

MERMERLERİN KALİTE KONTROL SÜRECİ AÇISINDAN TEKNO-MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ÖNEMİ

Hamdı AKÇAKOCA* Önder UYSAL* ismail TOPAL**

* Yrd Doç Dr , Dumlupınar Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kütahya,
hkoca@dumlupınar.edu.tr

** Arş Gör , Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü Kutahya
itopal@dumlupınar.edu.tr

ÖZET

Türkiye çok çeşitli renk ve desenlerde, rezerv ve kalite yönünden oldukça zengin mermer yataklarına sahiptir. Sahip olunan bu zengin mermer potansiyelinin en iyi şekilde değerlendirilebilmesiyle, uluslararası piyasada rekabet edilebilmesi hiç de zor olmayacaktır. Bu potansiyelin en iyi şekilde değerlendirilebilmesi mermer işletmeciliğinde ocaktan fabrikaya kadar tüm süreçlerde kalite iyileştirilmesine yönelik çalışmalar anlamına gelmektedir. Bu ise ancak mermerin ocaktan kullanım yerine kadar geçireceği tüm aşamalarda toplam kalite kontrol' anlayışının gözetilmesi ile mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmada mermerlerin tekno-mekanik özellikleri, bu özelliklerin kalite kontrol sürecine nasıl etki ettiği ve bu sürecin iyileştirilmesindeki etkilenenler vurgulanmıştır. Mermerlerin bu özelliklerinin bilinmesi hem kalite özelliklerinin kontrol altında tutulabilmesini kolaylaştırmakta hem de sürecin iyileştirilmesi ve verimlilik artışı sağlamaktadır. Mermerlerin yüksek kalitede üretilebilmesi ve böylelikle piyasada daha iyi rekabet edebilmesi için ocaktan başlayıp fabrikaya kadar süren üretim süreçleri boyunca fiziko-mekanik özelliklerini dikkate alan, kalite standartlarına uygun üretim süreçlerinin kurulabilmesi ve kalitenin kontrol altında tutularak sürekli iyileştirilmesi amaçlanmalıdır. Bu iyileşmeye bağlı olarak bu değerli doğal kaynağın gerek yurt içi satışlarda ve gerekse ihracattaki potansiyelini önemli derecede artırmaya devam edecektir.

Anahtar Kelimeler: Mermerlerde Kalite Özellikleri, Mermerlerde Tekno Mekanik Özellikler, Mermerlerde Kalite Kontrol,

THE IMPORTANCE OF TECHNICAL - MECHANICAL SPECIFICATIONS OF MARBLES ABOUT QUALITY CONTROL PROCESS

ABSTRACT

Turkey has high quality and reserve amounts of marble orebodies in different colours and patterns. In order to compete in international markets this rich marble potential should be evaluated bestly. The evaluation of this potential means quality improve

works in marble production and managership. This situation may only possible to regard "total quality control" understanding in every stage from the quarry to the usage areas of the marble.

In this study, technical-mechanical specifications of marbles and effects of these specifications on the quality control improve are emphasized. To know these specifications of marbles provide to increase of the productivity and also make easy the quality under control. To provide marbles in high quality and to make competition, it should be aimed to supply quality control and improve continuously and to be founded a production procedure in suitable to the quality standardizations. This procedure should take into consideration the technical-mechanical specifications from the quarry to the factory production. According to these improvements, it will continue to increase to get market potentials.

Key Words: Quality Specifications in Marbles, Technical-Mechanical Specifications in Marbles, Quality Control in Marbles,

1. Giriş

İlk çağlardan günümüze kadar doğal taşlar işlenmiş ve kullanılmıştır. İnsanlar yapılarını ve özellikle tapınaklarını, güzel görünüşlü mermerlerden yapmaya özen göstermişlerdir. Teknolojik imkanların artışına paralel olarak mermer kullanımı da sürekli artmıştır. Kalite anlayışı her devirde olmuş ve günümüzde daha detaylı ve farklı yönlerde daha da genişlemiştir. Mermerlerin kullanıldığı yer ve amaca uygunluk derecesi, fiziksel durumu, renk, desen ve tekno-mekanik özellikleri bakımından yeterli derecede tanımlanabilmesi ile bu yöndeki çabaları kolaylaştıracağı görüşü ağırlık kazanmıştır. Öyle ki mermerlerin bu özelliklerinin en iyi şekilde belirlenmesi ve standartlar dahilinde kullanıma uygun hale getirilmesi mermerin hem kalitesini, hem de ekonomik değerini arttırmaktadır. Buna paralel olarak da, yurt içi ve yurt dışında daha iyi pazar imkanlarını arttırmaktadır.

Mermerlerin renkleri genellikle beyaz ve grimsidir. Fakat yabancı maddeler ve özellikle metal oksitlerin etkisiyle san, pembe, kırmızı, mavimtrak, esmerimsi ve siyah gibi değişik renklerde alırlar (Onargan ve Köse, 1997). Çok değişik renkli olmaları ve renk açısından caziplik arz etmeleri kullanım alanlarının artmasında önemli etken olmuştur.

Homojen bir yapı göstermeleri, fazla sert olmamaları, kolayca işlenebilmeleri, bünyelerinde boşluk bulunmaması ve iyi cila kabul etmeleri hakiki mermerlerin yurt içi ve yurt dışında iyi pazar bulmalarını sağlamıştır. Bu payın artması için, kullanım yerlerinin iyi tespit edilmesi ve daha uygun

bir üretim süreci ile üretilmeleri gerekmektedir. Bu özelliklerin gereği gibi bilinmemesi ve mermerlerin belirtilen standartlara uygun olmadan üretilmesi, işlenmesi ve kullanılması ise, kalite ve ekonomik yönden değerlerini olumsuz yönde etkilenmektedir.

Bu çalışmada öncelikle mermerin (hakiki mermerler), T.S.E. standartları, bu standartlara göre fiziko-mekanik özelliklerinin ne gibi farklılıklar gösterdiği ve mermer kalite kontrolü ve tayini anlatılmıştır. T.S. 699' a göre yapılan deneylerin sonuçlarına göre bölgeler arasında ve mermer cinsleri arasında kalite bağlamında ne gibi farklılıklar gösterdikleri kısaca irdelenmiştir.

2. Mermerlerde Standardizasyon Ve Kalite Kontrolü

Hakiki mermerlerde uygulamada olan T.S.E standartları;

- T.S. 1891/ 1975.....Ahşap ambalajlar,
- T.S. 2027/1975.....Kayaçların çekme dayanımlarının tayini,
- T.S. 2030/1975.....Kayaçların elastisite modülünün ve poisson oranlarının tek eksenli basınç deneyi ile tayini,
- T.S. 1910/ 1977.....Kaplama olarak kullanılan doğal yapı taşları,
- T.S. 2513/1977.....Doğal yapı taşları,
- T.S. 2809/ 1977.....Doğal parke taşları,
- T.S. 699/ 1978.....Doğal yapı taşlarının muayene ve deney metotları,
- T.S. 699/ 1987.....Tabii yapı taşları-muayene ve deney metotları,
- T.S. 11444/ 1984.....Dolomit - yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan,
- T.S. 10449/ 1992.....Mermer - kalsiyum karbonat esaslı - yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan,

Hakiki mermerlerin fiziko-mekanik özelliklerine ait standartlar; T.S. 10449 (Mermer - Kalsiyum Karbonat Esaslı - Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan) ' a göre şu sınırlar dahilinde olmalıdır.

1. Kimyasal Bileşim; % 95 CaCO₃ içermelidir.
2. Mineralojik Bileşim; % 95 kalsit mineralinden ibaret olmalıdır.
3. Atmosfer Basıncında Su Emme; kütlece % 0,4 ' den küçük olmalıdır.
4. Doluluk Oranı; % 98 ' den büyük olmalıdır.
5. Basınç Dayanımı; merdiven basamağı vb. yer döşemesinde kullanılacak mermerlerde 500 kgf/cm² (50 N.mm/mm³), duvar kaplamada kullanılacak mermerlerde 300 kgf/cm² (30 N.mm/mm³)' den büyük olmalıdır.

6. Eğilme Dayanımı; 60 kgf/cm^2 (6 N.mm/mm^3)' den büyük olmalıdır.
7. Donma Dayanımı (Don Kaybı); % 1 ' den küçük olmalıdır.
8. Dondan Sonra Basınç Dayanımı; 300 kgf/cm^2 (30 N.mm/mm^3)' den büyük olmalıdır
9. Sürtünme İle Aşınma Dayanımı; döşeme kaplaması, merdiven basmağı vb. yer döşemesinde kullanılacak mermerlerde $15 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ ' den, duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde $25 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ 'den büyük olmamalıdır.
10. Darbe Dayanımı; döşeme kaplaması, merdiven basamağı vb. yer döşemesinde kullanılacak mermerlerde 6 kgf/cm^2 (0.6 N.mm/mm^3)' den duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde 4 kgf/cm^2 ($0,4 \text{ N.mm/mm}^3$)' den büyük olmalıdır.
11. Çatlak, Kırık, Çürük Damar, Delik ve Boşluk Durumu; Blok halindeki birinci sınıf mermerlerde, kaliteye olumsuz yönde tesir eden kusurlardan çatlak, kırık, çürük damar, delik ve boşluklar göz ile fark edilebilir büyüklüklerde olmamalıdır. Bunun dışında birinci sınıf plaka halindeki mermerlerde, kaliteye olumsuz yönde tesir eden kusurlardan kırık, çatlak ve çürük damar, delik ve boşluk bulunmamalıdır. Ayrıca, ikinci sınıf plaka ve blok mermerlerde de, kaliteye olumsuz yönde tesir eden kusurlardan kırık, çatlak ve çürük damarlar her $10 \times 10 \text{ cm}$ ' lik alanda 1 cm ' den büyük olmamalı, delik ve boşluklar ise her $10 \times 10 \text{ cm}$ ' lik alanda en fazla 1 cm^2 ' lik alana tekabül edecek şekilde olmalıdır.
12. Renk; mermerin adlandırılmasında belirleyici bir özellik olup, herhangi bir renk sınırlaması söz konusu olmamalıdır.
13. Parlatılabilirlik Özelliği; birinci ve ikinci sınıf plaka veya blok mermerler kesildiğinde cila alma yeteneğine sahip olmalıdır.
14. Asitlere Karşı Mukavemet; atmosferde, havanın nemi ile birleşme sonucunda asitleri oluşturacak baca gazlarının ve benzeri maddelerin bulunduğu yerlerde yapılacak yapıların dış kaplama, dış merdiven basamakları ve benzeri yerlerde kullanılmak istenen mermer üzerinde T.S. 699 standartlarına göre yapılan deneyler uygulandığında, numuneler bozulmamalı, bariz bir renk değişikliği olmamalıdır.
15. Birim Hacim Ağırlığı; T.S. 1910 (Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar) ' a göre doğal taşlar en az $2,55 \text{ g/cm}^3$ birim hacim ağırlığında olmalıdır.

Standartlarda ana amaç, kullanılacak olan doğal taşların seçimine yardımcı olmaktır. Örneğin T.S.E. 2513' de taşların fiziksel ve mekanik özelliklerine

kullanılabilirlik sınırı getirilerek taşların kullanılabilir minimum alt sınırları belirlenmiştir.

Mermer bloklarından mermer plaka (levha) kesilmesi esnasında firenin mümkün olduğu kadar az olması istenir. Bu ise ancak, sağlam ve çatlaksız düzgün yüzeyle ve geometrik şekildeki bloklardan sağlanabilmektedir, işlenen blokların küçük boyutlu olması da kesilme sırasında fireyi arttırmaktadır. Bu nedenle mermercilikte kalite kontrolü, mermer bloğunun çıkarıldığı ocak işletmesinden başlar. Örneğin mermer ocaklarında patlayıcı madde kullanılması bloklarda istenmeyen çatlakları arttırmaktadır. Ayrıca mermer blok üretiminde yatağı karakterize eden renk ve desen durumunun beğeni kazanacak şekilde olması da amaçlanmaktadır. Bunun için mermer blok üretiminde kaliteyi belirleyen; blok boyutu, çatlak ve olumsuz unsurların içeriği ile renk ve desen durumuna göre 1. kalite, 2. kalite, 3. kalite vs. gibi kalite sınıflandırılmasının yapılması gereklidir. Ayrıca mermer yatağında kaliteyi etkileyen yapı ve doku unsurları ile işletme sisteminin iyi belirlenerek buna göre sağlam ve kaliteli blok çıkarılması gerekir (Anon, 1997). Bu unsurların başlangıçta belirlenebilmesi için amacına uygun olarak seçilmiş örnekler üzerinde; göz, büyüteç, binoküler ve polarizan mikroskopta inceleme yapılır.

Bir mermer ocağının açılıp açılmayacağını anlaşılabilmemesinin ilk adımı jeolojik ve petrografik incelemelerdir. Jeolojik olarak bir rezerv varlığı saptanır ve görünüş olarak yeterli boyutta blok verme olasılığı yüksek bulunursa, kayacın petrografik incelemeleri yapılmadan diğer fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin çalışılması zaman ve para kaybına neden olabilir.

Çalışılacak ocak yeri mermerin renk ve desen özelliklerine göre pazar imkanları göz önünde bulundurularak incelenir. Renkte büyük boyutta homojenlik aranır. Mermerin renk olarak beğeni kazanacağı düşünülürse, kayadaki damarların karakterleri incelenir, bileşimleri saptanmaya çalışılır. Litolojide farklılıkların olup olmadığı gözlenir, tabakalaşma tipleri tespit edilir. Çatlak tipleri belirlenir. Çatlak boyutları, açık ve kapalı oluşları, dolgu mineralleri saptanır. Çatlak konumları, aralarındaki ilişkiler blok boyutlarını saptayabilmek için ölçümlendirilir. Laboratuvarda mikroskoplarla yapılan incelemelerde bulunacak kılcal çatlakların yönlendirmeleri ölçülür. Zayıflık düzlemlerinin yönleri saptanır ve ocağa adaptasyonu sağlanır. Petrografik çalışmalar ile fiziksel, mekanik, kimyasal ve teknolojik çalışmalar, detay ocak çalışmalarının yapılıp yapılamamasının kararlaştırılmasında rol oynarlar. Çalışmalar, bir sonraki aşamaya ihtiyaç duyulduğunda, adım adım ilerlenerek düzenli bir sıra içinde yapılmalıdır (Bozkurt, 1989).

3. Mermerlerin Tekno-Mekanik Özellikleri

Mermerlerin tekno-mekanik özellikleri; fiziksel, mekanik, kimyasal ve petrografik özelliklerdir. Bu özelliklerin belirlenmesinde kullanılacak numune boyutlandırması, deney türleri bazında T. S. 699 ve ISRM standardına uygun olarak yapılmaktadır. Mermerlerin fiziksel özellikleri ise; sertlik, özgül ağırlık, birim hacim ağırlığı, renk, doluluk oranı, ağırlıkça ve hacimce su emme oranı, porozite (gözeneklilik), cila tutma, saydamlık, kenar köşe kesmesi gibi özelliklerdir. Aşağıda, bu özellikler ürün kalitesine etkileri ele alınarak irdelenmiştir.

3.1. Mermerlerin Fiziksel Özellikleri

Sertlik

Sertlik, kayaçların aşınmaya karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Mermerin sertliği cinsine göre, bünyede bulunan yabancı minerallere bağlı olarak değişiklikler gösterir. Bünyede bulunan yabancı minerallerin (silis, magnezyum, feldspatlar ve mika grubu mineraller) varlığı ile kullanılacak olan kayaçların kesilmesi ve işlenmesi zorlaşmaktadır. Silikat minerallerinin çoğalması sertliği arttırmaktadır. Hakiki mermerlere bakıldığında; bunların sertlikleri ortalama olarak 3-4 arasında değişir. Bu tür mermerlerin kesilip işlenmeleri kolay ve cila alma kabiliyetleri ise çıkarılan bölgeye göre farklılık göstermektedir. Örneğin; Afyon beyaz mermerinin cilalanabilme yeteneği, sertliği 3 olmasına rağmen iyi iken, Uşak yeşil mermerinde ise, sertlik 4 olmasına rağmen cilalanabilme yeteneği normaldir. Bunun nedeni ise, bünyeye giren safsızlıkların mermer üzerinde olumsuz etki göstermesindedir.

Sertlik, mermer işletmeciliğinde son derece önemlidir. Mermerin sertliği ne kadar iyi bilinirse, pazar bulma şansı da aynı oranda artacaktır. Mermerin, ocaktan çıkarılmasından atölyede kesilip cilalanmasına kadar sertlik olumsuz bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak, pazarlama aşamasında ise sert mermerler aşınmaya karşı dayanıklılıklarının fazla olması ve iyi cila alarak, cilalarını uzun süre kaybetmemeleri nedeniyle tercih edilmektedir (Şentürk, 1996).

Özgül Ağırlık

Hesaplanan özgül ağırlık değeri, T.S. 2513 (Doğal Yapı Taşları) ' e göre $2,55 \text{ g/cm}^3$ ' den küçük olmamalıdır. Mermerin içerdiği özgül ağırlık miktarı arttıkça, ekonomik değeri de artmaktadır. Bütün mermer cinslerinin özgül ağırlıkları, standartlara uygun olarak $2,55 \text{ g/cm}^3$ ' ten büyüktür. Mermer

cinslerinin gerek kendi aralarında, gerekse bölgeler arasında özgül ağırlıkları yönünden pek fazla değişiklik görülmemektedir. Aralarında özgül ağırlık farkı gözle görülebilir büyüklükte olan mermer türleri, Afyon Traverten ($2,64 \text{ g/cm}^3$) ile Gemlik Diabaz ($2,93 \text{ g/cm}^3$) türü mermerlerdir. Özgül ağırlığı düşük olan Afyon traverten türü mermerin, Gemlik diyabaza oranla hem sertliği daha az, hem de ekonomik yönden değeri daha düşüktür. Buna karşın Gemlik diyabazında kesme maliyetleri Afyon travertene oranla daha yüksektir.

Birim Hacim Ağırlığı

Kayaların birim hacim ağırlığı, hacim hesaplarında ve dolayısıyla, kayacın nakliyesinde kullanılmaktadır. Mermerlerin birim hacim ağırlığı 2,2 - 3,2 g/cm^3 arasında değişir. Mermerlere ait değerlerin hepsi standartlar dahilinde yer almaktadır. Hakiki mermerler için bu değer ortalama 2.70 g/cm^3 tür.

Renk

Mermerlerin yapısına giren ve renklenmelerine neden olan minerallerden bazıları aynı zamanda kesme ve işlenmelerinde olumsuz yönde etkilemektedirler. Renk, mermerlerin pazarlanmasında önemli etkenlerden birisidir. Renk açısından homojenlik ve caziplik arz eden mermerler piyasada daha iyi pazar bulabilmektedirler (Onargan ve Köse 1997).

Eğer mermer beyaz renkli ise, içerisinde sarı, gri damar veya yığılımlar istenmeyen özelliklerdir. Renkli mermerde ise, renklerin soluk, karışmış ve belirsiz olduğu bölgeler istenmeyen kısımlardır. Gerekli pazarı bulduktan sonra her renk mermer çalıştırılabilir.

Doluluk Oranı

Doluluk oranı, değişmez kütleyle kadar kurutulmuş kayacın $105 \text{ }^\circ\text{C}$ ' de boşlukları hariç hacminin, boşlukları dahil hacmine oranıdır. (Ediz, 2002). Hakiki mermerlerde doluluk oranı % 98 ' den az olmamalıdır ve genellikle % 99,3' tür. Gözeneklilik dereceleri ise % 0,7 ' dir. Kayaç içerisindeki doluluk oranı arttıkça, porozitesi düşmektedir. Oniksler hakiki mermerlere oranla daha yüksek doluluk oranına sahiptirler. Bölgeler arasında karşılaştırma yapıldığında ise, hakiki mermerlerin bütün bölgelerde aynı doluluk oranına (% 99,3) sahip olduğu görülmektedir.

Ağırlıkça ve Hacimce Su Emme Oranı

Kayalarda su emme miktarı, ağırlıkça ve hacimce belirlenmektedir. Ağırlıkça su emme; kayadaki su ağırlığının, kuru ağırlığa oranıdır (Köse ve Kahraman, 1999). Bu özellik, basınç altında olmaksızın kayacın ne oranda

su alabileceğini gösterir. Su emme yeteneği taşın kompakt olup, olmamasına göre değişir (Ediz, 2002). Genellikle su emme çok ise porozite fazla, boşluk ve çatlaklar çok, ayrışma miktarı yüksek demektir. Buna karşılık su emmenin az olması, basınç direnci, elastisite modülü gibi mekanik özelliklerin büyük olduğunu göstermektedir.

Standartlarda belirtilen su emme oranı ile ilgili alt sınır değerler, yapılan deneyler ve deney sonucunda uygulanan formüllerin sonuçlarına uygun olmalıdır. Ayrıca T.S. 1910 (Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar) ' a göre doğal taşların atmosfer basıncında ağırlıkça su emme yeteneği % 0,75 ' den çok olmamalıdır.

Hakiki mermerlerin diğer mermer cinslerine göre, doluluk oranı fazla ve buna karşın gözeneklilik derecesi düşük olduğu için gerek ağırlıkça ve gerekse hacimce su emme oranları daha düşüktür. Ayrıca hakiki mermerlerin atmosfer basıncında ağırlıkça su emme yeteneklerinin de standartlar dahilinde olduğu görülmektedir.

Ürünler arasında bir kıyaslama yapıldığında, hakiki mermer grubunda olan ürünler arasında pek farklılık yoktur. Bunların hepsi su emme yönünden hemen hemen aynı özelliğe sahiptir. Ayrışma dereceleri düşük olduğundan hemen hepsi de dış cephe kaplamalarında rahatlıkla kullanılabilir.

Porozite (Gözeneklilik)

Kayaçlar içerisinde bulunan boşluklar olarak tanımlanan porozite, bir kayacın içerisinde bulunan boşluk hacminin, kayacın tüm hacmine olan oranı olarak ifade edilir ve % olarak gösterilir. Boşlukları artması kayacın dayanıklılığını azaltmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğu kadar ince kristalli mermerler tercih edilmektedir. İyi kaliteli bir mermerin porozitesi % 0,0002 - % 0,5 arasında değişmektedir. Özellikle hakiki mermerler ve oniksler ince kristalli olmalarından dolayı, diğer mermer cinslerine oranla hem daha boşluksuz bir yapıya sahiptir, hem de ekonomik olarak daha değerlidirler.

Hakiki mermerlerde porozite açısından ekonomik değeri en yüksek olan Uşak beyaz, en düşük olan ise Muğla beyaz mermeridir. Burada göze çarpan diğer bir konu ise, Afyon yöresi mermerlerinde porozite aynı iken, Uşak yöresi mermerlerinde farklıdır. Uşak yeşil mermeri, Uşak beyaz mermerine oranla daha fazla boşluklu bir yapıya sahiptir ve ekonomik değeri de daha düşüktür.

Cila Tutma

Cila alma özelliği de mermerler için önemli bir özelliktir. Güzel görünüş arzeden mermerlerin yüzeyleri cilalandıktan sonra gerçek renkleri ortaya çıkar. Dolayısıyla iyi cila alma özelliği olan mermerler göze daha hoş gözükürler (Yeşilkaya, 1997).

iyi cilalanan mermerlerin diğer mermerlere oranla tercihi daha yüksek olmaktadır. Sert mermerler iyi cila tutma özelliğine sahiptir. Ancak bu mermerlerin cilalanmaları çok zaman ve işçilik ister. Mermerlerde cila alma kapasitesi, mermer içerisinde bulunan yabancı minerallere ve sertliğine bağlı olarak değişir. Mermerlerin içerisinde olumsuzluk çıkarabilecek mineraller belirlenmeli ve ona göre çözümler bulunmalıdır (Yeşilkaya, 1997).

Mekanik özellikleri zayıf, iyi cilalı bir mermer, mekanik özellikleri iyi, fakat kötü cilalı bir mermer göre pazarda daha rahatlıkla satış imkanı bulabilmektedir (Şentürk, vd, 1996).

Cilalama ünitesinden çıkan mermerin yüzeyinde pürüzlülük varsa, bu mermerin ekonomik değerini olumsuz yönde etkilemektedir. Hakiki mermerlerin, cila alma kapasiteleri genellikle iyidir. Bu tür mermer cinslerinin sertlikleri 3 - 4 arasında değiştiğinden kesme ve işlenmeleri kolaydır.

Bölge mermerleri arasında cila alma kapasitelerine bakıldığında, hakiki mermerler grubunda yer alan Muğla Beyaz mermerinin porozitesi diğerlerine kıyasla daha fazla olmasına rağmen, cila alma kapasitesi ise çok iyidir. Bunun nedeni ise, bünyesinde süreksizliklerin çok az oranda bulunmasındandır. Diğer bölgeler açısından baktığımızda; aynı bölgelerin ürünleri arasında gözle görülebilir bir farklılık vardır. Örneğin; Afyon beyaz mermerinin cila alma kapasitesi iyi iken, Afyon kaplan postu mermerinin ki normaldir. Aynı durum Uşak beyaz ile Uşak yeşil mermeri arasında da söz konusudur. Bunun nedeni, Uşak yeşil ve Afyon kaplan postu mermerinin bünyelerinde bulunan süreksizliklerin biraz daha fazla olması onların cila alma yeteneklerini düşürmektedir.

Saydamlık

Bu özellik mermerlerin ışık geçirebilme kapasiteleridir. İnce kristalli mermerler ince plakalar halinde Jcesilerek ışıkla temas edilirse ışığı az veya çok geçirdikleri görülür. Saydamlık mermerlerin ışık geçirgenlik katsayısı olarak tanımlanabilir. Genellikle dekorasyona dönük işlerde ve süs eşyası

yapımında kullanılacak mermerlerde bu özellik aranır. Buna örnek olarak oniks türü mermerler gösterilebilir (Yeşilkaya, 1997).

Kenar Köşe Kesmesi

Mermer işletmeciliğinde en önemli parametrelerden biri de plaka alınabilme ve kenar köşe kesilmesidir. Mermerlerin plaka alınma ve kenar köşe kesilme deneyleri için 1 cm ve 2 cm kalınlığında plakalar alınır ve her iki kalınlıktaki numuneler için yapılan deneylerde kenar ve köşelerde atlama olup-olmadığı gözlenir (Şentürk, vd, 1996).

3.2. Mermerlerin Mekanik Özellikleri

Doğal taşlarda bilinmesi istenilen mekanik özellikler ise; tek eksenli basınç direnci, eğilme direnci, çekme direnci, darbe dayanımı, dona karşı dayanımı ve don sonrası tek eksenli basınç direnci, ortalama aşınma dayanımı, elastisite modülü gibi özelliklerdir.

Tek Eksenli Basınç Direnci

Tek eksenli basınç dayanımı, belirli boyutlardaki mermerlerin tek eksenle etkilenen gerilmeler karşısında davranışları ve kırılmaya karşı gösterdiği direnç özelliğidir (Ediz, 2002).

Doğal taşların basınca karşı mukavemet değerleri standartlarda da belirtildiği gibi, doğal taşın kullanılacağı yere göre farklılık gösterir. Doğal taşlar kullanım yerine göre; döşeme, zemin, merdiven basamağı vb. yük taşıyıcı mekanların dışında, dekorasyon, süs eşyası ve duvar kaplamalarında kullanılan türlerine göre iki farklı değer almaktadır. Burada yük taşıyıcı mukavemet değerleri, diğerlerine kıyasla daha yüksek olmalıdır.

Hakiki mermerlerin, kireçtaşlarının ve onikslerin, döşeme, zemin, merdiven basamağı vb. yük taşıyıcı mekanlarda kullanılacaklar için basınç dayanımları hepsinde aynıdır ve değeri de 500 kgf/cm^2 (50 N.mm/mm^3)' den az olmamalıdır. Bunların dekorasyon, süs eşyası ve duvar kaplamalarında kullanılmalarda durumunda bu değer hepsinde 300 kgf/cm^2 (30 N.mm/mm^3) 'den az olmamalıdır.

Standartlarda verilen bu değerlere göre mermer cinsleri kendi aralarında kıyaslanacak olursa; hakiki mermerler genellikle döşeme kaplaması, merdiven basamağı ve duvar kaplamada kullanılırlar. Hakiki mermerlerin basınç dayanımları kireçtaşlarından bej türü mermerlere ve magmatik kökenli sert mermerlere nazaran az olmakla birlikte, traverten ve onikslerden

fazladır. Ayrıca hakiki mermerlerin bu özelliği nedeniyle ekonomikliği de artmaktadır.

Hakiki mermer grubunda yer alan ürünlerin hepsinin basınç dayanım değerleri standartlarda belirtilen 500 kgf / cm^2 ' den yüksektir. Bunlar içerisinde en fazla dayanıma sahip olan ürün, Uşak beyaz, en düşük ise, 566 kgf / cm^2 ile Ege kahve mermeridir. Uşak beyaz ve Ege kahve mermeri dışında, hakiki mermerler grubunda yer alan ürünlerin basınç dayanımları arasında pek farklılık olmamakla birlikte, meydana gelen farklılıklara sebep olarak yukarıda sayılan özellikler gösterilebilir. Burada yüksek dayanıma sahip olan mermer ürünleri genellikle zemin döşemesinde ve merdiven basamağı yapımında kullanılmaktadır. Örneğin; Uşak beyaz, Afyon beyaz ve Marmara beyaz mermerleri bu alanlarda rahatlıkla kullanılabilirler. Düşük dayanıma sahip olan Ege kahve mermeri gibi ürünlerde daha çok duvar kaplamasında tercih edilmektedirler.

Eğilme Direnci

Standart boyutlardaki plaka mermerlerin belirli doğrultuda kırılmaya karşı gösterdikleri dirençtir. Mermerlerin kullanımı genellikle belirli boyut ve kalınlıklarda plaka şeklinde olduğundan eğilme direnci son derece önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü, plaka kalınlığı, plaka boyut ve destek noktaları arasındaki mesafe mermerin eğilme dayanımına göre tespit edilmektedir (Şentürk vd., 1996).

Mermerlerin eğilme direnci arttıkça, kırılmaya karşı dirençleri de aynı oranda artmaktadır. Bu özellik mermerlerin kullanım yerlerinin belirlenmesinde, tek eksenli basınç dayanımı kadar önem arz etmektedir.. Mermer cinsleri üzerinde T.S. 699 ' a göre yapılan deney sonucunda hesaplanan eğilme direnci değeri; hakiki mermerler, kireçtaşları, traverten ve oniksler için 60 kgf/cm^2 ' den küçük olmamalıdır.

Hakiki mermerler, kireçtaşları, traverten ve onikslerin eğilmeye karşı mukavemetleri hepsinin hemen aynıdır. Dolayısıyla hepsi de kırılmaya karşı dirençlidirler ve bundan dolayı da eğilme dayanım değerleri, standartlarda belirtilen sınır değerlerin üzerindedir. Mağmatik Kökenli Sert mermerlere bakıldığında, bunlar diğer mermer cinslerine oranla eğilmeye karşı daha dirençlidirler. Bu da onların kırılmaya karşı ne denli dirençli olduklarını göstermektedir. Bundan dolayı gerek zemin kaplamada olsun, gerekse iç ve dış kaplamada kullanım alanları ekonomik değerlerinin fazla olmasına rağmen her geçen gün artış göstermektedir.

Hakiki mermer grubunda yer alan , Muğla Beyaz ve Afyon Kaplan Postu mermerleri dışındaki ürünlerin eğilme dayanımları yüksektir. Muğla Beyaz ve Afyon Kaplan Postu mermerlerinin eğilmeye karşı mukavemet değerleri düşük olmakla birlikte, bunlar daha kırılıgandır. Buna rağmen bu tür mermer ürünlerinin eğilme dayanımı değerleri standartlarda belirtilen sınırlardan fazladır.

Çekme Direnci

Çekme dayanımı, mermerlerin çekme gerilmeleri karşısındaki direncidir. Kayaçların çekme dayanımları, basınç ve kesilmeye karşı gösterdikleri dayanımlardan çok daha düşüktür. Betonda, bu düşük dayanım, içine demir çubuklar konarak (betonarme) artırılmaktadır. Bunu kayaçlara uygulamak olanaksızdır. Bu nedenle, boşluğun duvarlarında, kayaç içinde çekme gerilmesi oluşmayacak şekilde kayaçlarda açılan boşluklara kesit verilmelidir (Köse ve Kahraman, 1999).

Mermer olarak nitelenen kayaçların çekme dayanımlarının tayini T.S. 699 ' a göre iki farklı şekilde yapılmaktadır. Bunlar;

- Direkt çekme dayanım deneyi ve
- Endirekt çekme dayanım (Brazilian) deneyidir.

Doğal taşlar üzerine uygulanan çekme direncine; taşın sertliği, içerisindeki süreksizlikler ve tane boyutunun etki ettiği söylenebilir. Bu özelliklerden sertlik ve tane boyutu arttıkça doğal taşların çekmeye karşı dirençleri artmaktadır. Bünyelerindeki süreksizliklerin fazla olması ise çekme dayanımlarını azaltmaktadır.

Hakiki mermerlerin ortalama çekme dirençlerinin düşük olması, sertliklerinin özellikle mağmatik kökenli sert mermer cinslerine oranla daha az olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Fakat Muğla beyaz mermerinin ortalama çekme direncinin, diğer ürünlere kıyasla daha fazla olması nedenini ise tane boyutuna bağlanabilir. Bir başka deyişle tane boyutu 3 mm ile diğer mermer ürünlerine göre daha büyüktür. Bunun yanında içerdiği süreksizliklerin daha az olduğu söylenebilir.

Darbe Dayanımı

Darbe dayanımı, standart boyutlardaki mermerin belirli bir doğrultuda gelen darbelere karşı gösterdiği dirençtir. Mermerin kullanım alanlarının belirlenmesinde darbe dayanımı da bilinmesi gereken bir özelliktir.

Kayaçların darbeye karşı mukavemetleri arttıkça, gerek zemin döşemesinde, gerekse iç ve dış kaplamada daha rahat kullanma kolaylığı sağlanmaktadır.

Hakiki mermerlerin darbeye karşı dirençleri, mağmatik kökenli sert mermerlerden düşük, ancak kireçtaşlarına, traverten ve onikslere oranla daha yüksektir. Buda onların genellikle döşeme kaplamasında ve merdiven basamağı vb. yer döşemelerinde kullanım alanlarının artmasına sebep olmuştur. Kireçtaşları ise, darbeye karşı düşük dirençli olmalarından dolayı genellikle dekorasyon ve duvar kaplama alanlarında kendilerine kullanım yeri bulabilmiştir. Bunun yanında dayanımı yüksek olan kireçtaşlarını zemin döşemesinde kullanmakta ekonomik açıdan faydalı olacaktır.

Hakiki mermer ürünleri kendi aralarında kıyaslanacak olursa; Afyon beyaz mermeri en yüksek, Muğla beyaz mermeri en düşük darbe dayanımına sahiptir. Muğla Beyaz mermerinin darbe direnci düşük olmasına rağmen, değeri standartlar dahilindedir. Muğla Beyaz ve Süpren mermerlerinin kullanıcının isteğine göre zemin döşemesinde, hem de iç ve dış kaplamalarında kullanılmaları her hangi bir olumsuzluk arz etmez. Buna göre diğer mermerlerin darbe dirençleri, bu iki mermer ürününden daha fazla olduğundan dolayı bunlar, döşeme kaplaması ve merdiven basamağı yapımlarında kendilerine kolaylıkla kullanım alanı bulabilirler.

Don Sonrası Tek Eksenli Basınç Direnci

Donma özelliği, kayaçları çok fazla yıpratın bir dış faktördür. Donan su, hacmini yaklaşık % 10 arttırır. Kayacın gözeneklerine önceden gelen su, donma ısısına ulaştığında hacmini artırarak donar. Böylece kayaçta içten bir basınç oluşur ve parçalanma başlar. Özellikle -20 °C ile +20 °C arasındaki ısı değişimleri kayaçların fiziksel özelliklerine bağlı olarak kırılmalara neden olabilir (Ediz, 2002).

İnşaat sektöründe, dış meknlarda kullanılacak mermerlerin don etkisine dayanıklı olmaları istenmektedir.

Donma sonrası basınç direnci en fazla olan grup, oldukça sert bir yapıya sahip olan mağmatik kökenli sert mermerlerdir. Bu da onların her türlü alanda kolaylıkla kullanılabilmelerine olanak sağlamaktadır, ikinci sırayı ise kireçtaşları almaktadır. Kireçtaşları bu özelliğinden dolayı gerek zemin döşemesinde ve gerekse de iç ve dış kaplamada kendilerine kolaylıkla kullanım yeri bulabilmiştir. Ayrıca kireçtaşları ekonomik yönden de avantajlıdır. Hakiki mermerler bu özelliklerinin orta seviyelerinde olmasından dolayı genellikle döşeme kaplaması ve merdiven basamağında

tercih sebebi olmalıdırlar. Çünkü don sonrası basınç direnci düşük olan mermerlerin özellikle inşaatların dış kaplamalarında kullanılması uygun olmamaktadır.

Hakiki mermer grubunda yer alan bütün ürünlerin don sonrası basınç dayanımı, standartlarda belirtilen değerin oldukça üzerindedir. Bu yüzden hakiki mermerler her türlü kullanım alanına, ekonomikte arz ettikleri için, rahatlıkla cevap verebilmektedirler. Mermerlerin don sonrası basınç mukavemetlerinin ne kadar önemli parametre olduğu, kendini daha çok kış aylarında ortaya çıkarmaktadır. Hakiki mermerler içinde, Marmara beyaz mermeri don sonrası basınç direncinin en yüksek olduğu üyedir. Afyon kaplan postu ise, genellikle içerdiği süreksizliklerden dolayı don sonrası basınç dayanımının en düşük olduğu mermer türüdür. Diğer mermerler arasında pek farklılık olmamakla beraber, bunlar genelde kullanıcının isteğine bağlı olarak kendilerine kullanım imkanı bulabilmektedir.

Ortalama Aşınma Dayanımı

Aşınma dayanımı, mermerlerin yüzeyindeki aşındırıcı maddeler ile oluşturulan aşınmaya karşı gösterdiği dirençtir. Taban döşemelerinde ve merdiven basamaklarında kullanılacak mermer plakalarında oluşabilecek aşınma kayıplarının önceden laboratuvarında belirlenmesi, uygun taş seçimine olanak sağlamaktadır. Ticari tanım kapsamındaki her tür mermer için bilinmesi gereken sürtünme etkisi ile oluşan aşınma kayıpları, genellikle karbonatlı kayalarda yüksek, mineral içeriği ve içerdiği minerallerin özellikleri nedeni ile sert kayalar olarak nitelenen magmatik kökenli kayalarda ise düşüktür. Bu yüzden karbonatlı minerallerin aşınma dayanımı, sert mermerlere nazaran daha düşüktür (Ediz, 2002).

Mermerlerin aşınma dayanım değerleri ne kadar düşük olursa, mermer o kadar ekonomik olmaktadır. Başka bir deyişle aşınma dayanımı değeri arttıkça, mermerin ekonomikliği o oranda azalmaktadır. Buradan da görüldüğü gibi mermerlerin aşınma dayanımları; basınç, eğilme, darbe direnci vs. gibi mekanik özelliklerine göre ters orantılıdır. Hakiki mermerler aşınma dayanımlarından dolayı, zaman zaman standartlarda belirtilen değerlerin üzerine çıkmışlardır. Bu yüzden daha çok duvar kaplamasında, yer yer döşeme kaplaması ve merdiven basamağı yapımında kullanılmaktadır.

Hakiki mermerler grubunda en fazla aşınma dayanımı gösteren üye, Afyon kaplan postu en az aşınma dayanımı gösteren ise, Uşak beyaz mermeridir.

Elastisite Modülü (Young Modülü)

Bir kayacın "elastisite modülü" "kgf / cm² veya "pound/inch²" birimi ile ifade edilir ve homojen kay açlarda tabakalaşmaya dik ölçüldüğü zaman minimum, tabakalaşmaya paralel ölçüldüğü zaman maksimumdur. Hakiki mermerlerde ve mağmatik kökenli sert mermerler grubunda yer alan granitlerin su içerikleri arttıkça, elatisite modülü değerlerinin de buna paralel olarak hafifçe arttığı görülür. Hakiki mermerlerin elastisite modülleri diğer mermer cinslerine oranla biraz daha düşüktür. Kireçtaşlarında ise, yukarıda belirtilen durumun tam tersini söylemek mümkündür. Yani, su içeriği artıkça elastisite modülünde hafifçe azalma görülmektedir.

3.3. Mermerlerin Kimyasal Özellikleri

Kayaçların kimyasal özellikleri, onların fiziksel özelliklerini yönlendiren kimyasal bileşim, çözülme kabiliyeti, açık hava etkilerine ve asitlere dayanıklılık, pas tehlikesi ve bazaltlarda güneş yanığı tayini gibi özelliklerdir. Bu özellikler mermerlerin cinsine ve türüne bağlı olarak değişir.

Kimyasal Bileşim

Kimyasal bileşim, kayaçların içindeki elementlerin oksit değerinden toplam ifadesidir. Kimyasal bileşim kayaçların fiziksel özelliklerini değiştirir. Örneğin; SiO₂ oranı arttıkça kayaç daha sertleşir. MgO oranı arttıkça kırılma oranı arttıkça rengi koyulaşır.

Mermerlerin kimyasal analiz sonuçları ve mineral içerikleri, kesme ve parlatma işlemlerinde etkin rol oynarlar(Büyüksağış, 1998). Mermerlerin kimyasal bileşiminin belirlenmesi amacıyla çeşitli kimyasal analizler gerçekleştirilir. Bu deneylerde;

- SiO₂, Fe₂O₃, CaO, MgO, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, H₂O ve
- Kızdırma kaybı yüzdeleri hesaplanır.

Hakiki mermerler, bileşiminde en az % 95 CaCO₃ içermelidirler. Kireçtaşları ise en az % 90 CaCO₃ bulunmalıdır.

Mağmatik kökenli sert mermerler, hakiki mermerler, kireçtaşları, traverten ve onikslere oranla hemen hemen bütün analizlerde büyük farklılıklar göstermektedir. SiO₂ oranlarının yüksek olmasından dolayı oldukça yüksek bir sertliğe, bunu dışında MgO ve Fe₂O₃ oranlarının da yüksek olmasından dolayı hem daha kırılma, hem de daha koyu bir renge sahiptirler. Bunların

dışında maģmatik kökenli sert mermerler üzerinde, Na_2O , Al_2O_3 ve K_2O analizlerinin de yapılması, onları diğerlerine göre ayıran başka bir özelliktir.

Mermer cinsleri bölgesel farklılıkları açısından incelenecek olursa; hakiki mermerlerden SiO_2 oranı en fazla olan Uşak Yeşil mermeri en yüksek sertliğe sahip iken, SiO_2 oranı en düşük olan Marmara Beyaz mermeri de en düşük sertliğe sahiptir. Buna karşın Uşak Yeşil mermerinin renginin daha koyu olması da Fe_2O_3 oranının yüksek olmasına neden olmaktadır. Buna paralel olarak da MgO yüzdesinin de yüksek olması onun Marmara Beyaz mermerine göre daha kırılğan bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca renginin koyuluğu ve SiO_2 miktarının fazla olması, CaO miktarının düşük olmasının nedenidir. Uşak Yeşil normal şartlar altında % 95 CaCO_3 bileşiminde olmalıdır. Ancak yukarıda sayılan nedenlerden dolayı bu miktar % 86,88 ' e düşmüştür. Bunun yanında MgCO_3 miktarı da; % 3,63 ' e yükselmiştir. Marmara Beyaz mermerinin bu içerikleri hesaplanacak olursa, CaCO_3 miktarı; % 98,66, MgCO_3 miktar ise, % 1,5 bulunur. Bu değerlerden de görüldüğü gibi, Marmara Beyaz mermerinin CaCO_3 miktarı standartlar dahilinde ve MgCO_3 yüzdesi de Uşak beyaz mermerine oranla daha düşüktür.

Hakiki mermer grubuna üye olan diğer ürünler arasında pek farklılık yoktur. Sadece Afyon beyaz mermerinin CaO miktarının düşük olmasından dolayı, hesaplanan CaCO_3 yüzdesinin 88,45 ' e düştüğü görülmektedir. Bunun rengi açık olduğu için Fe_2O_3 yüzdesi düşüktür. Ayrıca MgO oranının biraz fazla olması onun kırılğanlık özelliğinin olduğunu göstermektedir.

Çözülme Kabiliyeti

Havada bulunan CO_2 ile yağmur sularının, birleşmesi sonucu oluşan karbonik asit (H_2CO_3), özellikle mermere etki eder. Bu yüzden karbonatlı kayaların kullanıldığı eski yapılarda zaman içerisinde bozulmalar, renk değişimleri, ayrışmadan kaynaklanan ufalanma ve boşluklu yapı oluşumları sık görülür (Ediz, 2002).

Mermerlerin çözülmesi özellikle inşaatların dış kısımlarında kullanımları için önemlidir. Çünkü bütün taşlar atmosferle temas ettikleri zaman yavaşta olsa kimyasal ve fiziksel etkiler altında kalarak değişime uğrarlar. Çözülmenin şiddeti her mermerde aynı değildir. Bu husus mermerin kimyasal bileşimine, fiziksel özelliklerine, bünyesine ve su absorbe etme kabiliyetine bağlıdır. En az su absorbe eden mermer binaların dış kaplamaları için en ideal olan mermerdir (Onargan ve Köse, 1997).

Açık Hava Etkilerine Dayanıklılık

Açık hava etkisine dayanıklılık deneyi, özellikle yoğun sanayi kuruluşlarının bulunduğu yörelerde dış kaplama olarak kullanılacak mermerler üzerindeki açık hava etkilerinin ne olabileceğini bilmek için yapılan bir deneydir. Deneyde T.S. 699' a göre reaktif olarak hidroklorik asit ve sülfüroz asit kullanılmaktadır. Azot gübresi sanayi bölgelerinde nitrik asit oluşumu düşünüldüğünde, nitrik asitle de deneylerin yapılması ve standart oluşumu bir öneri olarak sunulabilir (Bozkurt, 1989).

Deney örneklerinin incelenmesi sonucu, belirgin ' tahribat ve renk değişikliğinin olup olmadığı gözlemsel olarak değerlendirilir (Şentürk vd. 1996).

Asitlere Dayanıklılık

Karbonatlı mermerlerde oluşan kireçtaşları veya gerçek mermerler, limon asiti, sirke asiti (asetik asit), tuz ruhu ve karbonik asit gibi günlük hayatta kullanılan asitlerden kolaylıkla etkilenir. Örneğin, bir mermer bankonun üzerine bırakılan limon veya birkaç damla sirke, bankonun o kesiminin bozulmasına, parlaklığının kaybolmasına ve hatta aşınmasına neden olabilir (Ediz, 2002).

T.S. 699 ' a göre yapılan asitlere dayanıklılık deneyi, doğal yapı taşlarının baca gazları ile havada bulunan diğer zararlı gazların, havanın nemi birleşerek oluşturacakları asitlere dayanıklı olup olmadıklarını tayin amacı ile yapılır.

Asitlere karşı dayanıklılık deneyine tabi tutulan kayalar, deney sonucunda bariz bir renk değişikliği, ufalanma ve bozuşma göstermemelidirler.

Pas Tehlikesi Tayini

Pas tehlikesinin tayini deneyi yapı taşlarını meydana getiren mineraller arasında hava etkileri ile paslı renk bozukluklarının meydana gelmesine sebep olabilecek pirit, markasit, pirotin, magnetit, demir karbonat karışımları ve biyotit gibi minerallerin leke oluşturacak miktar ve durumda olup olmadıklarını, havanın ve nemin etkisiyle ortaya çıkabilecek sülfirik asitin taşıdığı diğer mineralleri etkileyip etkilemeyeceğinin tayini amacı ile yapılır.

Markasitin bulunduğu taşlarda pas tehlikesi daima söz konusudur. Bu mineraller biyotit, feldspat veya diğer kolay ayrışabilen mineraller ile örtülmüş iseler veya taşın iyi oluşmamış dokuları içinde bulunuyorsa pirit

ve markasitin bulunması halinde pas tehlikesi akla gelmelidir. Buna karşılık sıkı bir şekilde oluşmuş dokusu olan ve özellikle kuvarsın hakim bulunduğu bir yapıda olan taşlarda bu mineraller pas tehlikesi açısından tamamen zararsızdırlar. Bu sebeplerle pas tehlikesi deneyinin yapılması söz konusu olan taşlarda daha önceki konularda belirtilen petrografik incelemelerin sonuçları dikkate alınarak, gerektiğinde taşta kükürt miktarı da tayin edilmelidir.

5. Sonuçlar Ve Öneriler

5.1. Sonuçlar

Bütün doğal taşların kullanım yerine uygun hale getirilebilmesi için tekno-mekanik özelliklerinin en iyi şekilde bilinmesi ve bu özelliklerin ilgili standartlara uygun olması gereklidir. Bu şekilde özellikleri iyi bilinen ve standartlara uygun olarak kullanılan mermerlerin kalitesi ve ekonomik değeri daha yüksek olmaktadır. Böylece tüketicilerin hem kaliteli, hem de ekonomik değeri düşük mermer istekleri yerine getirilmiş olacaktır. Tüketicinin bu isteğine en iyi şekilde cevap verilebilmesi için "yüksek kalite, düşük maliyet" prensibiyle mermer üretiminin gerçekleştirilmesi gerekir.. Bu şekilde üretimi gerçekleştirilen, mermerin daha iyi pazar bulması sağlanmış olur. Mermerlerin ocaktan çıkarılması, fabrika da kesilip işlenmesi sırasında en az kayıpla mümkün olduğu kadar fazla üretim yapılması mermerin ekonomik değerini olumlu yönde etkileyecektir. Bu şekilde en düşük maliyetle üretilen mermerin, tüketiciye de en uygun fiyatla sunulması sağlanacaktır.

Mermerlerin tekno-mekanik özelliklerinin sonuncusu olan petrografik özellikler, mermerlerde ocaktan kullanım yerine kadar, mermer özelliklerinin belirlenmesinde bilinmesi gereken önemli özelliklerdendir. Özellikle mermerlerde sertlik, kırılabilirlik, kesilebilirlik, cila alma v.b. özellikler gerçekte mermerin iç yapısıyla ilgilidir. Mermerin bu özelliklerinin laboratuvarlarda önceden petrografik analizleri yapılarak, buna göre işlenmesi ve daha sonra kullanım yerine uygun olan mermer seçimi ilkesine bağlı olarak yapılmalıdır. Bu şekilde laboratuvar çapta incelemesi tamamlanan mermerlerin kalite tayini de yapılmış olunur. Yukarıda sayılan petrografik incelemeler sayesinde mermerlerin tane boyutları, içerisindeki süreksizlikler v.s. hakkında bilgi sahibi olmamız sağlanır.

5.2. Öneriler

Kalite standartlarının da günümüz koşulları ve mermer potansiyelimizin tüm kullanım alanları dikkate alınarak güncellenmesi gerekmektedir. Örneğin, T.S.E. 2513' de verilen birim hacim ağırlıklarına göre taşların kullanılabilirlik minimum alt sınırı 2,54 ton/m³'tür. Birim hacim ağırlığının bu değerde kalması halinde, ülkemize ait çok sayıda mermer, kalker, traverten ve volkanik tüfüm standartlara uygun olarak kullanılması imkansızdır. Ayrıca T.S.E. 2513' de taşın kullanılacağı alan belirtilmeden aşınma oranı sınırlandırılmıştır. (15 cm³/50 cm²). Bu durumda çok sayıda kolay aşınabilen türde mermer aşınma riskinin az olduğu yerlerde bile kullanılamamaktadır. Ayrıca, yine taşların ağırlıkça su emme oranlarına getirilen % 1,8' lik sınır, taşın kullanım alanı belirtilmeden değerlendirilmiştir (Onargan ve Köse, 1997).

Ayrıca doğal yapı taşlarının tanınması, karakterlerinin saptanması ve hatta dünya pazarlarında pay almış Türk yapı taşlarına ait karakterleri ifade eden standartlarının belirlenmesi gereklidir. Örneğin; Afyon mermer çeşitlerini karakterleriyle saptayan standartlar hazırlanmış olsa, satışları bu standart kaliteler üzerinden yapılacağından, düşük kaliteli mermerlerin Afyon mermeri diye piyasaya sürülüp fiyatların düşürülmesine, dolayısıyla da piyasa kaybına fırsat verilmez. Süpren mermerleri 1986 - 1987 yıllarında altın dönemini yaşamasına rağmen 1987 sonu ve 1998 ' de kalitesiz üretim ve satış nedeni ile pazar kaybına uğramıştır (Bozkurt, 1989).

Uygulamada bütün doğal yapı taşları, çatlak, kırık, çürük damar, delik ve boşluk gibi kaliteye olumsuz yönde etki eden faktörler göz önüne alınarak birinci sınıf ve ikinci sınıf olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Ancak bu yeterli değildir. Bu ayrımın daha sistematik ve detaylı olarak güncellenmesi gerekmektedir.

İşletilmekte olan ocaklardaki mermerlerin kalite özelliklerinin de belirlenmesi ve ona uygun bir kalite kontrol prosedürüne karar verilmesi ve buna uygun olarak üretim sürecinde değişiklikler yapılması verimliliği arttıracaktır.

Mermer ocağının yeni açılmasında, öncelikle ilgili standartlara uygun mermer özelliklerinin (fiziksel, kimyasal, mekanik, petrografik v.b.) analizleri yapılarak kalite tayin edilmesi gerekir. Buna göre yapılan analizler ilgili standartlara uygun (kabul edilebilir) ise, ancak o taktirde yatırım yapılması gerekir. Uygun olmayan kalite özelliklerine sahip mermer

yataklannın işletilmesi, işletmeye gereksiz sermaye, emek ve zaman kaybına neden olmaktadır.

Sadece TSE standartlarına uygunluk asgari yeterlilik koşulu olabilir. Bunun yanında ihracat yapılması planlanan ülkelerin talep edebileceği kalite özellikleri varsa bunlarında belirlenerek uygunluğuna dair uluslar arası kalite kuruluşlarından onay alınması ihracatın artırılması yönünde büyük avantajlar sağlayacaktır.

Kalite özelliklerinin devamlılığını sağlayacak şekilde araştırma-geliştirme çalışmalarının yapılması sürekli gelişim için zorunludur. Bunun için her işletmenin kendi olanaklarında araştırma-geliştirme çalışmaları yapması yararlı olacaktır.

Toplam Kalite Yönetimi anlayışının kabullenilerek buna uygun bir sistemin kurulması kalite iyileştirilmesi ve sürekli gelişim için temel koşuldur. İşletmelerin bu anlayışı benimseyerek uygulanmasına dönük çabalarını arttırmaları gerekmektedir.

Kaynaklar

1. ANON (a), Kalite Kontrolü, DPT.gov.tr, Ankara - Mart 2001
2. BOZKURT R., Mermer ve Elmas Tel Kesme ile Ocak işletmeciliği, A.Ü., Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları No: 98, Eskişehir- 1989.
3. BÜYÜKSAĞIŞ S., Mermerlerde Kalite ve Standardizasyon Ders Notları. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon - 1998.
4. EDİZ İ., G., Mermer ve Taş Ocağı İşletmeciliği Ders Notları, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya - 2002.
5. İstanbul Maden İhracatçıları Birliği (İ.M.I.B.), Türkiye Doğal Taşları, İstanbul - Nisan 2001.
6. KÖSE H., KAHRAMAN B., Kaya Mekaniği (Genişletilmiş 3. Baskı), Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 77, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir-1999.
7. ONARGAN T., KÖSE H., Mermer, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 220, Maden Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, Geliştirilmiş 2. Baskı, İzmir- 1997.
8. ŞENTÜRK A., GÜNDÜZ L., TOSUN Y., İ., SARIŞIK A., Mermer Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İsparta - Mart 1996.
9. T.S. 699, Tabii Yapı Taşları - Muayene ve Deney Metodları, Birinci Baskı, U.D.K. 691.2, Ankara- 1987.
10. T.S. 1910, Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, Birinci Baskı, U.D.K. 691.215, Ankara- 1975.
11. T.S. 2027, Kayaçların Çekme Dayanımlarının Tayini, Birinci Baskı, U.D.K. 622.02, Ankara - 1975.

TÜRKİYE İV MERMER SEMPOZYUMU (MERSEM'2003) BİLDİRİLER KİTABI 18-19 Aralık 2003

12. T.S. 2030, Kayaçların Elastisite Modülünün ve Poisson Oranının Tek Eksenli Basma Deneyi İle Tayini, Birinci Baskı, U.D.K 622.02, Ankara - 1975.
13. T.S. 2513, Doğal Yapı Taşları, Birinci Baskı, U.D.K. 691.2:620.1, Ankara - 1975.
14. T.S. 10449, Mermer - Kalsiyum Karbonat Esaslı - Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Birinci Baskı, G T.I.P. 25.15.11.-25.15.12, U.D.K. 691.214.8, Ankara- 1992.
15. T.S. 11443, Oniks Mermeri - Kalsiyum Karbonat Esaslı - Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Birinci Baskı, G.T.I.P. 25.15.12, U.D.K. 552.54:691.215, Ankara - 1994.
16. YEŞİLKAYA L., Mermerciliğe Giriş Ders Notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon - 1997.

