

## ENDÜSTRİYEL KULLANIM AÇISINDAN KARBONAT KAYAÇLARI

### KARBONAT GESTEINE IM HINBLICK AUF IHRE INDUSTRIELLE VERWENDUNG

Doç. Dr. M. Sezai KIRIKOĞLU

İ.T.Ü. Maden Fakültesi  
Maden Yatakları - Jeokimya Anabüim Dalı  
80626 - Maslak İstanbul

#### ÖZET

Yeryüzü tarihi boyunca, zaman aralıklarının pek çoğunda oluşumları izlenen karbonat kayaçları kırılarak agrega, kesilerek ve şekillendirilerek yapı taşı, öğütülerek dolgu malzemesi ve pigment, kalsine edilerek veya yüzeyi kaplanarak kağıt ve plastik üretiminde kullanılmaktadır. Endüstriyel önlemleri çok yüksek olan karbonat kayaçları ayrıca, kireç ve çeşitli kimyasalların elde edilmesinde, çimento ve refrakter malzemelerin üretiminde, metalürjide, eczacılık, cam, gübre endüstrilerinde, kömür tozu alevlerinin söndürülmesinde, asitli yağmur sularının nötrleştirilmesi yoluyla çevre problemlerinin çözülmesinde, şeker rafinasyonunda yaygın bir biçimde tüketilmektedir. Aşağıda çeşitli karbonat kayaçları, endüstriyel kullanımları için sahip olmaları gereken özelliklerine de değinilerek kısaca ele alınmıştır.

#### ZUSAMMENFASSUNG

In allen geologischen Zeitalter wird die Bildung der Kalkgesteine beobachtet, welche durch Zerbrechungsarbeiten als Schotter, durch Schneiden als Bausteine, durch Mahlen als Füllstoffe oder Farbpigment, durch Kalzinierung oder Furnieren in den Bau-, Papier- und Plastikindustrien verwendet werden. Da sie sehr wichtig für verschiedenste Industriegebiete sind, werden Karbonatgesteine für die Herstellungen von Kalk, verschiedener Chemikalien, feuerfesten Materialien, Zement, pharmazeutischen Mitteln, Glas, Düngemittel und Zucker eingesetzt. Metallurgische Industrie bzw. Umweltschutzarbeiten benötigen sich Karbonatgesteine. Unten werden sie mit Berücksichtigung ihrer Qualitätsmerkmale für die Verwendung in der verschiedensten Industriegebieten diskutiert.

## 1". GİRİŞ

Türkiye'de Paleozoik'ten Kuvarterner'e kadar oldukça geniş bir zaman aralığında oluşmuş birimler içinde karbonatlı kayaçlar yaygın olarak yer almaktadır. Bu nedenledir ki ülkemizin her bir köşesinde, karbonatlı kayaçları hammadde olarak kullanan endüstri dalları önemli gelişme göstermiştir. Bunlar çimento, inşaat, mermer, kireç, cam, kimya, kağıt, plastik, kauçuk, şeker, endüstrileri ile metalürji, refrakter malzeme ve agrega üretimi olarak verilebilir.

Karbonatlı kayaçlar denilince kireçtaşı, tebeşir, mermer, karbonatit, damar kalsiti, traverten, organizma kavrıkları, aragonit kumu ve dolomit aklı gelmektedir. Esas olarak sedimanter ve metamorfik, daha az olarak magmatik kayaçlara bağlıdır. Manyezit ve demir karbonatları bunların dışında kalmaktadır. Ana karbonat kayaçları ve çeşitli özellikleri aşağıda verilmiştir:

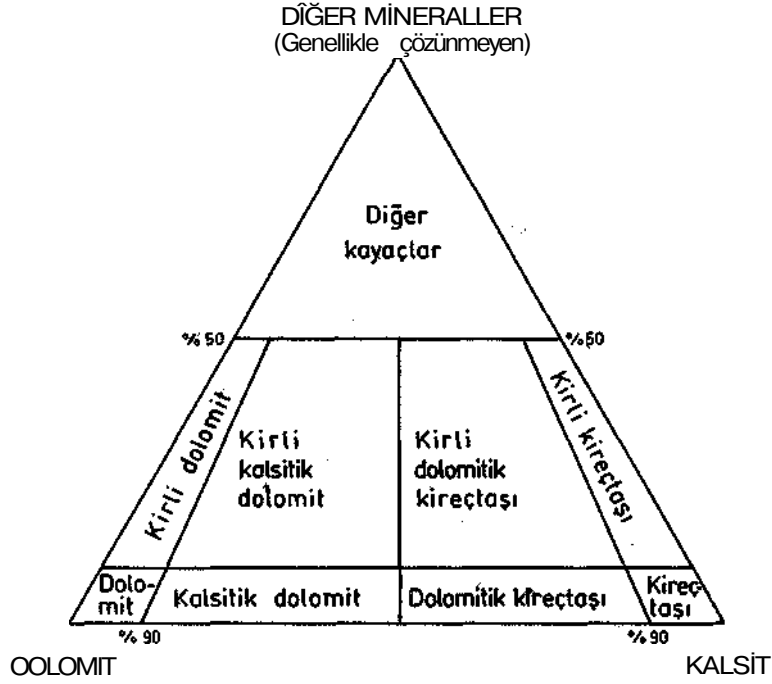
| Mineraller | Formül                              | Renk        | % CstO | % CO <sub>2</sub> | % MgO | Yoğunluk | Sertlik |
|------------|-------------------------------------|-------------|--------|-------------------|-------|----------|---------|
| Kalsit     | CaCO <sub>3</sub>                   | Beyaz-Gri   | 56     | 44                | -     | 2,7      | 3,0     |
| Dolomit    | CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> | Beyaz - Gri | 30,4   | 47,7              | 21,9  | 2,8-2,9  | 3,5-4,0 |

Karbonatlı kayaçların önemli bir bölümü, diğer endüstriyel hammaddelerle karşılaştırıldığında, oldukça ucuza temin edilebilen maddelerdir. Kırılarak agrega (kırmataş) olarak kullanılan kireçtaşı ve dolomit ile doğal agrega olarak üretilen kum ve çakıl yataklarının ana jeolojik özelliklerine burada kısaca değinilecektir.

Kireçtaşının ana mineralojik bileşeni kalsittir. Değişik oranlarda demir ve magnezyum karbonat, kil mineralleri ve kuvars içeriği olağandır. Resifal kireçtaşları genellikle saf ve klastik elemanları hiç içermemelerine rağmen yüksek dolomit içeriği olabilmektedir. Bandlı kireçtaşları genellikle kil arakatlıdır. Killi seviyeler çoğu kez marn ve silisli kireçtaşları ile geçişlidir. Kireçtaşı içerisinde arzu edilmeyen bileşiklerin belirlenmesinde en hızlı yöntem, bir miktar numuneyi seyrettik klorik asitte çözmektir. Dolomit ve silikatlar daha yavaş çözünürken, kalsit hemen çözünecektir. Kalsitin dolomitten ayrılmasında daha yavaş, ancak daha sağlıklı yöntem boyamadır.

CaCO<sub>3</sub> içerikleri % 75 ile % 90 arasında kalan karbonatlı marnlar ve % 40 ile % 75 arasında olan marnlar en önemli çimento hammaddeleridir. Çimentolar kullanım alanlarına göre farklı bileşime sahip, bağlayıcı malzemelerdir. SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeren kireçtaşları ile yüksek firm curufan, volkanik küller ve diatomitlerin belirli oranlarda karıştırılıp, işlenmesiyle üretilirler. Tüm bu bileşenleri bünyesinde içeren kireçtaşı ve marnlara çimento kayası da denilmektedir.

Dolomitler 1.7 den daha küçük CaO:MgO oranına sahip kayaçlardır. CaO içeriğinin artması durumunda karbonatlı dolomit ve dolomitli kireçtaşlarına geçilir (Şekil 1). % 5 oranına kadar MgO içeren dolomitler kireçtaşlarının biyolojik katkılarıyla oluşmuştur. Kaliteli dolomitler hidrotermal-metasomatik oluşumlardır. Bu tür dolomitleşmenin erken diagenetik olduğu düşünülmektedir. Çok saf dolomitler (CaO:MgO oranı 1.39 ile 1.45 arasında olanlar) metalik magnezyum üretimi ile cam endüstrisinde ve suların yumuşatılmasında kullanılır. CaO:MgO oranı 1.45 ile 1.70 arasında olan saf dolomitler sinterlenerek refrakter malzeme olarak değerlendirilir. Türkiye kireçtaşı, dolomit ve mermer rezervleri son derece büyüktür.



Şekil i: Dolomit ve kalsit içeriğine bağlı olarak karbonatlı kayaların sınıflandırılması (Harben, 1995).

Kireçtaşı ve dolomit ile bunların metamorfizması sonucu oluşmuş mermerlerin ana kullanım alanlarından biri olan inşaat sektöründe, özellikle beton, sıva ve yol yapımı için kırmataş üretimi önemlidir. Söz konusu bu malzeme bazı jeolojik ortamlarda doğal olarak oluşmuştur ve aynı amaçlarla kullanılmak üzere işletilmektedir. Aşağıda söz konusu bu doğal hammaddelerin (agregaların) kısa tanımlamalarına yer verilecektir.

Doğal agregaların bileşimini, boyutlar açısından ele alındığında kum ve çakıl oluşturmaktadır. 0.0062 ile 2 mm arası tane boyuna sahip sedimanlar kum, 2 ile 63 mm arası büyüklüğe sahip olanlar ise çakıl olarak isimlendirilmektedir. 0.0062 mm den daha küçük tane boyulu malzeme silt, 64 mm den daha büyük tane boyulu malzeme ise blok adını almaktadır. Kum ve çakıl sadece tane boyu yönünden değil, bileşimleri açısından da farklıdır. Kumda ana mineral kuvarstır. Bazılarında feldispat, çoğunda % 1-2 oranında mika, çört ve granat gibi ağır mineraller bulunmaktadır. Çakıllar bileşimleri açısından heterojendir. Hakim bileşimleri minerallerden ziyade kayaç parçalarıdır. Şeyi ve mikaşist gibi yumuşak parçalardan, granit ve kuvarsit gibi çok sert olanlara kadar değişik kayaç parçaları içerirler. Kum ve çakıl çimento ile karıştırılarak kullanılır. Bu tür kullanımlarda inşaat ve yol yapımı ilk sırayı alır. Kullanılan betonun % 80 i kum ve çakıldan oluşmaktadır. Çakıl ve kum, çimento ile karıştırılmadan, dolgu maddesi olarak yol ve hava alanlarının taban inşaatlarında kullanılmaktadır.

Kum ve çakıl (doğal agregalar) kayalardan çimentolanmamış olmaları ve çok çeşitli bileşenlerden oluşmaları ile ayrılırlar. Yatakları toz ve organik malzemeden arınmış olmalıdır. Kil oranının yüksek olması kullanımı kısıtlayabilir. Mercek veya tabaka halinde olduğunda temizlenebilir. Yatakların silt içeriği en çok % 5 olmalıdır. Kil, karbonat ve demir oksit gibi bileşenler çimento yapımında kimyasal bağı zayıflatıp, dayanımı azalttıklarından, kum ve çakılın bünyesinde istenmezler.

Sürtünmeye karşı direnç aranan önemli bir özelliktir. Yol yapımında kullanılacak malzemelerin aşınma direnci olabildiğince yüksek olmalıdır. Yataklar kuvars, kuvarsit, taze granitik kayalar, kireçtaşı ve dolomit gibi kilsiz, sert kayalardan itibaren oluştuğlarında ekonomik öneme sahip olmaktadır. Sert olmasına rağmen çört, çimentoda kimyasal reaksiyon oluşturma eğilimi nedeniyle istenmez. Malzemenin dayanımı da çok önemlidir. Donma, çözünme, ıslanma ve kurumaya karşı yüksek direnç arzu edilir. Parçalanmış ve poröz malzeme betonda çatlamaya yol açacağından kullanılmamalıdır. Tane boyu dağılımı ve tanelerin şekli yol ve inşaat malzemelerinde aranan özelliklerdir. Eşit boyutlu ve yuvarlak taneler sert beton yapımına daha uygundur.

Yüksek hacim ve hıza sahip akarsular ticari çakıl yataklarının oluşumunda önemli rol oynarlar. Ekonomik öneme sahip büyük yataklar Pleystosen buzullarının erimesi sonucu ortaya çıkmış akarsular tarafından oluşturulmuştur.

Kum ve çakılın günlük kullanımı göz önüne alındığında ekonomik yatakların bulunmasının kolay olduğu düşünülebilir. Ancak inşaat sektörünün hızlı gelişimi karşısında gerçek talebi karşılayacak büyüklükte yatakların bulunması, sistemli aramaları gerektirir. Bunun için uygun topografya, hidrojeoloji ve jeoloji haritaları gereklidir. Akarsu rejimleri ve buzul hareketleri de dikkatle incelenmelidir. Açık işletmelerde kazanılırlar. Üretilen malzeme yıkama, eleme ve iri boyutluların kırılması ile istenmeyen maddelerin uzaklaştırılması işlemlerine tabi tutulur.

## 2. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

Kireçtaşı, dolomit ve daha ender olarak ta mermer, agrega, çimento katkı malzemesi, dolgu v.b. gibi ürünlerin elde edilmesi amacıyla kırılır. Mukavemet, sertlik, yoğunluk, porozite ve homojenlik ile tane şekli kullanımda belirleyici özelliklerdir. Özellikle kırılma sonrasında tane şeklinin olabildiğince kübik ve çatlaksız olması ve yapraklanma göstermemesi gereklidir. Sülfat gibi çözünebilir mineral içeriği minimum, dolayısı ile kimyasal bakımdan duraylı, tozsuz, kil, silt ve kum içeriği çok az olmalıdır. Genelde fazla aşınmanın söz konusu olduğu yerlerde veya karayolu inşaatlarında kireçtaşının düşük olan sertliği nedeniyle kullanılması arzu edilmez (çizelge 1).

Yapı taşları renk ve desen bakımından albenisi olan, sıkıştırma ve bükme dayanımı yüksek, aşındırma etkilerine karşı dirençli, paslanmayan ve atmosferik etkiler altında bozulmayan, mermer ve kireçtaşı gibi kayalardır. Ticari bakımdan çeşitli oniksler, traverten, rekrystalize kireçtaşı ve dolomitler de mermer sözcüğü kapsamında değerlendirilmektedir.

Çizelge 1: Kayaç tipine bağlı olarak agregaların fiziksel özellikleri. Kaynak: Woolf, 1953 (Harben, 1995 ten).

|           | Dökme Yoğunluk | Âbsorpsiyon % | Aşınma Kaybı    |              | Sertlik* |
|-----------|----------------|---------------|-----------------|--------------|----------|
|           |                |               | Deval Testi (%) | LA Testi (%) |          |
| Bazalt    | 2,86           | 0,50          | 3,10            | 14           | 19       |
| Çört      | 2,50           | 1,60          | 8,50            | 26           | 12       |
| Diyabaz   | 2,96           | 0,30          | 2,60            | 18           | 20       |
| Dolomit   | 2,70           | 1,10          | 5,50            | 25           | 9        |
| Gnays     | 2,74           | 0,30          | 5,90            | 45           | 9        |
| Granit    | 2,65           | 0,30          | 4,30            | 38           | 9        |
| Kireçtaşı | 2,66           | 0,90          | 5,70            | 26           | 8        |
| Mermer    | 2,63           | 0,20          | 6,30            | 47           | 6        |
| Kuarsit   | 2,69           | 0,30          | 3,30            | 28           | 16       |
| Kumtaşı   | 2,54           | 1,80          | 7,00            | 38           | 11       |
| Şist      | 2,85           | 0,40          | 5,50            | 38           | 12       |

\*2,5 cm çapında ve 2,5 cm yüksekliğinde kayaç karotunun, 2 kg ağırlığındaki çelik bir silindirin düşme etkisine karşı koyabileceği yükseklik.

Çizelge 2: Dolgu olarak kullanılacak kalsiyum karbonatların tipik fiziksel özellikleri. Kaynak: Trivedi and Hagemeyer, 1994 (Harben, 1995 ten).

|                                 | Romboedrik Skalenoedrik |            | Ortorombik   | ince            | Çok ince        |
|---------------------------------|-------------------------|------------|--------------|-----------------|-----------------|
|                                 | Kalsit PCC              | Kalsit PCC | Aragonit PCC | Amorf Kireçtaşı | Amorf Kireçtaşı |
| Kırılma oranı                   | 1,58                    | 1,58       | 1,63         | 1,58            | 1,58            |
| Özgül ağırlık                   | 2,71                    | 2,71       | 2,92         | 2,71            | 2,71            |
| TAPPI beyazlık (%)              | 99                      | 99         | 99           | 95              | 95              |
| Yüzey alanı (m <sup>2</sup> /g) | 6-8                     | 9-15       | 9-13         | 5-7             | 10-12           |
| Einlechner aşınma (mg)          | 3                       | 3-5        | 4-8          | 8               | 4               |
| Tane boyu, SediGraph            |                         |            |              |                 |                 |
| + 5 pm (%)                      | -                       | 2          | 3            | 20              | 3               |
| - 2 pm (%)                      | 99                      | 45         | 75           | 70              | 90              |
| Ortalama, pm                    | 0,70                    | 1,0-3,0    | 0,5-1,0      | 0,5-1,0         | 0,80            |

Tüm karbonatlar amorf yapıda (topraksı) olabilir ve inert pigment veya dolgu olarak (GCC : Ground Calcium Carbonate veya Whiting) çok sayıda ürünün elde edilmesinde kullanılabilir. Doğal kalsiyum karbonatın (CaCO<sub>3</sub>) karakteristik özellikleri çizelge 2 ve 3 te verilmiştir. Kullanım alanım, doğrudan doğruya hammaddenin özellikleri belirlemektedir (Harben, 1995). Ucuz olanlar asfalt, dolgu ve çimento, beyazlık ve parlaklığı % 80 nin üzerinde ve orta büyüklükte tane boyuna sahip ara kalitedekiler macun ve mum üretiminde kullanılırlar. Safılık, % 90 in üzerindeki beyazlık derecesi, örtücülük (opacity), tane şekli, APS & PAD (average partide size & Sc partide size distribution), yüzey alanı, çözeltideki davranışları (rheology) ve viskozite, su ve yağ absorpsiyonu, dökme yoğunluğuna da bağlı olarak ince ve çok ince tane boyulu karbonatlar kağıt, boya, plastik ve kauçuk endüstrileri için gerçek anlamda işe yarar dolgu malzemesidir. Kalsiyum karbonat boya endüstrisinde kullanılan pigment

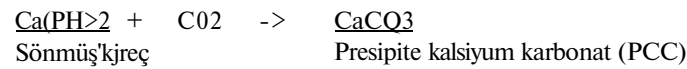
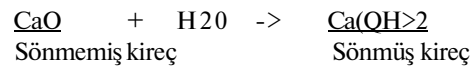
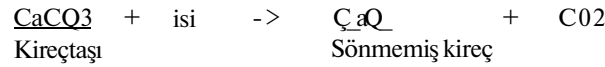
gereksinimini önemli ölçüde azaltmakta, plastik ve kauçuk endüstrilerinde de polimer ve elastomer kullanımını önemli ölçüde düşürüp, tasarruf sağlamaktadır. Kağıt ve plastik endüstrilerinde kullanılan en ince boyutlu ve saf ürünler kalsine kireç taşının yeniden karbonizasyonu sonucu elde edilmektedir. Bu ürüne presipite kalsiyum karbonat (PPC: precipitated calcium carbonate) denilmektedir. Yüzeyi kaplanmış (coated) kalsiyum karbonat baza endüstri dallarında kullanılmaktadır. Örneğin plastik endüstrisinde polimerlerin homojen dağılımını artırmakta, boya endüstrisinde çözülme azaltmakta, renk pigmentlerinin yüzmesini engellemekte ve boyanın örtme gücünü artırmaktadır. ^

Çizelge 3 : Boya endüstrisinde kullanılan kalsiyum karbonatların fiziksel özellikleri. Kaynak: Trivedi and Hagemeyer, 1994 (Harben, 1995 ten).

|                                | Doğ a!               |                          | P r e s i p i t e |          |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|----------|
|                                | İnce Amorf Kireçtaşı | Çok İnce Amorf Kireçtaşı | Kalsit            | Aragonit |
| Özgül ağırlık                  | 2,71                 | 2,71                     | 2,71              | 2,93     |
| Kırılma oranı, ortalama        | 1,58                 | 1,58                     | 1,58              | 1,63     |
| Sertlik ( <i>Mobs</i> )        | 3                    | 3                        | 3                 | 3,50     |
| Kalsinasyon ısısı ° C)         | 800-900              | 800-900                  | 800-900           | 800-900  |
| Valley aşınma (mg)             | 25                   | 10                       | 5                 | 8        |
| Beyazlık (% GE)                | 95                   | 96                       | 98                | 99       |
| Yağ emme (cc/100g)             | 13                   | 23                       | 30                | 55       |
| Yüzey alan (m <sup>2</sup> /g) | 3,20                 | 9,60                     | 6,80              | 8,50     |

### 3. KİMYASAL ÖZELLİKLEM

Karbonatlı kayaçlar kimyasal kireç (CaO) ve magnezya (MgO) kaynağı olarak nötralizasyon, pıhtılaştırma, kostikleştirme, dehidrasyon ve/veya absorpsiyon amacıyla çeşitli kimya kimya endüstrileri tarafından kullanılmaktadır. Karbonatlı kayaçlar 1000 ile 1100°C arasında kalsine edilerek sönmemiş kireç (CaO), sulu veya sönmüş kireç [Ca (OH)2], dolomitik sönmemiş kireç [CaO.MgO], N tipi dolomitik hidrat [Ca(OH)2.MgO], S tipi dolomitik hidrat [Ca(OH)2.Mg(OH)2] ile kalsine (dead-burned) dolomit veya ateşe dayanıklı (refrakter) kireç elde edilmektedir. Bu aynı zamanda presipite kalsiyum karbonat (PCC) elde etmek için uygulanan temel kimyasal süreçtir.



Karbonatlı kayaçlar veya kireç pek çok endüstri dalında CaO (ve MgO) kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kireç veya kireçtaşı demir cevherlerinin indirgenmesi sırasında (BOF teknolojisi ile 1 ton çelik üretiminde 60-65 kg elektrikli finolarda 30 kg kireç akışkanlık verici (flux yapıcı) ve P, Si, Al ile S oranlarını düşürücü olarak

kullanılmaktadır. Flotasyonda pH kontrolünü sağlamaktadır. Demir dışı metalürjide siyanür kaybını engellemektedir. Sodyum karbonat çözeltilerinden NaOH elde edilmesini, alüminyum rafinasyonunda uygulanan Bayer yönteminde silisyum uzaklaştırılmasını, deniz ve kaynak sularından magnezyanın üretilmesini, sülfat kağıt hamuru (Kraft) yönteminde SO<sub>2</sub> ile reaksiyona girerek kalsiyum bisülfat oluşumunu, sır ve emaye üretiminde flaks ve dolgu, Solvay yönteminde amonyak ve tuzlu su kullanılarak soda külü üretimini (1 ton soda külü üretimi için 635 kg sönmemiş kireç), düz ve şişe camı üretiminde duraylılık, mukavemet ve akışkanlığın artırılmasını, gaz-baca temizleme sistemlerinde (akışkan gaz desülfürizasyonu = flue-gas desulfurization or FGD tesisleri) kükürdün uzaklaştırılmasını, asit nötralizasyonunu ve alkalileşmeyi sağlayıcı, su sistemlerindeki çeşitli artık ürünlerin uzaklaştırılmasını (çevre uygulamaları, ziraat, şehir ve endüstriyel suların tecridini, lağım sularının arıtılmasını), koloidal kirleticilerin toplanması ve çöktürülmesini (şeker rafinasyonu) sağlamaktadır. Sönmüş kireç, kireçtaşı ve dolomit ziraatte komposto hazırlanması, toprağın kireçlenmesi, kümes ve hayvan yemlerinin üretilmesinde CaO (ve MgO) kaynağıdır. İnşaat sektöründe toprak duraylılığının sağlanmasında, inşaat harcının elde edilmesinde, sıvalarda, tuğla yapımında, bitümlü kaplamalarda ve badanada kullanılmaktadır.

Sönmemiş kireçten elde edilen kalsiyum barbid asetilen, kalsiyum metali ve grafit üretimi ile demir ve çelik temizlenmesinde kullanılmaktadır. Kalsiyum **sifrat** sitrik asit üretiminde, kalsiyum klorat dezenfektanların yapımı ile fotoğrafçılık ve piroteknikte kullanılan klor dioksitin elde edilmesinde, kalsiyum siktomat / kalsiyum sakarin tatlandırıcıların ve nihayet kalsiyum siyanimid azotlu gübrelerin üretiminde kullanılmaktadır.

Kireçtaşı ile silis, alumina ve demirin uygun oranlarda karıştırılıp, 1480°C ye kadar ısıtılması sonucu kalsiyum aluminasilikat klinkeri elde edilmektedir. Buna % 3-5 alçıtaşı ilavesi (sülfat katılaşmayı geciktirmektedir) ve öğütme sonucu tüm inşaat sektörü ve betonda kullanılan portland çimentosu elde edilmektedir. Terrazo gibi dekoratif beton, asfalt yol çizgi boyaları, mimari beton üretiminde kullanılan yüksek ve düşük demirli beyaz çimentonun elde edilmesi yanısıra, sönmüş kireç, kireçtaşı ve tebeşir kullanılarak üretilen harç çimentosunun yapımında da kireçtaşı ana hammaddedir. Petrol kuyu çimentosu 4 saatten daha uzun bir süre ile akıcılığını korumaktadır (petrol ve doğal gaz kuyularının tıkanması). Kireçtaşı ayrıca alüminyum veya kalsiyum alüminyum çimentosunun (CAS), bir başka ifade ile refrakterlerin üretiminde kullanılmaktadır.

MgO dolomit, manyezit veya doğrudan doğruya MgO şeklinde refrakter niteliktedir (magnezya refrakterleri). Dolomit kimyasal MgO in zengin bir kaynağıdır. MgO metalik magnezyum elde edilmesinde kullanılır. Metalik magnezyum önemli bir alaşım metalidir. Kaplama ve dövme ürünlerde, demir ve çeliğin kimyasal desülfürizasyonunda, Be, Ti, Hf ve U üretiminde indirgen unsur olarak kullanılmaktadır. Magnezyum oksit ayrıca refrakterlerin, eczacılık ürünleri ve camların, magnezyum içeren kimyasalların ve gübrelerin üretiminde kullanılmaktadır.

#### 4. KALİTE BELİRLEYİCİ ÖZELLİKLER

Karbonat kayaçlarının farklı kullanım alanlarında, farklı kalite talepleri vardır. Pek çok endüstri dalı için fiyat, kolay elde edilebilirlik ve süreklilik aranan en önemli özelliklerdir.

Çizelge 4: Endüstriyel dolomit ve dolomit ürünlerinin kimyasal bileşimi (%). Kaynak: Harben, 1995.

|          | İspanya<br>Kayaç<br>Cam | ABD<br>Sönmemiş<br>Kireç<br>Cam | ABD<br>Normal<br>Sönmüş<br>Cam | İngiltere<br>Kalsine<br>Refrakter | Norveç<br>Kayaç<br>Dolgu | İngiltere<br>Kayaç<br>Kaldırım<br>Taşı | Almanya<br>Kayaç<br>Dolime |
|----------|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|----------------------------|
| CaO      | 31,10                   | 56,61                           | 47,95                          | 56,90                             | 30,60                    | 32,50                                  | 31,50                      |
| MgO      | 21,70                   | 40,29                           | 34,13                          | 40,70                             | 22,00                    | 18,00                                  | 20,20                      |
| Fe2O3    | 0,10                    | 0,13                            | 0,11                           | 0,90                              | 0,03                     | 0,80                                   | 0,40                       |
| Al2O3    | 0,02                    | 0,29                            | 0,25                           | 0,50                              | 0,05                     | 0,60                                   | 0,40                       |
| SiO2     | 0,05                    | 0,57                            | 0,47                           | 1,00                              | 0,60                     | 2,00                                   | 0,50                       |
| K.K.     | 47,00                   | -                               | -                              | -                                 | 47,00                    | 45,10                                  | 47,00                      |
| Yoğunluk | -                       | -                               | -                              | 3,25                              | -                        | 2,68                                   | 2,70                       |

Çizelge 5: Çeşitli kalsiyum karbonat kayaçlarının kimyasal bileşimi. Kaynak: Harben, 1995.,

|          | ABD<br>Kireç<br>Dolgu | ABD<br>Mermer,<br>Mermer<br>Dolgu | İtalya<br>Mermer<br>Dolgu | ABD<br>PCC<br>Dolgu | ABD<br>Kireçtaşı<br>Cam | ABD<br>Kireçtaşı<br>Ziraat | İngiltere<br>Kalsit<br>Terrazzo |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| CaCO3    | 96                    | 95 min.                           | 98,05                     | 98,40               | 98,00                   | 97,10                      | 98,64                           |
| MgCO3    | 1,50                  | 3,0 max.                          | 2,34                      | 0,70                | 1,30                    | 2,00                       | 0,44                            |
| SiO2     | 1,20                  |                                   | 0,11                      | 0,05                | 0,15                    |                            | 0,69                            |
| Al2O3    | 0,30                  |                                   | 0,05                      | -                   | 0,08                    |                            | 0,01                            |
| Fe2O3    | 0,08                  | -                                 | 0,02                      | 0,10                | 0,12                    |                            | 0,03                            |
| H2O      | 0,25                  |                                   |                           | 0,30                | 0                       | 1-2,5                      | -                               |
| Beyazlık | 96                    | 92-95                             |                           | 98                  | -                       | .                          |                                 |

Çizelge 6: Endüstriyel aragonitin bileşimi (%). Kaynak: Harben, 1995.

|                  | Kimyasal<br>analiz | Elek Analizi            |                  |                          |
|------------------|--------------------|-------------------------|------------------|--------------------------|
|                  |                    | Elek açıklığı<br>(Mesh) | Elek üstü<br>(%) | Eklenik elek<br>üstü (%) |
| CaCO3            | 97                 |                         |                  |                          |
| SiO2             | 0,04               | 20                      | 3                | 3                        |
| Fe2O3            | 0,02               | 30                      | 3                | <b>6</b>                 |
| Al2O3            | 0,02               | 40                      | 23               | 29                       |
| MgO              | 0,23               | 50                      | 25               | 54                       |
| Mn               | 0,0005-0,005       | 70                      | 22               | 76                       |
| Sr               | 0,1-1,0            | 100                     | 12               | 88                       |
| S (organik)      | 0,13               | 140                     | 10               | 98                       |
| S (inorganik)    | 0,01               | 200                     | 2                | 100                      |
| NaCl halinde tuz | 0,25               | -200                    | Eser             |                          |
| Diğer organikler | 0,41               |                         |                  |                          |
| K.K.             | 44,30              |                         |                  |                          |



Çizelge 7: Kireçlerin karakteristik özellikleri. Kaynak: RMC Industrial Minerals Ltd. (UK), (Harben, 1995 ten).

|                         | Parça/Taneli<br>Sönmemiş<br>Kireç | Sönmüş<br>Kireç |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Kuru Baz                | CaO                               | Ca(OH)2         |
| CaO                     | 94,57                             | 96,60           |
| CaCO3                   | 4,18                              | 0,86            |
| SiO2                    | 0,83                              | 0,67            |
| MgO                     | 0,25                              | 0,20            |
| Al2O3                   | 0,20                              | 0,14            |
| Fe2O3                   | 0,05                              | 0,05            |
| Eser Elementler         | 0,10                              | 0,08            |
| Nem (serbest)           | -                                 | 0,60            |
| Ca(OH)2                 | 5,14                              | -               |
| K.K.                    | 2,84                              | -               |
| Nötrleşme değeri        | 95,50                             | -               |
| Dökme Yoğunluğu (kg/m3) | 1,040-1,200                       | -               |

Çizelge 8: Dolgu olarak kullanılacak karbonatların çeşitli endüstri kolları için tane boyu dağılımı (mm). Kaynak: Harben, 1995.

|          | Ortalama | Tavan | Kalanım Alanı                |
|----------|----------|-------|------------------------------|
| Dökme    |          |       |                              |
| Kaba     | 22-40    | 420   | Çimento, asfalt kaplama      |
| Orta     | 12-22    | 100   | Tebeşir, macun, mum, kauçuk  |
| ince     |          |       |                              |
| İnce     | 3-10     | 44    | Kağıt, boya, plastik, kauçuk |
| Çok ince | 0,7-2    | 10    | Kağıt, boya, plastik         |

#### 4. İ. Kireçtaşı ve Dolomit

Bu karbonatlı kayaçların kullanıldığı çeşitli alanlar için tane boyu talepleri farklıdır. Ebatlandırılmış taşlar için >1m, yapı, dekorasyon ve kaplama taşları için >30 cm, beton agregası, asfalt, demiryolu çakılları ve sıva için 1-20 cm, kimyasallar ve cam için 0,2-5 cm, filtre ve kümes hayvanları kuntu için 3-8 cm, zirai kireç için <4 cm, döküm ve akışkanlık vericiler için <3 cm, dolgu, orta sertlikteki aşındırıcılar, sırlar ve emayeler, ocak gazları ile mantar ve böcek öldürücü ilaç taşıyıcılar için <0,2 mm, FGD reaktifleri için <0,1 mm tane boyu koşulları aranmaktadır.

Beton agregaları, kil, mika, kavrı gibi levha şekilli veya laminar bileşenler ile organik maddeler içermemelidir. Düşük amorf silis içeriği ile % 0,04-0,06 klor bileşenleri oranı tercih sebebidir.

Çimento üretimi için % 65 CaCO<sub>3</sub> ve düşük alkali oranı gereklidir. MgO içeriği % 4 ten düşük olmalıdır. Asitte çözünmeyen kalıntı miktan % 1,5 ten, F oranı % 0,1 den, fosfat, çinko ve kurşun oranı % 0,5 ten küçük olmalıdır.

Kömür tozu alevlerinin bastırılması için Sİ02 içeriği % 4 ten düşük, tane boyutu % 100 oranında -840 mm ve % 70 oranında da -75 mm olmalıdır.

Kırmataşlar (agregalar) için kullanım alanları ve bölgelere göre kalite talepleri farklılıklar göstermektedir. Kırmataşlar için genellikle aşınma (aggregate abrasion value = AAV), kırılma (aggregate crushing value = ACV), ince taneli malzeme için % 10 sınırı, sıkıştırma (aggregate impact value = AIV), düzgünlük (polished stone value = PSV) oranları ile yassuk indeksi ve özgül ağırlık testlerini (dökme ve görünür yoğunluk) yapmak zorunludur.

Ebatlandırılmış kayaçlar için önemli karakteristik özellikler ASTM standartlarında yer almaktadır. Su emme, dökme özgül ağırlık (ASTM C 97), kopma modülü (ASTM C 99), sıkıştırma direnci (ASTM C 170), aşınma direnci (ASTM C 241), bükülme direnci (ASTM C 880) standartmda yer almaktadır.

Çevresel kullanım için hammaddenin CaC03 içeriği %85 ile % 95 arasında, MgO ve çözünmeyen madde miktarı en çok % 5, % 100 ü 2 mm den küçük tane boyulu olmalı asidik yağmur nötralizasyonu için ise tamamı 200 mikrondan daha küçük tane boyulu elekten geçmelidir.

Dolgu olarak kullanımda, kuru beyazlık macun üretiminde en az % 80, kağıt kaplanması için en az % 96, yağ emme katsayısı 18-21, yüzey alanı 1,5-4 m<sup>2</sup>/g dökme yoğunluk 0,6-0,8 g/cm<sup>3</sup>, pH 9-9,5 olmalıdır. Plastik endüstrisi olağan kimyasal parametrelerin yanısıra düşük Cu, Pb, ve Mn içeriğini talep etmektedir. Zira bu elementler dayanımı ve olgunlaşmayı azaltmaktadır. Çocuk oyuncakları üretimi için CuO oranı % 0,005 ten, MnO oranı ise % 0,02 den az olmalıdır. Dolgu olarak kullanılacak malzemelerin tane boyut özellikleri çizelge 8 de verilmiştir.

Akışkan gaz desülfürizasyonunda kullanılacak kireçtaşı % 95 in üzerinde CaC03 içermeli, Sİ02 içeriği en çok % 2, Fe203 % 1, Al203 % 1, MgO % 1, Mn02 % 0,02 ve Cl en çok 1.000 ppm olmalıdır. % 50 si en çok 30, % 90 ı da en çok 90 dakikada tepkimeye girmelidir. Aşınması (L.A) en çok 45, 200 mesh tane boyutlu malzemenin Bond Work katsayısı en az 9,5 ve en çok 12 olmalıdır. İnce boyut arzu edilir ve malzemenin % 84 ü 45 mikrondan küçük olmalıdır. Kireçtaşı ağaç parçaları, çakmaktaşı, kil, plastik, metal parçaları, organik malzeme veya diğer istenmeyen karışımları içermemelidir.

Düz cam üretiminde kullanılacak kireçtaşı en az % 54,85 CaO, en çok % 0,8 MgO, % 0,6 asitte çözünmeyen madde, % 0,075 Fe203, % 0,35 Al203, % 0,05 sülfat, %0,1 serbest karbon ve % 0,05 nem içermelidir. Dolomit ise en az % 29,50 CaO ve % 21,4 MgO, en çok % 0,6 asitte çözünmeyen madde, % 0,25 Fe203, % 0,4 Al203, % 0,2 sülfat, % 0,4 serbest karbon ve % 0,10 nem içermelidir. Şişe camı üretimi için en çok % 0,1 Fe203, %0,001 Cr203, ve % 0,1 nem içeriği aranır. Kritik olan kirleticiler daha ziyade Cr, Co ve Mn gibi renk verici elementler, bronz ve Al folyeler gibi metaller ve zirkon, kromit, korund gibi refrakter parçacıklardır.

Kireç eldesi için kireçtaşı % 98 CaC03 içerikli ve Sİ02 oranı % 1 den düşük olmalıdır.

PCC % 98 in üzerinde CaC03, % 0.5-1.5 arasında MgC03, % 0.1 Fe203 ve % 0.3-0.8 oranında nem içermektedir. Kuru halde beyazlık derecesi % 98, yağ emme kapasitesi 30^50, yüzey alanı 8 m<sup>2</sup>/g, dökme yoğunluğu 0.6-0.8 g/cm<sup>3</sup> tür. Tane boyutu 0.5 ile 1.5 pm arasındadır. Eczacılık kalitesinde PCC % 98 den fazla CaC03

içermeli, asitte çözünmeyen bileşen miktarı % 0.2 den küçük olmalı, 3 ppm den az As, % 0.005 ten az F, % 0.003 ten az ağır metaller, % 0.001 den az Pb, % 1 den az Mg ve alkali tuzlar içermelidir. Kurutma kaybı % 2 den az olmalıdır.

Çizelge 9: Cam endüstrisinde kullanılan kireçtaşı ve dolomitte aranılan özellikler. Kaynak: Harten, 1995.

| KİMYASAL                                  | Düz Cam<br>Kireçtaşı | Düz Cam<br>Dolomit | Şişe Camı<br>Kireçtaşı | Şişe Camı<br>Dolomit |
|---|----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| CaO en az                                 | 54,85                | 29,50              | -                      | -                    |
| MgO                                       | 0,80 en çok          | 21,40 en az        | (+/-) 0,30             | (+/-) 0,30           |
| Asitte çözünmeyen<br>madde miktarı en çok | 0,60                 | 0,60               |                        |                      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> en çok     | 0,08                 | 0,25               | 0,10                   | 0,10                 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> en çok     | 0,35                 | 0,40               | (+/-) 0,50             | (+/-) 0,50           |
| SiO <sub>2</sub>                          |                      |                    | (+/-) 0,50             | (+/-)0,50            |
| Sülfat en çok                             | 0,05                 | 0,20               |                        |                      |
| Serbest karbon en çok                     | 0,10                 | 0,40               |                        |                      |
| Nem en çok                                | 0,05                 | 0,10               |                        |                      |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> en çok     |                      |                    | 0.001                  | 0.001                |
| FİZİKSEL                                  |                      |                    |                        |                      |
| Eklenik elek üstü                         |                      |                    |                        |                      |
| 8 mesh                                    | 0                    | 0                  |                        | 0                    |
| 12 mesh                                   | 2 en çok             |                    | 0                      |                      |
| 16 mesh                                   |                      | 0.5 en çok         |                        |                      |
| 20 mesh                                   |                      | 20 en çok          | 20 en çok              | 20 en çok            |
| 100 mesh                                  |                      | 88 en az           |                        | 10 en çok            |
| 140 mesh                                  | 88 en az             |                    |                        |                      |
| 170 mesh                                  |                      |                    | 5 en çok               |                      |
| 200 mesh                                  | 95 en az             | 95 en az           |                        |                      |

Soda külü üretimi için hammadde (kireçtaşı) % 98.6 dan fazla CaCO<sub>3</sub> içermeli, bunun yanısıra SiO<sub>2</sub> içeriği % 1 den düşük olmalıdır. Çelik metalürjisi için olabildiğince yüksek CaCO<sub>3</sub> oranı, % 1 den düşük SiO<sub>2</sub> ile ihmal edüebilir oranda S ve P içeriği arzu edilir.

Şeker rafinasyonu için CaCO<sub>3</sub> oranının % 96 dan büyük, SiO<sub>2</sub> ve MgO oranlarının % 1 den az olması gereklidir. Toplam kil, sülfat mineralleri ve organik bileşen oranı da % 1 den az olmalıdır.

Amerikan farmakoloji standartlarına (XXII) göre hammadde en az % 98.8 oranında CaCO<sub>3</sub> içermelidir. Kurutma kaybı en çok % 2 olmalıdır. Asitte çözünmeyen madde miktarı % 0.2, fluor bileşikleri oranı % 0.0005, As miktarı 3 ppm, Pb miktarı 3 ppm, demir miktarı % 0.05, Hg oranı 0.5 ppm, ağır metaller oranı % 0.002, magnezyum ve alkali tuzlar oranı % 1 olmalıdır. Hammadde baryumdan kaynaklanan yeşil renklenme göstermemelidir.

Çizelge 10: Çeşitli cam ürünlerinin ortalama CaO ve MgO içerikleri (% ağırlık). Kaynak: Harben, 1995.

|                         | CaO   | MgO   |
|-------------------------|-------|-------|
| Şişe camı, beyaz        | 11,30 | 0,10  |
| Şişe camı, yeşil        | 11,40 | 0,10  |
| Düz cam                 | 8,20  | 4,00  |
| Sıkıştırılmış ürünler   | 6,20  | 4,40  |
| Borosilikat camlan      | 0,10  | -     |
| Kurşunlu kristal camlan | 0,20  | -     |
| CRT kaplama plakaları   | 3,50  | 3,50  |
| Fiber optik             | -     | -     |
| Cam seramikler          | 2,70  | -     |
| Tekstil elyaflan        |       |       |
| A - Elyafan             | 9,00  | 3,50  |
| C - Elyafan             | 14,00 | 3,00  |
| D - Elyafan             | 0,50  | 0,20  |
| E - Elyafan             | 17,00 | 4,50  |
| R-Elyafan               | 9,00  | 6,00  |
| S - Elyafan             | -     | 10,00 |
| AR - Elyafan            | -     | -     |

Çizelge 11: Cam endüstrisinde kullanılan karbonatlı kayaçların kimyasal bileşimi. Kaynak: Harben, 1995.

|                                | Kireçtaşı | Aragonit | Botamît | Sönmemiş kireç |
|--------------------------------|-----------|----------|---------|----------------|
| CaCO <sub>3</sub>              | 98,00     | 97       |         |                |
| CaO                            |           |          | 31,10   | 56,61          |
| MgCO <sub>3</sub>              | 1,30      |          |         |                |
| MgO                            |           | 0,23     | 21,70   | 40,29          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,12      | 0,02     | 0,10    | 0,13           |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,08      | 0,02     | 0,02    | 0,29           |
| SiO <sub>2</sub>               |           | 0,04     | 0,05    | 0,57           |

Çizelge 12: Kalsiyum karbonat pigmentlerinin kimyasal özellikleri. Kaynak: Trivedi ve Hagemeyer, 1994 (Harben, 1995 ten).

|                                  | Amorf Kireçtaşı | Presipite Kalsiyum Karbonat - 1 | Presipite Kalsiyum Karbonat - 2 | Presipite Kalsiyum Karbonat - 3 |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| CaCO <sub>3</sub>                | 96,63           | 98,36                           | 98,43                           | 98,62                           |
| CaSO <sub>4</sub>                | -               | 0,08                            | 0,78                            | 0,63                            |
| MgCO <sub>3</sub>                | 2,43            | 0,70                            | 0,37                            | 0,21                            |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,28            | 0,09                            | 0,07                            | 0,01                            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   | 0,09            | 0,07                            | 0,06                            | 0,01                            |
| SiO <sub>2</sub>                 | 0,37            | 0,10                            | 0,04                            | 0,02                            |
| NaCl                             | -               | -                               | -                               | 0,10                            |
| 110° C de H <sub>2</sub> O kaybı | 0,20            | 0,60                            | 0,25                            | 0,30                            |
| pH                               | 9,10            | 9,40                            | 10,30                           | 8,50                            |

#### 4.2. Kireç

Ticari sönmemiş kireç, parça (tane boyutu 2.5 inch ten büyük), kırılmış veya çakıl (0.25-2.25 inch boyutlu), ince (yaklaşık % 100 ü 8 mesh lik elekten geçen), öğütülmüş (yaklaşık % 100 ü 20 mesh lik elekten geçen) veya peletlenmiş (pelet çapı 1 inch) kireç olarak temin edilebilmektedir. Kireç yüksek kalsiyumlu, magnezyumlu veya dolomitik olabilir. ASTM C 110 standartında sönmemiş ve sönmüş kirecin tortulan, kıvamı, plastisitesi, duraylılığı, su tutması, söndürme ve tortulaşma katsayıları yer almaktadır.

Diğer özel testler sönmemiş kirecin yapısal nitelikleri (C 5), sönmüş kirecin sıvadaki özellikleri (C 207), sönmemiş ve sönmüş kireçlerin su tecriti ile ilgili parametreleri (C 53), sönmemiş ve sönmüş kireçlerin çöp asitlerinin nötrleşürülmesindeki davranışları (C 400), sönmemiş kirecin sülfid hamuru üretimi için karakteristikleri (C 46) ile kireç ve kireçtaşı ürünlerinin endüstriyel atıkların arıtılmasında kullanılabilmesi için sahip olmaları gereken özellikleri (C 826) üzerinde durmaktadır.

#### 5. DİĞER ÖZELLİKLER

Dünya yıllık kireçtaşı üretimi son derece büyük rakamlara ulaşmaktadır. Kireç üretimi 150 milyon, çimento üretimi ise 1 milyar 97 milyon ton düzeyindedir. Kırmataş üretiminde kireçtaşı, dolomit ve mermer başlıca kaynak kayalardır. Söz konusu bu kayalardan elde edilen kırmataşların Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kullanım alan ve miktarları aşağıda verilmiştir (Kaynak: Amerikan Madenler Bürosu, 1991; Harben, 1995 ten).

##### Kireçtaşı

|                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| Agrega üretimi           | 374.196.000 ton |
| Zirai faaliyetler        | 18.861.000 ton  |
| Çimento üretimi          | 79.182.000 ton  |
| Kireç üretimi            | 17.974.000 ton  |
| Diğer kimya (cam, v.s.)  | 97.156.000 ton  |
| Özel kullanımlar (dolgu) | 5.944.000 ton   |
| Diğer                    | 219.616.000 ton |

##### Dolomit

|                          |                |
|--------------------------|----------------|
| Agrega üretimi           | 46.334.000 ton |
| Zirai faaliyetler        | 2.618.000 ton  |
| Diğer kimya (cam, v.s.)  | 2.991.000 ton  |
| Özel kullanımlar (dolgu) | 1.079.000 ton  |
| Diğer                    | 7.974.000 ton  |

##### Kırılmış mermer

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Agrega üretimi           | 195.000 ton   |
| Çimento üretimi          | 570.000 ton   |
| Diğer kimya (cam, v.s.)  | 570.000 ton   |
| Özel kullanımlar (dolgu) | 700.000 ton   |
| Diğer                    | 1.874.000 ton |

Kalsiyum karbonattan (kireçtaşı) elde edilen ve önemli bir ürün olan kirecin 1993 yılı verilerine göre Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tüketim alanları ve miktarları da şu şekilde verilebilir (Kaynak: Amerikan Madenler Bürosu, 1993; Harben, 1995).

|   |               |
|---|---------------|
| Şeker rafinasyonu                         | 701.000 ton   |
| Çelik                                     | 5.139.000 ton |
| PCC                                       | 481.000 ton   |
| Kağıt ve kağıt hamuru                     | 1.185.000 ton |
| Cevher zenginleştirme v.b. gibi           | 293.000 ton   |
| Alkaliler, ziraat, alüminyum, cam         | 414.000 ton   |
| Refrakter kireç (kalsine dolomit)         | 315.000 ton   |
| Çevre uygulamaları                        | 4.191.000 ton |
| İnşaat                                    | 1.631.000 ton |
| Diğer kimyasal ve endüstriyel kullanımlar | 2.607.000 ton |

## 6. SONUÇLAR

Kireçtaşı, dolomit ve aragonit ile bunların metamorfik ürünleri doğada ve özellikle ülkemizde çok yaygın olarak bulunan karbonatlı kayaçları oluşturmaktadır. Karbonatlı kayaçları kullanım alanları ve miktarları göz önüne alındığında modern günlük yaşamı vazgeçilemez hammadde kaynakları olarak tanımlanabilir. Doğadan çıkarıldıkları gibi, ham olarak kullanılmalarının yanı sıra, kırılarak, öğütülüp elenerek ve kalsine edilerek kullanımları da yaygındır. Her bir kullanım alanı için sahip olmaları gereken özellikler ulusal ve uluslararası standartlarda tanımlanmıştır.

Türkiye tüm karbonatlı kayaçların zengin ve kaliteli rezervlerine sahiptir. Bu nedenle çimento, kireç, agrega üretimlerinde kalite ve miktar bakımından basan grafiği her geçen yıl yükselmektedir. Kağıt, demir-çelik, kimya endüstrileri ile zirai faaliyetlerde de ülkemiz karbonatlı kayaçlarından elde edilen ürünler yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Çevre ile ilgili uygulamalarda, çok gerekli ve kullanımın kaçınılmaz olduğu alanlarda bile henüz arzu edilen kullanım şekli ve düzeyine ulaştığımız söylenemez. Bir hatırlatma da hammadde kaynaklarımız için olacak. Biz önemini yeterince kavrayamadığımız karbonat kayaçları potansiyelimize yeterli ilgiyi göstermekte yavaş davranırken, özellikle Fransızlar'ın başı çektiği AB ülkelerinden çeşitli firmalar bunlara yoğun yatırım yapmaktadır. Bunun okuyucular tarafından dikkate alınması beklenmektedir.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

1. Harben, P., 1995, Industrial Minerals Handybook, 2nd Edition, Industrial Minerals Information Ltd., London, pp. 36-43.
2. **Kmkoğlu, M.S.**, 1990, Endüstriyel Hammaddeler, İ.T.Ü. Gümüşsüyü Matbaası, No: 1418, Sayfa: 169-172.