

ÇİTOSAN

KONYA KROM-MAGNEZİT TUĞLA SANAYİ T.A.Ş.
HELVACIBABA MANYEZİTLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLMESİ

Ali ÖZÇELİK

Anadolu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
Cevher Hazırlama Bilim Dalında
"YÜKSEK LİSANS TEZİ"
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Rifat BOZKURT

EYLÜL 1990

Ali ÖZÇELİK'in YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırladığı "Konya Krom-Magnezit, Helvacıbaşa Manyezitlerinin Zenginleştirilmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

../../1990

Üye : Prof. Dr. Rifat BOZKURT
Üye : Doç. Dr. Hüseyin ÖZDİŞ
Üye : Y. Doç. Dr. Gürkan YERSEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **07. KASIM..1990** gün ve **..260-4..** sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Rüstem KAYA
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR SUNUSU	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Tarihçe	2
2.2. Tanımı ve Özellikleri	2
2.3. Kullanım Alanları	4
3. JEOLOJİK BİLGİLER	7
3.1. Yatakların Sınıflandırılması, Oluşumu ve Jeolojisi	7
3.2. Prospeksiyon ve Arama Yöntemleri	9
4. TEKNOLOJİK BİLGİLER	10
4.1. Kalsinasyon İşlemi ve Ürünleri	10
4.2. İşletme Metodları ve Zenginleştirme	11
4.3. Satış Şartları	14
5. DÜNYADA MANYEZİT	17
5.1. Dünyadaki Önemli Manyezit Yatakları, Özellik- leri	17
5.2. Dünya Manyezit Üretimi	20
6. TÜRKİYE'DE MANYEZİT	21
6.1. Türkiye Manyezit Yatakları, Özellikleri ve Rezervleri	21
6.2. Türkiye Manyezit Üretimi ve Kapasitesi	25
6.3. Türkiye Manyezit İhracatı	27
6.4. Türkiye Manyezit İthalatı	29

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
7. KONYA KROM-MAGNEZİT T.A.Ş. MÜESSESESİ'NİN AKIM ŞEMASI	30
8. HELVACIBABA MANYEZİT YATAĞI HAKKINDA BİLGİLER	31
8.1. Genel Durum	31
8.1.1. Coğrafi konum	31
8.1.2. Ulaşım durumu	31
8.1.3. Klimatoloji ve bitki örtüsü	31
8.1.4. Jeomorfolojik durum	31
8.1.5. Hidrojeoloji	32
8.2. Eski Çalışmalar	32
8.3. Jeolojik Durum	32
8.3.1. Stratigrafi	32
8.3.2. Magmatizma	33
8.4. Yapısal Jeoloji	34
8.5. Manyezitin Oluşumu	34
8.6. Maden Ocağının Çalışma Durumu	34
8.6.1. Dekapaj	34
8.6.2. Cevher istihali	34
8.7. Cevherin Fiziksel ve Kimyasal Durumu	35
8.7.1. Cevherin fiziksel durumu	35
8.7.2. Cevherin kimyasal durumu	35
8.8. Tuvenan Cevherin Ön Zenginleştirmesi	35
9. HELVACIBABA MANYEZİTLERİNİN PETROGRAFIK ETÜDLERİ ..	37
9.1. Makroskobik Çalışmalar	37
9.2. Mikroskobik Çalışmalar	37
10. HELVACIBABA MANYEZİTLERİNİN CEVHER HAZIRLAMA ETÜDLERİ	38
10.1. Denemelere Esas Olan Numune	38
10.2. Analiz Yöntemleri	39
10.2.1. Numune hazırlama	39

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
10.2.2. SiO ₂ tayini	39
10.2.3. CaO tayini	40
10.2.4. MgO tayini	40
10.2.5. Fe ₂ O ₃ tayini	41
10.2.6. Ateş zayıyatı tayini	41
10.3. Kırma Deneyleri	42
11. ZENGİNLEŞTİRME	46
11.1. 30 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Zengin- leştirme Çalışmaları	47
11.1.1. Manyetik ayırma ile zenginleştirme.	47
11.1.2. Jig ve sallantılı masa ile gravite zenginleştirmesi	51
11.2. 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Zen- ginleştirme Çalışmaları	55
11.2.1. Manyetik ayırma ile zenginleştirme.	55
11.2.2. Ağır ortam ile zenginleştirme	59
11.3. Döner Fırında Elek Altı Olarak Atılan (-1mm) Manyezitlerin Zenginleştirme Çalışmaları .	63
11.3.1. Denemelere esas olan numune	63
11.3.2. Aglomerasyon ile zenginleştirme ...	64
11.3.3. Agloflotasyon ile zenginleştirme ..	67
12. SONUÇLAR	70
KAYNAKLAR DİZİNİ	72

ÖZET

Manyezit, oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olup; teknolojinin önemli bir hammaddesidir. İçerik (SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 derecelerinin azlığı, çokluğu gibi) farklılıklarına göre değişik sektörlerde kullanım alanına sahiptir.

Helvacıbababa manyezit sahasında yapılan jeolojik araştırmalar sonucunda cevher yataklanmasının, ultrabazik kayaçların (peridotit) alterasyonu sonucu oluşan serpantin içerisinde ağsal ve filon şeklinde olduğu görülmüştür.

Önce cevheri tanımak için mineralojik çalışma yapılmıştır. Cevher minerallerini serbestleştirmek için kırma ve elek analizleri yapılmıştır. Zenginleştirmek için de manyetik ayırma; jig, sallantılı masa ve ağır ortam ile ayırma; aglomerasyon ve agloflotasyon yöntemleri uygulanmıştır.

Zenginleştirme işlemlerinde kullanılan cevher numuneleri, Helvacıbababa ocağından yatağı temsil edecek şekilde alınmış ve harmanlanarak analizi yapılmıştır. Bu cevherde SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO içerikleri sırasıyla %26,78, %3,44 ve %2,25'dir ve zenginleştirme çalışmaları sonucunda bu değerler sırasıyla %5,13-5,65, %0,08-0,12, %0,29-0,52'ye düşürülmüştür.

Bunun yanısıra, refrakter tuğla sanayiinde kullanılan ve döner fırında elek altı olarak atılan Helvacıbababa manyezit ocağının -1 mm boyutlu manyezit numunesi üzerinde zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır. Tuvenan cevher numunesinde SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO içerikleri sırasıyla %10,23, %0,32, %0,96 olarak bulunmuştur. Zenginleştirme çalışmaları sonucunda bu değerler sırasıyla %3,90-5,04, %0,09-0,17 ve %0,35-0,52'ye düşürülmüştür.

SUMMARY

Magnesite which is used widely, is a very important technological raw material. It can be used at different industries based on the SiO_2 , CaO , Fe_2O_3 percent.

Helvacibaba magnesite ore deposit occurred from the alteration of ultrabasic rocks (peridotite). The structure was stockwerk and lens type.

Firstly, a mineralogical study was carried out to identify the minerals. In order to provide the liberation, the samples were crushed and ground. Magnetic separation, jigging, vibra-shalting table, heavy media separation, agglomeration and acid flotation separation were used for concentration.

A Representative sample contains 26,8% SiO_2 ; 3,4% Fe_2O_3 ; and 2,3% CaO . After concentration SiO_2 was decreased between 5.1% and 5.7%; Fe_2O_3 between 0,08% and 0.12%; and CaO between 0.3% and 0.5% .

In addition, rotating funnace undersize taken from Helvacibaba deposit (-1 mm), which is used in the refractory brick industry, was concentrated. Run-of-mine ore contains 10.2% SiO_2 , 0.32% Fe_2O_3 and 0.96% CaO . After concentration, SiO_2 grade dropped between 3.9% and 5.0% ; Fe_2O_3 between 0.09% and 0.17% ; and CaO between 0.35% and 0.52%.

TEŞEKKÜR SUNUSU

Öğrenim hayatım boyunca da büyük bir sabır ve titizlik gösteren aileme şükran duygularımı sunarım.

Yüksek öğrenimim süresince, gerek disiplin-düzen ve gerekse bilimsellik, gerçekçilik konularında yön veren ve tez çalışmam boyunca programlı ilgisini esirgemeyen danışman hocam M.M.F. Maden Mühendisliği Bölüm Başkanı, Sayın Prof. Dr. Rifat BOZKURT'a teşekkür ederim.

Çalışmamda danışmanlıklarına sık sık başvurduğum, M.M.F. Maden Mühendisliği Bölümü Başkan Yard. Sayın Doç. Dr. Hüseyin ÖZDAĞ ve Yrd. Doç. Dr. Gürkan YERSEL, Yrd. Doç. Dr. Adnan KÖNÜK, Öğretim Görevlisi Yaşar ÜÇBAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

ÇİTOSAN, Konya Krom-Magnezit T.A.Ş.'nin Sayın Genel Müdürü Kimya Yük. Müh. Faruk ARISOY'a ve eşliğinde değerli personeline şükran duygularımı sunarım.

Çalışmamın derleme, arşivleme ve uygulama aşamalarında yardımlarını unutamıyacağım eşim Maden Mühendisi Vedia ÖZÇELİK'e de teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla.

Ali ÖZÇELİK

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1. Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları	5
2. Türkiye'deki bazı kuruluşların sinter manyezit veya kostik kalsine manyezit ürünlerinin özellikleri	17
3. Dünya ham manyezit üretimi	20
4. Türkiye manyezit rezervlerinin illere göre dağılımı.	22
5. Türkiye tuvenan, kostik kalsine ve sinter manyezit üretimi	26
6. Sektördeki kapasite kullanım yüzdeleri	27
7. Türkiye manyezit ihracatı	28
8. Türkiye refrakter tuğla ihracatı	28
9. Türkiye refrakter tuğla ithalatı	29
10. Cevher minerallerinin kimyasal analizleri	37
11. Tuvenan cevherin komple kimyasal analizi	38
12. Tuvenan cevherin elek analizi	42
13. Tuvenan cevherin her boyut aralığı için kimyasal analizleri ve dağılımları	43
14. Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin elek analizi	43
15. Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin her boyut aralığı için kimyasal analizler ve dağılımları	44
16. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin elek analizi	45
17. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin her boyut aralığı için kimyasal analizleri ve dağılımları	45
18. Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma çalışmalarının kimyasal analizleri.	48
19. Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma çalışmalarının dağılımları	49
20. Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma çalışmalarının tüm numuneye göre dağılımları	50

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
21. -4,75±2 mm boyut aralığındaki numunenin gravite ile zenginleştirilmesinin kimyasal analizleri	52
22. -4,75±2 mm boyut aralığındaki numunenin gravite ile zenginleştirilmesinin bireysel sonuçlara göre dağılımları	52
23. -4,75±2 mm boyut aralığındaki numunenin gravite ile zenginleştirilmesinin tüm numuneye göre dağılımları	53
24. -2±1 mm ve -1 mm boyut aralıklarındaki numunenin gravite ile zenginleştirme çalışmalarının kimyasal analizleri	54
25. -2±1 mm ve -1 mm boyut aralıklarındaki numunenin gravite ile zenginleştirme çalışmalarının bireysel sonuçlara göre dağılımları	54
26. -2±1 mm ve -1 mm boyut aralıklarındaki numunenin gravite ile zenginleştirme çalışmalarının tüm numuneye göre dağılımları	55
27. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma çalışmalarının kimyasal analizleri	56
28. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma çalışmalarının bireysel sonuçlara göre dağılımı	57
29. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma çalışmalarının tüm numuneye göre dağılımları	58
30. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma konsantrelerinin ağır ortam uygulaması sonuçlarının kimyasal analizleri	60
31. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma konsantrelerinin ağır ortam uygulaması sonuçlarının bireysel sonuçlara göre dağılımları	61

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
32. Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin manyetik ayırma konsantrelerinin ağır ortam uygulaması sonuçlarının tüm numuneye göre dağılımı	62
33. Denemelere esas olan numunenin komple kimyasal analizi	63
34. Döner fırında elek altı olarak atılan -1 mm boyut aralıklı numunenin aglomerasyon çalışmaları kimyasal analizleri	65
35. Döner fırında elek altı olarak atılan -1 mm boyut aralıklı numunenin aglomerasyon çalışmalarının dağılımları	66
36. Döner fırında elek altı olarak atılan -1 mm boyut aralıklı numunenin agloflotasyon çalışmalarının kimyasal analizleri	68
37. Döner fırında elek altı olarak atılan -1 mm boyut aralıklı numunenin agloflotasyon çalışmalarının dağılımları	69

1. GİRİŞ

Manyezit, oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olup; teknolojinin önemli bir hammaddesidir. İçerik özelliklerinin (%SiO₂, %CaO, %Fe₂O₃, %MgO derecesinin azlığı, çokluğu gibi) farklılığına göre değişik sektörlerde kullanım alanına sahiptir.

Manyezite doğada, kullanım alanlarının gereklerine uygun özelliklerde rastlamak oldukça güçtür. Bu güçlük, kendini özellikle kimyasal bileşimde ve fiziksel yönden belli etmektedir. Bileşimindeki yabancı elementlerin (%Fe , %Ca , %Si) az veya çok bulunması; koyu renkli veya açık renkli oluşu; kristal iriliği vs. özellikler, bir manyezitin ekonomik olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceği konusunda en önemli et-kendir. Ülkemiz, dünyanın en saf (%Fe₂O₃, %CaO gibi istenmeyen elementlerin en az miktarda bulunduğu) manyezitlerini bünyesinde bulundurması yönünden oldukça şanslı bir ülkedir. Manyeziti, üretim sonrasında (kullanım alanının gerektirdiği koşulları taşıması için) çeşitli zenginleştirme çalışmalarına tabi tutmak gerekmektedir. Teknolojik olarak, üretilen cevherin büyük bir kısmını hammaddeye çevirmek ve bu işlemleri de en ekonomik yoldan sağlamak gerekir.

Konya Krom-Magnezit Tuğla T.A.Ş.'nin Helvacıbaşa Manyezitleri, refrakter tuğla sanayiinde hammadde olarak kullanılan ve bünyesindeki yüksek SiO₂ ve CaO tenörleri ile refrakter tuğla sanayiinde büyük sorunlar yaratan manyezit cevheri olarak çıkarılmaktadır. Bu çalışmada, Ülke manyezit teknolojisine katkı olarak, yüksek SiO₂ ve CaO içeriklerine sahip olarak çıkarılan manyezit cevherinden, SiO₂ ve CaO içeriğinin düşürülmesine çalışılmıştır. Bu şekilde refrakter tuğla sanayiinin istediği özelliklere sahip bir hammadde hazırlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

1803 yılında C.F. Ludwing, Moravia'da tabii magnezyum karbonatı bulmuş ve bu minerale "talcum karbonatum" adını vermiştir. 1808 yılında D.L.G. Karsten magnezyum karbonata "manyezit" adını vermiştir.

Manyezitin metalurjik işlemlerde, refrakter olarak kullanılmasına ait ilk bilgiler 1866-1868 yıllarına aittir. 1890 yılında manyezit, Avrupa'da Bessemer ve açık fırınlarda astar olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1913 yılında Pennsylvania'da (A.B.D.) dolomitten magnezya (MgO) üretimi başlamıştır. 1885 yılında Fransa'da deniz suyundan magnezyum hidroksiti çökelterek sentetik manyezit elde edilmiştir.

Türkiye'de manyezit araştırmaları, ilk defa 1808 yılında Fransız Ektore Coulant tarafından Sakarya'da yapılmıştır. Ülkemizde ilk manyezit üretimi 1929 yılında yapılmış ve bu yıldan 1962 yılına kadar üretim büyük bir artış göstermemiştir. 1962 yılından itibaren üretim hızla artmıştır. Kalsine manyezit üretimi ise, 1940 yılında başlamış, 1964 yılına kadar önemli bir artış göstermemiştir. Bu tarihten itibaren üretimin arttığı gözlenir. Ülkemizde refrakter tuğla üretimi 1968 yılında Konya Meram'da Sümerbank tarafından kurulan tesiste başlamıştır (Demirhan, M.,1986).

2.2. Tanımı ve Özellikleri

Manyezit, bir magnezyum cevheri olup ($MgCO_3$), teorik olarak %47,8 MgO, %52,2 CO_2 kapsar. Saf iken 3,5-4,5 Mohs sertliğine sahip olan manyezit cevherinin mesif yapıda olanının özgül ağırlığı 2,95 ve kristal yapıda olanların özgül ağırlığı 3,05'tir. Hem manyezit beyaz, donuk beyaz ve sarımtırak renklidir.

Manyezit ısıtılınca CO_2 çıkararak, dekompoze olur ve magnezya (MgO) meydana gelir. Isıtmaya devam edilirse, kristalin bir yapı gösteren periklaza dönüşür. Manyezit soğuk hidroklo-

rik asitte hiçbir reaksiyon vermez; buna karşılık dolomit zayıf, kalsit ise kuvvetli köpürme gösterir. Bu özelliği manyezitin bu iki mineralden kolayca ayrılmasını sağlar.

Manyezit cevheri ham olarak kullanıldığı gibi, belirli ısılarda kalsine edilerek değişik endüstri dallarında da kullanılır. Cevherin 700°C - 1200°C ısıtılmasıyla %2,7 CO_2 kapsayan kostik kalsine manyezit elde edilir. Kostik kalsine manyezit, oksiklorit veya soral çimentosu yapımında, suni ipek, suni gübre, kimya endüstrisi vb. de kullanılır. Cevherin 1450° - 1500°C 'de ısıtılmasıyla CO_2 kapsamayan sinter (dead burned) manyezit elde edilir. Bu ürün bazik refrakterler yapımında kullanılır. Bazik refrakterlerin %60'dan fazlası demir ve çelik endüstrisinde tüketilmektedir.

Manyezit cevheri, doğada iki şekilde bulunur. Biri masif veya amorf, diğeri ise kristal yapıdadır. Amorf manyezit yatakları ultrabazik kayaların, özellikle serpantinlerin CO_2 'li sular tarafından alterasyonu ve bu sırada MgCO_3 şeklinde çatlak sistemleri boyunca yataklanmasıyla oluşurlar. Türkiye, Yunanistan ve Hindistan manyezit oluşumlarının büyük bir kısmı bu tiptir.

Kristalin cevherin sertliği 3,2-4 arasındadır. Rengi beyazdan siyaha kadar değişir. Kristalleri romboedraldir. İkizleri yoktur veya çok nadirdir; özgül ağırlığı 3,05'tir. Bilişimi romboedral düzleme paraleldir. Kristalin manyezit genellikle kalker ve dolomitik kayalar içinde demir, kalsiyum oksit ve silisle beraber masif tabakalar halinde bulunur.

Manyezit, romboedral karbonatlar grubundadır. Bu grubun önemli elemanları şunlardır: Kalsit (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), manyezit (MgCO_3), breunerit (MgFeCO_3), siderit (FeCO_3).

Manyezit, kalsit ve dolomitte izomorf seriler oluşturmaz; fakat chalybit ile manyezitte bu ilişki görülür ve demir ile magnezyum, kristal yapıda bir değişiklik olmaksızın her oranda yer değiştirebilirler. Thomas Crook'a göre manyezit, breu-

nerit, chalybit serisinin mümkün bileşimi şöyledir:

	<u>MgCO₃ (%)</u>	<u>FeCO₃ (%)</u>
Manyezit	100-95	0- 5
Breunerit	95-70	5- 30
Mesitit	70-50	30- 50
Psitomesit	50-30	50- 70
Sideroplesit	30- 5	70- 95
Chalybit	5- 0	95-100

Buna göre manyezitin demir karbonat içeriği en fazla %5 olabilir; bu da önemli özellik olarak kabul edilir ve böylece mineralin adı ve yeri belirlenir.

Breunerit %5-30 arasında demir karbonat içerir, genel olarak FeCO₃ yüzdesi 8-16 arasındadır. Magnezyumun kullanıldığı yerlerde kullanılır. Özellikle refrakter yapımında aranan bir mineraldir.

2.3. Kullanım Alanları

Manyezit, az miktarda İngiliz tuzu gibi kimyasal bileşiklerin yapımında kullanılır.

Üretilen sinter manyezitin hemen hemen hepsi refrakter sanayiinde kullanılır. En önemli tüketici ise, demir ve çelik endüstrisidir. Bu alanda fırın astarlarında kullanılan manyezit refrakterler, yüksek ısıda bazik cürufa dirençlidir ve her bir ton üretim için refrakter maliyeti düşüktür. Dünyada üretilen her ton ham çelik için 13,6 kg metalik magnezyum eşdeğeri manyezit ve dolomit kökenli malzeme tüketilmektedir. 1973 yılında dünyada yaklaşık 648 milyon ton ham çelik üretilmiş olduğuna göre, ortaya 9 milyon ton metalik magnezyuma eşdeğer, refrakter malzeme tüketimi çıkmaktadır ki, bu da 22,5 milyon ton magnezya veya 31,5 milyon ton manyezite eşdeğer olmaktadır.

Cevherin 700^o-1200^oC'da ısıtılmasıyla oluşan manyezite kostik kalsine manyezit denir. Kostik kalsine manyezitin

zitin en önemli kullanım yeri magnezyum oksiklorit (Sorel) çimentosu ve oksisülfat çimentosudur. Sorel çimentosu kalsine manyezit ile magnezyum klorit eriyiğinin karıştırılmasıyla elde edilir. Sorel çimentosu esnektir, yanmaz, kolay kesilebilir ve kaynaşır. Asbest lifleri ile karıştırılırsa; 315°C'ye kadar dayanıklı bir malzeme elde edilir. Sorel çimentosu, maliyetinin yüksekliği ve magnezya ile magnezyum kloritin kullanım anında karıştırılması nedeniyle kullanım yönünden sakıncalıdır. Bu çimento, statik elektriğin tehlike gösterdiği inşaatlarda taban kaplamada kullanılır.

Kostik magnezit kağıt, rayon ve gübre imalinde, ayrıca yalıtma madde ve elektrik fincanları yapımında kullanılır. Magnezya veya magnezyum bileşikleri suni gübrelerde fosforun asimile edilmesini kolaylaştırdığından, gübre sanayii için önemlidirler.

Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları Çizelge 1.'de verilmiştir (Demirhan, M., 1986).

Çizelge 1. Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları

Magnezyum oksit (magnezya)	Bazik refrakterler.
Refrakter (sinter) manyezit	Bazik refrakterler.
Kostik kalsine magnezya	Özel çimento üretimi, suni ipek, suni gübre, izolasyon, metalik magnezyum, refrakter malzemeleri, kimya endüstrisi, uranyum elde edimi, kağıt endüstrisi.
Özel kostik kalsine cinsleri	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 ve gübre endüstrisi.

Magnezyum hidroksit	Şeker rafinerisi, ilaç endüstrisi, magnezyum oksit elde edimi.
Magnezyum klorür	Metalik magnezyum elde edimi, çimento, seramik malzemeleri, tekstil, kağıt, kimya sanayii.
magnezyum sülfat	İlaç, boya, gübre, patlayıcı madde yapımı.

(Demirhan, M., 1986).

3. JEOLÖJİK BİLGİLER

3.1. Yatakların Sınıflandırılması, Oluşumu, Jeolojisi

Ekonomik önem taşıyan manyezit yatakları iki ana gruba ayrılır.

1. kriptokristalen manyezit veya jelmanyezit yatakları: Çok ince kristalli, hatta yer yer amorf olan, hemen hemen hiç demir içermeyen bu tip yataklar, çoğunlukla serpantin kayalar içinde çeşitli şekil ve boyutlarda bulunur. Damar, filon, ağsal gibi serpantin kütlelerini kateden şekillerde olabileceği gibi, serpantin kayaları üzerindeki kapalı havzaları içinde tortul horizonlar şeklinde de bulunabilir. En önemli örneklerine ülkemizden başka, Yunanistan, Yugoslavya, Brezilya, ve Avustralya'da rastlanmaktadır.

Bu tip manyezitlerin oluşumu konusunda iki ayrı görüş vardır. Daha çok eski araştırmacılar tarafından (Krusch, 1912; Kraft, 1915) kabul edilen desendan (yukarıdan aşağıya doğru oluşum) ile, çoğunlukla yeni araştırmacılar tarafından benimsenen asendan (aşağıdan yukarıya doğru oluşum) olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür. Birinci teoride, serpantin yüzey suları, atmosfer ve biosferin etkisi ile alterasyonu ve bu alterasyon esnasında mobilize olan Mg iyonlarının çatlak sistemleri boyunca ayrışması temel kabul edilmektedir. İkinci ve çoğunlukla Avusturya'lı araştırmacılar tarafından (Hiessleitner, Donat ve Petrascheck) benimsenen teoriye göre ise manyezit, serpantin kütlelerinin derinlerde CO₂ ihtiva eden termal sular etkisi ile ayrışması ve açığa çıkan Mg⁺² iyonlarının bu sular vasıtasıyla serpantin içindeki çatlak sistemleri boyunca yataklanması esas alınmaktadır.

2. İri kristalli veya spatik manyezit yatakları: Bu tipe, iri kristalli, çoğunlukla bcl demir içeren ve büyük yataklar şeklinde daha çok yaşlı kayalarla beraber bulunan manyezit yatakları dahildir. Yataklanmanın yer aldığı kayalar genellikle dolomit, kireçtaşı, grafitçe zengin, kumlu, killi ve yer

yer evaporitler olmaktadır. Yataklanma, daha çok düzensiz şekillerde ve masif haldedir. Bu tipin örneklerine, Pirenelerde, Doğu Alplerde, Karpetlerde, Urallar, Sibiryeye ve Çin'de rastlanır.

Bu tip manyezit yataklarının oluşumu için iki görüş vardır:

Replasman veya metasomatoz teorisi: Clar (1913) ve Friedrich (1969) tarafından ileri sürülen bu teoriye göre, iri kristelli manyezit yatakları, kireçtaşı veya dolomit gibi karbonat kayaların Mg metasomatozu sonucu oluşmuştur. Bu yatakların manyezit oluşumunu gerçekleştiren Mg eriyiklerinin, derinlerdeki basınç ve sıcaklık artışı nedeniyle Mg'un mobilize olması ve daha yukarılara taşınması sonucunda oluştuğu ileri sürülmektedir.

Sedimenter Teori : Daha çok Leitmeier (1953), Leitmeier ve Siegl (1959), De Llarena (1959 ve 1965), Siegl (1969) ve Lesko (1972) gibi araştırmacılar tarafından benimsenen bu teoriye göre, spatik manyezit yatakları, kireçtaşı, dolomit veya kayatuzu oluşumlarında olduğu gibi primer bir tortudan başka bir şey değildir. Kimyasal verilerin yanında, yataklardaki tabekasal yapı bu teoriye kanıt olarak ileri sürülmektedir. Ancak araştırmacılar, manyezit oluşumunun burada da bir sulu hidromanyezit ara safhasından sonra gerçekleştiğini de kabul etmektedirler. Lesko (1972) ise, manyezitin oluştuğu sedimentasyon havzasında, redükleyici bir ortamın hakim olduğunu ve bu nedenle Fe^{2+} kationunun manyezit kafesine girmesinin kolaylaştırılmış olduğunu ileri sürmektedir. Böylece Brocynerit oluşumu gerçekleşebilmektedir.

Bugünkü spatik manyezit yatakları ayrıca, bu tür oluşumların az da olsa metamorfizma geçirmiş örneklerini teşkil etmektedir (Magnezit, 1975).

3.2. Prospeksiyon ve Arama Yöntemleri

Her tip manyezit yatağının araştırılmasında olası manyezit yatağının kökeni rehberlik yapar. Kristalen (iri kristalli) manyezit, kireçtaşı veya dolomitli, faylanmaya veya mağmatik etkinliğe uğramış bölgelerde bulunur. kriptokristalen manyezit, geniş olarak serpantin alterasyonu gösteren ultrabazik kayaların ~~yer~~ aldığı bölgelerde bulunur. manyezit araştırmaları için dinamik aktivitesi olan sahalar önemlidir.

1/500 000'lik Türkiye Jeolojik Haritasına göre, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık % 8,5'ü yeşil sahreler adı verilen ofiyolitik kayalarla kaplıdır (Magnezit,1975). Ofiyolitik kayalar içinde rastlanılan manto peridotitleri, büyük ölçüde juvenil sular tarafından, hidratasyonu sonucu serpantinleşmişlerdir. Bu serpantin kütleleri, manyezit yataklanması açısından oldukça önemlidir. Genel olarak hidrotermal sular veya yüzey sularının etkisiyle serpantinlerin ayrışmasından oluştuğu kabul edilen kriptokristalen manyezit yatakları, serpantinlerin kırık, çatlak ve eklemelerinde ağ, damar ve yumru şeklinde yataklanmışlardır.

Manyezitler özellikle serpantinlerin kırık, çatlak ve eklem sistemlerine yerleştiğinden, bölgenin tektonik yapısının bilinmesi ve hakim eklem yönlerinin saptanması önemli olmaktadır.

Ülkemizde sedimenter manyezit oluşukları da bulunduğundan, serpantin kütleleri yakınındaki tortul havzalar manyezit aramaları açısından oldukça önemli olabilir. Ayrıca ülkemizde yayılım gösteren kireçtaşı ve dolomit gibi karbonatlı kayaların "Mg metazomatozu" sonunda oluşukları kabul edilen kristalen (iri kristalli) manyezit yatakları açısından önemli bir kaynak olabilecekleri düşünülebilir.

Manyezitler genel olarak beraberinde bulunduğu formasyonlara oranla daha sert olduklarından fiziksel aşınmaya karşı daha dayanıklıdır. Bunun sonucu olarak manyezitler, sarp yü-

zeylenmeler halinde görülmürler. Kriptokristalen manyezitler, beyaz ve beyaza yakın (sarı, pembe) renkleriyle de kolayca ayırt edilebilir. Ayrıca manyezitler, benzer kayaçlardan (kireçtaşı, dolomit) hidroklorik asit testi ve özgül ağırlık testleri ile ayırt edilebilir. Hidroklorik asitte kireçtaşı köpürür, manyezit köpürmez. Manyezitin özgül ağırlığı 3, dolomitin ise 2,85'dir. İlk araştırmalardan sonra yatağın ekonomik potansiyelini ortaya çıkarmak için elmaslı sondaj programı yapılabilir. Yatağın ekonomik potansiyeli, yatağın yeri-ne, konumuna, büyüklüğüne ve cevher kalitesine göre değişir (Demirhan, 1986).

4. TEKNOLOJİK BİLGİLER

4.1. Kalsinasyon İşlemi ve Ürünleri

Manyezit veya magnezyum hidroksit, 700°C ile 1200°C civarında kalsine edilirse MgO ve OH vererek dekompoze olur. Bu işlem sonucu meydana gelen ürüne kostik veya kostik kalsine magnezya denir. Magnezya kapsamı % 90-98'dir.

Manyezitin $1450-1500^{\circ}\text{C}$ 'de ısıtılmasından elde edilen ürüne sinter manyezit (dead-burned magnesite) adı verilir. Sinter manyezit, refrakter maddelerinin temelini teşkil eder. Sinter manyezit % 4-8 arasında Fe_2O_3 , SiO_2 , CaO gibi zarar-sız ve bağlayıcı özelliği olan imprüteleri de kapsar. Manyezitin sinterleşmesi demir oranı azaldıkça güçleşir. Cevher şayet demir oranı bakımından zayıfsa, sinter imalinde kullanıl-lacağı zaman demir oksit, sonradan ya demir cevheri ya da okside hadde artıkları halinde ilave edilir. Sinter derecesinde kalsine edilen cevherin bünyesindeki bütün CO_2 içeriği ayrılır ve taneler sinterleşir, küçülür, daha sert ve yoğun bir hale geçer.

Refrakter olarak kullanılacak sinter manyezit iki tiptir:

1. Normal tip (Maintenance grade) %60-80 magnezya kapsar.
2. Briket tip %83-90 magnezya kapsar.

79 92-98'lik sinter manyezit 1700°C'de elektrik fırınında ısıtıldığında, sert, çakmaktaşı görünümünde bir kütle meydana gelir. Bu tabii mineral, periklasla aynı kristal yapısını verir ve ürüne periklas adı verilir (Demirhan, 1986).

4.2. İşletme Metodları ve Zenginleştirme

manyazit yatağının işletme şekli, cevherin tipine bağlıdır. Büyük, masif yataklarda genellikle açık işletme, dar ve derin yataklar yüzey yarması veya yeraltı işletmesiyle işletilir. Türkiye'deki yatakların çoğunluğu açık işletme ile işletilir (Demirhan, 1986).

Yataktan çıkarılan cevher, genel olarak zenginleştirme işlemine tabi tutulur. manyezitin zenginleştirilmesinde şu yöntemler kullanılır:

1. Elle ve otomatik optik cihazlarla ayırma ile zenginleştirme:

Bu yöntem, manyezit ile gang mineralleri arasındaki renk ve yapı farkından yararlanarak uygulanır. Ayırma işlemi ya cevher ocaktan çıkarılırken yada kırma işleminden sonra yapılır. Elle ayırma 40 mm'nin üstündeki boyutlarda uygulanır. Bunun yanı sıra optik prensiple çalışan otomatik ayırma makineleri vardır. Ancak silisli cevherler bu makinelerle ayrılammakta olup sadece renk farklılıklarından istifade ile bu makineler işlerlik kazanmaktadır (Emrullıahoğlu, 1984).

2. Boyut küçültme ile zenginleştirme:

Bazı manyezit cevherlerinde gang mineralleri saf manyezit kadar sert olmadıklarından öğütme esnasında daha fazla ufalanarak inceye geçerler. Bu özellikten manyezitin kaba olarak temizlenmesinde yararlanır ve bu suretle SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 içeriği önemli miktarda azalır (Bozkurt, 1986).

3. Ağır ortam ayırması ile zenginleştirme:

Manyezit ve gang minerallerinin özgül ağırlık farklarından yararlanılarak yapılan zenginleştirme yöntemidir. Ancak bu yöntem, 12 mm'den daha büyük tane iriliklerinde uygulanabil-

mektedir. (Magnezit,1975).

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

4. Elektrostatik ayırma ile zenginleştirme:

Manyezit ve gang minerallerinin arasında az da olsa bir dielektrik katsayısı farkı vardır. Teorik olarak özel ayırma vasıtasıyla bu özellikten yararlanmak mümkündür, ancak pratikte nadiren uygulanır (Magnezit,1975).

5. Manyetik ayırma ile zenginleştirme :

Özellikle gang olarak, içinde çeşitli şekillerde magnetit bulunan serpantin ihtiva eden jelmanyezitlerde 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 ve Türkiye'de de Kumaş'ta (Rifat Bozkurt-Hüseyin Özdağ) uygulanmaktadır.

Bunun yanında demir tenörü yüksek olan kristalen manyezitlerde de bu yöntemin uygulanma olasılığı söz konusudur. Bu takdirde, demirli cevher kavurulmakta, bu kavurma esnasında manyetik özelliklere sahip "magnezioferrit ($MgO.Fe_2O_3$)" oluşmakta ve bu ayırım yönteminin temelini hazırlamaktadır. Bu yöntemin uygulanması için bazen cevhere demir oksit ilave etmek gerekebilir. Demirli manyezit ürünlerinin, önemini yitirmesi nedeniyle bu yöntem uygulama alanından kalkmış gibidir (Magnezit, 1975).

6. Hidratasyon yoluyla ayırma ile zenginleştirme:

Cevher önce kalsine edilir. Kalsine manyezit, su veya su buharı ile ıslatıldıktan ve bir kaç gün bu durumda bekle-tildikten sonra tromel elekten geçirilmek suretiyle kısmen temizlenebilir. Cevher bünyesindeki CaCO_3 , kalsinede CaO olur. Kalsine manyezitin içerdiği CaO hidratlaşarak toz hali-ne gelir ve tromel elekten elenerek daha iri taneli olan kal-sine manyezitten ayrılır ve manyezit kolayca zenginleşmiş olur (Emrulloğlu, 1984).

7. Dereceli kalsinasyon yoluyla ayırma ile zenginleştirme:

Manyezit, dolomit ve kalsitten daha düşük sıcaklıklarda kalsine olur. Cevher, manyezitin kalsine olduğu sıcaklık olan $700-1200^\circ\text{C}$ 'lerde kalsine edilir. Bu esnada manyezit sertliği-ni kaybeder. Daha sert bir durumda olan kalsit, dolomit ve silikatlardan öğütülmek ve klasifiye edilmek suretiyle ayrıl-mış olur (Emrulloğlu, 1984).

8. Kalsinasyon ve gravite yoluyla ayırma ile zenginleştirme:

Manyezit ve silisli gang içeren cevher, konsantrasyon ön-cesi safhada $600-900^\circ\text{C}$ arasındaki sıcaklık derecelerinde kal-sine edilir. Bu işlem sırasında manyezit, kısmen veya tamamen ayrışarak $1,3-1,9 \text{ gr/cm}^3$ görünür yoğunluk kazanır. Gang ise sadece toplam suyunu kaybeder ve $2,2-2,3 \text{ gr/cm}^3$ görünür yoğun-luk kazanır. Böylece ayırma, uygulanan gravite konsantrasyon yöntemleri ile kolayca olur. Çünkü görünür yoğunlukteki far-kın tam olarak kullanılması söz konusudur. Sulu ortamlarda gravite (tabla, jig, ağır ortam) ayırması kostik kalsine man-yezitin su almasına ve görünür yoğunluğun $1,9-2,1 \text{ gr/cm}^3$ 'e yükselmesine neden olur. Ayırma çok güçtür, fakat oldukça ka-bul edilebilir sonuçlar verir (Emrulloğlu, 1984).

9. Flotasyon yoluyla ayırma ile zenginleştirme :

Bugün için manyezit madenciliğinde en çok uygulanan zen-ginleştirme yöntemidir. Bu yöntemeye göre, manyezit uygun tane

iriliklerine kadar öğütülür, uygun reaktifler kullanılarak yerine göre yüzdürülür veya çöktürülür (Magnezit, 1975).

Manyezitin, değişik silikatlar, diğer karbonatlar ve hidrate demir oksitlerden ayrılmasında kollektör olarak, genellikle yağ asitleri ve sabunlar kullanılır.

Flotasyon hafif alkali ortamda yapılır. Kullanma suyu içinde erimiş bulunan kalsiyumu çöktürmek için soda, kalgon, sodyum silikat gibi maddelerin kullanılması faydalıdır. Bastırılması istenen gangın cinsine göre sodyum sülfür, sodyum silikat, tannik asit gibi bastırıcılar kullanılır. Yüzdürülen mineral ile, yüzmesi istenmeyen mineral benzer kimyasal yapıda olduğundan bastırıcıların dikkatle seçilmesi ve miktarlarının iyi ayarlanması gerekir.

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.

Kuars, silikatlar ve oksitlerin aminlerle flotasyonunda kimyasal reaksiyondan çok elektrostatik etkilerin önemli olduğu ortaya konulmuştur. Yüzey potansiyelinin negatif olduğu hallerde flotasyonun mümkün olduğu, negatif elektrik yükü arttıkça flotasyonun kolaylaştığı görülmüştür (Emrulloğlu, 1984).

4.3. Satış şartları

Hammadde olarak manyezit, piyasaya genellikle şu ticari şekillerde arz edilmektedir.

1. Ham parça manyezit,
2. Öğütülmüş kostik kalsine manyezit,
3. Normal sinter manyezit tozu,
4. Refrakter sinter manyezit (peletlenmiş, briketlenmiş veya çift sinterlenmiş şekilde),
5. Refrakter malzeme halinde.

fiyatlandırmayı etkileyen faktörleri şu şekilde inceleyebiliriz:

Kimyasal Bileşim: Manyezit ve manyezit ürünlerinin kalitesi ve fiyatları arasında büyük bir ilişki vardır. Bu konuda sözkonusu olan manyezit ve manyezit ürünlerinin MgO , SiO_2 , CaO ve Fe_2O_3 oranlarıdır. Ancak verilen spesifikasyonlar, hem jelmanyezit ve hem kristalen manyezitler için değişiktir.

Jelmanyezitlerde üst sınır SiO_2 oranı % 3, CaO oranı % 3 ve % 1 Fe_2O_3 olarak verilmektedir. Kristalen manyezitlerde ise bu değerler: % 6 SiO_2 , % 5 CaO ve % 11 Fe_2O_3 olarak bilinmektedir. Görüldüğü gibi, jelmanyezitlere konulan spesifikasyonlar, gerçekleştirilmesi daha zor nitelik taşımaktadır. Yalnızca bu nedenle değil, jelmanyezitlerden elde edilen ürünlerin daha kaliteli ve maliyetinin nisbeten düşük olması nedeniyle, hem jelmanyezitler hem kristalen manyezitlere oranla daha iyi fiyatlandırılmaktadır. Mining Annual Review (1974)'e göre, hem kristalen manyezit CİF Avrupa Limanı 1971'de 15,5 Dolar/Ton, 1972 ve 1973'de 23,3 Dolar/Ton işlem görürken, hem jelmanyezit fiyatları: 1971'de 23,0 ve 1973'de de 33,6-41,4 Dolar/Ton arasında işlem görmüştür. Bu her iki yıl için % 50 daha fazla bir fark olmaktadır.

C/S Faktörü: Yapılan araştırmalarda refrakter malzeme üretiminin, CaO/SiO_2 oranının 2/1 olması ile daha kolaylaştığı ve herşeyden önce kalite geldiğini göstermiştir. Bu nedenle, manyezit ve manyezit ürünlerinin fiyatlandırılmasında c/s faktörü de önemli bir etken olarak rol oynamaktadır.

Özgül Ağırlık: Özgül ağırlık da, elde edilecek refrakter malzemelerin fiziksel dayanıklılığı için önemli bir faktör olduğundan, fiyatlandırmada göz önüne alınır. Özgül ağırlığının 3,0'dan daha yüksek olması şartı arandığı gibi, bu değerden sonraki her 0,1 gr/cm^3 artış için prim verilir.

Bor Oranı: Kimyasal bileşim kapsamına girebilecek bu faktör, refrakter malzeme üretiminde kullanılacak manyezit ürünle-

ri için en önemli etkidir. % 0,17'den (Jackson, 1974) fazla bor ihtiva eden manyezit ve manyezit ürünleri, refrakter malzeme sektöründe kullanılamayacak demektir. Bu orandan düşük bor değerleri için prim veya ceza uygulanmaktadır.

Jelmanyezit ve jelmanyezit kökenli manyezit ürünleri için bor sorunu söz konusu değildir.

MgO Oranı: Ham manyezitte baz % 42-43; kalsine manyezitlerde ise % 93,5 olarak belirlenmiştir. Her artış ve düşüş için prim veya ceza verilir.

Kristalinite: Özellikle refrakter amaçlı sinter manyezitlerde, kristallerin mümkün olduğu kadar büyük ve fakat düzensiz bir dağılım içinde bulunması, dayanıklılığı artırıcı bir etken olarak kabul edildiğinden fiyatlandırmada göz önüne alınır. Sinter manyezite böyle bir özellik kazandırmak için, kalsinasyon işleminin çok titiz uygulanması gerekir. Sıcaklığın mümkün olduğu kadar yüksek, kalsinasyon süresinin mümkün olduğu kadar uzun ve fakat soğumanın ise ne çok hızlı ve ne de çok yavaş olması gerekir.

Refrakter malzemelerde ise bu faktörlere ek olarak şu özellikler fiyatlandırmada rol oynar:

1. Düşük porozite,
2. Yüksek sıcaklığa dayanıklılık ve yüksek sıcaklıktaki mukavemet,
3. Torsiyondaki akıcılığın düşük olması (Creep on torsion),
4. Cürufa karşı kimyasal dayanıklılık,
5. Yüksek sıcaklıklardaki hacim duyarlılığı.

Ancak bütün bu belirtilen faktörlerin fiyattaki sayısal etkisinden ayrıntılı söz edilememektedir. Bunlar genellikle özel anlaşmalarla belirlenmektedir (Magnezit, 1975).

Çizelge 2'de Türkiye'deki bazı kuruluşların sinter manyezit veya kostik kalsine manyezit ürünlerinin özellikleri verilmiştir:

Çizelge 2. Türkiye'deki Bazı Kuruluşların Sinter Manyezit veya Kostik Kalsine Manyezit Ürünlerinin Özellikleri

	MgO (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	B ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	A.Z. (%)	Dök. dan. (gr/cm ³)
Manyezit A.Ş.	96.0	1.10	2.30	0.30	-	0.30	-	3.45
Kümeş, sinter	96.0	1.20	2.20	0.30	-	0.30	-	3.45
Sümerbank, sinter	90.0	4-8	4-8	-	-	-	-	3.30
Comag A.Ş.								
Extral (K.kalsine)	93.0	2.50	2.50	-	-	0.10	3.00	-

(Demirhan, 1986).

5. DÜNYADA MANYEZİT

5.1. Dünyadaki Önemli Manyezit Yatakları, Özellikleri

Yeryüzündeki önemli manyezit üreticisi ülkeler: Çekoslovakya, Sovyetler Birliği, Kuzey Kore Cumhuriyeti, Avusturya, Çin, Yunanistan, ABD, Yugoslavya, Brezilya, Hindistan ve İspanya'dır.

Çekoslovakya'nın manyezit yatakları, Slovakya'daki Lese- nek ve Kosice arasındaki geniş bir alana yayılmışlardır. Elde edilen tüm cevherler, iri kristalli spatik manyezit tipinde olup, % 8'den fazla Fe ihtiva eder ve broynerit adı altında anılır. En büyük yataklar, bölgenin orta bölümündeki Jelsava yakınındaki Dubrava masifi üzerindedir. En önemli manyezit yatakları, bölgenin doğu yöresinde Bankov, orta yöresinde Mikova ve Jedlovec ve batıda da Podrečany'dir.

Sovyetler Birliği'nde en önemli yataklar, Urallardaki Ufa eyaletindeki Satka ve 1970 yılında bulunmuş olan Doğu Sibirya'daki Savinsk'tir. Satka yatağı, cevher özellikleri yönünden,

Avusturya cevherlerine benzer, ancak demir oranı daha düşüktür. Bu yatakta % 46 MgO içeren cevherden 250 milyon tonluk bir rezerv saptanmıştır (Industrial Minerals, Aralık 1970).

Savinsk yatağı rezervleri ise 2000 milyon ton olarak verilmekte ve bu yatak, dünyanın en büyük manyezit yatağı olarak nitelendirilmektedir (Mining Annual Rev, 1974).

Kuzey Kore Cumhuriyeti'nde, iri kristalli spatik manyezit yatakları, Kankyo eyaletinde bulunmaktadır. MgO oranı %45,5 olarak bilinmektedir. Bu yataklar sayesinde Kuzey Kore yıllık 1,72 milyon tonluk bir üretimle dünyanın üçüncü büyük üreticisi haline gelmiştir. Üretilen sinter ve kostik kalsine manyezit, büyük bir bölümü içte tüketildikten sonra, ihraç edilmektedir.

Avusturya manyezit madenciliği ve refrakter malzeme endüstrisi iki büyük tekelin elindedir. Birinci kuruluşun en önemli manyezit yatağı, Steiermark'daki Muerz'dir. Bu büyük yatak, aynı zamanda dünyanın en eski manyezit yatağıdır. Avusturya üretimini gerçekleştiren ikinci büyük kuruluş ise OEAMAG, 1908 yılında ülkenin güneyindeki Villach çevresindeki yatakları işletmek için kurulmuştur.

Dünyanın en büyük manyezit rezervlerine sahip Çin, aynı zamanda dünyanın 5. büyük manyezit üreticisidir (5,0 milyar ton, Mineral Facts and Problems, 1970). Spatik manyezit tipindeki dev yataklar, Güney Manchurya'daki Shenking eyaleti Ta-shihchiao şehri çevresinde toplanmıştır. Elde edilen manyezit, özellikle kostik kalsine şeklinde başta Büyük Britanya olmak üzere çeşitli Batı ülkelerine ihraç edilmektedir.

Son on yılın en önemli gelişmesini gösteren bu ülkedeki manyezit yatakları iki ana bölgede toplanmışlardır: Selanik'in güneyindeki Kalkidik yarımadası ve Atina'nın doğusundaki Uboa adasıdır. İlk anılan bölgedeki en önemli yataklar, başta Avusturya-Amerikan sermayeli olarak işletilmekte olan Vavdas olmak üzere, onun yakınındaki fakat Yunan sermayeli Papastratis gru-

buna ait birkaç yataktır.

Dünyanın en büyük manyezit tüketicisi olan ABD'de halen tek bir ham manyezit yatağı işletilmektedir. Bu da spatik kristalen tipindeki Nevada/Gabbs yatağıdır (Schilling, 1969).

1972 yılında 422 000 ton ham manyezit üreten Yugoslavya, bu değerle dünya üretiminin % 2,5'ünü karşıladığı gibi, aynı zamanda Yunanistan'dan sonra dünyanın ikinci büyük jelmanyezit üreticisi olmaktadır. Tüm yataklar, Belgrad'ın 180 km güneyinde bulunan Kraljeva çevresinde toplanmıştır. Kraljevo'nun yakınındaki Beta Stena, Ilinjaca, Beli Kamen ve Ruati bu yatakların en önemlileri ve en temiz cevher üretenleridir. Beta Stena cevherinde en az % 45 MgO, en çok % 1 SiO₂, en çok % 1,8 CaO ve en çok % 1,4 R₂O₃ bulunur.

270 000 tonluk bir üretimle 1972 dünya üretiminin yaklaşık % 1,9'ünü karşılayan Brezilya manyezit yatakları Bahia ve Ceara eyaletlerinde bulunur. Brezilya'da her iki manyezit yatağı tipine rastlanır. Üretimin % 90'dan fazlası Bahia'daki yataklardan karşılanmaktadır.

Geleneksel manyezit üreticilerinden biri olan Hindistan, 273 000 tonluk üretimi ile 1972 dünya üretiminin % 1,9'unu karşılamıştır. Ülkenin tüm manyezit yatakları kristalen tiptedir. Madras eyaletinin Salem bölgesinde bulunur. Genellikle % 4'ün üstünde SiO₂ ihtiva ederler.

1967 yılından itibaren gelişmeye başlayan İspanya manyezit madenciliğinin kaynakları iki ana bölgede toplanmıştır: Biri Kuzey İspanya'daki Navarra provansı; diğeri de kuzey batı İspanya'dır. En büyük yatak, ülkenin toplam üretiminin 2/3'ünden fazlasını karşılayan Navarra'daki Zubiri yatağıdır.

Bütün bu verilerden çıkan en önemli sonuç, bugün için en değerli manyezit çeşidi olan jelmanyezitin şu 4 ülke tarafından üretilmekte olduğudur (1972 yılı üretim değerleri ile):

1. Yunanistan..... 931 000 ton

2. Yugoslavya..... 422 000 ton,
 3. Türkiye..... 336 000 ton,
 4. Brezilya..... 250 000 ton olmak üzere toplam 1,94 milyon ton olmaktadır. Bu da dünya üretiminin % 13,5'uğu demektir. Böylece Türkiye'nin toplam dünya üretimindeki payı % 2,3, toplam dünya jelmanyezit üretimindeki payı ise % 17,3 olmaktadır (Magnezit,1975).

5.2. Dünya Manyezit Üretimi

Dünya ham manyezit üretimi 1980 yılında 11 Milyon tonu geçmiştir. S.S.C.B., Çin Halk Cumhuriyeti, Kore Halk Cumhuriyeti, Avusturya ve Yunanistan üretimleri 1 Milyon tonun üzerinde bulunan başlıca üreticilerdir.

Dünya ham manyezit üretimi 1978, 1979 ve 1980 yıllarına göre çizelge 3'de sunulmuştur:

Çizelge 3. Dünya Ham Manyezit Üretimi

ÜLKELER	1978	1979	1980
AVRUPA			
Avusturya	982 300	1 103 649	1 318 156
Çekoslovakya	658 000	654 000	660 000
Yunanistan	1 058 211	1 079 468	1 166 998
Polonya	23 746	20 010	19 610
S.S.C.B.	1 900 000	1 950 000	2 000 000
İspanya	128 627	180 000	180 000
Türkiye	418 002	729 442	806 997
Yugoslavya	333 000	293 000	262 000
AFRİKA			
G. Afrika	37 407	65 336	59 975
Zimbemve	65 756	84 495	78 217
AMERİKA			
Kanada	40 356	52 553	53 000
Meksika	76 035	81 620	80 000

Brezilya	217 270	1 582	1 600
ASYA			
Çin Halk Cumhuriyeti	1 800 000	2 000 000	2 000 000
Hindistan	414 166	392 211	370 573
İran	5 000	5 000	4 000
Kore Halk Cum.	1 600 000	1 800 000	1 900 000
Pakistan	1 852	2 728	778
OKYANUSYA			
Avustralya	21 350	29 301	31 473
Yeni Zelanda	805	-	-

(Demirhan, 1986).

1980 yılı üretim değerlerine göre: dünya manyezit üretiminde S.S.C.B. % 17,7, Kore Halk Cumhuriyeti % 16,8 , Çin %17,7, Avusturya % 11,6, Yunanistan % 10,3 , Türkiye ise % 7,14 paya sahiptir(Demirhan,1986).

6. TÜRKİYE'DE MANYEZİT

6.1. Türkiye Manyezit Yatakları, Özellikleri ve Rezervleri

Türkiye manyezit yatakları genetik olarak iki tiptir. Birincisi, Denizli doğusundaki Hırsızdere-Çambaşıköy ve Erzincaan Çayırılı İlçesinin kuzeydoğusundaki Çataksu (Aravans) köyü sedimenter manyezit oluşuklarıdır. Hırsızdere-Çambaşıköy manyezit horizonları, kilden konglomeraya kadar uzanan kleistik tortul kayalar serisi içine yerleşmiştir. Brennich (1962) göre, manyezit horizonu içerisinde sepiolit oluşumları vardır. Bu horizon üstten ve alttan dolomit horizonu ile sınırlanmıştır. Çataksu (Aravans) köyü sedimenter manyezit oluşuğu tabakalı bir yapıya sahiptir. Marn tabakaları arasında 25-30 m.'lik kalınlık göstermektedirler. Neojen yaşlı manyezitler, Üste ve alta doğru silisçe zengin olup, orta tabakalar ideal kalitededirler.

İkinci yatak tipi, Türkiye'nin geri kalan tüm manyezit

oluşuklarını içine alır. Bu tip yataklar, serpantinleşmiş ultrabazik kayalara bağlı olarak oluşmuş, kriptokristalen (jelmanyazit) manyezit oluşuklarıdır. Bu manyezitler serpantinleşmiş ultrabazik kayaların çatlak ve faylarında veya alterasyon örtülerinde damar (filon), yumru (blumenkol-karnabahar), ağ (stockwerk) dolgu- yerelma veya kafa şekillerinde bulunabilir. Genel olarak beyaz, pembe, sarı renklerde görülen manyezitlerin kalitesi ve niteliği oluşum koşullarına bağlıdır. Çoğunlukla yüksek silis ve kalsiyum oranı, yer yer yüksek demir oranları en önemli sorundur.

Türkiye manyezit yataklarının büyük bir kısmı, kabaca Konya-Kütahya-Eskişehir üçgeni ile sınırlanabilen İç Anadolu ile bunun batı kesiminde yer almaktadır. Geri kalan kısmı ise: Erzincan, Çankırı ve diğer illerimizde bulunmaktadır.

1984 yılı itibarı ile Türkiye, toplam (görünür-muhtemel-mümkün) 168,4 milyon ton manyezit rezervine sahiptir. Bu rezervin % 93,1 Konya, Eskişehir, Kütahya illeri içinde bulunmaktadır. Türkiye manyezit rezervlerinin % 49,5'u Konya ilinde, % 43,6'sı Kütahya-Eskişehir bölgesinde, % 3,4'ü Erzincan'da % 1,2'si Çankırı'da , geri kalan kesimi ise diğer illerde bulunmaktadır. Çizelge 4'de manyezit rezervlerinin illere göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 4. Türkiye Manyezit Rezervlerinin İllere Göre Dağılımı

İLLER	REZERV(TON)			TOPLAM
	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	MÜMKÜN	
Adana	-	4 000	-	4 000
Ankara	57 000	20 300	20 000	97 300
Eskişehir	50 000	501 000	-	551 000
Erzincan	96 500	129 250	-	225 750
Kütahya	8 000	6 000	6 000	20 000
Yozgat	-	85 000	-	85 000

Bursa	160 000	470 000	-	630 000
Çankırı	876 600	91 800	1 080 000	2 048 900
Denizli	-	1 100 000	-	1 100 000
Erzincan	18 300	5 463 900	397 300	5 879 500
Erzurum	482 300	104 250	143 450	730 000
Eskişehir	2 710 000	33 468 000	2 695 000	38 873 000
Kars	295 000	190 000	-	485 000
Konya	11 265 000	22 019 200	49 806 800	83 091 000
Kütahya	2 008 500	29 147 500	3 313 000	34 469 000
Manisa	-	-	18 000	18 000
Muğla	-	-	150 000	150 000
TOPLAM	18 027 800	92 780 200	57 630 000	168 438 050

(Demirhan, 1986).

Kütahya-Eskişehir bölgesinde, batıda Tavşanlı'dan, doğuda Mihaliçcik'a kadar uzanan yaklaşık 200 km'lik bir şeritte ofiyolit kütleleri mostra vermektedir. Bu ofiyolit kütlelerdeki serpantinleşmiş peridotitlere bağlı olarak oluşmuş manyezitler, çeşitli tip ve değişik boyutlarda olup, kalite olarak Türkiye'deki en iyi manyezit yataklarını oluşturlar. SiO_2 ve CaO yüzdeleri çoğunlukla bir sorun teşkil etmeyecek miktardadır. Manyezit potansiyeli olarak da yeterli çalışmaların yapılmasıyla, Kütahya-Eskişehir bölgesinin en önemli bölge olabileceği sözkonusudur.

Kütahya-Eskişehir bölgesindeki önemli manyezit yatakları batıdan doğuya doğru şöyle sıralanabilir: En batıda Tavşanlı ilçesine bağlı Beyköy, Karacakaş köyü, Deve kayası, Çamlıca köyü Karacakaş köyü Mezargüme Tepe, Kamartepeler, Oğuldaktepe, Yaylacık ve Şapça manyezit oluşukları görülmektedir. Daha sonra Kütahya merkez ilçeye bağlı Saka, Avdan, Sobran (Türkmentepeler-Suludere-Ortacak-Turanocağı) manyezit yatakları bulunmaktadır. Bölgenin orte kesiminde Eskişehir merkez ilçeye bağlı Çanakkıran, Nemli, Dutluca, Kömürlüktepe, Ballık, Yukarı Kartal, Kurbanpına-

rı manyezit yatakları yer almaktadır. Eskişehir'in doğusunda merkez ilçeye bağlı Sepetçi, Margı, Başören bölgesi manyezit yatakları ve İmişehir, Türkmentokat bölgesi manyezit yatakları önemli oluşuklardır. En doğuda ise Mihaliçcık ilçesine bağlı Bahtiyar köyü, Burçaközü köyü, Ömerköy ve Yarıkcı manyezit oluşukları bulunmaktadır.

Kütahya-Eskişehir bölgesi manyezit oluşukları, çoğunlukla damar (filon), yumru (karnabahar) ve ağ (stokverk) tipindedir. Birçok yatakta bu üç tip oluşum birarada görülebilmektedir.

Rezerv olarak en büyük potansiyele sahip olan Konya bölgesi manyezit yatakları, kalite olarak silis yüzdesinin bazı yataklardaki yüksekliği nedeniyle, Eskişehir-Kütahya bölgesine cranla daha fazla sorun oluşturmaktadır.

Konya bölgesindeki önemli manyezit yatakları: Merkez ilçeye bağlı Meram, Çayırbağı (Çiçekdağı, keklikpınarı); Karaman ilçesine bağlı Sodor-Erentepe, Sodor (Sinci), Sinci-Fekketepe; Yunak ilçesine bağlı Meşellik ve Ereğli ilçesine bağlı Delimahmutlu manyezit oluşuklarıdır.

Bu bölgedeki manyezit oluşukları, genel olarak serpentinleşmiş peridotitlere bağlı olarak oluşmuş ve bunların kırık, çatlak ve eklemlerine yerleşmişlerdir. Manyezit oluşukları tip olarak ağ ve damar tipindedir. Sadece Yunak-Meşellik manyezit yatağında ağ ve filon yanında yumru tipinde de oluşum görülmektedir.

Konya ve Kütahya-Eskişehir bölgesinden sonra, Türkiye'de manyezit rezervi bakımından üçüncü sırada yer alan Erzincan bölgesi, Çayırılı ilçesine bağlı Çataksu-Aravans sedimenter yatağıyla da ilginçtir.

Erzincan bölgesindeki önemli manyezit yatakları: Çayırılı ilçesine bağlı Çataksu-Aravans sedimenter manyezit yatağı ve Mağara dere, Kelmizidere; Refahiye ilçesine bağlı Yukarı Yeniköy ve Ekecik köyü manyezit oluşuklarıdır.

Çataksu-Arevans sahasında altere serpantinitlerin tabanı oluşturduğu havzada, neojen yaşlı marnlar arasında, tabakalı bir yapıya sahip olan 25-50 m. kalınlıkta sedimenter manyezit oluşuğu bulunmaktadır. Manyezitler üstte ve altta silisçe zengindir, orta tabakalar ise ideal refrakter hammadde özelliğindedir. Bu bölgedeki diğer manyezit oluşukları ise serpantinitler içerisinde ağ ve damar tipinde görülürler. Kalite olarak da silis yüzdeleri genellikle, aranan değerlerin üzerindedir.

Çankırı ilindeki önemli manyezit yatakları ise: Eskipazar ilçesine bağlı Hamamlı köyü; Şabanözü ilçesine bağlı Çaparkayı köyü köyü, Maruf köyü, Sanı yaylası; Kurşunlu-Ilgaz ilçelerine bağlı, Kuzey Anadolu fay hattı boyunca uzanan Şıhlar, Sarıalan, Aluç köylerinde bulunmaktadır.

Bu bölgedeki manyezit oluşukları, serpantinitler ve ofiyolitik seri içerisinde damar ve ağ tipinde görülmektedir. Kalite olarak da, genellikle yüksek sayılabilecek silis oranlarına sahiptir.

6.2. Türkiye Manyezit Üretimi ve Kapasitesi

Türkiye'de ham manyezit üretimi 1929 yılında başlamış, bu üretimde 1961 yıllarından itibaren bir canlanma görülmüştür. 1965 yılında 86 bin ton civarında olan ham manyezit üretimi % 840'lık artışla 1984 yılında 723 bin tona ulaşmıştır. Kalsine manyezit üretimi 1963 yılında başlamış olup, 1965'de 4625 ton olan üretim, % 300 artışla 1984 yılında 13 840 ton olarak gerçekleşmiştir. Sinter manyezit üretimine ise 1965 yılında başlanmış olup, bu yılda 14 bin ton civarında olan üretim, 1984 yılında % 900'lük artışla 126 bin tona ulaşmıştır. Türkiye'de bazik refrakter tuğla üretimine ise 1968 yılında Konya Meram'da Sümerbank tarafından kurulan, 1987'de Çitosan'a bağlanan fabrikada başlanmıştır.

1968 yılında kurulan Çitosan Konya Krom-Magnezit Tuğla Fabrikası, bugün 50 000 ton/yıl sinter manyezit üretim kapasite-

lidir. Ayrıca 50 000 ton/yıl tuğla ve harç üretim kapasitesi bulunmaktadır.

1976 yılında bir sinter fırını ile 72 000 ton/yıl sinter manyezit üretim kapasitesine sahip olarak kurulan KÜMAŞ (Kütahya Manyezit İşletmeleri A.Ş.), 1982 yılında ikinci sinter fırını devreye sokarak üretim kapasitesini 144 000 ton/yıl'a çıkartmıştır. Ayrıca Kümaş'ın önderliğinde kurulmasına başlanan 31 000 ton/yıl kapasiteli bazik refrakter malzeme üretecek tesisler de üretim çalışmalarına başlamıştır.

1964 yılında kurulan COMAG (Continental Magnezit A.Ş.) kalsine manyezit üretmektedir. 34 000 ton/yıl kalsine manyezit üretim kapasiteli COMAG'ın Tavşanlı ve Kümbet'te iki adet dikey ve Tavşanlı'da bir adet döner fırını bulunmaktadır.

1963 yılında kurulan Magnezit A.Ş. (MAŞ), 1965'de sinter manyezit üretmeye başlamıştır. 57 000 ton/yıl sinter manyezit üretim kapasiteli MAŞ'ın Eskişehir'de dört adet düşey fırını vardır.

Türkiye kostik kalsine ve sinter manyezit üretim kapasitesi 278 000 ton/yıl'dır.

Aşağıdaki çizelgede Türkiye tüvenan, kostik, kalsine ve sinter manyezit üretimi yıllara göre verilmiştir.

Çizelge 5. Türkiye Tüvenan, Kostik Kalsine ve Sinter Manyezit Üretimi (ton)

Yıllar	Tüvenan Manyezit	Kostik Kalsine Manyezit	Sinter Manyezit
1965	86 347	4 625	14 229
1970	299 777	5 741	53 872
1975	456 877	7 925	43 747
1976	409 276	1 386	34 174
1977	516 167	11 992	44 390

1978	418 002	-	31 545
1979	729 442	298	68 863
1980	825 876	1 473	79 793
1981	783 966	5 971	70 995
1982	910 249	4 912	105 165
1983	724 541	5 043	94 188
1984	723 268	13 840	126 823

(Demirhan, 1986).

Sektördeki kapasite kullanım yüzdeleri ise aşağıdaki çizelgede sunulmuştur.

Çizelge 6. Sektördeki Kapasite Kullanım Yüzdeleri (%)

Ana maller	Yıllar				
	1977	1978	1979	1980	1981
Kalsine Manyezit	39	17	8	19	20
Sinter Manyezit	57	40	64	67	80

(Demirhan, 1986).

Kapasite kullanımının hammadde yetersizliğinden kaynaklanmadığı, pazarlama , satış durumu ile orantılı olduğu belirtilmektedir.

6.3. Türkiye Manyezit İhracatı

Türkiye manyezit ihracatı çizelge 7'de verilmiştir. Buna göre 1970 yılında 47 297 ton olan kalsine edilmiş manyezit ihracatımız, 1984 yılında % 150'lik bir artışla 117 802 ton olarak gerçekleşmiştir. Ham manyezit ihracatımız ise giderek düşüş eğilimi göstermektedir. Bu, ülkemiz açısından olumlu bir gelişmedir.

Çizelge 7. Türkiye Manyezit İhracatı (Ton)

Yıllar	Kalsine Edilmiş Man. Ham Manyezit	
1970	47 297	47 840
1975	63 648	14 652
1976	34 523	21 072
1977	60 378	10 756
1978	56 336	12 650
1979	39 146	2 360
1980	73 320	4 520
1981	99 436	16 169
1982	-	-
1983	82 066	10 003
1984	117 802	46 811

(Demirhan, 1986).

Türkiye refrakter tuğla (manyezit tuğla, krom-manyezit tuğla) ihracatı ise çizelge 8'de verilmiştir. İhracat yaptığımız ülkeler Irak, İran, Pakistan, Kuveyt'tir. 1984 yılında toplam 78,5 ton refrakter tuğla ihracatımız bulunmaktadır.

Çizelge 8. Türkiye Refrakter Tuğla İhracatı (Ton)

Yıllar	Manyezit Tuğla	Krom-Manyezit Tuğla
1982	18.0	8.5
1983	185.2	1.9
1984	3.5	75.0

(Demirhan, 1986).

6.4. Türkiye Manyezit İthalatı

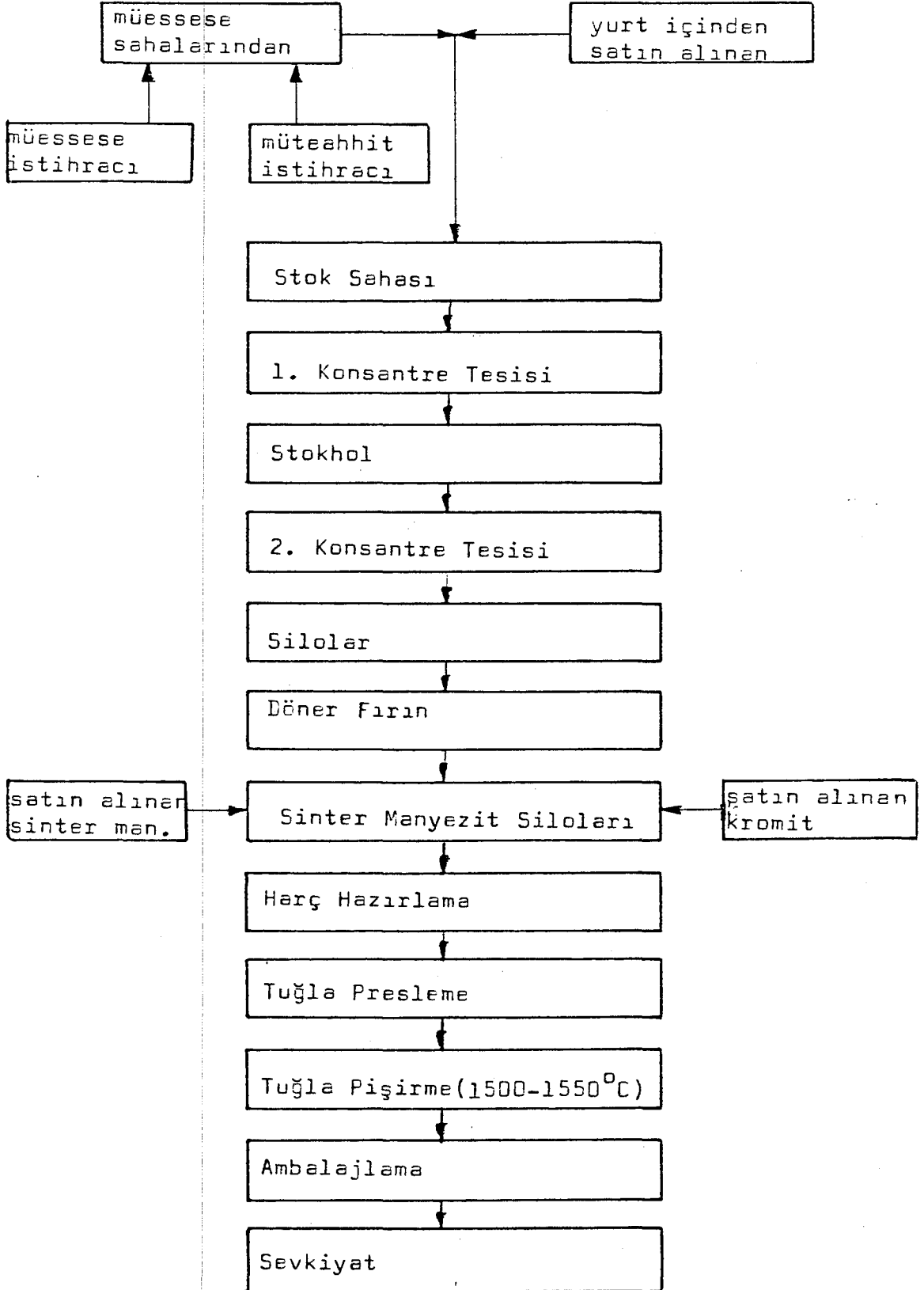
Türkiye'nin ham, sinter ve kalsine manyezit ithalatı söz-konusu değildir. Manyezit refrakter tuğla ithalatımız ise çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Türkiye Refrakter Tuğla İthalatı (Ton)

Yıllar	Manyezit Tuğla	Krom-Manyezit Tuğla
1970	3 138	2 531
1975	5 080	4 316
1976	7 506	3 539
1977	4 211	3 965
1978	1 027	3 184
1979	2 797	8 214
1980	8 596	1 466
1981	4 045	1 201
1982	1 055	2 372
1983	29 410	1 553
1984	31 985	2 814
1985	4 190	310

(Demirhan, 1986).

7. KONYA KROM-MAGNEZİT T.A.Ş. MÜESSESESİ'NİN AKIM ŞEMASI



8. HELVACIBABA MANYEZİT YATAĞI HAKKINDA BİLGİLER

8.1. Genel Durum:

8.1.1. Coğrafi konum: Çalışma sahası Konya il sınırları içersindedir. Ankara'ya ve Akdeniz sahiline 257 km uzaklıktadır. Fabrika sahası ise il merkezinin 13 km batısındadır. Batı Meram olarak da bilinir.

8.1.2. Ulaşım durumu: Bölgede yatağa ulaşılabilmesi için herhangi bir yol sorunu yoktur. İl merkezinden itibaren 13 km olan yol, özelliğine göre üç bölüme ayrılır: Birinci bölüm, il merkezi ile Meram arasındaki 7 km.'lik yoldur ve bu yol asfalttır. İkinci bölüm, Meram ile fabrika arasındaki 4 km.'lik sağlam zemin üzerine stabilize bir yoldur. Üçüncü bölüm ise, fabrika ile maden ocakları arasındaki 2 km.'lik sağlam zemin üzerine stabilize yoldur. En fazla eğim üçüncü bölüm yolda mevcuttur. Yine de, arazi vitesi olmayan arabalar bu yoldan yararlanabilmektedir.

Çalışma sahasına, çok şiddetli kar yağışlı kış mevsiminin bir kaç günü dışında ulaşım her zaman yapılır.

8.1.3. Klimatoloji ve bitki örtüsü: Bölgenin iklimi, genellikle yazları az yağışlı ve sıcak, kışları ise bol yağışlı ve soğuk olan özelliği ile karasal iklimi andırır. Yaz aylarında ortalama sıcaklık 10-30°C, kışları ise 0- -10°C arasında değişir.

Bitki örtüsü yönünden bölge oldukça fakirdir. Çevre, halkın yetiştirdiği meyve ağaçları, saha ise 1 km²'den az bir alanda kısa boylu meşe ağaçları ile kaplıdır. Bunun dışında bölge bitki örtüsünden tamamen yoksundur.

8.1.4. Jeomorfolojik durum: Sahada, yer yer manyezit damarı ve silisli kayalar, görülebilir tepeler meydana getirmişlerdir. Bu durum, kuvvetli doğal etkenler dolayısıyla, daha yumuşak ve az mukavim olan diğer kayaların aşınması ile ortaya çıkmıştır. Bu alanlar çeşitli yönlerde ve farklı büyüklüklerde

olan şekilde kesilmiştir.

8.1.5. Hidrojeoloji: Saha, kaynak, yeraltı suyu ve akarsu bakımından çok fakirdir. Derelerde kar suyunun erimesi ile geçici akarsular oluşmaktadır. Yapılan sondajlarda en fazla 132,35 metre derinliğe inilmesine rağmen yeraltı su seviyesine inilememiştir.

8.2. Eski Çalışmalar

Konya Krom-Magnezit T.A.Ş. Müessesesi Meram manyezit oluşumu, Türkiye'nin bilinen en eski manyezit oluşumudur. Geniş çapta ilk çalışma 1964 yılında M.T.A. tarafından yapılmıştır. Jeolog Dr. Kaaden, toplam 1950,5 metre sondaj ve toplam uzunluğu 8793 metre olan yarma yapmıştır. Bu çalışma sonunda 5,6 milyon ton görünür, 5,6 milyon ton da muhtemel manyezit rezervi tespit edilmiştir.

1969'da başlayan işletme çalışmaları boyunca 1975 yılı itibariyle: Dr. Kaaden Tepe'den 14 bin ton, Arpat ocaklarından 50 bin ton, Rüştübey ve Kırankaya Tepe'lerden de bu miktarlara yakın istihsal yapılmış ve manyezit bünyesinde SiO_2 ile CaO fazlalığı yüzünden çalışmalar durdurulmuştur. Yalnız Helvacıbaşı Tepe'de istihsal çalışmaları devam etmektedir.

8.3. Jeolojik Durum

8.3.1. Stratigrafi: Yaş sırasına göre sahanın yapısı şöyledir:

1. Paleozoik şistleri (PŞ: Paleozoik şistleri),
2. Paleozoik kireçtaşları (PK: Paleozoik kireçtaşları),
3. Mezozoik kireçtaşları (MK: Mezozoik kireçtaşları), bu üç seri de manyezitli ultrabazik zühurun dışında kalmaktadır.
4. Neojen kireçtaşları (NKŞt: Neojen kireçtaşları), bu kısım kısmen karışık ve saf olmayan kireçtaşları ile klastik sedimanlar halindedir. Ancak, büyük çoğunlukla karışık ve saf kumlu kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Yer yer muntazam tabakalanma göstermektedir. Kireçtaşının kalınlığı 17-30 metreyi bulmaktadır.

5. Eski alüvyon (AL: Eski alüvyon), çalışma sahasının doğusunda, düz arazide ve kuzeyindeki Merem deresinde görülür.

6. Yeni alüvyon (YAL: Yeni alüvyon), çalışma sahasının güney kısmında bulunan Ebedes çayı deresinde rastlanır. Çok küçük boyutlardaki (kum-çakıl) topluluğu halindedir.

8.3.2. Magmatizma: Sahada magmatik kayalar olarak ultrabazik seriler oldukça geniş bir alan kaplamaktadır. Çalışma sahasında ultrabazik kayalar üç bölümde incelenmiştir.

1. Silisifiye serpantin (Ss:Silisifiye serpantin): Bu seriye silis şapka adı da verilmektedir. Manyezitli seviyelerin üstünde bulunan, kalınlığı 2-3 metre ile 30-40 metre arasında değişen seridir. Genel olarak, manyezit teşekkül etmiş ultrabazik sahalarda rastlanan özelliştir. Bu kayaç birimi, muhtemelen manyezit cevherinin metazomatizma olayı sonunda meydana gelirken, ultrabazik kayaların bünyesinde bulunan SiO_2 'nin ayrışıp uzağa taşınması ile meydana gelmiştir.

Çalışma sahasında manyezit cevherinin en yoğun olarak bulunduğu Helvacıbaşa ve Kırankaya Tepe ocaklarında silisifiye serpentine rastlanmaktadır. Sahada silis şapka sınırları dışında da geniş bir alanda manyezitli seviyeler vardır. Ancak bu manyezitli seviyeler oldukça incedir.

2. Altere serpantin (Sa:Altere serpantin): Çalışma sahasında en yaygın ultrabazik kayaç olup, cevher taşıyan seri durumundadır. İçindeki manyezit oluşumu stokverk (ağ yapı) şeklindedir. Serpantin, klimatolojik nedenlerle ayrışma uğramış ve bünyesindeki demir oksitlerden dolayı kırmızımtırak bir renk almıştır. Kalınlığı 15-20 metre ile 80-100 metre arasındadır.

3. Serpantin (S:Serpantin): Ayrışmamış ve içinde cevher teşekkül etmemiştir. Sahanın daha çok güney kısmını oluşturur ve koyu yeşil renktedir. Serpantinit, hem mineral, hem de kayaca verilen addır. Bileşimi $Mg_3.SiO_2O_3(OH)_4$ veya $3MgO.2SiO_2.2H_2O$ dur.

8.4. Yapısal Jeoloji

Çalışma sahasını meydana getiren ultrabazik kayalar oldukça kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Ayrıca sahada NW-SE doğrultulu 2 km uzunluklu düşey etimli bir fay gözlenmektedir. Bu fayın yanı sıra bir çok da tali fay vardır.

8.5. Manyezitin Oluşumu

Teorik olarak manyezit, $MgCO_3$ kimyasal formülü ile gösterilir. Rengi beyaz, sertliği 4-4,5, özgül ağırlığı $3,1 \text{ gr/cm}^3$ olmaktadır. Üfleyle erimez, sıcak asitte çözülür.

Çalışma sahasında manyezit stokverk (ağ) tipi bir oluşum göstermektedir. Damar kalınlıkları 1-2 mm ile 80-100 cm arasındadır. Bu şekilde damarların yantaşa oranı % 10-30 arasındadır. Görüntüsü bu şekilde olan yatağın oluşumuna ait en uygun anlatım şu şekildedir:

Saha yan baskıların çok kuvvetli etkisi altında kalmıştır. Bu nedenle ultrabazik kayalar oldukça fazla miktarda kırıklı ve çatlaklıdır. Saha zamanla CO_2 'ce zengin suların istilasına uğramıştır. Bu su ultrabazik kayaların kırık ve çatlaklarına nüfuz edip yantaşın bünyesinde bol miktarda bulunan Mg^{+2} iyonunu $MgCO_3$ 'e metazomatize etmiştir.

8.6. Maden Ocağı Çalışma Durumu

8.6.1. Dekapaj: İstihraç faaliyetlerinin yürütüldüğü stokverk tipi yatağın üst kısmı silis şapka adı verilen ve kalınlığı 0-40 m. arasında değişen cevhersiz bir örtü tabakası ile kaplıdır. Bu kısım patlayıcı madde ile gevşetilip, dozerle kazılarak taşımaya, yüklemeye hazır hale getirilmektedir. Böylece her yıl belirli bir plan dahilinde alınan cevhersiz kısım, altına cevher istihsaline yeni sahalar hazırlamaktadır.

Arazide işlen gören yerler, ortalama 7 metre yüksekliğinde, 4-10 metre genişliğinde basamaklar haline getirilmektedir.

8.6.2. Cevher istihsaline: Cevher, yantaş içinde 1-2 mm ile 100 cm arasında değişen kalınlıktadır. Bu bantlar ortalama 20-30 cm

kalınlığında genel görünüm meydana getirdiği ve yantaş içinde eğişimleri hiçbir kurala bağlı olmayan ağsal yapı gösterdiği için, istihsal işleminde yantaş ve cevher birlikte kazılmaktadır. Kazıda ripperli dozerler kullanılmakta ve gerekli yerlerde patlayıcı maddeden yararlanılmaktadır. Kazılmış kısım içinden ocakta 75 cm'den büyük cevherler elle seçilerek ayıklanıp, yükleyici-kamyon kombinasyonu ile cevher stok sahasına gönderilmekte, geriye kalan pasa (yantaş-toz cevher) ise pasa sahasına taşınmaktadır.

8.7. Cevherin Fiziksel ve Kimyasal Durumu

8.7.1. Cevherin fiziksel durumu : Sahada bulunan manyezit cevherinin fiziksel özellikleri şöyledir:

1. Renk : Beyaz, nadiren gri-beyaz,
2. Sertlik : 3-3,5
3. Öz. Ağırlık : 2,6-3,2 gr/cm³
4. Kristal Şekli : Kriptokristalen

8.7.2. Cevherin kimyasal durumu : Cevherin kimyasal analizi üretim bölgelerindeki ocaklara göre değişmekle beraber genel olarak şu şekildedir:

1. MgO : % 40-45
2. SiO₂ : % 0-10
3. CaO : % 0-7
4. Fe₂O₃ : % 1'den küçük
5. Cr₂O₃ : % 1'den küçük
6. Al₂O₃ : % 1'den küçük
7. Ateş Zai. : % 45-50 arasında değişmektedir.

8.8. Tuvenan Cevherin Ön Zenginleştirilmesi

Cevher istihsali sırasında ocakta birinci triyaj yapılır. Ocaktan alınan cevher stok sahasına götürülür ve bir kış mevsimi stok sahasında kalması ile cevher bünyesindeki yantaşta, cevherden ayrışmalar meydana gelir. Stok sahasından kırma tesisine besleme yapılır ve cevher kırıldıktan sonra (25 mm'ye)

ikinci triyaj gerçekleştirilir. Bant üzerindeki ayıklanmış 1. kalite (konsantre) cevher, havai hat silosuna, oradan da 50 ton/saat kapasiteli havai hat ile fabrika stokholüne gönderilir. Bu tesisin genel zayıat ortalaması % 35 civarındadır. Zayıat olarak atılan malzeme ise, gelişecek teknoloji ile tekrar kullanılabilme beklentisi ile ayrı bir bölümde stoklanmaktadır.

Stokholden alınan cevher sinter işletmesindeki konik kırıcılar da kırılır, elenir. 1 mm'nin üzerindeki boyut aralığındaki cevher, 1-5 mm ve 5-12 mm boyut aralıklarında manyezit silolarında, döner fırını beslemek üzere stoklanır. Bu üniteadaki genel zayıat ise % 20 civarındadır (Kapçı, 1972).

9. HELVACIBABA MANYEZİTLERİNİN PETROGRAFİK ETÜDLERİ

Tuvenan cevherden karakteristik numuneler alınmıştır. Alınan numunelerin bir kısmından mikroskop çalışmaları için (12 adet) ince kesit yapılmış, diğer kısmı ise kesilerek makroskobik çalışmalar için (6 adet) parlak kesit yapılmıştır.

9.1. Makroskobik Çalışmalar

Ortadan kesilmiş ve yüzeyleri düzeltilmiş parça numuneler incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, sahadaki ultrabazik kayaların, oldukça fazla miktarda kırıklı ve çatlaklı olduğu gözlenmiştir.

9.2. Mikroskobik Çalışmalar

Mikroskobik incelemeler ve M.T.A. ile Konya Krom-Magnezit Müessesesi'nin laboratuvarlarında yapılan x-ışınları uygulamaları sonucu cevherde, aşağıdaki minerallerin hakim olduğu tesbit edilmiştir. Cevher minerallerinin kimyasal analizleri de şu şekildedir:

Çizelge 10. Cevher Minerallerinin Kimyasal Analizleri

Mineraller	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	At.Za. (%)
Manyezit (1)	2,70	0,25	45,56	-	0,042	49,47
Manyezit (2)	4,06	0,30	44,86	-	0,069	50,02
Serpantin (1)	39,88	0,57	31,44	1,54	12,73	13,50
Serpantin (2)	53,84	0,58	31,84	0,64	1,00	12,03
Forsterit	34,20	0,53	48,37	1,46	11,25	1,67

10. HELVACIBABA MANYEZİTLERİNİN CEVHER HAZIRLAMA ETÜDLERİ

10.1. Denemelere Esas Olan Numune

Helvacıbababa manyezit ocağı tamamen dolaşmış ve gerekli incelemeler yapılmıştır. Ocağın mevcut olan 13 basamağından (Mayıs 1989), genel yataklaşma, cevherleşme ve cevher bünyesindeki genel mineral-pasa durumları dikkate alınarak, ocak cevherini temsilen muhtelif yerlerden numune alınmıştır. Dozer bıçağı ile 1-2 metrelik ince dilimler halinde ilerletilen kazı clayı sırasında, dozerin damarı kazıp geçmesinden sonra (cevher sergi sahasına serilmeden önce) damarın karakteristik özelliklerini taşıyacak şekilde bölgelere, yaklaşık 1 metrelik çap oluşturacak şekilde ip atılmış ve ipin içinde kalan cevher çuvallara doldurularak numune olarak alınmıştır. Bu işlem ocağın muhtelif yerlerinde yapılmış ve en iri boyutu 75 mm olan yaklaşık 200 kg numune alınmıştır.

Alınan numuneler Anadolu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Bölümü Laboratuvarı'na taşınmıştır. Cevherin tanımlanması ve zenginleştirme etüdleri de aynı Üniversitenin, bölümünün Mikroskop Laboratuvarı, Cevher Zenginleştirme Laboratuvarı ve Kimyasal Analizler Laboratuvar'larında yapılmıştır.

Tuvenan cevherin kimyasal analizi çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Tuvenan Cevherin Komple Kimyasal Analizi

MgO	% 30,94
SiO ₂	% 26,78
CaO	% 2,25
Fe ₂ O ₃	% 3,44
At.Za.	% 35,89

10.2. Analiz Yöntemleri

10.2.1. Numune hazırlama: Analiz için hazırlanmış olan örnek, porselen bir havanda öğütülerek 100 mesh'lik elekten geçirilir. Daha sonra örneğin neminin alınması amacıyla, etüvde 100°C'de 1-1,5 saat kadar bekletilir. Desikatörde soğutulan örnek aşağıdaki işlemlerden geçirilerek kimyasal analizleri yapılır.

10.2.2. SiO₂ tayini:

Reaktifler:

1. % 10 HCl (10 ml HCl+90 ml H₂O)
2. Kral suyu (3 kısım HCl+1 kısım HNO₃)

Kuru numune oda sıcaklığında hassas bir terazi yardımıyla belirli bir miktar (0,5-1 gr) tartılıp (W) behere konulur. Üzerine, 3 kısım HCl ve 1 kısım HNO₃'den oluşan bir birim kral suyu ilave edip, elektrikli ısıtıcıda kuruluğa (sıvının buharlaşma yoluyla beherden uzaklaşıp, çözünmeyen tanelerin beher dibinde kuruması) kadar bekletilir. Kuruluğa erişen numuneye 100 ml % 10'luk HCl'den konulur ve iyice karıştırıldıktan sonra 10 dakika kaynamaya bırakılır. Soğuduktan sonra beyaz bant filtre kağıdından süzülür. Oluşan metasilisik asit H₂SiO₃(H₂O) filtre kağıdının üzerinde kalır. Filtre kağıdı ve H₂SiO₃ gökelleği, porselen kroze içerisinde, 1000°C'de 1 saat fırında yakılır. Fırından alınan numune desikatörde soğutulur. Bu haliyle (kroze+silis kalıntısı) tartımı alınır (A). Krozenin içi boşaltılarak boş tartım alınır (B). Bu tartımlar sonucu aşağıdaki bağıntıya göre % SiO₂ hesaplanır.

$$\% \text{SiO}_2 : ((A-B)/W) \times 100$$

Silisin süzüntüsü 250 ml'lik balonjojeye alınır. Üzeri saf su ile tamamlanır. Bu süzüntüden belirli hacimler alınarak manyezit numunesinde istenilen CaO, MgO ve FeO analizleri yapılır.

10.2.3. CaO tayini:

Reaktifler:

1. EDTA,
2. % 25'lik KOH,
3. Calcon Carboxylic asit indikatörü.

EDTA hazırlanışı: $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Triplex) maddesi etüvde 1 saat 80°C 'de tutularak nemi alınır. Bu maddeden 1,8612 gr alınır. 250 ml'lik balon jøjeye konur ve üzeri saf su ile tamamlanır. Böylece 0,02 Molar EDTA hazırlanmış olur.

% 25'lik KOH hazırlanışı: 100 ml saf suda 25 gr KOH eritilir ve % 25'lik KOH hazırlanmış olur.

Calcon Carboxylic asit indikatörü: 1 gr calcon carboxylic asit indikatörü ile 99 gr NaCl_2 , bir havanda iyice öğütülür.

Silis süzüntüsünden, içindeki Ca miktarına göre yaklaşık 10-30 ml alınır. Üzeri 100-150 ml saf suyla tamamlanır. Ortamın içindeki reaksiyona zarar verecek katyonlar 2 damla trietanol amin ile maskelenir. Ortamın pH'ı 12,8'e % 25'lik KOH ile ayarlanır. pH 12,8 olduktan sonra çözeltiye carboxylic asit indikatörü ilave edilerek, komplexe şarap rengi verilir. 0,02 Molar EDTA ile şarap rengi mavi oluncaya kadar titre edilir. Sarfedilen EDTA'dan aşağıdaki formüle göre % CaO hesaplanır.

$$\% \text{CaO} : ((F.e.n.s)/1000.W).100.Sf$$

F: Faktör (0,02 M EDTA için 1 alınır.)

e: Eşdeğer ağırlık (CaO için 56 alınır.)

n: Normalite (0,02 M EDTA)

s: EDTA sarfiyeti (ml)

W: Örnek tartımı (gr)

Sf: Seyreltme faktörü (örneğin: 250 ml/20 ml gibi.)

10.2.4. MgO tayini : CaO analizinde olduğu gibi örnek alınır. pH 10'a ayarlanır ($\text{NH}_3 \cdot \text{NH}_4\text{Cl}$ tampon çözeltisi ile). İndikatör Eriocream black T ile çözelti şarap rengine dönüştürülür. 0,02

Molar EDTA ile maviye dönene kadar titre edilir. Aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\% \text{ MgO} : (A-B) \times 4,02$$

A: MgO için yapılan EDTA sarfiyatı,

B: CaO için yapılan EDTA sarfiyatı.

Çalışmada MgO analizi stokiometrik olarak hesaplanmıştır.

10.2.5. Fe_2O_3 tayini:

Reaktifler:

% 15'lik KSCN çözeltisi: 37,5 gr KSCN, 250 ml'lik balon jojeye suyla tamamlanır.

Derişik HCl;

0 çözelti: Su-esit-% KSCN

50 ml'lik balon jöjelere 5 ml derişik HCl- % 15'lik KSCN'den 12 ml alınır. Üzerine belirli bir miktar (numunelerin demir içeriklerine göre 5-10-15 ml) numune alınır. Üzeri saf su ile 50 ml'ye tamamlanır.

hazırlanan çözeltiler, spektrofotometrede 480 dalga boyunda absorbens değerleri okunur. Standartlara göre hazırlanmış bulunan demir eğrisinden, absorbens değerine karşılık gelen ppm değerleri okunur ve bağıntıdan Fe_2O_3 yüzdesi hesaplanır.

$$\% \text{ Fe}_2\text{O}_3 : ((50.\text{ppm}.\text{Sf}) / \text{N}_t) . 1,43 \times 10^{-4}$$

Sf: Seyreltme faktörü (250 ml/10 ml gibi)

Nt: Numune tartımı

10.2.6. Ateş zayıyatı tayini: Kimyasal analiz numunesinden yaklaşık 1-1,5 gram alınır ve sabit tartıma gelmiş porselen kroze konulur. Porselen kroze, içinde numune olduğu halde fırında 1000°C sıcaklıkta 2 saat bekletilir. Kroze, fırından çıkarıldıktan sonra desikatörde soğutulur ve tartım alınır.

$$\% \text{ At. Za.} : (A/B) \times 100$$

A: Uçan (yanma sonucu) numune miktarı (gr)

B: İlk alınan (yanma öncesi) numune miktarı (gr).

10.3. Kırma Deneyleri

En iri parça boyutu 75 mm olarak laboratuara gelen tuvenan cevher, sırasıyla laboratuvar tipi çeneli, konili kırıncılar kullanılarak -30 mm ve -12,7 mm boyutlarına indirilmiştir. Kırma deneyleri sonucunda cevherin farklı boyutlarda farklı kırılgenlik özelliğine sahip olduğu görülmüştür.

Alınan numune, konileme-dörtleme yöntemi ile azaltılarak iki bölümü şahit numune olarak ayrılmış olup, iki bölümünün üzerinde ise zenginleştirme çalışmaları yapılmıştır.

Alınan cevherin konileme-dörtleme yöntemi ile azaltılarak iki bölümünün alınmasıyla tuvenan cevherin boyut dağılımını öğrenmek için 76,1 mm'nin altında elek analizi çalışması yapılmıştır (Çizelge 12).

Çizelge 12. Tuvenan Cevherin Elek Analizi

Boyut Aralığı (mm)	Ağırlık		Kümülatif	
	(kg)	(%)	Elek altı(%)	Elek. üstü(%)
-76,1+50,8	7,775	14,06	100,00	14,06
-50,8+30	18,700	33,82	85,94	47,88
-30 +19	7,325	13,25	52,12	61,13
-19 +15	5,175	9,36	38,87	70,49
-15 +4,75	8,050	14,56	29,51	85,05
-4,75+2	3,575	6,46	14,95	91,51
-2 +1	1,700	3,07	8,49	94,58
-1	3,000	5,42	5,42	100,00
TOPLAM	55,300	100,00		

Tuvenan cevherin her boyut aralığı için kimyasal analizleri ve dağılımları çizelge 13'de verilmiştir.

Çizelge 13. Tuvenan Cevherin Her Boyut Aralığı İçin Kimyasal Analizleri ve Dağılımları

Boyut Ara. (mm)	Ağırlık (%)	TENÖRLER(%)				DAĞILIMLAR(%)			
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-76,1+50,8	14,06	23,55	3,44	2,14	32,56	12,36	14,06	13,39	14,79
-50,8+30	33,82	24,16	3,10	2,17	32,41	30,52	30,49	32,64	35,42
-30 +19	13,25	25,32	3,41	2,49	31,45	12,53	13,14	14,62	13,45
-19 +15	9,36	26,86	3,66	2,52	30,58	9,39	9,98	10,50	9,25
-15 +4,75	14,56	28,61	3,52	2,22	30,07	15,55	14,91	14,40	14,15
-4,75+2	6,46	34,26	4,26	2,12	27,15	8,26	8,00	6,11	5,67
-2 +1	3,07	33,69	4,52	2,17	27,25	3,86	4,05	2,98	2,70
-1	5,42	37,21	3,40	2,19	26,11	7,53	5,37	5,30	4,57
TOPLAM	:100,00								

Çizelge 14. Çeneli Kırıcıda 30 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Elek Analizi

Boyut Aralığı (mm)	Ağırlık		Kümülatif(%)	
	(kg)	(%)	Elek altı	Elek üstü
-30+19	3,116	10,27	100,00	10,27
-19+15	7,513	24,76	89,73	35,05
-15+4,75	10,112	33,33	64,97	68,36
-4,75-2	2,960	9,77	31,64	78,13
-2 +1	1,960	6,46	21,87	84,59
-1	4,674	15,41	15,41	100,00
TOPLAM	: 30,335	100,00		

Konileme-dörtleme sonucu kalan 1/2' numunenin de konileme-dörtleme yöntemiyle azaltılmasıyla alınan 1/2'lik bölüm, çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılırken; diğer 1/2'lik bölüm de tekrar konileme-dörtleme yapılarak 1/2'si 12,7 mm'nin altına kırılmıştır.

Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin elek analizi çizelge 14'de verilmiştir. Aynı numune üzerinde yapılan kimyasal analizler ve dağılımlar ise çizelge 15'de verilmiştir.

Çizelge 15. Çeneli Kırıcıda 30 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Her Boyut Aralığı İçin Kimyasal Analizler ve Dağılımları

Boyut Ara. (mm)	Ağırlık (%)	TENÖRLER(%)				DAĞILIMLAR(%)			
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-30 +19	10,27	24,68	3,89	2,15	31,81	9,46	11,81	9,82	10,56
-19 +15	24,76	25,15	3,81	2,31	31,49	23,25	27,42	25,42	25,20
-15 +4,75	33,33	26,99	3,62	2,10	30,89	33,59	35,07	31,11	33,28
-4,75+2	9,77	29,22	3,38	2,47	29,64	10,66	9,55	10,72	9,36
-2 +1	6,46	28,51	2,73	2,02	30,66	6,88	5,12	5,80	6,40
-1	15,41	28,08	2,53	2,50	30,55	16,16	11,33	17,13	15,20
TOPLAM	:100,00	26,78	3,44	2,25	30,94	100,0	100,0	100,0	100,0

Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılan numunenin elek analizi çizelge 16'da verilmiştir. Aynı numunenin elek analizindeki her boyut aralığı için kimyasal analizler ve dağılımlar çizelge 17'de verilmiştir.

Kırma deneyleri sonunda silisin geldiği malzemenin yumuşak olması (altere serpantin) dolayısıyla, SiO_2 içeriği ince tane boylarında artma eğilimi gösterirken, MgO içeriğinde de azalma eğilimi gözlemek mümkündür.

11. ZENGİNLEŞTİRME

Tane boyutuna göre sınıflandırma ile istenen zenginleştirmenin sağlanamayacağı yapılan deneylerden gözlenmiştir.

Cevher bünyesinde manyetik özellikli minerallerden (altere olmamış)serpantin, forsterit ve tali olarak piroksen bulunmaktadır. Manyetik olmayan mineraller olarak da (altere olmuş) serpantin, manyezit ve tali olarak da kalsit ile dolomit bulunmaktadır.

Manyetik özellikli olmayan minerallerin özgül ağırlıkları piknometre yardımıyla ölçülmüş ve şu sonuçlar bulunmuştur.

1. Manyezit d: 2,8 gr/cm³
2. Serpantin(1) d: 2,4 gr/cm³
3. Serpantin(2) d: 2,95 gr/cm³
4. Serpantin(3) d: 2,6 gr/cm³

Bu çalışma ile manyezitin diğerlerinden farklı özgül ağırlıklarına sahip olduğu gözlenmiştir.

30 mm'nin altına kırılan numune ile önce (altere olmamış) serpantin ve forsteritin alınması için manyetik ayırma ve devamında (altere olmuş) serpantin alınması için özgül ağırlık farklarına dayanan gravite jig ve sallantılı masa ile zenginleştirme süreçleri düşünülmüştür.

12,7 mm'nin altına kırılan numune ile manyetik ayırma ve gravite ağır ortam zenginleştirmesi süreci düşünülmüştür.

11.1. 30 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Zenginleştirme Çalışmaları

11.1.1. Manyetik ayırma ile zenginleştirme: Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin elek analizi boyut aralıklarından $-30+19$ mm ile $-19+15$ mm haricindeki boyut aralıkları Permroll^R laboratuvar tipi kuru sürekli manyetik ayırıcıdan geçirilmiştir.

$-15+4,75$ mm, $-4,75+2$ mm ve $-2+1$ mm boyut aralıklarındaki numuneler 100 d/d hızda ikişer kez manyetik ayırıcıdan geçirilmiştir. -1 mm boyut aralığındaki numune ise 150 d/d hızda beş kez geçirilmiştir. Yapılan manyetik ayırma ile zenginleştirme çalışmalarının sonuçları olan kimyasal analizler çizelge 18'de, bireysel sonuçlara göre dağılımlar çizelge 19'da ve tüm örneğe göre dağılımlar ise çizelge 20'de verilmiştir.

Çizelge 18. Çeneli Kırıcıda 30 mm'nin Altına Kırılmış Numune-
nin Manyetik Ayırma Çalışmalarının Kimyasal Ana-
lizleri

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-15+4,75	Konsantre	63,00	16,76	0,85	1,85	37,22
	Ara Ürün	27,50	43,76	7,37	2,10	21,23
	Atık	9,50	46,29	11,13	3,76	16,88
	Giriş	100,00	26,99	3,62	2,10	30,89
-4,75+2	Konsantre	47,87	14,95	0,51	1,42	38,59
	Ara Ürün	26,60	40,37	5,12	3,55	22,67
	Atık	25,53	44,36	6,95	3,31	20,13
	Giriş	100,00	29,22	3,38	2,47	29,64
-2+1	Konsantre	149,73	11,81	0,75	1,14	40,19
	Ara Ürün	15,13	34,29	3,54	3,72	26,13
	Atık	35,14	49,65	5,18	2,53	19,13
	Giriş	100,00	28,51	2,73	2,02	30,66
-1	Konsantre	40,53	13,08	0,175	2,02	39,12
	Ara Ürün	18,69	33,36	3,20	3,32	27,06
	Atık	40,78	40,57	4,56	2,60	23,64
	Giriş	100,00	28,08	2,53	2,50	30,55

Çizelge 19. Çeneli Kırıcıda 30 mm'nin Altına Kırılmış Numune-
nin Manyetik Ayırma Çalışmalarının Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-15+4,75	Konsantre	63,00	39,12	14,79	55,50	75,91
	Ara Ürün	27,50	44,59	55,99	27,50	18,90
	Atık	9,50	16,29	29,22	17,00	5,19
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0
-4,75+2	Konsantre	47,87	24,49	7,22	27,53	62,32
	Ara Ürün	26,60	36,75	40,29	38,23	20,34
	Atık	25,53	38,76	52,49	34,24	17,34
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0
-2+1	Konsantre	49,73	20,60	13,66	28,08	65,19
	Ara Ürün	15,13	18,20	19,65	27,88	12,89
	Atık	35,14	61,20	66,69	44,04	21,92
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,0
-1	Konsantre	40,53	18,88	2,80	32,75	51,90
	Ara Ürün	18,69	22,20	23,70	24,82	16,55
	Atık	40,78	58,92	73,50	42,43	31,55
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 20. Çeneli Kırıcıda 30 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Çalışmalarının Tüm Numuneye Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-15+4,75	Konsantre	21,04	13,06	4,98	18,55	25,35
	Ara Ürün	9,15	14,88	18,68	9,15	6,28
	Atık	3,14	5,38	9,66	5,63	1,70
	Toplam	33,33	33,33	33,33	33,33	33,33
-4,75+2	Konsantre	4,65	2,37	0,70	2,67	6,05
	Ara Ürün	2,61	3,60	3,92	3,75	2,00
	Atık	2,51	3,80	5,15	3,35	1,72
	Toplam	9,77	9,77	9,77	9,77	9,77
-2+1	Konsantre	3,20	1,33	0,88	1,81	4,19
	Ara Ürün	0,98	1,18	1,28	1,80	0,85
	Atık	2,27	3,95	4,30	2,85	1,42
	Toplam	6,46	6,46	6,46	6,46	6,46
-1	Konsantre	6,24	2,91	0,43	5,04	7,99
	Ara Ürün	2,87	3,40	3,63	3,81	2,54
	Atık	6,30	9,10	11,35	6,56	4,88
	Toplam	15,41	15,41	15,41	15,41	15,41

Manyetik ayırma zenginleştirmesi çalışmalarına göre -15+4,75 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %16,76, %0,85, %1,85, dağılımları sırasıyla %39,12, %14,79, %55,50 ve tüm numuneye göre dağılım-

ları sırasıyla %13,06, %4,99, %18,55 bulunmuştur.

-4,75+2 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %14,95, 0,51, 1,42, dağılımları sırasıyla %24,49, %7,22, %27,53, ve tüm numuneye göre dağılımları sırasıyla %4,65, %2,37, %0,70 bulunmuştur.

-2+1 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %11,81, %0,75, %1,14, dağılımları sırasıyla %20,60, %13,66, %28,08 ve tüm numuneye göre dağılımları sırasıyla %1,33, %0,88, %1,81 bulunmuştur.

-1 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %13,08, %0,175, %2,02, dağılımları sırasıyla %18,88, %2,80, %32,75 ve tüm numuneye göre dağılımları sırasıyla %2,91, %0,43, %5,04 bulunmuştur.

11.1.2. Jig ve sallantılı masa ile gravite zenginleştirilmesi:

Çeneli kırıcıda 30 mm'nin altına kırılmış numunenin elek analizi boyut aralıkları ile manyetik ayırma ile zenginleştirme yapılmış ve alınan konsantreler üzerinde zenginleştirme çalışmalarına devam edilmiş olup manyezit minerali ile gang minerali arasındaki özgül ağırlık farkı dolayısıyla gravite zenginleştirilmesi uygulanmıştır. -30+19 mm ve -19+15 mm boyut aralıklarında bağlı tanenin yoğun olması dolayısıyla bu çalışma uygulanamamıştır. -15+4,75 mm boyut aralığındaki manyetik ayırma konsantresi, konileme-dörtleme yoluyla iki kısma bölündükten sonra bir kısmına aşağıdaki koşullarda jig ile zenginleştirme çalışması uygulanmış ve etkin bir ayırmanın olmadığı gözlenmiştir.

-4,75+2 mm boyut aralığındaki manyetik ayırma konsantresi konileme-dörtleme ile iki bölüme ayrılmış ve bir bölümü alınarak jig ile zenginleştirmeye tabi tutulmuştur. Çalışma aşağıdaki koşullarda gerçekleştirilmiştir. Çalışma koşulları:

1. Devir sayısı : 230 d/d
2. Zaman : 15 dk.
3. Su beslemesi : 5 lt/dk.

-4,75±2 mm boyut aralığındaki numunenin manyetik ayırma konsantresinin jig ile zenginleştirme çalışması kimyasal analizleri çizelge 21'de verilmiştir.

Çizelge 21. -4,75±2 mm Boyut Aralığındaki Numunenin Gravite İle Zenginleştirilmesinin Kimyasal Analizleri

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-4,75±2	Konsantre	60,00	10,60	0,33	1,37	40,76
	Atık	40,00	21,47	0,78	1,49	35,34
	Giriş	100,00	14,95	0,51	1,42	38,59

Yapılan jig ile zenginleştirme çalışmasının bireysel sonuçlara göre dağılımları çizelge 22'de, tüm örneğe göre dağılımları ise çizelge 23'de verilmiştir.

Çizelge 22. -4,75±2 mm Boyut Aralığındaki Numunenin Gravite İle Zenginleştirilmesinin Bireysel Sonuçlara Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-4,75±2	Konsantre	60,00	42,54	38,82	57,89	63,37
	Atık	40,00	57,46	61,18	42,11	36,63
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 23. -4,75+2 mm Boyut Aralığındaki Numunenin Gravite İle Zenginleştirilmesinin Tüm Numuneye Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-4,75+2	Konsantre	2,79	1,98	1,80	2,69	2,95
	Atık	1,86	2,67	2,85	1,96	1,70
	Toplam	4,65	4,65	4,65	4,65	4,65

-4,75+2 mm, -2+1 mm ve -1 mm boyut aralığındaki manyetik ayırma konsantreleri ile sallantılı masa ile ayırma çalışmaları yapılmış olup -4,75+2 mm boyut aralığındaki numunede etkin bir ayırmamanın olmadığı gözlenmiştir. Diğer boyut aralıklarında aşağıdaki koşullarda çalışılmıştır. Çalışma koşulları:

1. Uzunluk : 2,1 cm
2. Salınım sayısı: 210 d/d
3. Eğim : 1/5 (11° 30')
4. Su beslemesi : 6 lt/dk

-2+1 mm ve -1 mm boyut aralıklarındaki gravite zenginleştirilmesi çalışmalarının kimyasal analizleri çizelge 24'de, bireysel sonuçlara göre dağılımları çizelge 25'de ve tüm numuneye göre dağılımları çizelge 26'da verilmiştir.

Çizelge 24. -2+1 ve -1 mm Boyut Aralığındaki Numunelerin Gravite İle Zenginleştirme Çalışmalarının Kimyasal Analizleri

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-2+1	Konsantre	78,87	10,06	0,69	0,96	41,19
	Atık	21,13	18,34	0,97	1,81	36,45
	Giriş	100,00	11,81	0,75	1,14	40,19
-1	Konsantre	76,10	10,58	0,162	2,13	40,21
	Atık	23,90	21,04	0,216	1,67	35,65
	Giriş	100,00	13,08	0,175	2,02	39,12

Çizelge 25. -2+1 ve -1 mm Boyut Aralığındaki Numunelerin Gravite İle Zenginleştirme Çalışmalarının Bireysel Sonuçlara Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-2+1	Konsantre	78,87	67,18	72,61	66,42	80,83
	Atık	21,13	32,82	27,39	33,58	19,17
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-1	Konsantre	76,10	61,55	70,45	80,24	78,22
	Atık	23,90	38,45	29,55	19,76	21,78
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 26. -2+1 ve -1 mm Boyut Aralıklarındaki Numunelerin Gravite İle Zenginleştirme Çalışmalarının Tüm Numuneye Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-2+1	Konsantre	2,52	2,15	2,32	2,12	2,58
	Atık	0,68	1,05	0,88	1,08	0,62
	Toplam	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
-1	Konsantre	4,74	3,82	4,39	5,00	4,87
	Atık	1,50	2,42	1,85	1,24	1,37
	Toplam	6,24	6,24	6,24	6,24	6,24

Gravite zenginleştirme çalışmaları, manyetik ayırma ile zenginleştirme çalışmalarına göre etkili bir zenginleşmenin olduğu söylenemez.

11.2. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılan Numunenin Zenginleştirme Çalışmaları

11.2.1. Manyetik ayırma ile zenginleştirme: Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin elek analizi boyut aralıkları Perroll^R laboratuvar tipi kuru sürekli manyetik ayırıcıdan geçirilmiştir.

Tüm boyut aralıkları manyetik ayırıcıdan 100 d/d hız ile ikişer kez geçirilmiştir. Yapılan manyetik ayırma ile zenginleştirme çalışmalarının sonuçları olan kimyasal analizler çizelge 27'de, bireysel sonuçlara göre dağılımlar çizelge 28'de ve tüm numuneye göre dağılımlar çizelge 29'da verilmiştir.

Çizelge 27. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Çalışmalarının Kimyasal Analizleri

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-12,7+8	Konsantre	59,09	15,35	2,65	1,94	36,96
	Atık	40,91	43,83	4,48	2,60	22,12
	Giriş	100,00	27,00	3,40	2,21	30,89
-8+4,75	Konsantre	53,95	11,83	0,14	0,99	40,59
	Atık	46,05	42,86	6,94	3,57	20,63
	Giriş	100,00	26,12	3,27	2,18	31,40
-4,75+2	Konsantre	53,98	10,08	0,19	0,70	41,64
	Atık	46,02	44,39	6,99	4,02	19,50
	Giriş	100,00	25,87	3,32	2,23	31,45
-2+1	Konsantre	51,28	12,02	0,186	0,75	40,68
	Atık	48,72	43,42	7,03	3,81	20,11
	Giriş	100,00	27,32	3,52	2,24	30,66
-1	Konsantre	30,77	10,01	0,17	1,00	41,43
	Atık	69,23	36,64	5,41	3,02	24,72
	Giriş	100,00	28,45	3,80	2,40	29,86

Çizelge 28. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Çalışmalarının Bireysel Sonuçlara Göre Dağılımı

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-12,7+8	Konsantre	59,09	33,59	46,05	51,87	70,70
	Atık	40,91	66,41	53,95	48,13	29,30
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-8+4,75	Konsantre	53,95	24,43	2,31	24,50	69,74
	Atık	46,05	75,57	97,69	75,50	30,26
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-4,75+2	Konsantre	53,98	21,03	3,09	16,94	71,47
	Atık	46,02	78,97	96,91	83,06	28,53
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-2+1	Konsantre	51,28	22,56	2,69	17,17	68,04
	Atık	48,72	77,44	97,31	82,83	31,96
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-1	Konsantre	30,77	10,83	1,38	12,82	42,69
	Atık	69,23	89,17	98,62	87,18	57,31
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 29. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Çalışmalarının Tüm Numuneye Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-12,7+8	Konsantre	5,96	3,39	4,65	5,23	7,13
	Atık	4,13	6,70	5,44	4,86	2,96
	Toplam	10,09	10,09	10,09	10,09	10,09
-8+4,75	Konsantre	16,48	7,47	0,71	7,48	21,30
	Atık	14,06	23,07	29,84	23,02	9,24
	Toplam	30,54	30,54	30,54	30,54	30,54
-4,75+2	Konsantre	14,16	5,52	0,81	4,44	18,75
	Atık	12,08	20,73	25,43	21,78	7,49
	Toplam	26,24	26,24	26,24	26,24	26,24
-2+1	Konsantre	6,07	2,67	0,32	2,03	8,05
	Atık	5,77	9,17	11,52	9,81	3,79
	Toplam	11,84	11,84	11,84	11,84	11,84
-1	Konsantre	6,55	2,30	0,29	2,73	9,09
	Atık	14,74	18,99	21,00	18,56	12,20
	Toplam	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29

Manyetik ayırma zenginleştirmesi çalışmalarına göre -12,7+8 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %15,35, %2,65, %1,94, dağılımları sırasıyla %33,59, %46,05, %51,87 ve tüm numuneye göre dağılımları sırasıyla %3,39, %4,65 ve %5,23 olarak bulunmuştur.

-8+4,75 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %11,83, %0,14, %0,99 dağılımları sırasıyla %24,43, %2,31, %24,50 ve tüm numuneye göre dağılımları sırasıyla %7,47, %0,71, %7,48 olarak bulunmuştur.

-4,75+2 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %10,08, %0,19, %0,70 dağılımları sırasıyla %21,03, %3,09, %16,94, tüm numuneye göre dağılımları ise sırasıyla %5,52, %0,81, %4,44 olarak bulunmuştur.

-2+1 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %12,02, %0,186, %0,75, dağılımları sırasıyla %22,56, %2,69, %17,17 ve tüm numuneye göre dağılımları %2,67, %0,32, %2,03 olarak bulunmuştur.

-1 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %10,01, %0,17, %1,00, dağılımları sırasıyla %10,83, %1,38, %12,82 olarak bulunmuştur.

11.2.2. Ağır ortam ile zenginleştirme: Çalışma koşulları: Bromoform (özgül ağırlığı $2,818 \text{ gr/cm}^3$) ile karbontetraklorür (CCl_4 :özgül ağırlığı $1,58 \text{ gr/cm}^3$) ayarlanarak ortam yoğunluğu $2,7 \text{ gr/cm}^3$ 'e getirilmiştir.

Piknometre ile yapılan özgül ağırlık tayinine göre, özgül ağırlığı yüksek olan forsterit ve altere olmamış serpantinin manyetik ayırıcıda ayrılması sonucu geriye kalan altere serpantin, dolomit bu ortamda yüzmüş, manyezit ise özgül ağırlığı gereği batmıştır.

Çeneli kırıcıda 12,7 mm'nin altına kırılmış numunenin, manyetik ayırma ile zenginleştirme sonucu ortaya çıkan konsantresi üzerinde -12,7+8 mm, -8+4,75 mm, -4,75+2 mm, -2+1 mm boyut aralıkları için yapılan ağır ortam çalışmalarının sonuçları olan kimyasal analizler çizelge 30'da verilmiştir. Ağır ortam ile zenginleştirmenin bireysel sonuçlara göre dağılımları çizelge

31'de verilmiştir. Ağır ortam zenginleştirmesi çalışmalarının tüm numuneye göre dağılımları ise çizelge 32'de verilmiştir.

Çizelge 30. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Konsantrelerinin Ağır Ortam Ayırması Çalışmalarının Kimyasal Analizleri

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-12,7+8	Konsantre	60,0	5,62	0,08	0,35	44,08
	Atık	40,0	29,94	6,50	4,32	26,28
	Giriş	100,0	15,35	2,65	1,94	36,96
-8+4,75	Konsantre	84,1	5,63	0,08	0,29	44,13
	Atık	15,9	44,62	0,46	4,69	21,86
	Giriş	100,0	11,83	0,14	0,99	40,59
-4,75+2	Konsantre	83,67	5,65	0,12	0,52	43,91
	Atık	16,33	32,78	0,55	1,62	30,01
	Giriş	100,00	10,08	0,19	0,70	41,64
-2-1	Konsantre	78,57	5,13	0,08	0,46	44,22
	Atık	21,43	37,28	0,57	1,81	27,70
	Giriş	100,00	12,02	0,186	0,75	40,68

Çizelge 31. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Konsantrelerinin Ağır Ortam Ayırması Çalışmalarının Bireysel Sonuçlara Göre Dağılımları

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-12,7+8	Konsantre	60,0	21,97	1,81	10,82	71,56
	Atık	40,0	78,03	98,19	89,18	28,44
	Toplam	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00
-8+4,75	Konsantre	84,1	40,02	48,06	24,63	91,43
	Atık	15,9	59,98	51,94	75,37	8,57
	Toplam	100,0	100,00	100,00	100,00	100,00
-4,75+2	Konsantre	83,67	46,90	52,84	62,15	88,23
	Atık	16,33	53,10	47,26	37,85	11,77
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
-2+1	Konsantre	78,57	33,53	34,00	48,20	85,41
	Atık	21,43	66,47	66,00	51,80	14,59
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Çizelge 32. Çeneli Kırıcıda 12,7 mm'nin Altına Kırılmış Numunenin Manyetik Ayırma Konsantrelerinin Ağır Ortam Ayırması Çalışmalarının Tüm Numuneye Göre Dağılımı

Boyut Aralığı (mm)	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
-12,7+8	Konsantre	3,58	1,31	0,11	0,65	4,27
	Atık	2,38	4,65	5,85	5,31	1,69
	Toplam	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96
-8+4,75	Konsantre	13,86	6,60	7,92	4,06	15,07
	Atık	2,62	9,88	8,56	12,42	1,41
	Toplam	16,48	16,48	16,48	16,48	16,48
-4,75+2	Konsantre	11,85	6,64	7,48	8,80	12,50
	Atık	2,31	7,52	6,68	5,36	1,66
	Toplam	14,16	14,16	14,16	14,16	14,16
-2+1	Konsantre	4,77	2,03	2,06	2,92	5,18
	Atık	1,30	4,04	4,01	3,15	0,89
	Toplam	6,07	6,07	6,07	6,07	6,07

Ağır ortam ile zenginleştirme çalışmalarında, manyetik ayırma ile zenginleştirme çalışmalarına göre etkili bir zenginleşmenin olduğu gözlenmiştir.

Ağır ortam ile zenginleştirme çalışmalarına göre -12,7+8 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %5,62, %0,08, %0,35, dağılımları sırasıyla %21,97, %1,81, %10,82 ve tüm numuneye göre dağılımları sırasıyla % 1,31, %0,11, %0,65 olarak bulunmuştur.

-8+4,75 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %5,63, %0,08, %0,29 dağılımları sırasıyla %40,02, %48,06, %24,63, tüm numuneye göre dağılımları ise sırasıyla %6,60, %7,92 ve %4,06 olarak bulunmuştur.

-4,75+2 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %5,65, %0,12, %0,52 dağılımları sırasıyla %46,90, %52,84, %62,15, tüm numuneye göre dağılımları ise sırasıyla % 6,64, %7,48, %8,80 olarak bulunmuştur.

-2+1 mm boyut aralığındaki numunenin konsantresinin SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içeriklerince sırasıyla %5,13, %0,08, %0,46, dağılımları sırasıyla %33,53, %34,00, %48,20, tüm numuneye göre dağılımları ise sırasıyla % 2,03, %2,06, %2,92 olarak bulunmuştur.

11.3. Döner Fırında Elek Altı (-1 mm) Manyezitlerin Zenginleştirme Çalışmaları

11.3.1. Denemelere esas olan numune: Numune, halen çalışmakta olan Konya Krom-Magnezit Tuğla Fabrikası döner fırınında elek altı olarak atılan -1 mm boyutlu manyezitten alınmıştır. Fabrikadan tarafımıza gönderilen yaklaşık 4 kg'lık temsili numune ile bir seri deneme yapılmıştır.

Denemelere esas olan numunenin komple kimyasal analizi çizelge 33'de verilmiştir.

Çizelge 33. Denemelere Esas Olan Numunenin Komple Kimyasal Analizi

SiO_2	% 10,23
Fe_2O_3	% 0,32
CaO	% 0,96
MgO	% 41,29

Döner fırında elek altı olarak atılan -1 mm boyut aralıklı numune ile, aglomerasyon ve agloflotasyon ile zenginleştirme çalışmaları uygulanmıştır. Numune, bilyalı değirmen ile -0,212 mm boyutuna indirilmiş ve daha sonra havanda -0,150 mm boyutuna indirilerek zenginleştirme çalışmalarına hazır hale getirilmiştir.

11.3.2. Aglomerasyon ile zenginleştirme: Aglomerasyon, tanelerin yüzey özelliklerinden yararlanılarak yapılan boyut büyütme sürecidir.

Agglomerasyon çalışmaları aşağıda belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir.

Deney 1.

1. Boyut : -0,212 mm
2. Örnek miktarı: 106 gr
3. Katı oranı : %10
4. Sıcaklık : 30°C
5. pH : 11 (NaOH ile ayarlanmıştır)
6. Oleik asit : 55 damla
7. Gazyağı : 20 ml

Deney 2.

1. Boyut : -0,150 mm
2. Örnek miktarı: 106 gr
3. Katı oranı : %10
4. Sıcaklık : 30°C
5. pH : 12 (NaOH ile ayarlanmıştır)
6. Oleik asit : 50 damla
7. Gazyağı : 17 ml

Deney 3.

1. Boyut : -0,150 mm
2. Örnek miktarı: 106 gr
3. Katı oranı : %10
4. Sıcaklık : 30°C

5. pH : 11 (NaOH ile ayarlanmıştır)
 6. Oleik asit : 50 damla
 7. Gazyağı : 17 ml

Aglomerasyon çalışmalarının kimyasal analizleri çizelge 34'de, dağılımları ise çizelge 35'de verilmiştir.

Çizelge 34. Döner Fırında Elek Altı Olarak Atılan -1 mm Boyut Aralıklı Numunenin Aglomerasyon Çalışmaları Kimyasal Analizleri

Deney No	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	Konsantre	74,53	3,90	0,11	0,38	44,85
	Atık	25,47	28,75	0,93	2,66	30,87
	Giriş	100,00	10,23	0,32	0,96	41,29
2	Konsantre	75,00	3,69	0,10	0,40	44,94
	Atık	25,00	29,85	0,98	2,64	30,34
	Giriş	100,00	10,23	0,32	0,96	41,29
3	Konsantre	68,40	5,04	0,17	0,35	44,31
	Atık	31,60	21,46	0,64	2,28	34,75
	Giriş	100,00	10,23	0,32	0,96	41,29

Çizelge 35. Döner Fırında Elek Altı Olarak Atılan -1 mm Boyut Aralıklı Numunenin Aglomerasyon Çalışmalarının Dağılımları

Deney No	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	Konsantre	74,53	28,41	25,62	29,50	80,96
	Atık	25,47	71,59	74,38	70,50	19,04
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	Konsantre	75,00	27,00	23,44	31,25	81,63
	Atık	25,00	73,00	76,56	68,75	18,37
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	Konsantre	68,40	33,70	36,34	24,94	73,40
	Atık	31,60	66,30	63,66	75,06	26,60
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Aglomerasyon ile zenginleştirme çalışmalarına göre, -1 mm boyut aralığındaki bu numune ile 1. deney konsantresi için SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %3,90, %0,11, %0,38, dağılımları sırasıyla %28,41, %25,62, %29,50 olarak bulunmuştur.

Aynı numunenin 2. deney konsantresi için SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %3,69, %0,10, %0,40, dağılımları sırasıyla %27,0, %23,44, %31,25 olarak bulunmuştur.

3. deney konsantresi için ise SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %5,04, %0,17, %0,35, dağılımları sırasıyla %33,70, %36,34 ve %24,94 olarak bulunmuştur.

11.3.3. Agloflotasyon ile zenginleştirme: Agloflotasyon, tanelerin yüzey özelliklerinden yararlanılarak yapılan boyut büyütme ve bu boyut büyütmenin devamında tanelerin yüzdürülmesi sürecidir.

Agloflotasyon çalışmaları aşağıdaki belirtilen koşullarda gerçekleştirilmiştir.

Deney 1.

1. Boyut : -0,150 mm
2. Örnek miktarı: 106 gr
3. Katı oranı : %10
4. Sıcaklık : 30°C
5. pH : 11 (NaOH ile ayarlanmıştır)
6. Oleik asit : 50 damla
7. Gazyağı : 17 ml
8. Köpürtücü : 9 damla

Deney 2.

1. Boyut : -0,150 mm
2. Örnek miktarı: 106 gr
3. Katı oranı : %10
4. Sıcaklık : 30°C
5. pH : 12 (NaOH ile ayarlanmıştır)
6. Oleik asit : 50 damla
7. Gazyağı : 17 ml
8. Köpürtücü : 12 damla

Deney 3.

1. Boyut : 0,212 mm
2. Örnek miktarı: 106 gr
3. Katı oranı : %10
4. Sıcaklık : 30°C
5. pH : 11 (NaOH ile ayarlanmıştır)
6. Oleik asit : 55 damla
7. Gazyağı : 20 ml
8. Köpürtücü : 9 damla

Agloflotasyon çalışmalarının kimyasal analizleri çizelge 36'da, dağılımları ise çizelge 37'de verilmiştir.

Çizelge 36. Döner Fırında Elek Altı Olarak Atılan -1 mm Boyut Aralıklı Numunenin Agloflotasyon Çalışmalarının Kimyasal Analizleri

Deney No	Ürünler	Ağırlık (%)	TENÖRLER (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	Konsantre	80,60	4,35	0,175	0,42	44,58
	Atık	19,40	34,66	0,92	3,20	27,62
	Giriş	100,00	10,23	0,32	0,96	41,29
2	Konsantre	67,64	4,57	0,11	0,52	44,42
	Atık	32,36	22,06	0,76	1,88	34,75
	Giriş	100,00	10,23	0,32	0,96	41,29
3	Konsantre	60,38	4,99	0,09	0,46	44,28
	Atık	39,62	18,21	0,67	1,72	36,73
	Giriş	100,00	10,23	0,32	0,96	41,29

Çizelge 37. Döner Fırında Elek Altı Olarak Atılan -1 mm Boyut Aralıklı Numunenin Agloflotasyon Çalışmalarının Dağılımları

Deney No	Ürünler	Ağırlık (%)	DAĞILIMLAR (%)			
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1	Konsantre	80,60	34,27	44,18	35,26	87,02
	Atık	19,40	65,73	55,82	64,74	12,98
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	Konsantre	67,64	30,22	23,25	36,64	72,77
	Atık	32,36	69,78	76,75	63,36	27,23
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
3	Konsantre	60,38	29,45	16,98	28,93	64,75
	Atık	39,62	70,55	83,02	71,07	35,25
	Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Agloflotasyon ile zenginleştirme çalışmalarına göre, -1 mm boyut aralığındaki bu numune ile 1. deney konsantresi SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %4,35, %0,175, %0,42, dağılımları sırasıyla %34,27, %44,18, %35,26 olarak bulunmuştur.

Aynı numunenin 2. deney konsantresi SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %4,57, %0,11, %0,52, dağılımları sırasıyla %30,22, %23,25, %36,64 olarak bulunmuştur.

3. deney konsantresi ise SiO₂, Fe₂O₃ ve CaO içeriklerince sırasıyla %4,99, %0,09, %0,46, dağılımları sırasıyla %29,45, %16,98 ve %28,93 olarak bulunmuştur.

12. SONUÇLAR

1. Konya Krom-Magnezit T.A.Ş., Helvacıbaşa Manyezitlerinden alınan tuvenan örnekte MgO , SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO içerikleri sırasıyla % 30,94, % 26,78, % 3,44 ve % 2,25 olarak analiz edilmiştir.

2. Cevherde esas mineral manyezit olup, bunun yanında hakim mineraller (gang) olarak serpantin ve forsteritin olduğu saptanmıştır.

3. Tane boyu gruplarına göre yapılan analizlerde kırma çalışmaları sonucunda önemli bir farklılığın olmadığı gözlenmiştir.

4. Kırma çalışmalarından beklenen ayırmanın sağlanamaması ve cevher bünyesinde altere olmamış serpantin fazlalığı, manyetik ayırmanın gerekliliğini ortaya koymuştur.

5. Manyetik ayırma çalışması ile cevher bünyesindeki demirli gang minerallerinin alınması sağlanmış ve demirsiz gang minerallerinin de alınması için yapılan özgül ağırlık testi sonucunda gravite ayırmasının uygulanması uygun görülmüştür.

Cevherin 12,7 mm'nin altına kırılmasından sonra yapılan elek sınıflamasıyla elde edilen tane boyu gruplarının manyetik ayırmaya tabi tutulmasıyla elde edilen konsantreleri, ağır ortam ayırmasına tabi tutulmuş ve SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO içerikleri sırasıyla %5,13-5,65, %0,08-0,12, %0,29-0,52 arasında bulunmuştur.

6. Konya Krom-Magnezit Müessesesi'nde triyaj yöntemiyle yapılan ön zenginleştirme sonucu çıkarılan konsantrenin SiO_2 içeriği %7-8'e kadar azaltılabilmekte idi (Rapor,1989). Çalışmamız sonucu, ocaktan çıkan cevherin ön zenginleştirmeye tabi tutulmasından sonra uygulanan zenginleştirme çalışmaları ile cevher bünyesindeki SiO_2 ve CaO içerikleri sırasıyla % 5-5,5 ve % 0,2-0,6 arasındaki değerlere kadar indirilmiştir.

7. Cevher bünyesinde serpantin iki şekilde bulunmaktadır. Birincisi altere olmuş serpantin ve diğeri de altere olmamış ser-

pantin olduğu MTA ve Konya Krom-Magnezit laboratuierlerinde yapılan x ray analizleri sonunda anlaşılmıştır.

8. Aglomerasyon ve agloflotasyon çalışmaları, döner fırın elek altı olarak atılan (-1 mm) numune üzerinde uygulanmıştır. Bu alışmalar sonunda cevher bünyesindeki SiO_2 ve CaO içeriklerinin oldukça başarılı bir şekilde azaltıldığı gözlenmiştir. Ancak bu iki çalışmada da reaktif tüketimi oldukça fazladır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Bozkurt, R., 1986, Endüstriyel Hammaddeler Ders Notları, A.Ü. Basımevi, Eskişehir.
- Demirhan, M., 1986, Magnezit, MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüd ve Arama Dairesi Başkanlığı, Refrakter Hammaddeler Servisi, 28 s.
- Emrulloğlu, Ö.F., 1984, Çayırbağ Manyezit Cevherinin Flotasyonla Zenginleştirilmesi ve Flotasyon Artıklarından Magnezyum Klorür Üretimi, 104 s.
- Industrial Minerals (Aralık, 1970).
- Krusch, P., 1912, Die Genesis einiger Mineralien und Gesteine auf der silikastischen Nickelerzlagertstätte von Frankenstein in Schlesien., Z. deutsch. Geol. Ges., 64, s. 568-577.
- Kraft, P., 1915, Über die genetischen Beziehungen des dichten Magnesites zu den Mineralien der Nickelsilikat-gruppe. Arch. Lagerstättenforsch., 20, s.1-115.
- Kapçı, A.R., 1972, Çitosan Konya Krom-Magnezit, Helvacıbababa Manyezit Ocağının Fizibilite Etüdü.
- Magnezit, 1975, Maden Mühendisleri Odası, 160 s.
- Mineral Facts and Problems (1970).
- Mining Annual Rev. (1974).
- Rapor, 1989, Çitosan Konya Krom-Magnezit Laboratuvarında Helvacıbababa Manyezitlerinin Değişik Tarihli Kimyasal Analizleri.
- Schilling, J.H., 1969, The Gabbs magnesite-brucite deposit, Nye County, Nevada., In: Ore deposits of USA, 1933-1967, s.1607-1927.