

KONYA - LADİK MERMERLERİNİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM OLANAKLARININ BELİRLENMESİ

DETERMINATION OF GEOMECHANICAL PROPERTIES AND UTILIZATION OF KONYA - LADİK MARBLES

**Ahmet Erdal OSMANLIOĞLU W
Hızır Tufan ERSOY(»*)**

**Anahtar Sözcükler Konya - Ladik Mermeri, Jeomekanik Özellikler,
Mermerin Kullanımı**

ÖZET

Bu çalışmada, Konya-Ladik bölgesi mermerlerinin jeomekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler gözönüne alınarak, mermerler çeşitli sistemlerle sınıflandırılmıştır, ilgili standartlar yardımıyla, bu mermerlerin kullanım olanakları araştırılmıştır.

ABSTRACT

In this study, geomechanical properties of Konya-Ladik Region marbles are determined. According to these properties, marbles are classified with various systems. By the related standarts, utilization of these marbles is investigated.

Araştırma Görevlisi, H.Ü. Maden Mühendisliği Bölümü, Beytepe / Ankara

TÜRKİYE XIII. MADENCİLİK KONGRESİ, 1993

1.GİRİŞ

Mermerlerin kullanım yerlerinin belirlenmesinde, mermerlere ait özelliklerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, günümüzde mermerlerin kullanım öncesinde jeomekanik özelliklerinin bilinmesi zorunlu hale gelmiştir. Aksi takdirde, kullanım aşamasında büyük problemler çıkabilmekte ve bunun sonucunda da önemli düzeyde malzeme ve işgücü kayıpları doğmaktadır.

Bu çalışmada, mermerlerin kullanım yerlerinin gerektirdiği niteliklerin belirlenmesi amacıyla çok sayıda deney yapılmıştır. Deneylerde örnek olarak Konya-Ladik bölgesi mermerleri kullanılmıştır. Laboratuvar deneyleri için çalışma alanında görülen gri ve beyaz mermerlerden blok örnekler alınmıştır. Fiziksel ve jeomekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla araziden alınan blok örneklerden silindirik ve küp şekilli deney örnekleri hazırlanmıştır. Deneyler, ilgili standartlar esas alınarak yapılmıştır.

2 . LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

2.1.Fiziksel Özellikler

2.1.1.Özgül ağırlık, su emme ve görünür gözeneklilik

Bu amaçla yapılan deneyler sonucu belirlenen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Özgül Ağırlık ve Görünür Gözeneklilik.

Mermer Cinsi	Ort. Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	Ort. Görünür Gözeneklilik (%)
Gri Mermer	2.57	0.45
Beyaz Mermer	2.68	0.50

Her iki mermer cinsi için belirlenen özgül ağırlık, su emme ve görünür gözeneklilik değerleri standartların gerektirdiği değerler dahilindedir (T.S.E., 1977).

2.1.2.Sertlik, yarı saydamlık ve cila alma

Sertlik mermerlerin aşınmaya karşı göstermiş olduğu dirençtir. Mohr sertlik cetveline göre kalsitin sertliği 3'dür. Mermerlerin çizgi sertliği 3-3.5 Mohr olarak belirlenmiştir.

Yarı saydamlık ise ışığı geçirme özelliğidir (Ankan,1968). Ladik bölgesi mermerlerinden yalnızca açık renkli beyaz mermerlerin 1.5-2.0 cm. kalınlıklarında yarı saydamlık özelliği gösterdiği belirlenmiştir.

Laboratuvarda yapılan cila alma deneylerinde cila asidi olarak oksalik asit kullanılmış ve deneyler sonucunda her iki mermerde kısa sürede iyi sonuç alınmıştır.

2.2.Mekanik Özellikler

Mermerlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışmada; tek eksenli basınç dayanımı, çekme dayanımı, makaslama dayanımı, don tesirine dayanıklılık, don sonucu basınç dayanımı, sürtünme ile aşınma miktarı ve darbe dayanımı belirlenmiştir.

2.2.1.Tek eksenli basınç dayanımı

Mermerlerin tek yönlü gerilme ortamlarında davranışı ve dayanımını belirlemek amacıyla tek eksenli basınç dayanım deneyleri yapılmıştır. Deneylerde, AX(29 mm) karot örnekleri kullanılmış ve L/D (Boy/Çap) oram 2.5-3.0 olarak alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tek eksenli basınç dayanımları.

Mermer Cinsi	Ort. Tek Eksenli Basma Dayanımı MPa
Gri Mermer	50.50
Beyaz Mermer	42.60

TSE (1977), T.S. 2513'e göre kaplama taşı olarak kullanılacak hakiki mermerlerde tek eksenli basınç dayanımının 49.05 MPa'dan az olmaması istenmektedir. Bu durumda gri mermer 50.50 MPa basınç dayanımı ile standarta uygundur.

2.2.2.Çekme dayanımı

Çekme dayanımının belirlenmesi amacıyla yapılan deneylerde Brazilian deney yöntemi kullanılmıştır, örnekler NX (54 mm) karot çapında hazırlanarak, W/D (kalınlık/Çap) oram 0.5-1.0 olarak alınmıştır (Lama, Vutukuri;1978). Elde edilen sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Çekme dayanımları.

Mermer Cinsi	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)
Gri Mermer	4.70
Beyaz Mermer	5.20

2A3.Makaslama dayanımı

Mermerlerin makaslama dayanımlarının belirlenmesinde çift makaslama yöntemi kullanılmıştır (Lama and Vutukuri.1978). Bu amaçla, 110-120 mm. uzunluğunda AX(29 mm) karot örnekleri ile deney gerçekleştirilmiştir. Makaslama dayanım deneyi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Makaslama dayanımları.

Mermer Cinsi	Ort. Makaslama Dayanımı MPa
Gri Mermer	13.40
Beyaz Mermer	960

2.2.4. Don tesirine dayanıklılık ve don sonucu basınç dayanımı

Deneyler TSE (1987) esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucu belirlenen değerler Çizelge S'de gösterilmiştir.

Çizelge S. Don sonucu basma dayanımında azalma ve don kaybı.

Mermer Cinsi	Don Sonu Basma Day.Ort.Az.(%)	Ortalama Don Kaybı
Gri Mermer	17.60	0.034
Beyaz mermer	9.20	0.049

T.S. 1910'a göre kaplama taşı olarak kullanılan mermerlerde don sonucu basınç dayanımında meydana gelen azalma %5'i ve don sonucu kütle kaybı % 1'i aşmamalıdır.

2.2.5. Sürtünme ile aşınma kaybı

Mermerlerin sürtünme ile aşınma kaybının belirlenmesi amacıyla Böhme yüzey aşındırma deneyleri yapılmıştır (TSE.1977). Deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Yüzey aşınma kaybı.

Mermer Cinsi	Ortalama Böhme Yüzey Aşınma Kaybı (cm/50 cm ²)
Gri Mermer	0.85
Beyaz Mermer	0.83

TSE (1977), T.S. 1910'a göre sürtünme ile aşınma değeri 15 cm³/ 50 cm² (0.3 cm/50 cm²)'den çok olmamalıdır.

2.2.6. Darbe dayanımı

Mermerlerin darbeye maruz kalfaklan takdirde dayanımlarının belirlenmesi amacıyla T.S.E. (1987)'de belirtilen esaslara bağlı olarak darbe dayanım deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucu elde edilen dayanım değerleri Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Darbe dayanımları.

Mermer Cinsi	Ortalama Darbe Dayanımı (Nmm/mm ²)
Gri Mermer	4.30
Beyaz Mermer	2.80

2.2.7.P-S dalga hızları ve dinamik elastik katsayılar

Mermerlerin içsel süreksizliklerinin belirlenmesi amacıyla P-S dalga hızları ölçülmüştür (Lama and Vutukuri, 1978). Bunun sonucunda da dinamik elastik katsayılar belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de toplu olarak görülmektedir.

Çizelge 8. Elastizite, Rijidite modülleri ve Poisson oranları.

Mermer Cinsi	Elastizite Mod. MPa	Rijidite Mod. MPa	Poisson Oranı
Gri Mermer	75430×10^{-6} *	28026×10^{-6} ^b	0.348
Beyaz Mermer	61164×10^{-6}	23704×10^{-6}	0.307

2J. Diğer Özellikler

Mermerlerin kimyasal bileşimlerine, mineral içeriklerine ve kristal tane büyüklüklerine bağlı bazı özellikleri parlatma işlemleri ve kullanım alanlarının belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Bu amaçla, aşağıdaki deneyler gerçekleştirilmiştir.

23.1. Açık hava etkilerine dayanıklılık deneyi

Parlatılmış el örnekleri %11lik hidroklorik asit çözeltisi ile işleme tabii tutulmuş ve belirgin bir tahribat ve renk değişikliği olmadığı gözlenmiştir (TSE, 1987).

23.2. Paslanma tehlikesi tayin deneyi

Bu deneyin amacı, mermerlerin yapısında hava ve nem etkisi ile paslı renk bozukluklarına sebep olabilecek minerallerin varlığının belirlenmesidir. Deneyler, T.S. 669 esas alınarak yapılmıştır (T.S.E.,1987). Deney sonuçlarından, herhangi bir renk değişiminin ve paslanmanın olmadığı gözlenmiştir.

13.3 .Kimyasal analizler

Mermerlere ait kimyasal analiz sonuçları toplu olarak Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Kimyasal analizler.

SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
*4.11	*46.8	*0.56	*0.01	*0.02
3.60	51.32	0.24	0.01	0.03

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	A.K
*0.02	*4.98	*0.27	*0.07	J *43.1
0.01	3.08	0.32	0.07	42.8

*Gri Mermer, A.K. : Ateş Kaybı

2. Mermerlerin mineralojik özellikleri

Mermerlerin kalsit kristallerinden oluştuğu ve nadir olarak opak minerallerin varlığı gözlenmiştir. Kalsit kristalleri grift dokulu, yönlü düz ve bol ikizlidir. Şistozite görülmekte olup, kalsit kristallerinin uzun eksenleri şistoziteye paraleldir. Kalsit kristallerinin boyutları 0.2-1.0 mm arasında, kristallerin genel olarak ortalama boyudan 0.3-0.5 mm arasındadır.

3. LADİK MERMERLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Mermerlerin sınıflandırılması, renk özelliğine, kullanma yerine, kristal boyutuna, tek eksenli basınç dayanımına, işleme özelliği ve jeolojik kusurlara göre yapılmaktadır (Güleç,1980).

3.1. Renk özelliğine göre

Mermerlere ait çeşitli renk türleri ve bunlara göre sınıflandırmalar yapılmıştır (Güleç, 1980). Türkiye için yapılan sınıflamaya göre; Ladik mermerlerinden koyu renkli olanı gri-mavi renkli olup, Afyon Kaplan Postu mermeri ile aynı görünümündedir. Açık renkli olan mermer ise düz beyaz renkli olup Afyon Şeker mermerleri ile aynı görünümü vermektedir.

3.2. Kullanım yerine göre

Ladik bölgesi mermerlerinin, iç ve dış duvar kaplaması, tezgah, masa üstü ve özel iç dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaya uygun olduğu, sürtünme ile aşınma miktarı nedeniyle döşeme ve basamaklarda kullanılmaya uygun olmadığı saptanmıştır. Don sonucu basınç dayanımı ve çekme dayanımı değerlerine bakıldığında, Ladik bölgesi mermerlerinin taşıyıcı yapı elemanı olarak kullanımı, kullanım koşullarına bağlı olarak değerlendirilmelidir.

Ayrıca, kristal boyutunun büyüklüğü nedeniyle heykeltçilik ve süs eşyası yapımında uygun olmayacağı söylenebilir.

3J. Kristal boyutuna göre

Kristal boyutuna göre yapılan sınıflamada Çizelge 10'da verilen sınıflama sistemi esas alınmıştır (Ersoy, 1991).

Çizelge 10. Kristal boyutuna göre sınıflandırma.

Sınıf	Kristal Boyutu (j _t)	Türkiye Örnek M.	Yabancı Örnek M.
Çok ince Kristalli	<S0		Yule M. (A.BD.)
ince Kristalli	50-100	Marmara Dolomitik	Carrara. (italya)
Orta Kristalli	100-1000	Afyon Mermeri	Carrara. (italya)
Kaba Kristalli	>1000	Marmara Mermeri	Georgia. (ABD.)

Bu sınıflamaya göre, Ladik bölgesi mermerleri orta kristalli mermer sınıfına girmektedir.

3A. Tek eksenli basınç dayanımına göre

ISRM (1981)'nin tek eksenli basınç dayanımına göre kaya sınıflama sistemi kullanılmıştır (Çizelge 11).

Bu sınıflama sistemine göre, Ladik gri-mavi mermeri "orta", beyaz mermeri ise "orta" ile "düşük" arasındadır.

Çizelge 11. Tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırma.

Sınıf	Özellik	Tek Eksenli Bas. Day. MPa
A	Çok Yüksek Dirençli	>225
B	Yüksek Dirençli	225 -100
C	Orta Dirençli	100-50
D	Orta-Düşük Dirençli	50-25
E	Düşük Dirençli	25 -5
F	Çok Düşük Dirençli	5 -1

3.5. İşlenme özelliklerine ve jeolojik kusurlarına göre

Çatlak, boşluk ve kırık gibi kusurlar gözlenerek, mermerler 4 sınıfa ayrılmıştır (Güleç,1980).

Ladik bölgesi mermerleri; sağlam, uniform yapıda oluşu, doldurma ve yapıştırılmayı gerektiren kusurlara sahip olmayışı ve işletilebilme niteliğinin iyi olması nedeni ile "A" sınıfı mermer olarak değerlendirilebilir.

Çizelge 12. İşlenme özelliklerine ve Jeolojik kusurlara göre sınıflandırma.

Sınıf	Özellik
A	Sağlam ve Uniform işlenme özelliği çok iyi.
B	Genellikle "A" gibi, fakat işlenme özelliği iyi değil, bazen doldurulması veya yapıştırılması gereken kusurlar vardır.
C	İşlenme niteliği değişken ve damar, çatlak, fissür, boşluk ve benzeri kusurlar çokça görülür. Bu kusurlar çeşitli maddelerle tamir edilerek kullanılabilir.
D	"C" sınıfına benzer, kusurlar daha çoktur ve işlenme niteliği kusurlara bağlı olarak çok fazla değişmektedir. Süs taşı olarak kullanılan renkli ve damarlı mermerler bu sınıfa girerler.

4.SONUÇLAR

Her iki mermer için; özgül ağırlık, görünür gözeneklilik, cila alma, sertlik, açık hava etkilerine dayanıklılık ve paslanma tehlikesi tayin deneyleri standarta uygun sonuçlar vermiştir. Beyaz mermerin yan saydam olduğu belirlenirken, bu mermer için tek eksenli basma dayanımı standarta altında kalmıştır. Don sonucu basma dayanımı, don kaybı ve sürtünme ile aşınma miktarları her iki mermer cinsi için standarta uygun değildir.

Ayrıca her Ari mermerin çekme, makaslama ve darbe dayanımlarının yarışıra elastizite, rijidite modülleri ve poisson oranları belirlenmiştir. Kimyasal ve mineralojik analizleri yapılan her iki mermer, farklı kriterlere göre sınıflandırılmıştır.

Sonuç olarak, ilgili özelliklerin tayini ile mermerlerin kullanım olanaktan belirlenebilmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Ankan,M.,1968;Mermer ve Mermercilik. Ankara Basımevi,187 s.
Ersoy,H.T.,1991; Ladik (Konya) Mermerlerinin Jeomekanik Özellikleri ve İşletmeciliği. Yüksek Mühendislik tezi, H.Ü., Ankara. Yayınlanmamış.
Güleç.K., 1990; Mühendislik Jeolojisi; Sakarya Devlet Müh. Mim. Akademisi yayım, İstanbul/! ,296 s.
ISRM.1981; Rock characterization testing and monitoring; Suggested Methods. Pergamon Press, Oxford p.168.
Lama,R.D. and Vutukuri, V.S.,1978; Handbook on mechanical properties of rock; Transtech. Publications, Causthal,2,481 p.
T.SJB.,1977; Kaplama olarak kullanılan doğal taşlar, T.S. 1910, T.SJ3. yayım, Ankara, s.7.
T.S£.,1977; Doğal yapı taşları; T.S. 2513, T.S.E. yayım, Ankara s.6.
T.SE., 1987; Tabii yapı taşları muayene ve deney metodları; T.S. 669. T.S£. yayım. Ankara 82 s.