent the calcium content of the ore (Table 1).

Table 1. Mineralogical composition of the Ore

Magnesite	MgCO_3
Dolomite	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
Calcite	CaCO_3
Quartz	SiO_2
Sepiolite	$\text{Mg}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Hematite	Fe_2O_3
Magnetite	Fe_3O_4
Serpentine	$\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Iddingsite	$\text{H}_4\text{MgFe}_2\text{Si}_3\text{O}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Limonite	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Magnesite and sepiolite minerals are finely disseminated and are intimately associated with each other. Hence, conventional methods of hand-sorting and heavy-medium separation has not been applicable for the separation of sepiolite and the other silicates from magnesite.

The sepiolite, resulting from the alteration of magnesite was found to be the deciding factor in the liberation of the ore. In order to achieve sufficient liberation, it was necessary to reduce the ore sample to minus 0.210 mm, prior to concentration.

The amount of magnetic minerals in the ore was very small (approx 1%), and hence, magnetic separation was regarded unsuitable for the beneficiation of the ore.

Flotaion was considered to be the most suitable method of beneficiation for this ore and was investigated for this ore in detail. However, flotation requires expensive grinding, and the concentrate obtained by flotation needs to be calcined and briquetted in order to from a suitable feed for the production of dead-burnt magnesites.

Approximately 200 kg representative sample was taken systematically from the stockpile and then brought to the Mineral Processing Laboratory of Istnbul Technical University. Experimental work were carried out on the sample dried at room temperature. The chemical properties of the sample were determined by chemical analysis (Table 2).

Table 2. Chemical Analysis of Raw Ore

MgO	%	45.64
CaO	%	0.80
SiO ₂	%	5.22
Fe ₂ O ₃	%	0.28
Al ₂ O ₃	%	0.13
L.O.I.	%	47.93

In the experiments carried out for the flotation of the silicates (reverse flotation), the effects of particle size, type of collector, amount of collector, pH value, percentage of solids in the pulp and removal of slime prior to flotation were investigated.

Zeta Meter 3. O equipped with a microprocessor unit was used to measure the zeta potential of magnesite and gangue minerals. The unit automatically calculates the electrophoretic mobility of the particles and converts it to the zeta potential. One gram of mineral was conditioned in 100 cc of distilled water for 1 minutes. The suspension was kept still for 5 minutes lo let larger particles settle. Each data points is an average of approximately 10 measurements. All measurements were made at ambient temprature correction factors provided in the instruction manual.

In order to examine the ad sarption mechanism of reagents in magnesite flotation, electrokinetic potential and zero pointof charge of pure magnesite serpentine and sepiolite were determined, the effect of various ions such as, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, CO₃²⁻ and flotation reagents such as, amine and sulfate on surface properties of magnesite, serpentine and sepiolite wre examined.

Magnesite, serpentine and sepiolite has Zpc (Zero point of charge) at pH 9.5, 6 and 4. Above this pH value Surface is negative and under this pH value surface is positive.

The silica content of magnesite ore of Konya District is derived from serpentine. It is possible to separate opal from magnesite by hand-picking, but serpentine is usually finely disseminated and cannot be separated by hand-cobbing.

As magnesite mineral is in the cryptocrystalline form, concentration of magnesite by flotation is not possible.

Microflotation experiments were applied to magnesite, sepiolite and serpentine in order to compare their flotation abilities. A modified microflotation cell was used for this purpose tests were conducted to determine flotation recovery as a function of pH, the type and the amount of collector and modifying agents. The results can be summarized as follows.

- Flotation recovery of magnesite reach to nearly 80 percent at pH: 8-10, when 10^{-4} Mol/l sodium aleat is used.

- When the amount of sodium aleate increases twice, the recoveries of magnesites are also increased.

- Serpentine floats with 80 percent of recovery at pH:8 when Armac T is used.

The results of classical flotation obtained are summarized below:

The effect of the type of collector:

The type of collectors, including Armac T (Tallow amine acetate), Hydroxamate, and Oleyl Sarkosin were used and Armac T was found to be the most suitable.

The effect of particle size:

Ore samples ground to minus 0.210, .0150, 0.106, 0.074 and 0.038 mm, were used and the best results were achieved with the minus 0.210 mm size.

The effect of amount of fuel oil:

Fuel oil was used in amounts of 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 and 20 kg/ton, of which 14 kg/ton gave the best results.

The effect of the percentage of solids in the pulp:

Various percentages of solids were used in the pulp, ranging between 12 and 70%, and the best value was found to be 12%.

The effect of pH value:

Flotation tests were carried out at various pH values ranging between 7.0 and 10.0. At pH values below 6, magnesite dissolved and made the flotation impracticable. The results obtained in the range of 7.0 to 10.0 pH values, were plotted on a graph, from which the best pH value was found to be 8.0.

The effect of the amount of collector:

Armac T (Tallow amine acetate), having been found the best collector, was used in amount of 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 and 60 kg/ton, of which 6 kg/ton gave the best results.



BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

İlaç sanayiinden ağır sanayiye kadar çok çeşitli kullanım alanlarına sahip magnezyum bileşiklerinin an hammaddesini oluşturan manyezit minerali, doğada değişik oranlarda karbonatlar, oksitler ve silikat halinde safsızlıklar içerir. Doğal yatakların işletilmesi sonucu üretilen manyezit cevheri bu safsızlıklardan dolayı, zenginleştirme işlemlerine tabi tutulur.

Bugün, manyezit cevherlerinin zenginleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan dört yöntem vardır. Bunlar; elle ayıklama, ağır ortam ayırması, manyetik ayırma ve flotasyondur. Ancak, kristalin (iri kristalli) manyezitin zenginleştirme işlemi amorf (kripto kristalin) manyezitin zenginleştirme işleminden oldukça farklıdır. Bu fark, her iki tip manyezitin serbestleşme tane boyutlarının, gang türlerinin ve manyezit minerallerinin farklı olmasına dayanmaktadır. Kristalin manyezit % 8'e kadar demir oksit içerirken amorf manyezitin demir oranı çok düşüktür, tane boyutu bazen mikronla ölçülemeyecek kadar ince olabilmektedir ve genellikle kristalin manyezitten daha saftır. Kristalin manyezitin tipik gang mineralleri, dolomit, biyotit, gröna, talk ve az miktarda kuvars iken, amorf manyezitte gang olarak serpantin ve opal bulunmaktadır. Dünyada her iki tip manyezit de flotasyon, flotasyon-ağır ortam ayırması veya flotasyon-manyetik ayırma yöntemleri ile zenginleştirilebilmektedir.

Manyezitin yanında gang minerali olarak silikatlar çoğunluktaysa, katyonik bir reaktifle silikatlar yüzdürülerek yüzmeyen kısımda manyezit zenginleştirilir. Dolomit ve/veya kalsit gang minerali olarak çoğunluğu oluşturuyorsa, anyonik bir reaktifle manyezit yüzdürülür. Anyonik reaktif olarak genellikle oleik asit veya sodyum oleat kullanılır.

Bu çalışmanın amacı, manyezit ve gang minerallerinin selektif flotasyonuna çeşitli reaktiflerin ve ortam şartlarının etkisini araştırmak, bu etkilerin kimyasal ve fiziko kimyasal bakımdan nedenlerini bularak manyezit ve gang minerallerinin ayrılmasını sağlayacak en uygun flotasyon koşullarının saptamaktır.

BÖLÜM 2

2. MAGNEZİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1. Magnezyum Elementi ve Doğadaki Dağılımı

12 Atom numaralı magnezyum 24.32'lik bir atom ağırlığı ile hafif bir metalik elementtir. Be, Ca, Sr, Ba ve Ra ile birlikte periyodik sistemin toprak alkali adı verilen II. grubunda bulunur. Aynı grupta bulunan bu elementlerle, jeokimyasal yönden büyük benzerlik gösterir. Özgül ağırlığı 1.74 gr/cm^3 olan magnezyum elementi,

651 °C'de erir ve 1110 °C'de kaynar. Magnezyum gümüş renkli parlak bir metal olup, havada hemen mat renkli ince bir oksit tabakasıyla kaplanır. 500 °C'nin üstünde parlak bir alevle yanarak MgO'e dönüşür. Bu özelliğinden fotoğrafçılıkta faydalanılır. Ayrıca magnezyum kolaylıkla şekil verilebilen ve tel haline geçebilen bir metaldir.

Magnezyum elementine, refrakter malzemelerin temel elementi olma niteliğini kazandıran özellik, oksijene olan yüksek afinitesi ve oksijenle oluşturduğu magnezyum oksitin (MgO), 3000°C sıcaklığa kadar ergimeyerek katılığını muhafaza etmesidir.

Yüksek kimyasal reaksiyon yeteneği nedeniyle magnezyuma doğada saf olarak rastlamak mümkün değildir. Doğada 60'tan fazla magnezyum minerali mevcuttur. Çizelge 2.1'de bunlardan önemlileri verilmiştir. Ancak bu minerallerden hammadde olarak üretilenler şunlardır (M.M.O. 1975):

Magnezit: Magnezit (MgCO_3) saf iken renksiz, diğer hallerde beyaz, sarı kahverengi, gri veya siyaha kadar değişen renklerde bulunan bir mineraldir. Teorik olarak %47.8 MgO ve %53.2 CO_2 içerir, fakat değişik oranda karbonatlar, oksitler ile demir, kalsiyum, mangan ve aliminyum silikatlar içerir.

Magnezit doğada kristalin veya amorf halde bulunur. Kristalin cevherin sertliği 3,2-4 arasındadır. Rengi beyazdan siyaha kadar değişir. Kristalleri romboedraldir. İkizleri yoktur veya çok nadirdir; özgül ağırlığı 3.05'tir. Dilinimi romboedral düzleme

paraleldir. Kristalin magnezit kalker ve dolamitik kayalar içinde demiroksit, kalsiyum oksit ve silisle beraber masif tabakalar halinde bulunur.

Magnezit romboedral karbonatlar grubundandır. Bu grubun önemli elemanları şunlardır. Kalsit (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3\text{MgCO}_3$), magnezit (MgCO_3), breunerit (MgFeCO_3), chalybit (FeCO_3).

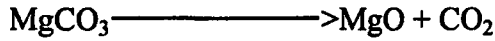
Çizelge 2.1 Bazı önemli magnezyum mineralleri (M.M.O., 1975)

Mineraller	Bileşimler
Karnalit	$\text{KCl.MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Bisofit	$\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Periklaz	MgO
Sellait	MgF_2
Spinel Grubu	MgAl_2O_4
Burusit	Mg(OH)_2
Magnezit	MgCO_3
Dolomit	$\text{MgCa(CO}_3)_2$
Ankerit	$(\text{MgFe})\text{Ca(CO}_3)_2$
Artinit	$\text{Mg}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2\cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Hidromagnezit	$\text{Mg}_5(\text{CO}_3)_4(\text{OH})_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Epsomit	$\text{MgSO}_4\cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Asarit	MgHBO_3
borasit	$5\text{MgO.MgCl}_2\cdot 7\text{B}_2\text{O}_3$
Ludvigite	$(\text{Mg,Fe})_2\text{Fe(BO}_3)_2\text{O}_2$
Forsterit	Mg_2SiO_4
Olivin	$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$
Hümit	$\text{Mg}_7(\text{SiO}_4)_3(\text{OH,F})_2$
Pirop	$\text{Mg}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$
Enstatit	MgSiO_3
Tremolit	$\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2(\text{OH})_2$
Aktinolit	Demirli tremolit
Sepiyolit	$\text{Mg}_2\text{Si}_4\text{O}_{11}\cdot \text{H}_2\text{O}\cdot n\text{H}_2\text{O}$
Talk	$\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
Serpantin	$\text{Mg}_6\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Flogopit	Mg'lu mika
Biyolit	Mg'lu mika
Penin	Mg'lu klorit
Vermikülit	Mg'lu kili
Kainit	$\text{KClMgSO}_4\cdot 11/4\text{H}_2\text{O}$
Polihalit	$\text{K}_2\text{SO}_4\text{MgSO}_4\cdot 2\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Amorf veya kriptokristalin magnezit beyaz reklidir. Özgöl ağırlığı 2.9-3 arasındadır. İyi kalite ticari cevherin $MgCO_3$ içeriği %97'dir. Cevher dilinim göstermez ve kristalin tipe göre daha saftır. Amorf manyezit damar veya tabakalar halinde serpantin, talk, olivin, kalsedon gibi safsızlıklarla beraber bulunur.

Sudaki çözünürlüğü $3.4 \cdot 10^{-3}$ gr/100gr H_2O ($252^\circ C$ 'de) olan magnezit soğuk HCl 'de hiçbir reaksiyon vermez, buna karşılık dolomit zayıf, kalsit ise kuvvetli köpürme gösterir. Bu özelliği magnezitin bu iki mineralden kolayca ayrılmasını sağlar.

Tabi magnezit ısıtılmakla $400^\circ C$ 'den itibaren termal bozunmaya başlar, bozunma $680^\circ C$ 'de tamamlanır ve;



eşitliğine göre magnezya adlı MgO bileşimindeki ürün elde edilir. Magnezitin $900^\circ C$ 'deki kalsinasyonundan elde edilen ürüne ise **kostik-kalsine magnezit** denir. Magnezitin $1650^\circ C$ 'nin üstündeki sinterleşmesinden elde edilen ürüne de **tam yanmış (Dead -Burned) magnezit** adı verilir.

Sinter magnezit, magnezitin $1700^\circ C$ 'nin üzerine çıkarılmasıyla MgO sağlam yapılı ve kübik periklas kristallerine dönüşmektedir. Sıcaklığa maruz bırakılma ne kadar fazla olursa periklas kristallerinin tane iriliği o kadar büyümekte ve dolayısı ile yoğunluğu artarak asitlere ve rutubete dayanıklı hale gelmektedir. Bu tür magnezite stabil hale gelmiş **sinter magnezit** denir. Bu sinterin $2000^\circ C$ 'nin üzerinde tekrar ısıtılma tabi tutulmasıyla **Fused magnezit** elde edilir. Bu magnezit çelik sektörüne yapılan tuğlalarda ömrü uzatmaktadır. Magnezit sinterleme işlemi genellikle döner ve dikey fırınlarda yapılmaktadır.

Dolomit: Bir kalsiyum magnezyum karbonatı ($CaMg(CO_3)_2$) olan dolomit, teorik olarak % 45.65 $MgCO_3$ içerir, pratikte ise $MgCO_3$ oranı % 10-40 arasında değişir.

Dolomitin kristalleri romboedriktir. Taneli, dilimlenebilir kütleler ve kompakt görünümde sedimanter tabakalar halinde bulunur.

Dolomitin sertliği 3.5-4, yoğunluğu 2.85'tir. İnce ve cam parlaklığında bulunur ve rengi genellikle pembemsi, renksiz, beyaz, gri, yeşil, kahverengi veya siyah olabilir.

Bileşimi: CaO % 30.4; MgO % 21.7; CO₂ % 47.9'dur.

Soğuk HCl'de yavaş, sıcak HCl'de hızlı tepkime verir. Dolomitten magnezya elde edilmesine ilk defa 1923 yılında Pensilvanya'da başlanmıştır.

Burusit: Bir magnezyum hidroksit (Mg(OH)₂) olan burusit teorik olarak %69.1 MgO ve % 30.9 H₂O içerir.

Kristal şekli hekzagonal olan burusit, dolomit, magnezit ve serpantin ile beraber masif halde bulunurlar.

Mükemmel dilinimlidir (0001), sertliği 2.5, ağırlığı 2.39'dur. Cam, inci ve reçine parlaklığında bulunur. Renk beyaz, gri, açık yeşil, saydam veya yarı saydam olabilir. HCl'de kolayca çözünür.

Burusit magnezya elde edimi için işletilebilir fakat önemli bir kaynak değildir.

Olivin: (MgFe)₂SiO₄, Forsterit'le (MgSiO₄), Fayalitin (Fe₂SiO₄), izomorf bir karışımdır. Ortorombik sistemde kristalleşir.

Renk zeytin yeşili, çizgi rengi beyaz, saydam veya yarı saydam cam parıltılı, (010)'a göre oldukça iyi dilinimlidir. Kırılma yüzeyi genellikle düzgün değildir. Sertliği 6.5-7, yoğunluğu 3.27-3.37'dir. Erimez, HCl'de yavaş çözünür.

Olivin genellikle altere olarak serpantine dönüşür. Alterasyonları esnasında bir miktar magnezit ve demir oksitleri gelişir.

Teorik olarak %23.4 MgO içeren olivin magnezya elde edilmesinden çok, Forsterit (Mg₂SiO₄) malzemelerinin üretiminde kullanılır.

Evaporit Magnezyum Mineralleri: Lagünlerde ve göllerdeki sular buharlaşma yolu ile ayrılınca çözünmüş haldeki tuzlar kristalleşerek çökelir ve buharlaşma ürünü yataklar yaparlar ki, bunlara "evaporit" denir.

Başta karnalit, lieserit, kainit, polihalit olmak üzere bazı magnezyum klorür ve sülfatlar evaporit yatakları içinde bulunurlar ve potas üretiminde yan ürün olarak "solution mining" yöntemi ile sondaj eriyiklerinden elde edilebilirler. Ancak bu yolla elde edilen evaporitik magnezyum mineralleri, daha çok metalik magnezyum elde edilmesinde kullanılmaktadırlar.

2.2. Magnezitle Beraber Bulunan Diğer Bazı Mineraller ve Özellikleri

Kuvars (SiO_2): Hekzagonal sistemde kristalleşir. Sertliği 7, özgül ağırlığı 2.65, kırılma yüzeyi midye kabuğu şeklindedir. Parlaklık camsı, bazı örneklerde ise yağimsı olur. Renk, genellikle renksiz, beyaz veya içerdiği yabancı maddelerin varlığı ile renklenir. Saydam veya yarı saydamdır. Kuvvetli piezoelektrik ve piroelektrik özelliğe sahiptir. % 46.7 Si, % 53.3 O_2 içerir. Mineral kuvars genellikle saf olur. Ergimez, HF'den başka asitte çözünmez.

Kalsit (CaCO_3): Kristal şekli hekzagonadur. Dilinim (1011) mükemmel, sertliği 3 özgül ağırlığı 2.71, parlaklık camdan toprağımsıya kadar değişir. Renk genellikle beyaz veya renksiz, ya da içerdiği yabancı maddelere göre değişik renkler alır.

% 56.0 CaO, % 44.0 CO_2 içerir. Ergimez, soğuk HCl'de kolayca çözülür.

2.3. Manyezit Yataklarının Oluşumu

Oluşum itibariyle manyezit yatakları, serpantinleşmiş ultrabazik kayalar iersinde kompakt ve kriptokristalen manyezit yatakları, metazomatik kalker ve dolomitler içinde kristalen manyezit yatakları, bazı çökel formasyonlar içinde sedimanter manyezit yatakları olmak üzere üç ana grupta toplanabilir.

2.3.1. Serpantinleşmiş Ultrabazik Kayalar İçersinde Kompakt ve Kriptokristalen Manyezit Yatakları

Kriptokristalen (veya jel) manyezitler çok ince kristalli hatta yer yer amorf olup karbonik asit varlığında serpantin hidrotermal parçalanmasıyla oluşmuştur (Wicken; Dungan, 1975; Toupitz, 1966). Bu tür yataklar serpantinleşmiş ultrabazik kayalar içersinde damar,filon veya birbirleri ile bağlantılı çok ince damarlardan oluşmuş ağ görünümlü yatak (stokverk tip) şekillerinde bulunur.Hemen hemen hiç demir içermeyen kriptokristalen manyezitlerin en önemli örnekleri:Yugoslavya, Yunannistan, Türkiye, Güney Afrika, Rodezya ve Hindistan'da bulunmaktadır (Wicken; Dungan, 1975).

Son araştırmaların ışığında, serpantinleşmiş ultrabazik kayalara bağlı jelmagnezit yataklarının oluşumunu şu şekilde özetleyebiliriz. Oldukça önemli miktarda CO_2 ihtiva eden yağmur suları atmosfer ve yer yer biyojen olayların etkisiyle ultrabazik

kayaç kütlelerini alternasyona uğratmaktadır. De Vistter (1955)'in Küba, Schellmann (1968)'in Yeni Kaledonya serpantinleşmiş ultrabazik kayaçlarında yaptığı araştırmalarda kanıtladığı gibi bu alterasyonda ilk mobilize olup suda erir duruma gelen iyon Mg^{2+} katyonu olmaktadır. Geride ise SiO_2 , oksitlenmiş halde Al ve Fe kalmakta ve böylece oldukça kesin Mg ekstraksiyonu gerçekleştirebilmektedir. Serpantinleşmiş ultrabazik kütleden ayrılan Mg^{2+} katyonları yağmur suları ile mevcut çatlak sistemleri boyunca ya yeraltı suyuna karışmakta veya yerüstü su sistemi vasıtasıyla denizlere ulaşmaktadır. Özellikle magnezyum suyun çatlaklar boyunca yeraltı suyuna karışması esnasında çevredeki serpantinleşmiş kütleden Mg ekstraksiyonu devam etmekte ve böylece çözelti içindeki magnezyum konsantrasyonu gittikçe artarak doyum noktasına erişmektedir. Böylece magnezyumun bir kısmı yağmur suyunda bulunan CO_2 'le birleşerek manyezit, bir kısmı ise $Mg(OH)_2$ şeklinde çatlağı doldurmaktadır. Bu olayın alttan gelen ve hemen hemen aynı ulaşım yollarını izleyen CO_2 'li termal suların etkisiyle daha kolaylaşacağı düşünülebilir. Ama bunu önkoşul kabul etmemek gerekir. Nitekim Mg'un $Mg(OH)_2$ olarak çökelen bölümü zamanla karbonlaşarak tümüyle manyezite dönüşmektedir. Bu arada oluşumu etkileyen en önemli faktörlerden biri bölge jeotekniğidir. Eğer bölgede sıkışma tekniği olursa çatlak sistemleri sıkıştıracağından manyezitin çatlak sistemleri boyunca yataklanması engellenmiş olacaktır. Ayrıca mevcut tektoniğin ne yavaş ne de hızlı bir erozyona elverişli olmaması gerekir. Zira ikinci halde, ultrabazik kütleden Mg ayrışması için yeterli zaman olmayacak, birinci halde ise birim zaman başına ayrılan magnezyum miktarı çok düşük olacağından kalıcı bir yataklanma önlenmiş olacaktır (M.M.O., 1975)

Manyezit oluşumunda en uygun koşullar Türkiye'de, oligosen zamanında gerçekleşmiştir. Anadolu'nun büyük bir kısmı blok halinde yükselirken temelleri daha önce belirlenen tektonik elementler genişleyerek daha iyi bir yataklanmaya sebep olmuşlardır. Bunun yanında blok halinde yükselme ölçülü hızdaki bir erozyonu gerçekleştirerek en uygun oluşum koşullarında birini sağlamıştır. Böylece Türkiye'de metrelerce kalınlıktaki manyezit damarlarının oluşması mümkün olmuştur (Wicken; Dungan, 1975).

2.3.2 Metazomatik Kalker ve Dolomitler İçinde Kristalen Manyezit Yatakları

Kristalen (iri kristalli) manyezit yatakları genellikle dolomitte beraber bulunur. Brezilya'da olduğu gibi büyük yataklar kireçtaşı içersindedir. Buradaki manyezit kireçtaşı ile doğrudan temas halinde olmayıp dolomitleşmiş kireçtaşı ile ayrılmıştır. Dünyanın büyük kristalen manyezit yatakları: Rusya, Kore, Brezilya, Kanada,

Avustralya, Nepal ve Amerika'dadır. Bunların hepsinde de manyezit yatağı dolomit içersindedir. Bütün bu bölgelerde orjenik faliyet vardır, yaygın olarak magmatik faliyet de gösterirler. İlk ve kuvvetli destek görmüş teoriye göre manyezit, magmatik intrüzyon ve beraberindeki çözeltilerin dolomite etkisinden oluşmuştur.

Birçok kristalen manyezit yataklarındaki diğer minerallerin nisbeten yüksek olduğu öne sürülmüştür. Bu mineraller: Dolomit, talk, serpantin, diopsit, hematit ve enstatitdir. Chewelah (WASHINGTON) yataklarında olivin ve manyetit, Manchurian yataklarında da skopolit bulunmuştur. Bu minerallere bakarak oluşum sıcaklıklarının 300°C'den daha yukarı olduğu ileri sürülmüştür.

Arazi gözlemleri açık ve kesin olmasına rağmen hidrotermal çözeltilerin karakteri ve yerini alma (replacement) mekanizması henüz bilinmemektedir. Dolomit içinde manyezitin hidrotermal yer alması (emplacement) için öne sürülen mekanizmalar Mg'ca zengin faz ve CO₂ taşıyan çözeltilerin reaksiyonlarını içerir. CO₂ taşıyan çözeltiler, yakınındaki intrüzif maddelerden kolayca sağlanabilmesine rağmen bu çözeltilerin Mg'ca gerekli zenginleşmeleri için bir sebep göstermek zordur. Son senelerde yapılan bir deneysel araştırma bu probleme açıklık getirmiştir. Gözlenen arazi ilişkilerini ispatlamak için araştırmalar yapılmış ve bu şartlarda Mg'ca zengin çözelti gereğinin olmadığı görülmüştür. Sonuçlar manyezitle beraber bulunan yüksek sıcaklık mineral varlığıyla da doğrulanmıştır (Wicken; Dungan, 1975).

2.3.3. Sedimanter Manyezit Yatakları

Mobilize olan magnezyumlu yerüstü sularının kapalı havzalarda toplanması ve çökmesi sonucu sedimanter manyezit yatakları oluşabilmektedir. Ancak nihai manyezit oluşumu daha çok diyajenetik safhada gerçekleşmektedir. Bu tipte bir manyezit yatağı Türkiye'de de mevcuttur. Denizli ili Çardak ilçesi Hırsızdere Çambaşıköyde bulunan sedimanter manyezit yatağı kalınlıkları 3 m'ye yaklaşan 3 tabakadan oluşmaktadır (Gümüş, 1970). Eskişehir çevresindeki lületaşı (sepiyolit) yatakları içinde de yatak halinde olmamakla birlikte oluşumu sedimanter olan manyezit yumrularına rastlamak mümkündür (M.M.O., 1975).

BÖLÜM 3.

3. MANYEZİT CEVHERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Manyezit teknolojisi cevher üretimiyle başlamaktadır. Bu ise yatağın boyutlarına, şekline ve cevherin dağılımına göre değişmektedir. En çok uygulanan yöntem açık işletmedir.

Cevher olarak elde edilen manyezit, genel olarak bir zenginleştirme işlemine tabi tutulur. Ancak iri kristalli manyezitin zenginleştirme işlemi, kriptokristalen manyezitinkinden oldukça farklıdır. Bu fark her iki tipin serbestleşme tane iriliklerinin, gang türlerinin ve manyezit minerallerinin niteliklerinin farklı olmasına dayanmaktadır. İri kristalli spatik manyezit %8'e kadar Fe içerirken, jelmanyezitin demir oranı çok düşük olduğu gibi, tane irilikleride bazen mikron mertebesiyle ölçülemeyecek kadar ince olabilmektedir. Dolomit, biyotit, gröna, talk ve biraz kuvars kristalen manyezitin karakteristik gang mineralleridir. Jelmanyezitte gang olarak serpantin, Sepiolit ve opal bulunur (M.M.O., 1975).

Genel olarak manyezit için şu zenginleştirme yöntemleri söz konusudur.

3.1. Elle Ayıklama (Triyaj)

Elle ayıklama yöntemi kavramı binlerce yıl öncesi madenciliğine kadar uzanır. Bu süreç içinde yararlanılan parlaklık ve renk gibi özelliklerin yanı sıra günümüzde manyetik duyarlılık, iletkenlik ve radsasyon gibi diğer fiziksel özelliklerden de yararlanan otomatik ayıklayıcılarla cevher ve gang mineralleri ayıklanabilmektedir (M.M.O., 1975).

Triyaj ancak aşağıdaki koşullarda geçerlidir.

1. Değerli minerallerle gang mineralleri arasında, istenilen fiziksel özelliklerde belirgin bir fark olmalıdır.
2. Bu minerallerin serbestleşme tane boyu, kullanılacak ayıklayıcının çalışma sınırları arasında olmalıdır.

Özellikle son yıllarda mikroprosesörlerin uygulanmasıyla günümüz otomatik ayıklayıcıları; çok hızlı, duyarlı, yüksek verimli ve çalışma koşulları yönünden daha fazla esneklik kazanmışlardır.

Gelecekte otomatik ayıklama yöntemi pek çok cevher için üretimin önemli bir aşaması haline gelecektir.

Günümüzde ise; manyezit ile gang mineralleri arasındaki optik farklılıktan yararlanılarak uygulanmaktadır. Ancak uygulanabilen boyutlar 40 mm'nin üstündedir (M.M.O., 1985).

3.2. Boyut Küçültme İle Zenginleştirme

Bazı manyezit cevherlerinde gang mineralleri manyezit kadar sert olmadıklarından öğütme sırasında daha fazla ufalanarak inceye geçerler. Bu özellikten, manyezitin kaba olarak temizlenmesinde yararlanılır ve bu suretle SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe içeriği önemli miktarda düşürülebilir (Emrullahoğlu, 1984).

3.3. Elektrostatik Ayırma

Magnezit gang mineralleri arasında az da olsa bir dielektrik katsayısı farkı vardır. Teorik olarak bu özellikten yararlanmak mümkündür. Ancak pratikte nadiren uygulanır (M.M.O., 1975).

3.4. Manyetik Ayırma İle Zenginleştirme

Özellikle gang olarak içinde çeşitli şekillerde demir bulunan, serpantin içeren jel manyezitlerde uygulanmaktadır. Uygun tane iriliklerinde serpantin ile manyetik olmayan manyezit birbirinden ayrılmaktadır. Ancak gang olarak bulunan serpantin az altere olmuş olması ve dolayısıyla manyetik özelliğini yitirmemiş olması gerekir. Bu yöntem halen Yunanistan'daki bazı cevherlerin zenginleştirilmesinde (Scalistri'ye ait Kakovas yatağı) başarılı olmaktadır. (M.M.O., 1985).

% 3.15 ve % 8.75 SiO_2 içeren Tavşanlı bölgesi kriptokristalen manyezit cevheri ile % 2.6 SiO_2 içeren kalsine cevher kullanarak manyetik ayırma deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerde merdaneli kırıcıda 0.841 mm altına kırılmış örneklerin $-0.841+0.074$ mm boyutları kullanılmıştır (Doğan; Bhappu, 1974).

Yüksek alan şiddetli kuru manyetik ayırma deneyleri sonucunda cevherdeki demir içeren silikat minerallerinin manyetik kısımda toplanması nedeniyle manyetik olmayan kısımda pazarlanabilecek manyezit konsantresi elde edilmiştir (Emrulloğlu, 1984).

Bunun yanında demir tenörü yüksek olan kristalen manyezitlerde de bu yöntemin uygulanma olasılığı vardır. Bu durumda demirli cevher kavrulmakta, bu kavurma sonunda manyetik özellikler olan magnezioferrit ($MgO \cdot Fe_2O_3$) oluşmakta ve bu ayırma yöntemin temelini oluşturmaktadır. Bu yöntemin uygulanması için bazen cevhere demir oksit ilave etmek gerekebilir (M.M.O., 1985).

3.5. Hidrotasyon Yoluyla Ayırma İle Zenginleştirme

Kalsine manyezit su ya da su buharı ile ısıtıldıktan ve birkaç gün bu durumda bekletildikten sonra tromel elekten geçirilmek suretiyle kısmen temizlenebilir. Manyezitin içerdiği CaO hidratlaşarak kalsiyum hidroksit haline gelir ve tromel elekten elenerek daha iri taneli olan kalsine manyezitten ayrılır ve manyezit kolayca zenginleşmiş olur (Emrulloğlu, 1984).

3.6. Ağır Ortam Ayırması İle Zenginleştirme

Manyezit ile gang mineralleri arasındaki yoğunluk farkından yararlanarak yapılan zenginleştirme yöntemidir. Ancak bu yöntem 12 mm'den daha büyük tane iriliklerinde uygulanabilmektedir. Ancak Kümaş'ın Kütahya tesislerinde bu yöntem, +4 mm'lik kilden ayıklanmış manyezite başarılı bir şekilde uygulanmaktadır .

Bazı manyezit cevherleri parozite ve dolayısıyla düşük yoğunluk nedeniyle ağır ortam ayırmasına uygun değildir. İnce ve boşluklu manyezit cevherlerinin ağır ortam ayırmasında; süspansiyon viskozitesinde artışlar, flokülasyon ve mineral parçacıklarının yığılma olayı, manyezit ve gang mineralleri arasındaki yoğunluk farkında azalma nedeniyle güçlüklerle karşılaşmaktadır (Emrulloğlu, 1984).

3.7. Dereceli Kalsinasyon Yoluyla Ayırma İle Zenginleştirme

Manyezit; kalsit ve dolomitten daha düşük sıcaklık derecelerinde kalsine olur. Cevher, manyezitin kalsine olduğu sıcaklıkta kalsine edilir. Bu sırada sertliğini kaybeder ve daha sert olan kalsit, dolomit ve silikatlardan, öğütülmek ve sınıflandırılmak suretiyle, ayrılmış olur (Emrullahoğlu, 1984).

3.8. Kalsinasyon ve Gravite Yoluyla Ayırma İle Zenginleştirme:

Manyezit ve silisli gang içeren cevher, konsantrasyon öncesi aşamada 600-900°C arasındaki sıcaklık derecelerinde kalsine edilir. Bu işlem sırasında manyezit kısmen ya da tamamen ayrışarak 1.3-1.9 gr/cm³ görünür yoğunluk kazanır. Gang ise yalnız suyunu kaybeder ve 2.2-3.2 gr/cm³ görünür yoğunluk kazanır. Böylece ayırma uygulanan gravite konsantrasyon yöntemleri ile kolayca gerçekleşir. Çünkü görünür yoğunluktaki farkın tam olarak kullanılması sözkonusudur. Sulu ortamlarda gravite (Jig, masa, ağır ortam) ayırması kostik kalsine manyezitin su almasına ve görünür yoğunluğun 1.9-2.1 gr/cm³'e yükselmesine neden olur. Ayırma çok güçtür, fakat oldukça kabul edilebilir sonuçlar verir (Emrullahoğlu, 1984) .

3.9. Flotasyon Yoluyla Zenginleştirme

Bugün için manyezit madenciliğinde en çok uygulanan zenginleştirme yöntemidir. Bu yöntemle göre, manyezit uygun tane iriliğine kadar öğütülür, uygun reaktifler kullanılarak yerine göre yüzdürülür ya da bastırılır (M.M.O., 1975).

Manyezitin yüzdürülmesinde anyonik toplayıcılarla yapılan deneylerde asidik ortamdan çok bazik ortam tercih edilmiş ve oleik asit ile oleik asitin manyezit için uygun bir toplayıcı olduğu kanıtlanmıştır (Brandao; Poling, 1982).

Siebel (1962), Steiner (1964) ve Weiss (1968)'in (M.M.O., 1975) verdiği bilgiye göre; iri kristalli spatik manyezit kırılıp öğütüldükte sonrra iki fraksiyona ayrılır. 0-12 mm tane iriliğini kapsayan flotasyona, 12-35 mm arasındaki fraksiyon da ağır sıvı ayırımına tabi tutulur. Örneğin; Avusturya Radentheine tesislerinde ağır sıvı ayırımında sıvı katkı maddesi olarak ferrosilikon kullanılmaktadır. Sarfiyat 1 ton ham manyezit başına 300 gr ferrosilikon olarak verilmektedir. Burada manyezit daha ağır olduğu için ortamda çökerek gangtan ayrılmaktadır. Yukarıda belirtilen tesiste WEMCO tipi bir ağır ortam konisi kullanılmakta ve saate 60 ton ham manyezit işlenebilmektedir (M.M.O., 1975).

İnce tane fraksiyonu için geçerli flotasyon iki aşamada yapılmaktadır. Birinci aşamada; silikatlar yüzdürülürken, ikinci aşamada karbonatik yabancı mineraller (dolomit ve kalsit) bastırılır. Karbonat flotasyonunda tolayıcı olarak yağ asidi, bastırıcı olarak NaSiO_3 ve metafosfatlar kullanılmaktadır (M.M.O., 1975).

Karbonatlar, silikatlar ve hidrate demir oksitlerden manyezitin ayrılmasında toplayıcı olarak genellikle yağ asitleri ve sabunlar kullanılır.

Flotasyon hafif alkali ortamda yapılır. Su içinde erimiş bulunan kalsiyum çöktürülmek için soda, kalgon, sodyum silikat gibi maddeler kullanılır. Bastırılması istenen gangın cinsine göre; sodyum sülfür, sodyum silikat ve tannik asit gibi bastırıcılar kullanılır. Yüzdürülen minerale, yüzmesi istenmeyen mineral benzer kimyasal yapıda olduğundan bastırıcıların dikkatle seçilmesi ve miktarlarının iyi ayarlanması gerekir (Emrulloğlu, 1984).

Bazen uzun zincirli aminlerle gang mineralleri yüzdürülerek manyezit yüzmeyen kısımda zenginleştirilebilir. Bu yöntem özellikle çok kolay yüzebilen mika, talk, gibi silikatları içeren manyezit cevherlerine uygulanır.

Kuvars, silikatlar ve oksitlerin aminlerle flotasyonunda kimyasal reaksiyondan çok elektrostatik etkilerin önemli olduğu çeşitli incelemelerle ortaya konulmuştur. Yüzey potansiyellerinin negatif olduğu hallerde flotasyonun mümkün olduğu, negatif elektrik yükü arttıkça flotasyonun kolaylaştığı görülmüştür.

Ölçümler yüzey yükünü sıfır yapan pH değerlerinin kuvars için $\text{pH}=2.2-3.2$ arasında olduğunu göstermektedir. Bu pH değerlerinin altındaki değerlerde katının yüzeyi pozitif işaretli, bunun üstündeki pH değerlerinde ise negatif işaretlidir.

PREDAU ve CASES tarafından manyezitle pH'nın fonksiyonu olarak zeta potansiyelinin değişimini incelemek için deneyler yapılmış, fakat 6'dan daha küçük pH'larda manyezitin çözünürlüğü nedeniyle ölçümler yapılamamıştır. Denge denklemlerinden yararlanılarak yapılan hesaplamalarda teorik olarak sıfır yük noktasının $\text{pH}=5.20$ 'de olacağı bulunmuştur(Predau; Cases, 1973).

Yine Mular ve Roberts metodu ile manyezit için yüzey yükünü sıfır yapan pH değeri 6.05 olarak bulunmuştur. Literatürde geçen sıfır yük noktaları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buradaki değerler görüldüğü gibi $\text{pH}=2-11.5$ arasında değişmektedir.

Bununla beraber sıfır yük noktasının pH=6 olduğu kabul edilmiştir (Brandao; Poling, 1982).

Çizelge 3.1. Manyezit için sıfır yük noktası (Brandao; Poling, 1982).

Yüzey yükünü sıfır yapan pH değeri	Metot
6	S.P (Akma potansiyeli)
5.2	S.P (Akma potansiyeli)
3.2	-
2.0	M.E (Mikro elektroporozis)
11.5	H.S (Engelli çökme)
6	M.R (Mular ve Roberts metodu)

Dolomitin son derece çözünebilir olması sıfır yük noktasının ölçülmesini engellemekte, fakat yapılan deneyler sonucunda çizilen eğrilerde sıfır yük noktasının 7'den daha küçük bir pH değerinde olduğu tahmin edilmektedir (Emrulloğlu, 1984).

Magnezyum iyonları, manyezit ve dolomitin zeta potansiyelini değiştirir. pH=10'da Mg^{2+} iyon konsantrasyonunun fonksiyonu olarak manyezit ve dolomitin zeta potansiyeli değişimi PREDALL ve CASES tarafından incelenmiş ve manyezitin 2×10^{-2} mol/l'te, dolomitin 2.3×10^{-3} mol/l'te zeta potansiyellerinin sıfıra ulaştığı, daha yüksek konsantrasyonlarda pozitif olduğu görülmüştür (Emrulloğlu, 1984).

Kalsiyum iyonları da manyezitin ve dolomitin zeta potansiyelini değiştirir, fakat çalışılan konsantrasyon aralığında (10^{-4} ——— $>10^{-2}$ mol/l'te) negatif kalır (Emrulloğlu, 1984).

Karbonat iyonları zeta potansiyeli üzerinde çok az etkilidir. pH=10'da, CO_3^{2-} iyon konsantrasyonunun fonksiyonu olarak manyezit ve dolomitin zeta potansiyelinin biraz değiştiği görülmüştür (Emrulloğlu, 1984). Ayrıca uzun zincirli karboksilik

asitlerle çalışıldığında, zeta potansiyelinin bunların iyonizasyonunda etkili olup; CO_3^{2-} iyonları manyeziti bastırıcı, Mg^{2+} iyonları ise canlandırıcıdır (Bayraktar, 1979).

Dolomit içinde masif adeseler halinde bulunan Washington manyezit cevheri kırma ve eleme işleminden sonra -38+3.3 mm ve -3.3 mm olmak üzere iki fraksiyona ayrılmıştır.

-38+3.3 mm fraksiyonu 6 m çaplı konide ferrosilikonlu ortam kullanılarak büyük bir kısmı dolomit ve silisli minerallerden oluşan gang minerallerinden ayrılmıştır. -3.3 mm fraksiyonu da 65 mesh (0.210 mm) altına öğütülerek iki kademedede zenginleştirilmiştir. Birinci aşamada nötr pH'da köpürtücü olarak DP B 23, bastırıcı tannik asit ve katyonik kollektör kullanılarak silikatlar, ikinci kademedede de sodyum silikat ve oleik asit ilave edilerek manyezit yüzdürülmüştür (Emrullahoğlu, 1984).

Baulos (1974), dolomitik bir Mısır manyezitinin flotasyonunu inceleyerek optimal koşulları saptamışlardır. Araştırmacılar iki yöntem önermekte ve bu konuda ayrıntılı veriler sunmaktadırlar. Birinci yöntemde ise kollektörsüz dolomit bastırıcıları kullanılmaktadır. Her iki yöntemde de, manyezitin selüllerdeki değişik pH değerlerinde çöktürülerek ters flotasyon metodu uygulanmaktadır. Ham cevherindeki yüksek CaO oranlarının (% 11) flotasyonu engellediği ve en uygun pH derecesinin 11.25 olduğu belirtilmektedir. Kollektör-bastırıcı olarak 10/1 oranında karıştırılmış sodyum oleat ve sodyum hegzametafosfat kullanılması ve % 44.8 MgO, % 3 CaO, % 2.1 SiO_2 , % 0.49 FeO_3 ve % 0.46 Al_2O_3 bileşimli bir konsatre elde edilebilmiştir. Elde edilen konsatre ile uygulanan tuğla elde etme deneyleri olumlu sonuç vermiştir.

Tane iriliklerinin flotasyon için çok küçük 6 μ altında olması nedeniyle jelmanyezit flotasyonu çok daha karışık ve zordur. Gizli tutulması nedeniyle tesislerdeki uygulama ve teknolojik veriler yok denecek kadar azdır. Siebel (1962), ters flotasyonu önermesine rağmen, 1967 yılındaki yayınlarında, elde edilen konsantrede düşük SiO_2 değerlerine nazaran yüksek CaO değerleri nedeniyle anti- köpürme yönteminin daha elverişli olduğunu ileri sürmektedir. Yazara göre, ilave edilen reaktifler vasıtasıyla, köpürme ham manyezitin tane durumuna göre az ya da çok engellenerek manyezitin selektif flotasyonu mümkün olmaktadır. Kalkerin çöktürülmesi için sodyum metafosfat ve kollektör-köpürtücü olarak lipol ve su camı kullanılmıştır. Yapılan denemelerde, litrede 200 gr ham malzeme içeren flotasyon pulpü ile çalışılmış ve daha öğütme işlemi sırasında ton ham malzeme başına 0.5 kg sodyum metafosfat karıştırılmıştır. Lipol yağı tüketimi 1.5 kg/ton olarak saptanmış ve 15 dakikalık flotasyon süresi için 5 kg su camı kullanılmıştır. Bu yöntemle, % 1.0

SiO_2 ve % 1.94 Cao içeren bir ham jelmanyezit cevherinden % 44 MgO, % 1.5 SiO_2 ve % 1.25 CaO içeren ve gerçekten çok iyi bir konsantre elde edilmiştir.

(Atak, 1974) tarafından yapılan çalışmalarda Kütahya, Eskişehir, Bursa yöresi ince kristalli manyezit cevherleri ile 2-3 kg/ton sodyum silikat, 0.2-1.2 kg/ton sodyum oleat kullanılarak yapılan flotasyon deneyleri sonucunda %50-70 verim ile konsantreler alındığı, silis içeriğinin ise ancak %2.2-2.4'e düşürülebildiği görülmüştür.

-2 mm Çayırbağ manyezit cevheri 0.2 mm'nin altında öğütülmüş 0.7-1 kg/ton sodyum silikat, 2-2.5 kg/ton sodyum karbonat, 50-100 gr/ton kalgon, 0.5-0.6 kg/ton oleik asit, 40 gr/ton aerofoth 77 kullanılarak 9-9.5 pH'da yapılan flotasyon deneylerinde % 37.2 verimle % 3.21 SiO_2 içeren konsantre elde edilmiştir.

Konya-Meram manyezit cevheri ile 3 kg/ton aeromine 3037, 3 kg/ton çamyağı kullanılarak pH=7'de yapılan flotasyon deneylerinde silikatlar yüzdürülerek, manyezit yüzmeyen kısımda bırakılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda % 0.97 SiO_2 içeren ve beslenen cevherin miktar olarak % 39'unu teşkil eden konsantre alınmıştır (Emrullahoğlu, 1984).

Flotasyon başta Bella Stena olmak üzere tüm Yugoslav tesislerinde, Vardos, Kakovos ve Yenakini gibi hemen hemen tüm Yunan tesislerinde uygulanmaktadır.

Elde edilen magnezit konsantrelerinin önce suyu alınarak nemi % 6-7 oranına indirilir ve hemen sonra briketlenir. Yumurta şeklindeki briketler çift silindirik yüksek basınç presleri ile 500 kg/cm²'lik bir basınçla elde edilir. Bağlayıcı madde olarak kostik sinter fırınının baca tozu ya da doğrudan Kieserit ($\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) eriyiği kullanılır. Bu işlem sonucu briketler 200 kg/cm²'lik bir nokta mukavemetine erişmiştir ve sinterlemeye gönderilir.

Sinter manyezit, manyezitin en az 1443°C'de kalsine edilmesiyle elde edilen bir üründür ve refrakter malzemelerin temelini oluşturur. Periklas ise, meta morfik bir manyezit minerali olduğu gibi, %92-98'lik bir sinter manyezitin 1650°C'nin üstünde tekrar kalsine edilmesi sonucu elde edilen ve özel kristal yapısı nedeniyle oldukça sert bir üründür. Manyezitin diğer kalsine ürünü de kostik kalsine manyezittir. Manyezitin ya da magnezyum hidroksidin 900°C'nin üstünde kalsine edilmesi ile elde edilir. Manyezit kalsinasyonu için döner ve dikey fırınlar kullanılmaktadır.

Manyezitin kalsinasyonu ile elde edilen sinter manyezit, refrakter malzemelerin temelini oluşturur ve bunun refrakter malzeme üretimi için hazırlanması gerekir. Refrakter malzeme üretimi için kesin ve standardize edilmiş proses koşulları yoktur. Ancak genel yöntem, piyasaya normal ya da biriketlenmiş şekilde sunulan sinter manyezitin, 8 ya da 5 mm'nin altında ufalanıp öğütüldükten sonra gerektiğinde çeşitli oranlarda krom cevheride karıştırılarak yüksek basınç altında (1000 kg/cm^2) ve 1700 civarında pişirilmesinden ibarettir (M.M.O., 1975).



BÖLÜM 4.

4. MANYEZİTİN KULLANIM ALANLARI

Magnezyum metal elementinin endüstride kullanımının % 90'ından fazlası magnezyum bileşiklerinden özellikle sinter manyezit ve dolomitten sağlanmaktadır. Burada en fazla kullanım alanı Demir Çelik Endüstrisidir. Sinter manyezit, demir, çelik ve diğer metalurjik tesislerdeki fırın kaplamalarının en önemli hammaddesini oluşturmaktadır. Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları aşağıda verildiği gibidir.

Magnezyum oksit (Magnezya)

Refrakter (Sinter) Manyezit
Kostik kalsine magnezya

Bazik refrakterler
Çimento, suni ipek, suni gübre,
izolasyon, metalik magnezyum,
refrakter malzemeleri, kimya
endüstrisi, uranyum eldesi, kağıt
endüstrisidir.

Özel kostik kalsine
manyezit çeşitleri

Kauçuk, abrazif, dolgu malzemesi,
ilaç, refrakter malzeme, gübre,
elektrik izolasyonu, neopren
bileşikleri çimento vb.

Çökelti Magnezyum Karbonat

İzolasyon, abrazifler, pigment ve
boyalar, cam, mürekkep, seramik
malzeme, kimya gübre endüstrisi.

Magnezyum Hidroksit

Şeker rafinerisi, ilaç endüstrisi,
magnezyum oksit eldesi.

Magnezyum Klorür

Metalik olmayan eldesi, çimento,
seramik malzemeleri, tekstil, kağıt
kimya endüstrisi.

BÖLÜM 5.

5. DÜNYA VE TÜRKİYE MANYEZİT REZERVLERİ

Çizelgede verilen dünya manyezit rezervleri incelendiğinde Türkiye'nin 41 milyon ton ile 14.sırada yer aldığı görülür.

Çizelge 5.1. Dünya manyezit rezervleri (milyon ton)

	Mining Annual Review (1974)		Mineral Facts and problems (1975)	
	Rezerv	%	Rezerv	%
A.B.D	65.0	0.51	41.3	0.41
KANADA	100.0	0.78	78.0	0.77
MEKSİKA	1.0	0.01	-	-
BREZİLYA	300.0	2.33	413.0	4.06
ÇEKOSLAVAKYA	100.0	0.78	82.6	0.81
AVUSTURYA	75.0	0.58	55.0	0.54
SOVYETLER BİRLİĞİ	3.035.0	23.61	2.250.0	22.15
YUNANİSTAN	60.0	0.47	82.0	0.81
YUGOSLAVYA	50.0	0.39	27.4	0.27
İSPANYA	1.0	0.01	-	-
TÜRKİYE	36.0	0.28	41.0	0.41
SUDAN	240.0	1.87	-	-
MISIR	1.0	0.01	-	-
GÜNEY AFRIKA C.	1.0	0.01	-	-
ÇİN HALK C.	5.000.0	38.90	3.750.0	36.91
KUZEY KORE	3.000.0	23.34	2.200.0	21.65
İRAN	1.0	1.01	-	-
PAKİSTAN	1.0	0.01	-	-
HİNDİSTAN	185.0	1.44	137.0	1.35
FİLİPİNLER	1.0	0.01	-	-
AVUSTRALYA	1.0	0.01	-	-
YENİ ZELANDA	600.0	4.67	453.0	4.46
DİĞERLERİ	-	-	-	-
DÜNYA TOPLAMI	12.854.0	100.00	10.160.0	100.00

Çizelge 5.2. Türkiye'nin bilinen manyezit yatakları rezervi.

	EKONOMİK REZERVLER (ton)			
İLLER	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	MÜMKÜN	TOPLAM
Ankara	57.087	18.814	15.000	90.901
Bilecik	96.572	96.572	129.250	225.000
Eskişehir	2.295.000	5.325.000	-	7.620.000
Kütahya	2.016.520	8.958.560	9.713.000	20.688.080
Konya Toplam	9.266.501	20.747.450	37.240.000	67.253.951
-Akşehir-Yunak-	33.000	13.000	200.000	246.000
-Meram	6.500.000	16.700.000	28.900.000	52.000.000
-Sodur	316.766	-	4.640.000	4.956.766
-K.K. Bekir-				
Sodur sinei	200.000	-	3.500.000	3.700.000
-Çayırbağı				
-Çayırbağ-	891.007	2.045.858	-	2.936.865
Erzincan				
-Refahiye	800.000	1.000.000	-	1.800.000
TOPLAM	14.531.680	35.049.824	46.968.000	97.687.754

BÖLÜM 6.

6. DENEYSEL ÇALIŞMALARA HAZIRLIK

6.1. Denemelere Esas Olan Numunenin Tanımı ve Tesisin Akım Şeması

Konya Krom Manyezit Tuğla Sanayii T.A.Ş. tesislerinde bölgedeki çeşitli sahalardan üretilen manyezit cevheri kullanılmaktadır. Kullanılan manyezit cevherinin büyük bir bölümü Helvacıbaşı ve Çayırbaşı ocaklarından elde edilmektedir. Her iki ocakta da açık işletme yöntemiyle işletilmekte olup, Helvacıbaşı ocağında kurumun kendi olanakları ile geçmişte 60000 ton/yıl yapılmaktaydı. Çayırbaşı ocağından ise bir müteahhit firma tarafından 75000 ton/yıl üretim yapılmaktadır.

Cevherli kısımların dozer kepçeleri veya ripperleme ile parçalanmasının ardından ocakta elle ayıklanan manyezit cevheri, loderlerle kamyonla yüklenip, ikincil bir triyaj işlemi ile zenginleştirme yapan zenginleştirme tesisi civarındaki stok sahalarına taşınmaktadır. Farklı ocaklardan gelen cevherler ayrı ayrı stoklanıp işlenmektedir. Ocaklardaki atık ise ocakların civarındaki pası sahasına atılmaktadır.

Zenginleştirme tesisinin akım şeması Şekil 6.1'de verilmiştir. Stok sahasından tesise beslenen cevher bir çeneli kırıcı ile -85 mm'ye kırıldıktan sonra, paralel çalışan iki 20 mm açıklıklı elekten kuru olarak elenmekte, elek üstü malzemenin yüzeyleri su jetleri ile temizlenmektedir. Bunu takiben herbir eleğin elek üstü malzemesi ayrı ayrı triyaj bantlarına beslenmekte ve burada işçiler yataşları ve silisli kısımları ayırmaktadır. 20mm elek altı ise 14 mm açıklıklı ikinci bir eleğe beslenmektedir. Kuru elemeyi takiben, elek üstü ürününün yüzeyleri su jetleri ile yıkanmakta ve bir diğer triyaj bantına beslenmektedir. Her üç triyaj bantından elde edilen temiz manyezit, bir konsantrasyon silosuna ve oradan da bir havai hat sistemiyle sinter fırını stok sahasına taşınmaktadır.

-14 mm fraksiyonu, triyaj bantları artıkları ile beraber artık silosuna ve oradan da kamyonlarla artık sahasına gönderilmektedir. Ocakta başlayan bütün bu triyaj dayalı zenginleştirme işlemleri sonucunda cevher yataşından hemen hemen tamamıyla

6.2. Helvacıbaşa Manyezit Cevherinin Minerolojik ve Petrografik Etütleri

Mikroskobik incelemeler ve x- ışınları yardımıyla aşağıdaki mineraller tesbit edilmiştir.

MANYEZİT: Mikroskopta optik özellikleri tesbit edilemeyecek kadar küçük (9-10 mikron), saydam kristal kümeleri halindedir.

KALSİT: İdingisitleşmekte olan serpantin çatlağında kümeler halinde gözlenmiştir.

DOLOMİT: Serpantinler aleyhine gelişen çatlakları dolduran silisli dolgular içerisinde mercek görünümlü dolomitler gözlenmiştir. Kriptokristalen manyezit içerisinde de 9-10 mikron büyüklüğünde tanelerden oluşmuş kümeler halinde gözlenmiştir.

KUVARS: Serpantinler içerisinde oluşan çatlak sistemlerini dolduran kuvarslar çoğunlukla biçimsiz (ksenomorf), bir kısım kuvarslar da tam (idiomorf) ve yarı biçimli (hipidomorf) olarak kristalleşmişlerdir. Işınsal yapı gösteren kalsedon türleri de yaygındır.

SERPANTİN: Genellikle kahverengimsiz sarımsı yeşil renklidirler. Manyezit içinde ada ve yumru biçiminde ve yer yer ince manyezit damarcıkları ile kesilmiş bir yapı gösterirler. Mikroskopta serpantin yumruları ve adları ayrışma sonucu tam bir göze veya kafes dokusu görünümündedirler. İdingisitleşmekte olan serpantinler içerisinde 500 mikron büyüklüğünde ipliksel (fibrous) dokulu karakteristik krizotil minerali gözlenmiştir.

İDİNGİSİT: İdingisitleşme sonucu serpantin turuncu kırmızı renge dönüşür. İdingisitleşme yaygındır. Kafes dokusunun kalıntılarını gösteren idingisitleşmekte olan serpantinlere çok sık rastlanmaktadır.

SEPIYOLİT: Sepiyolit serpantin ve manyezitin alterasyon ürünüdür.

OKSİTLER: Genellikle sarı, siyah, kahverengi lekeler halindedirler. Serpantin içerisinde peridotitlerden gelen Manyetit minerali görülmüştür. Mikroskopta hematit kiremit kırmızısıdır.

6.2.1. Manyezit Örnekleri Mikroskop Fotoğrafları

Şekil 6.1. PI (Polarizan Işık), 5X

Çatlak genişlikleri 0.014-0.057 mm 0.086-0.114 mm

Çatlaklar kalsedon ve talk dolguludur. Çatlakların birleşme noktalarında oluşan kalsedon, konsantrit-oval kristal kümeleri halindedir. İnce-uzun çatlaklar genellikle talk levhalarından ince uzun-yassı lamellerden oluşmaktadır.

Şekil 6.2. PI, 5X

Çatlak genişlikleri: 0.428x0.229 mm 2.57x(0.143-0.371) mm

Kılcal çatlaklar : 0.014 mm

Çatlaklar kalsedon ve talk dolguludur.

Şekil 6.3. PI, 5X

Serpantin kalıntısı idingisit (olivinin serpantinleşmiş ve ayrılmış hali) Kalsedon ve talk mevcuttur. Çatlaklar 1.657x(0.1-0.4) mm 0.002-0.011 mm çok ince manyezit taneleri bulunmaktadır.

Şekil 6.4.

3. fotoğrafın TI (Tabii ışık) altındaki görüntüsüdür.

Şekil 6.5. TI, 5X

Olivinin ayrışması ile idingisit oluşumu gözlenmiştir.

Kalsedon 0.001-0.044 mm ve manyezit 0.006-0.014 mm boyutludur.

Şekil 6.6.

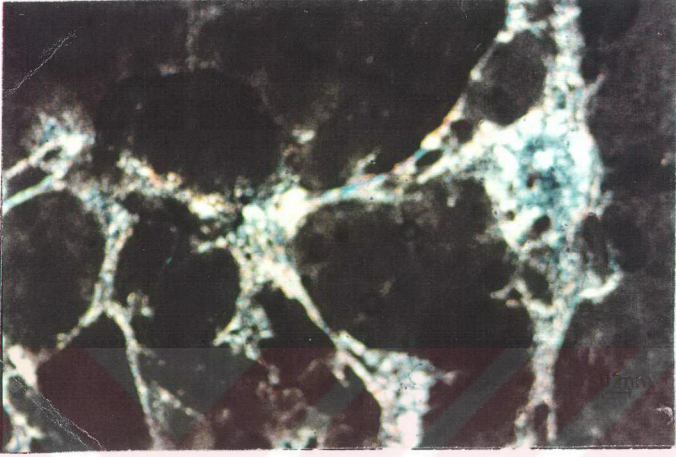
5. fotoğrafın PI altındaki görüntüsüdür.

Şekil 6.7. PI, 5X

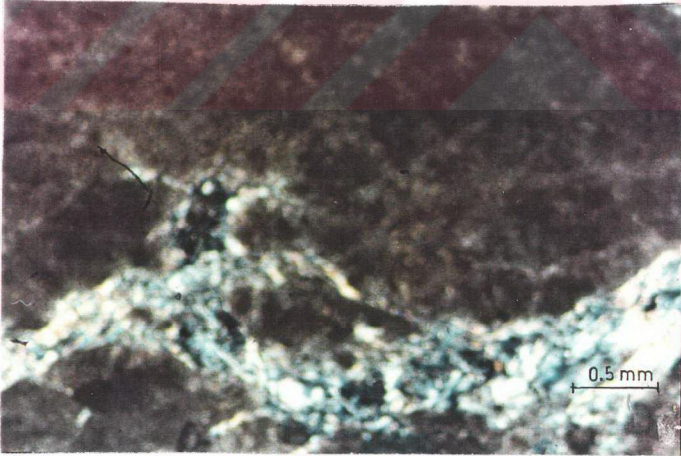
Aragonit serpantin kalıntısı ve iri plaj şekillidir. Manyezit oral yapılı ve değişik boyutlardadır.

Şekil 6.8. PI, 5X

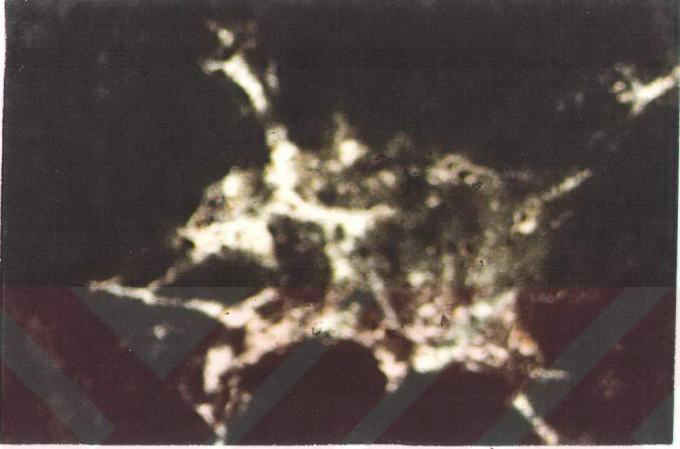
Serpantin kalıntısı aragonit ile kalsedon görüntülenmiştir.



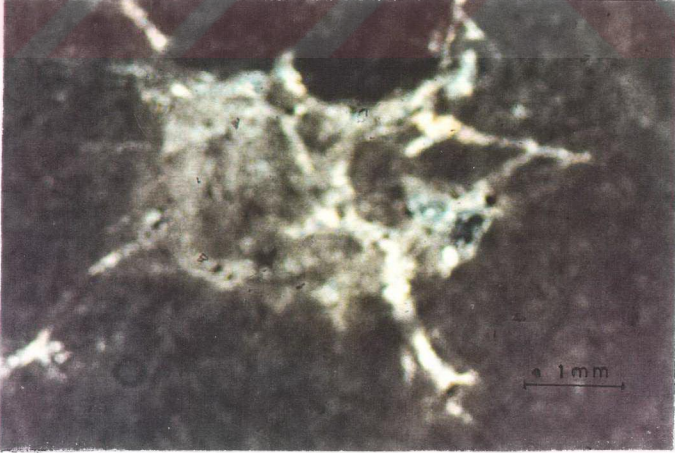
Şekil 6.1. Çatlaklar kalsedon ve talk dolguludur.



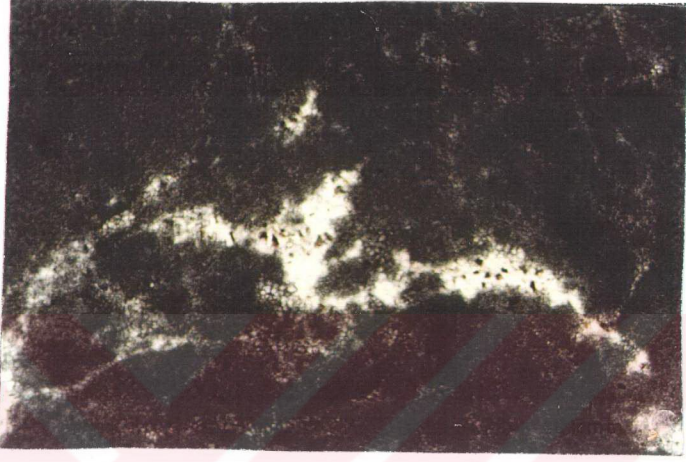
Şekil 6.2. Çatlaklar kalsedon ve talk dolguludur.



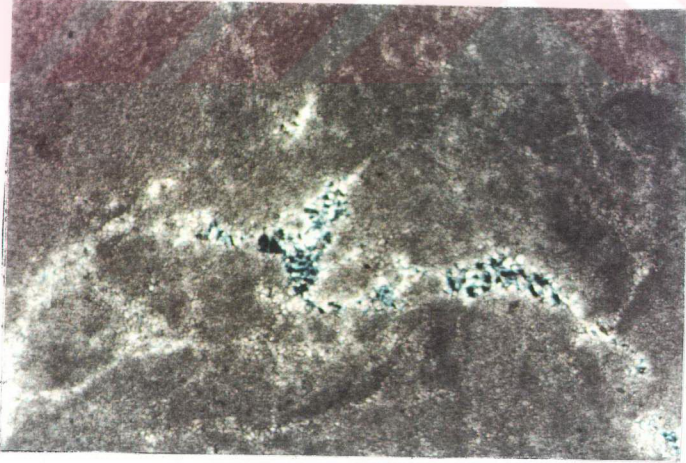
Şekil 6.3. Serpantin kalıntısı idingisit, kalsedon ve talk



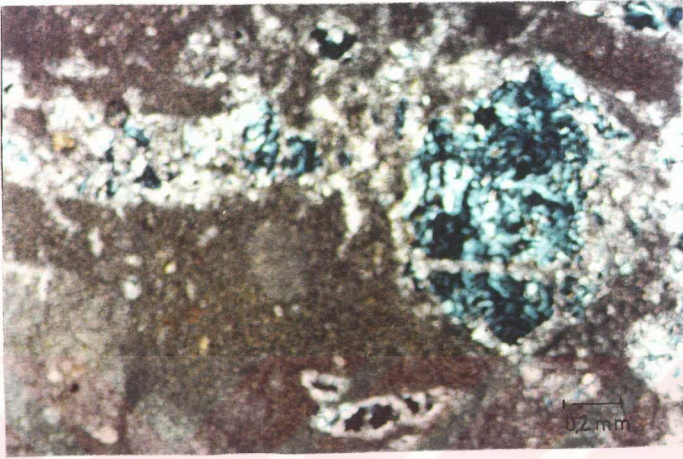
Şekil 6.4. 3. fotoğrafın TI altındaki görüntüsü



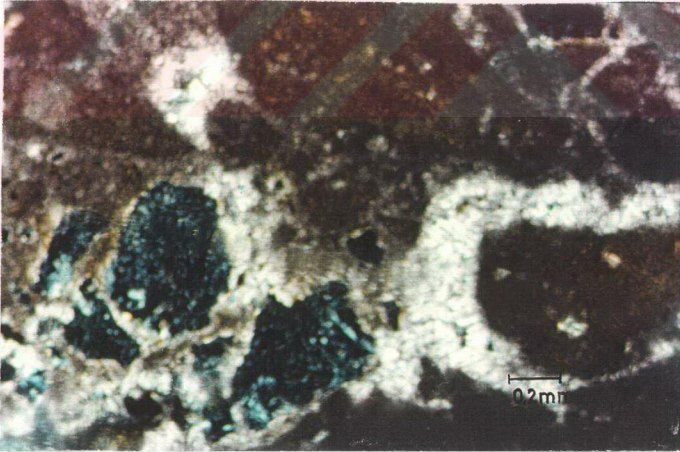
Şekil 6.5. Olivinin ayrışması ile iddingsit oluşumu



Şekil 6.6. 5. fotoğrafın PI altındaki görüntüsü



Şekil 6.7. Aragonit serpantin kalıntısı ve iri plaj şekillidir.



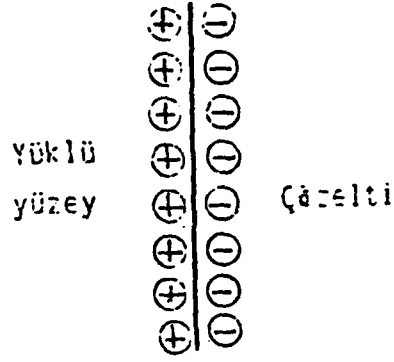
Şekil 6.8. Serpantin kalıntısı aragonit ile kalsedon

6.3. Elektrokinetik Potansiyel Ve Ara Yüzeylerdeki Potansiyel Farkı

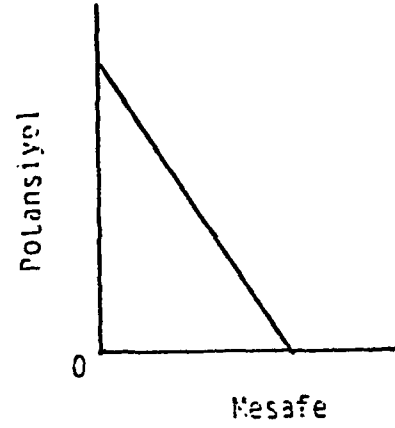
Su içine konan bir mineralden çözünürlüğe bağlı olarak bazı iyonlar çözeltiye geçer. Çözeltideki bazı iyonlar da mineral yüzeyinde toplanır. Mineralden çözeltiye geçen iyonlar, mineralin anyon ve katyonudur. Aynı cins anyon ve katyonlar çözeltide mevcutsa, kimyasal dengeyi sağlamak üzere bunlar mineral yüzeyine bağlanırlar, kristal kafesinde yerlerini buldukları için sağlam bir bağlantı oluştururlar (Manser, 1973; Atak, 1974).

İyonların mineralden çözeltiye geçmesi ve çözeltiden ayrılıp mineral yüzeyine adsorpsiyonu, mineral yüzeyinin pozitif veya negatif işaretleri bir elektrik yükü kazanmasına neden olur ve Coulomb kanununa göre, mineral yüzeyi ile ters işaretli olanlar mineral yüzeyi tarafından çekilir, aynı işaretli iyonlar ise itilir. Mineralin yüzey elektrik yükünü mutlak değer ve işaretçe belirleyen ve değiştiren iyonlara "potansiyeli belirleyen iyonlar" denir. Su veya bir çözelti içine konulan katı madde yüzeyinin elektriksel bir yük kazanması, potansiyeli belirleyen iyonlar nedeniyle oluşur. Yüzeyle ters işaretli iyonlar, yüzey yakınında toplanarak, yüzey elektrik yükünü dengelemeye çalışırlar. Katı sıvı ara yüzeyinde toplanan bu iyonlara, dengeleyici iyonlar adı verilir. Dengeleyici iyonların, yüzey civarında artan konsantrasyonları, yüzeyden uzaklaştıkça azalarak, çözeltinin normal konsantrasyonuna ulaşır. Kimyasal dengeye ulaşıldığında, katı yüzeyindeki elektrik yükü dağılmış iyonların oluşturduğu elektrik yükü ile dengelenmiş olur. Yani mineral yüzeyi potansiyeli sıfıra iner. Bu durum, kondansatörün ters elektrik yüklü levhalarına benzetilerek, elektriksel çift tabaka adını alır.

Elektriksel çift tabakanın kalınlığı ve yapısı çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. İlk elektriksel çift tabaka modeli Helmholtz ve Perrin tarafından açıklanmıştır. Buna göre katı-sıvı arayüzeyinde oluşan ve yüzey elektrik yükünü dengeleyen elektriksel çift tabaka, yüzeye ters işaretli iyonların toplanması ile oluşan bir molekül kalınlığında açıklığı bulunan bir kondansatörün plakaları gibidir (Şekil 6.9). Potansiyel yüklü yüzeyden çok kısa bir mesafede hızla sıfıra iner.



(a)



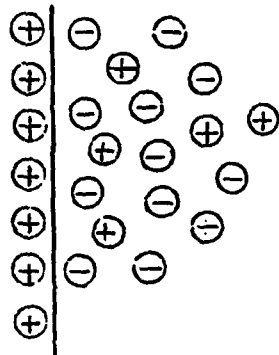
(b)

Şekil 6.9 Helmholtz Modeli Elektriksel Çift Tabaka

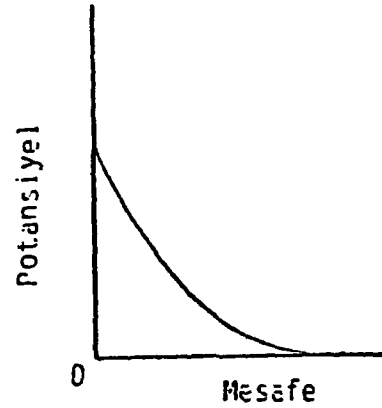
a) Yüzeydeki elektrik yükü ve denge iyonları

b) Dağılmış iyonlar tabakasında yüzeyden uzaklaştıkça potansiyelin değişimi.

Helmholtz modeli. Gouy-Chapman tarafından değiştirilmiş ve elektriksel çift tabaka kalınlığının çözelti içindeki katı yüzeyinden belirli bir uzaklığa kadar uzandığı görüşü ileri sürülmüştür. Dağılmış iyonlar tabakası adı verilen bu kısımda iyonlar hareket halindedir. Potansiyel önce hızla düşer ve sonra mesafede arttıkça yavaşlayarak, parça yüzeyinden sonsuz uzaklıktaki mesafede sıfır olur (Şekil 10).



(a)

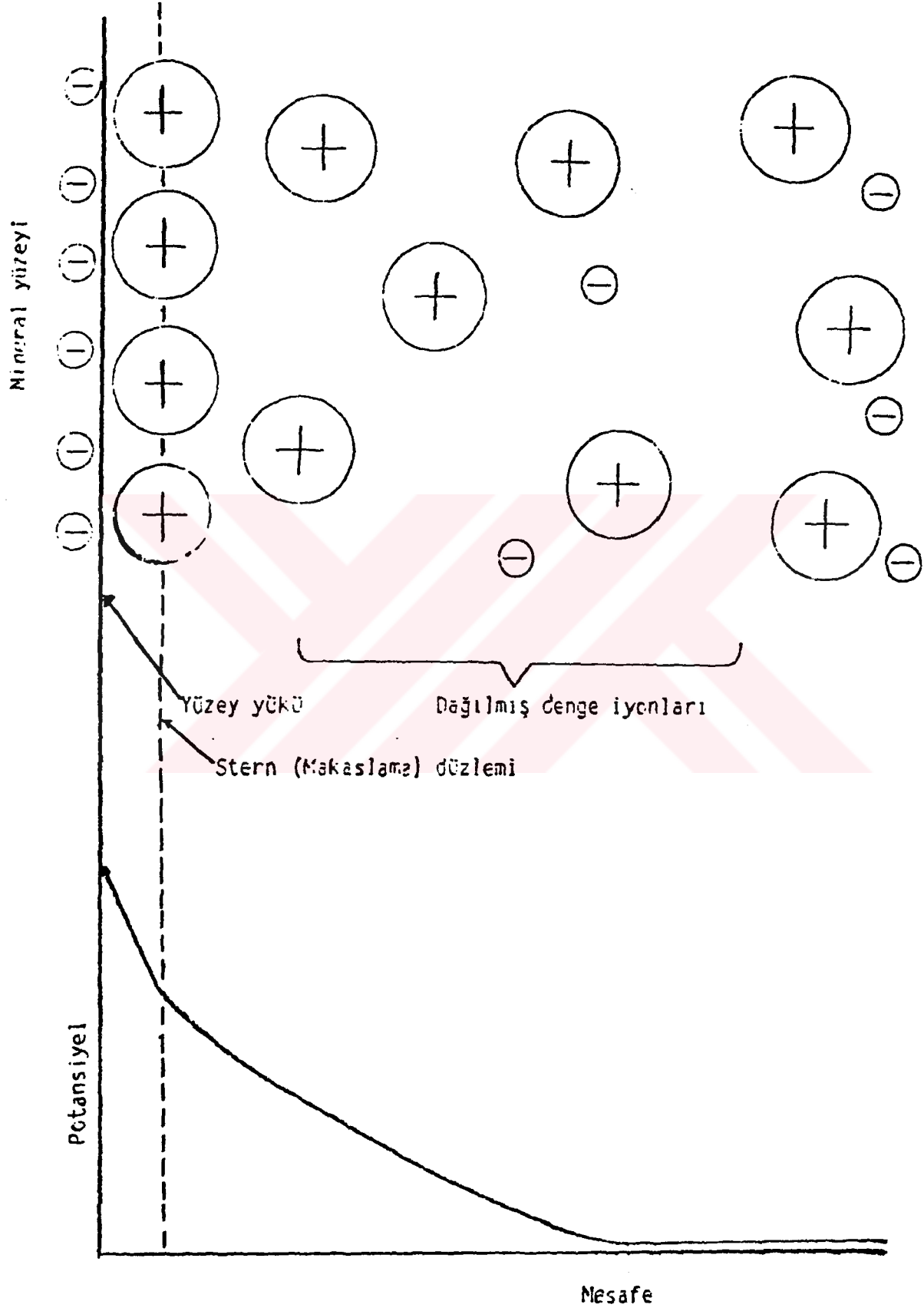


(b)

Şekil 6.10. Gouy-Chapman modeli Elektriksel Çift Tabaka

a) Yüzeydeki elektrik yükü ve onu dengeleyen dağılmış iyonlar

b) Dağılmış iyonlar tabakasında yüzeyden uzaklaştıkça potansiyelin değişimi



Şekil 6.11. Stern modeli elektriksel çift tabaka

Helmholtz ve Gouy-Chapman modelini birleştiren elektriksel çift tabaka modeli Stern tarafından ileri sürülmüştür. Stern'e göre, katı yüzeyi yakınında, yaklaşık bir molekül kalınlığındaki mesafede, yüzeye bağlı iyonlar (potansiyeli belirleyen iyonlar) nedeni ile, yüzey potansiyeli lineer olarak azalır. Bağlı iyonların bulunduğu bu bir molekül kalınlığındaki mesafede, "makaslama düzlemi" (shear plane) adı verilen bir yüzeyin bulunduğu düşünülmektedir. Makaslama düzlemi dışında, dengeleyici iyonları taşıyan tabaka bulunur. Dengeleyici iyonlar nedeni ile burada yüzey potansiyeli daha uzun mesafede azalarak sıfıra iner, yani iyon konsantrasyonu yüzeyden uzaklaştıkça azalarak, çözeltinin normal konsantrasyonuna ulaşır (Şekil 6.11).

Yüzey potansiyelinin doğrudan ölçümü çok zordur, ancak mineral tanesinin çevresine göre hareket etmesi yüzeyin durumu hakkında bilgi verebilir. Yüklü mineral tanecikleri ile etraflarındaki sulu çözeltinin birbirlerine göre hareketlerinde, çözelti-tane arasındaki makaslama düzleminde ölçülebilen potansiyel farkına "elektrokinetik potansiyel" veya "zeta potansiyel" denir (Leja, 1982; Atak, 1979; Fuerstenau, et al, 1984; Bruyn and Agar, 1962; Atalay, 1986, Hunter, 1981). Yüzey yükünü sıfır yapan pH değerine "sıfır yük noktası" (zpc) denir. Sıfır yük noktası, potansiyeli belirleyen iyonlarla yüzey elektrik yükünün sıfır yapılmasıdır. Sıfır yük noktasının altındaki pH'larda yüzey elektrik yükü pozitif, daha yüksek pH'larda ise negatif işaretlidir.

Elektroforetik hareketliliğin sıfır olduğu pH'a da "eş elektriksel nokta" (i.e.p.) denir. Eş elektriksel noktada, asit iyonlaşması bazik iyonlaşmaya veya pozitif iyon konsantrasyonu negatif iyon konsantrasyonuna eşittir. Bu noktada, elektrik yükü bakımından nötral bir sistem oluşur ve elektrik alan altında hareket olmaz, yani elektroforez olayı olmaz. Bu noktaya karşın olan pH'dan daha düşük pH'larda asit, daha yüksek pH'larda da bazik fonksiyon faaliyettedir (Parks, 1965).

6.3.1. Elektroforez Yöntemle Elektrokinetik Potansiyelin Ölçülmesi

Mineral tanelerinin elektrokinetik potansiyelinin ölçülmesinde en çok kullanılan yöntem elektroforez yöntemidir. Bu yöntemde mineral süspansiyonunu bir elektroliz cihazında elektrolit olarak kullanılır. Cihaza elektrik akımı verildiği zaman süspansiyondaki taneler yüklerine göre çözelti içindeki elektrik alanında hareket ederler. Hareketin hızı ve yönünden yararlanılarak, elektrokinetik potansiyeli

hesaplamak ve yüzey elektrik yükünün işaretini belirlemek mümkündür (Manser, 1973; Atak, 1974).

Cihaz, bir mikroskobun görüş alanına yerleştirilmiş, yatay durumda duran yassı bir elektroliz hücresinden ibarettir. Katıyı taşıyan süspansiyon, hücre içinde elektrolit olarak kullanılır. Platin elektrotlar yardımı ile belirli bir gerilim uygulandığında, parçacıklar yüzey elektrik yüküne göre, anot veya katoda doğru hareket ederler. Hareketin hızı, mikroskobun ölçülerinde bulunan retikül ve alete bağlı kronometre yardımı ile belirlenir. Uygulanan gerilim ve ölçülen hızdan yararlanılarak elektrokinetik potansiyel hesaplanır.

Ölçüm yapabilmek için elektroosmozun olmadığı noktaları saptamak gereklidir. Bu noktalar dikdörtgen kesitli bir hareket alanı için,

$$\frac{S}{d} = 0,500(0,0833 + \frac{32}{\pi 5} \cdot \frac{d}{L})^{1/2}$$

eşitliği yardımıyla bulunabilir. Burada;

S : Elektroosmozun olmadığı seviye

d : Hücrenin genişliği

L : Hücrenin yüksekliği

Bu seviye bir dikdörtgen hareket alanı için kenarlardan genişliğin yaklaşık %20.4 kadar uzaktadır.

Elektrokinetik potansiyeli hesaplamak için Helmholtz-Smoluchwsky eşitliğinden yararlanılır.

$$U = \frac{v}{E} = \frac{D\zeta}{4\pi\eta}$$

U = Tanenin hareketliliği,

v = Tanenin hareket hızı

E = Uygulanan elektrik alanı

l = Elektrotlar arası etkin mesafe

D = Suyun dielektrik katsayısı

ζ = Elektrokinetik potansiyel

η = Suyun viskozitesi

Gerekli katsayı düzeltmeleri yapılırsa eşitlik;

$$\zeta = 12,83 \times U \text{ (milivolt)}$$

şeklini alır. 12,83 katsayısı hücre tankındaki suyun 25°C olduğu durumlarda geçerlidir. Eğer suyun sıcaklığı 20°C olursa katsayı 14.2 olur (Gence, 1991).

Elektrokinetik potansiyelin işaretinin ve mutlak değerinin değişmesi potansiyeli belirleyici iyonları veya yüzey-aktif iyonları içeren bir elektrolitin ortama ilave edilmesi durumunda sözkonusudur. Elektrokinetik potansiyelin mutlak değeri ve işareti, mineralin toplayıcı reaktiflerle muamelesinde büyük önem taşır. Toplayıcılar mineral yüzeyine adsorbe olduklarında, mineral yüzeyi elektrik yükünü kuvvetle değiştirirler. Bu nedenle bunlara yüzey-aktif reaktifler de denebilir. Mineral yüzeyi kimyasal özelliklerine dayanan flotasyon sürecinde, mineral tanelerinin uygun elektrolitlerle muamele edilerek, elektrokinetik potansiyelinin mutlak değeri ve işaretinin kontrolü önem kazanır. Yüzey pozitif yüklü yeni pH değeri düşük olunca, anyonik reaktifler kullanılırsa flotasyon verimi yüksek olur. Buna karşılık bazik pH'larda yani yüzey negatif yüklü iken, katyonik reaktif kullanılması flotasyon verimini artırır. Ancak, anyonik reaktif olan yağ asitleri için durum farklıdır. Asit ortamda çözünürlüğün az olması ve buna bağlı olarak toplayıcılık özelliğinin azalması nedeni ile, yağ asitleri basik pH'larda kullanılır ve bazik pH'larda ortamda karboksilat iyonu konsantrasyonu artar (Gence, 1991).

6.3.2. Yüzey Elektrik Yükü Ölçüm Sonuçları

Zetametre adı ile tanınan mikro elektroforez cihazı içinde mineral süspansiyonu içindeki katı parçacıklarının; bir elektroliz hücresinde anoda veya katoda doğru hareket hızlarından yararlanılarak, yüzey elektrik yükü mutlak değer ve işaretçe ölçülmüştür. Uygulanan gerilim ve ölçülen hızdan yararlanarak elektrokinetik potansiyel (zeta potansiyeli) tespit edilmiştir.

$$\text{Cihaz} \quad V = \frac{\rho \cdot D \cdot V}{4\pi \cdot \eta} \quad \rho = \frac{4\pi \eta}{D} \frac{v}{V}$$

eşitliği ile ölçülebilen zeta potansiyeli otomatik olarak hesaplayıp sonuçlandırmakta ve milivolt olarak hesaplanmaktadır. Burada;

η : sıvının viskozitesi,

D : dielektrik sabiti

V : hareket hızı (cm/s), ile belirlidir.

6.3.3. Deneylerde Kullanılan Malzemeler

Yüzey elektrik yükünü tespit için -150+106 mikron boyutlu manyezit mineralinden alınan numune havanda öğütülerek -74 μm boyutlu numune zeta potansiyel ölçümleri için hazırlanmıştır. Deneyler saf su ve çeşitli elektrolitlerin kullanılmasıyla yapılmıştır. pH düzenleyici olarak %1 saf HCl asit ve NaOH kullanılmıştır.

6.3.4. Deneylerde İzlenen Yol

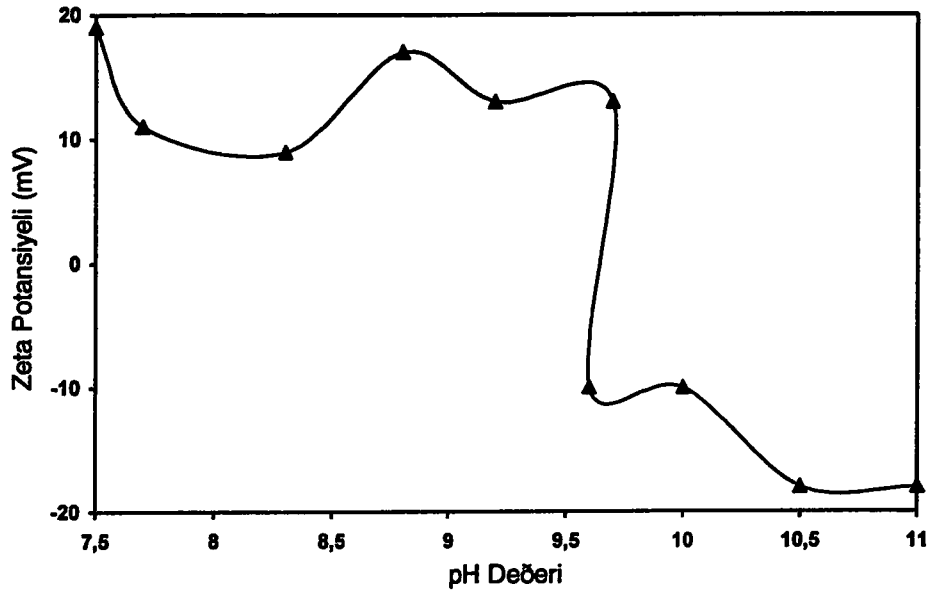
Deneylerde -74 μm boyutundaki manyezit ve gang minerali numunelerinden her deney için 1 gr kullanılmıştır. 100 cc'lik çözelti içinde 10 dakika karıştırılarak 3-5 dak. süspansiyon çöktürülmüş ve süspansiyonun nisbeten berrak kısmı ile zeta potansiyel ölçümleri yapılmıştır.

6.3.5. Manyezit Numunelerinin Elektrokinetik Özellikleri

Manyezit ile yapılacak olan flotasyon deneylerini irdeleyebilmek için ve çeşitli reaktiflerin yüzey ile etkileşimlerini sebeplerini yorumlayabilmek için minerallerin pH'ya göre yüzey elektrik yüklerinin değişimi incelenmiştir.

6.3.6. Manyezitin Sıfır Yük Noktası

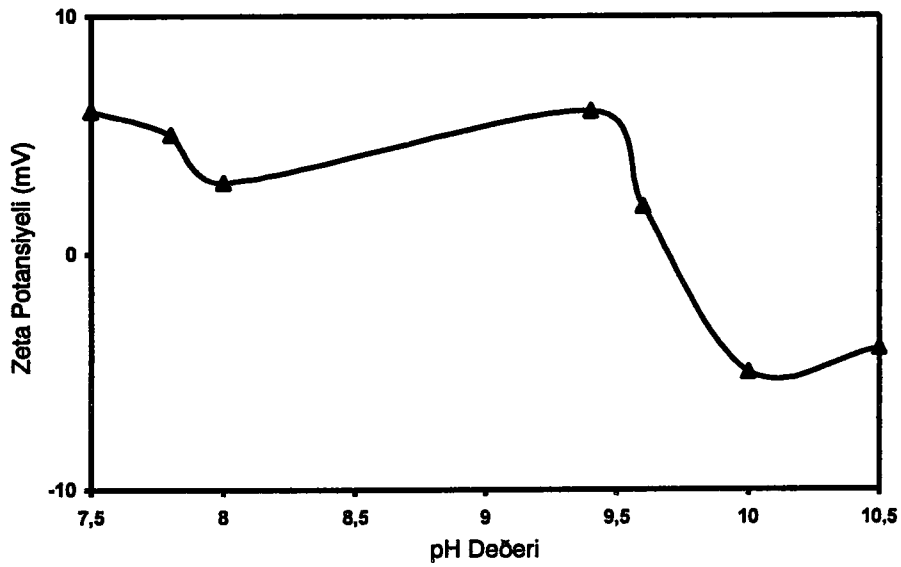
Yapılan .alışmalarda manyezitin sıfır yük noktası 2-11.5 arasında bulunmuştur. Helvacıba manyezitinin s.y.n. ise 9.7 olarak bulunmuştur (Çizelge 3.1)



Şekil 6.12. Manyezitin Elektrokinetik Potansiyeline pH'nın Etkisi

6.3.7. NaCl'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi

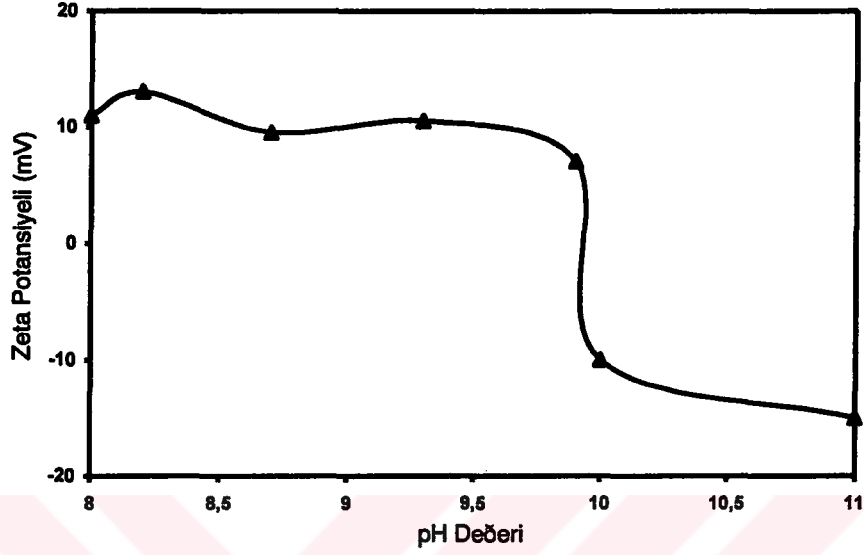
Şekil 6.13'de görüldüğü gibi NaCl, manyezitin sıfır yük noktasını değiştirmemektedir. Sadece elektriksel çift tabakayı bastırarak zeta potansiyel-pH profilinin 0 düzlemine doğru kaydırmaktadır. NaCl konsantrasyonu arttıkça bu bastırma etkisi artmaktadır.



Şekil 6.13. 10^{-2} M NaCl'ün Manyezitin Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi

6.3.8. 10^{-4} M NaCl'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi

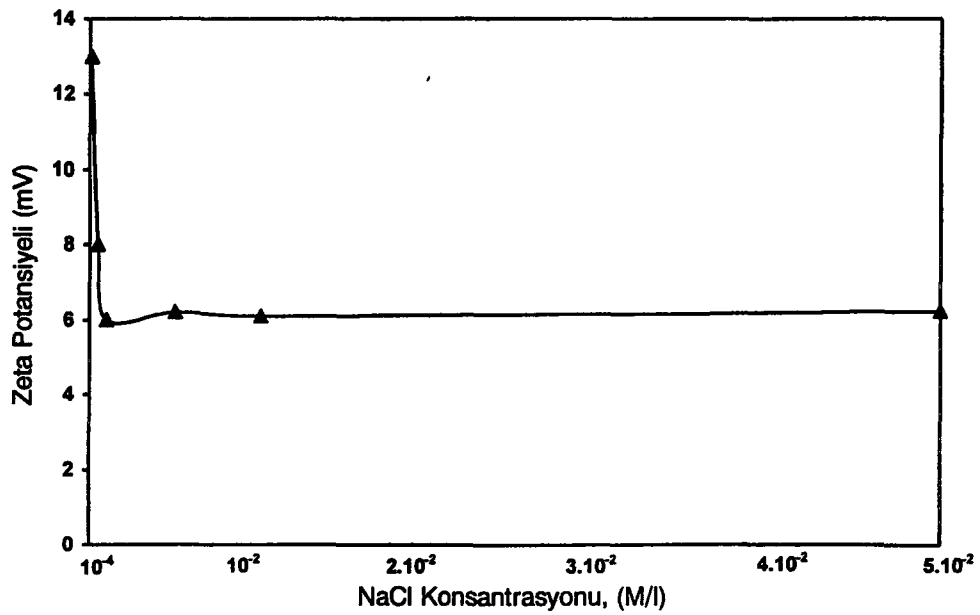
NaCl konsantrasyonu daha düşük olduğundan elektriksel çift tabaka daha az bastırılmaktadır.



Şekil 6.14. 10^{-4} M NaCl'ün Manyezitin Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi

6.3.9. NaCl'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi

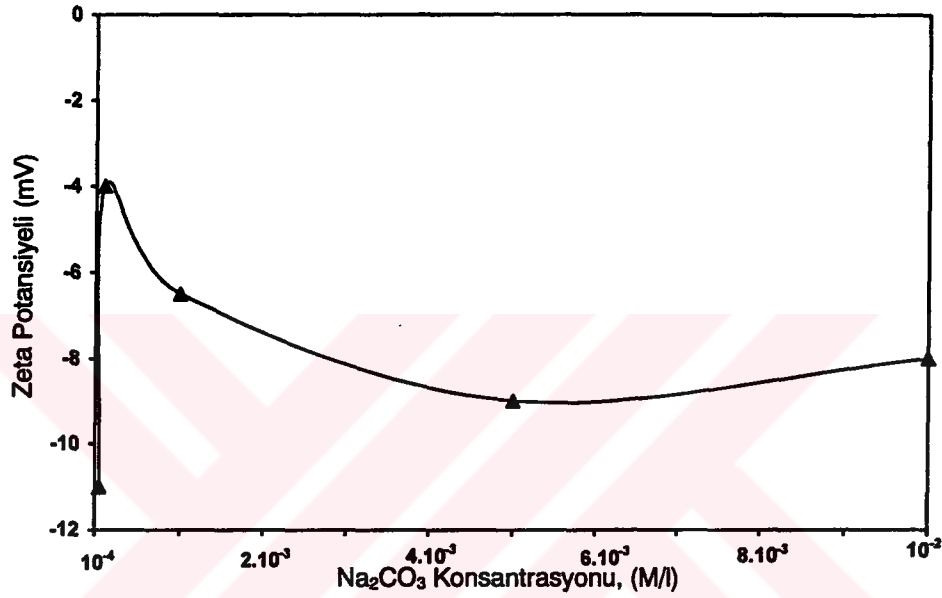
Şekil 6.15'de NaCl ilavesi ile manyezitin zeta potansiyelinin mutlak değerce azaldığı ve yaklaşık olarak sabitlendiği görülmektedir.



Şekil 6.15. NaCl'ün Manyezitin Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi

6.3.10. Na_2CO_3 'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi

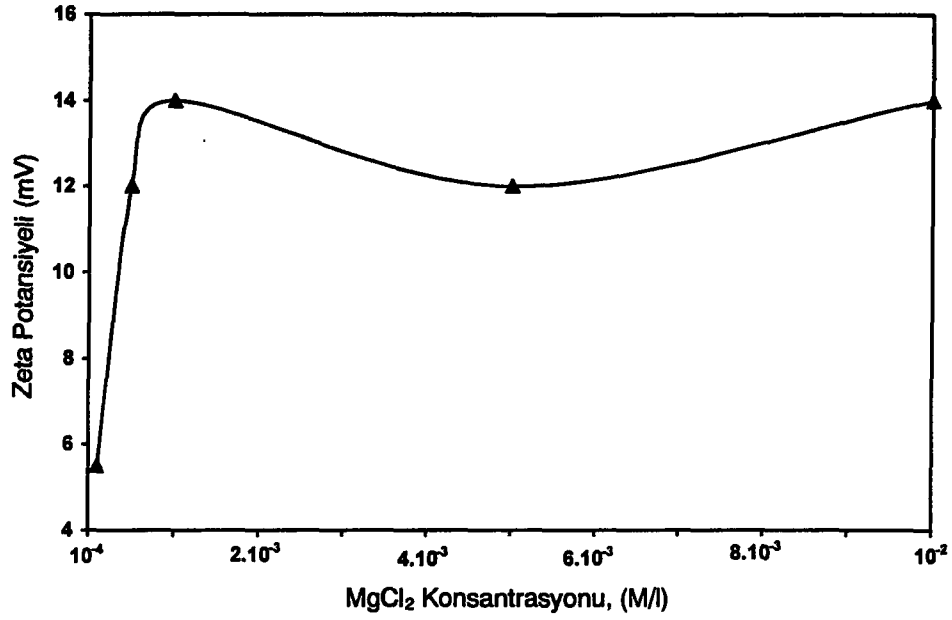
Manyezitin potansiyel tayin eden (p.t.e.) iyonlarını tesbit etmek amacıyla karbonat iyonunun etkisi şekil 6.16'de sunulmaktadır. Karbonat iyonunun potansiyel tayin etmesi için manyezit yüzeyini daha negatif yapması gerekmektedir. Şekil 6.16'de görüldüğü üzere Na_2CO_3 'ün bu yönde net bir etkisi yoktur. Dolayısı ile burada CO_3^{2-} iyonunun etkisi $\text{HCO}_3^{2-}/\text{CO}_3^{2-}$ dengesini sağlayarak pH'yı ayarlamasıdır.



Şekil 6.16 Na_2CO_3 'ün Manyezitin Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi

6.3.11. MgCl_2 'ün Manyezitin Zeta Potansiyeline Etkisi

Mg^{2+} iyonunun p.t.e. olup olmadığını saptamak amacı ile MgCl_2 ilavesinin manyezitin zeta potansiyeline etkisi şekil 6.17'da verilmektedir. Buna göre Mg^{2+} ilavesi ile manyezitin yükü daha pozitif olduğu için Mg^{2+} iyonları manyezit için p.t.e'dir.



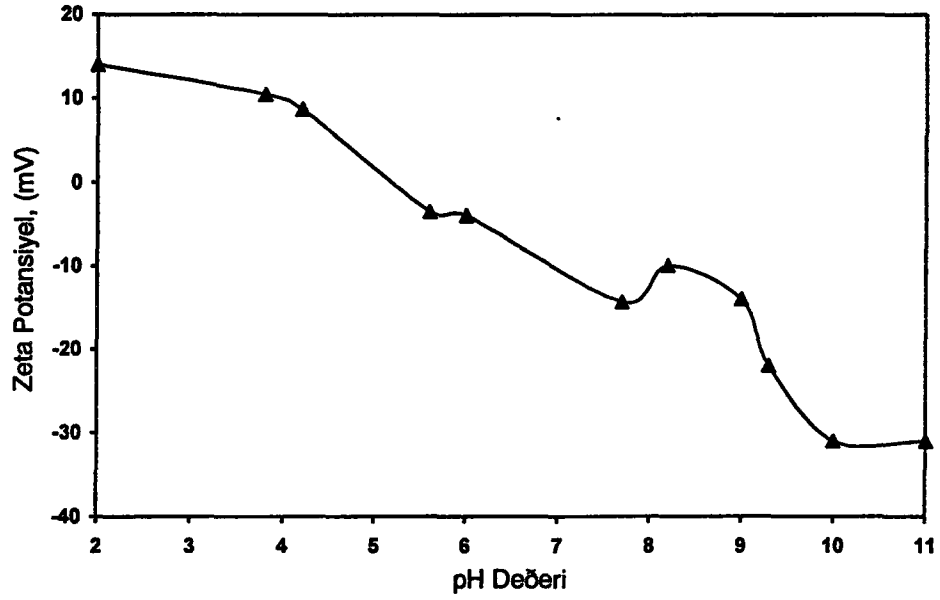
Şekil 6.17 MgCl₂'ün Manyezitin Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi

Sepiyolit Numunelerinin Elektrokinetik Özellikleri

Deneyler için Eskişehir, TÜBİTAK ve Konya Helvacıbaşa sepiyolit numuneleri ile Helvacıbaşa Serpantin numuneleri kullanılmıştır.

6.3.12. Sepiyolitın Sıfır Yük Noktası

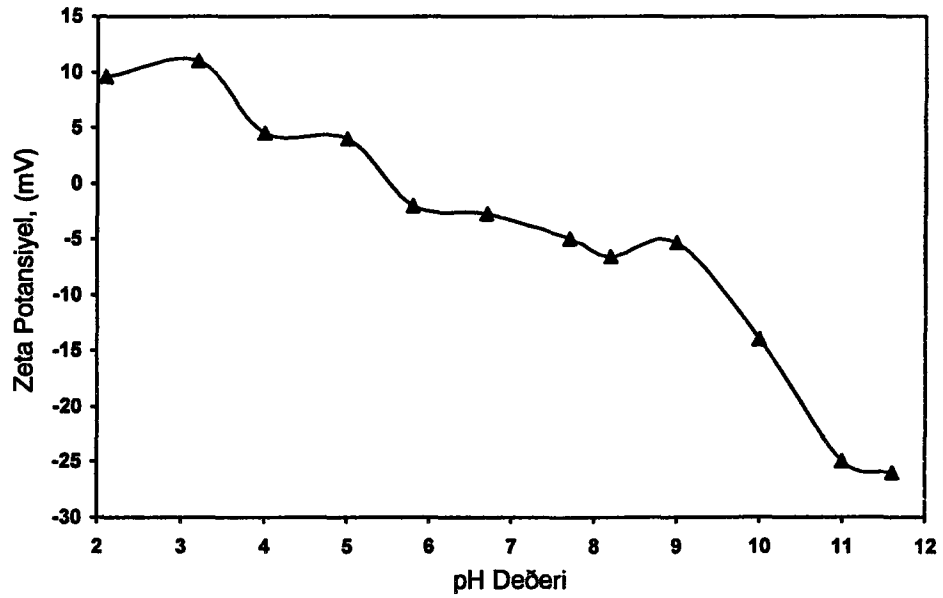
Sepiyolit manyezit mineralini teşkil eden tipik bir silikat mineralidir. Bu yüzden manyezit ile olan fizikokimyasal benzerliği flotasyon ile ayırmada etkin olabilecek önemli bir kriterdir. Bu amaçla sepiyolitın elektrokinetik özellikleri sistemaglık olarak incelenmiştir.



Şekil 6.18. Sepiyolitın Sıfır Yük Noktası

6.3.13. $MgCl_2$ 'ün Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi

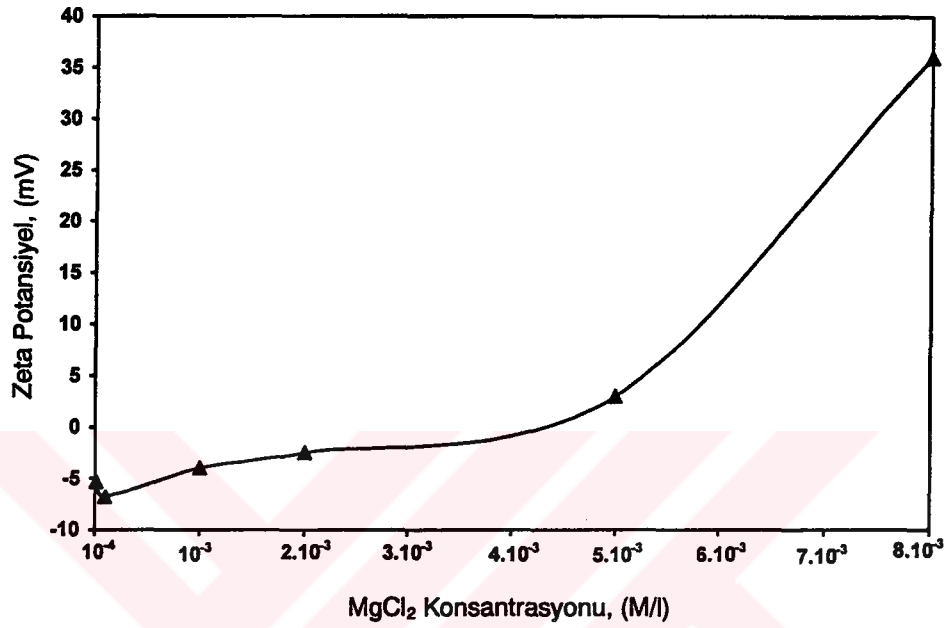
Magnezyum iyonlarının potansiyel tayin eden iyon olup olmadığını anlamak amacıyla $MgCl_2$ deneyler yapılmıştır. Buna göre Mg^{2+} iyonları sepiyolit için potansiyel tayin eden iyonlardır.



Şekil 6.19. $MgCl_2$ 'ün Sepiyolitın Zeta Potansiyeline Etkisi

6.3.14. $MgCl_2$ Konsantrasyonunun Sepiyolit Zeta Potansiyeline Etkisi

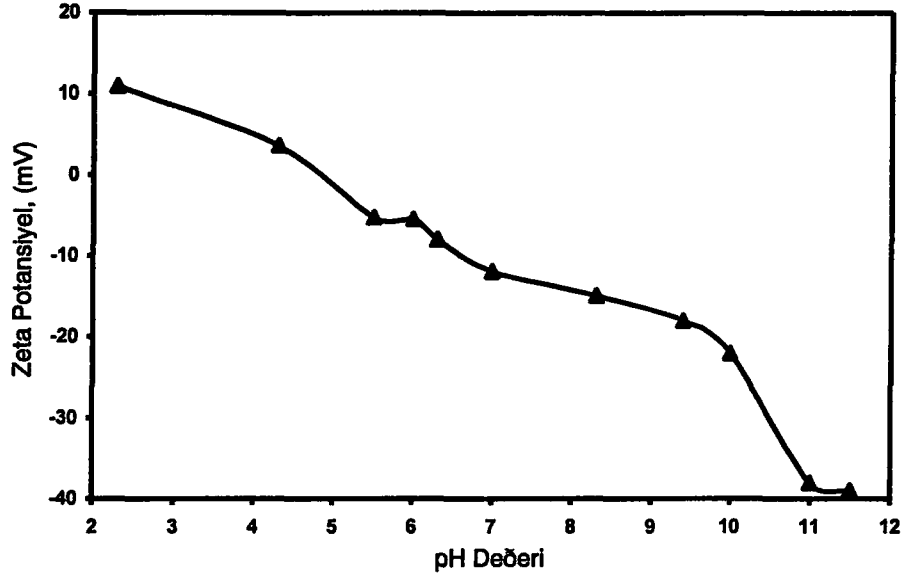
Mg^{2+} iyon konsantrasyonu arttıkça sepiyolit yüzey yükü daha çok pozitif olmaktadır.



Şekil 6.20. $MgCl_2$ Konsantrasyonunun Sepiyolit Zeta Potansiyeline Etkisi

6.3.15. 10^{-3} M NaCl'ün Sepiyolit Zeta Potansiyeline Etkisi

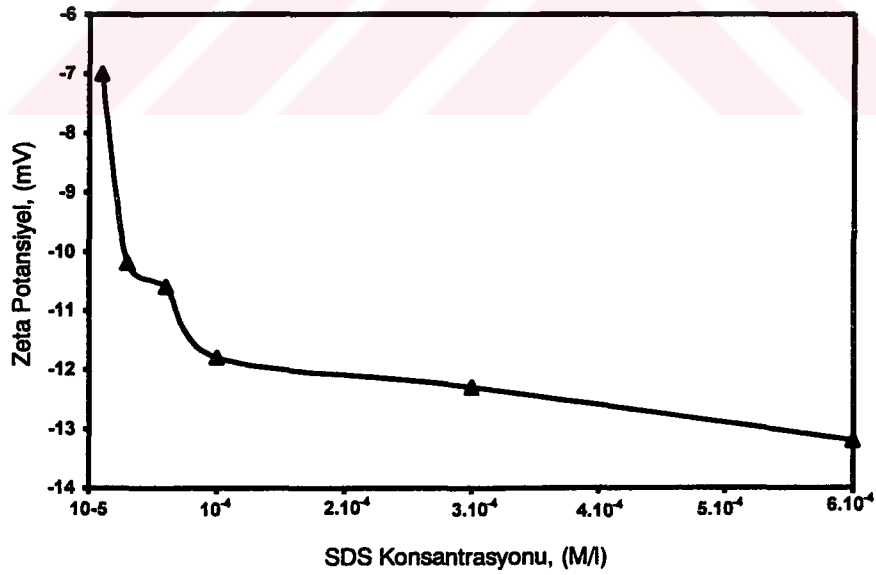
Na^+ iyonları dengeleyici iyon olduklarından sıfır yük noktasını değıştirmezler sadece konsantrasyona göre az veya çok elektriksel çift tabakayı bastırırlar.



Şekil 6.21. 10^{-3} M NaCl'in Sepiyolit'in Zeta Potansiyeline Etkisi

6.3.16. SDS Konsantrasyonunun Sepiyolit'in Zeta Potansiyeline Etkisi

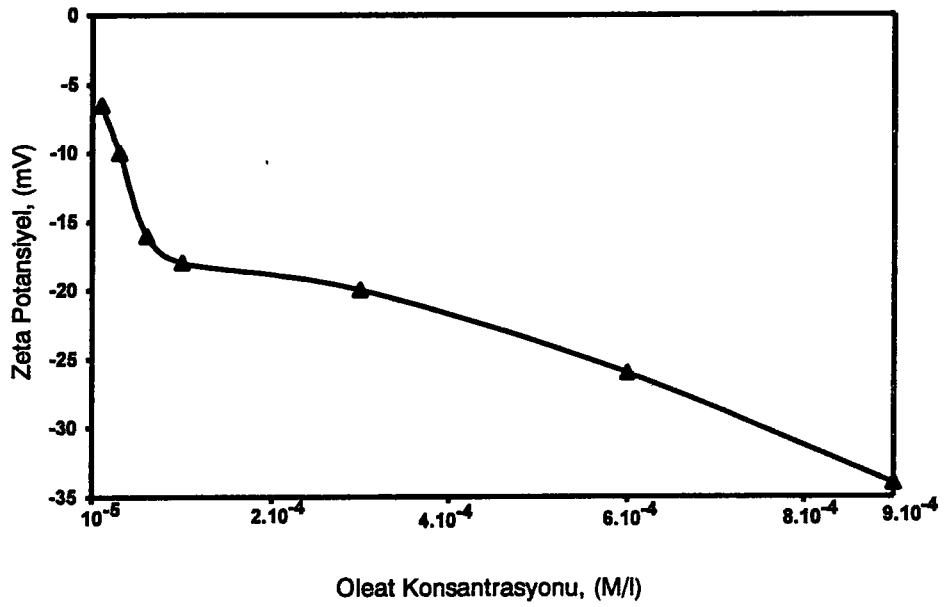
Sodyum Dodesil Sülfat iyonlarının sepiyolit'in yüzeyinde adsorplanmasından dolayı yüzey daha çok negatif olmuştur.



Şekil 6.22. SDS Konsantrasyonunun Sepiyolit'in Zeta potansiyeline Etkisi

6.3.17. Oleat Konsantrasyonunun Sepiyolit'in Zeta Potansiyeline Etkisi

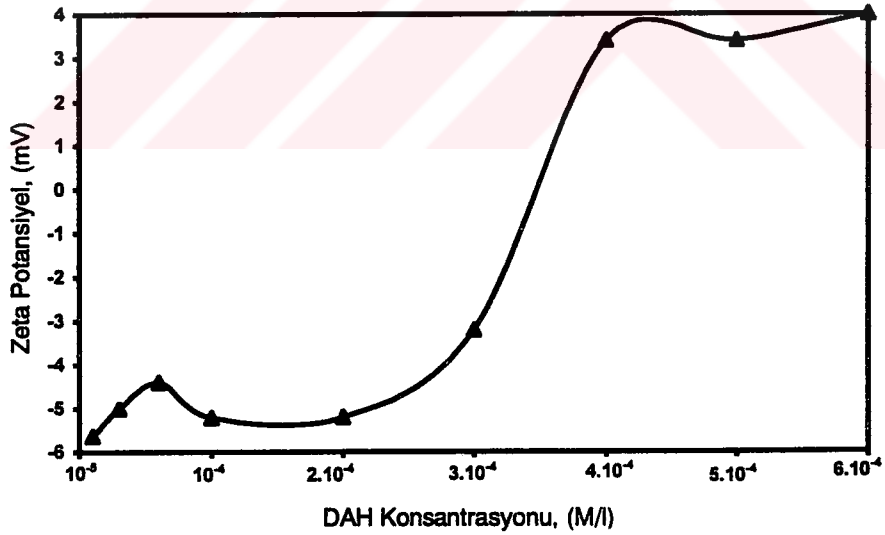
SDS iyonları gibi aynı şekilde oleat iyonları da sepiyolit'in yüzeyinde adsorplanarak yüzeyi daha çok negatif yaparlar.



Şekil 6.23. Oleat Konsantrasyonunun Sepiyolit Zeta Potansiyeline Etkisi

6.3.18. DAH Konsantrasyonunun Sepiyolit Elektrokinetik Potansiyeline Etkisi

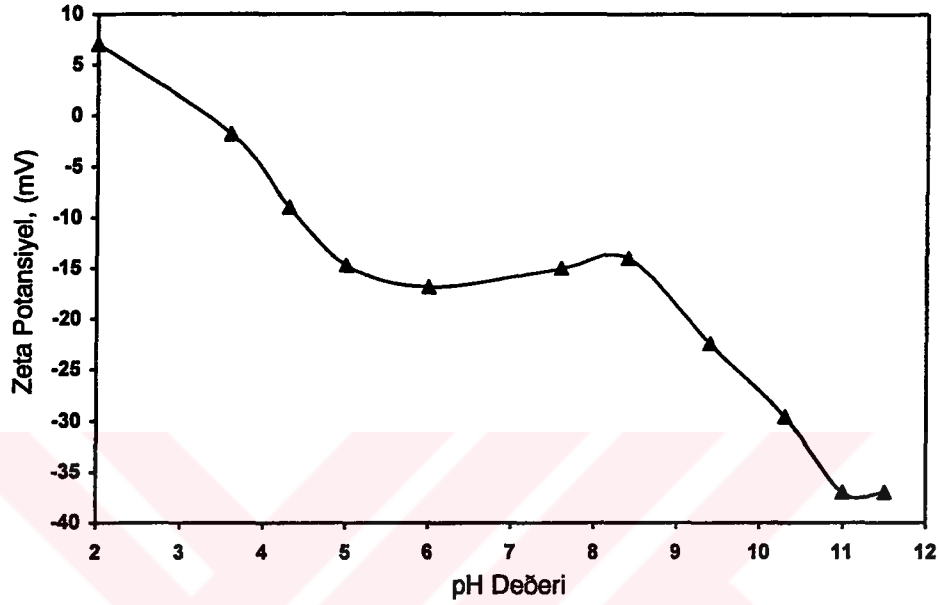
$3 \cdot 10^{-4}$ Mol/l'den sonra Dodesil Amine Hidroklorite iyonları sepiyolit yüzeyinde adsorplanarak yüzeyin daha fazla pozitif olmasını sağlarlar.



Şekil 6.24. DAH Konsantrasyonunun Sepiyolit Zeta Potansiyeline Etkisi

6.3.19. Bej Sepiyolitın Sıfır Yük Noktası

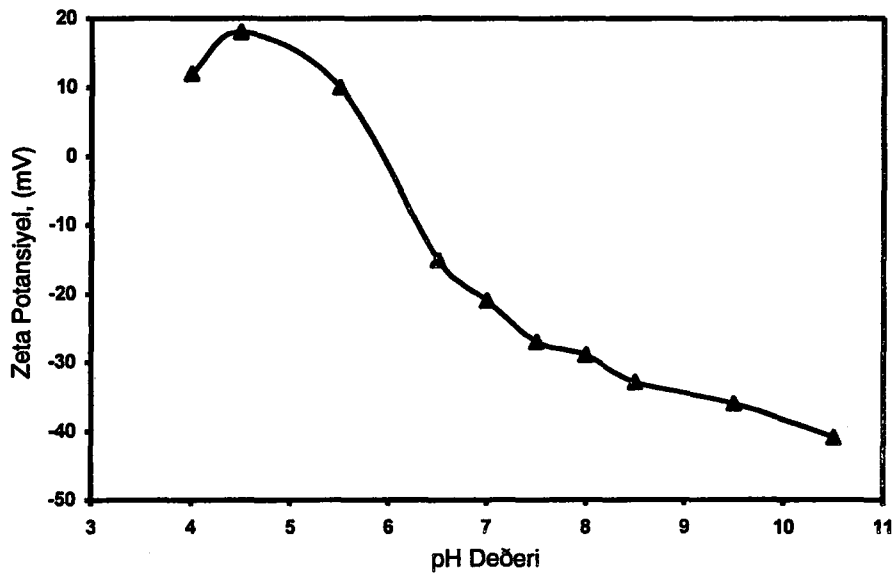
Çeşitli sepiyolit türleri arasında yapılan zeta potansiyel ölçümleri göstermiştir ki silis içeriği arttıkça sepiyolitın sıfır yük noktası kuvarsın sıfır yük noktasına yaklaşmaktadır.



Şekil 6.25. Bej Sepiyolitın Sıfır Yük Noktası

6.3.20. Serpantinın Sıfır Yük Noktası

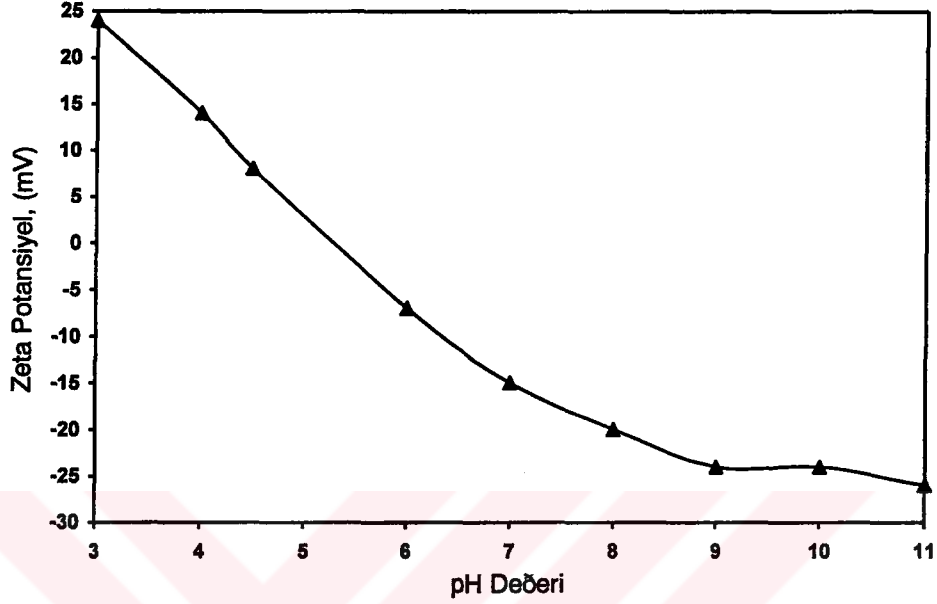
Yapılan ölçümler sonucunda serpantinın sıfır yük noktası 6 olarak bulunmuştur.



Şekil 6.26. Serpantinın Sıfır Yük Noktası

6.3.21. 10^{-2} M NaCl'ün Serpantin Zeta Potansiyeline Etkisi

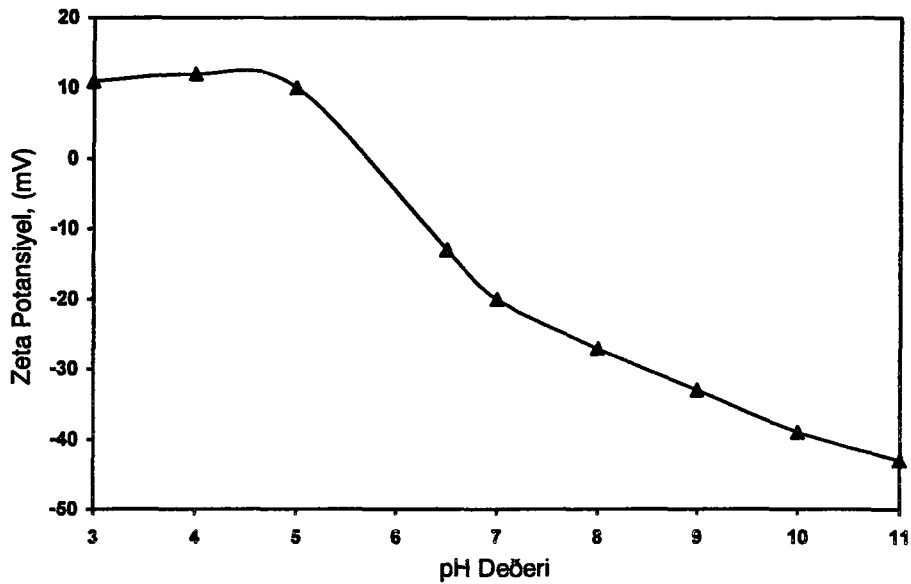
Na^+ iyonları elektriksel çift tabakayı bastırarak serpantin zeta potansiyelini etkilerler.



Şekil 6.27. 10^{-2} M NaCl'ün Serpantin Zeta Potansiyeline Etkisi

6.3.22. 10^{-2} M MgCl_2 'ün Serpantin Zeta Potansiyeline Etkisi

Mg^{2+} iyonları serpantin için potansiyel tayin eden iyonlardır. Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi sıfır yük noktasını değiştirmemişlerdir.



Şekil 6.28. 10^{-2} M MgCl_2 'ün Serpantin Zeta Potansiyeline Etkisi

6.4. MİKROFLOTASYON DENEYLERİ

Konya Helvacıbaşı Manyezit cevherinden alınan manyezit numunesinin flotasyon özelliklerini ve çeşitli reaktiflerin flotsyona etkisini incelemek amacıyla mikroflotasyon deneyleri yapılmıştır.

6.4.1. Mikroflotasyon Cihazı

Saf ve cevher manyezit ve gang mineralleri ile yapılan deneylerde İTÜ cevher ve Kömür Hazırlama anabilim Dalı Yüzey Kimyası Laboratuvarında bulunan otomatik kontrollü Mikroflotasyon cihazı kullanılmıştır. Hücre ve cam filtre cihazın esas yapısını meydana getirmektedir. Yüzen kısım üst bölümden ve batan kısım da alt bölümden alınmaktadır. Pülpün karıştırılması manyetik balık ve manyetik karıştırıcı ile sağlanmaktadır. Hava girişinin üniform olması sağlanmıştır.

6.4.2. Kullanılan Reaktifler

Mikroflotasyon ve klasik flotasyon deneylerinde toplayıcı reaktif olarak Hoechst Firmasının çeşitli amin türleri ile Armac T (Tallow amin acetate) ve sodyum oleat kullanılmıştır. Sodyum oleat kimyasal saf oleik asitin, saf sodyum hidroksil ile molekül ağırlıklarına uygun olarak karıştırılmaları ile hazırlanmıştır. Mikroflotasyon deneylerinde 10^{-1} M/l, klasik flotasyon deneylerinde ise %3'lük stok çözeltiler hazırlanarak kullanılmıştır. pH ayarı için saf sodyum hidroksit ve hidroklorik asitin %1'lik çözeltileri kullanılmıştır.

Deneylerde kullanılan reaktiflerin bir kısmı kimyasal saf olarak, bir kısmı da piyasada satılan teknik bileşikler halinde temin edilebilmiştir.

6.4.3. Deneylerde İzlenen yol

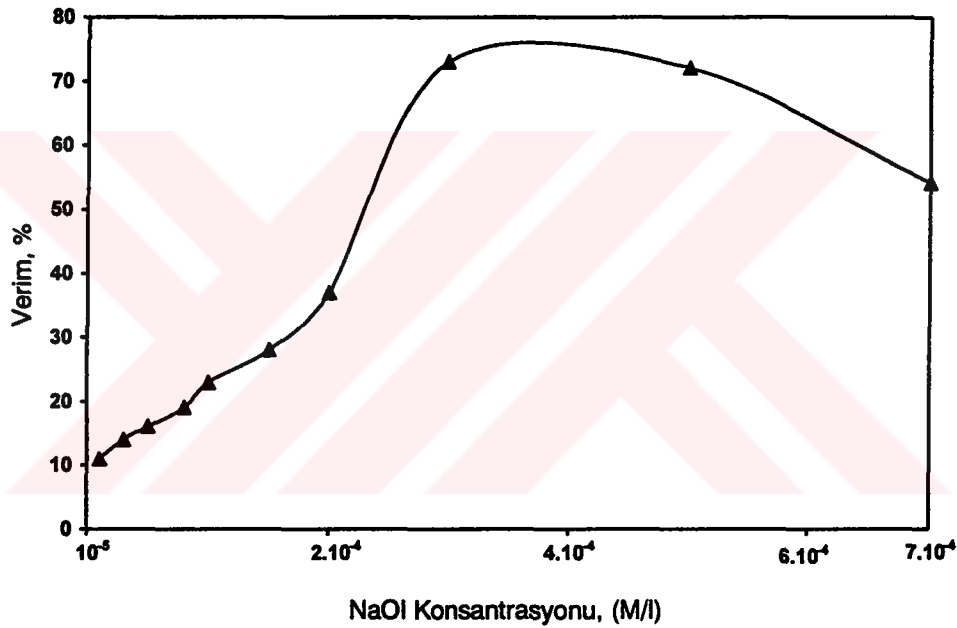
Mikroflotasyon deneyleri 150 ml su ve 1 gr -150+74 μ m boyutunda mineral numunesi ile yapılmıştır. Cevher ve su 150 ml'lik behere konulduktan sonra pH istenen değere ayarlanmış ve 10 dakika kıvamlandırılmıştır. Süspansiyon pH'sı, tekrar kontrol edildikten sonra 60 sn hava girişi sağlanarak konsantre ve artık alınmış, ürünler kurutularak flotasyon verimleri hesaplanmıştır.

6.4.4. Mikroflotasyon Deneylerinin Sonuçları

Çeşitli manyezit, sepiyolit ve serpantin numuneleri ile yapılan mikroflotasyon deneylerinde pH değişiminin ve çeşitli reaktiflerin flotasyon verimi üzerine etkisi incelenmiş olup sonuçlar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Değişik oleat konsantrasyonunda manyezit numuneleriyle yapılan flotasyon deneyleri sonuçları Şekil 6.29'da görülmektedir.

Oleat konsantrasyonu arttıkça verim artmaktadır. Burada amaç magneziti yüzdürmek olduğundan, silisli gangin batan kısımda toplanması amaçlanmıştır.

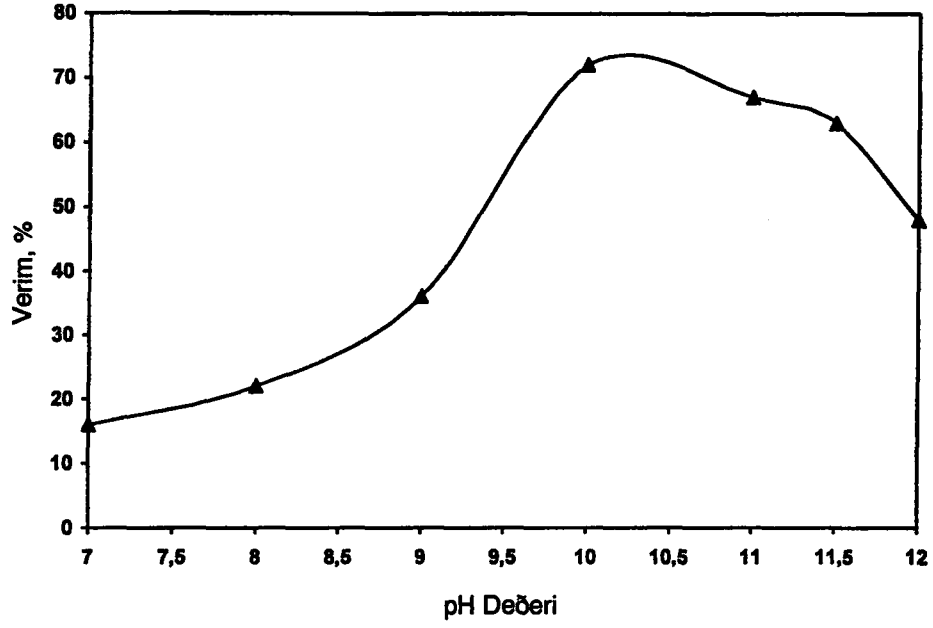


Şekil 6.29. Oleat Konsantrasyonunun Flotasyon Verimine Etkisi

2.10^{-4} M/l NaOl konsantrasyonunda pH'nın flotasyon verimine etkisi Şekil 6.30'da gösterilmiştir.

pH 8-10 arası en yüksek verim alınmaktadır. Asit pH da magnezit çözündüğünden daha düşük pH derecelerinde deneyler yapılmamıştır.

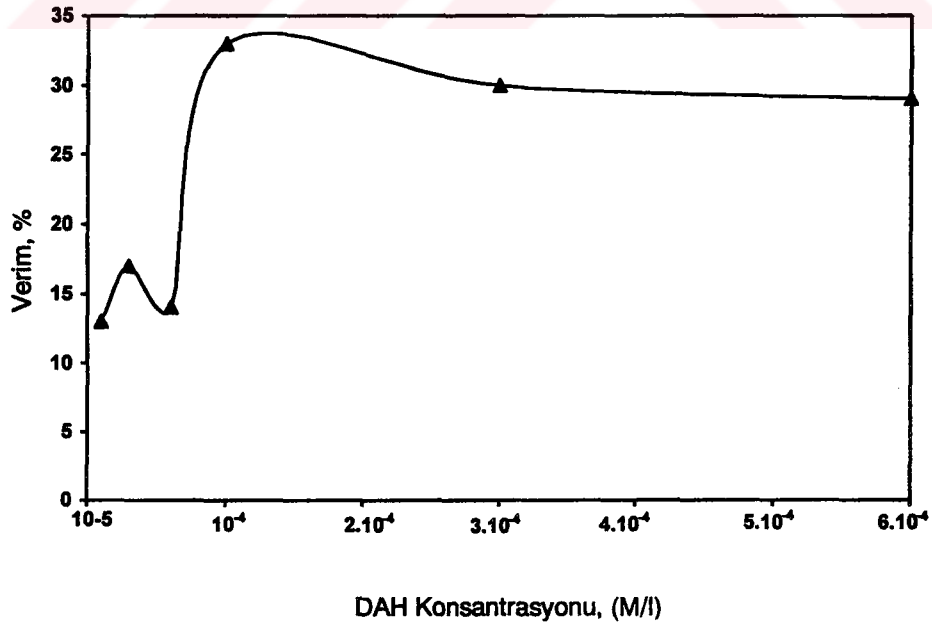
pH 10'dan sonra oluşan $MgOH^+$ iyonlarının silikatları canlandırmasından dolayı verim düşmektedir.



Şekil 6.30. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

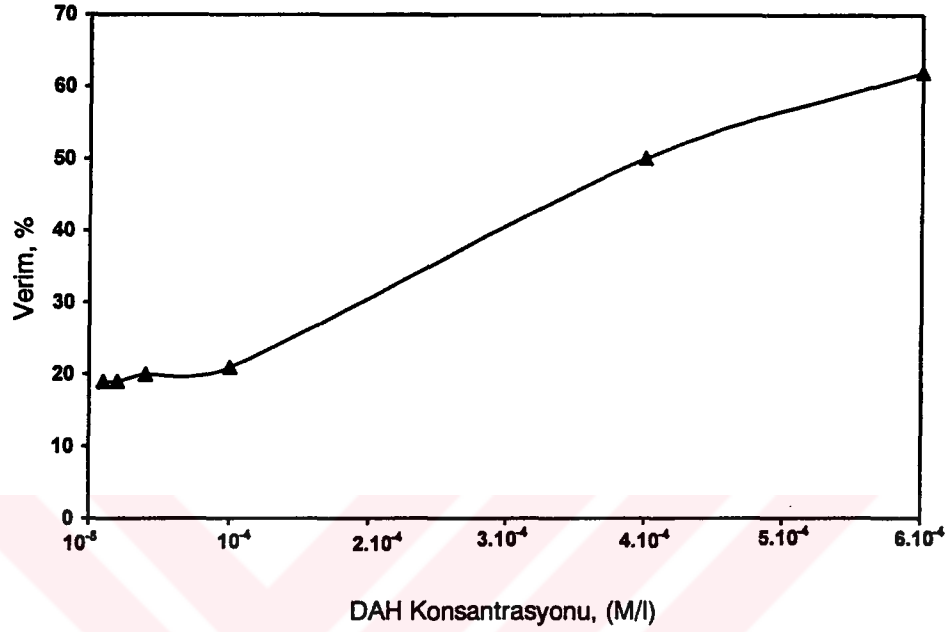
DAH konsantrasyonunun flotasyon verimine etkisi Şekil 6.31'de gösterilmiştir.

Katyonik bir kollektör olan DAH ile amaç silikatları yüzdürmek olduğundan flotasyon veriminin düşük olması manyezit mineralinin yüzmemesi bakımından iyi bir sonuçtur.



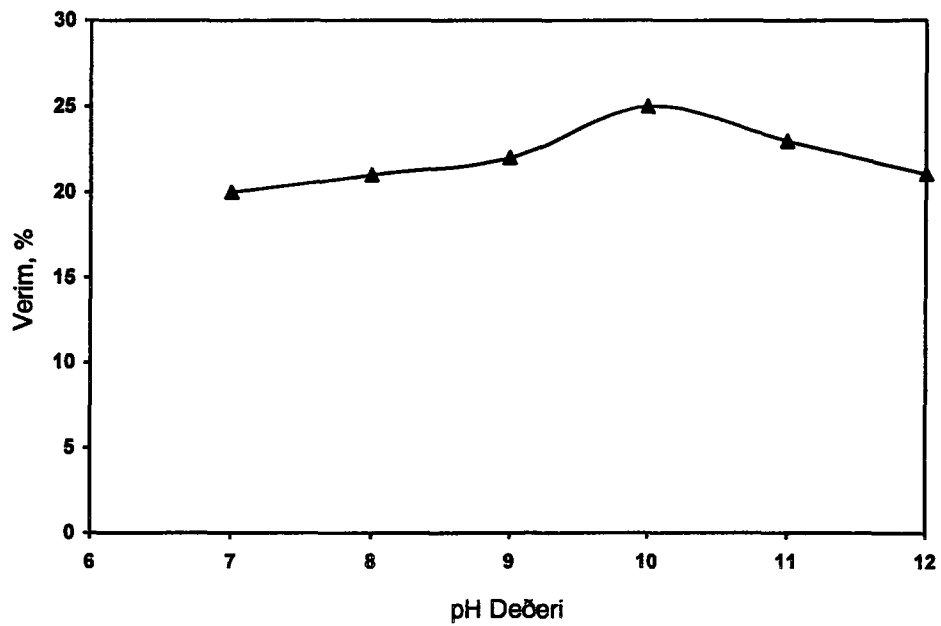
Şekil 6.31. DAH Konsantrasyonunun Flotasyon Verimine Etkisi

Tane sertleşmesinin çok ince boyutlarda sağlanabilmesinden dolayı -53 μm manyezitin flotasyon verimine DAH'nın etkisi Şekil 6.32'de gösterilmiştir.



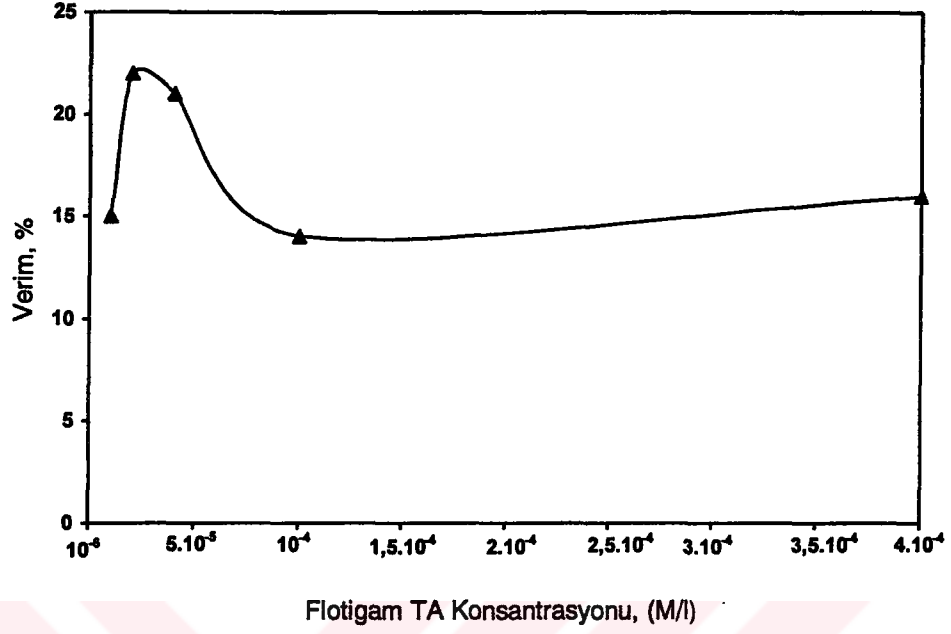
Şekil 6.32. DAH Konsantrasyonunun 53 Mikron Altı Manyezitin flotasyon Verimine Etkisi

10^{-4} M/l DAH konsantrasyonunda yapılan pH deneylerinin sonuçları Şekil 6.33'de gösterilmiştir.



Şekil 6.33. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

Flotigam TA'nın flotasyon verimine etkisi Şekil 6.34'de gösterilmiştir.

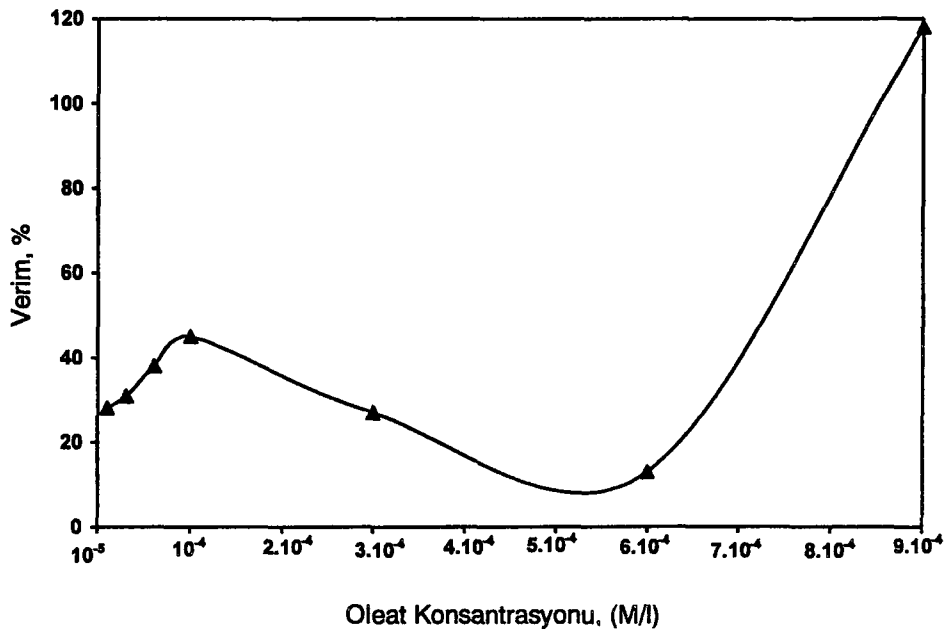


Şekil 6.34. Flotigam TA'nın Flotasyon Verimine Etkisi

Eskişehir Beyaz Sepiyoliti ile Yapılan Mikroflotasyon Deney Sonuçları

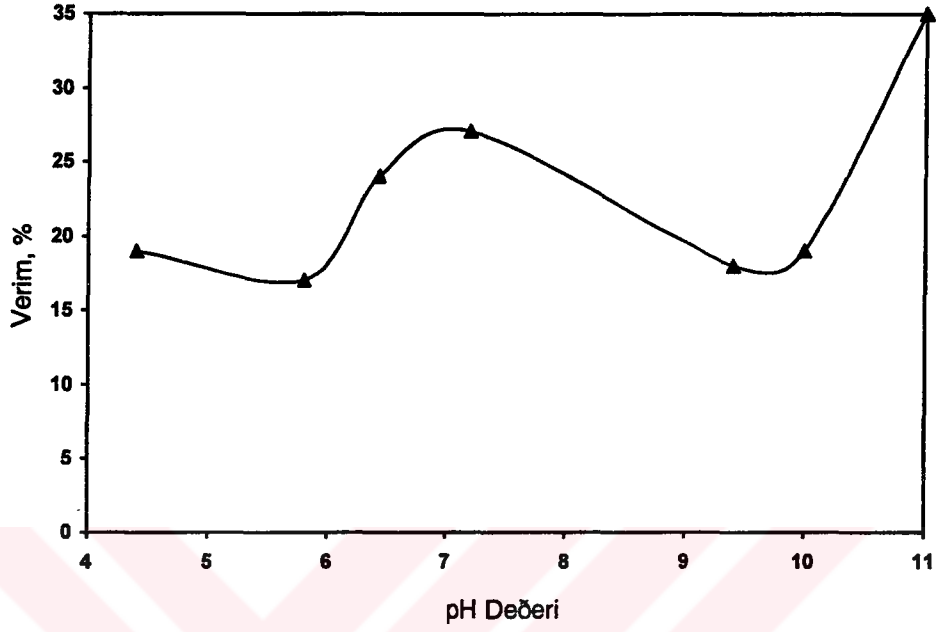
Sepiyolit manyezitin alterasyon ürünüdür ve genellikle beyaz, sarımtırak ve grimtrak renklerde.

Oleat konsantrasyonunun sepiyolit flotasyonu verimi üzerine etkisi Şekil 6.35'de gösterilmiştir.



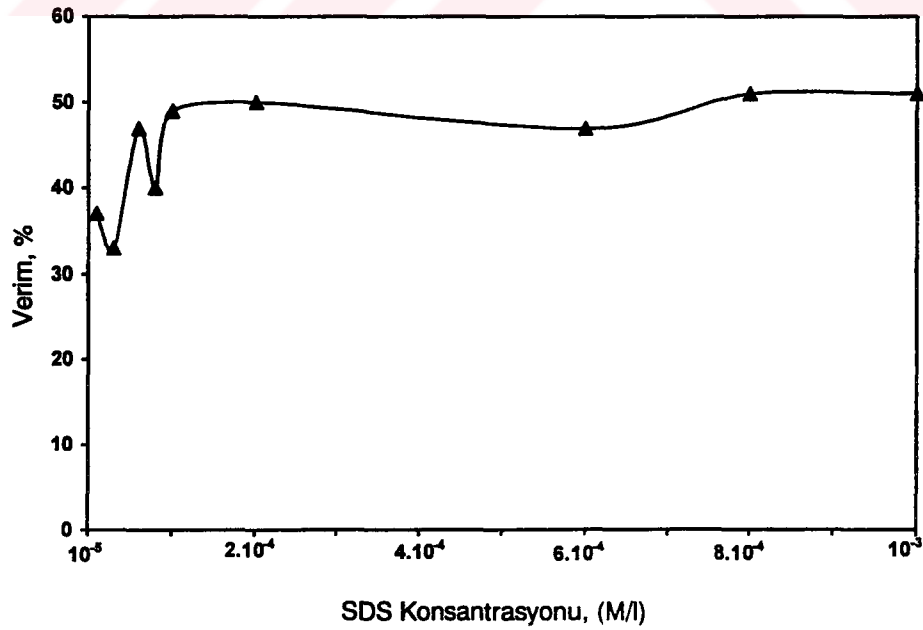
Şekil 6.35. Oleat Konsantrasyonunun Flotasyon Verimine Etkisi

%45 flotasyon verimini sağlayan 10^{-4} M/l oleat konsantrasyonunda yapılan pH deneyleri Şekil 6.36.'da gösterilmiştir.



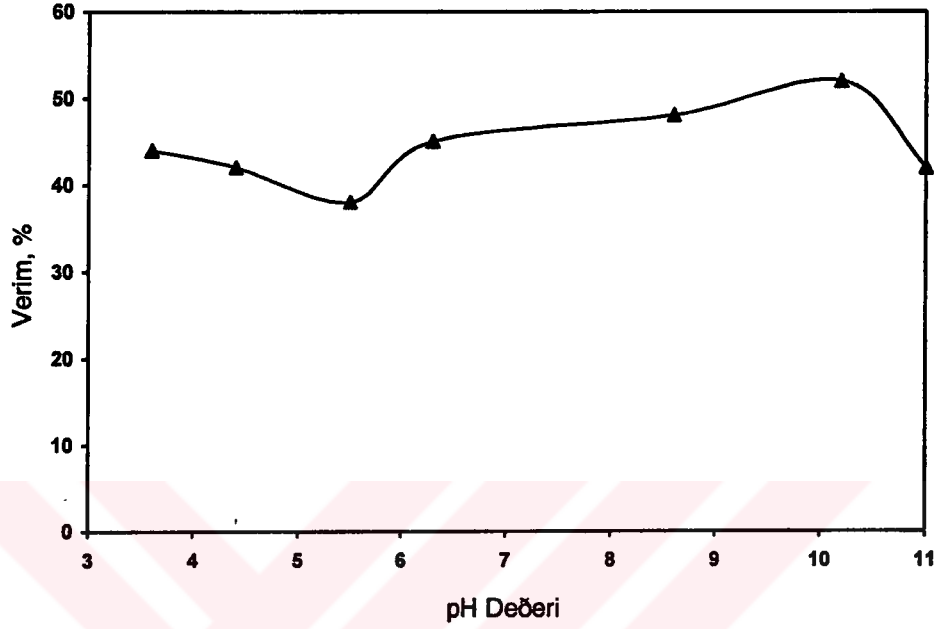
Şekil 6.36. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

Sodyum Dodesil Sülfatın flotasyon verimine etkisi Şekil 6.37'de gösterilmiştir.



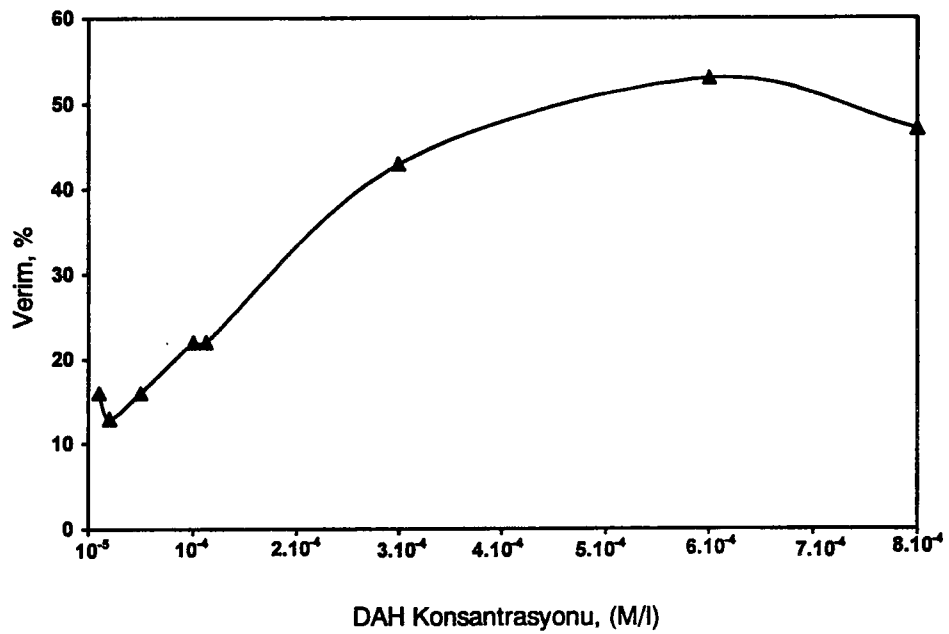
Şekil 6.37. SDS'nin Flotasyon Verimine Etkisi

6.10^{-5} M/l SDS konsantrasyonunda pH'nın flotasyon verimine etkisi Şekil 6.38'de gösterilmiştir.



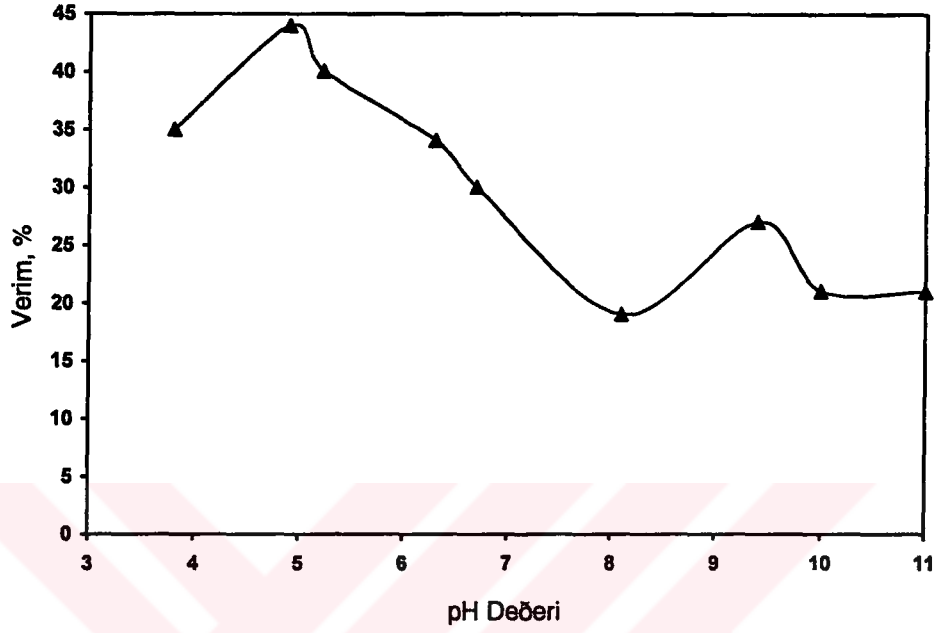
Şekil 6.38. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

Dodesil Amin Hidrokloride'nın flotasyon verimine etkisi Şekil 6.39'da gösterilmiştir.



Şekil 6.39. DAH Konsantrasyonunun Flotasyon Verimine Etkisi

10^{-6} M/l DAH konsantrasyonunda pH'nın flotasyon verimi üzerine etkisi Şekil 6.40'da gösterilmiştir.



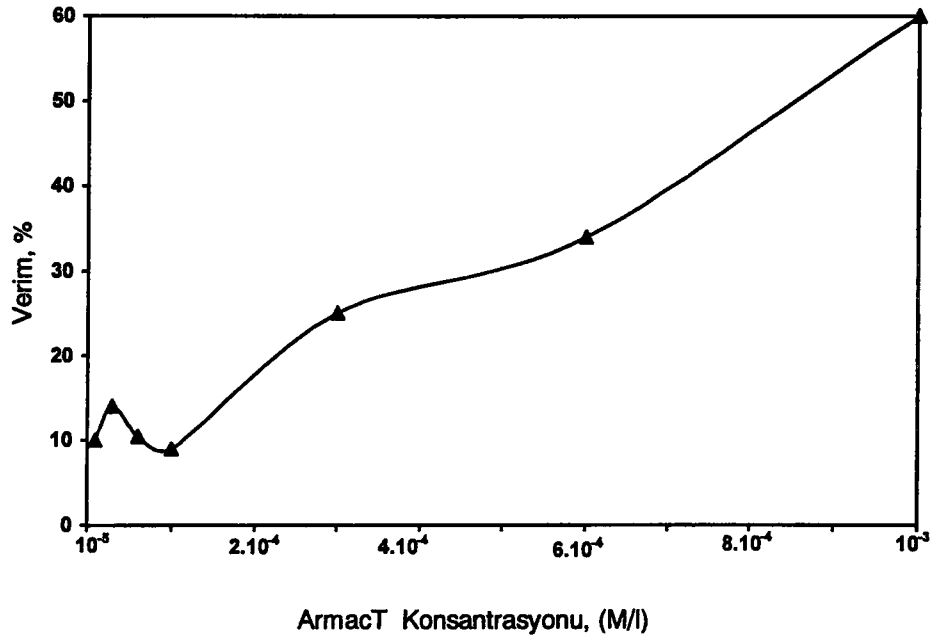
Şekil 6.40. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

6.4.5. Gazyağı Miktarının Flotasyon Verimine Etkisi

Klasik flotasyonda gazyağı ve Armac T (Tallow Amin Acetate) ile deneyler yapıldığından öncelikle gazyağı ve Armac T miktarlarının manyezitin ve gang minerallerinin mikroflotasyon verimi üzerine etkisi incelenmiştir.

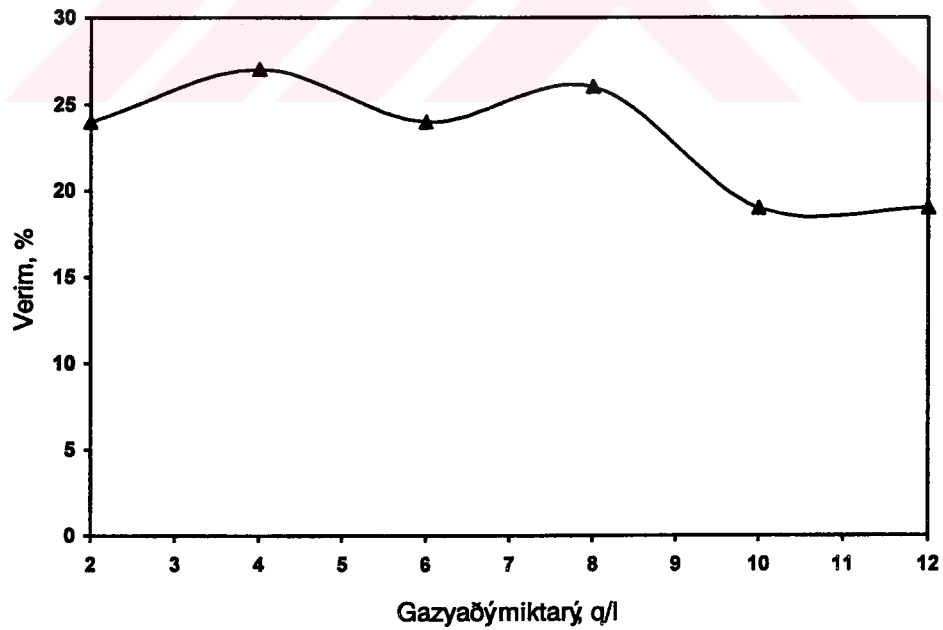
Değişik Armac T konsantrasyonunun maynezitin flotasyon verimine etkisi Şekil 6.41'de gösterilmiştir.

Kollektör konsantrasyonu arttıkça verim artmaktadır.



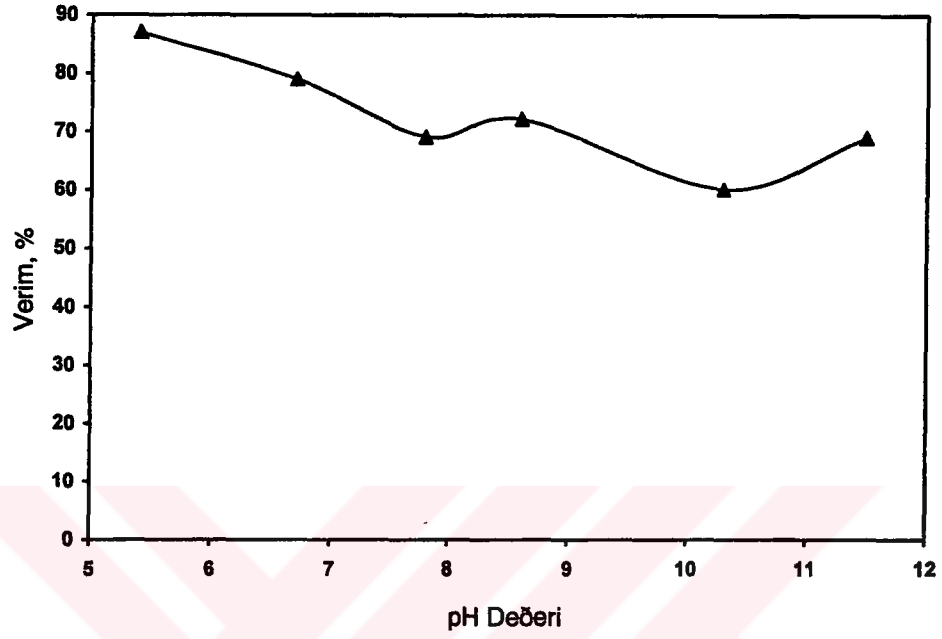
Şekil 6.41. Armac T Konsantrasyonunun Manyezitin flotasyon Verimine Etkisi

10^{-4} ve $6 \cdot 10^{-4}$ M/l Armac T konsantrasyonunda gazyağı miktarının flotasyon verimine etkisi Şekil 6.42'de gösterilmiştir.



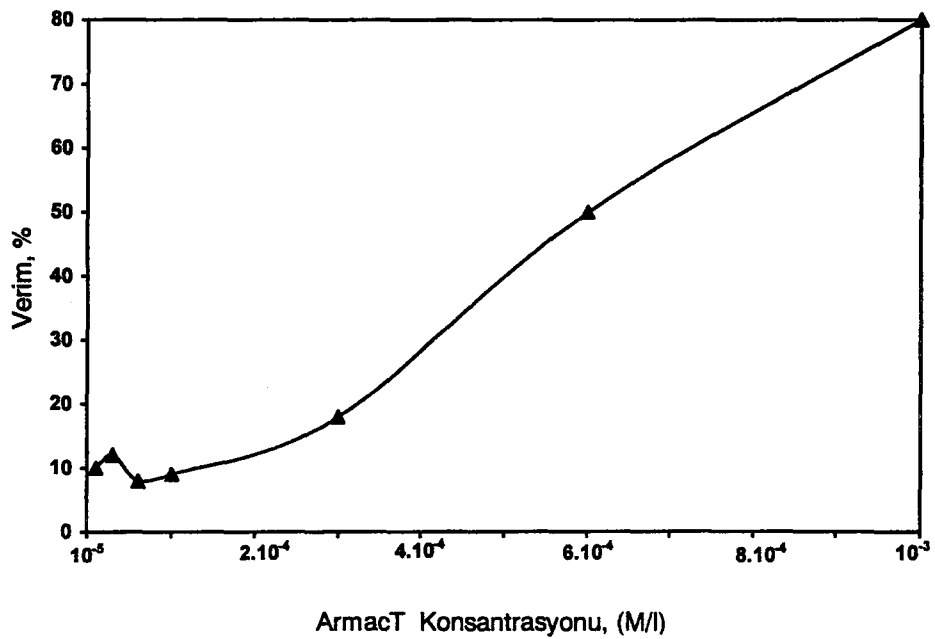
Şekil 6.42. Gazyağı Miktarının Flotasyon Verimine Etkisi

4 q/l gazyağı miktarı 6.10^{-4} M/l Armac T konsantrasyonunda pH'nın flotasyon verimine etkisi Şekil 6.43'de gösterilmiştir.



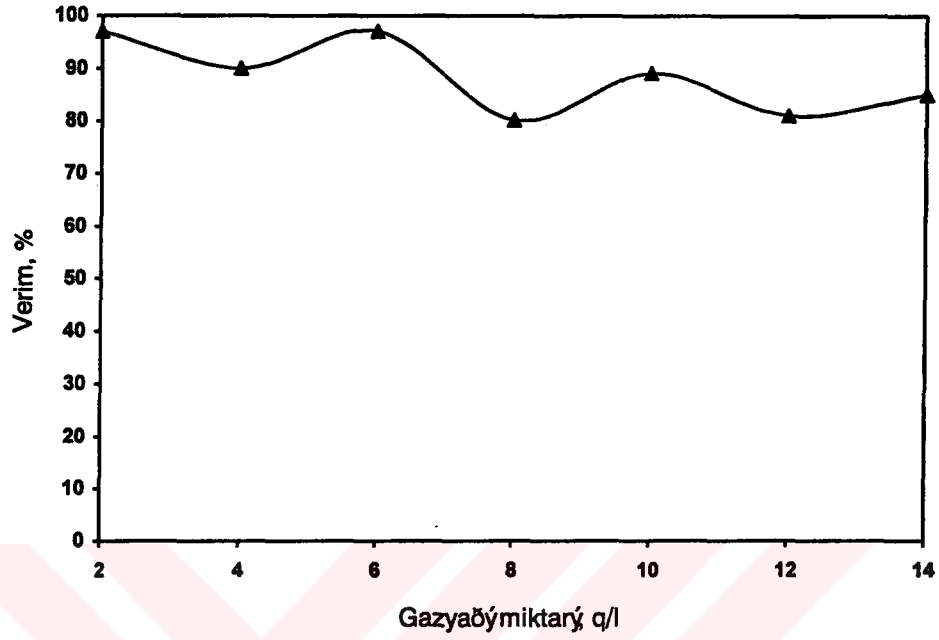
Şekil 6.43. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

Armac T konsantrasyonunun Helvacıbaşa serpantin flotasyonu verimine etkisi Şekil 6.44'de gösterilmiştir.



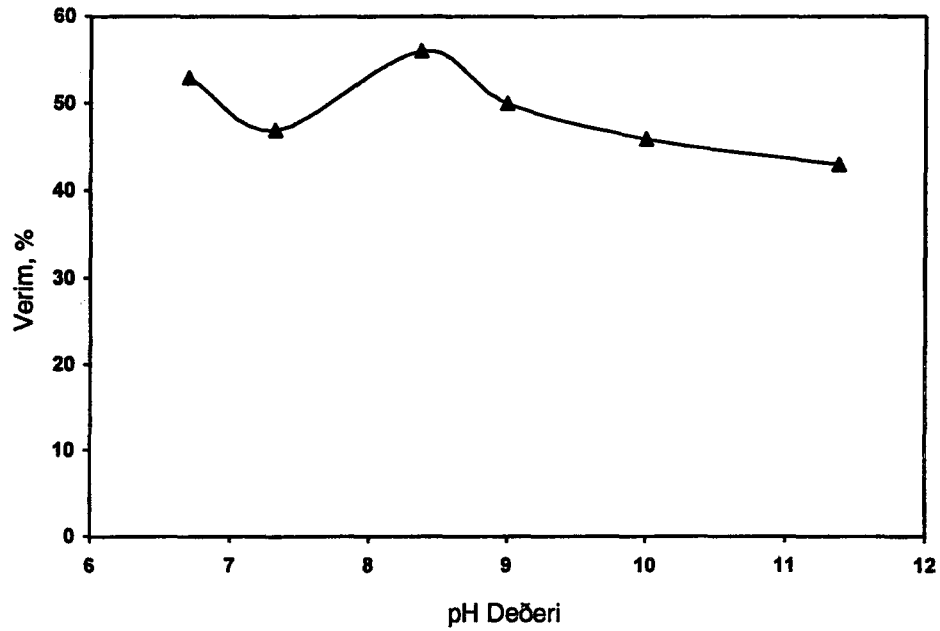
Şekil 6.44. Armac T'nin Serpantin Flotasyonu Verimine Etkisi

$6 \cdot 10^{-4}$ M/l Armac T konsantrasyonund gazyağı miktarının flotasyon verimine etkisi Şekil 6.45'de gösterilmiştir.



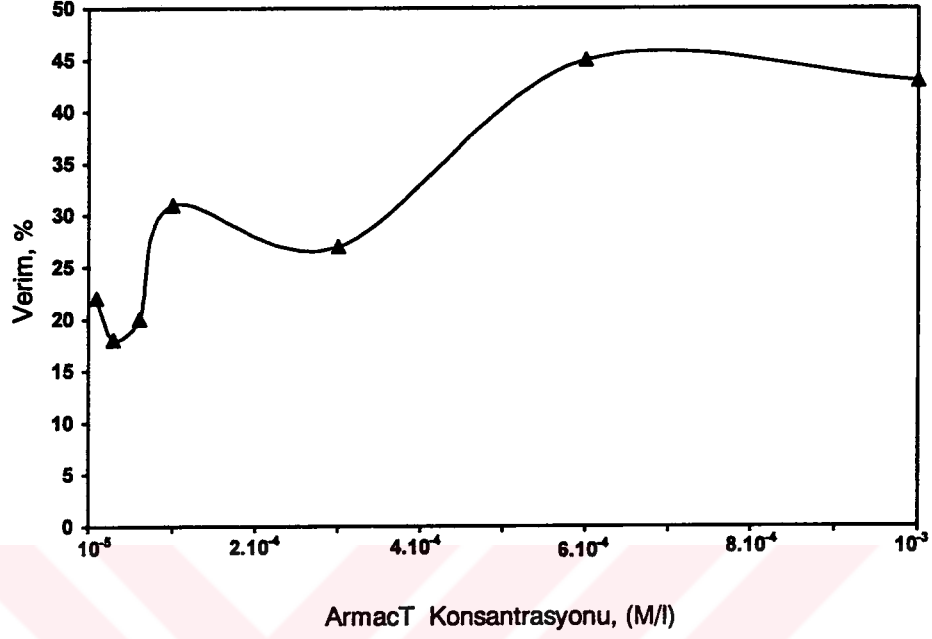
Şekil 6.45. Gazyağı Miktarının Flotasyon Verimine Etkisi

4 q/l gazyağı miktarı ve 10^{-4} M/l Armac T konsantrasyonunda pH'nın flotasyon verimi üzerine etkisi Şekil 6.46'da gösterilmiştir.



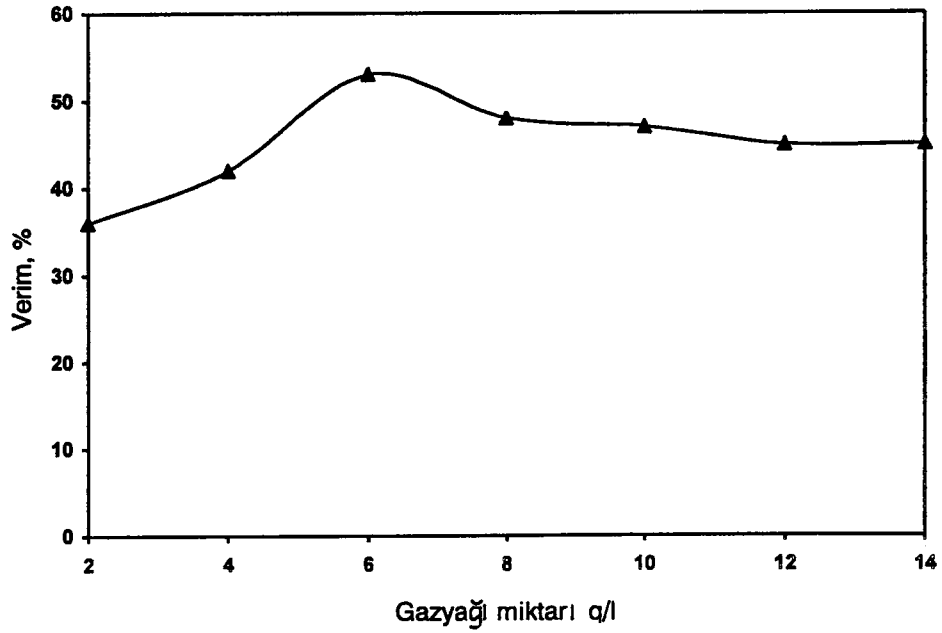
Şekil 6.46. pH'nın Flotasyon Verimine Etkisi

Değişik Armac T konsantrasyonunun Helvacıbaşa sepioliti üzerine etkisi Şekil 6.47'de gösterilmiştir.



Şekil 6.47. Armac T Konsantrasyonunun Sepiolitin Flotasyon Verimine Etkisi

10^{-4} M/l Armac T konsantrasyonunda gazyağı miktarının flotasyon verimi üzerine etkisi Şekil 6.48'de gösterilmiştir.



Şekil 6.48. Gazyağı Miktarının Flotasyon Verimine Etkisi

BÖLÜM 7.

7. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Manyezit refrakter sanayiinin en önemli hammaddelerinden biri olup, içerdği safsızlıklar ölçüsünde değer kazanmaktadır. Manyezit cevherindeki en önemli safsızlıklardan biri olan silisin satış fiyatlarının tesbitinde önemli etkisi vardır. Silis oranı %1'den düşük olan manyezitler, diğer koşullar uygun olduğu takdirde, ekstra kalite olarak satılır. %1-3 SiO₂ cevherlerde satılabilmekte, %3'den fazla silis içeren cevherlerin satışı ve kullanılması ise ancak çok düşük silisli cevherlerle harmanlamak mümkün olmaktadır.

Türkiye manyezit yatakları serpantinlerin alterasyonu sonucu oluştuğundan, yataklanma içinde iri ve ince dağılımlı olarak damarlar ve serpintiler halinde serpantin ve ultrabazik kayalar bulunmaktadır. Ayrıca ayrışım süresince manyezitle birlikte oluşan kalsedon, kuvars, sepiyolit gibi minerallerde cevherdeki silis kaynağını oluşturmaktadır. Genelde hem iri hemde çok ince boyutlarda bulunan silisin manyezit cevherlerinden ayrılması, mevcut rezervlerin ve özellikle artık stok sahalarının değerlendirilmesi açısından önem kazanmaktadır.

7.1. Numunelerin Yüzey Özellikleri

Gang mineralleri ve saf manyezitlerle yapılan mikroflotasyon deneyleri öncesinde manyezit numunesinin pH'a bağlı olarak yüzey elektrik yükü değişimleri incelenmiştir. Zetametre ile yapılan ölçümlerde, bütün manyezit numunelerinin nötr ve alkali ortamda negatif yüklü olduğu belirlenmiştir. Manyezitin asidik ortamdaki çözünürlüğü nedeniyle, sıfır yük noktasının deneysel olarak belirlenemediği ancak çeşitli hesaplamalarla pH:6.0-6.5 arasında bulunduğu çeşitli araştırma ve yayınlarda belirtilmiştir (Matis; Gallios; Stalidis; Hollick, 1976).

7.2. Mikroflotasyon Deneylerinin Sonuçları

Manyezit, magnezyum ve karbonat iyonlarından oluşmuş, suda az çözünen tuz tipi bir mineraldir. Manyezitin çözünürlük sabiti 1.25×10^{-5} olup bu mineral çözünürlük

sabitleri sırasıyla 4×10^{-9} ve 2×10^{-17} olan kalsit ve dolomitten daha fazla çözünebilir özelliktedir (Hanna; Somasunduran, 1976). Diğer tuz tipi mineraller gibi manyezitinde yağ asitleri ve sabunlarla yüzdürülebildiği, yüzme sebebinin kollektörün kimyasal adsorbsiyonu olup, nötr ve alkali ortamda mineral yüzeyinde magnezyum katyonu ile oleat anyonunun çözünürlük sabiti 1.6×10^{-14} olan bir bileşik oluşturduğu çeşitli araştırma ve yayınlarda belirtilmiştir (Hanna; Somasunduran, 1976; Atak, 1982; Du Reitz, 1975). Konya Helvacıbaşı yöresinden seçilen saf manyezit, sepiyolit ve serpantin numuneleriyle yapılan mikroflotasyon deneylerinde de kollektör konsantrasyonu, pH değişiminin ve gazyağı miktarının flotasyon verimine etkileri araştırılmıştır. Kriptokristalen yapıdaki manyezitin oleat flotasyonunda pH:8-10'da manyezit yüksek verimle yüzdürülebilmektedir. Manyezit, tuz tipi minerallerin karakteristik flotasyon özelliğini gösterir. pH 10'dan sonra Mg^{2+} iyonlarının ortamdaki OH^- iyonlarıyla birleşerek $MgOH^+$ iyonlarını oluşturması ve $MgOH^+$ iyonlarının silikatları canlandırıcı yöndeki etkisi manyezitin farklı flotasyon özelliğinin nedenini açıklayabilmektedir (Feurstenau; Palmer, 1976). Aynı durum Yunan manyezitleri ile K. Matis tarafından yapılan çalışmada da görülmüştür.

Kollektör konsantrasyonunun artışı manyezitin flotasyon verimini yükseltirken bir magnezyum silikat olan serpantin de yüzmesine sebep olmaktadır. Kollektör konsantrasyonu 3.10^{-4} Mol/l'ye yükseldiğinde pH 8-10 arasında sepiyolit de yaklaşık %30 verimle yüzmektedir.

Silikatlı minerallerin aminlerle flotasyonunda ise kimyasal reaksiyondan çok elektrostatik etkilerin önemli olduğu çeşitli incelemelerle ortaya konmuştur. Yüzey potansiyelinin negatif olduğu hallerde flotasyonun mümkün olduğu, negatif elektrik yükü arttıkça flotasyonun kolaylaştığı görülmüştür. Silikatlı mineraller için potansiyeli tayin eden iyonlar H^+ ve OH^- olduğuna göre aminlerin yüzeyde toplanmasında geniş ölçüde pH'nın fonksiyonudur (Atak, 1982). Bir magnezyumlu silikat minerali olan serpantin amin ile flotasyonunda ise ancak yüksek konsantrasyonlarda 6.10^{-4} M/l 'den sonra yüksek verime ulaşılabilmiştir.

BÖLÜM 8.

8. HELVACIBABA MANYEZİT YATAĞININ CEVHER HAZIRLAMA ETÜDLERİ

Yatağın değişik bölgelerinden en iri boyutu 200 mm olan yaklaşık 500 kg numune alınmıştır. İ.T.Ü. Maden Fakültesi Cevher Hazırlama A.B.D.'de çeneli kırıcıda 10 cm altına kırılmıştır. Daha sonra konili ve merdaneli kırıcıda kırılan tuvenan cevher pulvarizatöre beslenmiştir. Pulvarizatörde 210 μm altına indirilen tuvenan cevherin elek analizi ve -150+106 μm ile -106 μm fraksiyonlarındaki MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, CaO tenörleri Çizelge 8.1'de verilmiştir.

Yine mikrofлотasyon ve elektrokinetik ölçümler yapmak amacıyla silis içeriği çok düşük olan manyezit numunesi alınmıştır. Bu saf manyezitin -150+106 μm ile -106 μm fraksiyonlarındaki MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, CaO, tenörleri Çizelge 8.1, 8.2'de verilmiştir.

Çizelge 8.1 Tuvenan Cevherin -150+106 μm ile -106 μm Fraksiyonlarına Ait
Kimyasal Analizleri.

İçerikler %	-150+106 μm	-106 μm
MgO	45.55	45.45
Al ₂ O ₃	0.05	0.13
Fe ₂ O ₃	0.12	0.12
SiO ₂	5.35	4.87
CaO	0.98	0.90
At. Zy.	47.95	48.53
Toplam	100.00	100.00

Çizelge 8.2. Saf Cevherin -150+106 μm ile -106 μm Fraksiyonlarına Ait Kimyasal Analizleri

Tenörler %	-150+106 μm	-106 μm
MgO	47.78	47.93
Al ₂ O ₃	0.05	0.05
Fe ₂ O ₃	0.12	0.12
SiO ₂	0.08	0.05
CaO	0.49	0.62
At. Zy.	51.48	51.23
Toplam	100.00	100.00

8.1. Kırma Deneyleri

En iri parça boyutu 200 mm olarak laboratuvara gelen tuvenan cevher, laboratuvar tipi çeneli kırıcı, konili kırıcı ve merdaneli kırıcılar kullanılarak -3 mm boyutuna indirilmiştir. Pulverizatörde -0.210 mm'ye kırılmış olan tuvenan cevherin ve bu cevherin 5 dakika ve 10 dakika porselen değirmende öğütülmesiyle elde edilen elek analizleri ve bu fraksiyonlara ait SiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO içerikleri Çizelge 8.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 8.4'de görüldüğü üzere öğütme süresi arttıkça cevherin hemen hemen tamamı -38 μm altına öğütülmekte fakat MgO ve SiO₂ tenöründe önemli bir değişiklik meydana gelmemektedir.

Çizelge 8.3. Pulverizatörde -210 μm Altına Kırılan Tuvenan Cevherin Elek Analizi ve Elek Fraksiyonlarının MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, CaO Tenörleri

Tane Boyutu (μm)	Pulverizatör Çıkışı			Tenörler %					At. Zy
	%	Kümülatif		MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	
		Elek Üstü	Elek Altı						
-210+150	58.0	58.0	100.0	46.84	0.17	0.07	5.41	0.61	49.36
-150+106	8.0	66.0	42.0	45.28	0.10	0.07	5.33	0.50	52.55
-106+38	9.0	75	34.0	45.94	0.09	0.05	4.80	0.55	51.86
-38	25.0	100.0	25.0	46.48	0.15	0.17	4.85	0.53	48.82
Toplam	100.0			45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93

8.2. Öğütme Deneyleri

Cevheri flotasyon tane boyutuna indirmek için öğütme deneyleri yapılmıştır. Öğütme işlemi cevhere değirmenden demir karışmasını önlemek amacıyla porselen değirmende yapılmıştır. Konili kırıcıda 6 mm altına indirilen cevher daha sonra pulverizatöre beslenmiştir.

Çizelge 6.5.'de pulverizatör çıkışı porselen değirmende 5 ve 10 dakika öğütülen cevherin elek analizleri ve elde edilen MgO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , CaO içerikleri gösterilmiştir.

Her iki öğütmede de tuvenan cevherin büyük miktarının 38 mikronun altına öğünmesinden dolayı zamana bağlı öğütme deneyleri yapılmasına karar verilmiştir.

Deneyler 20 cm çaplı laboratuvar tipi porselen değirmende kuru olarak yapılmış olup, numune miktarı 200 gr, değirmen hızı 84 devir/dakika, bilya yükü 2.414 kg (103 bilya) olarak sabit tutulmuştur.

8.3. Süreye Bağlı Olarak Cevher ile Yapılan Öğütme ve Flotasyon Deneyleri

Deney şartları

pH = 8

Pülp yoğunluğu = %12

Kıvam süresi = 15 dk

Kollektör reaktif = Armac T

Kollektör miktarı = 6 kg/ton (2+2+2)

Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 8.4'de gösterilmiş olup, SiO_2 yüzdesinin en düşük olduğu 4 dakika öğütme süresi olarak seçilmiştir.

Çizelge 8.4. Pulverizatör Çıkışı Porselen Degirmende 5 Dakika ve 10 Dakika Öğütülen Tuvenan Cevherin Elek Analizleri ve Elek Fraksiyonlarının MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, CaO Tenörleri

Tane Boyutu (µm)	5 Dakika				Tenörler %					10 Dakika				Tenörler					
	% Miktar	Kümülatif		At. Zy	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	% Miktar	Kümülatif		MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO		
		% Elek Üstü	% Elek Altı								Elek Üstü	Elek Altı							
-210+150	2.7	2.7	100.0	44.85	0.17	0.07	5.45	0.62	49.51	-	-	-	44.42	0.05	0.15	5.42	1.06	47.28	
-150+106	11.8	14.5	97.3	45.52	0.19	0.07	5.38	0.52	52.70	-	-	-	46.12	0.10	0.08	5.40	0.96	50.66	
-106+38	14.5	29.0	85.5	45.26	0.10	0.22	4.70	0.95	50.61	2.4	2.4	100.0	44.46	0.10	0.15	4.72	0.90	48.74	
-38	71.0	100.0	71.1	41.80	0.10	0.23	4.83	1.17	47.89	97.6	100.0	97.6	44.59	0.15	0.3	4.75	1.01	50.51	
Toplam	100.0			45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	100.0			45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	

Çizelge 8.5. Öğütme Süresinin Belirlenmesi İçin Yapılan Flotasyon Deney Sonuçları

Öğütme Süresi (dk)	Ürünler	%	TENÖRLER						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
2.0	Konsantre	85.22	47.07	0.11	0.09	3.75	0.37	49.11	95.29
	Artık	14.78	45.41	0.13	0.12	7.60	0.40	46.34	4.71
3.0	Konsantre	85.64	47.10	0.05	0.07	3.78	0.51	48.49	95.06
	Artık	14.36	44.24	0.16	0.17	7.83	0.36	47.24	4.94
3.5	Konsantre	85.20	47.35	0.05	0.05	3.74	0.36	48.42	95.07
	Artık	14.80	45.41	0.10	0.16	7.61	0.40	46.12	4.93
4.0	Konsantre	86.07	47.24	0.09	0.08	3.55	0.33	48.71	95.26
	Artık	13.93	44.76	0.08	0.10	8.02	0.42	46.62	4.74
4.5	Konsantre	82.22	47.58	0.05	0.06	7.15	0.37	48.13	95.42
	Artık	17.78	44.22	0.10	0.15	9.81	0.52	47.86	4.58
5.0	Konsantre	86.23	46.98	0.13	0.12	3.62	0.43	47.72	95.00
	Artık	13.77	45.23	0.10	0.26	7.37	0.34	46.70	5.00
5.5	Konsantre	86.77	47.40	0.06	0.08	3.82	0.43	48.17	95.21
	Artık	13.23	45.14	0.08	0.13	7.26	0.18	47.01	4.79
Toplam	-	100.00	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

8.4. Köpük Toplama Süresinin ve Flotasyon Kinetiğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Tuvenan cevherin flotasyon yoluyla zenginleştirilmesinde yapılacak olan flotasyon deneylerinde hataları en aza indirmek ve flotasyon kinematığını belirlemek amacıyla öğütme süresi gibi köpük toplama süresinin de optimizasyonu yapılmıştır.

Deney Şartları	pH = 6
	Pülöp yoğunluğu = %12
	Kıvam süresi = 15 dk
	Kollektör miktarı = 60 kg/ton (20+20+20)
	Gazyağı miktarı = 140 kg/ton

Sonuçlar Çizelge 8.6 ve 8.7'de gösterilmiş olup, bu deneyler için büyük kollektör ve gazyağı miktarları kullanılmıştır. Amaç tuvenan cevherin SiO₂ yüzdesinin birin altına indirilmek olduğundan bu miktarlar denenmiştir.

Denemeler sonucunda flotasyon deneylerinde 3 dakika köpük toplama süresinin seçilmesine karar verilmiştir.

8.5. Tane Boyutunun Flotasyona Etkisini Belirlemek İçin Yapılan Deneyler

Bu amaçla iki grup tuvenan cevher numunesi hazırlanmıştır. Pulverizatör çıkışı -150 µm ve -38 µm olarak hazırlanan numunelerle aşağıdaki koşullarda deneyler yapılmıştır. Kollektör reaktif olarak %3 lük Flotigam TA kullanılmıştır.

Flotasyon Şartları	pH = 6.30
	Pülöp yoğunluğu = %12
	Kıvam süresi = 15 dk
	Kolektör miktarı = 60 kg/ton
	Gazyağı miktarı = 140 kg/ton

Sonuçlar Çizelge 8.8'de gösterilmiş olup tuvenan cevher boyutu ne kadar küçük olursa SiO₂ yüzdesi o kadar azaltılabilmektedir.

Çizelge 8.6. Köpük Toplama Süresinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deney Sonuçları

Köpük Top. Süresi (dk)	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
1	Artık	57.14	45.57	0.18	0.04	5.34	0.51	48.36	74.00
2	Artık	16.33	45.36	0.15	0.09	4.44	0.36	49.60	
3	Artık	4.60	45.30	0.23	0.08	3.42	0.37	50.60	
4	Konsantre	21.93	46.19	0.13	0.04	0.82	0.31	52.52	26.00
Toplam	-	100.00	46.48	0.13	0.08	5.22	0.37	48.76	-

Çizelge 8.7. Flotasyon Kinetiğinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deney Sonuçları

Köpük Top. Süresi (sn)	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %					% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy
15	Artık	15.00	43.72	0.08	0.15	7.3	0.73	48.02
30	Artık	16.64	44.52	0.15	0.18	6.42	0.58	48.15
60	Artık	15.91	45.44	0.07	0.10	4.84	0.57	48.90
120	Artık	20.00	42.46	0.50	0.09	5.78	0.61	50.46
135	Artık	1.82	42.52	0.15	0.08	3.84	0.42	50.95
150	Artık	1.82	44.39	0.43	0.16	3.75	0.45	50.82
165	Artık	1.85	45.83	0.48	0.09	3.05	0.36	50.19
180	Artık	1.82	44.87	0.61	0.08	2.75	0.36	51.33
195	Konsantre	25.14	44.42	2.03	0.09	0.99	0.36	52.11
Toplam	-	100.00	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93
								25.00
								-

Çizelge 8.8. Tane Boyutunun Flotasyona Etkisini Belirlemek İçin Yapılan Deney Sonuçları

Tane Boyutu (μm)	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO_2 Dağılımı
			MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SiO_2	CaO	At. Zy	
-150	Konsantre	42.87	45.21	0.07	0.26	4.12	0.50	49.84	31.14
	Artık	57.13	44.27	0.10	0.30	7.11	0.49	47.73	68.86
Flotasyona Beslenen	-	-	45.75	0.14	0.25	5.90	0.47	47.48	-
-38	Konsantre	30.00	45.12	0.07	0.22	1.49	0.50	52.60	23.97
	Artık	70.00	43.82	0.10	0.30	5.80	0.47	49.51	76.03
Flotasyona Beslenen	-	-	45.72	0.10	0.30	5.34	0.52	48.02	-

BÖLÜM 9.

9. KLASİK FLOTASYON DENEY SONUÇLARI

9.1. En Uygun Kollektör Cinsinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Manyezitlerin gang minerallerinden ayrılmasında çeşitli reaktiflerin etkilerini belirlemek amacıyla flotasyon deneyleri yapılmıştır. Bu deneylerdeki amaç anyonik kollektörler kullanılarak manyezitin yüzdürülüp gang minerallerinin bastırılması veya kationik kollektörler kullanılarak gang minerallerinin yüzdürülüp, manyezitin bastırılmasıdır.

Bu amaçla aşağıdaki kollektörler kullanılmıştır:

- Armac T
- Hydroxomate
- Oleyin Sarkosin

Deney Şartları	pH = 8
	Pülp yoğunluğu = %12
	Kıvam süresi = 15 dk
	Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.1'de gösterilmiş olup, kationik kollektörler kullanılarak silikatların yüzdürülüp, manyezitin bastırılması gerek verim gerekse tenör açısından daha iyi sonuçlar vermektedir.

Çizelge 9.1. En Uygun Kollektör Cinsinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Reaktif Cinsi	Kollektör Miktarı kg/ton	Gazyağı Miktarı kg/ton	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
					MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
Armac T	6	14	Konsantre Artık	86.14 14.00	47.24 44.76	0.09 0.08	0.08 0.10	3.55 8.02	0.33 0.42	48.71 46.62	78.35 21.65
Hydroxamate	0.5	-	Konsantre Artık	42.51 57.49	46.17 45.13	0.09 0.07	0.13 0.10	4.72 5.28	0.51 0.53	48.38 47.72	39.82 60.18
Oleyil Sarkosin	0.6	-	Konsantre Artık	57.71 42.29	46.86 46.81	0.06 0.07	0.12 0.11	3.98 4.30	0.50 0.48	48.48 48.23	65.00 35.00
Toplam	-	-	-	100.00	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

9.2. En Uygun Katyonik Kollektör Cinsinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Manyezitin gang minerallerinden flotasyonla ayrılmasında çeşitli reaktiflerin etkilerini incelemek amacıyla flotasyon deneyleri yapılmıştır.

Toplayıcı reaktif olarak Hoechst firmasının ürettiği çeşitli amin türleri kullanılmıştır.

Bu amaçla aşağıdaki toplayıcı kollektörler kullanılmıştır:

- Flotigam CA
- Octodecyl Amin
- Flotigam S
- Flotigam V
- Flotigam ENA
- Flotigam TA
- Flotigam İTÜ
- Armoflote 10 ve 305
- Armac T

Deney şartları pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Kollektör miktarı = 6 kg/ton (2+2+2)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.2'de gösterilmiş olup en uygun verim Armac T ve en yüksek tenör Armoflote 305 reaktifleri ile elde edilmiştir.

Çizelge 9.2. En Uygun Katyonik Kollektör Cinsinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deney Sonuçları

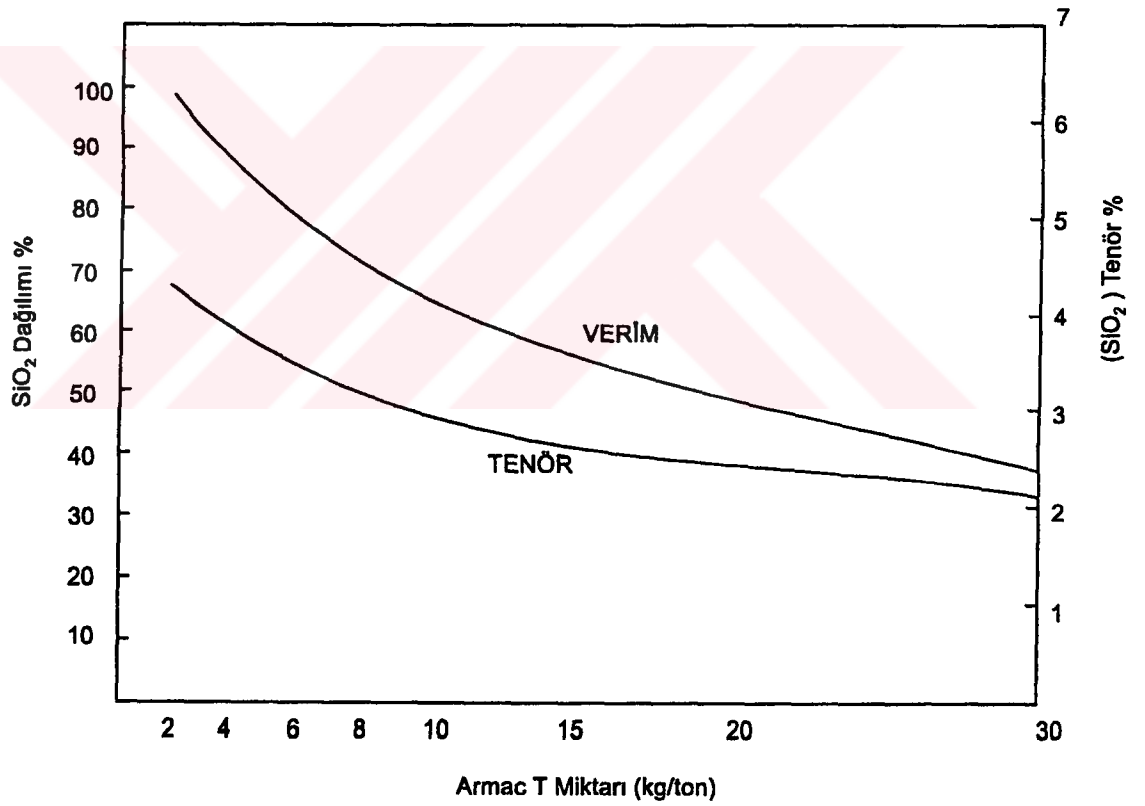
Reaktif Cinsi	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
Flotigam CA	Konsantre Artık	60	47.51	0.10	0.18	3.46	0.55	48.20	41.84
		40	45.30	0.10	0.16	7.27	0.58	46.59	58.16
Octadecyl Amin	Konsantre Artık	73	47.23	0.11	0.20	5.00	0.58	46.88	70.89
		27	45.01	0.17	0.20	7.10	0.52	47.10	29.11
Flotigam S	Konsantre Artık	77	46.16	0.10	0.18	3.88	0.37	49.30	76.64
		23	46.17	0.10	0.20	5.19	0.35	48.00	23.36
Flotigam V	Konsantre Artık	72	47.10	0.08	0.15	2.92	0.72	49.09	67.70
		28	43.68	0.10	0.22	6.73	0.54	48.73	32.30
Flotigam ENA	Konsantre Artık	54	47.57	0.07	0.15	3.39	0.34	48.68	39.37
		46	45.69	0.10	0.17	6.89	0.34	46.81	60.63
Flotigam TA	Konsantre Artık	61	46.00	0.10	0.15	4.17	0.74	48.85	48.24
		39	44.09	0.11	0.21	6.81	0.61	48.17	51.76
Flotigam İTÜ	Konsantre Artık	73	46.80	0.07	0.12	3.74	0.34	48.93	70.97
		27	45.48	0.05	0.19	6.75	0.32	47.31	29.03
Armoflote 10	Konsantre Artık	63	46.97	0.08	0.19	3.23	0.72	48.81	57.89
		37	44.61	0.10	0.22	5.69	0.63	48.75	42.11
Armoflote 305	Konsantre Artık	64	47.20	0.07	0.16	2.47	0.64	49.66	50.80
		36	44.69	0.36	0.15	6.74	0.51	47.55	49.20
Armac T	Konsantre Artık	86	47.24	0.09	0.08	3.55	0.33	48.71	78.35
		14	44.76	0.08	0.10	8.02	0.42	46.62	21.65
Toplam		100	46.48	0.13	0.08	4.18	0.37	48.76	-

9.3. En Uygun Reaktif Miktarının Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Deney şartları pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Kollektör reaktif = Armac T
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.3'de gösterilmiş olup, reaktif miktarı arttırıldıkça verimi düşmekte ve selektivite artmaktadır.

Verim ve tenör ilişkisi gözönünde tutularak 6 kg/t en uygun reaktif miktarı seçilmiştir.



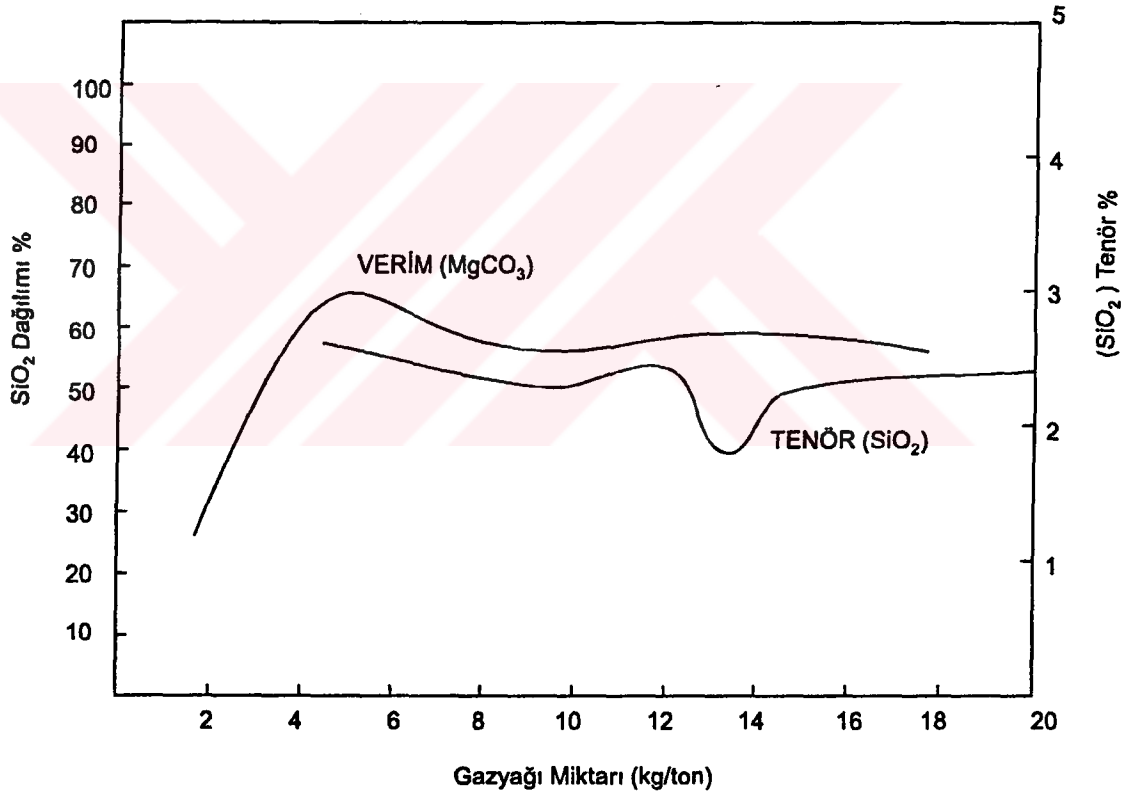
Çizelge 9.3. En Uygun Reaktif Miktarının Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Armac T Miktarı (kg/ton)	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
2	Konsantre Artık	98.50 1.50	46.44 46.02	0.15 0.28	0.24 0.64	4.51 4.61	0.57 0.48	48.09 47.97	98.60 1.40
4	Konsantre Artık	91.79 8.21	43.75 36.32	0.11 0.21	0.20 0.40	4.11 7.80	0.53 0.35	51.30 54.92	86.74 13.26
6	Konsantre Artık	86.50 13.50	47.58 44.22	0.05 0.10	0.06 0.15	3.81 7.15	0.37 0.52	48.13 47.86	80.69 19.31
8	Konsantre Artık	79.10 20.9	47.91 45.18	0.21 0.17	0.26 0.32	3.40 6.26	0.58 0.45	48.84 47.62	73.08 26.92
10	Konsantre Artık	75.10 24.90	46.72 44.83	0.14 0.13	0.27 0.24	3.20 6.80	0.56 0.45	48.91 47.55	66.00 34.00
15	Konsantre Artık	64.70 35.30	46.66 44.76	0.05 0.07	0.08 0.16	2.74 6.52	0.50 0.53	49.97 47.96	53.71 46.29
20	Konsantre Artık	50.80 49.20	46.59 45.35	0.07 0.05	0.13 0.09	2.66 5.48	0.47 0.58	50.08 48.45	45.75 54.25
30	Konsantre Artık	31.00 69.00	46.61 45.43	0.05 0.07	0.11 0.15	2.59 4.61	0.56 0.53	49.98 49.19	36.38 63.62
60	Konsantre Artık	30.15 69.85	46.66 45.13	0.11 0.08	0.10 0.13	1.18 5.54	0.25 0.45	51.70 48.67	25.76 74.24
Toplam		100	46.48	0.13	0.08	4.18	0.37	48.76	-

9.4. En Uygun Gazyağı Miktarının Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Deney şartları pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Kollektör miktarı = 6 kg/ton (2+2+29)
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.4'de gösterilmiş olup verim ve tenör açısından en uygun gazyağı miktarı 14 kg/ton olarak seçilmiştir.



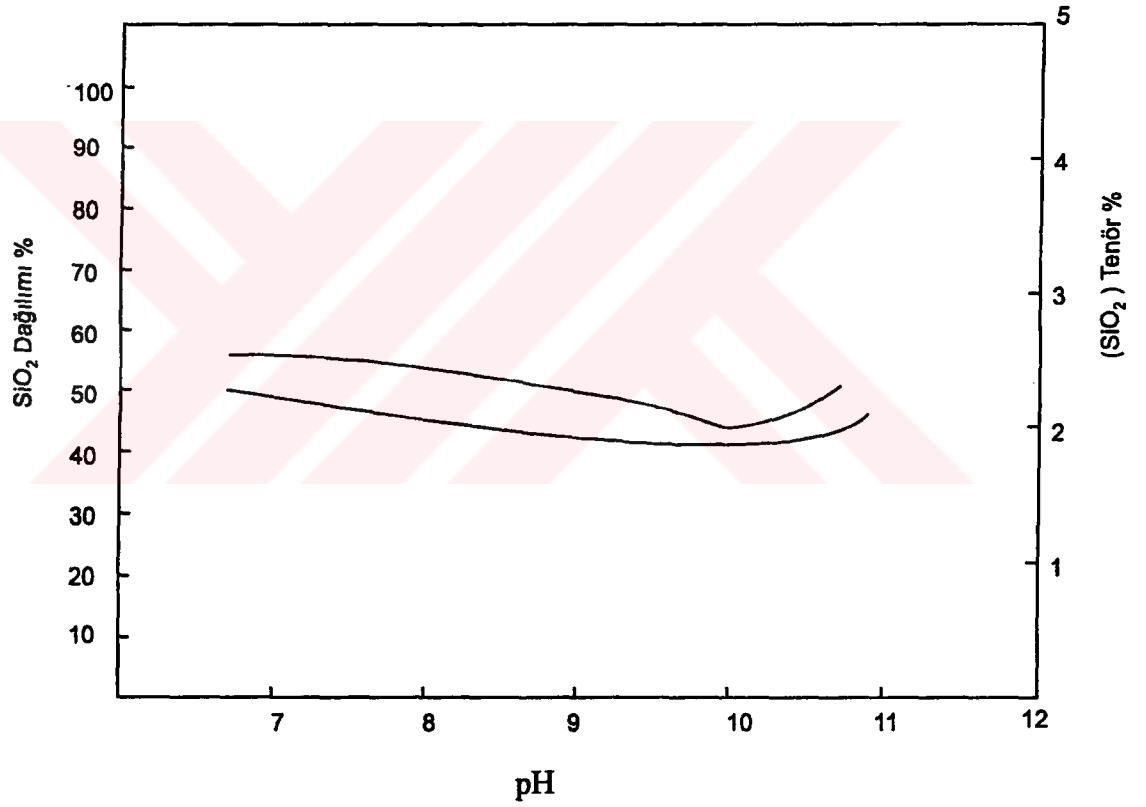
Çizelge 9.4. En Uygun Gazyağı Miktarının Belirlenmesi İçin Yapılan Deneyler

Gazyağı Miktarı (kg/ton)	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
2	Konsantre Artık	61.63 38.37	46.06 45.82	0.07 0.07	0.19 0.15	7.52 13.42	0.39 0.43	44.77 40.11	18.00 82.00
4	Konsantre Artık	75.11 24.89	46.55 47.17	0.10 0.25	0.15 0.19	3.47 6.31	0.52 0.38	49.20 47.70	68.00 32.00
6	Konsantre Artık	72.64 27.36	46.80 45.19	0.08 0.07	0.12 0.13	3.12 6.61	0.40 0.40	49.48 47.60	64.00 36.00
8	Konsantre Artık	68.84 31.16	46.73 45.07	0.08 0.06	0.32 0.17	3.05 6.79	0.47 0.48	47.60 49.35	58.00 42.00
10	Konsantre Artık	57.39 42.61	46.74 45.34	0.09 0.09	0.14 0.17	2.90 5.96	0.34 0.42	49.79 48.02	55.00 45.00
12	Konsantre Artık	60.20 39.80	46.88 46.06	0.09 0.09	0.11 0.20	3.19 5.31	0.36 0.47	49.37 47.87	59.00 41.00
14	Konsantre Artık	68.00 32.00	47.91 44.43	0.21 0.21	0.26 0.40	2.20 7.00	0.58 0.45	48.84 47.55	55.00 45.00
16	Konsantre Artık	61.31 38.69	47.53 45.55	0.07 0.05	0.14 0.16	2.56 6.10	0.39 0.42	49.31 47.68	53.00 47.00
20	Konsantre Artık	56.78 43.22	47.61 45.57	0.07 0.07	0.11 0.20	2.53 5.70	0.33 0.43	49.35 48.03	51.00 49.00
Toplam		100.00	46.48	0.13	0.08	4.18	0.37	48.76	-

9.5. pH Değerinin Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler

Deney şartları Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Armoflote 305 miktarı = 6 kg/ton (2+2+29)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.5'de gösterilmiştir. En iyi sonuçlar pH=8 olduğu zaman elde edilmiştir.



Çizelge 9.5. En Uygun pH Değerinin Belirlenmesi İçin Yapılan Deneylerin Sonuçları

pH	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
7	Konsantre	75.00	47.05	0.06	0.12	2.96	0.43	49.38	49.20
	Artık	25.00	46.04	0.05	0.15	10.20	0.44	48.36	50.80
8	Konsantre	71.45	47.19	0.06	0.10	2.59	0.55	49.51	41.50
	Artık	28.57	46.54	0.04	0.13	10.53	0.60	48.71	58.50
9	Konsantre	69.85	47.03	0.22	0.14	2.58	0.61	49.42	40.11
	Artık	30.15	46.04	0.12	0.13	10.42	0.55	47.13	49.88
10	Konsantre	72.31	47.37	0.08	0.12	2.43	0.73	49.37	37.98
	Artık	27.69	45.32	0.06	0.11	11.99	0.60	47.61	62.02
11	Konsantre	69.90	46.93	0.07	0.13	2.91	0.68	49.28	43.58
	Artık	30.10	45.64	0.05	0.10	7.96	0.64	48.12	56.42
Toplam		100.00	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

9.6. Pülp Yoğunluğunun Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler

Deney şartları pH = 8
 Kıvam süresi = 15 dk
 Armac T miktarı = 6 kg/ton (2+2+2)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.6'da gösterilmiştir. En iyi sonuçlar pülp yoğunluğunun %12K olduğu zaman elde edilmiştir.

9.7. Armac T Kullanılarak Alınan Artıkların ve Konsantrenin Kimyasal Analizi

Deney şartları pH = 8
 Kıvam süresi = 30 dk (15+15)
 Kollektör miktarı = 8 kg/ton (6+2)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

200 gr $MgCO_3$ önce 6 kg/ton kollektör ile 15 dk kıvamlandırılmış ve ilk artık 3 dakikada alınmıştır. Sonra ikinci artık da 3 dakika sonunda toplanarak geride kalan konsantreye 2 kg/ton kollektör ilave edilmiştir. 15 dakika kıvamlandırıldıktan sonra 3 dakika artık alınmış ve konsantre temiz olarak alınması hedeflenmiştir.

Sonuçlar Çizelge 9.7'de gösterilmiş olup 8 kg/ton kollektör kullanımı sonucunda beklenenden daha yüksek silis içerikli ürün alınmıştır.

Çizelge 9.6. Pülp Yoğunluğunun Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deney Sonuçları

% Pülp Yoğunluğu	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
12	Konsantre	86	47.24	0.09	0.08	3.55	0.33	48.71	86.20
	Artık	14	44.76	0.08	0.10	8.02	0.42	46.62	13.80
15	Konsantre	80.90	46.49	0.11	0.16	3.60	0.46	49.18	78.35
	Artık	19.10	45.33	0.09	0.18	9.89	0.33	48.11	21.65
70	Konsantre	81.10	46.53	0.10	0.18	3.57	0.40	49.22	86.23
	Artık	18.90	45.32	0.01	0.17	9.83	0.30	47.21	13.77
Toplam		100	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

Çizelge 9.7. Armac T Kullanılarak Alınan Artıkların ve Konsantrenin Kimyasal analizinin deney Sonuçları

Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
		MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
1. Artık	18.88	46.10	0.07	0.23	6.45	0.62	46.53	22.86
2. Artık	10.71	45.55	0.08	0.20	7.28	0.47	46.42	14.64
3. Artık	10.71	45.24	0.08	0.22	6.45	0.68	47.33	12.97
Konsantre	59.70	46.05	0.10	0.16	4.35	0.52	48.82	49.53
Toplam	100.00	45.64	0.13	0.28	5.22	0.890	47.93	-

9.8. Silikatların Armoflote 305 ile Boyuta Bağlı Olarak Yüzdürülmesi

Deney şartları :

pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Kollektör miktarı = 6 kg/ton (2+2+2)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.8, 9.9 ve 9.10'da gösterilmiştir. Yapılan elek analizleri sonucu görülmüştür ki konsantrenin parça boyutu artığa göre oldukça iri olduğunu göstermiştir. Sorunun tane serbestleşmesi olduğu düşünülerek konsantrenin tekrar öğütölüp silislerin Armoflote 305 ile yüzdürülmesine karar verilmiştir (Temizleme Flotasyonu).

9.9. Armoflote 305 ile Yapılan Temizleme Flotasyonu Deneyi

Deney şartları :

pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Kollektör miktarı = 6 kg/ton (4+2)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton (9+6)
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.11'de gösterilmiş olup, ne kadar çok artık alınırse konsantrenin o kadar SiO₂ yüzdesi düşmektedir.

Çizelge 9.8. Armoeflote 305 ile Yapılan Deneyin Konsantre ve Artığına Ait Boyut Analizi

Boyut Aralığı (µm)	KONSANTRE					KONSANTRE			
	Miktar (gr)	Miktar (%)	Kümülatif %		Miktar (gr)	Miktar (%)	Kümülatif %		
			Elek Üstü	Elek Altı			Elek Üstü	Elek Altı	
+ 150	3.0	2.1	2.1	100.0	-	-	-	-	
-150 + 74	27.0	18.9	21.0	97.9	-	-	-	-	
-74 + 38	16.0	11.2	32.2	79.0	1.0	2.0	2.0	100	
-38	97.0	67.8	100.0	67.8	49.0	98.0	98.0	98.0	
Toplam	143.0	100.0			50.0	100.0	100.0		

Çizelge 9.9. Armoeflote 305 ile Silikatların Yüzdürülmesi Sonucunda Konsantrenin Boyut Analizi ve Her Boyut Aralığındaki MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, CaO Tenörleri

Boyut Aralığı (µm)	Miktar (gr)	Miktar %	Kümülatif %		TENÖRLER							% SiO ₂ Dağılımı
			Elek üstü	Elek altı	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy		
+ 150	5.0	3.7	3.7	100.0	46.69	0.11	0.47	2.96	0.56	49.21	36.30	
-150 + 74	28.0	20.7	20.7	96.3	47.00	0.07	0.15	3.15	0.54	49.09		
-74 + 38	19.0	14.1	14.1	75.6	46.33	0.14	0.18	3.31	0.54	49.50		
- 38	83.0	61.5	61.5	61.5	47.29	0.14	0.14	2.30	0.29	49.54		
Toplam	135.0	100.0	100.0								-	

Çizelge 9.10. Armoflote 305 ile Silikatların Yüzdürülmesi Sonucunda Konsantrenin MgO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂, CaO Tenörleri

İçerik	Tenörler %	Toplam	% SiO ₂ Dağılımı
MgO	46.84	45.64	36.30
Al ₂ O ₃	0.09	0.13	
Fe ₂ O ₃	0.13	0.28	
SiO ₂	2.58	5.22	
CaO	0.42	0.80	
At.Zy	49.94	47.93	
Toplam	100.00	100.00	-

9.10. Bastırıcı Reaktif Cinsini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler

Bu amaçla iki tip bastırıcı reaktif denenmiştir. Na₂SiO₃ ve patates nişastası.

Deney şartları pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.12'de gösterilmiş olup en iyi sonuç patates nişastası ile elde edilmiştir.

9.11. Bastırıcı Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deneyler

Bastırıcı reaktif olarak %10'luk patates nişastası kullanılmıştır.

Deney şartları pH = 8
 Pülp yoğunluğu = %12
 Kıvam süresi = 15 dk
 Armac T miktarı = 6 kg/ton (2+2+2)
 Gazyağı miktarı = 14 kg/ton
 Tane boyutu = -0.210 mm

Sonuçlar Çizelge 9.13'de gösterilmiştir. Sonuçlar Nişastanın etkili olmadığını göstermiştir.

Çizelge 9.11. Temizleme Flotasyonu Deney Sonuçları

Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
		MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
1. Artık	18.23	45.17	0.07	0.15	7.98	0.58	46.13	28.28
2. Artık	10.84	45.92	0.08	0.11	6.32	0.52	47.05	13.32
Konsantre	70.93	47.60	0.07	0.14	2.27	0.41	49.45	58.40
Toplam	100.00	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

Çizelge 9.12. Bastırıcı Reaktif cinsini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deney Sonuçları

Bastırıcı reaktif cinsi	Bastırıcı reak. mik. kg/ton	Kolektör reaktif cinsi	Kolektör reaktif miktarı	Ürünler	%	TENÖRLER						% SiO ₂ Dağılımı
						Mikt.	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy
Na ₂ SiO ₃	1	Oleyil Sarkasin	0.6	Konsan.	57.71	46.86	0.06	0.12	3.98	0.50	48.48	65.0
				Atık	42.29	46.81	0.07	0.11	4.30	0.48	49.23	35.0
Patates nişastası	1	Armac T	6	Konsan.	79.81	47.05	0.05	0.12	3.59	0.42	48.77	43.63
				Atık	20.19	46.15	0.09	0.13	11.00	0.65	46.86	56.35
Toplam	-	-	-	-	100.0	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

Çizelge 9.13. Bastırıcı Reaktif Miktarının Flotasyona Etkisini Belirlemek Amacıyla Yapılan Deney Sonuçları

Nişasta Miktarı (kg/ton)	Ürünler	% Miktar	TENÖRLER %						% SiO ₂ Dağılımı
			MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	At. Zy	
0,5	Konsantre Artık	71.15 28.85	47.15 46.15	0.07 0.06	0.11 0.12	3.38 9.80	0.40 0.50	48.89 47.85	46.08 53.92
1	Konsantre Artık	79.81 20.19	47.05 46.15	0.05 0.09	0.12 0.13	3.59 11.00	0.42 0.65	48.77 46.86	43.65 56.35
2	Konsantre Artık	73.91 26.09	46.80 45.20	0.08 0.06	0.11 0.14	3.62 9.93	0.39 0.42	49.00 48.70	61.33 38.67
4	Konsantre Artık	80.19 19.81	46.76 47.61	0.07 0.08	0.12 0.16	3.80 6.05	0.34 0.35	48.91 46.61	76.47 23.53
8	Konsantre Artık	84.29 15.71	46.88 45.20	0.07 0.05	0.11 0.17	3.76 11.77	0.36 0.43	48.82 46.44	63.15 36.85
Toplam		100.0	45.64	0.13	0.28	5.22	0.80	47.93	-

SONUÇLAR

1. Minerolojik incelemeler cevherin kalsit, kuvars, indingisit, serpantin, sepiolit manyetit ve hematit minerallerinden oluştuğunu göstermiştir.
2. Silis içeren demirli mineraller az miktarda olduğu için manyetik ayırma yoluyla manyezit konsantresindeki silis istenen oranda azaltılamamıştır.
3. Manyezit numuneleri nötr ve alkali pH'da negatif yüzey yükü göstermektedir.
4. Manyezit numunelerinin oleatla yapılan mikroflotasyon deneylerinde manyezit tuz tipi minerallerin karakteristik flotasyon özelliğini göstermektedir. pH:8-10 arasında maksimum verimle yüzmektedir.
5. Anyonik kollektör konsantrasyonunun artışı manyezit flotasyon verimini yükseltirken gang mineallerini de yüzdürmekte ve ayırmayı engellemektedir.
6. Amin tipi kollektör kullanımıyla yüksek konsantrasyonda serpantin ve sepiyolit yüzerken, manyezit yüzmemektedir.
7. Armac T kullanılarak yüksek konsantrasyonlarda manyezit %60 verimle yüzerken, serpantin %80 ve sepiolit de %45 verimle yüzmekte böylece ayırma güçleşmektedir.
8. 10^{-4} M/l Armac T konsantrasyonunda gazyağı ile yapılan mikroflotasyon deneylerinde serpantin %60 ve sepiyolit de %50 verimle yüzmekte buna karşın manyezit yüzmemektedir.
9. Petrografik incelemeler ile incelenen manyezitler fiziksel görünüşleri açısından masif ve yumrusal tiplerde bulunurlar ve tüm manyezit numuneleri mikrokristalen yapıdadır.
10. Cevherle birlikte bulunan SiO_2 'nin bünyesel olması nedeniyle mikroskopta (II'cil kuvars) opal ya da kalsedon olduğu X ışınları yardımı ile saptanmıştır.

11. 11.Manyezitin yüzdürölüp, slikaaların baadırıldığı deneyler olumlu sonuç vermemiştir.
12. Manyezitin baadırılıp, gang minerallerinin yüzdürölldüğü deneylerle daha iyi sonuçlar alınmıştır.
13. %45.64 MgO, %0.13 Al₂O₃, %0.28 Fe₂O₃, %5.22 SiO₂, %0.80 CaO içeren tuvenan cevher kullanılarak aminlerle yapılan flotasyon deneylerinde, öğütme 0.210 mm, pH 8.0, %12 katı oranı, 6 kg/ton ARMAC T, 14 kg/ton gazyağı ve 15 kg kıvamlandırma ile en iyi sonuçlar alınmıştır.
14. Sonuçta %47.91 MgO tenörlü, %2.20 SiO₂ içeren ve %55 SiO₂ dağılımlı konsantre elde edilmiştir.



KAYNAKLAR

ATAK. S., Flotasyon. İ.T.Ü Maden Fakültesi. 1974.

ATAK, S., "Flotasyon İlkeleri ve Uygulaması", İ.T.Ü Maden Fakültesi, 1982.

BAYRAKTAR, T., Cevher Hazırlamada Zenginleştirme Öncesi İşlemler, İ.T.Ü. 1979, İstanbul.

BRANDAO, P., Poling, G., Anionic Flotation of Magnesite. Trans. The Canadian Enstitute of Mining and Metalurgy at Halifox, Mara Scotia, Vol.21, No:3, 211-220, 1982.

DOĞAN. M. Z., BHAPPU. R. B., "Concentration of Magnesite Ore Tavşanlı District. Western Turkey. December. 1974.

DU REITZ, C., "Chemisoption of Collectors in Flotations" III. Int. Mineral Processing Congress, Cagliari, 1975.

Emrullahoğlu, F., Çayırbağ Manyezitlerinin Flotasyon Artıklarından Magnezyum Klorür Üretimi, "Doktora Tezi", Anadolu Üniversitesi 1984, Eskişehir.

FUERSTENAU, M.C. and PALMER, B. R., "Anionic Flotation of Oxides And Silicates" A.M, GAUDIN Memorial Volume, 1976.

GENCE, N., "Manyezitin Yüzey Özellikleri ve Reaktif Adsorplama Mekanizması", Anadolu Üniversitesi, 1991, Eskişehir.

GÜMÜŞ. A., 1:2.500.000 Ölçekli Türkiye Metalojenik Haritası İzahı. M.T.A Yayını. ANKARA.1970.

HANNA, H. S., SOMASUNDURAN, P., "Flotation of Salt Type Mineral, Aime, New York 1976.

Madencilik Maden Mühendisleri Odası, Aralık, 1985.

Manyezit, Maden Mühendisleri Odası. Ağustos. 1975.

Magnezit, Maden Mühendisleri Odası, Aralık, 1975.

MANSEER, R. M., 1973 "Silicate Flotation Handbook", Warren Spring Laboratory, Stevenage, 195 p.

MATIS, K. A., GALLİOS, G, STALİDİS, G.A and HOLICK, C. T., "Flotation of Magnesite and Dolomite by Fatty Acids".

PARKS, A. G., 1965, "The Isoelectric Points of Solid Oxide. Solide Hydroxides, and Aqueous Hydroxo-Complex System", Chem. Review, Volume 65, 177-198.

PREDAU. J. J., CASES. J. M., "Zeta Potential of Magnesium Carbonate in Inorganic Elektrolytes". d. Colloid Interface Sci., Vol. 45., 449-458. 1973.

8.SIEBEL. J., Ein Beitrüh zur Flotation des Magnesites. Erzmetall. 15. s. 570-577. 1962.

STEINER. H. J., Untersuchungen Zur Selektiven Flotation von Magnesite und Dolomit. Erzmetall. 17. s. 466. 1964.

TAUPİTZ. K. C. "Sitered Magnesite and Sintered Dolomite" Honcdahl-Millrath. Germany. Intercream. No:1, 1966.

WEİSS. K. H. "Die Magnesitauf bereitung im Werk Radenthein der Österreichis-Amerikanischen Magnesit A. G. Erzmetall. 22. s. 296-297. 1967.

WICKEN. O. M., DUNGAN. L. R. "Magnesite and Related Minerals", Industrial Minerals and Rock s. 805-819. 1975.

ÖZGEÇMİŞ

Hanife SAĞLAM 1967 yılında Zonguldak'ta doğdu. 1988 yılında Zonguldak Meslek Lisesi'nden birincilikle mezun oldu. Aynı yıl İTÜ Maden Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 1992 Haziran ayında mezun oldu ve Cevher ve Kömür Hazırlama Programı'nda yüksek lisans yapmaya hak kazandı. Hanife SAĞLAM halen anabilim dalında öğrenimine devam etmektedir.

