



DPT: 2612 - ÖİK: 623

SEKİZİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU RAPORU

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ

II

(REFRAKTER KİLLER VE ŞİFERTON-MANYEZİT-DOLOMİT-OLİVİN-ZİRKON-
DİSTEN, SİLLİMANİT, ANDALUZİT)

ÇALIŞMA GRUBU RAPORU

ANKARA 2001

ISBN 975 – 19 – 2838 – 9 (basılı nüsha)

Bu Çalışma Devlet Planlama Teşkilatının görüşlerini yansıtmaz. Sorumluluğu yazarına aittir. Yayın ve referans olarak kullanılması Devlet Planlama Teşkilatının iznini gerektirmez; İnternet adresi belirtilerek yayın ve referans olarak kullanılabilir. Bu e-kitap, <http://ekutup.dpt.gov.tr/> adresindedir.

Bu yayın 500 adet basılmıştır. Elektronik olarak, 1 adet pdf dosyası üretilmiştir

Ö N S Ö Z

Devlet Planlama Teşkilatı'nın Kuruluş ve Görevleri Hakkında 540 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname, "İktisadi ve sosyal sektörlerde uzmanlık alanları ile ilgili konularda bilgi toplamak, araştırma yapmak, tedbirler geliştirmek ve önerilerde bulunmak amacıyla Devlet Planlama Teşkilatı'na, Kalkınma Planı çalışmalarında yardımcı olmak, Plan hazırlıklarına daha geniş kesimlerin katkısını sağlamak ve ülkemizin bütün imkan ve kaynaklarını değerlendirmek" üzere sürekli ve geçici Özel İhtisas Komisyonlarının kurulacağı hükmünü getirmektedir.

Başbakanlığın 14 Ağustos 1999 tarih ve 1999/7 sayılı Genelgesi uyarınca kurulan Özel İhtisas Komisyonlarının hazırladığı raporlar, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı hazırlık çalışmalarına ışık tutacak ve toplumun çeşitli kesimlerinin görüşlerini Plan'a yansıtacaktır. Özel İhtisas Komisyonları çalışmalarını, 1999/7 sayılı Başbakanlık Genelgesi, 29.9.1961 tarih ve 5/1722 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulmuş olan tüzük ve Müsteşarlığımızca belirlenen Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Özel İhtisas Komisyonu Raporu genel çerçeveleri dikkate alınarak tamamlamışlardır.

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ile istikrar içinde büyümenin sağlanması, sanayileşmenin başarılması, uluslararası ticaretteki payımızın yükseltilmesi, piyasa ekonomisinin geliştirilmesi, ekonomide toplam verimliliğin artırılması, sanayi ve hizmetler ağırlıklı bir istihdam yapısına ulaşılması, işsizliğin azaltılması, sağlık hizmetlerinde kalitenin yükseltilmesi, sosyal güvenliğin yaygınlaştırılması, sonuç olarak refah düzeyinin yükseltilmesi ve yaygınlaştırılması hedeflenmekte, ülkemizin hedefleri ile uyumlu olarak yeni bin yılda Avrupa Topluluğu ve dünya ile bütünleşme amaçlanmaktadır.

8. Beş Yıllık Kalkınma Planı çalışmalarına toplumun tüm kesimlerinin katkısı, her sektörde toplam 98 Özel İhtisas Komisyonu kurularak sağlanmaya çalışılmıştır. Planların demokratik katılımcı niteliğini güçlendiren Özel İhtisas Komisyonları çalışmalarının dünya ile bütünleşen bir Türkiye hedefini gerçekleştireceğine olan inancımızla, konularında ülkemizin en yetişkin kişileri olan Komisyon Başkan ve Üyelerine, çalışmalara yaptıkları katkıları nedeniyle teşekkür eder, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nın ülkemize hayırlı olmasını dilerim.


Dr. Akın İZMİRLIOĞLU
Müsteşar

İÇİNDEKİLER

REFRAKTER KİLLER VE ŞİFERTON ÇALIŞMA GRUBU	1
1. GİRİŞ	2
1.1. Tanım ve Sınıflandırma	2
2. DÜNYADA MEVCUT DURUM	10
2.1. Dünya Rezervleri	10
2.2. Tüketim ve Talep	11
2.3. Üretim	12
2.3.1. Üretim Teknolojisi	12
2.3.2. Fiyatlar	14
2.4. Ticaret	15
2.4.1. Dünya İhracat ve İthalatı	15
3. TÜRKİYE'DE DURUM	15
3.1. Türkiye'de Durum	15
3.2. Tüketim	15
3.2.1. Tüketim Alanları	15
3.2.2. Tüketim Miktarları	17
3.3. Üretim	18
3.3.1. Sektördeki Kuruluşlar	18
3.3.2. Mevcut Kapasite ve Kullanımı	19
3.3.3. Üretim Yöntemi-Teknoloji	19
3.4. Dış Ticaret	20
3.4.1. İthalat	20
3.4.2. İhracat	21
3.5. Stok Durumu	21
3.6. Fiyatlar	21
3.7. İstihdam	21
3.8. Çevre ile İlgili Sorunlar	21
4. MEVCUT DURUMUNDEĞERLENDİRİLMESİ	22
4.1. Yedinci Plan Dönemindeki Gelişmeler	22
4.2. Sorunlar	22
5. VIII. PLAN DÖNEMİNDEKİ GELİŞMELER VE ALINMASI ÖNGÖRÜLEN TEDBİRLER	23
MANYEZİT ÇALIŞMA GRUBU	24
1. GİRİŞ	25
1.1. Manyezitin Tarihçesi	25
2. MANYEZİTİN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE BULUNUŞ ŞEKLİ	26
3. MANYEZİT VE MAGNEZYA (MgO-Sinter Manyezit) ÜRETİMİ YAPAN DÜNYANIN ÖNEMLİ ORGANİZASYONLARI	29
2. DÜNYA DOĞAL MANYEZİT REZERVLERİ	37
5. TÜKETİM	37
6. ÜRETİM	40
6.1. Üretim Teknolojisi	41
6.1.1. Triyaj (El ile Ayıklama)	41
6.1.2. Ağır Ortam ile Zenginleştirme	41
DOLOMİT ÇALIŞMA GRUBU	42
1. GİRİŞ	43
1.1. Tanım ve Sınıflandırma	43
2. DÜNYADA DURUM	47
2.1. Rezervler	47
2.2. Tüketim	48
2.2.1. Tüketim Alanları	48
2.3. Üretim	50
2.3.1. Dead Burned Dolomit Üretim ve Özellikler	53
2.3.2. Üretim Yöntemi ve Teknoloji	54

2.3.3. İkame Ürünler	56
2.4. Dış Ticaret	56
3. TÜRKİYE'DE DURUM	56
3.1. Rezervler	56
3.2. Tüketim	57
3.3. Üretim	58
3.3.1. Ürün Standartları	61
3.3.2. Maliyetler ve Maliyet Analizleri	62
3.3.3. Ürün Fiyatları	63
3.4. Çevre Sorunları	64
4. MEVCUT DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ	64
5. GELECEĞE YÖNELİK TAHMİNLER	64
KAYNAKLAR	67
OLİVİN ÇALIŞMA GRUBU	68
ÖZET	69
GİRİŞ	70
1.1. Olivinin Tanımı ve Sınıflandırılması	70
2. dünyada mevcut durum	71
2.1. Rezervler	71
2.2. Tüketim	72
2.2.1. Tüketim Alanları	72
2.2.2. Tüketim Miktar ve Değerleri	75
2.3. Üretim	76
2.3.1. Üretim Yöntemi ve Teknoloji	76
2.3.2. Ürün Standartları	76
2.3.3. Sektörde Üretim Yapan Önemli Kuruluşlar	78
2.4. Uluslararası Ticaret	79
2.4.1. Ticarete Etkin Uluslararası Kuruluşlar	79
2.4.2. İthalat-İhracat	79
2.4.3. Fiyatlar	80
2.4.4. AB, EFTA ve benzeri Ülke Gruplarının ticaretteki yeri	80
2.4.5. Komşu Ülkelerin Ticaretteki Yeri	81
5. SEKİZİNCİ PLAN DÖNEMİNDE BEKLENEN GELİŞMELER VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR DİZİNİ	87
ZİRKON ÇALIŞMA GRUBU	88
1. GİRİŞ	89
2. MEVCUT DURUM	89
2.1. Türkiye ve Dünya Rezervleri	89
2.2. Teknoloji	90
3. KULLANIM ALANI VE STRATEJİK ÖNEMİ	90
4. ÜRETİM, DIŞ TİCARET VE FİYATLAR	91
5. SEKİZİNCİ PLAN DÖNEMİNDE BEKLENEN GELİŞMELER	92
KAYNAKLAR	93
DİSTEN-SİLLİMANİT-ANDALUZİT ÇALIŞMA GRUBU	94
1. GİRİŞ	95
1.1. Tanım ve Sınıflandırma	95
1.2. Sektörde Faaliyet Gösteren Şirketler	98
2. DÜNYADA MEVCUT DURUM	99
2.1. Rezervler	99
2.2. Tüketim	100
2.2.1. Tüketim Alanları	100
2.3. Üretim	101
2.4. Fiyatlar	103
3. TÜRKİYE'DE DURUM	104
4. DEĞERLENDİRME VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER	107

RAFRAKTER KİLLER VE ŞİFERTON

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: İsmail Hakkı ARSLAN	- ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör	: Ergün YİĞİT	- ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör	: Pınar ÖZEL	- DPT

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU

Başkan	: Dr.İsmail SEYHAN	- MTA
Başkan Yrd.	: Ekrem CENGİZ	- MTA
Raportör	: Oya YÜCEL	- MTA
Raportör	: Mesut ŞAHİNER	- MTA

TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ (REFRAKTER KİLLER VE ŞİFERTON)**Toprak Sanayii Hammaddeleri Alt Grubu**

Başkan	: İsmail İNEL	- MTA
---------------	----------------------	--------------

Refrakter Kİller ve Şiferton Çalışma Grubu

Başkan	: Osman AKSOY	- FİLYOS TUĞLA
Üye	: Turgut YÜCEL	- ETİBANK

1. GİRİŞ

1.1. Tanım ve Sınıflandırma

Genel olarak kil, tanecik büyüklüğü iki mikrondan küçük olan tanelerin çoğunlukta olduğu, ıslatıldığında plastik, pişirildiğinde sürekli sert kalan hidrate alüminyum silikat minerallerinden oluşan bir sistem olarak tanımlanabilir. Kil mineralleri temelde silika, alümina ve suyun oluşturduğu sulu silikatlardır. Ayrıca demir, alkali ve toprak alkalileri farkedilebilir derecede içerirler (Ampian, 1985).

Killer genelde altı gruba ayrılırlar. Bunlar;

1. Kaolin,
2. Bağlama kili,
3. Ateş killeri (şamot),
4. Bentonit,
5. Fuller toprağı,
6. Diğer killeri ve şeyl.

Kaolinler tortul ve artık yatakları olarak oluşurlar. Artık kaolin yatakları ana kayacın yerinde altere olması ile oluşurlar. Bununla birlikte refrakter malzeme olarak kullanılanlar genellikle tortul kökenlidirler. Ergime dereceleri 1760°C olup, refrakter malzeme olarak kullanılmaktadırlar (Apaydın, 1981).

Bağlama killeri, sedimanter kökenlidirler. Organik malzemeler, serisit mikalar ve kaolinit içerirler. Genellikle kaolinitten daha ince tane boyuna sahiptirler. Bağlama killeri 1500°C'den daha yüksek sıcaklıklara kadar dayanırlar. Refrakter tuğla yapımında bağlayıcı olarak kullanılırlar.

Yurdumuzda şiferton olarak bilinen ateş killeri, detrital bir kil olarak tanımlanırlar. Düşük miktarda demir oksit, kireç, magnezyum ve alkalileri içerirler. 1500°C ve daha yüksek sıcaklıklarda bozunmadan kalabilirler. Kömür damarlarının altında bulunurlar.

Refrakter Killerin Oluşumu: Feldspatça zengin bazik ve andezitik piroklastik kayaların aşınması ve Neojen lagüner havzalarına taşınması ve depolanması sonucu bağlama kili yatakları teşekkül etmiştir. Lagüner havzaya aynı zamanda ağaç ve bitki artıklarının taşınması ile de linyit seviyeleri oluşmuştur. Kil yataklarındaki ve yataklanma durumundaki düzensizlikler, taşınma esnasındaki mevsimlik tabiat şartları arasındaki değişikliklerden ve lagüner havzalardaki çapraz tabakalanma şartlarından meydana gelmiştir. Havzalara aynı zamanda değişik istikametlerden değişik karakterde malzeme taşınması, havzalarda teşekkül eden killerin yanal ve dikey yönde farklı kalitede olmasına ve kil-kum gibi tedrici geçişli malzemelerin yataklanmasına yol açmıştır.

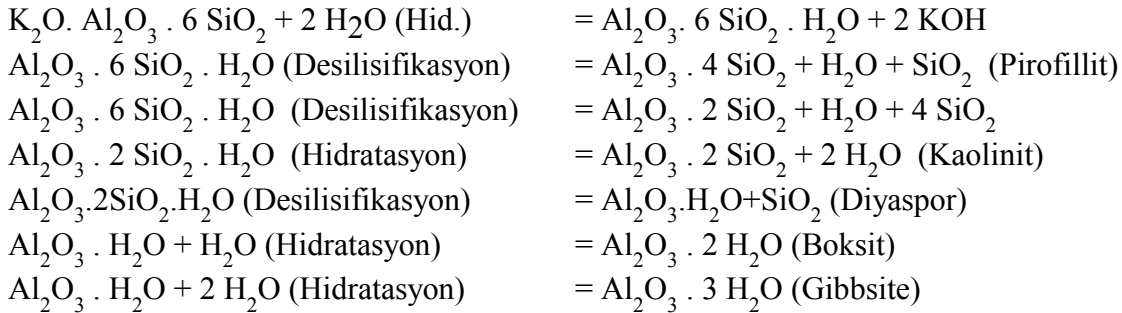
Şamot kili yatakları ise yerinde (rezidüel) teşekkül etmiş olup ince taneli yeşil renkli volkanik tüflerin üst kısımlarında merccekler halinde meydana gelmiştir. Cevherleşmeyi kontrol eden faktörler aşağıda sıralanmıştır:

- Feldspatça zengin andezitik kayaların mevcudiyeti,
- Ayrışma, aşınma ve taşıma olaylarını meydana getiren olaylar,
- Uygun bir neojen göl havzasının mevcudiyeti,
- Havzada uygun pH ortamını doğuran nedenler,
- Hümüs asidinin varlığı, bu asidin killerin ateşe dayanıklılığını düşüren oksitlerin (Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O , CaO v.b) ortamdaki uzaklaştırılmasında etkili olması,
- Havza içerisinde gölsel ortamda meydana gelen çalkantılı ve durgun ortamlar.

Üst seviyede mevcut olan sedimanter menşeli plastik bağlama kili ve kömür yataklarında tabakalanma bariz bir şekilde görüldüğü halde mevzii merceksi olarak teşekkül etmiş olan şamot kili yataklarında hiçbir tabakalanma görülmez; alttaki ana kayaç olan volkanik tüflere tedrici olarak geçiş gözlenir.

Feldspatça zengin kayaların sıcaklık, yüksek basınç ve karbondioksit etkisi ile meydana gelen olaya **Kaolinleşme** adı verilir.

Feldspatların bünyelerinde bulunan alkali oksitlerin (K_2O , Na_2O) su ile çözülmesi ile aşağıdaki tepkimeler sonucu geriye kaolinitler kalır.



İlk oluştukları yatakta bulunan killer birincil kil, su ile taşınarak yeniden rezerv oluşturmuş killer ise ikincil kil olarak adlandırılır.

Kil Mineralleri Grupları: Kil mineralleri genellikle 4 grupta incelenir.

1. Kaolinit grubu killer,
2. Smektit grubu killer,
3. İllit grubu killer,
4. Klorit grubu killer.

Kaolinit Grubu Killer : Ana mineral olarak kaolinit ($Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$) içerirler. Doğada saf kaolinit yatakları bulunmaz. Genellikle demiroksit, silisyum oksit, silika türünde mika gibi yabancı maddeler içerirler.

Smektit Grubu Killer : Bu gruba giren killerin mineral yapıları kaolinit gibi alüminyum silikat olmalarına karşılık çok farklı bir görünüm içerisindedirler. Yapılarında magnezyum, kalsiyum, demir, sodyum gibi elementler içerirler. Montmorillonit, saponit, stevensit vb. bu grupta yer alır.

İllit Grubu Killer : Smektit grubu killerden farklı olarak potasyum içermeleridir. Killerin bu grubuna mika grubu da denir. ($K_2O \cdot 3 Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2 + 2 H_2O = \text{Muskovit}$)

Klorit Grubu Killer : Bu grup killeri ince taneli ve yeşil renklidirler. Bu grup killer bol miktarda magnezyum, demir (II), demir (III) ve alumina içermektedirler.

Refrakter Killerin Bulunuş Şekli :

-Bağlama Killeri : Genellikle gri renkli bağlama kili ve kahverengi bağlama kili olmak üzere iki tip bağlama kili bulunur.

Gri Bağlama Kili : Genellikle taban seviyede Fe_2O_3 bakımından yüksek olan bir kille temsil edilen gri bağlama kili seviyeleri dikey yönde linyit kömürü ve kum-lekeli kil ardalanmalı, yanal yönde ise kumtaşı ve lekeli killere geçişler meydana getirmektedir. Fe_2O_3 oranı % 3-5, Al_2O_3 oranı % 28-35 arasında değişir. Mekanik mukavemetleri ortalama $25-30 \text{ kg/cm}^3$ dür. Tabakalanma yataydır. Plastik bir kildir, 1350°C 'de pişme rengi açık tarçın rengindedir. Organik madde azdır, içerisinde bazen ince kömür parçacıkları görülür. Bu da kilde ateş zayıflığının artmasına neden olur. SK'sı 28-30, rutubeti % 20-25, ateşte zayıflığı % 9-11 arasında değişir.

Kahverengi Bağlama Kili : Kahverengi bağlama kilinin rengi organik maddeden ileri gelir. Organik maddelere bağlı olarak ateşte zayıflığı yükselir. Dikey ve yanal yönlerde tedrici geçişlerle kalite değişikliği gösterir. Fe_2O_3 oranı % 2-3, Al_2O_3 oranı % 36-41 arasında değişir. Mekanik mukavemeti $30-35 \text{ kg/cm}^3$, SK 30-32, ateşte zayıflığı % 14-15, rutubet % 25-28 arasında değişir. 1350°C 'de pişme rengi açık tarçın rengindedir.

Gerek gri bağlama kili ve gerekse kahverengi bağlama killерinin ana minerali kaolinitdir. Ayrıca serbest halde silis, karbonlu madde ve az miktarda alkali bulundurlar.

-Şamot Killeri : Şamot killeri genellikle gri ve açık bej renkli ve yer yer de açık kahverengi renktedir. Plastik olmaması ve suda hemen dağılması ile kolayca tanınır. Ateş zayıflığı bünyedeki organik madde ve sudan ileri gelmekte ve Al_2O_3 içeriğine bağlı olarak değişmektedir. Islak rengi koyu gri olan kil açık renge dönüşmekte ve çok kırılğan olmaktadır. Kurduğunda parmaklar arasında kolayca ufalanıp dağılmaktadır. Devamlılığı yoktur, yanal ve düşey yönde süreksizlik gösterir.

Şamot killерinin demir oksit ve alkali oksitleri ihtiva etmesi halinde refrakterliğinin (SK) düşmesine neden olur. Şamot kili yataklarındaki ana kil minerali kaolinit ($Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2 \cdot 2 H_2O$) ve gibsit ($Al_2O_3 \cdot 3 H_2O$) olup yer yer birlikte bulunurlar.

Refrakter killerde kaliteyi bozan mineraller olarak pirit (linyit tabakalarının içinde disemine halde organik kökenli sekonder oluşum), siderit (şamot killerinin altındaki seviyede mercimek boyutunda saçılmış taneler halinde rastlanan demir karbonattır), organik atıklar, montmorillonitik kil katkıları, alkali bileşikler ve karbonatları sayabiliriz.

Şiferton (Ateş Kili) : Şiferton plastik olmayan, Paleozoyik yaşlı refrakter kildir. Karasal tatlı su göllerinde, durgun sularda teşekkül etmiştir. Alkali ve demir mineralleri bakımından fakir killeri refrakter özellikler gösterir. Şiferton hammaddesinde alüminyum oksit ve silisyum oksit mineralleri hakim minerallerdir. Tabiatıta şiferton tabakalarına, karbonifer, taş kömürü (genel olarak Westfaliyen-C) damarlarının bazılarının tabanında, bazen aralarında çok az olarak da ince bir seviye halinde üzerinde (tavanında) rastlanılmaktadır. Kömürü teşekkül ettiren Karbonifer bitkilerinden meydana gelen hümüs asitleri tabanda bulunan elverişli killerde bazı kimyasal değişiklikler meydana getirmektedir. Bilindiği gibi hümüs asitleri killerdeki demir minerallerini ve alkali oksitleri kimyasal değişikliğe uğratarak beraberinde daha derinlere götürürler. Asit tesirine daha fazla maruz kalan üst seviyelerde ateşe mukavemet derecesi daha yüksektir. Asit tesirinin azalmasıyla birlikte ateşe mukavemet dereceleri düşer. Hümüs asitlerinin miktarıyla doğru orantılıdır. Ocaklardaki şiferton aynasında iyi kalite A, aynanın tabanına doğru B, sonra C kalite şiferton bulunmasının sebebi budur. Karboniferde mevcut her kömür damarının tabanında şiferton teşekkül etmemiştir. Üretkif seviye olarak kabul edilen Westfaliyen-C serileri ise genel olarak kömür bakımından üretkif kabul edilmemektedir. Karbonifer havzasındaki Westfaliyen-C serisinde bulunan kömür damarlarından Çınarlı damarı, Kuru dere damarı isimli şiferton damarları ortaya çıkmıştır (Amasra).

Şiferton teşekkülü için sularda pH durumunun elverişli olması, etraftan gelen malzemenin kimya bileşimlerinin uygun olması, alkali ve demir bileşiklerinin fakir olması, Al_2O_3 ve SiO_2 oranının refrakter özellik için belirli yüzdede bulunması gerekir. Taneler çok ince, uzun zaman süspansiyon halinde sularda kalmalı ve yavaş yavaş çökelmelidir. Suların durgun olması, fırtınalı olmaması ve tuzlu olmaması gereklidir. Tuzlu sularda çökeltme hızlıdır.

Arzu edilen ekonomik şiferton damarı aşağıda izah edildiği şekilde tabiatıta teşekkül etmiş olmalıdır. Tavanda kömür damarı bulunmalıdır. Bu damar oldukça sert olmalı ve tavan basıncını mümkün olduğu kadar karşılayabilmelidir. Şiferton damarı yataya yakın bir şekilde bulunmalıdır.

Şifertonun kalite sınıflaması aşağıda belirtilen şekildedir;

- 1- A Kalite Şiferton: (SK 35 veya daha yukarı, rengi siyah, midye kabuğu şeklinde kırılma gösterir. Sert, kaya gibi).
- 2- B Kalite Şiferton: A kalite şifertonun altında bulunur. SK 33-34 (1730-1755°C), koyu gri renklidir.
- 3- C Kalite Şiferton: B kalite şifertonun altındadır. SK 30-32 (1695-1710°C), koyu kahverengi renklidir.
- 4- D Kalite Şiferton: C kalite şifertonun altındadır. SK 26-29 (1585-1680°C), açık kahverengi, kirli sarı, beyazımsı renktedir.

Yukarıda tavandan tabana doğru dört kaliteye ayırdığımız şiferton damarının tabanında gre seviyesi vardır. Bu damarın kalınlığı 3-4 metre arasında olmalıdır. Kimyasal analiz sonuçlarına göre şiferton hammaddesinde bulunan bileşikler ve yüzdeleri ortalama olarak aşağıda belirtilmiştir.

SiO ₂	% 40-50
Al ₂ O ₃	% 25-45
Fe ₂ O ₃	% 3-5
MgO	% 0,5-1
CaO	% 0,5-1

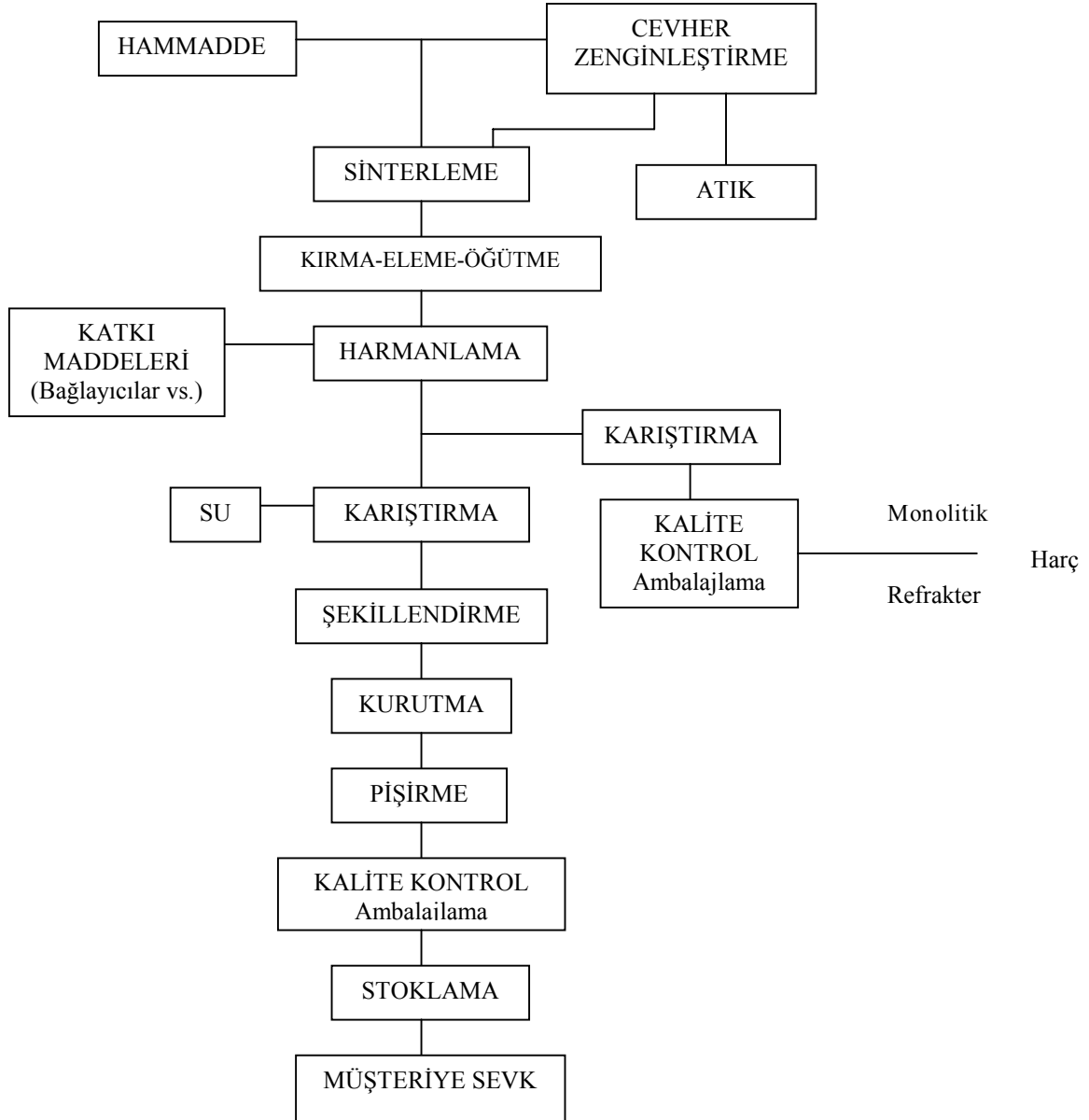
Bu bileşimde bulunan kil içinde alkali oksitler olmamalıdır.

Killerin endüstride birçok kullanım alanı vardır. Kullanım alanları kilin kimyasal bileşimine bağlı olarak çeşitli sınırlamalar getirmektedir. Genellikle refrakter malzeme olarak kullanılacak killerde, kile refrakterlik özelliği veren alumina miktarının yüksek, silis ve demir içeriğinin düşük olması istenir. Killer fiziksel veya gerektiğinde kimyasal zenginleştirme işlemine tabi tutulurlar. Killerin zenginleştirilmesi yaş veya kuru işleme yapılabilir.

Refrakter Hammadelere Uygulanan İşlemler :

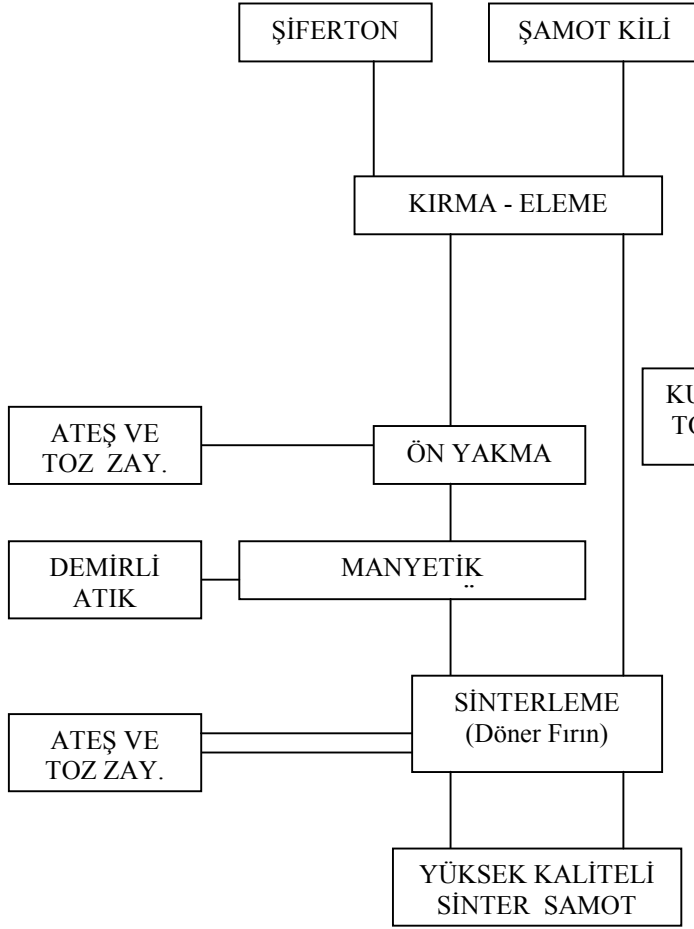
- Ham haldeki refrakter maddeler seramik bağın olduğu sıcaklıklarda pişirildiğinde genel anlamda sinterleşmiş olurlar. Sinterleme ısı kararlılığına erişim süreci olduğundan, yapı deformasyona maruz kalır.

-Bağlama Kilinin Kurutulması ve Öğütülmesi : Ham bağlama killeri % 20-25 oranında doğal rutubet ve % 10-15 oranında ateş zayıfına sahiptir. Bu maddelerin gerek tuğla harmanlarında ve gerekse harç harmanlarında kullanılabilmesi için rutubetin indirilmesi ve pişme esnasında gerekli reaksiyonların çok iyi oluşabilmesi için de çok ince olarak öğütülmesi gereklidir.

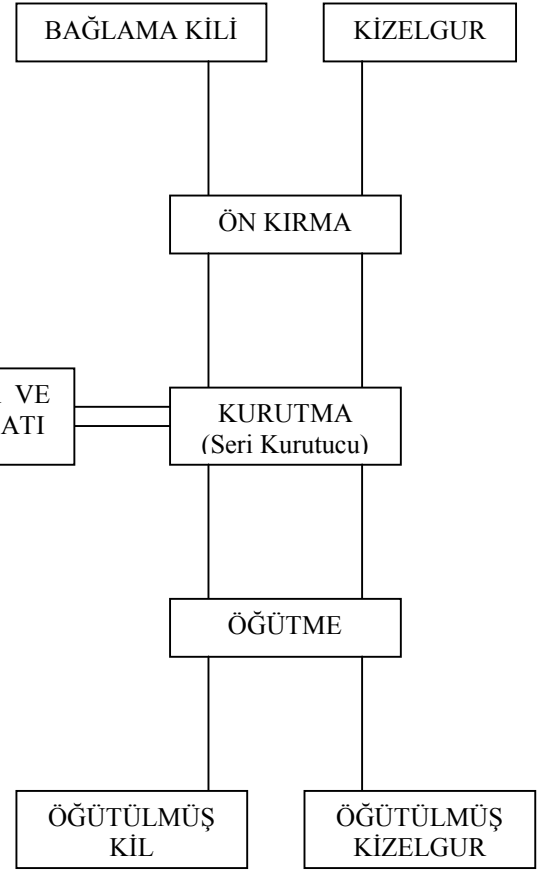
GENEL REFRAKTER ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI

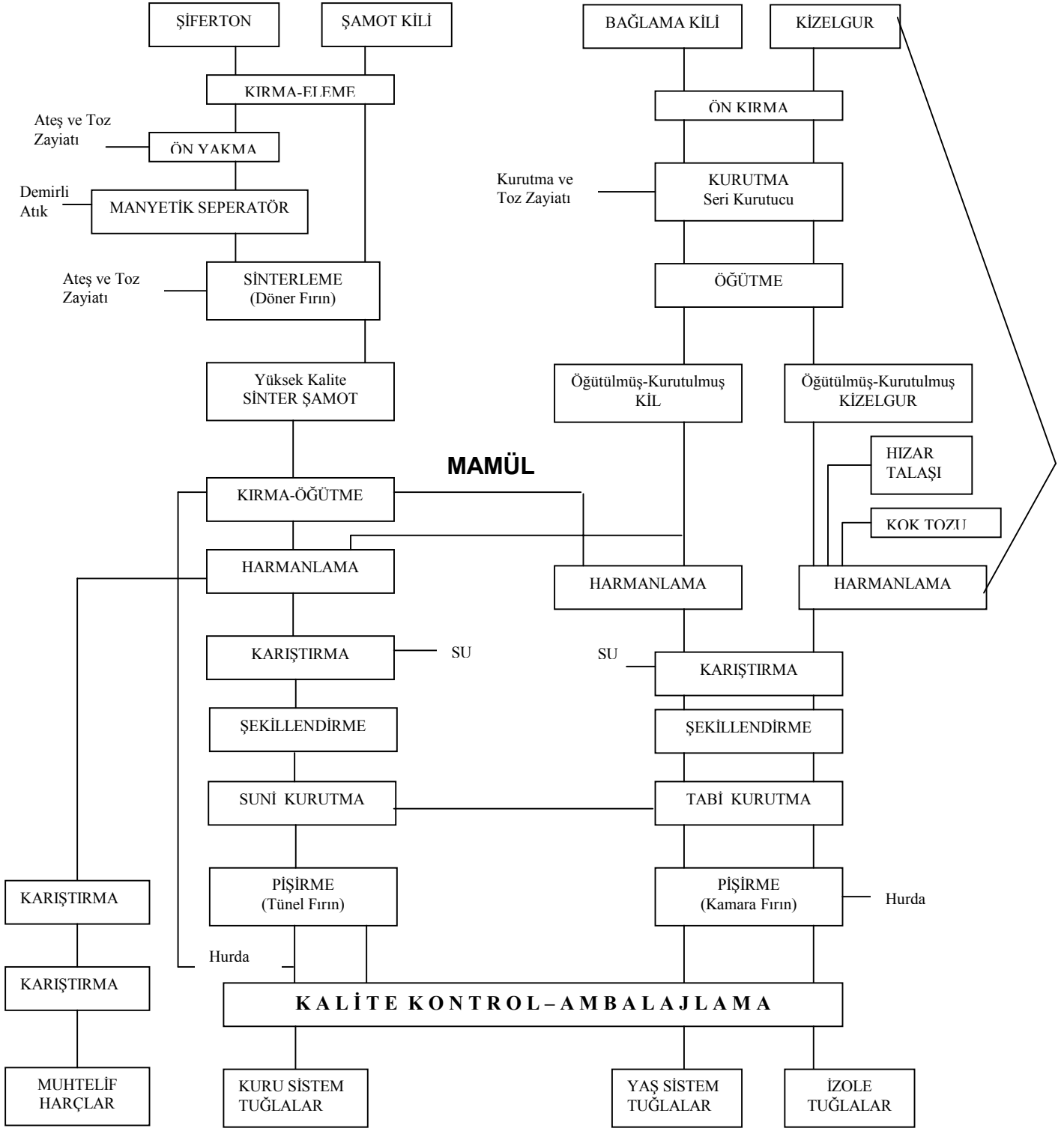
SİNTER ÜRETİMİ AKIŞ ŞEMASI

1- SİNTER ÜRETİMİ



2- KİL (KİZELGUR) ÜRETİMİ



ÜRETİM AKIM ŞEMASI**YARI MAMÜL**

Şifertonun Zenginleştirilmesi:

Refrakter malzemelerde istenmeyen en önemli maddelerden biri Fe_2O_3 'dir. Demiroksit miktarını azaltmak ve mümkün olan en düşük değere indirilebilmesi için Ön Yakma ve Manyetik Ayırma işlemine tabii tutulması gereklidir. Şiferton hammaddesi önce bir kırma işlemine tabii tutulur ve tane boyu 0-20 mm. aralığına getirilerek ön yakma fırınında ateş zayıyatı % 2'nin altına düşürülür. Böylece şifertonun içindeki manyetik olmayan demiroksitlerin manyetik hale gelmesi sağlanır ve bünyedeki %20 civarındaki karbonda yakılmış olur. Ön yakılmış şiferton için, manyetik seperatörlerde tamburlardaki manyetik alan şiddeti ayarlanarak manyetik seperatörlerde demir oksit ayıklama işlemi yapılır. Böylece max.%5 Fe_2O_3 olarak manyetik seperatöre giren ön yakılmış şiferton istenirse %1.5 Fe_2O_3 olarak alınabilir. Ancak Fe_2O_3 oranı ne kadar azaltılırsa seperatör zayıyatı da o oranda artmaktadır. Manyetik seperatörlerden alınan konsantre şiferton döner fırınlarda sinterlenerek ateş zayıyatı % 0,3 seviyesinin altına düşürülür.

2. DÜNYADA MEVCUT DURUM

2.1. Dünya Rezervleri

Refrakter kil ve şiferton rezervleri ile ilgili kesin bilgiler literatürde bulunmamakta ve genel olarak kil tanımı içinde refrakter killeri de kapsamaktadır.

TABLO 1. Dünya Kil Rezervleri

Ülke	Rezerv (Milyon ton)
A.B.D.	15 900
Güney Amerika	5 000
İngiltere	15 800
Bağımsız Devletler- Rusya	15 000
Asya	5 150
Avustralya	5 020
Diğer	10 200
Toplam	81 870

TABLO 1.A. Türlerine Göre Dünya Kil Rezervleri

ÜLKELER	Kaolen	Kil	Ateş Kili	Bentonit	Ağartma Toprağı
Avrupa					
İngiltere	1 820	273	13 650	-	455
Bağ. Devletler-Rusya	2 275	-	13 650	227	-
Diğerleri	1 365	-	9 100	-	-
Kuzey Amerika-ABD.	3 550	819	10 010	728	3 639
Güney Amerika	455	-	4 550	46	-
Afrika	728	-	4 550	46	136
Avustralya	455	-	4 550	46	18
Diğerleri	364	-	9 100	184	182
Dünya Toplamı	12 195	1 092	69 160	1 456	4 459

Tablo 1'de de görüleceği gibi dünya toplam kil rezervi 81.870.000.000 tondur. Bu rezervler içinde sadece seramik kili rezervini ayırmak mümkün değildir. Ancak kil ve ateş kili olarak İngiltere ve Rusya (Bağımsız Devletler Topluluğu) rezerv olarak başta gelmektedir.

Türkiye kil rezervi, Asya ülkeleri rezervleri içinde diğerleri bölümünde verilmiş olup 450 milyon ton civarındadır.

2.2. Tüketim, Talep

2.2.1. Tüketim Alanları, Talep Miktarları

Refrakter killerli ilgili olarak dünya üretimi, tüketimi ve taleplerinin belirlenmesine yarayacak bilgiler kil kapsamındadır.

Refrakter killerin tüketim alanları olarak:

1. Şamot ve Yüksek Alüminalı Tuğlalar
2. Hafif Tuğlalar (İzole Tuğlalar)
3. Diğer Tuğlalar (Silika, Porsil, vd.)
4. Şekilsiz Refrakterler (Harçlar)

4.1. Örgü Harçları

4.2. Monolitik Harçlar (Uygulama şekline göre; döküm,dövme,püskürtme ve plastik)

Şamot ve yüksek alüminalı tuğlalarda Al_2O_3 oranı % 46 ya kadar olanlar şamot, % 46 ve daha yüksek alüminaya sahip olanlar ise yüksek alüminalı tuğlalar olarak adlandırılır. Demir çelik sanayiinde yüksek hacim ağırlıklı, sürtünme, kırılma ve curuf atağı mukavemetine sahip olan dolayısıyla ağır şartlarda kullanılacak tuğlalara Ağır Hizmet Tuğlaları, kullanım yeri şartlarının daha hafif olduğu yerlerde kullanılacak tuğlalara Genel Hizmet Tuğlaları, kullanım

yeri hafif olan yerlerde kullanılacak tuğlalara Hafif Hizmet Tuğlaları adı verilir. İzolasyon tuğlaları izolasyon amaçlıdır ve esas çalışma tuğlaların arkasında kullanılır. Harçlar, tuğlaları birbirine bağlayan toz malzemelerdir.

Kullanım Yerleri : Çalışma şartlarının ağır olduğu demir-çelik, çimento, petrokimya sanayiinde ağır hizmet tuğlaları, cam sanayiinde ve kok fırınlarında silika, asidik ortamlarda asit tuğlaları diğer çalışma ortamlarında genel hizmet ve hafif hizmet tuğlaları kullanılır.

Killer homojenlik, plastiklik, nem ve kuru mukavemet ile diğer teknolojik özelliklerinin farklılığından dolayı çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Dünya kil üretiminin yaklaşık % 75'i pişirilen ve şekillendirilen seramik ürünlerinin imalatında kullanılmaktadır. Dünya kil üretiminin geriye kalan % 25'i ise killerin özelliklerine göre refrakter sanayiinde, çimento, sondaj çamuru, dolgu ve kaplama malzemesi olarak, temizlik, deterjan, gıda ve ilaç sanayiinde kullanılmaktadır.

Refrakter killer refrakter sanayiinin ana hammaddesini teşkil eder. Kullanımı gittikçe artmakta, buna bağlı olarak özellik arzeden yeni kullanım alanları genişlemektedir. Dünyada üretim ve tüketimi özellikler arzemesi nedeniyle daha çok iç piyasaya yönelik olarak yapılmaktadır.

Clays, Mineral Facts and Problems 1985'e göre 1983'de dünya kil kaolen ve bentonit talebi 500 milyon ton olmuştur. Ancak bu killerin büyük bir kısmı refrakter sanayiinin dışında kullanılmaktadır. Geçmiş yıllarda özellikle çelik sanayinin hızla geliştiği yıllarda dünya refrakter tüketimi yılda ortalama % 6 arttığı, gelecekte refrakter kil, şamot yerine daha iyi performans veren kalsine boksit, sentetik mullit, andaluzit, kalsine disten gibi daha yüksek alüminalı hammadde arzında görülen gelişmeler sonucunda refrakter kil talebini etkileyecektir. 1980'li yıllarda ton çelik başına yurdumuzda 36-38 kg refrakter malzeme tüketilirken ithalatın başlaması ile kullanılan yüksek kaliteli sinterler sonucunda 1992 yılında bu rakam ortalama 11 kg refrakter malzeme tüketimine inmiştir. Dünyada bu rakam 8-9 kg refrakter/ton çelik üretimi olarak gerçekleşmektedir.

2.3. Üretim

2.3.1. Üretim Teknolojisi

Dünya kil üretiminin büyük bir kısmı, modern açık işletme ekipmanlarının kullanıldığı, açık işletme yöntemleriyle yapılmaktadır. Daha az miktarda kil üretimi ise kapalı (yeraltı) işletme yöntemleri ile yapılmaktadır. Gerek açık işletme, gerekse kapalı işletme yöntemlerinde, kil damarı kalınlığına göre makina ve ekipmanlarının yanında emek yoğun bir şekilde üretim yapılmaktadır. Kilin oluşum sırasındaki şartlara bağlı olarak çok kısa mesafede yatay ve dikey değişimler göstermesi nedeniyle kullanılmadan önce killerin harmanlanması ve homojenleştirilmesi gerekmektedir.

Üretimi yapılan kilin kalitesine bağlı olarak tüvenan olarak kullanıldığı gibi, kullanım amacına göre kilin zenginleştirilmesi, ateş killerininin kalsine edilmesi gereklidir.

Refrakter malzemelerde istenilmeyen en önemli maddelerden biri demirdir.

Ön yakma ve manyetik seperatör ünitelerinde hazırlanan malzemeler yüksek maliyet nedeniyle ekonomik olmaktan çıkmıştır. Bu nedenle 1988 yılına kadar bilhassa Filyos Ateş Tuğla fabrikasının esas hammadde kaynağını teşkil eden şiferton, bu yıldan sonra gerek maliyetinin yüksek oluşu ve gerekse eşdeğer kalitede, hatta daha iyi kalitede hammaddelerin yurtiçinden temini ve yurtdışından ithalatı kolaylaştığı için terkedilmeye başlanmış ve 1990 yılında da Amasra'daki ocakları kapatılmıştır.

Şu anda bu hammaddeyi sadece, Zonguldak-Çaycuma-Hisarönü'nde kurulu bulunan ve özel sektöre ait olan ÇAYTAŞ A.Ş. refrakter tuğla fabrikası kullanmaktadır. Üretim açık ocaktan yapıldığı için maliyet düşük (8-10 milyon TL/ton) olmakta ve üretilen bu hammadde şakuli fırınlarda sinterlenerek kullanılmaktadır. Fabrikada ayrıca bir zenginleştirme ünitesi olmadığı için üretim esnasında düşük demirli seviyelerden üretim yapılması sağlanarak istenen kalitede hammadde ihtiyaçları karşılanmaktadır. Yıllık tüketimleri ise 3000 ton ham şifertondur.

Gerek şifertonun üretim zorlukları ve yüksek maliyeti, gerekse bunun yerine ikame olarak kullanılan ve İstanbul kömür havzalarından üretimi yapılan şamot kilinin ihtiyacı karşılayamaması ve mutlaka tuğla harmanına girmeden önce döner fırında sinterlenme mecburiyeti ve döner fırının da her firmada bulunmaması bu iki hammadde yerine ikame edilecek, ayrıca temini ve kalitesi de onlardan daha cazip olacak bir hammadde arayışına itmiştir. Bu boşluğu ise Çin şifertonu da denen Flint Clay ile doldurmuşlardır. Tamamına yakını Çin'den ithal edilen bu hammadde sinter olarak ithal edilmekte ve kalite yönünden yerine ikame edildiği şiferton ve düşük alüminalı şamottan daha kaliteli ve daha ucuza malolmaktadır.

%48.58 Al₂O₃, %49.09 SiO₂, %0.84 TiO₂, %0.87 Fe₂O₃, %0.30 CaO+MgO, %0.18 Atz., %3.9 Porozite, 2.56 gr/cm³ fiziksel ve kimyasal özelliğe sahip flint clay hafif ve orta hizmet tuğlaların tamamında tek başına, ağır hizmet tuğlaların da bir kısmında belli oranda çok rahat olarak kullanılmaktadır ve çok iyi performans elde edilmektedir.

Dünya üretimi konusunda da refrakter kil için tek başına değerler bulunmamaktadır. Dünya ülkelerinin boksitik killerle ilgili değerleri ise elde edilememiştir. Ancak tablo 2'de bir fikir vermesi açısından (Clay; Mineral Facts and Problems, U.S. Department of the Interior, Bureau of Mines, Washington, D.C. 1985) dünya kil kaolin ve bentonit üretimi verilmiştir.

TABLO 2. Dünya kil, kaolin ve bentonit üretimi

Ülke	Üretim (1000 ton)
Amerika	116 000
Kuzey Amerika	91 000
A.B.D.	40 983
Kanada	30 000
Diğer	20 017
Güney Amerika	25 000
Avrupa	225 000
Rusya	60 000
Fransa	40 000
İtalya	30 000
B.Almanya	25 000
İngiltere	25 000
Diğerleri	45 000
Afrika	20 000
Asya	75 000
Japonya	25 000
Diğerleri	50 000
Okyanusya	25 000
Toplam	461 000

- Üretim Miktarları

Refrakter kil ve şiferton olarak son yıllara ait sağlıklı üretim değerleri elde edilememiştir.

2.3.2. Fiyatlar

Dünya refrakter kil fiyatları tek başına "refrakter kil" olarak mevcut değildir Dünya piyasalarında fiyatlar genelde şöyledir:

-Boksit, refrakter kalite, min. 90 % Al ₂ O ₃ CIF Avrupa	\$ 200-210
-Boksit, Cin ürünü, I. Kalite, 90 % Al ₂ O ₃ CIF Liman teslimi	\$ 135 (Döner Fırın)
II. Kalite, 88 % Al ₂ O ₃ CIF Liman teslimi	\$ 105 (Şaft Fırın)
-Guyana boksiti, refrakter kalite, FOB Liman teslimi	\$ 175
-Flint Clay CIF (İstanbul)	\$ 100-110
-Ukrayna Şamotu CIF (İstanbul)	\$ 85-95
-İsrail Şamotu CIF (İstanbul)	\$ 105-145

Bağlama Kili;

-Kurutulmuş, parça, dökme, FOB	Pound	25-65
-Temizlenmiş, preslenmiş, FOB	Pound	50-65
-Öğütülmüş, toz, torbalanmış, FOB	Pound	75-115

Batı Kili;

-Fransız bağlama kili CIF (İstanbul) fiyatlar olarak verilmiştir.	EURO	206
--	------	-----

1999 yılı ithalat fiyatları yurdumuz için ise şöyle olarak gerçekleşmiştir.

-Döner fırın boksiti(Çin) CIF İstanbul	: 134 \$/Ton
-Şaft fırın boksiti(Çin) CIF İstanbul	: 105 \$/Ton
-Flint kili (Çin) CIF İstanbul	: 100 \$/Ton
-Fransız bağlama kili CIF (İstanbul)	: 206 EURO

2.4. Ticaret**2.4.1. Dünya İhracat ve İthalatı**

Refrakter killere ilgili olarak son yıllara ait ithalat ve ihracat rakamları sağlıklı olarak elde edilememiştir.

3. TÜRKİYE'DE DURUM**3.1. Rezervler**

Sektöre giren mal olan refrakter killer, bölüm 1.1. de verilmiştir. Eldeki mevcut bilgiler değerlendirildiğinde ülkemizdeki refrakter kil rezervlerinin daha çok İstanbul-Zonguldak-Çankırı-Bilecik illerinde toplandığı tespit edilmiştir.

İstanbul Boğazı'nın her iki yakasındaki kil havzalarındaki geniş kapsamlı sondajlı etüdler yapılmış ve 200 milyon tonluk toplam kil rezervi tespit edilmiştir. Dekapaj/Cevher oranı 1/20'ye kadar yükselmektedir. Çankırı ve Bilecik'te örtü tabakası kalınlığı daha azdır.

Zonguldak şiferton yatakları ise kapalı işletme gerektirmekte ve taşkömürü madenciliği ile birlikte ele alınma mecburiyeti ortaya çıkmaktadır.

3.2. Tüketim**3.2.1. Tüketim Alanları**

Refrakter killer yüksek sıcaklıkta çalışan fırın ve benzeri ünitelerin yapımında veya içinin kaplanması için kullanılan, sıcaklık altında fiziksel ve kimyasal nitelikte çeşitli aşındırıcı etkilere karşı erimeden ve fiziksel özelliklerini koruyarak dayanabilen refrakter malzemelerden alumina silikat grubunun imalinde kullanılırlar. İSO Uluslararası Standart Teşkilatı tarafından refrakter malzemelerin tanımı şöyle yapılmaktadır. Refrakter (Ateşe dayanıklı) malzemeler, bünyelerinin

tamamı metal veya alaşım olmayan ve fakat metalik bir bileşime sahip olabilen ve refrakterliği asgari 1500°C olan malzeme ve mamüllerdir.

Bir diğer tanım ise "Yüksek sıcaklıklara ve bu sıcaklıklarda katı, sıvı ve gazların fiziksel ve kimyasal etkilerine karşı koyabilme özelliğine sahip malzemeler" olarak yapılabilir. Tanımdan da anlaşılacağı üzere kömür sobasından çeşitli ağır sanayii fırınlarına kadar her yerde refrakter malzemelerin kullanımı sözkonusudur. Farklı kullanım yerleri nedeniyle refrakter malzemedeki beklenen özellikler de çeşitlenmektedir. Günümüzde refrakter malzeme özellikleri son derece gelişmiş, türleri ve kullanım yerleri artmıştır.

Refrakter malzemeler, ISO Uluslararası Standart Teşkilatı'nca iki grupta incelenmektedir. Buna göre;

a) Şekilli Refrakter Mamüller

- Yüksek Aluminalı Mamüller (Tuğlalar)
- Şamot Tuğlalar
- Düşük Aluminalı ve Silisli Tuğlalar (Sömi-Silika)
- Bazık Tuğlalar (Manyezit, Manyezit-Krom, Krom-Manyezit, Dolomit, Kromit)
- Özel Tuğlalar (Zirkonya, Zirkon, Karbon, Grafit, Silisyum Karbür, Nitrürler, Borürler vb.)

b) Şekilsiz Refrakter Malzemeler

- Dövme Malzemeler
- Dökme Malzemeler
- Örgü Harçları
- Plastik Malzemeler
- Püskürtme Malzemeleri

Ülkemiz refrakter malzeme sanayii kolu bugün 1500-2000'e yakın sayıda işçi, idari, teknik eleman istihdamı ile milli ekonomiye büyük bir katkıda bulunmakta olduğundan bu sanayii dalının ana hammaddeler girdilerinden olan refrakter killerin önemi bu sanayii dalının rakamlarıyla birlikte ifade edilmesi gerekir.

Bugüne kadar yapılan tesbitlere göre ülkemizde refrakter malzemelerin sanayi kollarına dağılımı şöyledir.

TABLO 3. Türkiye'de refrakter malzeme kullanımının sanayi kollarına göre dağılımı

Demir-çelik sanayii	% 67,80
Çimento sanayii	% 7,20
Ferro alaşımları-Bakır-Alüminyum, Çinko, Kurşun	% 4,49
Seramik, Refrakter, Cam, Soda, Boraks	% 2,40
Kağıt, Şeker, Termik Santral, Gazhaneler	% 2,81
Diğerleri	% 15,30

Diğer yandan refrakter killerin yerine kalite ve rezervden kaynaklanan sebepler yanında kaliteli refrakter mamul talebi nedeniyle Andaluzit, Boksit, Flint Clay, gibi ithal malzemeler artan oranda üretime girmektedir. İç piyasadan temin edilen refrakter killerin kalite ve maliyet yönünden dış piyasadaki ürünlerle rekabet şansı şu ortamda kesinlikle yoktur. 2000 yılı içinde 50 000 - 55 000 ton civarında Bağlama kili, Boksit, Flint Clay, Andaluzit vb. refrakter hammadde ithalatının gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.

3.2.2. Tüketim Miktarları

Refrakter kil ve şifertonun tüketim miktarlarını verirken bu hammaddeyi direkt girdi olarak kullanan kuruluşlar ile bunların fiili mamul üretimleri ve üretim çeşitlerini vermek yararlı olacaktır.

TABLO 4. Refrakter Üretimi ve Refrakter Kil Kullanan Kuruluşların Kurulu Kapasite Fiili Üretim ve Üretim Çeşitleri

Kuruluş	Kurulu Kapasite (Ton/Yıl)	Tahmini Üretim (Ton) 2000	Üretim Çeşitleri
Filyos	65 000	22 500	Yüksek alüminalı, şamot, sömsilika izole tuğlalar, çeşitli monolitikler
Sörmaş	50 000	25 000	Yüksek alüminalı, şamot, sömsilika izole tuğlalar, çeşitli monolitikler (Bazik refrakter üretimi dahil değil)
Haznedar	44 000	18 000	Yüksek alüminalı, şamot, sömsilika izole tuğla, çeşitli monolitikler (Bazik refrakter üretimi dahil değil)
Superateş	23 000	15 000	Yüksek alüminalı, şamot, sömsilika izole tuğla, çeşitli monolitikler
Akalev	3 000	1 500	Şamot, sömsilika tuğla ve harçlar
Kılıçoğlu	6 000	2 000	Şamot, sömsilika tuğla ve harçlar
Çaytaş	2 500	1 500	Şamot, sömsilika tuğla ve harçlar
Remsan	7 000	2 500	Plastik malzeme ve çeşitli monolitik
Diğerleri	5 000	3 500	Şamot, sömsilika tuğla ve harçlar
Toplam	205 500	91 500	

Tablo 4’de verilen kuruluşlar ülkemizdeki belli başlı refrakter kil tüketici kuruluşlardır. Refrakter kil tüketimi ithalat ağırlıklı olup, şirketler için ithal payları % 55-85 arasında değişmektedir. 91 500 ton alüminyum silikat üretiminde ortalama olarak 65 000 ton ithal sinter kullanılmaktadır.

3.3. Üretim

3.3.1. Sektördeki Kuruluşlar

Ülkemizdeki refrakter kil üretimi İstanbul'un her iki yakasındaki kömür üretimi de yapılan açık işletmelerde sürdürülmektedir. Şiferton üretimi ise Filyos Ateş Tuğlası Sanayii T.A.Ş'ince Amasra şiferton işletmesindeki yeraltı ocaklarında Eylül/1990 tarihine kadar sürdürülmüş, şiferton işletmesinin değişen teknolojik şartlar nedeniyle talebin yüksek vasıflı refrakter malzemelere kayması sonucunda şiferton istenen kalitelere cevap vermemektedir. Şifertonun yeraltı ocak işletmesinden sağlanması ve bu işletmelerdeki üretim giderlerinin çok yüksek olması ve ilave kavurma ve manyetik seperatör işletmelerinden geçmesi sonucunda şiferton sinter maliyetinin ithal sintere göre 2-3 kat maliyet artışı getirmesi nedeniyle ocakta üretim faaliyeti durdurulmuştur. Şiferton üretimi şu anda Karadon bölgesinde açık işletme olarak yılda 3000 ton civarında bir üretim yapılmakta, üretilen şiferton Çaytaş Ateş Tuğla fabrikasında kullanılmaktadır.

TABLO 5. Türkiye'nin Yıllar İtibariyle Refrakter Kil Üretim Durumu

Maden Cinsi	Sektör	Tüvenan 1994	Tüvenan 1995	Tüvenan 1996	Tüvenan 1997	Tüvenan 1998	Tüvenan 1999
Kil	Özel	290 000	297 000	400 000	350 000	260 000	155 000
Boksit							
Şiferton	Özel	2900	3100	3000	3000	2800	3000

Değerler tahminidir.

Not: Boksit üretimi alüminyum üretimi için kullanılmaktadır.

Sektörde hammadde üretimi faaliyetinde bulunan bazı kuruluşlar şunlardır:

Refrakter Kil Üretici-İhracatçı-Tüketici Kuruluşlar

1-KILIÇOĞLU TOPRAK SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

Bursa Cad. No: 21 P.K. 7 ESKİŞEHİR

2-SÖRMAŞ SÖĞÜT REFRAKTER MALZEMELERİ A.Ş.

Bozüyük Devlet Yolu 3. Km Söğüt-BİLECİK

3-ÇAYTAŞ ZONGULDAK İNŞAAT MALZEMELERİ SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

Hisarönü/ZONGULDAK

4-AKALEV ATEŞ TUĞLA TİCARET VE SANAYİİ LTD.

Abdi İpekçi Cad. No: 11/5 Nişantaşı/İSTANBUL

5-ANADOLU MADENCİLİK SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

Seheryıldızı Sok. 9 Etiler/İSTANBUL

6-ASK MADENCİLİK SANAYİİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Davutpaşa Cad. 1/E Topkapı/İSTANBUL

7-ÇANAKKALE SERAMİK FAB. A.Ş.

Çan/ÇANAKKALE

8-ESAN ECZACIBAŞI END. HAM. A.Ş.

Kısıklı Cad. Ak İş Hanı Merkezi No: 1/3 Üsküdar/Altunizade/İSTANBUL

9-KUT MADENCİLİK LTD.ŞTİ.

Ali Sami Yen S. Kur Apt. 3/29 Gayrettepe/İSTANBUL

10-MATEL HAMMADDE SANAYİİ VE TİCARET A.Ş.

Dragos, Çayırılar Mvk. 5 Kartal-Maltepe/İSTANBUL

11-MUHARREM KİREÇCİ MADENCİLİK A.Ş.

İçerenköy Cad. 109 Kozyatağı/İSTANBUL

12-SABRİ AKIN

Davutpaşa Cad. 1/E Topkapı/İSTANBUL

Boksit Üretici Kuruluşlar**1-KAZIM ÇETİNSOY**

Fevzi Çakmak Cad. No: 18/8 Kızılay/ANKARA

2-ESAN ECZACIBAŞI END. HAM. A.Ş.

Kısıklı Cad. Ak İş Hanı Merkezi No: 1/3 Üsküdar/Altunizade/İSTANBUL

3.3.2. Mevcut Kapasite ve Kullanımı

Yapılan araştırmaya göre ülkemizde 25 kil işletmesi (Seramik+Refrakter), vardır. Diğer yandan kömüre mahlut olarak da refrakter kil üretimi sınırlı bir şekilde sürdürülmektedir. Şirketlerin üretimle ilgili bilgiler kayıtlar itibariyle sağlıklı değildir. DİE'ne göre kil üretimi 1991 yılı için 406 000 ton, 1992 yılı için 340 000 ton toplam kil üretimi verilmektedir. Bu üretim rakamların çok üstünde bir üretim yapıldığı tahmin edilmektedir. Refrakter kil ihracatı 1980-1991 yılları arasında 30 000-45 000 ton civarında olduğu D.İ.E bilgilerinden anlaşılmaktadır. Şirketlerle yapılan görüşmelerde refrakter killerde ithalatın ağırlık kazanması sonucunda üretim değerleri tamamen durmuş, bazıları ise kapanmıştır. Kalsine boksit, flint clay ithalatı refrakter kil üreticilerini sıkıntıya düşürmüş ve üreticilerin ellerinde stok birikimi sonucunda üretimlerini durdurma zorunluluğu ortaya çıkmıştır.

3.3.3. Üretim Yöntemi-Teknoloji

Refrakter kil üretiminde, üst örtü tabakasının iş makinalarıyla kaldırılmasından sonra refrakter killerin üzerinde bulunan seramik ve bağlama killeri yine iş makinaları kullanılarak kil üretimi sağlandıktan sonra bu killeri takibeden kömür üretimi yapılmaktadır. Kömürün altında (genellikle) bulunan refrakter killeri genellikle havza kenarlarında teşekkül etmiş olmaları nedeniyle en son olarak üretilmektedirler. Üretimde iş makinaları ağırlıklı olarak çalışması nedeniyle ince damarların tamamen zayı olması, ocaklarda bazen işletme zayıyatı % 30 seviyesine ulaşmaktadır. Çıkarılan killere nadiren elle triyajı yapılmakta, kil içinde bulunan Siderit (Demir nodülleri) ve kömür temizlenmektedir. Ülkemizde refrakter killerde herhangi bir zenginleştirme

söz konusu değildir. Kil üretimi kömür ile birlikte yürütülmesi nedeniyle birim maliyetler değişkendir.

Son yıllarda kurulan bazı kil yıkama tesislerinin, çok yüksek maliyetle üretim yaptıkları, bu yüzden büyük güçlük içinde buldukları bilinmektedir.

Yurdumuzda yeraltı işletme yöntemiyle çıkartılan şifertonun işçilik ve üretim girdilerinin yüksekliği yanında önyakma ve manyetik işlem sonucunda çok pahalı bir sinter olması sonucunda üretimi durmuştur.

TABLO 6. İç Piyasada Refrakter Kil Satış Miktar ve Fiyatı

Hammadde	Yılı	Ham Malz. (\$/Ton)	Sevkiyat (Ton)	Nakliye (\$/Ton)	Hammadde Maliyeti (\$/Ton)
Şamot kili	1999	10	6000	11	21
Şiferton	1999	15	3000	5	20
Bağlama Kili	1999	12	25000	10-14	22-26

3.4. Dış Ticaret Durumu

3.4.1. İthalat

Refrakter kil tanımı içinde Gümrük Tarife İstatistik pozisyon numarası 25.08.70.10 olan şamot toprağı (ateş toprağı) ve 26.06.00.11 pozisyon numaralı alüminyum cevheri, 26.06.00.11 zenginleştirilmiş alüminyum cevheri, 25.08.30.00 ateş kili ve 25.08.40.00 diğer killer olan malzemeler ithal ve ihraç edilmektedir. Ancak bu ithalatın daha çok şamot toprağı olduğu, kalsine boksit (alüminyum cevheri) kapsamadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle sanayiimizin yüksek alüminalı hammadde bakımından dışa bağımlılığını yansıtmamaktadır.

Yurt Dışındaki Refrakter Hammadde Pazarlayan Firmalar

Otovi Minen A.G.	Almanya
Alumina Cement	A.B.D.
Afro Global	Güney Afrika
Alfred Hempel	Almanya
Damrec	Fransa
Possehl	A.B.D.
Hustombe	İngiltere
Lemetco	Almanya

Plomp	Hollanda
Entrade	İngiltere
Ünimin	İtalya
Minerment	İtalya
Klöckner	Almanya

3.4.2. İhracat

Türkiye'nin refrakter kil ihracatı yoktur.

3.5. Stok Durumu

Yurtiçi refrakter kil üretiminde ocakta stok söz konusu değildir. Refrakter tuğla üreticileri yıllık üretim programına tekabül eden hammadde miktarı dışında bir miktar emniyet stoku yapılmakta, takibeden yıllarda yeni hammadde alımına gidilmektedir. Ocaklarda üretimi belirleyen bu taleplerdir.

3.6. Fiyatlar

Ülkemizde son yıllarda üretimi yapılan alümina silikat esaslı refrakter malzeme üretiminde kaydedilen gelişmeler doğrultusunda kalite iyileştirmeleri yanında talebin de yüksek kaliteli olması sonucunda, yurt dışındaki üretici firmalarla rekabet etme şansımızın ortaya çıkabilmesi için yüksek kaliteli ve düşük maliyetli hammadde kullanılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmıştır. Yurt içinde mevcut refrakter malzemelerin fiyatlarının pahalı olması ve kalitelerinin düşük olması sonucunda hammadde kullanımı büyük miktarlarda ithalata kaymıştır. Bunun yanında yurt içinde kaliteli rezervlerin tükenmesi sonucunda yurtdışından özellikle Çin'den yüksek alümina içerikli ve düşük maliyetli Diyasporit (Boksit) ithalatı artmıştır. Yapılan maliyet hesaplamalarında yerli şamotların % 50-55 Al_2O_3 içeriğine göre sinter maliyetlerinin 80-90 \$/Ton olduğu, Çin'den ithal edilen min % 87-90 Al_2O_3 içerikli boksitin (sinter) nakliye dahil maliyetinin ise 105-135 \$/Ton olduğu hesaplanmıştır. CIF İstanbul Flint Clay min % 46 Al_2O_3 içeriğine göre 100 \$/Ton civarındadır. Yukarıda belirtilen maliyet ve kalite açısından ithal sinterin şirketler bakımından kullanılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır.

3.7. İstihdam

Sektördeki refrakter kil üretimi kil adı altında ve kömür ocaklarına da bağlı olarak üretime dayandığından bu konuda kesin bilgi vermek mümkün değildir.

3.8. Çevre İle İlgili Sorunlar

Madencilik sektöründe, özellikle açık maden işletmelerinde üst örtü tabakasının kaldırılması (Dekapaj) sırasında doğal örtüye belirli bir zarar verilmesi söz konusudur. Bunun yanında kaldırılan örtü tabakasının taşınarak pasa döküm sahalarının belirli bir alan işgal etmesi sonucunda belirli bir tahribat söz konusu olmaktadır. Madenlerin her şeyden önce yurdumuzun doğal kaynakları olması, bu zenginliklerin yenilenemez olması nedenleriyle en ekonomik bir

biçimde ve öncelikle değerlendirilmesi gereklidir. Ayrıca, madenlerin terkinde iyi bir plan yapılması halinde kaybedilen alanların çok kısa bir sürede daha planlı ve güzel olarak topluma kazandırmak mümkün olmaktadır. İstanbul - Yeniköy bölgesinde Kutman Madencilik'in daha önce kömür üretimi yapılan alanlarda yaptığı düzenlemeler ve tesis edilen özel orman ile bölgeye oldukça güzel bir görünüm kazandırılmıştır. Bunun yanında İstanbul Belediyesi tarafından Metal Madencilik firmasına ait kil ocağının çöp imha merkezi haline dönüştürülmesi sonucunda üretime hazır hale getirilen yüz binlerce ton kil ziyan olmuştur. İstanbul – Yeniköy - Gümüşdere bölgesinde kömür üretimine ağırlık verilmiş olunması nedeniyle çevreden gelen baskılar sonucunda bu bölgelerden yalnızca kömür alınabilmiş, kömürün altında bulunan killer ya çok az ya da hiç alınmadan yeniden üzerlerine pasa dökülmek suretiyle üzeri kapatılmıştır. Bu da milli ekonomiye zarar getirmiştir.

4. MEVCUT DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Yedinci Plan Dönemindeki Gelişmeler

Refrakter killer konusunda VII. Plan döneminde hazırlanan özel ihtisas komisyonu raporu rakamları da gözden geçirilirse özellikle Romanya'ya yapılan kil ihracatında 1991 yılında azalmaya girdiği ve 1992 yılında bu ihracat rakamının oldukça düştüğü, bu durumun da 1994 yılında tamamen durduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan ithalatta özellikle Çin'den 1989 tarihinden itibaren artan oranda bir ithalatın sözkonusu olduğu, 1989 yılında 3 104 ton olan ithalat miktarının 1992 yılında 11 880 ton sintere ulaştığı, bu rakamın 1994 yılında artarak devam ettiği ve son yıllarda refrakter hammadde ihtiyacının neredeyse % 80 inin bu ülkeden karşılandığı belirlenmiştir. Yurt içinden kaliteli refrakter kil temininde karşılaşılan zorluklar ve yeterli rezervlerinin olmaması, yurt içinden temin edilen refrakter killerin kalitesinin düşük, fiyatının çok yüksek olması sonucunda yurtdışından boksit (Diasporit) özellikle Çin'den ithalat artmış, bunun yanında refrakter kil üreticisi durumundaki İsrail'den ithalata belirli bir artış gözlenmiş olup bu artışın devam edeceği tahmin edilmektedir. Şu anda yurtdışından ithalatın 20.000 – 25.000 ton flint clay ve 35 000 - 40 000 ton boksit seviyesinde olduğu, bunun yanında 3.000 – 4.000 ton seviyesinde sillimanit özellikle andaluzit ithalatı söz konusu olduğu bilinmektedir. Refrakter kil tüketimi demir çelik işletmelerinin talepleri doğrultusunda 1990'lı yıllara kadar artış kaydetmiş, daha sonraki yıllarda kaliteli hammadde (ithal hammadde) kullanımı sonucunda ton çelik üretimine düşen refrakter malzeme tüketimi azalmasına paralel olarak alüminyum silika üretiminde belirli bir düşüş izlenmektedir. Refrakter sanayiinin yurtdışından hammadde ithal etmesi sonucunda olumlu gelişmeler kaydedilmiş ve yurtdışı üreticileri ile rekabet etme şansı yakalamıştır. Bunun yanında demir çelik üretiminde pota döküm sayısı artmak suretiyle olumlu gelişmeler kaydedilmiştir.

4.2. Sorunlar

Ülkemizdeki genel refrakter kil üretimi miktarı ile ilgili sağlıklı bilgiler bulunmamaktadır. D.İ.E kayıtlarına göre son yıllarda ortalama olarak 400 000 ton yıl kil üretimi gözükürken şirketlerin kapasiteleri ve alınan bilgiler doğrultusunda bu rakamın 600 000 - 800 000 ton seviyesinde olması gerektiği düşünülmektedir. Diğer yandan Romanya'ya ihraç edilen refrakter kil miktarının sifira inmesi üzerine yurtiçi firmalar kapasitelerini çok düşürmüş, iki firmada kapanarak faaliyetlerine son vermiştir. Şu anda dünyada alümina silika tuğla talebi gittikçe

azalmakta bunun yerine (Reçine bağlı karbon magnezya) MgC tuğlaya geçiş devam etmekte, yurdumuzda da aynı geçiş devam etmektedir. Ayrıca yurtiçi refrakter kil rezervlerinin genellikle yüksek Fe_2O_3 içerikli olmaları sonucunda ihracat azalmış, buna bağlı olarak yurtiçi tüketim azalmıştır. Diğer yandan alümina silikat esaslı refrakter malzeme imalatında yurt içinden temin edilen killerin Al_2O_3 içeriklerinin düşük olması nedeniyle, yüksek Al_2O_3 içerikli (özellikle %75-80-85 Al_2O_3) malzemeler imalatında ithalat bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre refrakter üretici kuruluşların 2000 yılı tahmini ithalat miktarlarının 40 000 ton olacağı, bunun da FOB değerinin 5 400 000 US \$ civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Ülkemizde alümina silikat esaslı refrakter hammaddeler ve özellikle refrakter killerin rezerv ve kalite yönünden kesin sonuçları bilinmemektedir. Kaliteli refrakter kilin yurt içinden temininde zorluk çekilmektedir. Diğer yandan 1977-1981 yıllarında ton sıvı çeliğe sarfedilen 36,3 kg refrakter malzeme 1985-1988 yılları arasında 23,5 kg'a düşmüştür. Günümüzde aynı kil sahası kil, kaolen, alüminyum cevheri ruhsatları adı altında işletilebilmektedir.

5. VIII. PLAN DÖNEMİNDEKİ GELİŞMELER VE ALINMASI ÖNGÖRÜLEN TEDBİRLER

Yurtdışında özellikle demir çelik sanayiinde refrakter kullanımı (alüminyum silikat) azalması, reçine bağlı karbon magnezya tuğla kullanımının yaygınlaşması sonucunda alüminyum silikat kullanımında önemli bir artışın olmayacağı hatta günümüz seviyesinden dahada aşağı düşeceği öngörülmektedir. Alüminyum silikat tüketiminin azalması sonucunda fiyat indirimleri sözkonusu olmakta, buna paralel olarak refrakter kil fiyatlarında belirli düşüşler kaydedilmektedir. Aynı sebepten refrakter kil ihracatında da düşme kaydedilmiştir.

Kalsine boksit ve flint clay ithalatının gittikçe yaygınlaşması sonucunda refrakter üretiminde dünya standartları yakalanmış ve dış pazara kaliteli refrakter malzeme ihracatı başlamıştır. Kil süzme ve şiferton manyetik seperasyon tesislerinin çok pahalı olması, kil süzme tesislerinin devredışı kalmasına, şifertonun üretim giderlerinin çok yüksek olması nedeniyle üretimin durmasına neden olmuştur. İleriki yıllarda hammadde darboğazı halinde şiferton yataklarının oluşumu gereği taşkömürü madenciliği ile değerlendirilmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkacaktır. Önemli ölçüde diasporit (kalsine boksit) ithal eden ülkemiz aynı zamanda Muğla yöresinde büyük ölçüde demirli diasporit üretmektedir. Diasporitin refrakter tuğla üretiminde kullanılabilmesi için teknolojik araştırma yapılmasında fayda vardır.

Çankırı ve İstanbul refrakter killeri ve jeolojik bakımdan ümitli olan diğer havzalarda detay etüdümlerle yeni kaynaklar yaratma çabaları devam etmelidir. Bitlis'te dünyanın en kaliteli disten yataklarının bulunduğu bilinmektedir. M.T.A Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı Cevher Zenginleştirme Bölümü'nde elde edilen konsantrenin uygun olması, elle zenginleştirme (seçimli) ve ayıklama çalışmaları sonucunda % 51,32 Al_2O_3 ve % 0,58 Fe_2O_3 içerikli ürün elde edilmesi nedeniyle Bitlis Masifinde yeni disten yatakları aramalarına hız verilmelidir. Bitlis ili Bayramalan yataklarında kurulacak yıkama, kırma, eleme, ağır ortam zenginleştirme ve manyetik seperatörler tesisi ile iç piyasa yanında dış pazara ürün sunulması mümkün gözükmektedir.

MANYEZİT

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: İsmail Hakkı ARSLAN	- ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör	: Ergün YİĞİT	- ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör	: Pınar ÖZEL	- DPT

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU

Başkan	: Dr.İsmail SEYHAN	- MTA
Başkan Yrd.	: Ekrem CENGİZ	- MTA
Raportör	: Oya YÜCEL	- MTA
Raportör	: Mesut ŞAHİNER	- MTA

TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ (MANYEZİT)**Toprak Sanayii Hammaddeleri Alt Grubu**

Başkan	: İsmail İNEL	- MTA
---------------	----------------------	--------------

Manyezit Çalışma Grubu

Başkan	: Refik YILDIZ	- KÜMAŞ AŞ.
---------------	-----------------------	--------------------

1. GİRİŞ

Refrakter malzemeler yüksek sıcaklıklarda üretim yapan; demir üretim tesislerinin yüksek fırın ve diğer yerlerinde, çelik üretim tesislerinin Siemens-Martin ocakları ve oksijen konverterlerinde, çelik dökümhanelerinin elektrik ark ocaklarında ve ısı işlem fırınlarında, çimento fabrikaları döner fırın-soğutucu-siklon-sıcak hava ocağı ve diğer yerlerinde, kok fırınlarında, cam ergitme fırınlarında, seramik ve pişmiş kilden gereç yapan fabrikaların her türlü fırınlarında, termik santral kazanlarında, alüminyum tesislerinde, kireç fırınlarında, ve daha birçok önemli sanayii kuruluşlarında kullanılarak onlara üretim imkanı sağlaması açısından oldukça önemli bir yere sahiptir.

Yukarıda sayılan işletmelerin sürekli refrakter malzemelere ihtiyacı vardır. Refrakter malzemelerin belirli bir kullanım ömürleri olduğundan, belirli aralıklarda fırın ve benzeri yerlerdeki örgü ve örtülerinin yenilenmesi gerekmektedir. Bu nedenle bir sanayi tesisi, kullanacağı tip ve kalitedeki refrakter malzemeyi her hangi bir sebeple zamanında temin edemez ise, tüm üretimini durdurmak zorunda kalır. Bir ülke refrakter malzemeyi ithalat yoluyla karşılıyorsa, ithalatın herhangi bir nedenle kesilmesi durumunda, ülke sanayiinin hemen hemen tamamının durmasına yol açacağı ortadadır. Bu açıdan refrakter malzemeler temel sanayi için stratejik önem taşırlar. (1)

Refrakter işletme malzemesi olup, üretim maliyeti içindeki payı düşük olmasına rağmen üretimin emniyet içinde yapılabilmesi için hayati öneme sahiptir.

1.1. Manyezitin Tarihçesi

Manyezit minerali bulunmadan önce 1795 yılında J.E.Delanetherie, Magnezyum Karbonat, Sülfat, Nitrat ve Klorit gibi tuzlara “Manyezit” adını vermiştir. A.Brongmart ise aynı terimi magnezyum karbonat ve silikatlar için kullanmış, 1803 yılında “C.F.Ludwing Moravia”da tabii magnezyum ve 1808 yılında “D.L.G. Karsten” magnezyum karbonata “manyezit” adını vermiştir.

Manyezitin, metalurjik işlemlerde refrakter olarak kullanılmasına ait ilk bilgiler 1866-1868 yıllarına aittir. 1890 yılında manyezit, Avrupa’da Besemel ve açık fırınlarda astar olarak kullanılmaya başlanmış, 1913 yılında Pensilvanya ’da (ABD) dolomitten magnezya (MgO) üretimi yapılmış, 1885 yılında Fransa’da deniz suyundan magnezyum hidroksit çökeltilerek sentetik manyezit elde edilmiştir.

M.T.A. Enstitüsü raporlarına göre, Türkiye’de manyezit aramaları ilk olarak 1808 yılında “Fransa Elektore Coulant” firması tarafından Sakarya’da yapılmıştır. İlk manyezit üretimi ise 1929 yılında başlamış, 1962 yılına kadar artarak devam etmiş, 1962 yılından itibaren süratle artmıştır. Kalsine manyezit üretimi 1940 yılında başlamış, 1964 yılına kadar önemli bir artış göstermemiş, bu tarihten itibaren üretimin arttığı gözlenmiştir.

1960'lı yıllarda Eskişehir merkez ilçe Sepetçi köyü ve Margı (Kozlubel) köyünde Fransız ve Avusturyalılar tarafından Kalsine manyezit üretmek amacıyla bir tesis kurulmuştur ancak bu tesisler şimdi çalışmamaktadır. (1)

Kaynak (1) : Manyezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi, R.YILDIZ, N.ERDOĞAN Kütahya 1995

2. MANYEZİTİN TANIMI, SINIFLANDIRILMASI VE BULUNUŞ ŞEKLİ

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 arasında, özgül ağırlığı 2.9-3.1 olan mineraldir. Rengi beyaz, sarı veya gri ve kahverengi arasında değişir. Tabiatta Kriptokristalin (jel/amorf) ve Kristalen (iri kristalli) olmak üzere iki şekilde teşekkül eder. Sert ve kompleks bir mineral olup, serpantin veya benzeri kayaların alterasyonu veya dolomitlerin kontakt metamorfizması sonucu teşekkül eder. Sedimanter oluşumlu manyezit yatakları da vardır. Kriptokristalen manyezit, 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 yada azalır. Erzincan'da yaklaşık 30 m kalınlığa erişen zonda killi seviyeler manyezite eşlik etmektedir.

Kalsit ve dolomit'te olduğu gibi, manyezit ısıtılınca CO_2 içeriğini kaybetmektedir (dekompoze olmaktadır). 700 ile 1000°C arasında ısıtılarak kostik kalsine manyezit, 1450-1750°C arasında yapılan ısı işleme ile % 0.5 CO_2 ihtiva eden oldukça yoğun ve sert sinter manyezit, % 0.1'in altında Fe içeren saf manyezit elektrik fırınlarında 1700 °C'nin üstünde ısı işleme tabi tutularak çakmaktaşına benzer yoğun bir madde olan ergitilmiş magnezyum oksit (fused magnesit) elde edilir. Fused manyezitin özgül ağırlığı 3.65 olup çok yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedir.

Magnezyum, gerek metal olarak ve gerekse bileşik halinde bugünkü teknolojinin önemli bir hammaddesidir. En geniş magnezyum tüketimi, magnezyum bileşikleri şeklinde gerçekleşmektedir (MgO , $MgCl_2$, $Mg(OH)_2$, $MgSO_4$ vb.). Bütün bunların başında toplam dünya tüketiminin % 80'ini kapsayan ve MAGNEZYA adı verilen MgO (Sinter Manyezit) bulunmaktadır. Zira MgO yüksek ergime noktası nedeni ile refrakter malzeme endüstrisinin en önemli girdisi durumundadır. İşte bu magnezyanın ve hatta diğer magnezya bileşiklerinin en önemli kaynağı MANYEZİT'tir. Manyezit bir magnezyum karbonat minerali olup tabiatta sık rastlanan bileşiklerden birisidir.

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 memleketimiz dünyanın en kaliteli manyezitlerini bünyesinde bulundurması yönünden oldukça şanslıdır. (1) Manyezitte düşük porozite, yüksek refrakterlik, yüksek mukavemet, hacim istikrarı, kimyasal dayanıklılık aranır. Özgül ağırlık $3,0 \text{ gr/cm}^3$ den büyük, Bor oranı ise azami %0,17 olmalıdır. Kaliteli amorf manyezitler Türkiye'den başka Yunanistan, Yugoslavya ve Brezilya'da bulunmaktadır.

a) Kriptokristalin (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 kütlesini kateden filon, damar, network (ağ) şeklinde olabileceği gibi serpantin kayaçları üzerindeki kapalı basenler içinde tortul horizonlar şeklinde de bulunabilirler. En önemli örneklerine Türkiye, Yugoslavya ve Brezilya'da rastlanmaktadır.

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.

İkinci ve çoğunlukla Avustralya'lı araştırmacılar tarafından benimsenen teoride serpantin kütlelerinin derinlerdeki CO_2 içeren termal suların etkisi ile ayrışması ve açığa çıkan 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.

Son yapılan araştırmaların ışığı altında kriptokristalin manyezit yataklarının oluşumu şöyle özetlenebilir;

Önemli miktarda CO_2 kapsayan yağmur suları, atmosfer ve yer yer biyojen olaylarının etkisiyle ultrabazik kayaç kütlelerini alterasyona uğratmaktadır. *De Vietter*'in (1995) Küba'da, *Schellamn*'ın (1968) Yeni Kaledonya serpantin kütlelerinde yaptığı araştırmalarda ispatladığı gibi, bu alterasyonda ilk mobilize olup suda erir duruma gelen iyon Mg^{+2} katyonu olmaktadır. Geride ise SiO_2 ve oksitlenmiş halde alüminyum ve demir kalmakta ve böylece magnezyum ekstraksiyonu gerçekleştirilmektedir. Serpantin kütlesinden ayrılan 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 ekstraksiyonu gittikçe artarak doyum noktasına erişmektedir. Böylece magnezyumun bir kısmı yağmur suyundan gelen CO_2 ile birleşerek manyezit, bir kısmı da $Mg(OH)_2$ şeklinde çatlağı doldurmaktadır.

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. Zira birinci halde ultrabazik kütleden magnezyum ayrışması için yeterli zaman olmayacaktır, ikinci halde ise birim zaman başına ayrılan magnezyum miktarı çok düşük olacağından, kalıcı bir yataklanma önlenmiş olur.

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. Jeotektoniğin yanında iklim de diğer önemli bir faktördür. Manyezit oluşumuna en uygun iklim yazları nispeten kurak, kışları yağışlı ve subtropik değişim iklimi olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu iklim sayesinde, magnezyumu diğer bileşkenlerden (Fe, Si, O₂, Al, Ca ve nispeten Cr) ayırmanın mümkün olduğu bilinmektedir.

Mobilize olan magnezyumlu yerüstü sularının kapalı havzalarda toplanması ve çökmesi sonucu sedimenter manyezit yatakları da oluşabilmektedir. Ancak buradaki nihai manyezit oluşumu daha çok diyajenetik safhada gerçekleşmektedir. Türkiye’de bu tipte bir manyezit yatağı mevcuttur. Denizli’nin Çardak ilçesinde Hırsızdere-Çambaşıköy’de,Erzincan İli Çayırılı İlçesi Aravans köyü civarında sedimenter manyezit yatakları bulunmaktadır. (1)

b) 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 dahildir. Yataklanmanın yer aldığı kayaçlar genellikle dolomit, kireçtaşı ve grafitçe zengin kumlu, killi ve silisli şistler ile yer yer evaporitlerdir. Bu tip örnekleri Pireneler, Doğu Alpler, Karpatlar ve Urallar ile Sibirya ve Çin’de bulunur.

Bu tip manyezit yataklarının oluşumu tartışmalıdır. Bu tartışmalar iki grupta toplanır:

1.Replasman veya metasomatoz teorisi: *Clar* (1931) ve *Frederich* (1968) tarafından ileri sürülen 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.

2.Sedimenter teori: Daha çok *Litmeier* (1953), *Siegl* (1969) ve *Lesko* (1972) tarafından benimsenen bu teoriye göre, spatik manyezit yatakları, kireçtaşı, dolomit veya kayatuzu oluşumlarında olduğu gibi primer bir tortudan başka bir şey değildir. Kimyasal verilerin yanında yataklardaki tabakalı yapı bu teoriye kanıt olarak ileri sürülmektedir. Ancak araştırmacılar manyezit oluşumunun bir sulu hidromanyezit ana safhasından sonra gerçekleştiğini de kabul etmektedir.

Magnezyayı (MgO) deniz ve göl sularında bulunan MgCl₂ tuzundan da elde etmekte mümkündür. Bu tip magnezya, bazen sentetik magnezya olarak da adlandırılır. Dünyanın 9 Milyon ton dolayındaki toplam magnezya üretiminin % 27'si deniz ve göl sularından, % 63'ü kristalin manyezitten, %10'u kriptokristalin manyezitten üretilmektedir. (1)

Kaynak : (1) Manyezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi, R.YILDIZ, N.ERDOĞAN Kütahya 1995.

3.MANYEZİT VE MAGNEZYA (MgO–Sinter Manyezit) ÜRETİMİ YAPAN DÜNYANIN ÖNEMLİ ORGANİZASYONLARI

AKDENİZ REFRAKTER MANYEZİT ÜRETİCİLERİ

ÜLKE / FİRMA	YERLEŞİM	TİP	KAPASİTE (Ton)	SAHİBİ
YUNANİSTAN				
Grecian Magnesite SA	Yerankini Chalkidiki	N	180.000	DB Portolos Group +CC
Magnomin General Mining SA	Vavdos Chalkidiki	N	30.000	DB %37 OEMAG %63 Heraklith Baustoffe AG
İSRAİL				
Dead Sea Periclase Ltd.	Mishor Rotem Arad	BR	60.000	DB Israel Chemicals Ltd. (%66)
Tateho Dead Sea Fused Magnesia Co.	Mishor Rotem Arad	BR	13.000	FS DSP ve Tateho Chemical Ind.Co.Ltd. Ortaklığı
İTALYA				
Sardamag Sp A	Syracuse Sicilya	SW	60.000	DB % 42.2 Finref SpA %42.2 Didier - Werke %12.2 VMAG %3.1 Muava Senac SpA
Nuova Sardamag Srl.	Sant'Antioco Sardunya	SW	65.000	DB Sardamag SpA
İSPANYA				
Magnesitas Navarras SA	Zubiri Navarra	N	70.000	DB % 20 Didier-Werke AG % 80 Özel Sektör

SW = Deniz Suyu

BR = Tuzlu Su (Göl)

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine N = Doğal FS = Fused Manyezit

TÜRKİYE

Konya Chrome Magnesite Bricks	Konya Orta Anadolu	N	35.000	DB	Özkaymak
KÜMAŞ (Kütahya Magnesite Works Corporation)	Kütahya Batı Anadolu	N	144.000	DB	Zeytinoğlu Group
Magnesit A.Ş.	Eskişehir	N	80.000	DB	% 100 VMAG
Comag	Eskişehir Kütahya Tavşanlı	N	40.000	CC	Çukurova

YUGOSLAVYA

Magnohrom	Kraljevo	N	200.000	DB	Devlet Sektörü
-----------	----------	---	---------	----	----------------

SW = Deniz Suyu

BR = Tuzlu Su (Göl)

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine N = Doğal FS = Fused Manyezit

ASYA REFRAKTER MANYEZİT ÜRETİCİLERİ**ÜLKE / FİRMA YERLEŞİM TİP KAPASİTE SAHİBİ****ÇİN**

Liandong Magnesite Corporation	Dashiqiao Haicheng	N	850.000	DB	Metallurji Endüstrisi Bakanlığı
--------------------------------	-----------------------	---	---------	----	------------------------------------

HİNDİSTAN

Almora Magnesite Ltd.	Matela Almora Dist. Uttar Pradesh	N	24.000	DB	%41 Uttar Pradesh Eyalet Hükümeti %39 Tata Refractories %20 SAIL
Burn Standard Co. Ltd.	Salem Tamil Nadu	N	42.000	DB	Hindistan Hükümeti
Dalmia Magnesite Corp.	Salem Tamil Nadu	N	42.000	DB	Dalmia Cement (Bharat) Ltd.
Himalayan Magnesite Ltd.	Pithoragarh Uttar Pradesh	N	10.500	DB	
Magnesite & Minerals Ltd.	Chandak Pithoragarh Uttar Pradesh	N	45.000	DB	Orissa Industries Ltd.
Pon Kumar Magnesite Ltd.	Salem Tamil Nadu	N	7.500	DB	
Salem Refractories Ltd.	Salem Tamil Nadu	N	27.000	DB	
Tamilnadu Magnesite Ltd.	Salem Tamil Nadu	N	30.000	DB	Tamil Nadu Hükümeti Ortaklığı

SW = Deniz Suyu

BR = Tuzlu Su (Göl)

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine

N = Doğal FS = Fused Manyezit

JAPONYA

Asahi Glass Co. Ltd.	Naoetsu İho Niigata	SW	20.000	DB	
Shin Nihon Chemical Industry Co. Ltd.	Minamata Kymamotoke	SW	100.000	DB	Asahi Chem. Ind. Co. Ltd.
	Onahama Fukuskimaken	SW	20.000	DB	
Ube Chemical Industres Co. Ltd.	Ube City Yamaguchi	SW	330.000	DB	Ube Industries Ltd. Sumitomo Metal Ind.Ltd. Nippon
	Ube City Yamaguchi	SW	120.000	DB	Steel Corp. Kobesteel Ltd. Kawasaki Steel Corp.

NEPAL

Nepal Orind Magnesite Ltd.	Lamosangu Kharindhunga	N	50.000	DB	Nepal Hükümeti ve Orissa Industries Ltd. Ortaklığı
----------------------------	---------------------------	---	--------	----	--

KUZEY KORE

Korean Magnesite Works	Tanchon Doğu Sahilleri	N	2.000.000	DB +CC	Devlet Sektörü
------------------------	---------------------------	---	-----------	-----------	----------------

GÜNEY KORE

Saw Hwa Chemical Co.	Pohang Doğu Sahilleri	SW	50.000	DB +CC	
----------------------	--------------------------	----	--------	-----------	--

SW = Deniz Suyu

BR = Tuzlu Su (Göl)

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine

N = Doğal FS = Fused Manyezit

MERKEZİ AVRUPA REFRAKTER MANYEZİT ÜRETİCİLERİ**ÜLKE / FİRMA YERLEŞİM TİPKAPASİTE SAHİBİ****AVUSTURYA**

Radex Austria AG	Radenthein	N	80.000	DB	Osterreichische Magnesit AG
			12.000	FS	OEMAG
Tiroler Magnesit AG	Hochfilzen Kitzbuhel	N	110.000	DB	OEMAG
Veitscher Magnesit worke AG (VMAG)	Trieban Breitenau	N	75.000 300.000	DB DB	%51 OEMAG

ÇEKOSLAVAKYA

Slovenske Manyezitova Zavody	Hacava (1992) Orta Slovakya	N	26.000	DB	Özelleştirme +CC Kapsamında
	Lovinobana Orta Slovakya	N	100.000	DB	
	Jelsava Kosice & Lubenik Doğu Slovakya	N N N	600.000	DB	

RUSYA

Bogdanovichsky Refractory Production Amalgamation	Bagdanovich Sverdlovsk	N		DB	
Magnesite Refractory Work	Satka Chelyabinsk	N	2.200.000	DB	En Büyük Üretici
Vnukovsky Refractory Work	Odintsovo Moskova	N	5.000	DB	

UKRAYNA

Nikitovsky Dolomite Work	Gorlovka Donetsk	N	550.000	DB	
Panteleymonovsky Refractory Work	Penteley - Monovka Donetsk	N	360.000	DB	
Zaporozhsky Refractory Work	Zaporozhye	N	435.000	DB	Yüksek Alüminalı Ürünleri de içermektedir.

DB = Sinter Manyezit CC = Kostik Kalsine N = Doğal FS = Fused Manyezit

GÜNEY YARIKÜRE REFRAKTER MANYEZİT ÜRETİCİLERİ

ÜLKE / FİRMA	YERLEŞİM		KAPASİTE		SAHİBİ
AVUSTRALYA					
The Cousmag Ore Co. Pty. Ltd.	Fifield NSW	N	10.000	DB	Devex Ltd.
Queensland Magnesia (Operations) Pty. Ltd.	Rockhampton Queensland	N	150.000 21.000	DB FS	%50 Queensland Metal Corp. Ltd. %40 Pancontinental Resources(Kunwarara) %10 Radex Australia Pty. Ltd.
BREZİLYA					
Magnesita SA	Pedra Preta & Catiboaba Brumada Bahia	N	320.000	DB	Özel Sektör
Industrias Brasileiras de Artigas Refractarios	Brumada Bahia	N	60.000	DB	Votorantim Grup
GÜNEY AFRIKA					
Chamotte Holdings Pty. Ltd.	Malelane E Transvaal	N	Ham Manyezit 32.000	CC	
ZİMBABWE					
Gatooma Magnesite Ltd.	Barton Farm Gatooma	N	Ham Manyezit		%50 Cullinan Refractories %50 Vereeniging Refractories

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine

FS = Fused Manyezit

N = Doğal

KUZEYBATI AVRUPA REFRAKTER MANYEZİT ÜRETİCİLERİ**ÜLKE / FİRMA YERLEŞİM TİP KAPASİTE SAHİBİ****İRLANDA CUM.**

Premier Periclase Ltd.	Drogheda Co. Louth	SW	100.000	DB	CRH plc.
------------------------	-----------------------	----	---------	----	----------

HOLLANDA

Billiton Refractories BV	Veendam Groningen	BR	100.000	DB	Shell Petroleum BV
-----------------------------	----------------------	----	---------	----	--------------------

İNGİLTERE

Steetley Magnesia Products Ltd.	Hartlepool Cleveland	SW	200.000	DB	Steetley plc. CC
------------------------------------	-------------------------	----	---------	----	---------------------

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine

SW = Deniz Suyu

BR = Tuzlu Su (Göl)

KUZEY AMERİKA REFRAKTER MANYEZİT ÜRETİCİLERİ**ÜLKE / FİRMA YERLEŞİM TİP KAPASİTE SAHİBİ****KANADA**

Baymag	Exshaw	N	14.000	FS	Refractech GmbH
Canadian Refractories Dresser Canada	Kilmer Quebec	N	60.000	DB	Harbison – Walker Refractories Co.

MEKSİKA

Quimica del Mar SA de CV.	Cd Madero Temaulipas	SW	55.000	DB	Industrias Refractories SA de CV
Quimica del Rey SA de CV	Laguna del Rey Coahuila	BR	95.000	DB	Industrias Refractories SA de CV
Magnelec SA de CV	Ramos Arizpe Coahuila		5.000	FS	Industrias Refractories SA de CV

ABD

Harbison - Walker Refractories Co.	Ludington Michigan	BR 200.000	DB Dresser Industries Inc.
Martin Marietta Magnesium Specialties Inc.	Manistee Michigan	BR 275.000	DB Martin Marietta Corp. CC
National Refractories & Minerals Corp.	Moss Landing California	SW 135.000 < 5.000	DB National Refractories Holding Corp. FS
American Premier Corp.	Gabbs Nevada Port St. Joe Florida	N 100.000 SW 50.000	DB Merged Enterprise of CC Premier Refractories & Chemical with DB American Minerals CC

DB = Sinter Manyezit

CC = Kostik Kalsine

FS = Fused Manyezit

N = Doğal

SW = Deniz Suyu

BR = Tuzlu Su (Göl)

Kaynak : (2) Industrial Minerals Refractories Survey 1993

4.DÜNYA DOĞAL MANYEZİT REZERVLERİ

Dünya görünür ve potansiyel manyezit rezervleri (milyon ton) (2)

	Görünür Rezerv	%	Potansiyel Rezerv (1)
Kuzey Amerika			
Birleşik Devletler	10	0.4	15
Kanada	30	1.2	40
Güney Amerika			
Brezilya	140	5.5	180
Avrupa			
Avusturya	15	0.6	20
Çekoslovakya	20	0.8	30
Yunanistan	30	1.2	30
Türkiye	10	0.4	15
SSCB	650	25.4	450
Yugoslavya	5	0.2	10
Diğerleri	25	0.9	30
Afrika	5	0.2	10
Asya			
Çin	750	29.3	1050
Hindistan	30	1.2	50
Kuzey Kore	450	17.6	750
Diğer	300	11.7	310
Okyanusya	90	3.4	150
Toplam	2560	100.0	3420

(1)Potansiyel rezerv, varlığı belirlenmiş fakat ekonomik olarak günün koşulları altında işletilmesi mümkün görülmeyen rezervdir.

Kaynak : (2) Mineral Facts and Problems, 1985, USBM

5.TÜKETİM

Sinter manyezit, manyezitin 1400 °C nin üzerinde (1750 °C civarı) pişirilmesi (Yakılması-Sinterlenmesi) ile elde edilir. Dünyada sinter manyezitin %75'i manyezit mineralinden üretilmektedir. Sinter manyezit üretiminin hemen hemen tamamına yakın kısmı refrakter endüstrisinde bazik refrakter tuğla ve monolitik malzeme olarak tüketilir. Bazik refrakter tuğla metalürji sanayiinde fırınlar, potalar ile çimento döner fırınları ve çelik endüstrisinde toplam üretimin en az %70'i oranında tüketilmektedir. Monolitik harçlar ise fırın ve potalarda dövme,

dökme püskürtme tamir malzemesi olarak kullanılmaktadır. Tüketim içindeki şekilsiz refrakter malzemelerin kullanımı şekilli (Tuğla) refrakter malzemelere göre artış göstermektedir.

Kostik kalsine manyezit 900 °C civarında kalsinasyon (Pişirilmesi) işlemiyle elde edilir. Hayvan yeminden uranyum karbonat liçing sistemlerine kadar geniş bir tüketim alanı vardır. **(1)**

Kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Tarım endüstrisinde, ince tarım şeklinde hayvan yemine katılarak: iri taneliler gübre endüstrisinde kok oluşturmeyen ince tozlar pastörize tossuzlaştırma malzemesi olarak.
- 2) İnşaat endüstrisinde; askı taban, izolasyon inşaat blokları ve hafif yapı elemanı olarak.
- 3) İlaç endüstrisi ve tıpta.
- 4) Genel kimya endüstrisinde; magnezyum bileşiklerinin üretimini başlangıç malzemesi olarak.
- 5) Lastik ve plastik endüstrisinde; stabilizatör madde vulkanizör madde olarak.
- 6) Kağıt endüstrisinde.
- 7) Otomotiv yağlama yağlarında; hızlı çalışan motorlar için etkin olarak asitlerin nötrleştirilmesinde katkı maddesi olarak.
- 8) Uranyum cevherlerinden uranyum oksit eldesindeki karbonat devrelerinde absorbent ve katalizör olarak kullanılmaktadır. **(1)**

Üretilen manyezit cevherinin % 90'dan fazlası kostik kalsine manyezit ve sinter manyezit'e dönüştürülerek bazik refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır. %10 oranındaki ham manyezit ise, magnezyum tuzları ve bazı ilaç yapımı ile çimento, kağıt ve şeker sanayiinde kullanılır.

Magnezyum bileşiklerinin kullanım alanları;

1. Magnezyum Karbonat:İzolasyon, lastik, mürekkep, cam, seramik, boya, eczacılık ve kozmetik sanayi.
2. Magnezyum Hidroksit:Eczacılık ve şeker rafinasyonu.
3. Magnezyum Klorür:Magnezyum metal üretimi, tekstil, kağıt, seramik ve çimento.
4. Magnezyum Sülfat:Eczacılık, suni gübre sanayi. **(4)**

Refrakter Tüketiminin Sektörel Dağılımı (5) (%)

Demir-Çelik	69,1
Çimento	8,9
Bakır	0,4
Blister Bakır	1,64
Metalurji	1,2
Şişe-Cam	1,7
Kireç (Şeker)	0,9
Kireç	0,4
Döküm	0,9
Diğer	14,9

(1)-Manyezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi, R.YILDIZ, N.ERDOĞAN Kütahya 1995.

(4)-Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Manyezit Özel İhtisas Komitesi Raporu 1993.

(5)-Teknoloji ve Refrakter Hammaddeler,MTA Gn.Md.lüğü, İ.İNEL,MTA Dergisi,Ankara 1999.

6.ÜRETİM

Dünya yıllık Magnezya üretim kapasiteleri 1996 (x1000 Ton).

ÜLKE	SİNTER	FUSED	TİP
Kanada		14	D
Meksika	170	4	BR, DS
ABD	360	30	BR, DS, D
Avusturya	330		D
Fransa		7	DS
Yunanistan	200		D
İran	30		D
İrlanda	90		DS
İsrail	60	13	BR
İtalya	130		DS
Hollanda	130		BR
Polonya	10		D
Rusya (CIS)	2222		D
Sırbistan	200		D
Slovakya	301		D
İspanya	70		D
Türkiye	259		D
Ukrayna	120		D
İngiltere	80	23	DS
Çin	1765	300	D
Hindistan	249		D
Japonya	350	13	DS
Kuzey Kore	500		D
Güney Kore	50	7	DS
Nepal	50		D
Avustralya	90	30	D
Güney Afrika	80		D
Brezilya	360	4	D
Toplam	8256	445	

D-DS : Deniz Suyu BR : Brine (Eriyik) CIS : Birleşik Devletler Topluluğu

6.1. Üretim Teknolojisi

Manyezit teknolojisi, maden yatağından cevherin üretimi ile başlar. Maden yatağından genellikle açık işletme metotlarıyla, nadiren de kapalı işletme metotlarıyla üretilen cevher genel olarak bir zenginleştirme işlemine tabii tutulur. Zenginleştirme işlemi; cevheri, gang minerallerinden ayırmadan ibarettir. Kristalin manyezitin karakteristik gang mineralleri dolomit, biyotit, gröna, talk, kuvars, jel manyezit'in ise serpantin ve opal'dir.

Genel olarak manyezit için; triyaj (el ile zenginleştirme), ağır ortamla zenginleştirme, manyetik ayırma, elektrostatik ayırma, flotasyon ile zenginleştirme ve optik zenginleştirme yöntemleri söz konusudur. (1,4)

6.1.1. Triyaj (el ile ayıklama)

Triyaj yada el ile ayıklama; manyezit ile gang mineralleri arasındaki renk farkından yararlanarak el işçiliği yardımıyla yapılan zenginleştirme işlemidir. Triyaj ile zenginleştirme yapabilmek için cevher tane boyutunun 40 mm'den daha büyük olması gerekmektedir. (1,4)

6.1.2. Ağır Ortam İle Zenginleştirme

Manyezit ile gang mineralleri arasındaki yoğunluk farkından yararlanarak yapılan zenginleştirme işlemidir. Ağır ortam kabı olarak koni tambur ve siklon kullanılmaktadır. Ağır ortam oluşturmak için 6.7-6.9 gr/cm³ yoğunlukla atomize ferrosilikon kullanılmaktadır. Daha çok silikat kökenli gang minerallerin ayrılmasında başarılıdır. Yakın zamana kadar Türkiye'de KÜMAŞ'da uygulanmıştır.(1,4)

(1)-Manyezit ve Bazik Refrakter Malzeme Teknolojisi, R.YILDIZ, N.ERDOĞAN Kütahya 1995.

(4)-Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Manyezit Özel İhtisas Komitesi Raporu 1993.

DOLOMIT

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: İsmail Hakkı ARSLAN	- ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör	: Ergün YİĞİT	- ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör	: Pınar ÖZEL	- DPT

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU

Başkan	: Dr.İsmail SEYHAN	- MTA
Başkan Yrd.	: Ekrem CENGİZ	- MTA
Raportör	: Oya YÜCEL	- MTA
Raportör	: Mesut ŞAHİNER	- MTA

TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ (DOLOMİT)**Toprak Sanayii Hammaddeleri Alt Grubu**

Başkan	: İsmail İNEL	- MTA
---------------	----------------------	--------------

Dolomit Çalışma Grubu

Başkan	: Hüseyin GÜRCAN	- KÜMAŞ
---------------	-------------------------	----------------

1. GİRİŞ

1.1. Tanım ve Sınıflandırma

Bileşimi $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ olan ve bir çift karbon bileşiği olan dolomitin, kalsitten ayrı özellikte bir mineral olduğu ilk kez Fransız Jeolog Dolomiev Sylusion tarafından belirlenmiştir. Dolomit, kireçtaşlarından CaO 'in yerini kısmen veya tamamen MgO 'in alması ile oluşmaktadır. Bu yüzden bileşimi açısından kireçtaşları ile ilişkisi olup, yanarda ve düşeyde daima kireçtaşları ile geçişlidir. Bünyedeki kalsit ve dolomit oranlarına göre bazı araştırmacılar tarafından şu şekilde sınıflandırılmaktadır;

- % 10'dan az kalsit, % 90'dan fazla dolomit; Dolomit
- % 10-50 kalsit, % 50-90 dolomit; Kalkerli dolomit
- % 50-90 kalsit, % 10-50 dolomit; Dolomitik kireçtaşı
- % 90-95 kalsit, % 5-10 dolomit; Mg'lu kireçtaşı
- % 95'den fazla kalsit, % 5'den az dolomit; Kireçtaşı

Ticari olarak dolomite çeşitli ısı değerlerinde işlemler uygulanabilir. Kalsinasyon işlemi uygulanmamış dolomite "ham dolomit", 1100 °C'de ısıtılmış dolomite "kalsine dolomit", 1850-1950 °C arasında ısıtılmış dolomite ise "sinter dolomit" denir..

Mineraloji

Prensip olarak karbonatlı kayalardan kireçtaşı ve dolomit, endüstride kullanılan en önemli kayalardır. Kireçtaşı, çoğunlukla CaCO_3 içeren sedimanter bir kayadır. Dolomit ise CaCO_3 ve MgCO_3 içeren kayalardır. Aragonit (CaCO_3) kalsitle aynı kimyasal özelliğe sahip olmasına rağmen kristal yapısı bakımından farklıdır. Aragonit, kalsitin zaman içerisinde altere olması ile oluşmuş metastabil bir mineraldir. Diğer karbonatlı mineraller siderit (FeCO_3), ankerit ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)$) ve magnezit (MgCO_3) 'dır. Magnezit genellikle kireçtaşı ve dolomitte beraber bulunur ancak az miktarda bütünü içinde yer almaktadır.

Benzer özellikleri sebebiyle, karbonatlı mineralleri bir diğerinden ayırt etmek pek kolay olmamaktadır. Özgül ağırlık, renk, kristal formu ve diğer fiziksel özellikleri, kayacın monomineralik olması koşuluyla, tanımlamalarda yardımcı olmaktadır.

Seyreltilmiş hidroklorik asit çözeltisinde farklı minerallerin çözünme hızları, bu tür minerallerin arazide tanınmaları için yararlı bir yöntem olarak bilinmektedir. Kalsit, seyreltilmiş HCl çözeltisinde dolomitten çok daha fazla çözünmektedir. Böylece eğer taze bir yüzey üzerinde bu yöntem denenecek olursa, dolomitin bulunduğu yüzeye el lensi ile bakıldığında çeşitli rölyefler görülecektir. Diğer bir teknik boyama tekniğidir bu teknik aslında aragonit-kalsit ve dolomit yönünde azalan çözünme farklılığı esasına dayanmaktadır. Ancak bu yöntemin arazide kullanılması oldukça zordur, genellikle laboratuvar ortamında kullanılmaktadır.

X-Ray difraktometre teknikleri esas olarak iri boyutlu numunelerin karbonat mineralojisinin laboratuvar ortamında belirlenmesi için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde kayaç içerisindeki

kalsit dolomit oranı veya bu minerallerin yüzde değerleri bilinen bir standarda göre kıyaslanarak bulunabilir.

Binoküler mikroskop kullanılarak yapılan ince kesit analizleri de bu karbonatlı kayaçların tanınmalarında yardımcı olmaktadır. Kalsit, dolomit ve ankerit'in ince kesitlerde boyama işlemi yapılmadan tanınmaları oldukça zordur. Bu tanımlamalar sırasında, karbonat taneciklerinin tipi, dokusu ve yapıları araştırılmaktadır. Tanımlamalarda kullanılan en önemli unsurlardan birisi de fosil ve fosil izleridir.

Diğer önemli bir ayırt edici özellik de renktir. Renk minerallerin kabaca saflığı hakkında fikir sahibi olunmasına yardımcı olur. Ancak, bunun yanıltıcı da olabileceği unutulmamalıdır. Karbonat dışı mineralin küçük bir miktarı, renk değişiminin olması için yeterli olmaktadır. En meşhur yapı taşlarından, Hindistan kireçtaşı % 0.2 'den daha az Fe_2O_3 içermekte ve bu içerik, malzemeye kahverengi ve sarımsı kahverengi bir renk vermektedir. Keza, Carthage Mermeri ise kahverengi ve fosilli bir malzeme olup, % 0.2 daha az demir ve alüminyum oksit içermektedir. Çok yüksek saflıktaki kireçtaşları, hafif kahverengi ile kül renginden beyaza uzanan bir renk içermektedir. Yeşil ve kül rengi gibi renkler içeren kireçtaşları genellikle, demiroksit veya karbonlu materyal içerdiğinin göstergesi olarak algılanmaktadır. Oksidasyon durumu arttıkça, renkler yeşile, kahverengiye ve kırmızıya doğru değişmektedir. Renk referans kartı, kayaç tanımlamalarında önemli katkı sağlayabilmektedir.

Karbonatlı kayaçlardaki değişik miktarda ve tipte bulunan safsızlıklar, eğer söz konusu kayaçların yararlılık derecesini etkiliyorlarsa ekonomik açıdan önemli olmaktadır. Her safsızlık ile ilgili olarak en önemli iki soru vardır. Bunlar; ne kadar bulunur ve dağılımı nasıldır? sorularıdır. Bu safsızlıkların dikkate değer bir miktarı, kayaç içinde dissemine dağılımı ise bazı kullanım alanları için sorun yaratmayabilmektedir. Diğer taraftan safsızlıklar tabakalı bir şekilde kayaç içinde konsantre olmuşsa, bunlar bir zayıflık düzlemi oluşturarak, kayacın performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedirler.

Karbonatlı kayaçlar içinde yer alan ve en iyi bilinen safsızlık, kildir. Kil mineralleri esas olarak, Kaolinit, İllit, Klorit, Smektit veya bunların karışımından oluşmakta ve kayaç içersinde dissemine veya tabakalı halde bulunabilmektedir. Kil'in temel moleküler yapısı silika tetrahedrali(bir silika atomu ve dört oksijen atomu) ve alüminyum ve/veya magnezyum oktahedrali (alüminyum veya magnezyum atomu ve altı hidroksil iyonu) şeklindedir. Diğer kimyasal elementler yapı içinde dağılmış halde bulunmaktadır. Bu yüzden de kimyasal analiz yolu ile kil mineralinin yapısını anlamak mümkün olmamaktadır. Ancak kil minerallerini tanımlamak gerekliyse, x ışınları, diferansiyel termik analiz veya elektron mikroskobu yardımıyla tanımlamak mümkün olmaktadır.

Çört başka bir bilinen emprüte olarak karbonatlı kayaçlar içerisinde yer almaktadır. Çört'ler, nodüler lensler veya yataklar halinde veya dissemine olarak bütün kayaç içinde gözlenebilmektedir. Esas olarak çörtler çok küçük taneli (1 - 10 Mikron) kuvars tanelerinden oluşmaktadır. Çört'ler genellikle bütün renklerde bulunmaktadır. Ağır çörtlerin sertlikleri 7 civarındadır ve kırma işlemleri sırasında büyük aşınmalara yol açmaktadırlar. Poröz çörtler ise

esas olarak geniş yüzeyli olmaları sebebiyle alkaliler içinde çözünebilmekte ve kimyasal reaksiyona girebilmektedirler. Bu yüzden de beton yapımında sorun çıkarmaktadırlar.

Silikat, karbonatlı kayalarda ayrı bir yapıda silt veya kum tanesi boyutunda kuvars mineralleri halinde bulunmaktadır. Bazen kuvars, damarlar halinde de bulunabilmektedir. Klastik yapılı kireçtaşları özellikle dikkate değer bir oranda kuvars, silt ve kum içerebilmektedirler. Bu taneler etrafı karbonat ile kaplanarak oolitik bir yapı gösterebilmektedirler.

Çok ince taneli disemine olmuş organik maddeler dolomit ve kireçtaşlarının en bilinen yapısal elemanlarından. Bu maddeler kahverengi ve siyah renkli kayaların oluşmasına sebep olabilmektedirler. Bunlara örnek olarak, bitümlü malzemeler, petrol ve benzerleri verilebilir.

İnce kesitlerde çözünmeyen artıkların incelenmesinde çoğu karbonatlı kayalarda değişik oranlarda iz minerallere de rastlanmaktadır. Ancak bunların endüstriyel kullanımında pek fazla zararları bulunmamaktadır. (Örn. Cam Sanayiinde) ancak yapı elemanı olarak kullanılmaları sırasında, ürünün fiziksel özelliklerini etkilediklerinden bir miktar dezavantaj da oluşturabilmektedirler.

Oluşum

Ekonomik öneme sahip çoğu karbonatlı kayalar, kısmen veya tamamen biyolojik olarak deniz suyundan veya sığ deniz ortamında oluşmuşlardır. İçinde fosil bulunan bir kireçtaşı kesin olarak oluşumunun biyolojik bir orijinden geldiğini kanıtlar. Ancak herhangi bir tanımlayıcı unsur yoksa ve ince taneli bir yapı ise bunun küçük organizmalardan türediği anlaşılmalıdır. Örneğin kil ve silt boyutlu partiküller, ölü alglerin aragonitik keskin kabukları olabilir. Çekirdek etrafında kalsiyum karbonat birikmesi ile oluşan oolitler, yine alglerin aktivitesi ile oluşmuş olabileceği ihtimalini güçlendirmektedir.

Bazı bölgelerde mercan ve kalkerli alg'lerki bunlar kireç saklayan organizmalardır, zamanında dalgalara karşı koyan ve resif (reef) adı verilen büyük dalga kıran yapılar oluşturuyorlardı. Bu yapıların biyolojik aktif unsurları genellikle sığ denizlerde yer almakta olmalarından dolayı da oolitik formdan, iç içe geçmiş kalsiyum karbonatlı konsantrik yumrular oluşturmuşlardır. Zaman içinde çökme ortamında biriken bu canlılar karbonatlı kayaların oluşumuna kaynak teşkil etmişlerdir.

Karbonatlı kayaların oluşumunu sağlayan bu depolanma alanlarının çevresi, oluşacak kayanın saflığını, şeklini ve boyutunu ortaya koymasından oldukça önemlidir. Yüksek enerji zonlarında oluşan ve çok az karbonat dışı metaryal içermeyen kireçtaşları, yüksek saflıktaki karbonat minerallerinin kaynağını oluşturmaktadır. Düşük enerji alanlarında oluşan Mikrit ise çok kil, silt ve karbonat dışı mineral içermektedir.

Karbonat sedimanları depolama işlemi sonrası alterasyon ve modifikasyona son derece duyarlı olmaktadır. Dolomit'in orijini ekonomik jeologlar tarafından özellikle önemlidir. Bazı dolomitler, deniz suyunun presipitasyonu ile oluşurken, çoğu dolomitler, yüksek tuzlulukta sular tarafından kalsiyum karbonatlı sedimanların veya kayaların alterasyonu ile oluşmuşlardır.

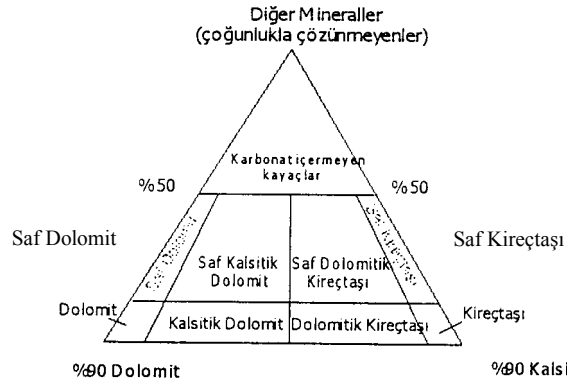
1950'lerden sonraki karbonatlı kayaçların oluşumu üzerine yapılan modern araştırmalar, karbonatlı kayaçların sınıflandırılması konusunda dikkate değer bir etki yaratmıştır. Yeni bulunan bilgilerle çok sayıda sınıflama yapılmıştır. Endüstriyel jeologların nihai amacı karbonatlı kayaçların orijinini bulmak değil onların kullanımına yönelik kimyasal ve fiziksel özelliklerini ortaya koyan bir sınıflama yapmaktır.

Karbonatlı kayaçlarla ilgili bir çok yaklaşımlar, klasifikasyon şeması temelinde yapılmaktadır. Ancak en yararlı kullanımı belki de onun kompozisyonu ve dokusu üzerinde yapılan sınıflamalardır. Kompozisyonu incelenirken en başta gelen husus kimyasal yapısı, tane veya fosil tipini saptama gibi mineralojik çalışmalardır. Dokuya ilişkin çalışmalar daha çok oluşum ve oluşum sonrası gelişen olaylara ışık tutan gözeneklilik, tane boyutu, kireç çamuru ve tane oranı gibi özelliklerdir.

Karbonatlı kayaçlar doğada nadiren monomineralik yapıda bulunurlar. Bu kayaçların mineralojik bir klasifikasyonunun yapılabilmesi için, kalsit, dolomit ve karbonat dışı minerallerinin miktarındaki değişimlerin dikkate alınması gereklidir (Şekil 1). Kayaç tanımlamasının yapılabilmesi için böyle bir sınıflama yapılması, eğer yapısal parametreler elde edildi ise, son derece gereklidir, ancak endüstriyel amaçlar için yeterli değildir. Kireçtaşı ve dolomitin endüstriyel kullanımında her ne kadar benzerlik bulunsa da belirli kullanım alanları için belirli daha özel kimyasal özelliklerin bulunması gerekmektedir. Bu özel gereksinimler mineralojik özelliklerden çok kimyasal özelliklere dayanmaktadır. Bunlar CaCO_3 (veya CaO), MgCO_3 (veya MgO) veya her iki oranın belli bir değerde olması safsızlıkların de tolere edilebilir ölçekte olmasıdır. Pratik bir kimyasal sınıflama örneğin % 97.5'dan daha fazla CaCO_3 içeren kireçtaşları, en yüksek kaliteli kireçtaşı, % 95'den fazla CaCO_3 içerenler yüksek kaliteli, yüksek saflıktaki karbonatlı kayaç için ise $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ oranının % 95'den fazla olması gerekmektedir. Yüksek magnezyumlu dolomitler için % 43'den fazla MgCO_3 (pür dolomit %47.5 dolomit içerir) içermesi gerekmektedir.

Mineralojik klasifikasyon sırasında yapılan dokusal klasifikasyon, karbonatlı kayaçların orijinini saptamaya yönelik jeolojik incelemelerden birisidir. Leighton ve Pendexter (1962) tarafından yapılan böyle bir çalışma, bir çok kireçtaşı için tane yapısı, mikrit miktarı (kireç çamur karışımı), çimento ve porozite gibi dört yapısal bileşenin göreceli olarak oranını karakterize ederek yapılmıştır.

Taneli ve mikritik malzemenin göreceli oranı, bir nomenclatural sistemin temelini oluşturmaktadır. Kuvvetli dip akıntılarının olduğu bölgelerde çamurların yataklanmamasından dolayı su akıntıları önemli ip uçları vermektedir. Diğer klasifikasyonlar, Folk(1962), Dunham(1962) tarafından, tane/çamur oranına göre yapılmıştır. Dolomit sınıflandırılmasında özel bir problem bulunmakta ve kireçtaşlarında olduğu gibi sınıflandırma yapmak mümkün olmamaktadır. Yataklanma sırasında dokusunun korunmuş olması durumunda, dokusal bir sınıflama yapmak mümkündür. Ancak çoğu zaman, esas doku kaybolmuş, onun yerine doku izleri yer almıştır. Birincil orijinli dolomitler için kristal büyüklüğüne göre bir sınıflama yapılır.



Şekil 1. Karbonatlı Kayaçların CaO ve MgO Oranına Göre Sınıflandırılması.

2. DÜNYADA DURUM

2.1. Rezervler

Sedimanter kayaçlar yeryüzünün % 75 'ini kaplamaktadır. Böylesine geniş bir yayılım gösteren sedimanter kayaç grubunun ne kadarını karbonat kayaçların oluşturduğu bilinmemektedir. Bunun yanında karbonat kayaçlarının oluşumunun Prekambrien'den başlayıp günümüze kadar devam ettiği düşünülecek olursa bu tip kayaçların, dolayısıyla dolomit varlığının çok büyük oranlarda olduğu ortaya çıkmaktadır. Nitekim dünyada pek çok ülkede dolomit rezervi bulunduğu bilinmesine rağmen rakamsal değerlere ulaşılamamıştır.

Dolomit en çok bulunan karbonatlı minerallerin en bilinenlerindedir. Ticari olarak dünya üzerinde çok geniş ölçekte üretilir ve çok geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak refrakter hammadde olarak kullanımı oldukça sınırlıdır. Sadece konusunda uzman birkaç üretici tarafından üretilmektedir. Bu üretici kuruluşlar dünyada bu türdeki hammaddeyi ellerinde tutmaktadırlar. Refrakter kalite ve dead burned dolomit üretimi de aynı kuruluşlar tarafından yapılmaktadır. Günümüzde talepte oluşan gerileme, daha yüksek refrakter kaliteli ürünlerin üretilmesine olanak sağlamıştır. Her şeye rağmen dolomit belli alanlardaki talebi istikrarlı bir şekilde karşılamakta hatta rakip ürünlere karşı da başarı ile yerini korumaktadır.

Endüstriyel hammaddeler ile uğraşanlar, dolomit pazarının son derece yarışmacı ve değişken olduğunun bilincindedirler. Her şeyden önce dolomit ve kireçtaşı gibi karbonatlı kayaçların dünya sedimanter kayaçlarının % 15'i olduğu düşünülecek olursa, her ülkede diğer minerallere oranla daha fazla üretimin yapıldığı bir endüstriyel hammadde olduğu düşünülebilir. Keza dünyadaki taşocağı madenciliğinin % 75'i karbonatlı kayaçlardan gerçekleştirilmektedir. Ancak refrakter ve dead burned dolomit sözkonusu olduğu zaman durum oldukça farklı olmaktadır. Bu kalitedeki rezervlere çok sınırlı alanlarda rastlanmaktadır. Bu kalitede dolomit üreten üreticiler dünyada oldukça sınırlıdır. Global Pazar dikkate alındığında refrakter dolomit üreticileri sadece 6 tanedir ve bunların beşinin merkezleri Avrupa'da bulunmaktadır. Bu altı şirket tarafından yapılan dünya üretimi 2 milyon ton dead burned dolomit civarındadır.

2.2. Tüketim

2.2.1. Tüketim Alanları

Dolomit, fiziksel ve kimyasal yapısına bağlı olarak endüstride bir çok alanda kullanılır. Bunların en önemlileri aşağıda belirtilmiştir.

- Yol inşaatlarında ve beton yapımında dolgu maddesi olarak.
- Ziraatte, gübre yapımında dolgu maddesi olarak ve toprak ıslahında.
- Cam ve soda sanayiinde üretimde.
- Boya sanayiinde dolgu maddesi olarak.
- Seramik sanayiinde.
- Kimya sanayiinde beyazlatıcı olarak.
- Suyun filtrasyonunda.
- Kimya sanayiinde Ferrosilikon imalinde.
- Refrakter tuğla ve harçların üretiminde.
- Demir-Çelik sanayiinde demir cevherinin sinterlenmesinde, çelik üretiminde curuf yapıcı ve refrakter tuğlaları koruyucu olarak.

Kullanım alanlarından en önemlileri refrakter malzeme imali ve kalsine edildikten sonra çelik üretiminde istenmeyen safsızlıkların cürufa geçmesini sağlamak amacıyla flux olarak kullanımınıdır. Bu nedenle, dolomitin en çok tüketildiği endüstriler, cam ve soda, refrakter ve demir-çelik'tir.

Esas olarak çoğu refrakterlerin ana pazarı demir çelik endüstrisidir. Ancak bunun yanı sıra dolomit refrakter ürünleri çimento döner fırınlarında, dik kireç fırınlarında ve dolomit döner fırınlarında refrakter malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Refrakter dolomitlerin ana kullanım alanları Tablo 1'te verilmektedir.

Tablo 1. Dead Burned Dolomitlerin Refrakter Teknolojisindeki Uygulama Alanları .

Dolomit Tuğlalar	Dolomit Monolitikleri
BOF Astarları	EAF altlarının sıcak onarımında
Çelik Potaları	BOF
Pota Fırınları	Fetter (Yatak) malzemesi katkısı
VAD Kanalları	D.vme ucu malzemesi
VOD Kanalları	Dolgu malzemesi
AOD Kanalları	
çimento fırınları yanma zonları	
Kireç Fırınları	

Kaynak: Industrial Minerals June 1998, Refractory Dolomite Ed. Mike O'Driscoll.

Temel konvertör teknolojisinin 1886 yılında kullanılmaya başlaması ile birlikte çelik imalat kanallarında astar malzemesi olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1950 yılında Avusturya'da LD

çelik prosesinin geliştirilmesi sırasında dolomit astar malzemesi olarak seçilmiştir. Günümüzde dolomit orijinli, pişmiş tuğlalar ve zift bağlayıcılı tuğlalar ile dolomit-karbon ve dolomit magnezit katkılı çeşitli ürünler şeklinde dünyada geniş bir kullanım alanı bulmuştur.

Refrakter dolomitler esas kullanım alanı, çelik potalarında, fırınlarda, AOD,VOD ve VAD kanallarında, BOF ve çimento fırınlarında astar malzemesi olarak refrakter tuğlalar şeklinde olmaktadır.

Dolomit refrakterlerinin esas rakibi çelik potalarda özellikle kullanılan alümina-magnezya tuğlalarıdır. Özellikle kaynakları kendilerinde olduğu için Çin ve Japonya gibi ülkelerde, bu tür refrakterler göreceli olarak daha ucuz olduklarından, dolomite göre daha çok tercih edilmektedir. Nitekim bu ülkelerde yılda birkaç bin ton gibi çok az oranda, bu amaca yönelik dolomit kullanılmaktadır.

Dolomit için ikinci önemli pazar, monolitik sektördür. Dolomitik monolitikler EAF tabanının tamirinde kullanılmaktadır. Bu tür monolitikler % 20-70 arasında dead burned dolomit içermektedir.

Günümüzde global kriz nedeniyle demir çelik endüstrisindeki negatif gelişmeler dolomit pazarını da olumsuz yönde etkilemiştir. Dolomit pazarı çok büyük bir sıçrama yapamamakla birlikte var olan çizgisini korumuştur. Gelişmeler yüksek saflıkta refrakter ürünlerine yönelimi ortaya koymaktadır.

Paslanmaz Çelik Pazarında Dolomitin Kullanımı

Paslanmaz çelik sektöründe özellikle refrakter dolomitler açısından bir miktar gelişme gözlenmiştir. Dolomit refrakterleri özellikle AOD kanallarında kullanılan favori bir malzeme olmuştur. Bu yüzden de mag-krom ürünlerinin yerine geçmektedir.

Dünya paslanmaz çelik üretimi 1994 yılında 12.7 milyon tondan 1997 yılında 15.8 milyon tona ulaşmıştır. Büyüme hızı % 8.4 olmuştur. Paslanmaz çelik üretimindeki kapasite artışları % 75 oranında AOD proseslerinde gerçekleştirilmiş, VOC,CLU,MRP,VOD ve VOD proseslerindeki kapasite artışı hemen hemen aynı kalmıştır.

Günümüzde kullanılan AOD proseslerinde, 1700 °C sıcaklıkların üzerinde ve CO₂ kısmi basıncı altında ekonomik yaklaşımlar da dikkate alındığında en iyi randıman vermesi bakımından son zamanlarda, dolomit ve dolomit magnezya tuğlaları kullanılmaktadır. Pişmiş dolomit tuğlalar % 40 magnezya ve belli oranlarda da zirkon veya fused magnezya içerebilmektedir. Düşük porozite ve permeabiliteye sahip, ayrıca silikat cürufuna karşı da dirençlidir.

Çimento Sektöründe Dolomitin Kullanımı

Dolomitin diğer bir kullanım alanı çimento fırınlarıdır. Günümüzde çimento fırınları yanma zonlarında kullanılan mag-krom tuğlalarının çevreye zararlı etkilerinden dolayı, bu refrakterler yerine dolomit refrakterlerinin kullanımı gittikçe artmaktadır. Çimento fırınlarında kullanılan

mag-krom tuğlalar, hegzavalent (Cr^{+6}) krom içeren zararlı artıklar oluşturmaktadırlar. Bu iyon refrakter tuğla yüzeyinde atmosfer koşullarında çözünebilen kanserojen bileşikler oluşturmaktadır.

Dolomit tuğlaları çimento fırınında yüksek silika modüllü olsa bile, çok iyi bir kaplama formasyonu oluşturması ile tanınmaktadır. Dolomit tuğlaları sürekli olarak çalışan çimento fırınlarında en iyi maliyet/performans oranını yakalayarak, 40 yıldır kullanılmaktadır. Ancak kullanılan yakıtın değişim hızındaki artış, yanma zonunda kullanılan temel tuğlalar üzerindeki aşınmanın ivmelenmesine sebep olmuştur.

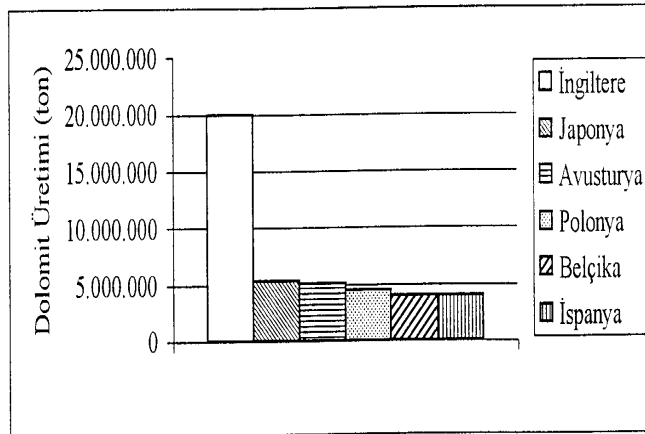
Gerek çevre kirliliği baskısı gerekse teknik olarak karlılıktan uzaklaşma, refrakter imalatçıların iki alternatif üzerinde yoğunlaşmalarını gerektirmiştir. Bunlar; magnezya-spinel ve dolomit-magnezya tuğlalarıdır. Bu konu ile ilgili olarak yapılan testler, magnezyaca zengin dolomit tuğlalarının çimento fırınlarında mükemmel özellikler gösterdiği saptanmıştır.

2.3. Üretim

Karbonatlı kayaçlar dünya üzerinde çok yaygın olarak bulunduğu için neredeyse bütün ülkelerde üretime rastlanmaktadır. Üretim genelde açık işletme metodu ile yapılmasına karşın İsveç ve Finlandiya'daki bazı şirketler kapalı işletme metodunu kullanmaktadır. Dolomit üretiminde ABD, İngiltere, Japonya, Avusturya önemli yerlere sahiptir. Bazı dolomit üretici ülkeler ve üretim değerleri Şekil 2.'de verilmiştir.

Şekil 2. Bazı Dolomit Üretici Ülkeler ve Üretim Değerleri.

Kaynak : Endüstriyel Mineraller El Kitabı, 1999



Refrakter dolomit üretiminde etkili olan 6 şirket tarafından gerçekleştirilen dünya üretimi, 2 milyon ton dead burned dolomit civarındadır. Bu şirketlerin önemli işlevlerinin olmasının nedeni, konularında çok büyük olmaları (gerek cevher üretiminde gerekse refrakter üretiminde), iyi organize olmalarıdır. Dünya üzerindeki tüm dead burned ihracatı ile deniz aşırı ülkelerdeki üretim ve imalat bu şirketler tarafından gerçekleştirilmektedir. Bunlardan en az dört tanesi,

refrakter tesislerine yatırım yapmış ve halen üretim yapmaktadırlar. Ancak ihtiyaç duydukları dolomit cevherini dışarıdan satın almaktadırlar.

Baker ve Dolomit Franchi firmaları, ham dolomit ve refrakter tesislerini birleştirmişlerdir. Keza SA Dolomies ve de Narcheles Dames, Dolomitwerke ve Baker refrakter tesisleri için dolomit ihtiyacını kendi yan kuruluşlarından sağlamaktadırlar. Doğal olarak dünyada monolitik üreticileri arasında lider konumunda olan Lafarge, Rendland dolomiti kendi refrakter grubuna dahil etmiştir.

Son 10 yıl içinde bu sektörde çeşitli konsolidasyonlar yapılmış halen de bu birleşmeler devam etmektedir. Örneğin Dolomitwerke bir Alman kuruluşu olan Laradus GmbH'e satılmıştır. Lhoist grubu için de spekülasyonlar yapılmaktadır.

ABD'de dolomit pazarı üç şirket tarafından paylaşılmaktadır. Bunlar Baker, Redland ile Marblehead Lime Co. Firması vasıtasıyla pazara girecek olan ve bir Belçika firması olan Carmeuse'dır. Carmeuse, Ohio Maple Grove dolomit madeni ve refrakter tesisine 20 milyon dolarlık yatırım yapacaktır. Tesis 1999 ortalarında devreye girecek ve toplam kapasitesi 400 bin ton/yıl dead burned dolomit ve kireç olacaktır. Daha önce Basic Inc. ve Combustion Engineering Inc. tarafından işletilen Maple Grove kompleks tesislerinde, yılda 180 bin ton dead burned dolomit (kapasite 360 bin ton), 85 bin ton monolitik, 16 bin ton zift bağlı briket ve 4 bin ton ateş briketi üretmiştir.

Bonne Terre dolomit işletmesi ve tesisleri (Resco ve Vessell Mineral Products tarafından işletilmiştir) 1997 yılında kapatılmıştır.

Martin Marietta Magnesia Inc. Şirketi 1990 yılında Woodville Ohio tesislerindeki dead burned dolomit üretimini durdurmuş, dolomit kireci üretmeye başlamıştır. Dolomit kireci demir çelik endüstrisinde flux olarak kullanılmaktadır. Ancak yılda 13 bin ton civarında dead burned dolomit olarak kendi monolitik refrakter imalatında hammadde olarak kullanılmaktadır.

Bunların dışında dünyanın bir çok bölgesinde demir çelik tesisleri ile entegre olmuş dead burned dolomit üreticileri bulunmaktadır. Bunlar; Vereeniging Refractories (Güney Afrika), Tata Refractories (Hindistan). Entegre tesis olarak özellikle BDT, Ortadoğu ve Hindistan'da bulunmaktadır. Tablo 2'te Refrakter dolomit üreten şirketler ve ilişkide bulunduğu şirketler verilmektedir.

Tablo 2. Ana Refrakter Dolomit Üreticileri ve İlişkide Bulunduğu Kuruluşlar.

ANA ŞİRKETLER	ÜRETİM YAPAN KURULUŞLAR	REFRAKTER TESİSLERİ
Baker Refractories, ABD	Baker Refractories, ABD	Var
Lhoist Group, Belçika	SA Dolomies de Marche-les-Dames, Belçika	Var
Laradus Vermögensverwaltung GmbH, Almanya (Lhoist payı % 20)	Wulfather Feuerfest und Dolomitwerke GmbH & Co. Almanya	Var
Lafarge SA, Fransa	Redland Aggregates Ltd. İngiltere Redland Quarries Ltd. Kanada Redland Ohio Inc. ABD	Yok
Veitsch Radex AG, Avusturya	Dolomite Franchi SpA, İtalya	Var
Carmeuse, Belçika	Calcinor SA Dolomitas del Norte SA, İspanya	Yok

Kaynak: Industrial Minerals June 1998, Refractory Dolomite Ed. Mike O'Driscoll.

Polonya'da refrakter kullanım için yılda 200-250 bin ton dead burned dolomit tüketilmektedir. Polonya'da ana dolomit cevheri üreticisi Gornicze Zaklady Dolomitowe SA (yılda ortalama 0.7 milyon cevher üretilmektedir.), dead burned dolomit üreticileri ise Chrzanow (50 bin ton/yıl), ZD Szczakowa, Jaworzna (230 bin ton/yıl) ve Krakow'daki PMO Krakow (150 bin ton/yıl) 'dır.

Ukrayna'da Donetsk-Dokuchaevsk'deki Ukrudprom-Dokuchaevsk Flux Dolomite Combine şirketi 1994 yılında 260 bin ton dead burned dolomit, Nikitovsky Dolomite Works 90 bin ton civarında ateş dolomit refrakteri üretmiştir. Rusya'da Chelyabinsk-Satka'daki Magnezit şirketi yılda 200 bin ton refrakter üretim kapasitesine sahip tesisler bulunmaktadır.

Almanya'da 1909 yılından beri faaliyette bulunan Dolomitwerke şirketi, çeşitli şirketlerle entegrasyon halinde olmuştur. Şu andaki ismi WRCG (Wülfrath Refractories / Ceramics Group) olup, yılda 2 milyon ton ham dolomit üretmekte ve bundan da 400 bin ton/yıl dead burned dolomit elde etmektedir. WRCG dead burned dolomit üretiminin yanı sıra refrakter dolomit üretimi de yapmaktadır. WRCG yılda, 270 bin ton briket ve 100 bin ton monolitik üretmektedir.

Baker refractories, Kuzey Amerika'da etkili olan ve kendi alanında bir çok şirketle organik bağlar kuran önemli bir şirkettir. York'daki Baker madenlerinden yılda 1 milyon ton civarında ham dolomit, 200 bin ton dead burned dolomit üretmektedir. Üretiminin % 85 'ini kendi tesislerinde kullanmakta geri kalanını satmaktadır.

Lhoist Group, Belçika, yılda 200 bin ton dead burned dolomit üretim kapasitesine sahiptir. Dolomies de Marche-les-Dames'den gelen dolomit üretiminin % 50'si, Fransa'daki refrakter tesisleri tarafından tüketilmektedir.

Redland şirketlerini satın alan Lafarge, Fransa şirketi, Amerika ve Kanada'da bulunan dolomit madenlerini işletecek ve bu madenlerden toplam 1 milyon ton/yıl kapasite ile refrakter kireç ve dead burned dolomit üretecektir.

İtalya'nın tek dolomit şirketi olan Dolomite Franchi SpA, Brescia yakınlarındaki Marone madenini çalıştırmakta ve yılda 140 bin ton dolomit üretmekte ve bu üretimi kendi tesislerinde dead burned dolomit üretmek için kullanmaktadır.

Bir İspanyol şirketi olan Dolomitas del Norte, Belçika Carmeuse şirketi tarafından satın alınmıştır ve Cantabria'daki Montehano tesislerinde kullanmak üzere 50 bin ton dead burned dolomit üretmektedir.

BDT devletlerinde olduğu gibi Hindistan'daki şirketler de demir çelik tesisleri bünyesinde çalışmaktadırlar. Hindistan'ın önemli refrakter üretim şirketi olan TATA Refractories Ltd. (TRL), TATA Iron Steel Co. (TISCO) ile entegre olmuştur. Dolomitwerke (Almanya) firmasının teknik destekleri ile Orissa-Belpahar'da 21 milyon dolar harcanarak refrakter dolomit tesisi kurulmuş ve TRL tarafından yılda 30 bin ton dolomit refrakter ürünleri üretmektedir.

Güney Afrika Vereeniging Refractories firması 1500 ton/ay kapasiteli dead burned dolomit üretmektedir ve Güney Afrika'nın tek üreticisi konumundadır. Ham dolomit iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlar Cape provensindeki Vredandal bölgesi ve Transvaal Mooiplaas bölgesidir. Ortalama nakliyat hariç fiyatı, Mooiplaas bölgesi için 6-7 \$/ton, Vredandal bölgesi için 26\$/ton'dur.

2.3.1. Dead Burned Dolomit Üretim ve Özellikleri

Dead burned dolomit, doğal dolomitin ($\text{CaCO}_3, \text{MgCO}_3$) döner ve dik fırınlarla, kömür veya linyit kullanılarak kalsine edilmesi ile elde edilmektedir. Kalsinasyon veya sinterleme prosesi ham dolomitin kristal boyutu ve tane boyutu ile doğrudan ilişkili olmaktadır. Fakat burada etkili faktör, curuflaşma özelliklerini ortaya koyan emprütelerin miktarıdır. Demir oksit, sinterleme hızı ve yayılımı bakımından önemli etkiye sahiptir.

Ham dolomitin, dead burned dolomit işlemi için -25 + 5 mm boyut aralığına kırılarak, fırına şarj edilir. Dik fırın kullanılması durumunda, +50 mm'den büyük parçaların kullanılması gerekmektedir. Ayrıca kullanılan dolomitin, aşağıda verilen koşullara da uygun olması gerekmektedir.

1. Hacimce MgO oranının % 18'den büyük olmalı.
2. CaO/MgO oranının 1.6 'dan küçük olmalı
3. Safsızlık her boyut dağılımı için; $\text{SiO}_2, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{MnO}$ içeriği %0.5-1.5 arasında olmalı.
4. Kristal Boyutu <0.3 mm ve mümkün olduğunca homojen olmalı
5. Hacimce Porozite < %5 olmalı
6. Ham durumda ve kalsine durumda yeterli mukavemete sahip olmalı

Dead burned dolomit, farklı kalitede iki ürün olarak üretilmektedir. Bunlardan birincisi yüksek saflık dereceli (High Purity Grade) üründür. Bu ürün 1800 °C sıcaklıkta ve direkt kalsinasyon işlemi ile elde edilmektedir. Elde edilen ürünün yoğunluğu 3.2 gr/cm³'dür. Bu işlem dolomitin peletleme, sinterleme veya kalsinasyonu ile elde edilir. İkinci ürün iyi kaliteli ürün(Fettleing Grade) 'dür. Bu ürün 1400 ile 1600 °C arasında, demir oksit yardımıyla dolomitin döner fırınlarda kalsinasyonu ile elde edilmektedir. Kalsinasyon, pişirme prosesini birinci aşamasında önemli role sahip olmaktadır. Eğer sinterleme yeteneği zayıf ise ikinci kalsinasyon aşaması gerekli olabilmektedir. Dolomit magnezya klinkeri eldesi için 1800°C sıcaklıkta hem karbonatların hemde oksitlerin yoğun bir şekilde karıştırılarak biriktelenmesi ve daha sonra kalsine edilmesi gerekmektedir. EAF teknolojisi kullanılarak 70/30 dolomit/magnezya oranında bir karışım hazırlanarak fused dolomit elde edilmektedir.

Gri kahverengi renge sahip olan dead burned dolomitlerin yoğunluğu 3.0 'den büyük, porozite oranı % 8'den küçük, kristal boyutlarında 2-20 mikron arasında olmaktadır. Dolomitler arzu edilen son kullanım alanının gereksinimlerine uygun olarak değişik MgO/CaO oranına sahip olabilmektedirler. Ancak safsızlık miktarının % 2 'den az olması zorunludur. Tipik olarak, refrakter endüstrisinde kullanılan dead burned dolomitler % 40 civarında MgO, % 58 civarında CaO ve maksimum % 2 civarında toplam SiO₂ , Al₂O₃ ve Fe₂O₃ gibi emrüteler içermesi gerekmektedir. Refrakter kaliteli dead burned dolomit içeriği Tablo 3'te verilmektedir.

Tablo 3. Refrakter Kaliteli Dead Burned Dolomit Özellikleri .

ELEMAN	MİKTAR %
CaO	58-62
MgO	36-41
SiO ₂	0.5-1.5
Fe ₂ O ₃	0.5-1.0
Al ₂ O ₃	0.2-0.8
MnO	0.1-0.2

Industrial Minerals June 1998

2.3.2. Üretim Yöntemi ve Teknoloji

Çoğu dolomit madenleri dünyada açık işletme yöntemleri ile işletilmektedir. Ancak bazı ekonomik ve çevre koşulları nedeniyle kapalı işletme olarak çalışan işletmelerde mevcuttur.

Açık işletme yöntemi, delme patlatma ve basamak oluşturularak yapılmaktadır. ABD 'de 1989 yılında toplam 57 milyon ton karbonatlı kayaç üretimi yapılmış ve bunun da % 7.5'i kapalı işletmelerden elde edilmiştir.

Dolomit üretiminde her ne kadar açık işletme yöntemi yaygın ise de İsveç'te "Emstron" ve Finlandiya'daki "Lohja Corp" şirketleri kapalı işletme yöntemi ile dolomit üretmektedirler. Kapalı maden işletmeciliği oda-topuk yöntemi ile yapılmakta olup, 13.5x15 m'lik odalar oluşturulmaktadır. Arazi koşullarına bağlı olarak, 15 m. yüksekliğe kadar tavan yüksekliği

bırakılabilmektedir. Üretim panolarından cevher nakliyatı 22-45 ton'luk kamyonlar vasıtasıyla yapılmaktadır.

Dead burned (veya fused) dolomitler, dolomit kaynaklı refrakterlerin ana yapılarıdır. Tipik olarak, % 40'dan az MgO, % 50'den fazla CaO içerirler. Kullanılan yerlerin özelliklerine ve performansına bağlı olarak, zirkon, magnezya, fused malzeme, demir oksit ve diğer spesifik malzeme konsantrasyonları değişir. Bu tip katkılı refrakter dolomitlere zengin dead burned dolomit adı verilir. Ayrıca bunlardan monolitikler veya özel şekillerde preslenmek suretiyle değişik kullanım amaçlı biriket ürünler elde edilir.

Magnezya dolomit biriketleri, dead burned veya fused dolomit ile dead burned veya magnezyanın 70/30, 50/50 ve 30/70 gibi değişik oranlarda karışımından oluşmuş ürünlerdir. Bu ürünler % 50-90 arasındaki MgO, % 10-20 arasında CaO içermektedirler.

Dead burned dolomitler istenilen formülasyonda karıştırıldıktan sonra bağlayıcı malzeme eklenerek preslenmektedir. Bu tür briketlerin eldesi için iki ana yol bulunmaktadır. Bunlar;

Seramik veya doğrudan bağlı ateş biriketler : Sinter veya fused dolomitler 1500 °C'lik tünel fırınlarda ısı işleme tabi tutularak hidrasyona karşı mukavemetinin artması için bitüm veya zift empenye edilmektedir. Burada sisteme zirkon eklenmesi termal şoklara karşı dayanımı arttırmaktadır.

Karbon veya resin bağlı (temperlenmiş) biriketler : Bağlayıcı olarak kömür katranı veya fenol resinler kullanılarak grafit veya karbon olup veya olmaksızın (olması durumunda cüruflaşma direnci artar), sinter dolomit ve düşük demirli magnezya 300 °C'de temperleme işlemine tabi tutularak magnezya-dolomit klinkeri elde edilir.

Demir çelik endüstrisinde refrakter malzeme olarak kullanılan dolomit astarların avantajları şunlardır;

Ergimiş çeliğe daha düşük düzeyde oksijen sağlar.

1. Vakum ve atmosfer basıncından daha düşük basınç koşullarında, yüksek stabilite gösterir.
2. Düşük FeO içerikli proses cüruflarına karşı yüksek direnç gösterir. Dolomit astar ayrıca Çimento fırını yanma zonunda iyi kaplama davranışı gösterir.

Dolomit astarların dezavantajları;

1. Nemli ortamlarda hidrasyona duyarlıdır.
2. Asit curuf proseslerine karşı direnci düşüktür.
3. Karbon yanıp uzaklaştıktan sonra, karbon bağlı biriketler curuf infiltrasyonuna maruz kalabilir.
4. Curuf tarafından yoğun biçimde infiltrasyona uğramış biriketlerin sıcak yüzünde kırılma oluşur.
5. Refrakter astardaki CaO, SO₃ ve CO₂ ile reaksiyona girerek çimento fırınlarında tuz oluşmasına yol açar.

2.3.3. İkame Ürünler

Kalsiyum Karbonatlı kayaçlar yerine kullanılabilir olan alternatif mineraller aşağıda verilmiştir.

- Dolgu Malzemesi ATH, barit, feldspar, kaolin, mika, nefelinli siyenit, perlit, pirofillit, talk, mikrokristalen silika, vollastonit
- Agregat bazalt, çört, diabaz, granit, kuvarsit, kumtaşı, şist, mıcır
- MgO manyezit, deniz suyu veya tuzlu su manyezit ve brüsit
- Refrakter manyezit, krom-manyezit, olivin

2.4. Dış Ticaret

Karbonatlı kayaçların pazarlanmasında; tane boyutu ve tane boyut dağılımı, CaCO₃ içeriği, yağ absorpsiyon özelliği, demir oksitli istenmeyen safsızlık ve asitte çözünemeyen madde miktarı, dolomitte MgO içeriği, önemli olan parametrelerdir. Dünyanın bir çok yerinde ihracat ve ithalat yapılmakla birlikte dolomit ihracatçısı ülkelerin başında Belçika, Kanada ve Güney Kore gelmektedir. En büyük dolomit ithalatçısı ülkeler ise Japonya, Fransa ve İngiltere'dir. Dolomit sektöründeki önemli bazı şirketler; Baker Refractories, ABD, Lhoist Group, Belçika, Laradus Vermögensverwaltung GmbH, Almanya, Lafarge SA, Fransa, Veitsch Radex AG, Avusturya, Carmeuse, Belçika, SA Dolomies de Marcheles-Dames, Belçika, Wülfrather Fuerfest und Dolomitwerke GmbH&Co., Almanya, Redland Aggregates Ltd İngiltere, Redland Quarries Ltd Kanada, Redland Ohio Inc ABD, Dolomite Franchi SpA, İtalya, Calcinor SA, Dolomitas-del Norte SA İspanya'dır.

3. TÜRKİYEDE DURUM

3.1. Rezervler

Dolomit Türkiye'de Kambrien'den Tersiyer'e kadar oldukça uzun bir yaş aralığında bulunmaktadır. Coğrafik olarak da oldukça yaygındır. Hemen hemen her yörede az veya çok miktarda dolomit zuhurlarına rastlamak mümkündür. Dolomit, kireçtaşlarında kalsiyumun yerini kısmen magnezyumun alması ile oluşmaktadır. Bu yüzden bu iki kayaç grubu daima beraber buldukları gibi birinden diğerine de kolaylıkla geçiş göstermektedirler. İyi bir dolomitte MgO miktarı % 20 civarında olmaktadır. Türkiye'de bulunan dolomitler sanayide kullanılabilir nitelikte olup genellikle demir içerikleri de düşüktür. Ülkemizde dolomit coğrafik olarak oldukça geniş bir yayılım göstermektedir. Buna rağmen dolomit etüdleri devam ettirildiği sürece ortaya daha çok sayıda dolomit yataklarının çıkacağı açıktır. En azından mevcut yataklar ülke ihtiyacını uzun yıllar rahatlıkla karşılayabilecek durumdadır. Günümüzde üretim yapılan ve yapılmayan değişik büyüklüklerde bir çok dolomit yatağı mevcuttur. Tablo 4'de Türkiye dolomit yatakları ve rezervleri verilmektedir.

Tablo 4 Türkiye Dolomit Yatakları ve Rezervleri.

BÖLGE	MgO (%)	Rezerv (x10 ³ Ton)
Kırklareli-Dereli	18-21	10920 (Görünür+ muhtemel)
Malatya-Hekimhan-Zorbehan	20-21	122 (Görünür)
Zonguldak-Alaplı-Ormanlı	16-20	393 (Muhtemel)
Zonguldak-Eflani		95 (Görünür+ muhtemel)
Zonguldak-Devrek		20 (Görünür+ muhtemel)
Marmara Adası	20-21	40 (Görünür+ muhtemel)
Hatay-Harbiye	19	880 (Görünür+ muhtemel)
Gaziantep-Fevzipaşa	18	
İçel-Gülnar-Aydıncık	19-20	
İçel-Kurudere		
Konya-Yunak-Kocayazı		10 (Muhtemel)
İzmir-Karaburun-Çeşme	20-21	684000 (Görünür+ muhtemel)
İzmir-Torbalı-Cumaovası	17-21	7919 (Görünür+ muhtemel)
Antalya-Akseki	19-20	500 (Görünür+ muhtemel)
İstanbul-Şile		9932 (Görünür+ muhtemel)
Kocaeli-Gebze		621455 (Görünür+ muhtemel)
Çankırı-Eskipazar-Sofular	18-21	236520 (Görünür+ muhtemel)
Bartın-Kurucaşile	15-21	335000 (Görünür+ muhtemel)
Hatay-Payas	20	24500
Antalya (Komdullak)		50000
Aydın-Karataş		200000
Bursa-Köybaşı		5000
Eskişehir-Kaşhöyük		3000
Gümüşhane-Spelea deresi		1000000
Zonguldak-Balıkısık		4000

Kaynak : DPT VII. Beş Yıllık K.Planı ÖİK Raporu

3.2. Tüketim

Dünyada olduğu gibi ülkemizde de karbonatlı kayalar bir çok endüstri dalında yaygın olarak kullanılmaktadır. Dolomitin büyük bir bölümü demir-çelik sanayiinde kullanılmaktadır.

Karbonatlı kayalar farklı özellikleri sayesinde bir çok endüstri dalında kullanılan hammaddelerdir. Dolomitin fiziksel ve kimyasal yapısına bağlı olarak bir çok kullanım alanı mevcuttur. Kimyasal özellikleri göz önüne alındığında dolomit MgO içermesinden dolayı gübre yapımında ve toprak ıslahında, çimento, tuğla, dolomitik sönmemiş kireç soda sanayii ve cam endüstrisinde kullanılmaktadır. Dolgu maddesi olarak da özellikle boya ve kimya endüstrisinde önemli bir yere sahiptir. Ancak en önemli tüketim alanı demir-çelik sanayidir. Bu endüstri

dalında cüruf yapıcı ve refrakter malzeme imalinde kullanılmaktadır. Ülkemizde ilk olarak 1954 yılında T.D.Ç.İ. tarafından refrakter malzeme olarak kullanılan dolomit son zamanlarda yüksek fırınların astarlanmasında ateşe dayanıklı tuğla yapımında manyezitin yerini almıştır. Demir-çelik sanayide cüruf yapıcı olarak kullanıldığında ayrıca başta Kükürt olmak üzere bazı safsızlıkların cürufa geçmesini sağlamaktadır.

Dolomitin çok büyük bir bölümünü tüketen Erdemir, İsdemir, Kardemir, Şişecam A.Ş., Anadolu Cam sanayii, Kromsan ve Tügsaş'tır. Bu kuruluşların 1988-1993 yılları arasındaki ortalama yıllık tüketimi 550 bin ton civarındadır.

3.3. Üretim

Tablo 5'de ise Dolomit ruhsat sahaları ve sahipleri verilmektedir.

Tablo 5 Türkiye Dolomit Maden Ruhsatları

İL	İLÇE	RUHSAT SAHİBİ	İR NO
Bolu	Akçakoca	Aslantaş İnşaat San. Tic. A.Ş.	3634
Bursa	Harmancık	Kale Maden End. Ham. San. Tic. A.Ş.	5250
Eskişehir	Beylikova	Sakarya Maden Sanayii	5750
İçel	Merkez	Çamiş Madencilik A.Ş.	3367
İçel	Merkez	Çamiş Madencilik A.Ş.	3081
İzmir	Bornova	Dere Maden İnşaat Yapı Malz.San. Tic.	5827
İzmir	Buca	Polat Maden ve San. Tic. A.Ş.	6044
İzmir	Merkez	Zeynel Özışmen	4544
Karabük	Yenice	Karabük Demir Çeliksana. Tic. A.Ş.	3979
Kastamonu	Cide	Ereğli Demir Çelik Fab. T.A.Ş.	4341
Kırklareli	Demirk.y	Çamiş Madencilik A.Ş.	5788
Kocaeli	Gebze	İkon İnşaat San Ltd. Şti.	4704
Manisa	Akhisar	Doğal Maden ve Tic Ltd. Şti.	4235
Muğla	Bodrum	Sem Mad.Paz.İth. ve İhr. San. Ltd. Şti.	4907
Muğla	Bodrum	Sem Mad.Paz.İth. ve İhr. San. Ltd. Şti.	5046

Kaynak : Maden İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, 1999.

Karabük Demir Çelik Sanayii ve Tic. A.Ş., Balıkısık sahasından dolomit ve Cumayanı sahasından ise kireçtaşı üretimi yapmaktadır. Karabük İli, Yenice ilçesi Balıkısık mevki Filyos çayı Alabalık deresi arasında kalan Balıkısık dolomit sahaları, toplam 2.5 milyon ton görünür rezerv 8.0 milyon ton muhtemel rezerv içermektedir. Cevher % 15-23 MgO, % 0.5-7.0 SiO₂ ve % 29-47 CaO içermektedir.

Maden üretimi, açık ocaklardan 12 m. yükseklikte basamaklar oluşturularak yapılmaktadır. İşçilik verimi 510 ton/adam ay olup, dekapaj oranı %5'tir. Kırma eleme dahil ocak maliyeti 6,08

\$/ton civarındadır. Maden üretimi yılda 156 gün yapılmaktadır. -25+10 ve -200+25 mm boyut gruplarında dolomit üretilmektedir. Balıksık dolomit işletmesine ait üretim ile ilgili bilgiler Tablo 6'da verilmektedir.

Tablo 6. Kardemir Balıksık Dolomit İşletmesi Üretimi.

YILLAR	ÜRETİM (Ton)	MgO (%)
1994	22.012	18.23
1995	56.521	19.54
1996	39.563	19.74
1997	-	-
1998	72.051	20.41

Kaynak : Kardemir'den alınan bilgiler, 1999

Kardemir, 1998 yılı sonunda Siemens Martin Ocaklarını terk ederek Konverter teknolojisi ile çelik üretimine geçmiştir. Bu nedenle önümüzdeki 5 yıl içerisinde dolomit kullanımı olmayacaktır.

Dolomit üç yılda bir sekiz aylık bir süre içinde üretilmektedir. Bu şekilde üretilen dolomit, üç yıl içinde stoktan kullanılarak tüketilmektedir. Dolomit 26 Km. mesafedeki demir-çelik fabrikalarına kara yolu ile nakledilmektedir. Nakliye maliyeti 3.04 \$/Ton civarındadır. Maden ve tesislerde toplam olarak bir maden müh., bir maden çavuşu, bir usta başı ve 25 işçi çalışmaktadır.

Eti Alüminyum A.Ş.'ne ait Yaşar Altınkaya Dolomit ocağı, 34.8 milyon ton görünür, 47.0 milyon baz rezerv olmak üzere toplam 80 milyon ton civarında rezerve sahiptir. Ortalama içerikler % 19.4 MgO, % 30 CaO ve % 2.88 SiO₂ 'dir. Tesis için gerekli hammadde 6000 ton/yıl olup 15 günlük sürede hazırlanmaktadır. İsdemir'in ihtiyacına göre ocağın çalışma süresi değişmektedir.

Camış Madencilik (Şişe Cam A.Ş.'nin yan kuruluşu)'in , yıllık 150-200 bin tonluk üretimi vardır. bulunmaktadır. Yıllara göre üretim miktarları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Cam İş Madencilik Dolomit Üretimi.

YILLAR	ÜRETİM (TON)
1994	150.293
1995	163.146
1996	208.133
1997	231.358
1998	238.808

Kaynak Cam İş Madencilik A.Ş.'den alınan bilgiler ,1999

Tablo 8.'de Ham Dolomitin 1997-1998 yılı üretim değerleri verilmektedir. Tablo 9.'da Türkiye'de Dolomit cevheri üreten çeşitli kuruluşlara ait bilgiler toplu halde verilmiştir.

Tablo 8. Ham Dolomitin 1997-1998 Yılı Üretim Miktarları

MADENİN CİNSİ	1997 YILI ÜRETİM DEĞERLERİ (000 TL)			1998 YILI ÜRETİM DEĞERLERİ (000 TL)		
	Özel	Devlet	Toplam	Özel	Devlet	Toplam
Dolomit	497,497	192,492	689,989	576,052	253,729	829,781

Kaynak : DIE Verileri,1999

Tablo 9. Türkiye'de Dolomit Üretimi Yapan Önemli Kuruluşlar ve Üretim Değerleri

ŞİRKET ADI	Cevher İle İlgili Bilgiler			Cevher Hazırlama İle İlgili Bilgiler			DİĞER
	Rezerv Bilgileri	Cevher Niteliği	Cevher Üretimi (Son 5 Yıllık)	Kapasite	Yöntem	Ürün Nitelikleri	
Eti Alüminyum A.Ş. (Yaşar Altınkaya dolomit ocağı İSDEMİR'e dolomit sağlıyor.)	Görünür rezerv 34.800.000 ton, Muhtemel rezerv 60.000 ton Potansiyel rezerv 47.000.000 ton	MgO % 19,41, SiO ₂ % 2.88 CaO % 29.95	6000 ton/15 gün	Kırma Eleme Tesisi 100 Ton/Saat Kapasitelidir.			Ocağın çalışma süresi İsdemir Fabrikalarının İhtiyacına göre değişmektedir.
KARDEMİR	Görünür rezerv 5.000.000 ton, Muhtemel rezerv 8.000.000 ton	MgO % 15-23 SiO ₂ % 0,5-7	1994 : 22,012 ton 1995 : 56,521 ton 1996 : 39,563 ton 1998 : 72,051 ton	Yıllara göre tesise beslenen tüvenan cevher ; 1994 : 36,700 ton 1995 : 94,200 ton 1996 : 66,000 ton 1997 : üretim yok 1998 : 120.000 ton	Kırma, Eleme	10-25 mm ve 25-200 mm olmak üzere 2 ebatta dolomit üretilmektedir MgO : 18-23 SiO ₂ : % 0,5-3	Dolomit 3 yılda bir 8 aylık bir süre içinde üretilmektedir. Üretilen Dolomit 3 yıl içinde stoktan kullanılarak tüketilir.
Camış Madencilik-Anadolu Cam Sanayii	Dolomit sahalarının 2 adeti Mersin civarında, kalan 6 adeti Marmara bölgesindedir. Marmara bölgesindeki sahaların 3 tanesi Kırklareli'nde 3 tanesi Marmara Adasındadır		1994 : 150,293 ton 1995 : 163,146 ton 1996 : 208,133 ton 1997 : 231,358 ton 1998 : 238,808 ton			Tesislerde çok çeşitli ürün üretildiğinden ürün niteliklerini ayrı ayrı vermek mümkün olmamaktadır.	Sahaların 5 tanesi İşletme 3 tanesi ön işletme ruhsatlıdır. -retim 5 adet sahadan yapılmaktadır.

Kaynak : İlgili Kuruluşların yazılı bilgileri.

Türkiye'de toplam dolomit ham cevheri üretim miktarları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10 Dolomit Ham Cevheri Üretim Miktarları

HAM CEVHER	1998 ÜRETİM (TON)	1999 ÜRETİM (TON)
DOLOMİT	829.775	921.105

3.3.1. Ürün Standartları

Karbonatlı kayaçlar birçok alanda tüketilmektedir. Bu nedenle de gerekli olan nitelikler ve sınırlamalar da değişiklikler göstermektedir.

Dolomitte kullanılacağı yere göre bazı fiziksel ve kimyasal özellikler aranmaktadır. İskenderun demir çelik tesislerinde sinter ve yüksek fırınlarda kullanılan dolomitte;

MgO : % 20.08
CaO : % 29.54
Al₂O₃ + SiO₂ : % 2.82
olması gerekmektedir.

Ayrıca ateş zayıtatının % 46.38 ve nem oranının da % 3'ü aşmaması gerekmektedir.

Bununla beraber;

Sinterde kullanılacak olan dolomitin : 0-80 mm
Yüksek fırında kullanılacak dolomitin : 5-35 mm
Çelikhanede kullanılacak dolomitin : 35-60mm

boyut grubunda olması gerekmektedir.

Ereğli demir çelik fabrikalarında dolomitte aranılan özellikler ise şu şekildedir;

MgO : % 18.50 min.
CaO : % 33.00 max.
Al₂O₃ + SiO₂ : % 2.50 max.
Tane boyutu : 10-100 mm arasında olması gerekmektedir.

Şişe Cam Fabrikalarında aranılan özellikler;

MgO : % 19
CaO : % 34

Bunun yanısıra tane boyutunda bazı sınırlamalar bulunmaktadır. Örneğin; kullanılan malzemedeki +3.18 mm boyutlu malzeme oranı maksimum % 1, + 125 mikron boyutlu malzeme

oranının da min % 5 olması gerekmektedir. Isı ve ses izolasyonunda kullanılacak cam pamuğu imali için kullanılan dolomitlerde aranılan özellikler Tablo 11'de verilmektedir.

Tablo 11. Isı ve Ses İzalasyonunda Kullanılan Dolomitlerde Aranılan Özellikler

Eleman	Min (%)	Max (%)
MgO	10	13
CaO	16	21
Al ₂ O ₃	8	12
Fe ₂ O ₃	2	3
SiO ₂	24	32
Ateş Zayıtı	26	29

Kaynak : DPT VII. Beş Yıllık K.Planı ÖİK Raporu.

Görüldüğü üzere çeşitli sanayi dallarında kullanılan dolomitlerde amaca göre birbirinden farklı fiziksel ve kimyasal özellikler istenmektedir. Ayrıca üreticiler, piyasanın gereksinimine göre kalsine dolomit, sinter dolomit ve dead burned dolomit gibi değişik tiplerde, kısmen işlenmiş dolomit olarak da vermektedir.

3.3.2. Maliyetler ve Maliyet Analizleri

Dolomit üretimi diğer taşocaklarında kullanılan yöntemlerle aynı şekilde olmaktadır. Öncelikle varsa üzerindeki örtü tabakası kaldırılmakta ve daha sonra açılan deliklere patlayıcı madde doldurulmak suretiyle patlatma yapılmaktadır. Patlatma sonucunda varsa büyük bloklar yeniden çeşitli yöntemlerle parçalanarak kırıcıya gönderilmektedir.

Bu işlemlerin sürdürülmesi sırasında işçilik, yakıt, patlayıcı madde, enerji, makine ekipman, sigorta, vergi, harç, kira ve benzeri giderler birim üretim girdilerini oluşturmaktadır.

Dolomit ocaklarının büyük bir bölümü müteahhit vasıtasıyla işletilmektedir. Bu yüzden sağlıklı bilgi temin etmek mümkün olamamıştır. Ancak genel olarak dolomit toplam üretim maliyetlerinin 1993 yılı için kırma eleme dahil olmak üzere 2.0 \$/Ton (28000 TL/Ton) civarında olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında tüketicinin stok sahasındaki maliyeti de söz konusu olduğundan, toplam maliyet ocaktan ocağa ve tüketiciden tüketiciye değişiklik göstermektedir.

3.3.3. Ürün Fiyatları

1995-1998 yılları arası dolomit ürün fiyatları Tablo 12'te verilmektedir.

Tablo 12. Dolomit Ürün Fiyatları

Gümrükte Tarife İstatistik Pozisyonu	Madenin Cinsi	1995* \$/Ton	1996 \$/Ton	1997 \$/Ton	1998 \$/Ton
*	Dolomit-Öğütülmüş Ham	386.3	-	-	-
25.18.10.00.00.11	Dolomit-Öğütülmüş, Diğer	-	210.0	340.0	354.0
25.18.10.00.00.19	Dolomit-Diğer, Ham	346.4	280.0	283.0	161.0
25.18.20.00.00.11	Dolomit-Kalsine, Öğütülmüş	364.4	378.0	450.7	332.0
25.18.20.00.00.19	Dolomit-Kalsine, Diğer	530.5	360.0	296.0	488.0
25.18.30.00.00.00	Dolomit(Katranlı Dolomit Dahil)- Aglomera	228.6	247.0	228.0	399.0

Kaynak : DİE Dolomit İthalat verilerinden hesaplanmış, ortalama değerlerdir.

*1995 yılına ait gümrük numaraları; 1996,1997 ve 1998 yıllarına ait olan GTİP numaralarından farklıdır

Ülkemiz ve Dünya Ticareti

1998 ve 1999 yıllarında Türkiye'nin dolomit bazlı ürünlerde ihracat ve İthalatı Tablo 13'de verilmiştir.

Tablo 13 Türkiye Dolomit İhracatı-İthalatı

ÜRÜN CİNSİ	1998 Miktar (Ton)	1998 Değer (USD)	1999 Miktar (Ton)	1999 Değer (USD)
İHRACAT				
Kalsine Edilmemiş (Hammadde)	1998	78,638	20,909	391,122
Kalsine Dolomit	4,7	2,888	226,2	17,154
Bloklar, Kalın dilimler halinde kesilmiş	2002,6	81,526	21.135,5	408,276
İTHALAT				
Kalsine Edilmemiş (Hammadde)	448,7	136,242	555,9	107,979
Kalsine Dolomit	280,0	113,884	1.892,6	343,585
Bloklar, Kalın dilimler halinde kesilmiş	771,3	267,098	2.454,6	454,247

Kaynak : DİE

3.4. Çevre Sorunları

Her maden işletmesinde olduğu gibi dolomit işletmelerinde de dekapaj malzemesi, pasa ve benzeri artıklar ocak civarına dökülmektedir. Ayrıca gürültü ve toz çevreyi olumsuz yönde etkileyen diğer faktörlerdir. İşletmenin başlaması ile birlikte ocak ve civarı doğal görünümünden uzaklaşmaktadır.

Gelişmiş ülkelerde ya işletme devam ettiği sürece yada sona erdikten sonra çevre yeniden düzenlenmekte ve eski görünümüne kavuşturulmaktadır. Ülkemizde tahrip edilen çevrenin doğanın eski haline getirilmesi için ÇED yönetmeliği çerçevesinde çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Orman Bakanlığı'nda tahrip olan doğayı eski haline getirebilmek için "Ağaçlandırma Fon Bedeli" adı altında işletmecilerden bir miktar tahsilat yapılmaktadır.

4. MEVCUT DURUMUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Demir-Çelik sanayiinde, temiz çelik üretiminde zift ve reçine bağlı dolomit tuğlaların kullanılmaya başlamasıyla, Türkiye'de de 1994'te dolomit tuğlaların pota fırınlarında kullanımına başlanmıştır. Pota fırınlarında refrakter ömrünün artması ve refrakter maliyetlerinin azalması sonucunda, 2000 yılına gelindiğinde pota refrakterlerinde dolomit tuğla kullanım miktarı %80'in üzerine çıkmıştır. Ortaya çıkan bu gelişmeler, bir manyezit ülkesi olan Türkiye'de refrakter üreticilerinin Magnezya-Karbon tuğla pazarına büyük ölçüde darbe vurmuştur. Dolomit tuğlaların temiz çelik üretimine faydalı olması ve refrakter tüketimi birim maliyetlerinin azalması magnezya-karbon tuğlalara karşı üstünlüklerini arttırmıştır. 1990 yılından itibaren, yurt içi pota fırınları refrakter ihtiyacının tümünü karşılamakta olan yerli refrakter üreticileri dolomit tuğlalar nedeniyle azalan pazarlarını tekrar kazanmak üzere çalışmalara başlamışlardır.

5. GELECEĞE YÖNELİK TAHMİNLER

Türkiye'nin 1983-93 yılları arasındaki dolomit üretim ve tüketim rakamlarına bakıldığında yıllara göre kayda değer farklılıkların olmadığı ve son 6 yılın ortalama dolomit tüketiminin 550 bin ton civarında olduğu görülmektedir. Bu dönemde herhangi bir gelişmeden bahsetmek söz konusu olmamaktadır.

Dolomit üretimi, kullanım alanları ve tüketimi açısından Türkiye ile dünya ülkeleri kıyaslanışında ülkemizde bu mineralden tam anlamı ile yararlanılmadığı sonucuna varılmaktadır. Örneğin ABD'de ve diğer sanayileşmiş ülkelerde dolomit büyük miktarlarda ve çok çeşitli sektörlerde kullanıldığı görülmektedir. Buna karşılık ülkemizde dolomit esas olarak demir çelik sektöründe ve cam sanayiinde kullanıldığı, bunun dışında kağıt, boya, seramik ve benzeri gibi çok geniş alanlarda kullanım olanağı mevcut olmasına rağmen çok az miktarlarda kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 14. 2000-2004 Yılları Arasındaki Türkiye'deki Belli Başlı Kuruluşların Dolomit Talep Gelişimi(Ton).

Kuruluşlar	2000	2001	2002	2003	2004	TOPLAM
Erdemir	25.000	82.000	82.000	82.000	82.000	353.000
İsdemir(±%30 toleranslı)	180.000	180.000	180.000	180.000	180.000	900.000
Kardemir	Üretim	Teknolojisi	değişti.	Kullanmıyor		
Şişe ve Cam A.Ş.	170.000	170.000	170.000	170.000	170.000	850.000
A.C. S.A.Ş.	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	75.000
Tugsaş	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	350.000
KÜMAŞ	20.000	20.000	22.000	22.000	25.000	109.000
TOPLAM	480.000	537.000	539.000	539.000	542.000	2.637.000

Kaynak : Kuruluşlardan Alınan Bilgiler.

Türkiye'de dolomit ocaklarının büyük bir bölümüne tüketici kuruluşlar sahiptir. Bu yüzden kendi üretim prospeksiyonlarına göre üretimi kontrol etme olanakları bulunmaktadır. Bunun dışında kalan küçük miktarlarda üretim yapan ocaklarda üretimlerinin yıllardır satış yaptıkları kuruluşlara verdiklerinden (Erdemir'e dolomit veren küçük üreticiler gibi) bunların üretimleri de tüketici tarafından kontrol edilmiş olmaktadır.

Dolomit dış ticaretine bakıldığında 7. Beş Yıllık Plan döneminde yok denecek düzeyde dış ticaret olduğu görülmektedir. Bu durum dolomitin bir dış ticaret malzemesi olmayacağını göstermektedir. Bu yüzden 8. Beş Yıllık Plan döneminde önemli ölçüde dış ticaret beklenmemektedir.

Üretim yöntemleri teknolojisinde gelişmeler maden işletmeciliğini etkileyeceği gibi dolomit işletmeciliğine de katkı sağlayacaktır. Ancak asıl önemli gelişme dolomit kullanımını artıracak teknolojik gelişmelerin gerçekleşmesinde olacaktır.

MgO içeren mineraller içinde dolomitin tercih edileceği yöntemlerin ortaya çıkması, dolomit madenciliğinin olumlu yönde etkileyecektir. Fakat dünyada da demir çelik sanayiinde de dolomit yerine bazı demir çelik üreticileri tarafından yüksek oranda MgO içeren Olivinlerin

kullanılmasına başlanmıştır. Bu yöndeki teknolojik gelişme dolomit madenciliğini olumsuz yönde etkileyecektir.

Yurtiçinde dolomit üretim kapasitesi tüketimin üzerinde olduğundan, üretimi artırıcı yönde herhangi bir kapasite artırıcı yatırıma şimdilik gereksinim duyulmamaktadır. Tüketim miktarı mevcut üretim kapasitesinin üzerine çıkması halinde yeni yatırımlar gündeme gelecektir.

Dolomit Türkiye'de bol miktarda bulunan, işletme güçlükleri ve kimyasal evsaf yönünden herhangi bir problemi olmayan ve açık işletme yöntemiyle kolaylıkla üretilebilen bir hammaddedir. Ocak işletmelerinin genellikle tüketim alanlarına yakın bulunmaları ve üretim miktarlarının talep durumuna göre belirlenmesi nedeniyle önümüzdeki plan döneminde dolomit üretimi yönünden herhangi bir olumsuzluk beklenmemektedir.

Kaynaklar

1. DPT VII. Beş Yıllık Kalkınma Plânı ÖİK Raporu, DPT 1995.
2. Kardemir Bilgileri.
3. Erdemir Bilgileri.
4. Cam İş Madencilik Bilgileri.
5. Industrial Minerals and Rocks, Limestone and Dolomite D.D.Caar, L.F. Rooney.
6. Industrial Minerals June 1998, Refractory Dolomite Ed. Mike O'Driscoll.
7. İMİB Raporları.
8. DİE Rapor ve yayınları.
9. Endüstriyel Mineraller El Kitabı, İMİB 1999.
10. Diğer Kuruluş Bilgileri

OLIVİN

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: İsmail Hakkı ARSLAN	- ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör	: Ergün YİĞİT	- ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör	: Pınar ÖZEL	- DPT

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU

Başkan	: Dr.İsmail SEYHAN	- MTA
Başkan Yrd.	: Ekrem CENGİZ	- MTA
Raportör	: Oya YÜCEL	- MTA
Raportör	: Mesut ŞAHİNER	- MTA

TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ (OLİVİN)**Toprak Sanayii Hammaddeleri Alt Grubu**

Başkan	: İsmail İNEL	- MTA
---------------	----------------------	--------------

Olivin Çalışma Grubu

Başkan	: Dr. Ş.Ali SAYIN	- MTA
Üye	: Haşim AĞRILI	- MTA
Üye	: M.Ender KAYA	- BEYK A.K.D.M.SAN.

ÖZET

Olivin içeren en önemli kayaç dünitlerdir. Sanayide dünitlerin Mg'ca zengin cinsi olan Forsterit cinsi kullanılmaktadır. Dünitler çoğunlukla % 95-99 arasında olivin içerirler. Dünitlerin çoğunlukla % 95-99 kısmı olivin, geriye kalan % 1-5 kısmı da piroksen, serpantin, klorit ve spinel'den ibarettir.

Olivin madenciliği diğer mineraller ile karşılaştırıldığında oldukça yeni sayılır. Teknolojik ve fiziksel özelliğinden dolayı da son 25 yıl içinde Avrupa ve Dünya'nın birçok ülkesinde oldukça önemli bir mineral durumuna gelmiştir. Bu özelliklerinin yanısıra yerini alabileceği minerallerden ucuz olması da sanayide kullanma şansını artırmıştır. Diğer önemli bir unsur da kütleler halinde bulunan dünitlerin (olivin) açık işletmeye uygun olmalarının yanısıra, krom cevherinin zenginleşmesi sırasında yan ürün olarak doğrudan elde edilmesidir. Bu da işletme maliyetlerinde önemli düşüşler sağlayabilmektedir.

Olivin en fazla demir-çelik sanayiinde eritici, cüruf düzenleyici ve sinterleşme derecesini düşüren bir hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu özelliği ile çelik üretimi sırasında kullanılan kok miktarında yaklaşık % 20 kadar tasarruf sağlamaktadır.

Olivinin, diğer bir kullanım alanı da refrakter sanayiidir. Forsterit tuğla, ateş tuğlası, kimyasal bağlı tuğlalar ve çeşitli refrakter yapı ve malzemelerin imalinde de önemli miktarlarda olivin kullanılmaktadır.

Dünya'daki gelişmiş ülkeler sağlık ve çevre konusunda düzenledikleri yasalar ile serbest silis içeren mineral veya hammaddelerin kullanımını yasaklama yoluna gitmişlerdir. Bu nedenle döküm sanayi ve aşındırıcı (abrasiv) özelliğinden dolayı binaların, köprülerin ve benzeri çeşitli yapıların temizlenmesinde kullanılan kuvars kumları yerlerini olivine terk etmeye başlamışlardır. Yoğunluğunun fazla olması nedeni ile petrol platformlarını dengede tutma amacıyla yapılan sütunların çimentosunda ayrıca tren yollarının temelinde duyarlılığı sağlamak amacıyla da balast taşı olarak önemli miktarlarda olivin kullanılmaktadır.

Son yıllarda ısı ve ses yalıtımı sağlamak amacı ile kaya yünü olarak da olivin kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca özel boya ve beton üretiminde de kullanımını için çalışmalar başlatılmıştır.

Ülkemizde dünit Guleman-Kef, Adana-Karsantı (Kızılyüksek), Bursa-Orhaneli, Muğla-Fethiye, Köyceğiz, Beyşehir yörelerinde mostralara vermektedir.

a-) Bu yörelerde ülke ihtiyacını fazlasıyla karşılayacak milyarlarca ton dünit potansiyeli belirlenmiştir. Oluşumların limanlara yakın olması diğer bir avantajdır. Ayrıca bu iki yörede krom zenginleşmesi sonucu pasa şeklinde açığa çıkan dünitin kullanılması, çevrenin kirlenmesine de engel olacaktır.

b-) MTA Genel Müdürlüğünün yaptığı çalışmalar değerlendirme aşamasına gelmiş ve Türk sanayicisi artık olivini tanır ve kullanır olmuştur.

1. GİRİŞ

1.1. Olivinin Tanımı ve Sınıflandırılması

Ortorombik sisteminde kristalleşen olivin grubu mineraller esas olarak Mg^{+2} ve Fe^{+2} silikatlardan ibaret olup orto-silikat grubunda yer alırlar. Mg^{+2} ve Fe^{+2} in baskın olduğu uç mineraller Mg_2SiO_4 (Forsterit) ve $FeSiO_4$ (Fayalit) olarak isimlendirilmişlerdir. Kısacası olivin söz konusu olduğu zaman forsterit ve fayalit akla gelmektedir. Bu uç mineraller arasında teforit (tephorite, Mn_2SiO_4), fayalit-knebelit (fayalite-knebelite, $FeMnSiO_4$), pikroteforit (picrotephorite), montisellit (monticellite), kirstenit (kirchsteinite, $CaFeSiO_4$), glokokroit (glaucochroite, $CaMgSiO_4$) gibi mineraller de bulunmaktadır.

Esasen doğal olarak tamamen forsterit ve fayalitten oluşmuş mineral bulmak oldukça zordur. Bu sebeple kristaller isimlendirilirken içerdiği forsterit miktarı (Fo) ile belirtilmekte, yani Mg'un Fe'ye oranı esas alınmaktadır. Bu değerler Henriques (1958), Bowen ve Schoirer (1935) ve Bloss (1952) tarafından forsterit için Fo_{100-10} ve fayalit için ise Fo_{10-0} olarak tesbit edilmiştir.

Yukarıda belirtilen ara minerallerden başka, bu araştırmacılar tarafından iki uç mineraller arasında azalan Mg miktarı yani Fo değerlerine göre sırasıyla krisolit (chrysolite), hiyalosiderit (hyalosiderite), hortonolit (hortonolite) ve ferrohortonolit (ferro-hortonolite) mineralleri saptanmıştır. Ancak forsterit ve fayalit dışındaki olivin mineralleri tabiatta çok yaygın olarak bulunmazlar.

Olivin genellikle yeşil ve koyu yeşil renkte olup oldukça sert bir mineraldir. Güneş ışınları ve atmosferik şartlar ile renk, açık yeşile dönüşür. Sertliği Mohs'un kriterine göre 6,5-7'dir. Yoğunluğu da içerdiği Fe miktarına göre 3,22 ile 4,40 gr/cm^3 arasında değişmektedir.

Olivinler, özellikle Mg'lu olivinler, çoğunlukta ultrabazik ve bazik kayalar içerisinde bulunurlar. Olivinler ultrabazik mağmada ilk kristalleşen minerallerdir. Ultrabazik (peridotit) kayalar içerisinde en fazla olivin dunitler içerisinde bulunur. Teorik olarak dunit içerisindeki olivin miktarı % 95-99 arasındadır.

Dunitler genel olarak kütleler halinde, bazen de harzburjitler içerisinde dayklar şeklinde bulunurlar. Fe'ce zengin olivinlere yani fayalite çoğunlukla ferrogabrolarda, siyenitlerde, asidik ve alkali volkanik kayalarda rastlanmaktadır. Fe'ce zengin sedimentlerin reyonel metamorfizması sonucunda da fayalit oluşumuna rastlanmıştır (Tilley, 1936). Ayrıca dolomitlerin sıcaklık altında metamorfizmaya uğramaları sonucunda da Mg'ca zengin olivinlerin oluştuğu bilinmektedir.

Dünyada olivinler ile ilgili çalışmalar teknolojik özelliklerinden dolayı Mg'ca zengin (forsterit) olivinler üzerinde yoğunlaşmıştır. Doğal olarak saf forsterit bulmak oldukça zordur. Bu nedenle sanayide forsterit miktarı fazla olan olivinler tercih edilmektedir. Sanayide kullanılmakta olan olivinlerde genel olarak MgO miktarının % 42'nin üzerinde, toplam Fe-oksitlerin (Demir oksitler) miktarında % 7-8'den fazla olmaması istenmektedir. Ayrıca SiO₂ miktarının % 38-42 arasında, diğer metal oksitlerin toplamının % 3'den az ve ateş kaybının da % 1 civarında olması istenmektedir.

Saf forsterit bulamamanın yanında diğer bir problem de olivinlerin çeşitli etkenler sonucu kolayca bozuşmaya yüz tutarak çoğunlukla serpantin ve kısmen talk minerallerine dönüşmesidir. Serpantinleşen olivinler, serpantinleşmenin derecesine göre bünyelerine değişik oranlarda su alırlar. Şöyle ki tamamen serpantinleşmiş olivinlerde bu oran % 14'e kadar çıkmaktadır.

Serpantinleşerek bünyelerine su alan olivinlerin sertlikleri ve yoğunlukları önemli ölçüde azalmakta, bu husus da refrakterlik ve aşındırıcı özelliklerini azaltmaktadır. Ayrıca yapıları sağlamlaştırmak için, özellikle demiryollarında temellerin sağlam olması için balast taşı şeklinde döşendiklerinde ve yine yoğunluklarının azalması dolayısıyla petrol platformlarında kullanıldığında denge sorunları ortaya çıkacaktır.

2. DÜNYADA MEVCUT DURUM

2.1. Rezervler

Dünyada işletilen en büyük olivin (dünit) yatağı Norveç'te bulunmaktadır. Aheim civarında bulunan ve önemli miktarda forsterit içeren bu dünit kütlesi yaklaşık 6,5 km²'lik bir alanı kapsamakta olup rezervi de 2 milyar tondan fazladır. Dünya pazarlarında da en fazla söz sahibi olan dünitler bunlar olup bu yatakta 1948 yılından beri madencilik yapılmaktadır. İtalya'da Torino yakınlarındaki Vidrocco ve Castellamonte kasabaları civarındaki dünit rezervleri yaklaşık 100 milyon tondur. Bu bölgede ise dünit madenciliğine 1960 yılında başlanmıştır. İspanya'da ülkenin kuzeybatı köşesinde yer alan Galicia civarındaki dünitlerin rezervinin de 100 milyon tondan fazla olduğu ifade edilmektedir. İsveç'te 1980 yılına kadar refrakter sanayinde ve ısıtıcılarda (radyatör şeklinde) kullanılmak üzere yılda 50 000 tondan fazla dünit üretilmekteydi. Ancak İngiltere'ye yapılan satışların durması sonucu bu tarihten itibaren olivin üretimine son verilmiştir. Bu ülkedeki olivin rezervleri hakkında kesin bilgi edinilememiştir. Avusturya'da Styria bölgesindeki Leoben civarındaki dünit kütlesinin rezervi hakkında da bilgi mevcut değildir. A.B.D.'de Washington ve North Carolina bölgelerinde önemli taze olivin içeren dünitler mevcuttur. Washington civarında 200 milyon tondan fazla bir rezerv tespit edilmiştir. Güney Afrika, Japonya, Yeni Zelanda ve Meksika'da işletilmekte olan önemli dünit oluşumları mevcut olmakla beraber, rezervleri hakkında sıhhatli bilgiler mevcut değildir. Ayrıca Pakistan, İran ve Yugoslavya'da önemli dünit yatakları mevcut olmakla beraber bunların sanayide kullanımı ile ilgili olarak herhangi bir dokümana rastlanmamıştır.

2.2. Tüketim

2.2.1. Tüketim alanları

Olivinin tüketim alanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

a) *Demir-Çelik Sanayii* : Günümüzde olivinin en çok kullanıldığı alan demir-çelik endüstrisidir. Bu endüstri dalında olivin yüksek fırınlarda eritici ve cüruf düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Yüksek fırınlarda çelik üretimi için demir cevheri ve kok kömürü kullanılmaktadır. Ancak bu hammaddeler yeteri derecede saf değildir. Bu nedenle yüksek fırına giren hammaddelerin yeteri derecede erimesi ve cürufa karışması gerekir. İşte ilk planda gerekli olan ergimede olivinin eritici olarak büyük rolü olmaktadır. Cüruf içinde genellikle kireç (CaO), magnezyum (MgO), silika (SiO₂) ve alümina (Al₂O₃) bulunmaktadır. Bu elemanlar kısmen, buldukları oran itibari ile impuritelerin ortamdan uzaklaşması için rol oynamaktadırlar. Burada "baziklik oranı" oldukça önemlidir. Bazik oksitlerin (genellikle CaO+MgO), asit oksitlere (SiO₂+Al₂O₃) oranının 0,8-1,2 arasında olması genellikle tercih edilmekte ve sülfür ve fosfat gibi impuritelerin bu durumda en fazla miktarlarda cüruftan uzaklaştığı ileri sürülmektedir. Silika ve alümina genel olarak yüksek fırına konan demir cevheri içerisinde impurite şeklinde bulunur. Ancak baziklik oranını azaltmak için bazen fırına doğrudan kuvars kumu konur. Kireçtaşı, dolomit veya olivin eklenerek bazik oranı ayarlanır. Olivinin konması ile cürufun MgO değeri artar ve dolayısıyla akışkanlığı da artmış olur. Ancak cürufun bazikliğinin değişmemesi gerekir. Zira MgO ve SiO₂ miktarları aynı oranlarda konmuş olmaktadır. Bu nedenle olivin, düşük silikalı demir cevherlerinin izabesinde dolomitin yerine çok rahat bir şekilde kullanılabilir. Olivindeki yüksek MgO değerlerinin, cüruf vizkositesinin yüksek fırındaki malzemelerin kompozisyonuna bağlı kalmaksızın hareket etmesini sağlaması diğer bir avantajdır. Dolomitte bu durum söz konusu değildir. Diğer taraftan olivin kullanıldığı zaman fırında bir başlangıç ısısına gerek bulunmamakta ve ayrıca da olivinin ateş kaybı dolomitten oldukça düşük olmaktadır. Ayrıca olivinin sinterleşme hadisesine oldukça büyük katkıları olmaktadır. Şöyle ki olivin sinter tesislerinde kullanıldığında sinterleşme derecesini düşürmekte, böylece enerji kaynağı olarak kullanılan kok tüketimi azalmakta ve sinterin sertliğinin artmasıyla kapasitenin artması sağlanmış olacaktır. Bu proses ayrıca, demir minerallerinin fırında homojen bir şekilde dağılmasını sağlamış olacak ve böylece impuritelerin ortamdan uzaklaşmasında daha kolay olacaktır. Olivinin diğer bir özelliği de fırındaki alkalilerin bir araya toplanmasına mani olmaktır. Çelik sanayinde olivin içeren pelletlerin kullanıldığı da bilinmektedir.

b) *Refrakter Sanayi* : Yüksek ergime derecesinden dolayı olivinden forsterit tuğla yapımı 1930 yılından beri sürdürülmektedir. Forsterit tuğlanın refrakterlik derecesi 1890 °C civarında olup başta demir-çelik sanayinde yüksek fırınlarda, çimento sektöründe ve yüksek ısının gerektirdiği birçok fırında iç tuğla ve refrakter birçok malzeme yapımında kullanılmaktadır. Potaların iç kısmının kaplanmasında da olivin kullanılır. Ancak olivinin yüksek fırınlardaki cürufa (yüksek CaO içeren fırınlarda) karşı fazla mukavemet göstermemesi nedeniyle genellikle yüksek fırınların nisbeten daha az sıcak kesimlerinde ve taban kısımlarında kullanılmaktadır. Olivinin

kullanılmasındaki diğer bir avantaj da, içerisinde bulunan çelik malzemeyi daha çabuk soğutmasıdır.

Son yıllarda A/S Olivin isimli Norveç şirketi *Olifrit* adı altında yeni bir malzeme üretmektedir. Bu malzeme olivinin kırılıp öğütülmesinden sonra sinterleşmesi sonucu elde edilmekte ve elektrikli fırınların kırılan yerlerini tamirde kullanılmaktadır.

Devamlı döküm elde etmede kullanılan tundişlerin (tundish) imalinde de önemli miktarlarda olivin kullanılmaktadır. Tundişlerden geçen eriyik cevher potalarda son şeklini alarak piyasaya sürülür. Özellikle tundişlerin astar şeklinde kaplanmasında çok miktarda olivin püskürtülerek kullanılır.

Refrakter sanayiinde değişik oranlarda olivin içeren tuğlalar da kullanılmaktadır. Bu tuğlalar, değişik oranlardaki olivinle fosfat, karbon, krom gibi minerallerin inorganik maddeler veya reçine ile bağlanmaları sonucu oluşturulmaktadır. Bunlara kimyasal bağlı tuğlalar denir.

Refrakter endüstrisinde manyezitten oluşmuş refrakter tuğlanın kullanılması gayet doğaldır. Zira manyezitin refrakterlik derecesi (2000 °C'nin üzerinde) olivinkinden daha yüksektir. Ancak olivine nazaran daha pahalı olması zaman zaman manyezit yerine olivinin kullanılması gündeme gelmektedir.

Olivin, ayrıca çöp ve benzeri artık malzemelerin yakılıp kül haline getirildiği fırınların imalinde de; özellikle A.B.D.'de, Avustralya'da ve Pasifik Kıyısı ülkelerde bol miktarlarda kullanılmaktadır.

c) *Döküm Sanayi* : 1970'li yıllarda Avrupa'da döküm sanayisinde çok miktarda kullanılmakta olan zirkon ve kromitteki yüksek fiyat artışları, olivinin bu sanayi dalında pazar bulmasına neden olmuştur. Esasen döküm sanayinde en fazla kuvars kumu kullanılmaktadır. Ancak döküm sırasında dökülen metalik malzemelerle kalıp arasında, problemleri durumlarda olivinden yapılmış kalıplar tercih sebebidir. Kuvars kumları, döküm sırasında metal ile reaksiyona girmekte, olivin kalıp ise metalin bünyesine girmesine müsaade etmemektedir. Özellikle manganez çelik dökümünde sadece olivinden yapılmış kalıplar kullanılmaktadır. Zira silis kumu döküm sırasında düşük ergime sıcaklığına sebep olmakta, bu da çeliğin kum üzerinde sinterleşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle önce çelik üzerinde yanmalar olacak, sonrada çelik yüzeyinde delikler meydana gelecektir. Olivin ise manganez çelik ile düşük ergime fazı oluşturmaz. Döküm imalinde, olivin kumuna zaman zaman düşük oranlarda krom ve zirkon katılabilir.

Döküm sanayinde olivinin silis kumuna göre avantajlı yönleri aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

-Isı karşısında oldukça düşük ve tekdüze genişleme göstermektedir. Bu durumda genişmeden dolayı meydana gelebilecek olan hatalarda azalma olur.

- Düşük ısı genişmesine sahip olması nedeniyle bağlayıcı olarak sadece bentonit ve suyun % 3 miktarlarında olması yeterli olacaktır.
- Termal şoka karşı sürekli mukavemet göstermekte.
- Daha kolay şekillendirilebilmekte.
- Kısmen köşeli parçalardan oluşması daha fazla Kuru Kırılma Dayanımı (Green Strength) göstermesine neden olmakta.
- Silis kumları silikosis denen hastalığa neden olmakta, olivinle çalışıldığında böyle bir sorun ortaya çıkmamakta.
- Olivin işlem sırasında oldukça iyi kalsine olduğundan, bünyelerine oldukça az miktarda su kabul etmekte ve bunun sonucu olarakta yeniden kullanımı da kolay olacaktır.

Genel olarak döküm kalıbı ve onun iç kısmında un halinde (200-300 mesh'lik yani 74-50 mikron arası) olivin kullanılmaktadır. Bu durumda refrakter özellikte olan kaplama, dökümün kalıptan kolayca çıkmasını sağlamış olacaktır.

d) Aşındırıcı (Abrasiv) olarak kullanımı : Yoğunluklarının 3,3-3,5 gr/cm³, sertliklerin 6,5-7 ve genellikle köşeli tanelere sahip olmaları, olivinlere belirgin aşındırıcı özellikler kazandırılmıştır. Avrupa'nın birçok ülkesinde bina ve köprüler gibi yapıtların yüzeylerinin temizlenmesinde olivin kullanılmaktadır. Kullanılan yüzeye göre 0,09 mm-1,7 mm boyutlarında olan olivinler basınçlı hava ile temizlenecek yüzey üzerine püskürtülmek suretiyle kir, pas ve benzeri istenmeyen materyaller kolayca uzaklaştırılarak yüzey temizlenir. Temizleme işlemine ilaveten düzgün yüzey veya girintili çıkıntılı yüzey elde etmek veya herhangi bir yapının veya dekorun bir kesiminin alınması (koparılması) için de hava basınçlı toz olivinler kullanılmaktadır.

Avrupa'da bu amaç için 1988 yılından önce zaman zaman silis kumu kullanılmaktaydı. Silis kumunun sağlığa zararlı olması nedeniyle bu tarihten itibaren kullanımı yasaklanmış, yerine serbest silis içermemesinden dolayı olivin kullanılmaya başlanmıştır.

e) Elektrikli Isıtıcı (Radyatör) olarak kullanımı : Bu ısıtıcılara Avrupa'da "Gece ısıyı depo eden ısıtıcılar (Night Storage Heaters)" denmektedir. Bir elektrikli materyalden ısıyı absorbe eden ve depolayan radyatör şeklinde dizayn edilmiş olivinden yapılmış tuğlalar, belirli bir süre sonra özellikle gündüzleri bu ısıyı yayarak konutları ısıtmaktadır. Bu depolama işlemi elektrik enerjisi fiyatlarının % 50-60 iskontolu olduğu gece dönemlerinde olduğu için bunlara Night Storage Heater ismi verilmiştir. 1965-1975 yılları arasında bu ısıtıcılar Avrupa'da oldukça büyük oranlarda kullanılmıştır. Ancak 1977 yılından sonra elektrik fiyatlarında görülen artış, bu radyatörlere olan ilgiyi azaltmıştır. Özellikle İngiltere ve Almanya'da bu alandaki pazar oldukça küçülmüştür. Örneğin yılda 120 000 tonluk olivin kullanımı, 40 000 tona düşmüştür. Radyatör olarak dikkate alındığında; İngiltere ve Galler'de 1969-1970 yıllarında toplam 530 000 adet olivinli radyatör satılmıştır. 1977-78 yıllarında 60 000 adete düşmüş ve 1980 yılında kısmen canlanarak 100 000 adete ulaşmıştır. Bu ısıtıcıların en fazla kullanıldığı ülke İngiltere olup bu ülkedeki kullanımı 1980'den itibaren oldukça azalmıştır. Bu alandaki yıllık olivin tüketimi 5 000

ton civarında olmuştur. Ancak geçen birkaç yılda Batı Avrupa'da özellikle de Batı Almanya'da bu ısıtıcıların kullanımında kısmen bir artışın olduğu gözlenmiştir.

Elektrik fiyatlarının artışı yanında, doğal gazın Batı Avrupa'da etkin bir şekilde kullanımı bu pazarı olumsuz etkilemiştir. Esasen olivinli radyatörler ısıyı daha fazla tutması açısından manyezitli radyatörlere tercih edilmekle beraber, son yıllarda demirden (magnetit) yapılmış radyatörlerin tercihi, bu pazarı olumsuz etkileyen ikinci etkidir. Demirli radyatörler, yoğunluğunun fazla olmasından dolayı daha ince imal edilmekte, bu da daha fazla ısıyı depo etmesine ek olarak estetik bir görünüm arz etmektedir.

f) Ballast (Denge) Malzemesi olarak kullanımı : Olivin, büyük yoğunluğundan dolayı, bazı denge işlevlerinin esas olduğu alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle Kuzey Denizi'ndeki petrol platformlarını dengede tutmak için olivin kullanılmaktadır. Olivin, bu platformlardaki betonların gözeneklerini gayet iyi bir şekilde doldurarak, ağırlığından dolayı denge işlevine yardımcı olmaktadır.

Tren yollarında sağlam ve dengeli bir temel sağlamak için de olivin çakılları kullanılmaktadır. Nisbeten köşeli ve sağlam çakıllar burada iyi bir drenaj sağlayarak tren yolunun kaymasını önleyecektir.

g) Son yıllarda A/S Olivin (Norveç) Şirketi, olivini kaya yünü olarak da kullanmaktadır. Bu durumda ısı ve ses yalıtımı sağlanmaktadır. Ayrıca Nuova (İtalya) Şirketi, ürettiği olivinin %5'ini özel boya yapımında kullanmaktadır. Bunlardan başka yine A/S Olivin Şirketi daha sağlam betondaki kırılmaları önlemek amacıyla olivinli beton yapımı çalışmalarına başlamıştır.

2.2.2. Tüketim miktar ve değerleri

Dünya'da en fazla olivin üretimi Norveç'te yapılmakla beraber, yıllık olivin tüketimi 20 000 ton civarındadır. Kısacası 2,9 milyon ton/yıl üretimin hemen hemen hepsi ihraç edilmektedir. Avusturya'da prefabrik yapı, kimyasal bağlı tuğla ve refrakter üretiminde 38 000 ton/yıl'dan fazla dünit kullanılmıştır. İtalya'da 200 000 ton/yıl'dan fazla dünit tüketilmekte olup bunun % 25'i demir-çelik endüstrisinde, % 30'u döküm ve refrakter sanayisinde, % 30'u aşındırıcı olarak, %10'u yer döşemesinde ve % 5'i de özel boya yapımında kullanılmıştır.

Avrupa'da dünit tüketimi, özellikle demir-çelik sanayisinde dolomitin yerini almasıyla artmaya başlamıştır. Diğer taraftan sağlık nedenleri dikkate alınarak döküm ve abrasiv (aşındırıcı) sanayilerinde de olivin üretiminde gözle görülür bir artış vardır. Ancak yukarıda verilen değerler dışında, Avrupa ülkelerinin her birinde net olarak ne kadar dünit tüketildiğine dair sıhhatli bilgiler elde edilememiştir.

A.B.D.'de olivin çelik, döküm ve refrakter gibi önemli sanayi kollarında önemli miktarlarda kullanılmaktadır. Ancak tüketim konusunda sağlıklı rakamlar olmamakla beraber 300.000

tondan fazla olivin tüketildiği bilinmektedir. Meksika'da 1988-89 yıllarında demir-çelik sanayinde 25 000 ton/yıl'dan fazla dünit tüketilmiştir.

Japonya'da 1995 yılı rakamlarına göre 190.000 ton olivin tüketilmiştir. Bunun başta demir-çelik sanayi olmak üzere % 34'ü sanayide ve başta yol yapımı olmak üzere % 66'sı da inşaat ve yapı sektöründe kullanılmıştır.

2.3. Üretim

Olivin veya dünit üretimi ve pazarlaması söz konusu olduğu zaman ilk akla gelen ülke Norveç ve bu ülkede faaliyet gösteren A/S Olivin ve North Cape Minerals isimli şirketlerdir. Bu şirketler A.B.D., Avustralya, Güney Amerika ve Yeni Zelanda'ya dahi olivin satmaktadır. 1998 yılında Norveç'te 3.34 milyon ton olivin üretilmiş olup bu da dünya üretiminin yarısına karşılık gelmektedir. A/S Olivin 3.1 milyon ton, North Cape Minerals ise 500.000 ton üretilmiştir. 1990 yılında İsveç'te 50 000 ton, Avusturya'da 38 000 ton ve İtalya'da ise 200 000 ton olivin üretilmiştir. Avrupa'da ikinci dünit üreten ülke olarak İspanya dikkat çekmektedir. Aynı yıl içerisindeki dünit üretimi (çoğunluğu demir-çelik sanayinde kullanılmakta) 1,5 milyon civarındadır. A.B.D.'nin değişik yörelerinde dünit üretimi yapılmaktadır. Ancak sadece Aimcor şirketinin yapmış olduğu 75 000 tonluk bir üretim bilinmektedir. 1995 yılında Meksika'daki dünit üretimi sadece 25 000 tondur. 1995 rakamlarına göre Pakistan 39.000 ton, Japonya 350.000 ton, Meksika 25.000 ton olivin üretmiştir.

2.3.1. Üretim yöntemi ve teknoloji

Olivin üretiminde gerek yeraltı gerekse yerüstü madenciliği yapmak mümkündür. Yer altında oda topuk metoduyla işletilen olivinli zonlar loderler ile yükleme yapılarak yüzeye çıkartılır. Bazen de gerekli durumlarda cevher konveyörler ile yüzeye çıkartılır.

Dünitler, oluşumu itibari ile kütleli yayılımlar gösterdiğinden yüzey açık işletme yolu ile de kolayca üretilmektedirler. Patlama metoduyla parçalanmış cevherli zon loderler ile doğrudan büyük kamyonlara yüklenerek tesislere taşınmaktadır.

2.3.2. Ürün Standartları

A/S Olivin firması ve diğer ticari olivin üretici firmaların kimyasal analiz sonuçları aşağıdaki gibidir;

	North Cape	Unimin		A/S Olivin		Avusturya
		Washington	N.Coralina	Aheim	Stranda	
MgO	47 - 49	45 - 49	45 - 48	34.6	46.0	48
SiO ₂	40 - 41	39 - 42	39 - 42	41.5	41.5	42
Fe ₂ O ₃	7.5 - 8.5	6 - 8	6 - 8	7.2	7.6	10.5
Ateş Kaybı	1 - 1.5	0.5 - 1	0.8 - 1.4	1.1	2.4	-

Türk Standartları Enstitüsü de olivinleri refrakter sanayindeki kullanımlarını dikkate alarak kimyasal analizlerine ve refrakterlik derecelerine göre sınıflandırmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. TSE'nin Kimyasal Bileşimine Göre Sınıflaması

Kimyasal Bileşim	% Ağırlık Miktarı			
	I. Sınıf		II. Sınıf	
	En Az	En Çok	En Az	En çok
MgO	47,00	-	41,00	-
SiO ₂		43,00	-	44,50
Top. Demir Oksit		6,00	-	10,00
Al ₂ O ₃		1,50	-	2,50
CaO		1,00	-	1,50
TiO ₂ +Cr ₂ O ₃ +NiO+MnO		3,00	-	3,00

"Olivinin refrakterliği her iki sınıf için de en az 1650°C olmalıdır" ibaresi kullanılmıştır.

Yukarıdaki sınıflamadan, sadece I. sınıfın sanayide kullanıldığı, II. sınıfın ise her alanda kullanılmadığı veya az miktarda tüketildiği anlamı çıkartılmamalıdır. Zira İtalya'daki olivinlerin MgO değerleri % 41-43 olmasına rağmen başta çelik endüstrisi olmak üzere sanayiinin her dalında çok miktarda kullanılmaktadır.

Kullanıldığı sanayi dalına göre olivinlerin farklı tane büyüklüğüne sahip oldukları gözlenmektedir.

Çelik endüstrisinde genel olarak 0-3 mm, 0-4 mm, 0-30 mm, 0-40 mm ve 10-40 mm boyutlarında, refrakter sanayinde 0-6 mm ve döküm sanayinde ise 0,1-0,4 mm boyutlarında olivin kullanılmaktadır.

İngiliz firmaları tarafından üretilen olivin tane boyutları Tablo 2'de verilmiş olup bu boyutsal özelliklere sahip olivinler daha çok aşındırma (bina ve köprülerin temizlenmesinde) ve döküm sanayiinde kullanılmaktadır.

Tablo 2. İngiliz Firmaları Tarafından Üretilen Olivinin Tane Boyutları

Cinsi	Tane Boyu (mm)
AFS 20	1,7 - 0,355
AFS 30	1,0 - 0,18
Special	1,0 - 0,15
AFS 60	0,5 - 0,125
AFS 90	0,25 - 0,09

Kalıptan döküm malzemesini kolayca çıkarmak için kalıbın yüzeylerini kaplamada kullanılan olivin tozunun oldukça ince olması istenmektedir. Genel olarak 200-300 meşlik tane boyutu tercih edilmektedir.

Türk Standartları Enstitüsü elek analizi yolu ile olivini cevher tiplerine göre ayırmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Elek Analizine Göre Olivin Tipleri (TSE)

Cevher Tipi	Elek Analizi	Kütlece %
Parça olivin	40 mm göz açıklıklı elekte kalan kısım 10 mm göz açıklıklı elekten geçen kısım	0 5
Kırılmış olivin	10 mm göz açıklıklı elekte kalan kısım 2 mm göz açıklıklı elekten geçen kısım	0-5
Toz olivin	2 mm göz açıklıklı elekte kalan kısım	0

Parça olivinde ağırlıkça en fazla % 1, kırılmış olivinde en fazla % 1,5, toz olivinde ise en fazla %2 rutubet istenmektedir.

Dünitler kırıcılar ve değirmenler vasıtasıyla istenen boyutta kolayca elde edilebilir. Burada önemli olan MgO ve toplam demir oksitinin istenen limitler içerisinde bulunmasıdır.

2.3.3. Sektörde üretim yapan önemli kuruluşlar

Daha önce belirtildiği gibi olivin/dünit denince ilk akla gelen ülke Norveç'tir. Bu ülkede esas olarak "A/S Olivin", "North Cape Minerals isimli iki firma üretim yapmaktadır. Bunlardan A/S Olivin 1948 yılında kurulmuş olup olivin konusunda ilk isim yapan şirkettir. A/S Olivin'in yıllık olivin/dünit üretimi 2.413 milyon tonun (1997 rakamı) üzerindedir. North Cape Minerals Şirketi'nin üretimi yılda 500.000'er ton civarındadır. Bunlarda başka Novemco AS isimli şirket yılda 250.000 ton olivin üretimi yapmaktadır (1997 rakamı). Şirketler üretiminin hemen hemen hepsini Avrupa ve Dünya'nın birçok ülkesine satmaktadır. Nouva Cives SpA İtalya'da tek dünit üreten şirkettir. Üretimin % 95'i yurt içinde tüketilmektedir. İspanya'da olivin üretimi (yıllık 1,5 milyon ton) Paset Espana SA tarafından yapılmaktadır. Üretimin büyük bir çoğunluğu Avrupa Birliği Ülkeleri, Brezilya ve A.B.D.'ye ihraç edilmektedir. Japonya'da dünit de dahil olmak üzere en çok ultrabazik kayaç üretimi Toho Olivine Industrial Co. Ltd tarafından yapılmaktadır. Üretimin büyük bir kısmı ülke içindeki sanayii dallarında kullanılmaktadır. Olivine Corporation ve Aimcor A.B.D'de olivin üretimi yapan iki büyük şirkettir. Bunlar üretimlerinin önemli bir kısmını Güney Amerika, Avustralya ve Pasifik ülkelerine ihraç etmektedirler.

2.4. Uluslararası Ticaret

Sanayide kullanılan olivinin ticareti çok eski sayılmamaktadır. Olivinle ilgili madencilik 50 yıl öncesine gitmesine rağmen sanayideki önemi son 15-20 yıl içerisinde anlaşılmıştır. Olivin günümüzde en fazla demir-çelik sanayii dalında kullanıldığından ticareti de çoğunlukla bu sektöre bağlı olarak yapılmaktadır. Çoğunlukla dolomit, manyezit gibi refrakter mineraller demir-çelik sanayinde kullanılmaktaydı. Olivinin refrakter özelliğinin anlaşılmasından sonra Avrupa, A.B.D, Kanada, Avustralya ve Japonya'da olivin yavaş yavaş bu minerallerin yerini almaya başlamıştır.

Demir-çelik sanayii dalı ve bu daldaki gelişmeler devam ettiği sürece olivine olan ihtiyaç da devam edecektir. Ayrıca dünyada mevcut diğer refrakter hammadde rezervlerinin azalması veya üretilmesindeki güçlükler de olivine olan talebi artıracaktır. Ancak demir-çelik sanayindeki bir gerileme, bu mineralin tüketiminin oldukça düşük düzeylerde olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle büyük olivin üreticileri güçlüklerle karşılaşacaklar, orta ve küçük çapta üretim yapanlar ticaretten çekileceklerdir. Zira olivinin döküm ve aşındırıcı sanayi dalları ve yapı malzemelerindeki kullanım payı oldukça sınırlıdır. Ayrıca son yıllarda elektrikli radyatör olarak kullanılan olivini radyatörler yerlerini manyetitli radyatörlere terk etmişlerdir.

Belirtilen olumsuzluklara rağmen özellikle Avrupa'da çevre ve sağlık nedenleri dikkate alınarak olivin kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır. Örneğin içinde serbest silis bulunmadığından döküm ve aşındırıcı sanayi dallarında kullanımı tercih edilmektedir. Zira bu alanlarda kullanılan silis kumları, silikoz denen hastalığa neden olmaktadır. Bu husus dikkate alındığında olivin tüketiminin özellikle gelişmiş ülkelerde artacağı beklenmektedir.

2.4.1. Ticarete etkin uluslararası kuruluşlar

Olivin ticaretinde en etkili kuruluş Norveç'e ait A/S Olivin adlı devlet şirkettir. Bu şirket olivinin sanayideki kullanımını tanıtmış ve her boyutta çok iyi kalitede olivin üreterek (yılıda 2 milyon tonun üzerinde) dünyanın birçok ülkesine satmaktadır. Pasek Espana SA isimli İspanyol şirketi, olivin ticareti yapan ikinci büyük şirkettir. 1,5 ton/yıl üretiminin büyük kısmını ihraç etmektedir.

2.4.2. İthalat - İhracat

Avrupa'da sanayilerinde olivin kullanmakta olan ülkelere Norveç ve İspanya dışındaki ülkeler, değişik miktarlarda olivin ithal etmektedirler. Ayrıca A.B.D., Avustralya, Pasifik Kıyısı ülkeleri, Güney Amerika ülkeleri, Yeni Zelanda ve İran olivin ithal etmektedirler.

Dünya'da en fazla olivin ihracatı Norveç tarafından gerçekleştirilmektedir. 1998 yılında A/S Olivin, North Cape Minerals, A/S Industrimineraler isimli şirketler toplam 3,34 milyon ton üretim yapmışlar ve bu üretimin büyük bir kısmı ihraç edilmiştir. İspanya Avrupa'da olivin

ihracatı yapan ikinci ülkedir. İhracatın büyük kısmı A.B.D., Avrupa Topluluğu ülkeleri ve Brezilya'ya yapılmaktadır.

2.4.3. Fiyatlar

Olivin madenciliğinde fiyat belirlemede en önemli etken nakliye ücretidir. Satış fiyatı ile karşılaştırıldığında, nakliye ücretlerinin dikkat çekici oranda fazla oldukları görülmektedir. Bu nedenle olivin madenciliğinde deniz taşımacılığı önem kazanmıştır. Cevher yataklarının denize çok yakın olması (limana 4-5 km mesafede), olivin pazarlamasında Norveç'i avantajlı duruma getirmiştir. Dünit yataklarının denizden 120 km uzakta olması, 1980 yılından sonra, İsveç'te tek başına faaliyet gösteren Handols şirketinin üretimi durdurmasına neden olan önemli sebeplerden bir tanesidir. İtalyan olivin üreticileri de zaman zaman benzer sorunlarla karşılaşmışlardır.

Olivin, endüstride yerine kullanılabilen manyezit, dolomit gibi minerallere nazaran ucuz olduğundan, üretilmesi sırasındaki işçilik ve işletmecilik masrafları dikkat çekici bir düzeyde olmaktadır. Ayrıca sanayiide yerini alabilecek bazı minerallerin bulunması, olivin fiyatlarının istenildiği zaman ve değerlerde ayarlanması güç olmaktadır. Ancak her şeye rağmen olivin fiyatlarının ucuz olması ve en önemlisi de Dünya'da özellikle de Avrupa Topluluğu ülkelerinde son yıllarda çıkartılan yasa ile kuvars kumu kullanımının yasaklanması cihetine gidilmesi olivine olan talebi artırmaktadır. Serbest silika özellikle döküm kumu ve aşındırıcı sanayi dallarında kullanıldığında önemli çevre ve sağlık sorunlarına neden olmaktadır.

1999 olivin fiyatları aşağıda verilmiştir. Fiyatlar metrik tona karşı sterlin veya dolar olarak belirtilmiştir.

-Kırılmış parça halinde (yüksek fırın için) CIF fiyatı	9-13 Sterlin
-Kurutulmuş, agrega halinde paketlenmiş (refrakter için)	50-55 Sterlin
-Torbalanmış (döküm kumu için) İngiltere'deki fiyatı	52-56 Sterlin
-Ambalajsız (döküm kumu için)	44-56 Sterlin
-Paketlenmiş kum (Tundiş sprej için) US FOB tesis/ocak	70-76 Sterlin
-Döküm kumu derecesinde, AFS30-180 ambalajsız	60-110 Dolar
-Döküm kumu derecesinde, AFS30-180 torbalanmış	77-125 Dolar
-Ambalajsız agrega halinde	50-78 Dolar

2.4.4. AB, EFTA ve benzeri ülke gruplarının ticaretteki yerleri

Avrupa Birliği içindeki ülkelerden İspanya (1998'de 1,5 milyon ton) ve İtalya'da (1998'de 200.000 ton) olivin/dünit üretimi yapılmaktadır. İspanya'da üretilen olivinin büyük çoğunluğu Avrupa Topluluğu ülkeleri ve A.B.D.'ye ihraç edilmektedir. İtalya'daki üretimin hemen hemen tamamı ülke içinde tüketilmektedir. İtalya Norveç'ten, ürettiğinden daha fazla miktarlarda olivin ithal etmektedir.

EFTA ülkeleri içinde olivin pazarını elinde bulunduran tek ülke Norveç'tir. Norveç yıllık 2 milyon tonun üzerinde olivin üretiminin tamamına yakın kısmını EFTA, AB, A.B.D. ve Dünya'nın birçok ülkesine ihraç etmektedir.

2. 4. 5. Komşu ülkelerin ticaretteki yeri

Komşu ülkelerden İran'da büyük ultrabazik kayaç yayılımları olduğu bilinmektedir. Ancak dünitin bu kayaçlar arasındaki yeri tam olarak bilinmemektedir. Ayrıca İran'da olivinin (dünit) sanayiinde kullanımına dair sıhhatli bilgiler mevcut olmamakla beraber zaman zaman belirli miktarlarda olivin ithalatı yapılmaktadır.

3. TÜRKİYE'DE DURUM

Ülkemizde 1996 yılına kadar olivinin hemen hemen hiç kullanılmadığı biliniyordu. Diğer bir deyimle devlet ve özel sektör kurumları olivinle açık bir şekilde tanışmamışlardı. Bu nedenle Türkiye'de dünit üretim kaydına rastlanmamıştır. Sadece bazı mermer üreticileri dünit bloklarını mermer olarak kullanma yoluna gitmişlerdir. Ancak 90'lı yılların ortalarından olivin üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır. Bazı Özel Demir-Çelik Fabrikalarında düşük kaliteli olivinlerin kullanıldığı, İskenderun Demir-Çelik Sanayiinin bu yönde bir girişimi olduğu ikili görüşmeler yoluyla öğrenilmiştir.

Demir-çelik sanayinde eritici ve cüruf düzenleyici, sinter tesislerinde ve refrakter sanayinde refrakter olarak dolomit ve manyezit kullanılmaktadır. Bu mineraller olivine nazaran pahalıdır. Türkiye'de oldukça geniş alanlar kaplayan ultrabazik kayaçlar (Şekil 1) ve bunların içerisinde de önemli dünit oluşumları mevcuttur. Özellikle Adana-Karsantı (Kızılyüksek), Guleman-Kef, Bursa-Orhaneli, Muğla-Fethiye, Köyceğiz, Beyşehir, Konya-Meram'da ultrabazik kayaçlarında önemli dünit zonları mostra vermektedir. Guleman'da Engin ve diğerleri (1986), forsterit niteliğinde olan olivinlerden alınan bir numunenin kimyasal analizinde MgO % 46.66, Fe₂O₃ %10.94, Al₂O₃ % 1.32 ve Ateş Z. % 4.01 değerleri elde edilmiştir. Bu numunenin refrakterlik derecesi 1743 °C (PCE=33) olup oldukça yüksektir. İkinci önemli dünit oluşumları Bursa-Orhaneli ultrabazik masifi içerisinde bulunmaktadır.



Şekil 1. Türkiye Yüzeylenen Ofiyolitik Kütleler

MTA Genel Müdürlüğü bu bölgede dünitlerin ekonomik değerlerini araştırmak için bir proje yapmıştır. Sayın (1989) tarafından yapılan etüd ile Orhaneli kuzeyindeki ultrabazik masif içerisinde dünit zonları ayırt edilmeye çalışılmış ve sahada 5 milyar tonun üzerinde bir rezerv ortaya çıkartılmıştır. Bu dünitler % 45'in üzerinde MgO içermekte ve refrakterlik dereceleri de (PCE>31) yüksektir. İkinci önemli dünit zuhurları da Adana-Karsantı (Kızılyüksek) ultrabazik masifi içerisinde yer almaktadır. Akın (1987) bu yörede krom rezervlerinin araştırılmasına yönelik yaptığı çalışmalarda oldukça büyük miktarlarda dünit yayılımlarından bahsedilmektedir.

Çalışma sahasında yüzey mostralarından ve sondajlardan alınan birkaç numunenin kimyasal analizi aşağıda verilmiştir.

Tablo 4. Adana-Karsantı (Kızılyüksek) Yöresine Ait Analiz Sonuçları

Numune No	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Toplam Fe ₂ O ₃
KA-22/113	-	45,4	1,0	1,0	8,7
KA-22/109	-	45,7	1,1	1,3	8,0
KA-22/54	-	45,3	1,1	1,7	7,8
KA-22/60	-	45,9	1,1	2,5	7,6
KA-21/33	34,4	45,8	0,9	2,2	7,3
KA-20/22	33,8	45,7	0,9	3,4	7,7
KA-3/31	35,1	45,5	0,9	1,5	8,0

M.T.A Genel Müdürlüğü Teknoloji Laboratuvarlarında incelenen numunelerin refrakter ve döküm sanayilerinde hammadde olarak kullanılabilmesi saptanmıştır. Kızılyüksek'teki dünitlerin yaklaşık 50 km²'lik bir alanı kapladığı ve yapılan sondajlarla da kalınlıklarının 400 m'den fazla olduğu ortaya çıkartılmıştır. Bu durumda yöredeki dünitin milyarlarca ton rezerve sahip olduğu aşıkardır.

Bu çalışmalardan sonra ve olivinin kullanılacağı sektörlerin Türkiye'de bulunması ve gelecekte ülkemizde kullanımının artacağı düşünülerek ve yukarıda sözü edilen çalışmalar da incelenerek 1995 yılında MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt Dairesi bünyesinde Türkiye'de ki olivin potansiyelini ortaya çıkarmak ve sanayiye tanıtmak amacı ile "Türkiye Olivin Aramaları Projesi" adı altında bir proje hazırlanmıştır. 1996 yılında uygulamaya konulan proje üç yıl sürmüş ve 1998 yılında bitirilmiştir. Bu proje kapsamında Bursa-Kütahya-Eskişehir-Muğla-Adana-Mersin-Konya-Karaman-Isparta-Burdur, yörelerinde yüzeylenen ofiyolitler olivin yönüyle incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Bursa-Orhaneli, Muğla-Köyceğiz, Adana-Pozantı, Konya-Merem yörelerinde kullanıma uygun dünit kütleleri belirlenmiştir. Bu bölgelerdeki olivin potansiyelinin gelecekte Türkiye gereksinimini fazlası ile karşılayacak düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Bu bölgelerdeki dünitlerden alınan örneklerin analiz sonuçları şöyledir (Ağrı, 1999):

Bursa – Orhaneli yöresi:

MgO : % 43.6 – 50.3
Fe₂O₃ : % 7-9
SiO₂ : % 36.8 – 40.2
Al₂O₃ : % 0.2 – 0.4
Ateş Kaybı : % 0.8 – 11

Dünitler % 90 – 94 arasında olivin içermektedir.

Muğla – Köyceğiz yöresi:

MgO : % 45.5 – 49.9
Fe₂O₃ : % 7 -10
SiO₂ : % 37.5 – 40.5
Al₂O₃ : % 0.5 – 2.15
Ateş Kaybı : % 0.8 - 4

Dünitler % 90 civarında olivin içermektedir.

Şu anda Türkiye'de A.K.D.A Mad. San. A.Ş. nin pazarlamasını yaptığı ve BEYKROM Mad. San. A.Ş. nin üreticiliğini yaptığı organik olarak bağlı şirketler Konya-Beyşehir-Çamlık bölgesinde olivin üretimi yapmaktadır. 1999 yılından beri anılan sahada üretim yapılmaktadır ve yurt içinde pazarın % 95'ini karşılamaktadır.

Üretilen olivinin özellikleri ise şöyledir:

MgO : % 45.8

Fe₂O₃ : % 8.9

SiO₂ : % 40.9

Al₂O₃ : % 0.37

Na₂O : % 0.05

K₂O : % 0.002

P, S, As, Cr, Ni, Cu : 0.054

Ateş Kaybı : Max. % 1.5

Ergime Sıcaklığı : 1760 °C

Sertlik : 6.5 (Mohs)

Yoğunluk : 2.8 gr/cm³

Hammaddenin pazara sunum şekli aşağıdaki gibidir:

	DBA-2000-7	DBA-2000-12	DBA-2000-20	DBA-2000-30	DBA-2000-70
Tane Boyutu	0.0 – 0.7 mm.	0.7 – 1.2 mm.	1.2 – 2.0 mm.	2.0 – 3.0 mm.	3.0 – 7.0 mm.
Tic. Satış Şekli	50-1000 kg lık torba	50-1000 kg lık torba	50-1000 kg lık torba	50-1000 kg lık torba	50-1000 kg lık torba

Bundan başka bir girişimci tarafından Muğla-Köyceğiz yöresindeki olivinler işletme aşamasına getirilmiş bulunmaktadır. Konya Krom-Manyezit işletmeleri ise az miktarlarda da olsa yan ürün olarak olivin üretimi yapmaktadır.

Görüleceği gibi 5-6 yıl öncesine kadar pek fazla bilinmeyen olivin ülkemizde üretilmeye ve kullanılmaya başlamış ve geleceğinden ümitli olunan bir hammadde konumuna gelmiştir.

4. SEKİZİNCİ PLAN DÖNEMİNDE BEKLENEN GELİŞMELER VE ÖNERİLER

Türkiye genel anlamda madencilik açısından yaşadığı sorunları olivin madenciliğinde de yaşamaktadır. Gelişmeye açık, potansiyel olarak oldukça fazla bulunan ve son yıllarda üretimde yapılan olivin Avrupa ve dünyada olduğu gibi Türkiye’de de önemli bir hammadde olma yolundadır. Ülkemizde varolan demir-çelik sanayinin kullandığı diğer hammaddelere (dolomit ve manyezit) göre daha ucuz olan bu hammaddenin kullanımının yaygınlaşması, ERDEMİR – İSDEMİR – KARDEMİR gibi fabrikaların İthalat yoluyla olivin sağlamaya başladığı (sinter katkı maddesi olarak) düşünülürse, ekonomik yönden büyük kazançlar sağlayacağı şüphesizdir. Olivinin geleneksel kullanımını dışında dayanıklı boya ve beton yapımında kullanımının yaygınlaşması bu hammaddeye olan talebe artıracaktır.

Devlet destekli Olivin A/S Şirketi sağlanan sübvansiyon ve KDV indirimi ile olivini maliyetinin altında satmakta böylece Türk olivin üreticilerinin piyasada rekabeti zorlaşmaktadır. Bu durumun göz önüne alınarak bazı düzenlemelerin yapılması rekabet gücümüzü artıracaktır.

Türkiye'nin büyük olivin rezervlerine sahip olduğu (Norveç'teki olivin rezervin den daha büyüktür) ve bu olivinlerin sanayide yerini almasının zamanının da artık gelmiş olduğunun anlaşılması gerekmektedir. Dünya'da özellikle demir-çelik sanayi dalında olivinin dolomite tercih edildiği ve benzer teknoloji ile faaliyette olan ülkemizde bu yolda adım atması beklenmektedir. Dolomite nazaran ucuz oluşunun yanında maden işletmecilik tekniği de çoğu zaman basittir. Zira olivin konsantre krom elde edilmesi sırasında yan ürün olarak elde edilip ve posa olarak atılmaktadır. Ülkemizdeki olivinler Norveç ve Dünya'da kullanılan olivinlerle karşılaştırıldığında iyi kalitede oldukları anlaşılmaktadır. Zira MgO değerleri % 45'in üzerinde, toplam demir oksit değerleri limit değerlere yakın, Al₂O₃ değerleri hemen hemen aynı ve ateş kayıpları biraz yüksektir. Ayrıca kullanım alanlarına göre oksit değerlerinde zaman zaman farklılıklar görülebilir. Örneğin bazı tür ateş tuğlası imalinde SiO₂ miktarları % 26-41 ve Al₂O₃ miktarlarında % 2-6 arasında olup, daha düşük sıcaklıkta refrakter yapı ve dolgular imalinde ise MgO miktarı % 41'e kadar inebilir ve Al₂O₃ değerleri de % 3-8,2 arasında değişebilir.

Diğer taraftan Kızılyüksek, Orhaneli ve Köyceğiz dünit yataklarının limanlara yakın olması, demir-çelik sanayinde kullanılabilme şansını oldukça artırmaktadır. Kızılyüksek sahasının Mersin limanına uzaklığı 140 km, Orhaneli sahasının da Bandırma limanına uzaklığı 80 km'dir. Orhaneli bölgesi dünitleri Karabük ve Ereğli Demir-Çeliğe, Kızılyüksek dünitlerinin de İskenderun Demir-Çelik tesislerine deniz yolu ile gönderilmesi oldukça kolay olacaktır. Ayrıca bu limanlardan dünit ihracatı yapmak da mümkündür. Olivinler, forsteritce zengin olması nedeniyle forsterit tuğlası ve diğer refrakter ateş tuğlası, kimyasal bağlı tuğlalar v.s. imalinde hammadde olarak rahatça kullanılabilir. Ülkemizde refrakter malzemelerin kullanım alanı oldukça büyüktür. Bu sahalardan elde edilen olivinler döküm sanayinde bol miktarda kullanılan kuvars kumunun yerini alabilecek kalitededir. Türkiye'de döküm sanayiinde oldukça büyük miktarlarda olivin kullanılabilceği beklenmektedir.

1995 yılında hazırlanan ve 1996 yılında MTA tarafından uygulamaya konulan proje ile Türkiye'nin bu konudaki eksikliği giderilmeye çalışılmıştır. Bu proje ile Türkiye'deki olivin potansiyeli ortaya konmaya , sanayi kuruluşları ile ilişkiye geçerek bu hammaddenin tanıtımı yapılmaya çalışılmıştır ve iyi sonuçlar alınmaya başlanmıştır.

Olivinle ilgili yapılması gerekli çalışmalar bir kez daha aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

M.T.A., TÜBİTAK başta olmak üzere konu ile ilgili diğer araştırmacı kuruluşlarla işbirliğine gidilmesi, olivin konusunda çalışma yapılması beklenen devlet ve özel müesseselerin, aşağıda belirtilen faaliyetleri daha sıhhatli yapmalarını sağlayacaktır.

a) Literatür Taraması :

Olivinin teknolojik özelliklerinin araştırılması için geniş bir literatür taraması yapılmalıdır. Literatür taraması doğrudan, olivini hammadde olarak sanayide kullanacak devlet ve özel müteşebbisler tarafından yönlendirilmelidir.

b) Arazi Çalışmaları

Türkiye'de oldukça büyük mostralar veren ve sanayii tesisleri ile limanlara yakın bulunan Bursa-Orhaneli, Eskişehir, Muğla-Fethiye-Köyceğiz ve Adana-Kızılyüksek ultrabazik masiflerinin detay jeolojik haritaları yapılarak dünitli zonlar ayırt edilmeli, ayrıca rezerve yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

c) Laboratuvar Çalışması :

İkinci adım olarak laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır. Özellikle ön teknolojik testler ile olivinin sanayinin hangi dalına daha uygun olabileceği konusunda ilk adım atılacaktır.

d) Araştırma-Geliştirme (AR-GE) Çalışması :

Ön teknolojik çalışmalar yapılırken, her yönüyle AR-GE çalışmalarına hız verilerek olivinin çeşitli kullanım alanları tespit edilmeye çalışılmalıdır. Ayrıca bazı hammadde veya mineraller ile birlikte kullanım yönleri incelenerek yeni mamul malzemeler elde etme yolları araştırılmalıdır. Her araştırmada mevcut malzemenin daha gelişmiş ve kalitesini elde edilmeye çalışılmalıdır.

e) Tesislerde Pilot Çalışmalar

Bir hammaddenin sanayide etkin bir şekilde kullanılabilmesi için yukarıda bahsedilen çalışmaların yapılması kafi değildir. Bu nedenle büyük miktarlarda, örneğin birkaç kamyon olivin üretilen tesislere götürülerek burada pilot çalışmalara tabi tutulmalıdır. Bu çalışmalardan müsbet sonuç alındıktan sonra, mamül madde artık piyasaya sürülebilir.

Yukarıda belirtilen işlemler hayata geçirildiğinde, olivin hem ülke sanayiinde yerini alacak hem de ihracat şansını yakalamış olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ağrılı, H., 1999, Batı Anadolu Bölgesi Olivin Potansiyeli, BAKSEM'99 Bildiri Özleri Kitabı, s.388-392.
- Akın, A.K., 1987, Kızılyüksek-Yataardıç (Karsantı/Adana) Ö.İR.634 No'lu Sahanın Maden Jeolojisi Raporu, Derleme No: 8247, M.T.A.
- Bloss, F.D., 1952, Relationship Between Density and Composition in Mol., Percent For Some Solid Sol. Series, Amer. Min. Vol. 37, P.966.
- Bowen ve Schairer, J.F., 1935, The System MgO-FeO-SiO₂, Amer. Journ. Sci. Ser. 5, Vol. 29, P. 197.
- Engin, T. ve Diğerleri, 1986, Kefdağ-Kadin (Guleman-Elazığ) Yöresinin Jeolojisi ve Batı Kef-Doğu Krom Yataklarının Maden Jeolojisi Raporu, Derleme No: 8132, M.T.A.
- Griffiths, J., 1989, Industrial Minerals, January, P. 25-35.
- Industrial Minerals, 1995 - 1998
- Mineral Yearbook, 1990, Industrial Reviews, United States Department of the Interior Bureau of Mines. Olerud, S., 1993, Industrial Minerals, April, P. 55-57, P. 82-83.
- Sayın, Ş. A., 1989, Bursa-Orhaneli Kuzeyindeki Ultrabazik Kayaçlarındaki Olivinlerin Etüdü, Dergi No:, M.T.A.
- Sayın, Ş. A., 1995, Refrakter Sanayii Hammaddeleri (Olivin), VI. Beş Yıllık Kalkınma Planı ÖİK Raporu, s. 170-191.
- Skillen, A., 1995, Olivine, Long live the evolution, Industrial Min., Feb., pp.23-31.
- Tilley, C.E., 1936, Eulysites and Related Rock Types, Min. Mag., Vol: 24, P. 331.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE), Olivin-Refrakter Sanayinde Kullanılan, Dosya No: B.02.2. TSE 0.11.03.07.

ZİRKON

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: İsmail Hakkı ARSLAN	- ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör	: Ergün YİĞİT	- ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör	: Pınar ÖZEL	- DPT

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU

Başkan	: Dr.İsmail SEYHAN	- MTA
Başkan Yrd.	: Ekrem CENGİZ	- MTA
Raportör	: Oya YÜCEL	- MTA
Raportör	: Mesut ŞAHİNER	- MTA

TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ (ZİRKON)**Toprak Sanayii Hammaddeleri Alt Grubu**

Başkan	: İsmail İNEL	- MTA
---------------	----------------------	--------------

Zirkon Çalışma Grubu

Başkan	: Dr. İsmail SEYHAN	- MTA
---------------	----------------------------	--------------

1- GİRİŞ

ZrSiO₄ bileşimindeki Zirkon minerali ile ZrO₂ bileşimindeki Baddeleyit minerali Zr elementinin doğada bulunan ve ekonomik değeri olan kaynaklarıdır. Adı zirkon minerali olan zirkon-silikattan suni olarak elde edilen ZrO₂ piyasada, tıpkı alümina ve magnezyada olduğu gibi, Zirkonya olarak adlandırılır. Elementer zirkon metaline ise Zirkonyum adı verilir. Ancak günlük konuşma lisanında zirkon dendiğinde bütün bu hammaddelerin herhangi biri kastedilmiş olabilir. Rezerv, üretim, tüketim ve fiyat tablolarında kullanılan birim ise genellikle ZrO₂'dir. Zirkon Dünyadaki bütün Hafniyum elementinin de pirimer kaynağıdır. Zirkon genellikle Rutil, İlmenit ve Kalay gibi ağır minerallerin elde edildiği sahil kumlarındaki plaser işletmelerinin bir yan ürünüdür. Özgül ağırlığı 4.2-4.6 sertliği ise 7.5'dir. Zirkon genellikle Toryum muhtevası nedeniyle radyoaktif özellik gösterir.

2-MEVCUT DURUM

2.1- Türkiye ve Dünya Rezervleri

Baddeleyit minerali Brezilya'da ve Rusya'da granit, siyenit ve pegmatitlerde bulunmaktadır. Zirkonca zengin ağır mineral kumlarının en büyük yatakları ise Avustralya, G. Afrika, ABD, Ukrayna ve Hindistan'da işletilmektedir. Dünya zirkon rezervleri Tablo-1'de gösterilmiştir.

**Tablo 1 Dünya Zirkon Rezervleri
(Milyon ton ZrO₂)**

	Görünür+İşletilebilir Rezerv	Muhtemel+Mümkün Rezerv
ABD	3.4	5.3
Avustralya	9.1	29.8
Brezilya	0.4	0.4
Çin	0.5	0.5
Hindistan	3.4	3.8
G.Afrika	14.3	14.3
Ukranya	4.0	6.0
Diğerleri	0.9	4.1
Dünya	36.0	65.0

Kaynak -1

Prekambrien yaşlı kratojen arazilerin kıta sahanlıklarında uzun süre dalga hareketlerine maruz kalan kumlu sedimanlarda sertliği ve ağırlığı nedeniyle çok büyük zirkon rezervleri oluşmaktadır. Kalınlığı 200 m.'yi bulan %1 zirkon ihtiva eden veya 100 km. uzanımı ve 35 m. kalınlığı olup bazı kesimlerde %35'e kadar zirkon ihtiva eden rezervlere rastlanmıştır. Hindistan-Kerela siyah kumları %8-10 zirkon, %75 ilmenit, %6-8 sillimanit, %3-4 rutil ihtiva etmektedir. Uruguay'ın 6 m. kalınlığındaki siyah kumları ise %5 zirkon içermektedir. Rusya-Kola Yarımadasındaki apatit sahalarında geniş zirkon mineralleri rezervi bulunmaktadır.

Avustralya ağır mineral konsantreleri %44-70 zirkon ve % 15-30 ilmenit+rutil ihtiva eder. 1998 yılında zirkon aramaları Kenya, Mozambik, G.Afrika ve Avustralya'da yoğunlaşmıştır.

Karadeniz sahillerimiz ağır mineraller ihtiva eden siyah kuşlar bakımından zengindir, fakat bunlar daha çok manyetit ve ilmenit içermektedir. Gerek MTA gerekse üniversite elemanları tarafından bu plaser yataklar üzerinde çeşitli etütler yapılmıştır. Bu konuda yabancı literatürde de makaleler yayınlanmıştır. İstanbul-Şile zirkonlu seviyeler ihtiva eden sahil kuşlarının rezervi 2.10^8 ton olarak hesaplanmıştır. (3) Fakat zirkonlu seviyeler 200 milyar ton değil, sadece 200 ton civarındadır. Nitekim başka kaynaklar Şile-Zirkon zuhurunun 7-15 cm kalınlığında siyah bir band oluşturduğunu, bu seviyenin %10 Zirkon ihtiva ettiğini ve kumun %88'inin 0.2 mm.den daha az incelikte olduğunu belirtmişlerdir.(4)

2.2-Teknoloji

Şile zirkon kuşlarının zengin yerlerinden alınan 500 kg numunenin, ağır mineral yüzdesi, Bromoform deneyi sonucu, %89.9'a yükseltilmiştir. Manyetik separasyon sonucu çok yüksek verim ile %66.75 zirkonoksit tenörlü satılabilir konsantreler üretilebilmiştir. Yan ürün olarak ilmenit, manyetit ve rutil konsantreleri elde edilebilmektedir.

Zirkonsilikat minerali ısıtıldığında $1500-1800^{\circ}C$ arasında ZrO_2 ve SiO_2 camı oluşturur. Baddeleyit $2700^{\circ}C$ de Zr-oksit ise $2950-3000^{\circ}C$ de erir. ZrO_2 pişirme sırasında ani hacim değişiklikleri gösterir. Refrakter sanayii için önemli olan kübik sistemde stabil hale gelen ZrO_2 imal edilmesidir. Bunun için %5 oranında $CaCO_3$ ve MgO karışımı ile pişirme yapılır. Piyasada çeşitli isimler altında Zirkon-oksitler satılır.

Stabilleştirilmiş ZrO_2 üretimi sırasında Zirkonkumu ($ZrSiO_4$) kok kömürü, demir yongası, MgO ve $CaCO_3$ ile eritildiğinde SiO_2 elementer silise kadar indirgenip demir ile alaşım oluşturur. Soğumaya bırakıldığında kübik olarak kristalleşen ZrO_2 çok değerli refraktör bir malzemedir.

Cevher üretiminde plaser madenciliği yanında Zirkonca zengin sedimanter kayalarda açık ve kapalı madencilik teknolojisinin uygulandığı da görülmüştür. cevher istihraç ve ZrO_2 üretim prosesinin maliyeti konusunda ABD 'nin RGC kuruluşunun 1998 de üretime başlayan Stony Creek tesisleri örnek alınabilir. 17 senelik ömrü olan ve yılda 30.000 t zirkon üretecek tesisler 49 milyon dolara mal olmuştur.

3- KULLANIM ALANI VE STRATEJİK ÖNEMİ

ABD ulusal savunma stoklarında 1999 yılı itibarı ile 15.800 ton Baddeleyit minerali bulunmaktadır. Enerji Dairesi ise çeşitli nitelikteki Zirkonyum metalinden 500 tonluk stok bulundurmaktadır. Zirkonyum düşük nötron absorpsiyonu nedeni ile denizaltı, buzkıran ve savaş gemilerinin nükleer enerji ünitelerinin koruyucu zırhı olarak kullanılmaktadır. Turbo jet ve Roketler içinde Zirkonborid gibi $3300^{\circ}C$ den daha fazla sıcaklıklara dayanıklı malzemeler çok önemlidir. Nükleer amaçlar için kullanılan zirkonun Hafniyumdan arındırılması şarttır.

Zirkonsilikat minerali genelde gri-kahverengi kum görünüşünde olmakla beraber bazı hallerde tamamen saydam kristaller teşkil eder, bunlar taklit elmas görünüşündedir ve mücevher mineral olarak pazarlanmaktadır.

Zirkonun asıl kullanım alanı refraktör sanayiidir; 2500°C den daha yüksek ısıya dayanıklı özel refrakter tuğla imalinde kullanımı çok önemlidir. Ayrıca elektroporselen, laboratuvar porseleni ve buji imalinde kullanılır. Tane inceliği 5 mikronun altındaki Zr-oksit sır ve emaye opaklaştırma maddesi olarak değerlidir ve kalay oksidi ikame eder. Bu alanda yüksek ışın refleksiyonu ve termal stabilitesi nedeni ile kullanılmaktadır.

Zirkon; metal ve alaşımlarının çeşitli alanlardaki kullanımını toplam tüketimin sadece %5'i kadardır.

Kalıpların özelliğini olumlu yönde etkilemesi ve sıvı metalin sızmasını önlediği için zirkonun döküm kumu olarak kullanımı da çok önemlidir. Korozyona karşı yüksek mukavemeti nedeni ile de kimya sanayiinde aranan bir hammaddedir.

Zirkonoksitler ayrıca boya, ilaç, tekstil ve abrazif sanayiilerinde kaynak elektrotlarında, ızalasyonda, fotoğrafçılıkta ve dericilikte kullanılır.

Döküm kumlarında ve refrakterlerde kullanılan zirkonun geri kazanılması mümkündür. Olivin ve krom dökümcülükte, dolomit ve sipinel refrakterlerde, kolonbiyum ve tantalyum nükleer uygulamalarda ve titanyum kimyasallarda zirkonu ikame edebilen alternatif maddelerdir.

4- ÜRETİM, DIŞ TİCARET ve FİYATLAR

1998 yılı dünya zirkon üretimi 814.000 t. olmuştur. ABD dışında Avustralya ve G. Afrika dünya üretiminin %83'ünü gerçekleştirmektedir. ABD üretimi ise gizli tutulmaktadır. Zirkonyum mineral konsantrelerinde son beş yılın dünya üretimi Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 2- Dünya Zirkon Üretimi (ton)

	1994	1995	1996	1997	1998
Avustralya	511.000	518.000	502.000	424.000	404.000
Brezilya	17.064	16.343	15.560	16.000	16.000
Çin	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000
Hindistan	18.000	18.000	19.000	19.000	19.000
G. Afrika	240.000	260.000	260.000	265.300	270.000
Sri Lanka	22.310	21.971	15.863	12.450	12.500
Ukrayna	65.000	60.000	55.000	65.000	65.000
Dünya	897.000	918.000	894.000	829.000	814.000
(Toplam)					
Kaynak -2					

ABD'nin 1998 yılı zirkonyum cevher ve konsantreleri ithalatı 89.500, ihracatı ise 41.000 t. olmuştur.

Türkiye'nin zirkon üretimi yoktur, fakat dış ticaret kayıtlarında, (HS Kodu:261510), Tablo 3'de yer aldığı gibi hem ithalat, hem de ihracat görülmektedir.

Tablo-3 Türkiye'nin Zirkon Cevher ve Konsantre Dış Ticareti (kg-Dolar)

	İhracat		İthalat	
	Miktar	Değer	Miktar	Değer
1997	8171	2395	251.158	179.351
1998	0	0	1.679.538	757.069

Kaynak:DİE ve Dış Ticaret Müsteşarlığı

Ülkemize ithal edilen zirkon cevher ve konsantrelerinin tonuna 450 Dolar ödendiği anlaşılmaktadır. 1999 yılı başında ABD'deki fiyatlar da 360-410 Dolar/t arasındadır. Zirkon metalin fiyatı ise 20-26 Dolar/kg dır. Alman BGR yayınları 1995 yılında batı dünyasında 220 milyon DM değerinde 838 bin ton zirkon üretildiğini belirtmektedir. ABD'ne ithal edilen zirkon cevher ve konsantrelerinin tonuna 1997 yılında 446 Dolar ödenmişken bu rakam 1998'de 355 Dolara düşmüştür. (2)

5- 8. PLAN DÖNEMİNDE BEKLENEN GELİŞMELER

Zirkonyum malzemelerinin dünya tüketimi ortalama olarak yılda %3 oranında artmaktadır. Arz ve talepte global denge mevcuttur, kısa ve orta vadede herhangi bir dar boğaz beklenmemektedir. Uzun vadede ise yeni yatakların üretime alınması gerekmektedir. Önümüzdeki yıllarda bilhassa Mozambik, Güney Afrika, Kenya, Kanada, Hindistan, Ukrayna, ABD ve Avustralya'da yeni ek kapasitelerin devreye girmesi beklenmektedir (2). Nükleer amaçlı zirkon metaline olan talep dünya ihtiyacının üstünde Hafnium'un yan ürün olarak elde edilmesine yol açmaktadır (1). Nükleer dışı kullanım alanlarında her iki metal birbirlerini ikame edebilmektedir.

2000'li yılların başında dünyada 350-400 milyon dolar değerinde bir milyon ton/yıl sınırında zirkon tüketimi beklenebilir. Ülkemiz ekonomisi ve sanayinin geldiği seviye ise tüketimi 1 milyon Dolar/yıl seviyesine bir kaç yıl içinde ulaşacağını ve bunun tamamının ithalat ile karşılaşacağını göstermektedir.

Zirkon, sanayi ülkelerinin ulusal savunma stoklarında yer alan stratejik bir mineraldir. Plan döneminde bu konuya daha fazla önem verilmesi gerekmektedir. Özellikle Karadeniz sahil kumlarında MTA tarafından yürütülen ağır mineral etütlerine devam edilmelidir. Karadeniz'in karşı sahilindeki Ukrayna'nın önemli bir zirkon üreticisi olduğu unutulmamalıdır.

Kaynaklar:

- 1- Mineral Commodity Summaries 1999
USGS-ABD
- 2- Minerals Yearbook 1998
USGS-ABD
- 3- İpekoğlu, B.- Erzeugen von Zr SiO₄ aus Türkischen Küstensanden Aufbereitungs-
Technik, Nr.7/1998- Almanya
- 4- Industrial Minerals and Rocks
Kuzvart, M. 1984-Londra

DİSTEN-SİLLİMANİT ANDALUZİT

MADENCİLİK ÖZEL İHTİSAS KOMİSYONU

Başkan	: İsmail Hakkı ARSLAN	- ETİ GÜMÜŞ A.Ş.
Raportör	: Ergün YİĞİT	- ETİ HOLDİNG A.Ş.
Koordinatör	: Pınar ÖZEL	- DPT

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER ALT KOMİSYONU

Başkan	: Dr.İsmail SEYHAN	- MTA
Başkan Yrd.	: Ekrem CENGİZ	- MTA
Raportör	: Oya YÜCEL	- MTA
Raportör	: Mesut ŞAHİNER	- MTA

TOPRAK SANAYİİ HAMMADDELERİ (DİSTEN SİLLİMANİT ANDALUZİT)**Toprak Sanayii Hammaddeleri Alt Grubu**

Başkan	: İsmail İNEL	- MTA
---------------	----------------------	--------------

Disten-Sillimanit-Andaluzit Çalışma Grubu

Başkan	: Osman AKSOY	- FİLYOS TUĞLA
Üye	: Turgut YÜCEL	- ETİBANK

1. GİRİŞ

1.1. Tanım ve Sınıflandırma

Sillimanit, disten ve andaluzit yaygın olarak susuz alüminyum silikat polimorflarını oluştururlar. Bu tip mineraller yüksek sıcaklıklarda ısıya dayanıklı yüksek performanslı mullit fazını ($3 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{ SiO}_2$) oluşturabildiklerinden refrakter endüstrisinde kullanılırlar.

Bu mineraller her ne kadar aynı kimyasal bileşime sahipse de ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$) farklı mineralojik özellikler göstermektedirler. Bu tip mineraller genellikle metamorfik süreçlere maruz kalmış killi kaynak kayalardan veya birincil çökellerin ayrışmasından türemiş alüvyal birikimlerde oluşabilmektedir. Metamorfizma sırasında geçerli sıcaklık ve basınç dereceleri kaynak kayac içerisinde hangi minerallerin kristalleşeceğini belirtmektedir.

Andaluzit, oldukça yüksek sıcaklıklar ve düşük basınç koşullarında oluşur. Sillimanit daha yüksek sıcaklık ve basınç koşullarında oluşur ve termal metamorfizmanın en iç zonlarının karakteristik kayaları olan gnays ve hornfels'lerde yaygın olarak kristalleşirler. Yüksek-orta sıcaklık ve maksimum 6 kb basınç koşullarında bölgesel metamorfizma geçirmiş alüminyumca zengin pelitik kayalardan itibaren oluşan tipik bir mineraldir. Bu mineraller mercer veya çakıllar şeklinde veya şist ve gnayslar içinde saçılmış taneler şeklinde görülürler. Plaj kumu ve alüvyon çökelleri şeklinde de oluşur ve mineral kumu işletmelerinde yan ürün olarak elde edilebilir.

Kimyasal bileşimi Al_2SiO_5 veya $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ olarak gösterilen disten, sillimanit ve andaluzit mineralleri saf halde % 62,98 Al_2O_3 ve % 37,02 SiO_2 ihtiva eder.

Bu grubun kimyasal bileşimi aynı olan üç minerali vardır.

1. Sillimanit (Fibrolit olarak da bilinmektedir)
2. Disten (Kiyanit olarak da bilinmektedir)
3. Andaluzit (Kiyastolit ve Viridin olarak isimlendirilen türleri vardır)

Sillimanit, andaluzit ve disten ortosilikatlardır. Yani içinde serbest halde $(\text{SiO}_4)^{4-}$ iyonları bulunur. Kimyasal formüllerinde bu durum görünmez fakat bu oksijen atomlarının da silisyum atomuyla bağlanması zorunlu değildir. Üç mineralde de Al atomlarının yarısının koordinasyon sayısı 6, diğer yarısının 4, 5 ve 6'dır. (Sillimanitte 4, Andaluzitte 5, Distende 6) bunun sonucunda disten kompakt bir kristal sistemine sahiptir. Üç mineralin kristal sistem yapılarındaki değişiklik ısı işlemlerde de farklılıklar yaratır.

Distenin tuğla terkbine girmeden önce genelde 1350°C 'de ısı işleme tabi tutulması gerekir. Bu hammaddenin yüksek sıcaklıkta (1350°C) geri dönüşümsüz bir hacimsel genişlemesi vardır. Bu yüzden küçülme engelleyici durumların dışında ham olarak kullanılması avantajlı değildir.

TABLO 1. Disten-Andaluzit-Sillimanit grubu minerallerin özellikleri

Mineral		Sillimanit	Andaluzit	Disten
Kimyasal Formülü		Al ₂ O ₃ .SiO ₂	Al ₂ O ₃ .SiO ₂	Al ₂ O ₃ .SiO ₂
Kristal Sistemi		Ortorombik	Ortorombik	Triklinik
Kafes Boyutları	a (Å)	7,47	7,80	7,11
	b (Å)	7,66	7,90	7,84
	c (Å)	5,76	5,56	5,57
	α	-	-	90°5'
	β	-	-	101°5'
	γ	-	-	106°0'
Hacim Ağırlığı g/cm ³		3,20	3,18	3,60
Sertliği (Mohs)		6-7	7,5	6-7
Sinterleşme Sıcaklığı (°C)	(°C)	Mullit 1530-1625	Mullit 1350-1500	Mullit 1325-1410

Sillimanit grubu minerallerin hepsi mullit teşekkülü yapar. Yani ısıl işlemde mullit ve SiO₂'e dönüşürler. Distende bu işlem daha çabuk olur. Parçalanma 1310°C'de başlar ve hızlı bir şekilde 1350-1380°C'de %17 hacimsel genişleme ile son bulur.

Andaluzitte parçalanma 1380-1400°C'de ve % 5-6 hacimsel genişleme,
Sillimanitte parçalanma 1545°C'de ve % 5-6 hacimsel genişleme meydana gelir.

Bu reaksiyonlardan oluşan mullit kristalleri (keçeleşmiş ve büyümüş kristaller) sintere büyük mukavemet kazandırır. Kalsine edilmiş disten çeşitli seramik reçetelere ilave edilir ve onlara mukavemet kazandırır.

Dünyanın en önemli rezervlerine sahip ülkeler Güney Afrika (Sillimanit-Disten-Andaluzit), Hindistan (Sillimanit-Disten) ve Amerika Birleşik Devletleri'dir (Disten ve Andaluzit). Japonya'da ise önemli rezervler yoktur, ihtiyacın hemen hemen tamamı ithalat yoluyla karşılanmaktadır.

Distenin bir miktar B₂O₃ ihtiva eden cinsine dumortierit adı verilmektedir. Mevcut B₂O₃ erken mullit oluşumunu sağlar. Literatürde Nevada dumortieritlerinin refrakter malzeme imalinde kullanıldığı belirtilmektedir. Kırmızı renkli Bitlis dumortierit cevherine Koltik mezrasında rastlanmıştır; tenörü %30'dur.

TABLO 2. Sillimanit-Disten-Andaluzit grubu minerallerin kimyasal bileşimi

Bileşenler (%)	Sillimanit		Disten		Andaluzit	Teorik Olarak
	G.Afrika	Hindistan	A.B.D.	G.Afrika	G.Afrika	
SiO ₂	22,53	31,52	40,93	37,43	37,36	37,1
TiO ₂	3,04	0,87	1,30	0,01	0,25	-
Al ₂ O ₃	71,08	61,13	56,07	61,28	61,27	62,9
Fe ₂ O ₃	1,63	0,47	0,60	0,58	0,48	-
CaO	0,11	0,06	0,15	Eser	0,20	-
MgO	0,07	0,09	0,24	0,20	0,13	-
Na ₂ O	0,07	0,10	0,08	0,02	0,08	-
K ₂ O	0,06	0,12	0,05	0,02	0,06	-
Ateş Kaybı	1,32	5,61	0,27	0,43	0,13	-

Uluslararası Spesifikasyonlar :

İspanya : Alüvyal çökeller %20'ye kadar disten içerirler. Yıkama, eleme, sınıflandırmadan sonra cevher 1480°C'da tünel fırınlarda toz haline getirilir ve kalsine edilir. Malzeme üç boyutta piyasaya arz edilir : 0-1 mm, 1-3 mm ve 3-5 mm. Tipik kimyasal bileşimi %56-58 Al₂O₃ ve 0,5-1,5 Fe₂O₃ dür.

A.B.D. : Cevher %91 disten, %2-5 demiroksit ve kuvars içeren bir konsantre verinceye kadar flotasyon işlemine tabi tutulur. Bu konsantre magnetik separatörlere besleme ile max %1 Fe₂O₃ ve %61,8 max Al₂O₃'li ürün elde edilmektedir. Fe₂O₃ min %0.16 seviyesine kadar indirilebilmektedir. Distende tane boyutu - 35 mesh (0,5 mm) lik disten konsantresi daha fazla öğütme ile - 48, - 100, - 200 ve - 325 mesh boyutlarında üretim uygulanabilmektedir. Yaklaşık olarak 1650°C'de döner fırınlarda 100 mm boyutunda kalsine edilmek suretiyle mullit ürünü elde edilmektedir. Orijinal cevher %20 disten minerali ihtiva eden bir kuvarsittir.

Brezilya : 1970 yılına kadar en önemli üretici ülke durumunda bulunmakta idi. Disten 35, 100, 200 mesh'lik boyutlarda öğütülmüş olarak satılmaktadır. Ürünün kimyasal analizi % 58 Al₂O₃, % 0,8 Fe₂O₃ ve toplam %0,3 alkali içermektedir.

Hindistan : Cevher disten ve sillimanit minerallerinden oluşmuştur. Sillimanitin bileşiminde %58-60 Al₂O₃ ve %0,5 Fe₂O₃ bulunmaktadır. 1977 yılından itibaren Japonya ihraç ürünün tamamını satın almaktadır.

Avustralya : Ana mineral olarak sillimanit bunun yanında kaolin ve disten mineralleri karışık bir seri olarak bulunur. Ticari olarak beyaz "kaolinised sillimanite", kaosil, sillimanit ve disten

adı altında %46-50 Al_2O_3 içerikli olarak ve 150, 75, 53 ve 30 mikron tane boyutunda satılmaktadır.

Güney Afrika : Ana kayacın %8-17 andaluzit içermesine karşılık uygulanan altı kademe zenginleştirme işlemi sonucunda %45-60 Al_2O_3 içerikli konsantre elde edilmektedir. Oluşum sedimanter kökenlidir. Dünyada sayılı rezerve sahip ülkelerdendir.

Fransa : Avrupa'nın andaluzit kaynağıdır. Gravite ayırımı sonucunda elde edilen ürüne uygulanan prosese bağlı olarak Kerphalit ismi verilmekte olup, KA'da Al_2O_3 %59, KB'de Al_2O_3 %53 seviyesindedir. KF'de ise flotasyon işlemi uygulanmaktadır.

Diğer Ülkeler : Bu minerali içeren kayalar Avrupa'da Çekoslovakya ve Romanya'da bulunmakta, Çek Cumhuriyetinde %3-17 Al_2O_3 içerikli kayalardan flotasyon sonucunda %42 Al_2O_3 tenörlü konsantreler elde edilmektedir. Slovakya'da metamorfik kayalar içinde ikincil kuvars, korund, mullit ve andaluzit bulunmaktadır. Sovyetler Birliği (Rusya) ve Zimbabve'de de disten bulunmaktadır.

1.2. Sektörde Faaliyet Gösteren Şirketler

Güney Afrika'nın ekonomik olarak işletilebilen andaluzit rezervi 70-100 milyon ton civarındadır. Kayaç içinde %8-17 arasında andaluzit minerali mevcuttur. Cevherden altı kademe zenginleştirme işlemi sonucunda %45-60 Al_2O_3 içerikli ve ortalama olarak sanayii verimi %4-7 arasında konsantre elde edilmektedir. Güney Afrika andaluziti Fransız bağlantılı Damrec firması kontrolündedir. Üretici firmalar olarak; Andalusite Refractories Pty Ltd (Anref), Annesley Andalusite Pty Ltd (Samrec) ve Cullinan Holdings Ltd'nin yanında Rhino Andalusite Mines Pty Ltd., Verninging Refractories Ltd., Cheminerals Holding Pty Ltd şirketleri faaliyet göstermektedir.

Fransa'da Mineraux Industirelle de Refractorie et Cermioue (Mircal), Güney Afrika dışındaki tek önemli andaluzit üreticisidir. 600 000 ton tuvenan cevherden zenginleştirme işlemi sonucunda 60.000 ton konsantre (Kerphalit) üretimi yapılmaktadır.

A.B.D'de Kyanite Mining Corp., dünyadaki en büyük disten üreticisidir. Güney Afrika'dan sonra ikinci en büyük Sillimanit üreticisidir.

Hindistan sillimanit ve disten üreticisi bir ülkedir. Uttar Pradesh eyaletinde andaluzit de bulunmaktadır. 6 700 ton disten, 7 500 ton sillimanit üretimi vardır.

İspanya'nın tek disten üreticisi Arcillas Refractories SA (Arciresa) firmasıdır. Aluvyonlar içinde %20 disten bulunmakta, elde edilen konsantre döner fırında sinterlendikten sonra ağırlıklı olarak iç piyasaya verilmektedir.

Avustralya'da Williamston şirketi sillimanit, disten ve kaolinize sillimanit (7 000-8 000 0ton) üretimi yapmaktadır. Üretimin %40'ı iç tüketimde kullanılmakta, %60'ı ise ihraç edilmektedir.

Brezilya 1970 yıllarında önemli disten üreticiler arasında yer almıştır. Yıllık üretim kapasiteleri 30 000 ton civarında olmasına karşılık üretici firmalar Minercao Interex do Brasil ve A.B.D kaynaklı Nord Resources durumlarının bozulması sonucunda yıllık üretim kapasitesi 600 ton seviyesine düşmüştür.

Çin'de Henan ve Liaoning bölgelerinde özel kalitelerde %55-60 Al_2O_3 ve %1-2 arası Fe_2O_3 içerikli rezervler bulunmaktadır. Güney Afrika kaynaklı andaluzitler de Fe_2O_3 oranı % 1 olması nedeniyle Çin'de bulunan andaluzitlerin demiroksitin bünyede olması nedeniyle zenginleştirilmesi çok zordur. Disten de ise Jiangsu, Henan ve Xinjiang bölgelerinde 35 000 ton yıllık kapasite ve 5 000-10 000 tonluk ihraç kapasitesi mevcuttur. Çin, % 4 yıllık büyüme ile refrakter sanayiinde önemli gelişmeler kaydetmektedir.

İsveç'te Svenska A.B.D şirketi 25 000 ton/yıl kapasiteli işletme ile faaliyet göstermektedir.

Rusya'nın yıllık üretiminin ise 100 000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir.

2. DÜNYADA MEVCUT DURUM

2.1. Rezervler

Dünyada disten ve distene bağlı minerallerin büyük bir kısmı A.B.D., Avustralya, Kanada, Hindistan, Güney Afrika ve Rusya'da bulunmaktadır. Aşağıdaki tabloda dünya disten rezervi ve ülkelerin rezervi verilmiştir.

TABLO 3. Dünya disten rezervleri

Ülke	Ton	%
Kanada	45 000 000	42
A.B.D.	30 000 000	28
Güney Afrika	12 000 000	11
Avusturya	4 000 000	4
Hindistan	3 800 000	4
Rusya	3 500 000	3
Avustralya	3 000 000	3
Liberya	2 500 000	2
Kenya	1 230 000	1
Brezilya	1 000 000	1
Bulgaristan	800 000	1
Finlandiya	300 000	1
Malavi	300 000	1
Somali	132 000	1
Namibya	120 000	1
Kamerun	4 114 000	1
İsveç	4 500 000	1
Dünya Toplamı	112 296 000	

TABLO 4. Dünya sillimanit rezervi

Ülke	Ton
Rusya	*
Güney Afrika	600 000
Hindistan	400 000
A.B.D.	90 000
Sri Lanka	30 000
Avustralya	20 000
Toplam	1 140 000

*Rezerv miktarı bilinmemekle birlikte önemli yataklara sahiptir.

Tablo 5. Dünya andaluzit rezervi

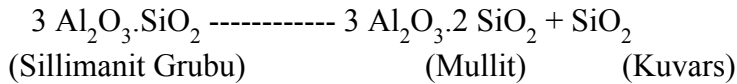
Ülke	Ton
Güney Afrika	91 500 000
Rusya	72 000 000
Fransa	10 000 000
Gana	600 000
A.B.D.	590 000
Toplam	174 690 000

2.2. Tüketim

2.2.1. Tüketim Alanları

Sillimanit, andaluzit ve disten susuz alüminyum silikat polimorflarını içerirler ve genel olarak sillimanit grubu mineralleri olarak bilinirler. Bu mineraller, yüksek sıcaklıkta oluşan yüksek refrakter performanslı mullit fazlarını oluşturdukları için çoğunlukla refrakter endüstrisinde tüketilirler. Bu faz yüksek sıcaklık dayanımı ile kimyasal ve fiziksel aşınma direnci gösterir. Bu özellikler yüksek sıcaklık ve kimyasal aşınma direnci refrakter sanayiinde istenen özelliklerdir. Refrakter tuğla, monolitik uygulamaları, çelik ve cam endüstrisinde uygulamaları yaygındır. Çimento fırınlarında, demir çelik fırınlarında, petrokimya endüstrisinde ve seramik endüstrisinde kullanımı genişlemektedir. A.B.D., Güney Afrika ve Fransa büyük üretim alanlarına sahiptir. Hindistan büyük bir üretici olmasına karşılık üretimin büyük bir bölümünü tüketimde kullanmakta ve çok az bir kısmını Japonya'ya ihraç etmektedir.

Disten ısıtıldığında önemli derecede genişler. Bu özelliği hem avantaj hem de dezavantaj olabilir. Bağlama kili kullanılan refrakterlerde yüksek sıcaklıklarda küçülme olur, bu küçülmeyi dengelemek üzere ham disten katkısı ile stabilite sağlanabilir.



Mullit üretiminin yarısı demir-çelik endüstrisinde, yüksek fırınlarda, büyük kapasiteli potalarda, brülör gövdeleri, çimento fırınlarında, bakır tavlama fırınlarında, cam fırınlarında, seramik üreten fırınlarda kullanılmaktadır. Distenin monolitik malzeme üretiminde yaygın olarak kullanımı bulunmaktadır. Andaluzit mükemmel mekanik dayanımı ve sürtünme dayanımı yanısıra refrakter tuğla imalinde daha az enerji maliyeti, hacimsel kararlılık, curufa ve ısıl şoka karşı iyi direnç gösteren özelliklere sahiptir.

2.3. Üretim

Andaluzit'te Güney Afrika dünya rezervinin %52'sine, batı dünyasındaki rezervlerin ise %89'una sahiptir. Bu değerlerin hesabında Çin'in Kroning eyaletindeki son zamanlarda bulunan yaklaşık 50 milyon ton rezerv dikkate alınmamıştır. Güney Afrika en büyük andaluzit üreticisidir. Üretim Pretoria'da en eski üç jeolojik bölgede yoğunlaşmıştır. Timeball Hill, Daspoort ve Magaliesberg yatakları, Bushveld volkanik külleriyle karışmış metamorfik katmanlarda oluşmuşlardır. Alüvyal rezervler olması ve kolay zenginleştirme sonucu yataklar değerlidir. Alüvyal rezervlerde Al_2O_3 değeri %52-54 arasında, Fe_2O_3 oranı %1,5-2 arasında değişen dar aralıklarda çalışılır. Mevcut pazarın kalite talebi %56-58 Al_2O_3 ve max %1 Fe_2O_3 'tür. %53-54 Al_2O_3 ve %1,5-2 Fe_2O_3 tenörlü ilk üründen, uygulanan ağır ortam ayırımı sonucunda yüksek kaliteli konsantrasyonlar elde edilir. Daha yüksek kaliteli andaluziti üretmek mümkündür, ancak verimlilik düşük, maliyet çok yüksektir.

Andaluzitin en belli başlı zenginleştirme işlemleri;

- Madenden çıkarma,
- Kaba kırma,
- Öğütme,
- Eleme - Yıkama
- Ağır-Ortam ayırıştırması,
- Magnetik ayırma.

İspanya'nın tek disten üreticisi Arcillas Refractories SA (Arciresa) olup disten üretimi yıllarca 5 000 ton civarında kalmış olup zamanla azalmıştır.

Brezilya'nın 1970 yılına kadar önemli bir disten üreticisi olmasına karşılık yıllık 30 000 ton olan üretim, üretici iki firma olan Minas Gerais Minercao Interex do Brasil ve A.B.D kontrolü Nord Resources firmaların durumunun kötüleşmesi sonucunda yıllık üretim 600 ton seviyesine düşmüştür.

Hindistan dünya sillimanit piyasasında fazlaca öneme sahip olmasa dahi iç piyasasına hammadde sağlamada önemli bir yer tutmaktadır. Hindistan'da %58-60 Al_2O_3 ve max %0,5 Fe_2O_3 içerikli yüksek kaliteli sillimanit ve distenin yıllık üretim kapasitesi 14 000 civarındadır. Bunun büyük bir kısmını iç piyasada tüketmekte, kalan 1 500-3 000 tonluk ihraç kapasitesinin tamamını Japonya ihraç etmektedir.

Zimbabve'de disten üretimi 1 000 ton civarında olup, %56-58 Al₂O₃ içerikli bu hammadde tamamen iç piyasada tüketilmektedir.

Avustralya'da 7 000-8 000 tonluk disten, sillimanit ve kaolinize sillimanit üretimi vardır. %46-50 Al₂O₃ içerikli bu hammadde 150, 75, 53 ve 30 mikron tane boyutunda pazarlanmaktadır. Avustralya'nın kaosil isimli ürünü %40 iç piyasada %60 da dış piyasada tüketilmektedir. Dış piyasada Japonya ağırlıklı tüketim olmaktadır.

Kanada çok sayıda sillimanit yatağına sahip olup, bunlardan sadece birkaçı çalıştırılmaktadır. Ontario Corcan gölündeki büyük disten yatağı Kuzey Amerika refrakterleri şirketinin kontrolündedir.

Tablo 6. 1997 Yılı Dünya Sillimanit Grubu Mineral Üretiminin Ülkelere Göre Dağılımı.

Ülke	Mineral	Üretim (ton)
Avustralya	Disten	800
	Sillimanit *	100
Brezilya	Disten	600
Çin	Andaluzit	12.000
	Disten	50.000
	Sillimanit	40.000
Fransa	Andaluzit	60.000
Hindistan	Disten	6.700
	Sillimanit	7.500
G. Afrika	Andaluzit	25.100
	Sillimanit	2.500
İspanya	Andaluzit	1.500
Ukrayna	Disten	15.000
ABD	Andaluzit **	b(<50.000)
	Disten	90.000
Zimbabve	Disten	1.000

(b) belirsiz;

(*) ayrıca %40-48 Al₂O₃ içerikli 7000 ton sillimanit kili üretilmiştir.

(**) andaluzit cevheri olmayıp, andaluzit-pirofillit-kuars cevher karışımından üretilmiştir.

TABLO 7. Dünya disten ve benzeri minerallerin üretim kapasiteleri

		<u>Kapasite (Ton)</u>
Kuzey Amerika :		
A.B.D. :		
	Disten	Bilinmiyor
	Sentetik Mullit	Bilinmiyor
Güney Amerika :		
	Brezilya : Disten	<u>5 000</u>
Avrupa :		
Fransa	: Andaluzit	60 000
Almanya	: Sentetik Mullit	15 000
İspanya	: Andaluzit	5 000
İsveç	: Disten	25 000
İngiltere	: Sentetik Mullit	10 000
Diğerleri	:	<u>200 000</u>
	Avrupa Toplam	315 000
Afrika :		
Güney Afrika :		
	Andaluzit	320 000
	Sillimanit	3 000
Zimbabve	: Disten	<u>2 000</u>
	Afrika Toplam	325 000
Asya :		
	Çin : Değişik kalitede malzeme	3 000
Hindistan :		
	Disten	38 000
	Sillimanit	<u>15 000</u>
	Toplam	56 000
Japonya	: Sentetik Mullit	<u>40 000</u>
	Asya Toplam	96 000
Avustralya :		
	Disten	1 000
	Sillimanit	<u>1 000</u>
	Avustralya Toplam	<u>2 000</u>
	Dünya Toplamı	<u>743 000</u>

Not: Değerler tahmini değerlerdir, A.B.D. toplama dahil edilmemiştir.

2.4. Fiyatlar

Mart 1999 itibarıyla, disten fiyatları; %54-60 Al₂O₃ içerikli, 35-325 meş tane boyutlu, 18 short tonluk ham ürün: 128-158 \$;

%54-60 Al₂O₃ içerikli, 35-325 meş tane boyutlu, 18 short tonluk kalsine ürün: 228-258 \$;

Andaluzit fiyatları; %57.5 Al₂O₃ içerikli, 2.000 tonluk dökme ürün FOB teslimi: 180-200 \$/ton.

%59.5 Al₂O₃ içerikli, 2.000 tonluk dökme ürün FOB teslimi: 200-240 \$/ton ;

Sillimanit fiyatları; %70 Al₂O₃ içerikli paketler halindeki Güney Afrika ürünü, CIF olarak, 190-200\$/ton

olarak gerçekleşmiştir.

3. TÜRKİYE'DE DURUM

Türkiye'de Manisa-Gördes-Demirci-Köprübaşı, Aydın-Koçarlı ve Bitlis Masifinde disten yataklarına rastlanmaktadır.

Manisa-Gördes ve Aydın-Koçarlı'da bulunan disten yatakları Menderes Masifi metamorfiklerinde yer almaktadır. İleri derecede metamorfizma geçirmiş olan bu masif Paleozoyik yaşlıdır. Bölgesel metamorfizmanın yüksek mertebeli Almandin-Amfibolit fasiyesinde disten oluşmuştur. Menderes Masifinin disten zuhurları;

- Biyotitli gnayslar içinde: Biyotitli gnayslar içinde kayaç oluşturan mineral şeklinde,
- Biyotitli gnayslar içinde bulunan küçük pegmatitik mercerlerde yüksek tenörde kristal toplulukları halinde,
- Biyotitli gnayslar ve mikaşistler içinde, şistoziteye uyumlu olarak bulunan kuvars damarlarında ve özellikle çeperlerinde bol miktarda biyotitle çevrili olarak iri kristalli topluluk halinde,
- Sekonder olarak ise, dere kumlarında ağır mineraller olarak detritik kristaller halinde bulunmaktadır,
- Manisa-Gördes-Demirci-Köprübaşı yöresinde, metamorfizma koşullarının ve kayaç kimyasının uygun olduğu çeşitli gnays ve şist türlerinde önemli miktarda kayaç oluşturan mineral olarak disten mineraline rastlanmaktadır. Ancak, disten içeren bu tür metamorfik kayaçlar ekonomik olmamaktadır. Bu metamorfik birimleri kesen pegmatit damarları içerisinde yüksek tenörlü disten oluşumlarına rastlanılmaktadır.

Türkiye'de önemli disten yataklarımız Bitlis Masifinde yer almaktadır. Bitlis masifi metamorfikleri genellikle çalışmacılar tarafından metamorfik fasiyes ve litolojik fasiyeslere göre alt ve üst birlik halinde incelenmiştir. Distenli kuvarsitler metamorfik şistler içinde kalın bantlı tabakalar halinde üst birlik tabanında yer alır. Üst Birliği oluşturan kayaç topluluklarından özellikle metakarbonatlar dışında kalan kuvarsit ve kuvarşist gibi kayaç toplulukları disten için potansiyel litolojilerdir.

Bitlis masifindeki disten cevherleri Bingöl-Genç-Halveliyan ve Bitlis-Bayramalan, Hürmüz-Şetek köylerinde yer almaktadır.

Bingöl-Genç-Halveliyan köyü disten yatakları tabandaki apatit-manyetit ihtiva eden amfibolit ve albit gnayslarla tavandaki metavolkanitler arasında yer alır. Cevherin yan kayacı metakuvarsporfidir. Bölgede apatit-manyetit etüdü yapan araştırmacılar tarafından bu yatağın, devrik bir antiklinalin altında sıkışmış bir senklinal kanadında oluştuğu tahmin edilmektedir. Bu yatak düşük kaliteli olup 165 000 ton görünür disten rezervine sahiptir. M.T.A. Enstitüsünce 1989 yılında yayınlanan raporda, Bingöl ili, Genç ilçesi Halveliyan yataklarında teşekkül eden disten damarlarının düşük alüminalı ve yüksek demir içerikli olduklarından ekonomik olarak değerlendirilmesinin mümkün olmadığı belirtilmektedir. M.T.A Enstitüsü bu sahada 57 330 ton (%26,75 Al_2O_3 , %4,57 $Fe_2O_3+TiO_2$) disten rezervi tespit edilmiştir. Detay etüt ve aramalarla rezerv ve kalite yönünden çok önemli rezervlerin ortaya çıkarılması mümkündür.

Bitlis-Bayramalan köyündeki disten yatakları da tabanda apatit-manyetit içeren amfibolit ve kuvars albitofir denilebilecek açık renkli seviyelerin ardalanmasından oluşan bantlı gnayslar ile tavandaki kuvarsitlerin arasında yer almaktadır. Bitlis ili Hürmüz ve Şetek disten yatakları, apatit-manyetit cevherini taşıyan amfibolit ve bantlı gnayslar mikaşistlerin arasında bulunmaktadır.

Bitlis masifi disten yatakları A.B.D'deki yataklara oldukça benzemektedir. A.B.D'deki distenli kuvarsitler , Prekrambien yaşlı granit kökenli metamorfite içinde yer almaktadır.

Halveliyan ve Bayramalan distenlerinin dikkati çeken özelliği, ateş zayıflığının yüksek olmasıdır. Bunun da sebebi distenin kısmen kaolinleşmiş olmasıdır.

Bitlis masifi disten cevherini, %40'dan az Al_2O_3 ihtiva eden düşük kaliteli ve %40'dan fazla Al_2O_3 ihtiva eden yüksek kaliteli olmak üzere iki gruba ayırmak mümkündür. Beyaz, pembe ve mavi distenler içinde, beyaz disten genellikle daha yüksek kalitelidir.

M.T.A. Enstitüsünce Bitlis ili, Merkez ilçe, Bölükyazı bucağı Bayramalan köyü ve Arzıvik mezrasında bulunan sahada 1989 yılında 326 m derinlikte 5 adet sondaj ile toplam 700 000 ton disten cevheri tespit edilmiştir.

Bayramalan ve Arzıvik sahalarında kayaçtaki Al_2O_3 oranı % 32,80 ve Fe_2O_3 %0,40 olarak belirlenmiştir.

Bitlis ili, Merkez ilçe, Bölükyazı bucağı Bayramalan köyü Arzıvik mezrasında M.T.A Enstitüsünce tesbit edilen 700 000 tonluk rezerv, kayaç içindeki disten dağılımı ve Al_2O_3 oranlarında değişimler göstermesi ve yüksek kuvars içeriği nedeniyle, refrakter sanayiinde doğrudan kullanılabilir nitelikte değildir.

M.T.A Genel Müdürlüğü-Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı-Cevher Zenginleştirme Bölümü'nde Bitlis ili Bayramalan köyünden temin edilen disten numunesi üzerinde teknolojik etüt yapılmıştır. %32,80 Al_2O_3 tenörlü cevher üzerinde yapılan ağır sıvı testlerinde toplam %82,34 verimle %48,52 Al_2O_3 tenörlü bir konsantre elde edilmiştir. Yapılan

ağır sıvı testlerinde %62,23 verimle bir konsantre elde edilmiş ve numunenin %37,77'si ise şlam olarak atılmıştır.

Disten cevherinin zenginleştirilmesinde uygulanan akım şeması :

- Ham Cevher (max 250 mm)
- Çeneli Kırıcı (- 25 mm)
- Konik Kırıcı (- 1 mm)
- Elek (- 1 mm)
- Ağır Sıvı
- Ürün (%63) Artık (%37)

Mineralojik analizlerine göre disten ve ana bileşen kuvars'ın serbestleşme tane boyunun 1 mm'nin altına indirilmesi gerekmektedir. Fe_2O_3 % oranının yükselmesi halinde manyetik ayırıcıların kullanılması gerekmektedir.

Türkiye'de sillimanit yatağı yoktur. Pötürge masifinde bazı sillimanit zuhurlarına rastlanmış, fakat rezervin önemsiz olduğu görülmüştür. Bu nedenle üretim-tüketim ve ihracatından bahsedilemez. Menderes masifindeki bazı gnaysların da %10-15 oranında sillimanit ihtiva ettiği bilinmektedir. Akdağmadeni metamorfitletindeki %10 sillimanit ihtiva eden gnayslar ve Istranca masifindeki %25-30 andaluzit ihtiva eden Demirköy batolitinin kontakt felslerindeki etüdlere M.T.A tarafından devam edilmektedir. Inebolu civarındaki sillimanit ve grafit ihtiva eden kontakt metamorfizma geçirmiş kayalar da incelenmektedir.

Türkiye'nin Andaluzit, Sillimanit ve Disten İthalatı :

Yapılan araştırmalar neticesinde, Türkiye'deki andaluzit tüketiminin 3 000-4 000 ton civarında olduğu, kalitelerinin %55-60 Al_2O_3 ve Fe_2O_3 oranlarının da max %1 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Kalitelere bağlı olarak da FOB fiyatların 270-370 Alman markı arasında olduğu belirlenmiştir. Andaluzit Güney Afrika ve Fransa'dan temin edilmektedir (Kaynak : Transmar Tic. A.Ş.).

1986 yılına kadar pota tuğlalarında tartışmasız favori olan şamot, bu yıldan sonra önemini büyük ölçüde kaybetmiştir. Zira bu yıllardan sonra yüksek alüminalı boxit, vs. refrakter malzemelerin kolay ithalinden sonra yüksek alüminalı refraktere geçilmiştir. Gelişen teknolojiye uygun olarak 1990 lı yılların başında karbon bağlı tuğlalar yapılmaya başlandı. MgO ya karşılık Al_2O_3 grubunda da andaluzit kullanılmaya başlandı. Buna paralel olarak 1995 li yıllara kadar andaluzit ithalatı artarak devam etti. 1995 yılından sonra andaluzite alternatif olarak Japonlar profillit kullanmaya, ayrıca daha yüksek performans elde etmeye başladılar. Fiyatı da andaluzite nazaran daha ucuza malolduğundan andaluzitin yerini almaya başlamıştır. Türkiye'deki üretici firmalarla yapılan görüşmelerde andaluzitin Türkiye'de de yavaş yavaş önemini kaybettiği ve son yıllardaki ithalatının da önemli ölçüde azaldığı tesbit edilmiştir.

4. DEĞERLENDİRME VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

Ülkemizde yüksek alüminal refrakter hammaddelere olan ihtiyaç büyüktür. Fabrikalar yüksek alüminalı refrakter hammadde ihtiyaçlarını ithalat yoluyla karşılamaktadır. Yurdumuzda sillimanit grubu minerallerin ithalatının gittikçe artması, ithal maliyetlerinin CIF bazda 320-460 Alman markı seviyesinde olmasına bağlı olarak M.T.A. Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı Cevher Zenginleştirme Bölümü'nde elde edilen konsantrenin uygun olması, elle zenginleştirme (seçimli) ve ayıklama çalışmaları sonucunda %51,32 Al_2O_3 ve %0,58 Fe_2O_3 içerikli ürün elde edilmesi nedeniyle Bitlis masifinde yeni disten yatakları aramalarına hız verilmelidir.

Bitlis ili Bayramalan yataklarında kurulacak yıkama, kırma, eleme, ağır ortamda zenginleştirme ve manyetik seperatörler tesisi ile iç piyasanın ihtiyacı yanında dış pazara da ürün sunulması mümkün gözükmektedir.

Manisa distenleri yeniden ele alınarak uzun vadeli bir prospeksiyonla jeolojik etüdleri yanında cevher zenginleştirme çalışmaları yapılmalıdır.

Bitlis'te disten işletme, flotasyon ve kalsinasyon tesislerinin kurulması ile ithalat önemli ölçüde azalacaktır.