



**Makale
(Article)**

Çamlıbel - Ulubey (Uşak) Beyaz Mermerinin Jeolojik ve Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Araştırılması

Mustafa Yavuz ÇELİK*, **Sabri KIRILIVEREN****

* Afyon Kocatepe Üniversitesi Afyon Meslek Yüksek Okulu., 03100 Afyonkarahisar/TÜRKİYE

** Maden Müh. Uşak/TÜRKİYE

mycelik@aku.edu.tr

Özet

Menderes Masifinde yer alan Uşak bölgesi önemli bir mermer potansiyeline sahiptir. Bölgede Karahallı, Sivashlı ve Ulubey ilçeleri civarında mermer blok üretimi yapılmaktadır. Bu makalede, Çamlıbel-Ulubey (Uşak) beyaz mermerinin, mermer olarak kullanılabilirliği irdelenmiş ve yöre mermerleriyle karşılaştırılmaları yapılmıştır. Çamlıbel-Ulubey (Uşak) beyaz mermerinin özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan deneylerde özgül kütle $2,73 \text{ g/cm}^3$, kütlece su emme oranı % 0,06, doluluk oranı % 99,3, basınç mukavemeti 792 kgf/cm^2 , don sonu basınç mukavemeti 715 kgf/cm^2 , bulunmuştur. Buna göre Çamlıbel-Ulubey (Uşak) beyaz mermerinin ilgili standartlarda öngörülen değerleri sağladığı görülmüştür. Uşak ili yöresinde üretilen diğer mermerlerin de benzer fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mermer, Ulubey-Uşak, Fiziko-mekanik özellikler, Yapı taşı

Investigation of the Geological and Physico-Mechanical Properties of Çamlıbel - Ulubey (Uşak) White Marble

Abstract

Uşak region located in Menderes Massif has a significant marble potential. Marble blocks are produced in the region of Karahallı, Sivashlı and Ulubey towns. In this article the usability as marble of Camlıbel-Ulubey (Uşak) white marble was emphasized and compared with other regional marbles. In the experiments aiming to identify the specifications, specific mass was found as $2,73 \text{ g/cm}^3$, massive water absorption rate was 0,06 %, occupancy rate as 99,3 % and compressive pressure strength was found as 792 kgf/cm^2 , and compressive strength after freezing was found as 715 kgf/cm^2 . According to these result it was determined that Camlıbel-Ulubey (Uşak) white marble can provide the prescribed values. It was also determined that other marbles produced in the same region of Uşak province carry similar physical and mechanical properties.

Keywords : Marble, Ulubey-Uşak, Physico-mechanical properties, Building stone

1. GİRİŞ

Alp-Himalaya kuşağı içerisinde yer alan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran ve Pakistan gibi ülkelerde genel olarak zengin mermer yatakları bulunmaktadır. Türkiye de, bu jeolojik konumu nedeniyle zengin ve çeşitli renk ve desende doğal taş rezervlerine sahiptir. Bu rezervleri oluşturan mermer, kireçtaşı, traverten, oniks ve magmatik kökenli taşlar değişik yörelerde bulunmakta ve büyük bir çoğunluğu da işletilmektedir. Metamorfik masifler içerisindeki mermer yatakları, bu rezervler içerisinde önemli bir paya sahip bulunmaktadır. Türkiye'deki işletilebilir mermer rezervi $3.872.000.000 \text{ m}^3$ tür [1].

Bu makaleye atf yapmak için

Çelik, M.Y., Kırılıveren, S., "Çamlıbel - Ulubey (Uşak) Beyaz Mermerinin Jeolojik ve Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Araştırılması" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2012, 8(1) 44-53

How to cite this article

Çelik, M.Y., Kırılıveren, S., "Investigation of Geological and Physical-Mechanical Properties of Çamlıbel - Ulubey (Uşak) White Marble" Electronic Journal of Construction Technologies, 2012, 8(1) 44-53

Zengin renk ve desen çeşitliliğine sahip olan Türk doğal taş sektörü, ticari olarak sürekliliğini ispat etmiş 250'in üzerinde taş çeşidini piyasaya sürebilmektedir. Bunların 100 kadarı dünya piyasalarında tanınmakta ve alıcı bulmaktadır. Bu mermerlerden bazıları şunlardır: Afyon Kaymak, Şeker, Kaplanpostu (Afyonkarahisar), Uşak Yeşil, Uşak Beyaz (Uşak), Süpren, Salome ve Bordo Grizo (Eskişehir), Elazığ Vişne, Hazar Pembe (Elazığ), Ege Bordo, Ayhan Siyah, Milas Leylak, Muğla Beyaz (Muğla), Kumru Tüyü (Balıkesir).

Türkiye'de işletilen mermer ocağı sayısı yaklaşık 700 civarında olup bu mermer ocaklarının % 90'ı Batı Anadolu'da olup Balıkesir, Eskişehir, Uşak, Kütahya, Muğla, Afyon, Bursa, Aydın ve İzmir illerinde yer almaktadır. Son yıllarda mermer üretiminin arttığı Uşak yöresinde Karahallı, Sivaslı ve Ulubey ilçeleri civarında da büyük mermer rezervleri yer almaktadır. Uşak yöresinde uzun yıllardan beri mermer üretimi yapılmaktadır. Genellikle Mesozoik yaşlı karbonatlarda yer alan mermer ocakları içinde Uşak Yeşil, Uşak Beyaz ile Uşak Gri en çok tanınan mermer örnekleridir.

Uşak yöresi mermerleri ile ilgili çalışmalar mermer rezervlerinin daha çok olduğu Sivaslı ve Karahallı yörelerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalarda; Kibici vd. (1992) [2], Karahallı Uşak yöresinin jeolojisi ve yöre mermerlerinin mühendislik özelliklerini incelemişlerdir. Yöre mermerlerinin beyaz, açık ve koyu yeşil olmak üzere 3 farklı renk dağılımına sahip olduğunu belirtmişlerdir. Mutlutürk vd. (1992) [3], Karahallı (Uşak), Külköy, Duraklı mermerlerinin yapısal konumları ve işletilme özelliklerini incelemişlerdir. Aysal ve Korkanç (2002) [4], Sivaslı (Uşak) mermer yataklarının jeolojik ve mühendislik özelliklerini incelemişler ve Sivaslı yöresi mermerlerinin 1-5 mm tane boyutuna sahip olduğunu, fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından mermer olarak kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Literatürde Çamlıbel – Ulubey (Uşak) beyaz mermeri hakkında çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu makalede Çamlıbel – Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin TSE standartlarına uygunluğu incelenmiş ve yöre mermerleri ile karşılaştırılması yapılmıştır.

2. İNCELEME ALANININ KONUMU

İnceleme alanı, Uşak'ın 50 km güney batısında, Ulubey ilçesine bağlı Çamlıbel köyünde (Şekil 1), Uşak mermerlerinin yoğun olarak üretildiği Sivaslı ilçesinin güney batısında yer almaktadır.

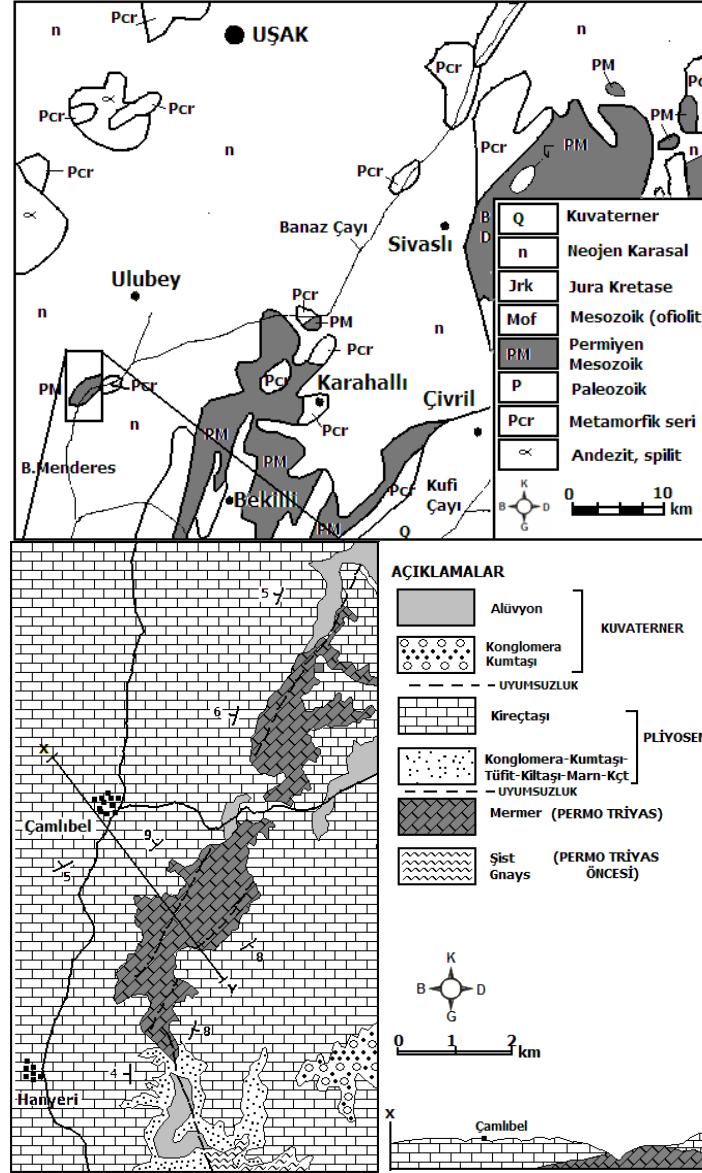


Şekil 1. İnceleme alanının yer buldu haritası.

3. İNCELEME ALANININ JEOLJİSİ

Ulubey ilçesi civarında Menderes masifine ait birimler bulunmaktadır. Stratigrafik olarak en altta Menderes masifi çekirdek serisine ait gnayslar ile örtü serisine ait şistler ve mermerler bulunmaktadır.

(Şekil 2). İnceleme sahasında Neojen ve sonrasında gelişen karasal havzalarda çökelen killi, kumlu, marnlı ve kireçtaşı birimler en genç stratigrafik birimleri oluşturmaktadır. Bu birimlerin üzerine de Kuvaterner yaşlı kırıntılı kayaçlar ile alüvyonlar gelmektedir.



Şekil 2. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerinin 1/500.000 jeolojik haritadaki konumu ve Çamlıbel yöresinin jeoloji haritası (MTA, 1/50.000 jeolojik haritasından düzenlenmiştir).

Numunelerin alındığı bölgenin en yaşlı kayaç birimi Paleozoik yaşlı Eşme formasyonu kayaçlarıdır (Şekil 3). Bu kayaçlar, Uşak yöresinde Menderes masifinin çekirdeğinde gnaysların yer aldığı yüksek ısıllı başkalaşım kayaçları ve Menderes Masifinin güneydoğu kanadında bulunan düşük ısıllı kalkıştlerin oluşturduğu başkalaşım birimi içindedir [2].

Eşme formasyonunun üst kısmını, yöreden çıkan mermerin de asıl kaynağını oluşturan *Boduşdamı formasyonu* oluşturur (Şekil 3). Boduşdamı formasyonu bazı literatürde sözü edilen Musa dağı mermerlerine de karşılık gelmektedir. Bu birim içerisindeki mermerler genellikle üst kısımda gri, beyaz renkte, alt kısımlarda ise mor ve yeşil renkli, ince-orta tabakalı, masif görünüşlüdür. Ayrıca ince çört bant ve yumruları içerir. Çört bantların kalınlığı 1-5 cm arasında değişmektedir. Çört bantları meso ve mikro kıvrımları ile dikkat çekmektedir. Ayrıca yersel olarak 50-100 cm kalınlıkta yeşil şist ve kalkışt ara seviyeleri içermektedir. Mermerler bol kırıklı ve eklemlidirler. Kristal boyutu 1-2,5 mm arasında

değişmesine rağmen inceleme alanının doğusuna doğru gidildikçe kristal boyutu 0,1-1 mm'ye kadar inmektedir [4].

Boduşdamı formasyonunun üst kısmında Orta Pliyosen yaşlı gölsel karakterli olan Ulubey formasyonu diskordan olarak oturur (Şekil 3). Bu formasyonun tabanında başkalaşım kayalarının çakıllarını ve bazı kireçtaşı parçalarını içeren çakıl taşları (konglomera) yer alır [2]. Tavanında ise, beyaz-açık sarı ve krem renkli kireçtaşı ve kil taşı bileşimindedir. Kireçtaşları içerisinde bol erime boşlukları ve yer yer de sekonder silisleşmeler izlenmektedir [4].

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	GRUP	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK	SİNCE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN	—	—	—	—	Qal		Qal: Alüvyon, kum, çakıl.
		PLEYİSTOSEN	ASARTEPE FORMASYONU			200 m	Qat	00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000 00000000000000000000	Qat: Blok ve çakıl büyüklüğünde elemanları olan çakıltaşı ve üstte doğru tane boyu küçülmüş esi.
	TERSİYER	ÜST PİLİYÖSEN	ULUBEY FORMASYONU			225 m	Tp u		Diskordans Tpu: Kireçtaşı, killi çakıllı kireçtaşı, yersel kil, kum, silt tütfit ve linyit düzeyleri gözlenir.
MESOZOİK	PERMO TRIAS	—	BODUŞDAMI FORMASYONU			?	Pzb		Diskordans Pzb: Gri-beyaz renkli mermer, kalker, şist-mermer ardalanması.
PALEOZOYİK	—	—	EŞME FORMASYONU			?	Pze		Pze: Filit, kuvarsit, kuvars-muskovit şist, serizit-klorit şist, grafit şist, granat şist, üst düzeylere doğru mermer mercekleri ve blokları içerir.

Şekil 3. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermeri civarının stratigrafik sütun kesiti [5].

Ulubey formasyonunun da üstüne diskordan olarak Asartepe formasyonu oturur (Şekil 3). Bu formasyon, tabanda altere olmuş marn ve kireçtaşı mercekleriyle tavanda konglomera ve kumtaşlarından oluşmaktadır. Altere kayaç düzeyleri genellikle kırmızı-turuncu renklindedir ve tabakalanma yataya yakındır. Asartepe formasyonunun kaya birimlerinden kireçtaşlarının alterasyonu sonucu genelde terra-rossa oluşmuştur. Kiremit kırmızısı rengi ayırtmandır. Alüvyon ana kayacı ise, Ulubey formasyonu içinde konglomera ve kumtaşlarıdır [4].

Bu formasyonların en üstünde bulunan Alüvyon tabakası dere yatakları boyunca yayılım göstermekte olup tanelerin yuvarlaklığı ve küreselliği değişkendir. Çok kökenli, gevşek yapılı, blok, çakıl, kum, silt ve mil boyunda tutturulmamış malzemelerden oluşur. Bu malzemelerde genellikle; kuvarsit, şist, gnays, mermer, kalkışist, metabazalt ve kireçtaşlarından oluşur.

İnceleme alanının kuzey doğusunda Sivashlı yöresinde mermerler üç farklı stratigrafik birimden elde edilmektedir. Bu birimler Sivashlı formasyonu Eldeniz üyesi, Boduşdamı formasyonu ve Kavacık kalkışist ve mermer seviyesidir [4]. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri de Boduşdamı formasyonu içerisinde bulunmaktadır.

4. MALZEME ve METOT

Deneylerde kullanılan Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermeri örnekleri, Uşak'ın 50 km güney batısında, Ulubey ilçesine bağlı Çamlıbel köyünde bulunan Aynurlar Mermer ocağından alınmıştır. Numunelerin alındığı ocağa ait resim Şekil 4'de verilmiştir. Ocaktan alınan moloz boyutlu mermer parçalarından Afyon Meslek Yüksek Okulu mermer atölyesinde, fiziksel ve mekanik testler için standartlarda öngörülen ebatlarda, küp (70x70x70 mm) ve dikdörtgen prizması (50x100x200 mm) şeklinde örnekler hazırlanmıştır.



Şekil 4. . Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermeri örneklerinin alındığı Aynurlar Mermer ocağından bir görünüş.

Çalışma kapsamında gerçekteşirilen bütün deneyler (Polarizan mikroskop, hacim kütle, özgöl ağırlık, su emme, kaynar su emme, görünen porozite, doluluk oranı, porozite, basınç mukavemeti, aşınma dayanımı, tabii don tesirine dayanıklılık ve don sonu basınç mukavemeti deneyi, dalga hızı deneyi ve eğilme mukavemeti) TSE 699 [6] standardına göre yapılmış olup testlerde 38 adet 70x70x70 mm, 5 adet 50x100x200 mm boyutlarında Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermeri örnekleri kullanılmıştır. Deneyler Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi, Mermer Teknolojileri Laboratuvarında yapılmıştır. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerinin mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemek amacıyla, ince kesitler yapılmış, mermeri oluşturan minerallerin tane büyüklükleri ve tane sınırları Euromex marka polarizan mikroskopta incelenmiştir ve fotoğraflar çekilmiştir.

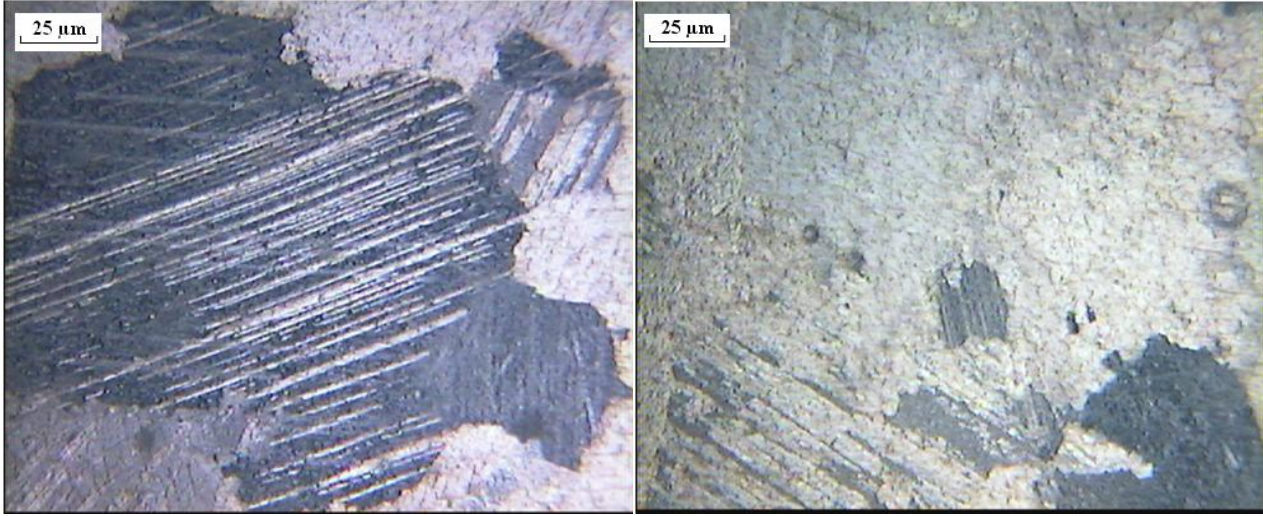
5. DENEYSEL ÇALIşMALAR

5.1 Mermerlerin Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerinin mikroskopik inceleme sonucunda ana mineralinin kalsit olduğu görölmüştür. Kalsitin yanında yer yer az oranda kuvars ve muskovit minerali bileşimde yer alır. Granoblastik dokunun göröldüğü mermerlerde kalsitler polisentetik ikizlenmelidir. Kalsit tane sınırları oluşumundan kaynaklanan basınç nedeniyle girintili çıkıntılıdır. Bu da mermerin basınç mukavemetine dolayısıyla dayanımına olumlu yönde etki etmektedir. Tane boyutu 25-250 µm arasında olup taneler birbirine iyi kenetlenmiştir (Şekil 5).

Uşak yöresi mermerleri genellikle 1-5 mm tane boyutlarıyla ince-orta taneli mermerlerdir. Çamlıbel -

Ulubey (Uşak) mermerleri ise tane boyutuna göre ince taneli mermer olarak sınıflandırılabilir. Tane boyutu ve kenetlenme oranı mermerlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkiler. Kalsit kristallerinin tane çapları küçüldükçe ve kenetlenme oranı arttıkça direnç fazlaşır ve dış etkilerle bozuşma oranı azalır.



Şekil 5. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerinde polisentetik ikizlenmeli kalsit minerallerinin ince kesitte görünümü (Çift Nikol).

5.2 Fiziksel Özellikler

Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin, fiziksel özelliklerinden birim hacim ağırlığı, özgül ağırlık, su emme (ağırlıkça ve hacimce), doluluk oranı, porozite oranları ve sismik hız değerleri belirlenmiştir. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin TS 699'a [6] göre yapılan deneylerde bulunan ve literatürde yer alan yöre mermerlerinin ortalama fiziksel özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin özgül ağırlığı $2,73 \text{ g/cm}^3$ olarak bulunmuştur. Mermerlerin yapılarda kullanılabilmesi için özgül ağırlık değeri $2,55 \text{ g/cm}^3$ den küçük olmamalıdır [7]. Bu durum göz önüne alındığında Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin TS 10449'da [7] belirtilen sınırların üstünde olduğu görülmüş ve buna göre yapıların iç ve dış döşemesinde kullanılabileceği saptanmıştır. Uşak yöresi mermerlerinin özgül ağırlığı 2,68 ile 2,74 arasında değişmektedir.

TS 10449'a [7] göre mermerlerin ağırlıkça su emme oranı % 0,4'den küçük olmalıdır. Yapılan deneyler neticesinde, Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin % 0,06 olan su emme oranının bu standardı sağladığı görülmüştür. Uşak yöresi mermerlerinin ağırlıkça su emme değerleri en düşük % 0,04 ile Eldeniz beyazında ve Boduşdamı grisinde görülürken, en yüksek değer % 0,28 ile Kavacık beyazındadır. Ancak tüm mermerler standartlarda öngörülen değerlerin altındadır.

Mermerlerin içerisinde boşluk (porozite) istenmeyen bir durumdur. Mermerin su emme kapasitesi ile doğru orantılı olan porozite yüzdesi ne kadar büyükse, mermerin su emmesi de o derece yüksek olur. TS 10449'a [7] göre kaliteli sayılabilecek bir mermerin porozitesi en fazla % 2 olmalıdır. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin % 0,73 porozite değerlerine göre, bu standardı sağladığı görülmektedir. Moos- Quervain (1948)'in [8] kayaların porozite oranına göre sınıflandırılmasına göre Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri "Çok kompakt" kaya sınıfına girmektedir (Tablo 2). Buna göre yapıların atmosfer etkilerine açık dış mekanlarında kullanılabileceği söylenebilir. Uşak yöresi mermerlerinin porozite değerleri ise % 0,109 ile % 1,1 arasında değişmektedir. Tüm Uşak yöresi mermerlerinin porozite oranları, ilgili standart verilerini sağlamaktadır.

Tablo 1. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin ortalama fiziksel özelliklerinin standartlar ve yöre mermerleri ile karşılaştırılması

	Birim Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	Su Emme (Ağırlıkça) (%)	Su Emme (Hacimce) (%)	Doluluk Oranı (%)	Porozite Oranı (%)	Sismik hız değeri (m/s)	
Çamlıbel-Ulubey (Uşak) Beyaz Mermeri	2,71	2,73	0,06	0,16	99,3	0,73	6390	
TS 10449 Standart değerleri [7]	> 2,55	> 2,55	< 0,4	< 0,4	> 93	< 2	-	
TS 11137 Standart değerleri [9]	> 2,16	> 2,16	< 4	< 4	-	-	-	
Uşak yöresi diğer mermerleri	Karahallı Beyaz [2]	2,68	2,71	0,176	0,652	98,9	1,1	5861
	Karahallı Açık yeşil [2]	2,73	2,74	0,174	0,462	99,6	0,36	6316
	Karahallı Koyu Yeşil [2]	2,74	2,75	0,105	0,652	99,6	0,36	5730
	Kavacık Beyaz [4]	2,73	2,75	0,28	0,102	99,3	0,28	-
	Eldeniz Beyaz [4]	2,72	2,74	0,04	0,109	99,3	0,109	-
	Boduşdamı Beyaz [4]	2,72	2,73	0,142	0,002	99,7	0,387	-
	Boduşdamı Gri [4]	2,72	2,74	0,04	0,109	99,3	0,109	-
	Boduşdamı Yeşil [4]	2,73	2,75	0,102	0,28	99,3	0,28	-

Tablo 2. Moos- Quervain'e göre kayaçların porozite oranına göre sınıflandırılması [8]

Kayaç sınıfı	Porozite (%)
Çok kompakt	1
Az boşluklu	1 – 2,5
Orta boşluklu	2,5 – 5
Oldukça boşluklu	5 – 10
Çok boşluklu	10 – 20
Çok fazla boşluklu	>20

Kayaçlardaki mineralojik yapı, doku, gözeneklilik, yapıdaki mikro ve makro çatlaklar ile diğer süreksizlikler gibi fiziksel özellikler P dalga hızlarının geçişine etki etmektedir. Yapılan deney sonucunda P dalga hızı 6390 m/s bulunmuş olup Tablo 3'e göre sınıflandırma yapıldığında çok yüksek hız grubuna girmektedir. Genel olarak dalga hızı, mermerin gözenekliliğiyle ilişkilidir. Porozitesi az olan mermerlerin dalga hızı yüksek olur. Bu deneyden elde edilen dalga hızı Çamlıbel (Uşak) beyaz mermerinin gözenek oranının (miktarının) az olması ile orantılıdır.

Tablo 3. P Dalga Hızı Sınıflaması [10]

Sınıf	Dalga hızı (m/sn)	Tanımlama
1	< 2500	Çok düşük hız
2	2500-3500	Düşük hız
3	3500-4000	Orta hız
4	4000-5000	Yüksek hız
5	>5000	Çok yüksek hız

5.3 Mekanik Özellikler

Mermerlerin mekanik özellikleri kullanım yerlerinin saptanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu amaçla Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin mekanik özelliklerinden basınç dayanımı, aşınma dayanımı, tabii don tesirine dayanıklılık ve don sonu basınç dayanımı deneyi ve eğilme dayanımı değerleri belirlenmiştir. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) mermerlerinin TS 699'a [6] göre yapılan deneylerde bulunan ve literatürde yer alan yöre mermerlerinin ortalama mekanik özellikleri Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin ortalama mekanik özelliklerinin standartlar ve yöre mermerleri ile karşılaştırılması

		Tek Eksenli Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	Don Sonrası Basınç Dayanımı (kg/cm ²)	Don Sonrası Kütle Azalması (%)	Eğilme Dayanımı (kg/cm ²)	Aşınma Dayanımı (cm ³ /50 cm ²)
	Çamlıbel-Ulubey (Uşak) Beyaz Mermeri	792	715	0,02	218	16
	TS 10449 Standart değerleri [7]	< 300 (duvar kaplama) < 500 (yer döşeme)	>300	-	> 60	< 25 (duvar kaplama) < 15 (yer döşeme)
	TS 11137 Standart değerleri [9]	< 300 (duvar kaplama) < 500 (yer döşeme)	-	> 2	-	< 15 (duvar kaplama) < 10 (yer döşeme)
Uşak yöresi diğer mermerleri	Karahallı Beyaz [2]	450	247	-	25	-
	Karahallı Açık yeşil [2]	521	529	-	28	-
	Karahallı koyu Yeşil [2]	529	503	-	35	-
	Kavacık Beyaz [4]	697	575	0,8	66	29,2
	Eldeniz Beyaz [4]	751	690	1,0	59	25,2
	Boduşdamı Beyaz [4]	1060	1053	1,0	60	25,3
	Boduşdamı Gri [4]	721	651	1,1	63	27,2
	Boduşdamı Yeşil [4]	697	575	1,2	66	29,2

Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin tek eksenli basınç dayanımı değeri, ortalama 792 kgf/cm² bulunmuş olup TS 10449 [7] standart değerlerinin üzerinde yer almıştır. Buna göre hem yer döşemesi, hem de duvar kaplaması olarak kullanımı uygun bulunmuştur. Deere ve Miller (1966) [11] tarafından önerilen kayaların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması skalasına göre, Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri” orta dirençli” kayaç sınıfına girmektedir (Tablo 5). Uşak yöresinde üretilen diğer mermerlerin tek eksenli basınç dayanım değerleri 450 ile 1060 kgf/cm² arasında değişmektedir. Burada sadece Karahallı beyazı yer döşemesi için gerekli olan 500 kgf/cm² değerini sağlamamaktadır.

TS 10449'a [7] göre yapı ve kaplama taşı olarak kullanılacak mermerlerin, don sonrası kütle azalması değerinin % 1'den küçük olması gerekmektedir. Bulunan deney sonuçlarına göre (%0,02) don kaybı değeri Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri için standartta öngörülen değeri sağlamaktadır. Buna göre donma ve çözülme periyotlarının sıklıkla yaşandığı soğuk iklimlerde kullanılabilir olduğu görülmektedir. Uşak yöresinde üretilen diğer mermerlerin don sonrası basınç dayanım değerleri 247 ile 1053 kgf/cm² arasında değişmektedir. Burada sadece Karahallı beyazı standartlarda öngörülen 300

kgf/cm² değerini sağlamamaktadır.

Tablo 5. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması [11]

Tanım	Tek eksenli basınç dayanımı (kgf/cm ²)
Çok yüksek dirençli	>2000
Yüksek dirençli	2000-1000
Orta dirençli	1000-500
Düşük dirençli	500-250
Çok düşük dirençli	<250

TS 10449'a [7] göre aşınma dayanımı değeri, yer döşemesi için en fazla 15 cm³/50 cm², duvar kaplaması için ise en fazla 25 cm³/50 cm² olmalıdır. Yapılan deneyler sonucunda Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin aşınma dayanımları 16 cm³/50 cm² bulunmuş olup kaplama için uygun yer döşemesi için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Yine aynı şekilde literatürde verilen diğer Uşak yöresi mermerleri de bu veriyi sağlamamaktadır.

TS 10449'a [7] göre mermerlerin eğilme dayanımları 60 kgf/cm²'den büyük olmalıdır. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin standardın belirlediği eğilme dayanım değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mermer olarak kullanılan kayaçlarda en çok aranan renklerin başında beyaz renk gelmektedir. Metamorfizma sırasında kireçtaşları sadece kalsit mineralinden meydana gelirse, bu durumda saf kireçtaşlarının başkalaşımı ile beyaz renkli mermerler oluşmaktadır. Halbuki kireçtaşları nadiren sadece kalsitten oluşur. Genellikle bünyesinde fosil, MgCO₃ ve silikat gibi ikinci derecede yabancı mineraller bulunabilir. Bu durumda farklı renklerde mermerler oluşmaktadır. Doğada beyaz renkli mermerlerin çok az bulunmasının temel nedenlerinden birisi budur. Bu nedenle beyaz renkli mermerler her zaman değerli mermerler sınıfında yer almaktadır. Afyon Kaymak, Afyon Şeker, Uşak Beyazı, Muğla Beyazı bu tip mermerlerin hem Türkiye'de hem de Dünya'da tanınan örnekleridir.

Türkiye'de Mermer sektöründe "Uşak Beyazı" adıyla bilinen fakat farklı lokasyonlardan elde edilen çeşitli mermerler üretilmektedir. Bunlar Karahallı beyazı, Eldeniz beyazı, Kavacık beyazı, Boduşdamı beyazı ve bu makalede özellikleri incelenen Çamlıbel- Ulubey beyazıdır.

Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerlerinin tane boyutu 25-250 µm arasındadır. Taneler birbirine iyi kenetlenmiştir. Uşak yöresinde üretilen diğer mermerler genellikle ince-orta tanelidir (1-5 mm). Çamlıbel - Ulubey (Uşak) mermerleri ise tane boyutuna göre ince taneli mermerdir. Bu nedenle ince taneli mermerlerin kullanıldığı, nem ve sıcaklık etkisine sık maruz kalan yerlerde, yaya trafiğinin yoğun olduğu yerlerde başarı ile kullanılabilir özelliktedir.

Kayaçların fiziksel ve fiziko-mekanik özellikleri kullanım yerlerinin saptanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu amaçla kalsiyum karbonat esaslı, yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan mermerlerle ilgili TS10449 [7] sayılı standart oluşturulmuştur. Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri bu standartta öngörülen sınır değerlerden sadece aşınma dayanımı değerini sağlamamış, bunun dışındaki tüm veriler standartlara uygun bulunmuştur.

Beyaz rengi ve ince taneli olması nedeniyle Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri, Afyon İncehisar yöresinde antik çağlardan beri üretilen Dünyaca kabul görmüş Afyon Kaymak mermerlerine benzemektedir. İncehisar mermer havzasında "beyaz mermer" rezervlerinin azalmasına paralel olarak üretimde ortaya çıkacak boşluğun, Çamlıbel - Ulubey (Uşak) beyaz mermerleri tarafından

doldurulabileceği göz ardı edilmemelidir.

7. KAYNAKLAR

1. DPT, 2001, “Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu. Yapı Malzemeleri II Çalışma Grubu Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı”. Yayın No: DPT: 2616-ÖİK:627, 191 s. Ankara.
2. Kibici, Y., Karagüzel, R., Mutlutürk, M., Bilgin, A., 1992, “Karahallı Uşak Yöresinin Jeolojisi ve yöre mermerlerinin mühendislik özellikleri”, TMMOB, Jeoloji Müh.Odası, Türkiye Jeoloji Kurultayı 1992.
3. Mutlutürk, M., Kibici, Y., Karagüzel, R., Bilgin, A., 1992, “Karahallı (Uşak), Külköy, Duraklı mermerlerinin yapısal konumları ve işletilme özellikleri”, Akd.Üniv. 7. Müh. Haftası (25-29 Mayıs, 1992), Isparta.
4. Aysal, N. ve Korkanç, M., 2002, “Sivaslı (Uşak) Mermer Yataklarının Jeolojik ve Mühendislik Özellikleri”, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, 15(1), 1-10.
5. Kırılıveren, S., 2008, “Uşak Yöresi Mermer, Doğal Taş Yatakları ve Çamlıbel (Uşak) Beyaz Mermerinin Özelliklerinin İncelenmesi”, Afyon Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Bitirme Projesi, 61s. (Yayımlanmamış).
6. TS 699, 1987, “Türk Standartları, Tabii Yapı Taşları-Muayene ve Deney Metotları”, TSE, Ankara.
7. TS10449, 1992, “Türk Standartları, Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan”, TSE, Ankara.
8. Moos, A.V. and Quervain, F.De., (1948). Technische Gesteinkunde, Verlag Birkhauser, Basel.
9. TS 11137, 1993, “Türk Standartları, Kireçtaşı (Kalker)-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan”, TSE, Ankara
10. Matula, M. and Dearman, W. R. and Golodkovskaja, G. A. and Pahi, A. and Radbruch-Hall, Dorothy H., 1979, “Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part 1: Rock and soil materials”. Bull. Int. Assoc. Engng. Geol, 19, 364–371
11. Deere, D.U. and Miller, R.P., 1966, “Engineering Classification and Index Properties for Intact Rock”, Air Force Weapons Lab. Tech. Report, AFWLTR-65-116, Univ. of Illinois, Urbana.