

**YEŞİLOVA-KAĞILCIK (BURDUR) KİREÇTAŞLARININ MERMER OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ****Serdar Cem BOZTAŞ**

Ç.Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Müh. ABD, Adana/Türkiye

**Nil YAPICI ve Mesut ANIL**

Ç.Ü.,Maden Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

**ÖZET :** *Bu çalışmada, Burdur ili Yeşilova ilçesi Kağılcık kireçtaşlarının mermer olarak kullanılabilirliğinin belirlenmesi amacıyla Kağılcık mevkiinden örnekler alınmış ve laboratuvarında incelenerek temel karakteristik özellikleri belirlenmiştir. Bulunan ortalama 2,75 gr/cm<sup>3</sup>'lük birim hacim ağırlık ile 2,77 gr/cm<sup>3</sup> olan özgül ağırlık bakımından TS 699'a göre her ortamda kaplama ve yer döşemesi olarak kullanılabilmesi, ayrıca ağırlıkça su emme yüzdesinin 0,34 olarak bulunması da TS 1467'e göre iç ve dış ortamlarda güvenle kullanılabilmesini göstermektedir. Tek eksenli basınç dayanımı değerinin 80 MPa, eğilme direncinin de 9,1 MPa olması taşıma ve eğilmelere karşı mukavemetli olduğunu göstermektedir.*

*Sonuç olarak, Burdur-Yeşilova, Kağılcık mevkiinde yüzeylenen ve önceki araştırmacılar tarafından Taşkesiği formasyonu olarak adlandırılan birimler içerisinde Orta Triyas - Üst Jura yaş aralığında çökelen kireçtaşlarının, blok verimi yüksek olan bölgelerde mermer olarak kullanılabilmesi, gerek fiziksel, kimyasal ve gerekse mekanik özellikleri açısından kireçtaşı mermerleri sınıfında yer aldığı ve taşıdığı değerler açısından ilgili TS limit değerleri karşılıklı görülmüştür.*

**EVALUATION OF YEŞİLOVA-KAĞILCIK (BURDUR) LIMESTONE AS MARBLE**

**ABSTRACT :** *In this study, samples are taken from Kağılcık and characteristic features are determined in laboratory, to determine usability of Kağılcık Limestones, Yeşilova, Burdur as marble. With volume weight of 2,75 gr/ cm<sup>3</sup> and specific gravity of 2,77, it can be used as coating and flooring in accordance with TS 699. As having water imbibition ratio of 0,34, it shows that it can be used indoor or outdoor in accordance with TS 1467. Having uniaxial compressive strength of 80 MPa and flexural strength of 9,1 MPa, it is durable against loading and bending. Therefore, it could be used both in column coating and stairs safely.*

*As a result, the limestones observed in Kağılcık location, called as Taşkesiği Formation by previous surveyors, aged between Mid Trias-Upper Jurassic, has high block efficiency. The limestone is in marble class according to physical, chemical and mechanical characteristics and meets limits values in related TS standards.*

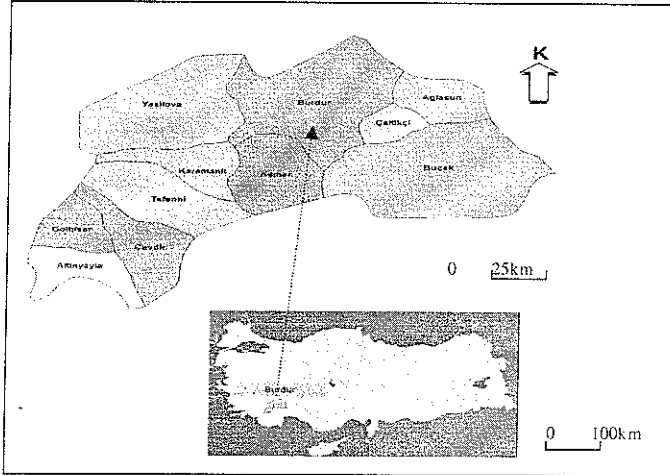
## 1. GİRİŞ

Eski çağlardan beri kireçtaşları, düşük maliyetli olması ve endüstrinin temel ihtiyaç maddeleri arasında yer alması nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Yeryüzünün yaklaşık % 75'ini kaplayan sedimanter kayaların, kimyasal bileşiminde % 50'den fazla karbonat minerali içerenlerine karbonatlı kayalar adı verilir. Prekambriyenden günümüze kadar devam eden karbonat kayaların oluşumunun sonucunda dolomit ve kireçtaşı varlığının çok büyük boyutlarda olduğu ortaya çıkmaktadır.

Doğal kireçtaşının % 90'ı  $\text{CaCO}_3$ 'tür. Dolomitik kireçtaşının bileşiminde ise % 10 – 35 oranında  $\text{MgCO}_3$  bulunur. Kireçtaşları hem oksit hem de hidroksit formda beyaz renkte fakat içindeki kimyasal saflık derecesine bağlı olarak kül rengi tonları olabilirler. Bu tür kayaların doğada bol miktarda bulunması ve kolayca işlenebilmesi mühendislik yapılarında kullanılmasına etki etmektedir. Günümüzde bu birimlerin çoğu, bazı özellikleri bilinmeden kullanılmaktadır. Kireçtaşının hangi amaç için kullanılacağından önceden tespiti keşif masraflarının minimize edilmesinin önünü açar. Eğer kireçtaşının tekno-mekanik sınıfa girmesi arzu ediliyorsa kalitesi ve ekonomik değerinin yüksek olması gerekir. Beton, yol yapımında kullanılacaksa sertlik, hacim değişmezliği, düşük poroziteye sahip olması istenir. Yapı sektöründe ise kireçtaşının TSE kriterlerine uyum göstermesi gerekmektedir.

Kireçtaşları, inşaat sektörünün olmazsa olmaz hammaddelerinden biridir. Ülkemizde özellikle son 40 yıldır nüfus artışına paralel olarak hızlı bir kentleşme ve sanayileşme yaşanmaktadır. Bunun sonucunda konut ve altyapı gereksinimi artmakta, doğal olarak kireçtaşlarına duyulan talep de artmaktadır.

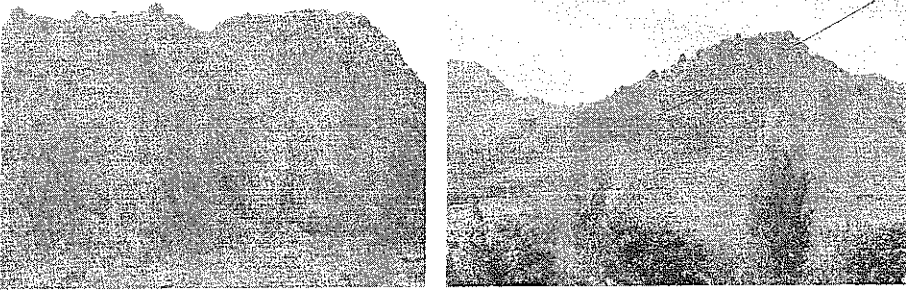
Bu çalışmada, Yeşilova-Kağılcık (Burdur) bölgesi kireçtaşlarının arazideki yüzeylenme durumları, önceki çalışmalardan yararlanılarak jeoloji haritası ve kesitleri, alınan örnekler üzerinde ince kesitler hazırlanarak polarizan mikroskopta petrografik özellikleri belirlenmiştir (Şekil 1). Ayrıca aynı örneklerin kimyasal analize tabi tutularak kimyasal içerikleri belirlenmiştir. Mekanik ve fiziksel özelliklerine bakılarak mermer sektöründe kullanılabilirliği belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma Alanı Yer Bulduru Haritası.

## 2. BÖLGE JEOLJİSİ

Kağılcık mevki, 1/25000 ölçekli N23 b1,b2,b3 ve b4 içinde yer alan Bademli ve Kağılcık köyleri arasında bulunmaktadır. Kristalize kireçtaşı zuhuru, Kağılcık Köyünün kuzey ve güney yamacında, Taşkesiği Formasyonu bünyesinde bulunmaktadır. Kalınlığı 10 m.- 75 m. ye kadar değişen kristalize gri damarlıdır. Formasyona ait kireçtaşlarının taze yüzeyleri bozuk, kırıklı ve fazla alterasyona uğramış durumdadır. Kristalen kireçtaşları ya 1-2 m'lik bir toprak tabakasının altında veya hemen satıhta yüzeylenmektedir (Resim 1).

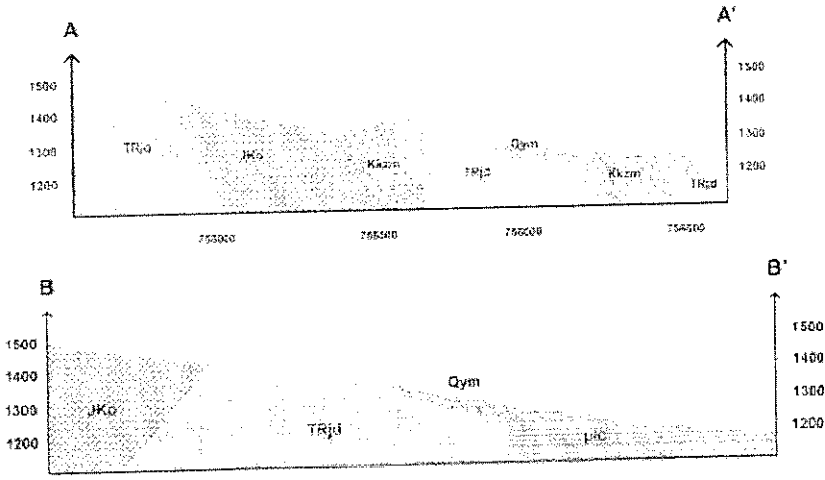


**Resim 1.** Kalın bir istif sergileyen kireçtaşlarının arazideki görünüşleri

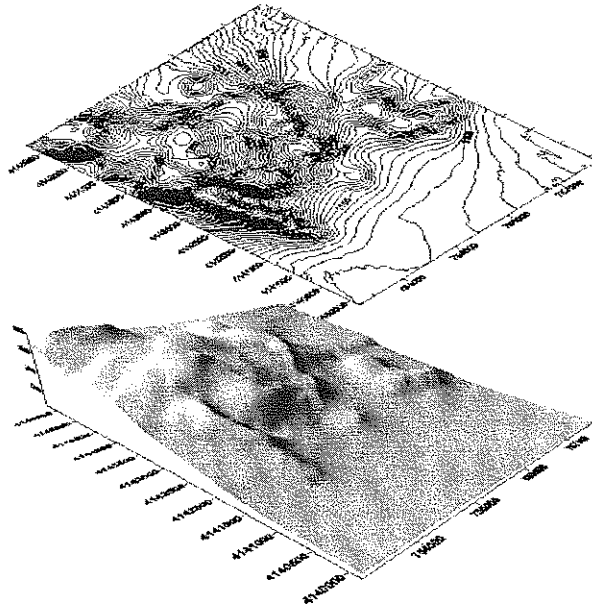
Bu bölgenin topografik yüzeyini güneyden kuzeye doğru artmaktadır. Güneyde 110 m'de seyreden ovalık kısım kuzeybatı'ya doğru yükselir ve Kızıyalım'ın kuzey batısında 1800 m'yi bulur (Şekil 2). İnceleme alanındaki en yaşlı jeolojik birim Orta Triyas – Üst Jura arasında çökelen kireçtaşları olup, çalışma alanında yüzlek veren kireçtaşları bu formasyon içerisindedir. Arazi görünümü oldukça masif ve belirsiz tabakalanmalı ve seyrek olarak da kalın tabakalanmalı olan bu kayalarda yer yer kristalleşmeler görülmektedir. Bu birim üzerine oturan Jura Kretase yaşlı çörtlü kalkerler çalışma alanının hemen yakınında kuzeydoğu-güneybatı istikametinde mostra verir<sup>1</sup>. Bunların üstüne ise yine Jura Kretase yaşlı bazaltların oturduğu ve önceki birimleri örttüğü gözlenmektedir. Üst Kretase yaşlı melanj, saha içinde bir çok yerde yüzeylenmektedir. Pliyosen yaşlı Konglomera-Kumtaşı-Çamurtaşından oluşan birimler inceleme alanında da geniş yüzlekler verir. Kağılcık'ın güneyinde düşük kotlara kadar uzanan bu formasyon batı kesiminde de kristalize kireçtaşları üzerindedir. Kuvaterner yaşlı yamaç molozları Kağılcık – Bademli arasında ve Kağılcık batısında görülürken, yine Kuvaterner yaşlı alüvyonlar düşük kottaki güney kesiminde geniş alanlarda görülmektedir. Kireçtaşı sahasını doğu-batı ve kuzey-güney doğrultusunda kesen iki adet enine kesit Şekil 3'de ve inceleme alanını da içine alan bölgenin eş yükselti eğrileri ve blok diyagramı Şekil 4'de verilmiştir. Gerek eş yükselti eğrileri ve gerekse blok diyagramında açıkça görüldüğü gibi güney kesimlerinden geçen Karamanlı karayolunun kuzeybatısından itibaren topografya yükselerek Bedirli köyüne gelindiğinde 1800 kotuna ulaşmaktadır.



YEŞİLOVA-KAĞILCIK (BURDUR) KİREÇTAŞLARININ  
MERMER OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil 3. Mermer olarak düşünülen bölgeyi de içine alan Şekil 2'de gösterilen A-A' ve B-B' enine kesitleri



Şekil 4. Kağılcık ve yakın çevresinin eş yükselti eğrileri ve blok diyagramı

### 3. YEŞİLOVA -KAĞILCIK KİREÇTAŞLARININ FİZİKSEL VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ

#### 3.1. Fiziksel Özellikler

Araziden alınan ve standartlara uygun bir şekilde hazırlanan örnekler Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarları'nda birim hacim ağırlık, özgül

ağırlık, porozite (gözeneklilik derecesi), ağırlıkça su emme oranı, sonik hız, deneylerine tabii tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre uygun bağıntılar kullanılarak yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Numunelere ait fiziksel özelliklerine ait deney sonuçlarının standartlarla genel değerlendirilmesi ve uygunluğu.

Uygulanan Standart		Sınır Değer	Bulunan Değer	Değerlendirme
<b>Birim Hacim Ağırlık</b>	TS EN 1467 TS 1469	> 2,55 gr/cm <sup>3</sup>	2,75 gr/cm <sup>3</sup>	UYGUN
<b>Özgül Ağırlık</b>	TS 699	-	2,77 gr/cm <sup>3</sup>	UYGUN
<b>Porozite</b>	TS 1469	< % 2	0,94%	UYGUN
<b>Su Emme</b>	TS EN 1467 TS 1469	<% 1,80 <% 0,4	0,34%	UYGUN
<b>Sonik Hız</b>	TS EN 1467 TS 1469	-	5,15 km/sn	UYGUN

Ayrıca, TS 10449'a göre doğal taşların ağırlıkça su emme oranı (< 0,4) sınır değerini taşıdığı belirlenmiştir. ASTM (C97,C170, C99, C241)'ye göre ağırlıkça su emme oranı en fazla (< 0,75) sınır değerini taşıdığı, birim hacim ağırlığı en az (2,595) sınır değerini taşıdığı belirlenmiştir. Dolayısıyla Burdur ili, Yeşilova bölgesi kireçtaşı, kayaların doğal yapı taşı olarak kullanılabilmesi için sahip olmaları gereken fiziksel özelliklere sahiptir.

### 3.2. Mekanik Özellikler

Burdur-Yeşilova bölgesinden alınan numuneler laboratuvar ortamında tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanım indeksi, darbe dayanımı, sürtünme sonrası aşınma kaybı, eğilme dayanımı, shore sertlik ve don sonrası tek eksenli basınç dayanımı deneylerine tabii tutularak sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Burdur Yeşilova bölgesinden alınan numunenin 500 devir sonundaki aşınması % 17 olarak bulunmuştur. Bu değer TS 706'a göre beton agregası olarak kullanılabilen kireçtaşları için sınır değeri (< %30) sağlamaktadır. Ayrıca, ASTM (C97, C170, C99, C241)'ye göre tek eksenli basınç direnci (Min. 520) sınır değerini taşıdığı, eğilme direncinin (Min. 70) sınır değerini taşımadığı, ve böhme yüzeysel aşınma direnci (Max. 10) sınır değerini taşıdığı belirlenmiştir<sup>2-5</sup>.

### 3.3. Burdur Yeşilova Kireçtasına Uygulanan Diğer Testler ve Sonuçları

#### 3.3.1. Açık Hava Tesirlerine Dayanıklılık

TS 699'a göre hazırlanan yaklaşık el büyüklüğünde numunelerin kesme yüzeyleri parlatılarak parlak yüzeyler haline getirilmiştir. Elde edilen çiftlerin yarısı karşılaştırma için saklanmış, diğer yarısı da deneye tabii tutulmuştur. Numunelerin yüzeylerine sürmek üzere % 1'lik Hidroklorik asit (HCl) çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra HCl çözeltisi numune yüzeylerine bir pamuk yardımıyla sürülmüştür. Bu işlem 10'ar kez tekrarlanmıştır. Son olarak deneye tabii tutulan numunelerle saklanan numuneler karşılaştırılmış ve renk değişikliği olup olmadığına bakılmıştır. Renkte hafif miktarda sararmanın olduğu ve çatlak boyunca yer yer çok seyrek olarak demir oksit izlerine

rastlanıldığı gözlenmektedir. Bu sonuç kireçtaşları bünyesinde demirce zengin opak minerallerin bulunmadığının bir göstergesidir.

**Çizelge 2.** Numunelere ait mekanik özelliklerine ait deney sonuçlarının standartlarla genel değerlendirilmesi ve uygunluğu<sup>6-14</sup>.

Uygulanan Standart	Sınır Değer	Bulunan Değer	Değerlendirme	
Tek Eksenli Basınç Dayanımı	TS 1467,TS 1469,TS 10449	> 50 MPa	80 MPa	UYGUN
Nokta Yük Dayanımı	TS EN 1467 TS 1469	-	6,8 MPa	UYGUN
Darbe Dayanımı	TS 1467,TS 1469,TS 699	> 6 kg/cm <sup>2</sup>	16,8 kg/cm <sup>2</sup>	UYGUN
Sürtünme Sonrası Aşınma Kaybı/Böhme	TS 1467, TS 1469, TS 699	< 15 cm/50	9,6 cm <sup>3</sup> /50 cm <sup>2</sup>	UYGUN
Eğilme Dayanımı	TS 1467, TS 1469,TS 10449, TS 699	> 60 kg/cm <sup>2</sup> (6MPa)	9,1 MPa	UYGUN
Shore Sertlik	TS 1467, TS 10449	-	52,6	UYGUN
Los Angeles Aşınma Kaybı (%) 500 devir	TS EN 1097 -2	Agregada < 22	17	UYGUN

### 3.3.2. Pas Tehlikesi Tayini

Kayacın saf kireçtaşı olması ve bileşiminde demir oksitce zengin mineralin olmaması kayaçtaki dönüşümün en az seviyede olmasını sağlar. Deneylere tabii tutulan kayaçta hemen hemen hiçbir değişim gözlenmemiştir.

### 3.3.3. Asitlere Karşı Dayanıklılık Testi

Baca gazları ile havada bulunan diğer zararlı gazlar havanın nemi ile birleşerek asitler oluşturmaktadırlar. Bu asitlerin yapı taşlarının dayanıklılığı nasıl etkileyeceğinin tayini amacı ile asitlere karşı dayanıklılık testi yapılmıştır. Numuneler asitlere karşı dayanıklılık cihazının içerisinde sülfüroz asit bulunan kabın üzerine uygun bir düzenele asılarak burada 28 gün bekletilmiştir. Yapılan deney sonucunda Burdur Yeşilova Bölgesinden alınan numunelerde herhangi bir deformasyon izi gözlenmemiştir.

### 3.3.4. Donma ve Çözölmeye Karşı Dayanıklılık

Burdur Yeşilova Bölgesinden alınan numunelere TS EN 1367 göre uygulanan donma ve çözölmeye karşı dayanıklılık deney sonucunda don kaybı değeri %0,2 bulunmuştur. Bu sonuç TS EN 1367 ye göre numunelerin agrega olarak kullanılabilceğini göstermektedir. TS 10449'a göre yapı ve kaplama taşı olarak kullanılacak mermerlerin, don kaybı değerinin % 1'den küçük olması gerekmektedir. Bulunan deney sonuçlarına göre don kaybı değeri bu standardı sağlamaktadır.

### 3.4. Kimyasal Analiz Sonuçları

Kimyasal bileşim, mermerin içindeki elementlerin oksit değerlerinin toplamıdır. Kimyasal analizlerde kayacın içindeki silisyum dioksit, demir oksit, alüminyum oksit, kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat yüzde oranları tespit edilir. Bu oranların toplamının % 100'e yaklaşması analizin doğruluğunu belirlemektedir.

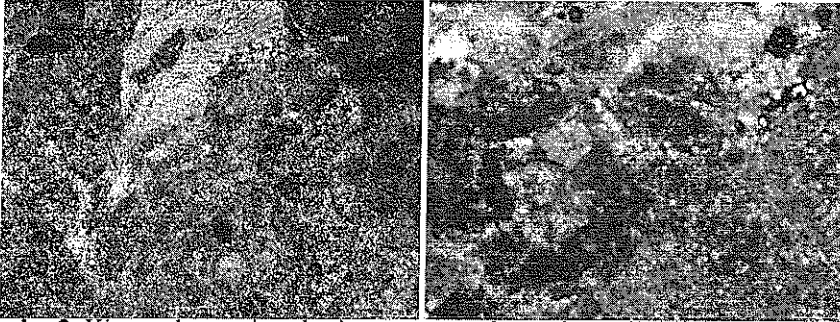
Burdur Yeşilova Bölgesinden alınan örneklerin içeriğini belirlemek için Maden Mühendisliği Bölümünde yapılmış kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

**Çizelge 3. Kimyasal Analiz Sonuçları**

Örnek No	CaO %	MgO %	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	MnO %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaCO <sub>3</sub> %	MgCO <sub>3</sub> %	Analiz Yöntemi
1	55,87	0,20	-	-	-	-	99,12	0,42	Klasik Yaş Yöntem
2	54,65	0,31	0,11	0,18	-	0,12	97,28	0,66	Klasik Yaş Yöntem
1A	55,38	-	0,05	0,33	0,008	0,35	98,57	-	XRF
2A	55,22	-	0,06	0,33	0,01	0,37	98,30	-	XRF
3	55,42	-	0,08	0,34	-	0,21	98,65	-	XRF
4	55,42	-	0,09	0,35	-	0,22	98,94	-	XRF
5	55,54	-	0,08	0,36	-	0,22	98,85	-	XRF

### 3.5. Petrografik Analiz

Burdur ili, Yeşilova ilçesi, Kağılcık mevkiinde oldukça geniş bir alanda yüzlek veren karbonatlı kayaç örneklerinden yapılmış ince kesit numuneleri, polarizan mikroskopta incelenmiş ve kesit fotoğrafları çekilmiştir. Kayaçta hakim mineral kalsit'tir. Yer yer dolomit kristallerine de rastlanılmıştır. Tane boyutunun oldukça küçük olması mineral tespitinde güçlüklerle karşılaşılmasına sebep olmuştur. Mikrokristalen kalsit mineralleri, oldukça küçük ve yarı öz şekillidir. Dolgu malzemesi de yine karbonatlı olup, taneler arası boşluk oranı oldukça fazladır. Kesitlerde fosil izlerine nadir olarak rastlanılmıştır. Bu durumda kayaca kristalen kireçtaşı adlandırılması yapılmıştır (Resim 2).



**Resim 2.** Kireçtaşlarının ince kesit görünümünde spari ve mikritik kalsit kristalleri (// N).



#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kağılcık-Yeşiova (Burdur) kireçtaşları üzerinde gerçekleştirilen jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve mekanik incelemeler sonucunda bulunan veriler toplu olarak ilgili standartlarla denetleştirilerek Çizelge 14’de topluca verilmiştir.

Sonuçlara göre Kağılcık/Yeşiova (Burdur) kireçtaşları gerek fiziksel ve gerekse mekanik özellikleri bakımından mermer olarak kullanılabilir durumda olup, blok veriminin yüksek olabileceği tüm mostraların üst kısmındaki yaklaşık 3-5 metrelik moloz kısmının alınarak basamak oluşturulması ve elmas tel kesme yöntemiyle işletilmesi mümkün görünmektedir. Nitekim son 10 yılda çok sayıda II.Grup maden ruhsatı alınarak mermer üretimi yaygınlaşmış ve piyasada Burdur beji, Burdur beyazı ve Burdur grisi adıyla albeni kazanmıştır. Yer yer yeniden kristalleşmenin görüldüğü ve kireçtaşı mermerleri sınıfında yer alan Yeşilova kireçtaşlarının molozlarından ve işletme artıklarından beton agregası ve çimento hammaddesi olarak da faydalanılabilir.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Karaman, E., “Isparta-Burdur arasının Jeolojisi ve Tektonik Özellikleri”, Türkiye Jeoloji Bülteni, s:119-134, Isparta, 1994.
2. ASTM C 97, “Standard Test Methods for Absorption and Bulk, 1996. Specific Gravity of Dimension Stone”, Annual Book of ASTM Standards.
3. ASTM C 170, “Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone”, Annual Book of ASTM Standards 1990.
4. ASTM C 99, “Standard Test Method for Modulus of Rupture of Dimension Stone”, Annual Book of ASTM Standards, 1987.
5. ASTM C 241, “Standard Test Method for Abrasion Resistance of Stone Subjected to Foot Traffic”, Annual Book of ASTM Standards, 1990.
6. T.S.E., TS 1469, Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar, Ankara, 1977.
7. T.S.E., TS 1467, Doğal Yapı Taşları, Ankara, 1977.
8. T.S.E., TS 2517 Alkali Agregatın Reaktivitesinin Kimyasal Tayini, Ankara, 1977.
9. T.S.E., TS 3694 Beton Agregalarında Aşınmaya Dayanıklılık, Ankara, 1981.
10. T.S.E., TS 699 Doğal Yapı Taşları - Muayene ve Deney Metotları. Ankara, 1987.
11. T.S.E., TS 10449 Mermer - Kalsiyum Karbonata Esaslı - Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Ankara, 1992.
12. T.S.E., TS EN 1367-1 Agregaların Termal ve Bozunma Özellikleri İçin Deneyler - Bölüm 1: Donmaya ve Çözülmeye Karşı Direnç Tayini, Ankara, 1999.
13. T.S.E., TS EN 1744-1 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 1: Kimyasal Analiz, Ankara, 2000.
14. T.S.E., TS EN 1097-2 Agregaların Kimyasal Özellikleri İçin Deneyler-Bölüm 1: Kimyasal Analiz, Ankara, 2000.

