



**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÖCEKLER (MUT-MERSİN)  
MANYEZİTLERİNİN MERAM (KONYA)  
MANYEZİTLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

**Samet SÖZAL**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Maden İşletme Anabilim Dalı**

**Temmuz -2011  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Samet SÖZAL tarafından hazırlanan “Göcekler (Mut-Mersin) Manyezitlerinin Meram (Konya) Manyezitleri İle Karşılaştırılması” adlı tez çalışması 04/07/2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden İşletme Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

#### Başkan

Yrd.Doç.Dr. Adnan DÖYEN

#### Danışman

Prof.Dr. Veysel ZEDEF

#### Üye

Yrd.Doç.Dr. İbrahim ÇINAR

### İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Bayram SADE  
FBE Müdürü

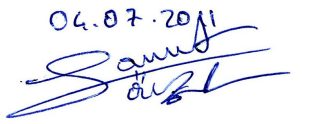
## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Samet SÖZAL

Tarih: 04.07.2021  


## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### GÖCEKLER (MUT-MERSİN) MANYEZİTLERİNİN MERAM (KONYA) MANYEZİTLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

**Samet SÖZAL**

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Maden İşletme Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Veysel ZEDEF**

**2011,97 Sayfa**

**Jüri**

**Danışman: Prof. Dr. Veysel ZEDEF**

**Yrd. Doç. Dr. Adnan DÖYEN**

**Yrd. Doç. Dr. İbrahim ÇINAR**

Bu çalışmada; magnezyum elementi ve manyezit cevheri, ülkemiz manyezit yatakları ve rezervleri, manyezit üretim yöntemleri, Konya-Meram manyezitleri ve Mersin-Mut manyezitlerinin jeolojik, fiziksel ve kimyasal özellikleri, bu iki bölgeden alınan manyezitler ile hazırlanmış tuğlalarının mukayesesi ve manyezit tuğlası üretimine yönelik fabrika kurulumu fizibilite çalışmaları ile ilgili literatür ve laboratuvar çalışması yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmada ham manyezitin doğada nasıl bulunacağından, arama, işletme, zenginleştirme yöntemleri, sinterlenmesi, manyezit tuğla imalatı, uç ürün refrakterlik testleri ve metotlarına kadarki uygulamalar, ortalama maliyetler, süreçler hakkında araştırmalar yapılmıştır.

Sonuç olarak elde edilen veriler; Konya-Meram manyezitleri ile hazırlanan tuğlaların ortalama gözenek hacmi  $8,7 \text{ cm}^3$ , porozite oranı %10 ve tabii yoğunluğu  $3,01 \text{ gr/cm}^3$ , Mersin-Mut manyezitleri ile hazırlanan tuğlalar ise gözenek hacmi ortalama  $11,35 \text{ cm}^3$ , porozite oranı %13.75 ve tabii yoğunluğu ise  $3,01 \text{ gr/cm}^3$  olarak tespit edilmiştir. Porozite oranları arasında farkın sebebi kimyasal analizde görüldüğü üzere değişik değerlerdeki kalsiyum oksitten kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra yoğunlukların eşit olması da tuğlalardaki muhtelif yüzdelerde bulunan bileşik  $\text{MgO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{CaO}$  oranlarının poroziteden kaynaklı kayıpları dengelemesidir. Nitekim tuğlalar arasında çok büyük farklar olmadığı gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** magnezyum, manyezit, manyezit tuğla, refrakter malzeme.

## **ABSTRACT**

### **MS THESIS**

## **COMPARE OF GOCEKLER (MUT-MERSIN) MAGNESITES AND MERAM (KONYA) MAGNESITES**

**Samet SÖZAL**

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF  
SELÇUK UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE MINING ENGINEERING**

**Advisor: Prof. Dr Veysel ZEDEF**

**2011,97 Pages**

**Jury**

**Advisor Prof. Dr. Veysel ZEDEF**

**Asst. Prof. Dr. Adnan DÖYEN**

**Asst. Prof. Dr. İbrahim ÇINAR**

In this study, magnesium element and magnesium ore, magnesite reserves and deposits of our country, magnesite production methods, geological, physical and chemical properties of Konya - Meram magnesites and Mersin - Mut magnesites, comparison of two bricks which are made of the magnesites of these two different areas, relevant literature and laboratory studies concerning the feasibility studies of a factory producing magnesite brick were conducted. Also, the studies concerning how to search raw magnesite in the nature, prospecting, processing, ore dressing methods, sintering, magnesite brick production, applications up to the refractoriness tests and methods of end product, the average costs and studies about the process were carried out.

As a result, the data obtained is showing that the bricks produced by Konya-Meram magnesites have average pore volume of  $8,7 \text{ cm}^3$ , %10 porosity and  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  density, on the other hand the bricks produced by Mersin-Mut magnesites have average pore volume of  $11,35 \text{ cm}^3$ , %13,75 porosity and  $3,1 \text{ gr/cm}^3$  density. The reason of the difference between these two porosity values is believed to be the calcium oxide which is determined in the chemical analysis. In addition, various percentages of MgO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve CaO in the bricks cover up the losses occurring because of the porosity, so the two densities are determined as equal. In fact, it was observed that there were no big differences between these two bricks.

**Keywords:** magnesite, magnesite brick, magnesium, refractory material.

## ÖNSÖZ

Canım Annem, Babam ve Abim Sami, çok teşekkür ederim. Bölüm başkanımız Prof. Dr. M. Kemal GÖKAY' a, danışman Hocam, Prof. Dr. Veysel ZEDEF'e ve diğer bölüm Hocalarıma, her konuda hiç çekinmeden yardımlarını esirgemeyen Abim ve Hocam Yrd. Doç. Dr. Tevfik AĞAÇAYAK'a, katkılarından dolayı meslektaşlarım, Ömer KILIÇ ve Serdar ATABAY'a, dostlarım Mehmet SERT, Barış SERT ve A.Selçuk YILMAZ'a, Konya Krom Magnezit A.Ş. satış ve pazarlama sorumlusu Cem SAPAN'a, Bengüzar İÇİM Hanıma ve sonrada bu stresli evrede yanımda olan tüm arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Samet SÖZAL  
KONYA-2011

# İÇİNDEKİLER

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| ÖZET .....                                                        | iv  |
| ABSTRACT.....                                                     | v   |
| ÖNSÖZ .....                                                       | vi  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                 | vii |
| 1. GİRİŞ.....                                                     | 1   |
| 2. MANYEZİT.....                                                  | 2   |
| 2.1. Doğadaki Bulunuşu.....                                       | 3   |
| 2.2. Magnezyum Kullanım Alanları.....                             | 3   |
| 2.2.1. Metalik magnezyum kullanım alanları.....                   | 4   |
| 2.2.2. Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları.....            | 4   |
| 2.3. Manyezit cevheri hakkında genel bilgiler.....                | 5   |
| 2.3.1. Manyezit cevherinin mineralojisi .....                     | 6   |
| 2.3.2. Manyezit cevherinin oluşumu ve yataklanması.....           | 7   |
| 2.3.2.1. İri kristalli (spatik) manyezit yatakları .....          | 9   |
| 2.3.2.2. Kriptokristalen (amorf - jel) manyezit yatakları .....   | 9   |
| 2.3.2.3. Damar ve ağsal damar şekilli yataklanmalar .....         | 11  |
| 2.3.3. Manyezit cevherinde aranan özellikler .....                | 12  |
| 2.3.4. Manyezit cevheri arama yöntemleri.....                     | 13  |
| 2.3.5. Manyezit üretim yöntemleri ve zenginleştirilmesi.....      | 13  |
| 2.3.5.1. Manyezit cevherinin üretimi .....                        | 13  |
| 2.3.5.2. Manyezit cevherinin zenginleştirilmesi.....              | 14  |
| 2.3.5.2.1. Elle ayıklama (tavuklama) (hand sorting) .....         | 15  |
| 2.3.5.2.2. Otomatik ayırma (automatic sorting) .....              | 15  |
| 2.3.5.2.3. Ağır ortam ayırması (heavy media separation).....      | 15  |
| 2.3.5.2.4. Magnetik ayırma (magnetic separation).....             | 16  |
| 2.3.5.2.5. Flotasyonla (yüzdürerek) zenginleştirme .....          | 16  |
| 2.3.5.2.6. Kümelendirme ve flokulasyon (aglomerasyon).....        | 17  |
| 2.3.5.2.7. Cevherin ısıtma işlem sonrası zenginleştirilmesi ..... | 17  |

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3. MANYEZİT ve REFRAKTER SANAYİİ.....</b>                         | <b>18</b> |
| 3.1. Refrakter Sanayii ve Tarihçesi .....                            | 18        |
| 3.2. Refrakter Malzemelerin Tanımı ve Sınıflandırılması.....         | 19        |
| 3.2.1. Refrakter malzeme tanımı .....                                | 19        |
| 3.2.2.Özel tip refrakterler .....                                    | 20        |
| 3.2.3. Bazik refrakter malzemeler .....                              | 22        |
| 3.2.3.1. Manyezit .....                                              | 23        |
| 3.2.3.2 Manyezit-krom.....                                           | 25        |
| 3.2.3.3 Manyezit – karbon.....                                       | 26        |
| 3.2.3.4 Ziftli – zift emprenye .....                                 | 27        |
| <b>4. TÜRKİYE’DE MANYEZİT .....</b>                                  | <b>28</b> |
| 4.1. Önemli Yataklar .....                                           | 28        |
| 4.2. Rezervler .....                                                 | 29        |
| 4.3. Rezervlerin Kalite ve Standartlara Göre Sınıflandırılması ..... | 30        |
| 4.4. Üretim .....                                                    | 31        |
| <b>5. KONYA-MERAM MANYEZİTLERİ .....</b>                             | <b>32</b> |
| 5.1. Konya-Meram Manyezitleri.....                                   | 32        |
| 5.1.1. Çayırbağı-Meram ofiyoliti .....                               | 33        |
| 5.1.2. Steril serpantinit (s .....                                   | 34        |
| 5.1.3. Manyezitli serpantinit (sm.....                               | 34        |
| 5.1.4. Silisleşmiş serpantinit (ss .....                             | 34        |
| <b>6. KONYA ATEŞ TUĞLASI PROJESİ.....</b>                            | <b>36</b> |
| 6.1. Genel Tanım .....                                               | 36        |
| 6.2. Projenin Vüsatı.....                                            | 36        |
| 6.3. Ham Madde ve Yardımcı Madde Durumu .....                        | 37        |
| 6.4. Ham Maddeler ve Spesifikasyonları.....                          | 38        |
| 6.4.1. Manyezit.....                                                 | 38        |
| 6.4.2. Kromit .....                                                  | 39        |
| 6.5. Sinter Tesisi.....                                              | 41        |
| 6.6. Şekillendirme .....                                             | 42        |
| 6.7. Pişirme .....                                                   | 42        |

|                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.8. Ayırma ve Kalite Kontrolü .....                                                       | 43        |
| 6.9. Fabrika Tesislerinin Belli Başlı Üniteleri .....                                      | 43        |
| 6.10. Tesisin Millî Ekonomi Yönünden Faydaları.....                                        | 44        |
| <b>7. TEKNİK ESASLARI İLE MANYEZİT TUĞLA ÜRETİMİ.....</b>                                  | <b>45</b> |
| 7.1. Doğal Magnezit Sinteri.....                                                           | 45        |
| 7.2. Fused MgO Sinteri.....                                                                | 46        |
| 7.3. Fraksiyonların Tartımı, Mikserde Karıştırma .....                                     | 47        |
| 7.4. Preslerde Şekillendirme .....                                                         | 49        |
| 7.5. Kurutma .....                                                                         | 50        |
| 7.6. Pişirme (Isıl İşlem.....                                                              | 50        |
| 7.7. Magnezit Karbon Tuğlalar .....                                                        | 51        |
| 7.8. Kalite Kontrol / Paletleme / Ambalajlama.....                                         | 52        |
| <b>8. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>                                                          | <b>56</b> |
| 8.1. Mersin-Mut Manyezitleri.....                                                          | 56        |
| 8.1.1.Ulaşım .....                                                                         | 56        |
| 8.1.2. Ocak adresi .....                                                                   | 58        |
| 8.1.3. Jeoloji .....                                                                       | 58        |
| 8.2. Ana Manyezit Ocağı .....                                                              | 59        |
| 8.2.1.Görüş ve öneri .....                                                                 | 60        |
| 8.2.2. Rezerv .....                                                                        | 61        |
| 8.3. Kuru Dere Sağ ve Sol Kenarındaki Manyezit Yatakları.....                              | 62        |
| 8.4.Yeni Açılacak Ocak .....                                                               | 62        |
| 8.5. Sahanın Doğu kısmındaki Manyezitler.....                                              | 63        |
| 8.5.1. Ulaşım .....                                                                        | 63        |
| 8.5.2. Jeoloji .....                                                                       | 63        |
| 8.5.3. Rezerv .....                                                                        | 64        |
| 8.6. Refrakter Test Metotları ve Tanımları .....                                           | 65        |
| 8.6.1. Şekli refrakter malzemelerde porozite, yoğunluk ve su emme miktarı<br>tespiti ..... | 65        |
| 8.6.2. Soğukta basınç mukavemeti (sbm) .....                                               | 69        |
| 8.6.2.1. Nokta yükleme deneyi .....                                                        | 70        |
| 8.6.2.2. Endirek çekme dayanımı deneyi .....                                               | 71        |

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| 8.6.3. Kimyasal analiz.....                     | 72        |
| <b>9. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA .....</b> | <b>74</b> |
| <b>10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>            | <b>76</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                          | <b>77</b> |
| <b>EKLER .....</b>                              | <b>78</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                            | <b>97</b> |

## 1. GİRİŞ

Ülkemiz dünyanın en kaliteli doğal manyezit yataklarına sahiptir. Ülkemizde üretilen jel tipi manyezitler gerek ham cevher olarak, gerekse yarı mamul (sinter ve refrakter harcı) olarak uzun yıllar çeşitli ülkelerin geniş talep alanında kalmıştır. Ancak son yıllarda ülkemiz manyezit ocakları pazar bulamama nedeniyle işletilemez hale gelmiştir. Bunun temel nedeni, manyezit cevherinin en önemli kullanım alanı olan refrakter sektöründeki krizdir. Manyezit üretimi; cevherleşmedeki büyük belirsizlik, tip ve kalite değişiklikleri, yatırımın en önemli unsurlarından olan iş makineleri için bağlanan sermayenin büyüklüğü, ülkemiz akaryakıt fiyatlarındaki cevher satış gelirinine göre yüksek fiyatlandırma, nakliyyede karayollarına bağımlılığın oluşturduğu yüksek maliyetler gibi nedenlerden dolayı gelişme gösterememektedir. Ancak manyezit maden ocağı işletmecisi şirketler, bünyelerinde bulundurdıkları maden sahasının rezervinden ve cevherin ortalama kalitesinden emin oldukları takdirde, ham manyezitin sinterleştirilmesi ve akabinde pazara girmesi durumunda hem artı katma değer sağlayacak hem de uç ürüne yaklaştıkça verimlilikte artacaktır. Bu bağlamda uzun yıllardır Ülkemiz ağır sanayi sektöründe varlığını ve kalitesi kanıtlamış olan Konya Krom Magnezit şirketine ait manyezit ocakları ve bu ocaklardan temin edilen cevher ile preslenmiş manyezit tuğlaları ile Mut bölgesindeki manyezit ocakları ve yine bu ocaklardan alınan tüvenan cevher ile üretilmiş tuğlalarının mukayesesi yapılmış ve bu veriler ışığında bir sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

## 2. MANYEZİT

Manyezit minerali oluşumu itibariyle çok çeşitlilik göstermektedir. Aşağıdaki Çizelge 2.1. de bazı manyezit mineralleri verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Magnezyum mineralleri (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

| Mineral İsimleri | Kimyasal Formülü                                                                     | Mineral İsmi | Kimyasal Formülü                                                                                  |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Karnalit         | KCl.MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O                                             | Forsterit    | Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>                                                                  |
| Bisoffit         | MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O                                                 | Olivin       | (Mg.Fe) <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>                                                             |
| Tahihidrit       | 2MgCl <sub>2</sub> .CaCl <sub>2</sub> .12H <sub>2</sub> O                            | Hümit        | Mg <sub>7</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH).F <sub>2</sub>                              |
| Periklas         | MgO                                                                                  | Pirop        | Mg <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>                                  |
| Selait           | MgF <sub>2</sub>                                                                     | Enstatit     | MgSiO <sub>3</sub>                                                                                |
| Spinel Grubu     | MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                                                     | Tremolit     | Ca <sub>2</sub> Mg <sub>5</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> |
| Brusit           | Mg(OH) <sub>2</sub>                                                                  | Aktinolit    | Demirli tremolir                                                                                  |
| Manyezit         | MgCO <sub>3</sub>                                                                    | Sepiyolit    | Mg <sub>2</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>11</sub> .H <sub>2</sub> O.nH <sub>2</sub> O               |
| Dolomit          | MgCa(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                                  | Poligorskit  | Su içeren silikatlar                                                                              |
| Ankerit          | (Mg.Fe)Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>                                             | Talk         | Mg <sub>3</sub> (Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>                               |
| Artinit          | Mg <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> )(OH) <sub>2</sub> .3H <sub>2</sub> O               | Serpantin    | Mg <sub>6</sub> Si <sub>4</sub> O <sub>10</sub> (OH) <sub>3</sub>                                 |
| Hidromanyezit    | Mg <sub>5</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O | Flokopit     | Mg'lu mika                                                                                        |
| Epsomit          | MgSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O                                                 | Penin        | Mg'lu mika                                                                                        |
| Asarit           | MgHBO <sub>3</sub>                                                                   | Vermikülit   | Mg'li kil                                                                                         |
| Borasit          | 5MgO.MgCl <sub>2</sub> .7B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>                               | Kainit       | KCl..Mg.SO <sub>4</sub> 11/4H <sub>2</sub> O                                                      |
| Ludvigite        | (Mg.Fe) <sub>2</sub> Fe(BO <sub>3</sub> )O <sub>2</sub>                              | Polihalit    | K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .MgSO <sub>4</sub> .2CaSO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O          |
| Huntit           | Mg <sub>3</sub> Ca(CO <sub>3</sub> ) <sub>4</sub>                                    |              |                                                                                                   |

Metamorfik kayalardaki ortalama magnezyum oranları da oldukça değişik bir durum göstermektedir. Genel olarak, Çizelge 2.2'den de görülebileceği gibi, metamorfizma şiddeti arttıkça, kayalardaki magnezyum oranı da artmaktadır. Ancak gnayslarda daha az şiddetli bir metamorfizma ürünü olan mika şistlere nazaran daha yüksek magnezyum oranlarına rastlandığını belirtmek gerekir. Magnezyumun metamorfizma olayları karşısındaki bu değişik davranışının nedeni henüz kesinlik kazanmamıştır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

**Çizelge 2.2.** Metamorfik kayalardaki ortalama Mg oranları (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

| Kayaç Türü          | Mg (%) | Yazar          |
|---------------------|--------|----------------|
| Kil                 | 1.34   | Clarke (1924)  |
| Killi Şistler       | 1.74   | Nanz (1953)    |
| Fillat              | 1.36   | Simonen (1953) |
| Mikaşistler         | 2.40   | Simonen (1953) |
| Sillimanit<br>Gnays | 1.56   | Simonen (1953) |

Çizelge 2.3'de tortul kayalardaki magnezyum dağılımı verilmektedir. Bu kayaç grubu içerisinde, en yüksek magnezyum oranlarına doğal olarak karbonatlarda rastlanılmaktadır. Bu kayalar içerisinde % 21,7 oranında MgO içeren dolomitler bulunmaktadır. Normal karbonatlarda ortalama % 4,7 MgO'e rastlanırken, derin deniz karbonatlarında bu oranın % 0,4'e kadar düştüğü bilinmektedir. Yüksek basınç altında kalsit oluşumunda, magnezyumun kristal kafesine daha güç yerleştiği görülmektedir. Öte yandan magnezyumun, tatlı su-deniz suyu geçiş ortamının geçiş elementi olduğu da belirtmek gerekir.

**Çizelge 2.3.** Tortul kayalardaki ortalama Mg oranları (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

| <b>Kayaç Türü</b>        | <b>Mg (%)</b> |
|--------------------------|---------------|
| Killi Şistler            | 0.7           |
| Killi Şistler + Killer   | 1.5           |
| Karbonatlar              | 1.34          |
| Derin Deniz Karbonatları | 4.7           |
| Derin Deniz Killeri      | 0.4           |
| Kumtaşları               | 2.1           |

## 2.1. Doğadaki Bulunuşu

Magnezyum elementinin doğada asıl bulunuş şekli, dolomit  $\{(Mg,Ca)CO_3\}$  ve manyezit ( $MgCO_3$ )'dir. Dolomit ve manyezit suda çözünmeyen minerallerdir. Ayrıca suda çözünen Kainit ( $KCl.MgSO_4.3H_2O$ ), Şönit  $\{K_2SO_4.MgSO_4.6H_2O\}$  ve Karnalit ( $MgCl_2.KCl.H_2O$ )'de magnezyum elementini bünyesinde bulunduran minerallerdir. Bundan başka magnezyum karışık silikatlar şeklinde Talk'ı ve Amyant'ı oluşturur. Deniz suyunda %0,11 kadar  $Mg^{-3}$  iyonu vardır. Sofra tuzunun nemli yerlerde ıslanması bunun içinde nemi bünyesinde tutan  $MgCl_2$ 'ün bulunuşundan ileri gelir (Güney ve Önal, 1999).

## 2.2. Magnezyum Kullanım Alanları

Magnezyumun kullanım alanları genellikle metalik magnezyum ve magnezyum bileşikleri şeklinde olmaktadır.

### 2.2.1. Metalik magnezyum kullanım alanları

Düşük özgül ağırlığı, kolay işlenebilmesi, dökümde kolay şekil verilebilmesi, yüksek mukavemeti nedeniyle metalik magnezyum, endüstrinin kıymetli bir malzemesi haline gelmiştir. Her geçen yıl kullanım oranı artmaktadır. Metalik magnezyumun kullanım alanları şu şekildedir;

Redüktan olarak, tetraklorit yöntemine göre titan eldesinde, her ton titan üretimi başına 1,2 ton metalik magnezyum tüketilmektedir. Aynı şekilde berilyum, zirkonyum ve uranyum üretiminde de bu özelliğinden faydalanılmaktadır. Ayrıca organik kimyada çeşitli bileşiklerin alkole dönüşümünde magnezyum redüktan özelliği ile önemli bir rol oynamaktadır (Güney ve Önal, 1999).

Kimyasal davranış özelliklerinden dolayı, kuru pil yapımında, koruyucu anot olarak, oldukça önemli bir oranda tüketilmektedir (Güney ve Önal, 1999).

Matbaacılıkta, piroteknikte alaşım elementi olarak kullanılmaktadır. Düşük özgül ağırlığı nedeniyle özellikle otomotiv, uçak ve uzay araçları yapımında kullanılmaktadır. Örneğin uçak toplam ağırlığının %20-30'u metalik magnezyumdan oluşmaktadır (Güney ve Önal, 1999).

### 2.2.2. Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları

Endüstride kullanılan toplam magnezyumun %90'ından fazlası, magnezyum bileşikleri şeklinde olmaktadır. Bu alan içinde en önemli bölümü de sinter manyezit ile sinter dolomit oluşturmaktadır. Bu iki önemli ara maddenin en önemli tüketicileri demir ve çelik endüstrileridir. Demir ve çelik endüstrisinde, sinter manyezit yüksek fırın kaplamalarında kullanılmaktadır. Dünyada üretilen her ton çelik için yaklaşık 13,6 kg metalik magnezyuma eşdeğer manyezit ve dolomit kökenli refrakter malzeme tüketilmektedir (Güney ve Önal, 1999).

Magnezyum bileşiklerinin en önemli kullanım alanları Çizelge 2.4'de verilmektedir. Çizelge 2.4'den de izlenebileceği gibi manyezit ve magnezyum bileşikleri tarım sektöründen başlayarak, kimya ve metal endüstrisini kapsayan çok geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Şüphesiz en önemli kullanım alanı, refrakter sanayidir. Bunu %6 ile kauçuk sanayi izlemektedir. Kauçuk sanayinde magnezyum, kostik magnezya olarak tüketilmekte ve stabilizatör ve vulkalizator olarak kullanılmaktadır.

**Çizelge 2.4.** Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları (Güney ve Önal, 1999).

| <b>Magnezyum Bileşikleri</b> | <b>Kullanım Alanları</b>                                                                                                       |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Çökelti Magnezyum Karbonat   | İzolasyon, abrasiv malzeme üretimi, pigment ve boyalarda, cam, mürekkep üretimi, seramik malzemeler, kimya ve gübre sanayinde. |
| Magnezyum Hidroksit          | Şeker rafinasyonun, ilaç endüstrisi, magnezyum oksit eldesi.                                                                   |
| Magnezyum Klorür             | Metalik magnezyum eldesi, magnezyum oksit elde etmekte.                                                                        |
| Magnezyum Sülfat             | İlaç, boya, gübre endüstrisi ile patlayıcı madde ve kibrit elde etmekte.                                                       |
| Metalik Magnezyum            | Alüminyum ve magnezyum alaşımlarında, uçak makine alet yapımında kullanılır.                                                   |

Periklas ise, elektrik ocaklarında ve ev eşyalarında izolasyon malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ancak bu alanda kullanılan periklasın bor içermemesi gerekmektedir. Bor içermesi durumunda periklasın izolasyon özelliği kaybolmaktadır. Bu nedenle de izolasyon alanında kullanılacak periklasın jel manyezit kökenli olma zorunluluğu bulunmaktadır (Güney ve Önal, 1999).

Kostik magnezyanın diğer bir kullanım alanı, uranyum cevherlerinden uranyum oksit elde edilmesinde absorban ve katalizator olarak kullanılmasıdır. Toplam magnezyum üretiminin % 9'u metalik magnezyum eldesinde kullanılmaktadır. Ancak metalik magnezyum eldesi daha çok deniz göl suları ile sondaj eriyiklerinden elde edilen magnezyum tuzlarından yapılmaktadır (Güney ve Önal, 1999).

Saf magnezyum karbonat iyi bir izolator olarak bilinmektedir. Özellikle kazan ve boru kaplamalarında kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç ve kozmetik endüstrisinde de tüketilmektedir. Kâğıt endüstrisinde son yıllarda magnezyum bileşikleri lehine önemli gelişmeler olmuştur. Kâğıt hamuru eldesinde kalsiyum sülfat yerine, magnezyum sülfat tercih edilmektedir. Zira, magnezyum sülfat, kalsiyum sülfatin tersine, proses içinde çok az kayıplı bir kapalı devre yaparak maliyeti düşürmektedir (Güney ve Önal, 1999).

### 2.3. Manyezit Cevheri Hakkında Genel Bilgiler

Manyezit; formülü  $MgCO_3$  olup, teorik olarak bileşiminde %52.3  $CO_2$ , %47.7 MgO ve çok az miktarda  $Fe_2O_3$  bulunan, sertliği 3,4–4,5 aralığında, özgül ağırlığı 2,9–3,1 olan bir mineraldir. Rengi beyaz, sarı, gri veya kahverengi arasında değişir. Tabiatta

kriptokristalen (jel/amorf) ve kristalen (iri kristalli) olmak üzere iki şekilde bulunur. Sert ve karmaşık bir mineral olup, serpantin veya benzeri kayaçların alterasyon ürünüdür. Konkoidal karakterde olup (kriptokristalen tipi) opal veya kalsedon ihtiva eder. Kriptokristalen, genellikle saf olarak bulunmakla beraber, bir miktar demir, kireç, alümin ve pek az serbest silis karışmış olabilir. Cevherin kalitesi de içerdiği bileşiklerin miktarlarına göre artar ya da azalır (Yıldız ve Erdoğan, 1995).

Kalsit ve dolomitte olduğu gibi, manyezit ısıtılınca  $\text{CO}_2$  içeriğini kaybetmekte ve dekompoze olmaktadır. Manyezit  $700^\circ\text{C}$  ile  $1000^\circ\text{C}$  arasında ısıtılmasıyla kostik kalsine manyezit,  $1450 - 1750^\circ\text{C}$  arasında yapılan ısı işleme ile de %0,5  $\text{CO}_2$  ihtiva eden oldukça yoğun ve sert sinter manyezit elde edilmektedir. %0,1'in altında Fe içeren saf manyezit elektrik fırınlarında  $1700^\circ\text{C}$ 'nin üstünde ısı işleme tabi tutularak çakmaktaşına benzer yoğun bir madde olan ergitilmiş magnezyum oksit (fused manyezit) elde edilir. Fused manyezitin özgül ağırlığı  $3,65 \text{ gr/cm}^3$  olup çok yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedir (Yıldız ve Erdoğan, 1995).

Manyezite tabiatta, kullanım alanlarının gereklerine uygun özelliklerde rastlamak oldukça zordur. Çünkü herhangi bir yabancı elementin manyezit içerisinde %0,1 mertebesinde az veya çok bulunması, manyezitin bugünkü teknoloji ile ekonomik olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini belirleyebilmektedir. Ancak ülkemiz dünyanın en kaliteli manyezitlerini bünyesinde bulundurması yönünden oldukça şanslıdır (Yıldız ve Köse, 2002).

Manyezitte düşük porozite, yüksek refrakterlik, yüksek mukavemet, hacim istikrarı, kimyasal dayanıklılık aranır. Ayrıca manyezitin özgül ağırlığının  $3,0 \text{ gr/cm}^3$  den büyük, bor oranının ise azami %0,17 olmalıdır (Yıldız ve Erdoğan, 1995).

### **2.3.1. Manyezit cevherinin mineralojisi**

Manyezit teorik olarak % 47,7 MgO ve % 52,3  $\text{CO}_2$  içerir ve doğada iri kristalli veya kriptokristalen olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır; Spatik manyezit adı altında da anılan iri kristalen manyezit, içerdiği eser eleman miktarlarına bağlı olarak beyazdan koyu kahverengiye kadar değişen renklerde bulunabilir. Avusturya manyezitleri % 8 civarında Fe içerirler ve Breunnerit adı altında anılmaktadır (Güney ve Önal, 1999).

Çoğunlukla serpantinlerle birlikte filon, damar ve yumrular halinde bulunan kriptokristalen manyezit veya diğer adı ile jel manyezit, iri kristalli manyezitlere oranla daha saftırlar ve daha az eser eleman içerirler (Güney ve Önal, 1999).

### 2.3.2. Manyezit cevherinin oluşumu ve yataklanması

Manyezit bilindiği gibi bir magnezyum karbonattır. Oluşumu ve oluşum koşulları, yoğun olarak yapılan çeşitli araştırmalara rağmen kesin olarak ortaya konulamamıştır. Şimdiye kadar yapılan araştırmalarda manyezit oluşumunun ortamdaki fiziko kimyasal koşullarına,  $Mg^{-2}$  ve  $CO^{2-3}$  iyon konsantrasyonlarına,  $CO_2$  kısmi basıncına, ortamda bulunan diğer anyon ve katyon türlerine ve bunların konsantrasyonlarına ve ortam sıcaklığına ve basıncına bağlı olduğu ancak bu etkenlerin dereceleri ve kantitatif ilişkilerin ortaya çıkarılmasının güç olduğu anlaşılmıştır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Endojen ortamda, diğer bir deyimle magmatik metamorfik evrimde yoğun manyezit oluşumuna rastlanmamaktadır. Birkaç hidrotermal ankeritik manyezit oluşumları hariç tutulursa manyeziti, eksojen ortamın karakteristik minerali olarak kabul edilebilir. Özellikle ekonomik manyezit yataklarındaki manyezit minerallerinin tümü, eksojen ortamda oluşmakta ve bazen metamorfizma yoluyla ikincil değişikliklere uğramaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

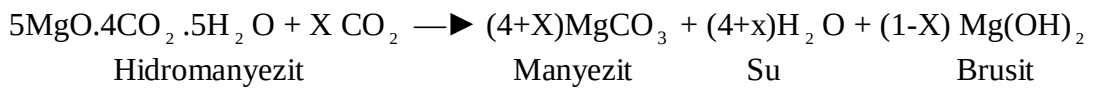
Eksojen ortamdaki manyezit dağılımının en ilginç yönü, deniz suyundaki Mg konsantrasyonunun kalsiyum konsantrasyonunun 3 katı olmasına rağmen, deniz tortulları içerisinde kalsiyum kökenli kalker büyük yer tutarken, hiçbir manyezit oluşumuna rastlanmamaktadır. Bu gözlemi, hem yaşlı kayaçlardaki ve hem de modern sedimanlardaki manyezit eksikliği doğrulamaktadır. Örneğin, bugünkü deniz diplerinin büyük ölçüde kalkerli sedimanlarla kaplı olmasına rağmen, modern manyezit oluşumlarına, çok yüksek tuzluluğa sahip, buharlaşmanın çok yüksek olduğu, tuzlu ortamlarda rastlanmaktadır. Evaporit seriler arasında kalın manyezit oluşumlarına rastlanması, denizlerdeki manyezit oluşumunun evaporitik kayaç oluşumu ile sıkı sıkıya bağlantılı olduğu ortaya çıkmaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

1950'lerde yapılan araştırmalarda, manyezit önce  $MgCO_3 \cdot 3H_2O$  şeklinde çökelmekte, daha sonra suyunu kaybederek  $MgCO_3$  formülüne uygun manyezit haline dönüşmekte olduğu bulunmuştur (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

1960’larda manyezit üzerine çalışan diğer bilim adamları modern manyezit oluşumlarındaki gözlemlerine dayanarak, manyezit oluşumunun birincil olmayıp, diyajenetik safhada dolomitin  $Mg^{+2}$  iyonca zengin bor eriyikleri vasıtasıyla yer değiştirmesine dayandığını ileri sürmektedirler (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

1970’lerde yapılan çalışmalarda bilim adamları deniz suyundaki yüksek Mg konsantrasyonuna rağmen, manyezit oluşumlarına nadir olarak rastlanmasını  $Mg^{+2}$  iyonunun yüksek hidrate yeteneğine bağlamışlardır. Bilim adamlarına göre; manyezit oluşum anında rastlanıldığı yüksek tuzlu ortamlarda, suyun aktivitesinin düşük olması nedeniyle  $Mg^{+2}$  iyonlarının hidratasyonu engellenmekte ve böylece  $Mg^{+2}$  katyonu ile ortamdaki  $CO_3^{-2}$  anyonu manyeziti oluşturduğunu ileri sürmüşlerdir (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

1973’de ise bilim adamları, manyezit oluşumunu bir hidromanyezit safhasını kat ederek aşağıdaki formüle göre geliştiğini belirlemişlerdir (Maden Mühendisleri Odası, 1975).



Burada X, 1den küçük olan  $CO_2$  konsantrasyonunu vermekte olup, normal atmosfer ortamındaki  $CO_2$  basıncı(10–3,5atmosfer), reaksiyon için yeterli değildir. Ayrıca normal atmosfer basıncı altındaki tüm MgO manyezitleşmemekte, bir bölümü brusit olarak kalmaktadır. Arta kalan brusit oranı, artan  $CO_2$  basıncı ile azalmaktadır. Böylece  $CO_2$  'in basıncı manyezit oluşumu için belirleyici bir etmen olmaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Yıllarca yapılan araştırmalar ve çalışmalar sonucunda manyezit mineralinin oluşumu ayrıntılı olarak tam anlamıyla ortaya çıkarılamamıştır. Ancak ekonomik önem taşıyan manyezit yatakları,

- a. İri Kristalli (Spatik) Manyezit Yatakları
- b. Kriptokristalen (Amorf - Jel) Manyezit Yatakları
- c. Yaygın Cevherleşme Tipinde Yataklanma olarak üç ana grup altında toplanmaktadır.

### 2.3.2.1. İri kristalli (Spatik) manyezit yatakları

Bu tipe, iri kristalli, çoğunlukla bol demir içeren ve büyük yataklar şeklinde daha çok, yaşlı kayaçlarla beraber bulunan manyezit yatakları dâhildir. Yataklanmanın yer aldığı kayaçlar genellikle dolomit, kireçtaşı ve grafitçe zengin kumlu, killi ve silisli şistler ile yer yer evaporitlerdir. Yataklanma, daha çok düzensiz şekillerde ve masif haldedir. Bu tip örnekleri Pireneler, Doğu Alpler, Karpatlar ve Urallar ile Sibirya ve Çin'de bulunur (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Bu tip manyezit yataklarının oluşumu tartışmalıdır. Tartışmalar iki grupta toplanmaktadır:

1. Replasman veya metasomatoz teorisi: Bilim adamları tarafından 1930'larda yapılan ve 1960'larda geliştirilen bu teoriye göre iri kristalli manyezit yatakları, kireçtaşı veya dolomit gibi karbonat kayaçların magnezyum metasomatozu sonucu oluşur. Bu yatakların manyezit oluşumunu gerçekleştiren magnezyum eriyiklerinin derinlerdeki basınç artışı nedeniyle magnezyumun mobilize olması ve daha yukarılara taşınması sonucu oluştuğu ileri sürülmektedir (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

2. Sedimanter teori: Daha çok 1970'lerde benimsenen bu teoriye göre, spatik manyezit yatakları, kireçtaşı, dolomit veya kaya tuzu oluşumlarında olduğu gibi birincil bir tortudan başka bir şey değildir. Kimyasal verilerin yanında yataklardaki tabakalı yapı bu teoriye kanıt olarak ileri sürülmektedir. Ancak araştırmacılar manyezit oluşumunun bir sulu hidromanyezit ana safhasından sonra gerçekleştiğini de kabul etmektedir (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

### 2.3.2.2. Kriptokristalen (amorf - jel) manyezit yatakları

Çok ince kristalli, hatta yer yer amorf olan, hemen hemen hiç demir içermeyen bu tip yataklar, çoğunlukla serpantin kayaçları içinde çeşitli şekil ve boyutlarda bulunur. Serpantin kütesini kateden filon, damar, şeklinde olabileceği gibi serpantin kayaçları üzerindeki kapalı basenler içinde tortul horizonlar şeklinde de bulunabilirler. En önemli örneklerine Türkiye, Yugoslavya ve Brezilya'da rastlanmaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Bu tip manyezitlerin oluşumu tartışılmaktadır ve bu konuda iki ayrı görüş vardır. Birinci teoride serpantin yüzey suları, atmosfer ve biyosferin etkisi ile alterasyonu ve bu alterasyon esnasında mobilize olan  $Mg^{+2}$  iyonlarının çatlak sistemleri boyunca

ayrışması temel kabul edilmektedir. Bu teori dessandan teori (yukarıdan aşağıya doğru oluşum) olarak adlandırılır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

İkinci ve çoğunlukla Avusturyalı araştırmacılar tarafından benimsenen teoride serpantin kütlelerinin derinlerdeki  $\text{CO}_2$  içeren termal suların etkisi ile ayrışması ve açığa çıkan  $\text{Mg}^{+2}$  iyonlarının bu sular vasıtasıyla serpantin içindeki çatlak sistemleri boyunca manyezit yataklarını oluşturması, esas alınmaktadır. Bu teori asendan teori (aşağıdan yukarıya doğru oluşum) olarak adlandırılır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Son yapılan araştırmaların ışığı altında kriptokristalen manyezit yataklarının oluşumu şöyle özetlenebilir; önemli miktarda  $\text{CO}_2$  kapsayan yağmur suları, atmosfer ve yer yer biyojen olaylarının etkisiyle ultra bazik kayaç kütlelerini alterasyona uğratmaktadır. Bilim adamlarının Küba'da ve Yeni Kaledonya'da serpantin kütlelerinde yaptığı araştırmalarda ispatladığı gibi, bu alterasyonda ilk mobilize olup suda erir duruma gelen iyon  $\text{Mg}^{+2}$  katyonu olmaktadır. Geride ise  $\text{SiO}_2$  ve oksitlenmiş halde alüminyum ve demir kalmakta ve böylece magnezyum ekstraksiyonu gerçekleşebilmektedir. Serpantin kütlelerinden ayrılan  $\text{Mg}^{+2}$  katyonları yağmur suları ile mevcut çatlak sistemleri boyunca ya yeraltı suyuna karıştırmakta veya yerüstü su sistemi vasıtasıyla denize ulaşmaktadır. Özellikle magnezyumlu suyun çatlaklar boyunca yeraltı suyuna karışması esnasında çevredeki serpantinden magnezyum çekimi gittikçe artarak doyum noktasına erişmektedir. Böylece magnezyumun bir kısmı yağmur suyundan gelen  $\text{CO}_2$  ile birleşerek manyezit, bir kısmı da  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  şeklinde çatlağı doldurmaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Bu oluşumu etkileyen en önemli faktörlerden biri bölgenin jeotektoniğidir. Eğer bölgede sıkışma tektoniği olursa çatlak sistemleri sıkıştırılacağından manyezitin çatlak sistemleri boyunca yataklanması engellenmiş olur. Ayrıca, mevcut tektoniğin ne hızla ne de yavaş bir erozyona elverişli olmaması gerekir. Çünkü birinci halde ultra bazik kütleden magnezyum ayrışması için yeterli zaman olmayacaktır, ikinci halde ise birim zaman başına ayrılan magnezyum miktarı çok düşük olacağından, kalıcı bir yataklanma önlenmiş olur (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Jel tipi manyezit oluşumunda en uygun şartlar Oligosende Türkiye'de gerçekleşmiştir. Anadolu'nun büyük bir kısmı blok halinde yükselirken, temelleri daha önce belirlenen tektonik yapılar genişleyerek daha iyi bir yataklanmaya sebep olmuştur. Bunun yanında blok halinde yükselme, ölçülü hızdaki erozyonu gerçekleştirerek en

uygun oluşum şartlarından birini sağlamıştır. Böylece, Türkiye’de metrelerce kalınlıkta manyezit damarlarının oluşması mümkün olmuştur (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

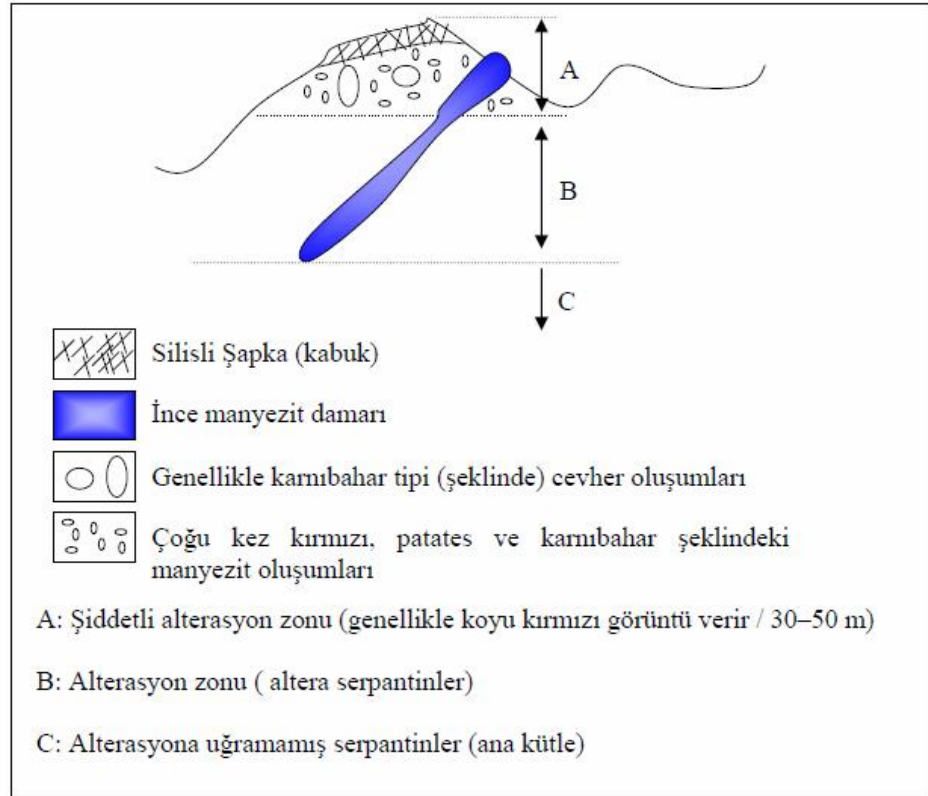
Jeotektoniğin yanında iklim de diğer önemli bir faktördür. Manyezit oluşumuna en uygun iklimin yazları nispeten kurak, kışları yağışlı bir subtropik değişim iklimi olduğu tespit edilmiştir (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Mobilize olan magnezyumlu yerüstü sularının kapalı havzalarda toplanması ve çökmesi sonucu sedimanter manyezit yatakları da oluşabilmektedir. Ancak buradaki nihai manyezit oluşumu daha çok diyajenetik safhada gerçekleşmektedir. Türkiye’de bu tipte bir manyezit yatağı Denizli’nin Çardak ilçesinde Hırsızdere–Çambaşıköy’de, Erzincan ili Çayırılı ilçesi Aravans köyü civarında mevcuttur (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

### 2.3.2.3. Damar ve ağsal damar şekilli yataklanmalar

Bu cevherleşme tipi ülkemizde hâlihazırda işletilen bir yataklanma tipidir. Yaygın cevherleşme; alterasyona uğramış serpantin kütlelerinin üst seviyelerinde ve belli bir derinliğe kadar gözlenmektedir. Alterasyona uğramış serpantinden oluşan bir tepenin üst seviyelerinde genellikle silisli bir kabuk (şapka) ve bu şapkanın altında, belli bir seviyeye kadar (30–50 m) içerisinde karnıbahar ve patates manyezit tabir edilen, irili ufaklı kafalar şeklinde hiçbir kurala bağlı olmaksızın oluşmuş manyezit cevherleri görülmektedir. Yan taş bazen humuslu toprak ve bazen de killeşmiş (kırmızımtırak) serpantindir. Bu zon içerisinde ayrıca damar tipi ve iri blok tipi cevherleşme de görülebilmektedir. Sondajlar bu tip cevherleşmede yeterli rezerv verileri sunamamaktadır. Bu bölgenin altında alterasyona uğramamış serpantin ana kütle yer almaktadır (Yıldız ve Erdoğan, 1995).

Şekil 2.1.’de yaygın cevherleşme tipi jel manyezit yataklanması şematik olarak gösterilmiştir. Bu oluşum şekli mobilize olmuş  $Mg^{+2}$  iyonu taşıyan yerüstü sularının fazla alterasyona uğramış ana kütlenin içerisindeki karakteristik boşluklara toplanarak burada çökmesi ile açıklanabilir. Yeraltı sularının bu oluşumda rolü olduğu hususunda herhangi bir veri yoktur. Karakteristik boşluklarda oluşan jel tipi manyezit cevherinin yan taşı fazla alterasyona uğrayan serpantin kütlenin atmosferik etkilere maruz kalması sonucunda killeşmesi ile bu yataklanmayı oluşturmuş olabilir (Yıldız ve Erdoğan, 1995).



**Şekil 2.1.** Yaygın cevherleşme tipi manyezit yataklanmasının şematik gösterimi (Yıldız ve Erdoğan, 1995).

Yaygın cevherleşme tipindeki manyezit oluşumlarından çok kaliteli manyezit cevherleri üretilmektedir. Bu tip cevherleşmeye en güzel örnek; Eskişehir merkez ilçeye bağlı Esnemez köyü zuhuru ile Kümbet zuhurudur (Yıldız ve Erdoğan, 1995).

### 2.3.3. Manyezit cevherinde aranan özellikler

Bazı refrakter malzeme üretiminin temel hammadde olan kullanım alanının en büyüğünü oluşturan manyezit cevherinin, refrakter malzeme üretiminde kullanılabilmesi için jel tipi manyezitte ortalama  $\text{SiO}_2$  maksimum %1,  $\text{CaO}$  maksimum %1,5 ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  maksimum %0,5 olmalıdır. Kristalen manyezitte ise  $\text{SiO}_2$  maksimum %3,  $\text{CaO}$  maksimum %2 ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  maksimum %6 olması istenmektedir. İstenen bu rakamlar cevher zenginleştirme tekniklerinin gelişmesiyle veya refrakter malzeme kalitesinin artması ile değişebilir. Yukarıdaki oranların artması halinde cevher kullanılamaz hale gelir. Refrakter tuğla yapımında kullanılacak cevherin  $\text{CaO}/\text{SiO}_2$  oranının 2/1 olması ideal olarak kabul edilir. Bu oranlarda, kalsiyum ve silisyum tuğla bünyesinde bağlayıcı görevi yapmaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

Manyezitin en büyük kullanım alanı bazik refrakter malzeme (tuğla-harç vb.) üretimi olduğu için fiyatlandırmada manyezit içinde bulunan oranların sinter manyezit ve refrakter malzemeye yaptığı etkiler göz önüne alınmaktadır (Maden Mühendisleri Odası, 1975).

#### **2.3.4. Manyezit cevheri arama yöntemleri**

Arazide yapılan manyezit prospeksiyonlarında, manyezitin dolomit ve kalsitten gözle ayrılması zor olabilir. %5’lik çözeltisi ile basit olarak her iki minerali birbirinden ayırmak mümkündür. Ögütülmüş numune içine %5’lik HCl ilavesi ile kalsit köpürerek hemen çözünür, dolomit kesin olarak çözünmez, manyezit ise, çok zor çözünür. Kristalin manyezit yatakları, karbonat bileşikleriyle iri kristalli kayalar içeren tektonizmaya uğramış bölgelerde araştırılması gerekmektedir. Masif manyezit yatakları, derin faylar boyunca serpantize olmuş ve özellikle bu serpantinitlerin hidrotermal olaylar veya alterasyon etkisine maruz kalmasıyla, ultrabaziklerin içerisinde oluşabilmektedir. Manyezit göreceli olarak alterasyona karşı dirençlidirler, bu dirençlerinin bir sonucu olarak, relieflerin üst kısımlarında kendilerini göstermektedirler (Güney ve Önal, 1999).

#### **2.3.5. Manyezit üretim yöntemleri ve zenginleştirilmesi**

Manyezit cevheri, işletme maliyetleri açısından irdelendiği takdirde yeraltı işletmesinin çokta ekonomik olmadığı söylenilebilir, bunun yanı sıra cevherin fiziksel, kimyasal, manyetik, yapısal özellikleri ve kapasite göz önünde bulundurularak uygulanan çok spesifik zenginleştirme yöntemleri mevcuttur.

##### **2.3.5.1. Manyezit cevherinin üretimi**

Manyezit üretimi genellikle açık işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Türkiye’de pek çok sayıda yeraltı işletmesi de vardır. Açık işletme yöntemi ile cevher yataklanma tipi dikkate alınarak hazırlanan üretim projelerine göre delme, patlatma veya dozerle riparlenerek gevşetilen tuvenan manyezit ocaktan triyaj alanına getirilir. Yaklaşık %2–30 arasında agnezit ihtiva eden tuvenan manyezit cevheri, ya eleme-triyaj tesislerinde ya da sergi yöntemi ile manyezitin fiziksel özelliklerinden yararlanılarak yan kayadan

temizlenir. Tuvenan cevherin ön zenginleştirilmesi ocakta tamamlanır ve ham manyezit cevheri adını alır. Ham manyezit; kırma-ayırma ve diğer zenginleştirme metotlarının uygulandığı zenginleştirme tesislerine gönderilir. Cevher üretildikten sonra bir zenginleştirme işlemi uygulanmaktadır. Ancak iri kristalli spatik manyezitin zenginleştirme işlemi kriptokristalin manyezitin zenginleştirme işleminden oldukça farklıdır. Bu fark, her iki tipin serbestleşme tane iriliklerinin, gang türlerinin ve manyezit minerallerinin farklı olmasına dayanmaktadır. İri kristalli spatik manyezit %8'e kadar demir oksit içerirken, jelmanyezitin (kriptokristalen manyezitin) demir oranı düşük olduğu gibi, tane irilikleri de bazen mikronla ölçülemeyecek kadar ince olabilmektedir. Dolomit, biyotit, gröna, talk ve biraz da kuvars, kristalen manyezitin karakteristik gang mineralleridir. Jelmanyezitte (kriptokristalen manyezitte) gang olarak çoğunlukla serpantin, dolomit, kalsit ve opal bulunmaktadır (D.P.T. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2008).

#### 2.3.5.2. Manyezit cevherinin zenginleştirilmesi

Manyezit fiziksel veya kimyasal yöntemlerle zenginleştirilebilir. Fiziksel ayırma  $MgCO_3$  ile safsızlıklar arasındaki renk, özgül ağırlık, yapı ve kırılış şekli, parlaklık, floresans, radyoaktivite ve magnetik duyarlılık özellikleri vb. farkına dayanır. Bu yöntemler ucuz ve basittir, yüksek kaliteli ürünler üretilebilir. Eğer safsızlıklar  $MgCO_3$  kristal yapısına bağlıysa kimyasal yöntemlerle ayırma sağlanır. Kimyasal yöntemde liçle Mg cevherden çözülebilir ve magnezyum tuzu elde edilir. Sinter manyezit üretmeden önce safsızlıklar solüsyondan ayrılır. Kimyasal kazanma tüm manyezitlere uygulanabilir ve yüksek kaliteli sinter üretilebilir. Tek dezavantajı yüksek işletme gideridir.

Safsızlıklar, kristalli manyezitler (tane boyutları 100  $\mu$  civarında) için Fe-Oksitler, dolomit ve kalsittir. Kripto kristalli manyezitler (tane boyutları 1–4  $\mu$ ) için kuvars, talk ( $Mg_3(Si_2O_5)_2(OH)_2$ ), klorit, serpantin, flogopit, mika ( $K_2Al_4(Si_6Al_2)O_2(OH)_4$ ), pirit, magnetit, grafit, illit kili ( $(K,Na, H_3O)_2(Al, Mg, Fe^{3+}, Fe^{2+})_4(Si_7,Al)O_2(OH)_4$ ) vb.dir. Bu safsızlıklar ağır ortam, magnetik ayırma ve flotasyonla uzaklaştırılabilir. Besleme tipi ve istenen nihai ürüne bağlı olarak zenginleştirme tekniği tek/beraber ve cevherin tamamına/bir kısmına uygulanabilir.

#### **2.3.5.2.1. Elle ayıklama (Tavuklama) (Hand sorting)**

Tavuklama, manyezit ve gang mineralleri arasındaki optik özellik farklılıklarından (renk, yapı ve ışık kırma/yansıtma) yararlanılarak elle seçilerek yapılan ayıklama (tavuklama/triyaj) yöntemidir. Bu yöntem ocaktan çıkan cevheri ya doğrudan veya belirli bir boyuta kadar ufalanınca uygulanır. Daha sonra Ca, Si, Fe içeriğine göre elle ayıklanır. Kullanım alanına göre tesislere yollanır, manyezitte ateşe dayanıklılık  $\text{SiO}_2$  ile ters orantılıdır; üst sınır yaklaşık %4 değerindedir. Manyezitte, 5-50 mm boyutunda ürün eldesi gerekir. Manyezit işleme; kırma (crushing), eleme (screening) ve yıkama (washing) ile başlar. Elle ayırma, renk farklılığından (manyezit beyaz ve serpantin koyu renkli) yararlanılarak yapılır (Kaya, 1993).

#### **2.3.5.2.2. Otomatik ayırma (Automatic sorting)**

Otomatik ayırma makinaları elle ayırmanın yerini almıştır. Algılama için tanımlanan özellikler elektriksel sinyale dönüştürülür. Ayırma işlemi ise, tanıma biriminden aldığı sinyal ile çalışan basınçlı hava üfleyicisidir; itme hızı 5 m/sn civarında, tane boyu 0,5–12 cm'dir.

#### **2.3.5.2.3. Ağır ortam ayırması (Heavy media separation)**

Ağır ortamda ayırmanın başarılı sonuç vermesi için değerli mineral ile dolgu minerali arasında yeterli bir yoğunluk farkı olması şarttır. ( $\Delta d > 0,1 \text{ gr/cm}^3$ ). Malzeme gözenekli olmamalı ve sınıflandırılıp şlamı uzaklaştırılmalıdır. Manyezitin yoğunluğu göz önüne alındığı zaman kullanılacak ortam yoğunluğu  $2,8 \text{ gr/cm}^3$ 'den küçük olmalıdır. İri kristalli spatik manyezit kırılıp öğütüldükten sonra iki kısma ayrılır. 0–12 mm'lik tane boyutuna sahip olan kısım flotasyon yöntemiyle, 12–35 mm'lik tane boyutlu kısım ise ağır ortam ayırmasına tabi tutulur. Ağır ortamda manyezit çöker ve gang yüzer. Manyezit, serpantindeki sabit olmayan ve her an değişen yoğunluklar nedeniyle sistemi kontrol altında tutmak oldukça zordur (Kaya, 1993).

#### **2.3.5.2.4. Magnetik ayırma (Magnetic separation)**

Magnetik ayırma mineraller arasındaki magnetik duyarlılık farkına dayanarak yapılan bir zenginleştirme yöntemidir. Mineraller magnetik duyarlılıklarına göre Ferro, para ve dia magnetik olarak sınıflandırılabilirler. Genel olarak manyezit-yantaş ayırmasında magnetik ayırma kullanılır. Manyezit, kaybının minimum tutulması, daha saf konsantre eldesi ve yüksek kapasite için aşamalı zenginleştirme ve boyut küçültme işlemleri gerekir. Manyezit cevherindeki istenmeyen yantaş genellikle serpantin ( $Mg_6Si_4O_{18}H_8$ ) ve diğer silikatlar (magnetit içerir dünit); ferromagnetik veya paramagnetik özellikleri nedeniyle yüksek alan şiddetli yaş/kuru magnetik ayırıcılarla ayrılabilir. Türkiye’de iki tipte magnetik separatör uygulaması vardır. (Yıldız ve Köse, D.P.T. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2008).

***Süper İletkenli Magnetik Separatör:***

0–600 mm ebadındaki tüvenan malzeme 120 mm’ye kırılır. 5 mm’den elendikten sonra süper iletkenli magnetik tambura verilir. 3 tesla (30 000 Gaus) magnetik alan şiddetine sahip tamburda magnetik özellik gösteren serpantin ayrılır.

***Sabit Magnetik Separatör:***

4–25 mm tane boyutuna kırılmış ham manyezit 4-12 ve 12-25 mm fraksiyonlarına ayrılır. 1–2 tesla (10–20 000 Gaus) kalıcı mıknatıslı tambura ve gerdirmeye geçen banda titreşimli besleyici ile verilir. Magnetik olan serpantin yapışır, magnetik olmayan manyezit bandın ucundan merkez kaç kuvvetiyle ayrılır (Kaya, 1993).

#### **2.3.5.2.5. Flotasyonla (Yüzdürerek) zenginleştirme**

Bu yöntem değerli cevherin dolgu minerallerinden seçimli olarak su sevmez (hydrophobic) yapılması sonucu köpük fazında toplanmaları ilkesine dayanmaktadır. Yüzdürmede minerallerin özgül ağırlığı etken değildir. Etken olan yüzey kimyasal özelliklerdir. Flotasyonla zenginleştirme iki şekilde yapılır. Birinci tipte, manyezitler yüzdürülürken, dolomit ve kalsit gibi karbonatlı yabancı mineraller ve silikatlar gibi gang mineralleri bastırılır. Buna Düz Flotasyon denir. İkinci tip flotasyon yönteminde (Ters Flotasyon) ise gang mineralleri uzun zincirli aminlerle yüzdürülürken manyezit bastırılır. Bu yöntem genellikle çok kolay yüzebilen mika, talk gibi silikatların bulunduğu manyezit cevherlerine uygulanır. Flotasyon için köpürtücü yeterli olur. Flotasyon yöntemi, Türkiye’de ilk yatırımın fazla olması nedeniyle kullanım alanı henüz bulmamıştır. Yöntem Avusturya, Hindistan, Yunanistan ve Çekoslovakya’da

manyazit atıklarının değerlendirilmesinde başarı ile uygulanmaktadır. Uygulama tane boyutu 0–0,6 mm’dir. Yunanistan’da düşük tenörlü manyezitlerin değerlendirilmesine ait test sonuçları Çizelge 2.5.’te varılmıştır.

**Çizelge 2.5.** Düşük Tenörlü Manyezit Test Sonuçları (Kaya, D.P.T. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2008).

| Ürünler                   | Tenörler (%)     |      |                                | C/S Konsantre |
|---------------------------|------------------|------|--------------------------------|---------------|
|                           | SiO <sub>2</sub> | CaO  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |               |
| Khalkidiki beslenen kons. | 25,31            | 6,45 | 4,14                           | 5,79          |
|                           | 0,49             | 2,84 | 0,63                           |               |
| Khalkidiki beslenen kons. | 25,31            | 6,45 | 4,14                           | 0,32          |
|                           | 1,41             | 0,46 | 0,68                           |               |
| Euboera beslenen kons.    | 28,30            | 1,50 | 5,80                           | 2,00          |
|                           | 0,56             | 1,12 | 0,44                           |               |
| Euboera beslenen kons.    | 28,30            | 1,50 | 5,80                           | 1,00          |
|                           | 0,99             | 0,94 | 0,51                           |               |

#### 2.3.5.2.6. Kümelenendirme ve flokulasyon (Aglomerasyon)

Pelte manyezite serbestleşme çok ince boyutta (-200 mesh) olur. İnce öğütülmüş cevher bir katı süspansiyon durumunda hazırlanmakta ve bileşenlerden manyezit suda çözülebilen polimerlerin katkısıyla çöktürülmekte ve dolgu katı asıntıda bırakılmaktadır (Kaya, D.P.T. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2008).

#### 2.3.5.2.7. cevherin ısıt işlem sonrası zenginleştirilmesi

Aşağıdaki yöntemler ısıt işlem sonrası manyezit ve safsızlıkların ayırıcı özelliklerinden istifade ederek uygulanmaktadır.

- Kalsinasyon + Magnetik Ayırma
- Kalsinasyon + Flotasyon
- Kalsinasyon + Ufalama
- Kalsinasyon + Ağır Ortam
- Kalsinasyon + Yıkama + Eleme ile Zenginleştirme (D.P.T. Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2008)

### 3. MANYEZİT ve REFRAKTER SANAYİİ

#### 3.1. Refrakter Sanayii ve Tarihçesi

Refrakter malzemelere duyulan ihtiyacın ateşin bulunuşu ile ortaya çıktığını ve bir anlamda tarihinin uygarlık tarihi kadar eski olduğunu söyleyebiliriz. Değişik kaynakların tespitlerine göre ilk tuğlanın kalıplanması M.Ö. 3200–2600 yılları arasında I. Mısır Hanedanlığı zamanında gerçekleştirilmiştir. Bunu Kadeli’lerin tuğlayı pişirmesi ve M.Ö. 500 yıllarında inşa edilen Darius’un sarayında pişmiş silika tuğla kullanılması izlemektedir. Ortaçağda kimyacılar, kilden imbik, pota ve fırın yaparak kullanmışlar. 18. yy’ın ortalarına doğru ise çağdaş anlamda şekilli refrakter malzemeler ilk kez inşaat tuğlası üretim yöntemleriyle İngiltere’de gerçekleştirilmiş ve böylece refrakter sanayi doğmuştur. (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Çağdaş refrakter sanayiinin doğuşundan itibaren geçen yaklaşık 200 yıl içinde en büyük gelişme son 50 yıl içinde olmuştur. Bunda da özellikle, bu malzemelerin en büyük tüketicisi olan demir-çelik sanayiindeki gelişmeler etkili olmuştur. Yurdumuzda şüphesiz ki çok eski zamanlardan beri ateşe dayanıklı malzemeler bilinmekte idi. Fakat modern anlamda ateşe dayanıklı malzeme olarak sinter manyezit, ilk olarak 1934 yılında Kırıkkale Çelik Fabrikasında üretilmiştir. Sinter manyezit, düşey tip dolomit ocağında toz demir cevheri ile karıştırılmak ve kok ile ısıtılmak suretiyle elde edilmiş, bu üretim 1941 yılına kadar sürdürülmüştür. 1940 yılında Karabük civarında dolomit yataklarının bulunması nedeniyle sinter manyezit yerine sinter dolomit üretimine geçilmiş, aynı yıl İstanbul’da Dr. Cudi Birtek tarafından kurulan “Alev” markalı şamot tuğla fabrikası faaliyete geçmiştir. Bu fabrika bütün savaş boyunca Karabük ve Kırıkkale Fabrikaları ile diğer işletmelerin şamot tuğla ihtiyacının bir kısmını karşılamıştır. Savaş bittikten ve 1947 yılının ikinci yarısında 14.000 ton/yıl kapasite ile tecrübe üretimine başlayan Filyos Ateş Tuğla Sanayii’nin kurulmasından sonra Alev marka şamot üreten bu fabrika faaliyetine son vermiştir(D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Türkiye’de sanayileşmenin gelişmesine paralel olarak 1930 lu yıllardan itibaren Filyos ateş tuğla sanayi, Haznedar ateş tuğla sanayi, MAŞ, Konya Krom Magnezit tuğla sanayi, KÜMAŞ, SÖRMAŞ, COMAG gibi refrakter malzeme üreticisi firmalar kurulmuştur (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

### 3.2. Refrakter Malzemelerin Tanımı ve Sınıflandırılması

#### 3.2.1. Refrakter malzeme tanımı

Kelime olarak “inatçı” manasına gelen refrakterin teknolojik tanımı “yüksek sıcaklıklara ve bu sıcaklıklarda gaz, sıvı ve katı maddelerin fiziksel ve kimyasal etkilerine karşı koyabilen malzeme” olarak yapılabilir. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere evlerimizdeki kömür sobalarından çeşitli ağır sanayi fırınlarına kadar tüm ısıtma işlem fırınlarında Refrakter malzeme kullanılmaktadır. Geleneksel olarak; yüksek sıcaklıkta çalışan fırın ve benzeri ünitelerin yapımında veya içinin kaplanmasında kullanılan, sıcaklık altında fiziksel ve kimyasal nitelikte çeşitli aşındırıcı etkilere karşı ergimeden ve fiziksel-kimyasal özelliklerini koruyarak dayanabilen malzemelere Refrakter Malzemeler denilmektedir. Ancak yukarıda tanımlanan özelliklere sahip metal ve alaşımlar refrakter malzeme tanımının dışında kalmaktadırlar. Refrakter malzemelerde bünye; saç kaplı tuğlalarda olduğu gibi metalik bir bileşene sahip olabilir, ama tamamen metal ve alaşım olamaz. Bu yüzden bu malzemeler ISO tarafından şöyle tanımlanmaktadır: Refrakter Malzemeler, bünyelerinin tamamı metal veya alaşım olmayan fakat metalik bir bileşime sahip olabilen ve refrakterliği 1500 °C olan malzeme ve mamullerdir. (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Malzeme sınıflanmasında refrakter malzemeler; seramik, cam, çimento gibi metalik olmayan anorganik malzeme sınıfına girmektedir. Seramik teknolojisinin bir kolu olan refrakter sanayiinde, demir-çelik, demir dışı metal sanayii, çimento sanayii, seramik ve kimya sanayii gibi temel sanayi kollarının önemli bir yan girdisi olan refrakter malzemeler üretilmektedir. Fırın tipi, üretim teknolojisi ve üretim cinsine göre fırınlarda uygulanan prosesler değişmekte ve her değişen proses, değişik tür ve özelliklerde refrakter kullanmayı gerektirmektedir. Bu nedenle çok değişik refrakterler üretilmektedir. Refrakter malzemelerin genel özellikleri şöyledir:

- Elektriği iyi iletmezler,
- Yük altında kırılıgandır,
- Ergime noktaları yüksektir,
- Mikro ve makro yapıda heterojendir.

### 3.2.2.Özel tip refrakterler

Bu grupta silikon karbit, zirkon, zirkonya, karbon (grafit), ergimiş alümine, ergimiş silika, ergimiş döküm alümino-silikatlar ve fused manyezit yer almaktadır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

**Silikon-Karbid:** Silikon karbid, kok ve silika kumunun elektrik direnç fırınlarında reaksiyon sonucu üretilir. Yüksek sıcaklıklara dayanıklı, yüksek ısı iletkenliği ve düşük oranda ısıl genleşme özelliklerine sahiptir. Bazı cüruf ve eriyik çeliklere dayanımı düşüktür. Özellikle sert olup, yüksek aşındırma direncine sahiptir. Silikon Karbid notral ve redüktan atmosferde avantajlıdır. 2008 yılından bu yana Selçuk Üniversitesi bünyesinde ve Konya sanayisinde yapılan bir takım çalışmalar sonucunda; bazı bitkilerin atıklarının koklaştırılması sureti ile mekanik olarak geliştirilen bir takım yöntemler doğrultusunda rantabl ve kaliteli SiC deneme üretimleri yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemler demir&çelik sanayisinde de kullanılabileceği gibi metalurji sanayisinin birçok dalında enerji tasarrufu sağlayacağı ve daha kaliteli ürün eldesinde önemli rol alacağı görülmüştür (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

**Karbon:** Refrakter malzeme olarak karbonun çok değişik karbon formları vardır. Pul grafit şeklindeki karbon, bazı alümine ateş tuğlalarına, plastik refrakter karışımlarına, bazık refrakter malzemelere ilave edilir. Manyezit karbon tuğlalar bazık refrakterler içinde ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Redüktan atmosferde, yumuşamadan erimeyen 6000 ° F üzerindeki sıcaklıklarda karbon yapısını korur. Endüstri fırınlarında; oksijen, su buharı ve karbondioksitin bulunduğu oksidasyon ortamına duyarlıdır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

**Zirkon ve Zirkonya:** Zirkon, zirkonyum silikat olup, termal şoklara silisli eriyiklere, bazı alkali tozlara ve dumanlara dayanımı yüksek refrakter malzemelerdir. Ancak demir oksit ve bazık cüruflara duyarlıdır. Zirkonya, zirkonyum dioksittir. Sert, dayanıklı ve özellikle eriyik silikatların kimyasal ataklarına dirençlidir. Ateşe mukavemeti son derece yüksektir(D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

**Fused Granüle:** Ergimiş alümine, manyezit, zirkonya ve spineller elektrik ark ocaklarında oksitlerin eritilmesiyle hazırlanır. Ergimiş malzemeler, kırılır, elenir ve özel bloklarda şekillendirilir. Bu malzemeler granüle form içinde bazı harçlarda, monolitik ürünlerde dövme ve dökme karışımlarında kullanılır.

**Fused Manyezit:** Fused elektrik ark fırınlarında doğal veya deniz suyundan elde edilen kalsine-sinter manyezitin eritilmesi sonucu üretilir. Almancada Schmelz

manyezitin karşıtıdır. Burada elde edilen erimiş manyezit bloğunda merkezde saf ve yoğun periklas iri kristalli olurken, kenar zonlarda safsızlıklarla birlikte gözeneklik artışı nedeniyle yoğunluk da düşmektedir. Fused manyezit, bazik kimyasal malzeme olarak, beyaz rengi, yüksek saflığı, kübik iri periklas kristali ile karakterize edilir. Özellikleri şöyledir;

- Yüksek sıcaklıklara mukavemeti
- 2800 °C erime noktası
- Yüksek saflıkta
- İri kristal büyüklüğü (> 800  $\mu$ )
- Yüksek yoğunlukta
- Yüksek derecede kimyasal olarak inert
- Cürufta düşük reaktiviteli
- Düşük sublimasyon
- $MgO + C \rightarrow Mg + CO$  reaksiyonuna göre düşük reaktivitelidir.

Değişik ülkelere ait fused manyezitin özellikleri aşağıdaki gibidir:

**Çizelge 3.1.** Değişik ülkelere ait fused manyezitin özellikleri(D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

|                  | MgO  | SiO <sub>2</sub> | CaO | Yoğunluk<br>Gr / cm <sup>3</sup> | Kristal<br>Büyüklüğü( $\mu$ ) |
|------------------|------|------------------|-----|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>ÇİN</b>       |      |                  |     |                                  |                               |
| FM-98            | 98.0 | 0.8              | 0,8 | 3,45                             | -                             |
| FM-96            | 96.5 | 1.7              | 1.0 | 3.45                             | -                             |
| FM-92            | 92.0 | 5.0              |     | 3.3                              | -                             |
| <b>AVUSTURYA</b> |      |                  |     |                                  |                               |
| QMAG EFH1        | 97.0 | 0.45             | 2.4 | 2.52                             | 1100                          |
| QMAG EFH2        | 96.0 | 0.60             | 3.0 | 3.46                             | 300                           |
| <b>KANADA</b>    | 97.3 | 0.30             | 1.7 | 3.50                             | 850                           |
| <b>İSRAİL</b>    | 99.0 | 0.20             | 0.5 | Min 3.45                         | -                             |

Ergimiş Döküm Tuğlası: Ergimiş döküm refrakterleri alümine, mullit, zirkonya-alümine, krom-alümine, manyezit bileşiminde üretilir. Bazı bileşimler aşındırma ve korozyona karşı yüksek direncin gerektiği yerlerde kullanılır. Manyezit ve krom bileşimindeki ergimiş döküm tuğlaları elektrik ark ocaklarında Siemens ve Martin Ocaklarında hassas yerlerde başarı ile uygulanmaktadır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

### 3.2.3. Bazik refrakter malzemeler

Bu refrakterlerin imalatında genellikle hammadde olarak;

- Manyezit ( $\text{MgCO}_3$ )
- Brusit ( $\text{MgO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ )
- Magnezyum hidroksit  $\text{Mg}(\text{OH})_2$
- Krom cevheri (kromit) ( $\text{Fe}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{Cr}_2\text{O}_3$ )
- Olivin ( $2\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $2\text{FeO}$ ,  $\text{SiO}_2$ )
- Dolomit ( $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ) kullanılır.

Bunlardan krom cevheri (kromit) ve olivin hariç,  $\text{CO}_2$  ve bileşik suyunun atılması için pişirilmesi gerekmektedir. Bazik refrakterler malzemelerinin en önemli hammaddelerinden biri olan manyezit pişirildiğinde, magnezya kristal formundaki mineral olan sinter manyezite dönüşür. Bazik refrakter malzeme imalatında genellikle sinter manyezit ve kromit cevheri kullanılmaktadır. Dolomit cevherinin pişirilmesinden sonra, yani sinter dolomit ile yapılan malzemelere dolomit refrakter malzeme adı verilmektedir. Forsterit mineralinden imal edilen çok çeşitli malzeme bulunmaktadır. Bunlar genellikle olivin mineraline, magnezya veya yüksek sıcaklıkta magnezyum alüminat spineli meydana getirecek minerallerin katılması ile imal edilmektedir. Gerçekte kromit ve forsterit esas itibarıyla nötraldir fakat manyezit ağırlıklı olduklarından bazik gruba sokulmaları daha uygun görülmektedir. Asit yahut bazik deyimile refrakter malzemenin kimyasal olarak asitlik ve baziklik özelliğinden daha çok refrakterin kullanıldığı ortama atıf yapılmaktadır. Örneğin; silika asidik ortamda inerttir, fakat bazik ortamda reaksiyona girebilir. Bu terimler asidik yahut bazik cürüflü çelik üretim prosesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bazik refrakter fevkalade yüksek refrakterlik ve bazik cürüflara iyi dayanımlarıyla karakterize edilmektedirler. Bunların, sıcak ortamda hurda malzemelerin çarpmasıyla aşınmaya, mekanik zorlamalara ve ergimiş malzemelerin cidara olan etkilerine karşı yeterli dayanma özelliğine sahip olmaları gerekir. Diğer alkali tip toprak ksitleri (baryum, stronsiyum ve kalsiyum oksit) manyezit gibi aynı bazik özellikleri gösterirler, fakat düşük sıcaklıklarda kararlı değildirler (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

\*Fused: Elektrik ark ocaklarında eritilmiş, soğutularak kristallenmiş.

### 3.2.3.1. Manyezit

Manyezit refrakterler, manyezit cevherinden veya deniz suyu manyezitinden üretilen periklas ( $MgO$ ) dan yapılmaktadır. Doğal manyezit veya deniz suyu manyeziti 1600 ila 2000 °C arasında pişirilerek sinter manyezit yahut refrakter özellikte manyezit elde edilmektedir. Şekillendirilen manyezit refrakterler emprenye edilerek veya katran ya da reçinelerle bağlanarak cüruf etkilerine dayanımları arttırılır. Kromit, manyezitle harmanlanarak takriben %5 ile 22  $Cr_2O_3$  ihtiva eden mgnezit-krom refrakterler, %27 ile 35  $Cr_2O_3$ 'lü, krom-manyezit refrakterler üretilmektedir. Manyezit üretiminde en önemli hammadde yüksek miktarda  $MgCO_3$  bulunduran kriptokristalin (ince dokulu) veya kristalin (spatik) manyezittir. Kriptokristalin manyezit yatakları Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, Rusya ve Hindistan'da, belli başlı kristalin manyezit yatakları ise Avusturya, Çekoslovakya, İspanya ve Rusya'da bulunmaktadır. Pişirme esnasında manyezit  $MgO$  ve  $CO_2$ 'ye dönüşür, hammaddenin takriben %50'si  $CO_2$  olarak uçar. Şartlara bağlı olarak  $CO_2$ 'nin ayrışma sıcaklığı 350 ile 580 °C'dir. Manyezit, döner fırın veya şakuli fırınlarda,  $CO_2$  çıkışı bittikten sonra uygun bir hacim sabitliğine erişebilmek için 1700 °C 'nin üzerinde sinterlenir. Yüksek spesifikasyon değerli refrakterler için çelik üreticilerinin gittikçe artan talepleri karşısında deniz suyu veya tuzlu sulardan magnezyum hidroksit  $Mg(OH)_2$  üretilmesi yoluna gidilerek, yüksek saflıkta veya belirli kimyasal özelliklerde sinter manyezit üretimi sağlanmıştır. Amerika, Japonya ve İngiltere'de üretilen manyezit ürünlerinin büyük bir kısmı deniz suyu sinterinden elde edilmektedir. U.S.A., Meksika, İngiltere, İrlanda, İsrail, İtalya, Japonya ve Rusya'da büyük deniz suyu veya tuzlu su tesisleri bulunmaktadır. Magnezyum hidroksit, sedimanter bir oluşum şeklinde brusit minerali olarak bulunmaktadır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Sinter manyezit üretiminde amaçlananlardan bir tanesi mümkün olduğu kadar yabancı oksitleri elimine etmek veya bazik ilaveler kullanarak bunları forsterit yahut dikalsiyum silikat gibi yüksek derecede refrakter olan bileşiklere dönüştürmektir. Spesifik kimyasal bileşimine ilaveten sinter manyezitin tane gözenekliliğinin de mümkün olduğu kadar düşük olması istenir. Çok az yabancı oksitlere sahip sinterlerde bile hacmen %3 ila 5'lik bir sinter gözenekliliğine ulaşılabilir. Manyezit tuğlalar pişirilebilir, katran emprenye edilebilir, reçine bağlı grafitli katran veya kimyasal bağlı (çelik saclı ve sacsız) üretilebilirler. Pişmiş tuğla üretiminde, sinter manyezit tane

iriliklerine göre ayrılır, kırılır, elenerek sınıflandırılır ve bağlayıcı ile harmanlanıp yüksek basınçlı preslerde şekillendirilir. Tamamen kurutulduktan sonra tuğlalar genellikle tünel fırınlarında  $1500^{\circ}\text{C}$ 'nin üzerindeki sıcaklıklarda pişirilir. Sinter taneleri bu pişirme esnasında tekrar kristallendirme prosesiyle birleştirilir. Sinter üretimindeki prosese benzeyen bu proste birçok silikatların ters etkisine rağmen demir bileşiklerinin yararlı etkisi görülmektedir. Daha iyi termal şok dayanımı göstermeleri nedeniyle çok düşük demir ihtiva eden manyezit tuğlalara olan talep gittikçe artmaktadır. Bu tuğlalar, düşük nisbette eriyik teşkil edici madde bulunduran sinter manyezitten üretilmektedir. Bunlar cam sanayiindeki jeneratör örgülerinde ve aşınmaya dayanıklı örgü malzemesi olarak pik demir mikserlerinde kullanılmaktadır. Katran emprenye etme diye adlandırılan proses, düşük demirli manyezit tuğlaların cürufalarına karşı direncini artırmak için uygulanmaktadır. Tuğlalar şekillendirilip pişirildikten sonra, gözenekleri yüksek nisbette zift içeren katranla veya ısı ve basınç altındaki ziftle emprenye edilmektedir. Normal gözeneklikteki tuğlaların ihtiva ettiği katran ağırlıkça %5–6 kadardır. Katran emprenye edilmiş düşük demirli manyezit tuğlalar bazik oksijen konvertörlerinde iyi bir kullanma ömrü sağlamaktadır. Benzeri sonuçlar katran bağlı düşük demirli manyezit tuğlalarda da alınmıştır. Katran bağlı tuğla için elenip sınıflandırılmış sinter manyezit zift ve karbonca zengin diğer malzemelerle  $130-175^{\circ}\text{C}$ 'de karıştırılarak, bilinen tuğla preslerinde şekillendirilir ve yavaş yavaş soğutulur. Kimyasal bağlama diye adlandırılan metodun gelişmesi pişmemiş bazik tuğlaların kullanımını artırmıştır. Kimyasal bağlayıcı maddeler, genellikle magnezyum klorürler ve magnezyum sülfatlar refrakter taneleriyle iyice karıştırılıp takriben  $1000\text{ kg/cm}^2$  basınçta preslenerek tuğla şekline dönüştürülmektedir. Eğer tuğla iç kısmında plakalanacaksa tuğla basılırken saclar da prese yerleştirilir. Şekillendirmeden sonra kurutularak tuğlaların soğukta dayanım kazanması sağlanır. Bu değer pişmiş tuğlaların dayanım değerini geçebilir. Bu tuğlalar istenilirse sacla kaplanabilir. Bazı bazik tuğlalar sac kaplı olarak satılırlar. Tuğla ısıtıldığında sac erir ve ısıyla bağlanmış monolitik bir yapı meydana getirir. Sacla kaplama, hızlı ısıtmalardaki sıcaklık değişimlerine karşı kabuk atma ve parçalanma direncini artırır. Kimyasal bağlı tuğlalardaki sac kaplama, işletmeye alırken yüksek sıcaklıkta kimyasal bağı seramik bağa dönüşünceye kadar tuğlayı rijid tutmayı sağlar (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

### 3.2.3.2 Manyezit-Krom

1930’lardan beri manyezit ve kromit karışımı tuğla geliştirilmiştir. 1930’larda krommanyazit tuğlaların kullanılması Siemens Martin fırınlarının refrakter malzemeleri için bir dönüm noktası olmuştur. Sinter manyezitle krom cevherinin birlikte kullanılmasıyla termal şoklara direnci yüksek, cüruflara dayanıklı ve yüksek refrakter özellikte tuğla üretilebilmiştir. Krom cevheri ihtiva eden manyezit tuğlaların üretimi saf manyezit tuğla yapmakta kullanılan metoda benzer bir usulde yapılmaktadır. Pişirme sıcaklığı hammaddelerin saflık derecelerine bağlıdır; genellikle 1500 ila 1800 °C’dir. Krom cevheri genellikle safsızlık olarak magnezyum silikat, hidrat ihtiva eder; refrakter olarak kullanım için bu miktar mümkün olduğu kadar az olmalıdır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Sinter manyezit ve krom cevheri karışımı iyi bir hacim sabitliğine haiz olduğunda, kimyasal bağlayıcı maddeler yardımıyla; tuğlaya taşıma esnasında gerekli dayanım sağlanarak pişmemiş tuğla üretilebilir. Tuğlalar magnezyum sülfat, totanın veya benzeri kimyasal bir madde ile bağlanmakta ve genellikle sac kaplı veya iç kısmı da sac levhalı üretilmektedir. Takriben 0,5 mm incelikte sacla kaplama genellikle tuğla harmanı preslenirken yapılmakta ve böylece tuğlaya iyi bir yapışma sağlanmaktadır. Kimyasal bağlı tuğlalar, ısıtma esnasında kimyasal bağlayıcı maddelerin ayrışması sonucunda dayanımlarını kaybettiğinden, tuğla kimyasal bağlı halden seramik bağlı hale geçene kadar, sac kaplama tuğlanın stabilitesini korumasını sağlar. Kimyasal bağlı bazik tuğlalar Siemens Martin fırınlarında büyük ölçüde kullanılmaktadır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Krom cevheri bulunduran manyezit tuğlalar direkt bağlama diye bilinen prosesle de üretilebilir. Proses yüksek saflıktaki manyezit ve krom cevherlerinin seçimini gerektirmektedir. Bunun için harman bileşiminin iyi ayarlanması ve şekillendirmenin dikkatli yapılması ve çok yüksek sıcaklıkta pişirmeyle, silikatlar gibi, bilinen ara bağlayıcı bileşikler olmaksızın tanelerin bağlanması gerekmektedir. Bu tuğlalar çok yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır, gerçekte ısıtıldıkça dayanımları artmaktadır. Yüksek sıcaklıklar ve cüruf teşekkülü ile birlikte fiziki darbenin etkisine maruz ortamlarda iyi bir kullanma ömrü vermektedir. Direkt bağlı tuğlalar da sacla kaplanabilir, sac şerit geçirilebilir veya sac klipslerle kenetlenebilirler ve böylece kimyasal bağlı tuğlaların bir alternatifi olarak kullanılabilirler. Direkt bağlı bazik tuğlaların değişik bir türü de çok yüksek sıcaklıklarda pişirilmiş manyezit-krom sinteridir. Çeşitli oranlarda karıştırılan,

biriketlenen manyezit-krom cevheri yüksek sıcaklıkta pişirilir. Oksikrom sinter elde edilir. Oksikrom kırılır ve nihai ürün tuğla halinde şekillendirilir. Bu tuğlalar tekrar bağlanmış tuğla olarak tanımlanır. Bu yolla üretilen bazik tuğlaların gözenekliliği çok düşüktür ve cürufların kimyasal ve mekanik etkilerine çok iyi dayanırlar (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Krom-manyezit refrakterlerde diğer bir gelişme de ergimiş döküm veya elektro döküm refrakterleridir ki bunlar düşük gözeneklilik, yüksek yoğunluk ve yüksek ergime noktası, iyi bir termal iletkenlik ve yüksek cüruf direncine haizdirler. Bu tip tuğlalar bazik oksijen konvektörlerinin ağız kısımlarında tercihan kullanılmaktadırlar (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

### 3.2.3.3 Manyezit – Karbon

Manyezit karbon tuğlalar 1960'lı yılların ortalarında A.B.D.'de geliştirilmiş fakat o zaman çelik üretiminde fazla kullanılmamıştır. 1970'li yılların sonlarında Japon çelik üreticileri su soğutmalı elektrik ark ocaklarında manyezit karbon tuğla kullanmışlardır. Günümüzde elektrik ark ocaklarında, pota ocaklarında, bazik oksijen konvektörlerinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Cürufa karşı ve korozyona karşı direnci artırmak için karbon kullanılır. 3 çeşit karbon türü bulunur:

- Bağlayıcı karbon
- Karbon siyahı
- Tabii grafit

Manyezit ve grafit arasında daha uygun bir bağ yapısı elde etmek için pişirme sırasında katı karbona dönecek ve dolayısıyla toplam karbonu artıracak sıvı reçine veya zift kullanılır. Bu bağlayıcılar arzu edilen mukavemete ulaşmak için taneler arasındaki bağı sertleşerek ve 1000° C'den yüksek sıcaklıklarda karbon gruplarına dönüşerek oluştururlar. Eğer kalıcı karbon miktarı %7'den az ise karbon siyahı şeklinde normal karbon ilave edilir. Yüksek miktarda karbon gerekli olursa tabii pul grafit kullanılır; bu %25'e kadar varabilir. Grafit ilavesi düşük yoğunluk ve düşük soğukta basınca mukavemeti getirir. Aynı zamanda termal genleşme düşer, ısı iletkenliği ve termal şok direnci artar. Tuğla bünyesi daha fleksibıl olur (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Karbon oksidasyonu birkaç yüz derecede başlar. Birçok değişik karbon komponentinin yanma hızları değişik sıcaklıktadır. Bakiye karbon oranı yüksek karbon

bağlı tuğlalarda grafit bileşimi önem kazanır. Amaç grafit yanma hızını mümkün olduğunca düşük tutmaktır. Bu %2-8 kül içeren çok saf grafit kullanmakla mümkündür. Oksidasyonu frenlemenin bir diğer yolu da pul grafit kullanmaktır. Ayrıca, magnezyum, alüminyum, silikon gibi metalik ilaveler kullanılarak karbon oksidasyonu önlenir (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

#### **3.2.3.4 Ziftli – Zift emprenye**

Tuğla üretiminde kullanılan ziftin fırın şartlarında distilasyon sonucu teşekkül eden karbon; tuğlanın cüruf veya metal ile temas eden sıcak yüzeylerinde koruyucu görev yapar. Ziftin tuğlada en büyük özelliği taneler arasındaki boşluğu doldurması ve gözenekliliği düşürmesidir. Belli tane dağılımına uygun olarak refrakter malzemelerden sıcak zift karışımı ile hazırlanan harman preslenerek şekillendirilir. Soğutularak paletlendiği gibi temper fırınında temperlenir (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı,2008).

Tuğlanın bünyesine giren ziftin miktarı, cinsi tuğlanın mukavemetini ve yoğunluğunu etkiler. Genel olarak karışıma %5 ağırlıkça zift ilave edilir. Yüksek oranda zift ilavesi bakiye karbon miktarını artırmakla beraber mukavemetini düşürür ve tuğlalar istifte birbirine yapışır. Temperleme, 230–320 ° C arasında presten hemen sonra temper fırınında direkt alev görmeden yapılır. Tuğlanın gözenekliliği düşer, mukavemeti artar. Elektrik ark ocaklarında ve bazik oksijen konverterlerinde ziftli tuğla kullanımı gittikçe azalmaktadır. Hatta elektrik ark ocaklarında tamamen karbon yüzdesi yüksek manyezit karbon tuğlalara geçilmiştir. Pişirilmiş manyezit veya dolomit tuğlaların bünyesindeki boşluklara vakum altında zift emdirilmesine Emprenye edilmesi denir. Emprenye işlemi; tuğlanın özelliği ve ziftle ilgilidir. Normal olarak pişmiş tuğlanın gözenekliliği %2–3 seviyesine kadar düşürülmektedir. Özellikle endüstri ocaklarında darbeye mukavemetin istendiği bölgelerde zift emprenye manyezit tuğla kullanılmaktadır (D.P.T. Dokuzuncu kalkınma planı).

## 4. TÜRKİYE'DE MANYEZİT

### 4.1. Önemli Yataklar

1/500.000'lik Türkiye Jeoloji Haritası incelendiğinde, Türkiye yüzölçümünün yaklaşık % 8,5'ini yeşil renkli ultra bazik kayaçların kapladığı görülmektedir. Bunun doğal sonucu olarak da, Türkiye'deki hem kromit yatakları hem de jel manyezit oluşumları geniş ölçekte yer almaktadır. İlk manyezit yatakları 1850'li yıllarda Konya-Meram'da işletilmiştir. Ancak ciddi boyutlardaki üretim 1961'li yıllardan sonra başlamıştır. Bu açıdan Türkiye manyezitleri ile ilgili bilgiler son derece kısıtlıdır. Eldeki bu kısıtlı bilgilere göre; Türkiye manyezit yataklarını jenetik olarak iki tipte toplamak mümkündür. Bu tiplerden birincisine örnek olarak, Denizli Hırsızdere-Çambaşıköy zuhuru olan sedimanter oluşum şeklidir. Burada manyezit oluşumları, kilden konglomeraya kadar uzanan klastik tortul kayaçlar serisi içine yerleşmişlerdir. Yapılan araştırmalara göre, manyezit horizonu içinde sepiyolit oluşumları bulunmaktadır. Bu horizon üstten ve alttan dolomit horizonu ile sınıflandırılmıştır. Bu nedenle cevherde nispeten  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{CaO}$  oranı yüksektir. Bunun yanı sıra, Eskişehir doğusundaki sepiyolit oluşumları içerisinde de dağınık halde manyezit yumrularına rastlanmaktadır. Bu manyezit yumruları muhtemelen sepiyolit oluşumunun ilk safhasını meydana getirmektedir. Araziden alınan örneklerde çekirdeği manyezit, dış kısmı sepiyolit olan sepiyolit yumrularına rastlanması manyezit yumrularının sepiyolit oluşumunun ilk safhasını meydana getirmektedir görüşünü geçerli kılmaktadır (Güney ve Önal, 1999).

Diğer bir yatak tipi, geri kalan tüm manyezit zuhurlarının oluşum şeklini karakterize etmektedir. Genellikle serpantinleşmiş ultra bazik kayaçlarda çatlak, fay ve ağ dolgusu şeklinde bulunmaktadır. Manyezit yer yer serpantinler üzerinde fosil alterasyon zonları içinde yumrular şeklinde bulunabilir. Cevher kalitesi ve niteliği oluşum koşullarına bağlıdır. Genel olarak, yüksek silis ve kalsiyum oranı (yer yer yüksek demir oranları) en önemli sorundur. Damar kalınlıklarının artışı ile kalitenin de arttığı, genellemesi yapılabilir. Zaten işletmelerdeki cevher randımanı da büyük ölçüde damar kalınlıklarına bağlı olmaktadır. Konya-Meram yatağında olduğu gibi bu tip yataklarda cevher randımanı % 8'e kadar düşebilmektedir (Güney ve Önal, 1999).

Türkiye manyezit yataklarının en önemlileri Balıkesir-Bursa-Bilecik-Ayaş-Polatlı-Kütahya yerleşim merkezleri ile sınırlanmış çokgen içinde bulunmaktadır. Bunun dışında, Erzincan ilinin kuzey-batısında, Fethiye-Göcek yakınında,

Afyonkarahisar'ın doğusunda ve Konya'da birer zuhur bulunmaktadır. Konya-Meram yatağı hariç işletilen tüm manyezit yatakları belirtilen bu çokgen içinde bulunmaktadır (Güney ve Önal, 1999).

İşletilen yataklar yönünden en önemli ilin Eskişehir olduğu ve onu Kütahya'nın izlediği anlaşılmaktadır. Bu bölgenin işletilen en önemli yatakları Margı, Sepetçi, İncesu, Ballık, Dutluca, Nemli, Kümbet ve Yaylacık'dır. Bunlardan Türkiye'nin en büyük manyezit yatağı olarak nitelendirilebilecek Ulucakdere –Margı yatağı, kuzeybatı güneydoğu yönünde 1,5 km'lik bir uzanımına sahiptir ve uzanım içinde 8–10 metreye kadar varabilen kalınlıklar göstermektedir. Ortalama tenörler, % 46,0 MgO, % 1,3–2,5 CaO, % 0,4–1,5 SiO<sub>2</sub> arasında değişmektedir (Güney ve Önal, 1999).

Türkiye manyezitleri, jel manyezit tipi yatakların tüm özelliklerini taşımaktadır. Fe, Si ve CaO oranları yataktan yatağa değişmekle birlikte genellikle düşüktür (Güney ve Önal, 1999).

#### 4.2. Rezervler

Türkiye'nin bilinen manyezit rezervleri 7. Beş Yıllık kalkınma planı Manyezit Özel İhtisas Komisyonu Raporu, M.T.A. Enstitüsü, Continental Magnesite (COMAG), KÜMAŞ, MAŞ, Konya Krom Manyezit işletmelerinin bilgileri esas alınarak Çizelge 4.1'de verilmiştir (Güney ve Önal, 1999).

**Çizelge 4.1.** Türkiye manyezit rezervleri (7. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Raporu, 1995).

| İli          | Görünür Rezerv (ton) | Muhtemel Rezerv (ton) | Mümkün Rezerv (ton) | Toplam Rezerv (ton) | Potansiyel Rezerv (ton) |
|--------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| Konya        | 16.905.000           | 22.850.000            | 39.861.000          | 79.616.000          | -                       |
| Ankara       | 57.087               | 18.814                | 15.000              | 90.901              | 65.000                  |
| Antalya      | -                    | 120.000               | -                   | 120.000             | -                       |
| Bilecik      | 96.572               | 128.000               | -                   | 224.822             | -                       |
| Burdur       | -                    | 85.000                | -                   | 85.000              | -                       |
| Bursa        | 160.000              | 470.000               | -                   | 68.000              | -                       |
| Bolu         | -                    | 14.000                | -                   | 14.000              | 4.300.000               |
| Çankırı      | -                    | 3.055.220             | 418.000             | 3.473.000           | 510.000                 |
| Denizli      | -                    | 1.110.000             | -                   | 1.110.000           | -                       |
| Erzincan     | 4.200.000            | 128.000               | 5.200.000           | 9.528.000           | -                       |
| Erzurum      | -                    | 50.667                | 389.000             | 439.667             | 400.000                 |
| Eskişehir    | 12.487.000           | 18.209.000            | -                   | 30.696.000          | -                       |
| Kütahya      | 10.154.000           | 8.958.500             | 9.713.000           | 28.825.560          | -                       |
| Muğla        | -                    | 150.000               | 60.000              | -                   | -                       |
| Genel Toplam | 44.059.659           | 55.747.000            | 155.199.520         | 155.199.520         | 5.335.000               |

#### 4.3. Rezervlerin Kalite ve Standartlara Göre Sınıflandırılması

Türkiye manyezit yataklarının büyük bir kısmı kriptokristalen yani jel manyezit yataklarıdır. Jel manyezit yataklaşmasına ilişkin örnekler verilmesi gerekirse;

a) Kütahya ili merkez ilçeye bağlı Karacaören Köyü, Suludere mevki filon tipi manyezit yataklanmasına tipik bir örnektir.

b) Eskişehir İli, merkez ilçeye bağlı, Ballık Köyü – Arapdere mevki çatlak sistemlerine bağımlı olarak yer yer değişen kılcal, ince, kalın manyezit damarlarından oluşan damar tipi cevherleşmeye uygun örneklerdir.

c) Erzincan ili, Çayırılı ilçesi, Çataksu mevkiindeki manyezit oluşumları ve yataklanması sedimanter tip manyezit yataklanması için iyi bir örnek oluşturmaktadır.

d) Eskişehir ili, Mihalicçık ilçesine bağlı, Bahtiyar Köyü, dâhilinde bulunan Şerbetçi ocağında, geniş bir serpantin temel üzerinde masif manyezit blokları ile ve yine serpantin içinde birbirini kat eden ince kılcal ve kalın damarlardan oluşan karmaşık bir yapı egemendir (Güney ve Önal, 1999).

Çizelge 4.2.'de çeşitli manyezit üreticisi şirketlerin üretim yaptıkları cevherlerin özellikleri, Çizelge 4.3.'de ise manyezit cevherlerinin kullanımı ile ilgili sınırlayıcı unsurlar verilmektedir. Her iki Çizelgedeki değerlerin karşılaştırılması durumunda Türkiye manyezitlerinin kalite sorunu olmadığı ve hatta kalitesinin son derece iyi olduğu görülmektedir (Güney ve Önal, 1999).

**Çizelge 4.2.** Çeşitli manyezit üreticisi şirketlerin cevher özellikleri (Güney ve Önal, 1999).

| Eleman                         | KÜMAŞ*      | MAŞ        | COMAG    | Akdeniz Mineral | Konya K. Manyezit |
|--------------------------------|-------------|------------|----------|-----------------|-------------------|
| MgO                            | Min %43     | %45-47     | %43-46   | Ort. %43-48**   | %47-48            |
| CaO                            | Ort. %1-1.5 | %1.1-2.5   | %1.5-2.5 | Maks.%1.10      | %0-3              |
| SiO <sub>2</sub>               | Ort. %0.7-1 | %0.3-2.5   | %2-4.5   | Maks.%1.20      | %0-2.5            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -           | %0.1-0.3   | %0.2-0.4 | Maks.%0.18      | Eser miktarda     |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -           | %0.02-0.04 | -        | -               | Eser miktarda     |

- Mineralojik veriler esas alınmıştır. \*\*Tahmini ortalama

**Çizelge 4.3.** Çeşitli manyezit cevherleri için sınır değerler (Güney ve Önal, 1999).

| Manyezit Tipi      | MgO<br>%Min. | SiO <sub>2</sub><br>% | CaO<br>%Maks. | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>% |
|--------------------|--------------|-----------------------|---------------|-------------------------------------|
| Jel manyezit       | 42-43        | 3                     | 3             | 1                                   |
| Kristalen manyezit | 42-43        | 6                     | 5             | 11                                  |

#### 4.4. Üretim

Türkiye’de manyezit üretimi 1960 yılında başlamış, 1973 yılında 340 bin tona ulaşmış, 1997 yılında 2 milyon ton, 1998 yılının başında ise 2,7 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Halen faaliyet gösteren manyezit şirketleri ve kapasiteleri Çizelge 4.4.’de verilmiştir (Güney ve Önal, 1999).

**Çizelge 4.4.** Faaliyet gösteren manyezit şirketleri ve kapasiteleri (DPT 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı,2000).

| Firma                     | Yerleşim                   | Tip | Kapasite (ton) |                   | Sahibi          |
|---------------------------|----------------------------|-----|----------------|-------------------|-----------------|
| Konya Krom Manyezit Tuğla | Konya Ort. Anadolu         | N   | 35.000         | DB                | Özkaymak        |
| KÜMAŞ                     | Kütahya Barı Anadolu       | N   | 144.000        | DB                | Zeytinoğlu Grup |
| MAŞ                       | Eskişehir                  | N   | 80.000         | DB                | %100 VMAG       |
| COMAG                     | Eskişehir Kütahya Tavşanlı | N   | 40.000         | CC                | Çukurova        |
| Toplam:                   |                            |     | 299.000        |                   |                 |
| SW=Deniz Suyu             | BR=Tuzlu Su                |     |                | N=Doğal           |                 |
| DB=Sinter Manyezit        | CC=Kostik Kalsine          |     |                | FS=Fused Manyezit |                 |

## 5. KONYA-MERAM MANYEZİTLERİ

Çalışma alanları; İç Anadolu Bölgesi'nde Konya iline bağlı Meram-Çayırbağı bölgesinde ve Mersin ili Mut ilçesinin yaklaşık 30 km doğusundaki Göcekler Köyü dolaylarında bulunmaktadır.

### 5.1. Konya-Meram Manyezitleri

Meram-Çayırbağı (Konya) bölgesinde yapılmış olan çalışmalar:

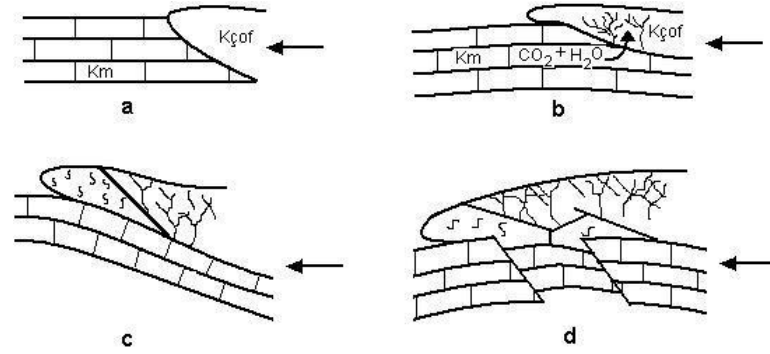
Göğer ve Kırıl (1973), Konya batısında Permien-Üst Kretase aralığında bir istifi tanımlamaktadır. Yazarlara göre, Permien tavanında yer alan olası bir uyumsuzluk bir yana bırakılırsa Kızılören yöresinde tüm Mesozoyik'in temsil edildiği karbonat kayalarının hakim olduğu bir sıralanımın, kırıntılı-karbonat ardalanması ile temsil edilen alt kesimi, yazarlarca Özgül (1976)'ün "Bolkardağı Birliği" ile deneştirilmiş ve olası Triyas olarak belirtilmiştir.

Kıyıcı ve diğ. (1974) tarafından MTA bünyesinde, Meram-Çayırbağı'nın 1/ 25 000 ölçekli jeoloji haritası ve sondajlı arama çalışmaları yapılmıştır. Bu aramalarda, cevherli seviyelerin üzerindeki örtü kalınlığı (dekapaj), cevherli seviyelerin yatay ve düşey dağılım alanları ile manyezit cevherinin rezerv ve kalitesi ortaya çıkarılmıştır. Bu amaçla toplam derinliği 2063,35 m olan 23 adet düşey yer üstü sondajı yapılmıştır. Çalışmaların sonunda 6,5 milyon ton görünür, 16,7 milyon ton muhtemel ve 28,9 milyon ton mümkün manyezit rezervi hesaplanmıştır.

Özcan ve diğ. (1990) tarafından, MTA bünyesinde yapılan inceleme sırasında Meram-Çayırbağı, Paleozoyik temel üzerinde uyumsuz olarak Alt Triyas yaşlı karbonat çökelimi, Orta-Alt Triyas-Malm yaşlı Loras kireçtaşının bulunduğu ve onun üzerinde yine karbonatlardan oluşan Berriyasiyen-Alt Maastrihtiyen yaşlı Midos Tepe formasyonunun yer aldığı belirlenmiştir. Bu karbonat çökelimleri üzerinde de tektonik olarak gelen Hatip ofiyolitli karmaşığı ile içerisinde manyezit bulunduran Çayırbağı Ofiyoliti'nin bulunduğu ve bunların, Miyosen-Pliyosen yaşlı konglomera-killikireçtaşı-kireçtaşı ardalanmasından oluşan birim tarafından açılal uyumsuzlukla örtüldüğü ortaya konulmuştur.

### 5.1.1. Çayırbağı-Meram ofiyoliti

Çayırbağı ile Hatip kasabaları arasında gözlenen birime, Özcan ve diğ. (1990) tarafından en yaygın yüzeylenmesini bu bölümde gösterdiği için Çayırbağı Ofiyoliti adı verilmiştir. Çalışma alanında en yaygın ve çalışmamızın amacı bakımından en önemli birim konumundadır. Çayırbağı Ofiyoliti bölgeye Üst Kretase sonlarında bindirme şeklinde yerleşmiştir (Şekil 5.1). Birim tabanda Hatip Ofiyolitli Karışığı ile tektonik dokanaktır. Çayırbağı Ofiyoliti bazı bölgelerde Midos Tepe Formasyonu ve bazı bölgelerde de Loras Kireçtaşı üzerinde görülmektedir. Bu durum Özcan ve diğ. (1990) tarafından ikincil tektonik hareketlere (Loras Fayı) bağlanmıştır. Çayırbağı Ofiyoliti Miyo-Pliyosen yaşlı Dilekçi Formasyonu tarafından diskordan olarak örtülmektedir.



Şekil 5.1. Çayırbağı Ofiyoliti'ne ait yerleşim modeli (Tuncay, 1998).

Çayırbağı Ofiyoliti genel olarak bir ofiyolit istifinin alt kesimleri olan yeşil, yer yer kahverenkli serpantinleşmiş peridotit (Dunit ve Harzburgit), gabro ve piroksenitten meydana gelmektedir. Birim içinde yoğun şekilde ikincil olarak gelişmiş (ağsal) ve damar tipinde manyezit oluşumları gözlenmektedir (Şekil 4.8 ve 4.9). Bazı yataklarda yatay görünümüne manyezit damarlarının bulunması, ilk etapta bunların magmatik tabakalanma sınırlarına yerleştiğini düşündürse de, arazi genelinde net bir magmatik tabakalanmanın gözlenmemesi, bu manyezitlerin tabaka sınırlarına değil yatay konumlu gevşeme kırıklarına yerleştiği fikrini vermektedir (Önal, 2007).

Ofiyolitik serinin en üst kısımları (volkanikler, levha daykları ve izotropik gabro) ya bölgedeki Neojen yaşlı çökeller tarafından örtülmüş yada bindirme sırasındaki tektonik hareketler ve erozyon neticesinde korunamamışlardır. Özcan ve diğ. (1990) tarafından birimin Toros Platformu üzerine yerleşme yaşı Üst Mاستrihtiyen-Alt Paleosen olarak düşünülmüştür. Ofiyolit içerisinde bulunan manyezitlerin yaşı ise

ofitolitin yerleşimi esnasında, yani Üst Kretase sonlarında başlayıp Miyosen’de devam etmiş ve hatta günümüzde de devam etmektedir. Birim, çalışma konusu olan manyeziti içinde bulundurması bakımından önemli olduğu için steril serpantinit (az ayrılmış, yeşil), manyezitli serpantinit (altere serpantinit, kahverengi) ve silisleşmiş serpantinit olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. Bu şekilde ele alınan Çayırbağı Ofiyoliti’nin çalışma alanında gözlenebilen mostra kalınlığı yaklaşık 350 m’dir.

### **5.1.2. Steril serpantinit (s)**

Çalışma alanında geniş yayılım sunan bu seviye, genellikle sert, yeşil renkli ve parlak görünüşlüdür. Tektonik kuvvetlerin etkisinde kalarak kırıklı bir yapı kazanmıştır. Çatlaklarında yer yer silis dolgular mevcuttur. Özcan ve diğ. (1990) tarafından steril serpantinit olarak tanımlanan birim, üstünde bulunan manyezitli serpantinitte olduğu gibi serpantinleşmiş dunit ve harzburgitten oluşmaktadır. Manyezitli serpantinitin altında bulunan steril serpantinit, rengi ve manyezit bulundurmaması veya çok az bulundurması ile kolayca tanınır.

### **5.1.3. Manyezitli serpantinit (sm)**

Manyezitli serpantinitler steril serpantinitler üzerinde yer alan serpantinitler olup sarımsı kırmızı ve kahverenkli dirler. Genellikle limonitleşmiş, dayanıksız ve kırılğan olan serpantinit, çalışma alanında alttaki serpantinite oranla daha az yayılım sunmaktadır. Yer yer arada daha sert, kırıklı, az ayrılmış seviyeler de mevcuttur (Önal, 2007).

### **5.1.4. Silisleşmiş serpantinit (ss)**

Çayırbağı Ofiyoliti’ne bağlı serpantinitlerin en üstünde bulunur. Ayrışma sırasında açığa çıkan silis, üst kısımlarda kırık ve çatlaklarda ve bazen de yan kayacın tümünü silisleştirecek biçimde kayacın içerisine nüfuz etmiş ve böylece tümüyle silisleşen ve eriyikte yer alan demirli minerallerle, kırmızı kahve renkli boyanan serpantinitler ortaya çıkmıştır. “Silis şapka” diye de adlandırılan bu silisleşmiş oluşumlar, içerisinde manyezit bulundursa da hem manyezit tenörü hem de silis

bulundurması nedeniyle ekonomik değildir. Silisleşmiş serpantinitler içerisinde yer yer silisleşmemiş kısımlar da bulunmaktadır.

Kırmızı ve kahverengi ile kolayca ayırt edilen birim, çok silisli kısımlar dışında sert olmayıp ufalanabilecek kadar yumuşak ve limonitleşmiştir. Silisleşmiş serpantinitin kalınlığı ve yayılımı çok olmadığından 1/25 000 ölçekli jeolojik haritada gösterilememiştir. Sahada manyezitli serpantinit zonunun, MTA'nın yapmış olduğu sondaj çalışmaları ile tespit ettikleri ortalama kalınlık 40–70 m civarındadır. Ancak, açılan çoğu ocaklarda 100 m'nin üzerinde bir kalınlığa sahip olduğu görülmüştür (Önal, 2007).

Manyezitli serpantinit (ayrışmış serpantinit) ile steril serpantinit (az ayrışmış) arasında bir süreksizlik ve buna bağlı olarak ikincil manyezit damarı net bir şekilde izlenebilmektedir. Bu kesimlerde ise manyezitin ince damarcıklar halinde steril serpantinite geçiş gösterdiği gözlenmektedir (Önal, 2007).

Manyezitlerin içinde yer aldığı kayaçlar dunit, harzburjit ya tamamen ya da çoğunlukla serpantinleşmişlerdir.

## 6. KONYA ATEŞ TUĞLASI PROJESİ

### 6.1. Genel Tanım

Memleket sanayiinin kaydettiği hızlı gelişme sebebi ile ateşe dayanıklı malzeme tüketimi de çok hızlı artmış bulunmaktadır. Sümerbank tarafından 14.500 ton kapasite ile kurulan ve halen 43.000 ton/yıl kapasiteye genişlemekte olan Filyos Ateş Tuğlası, ateşe dayanıklı malzemenin şamot ve silika çeşitlerinden olan, memleket ihtiyacını karşılamaya çalışmakta ise de, bazik refrakter malzemeyi teşkil eden krom-manyezit ve dolomit tuğla ve harçları memleketimizde henüz hiçbir teşebbüs tarafından imal edilmeyip, ihtiyacın tamamı ithal yolu ile temin edilmektedir (Sümerbank,1955).

Karabük Demir-Çelik, Ereğli Demir-Çelik, Çimento Sanayii, gelişmekte olan Maden İzabe Sanayii gibi memleket ağır sanayiinin en mühim işletme malzemesinden birini teşkil eden krom-manyezit tuğlalarının ithalât şartlarına tâbi olmadan, iç piyasadan temini ve mühim miktarda döviz tasarrufu ile ayrıca bol miktarda bulunan manyezit cevherinden sinter manyezit üreterek ihraç etmek suretiyle memlekete döviz getirmek gayesiyle krom-manyezit tesislerinin biran evvel kurulması lüzumlu görülmüş ve tesislerin kurulması görevi Devlet Plânlama Teşkilâtı tarafından Sümerbank Genel Müdürlüğüne verilmiştir (Sümerbank,1955).

Sümerbank Genel Müdürlüğü hazırlamış olduğu projeyi kısa zamanda realize ederek, yılda 10.500 ton muhtelif cins tuğla ve 26.500 ton sinter manyezit imal edecek kapasitedeki tesisleri Konya İlinde kurmuş olup, halen tecrübe işletmelerine devam edilmektedir(Sümerbank,1955).

### 6.2. Projenin Vüsati

#### a) Kapasite:

Kurulmuş olan tesislerin imalât kapasitesi:

| Başlıca mamullerin adı             | Birim     | Yıllık kapasite |
|------------------------------------|-----------|-----------------|
| Kromit tuğlası .....               | Ton ..... | 1.000           |
| Manyezit tuğlası.....              | ».....    | 5.000           |
| Krom-manyezit tuğlası .....        | » .....   | 4.500           |
| Katranlı manyezit tuğlası.....     | ».....    | 4.500           |
| Bu tuğlalara ait harçlar .....     | » .....   | 1.500           |
| Yekûn tuğla ve harçlar .....       | ».....    | 16.500          |
| Sinter manyezit (ihraç için) ..... | » .....   | 26.500          |

Yukarda tespit edilen kapasite dâhilinde kalmak kaydıyla, bu fabrika icabında yılda 3.500 ton kimyasal bağlı tuğla imaline de elverişli olarak plânlanmıştır (Sümerbank,1955).

Fabrika tesislerinden döner fırın, tünel fırınlar ve kurutucular günde 24 saat ve yılda 330 gün, diğer tesisler ise günde 8 saat ve yılda 300 gün çalışacak şekilde plânlanmıştır. Ancak katranlı manyezit tuğlası karıştırma ve presleme tesisleri günde 16 saat, yılda 300 gün çalışacaktır. Manyezit maden ocağı ve havaî hat tesisleri yılda 200 gün çalışmakla ihtiyacı karşılayabilecek kapasitede olup, kış aylarında çalışma yapılamayacağı ihtimalleri düşünülmüştür (Sümerbank,1955).

#### b) Kapasitenin tayini:

Fabrikanın imal edeceği tuğla kapasitesi, bazik refrakter kullanan belli başlı fabrikaların ihtiyacı nazarı itibara alınarak aşağıdaki şekilde tespit edilmiştir. Şimdilik " tuğla- ihracı" düşünülmemiştir.

**Çizelge 6.1.** Ülkemizdeki refrakter tuğlaya gereksinimi duyan kuruluşlar (Sümerbank,1955).

|                                        |                |
|----------------------------------------|----------------|
| Karabük Demir - Çelik Sanayii ihtiyacı | 7.000 Ton/Yıl  |
| Ereğli Demir - Çelik Sanayii ihtiyacı  | 6.000 Ton/Yıl  |
| Çimento Sanayi (24 Döner fırın için)   | 1.500 Ton/Yıl  |
| Bakır İzabe Sanayii                    | 500 Ton/Yıl    |
| M. K.E. K. Kırıkkale Fabrikaları       | 500 Ton/Yıl    |
| Diğerleri                              | 1.000 Ton/Yıl  |
| Toplam                                 | 16.500 Ton/Yıl |

Memleket sanayiinin gelişmesi göz önünde bulundurularak, bu fabrikanın üretimi % 100 artırılabilir, şekilde plânlanmıştır (Sümerbank,1955).

### 6.3. Ham Madde ve Yardımcı Madde Durumu

Fabrikanın tam kapasite ile çalışması halinde sarf edeceği ham madde ve yardımcı maddeler (Çizelge 6.2. ve 6.3.).

#### a) Ham maddeler:

**Çizelge 6.2.** Hammaddeler ve temin edileceği yer (Sümerbank,1955).

| Cinsi            | Yılda harcanan Ton | Temin edileceği yer |
|------------------|--------------------|---------------------|
| Manyezit cevheri | 89.000             | Konya               |
| Krom cevheri     | 3.500              | Etibank             |
| Haddehane tufalı | 920                | Karabük             |

## b) Yardımcı maddeler

**Çizelge 6.3.** Yardımcı maddeler ve temin edileceği yer (Sümerbank,1955).

| Cinsi                 | Yılda harcanan Ton | Temin edileceği yer     |
|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Katran ve zift        | 545                | Karabük                 |
| Kırık, tuğla          | 1.260              | Karabük (ilk işletmede) |
| Sülfite ablauge       | 30                 | İzmit (SEKA)            |
| Magnezyum klorür      | 168                | Piyasadan               |
| Sodyum silikat        | 28                 | Piyasadan               |
| Su (soğutma ve umumi) | 526.000            | Mahallen                |

## c) Enerji ihtiyacı:

|                       |           |                  |
|-----------------------|-----------|------------------|
| 1. Elektrik           | (Kwh.)    |                  |
| A. Direkt imalat için | 3.275.000 | Konya Belediyesi |
| B. Diğerleri          | 1.752.000 | Konya Belediyesi |
| 2. Fuel - Oil         | (Ton)     |                  |
| A. Direkt imalat için | 12.560    | Mersin           |
| B. Buhar üretimi için | 2.675     | Mersin           |

(Sümerbank,1955).

## 6.4. Ham Maddeler ve Spesifikasyonları

### 6.4.1. Manyezit

Manyezit ve krom - manyezit tuğlalarının esas ham maddesi ya tabii manyezit minerali veya deniz suyundan elde edilen manyezittir. Refrakter tuğla imali için deniz suyundan manyezit üretimi, hususi tesislerin kurulmasını icabettiren ve son zamanlarda bilözellik İkinci Dünya savaşı içinde İngiltere ve Amerika Birleşik Devletlerinde tekâmül ettirilmiş bir usuldür. Dünya savaşındaki çelik üretimi bakımından kritik durumun ve tuğla imaline elverişli manyezit mineralinin rezerv ve nitelik bakımından her yerde kolaylıkla temin edilememesinin bu metodun geliştirilmesinde büyük rolü olmuştur (Sümerbank,1955).

Konya tesislerinde tabii manyezit cevheri kullanıldığından, burada deniz suyundan elde edilecek manyezit mevzu dışı bırakılmıştır.

Manyezit minerali saf halde iken % 47,6 MgO ve % 52,4 CO<sub>2</sub> ihtiva-eden normal magnezyum karbonattır. (Mg CO<sub>3</sub> ). Bu mineral kristalin veya amorf halde olabilir. Kristalin manyezit saf halde çok nadir bulunur ve genellikle değişik miktarlarda demir, kalsiyum oksit, silis ve bazen manganer ihtiva eder. Tabii manyezitin ihtiva ettiği empuriteler mamul tuğlanın özelliklerine mühim tesirler yaparlar (Sümerbank,1955).

Manyezit yataklarının değerdendirilmesinde en fazla nazarı itibara alınması lâzım gelen empuriteler SiO<sub>2</sub>, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği ve bunların manyezit içinde dağılış şekilleridir. Ateşe mukavim malzeme imaline elverişli olabilmesi için manyezitin saflık derecesi hususunda muhtelif yazarlar kati rakamlar vermemekle beraber kalsiyum, silis, alüminyum içeriğinin mümkün mertebe az ve demir oksit miktarının ise, ham manyezitte % 4 – 8 oranında olması üzerinde mutabıktırlar (Sümerbank,1955).

Fakat bu nitelikteki ideal bir manyezit zuhuruna rastlamak her zaman mümkün değildir.Bu bakımdan birçok durumda ham manyezitin temizleme işlemine tâbi tutulması, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriği az olduğu zaman demir oksit ihtiva eden malzeme ilâvesi gerekmektedir.

CaO ve SiO<sub>2</sub> miktarları, tuğla kalitesi üzerindeki olumsuz etkisi bakımından fevkalâde önemlidir. Özellikle kirecin (CaO olarak) mineral içinde bulunması halinde sinterleşme işleminden sonra SiO<sub>2</sub> ile bağlanmada kalacak serbest CaO, rutubet tutması bakımından tuğlaların, hacim genişlemesi dolayısıyla çatlamasına ve kullanılmaz hale gelmesine sebep olur. Bu itibarla ısıtılmış madde üzerinden hesaplanan CaO miktarının SiO<sub>2</sub> yüzdesinden daha az olması gerekmektedir (Kaya,1993).

Bazık tuğla imalinde zorluklarla karşılaşılmasına rağmen, manyezitte (ısıtılmış maddeye göre) CaO miktarının % 3,5'a kadar, buna mukabil SiO<sub>2</sub> miktarının %5 ilâ % 6'ya kadar çıktığı görülmektedir. Bu takdirde Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarının %8 kadar yükseltilmesi gerekmektedir (CaO- kalsiyum orta silikat ve kalsiyum ferrite olarak bağlanması.) (Kaya,1993)

#### **6.4.2. Kromit**

Tuğla imali için uygun nitelikte kabul edilebilecek birçok krom cevheri çeşidi vardır. Minerolojik bakımdan krom cevherlerinde iki esas birleşim gurubu mevcuttur. Birinci gurup spineller, ikinci gurup muhtelif magnezyum silikatlarıdır. Ayrıca manyezit, dolomit, kireçtaşı v.s. gibi birleşimler üçüncü bir gurup olarak nazarı itibara alınabilir (Sümerbank,1955).

Birinci grupta bulunan muhtelif spineller:

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| MgO | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| FeO | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| MgO | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| MgO | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| FeO | AuO <sub>3</sub>               |

Bunlar bir denge içerisinde.

FeO ve MgO molekülleri toplamı Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> toplamına eşittir. FeO moleküllerindeki azalıp çoğalma aksi istikamette, aynı miktar MgO molekülünde görülür. Keza Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekül adedindeki değişiklik Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> molekül adedinde de gözlemlenir (Sümerbank,1955).

Ticarî öneme sahip olan krom cevheri içinde başlıca kromit (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) minerali bulundurur. Saf halde kromit %32 FeO ve %68 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> haizdir. Fakat ticarî krom cevherlerinde % 52'ye kadar Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bulunabilmektedir. Birinci grup birleşimler içerisinde en mühimi FeO' dur. Bu oksidin fazla bulunduğu krom cevheri genellikle tuğla imaline uygun değildir. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> % 40'ın altında ve üstünde tuğla kalitesine çok mühim tesir icra etmeden değişebilmektedir. Kısacası krom cevherinin kimyasal analizini kıymetlendirmek, karmaşık kompozisyonu ve empüritelerin cinsi bakımından güç olmaktadır. Bununla beraber edinilen tecrübeler ve literatüre göre tuğla imali için en uygun nitelikte krom cevheri aşağıdaki şekilde olmaktadır.

|                                |          |
|--------------------------------|----------|
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | %40      |
| SiO <sub>2</sub>               | %3 – 3,5 |
| FeO                            | % 15     |
| CaO                            | %1       |

Cevherin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve SiO<sub>2</sub> içeriğindeki küçük değişimler nispeten az mühim olmakla beraber FeO ve CaO içeriğindeki az değişimler tuğla kalitesine ciddî tesirler yapmaktadır (Sümerbank,1955).

Kimyasal analiz bakımından uygun görülen bir krom cevheri, fizikî özellikleri bakımından tuğla imaline uygun olmayabilir. Bu bakımdan çıkarma edilen cevherin parça büyüklüğü, muhtelif bileşimler veya empüritelerinin dağılışı ve sertliği önemlidir. Tuğla imalinde kullanılacak krom cevheri içindeki birinci grup bileşimler veya spinellerin nisbeten büyük kristalleri arasına küçük homojen olarak dağılmış ikinci grup bileşimlerin kristalleri bulunması daha uygun olmaktadır (Sümerbank,1955).

MgO ve  $Al_2O_3$  'ün ise belirli sınırlar dâhilinde değişmesi nisbeten daha az öneme sahiptir. İkinci grup bileşimler; cevherin, gangin bağlantısını teşkil eden magnezyum silikatlarıdır. Krom cevherinde değişik sayıda MgO ve  $SiO_2$  molekülleri ve  $H_2O$  moleküllü kombinezonu mevcuttur. Bunların her birinin erime dereceleri farklıdır. Bu bakımdan krom cevherinin niteliği, mevcut magnezyum silikat miktarı ve cinsine göre değişmektedir. Cevherdeki magnezyum silikatların miktarı  $SiO_2$  miktarına göre kıymetlendirilir. Bir çok maksatlar için kullanılan krom cevherinin ihtiva etmesi gereken optimum  $SiO_2$  miktarı % 3-5' dir. Krom cevherinin  $SiO_2$  oranı % 5'den fazla olduğu zaman bu cevherden yapılan tuğlanın cüruf mukavemeti azalmakta ve %3 den az  $SiO_2$  ihtiva eden cevherden yapılan tuğlaların ise mukavemeti ve ufalanma özelliği azalmaktadır (Sümerbank,1955).

Üçüncü grup bileşimler; kireç, dolomit, manyezit gibi karbonatlı maddeler ile kuvarsit v.s dir. Kireçli mineraller cevherin erime derecesini mühim miktarda düşürdüğü için zararlıdır. % 1-2 gibi artış erime derecesinde mühim fark yaratmaktadır. Kireç miktarı (CaO) % l'in üstünde bulunan krom cevherinin kullanılmasında tereddüt edilmelidir (Sümerbank,1955).

Genel olarak imalât prosedesi aşağıdaki seyri takip etmektedir.

İstihsalin takip edeceği yol ve başlıca üretim üniteleri

Ham madde stokajı:

16.500 ton/yıllık tuğla imalâtı ve 27.900 ton sinter manyezit ihracı için ham madde ihtiyacı yılda:

Manyezit 89.000 Ton

Kromit 3.500 Ton

Toplam 92.500 ton olup, maden sahasının fabrika mahalline yakınlığı

dolayısıyla manyezit ve kromit için 2 ay stok imkânı düşünülmüştür. Her cins ham madde kendi alanında tesislerin yanında stok edilecektir (Sümerbank,1955).

## 6.5. Sinter Tesisi

Manyezit döner fırınlarda sinterleştirilecektir. Stok kısmından ve döner fırınlardan çıkacak tozlar elektrotilitreli toz tutucularında tutulup, briketlendirme tesisatında briketlendikten sonra imalâta iade edilecektir. Sinterleştirme sıcaklığı asgarî  $1700^{\circ}C$  olup, yakıt olarak fuel-oil kullanılacaktır. Sinterden sonraki ürün ve terkip hazırlama (Sümerbank,1955).

Manyezit ve kromit ayrı ayrı şeritlerde işlenecektir. Bu kısımda ara siloları, granülometri siloları, kırma, öğütme, elek, band sistemleri ve karıştırıcılar mevcut olup takip edilecek metotlar Avrupa standartlarında olacak şekilde planlanmıştır.

Kırıcı, öğütücü ve eleklerden geçerek istenilen muhtelif tane büyüklüklerine göre fraksiyon silolarında ayrı ayrı silolanan ve tuğla harmanlarının hazırlanması için silolardan tartı suretiyle alınan malzeme hususi karıştırıcı ve kollerganglarda, katran, sülfite ablaage, cam suyu, sülfirik asit gibi bağlayıcı ve kimyasal maddelerle muamele edildikten ve bir müddet dinlendirmeye bırakıldıktan sonra şekillendirme dairesine sevk edilecektir (Sümerbank,1955).

Bu kısımda ayrıca harçlar için otomatik torbalama ve tartma cihazları mevcuttur. Günde 8 saatlik tek vardiya ve 300 iş günü üzerinden 16.500 ton üretim tahakkuk ettirilecektir (Sümerbank,1955).

## 6.6. Şekillendirme

Birleştirme kısmında hazırlanan tuğla harmanları, modern ve otomatik hidrolik preslerde ve hava tabancaları ile şekillendirilecektir.

Tuğla imalatı aşağıdaki oranda olacaktır.

a) Manyezit:

Hidrolik pres normal tuğla (Standart ebatta) %40

Hidrolik pres şekilli tuğla (Standart ebatta) % 45

Hava tabancası ile şekilli tuğla (Standart ebatta) % 15

b) Krom - Manyezit:

Hidrolik pres normal tuğla (Standart ebatta) % 35

Hidrolik pres ile şekilli tuğla (Standart ebatta) % 50

Hava tabancası ile şekilli tuğla (Standart ebatta) % 15

c) Kromit:

Hidrolik pres normal tuğla (Standart ebatta) % 40

Hidrolik pres şekilli tuğla (Standart ebatta) % 50

Hava tabancası ile şekilli tuğla (Standart ebatta) % 10

Katranlı manyezit ve kimyasal bağlı tuğlaların tamamı hidrolik preslerde şekillendirilecektir (Sümerbank,1955).

## 6.7. Pişirme

Pişirme işlemi tünel fırında yapılacaktır. Kapasitesi asgarî 35 Ton/gün olacak, azamî pişirme sıcaklığı 1700°C olacak, yakıt olarak fuel-oil kullanılacaktır. Döner fırın

kurutma ve pişirme tesisleri 1 aylık revizyona tâbi olup, 330 gün ve 24 saat devamlı çalışacaklardır (Sümerbank,1955).

### 6.8. Ayırma ve Kalite Kontrolü

Tünel fırından çıkan tuğlalar ebat, çatlaklık ve kırıklık bakımından kontrole tâbi tutulacak ve stok için ambarlara sevk edilecektir.

#### NOT:

İşletme içerisindeki malzeme hareketi, yerine göre kovalı veya bantlı tranig port veya elevatörlerle olacaktır.

### 6.9. Fabrika Tesislerinin Belli Başlı Üniteleri

a) Kompresör ve delme tabancaları: Maden ocağında maden çıkarma faaliyetinde kullanılmaktadır.

b) Maden ocağındaki çene kırıcısı: Büyük parçalar halinde gelen cevheri 50 x 50 x 80 cm. irilikte ortalama 10 x 10 x 10 cm. ebada kırmak için kullanılmaktadır.

c) Havaî hat ve gezici vinç: Kırılmış cevheri ocaktan fabrika sahasındaki depolama yerine taşıma işleminde kullanılmaktadır.

d) Konik kırıcı: 10 x 10 x 10 cm. ebadındaki manyezit cevherini; % 45 ini 5 — 12 mm., % 45 ini 1 — 5 mm., % 10 unu 1 mm. den küçük ebatlara ayırmak için kullanılmaktadır.

e) Bilumum transport bantları ve elevatörler: Her bir üniteye üretim edilen malzemenin diğer bir üniteye naklini sağlamaktadır.

f ) Sinter manyezit döner fırını: 1700°C de çalışarak günde 120 ton sinter manyezit üretim edecek kapasitededir.

g) Multisiklon toz tutucusu: Fırın gazları siklondan geçtikten sonra DIN Normlarına uygun şekilde tozlarının tutulmasına elverişli kapasitededir.

h) Kolerganglar: Krom manyezit tuğlası için lüzumlu malzemenin karışımını hazırlamakta kullanılmaktadır.

i) Presler: Hazırlanmış olan krom-manyezit ve manyezit tuğlası karışımını talep edilen şekil ve ebatla presleme işleminde kullanılmaktadır.

j) Pnömatik şekillendirme tabancaları: Hususi surette talep edilecek krom-manyezit ve manyezit tuğla imali işleminde kullanılmaktadır.

k) Kurutucu: Yalnız pnömatik şekillendirilmiş ve kimyasal bağlı tuğlaları kurutmak içindir. Pres tuğlalar kuru sistemle çalışacaktır.

1) Tünel fırınlar: İki tane olup, preslenmiş tuğlaları pişirmek için kullanılmaktadır.

m) Katranlı manyezit kolergangı: Katranlı manyezit tuğlası için lüzumlu karışımı elde etmek için kullanılmaktadır.

n) Katranlı manyezit tuğlası presi: Hazırlanmış olan harcı preslemede kullanılmaktadır.

o) Katranlı manyezit tuğlası temper tünel fırın: Preslenmiş tuğlaları pişirmek için kullanılmaktadır (Sümerbank,1955).

### 6.10. Tesisin Millî Ekonomi Yönünden Faydaları

Sümerbank'ın kendi öz işletmesi olarak kurulan adı geçen fabrikanın tam kapasite ile işletmeye girmesiyle:

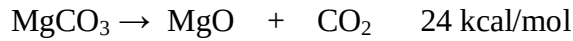
- Ham madde olarak kullanılacak manyezit cevherinin kıymetlendirilmesi,
- Memleket ağır sanayiinin, öncelikle Demir - Çelik, Maden İzabe, Çimento ve Cam Sanayiinin ihtiyacı olan bazik refrakter malzemenin dâhilden temini ile yılda takriben 10.000.000 \$. döviz tasarrufu,
- İhracat maksadıyla üretim edilecek 26.500 ton/yıl sinter manyezitin satılması ile yılda takriben 5.500.000 \$ .lık bir döviz temini,
- Kârlılık ve verimlilik ilkeleri içinde çalışılmasıyla gider vergisi ve kurumlar vergisi olarak hazineye yılda takriben 8.200.000 TL. civarında gelir elde edilmesi,
- Çalıştırılacak 324 personele iş ve dolayısıyla bunların ailelerinin geçimi,
  - Her yıl işçi ücreti, elektrik ve su bedeli v.s. giderler olarak da 8–10 milyon lira gelir sağlaması, temin edilmiş olacaktır (Sümerbank,1955).

## 7. TEKNİK ESASLARI İLE MANYEZİT TUĞLA ÜRETİMİ

### 7.1. Doğal Magnezit Sinteri

Bazik karakterli olan MgO sinteri önemli bir refrakter hammaddesidir ve magnezit cevherinin ( $MgCO_3$ ) döner veya düşey fırınlarda pişirilmesi ile üretilir. Magnezyum oksit (periklas) kübik kristallidir ve sertliği 5,5–6,0 arasındadır.  $MgCO_3$  içinde teorik olarak % 52,3  $CO_2$ , % 47,7 MgO bulunur. Magnezit cevheri sertliği 3,5–4,5 özgül ağırlığı 2,9–3,1  $g/cm^3$  arasında değişen bir mineraldir. Rengi beyaz, sarı, gri ve kahverengi olabilir. Tabiatta kriptokristalin (jel/amorf) ve makro kristalen (iri kristalli) olmak üzere iki şekilde teşekkül eder (Erdoğan ve Yıldız,1995).

Magnezit Cevheri; sert ve karmaşık bir mineral olup, serpantin veya benzeri kayaçların alterasyon ürünüdür. Koloidal karakterde olup (kriptokristalen tipi) opal veya kalsedon ihtiva eder. Kriptokristalen, genellikle saf olarak bulunmakla beraber, bir miktar demir, kireç, alümin ve pek az serbest silis karışmış olabilir. Cevherin kalitesi de içerdiği MgO ve empurite miktarlarına göre artar yâda azalır. Büyük magnezit cevheri depozitleri Türkiye, Avusturya, Slovakya, İspanya ve Çin’ de dir (Erdoğan ve Yıldız,1995).



**Çizelge 7.1.** Analiz sonuçlarıyla manyezit madeni kalitesi (Erdoğan ve Yıldız,1995).

|                  | Mg<br>O<br>(%) | Si<br>O <sub>2</sub><br>(%) | Ca<br>O<br>(%) | Al <sub>2</sub><br>O <sub>3</sub><br>(%) | Fe <sub>2</sub><br>O <sub>3</sub><br>(%) | Ateş<br>Kaybı<br>(%) |
|------------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------|
| Yüksek<br>Kalite | 47,<br>50      | 0,3<br>0                    | 1,0<br>0       | 0,0<br>5                                 | 0,2<br>5                                 | 50,90                |
| Normal<br>Kalite | 46,<br>15      | 1,0<br>0                    | 1,0<br>0       | 0,0<br>5                                 | 0,3<br>0                                 | 51,50                |
| Düşük Kalite     | 45,<br>78      | 1,6<br>0                    | 1,1<br>5       | 0,0<br>7                                 | 0,4<br>5                                 | 50,95                |

$MgCO_3$  cevheri ısıtıldığında  $CO_2$  içeriğini kaybeder.  $MgCO_3$  cevherinin 700 - 1000 °C arasında ısıtılarak kostik kalsine magnezit elde edilir. Zenginleştirme işlemi tamamlanmış  $MgCO_3$  cevherinin 1700–2050 °C sıcaklıklarda shaft veya döner fırınlarda pişirilmesi ile yoğunluğu çok yüksek doğal magnezit sinteri elde edilir. Pişirme

sıcaklığı; yakıt tipi, kapasite, cevherdeki safsızlıklar ve katkı maddelerine bağlıdır (Erdoğan ve Yıldız,1995).

Döner fırınlarda pişirilecek magnezit cevheri tane boyu 1–20 mm arasında (1–20,1–15,5–20,vb) olabilir. Bu tane boyutu ile ideal pişme ve yüksek yoğunluk sağlanabilir. Daha iri taneler de pişirilebilir ancak, yoğunluk düşük kalır ve malzemeler daha fazla ufalanır. Düşey fırında ise 20–40, 20–50 veya 20–60 mm gibi besleme boyutu kullanılır. 20mm altı malzeme fırına sokulmaz, fırının tıkanması engellenir. Döner fırında  $3.40 \text{ g/cm}^3$  yoğunlukla pişen malzeme düşey fırında  $3.30 \text{ g/cm}^3$  yoğunlukla pişirilebilir (Erdoğan ve Yıldız,1995).

**Çizelge 7.2.** Analiz sonuçlarıyla döner fırın sinter manyezit kalitesi (Erdoğan ve Yıldız,1995).

| Döner fırında Pişirilen DBM             | MgO (%)   | Yoğunluk ( $\text{gr/cm}^3$ ) | Kristal Boyu ( $\mu$ ) |
|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------|------------------------|
| Doğal Sinter Magnezit ( Yüksek Kalite ) | 95.0–97.0 | 3.42–3.47                     | 70–110                 |
| Doğal Sinter Magnezit ( Normal Kalite ) | 93.0–95.0 | 3.38–3.41                     | 50–80                  |
| Doğal Sinter Magnezit ( Düşük Kalite )  | 90.0–93.0 | 3.30–3.37                     | 30–60                  |

**Çizelge 7.3.** Analiz sonuçlarıyla düşey fırın sinter manyezit(Erdoğan ve Yıldız,1995).

| Düşey Fırında Pişirilen DBM | MgO (%)   | Yoğunluk ( $\text{gr/cm}^3$ ) | Kristal Boyu ( $\mu$ ) |
|-----------------------------|-----------|-------------------------------|------------------------|
| Doğal Sinter Magnezit ( 1 ) | 96.5–97.3 | 3.30–3.42                     | 60–200                 |
| Doğal Sinter Magnezit ( 2 ) | 96.0–96.5 | 3.30–3.42                     | 60–180                 |

## 7.2. Fused MgO Sinteri

Doğal magnezit cevheri, kalsine magnezit, doğal magnezit sinteri veya deniz suyu kalsinesi kullanılarak üretilebilir. Kalsine magnezit ve magnezit cevheri en çok kullanılan besleme malzemesidir. Sabit bir ark ocağı yoktur. Elektrotların altına silindirik ingot şablonu yerleştirilir ve içerisine füzyon yapılacak malzeme boşaltılır. Şarj tamamlandıktan sonra elektrik arkı yardımıyla füzyon başlatılır. Füzyon sağlandıkça üzerine malzeme takviyesi yapılır. İngot şeklindeki fused MgO üretimi için 6–10 saat süren füzyon işlemi gerekmektedir (Erdoğan ve Yıldız,1995).

Füzyon (ergitme) prosesi sonrasında ingot halindeki fused magnezitin soğutulması da çok önemlidir. Sinterin kristal yapısı soğuma sırasında şekillenir. Yüksek kristal boyutuna ulaşmak için mümkün olduğu kadar yavaş (en az bir hafta) soğutulmalıdır. Fused magnezit sinterinde kristal boyu 200–1500  $\mu$  arasında değişir. İyi

kalite fused sinterde kristal boyu ortalaması 500 mikronun üzerindedir (Erdoğan ve Yıldız,1995).

Elektrotlara yakın olan bölgelerde oluşan fused sinter en saf, en yoğun ve kristal boyu en büyük sinterdir. Rengi beyaz, yeşil ve saydam olabilir. Kenarlara doğru (soğuk bölgeye doğru) gidildikçe, renk koyulaşarak kahverengi ve siyah tonlarına döner. Safsızlıkları artar, yoğunluğu ve kristal boyu düşmeye başlar. Kenar (dış) bölgelerdeki fused koyu kahve ve siyah renklidir ve ikinci kalite (yarı fused veya kararsız fused) fused olarak kullanılabilir veya yeniden işlenerek saflaştırılır. Sonuçta, bir şarj üretimden farklı kimyasal ve fiziksel özelliklerde fused magnezit elde edilir ve belirli oranlarda birbiri ile karıştırılabilir (Erdoğan ve Yıldız,1995).

**Çizelge 7.4.** Fused MgO sinteri tipik özellikleri (Erdoğan ve Yıldız,1995).

|                                       | MgO (%)   | Bulk Dansite (gr/cm <sup>3</sup> ) | Kristal Boyu (μ) |
|---------------------------------------|-----------|------------------------------------|------------------|
| Fused Magnezit Sinteri                | 98,0–99,0 | 3,49–3,55                          | 800–1200         |
| Fused Magnezit Sinteri                | 97,0–8,5  | 3,46–3,52                          | 400–1000         |
| Fused Magnezit Sinteri                | 96,0–97,0 | 3,45–3,48                          | 300–800          |
| Fused Magnezit Sinteri ( II. Kalite ) | 95,0–96,5 | 3,38–3,44                          | 150–400          |

Fused magnezit sinterinde dikkate alınması gereken birkaç önemli parametre vardır.

Fused üretimi deniz suyu malzemesi ile yapılmış ise deniz suyundan gelen %B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> miktarı önemlidir. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sinterin refrakterliğini düşürdüğü için minimum seviyede olmalıdır. İyi kalite sayılacak fused magnezitin ortalama kristal boyu en az 500μ olmalıdır. İyi kalite kabul edilen fused magnezitin içerisinde kahve–siyah tonlarda ikinci kalite sayılacak fused içeriği olmamalıdır.Fused sinteri, kristal boyu daha büyük olduğu için, demir çelik sanayi magnezit karbon tuğlalarında kullanılabilir. Genelde, doğal magnezit sinteri ile beraber kullanılır (Erdoğan ve Yıldız,1995).

### 7.3. Fraksiyonların Tartımı, Mikserde Karıştırma

Refrakter malzemeler iki ana grupta toplanmaktadır. Şekli ve şekilsiz refrakter malzemeler. Şekli ürünlerde kullanılan mikserlerde büyük gelişmeler yapılmıştır. Son dönemlerde refrakter malzeme sektöründeki gelişmelerin getirdiği düşük rutubetli yarı-kuru harman hazırlanmasında mikser seçimi önem kazanmıştır.

Bütün kimyasal proseslerde olduğu gibi karıştırma işlemi refrakter üretim prosesin en önemli parçasıdır. Prosesin ve ürünün homojenliği karıştırma ile belirlenir. Refrakter ürünleri üretiminde kullanılan mikserler batch (her karıştırma için yeni şarj) tipi mikserlerdir. Sürekli besleme yapma imkânı yoktur. Günümüzde kullanılan mikserler 1000-2500kg arasında tuğla harmanı, 1000-1500kg arasında da harç harmanlarını homojen olarak karıştırabilmektedirler (Erdoğan ve Yıldız,1995).

Mikserler (karıştırıcılar) iki grupta toplanabilir. Sabit mikserler ve taşınabilir mikserler. Sabit mikserler iki türlüdür. Yatay mikserler ve düz mikserler. Düz mikserler reçine ve zift bağlı tuğla harmanları için daha uygundur. Bağlayıcıdan dolayı karıştırma zordur. Mikser içerisinde bulunan sıyrıcılar ve ayaklar yardımıyla harman yıldız veya pedal (ana karıştırma aparatı) önüne atılır. Sıyrıcı, ayak ve pedal boyutu ve şekli tamamen mikser kapasitesi ve harman hazırlama pratiği ile doğrudan ilişkilidir (Staj Notları,2011).

**Çizelge 7.5.** Manyezit tuğlalar ve bağlayıcıları (Staj Notları,2011).

| Refrakter Tipi                 | Tane Dağılımı |              |                       | Bağlayıcı                                       |
|--------------------------------|---------------|--------------|-----------------------|-------------------------------------------------|
|                                | -6+1<br>mm    | -1+0,1<br>mm | (Pudra)               |                                                 |
| Magnezit<br>Tuğlalar           | 45            | 20           | 35                    | %3 sülfat çözeltisi veya<br>%3 sülfat çözeltisi |
| Magnezit<br>Karbon<br>Tuğlalar | 55            | 20           | 25<br>(Pudra+Grafite) | % 4-5 Zift veya<br>%2-2,5 Reçine                |

Bazı fabrikalar, -6+1 mm ve -1 + 0,1 mm fraksiyonları yerine -6+4 mm, -4+2 mm, -2+0,1 mm veya -5+3 mm, -3+1 mm, -1+0,1 mm olarak sınıflandırmaktadır. Bu üç tip fraksiyon grubu, aynı firma içerisinde değişik malzeme karakteristikleri için farklı kullanılabilir. Pişmiş tuğlaların üretiminde 1-6 mm yerine 1-4 mm tercih edilebilir (Erdoğan ve Yıldız,1995).

Pişmiş Magnezit grubu tuğlalar için silolardan tartılarak mikserlere alınan fraksiyonlar inorganik bağlayıcılar (sulu çözeltiler) katkısıyla mikserlerde karıştırılır. Genelde, -4+1 mm ve -1+0,1 mm fraksiyonlar 1-5 dakika kuru olarak karıştırılır. Daha sonra sıvı bağlayıcı çözeltisi ve pudra ilave edilir. Bazı firmalarda iri ve orta ve pudra malzeme beraber karıştırılıp üzerine bağlayıcı çözeltisi ilave edilmektedir. Üründe istenen özelliklere ve ideal şekillendirme pratiğine bağlı olarak karıştırma süresi 10-30 dakika değişebilir (Staj Notları,2011).

Reçine ve Zift Bağlı Magnezit grubu tuğlalar için silolardan tartılarak mikserle alınan fraksiyonlar organik bağlayıcılar (sıvı reçine, toz reçine ve sertleştirici) katkısıyla mikserlerde karıştırılır. Genelde, -6+4mm -4+1mm ve -1+0,1mm fraksiyonlar 1–5 dakika kuru olarak karıştırılır. Daha sonra bağlayıcı çözeltisi ve pudra ilave edilir. Üründe istenen özelliklere ve ideal şekillendirme pratiğine bağlı olarak karıştırma süresi 10–25 dakika değişebilir (Staj Notları,2011).

#### 7.4. Preslerde Şekillendirme

Refrakter malzeme şekillendirmede aşağıdaki üç tip pres kullanılabilir;

- Darbeli Pres ( Friction Screw pres)
- Statik Pres ( Hidrolik pres, Toggle pres)
- Vibrasyonlu Pres

Değişik pres türleri olsa da en yaygın kullanılan presler hidrolik (statik) preslerdir. Şekillendirilecek tuğla ölçüleri dikkate alınarak çelik kasa, kalıp ve plakalar hazırlanır ve hidrolik preslere yerleştirilir. Preste şekillenecek tuğlaya göre basınç, darbe sayısı, darbeler sırasında uygulanacak basınç, havalandırma gibi rutin ayarlar yapıldıktan sonra şekillendirme yapılır. Şekillendirme için uygulanan birkaç darbelik basma hareketi ile tuğla yüzeyine uygulanan basınç 800-2000 kg/cm<sup>2</sup> arasında değişebilir. Pişmiş manyezit tuğlalar ortalama 1300 kg/cm<sup>2</sup>, manyezit karbon tuğlalar 1600 kg/cm<sup>2</sup> ile şekillendirilir (Staj Notları,2011).

Şekillendirme sırasında önemli olan, tuğlanın kullanılacağı fırındaki örgü şeklidir. Örgüde kullanılan bütün tuğlaların boy ve en ölçüleri sabit olmalıdır. Fırındaki örgü şekli dikkate alınarak tuğla şekillendirme yönü tayin edilir. Örgüyü sağlayan konik ölçüler kabul edilebilir toleranslar çerçevesinde olmalıdır. Boy ölçülerinde  $\pm 1.0\text{mm}$  ve en ölçülerinde  $\pm 0.5\text{mm}$ , koniklik ölçülerinde ise  $\pm 2\text{mm}$  ideal kabul edilen tolerans paylarıdır (Staj Notları,2011).

Pres bunkerindeki şekillendirilecek malzeme döner bant üzerine dökülür. Döner bant önünde de harman dağıtım haznesi bulunur. Tuğla tutucu kolları şekillendirilmiş olan tuğlayı presten alıp bir bant üzerine bırakırken, harman dağıtım haznesindeki malzeme kalıp boşluğuna dökülür. Preste birden fazla kalıp gözü varsa, her göze aynı miktarda harman dağıtılması, tuğlalar arasında ağırlık ve dolayısı ile özellik farkının olmaması sağlanmalıdır. Kalıp içerisine alınan malzeme, üst pistonun baskısı ile sıkıştırılır. Bu sıkıştırma birkaç periyotta (darbede) yapılır. Her periyot sırasında

havasızlandırma (deairing) ile şekillendirilen tuğla içerisinde hava vakumla dışarı atılır. Şekillendirme tamamlanınca alt ve üst piston yukarı kalkar ve tutucu kollar tuğlayı alır sabit veya hareketli bir bant üzerine bırakılır. Bant üzerindeki tuğlalar manuel olarak palet yada arabalara istiflenebileceği gibi, robotlar yardımıyla da palet yada arabalara istiflenebilir (Staj Notları,2011).

### 7.5. Kurutma

Kurutma, sinterleme işleminin başlangıcıdır. Kimyasal bağlı ve pişmiş tuğla grubunda şekillenmiş tuğlalarda fiziksel olarak bağlanmış su bulunduğundan kurutma işli önem kazanmaktadır. Kurutma işleminin uygun yapılamadığı durumlarda, sıcaklığın ani artışı ile oluşan buharlaşma gerilimleri nedeniyle çatlama ve yüzey hataları olabilir. Kurutma işleminin amaçları;

- Isı vermek suretiyle nemin atılması veya asgariye düşürülmesi
- Buharlaşma – buharlaştırma yolu ile sıvının katı maddeden uzaklaştırılması

İnorganik bağlayıcılı (Ca-Lignosulfonat, Mg-Lignosulfonat, magnezyum sülfat, melas vb) magnezit tuğlalar şekillendirildikten sonra palet üzerinde birkaç gün süreyle doğal ortamda bekletilmelidir. Bu sırada rutubetlerinin büyük kısmının atılması sağlanır (Staj Notları,2011).

Tünel fırında pişirilecek tuğlaların daha önceden 100 – 150 °C' lik ön tünel fırından geçirilmeleri ile şok çatlaklarının oluşmasını engellenebilir. Şekillendirilen tuğlalar bazı işletmelerde direk olarak fırın arabalarına yüklenir. Direk olarak araba üzerine yükleme yapıldığında, fırın araba tuğlası üzerindeki tuğlaların rutubetlerinin atılması için gerekli olan süre pratik uygulamalar ile belirlenmelidir (Staj Notları,2011).

### 7.6. Pişirme (Isıl İşlem)

Organik bağlayıcılı Magnezit Karbon Tuğlalar reçine/zift gibi bağlayıcılarda uçucuların tuğladan uzaklaşması, karbon bağın oluşması, ürünlerin mukavemet kazanması için 180 – 300°C arasında kürleşmeleri amacıyla temper (kamara) fırınlardan geçirilir (Staj Notları,2011).

İnorganik bağlayıcılı magnezit tuğlalar tünel fırınlarda 1450 – 1800 °C arasında pişirilirler. Tuğla pişirmesi sırasında hammadde ve bağlayıcılarda bulunan uçucu

maddeler (kalıcı su, hidratasyon suyu, CO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, vb.) uzaklaştırılmış olur. Fırınlardaki ısı işlem süresi kapasiteye ve sıcaklığa bağlı olarak 3 – 5 gün sürer (Staj Notları,2011).

Piştirme sırasında ortaya çıkan reaksiyonlar, kristalleşmeler, transformasyonlar ve camı fazların gerçekleşmeleri ile tuğla yapısı oluşur, tuğlanın kimyasal ve fiziksel özellikleri ortaya çıkar. Bu prosesler boyutsal büzülme ve/veya genleşme sonucu olduğu için tuğlaların şekillendirildiği andaki orijinal ölçüleri değişir. Piştirme sırasındaki uzama-çekme değerlerine göre üretilecek tuğla grubu özelliğine göre tuğla kalıp toleransları belirlenir. Piştirme prosesi, katı hal reaksiyonları, kristalleşme reaksiyonları ve sıvı faz reaksiyonları ile refrakter tuğla matrisinde ürüne ait karakteristik bağ yapısını ortaya çıkarır. Tuğlanın bağ yapısı (seramik bağ, direk bağ) ile beraberinde, gözenek yapısı da ortaya çıkar. Tuğladaki bağ tipi ve gözenek yapısı ile tuğlanın dayanımı, soğuk basma mukavemeti, görünür porozite, hacim ağırlık, sıcaklık ve yük altında dayanımı, elastik özellikleri, termal şok direnci ve aşınma direnci gibi diğer tanımlayıcı özellikler belirlenir (Staj Notları,2011).

Tünel fırınlarda gerekli olan ısı miktarı ürün grubuna göre çok farklıdır. Magnezit Tuğlalar için 6000 kJ/kg-tuğla (4000-8000 kJ/kg-tuğla).

Tünel fırınlarda yakıt olarak kömür, fuel-oil, doğal gaz ve LPG kullanılabilir. Yeni kurulan tünel fırınlar LPG ve doğal gaza göre dizayn edilir, yakıt tipinin birinde yaşanacak olan sıkıntıya göre diğer yakıtı geçilerek prosese devam edilir. Gaz veya sıvı yakıtlı tünel fırınlar, kamara fırınlar veya elektrik ısıtmalı kamara piştirme prosesi için tercih kullanılan fırınlardır (Staj Notları,2011).

**Çizelge 7.6.** Magnezit tuğlaların tipik özellikleri (Staj Notları,2011).

|               | MgO (%) | SiO <sub>2</sub> (%) | CaO (%) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | Bulk Dansite (gr/cm <sup>3</sup> ) | Görünür Porozite (%) | S. Basınç Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> ) | Yük Altında Ref.T <sub>0,5</sub> -°C | Termal Genleşme 1000°C % | Termal İletkenlik 1000°C W/mK |
|---------------|---------|----------------------|---------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Yüksek Kalite | >96,0   | 1,0                  | 2,0     | 0,1                                | 0,4                                | 3,00                               | 17                   | 60                                      | >1750                                | 1,4                      | 3,5                           |
| Normal Kalite | >95,0   | 1,5                  | 2,0     | 0,2                                | 0,6                                | 3,02                               | 16                   | 65                                      | >1700                                | 1,5                      | 3,7                           |
| Düşük Kalite  | >93,5   | 3,3                  | 2,0     | 0,2                                | 1,0                                | 3,05                               | 15                   | 70                                      | >1650                                | 1,6                      | 3,9                           |

### 7.7. Magnezit Karbon Tuğlalar

Reçine bağlı magnezit karbon tuğlalarda ise; kullanılan reçineler sıcaklıkla polimerizasyon gösterir ve hem grafiti-karbonu, hem de tuğla matrisini ideal bir şekilde kaplar. Proses şartlarının aşırı zorlaması durumunda, reçinenin parçalanması ve karbonun ağır metal oksitlerle reaksiyonu sonucu oluşan CO'tin gerisinde boşluklar bırakması sonucunda tuğla matrisinde porozite yaratılır. Bu şartlarda kullanılacak ürünler için magnezyum yada alüminyum gibi metal ilaveleri yapılarak seramik yapı sağlamlaştırılabilir (Staj Notları,2011).

Karbonun ısısal genleşmesi (ortalama  $2.5 \pm 0.2 \text{ cm/cm}^\circ\text{C} \times 10^{-6}$ ) minerallere nispeten çok daha az olduğu için, ısı değişimleri ile ortaya çıkan hacim değişiklikleri oldukça azdır. (MgO'tin ısısal genleşmesi  $14 \pm 0.5 \text{ cm/cm}^\circ\text{C} \times 10^{-6}$ )

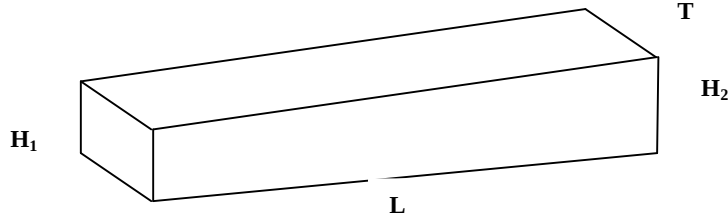
**Çizelge 7.7.** MgO-C tuğlaların tipik özellikleri (Staj Notları,2011).

| <b>Magnezit Kaynağı</b> | MgO (%) | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%) | CaO (%) | SiO <sub>2</sub> (%) | Kalıcı Karbon (%) | Bulk Dansite (gr/cm <sup>3</sup> ) | Görünür Porozite (%) | S. Basınç Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|---------|------------------------------------|------------------------------------|---------|----------------------|-------------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| Doğal MgO Sinterli      | > 96,3  | 0,2                                | 0,5                                | <2,0    | <1,0                 | 5 – 18            | 2,92–3,05                          | < 5                  | 30–70                                   |
| Fused Magnezitli        | > 97,0  | 0,2                                | 0,5                                | <2,0    | <0,75                | 5 – 18            | 2,92–3,05                          | < 5                  | 30–65                                   |

MgO-C tuğlalar demir çelik endüstrisinde kullanılır. Üretilen çelik kalitesine ve proses çalışma parametrelerine göre, tuğlaya ilave edilecek grafit miktarı % 5 – 18 arasında değişir (Staj Notları,2011).

### 7.8. Kalite Kontrol / Paletleme / Ambalajlama

Fırından çıkan tuğlalar ultrasonik kontrol cihazları veya işçiler tarafından kontrol edilir. Kontrol işlemi üretici firmaların belirlediği veya tüketicilerin talep ettiği özel kontrol parametrelere göre yapılır. Çizelge 7.8. ve Şekil 7.1.'de örnek kontrol parametreleri,ebatlar ve tolerans değerleri verilmiştir (Staj Notları,2011).



**Şekil 7.1.** Kontrol parametreleri (Staj Notları,2011).

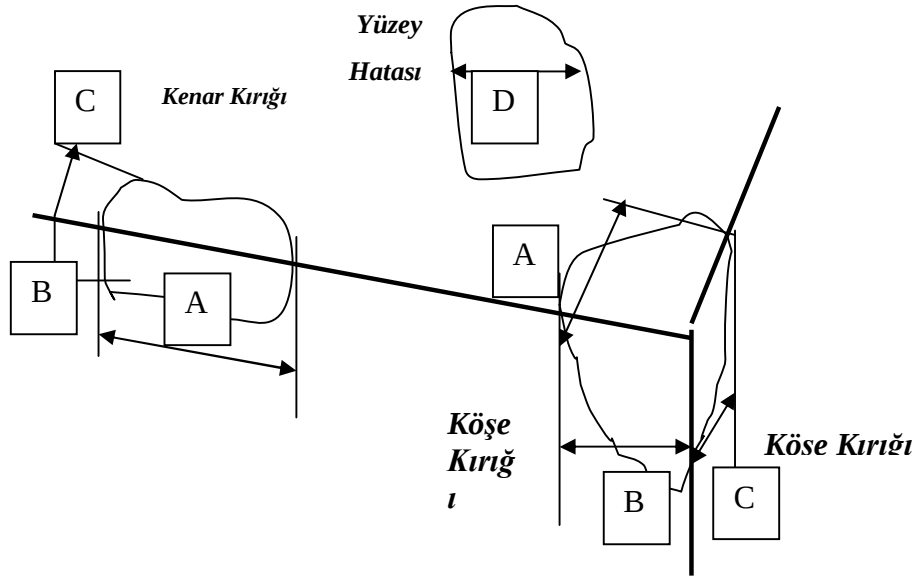
**Çizelge 7.8.** Tuğla ebatları ve toleransları (Staj Notları,2011).

| Poz   | L (mm) | T (mm)   | H <sub>2</sub> (mm) | H <sub>1</sub> (mm) |
|-------|--------|----------|---------------------|---------------------|
| 70/20 | 700 ±1 | 100 ±0,5 | 160 ±2              | 140 ±2              |
| 50/60 | 500 ±1 | 100 ±0,5 | 180 ±2              | 120 ±2              |
| 35/8  | 350 ±1 | 100 ±0,5 | 154 ±2              | 146 ±2              |

- Üst üste konulmuş 10 tuğlanın toleransı  $\pm 5$  mm olmalıdır. ( 1000  $\pm 5$  mm)
- Tuğla renkleri arasında uyum olmalıdır. Fırın pişirme şartları sonucu renk değişimleri oluyorsa tuğlalar ayrı paletlenmelidir.
- Kenar ve Köşe Kırığı Kabul Sınırları (tipik) : aşağıdaki şekilde tarif edildiği gibi tuğlanın köşesinde ve kenarında tespit edilen hataların ölçüsüne ve sayısına göre karar verilir (Çizelge 7.9.).

**Çizelge 7.9.** Kenar ve köşe kırığı kabul sınırları (Staj Notları,2011).

| Tuğla Boyutu    | Köşe (max )       | Kenar Kırığı (max)         | Yüzey Hatası                 |
|-----------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|
| 0– 6 mm arası   | A + B + C =20 mm  | B + C = 10 mm<br>A = 20 mm | D = 5 mm<br>Derinlik = 1 mm  |
| 77–125 mm arası | A + B + C =30 mm  | B + C = 10 mm<br>A = 25 mm | D = 8 mm<br>Derinlik = 1 mm  |
| 126 mm ve üzeri | A + B + C = 45 mm | B + C = 15 mm<br>A = 25 mm | D = 10 mm<br>Derinlik = 1 mm |



**Şekil 7.2.** Tuğlada çatlak ve köşe kırıkları (Staj Notları,2011).

- **Çatlak:** Tuğla yüzeyinde oluşabilecek çatlak genişliği en fazla 0.2mm, boyu en fazla 10mm olabilir. Bu tip çatlak bir adetten fazla ise ıskartaya ayrılmalıdır (Şekil 7.2.).
- **Tane Birikmesi:** Tuğlanın tane dağılımı bütün yüzey boyunca homojen olmalıdır. Kenar veya köşelerde birikmiş iri taneler görülebilir. Bu tip yapı, tuğlanın kararlı özelliklere sahip olmadığını gösterir. Bu tip tuğlalar ıskartaya ayrılmalıdır.
- **Kireç Patlaması:** Tuğlanın üretiminde kullanılan magnezit bünyesinde bulunan CaO miktarının  $\text{SiO}_2$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ile stokiometrik olarak karşılanamadığı dönemlerde, CaO bağlayıcılardan gelen su ile birleşerek tuğlada deformasyon yapabilir. Bu tip hammadde kullanılmak zorunda kalınırsa, bağlayıcı olarak susuz reçine tercih edilmelidir.
- **Ölçü Hataları:** Yukarıdaki şekilde gösterilen toleransların dışında kalan tuğlaların ıskartaya ayrılmasıdır.
- **Kabarma:** Şekillendirme sırasında darbelemeler arasında de-airing (havasızlandırma) işlemi sırasında yaşanan sorunlar nedeniyle tuğla içyapısında meydana gelen çatlak ve boşluk halidir.
- **Eğilme:** Tuğlaların fırınlanmaları sırasında gerek fırın arabalarının zemin bozukluklar, gerekse pişme rejimi nedeniyle özellikle uzun tuğlalardaki yüzey paralelliğinin bozulması ile oluşur.
- **Harman Bozukluğu:** İki türlü gerçekleşir. Birincisi, şekillendirme programı üzerine preste şekillendirilecek tuğla kalitesi değişiklikleri sırasında pres ve aksesuarlarında yeterince temizlik yapılmaması. İkincisi, tuğla harmanını hazırlayan mikser veya

harmanın prese transferi sırasında yaşanan kirlilikler. Bu iki nedenden dolayı hem kimyasal analiz bozulur, hem de tuğla yüzeyi farklı renklerde olur.

- Yapışma: Presteki şekillendirme sırasında, çelik plakalar üzerine yapışan harman kalıntılarının tuğla üzerinde bıraktığı izlerdir (Staj Notları,2011).

## **8. MATERYAL VE YÖNTEM**

### **8.1. Mersin-Mut Manyezitleri**

Mersin-Mut manyezitleri 1980’li yıllarda keşfedilmiş olup günümüze kadar ciddi yatırımlar yapılmaması sonucunda adından fazla söz ettirememiştir. 2005 yılında yeniden ruhsatlandırılan sahada ilk ciddi çalışma “Üretim Madencilik” adı altındaki firma tarafından 2009 yılında yapılmıştır.

#### **8.1.1.Ulaşım**

Üretim Madencilik Firmasına ait İR 76828 No’ lu Sahadaki Manyezit Ocaklarına Silifke → Mut ana yol asfaltından ayrılan iki ayrı yoldan gidilebilir. Aşağıda yerbuldu haritası verilmiştir (Şekil 8.1.).





**Şekil 8.2.** Silifke'den Mut'a giden ana asfalttan sahaya ayrılan Göcekler Köyü yolu ve Kurtsuyu Dere'si yanından devam ederek Ocağa ulaşılan yol ayrımı levhası.

- Şantiye Binasının olduğu Filon Tipi Manyezit Ocağına Silifke den Mut'a giderken 45. Km. den sağda, Göcekler Köyü yoluna dönülür. Kurt suyu Deresi yanından takribi 11 km. sonra ocağa ulaşılmaktadır (Şekil 8.2.).

### 8.1.2. Ocak adresi

Pafta No: Silifke O 31 – d4

Üretim Madencilik Manyezit Madeni Ocağı, Kurt suyu Deresi solu ( akış yönüne göre), Göcekler Köyü, Teke Dağı Mevkisi.

**Not :** Kurtsuyu Deresi, Silifke içinden geçen Göksu Deresine akmaktadır.

### 8.1.3. Jeoloji

Sahada hakim kayalar kalker, harzburjit ve dunit'tir. Sahadaki Kurtsuyu Deresi kenarında oluşmuş manyezit madeni, Kurtsuyu Deresinin geçtiği dere fayının zaman süreci içinde aşınma ve taşınma sonucu ortaya çıkmış olması söylenebilir.

Sahanın bu bölümündeki manyezitler kalkerli tabakaların altındaki ofyolitik zonun içlerinde oluşmuş manyezit madenleridirler. Teke Dağı Mevkiindeki bu

manyazitler plaser ve filon tipi ağırlıklıdır. Sahanın Teke Dağ Mevkiinde ayrıca network ve karnıbahar tipi manyazitler de yer yer boy gösteriyor. Sahanın içindeki bu manyazitler, N45°-50°E doğrultusunda bir birine paralel damarlar görünümündedirler. Uzanımları doğu batı yönündedir. Manyazitlerin genel oluşum karakterlerine göre sahada masiften ince filonlara ve karnıbahardan ağsı yapıya doğru değişimler gösteriyorlar. Sahada yer yer birbirinden kopuk bazı manyazit damarlarına rastlamak da mümkündür. Sahanın bu bölümündeki manyazitler doğu-batı yönünde 2.250 x 500 m. alana yayılmış durumdadır. ( > 100 ha.) Oluşum ve hareketlerin etkileri ve de zaman sürecinde aşınma ve taşınma sonucu yer yer manyazit filonlarını kalkerlerle kontakt şeklinde de görebiliriz.

Surfazda network tipi manyazitlerin bir kısmının serpantin dokanaklarında, silis oranları yüksek görünümü veriyor. Bu durumu bazı karnabahar tiplerin ince bağlantı yerlerinde de gözlemleniyor. Derin kotlarda silis oranları normale dönebilme olanağı vardır.

## 8.2. Ana Manyazit Ocağı

Dere Koordinatları (GPS ölçümü)

Y = 05.53.782

X = 40.48.650

Z = 253 m.

Teke Dağının güney bölümünde, sahaya girişte Kurtsuyu Deresinin hemen sağ kenarında (dere akışının solunda) bindirme şeklindeki kalkerli tabakaların altındaki ofyolitik zonun içlerinde oluşmuş manyazit madenidir. Buradaki manyazit normal surfazın dere fayı ve suyunun yardımı ve aşınması sonucu ortaya çıkmış şeklinde bir görünüm vermektedir. Ocak şu anda çalışır durumdadır ve yaklaşık 10 kişi ile elle seçme ve ayıklama metodu ile üretim yapılmaktadır. İşçiler yakın çevre köylerdendirler.

Manyazit kalitesi labaratuvar analiz sonuçları, Üretim Madencilik'in gönderdiği numunelerin ortalama değerleri aşağıda verilmiştir.

Alınan numunelerden yapılan MAŞ ve KÜMAŞ labaratuvar analiz raporlarında ;

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| % SiO <sub>2</sub>               | ≈ 0,40 – 0,20 |
| % CaO                            | ≈ 0,68 – 0,70 |
| % Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ≈ 0,14 – 0,14 |
| % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | ≈ 0,01 – 0,03 |
| % MgO                            | ≈ ..... – 48  |

Manyezit filon tipindedir. Dere kenarından üretim yapılmış ve manyezit madeninin tabanda devam ettiği belirtiliyor. Şu anki durumda üretilen bölüm, manyezit maden kırıntıları ile dolu olduğundan cevher tabanı görünmüyor.

Surfazda görülen bu manyezit iki ayrı filondan oluşmaktadır.

I. Filon dere seviyesinden (253 m.)  $\approx 1$  m. kalınlık ile başlıyor ve kalınlaşarak yükseliyor. GPS ölçümleri ile kesintisiz devam eden bu filonun kalınlığı aşağıdaki koordinatlarda  $> 4$  m. dir

$$Y = 05.53.700$$

$$X = 40.48.620$$

$$Z = 305 \text{ m.}$$

Şekil 8.3., Şekil 8.4., Şekil 8.5., Şekil 8.6., Şekil 8.7., Şekil 8.8., Şekil 8.9.'da bahsi geçen filonun muhtelif kotlarda ve açılarda fotoğrafları verilmektedir (Bakınız Ekler).

II.Filon, I. filonun  $\approx 7$  m. N45 E yönünde oluşmuş ve 25 m. kalınlık ile devam ediyor . Bu kalınlık devamında  $\approx 7$  m. bir karmaşık yapıdan sonra 7 m. kalınlık ile tekrar II. Filona yapışıyor ve yükselerek 25 m. devam ediyor. 25 m. yükseldikten sonra değişik kalınlıklarda dallanmalar görünüyor. Dallanan manyezitleri I. Filonun görüldüğü kotlarda değişik kalınlıklarda görülmektedir. Şekil 8.10., Şekil 8.11., Şekil 8.12., Şekil 8.13., Şekil 8.14.'te bahsi geçen filonun muhtelif kotlardan ve açılardan fotoğrafları verilmektedir (Bakınız Ekler).

### 8.2.1. Görüşler ve öneriler

— Sahanın arama ruhsatı, işletme ruhsatı, sahanın 3 ayrı alanında ( Manyezitlerin yoğun olduğu ) işletme izni, kırma eleme tesisi için ÇED gerekli değil belgesi, Mersin İl Özel İdaresinden GSM ve MİGEM' den patlayıcı madde kullanma izinleri mevcuttur.

— Sahada mevsim şartlarından dolayı 12 ay çalışılabilir.

— Sahadaki manyezitler I. kalite ve genelde filon tipindedir.

— Saha içinde ve değişik yerlerde manyezitlerde konkoidal kırılmaları görme olanağı vardır.

- Saha içinde karnı bahar damarlarının bazı ince bağlantı yerlerinde silise rastlanmıştır.
- Topoğrafya açık işletme için uygundur.
- Saha içinde devamlı akan ve debisi yeterli olan Kurtsuyu Deresi'nden yararlanılabilir.
- Sahaya giden asfalt köy yolu düzgündür. Ancak Göcekler Köyü'nden sonra yol toprak ve oldukça virajlıdır. Yük kamyonlarının nakliyesi için pek elverişli değildir. Yolun bazı yerlerinde karşılıklı geçiş yerleri yapılması ve genişletilmesi yerinde olur.
- Üretim sistemi, mekanizasyon ve tesis şeklinde olursa, 2 sene boyunca normal çalışma ile günlük ortalama satılık manyezit 150 Ton olabilir.
- Mekanizasyon sistemine uygun manyetik seperatör konulursa, üretim artışına paralel olarak, kayıp oranı da minimuma düşecektir.
- 280 kotlarının üstünde ve II. filonun doğrultusunda manyezit filonun rezerv durunu (doğu ve taban) aramalara göre değerlendirilmelidir.
- Sahada potansiyel manyezit rezervi oldukça yüksektir, birbirinin devamı olan filonlara ve bunlara bağlı olarak aykırı damarlara oldukça sık rastlanmaktadır.
- Saha' da pasa alanı ve fabrika yeri proje'leri için uygun alanlar bulma olanağı vardır.

### 8.2.2. Rezerv

Rezerv ( Ton ) = L (Boy) x D (Derinlik) x T (Kalınlık) x d (Yoğunluk)

Ana damar I. Filon Görünür Rezerv:

Görünür Rezerv (Ton) = 150 m. x 50 m. x 2 m. x 2,5 ton / m<sup>3</sup> = 37,500 ton.

Ana damar II. Filon Görünür Rezerv:

a ) Görünür Rezerv (Ton) = 20 m. x 25 m. x 30 m. x 2,5 ton / m<sup>3</sup> = 37,500 ton.

b ) Görünür Rezerv (Ton) = 130 m. x 25 m. x 15 m. x 2,5 kg / m<sup>3</sup> = 121,875 ton.

### 8.3. Kuru Dere Sağ ve Sol Kenarındaki Manyezit Yatakları

Saha içinde kuru dereye dik ve onu boyuna kesen 00/50° ölçülerinde içinde diyabaz daykıundan hemen sonra manyezit madenleri varlıklarını gösteriyorlar.

Diyabaz daykıundan alınan ölçü noktası GPS koordinatları;

Y = 05.51.328 X = 40.48.174 Z = 343 m.

Kuru Dere Manyezit Başlangıç Koordinatları :

Y = 05.51.346 X = 40.48.480 Z = 348 m.

#### **Rezerv:**

Rezerve ( Ton ) = L (Boy) x D (Derinlik) x T (Kalınlık) x d ( Yoğunluk)

Kuru Deredeki Damar Görünür Rezerv:

Görünür Rezerv ( Ton ) = 50 m. x 10 m. x 1,5 m. x 2,5 ton / m<sup>3</sup> =1875 ton.

Saha içinde 100 ha.'dan fazla bir alana yayılmış olan filon, network ve karnıbahar tipi manyezitlerin rezervi kısa gezi sırasında hesaplanamamıştır ancak potansiyel varlık iyi rakamlar içerebilir. Şekil 8.15., Şekil 8.16., Şekil 8.17., Şekil 8.18., Şekil 8.19., Şekil 8.20., Şekil 8.21.'de bahsi geçen Kuru Dere civarındaki manyezit mostralarının ve manyezitlerin fotoğrafları verilmiştir (Bakınız Ekler).

### 8.4.Yeni Açılacak Ocak

Açılacak Ocağın Yaklaşık Koordinatları ;

Y = 05.52.779 X = 40.48.577 Z = 332 m.

Saha içinde başka ocaklar açabilmek ve üretimi artırmak için makine ekipman dışında 1600 m. yol yapımı gereksinimi vardır.

Yapılacak yolun 200 m. si yeni yol ve iş makinesi gücü ile inşa edilecektir. Geri kalan 1400 m. bölüm ise yol düzenleme ve onarım şeklinde olacaktır.

Açılacak ocak filon ve karnıbahar tipindeki manyezitlerin üretimi için olacaktır.

## 8.5. Sahanın Doğu kısmındaki Manyezitler

### 8.5.1. Ulaşım

Karnıbahar tipi manyezit yarma ve mostralarının bulunduğu sahaya ulaşmak için Silifke'den Mut'a giden yolun  $\approx 44$ . Km. sinden sağa ( Sarıkavak) yol ayrımına sapılır ve 30 km. asfalt yoldan sonra Kurtsuyu deresi köprüsü geçilir ve saha ya ulaşılır.

Pafta No: Silifke O 31 – d4

### 8.5.2. Jeoloji

Sahanın bu bölümünde Sarıkavak yol ayrımından manyezit oluşumlarının yanına kadar neojen ( Sedimanter ) formasyon'lar hâkimdir ve yol boyunca sedimanter kayalar vardır. Sahadaki peridotit'ler Sedimanter kayaların altında bulunurlar. Manyezit eğim ve doğrultusu  $140 - 150 / 75^\circ - 85$  şeklinde ölçülmüştür.

Sahanın doğu kısmındaki manyezitlerin başlangıç koordinatları;

Y = 05.55.031 X = 40.50.820 Z = 356 m. şeklindedir .

Bu koordinatlar ayrıca kuru bir derenin koordinatıdır. Bu derenin tabanında 250 m. boyunca bir birine paralel karnıbahar tipinde manyezitleri görüyoruz. Bir birine paralel şekilde oluşmuş manyezitlerin kalınlıkları ve aralarındaki mesafeler değişiktir. Ancak manyezitler genelde 0,20 m. ile 0,55 m. arasında kalınlık ve 0,1 m. ile 0,5 m. aralıklarla bir birinden ayrılıyorlar diye biliriz . Manyezitlerin genel doğrultuları  $N 50^\circ E$  şeklindedir ancak eğim yönleri değişiktir ve dik damarlara da rastlanmaktadır. Sahada aynı paralel damarlar kimi yerlerde ağsı ve kimi yerlerde kümelenmeler oluşturmuşlar. Dere tabanındaki manyezitleri, dere'nin üzerindeki dağ sırtlarında ve manyezit doğrultu uzanını olarak diğer dağ'ın sırt ve yamaçlarında görüyoruz. Karnıbahar manyezit damarlarının  $N 50 E$  doğrultusuna doğru devamlılığı 350 m. nin üzerindedir.

Saha içinde karnıbahar tipindeki manyezit varlıklarının kalınlık olarak yoğunluklarını kaybettiği koordinatlar aşağıdaki şekildedir. Paralel bantların yoğun olduğu mesafe (Kalınlık) 250 m. kadardır.

Y = 05.55.130 X = 40.50.620 Z = 384 m.

### 8.5.3. Rezerv

Rezerve ( Ton ) = L (Boy) x D (Derinlik) x T (Kalınlık) x d ( Yoğunluk)

Kuru dere, dağ sırt ve yamaçlarındaki karnıbahar tipi manyezitlerin görünür rezerv:

Görünür Rezerv ( Ton ) = > 100 m. x 35 m. x 5 m. x 2,5 ton / m<sup>3</sup>=43750 ton.

Sahanın bu bölümündeki manyezitlerin tümü derin kotlarda tabana doğru iniyor. Bu tür yapılarda potansiyel rezervin oldukça yüksek rakamlar içerdiğini gözlemlenmiştir, ancak rezerv hesaplarında surfaz bölümündeki görünür manyezitler baz alınmıştır.

#### Not:

Sahanın kuzey bölümündeki karnıbahar tipi manyezitlerin, saha dışına çıkabilecek devamlılığı, gelecekte üretim sırasında problem olmaması için, ruhsatın kuzey bölümündeki saha ayrıca şirket bünyesine ikinci bir ruhsat ile dâhil edilmiştir.

#### Görüşler ve öneriler:

- Saha'nın arama ruhsatı, işletme ruhsatı, sahanın 3 ayrı alanında ( Manyezitlerin yoğun olduğu ) işletme izni, kırma eleme tesisi için ÇED gerekli değil belgesi, Mersin İl Özel İdaresinden GSM ve MİGEM' den patlayıcı madde kullanma izinleri mevcuttur.
- Sahada mevsim şartlarından dolayı 12 ay çalışılabilir.
- Sahadaki manyezitler I. kalite ve karnıbahar tipindedir.
- Saha içinde ve değişik yerlerde kırılan bütün manyezitler temiz ve silissiz olduğu görülmüştür.
- Topografya açık işletme için uygundur. Fabrika ve pasa alanına uygun yerler bulunur.
- Saha içinde devamlı akan ve debisi yeterli olan Kurtsuyu Deresi'nden yararlanılabilir.

— Saha' ya giden asfalt köy yolu dardır ve oldukça virajlıdır. İki adet yük kamyonunun yan yana geçmesine elverişli değildir. Yolun bazı yerlerinde karşılıklı geçiş yerleri yapılması yerinde olur. Yol'un onarım ve genişletilmesi için yol konumu uygundur.

— Üretim sistemi, mekanizasyon ve tesis şeklinde olursa, günlük ortalama tüvenan üretim 300 Ton'a çıkarma olanağı vardır.

—Mekanizasyon sistemine uygun manyetik seperatör konulursa, üretim artışına paralel olarak, kayıp oranı da minimuma düşecektir. Söz konusu sahanın ve bu sahada bulunan manyezitlerin muhtelif açılardan fotoğrafları Şekil 8.23., Şekil 8.24., Şekil 8.25., Şekil 8.26., Şekil 8.27., Şekil 8.28., Şekil 8.29., Şekil 8.30., Şekil 8.31., Şekil 8.32., Şekil 8.33., Şekil 8.34., Şekil 8.35., Şekil 8.36., Şekil 8.37., Şekil 8.38., Şekil 8.39., Şekil 8.40. 'da verilmiştir (Bakınız Ekler).

## **8.6. Refrakter Test Metotları ve Tanımları**

### **8.6.1. Şekilli refrakter malzemelerde porozite, yoğunluk ve su emme miktarı tespiti**

Bulk Hacim ( $V_b$ ) : Katı malzeme hacmidir. Açık por hacimleri ve kapalı por hacimleri toplamıdır ( $\text{cm}^3$ ).

Görünür Katı Hacim ( $V_{as}$ ) : Katı malzeme hacmi ve kapalı por hacimleri toplamıdır ( $\text{cm}^3$ ).

Gerçek Hacim ( $V_t$ ) : Katı malzeme hacmidir ( $\text{cm}^3$ ).

Bulk Yoğunluk ( $D_b$ ) : Katı malzeme ağırlığının katı malzeme bulk hacmine oranıdır ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Görünür Katı Yoğunluk ( $D_{as}$ ) : Katı malzeme ağırlığının katı malzeme görünür katı hacmine oranıdır ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Gerçek Yoğunluk ( $D_t$ ) : Katı malzeme ağırlığının katı malzeme gerçek hacmine oranıdır ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Spesifik Gravite : Test sırasında su kullanılırsa yoğunluk ile eşittir ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Bulk Spesifik Gravite: Malzeme ağırlığının belli miktardaki su ağırlığına oranıdır. Buradaki su, 4 °C' de malzemenin bulk hacmi kadar hacme sahiptir ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Görünür Katı Spesifik Gravite: Malzeme ağırlığının belli miktardaki su ağırlığına oranıdır. Buradaki su, 4 °C' de malzemenin görünür katı hacmi kadar hacme sahiptir ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

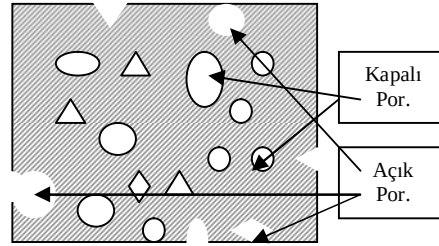
Gerçek Spesifik Gravite: Malzeme ağırlığının belli miktardaki su ağırlığına oranıdır. Buradaki su, 4 °C' de malzemenin katı hacmi kadar hacme sahiptir ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ).

Porozite : (%) olarak .

Görünür Porozite (Pa) : Malzemedeki açık por hacminin bulk hacme oranıdır.

Gerçek Porozite (Pt) : Malzemedeki açık por ve kapalı por hacminin bulk hacme oranıdır.

Kapalı Porozite (Ps) : Malzemedeki kapalı por hacminin bulk hacme oranıdır.



Şekil 8.41. Tuğlada porozite

Bu tanımlara göre:  $P_s = P_t - P_a$

$$\% P_a = 100 (1 - D_b / D_{as})$$

$$\% P_t = 100 (1 - D_b / D_t)$$

$$\% P_s = 100 (1 / D_{as} - 1 / D_t)$$

Test Metodu: Cihazlar: Etüv, terazi, vakum desikatörü, doldurma sıvısı.

(Genelde su kullanılır, yoğunluğu bilinen diğer sıvılarda kullanılabilir )

Tuğlanın ön, orta ve arka kısımlarından üç parça numune kesilir. Bu üç parça birbirine eşit büyüklükte ve toplamı en az 50 ml olmalıdır. Numuneler üzerindeki toz parçalar fırça ile temizlenmelidir. Numuneler etüvde kurutulur. Numuneler beraber tartılır ( $W_a$ ) ve kayıt edildikten sonra desikatöre yerleştirilir. Desikatör içindeki hava yaklaşık 30 dakika süreyle vakum ile alınır. Daha sonra, desikatöre hava aldırmadan doldurma sıvısı ilave edilir. Doldurma sıvısı numuneleri tamamen kapatmalıdır. Doldurma sıvısı ilave edildikten sonra yaklaşık 30 dakika daha vakum devam ettirilir. Terazi altına doldurma sıvısı ile doldurulmuş kap yerleştirilir ve terazi askısı yerleştirilir. Numuneler beraberce doldurma sıvısı içerisinde tartılır ve ( $W_b$ ) kayıt edilir. Tartılan numuneler kuru bir bez üzerine serilir ve numune dışındaki sıvı damlalarının (yaklaşık 2 dakika beklenir ) ayrılması sağlanır. Numuneler tekrar tartılır ve ( $W_c$ ) olarak kayıt edilir.

Hesaplamalar:

Bulk Hacim:  $V_b = (W_c - W_b) / D_1$  ( $D_1$ : Doldurma sıvısının yoğunluğu.)

Görünür Katı Hacim:  $V_{as} = (W_a - W_b) / D_1$

Bulk Yoğunluk:  $D_b = D_1 * \{W_a / (W_c - W_b)\}$

Görünür Katı Yoğunluk:  $D_{as} = D_1 * \{W_a / (W_a - W_b)\}$

Görünür Porozite: %  $P_a = 100 * \{(W_c - W_a) / (W_c - W_b)\}$

%  $P_a = 100 * (1 - D_b / D_{as})$

Gerçek Porozite : %  $P_t = 100 * (1 - D_b / D_t)$

Su Emme Miktarı : %  $M = (W_c - W_a) / W_a$

Bu bilgiler doğrultusunda Konya-Meram(k) ve Mersin-Mut(m) bölgelerini temsil cevherler ile yapılmış tuğlalardan alınarak hazırlanan deney verileri Çizelge 8.1. verilmiştir.

**Çizelge 8.1.** Deney için hazırlanan 16 adet numunenin muhtelif ağırlıkları.

| 5x3 cm<br>Karotlar | Oda<br>sıcaklığındaki<br>ağırlıklar (gr) | 105 C de ve 24<br>saat rut.<br>Uzaklaş. ağırlık<br>$G_w(\text{gr})$ | 16 saat suda<br>bekletildiğinde<br>ağırlık<br>$W_{\text{sat}}(\text{gr})$ | Su içinde<br>ağırlık- $W_{\text{sub}}$<br>(gr) |
|--------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| k1                 | 262.22                                   | 257.78                                                              | 266.3                                                                     | 179.6                                          |
| k2                 | 262.20                                   | 259.33                                                              | 268.3                                                                     | 180.7                                          |
| k3                 | 263.06                                   | 258.83                                                              | 267.4                                                                     | 180.4                                          |
| k4                 | 259.54                                   | 254.44                                                              | 263.1                                                                     | 177.4                                          |
| k5                 | 258.66                                   | 256.52                                                              | 265.5                                                                     | 178.8                                          |
| k6                 | 261.78                                   | 258.64                                                              | 266.9                                                                     | 180.1                                          |
| k7                 | 260.70                                   | 257.42                                                              | 266.2                                                                     | 179.2                                          |
| k8                 | 254.00                                   | 250.49                                                              | 259.3                                                                     | 174.5                                          |
| m1                 | 253.79                                   | 252.66                                                              | 263.3                                                                     | 179                                            |
| m2                 | 256.66                                   | 256.30                                                              | 267.1                                                                     | 181.5                                          |
| m3                 | 248.71                                   | 244.10                                                              | 254.9                                                                     | 172.8                                          |
| m4                 | 252.76                                   | 249.62                                                              | 260.3                                                                     | 176.9                                          |
| m5                 | 253.31                                   | 250.07                                                              | 264.7                                                                     | 179.3                                          |
| m6                 | 262.11                                   | 258.57                                                              | 269.2                                                                     | 183.2                                          |
| m7                 | 246.17                                   | 245.62                                                              | 257.1                                                                     | 174.0                                          |
| m8                 | 258.73                                   | 256.48                                                              | 267.6                                                                     | 181.7                                          |

Porozite ve yoğunluğun belirlenmesi;

1- Numunelerin tabi ağırlıkları ölçülür (Çizelge 8.1.). Numune en az 1 saat 800 N/m<sup>2</sup> den az vakum içinde suya batırılarak veya 16 saat tamamen su ile dolu bir kabın içinde bekletilerek suya doymuş hale getirilir. Bu işlemler sırasında hapsolmuş

havayı giderebilmek için periyodik olarak çalkalama, sallama uygulanır. Doymuş numune suya batırılarak ağırlığı 0.1 gr hassasiyetle ölçülür ( $W_{sub}$ ). Daha sonra numune ağırlığı su dışında 0.1 gr hassasiyetle ölçülür ( $W_{sat}$ ).

Numune bulk hacmi;

$$B_v = (W_{sat} - W_{sub}) / \rho_w \quad (\rho_w = \text{saf suyun yoğunluğu}).$$

2- Numune  $105^\circ \text{C}$ ' da (24 saat) sabit ağırlığa kadar kurutulur, 30 dakika desikatörde soğumaya bırakılır ve ağırlığı ölçülür ( $G_w$ ).

3- Numune en az 1 saat  $800 \text{ N/m}^2$  den az vakum içinde suya batırılarak suya doymuş hale getirilir. Bu işlemler sırasında tutulan havayı giderebilmek için periyodik olarak çalkalama, sallama uygulanır.

4- Numune daha sonra üzerindeki suyu gidermek için nem bezi ile kurulanır ve ağırlığı ölçülür ( $W_{sat}$ ).

5- Hesaplama:

Konya-Meram cevheri ile basılmış tuğlalardan hazırlanan numuneler için yapılacak hesaplamalarda aşağıdaki formüller kullanılmıştır ve sonuçlar Çizelge 8.2. de verilmiştir.

|                 |                                            |
|-----------------|--------------------------------------------|
| Kuru Yoğunluk   | $\rho_d = \frac{G_w}{B_v}$                 |
| Doymuş Yoğunluk | $\rho_s = \frac{W_{sat}}{B_v}$             |
| Gözenek Hacmi   | $P_v = \frac{(W_{sat} - G_w)}{\rho_w}$     |
| Etkili Porozite | $n_{eff} = \frac{P_v}{B_v} \times 100(\%)$ |
| Tabii Yoğunluk  | $\rho_n = \frac{W_n}{B_v}$                 |

**Çizelge 8.2.** Meram-Konya manyezit tuğlaları deney sonuçları.

| Değerlendirme / Numuneler            | K1     | K2     | K3     | K4     | K5     | K6     | K7     | K8     | Ortalama |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| $G_w$ (gr)                           | 257.78 | 259.33 | 258.83 | 254.44 | 256.52 | 258.64 | 257.42 | 250.49 | 256,68   |
| $W_{sat}$ (gr)                       | 266.3  | 268.3  | 267.4  | 263.1  | 265.5  | 266.9  | 266.2  | 259.3  | 265,38   |
| $W_{sub}$ (gr)                       | 179.6  | 180.7  | 180.4  | 177.4  | 178.8  | 180.1  | 179.2  | 174.5  | 178.84   |
| $B_v$ (cm <sup>3</sup> )             | 86.7   | 87.6   | 87     | 85.7   | 86.7   | 86.8   | 87     | 84.8   | 86.54    |
| $W_n$ (gr)                           | 262.22 | 262.2  | 263.06 | 259.54 | 258.66 | 261.78 | 260.7  | 254.00 | 260.27   |
| Kuru Yoğunluk(gr/cm <sup>3</sup> )   | 2.97   | 2.96   | 2.97   | 2.97   | 2.96   | 2.98   | 2.96   | 2.95   | 2.97     |
| Doymuş Yoğunluk(gr/cm <sup>3</sup> ) | 3.07   | 3.06   | 3.07   | 3.01   | 3.07   | 3.07   | 3.06   | 3.06   | 3.06     |
| Gözenek Hacmi (cm <sup>3</sup> )     | 8.52   | 8.97   | 9.07   | 8.66   | 9.98   | 8.26   | 8.78   | 8.81   | 8.7      |
| Etkili Porozite(%)                   | 9.83   | 10.24  | 10.43  | 10.11  | 11.51  | 9.52   | 10.09  | 10.39  | 10.05    |
| Tabii Yoğunluk(gr/cm <sup>3</sup> )  | 3.02   | 2.99   | 3.02   | 3.03   | 2.98   | 3.02   | 3.00   | 3.00   | 3.01     |

Mersin-Mut cevheri ile basılmış tuğlalardan hazırlanan numuneler için yapılan hesaplamalar Çizelge 8.3. 'te verilmiştir.

**Çizelge 8.3.** Mut-Mersin manyezit tuğlaları deney sonuçları.

| Değerlendirme / Numuneler            | M1     | M2     | M3     | M4     | M5     | M6     | M7     | M8     | Ortalama |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| $G_w$ (gr)                           | 252.66 | 256.30 | 244.10 | 249.62 | 250.07 | 258.57 | 245.62 | 256.48 | 251.68   |
| $W_{sat}$ (gr)                       | 263.3  | 267.1  | 254.9  | 260.3  | 264.7  | 269.2  | 257.1  | 267.6  | 263.03   |
| $W_{sub}$ (gr)                       | 179.0  | 181.5  | 172.8  | 176.9  | 179.3  | 183.2  | 174.0  | 181.7  | 178.55   |
| $B_v$ (cm <sup>3</sup> )             | 84.3   | 85.6   | 82.1   | 83.4   | 85.4   | 86.0   | 83.1   | 85.9   | 84.48    |
| $W_n$ (gr)                           | 253.79 | 256.66 | 248.71 | 252.76 | 253.31 | 262.11 | 246.17 | 258.73 | 254.03   |
| Kuru Yoğunluk(gr/cm <sup>3</sup> )   | 3.00   | 2.99   | 2.97   | 2.97   | 2.97   | 2.98   | 2.96   | 2.95   | 2.98     |
| Doymuş Yoğunluk(gr/cm <sup>3</sup> ) | 3.12   | 3.12   | 3.10   | 3.01   | 3.07   | 3.07   | 3.06   | 3.06   | 3.11     |
| Gözenek Hacmi (cm <sup>3</sup> )     | 10.64  | 10.8   | 10.8   | 8.66   | 9.98   | 8.26   | 8.78   | 8.81   | 11.35    |
| Etkili Porozite(%)                   | 12.62  | 12.62  | 13.15  | 10.11  | 11.51  | 9.52   | 10.09  | 10.39  | 13.44    |
| Tabii Yoğunluk(gr/cm <sup>3</sup> )  | 3.01   | 3.00   | 3.03   | 3.03   | 2.98   | 3.02   | 3.00   | 3.00   | 3.01     |

### 8.6.2. Soğukta basınç mukavemeti (Sbm)

SBM refrakter kalitesini belirlemede önemli bir dizayn ve kontrol parametresidir. SBM için değişik standartlar vardır. Hazırlanan numunelere basınç uygulamak için basınç ibresi okunabilen veya kayıt edilebilen pres kullanılır. Tuğlalardan, tuğla baskı (şekillendirme) yüzeyi orijinal kalacak şekilde 5\*5\*5 cm küp

veya 5\*5 cm silindir numune kesilir, etüvde veya kum banyosunda kurutulur. Kurutulan numune, baskı yüzeyi üstte olacak şekilde presin alt pistonu merkezine yerleştirilir ve üst piston ile uygulanan kuvvet yardımıyla numune kırılır. Numunenin kırıldığı andaki kuvvet kayıt edilir ve numune orijinal baskı yüzey alanına bölünerek SBM değeri belirlenir. SBM sonucu  $N/mm^2$  veya  $kg/cm^2$  olarak ifade edilir.

$$SBM = F ( \text{Kırma Kuvveti} ) / A ( \text{Numune Yüzey Alanı} )$$

Bu konu başlığına paralel olarak yapılan deneyler;

- 1- Nokta yükleme deneyi
- 2- Endirek çekme dayanımı deneyi

#### 8.6.2.1. Nokta yükleme deneyi

Bu deneyde, Konya-meram(k) ve Mersin-Mut(m) tuğladan kesilen 5x5x3 cm' lik prizmalar deneye tabi tutulmuştur. Sonuçlar Çizelge 8.4. ve Çizelge 8.5.'te verilmiştir.

**Çizelge 8.4.** Konya-Meram örneklerinin nokta yükleme deneyi sonuçları.

| <b>Nokta Yükleme<br/>(Konya)</b> | <b>(KN)</b> |
|----------------------------------|-------------|
| k1                               | 11.25       |
| k2                               | 11.10       |
| k3                               | 9.95        |
| k4                               | 12.90       |
| k5                               | 14.90       |
| k6                               | 13.20       |
| k7                               | 11.60       |
| k8                               | 11.80       |

**Çizelge 8.5.** Mersin-Mut örneklerinin nokta yükleme deneyi sonuçları.

| <b>Nokta Yükleme<br/>(Mersin)</b> | <b>(KN)</b> |
|-----------------------------------|-------------|
| m1                                | 14.2        |
| m2                                | 14.0        |
| m3                                | 13.1        |
| m4                                | 13.8        |
| m5                                | 13.0        |
| m6                                | 12.8        |
| m7                                | 14.6        |
| m8                                | 14.0        |

### 8.6.2.2. Endirek çekme dayanımı deneyi

Bu deneyde, Konya-meram (ks) ve Mersin-Mut (md) tuğladan alınan ortalama  $\phi=5.3 \times 2.9$  cm' lik silindir diskler “Brazilian” yöntemi ile işleme tabi tutulmuştur. Ebatlar ve sonuçlar Çizelge 8.6., Çizelge 8.7., Çizelge 8.8., Çizelge 8.9.’da verilmiştir.

**Çizelge 8.6.** Konya-Meram örneklerinin ebatları.

| Karot | Çap (mm) | Boy(mm) |
|-------|----------|---------|
| ks1   | 53.73    | 29.36   |
| ks2   | 53.53    | 29.65   |
| ks3   | 53.96    | 29.43   |
| ks4   | 53.51    | 29.25   |
| ks5   | 53.58    | 29.29   |
| ks6   | 53.89    | 29.41   |
| ks7   | 53.60    | 29.32   |
| ks8   | 53.49    | 29.51   |
| ks9   | 53.60    | 29.25   |

**Çizelge 8.7.** Mersin-Mut örneklerinin ebatları.

| Karot | Çap (mm) | Boy(mm) |
|-------|----------|---------|
| md1   | 53.53    | 29.04   |
| md2   | 53.35    | 28.95   |
| md3   | 53.53    | 28.92   |
| md4   | 53.52    | 29.02   |
| md5   | 53.50    | 29.22   |
| md6   | 53.50    | 29.05   |
| md7   | 53.55    | 28.92   |
| md8   | 53.60    | 29.12   |
| md9   | 53.53    | 29.16   |

**Çizelge 8.8.** Konya-Meram örneklerinin endirek çekme deneyi sonuçları.

| Numune No: | Endirek Çek. Day. (KN) |
|------------|------------------------|
| ks1        | 14.4                   |
| ks2        | 16.7                   |
| ks3        | 15.5                   |
| ks4        | 15.6                   |
| ks5        | 15.0                   |
| ks6        | 18.6                   |
| ks7        | 15.2                   |
| ks8        | 17.6                   |
| ks9        | 19.6                   |

**Çizelge 8.9.** Mersin-Mut örneklerinin endirek çekme deneyi sonuçları.

| <b>Numune No:</b> | <b>Endirek Çek. Day.<br/>(KN)</b> |
|-------------------|-----------------------------------|
| md1               | 20.2                              |
| md2               | 20.4                              |
| md3               | 20.8                              |
| md4               | 17.9                              |
| md5               | 20.0                              |
| md6               | 18.4                              |
| md7               | 19.0                              |
| md8               | 19.6                              |
| md9               | 19.8                              |

### 8.6.3. Kimyasal fiziksel analiz

Refrakter hammaddeleri ve ürünleri belirli standartlar içerisinde üretilmek zorundadır. Bu standartlar içerisinde kimyasal analiz önemli yer tutar. Kimyasal analiz iki türlü yapılır.

Birincisi yaş metot ile kimyasal analizdir. Yapıyı oluşturan kimyasal bileşenler değişik kimyasal malzemeler ve çözeltiler ile yakma, eritiş, buharlaştırma, süzme ve titrasyon gibi metotlar kullanılarak tespit edilir. Analizlerin tutarlılığı, üründe kullanılan malzeme miktarları ve özellikleri, işçilik, kullanılan sarf malzemelerin kalitesi ve kullanılan metotlar ile değişebilir.

İkincisi ise X-ray cihazları kullanmaktır. Eski tip cihazlarda, referans numuneler işletmede üretilen yardımcı malzeme ve ürünlerin özelliklerine göre oluşturulmuş kontrol eğrileri ile karşılaştırmaya yöneliktir. Yeni cihazlarda ise ürün gruplarına ait standart referans malzemeler kullanılır. X-ray cihazlarında numunelerden toz tabletler şekillendirilip test edilebilir. Doğrusu ise test edilecek malzemenin katkı malzemeleri ile sıvı hale getirilmesi ve daha sonra test edilmedir.

Konya Selçuklu Krom Magnezit Tuğla Sanayii A.Ş. laboratuvarlarında, yine aynı şirket bünyesinde Mersin-Mut/Konya-Meram olmak üzere hazırlanmış ve basılmış iki farklı bölgenin tuğlalarına yapılan kimyasal analiz ve bazı fiziksel test sonuçları Çizelge 8.10. ve Çizelge 8.11.'de verilmiştir.

Çizelge 8.10. Kimyasal analizlerin karşılaştırılması.

| Kimyasal Analiz                | Tuğla-1 (Konya-Meram) (%) | Tuğla-2 (Mersin-Mut) (%) |
|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| MgO                            | 93.95                     | 94.75                    |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | -                         | -                        |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1.82                      | 1.55                     |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0.75                      | 0.95                     |
| SiO <sub>2</sub>               | 1.90                      | 0.80                     |
| CaO                            | 1.58                      | 1.95                     |
| <b>TOPLAM</b>                  | <b>100</b>                | <b>100</b>               |

Çizelge 8.11. Fiziksel testlerin karşılaştırılması

| Fiziksel Testler                 | Tuğla-1 (Konya-Meram) | Tuğla-2 (Mersin-Mut) |
|----------------------------------|-----------------------|----------------------|
| Porozite (%)                     | 14.20                 | 15.50                |
| H. ağırlığı(gr/cm <sup>3</sup> ) | 3.04                  | 3.02                 |
| S.B.M. (kg/cm <sup>2</sup> )     | 620                   | 635                  |

## 9. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Meram-Çayırbağı (Konya) bölgesindeki manyezitin oluşması için gerekli Mg, bölgedeki karbonat kayaçları (Loras Kireçtaşı) ve ultramafiklerin (Çayırbağı Ofiyoliti) ayrışması sonucu ortaya çıkmakta, yüzey ve yeraltı suyu ile ortama taşınmaktadır. Sarıkavak (Mersin) dolayındaki manyezitler ise ultramafiklerin (Mersin Ofiyoliti) ayrışması sonucu oluşmaktadır. Meram-Çayırbağı manyezitlerinin oluşum yaşı Çayırbağı Ofiyoliti'nin bölgeye yerleşmesi sırasında, yani Üst Kretase sonlarında başlayıp günümüzde de devam etmektedir. Sarıkavak dolayındaki manyezitlerin oluşum yaşı ise Üst Kretase'dir. Meram-Çayırbağı'ndaki Helvacıbaşı yatağında yer alan manyezitlerin kalınlıkları birkaç milimetre ile 15-20 cm, uzunluğu yaklaşık 50 m'dir. Kozağaç yatağında hem damar hem de ince tip bulunmaktadır. Damarların kalınlığı 0,10 m ile 0,50 m arasında, yarmada görünen uzunluğu 2 m ile 8 m arasında değişmektedir. Toppınar yatağında bulunan manyezitlerin damar alınlıkları 0,50- 0,85 m, uzunlukları 3 m ile 6 m arasında değişirken, Koyakçı Tepe yatağında 10 m- 2,5 m kalınlıkta ve 10 m-30 m uzunlukta manyezit bulunmaktadır. Meram-Çayırbağı'ndaki manyezit için, magnezyumun kaynağı serpantindir. Yüzey suları serpantinitin içerisindeki kırıklarda dolaşarak, kayaç içindeki magnezyumu çözmüş veya bu su derinlere inerek ısınmış olabilir. Bu şekilde ısınan su dolaştığı yerlerde Cu, Zn, Mn gibi elementleri çözerek içerisine almış ve tekrar yükselirken yine serpantinitin kırıkları içerisinde dolaşarak magnezyumu çözmüş ve içerisinde bulunan  $CO_2$  ile birleşerek  $MgCO_3$  'ı çöktürmüştür. Buna dayanarak MeramÇayırbağı bölgesinde manyezitleşmeyi sağlayan suyun kökeninin meteorik ve vadoz sular olduğu söylenebilir. Çalışma alanından alınan örnekler üzerinde yapılan incelemelerde manyezitin; manyezitin oluşumunu gösteren faz diyagramında manyezit+serpantinit ve manyezit+kuvars kısmına denk düştüğü belirlenmiştir. Parajenezde talkın olmayışı ise 300oC'den daha az mineralizasyon ısını ve %4'ten daha az  $CO_2$  içeren bir sıvıdan çökelim olmasını işaret etmektedir. Zedef (1994)'in bölgedeki manyezitlerde yapmış olduğu izotop çalışmalarında manyezitlerin 80-100<sup>0</sup> C arasındaki sıcaklıkta oluştuğunu belirtmiştir. Meram-Çayırbağı bölgesinde bulunan manyezitlerin oluşmasında gerekli olan  $CO_2$  , bölgede bulunan karbonatlı kayaçların bindirme sırasındaki sürtünmeden kaynaklanan ısı artışı ile açığa çıkmaktadır. Bunu, yüzeysel kökenli  $CO_2$  de desteklemektedir. Bu

sonuçlara göre Meram-Çayırbağı bölgesi manyezit yatakları eksojenkriptokristalin tipte Sarıkavak dolayındaki manyezit yatakları kriptokristalin tipte yataklanmışlardır. Bu çalışmada Meram-Çayırbağı bölgesinde yer alan manyezit yataklarından alınan örnekler üzerinde yaptırılan ana, iz ve nadir toprak element analizleri sonucunda jeokimyasal incelemeleri yapılmıştır. Ayrıca Sarıkavak dolayından alınan örneklerle de karşılaştırma yapılmıştır. Önal'ın bulguları da dahil olmak üzere bu sonuçlar:

1. Meram-Çayırbağı bölgesinden alınan örneklerin ana element analiz sonuçlarına göre MgO ortalaması %43,58; SiO<sub>2</sub> ortalaması %13,47 iken CaO ortalaması %5,88'dir. Sarıkavak dolayında bulunan manyezitlerin MgO ortalaması %46,75; SiO<sub>2</sub> ortalaması %0,30 iken CaO ortalaması %1,64'tür Manyezitli serpantinite ait örneklerde Ca, Mg ve Al değerlerinde görülen düşme, kayacın ayrışması sırasında bu elementlerin mobilize olarak kayaktan uzaklaştığını göstermektedir.

2. Meram-Çayırbağı bölgesinden ve Sarıkavak dolayından alınan örneklerin iz element sonuçları incelendiğinde; Ni, Co'a oranla daha mobil bir element olduğundan, hidrotermal veya yüzey suları etkisinde kalan manyezitli serpantinitlerde, Ni kısmen yıkanarak ortamdan uzaklaşmıştır. Böylece her iki serpantinitin Ni değerlerindeki fark, Co'a göre daha fazla olabilmektedir. Cu, Zn ve Mn'daki artış, sıcak sulu eriyiklerin manyezitli serpantinit içerisinde daha rahat dolaşmasına (daha fazla kırıklı olduğundan) ve dolaştığı yerlerde bu elementleri bırakmasına bağlanabilir. Fe'deki artış ise serpantinitin ayrışması sırasında ortaya çıkan Fe'in üst zonlarda yoğunlaştığını göstermektedir. Serpantinitler içerisine dışarıdan bir takım element girerken, Ni, Co, Ca, Mg, Al gibi kayaç bünyesinde bulunan elementlerin bir kısmı da manyezitleşme sırasında, manyezitli serpantinitin bünyesinden ayrılarak ortamdan uzaklaşmıştır

3. Meram-Çayırbağı bölgesinden ve Sarıkavak dolayından alınan manyezitlerin nadir toprak element analiz sonuçlarında diğer manyezitlerde olduğu gibi çok düşük olduğu saptanmıştır. Bu durum manyezitin kristal kafesine kristallenme esnasında yabancı element kabul etmemesinden kaynaklanmaktadır.

## 10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Genel olarak yapılan bu çalışmada gözlemlenmek istenen husus Meram manyezitleri kullanılarak hayata geçirilen bir fabrikasyonun Mut bölgesindeki manyezitler içinde uygulanabilirliğinin tartışılması olmuştur. Nitekim cevherler arasında sinterleşmeye ve tuğla imalinde istenilen kimyasal-fiziksel özellikleri göz önünde bulundurulduğunda çok büyük bir fark görülmemiş olup hemen hemen aynı değerlerde oldukları saptanmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda ortalama değer olarak her iki bölgenin cevherinden hazırlanmış tuğla yoğunlukları  $3.01 \text{ gr/cm}^3$ , etkin porozite Konya için ortalama %12.62, Mut için %13.44, nokta yükleme deneyi ortalama sonuçları, Konya 12,09KN, Mut ise 13.69KN, endirek çekme deneyi ortalama sonuçları, Konya 18.53KN, Mut ise 22.01KN olarak tespit edilmiştir. Bu durum gösteriyor ki Mut bölgesi manyezitlerden hazırlanan tuğlalar dayanıklılık açısından Konya tuğlalarından daha üstün niteliğe sahiptir. Mut bölgesindeki manyezit madeninin rezerv olarak daha detaylı sondaj çalışmaları yapılmalı ve akabinde rantabl olabilecek asgari rezervin görünür hale getirilmesi durumunda kurulacak bir fabrika, hem ülke ekonomisine katma değer sağlayacak hem de yeni istihdam alanı yaratacaktır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1995, VII Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu.
- Anonim, 2000, VIII Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu.
- Anonim, 2008, Dokuzuncu Kalkınma Planı Taş ve Toprağa Dayalı Sanayiler Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Cilt 2.
- Aytekin, V. Ve İnan N., 1977. Konya civarındaki manyezit cevherlerinin konsantrasyonu ve sinterleşmesi ile ilgili etüt-araştırma çalışmaları hakkında kesin rapor. İ.T.Ü. Maden Fakültesi.
- Göğer, E. ve Kırıl, K., 1973. Kızılören dolaylarının (Konya batısı) genel stratigrafisi. M.T. A. rap. No: 5204.
- Güney, A., Önal, G., 1999. *Güney ve Önal*, İstanbul Maden İhracatçıları Birliği ve Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 2-7, 10-20 s.
- Kaya M., 1993, Manyezit ve Bazik Refrakterler Teknolojisi, Eskişehir, Türkiye, 21 s.
- Kıyıcı, B., Şimşek, M., Baybörü, R., Aslan, İ., Denizci, F., 1974. Konya Meram (Çayırbağı) Manyezit Yatakları. M.T. A. rap. No: 31307.
- KÜMAŞ Öğrenci Staj Notları, 2011.
- Maden Mühendisleri Odası, 1975, Manyezit, Ankara.
- Önal G., 2007. Meram-Çayırbağı (Konya) ve Sarıkavak (Mersin) manyezit yataklarının jeokimyasal incelemesi., Yüksek lisans tezi. Çukurova Üni. Jeoloji A.B.D.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K., Uysal, Ş., Işık, A., 1990, Konya –Kadınhanı – Ilgın dolayının temel jeolojisi; M.T.A. Rap., No: 9535.
- Sümerbank Genel Müdürlüğü., 1955., Konya Ateş Tuğlası Projesi.
- Takmak Ö. 2007. Beylikova Manyezit Açık Ocağının Üretim Planlaması., Yüksek Lisans tezi.
- Tuncay, A., 1998. Çayırbağı-Meram (Konya) Yöresindeki Manyezit Yataklarının Jeolojik Ve Ekonomik Özelliklerinin Araştırılması, İTÜ, 166 s.
- Yıldız R. ve Erdoğan, N., 1995. Manyezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi. Kütahya.
- Yıldız ve Köse, 2002, Madencilik Yatırım Projelerinin Hazırlanması, Değerlendirilmesi ve Manyezit Ocağına Uygulanması, 5-6 s.

**EKLER:**

**Şekil 8.3.** I. filonun Kurt Suyu Dere seviyesindeki konumu.



**Şekil 8.4.** I. filonun + 25 m. ( 280 kotları ) seviyesindeki konumu.



Şekil 8.5. I. filonun + 45 m. ( 300 kotları ) seviyesindeki konumu.



Şekil 8.6. I. filonun + 45 m. (300 kotları ) seviyesindeki konumu.



**Şekil 8.7.** I.filonun +45 m. (300 kotları) seviyesinden Kurtsuyu Deresi kotlarındaki manyezitlere bakış.



**Şekil 8.8.** I. filonun + 45 m. (300 kotları ) seviyesinden Kurtsuyu Deresi kotlarındaki manyezitlere bakış.



**Şekil 8.9.** I. filonun + 25 m. ( 280 kotları ) seviyesinden 300 kotlarına bakış.



**Şekil 8.10.** II. filon ve yapılan üretim gösterilmektedir.



**Şekil 8.11.** II. filonun üst kotlardaki durumunu yansıtmaktadır.



**Şekil 8.12.** II. filonun üst kotlardaki durumunu yansıtmaktadır.



**Şekil 8.13.** II. filonun üst kotlardaki durumunu yansıtmaktadır.



**Şekil 8.14.** II. filonun 25–30 m. üst kotlardaki durumunu göstermektedir.



**Şekil 8.15.** Kuru Dere uzaklarında  $> 50$  m. boyunda, damar tipi ve  $T = 1-2$  m. ve  $\approx 30^\circ$  eğimli manyeziti göstermektedir. Damar'ın batı kısmındaki hafriyat oranı  $\approx 5$  m. dir. Doğuya doğru ilerledikçe artmaktadır.



**Şekil 8.16.** Kuru Dere'deki koordinatları;  $Y = 05.51.112$ ,  $X = 40.48.127$ ,  $Z = 326$  m. olan derenin sağ ve sol bölümlerindeki manyezitleri göstermektedir.



**Şekil 8.17.** Kuru Dere'deki koordinatları;  $Y = 05.51.112$ ,  $X = 40.48.127$ ,  $Z = 326$  m. olan derenin sağ ve sol bölümlerindeki manyezitleri göstermektedir.



**Şekil 8.18.** Kuru Dere'deki koordinatları;  $Y = 05.51.112$ ,  $X = 40.48.127$ ,  $Z = 326$  m. olan derenin sağ ve sol bölümlerindeki manyezitleri göstermektedir.



**Şekil 8.19.** Kuru Dere'deki koordinatları;  $Y = 05.51.112$ ,  $X = 40.48.127$ ,  $Z = 326$  m. olan derenin sağ ve sol bölümlerindeki manyezitleri göstermektedir.



**Şekil 8.20.** Kuru Dere'deki koordinatları;  $Y = 05.51.112$ ,  $X = 40.48.127$ ,  $Z = 326$  m. olan derenin sağ ve sol bölümlerindeki manyezitleri göstermektedir.



**Şekil 8.21.** Kuru Dere'deki koordinatları;  $Y = 05.51.112$ ,  $X = 40.48.127$ ,  $Z = 326$  m. olan derenin sağ (Batı) kısmındaki manyezitleri göstermektedir.



**Şekil 8.22.** Kurtseyu Dere sağındaki ( Batı) dağların arka kısmındaki manyezitler.



**Şekil 8.23.** Silifke'den Mut'a giden ana asfalt yolun  $\approx 44$ . Km. sinden sağa ( Sarıkavak) yol ayrımı.



**Şekil 8.24.** Dere kot : ( Z = 378 m. ) karnıbahar tipi manyezitlerin uzaktan görünümü.



**Şekil 8.25.** Koordinatları  $Y = 05.55.127$ ,  $X = 40.50.770$ ,  $Z = 378$  m. olan eski ocağın uzaktan görünümü.



**Şekil 8.26.** Koordinatları  $Y = 05.55.127$ ,  $X = 40.50.770$ ,  $Z = 378$  m. olan eski ocağın uzaktan görünümü.



**Şekil 8.27.** Koordinatları  $Y = 05.55.127$ ,  $X = 40.50.770$ ,  $Z = 378$  m. olan eski ocağın yakından görünümü.



**Şekil 8.28.** Koordinatları  $Y = 05.55.127$ ,  $X = 40.50.770$ ,  $Z = 378$  m. olan eski ocağın daha yakından görünümü.



**Şekil 8.29.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitler.



**Şekil 8.30.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü, kurtşuyu deresi ve yol.



**Şekil 8.31.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü.



**Şekil 8.32.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü.



**Şekil 8.33.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin kuru deredeki görünümü.



**Şekil 8.34.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü.



**Şekil 8.35.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü.



**Şekil 8.36.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin dağ sırtındaki görünümü, Kurtsuyu Deresi ve yol.



**Şekil 8.37.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin kuru deredeki görünümü.



**Şekil 8.38.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü.



**Şekil 8.39.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin dağ eteklerindeki görünümü, Kurtsuyu Deresi ve yol.



**Şekil 8.40.** Sahadaki karnıbahar tipindeki manyezitlerin görünümü.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Samet SÖZAL  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri ve Tarihi** : Kırşehir / 15.10.1984  
**Telefon** : +905357261736  
**e-mail** : Samet.sozal@gmail.com

### EĞİTİM

| Derece     | Adı, İlçe, İl                     | Bitirme Yılı |
|------------|-----------------------------------|--------------|
| Lise       | : Selçuklu Anadolu Lisesi /KONYA  | 2002         |
| Üniversite | : Cumhuriyet Üniversitesi / SİVAS | 2008         |

### İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl  | Kurum                                 | Görevi                     |
|------|---------------------------------------|----------------------------|
| 2008 | Safir Madencilik / SİVAS (2ay)        | Maden Müh.                 |
| 2009 | Üretim Madencilik / KONYA (8ay)       | Maden Müh.                 |
| 2010 | Ada Krom Mer.İth.İhc.Ltd.Şti. / KONYA | Danışmanlık                |
| 2010 | SÖZAL Mühendislik / KONYA             | Maden Müh.&<br>Danışmanlık |

### UZMANLIK ALANI

Maden Mühendisi

### YABANCI DİLLER

İngilizce