

## Sivas batısındaki traverten oluşumlarının yapı ve yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilirliklerinin incelenmesi

### *Investigation of the useability as cut and paving stone of the travertine occurences located west of Sivas, Turkey*

Emrah AYAZ, Ergun KARACAN

#### ÖZ

Sivas yakınlarındaki, Sıcak Çermik, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten yatakları, Türkiye'nin en önemli traverten yataklarındandır. Travertenler, mineral içeriği olarak safı yakın bileşimde kalsitten oluşmakta olup, tabaka ve damar tipi yataklanma şekilleri göstermektedirler. Tabaka tipi oluşumlarda, kabuksu/süngerimsi yapı ve genellikle mikritik doku, damar tipi oluşumlarda ise albatr yapı ve sparitik doku hakimdir.

Bu çalışmada, söz konusu traverten yataklarının; blok verme, renk ve desen, levhalar şeklinde kesilebilme, parlayabilme, mohs sertliği, suda dağılma dayanımı, schmidt sertliği, saydamlık, birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme, gözeneklilik, aşınma, tek eksenli basınç dayanımı, don sonu tek eksenli basınç dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım gibi endüstriyel özellikleri incelenmiş ve değerlendirilmeye çalışılmıştır.

İncelemeler ve değerlendirmeler sonucunda, tüm bu özelliklerin, travertenlerde aranan sınır değerler içinde olduğu ve yöredeki travertenlerin özellikle yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilirliği iyi kaliteli travertenler oldukları belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Sıcak Çermik, Sivas, Traverten, Uyuz Çermik, Yapıtaşı, Yüzey kaplama taşı

#### ABSTRACT

*Sıcak Çermik, Sarıkaya and Uyuz Çermik travertine deposits around Sivas are among the most important travertine deposits in Turkey. Travertine deposits consist of nearly pure calcite, and show stratiform and vein type depositional styles. Banded and spongy structure and micritic texture is dominated within the stratiform type travertines, while albatr structure and sparitic texture is dominant within the vein type travertine occurrences .*

*In this study; industrial characteristics such as; block size, color and ornament, sliding, polishing, mohs hardness, slake durability index, schmidt hardness, transparency, unit volume mass, specific mass, compactness ratio,*

E. AYAZ: M.T.A. Orta Anadolu 1. Bölge Müdürlüğü, SIVAS

E. KARACAN: Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü SIVAS

water suction relative to mass and volume, porosity, abrasion, uniaxial compressive strength, uniaxial compressive strength after the frost, bending strength, blowing strength, durability to the frost, frost lost durability to atmospheric influences, resistance to rusting and acids were investigated and evaluated.

The results of these investigations and evaluations show that all these characteristics of the travertines in these deposits range in the limites what should be in travertines and they are well qualified materials, suitable to use as facing stone.

**Key Words:** Cut-stone, paving-stone, Sıcak çermik, Sivas, Travertine, Uyuz çermik

## ÖZET

Sivas yakınlardaki, Sıcak Çermik, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten çökelleri, Türkiye'nin en önemli traverten yataklarındandır. Travertenler, mineral içeriği olarak safı yakın bileşimde kalsitten oluşmakta olup, tabaka ve damar tipi yataklanma şekilleri göstermektedirler. Tabaka tipi oluşumlarda, kabuksu/süngerimsi yapı ve genellikle mikritik doku, damar tipi oluşumlarda ise albatr yapı ve spartik doku hakimdir.

Bu çalışmada, söz konusu traverten yataklarının; blok verme, renk ve desen, levhalar şeklinde kesilebilme, parlayabilme, mohs sertliği, suda dağılma dayanımı, schmidt sertliği, saydamlık, birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme, gözeneklilik, aşınma, tek eksenli basınç dayanımı, don sonu tek eksenli basınç dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirler Ayaz ve diğ., 1998). Yataklar çevresinin jeolojisi, travertenlerin yataklanma şekilleri, yapısal ve dokusal özellikleri, mineralojik ve kimyasal bileşimleri ile oluşumları belirtilen çalışmalardan yararlanılarak aşağıda özetlenmiştir. Bu çalışmada ise yöredeki yataklardan alınmış örnekler üzerinde gerçekleştirilmiş çeşitli testlerin ve jeomekanik deneylerin sonuçları tartışılmış, yapı taşı ve binaların dış yüzeylerinde kaplama taşı olarak kullanılabilirlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Yataklar çevresinde; Akdağ Metamorfileri (Paleozoyik-Mesozoyik), Pazarcık Volkanitleri (Alt-Orta Eosen), Boğazköy Formasyonu (Alt-Orta Eosen),

Hafik Formasyonu (Orta - Üst Miyosen), İncesu Formasyonu (Üst Miyosen), Bayat Volkanitleri (Üst Pliyosen), travertenler ve alüvyonlar (Kuvaterner) şeklinde tanımlanmış birimler yüzeylenmektedir (Şekil 1).

İncelenen traverten yatakları, benzer jeolojik özellikler göstermekte olup, bölgede geniş bir yayılım gösteren İncesu Formasyonu'na ait Derindere Üyesi üzerinde uyumsuz olarak oluşmuşlardır. İncesu Formasyonu'nun altında ise Akdağ Metamorfite'rine ait şistler ve mermerler yer almaktadır.

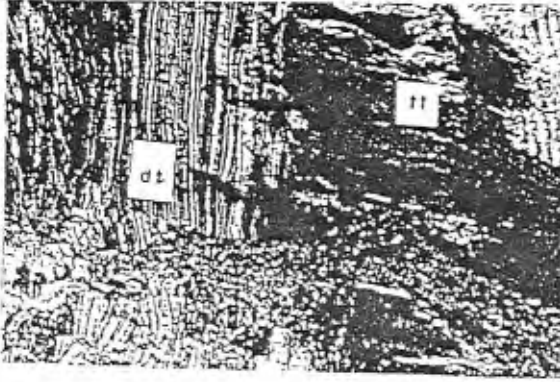
Yataklanma şekli olarak tabaka tipi ve damar tipi şeklinde iki farklı tip oluşum bulunmaktadır (Şekil 2). Damar tipi travertenler, sıcak suların ürünlerini açılma yarıkları içinde çökeltmeleri sonucu, tabaka tipi travertenler ise, sıcak suların ürünlerini yüzeye çıktıkları yerlerde akmaları sırasında çökeltmeleri sonucu oluşmuşlardır. İkinci tip oluşumlar daha yaygındır.

İç yapı olarak, damar tipi travertenlerde silisli oluşumlardaki onix yapısına benzeyen albatr yapı, tabaka tipi oluşumlarda ise bantlı, kabuksu ve albatr yapılar gözlenmektedir.

Mikroskopik ve XRD yöntemleri ile yapılan incelemelerde, tüm oluşumlarda kalsit tek karbonat minerali olup, tabaka tipi oluşumlarda genellikle mikritik, ender olarak spartik, albatr tipi oluşumlarda ise spartik doku gözlenmektedir. Mikritik kesimlerde limonitleşmeler ve boşluk oluşumları yaygındır.

Tabaka tipi oluşumların bantlı ve kabuksu kesimleri, bloklar şeklinde (maksimum boyutlar 3 m kadar) çıkarılarak yüzey kaplama taşı (yalnızca bina dış





Şekil 2. Tabaka ve damar tipi travertenlerin yataklanma ilişkisi (Karlıkaya açık ocağı)

yüzeylerindeki kullanımı kapsamakta olup, parke, basamak ve mutfak tezgahı gibi kullanımları kapsamamaktadır ve yapı taşı olarak, damar tipi ve tabaka tipi oluşumların albatr yapılı kesimleri ise küçük boyutlu bloklar (maksimum boyutlar 60 cm kadar) halinde çıkarılarak süs eşyası yapımında kullanılmaktadır.

Sıcak Çermik sahasında, 135 000 000 m<sup>3</sup> kadar, Sarıkaya sahasında ise 5. 700 000 m<sup>3</sup> olmak üzere, yörede toplam 141 000 000 m<sup>3</sup> (görünür + muhtemel), bina dış yüzeyleri için kaplama taşı üretimine uygun özellikte, tabakalı tip traverten rezervi hesaplanmıştır. Bu rezervden, % 40'lık blok kazanma verimi ile 55 000 000 m<sup>3</sup> kadar yüzey kaplama taşı üretilebilecektir. Albatr yapılı travertenlerin ise, yöredeki toplam rezervleri 200 000 m<sup>3</sup> (gör.+muh.) kadar olup, % 70'lik bir verimle 140 000 m<sup>3</sup> kadar süs eşyası yapımında kullanılabilir traverten üretilebilecektir.

## YAPILAN TESTLER VE DEĞERLENDİRMELERLE İLGİLİ BULGULAR

### YAPILAN İNCELEMELER

Bu çalışma kapsamında, inceleme alanındaki travertenlerin üst, orta ve alt seviyelerini temsil edecek şekilde birer adet ve orta seviyede kenar kesimlerini temsil edecek şekilde iki adet olmak üzere toplam beşer adet örnek alınarak; blok verme, renk ve desen,

levhalar şeklinde kesilebilme, parlayabilme, mohs sertliği, suda dağılma dayanımı, schmidt sertliği, saydamlık, birim hacim kütle, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme, gözeneklilik, aşınma, tek eksenli basınç dayanımı, don sonu tek eksenli basınç dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım gibi özellikleri incelenmiştir. İncelemelerde, MTA (1966), ISRM (1978, 1981), TS 699 (1987), TS 6809 (1989), gibi çalışmalarda önerilen yöntemler kullanılmış ve sonuçları, TS 2513 (1977)'de belirtilen kullanım kriterleri ve/veya sınırları dikkate alınarak yorumlanmıştır.

Yapılan testlerle saptanmış indeks ve jeomekanik özellikler Çizelge 1'de toplu halde sunulmuştur. Bu çizelgede test sonuçları; örnek sayısı, minimum ve maksimum değerleri ve aritmetik ortalamaları birlikte verilmiştir.

### BLOK VERME ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanındaki travertenlerin blok verme özellikleri; ana kırıklarla sınırlanmış doğal blok kütlelerinin ve ocaklardan çıkarılmış olan blokların boyutlarının ölçülmesi (i) ve hacimsel eklem sayısı ölçümleri (ii) olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir.

Birinci yöntemle göre yapılan ölçümlerde; tabakalı (kabuksu) travertenlerin, Sıcak Çermik-Karlıkaya sahasında max. 2 x 3 x 3 m, Sıcak Çermik-Kandırsırtı sahasında max. 2 x 2.5 x 3 m, Sarıkaya sahasında max. 2 x 3 x 3 m, Uyuz Çermik sahasında max. 2 x 2 x 2.5 m boyutlarında, albatr travertenlerin ise tüm sahalarda max. 60 x 50 x 40 cm boyutlarında blok verme özelliklerine sahip oldukları saptanmıştır.

İkinci yöntemin uygulanmasında; ISRM (1978)'de belirtildiği gibi değişik yönlerde eklem sayıları ölçülerek hacimsel eklem sayıları hesaplanmıştır.

Ölçümler sırasında, her traverten sahası için dört farklı yönde ölçüm yapılmış, ölçüm yönleri ilk üç ölçümde mevcut eklem (kırık/çatlak) sistemlerine dik

Çizelge 1. İncelenmiş traverten yataklarının bazı indeks ve jeomekanik özellikleri

Saha Adı Özellikler	Karlıkaya Örn. Sav.	Kandilsırtı				Sarıkaya				Uyuz Çermik			
		Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
Birim kütle hacim (gr/cm <sup>3</sup> )	5	2.27	2.44	2.36	2.30	2.37	2.34	2.45	2.72	2.56	2.63	2.72	2.66
Özgül kütle (gr/cm <sup>3</sup> )	5	2.55	2.61	2.58	2.55	2.63	2.58	2.57	2.86	2.69	2.67	2.75	2.71
Doluluk oranı %	5	89.00	93.50	91.30	88.20	92.90	90.60	93.70	96.20	95.20	97.40	98.90	98.30
Su emme Kütlece %	5	1.51	1.79	1.63	1.47	1.88	1.66	0.98	1.69	1.29	0.06	0.31	0.17
Hacimce %	5	3.82	4.62	4.17	3.70	4.81	4.35	2.59	4.31	3.61	0.18	0.84	0.45
Gözeneklilik %	5	6.50	11.00	8.70	7.10	11.80	9.40	3.80	6.30	4.80	1.10	2.60	1.70
Suda dağılma dayanım indeksi%	10	98.00	99.00	98.00	98.00	99.00	98.00	98.00	98.00	98.00	99.00	99.00	99.00
Mohs	5	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sertlik: Schmidt Bnd.	10	20.00	38.00	31.00	22.00	38.00	30.00	23.00	47.00	30.00	35.00	42.00	38.00
Bn.p	10	22.00	44.00	32.00	22.00	34.00	28.00	23.00	42.00	29.00	35.00	40.00	37.00
Kalınlık:ca	5	0.15	0.25	0.20	0.18	0.31	0.23	0.09	0.22	0.14	0.09	0.20	0.13
Aşınma kaybtı cm/50 cm <sup>2</sup> / Hacimce cm/50 cm <sup>2</sup>	5	7.56	12.43	9.75	8.91	15.38	11.61	4.54	10.78	6.97	4.54	10.08	6.62
Tek eksenli Don basınc öncesi dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bn.d 5	350.6	460.4	415.0	298.3	475.0	381.3	378.0	518.8	440.6	533.2	892.4	714.9
Bn.p	5	97.6	528.7	470.9	322.9	510.2	422.3	382.0	538.5	463.5	519.6	634.0	550.8
Sonrası (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bn.d 5	309.6	419.0	364.5	204.5	382.0	316.2	323.4	472.8	391.7	529.7	850.9	681.8
Bn.p	5	341.0	471.0	410.2	266.1	463.3	371.0	350.0	391.1	471.8	468.1	598.2	510.0
Dayanım anizotr.(%)	Don öncesi 5	-	-	11.9	-	-	9.7	-	-	4.9	-	-	23.3
Don sonrası	5	-	-	11.1	-	-	14.8	-	-	6.3	-	-	25.2
Eğilme dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bn.d 5	30.1	34.6	32.0	29.3	35.3	32.0	29.6	36.8	33.3	32.0	40.8	37.8
Bn.p	5	28.1	35.9	31.3	27.7	34.4	30.4	30.8	35.8	33.5	31.1	41.1	36.9
Darbe dayanımı (kgf/cm <sup>2</sup> )	Bn.d 5	2.0	12.0	6.4	2.0	6.0	5.2	2.0	12.0	7.6	6.0	12.0	8.4
Bn.p	5	6.0	12.0	7.2	2.0	12.0	6.4	2.0	12.0	7.6	6.0	12.0	8.4
Don kaybtı (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )(%)	5 kg	-	-	2.4	-	-	2.64	-	-	2.2	-	-	1.9

Açıklama: Bn.d.: bantlanmaya dik yöndeki uygulama, Bn.p.; bantlanmaya paralel yöndeki uygulama

yönlerde olacak şekilde, dördüncü ölçümde ise gelişigüzel olarak veya bazı yarmalarda düşey yönde olacak şekilde seçilmiştir. Ölçüm ve hesaplama sonuçları Çizelge 2'de verilmiş olup, ISRM (1978)'de belirtilen blok boyutları tanımlamalarına göre değerlendirildiklerinde: Sıcak Çermik ve Sarıkaya travertenlerinin büyük boyutlu bloklar sınıfında, Uyuz Çermik albatr travertenlerinin ise küçük boyutlu bloklar sınıfında yer aldıkları görülmektedir. Ancak, blok çıkarılmasında kullanılan darbeli yöntemler, yeni kırık ve çatlak oluşumlarına neden olduğundan blok boyutlarını olumsuz yönde etkilemekte ve küçültmektedir.

## RENK VE DESEN ÖZELLİKLERİ

Yöredeki, kabuksu yapıli travertenler, genellikle sarı - krem renkli ve iri boşluklu olup, gözenekler çoğunlukla elipsoid şekillidir (bkz.Şekil 1). Bunlarda, yer yer beyaz renkli kalsit damarları da gözlenmektedir. Demir içeriğine bağlı olarak yer yer farklı renkli bantlar oluşmakta ve görünümü güzelleştirmektedir. Ancak, renk değişikliğinin genellikle düzensiz olması görünümü olumsuz yönde etkilemektedir.

Albatr yapıli travertenler ise sarı - krem, kırmızı - kahve ve beyaz renkli ince bantlardan oluşmaktadır. Renk değişimi bu travertenlerin görünümünü ve kalitesini artırmakta ve süs eşyası yapımına uygun, estetik bir desen oluşturmaktadır. Bu travertenlerde boşluklar az sayıda ve küçük boyutludur.

Çizelge 2. İnceleme alanındaki travertenlerin hacimsel eklem sayısı (Jv) ölçümleri (I.S.R.M, (1978) sınıflamasına göre hacimsel eklem sayısı (Jv); <1 ise çok büyük, 1-3 ise büyük, 3-10 ise orta büyük, 10-30 ise küçük, 30-60 ise çok küçük bloklar ve >60 ise kırılmış kayaç şeklinde tanımlanmaktadır).

Saha / Ocak İsmi	Ölçüm Hatı	Ölçüm Mesafesi (m)	Eklem (Kırık/Çatlak) Sayısı (adet)	Hacimsel Eklem Sayısı [Jv] (eklem / m)
Socak Çermik	1	25	4	1.2
	2	20	5	
	3	10	4	
	4	7	3	
Socak Çermik	1	20	8	1.5
	2	25	12	
	3	25	7	
	4	10	3	
Sarıkaya	1	20	4	1.3
	2	20	6	
	3	10	5	
	4	10	3	
Uyuz Çermik	1	5	5	11
	2	5	14	
	3	5	15	
	4	3	16	

## LEVHALAR ŞEKLİNDE KESİLEBİLME ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında bulunan kabuksu yapılı travertenler, 2-2.5 cm kalınlıkta levhalar halinde rahatlıkla kesilebilmektedir. Bu travertenler daha ince kesildiklerinde, yapılarındaki iri boşluklar delik oluşturmakta ve levhanın dayanımı azaltmaktadır. Ayrıca levha kalınlıkları inceltildiğinde, levhaların kenar köşe kesimleri sırasında kırılmaların arttığı gözlenmektedir.

Albatr yapılı travertenler, 1 cm veya daha ince kalınlıkta levhalar halinde rahatlıkla kesilebilmektedirler. Ancak, levhaların daha ince kesilmesi halinde kırılma arttığından, levha yüzey alanlarının da küçültülmesi gerekmektedir. Kenar ve köşe kesimleri olumlu sonuçlar veren albatr travertenlerin işleme sırasında yuvarlatılabilir ve oyulabilir gibi özellikleri de iyidir. Bu nedenle bunlar, süs eşyası yapımında kullanılabilirler.

## PARLATILABİLME ÖZELLİKLERİ

Parlatılabilir özelliklerini inceleyebilmek için, inceleme alanında bulunan kabuksu ve albatr yapılı travertenlerden alınan örnekler levhalar şeklinde kesildikten sonra zımparalanarak yüzey pürüzleri giderilmiş ve parlatılmışlardır. Yapılan testlerde, kabuksu travertenlerin parlatılabilir özelliklerinin zayıf, albatr travertenlerin ise çok daha iyi olduğu gözlenmiştir. Bunun en önemli nedeni, kabuksu travertenlerin çoğunlukla mikritik dokulu, albatr travertenlerin ise sparitik dokulu olmalarıdır. Bunun yanında, albatr travertenlerin gözenekliliklerinin az olması da parlatılabilir özelliğini arttırmaktadır.

Parlatılmış kabuksu - travertenlerde meydana gelen değişimler üç yıl süreyle izlenerek incelenmiş olup; 1. yıl sonunda, açık hava etkilerine bağlı olarak demirce zengin kesimlerin oksitlenmesi nedeniyle matlaşma geliştiği, 2. yıl sonunda, matlaşmanın biraz daha arttığı, 3. yıl sonunda ise matlaşmanın daha fazla ilerlemediği gözlenmiştir. Süs eşyası yapımında kullanılan albatr travertenlerde ise zamanla matlaşma sorunu gözlenmemiştir.

## BİRİM HACİM KÜTLESİ

İnceleme alanındaki travertenlerin birim hacim kütleleri, her saha için 5'er adet örnek üzerinde, boyutları yaklaşık 70 x 70 x 70 mm olan küp örnekler kullanılarak belirlenmiştir.

Test sonuçlarına göre, inceleme alanındaki travertenlerin ortalama birim hacim kütleleri; Karlıkaya travertenlerinde  $2.36 \pm 0.06 \text{ gr/cm}^3$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $2.34 \pm 0.03 \text{ gr/cm}^3$ , Sarıkaya travertenlerinde  $2.56 \pm 0.14 \text{ gr/cm}^3$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $2.66 \pm 0.04 \text{ gr/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 1).

Anon (1979) tarafından yapılan tanımlamalara göre; Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenleri "orta", Sarıkaya travertenleri "orta-yüksek", Uyuz Çermik travertenleri ise "yüksek" birim hacim kütleli olarak tanımlanmışlardır.

## ÖZGÜL KÜTLE

İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütleleri, her saha için 5'er adet öğütülmüş örnek üzerinde, TSE 699 (1987)'a göre test edilmiştir.

Yapılan testlerden; inceleme alanındaki travertenlerin ortalama özgül kütleleri; Karlıkaya travertenlerinde  $2.58 \pm 0.02 \text{ gr/cm}^3$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $2.58 \pm 0.03 \text{ gr/cm}^3$ , Sarıkaya travertenlerinde  $2.69 \pm 0.11 \text{ gr/cm}^3$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $2.71 \pm 0.04 \text{ gr/cm}^3$  olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 1).

TSE 2513 (1977)'ye göre, yüzey kaplama taşlarında özgül kütlelerin  $2.55$ 'ten küçük olmaması gerekmektedir. İnceleme alanındaki travertenlerin özgül kütleleri bu değerlerden büyük olup, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir.

## DOLULUK ORANI

İnceleme alanındaki travertenlerin doluluk oranları, birim hacim kütleleri ve özgül kütle değerlerinden yararlanılarak,  $k = [dh/do]$  bağıntısıyla hesaplanmıştır. Burada (k: doluluk oranı [%]; dh: birim hacim kütleleri [ $\text{gr/cm}^3$ ]; do: özgül kütle [ $\text{gr/cm}^3$ ]).

Yapılan hesaplama sonuçlarına göre; inceleme alanındaki travertenlerin ortalama doluluk oranları; Karlıkaya travertenlerinde  $\% 91.3 \pm 1.71$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $\% 90.6 \pm 1.75$ , Sarıkaya travertenlerinde  $\% 95.2 \pm 1.78$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $\% 98.3 \pm 0.63$  olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 1).

Bu değerlere göre, doluluk oranlarının Sıcak Çermik (Karlıkaya-Kandilsırtı yöresindeki kabuksu travertenlerde diğerlerine göre daha düşük, Sarıkaya yöresindeki kabuksu travertenlerde orta, Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlerde ise çok yüksek olduğu söylenebilir.

## SU EMME ORANI

İnceleme alanındaki travertenlerin su emme oranları, her saha için 5'er adet örnek üzerinde, boyutları yaklaşık  $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$  olan küp şekilli örnekler kullanılarak test edilmiş ve aynı örneklerden hem kütlece, hem de hacimce su emme oranları hesaplanmıştır.

Yapılan test ve hesaplama sonuçlarına göre; inceleme alanındaki travertenlerin ortalama kütlece su emme oranları; Karlıkaya travertenlerinde  $\% 1.63 \pm 0.11$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $\% 1.66 \pm 0.17$ , Sarıkaya travertenlerinde  $\% 1.29 \pm 0.32$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $\% 0.17 \pm 0.11$  olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 1).

TSE 2513 (1977)'ye göre, yüzey kaplama taşlarında kütlece su emme oranının  $\% 1.8$ 'den fazla olmaması gerekmektedir. İnceleme alanındaki travertenlerin kütlece su emme oranları, Kandilsırtı travertenlerinin üst seviyesine ait bir değer dışında, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir.

Yapılan test ve hesaplama sonuçlarına göre; inceleme alanındaki travertenlerin ortalama hacimce su emme oranları ise, Karlıkaya travertenlerinde  $\% 4.17 \pm 0.30$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $\% 4.35 \pm 0.49$ , Sarıkaya travertenlerinde  $\% 3.61 \pm 0.67$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $\% 0.45 \pm 0.29$ 'dur (bkz. Çizelge 1).

Bu değerlerden; ortalama hacimce su emme oranlarının, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu travertenlerde, Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlere göre daha fazla olduğu görülmektedir.

## GÖZENEKLİLİK

İnceleme alanındaki travertenlerin gözeneklilikleri, 5'er adet örnek üzerinde, zahiri ve gerçek gözeneklilikler olmak üzere iki farklı şekilde hesaplanmıştır.

İnceleme alanındaki travertenlerin ortalama zahi-

ri gözeneklilikleri. Karlıkaya travertenlerinde % 4.17, Kandilsırtı travertenlerinde % 4.35, Sarıkaya travertenlerinde % 3.61 ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde % 0.45 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerden, inceleme alanındaki travertenlerin zahiri gözenekliliklerinin, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya yörelerindeki kabuksu travertenlerde daha fazla, Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlerde ise daha az olduğu görülmektedir.

Travertenlerin ortalama gerçek gözeneklilikleri ise, Karlıkaya travertenlerinde %  $8.7 \pm 1.71$ , Kandilsırtı travertenlerinde %  $9.4 \pm 1.75$ , Sarıkaya travertenlerinde %  $4.8 \pm 0.97$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde %  $1.7 \pm 0.63$  olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 1).

Anon (1979) tarafından kayaçların gerçek gözeneklilik değerlerine göre yapılan sınıflamada; Karlıkaya ve Kandilsırtı travertenleri ile Sarıkaya travertenlerinin üst seviyesi (1 değer) "orta", Sarıkaya travertenlerinin alt kesimleri ile Uyuz Çermik travertenleri ise "düşük" dereceli gözenekliliğe sahip travertenler olarak tanımlanmışlardır.

### SUDA DAĞILMA DAYANIMI

Suda dağılma dayanımı testleri, travertenlerde ıslanma - kuruma olayları etkisiyle meydana gelebilecek dağılmaları belirlemek amacıyla, ISRM (1981)'e göre yapılmış olup, inceleme alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanım indeksleri, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya travertenlerinde %98, Uyuz Çermik albatr travertenlerinde %99'dur. Gamble (1971) tarafından önerilen sınıflamaya göre, inceleme alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanımları "çok yüksek" sınıfta yer almaktadır.

### SERTLİK

İnceleme alanındaki travertenlerin sertlikleri; Mohs ve Schmidt sertlikleri olmak üzere iki farklı şekilde belirlenmiştir. İnceleme alanındaki travertenlerin Mohs sertlikleri TSE 6809 (1989)'a göre 3 olarak belirlenmiştir. İnceleme alanındaki travertenlerin

Schmidt sertlik testleri ise bantlanmaya dik ve paralel yönlerde ayrı ayrı olmak üzere yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 1'de görülmektedir. İnceleme alanındaki travertenler, ISRM (1981) sınıflamasına göre az sert olarak tanımlanmışlardır.

### SAYDAMLIK

İnceleme alanındaki travertenlerin saydamlık özellikleri, 2-3 mm kalınlığında kesilen traverten levhacıklarının, ışığı geçirebilme yeteneklerine göre belirlenmiştir. Yapılan testlere göre, inceleme alanındaki kabuksu travertenlerin saydamlığı çok düşük olup, albatr travertenlerin özellikle beyaz ve açık renkli kesimleri yarı saydam özellik göstermektedirler.

### AŞINMA KAYBI

İnceleme alanındaki travertenlerin aşınma kayıpları, Böhme yöntemiyle (TSE 699; 1987) ağırlıkça ve hacimce olmak üzere iki ayrı şekilde test edilmiştir. Her iki tip kalınlıkça aşınma kaybı sonuçları Çizelge 1'de görülmekte olup, bu sonuçlar TSE 2513 (1977)'ye göre değerlendirildiklerinde (yer döşemesi ve merdiven basamağı gibi aşındırıcı etkiler altında kalan yüzey kaplama taşı kullanımlarında, sürtünmeden dolayı hacimce aşınma kaybının  $15 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$  den, yol parkesi ve bordürü gibi kullanımlarda ise  $10 \text{ cm}^3/50\text{cm}^2$  den fazla olmaması gerekmektedir), Kandilsırtı travertenlerinin üst seviyesindekiler dışında tüm travertenlerin yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilme sınırları içerisinde oldukları belirlenmiştir.

### TEK EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI

#### METOD

Travertenlerden elde edilecek yüzey kaplama levhaları ve yapıtaşları, yapıarda köşeli levhalar şeklinde kullanılacağı için tek eksenli basınç dayanımı testleri, silindirik örnekler yerine kübik şekilli örnek-



ler üzerinde yapılmıştır. Ancak, bilindiği üzere kayalar üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanımı testlerinde, kübik şekilli örneklerin dayanımları, silindirik şekilli örneklerin dayanımlarından % 20 - 30 daha düşük çıkmaktadır. Bunun nedeni; yükleme sırasında kübik örneklerin köşelerinde oluşan gerilme birikimleridir.

### DON ÖNCESİ TEK EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI

İnceleme alanındaki travertenlerin, tek eksenli basınç dayanım deneyleri TSE 699 (1987)'a göre, bantlanmaya paralel ve dik yönlerde olmak üzere iki farklı şekilde yapılmış olup, tanımlamalar ise ISRM (1981) tarafından verilen sınıflamaya göre yapılmıştır.

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımı test sonuçları Çizelge 1'de görülmekte olup, Karlıkaya travertenlerinde  $415.0 \pm 46.9$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $381.3 \pm 64.1$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $440.6 \pm 52.4$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $714.9 \pm 135.3$  kgf/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımları; ISRM (1981)'e göre, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya travertenleri ile Uyuz Çermik albatr travertenlerinin alt seviyesi için orta dayanımlı olarak, Uyuz Çermik albatr travertenlerinin üst seviyeleri için ise yüksek dayanımlı olarak tanımlanmıştır.

Diğer yandan, TSE 2513 (1977)'ye göre, yüzey kaplama taşı olarak kullanılacak travertenlerin basınç dayanımları 350 kgf/cm<sup>2</sup>'den düşük olmamalıdır. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki basınç dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyesi (1 değer) dışında, belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. Kandilsırtı kabuksu travertenlerinde en düşük, Uyuz Çermik albatr travertenlerinde ise en yüksek değerler gözlenmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki don öncesi tek eksenli basınç daya-

nımları da, Çizelge 1'de görülmekte olup, Karlıkaya travertenlerinde  $470.9 \pm 47.7$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $422.3 \pm 90.5$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $463.5 \pm 68.5$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $550.8 \pm 47.0$  kgf/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

ISRM (1981)'e göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki tek eksenli basınç dayanımları; Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya travertenleri ile Uyuz Çermik albatr travertenlerinin 4. seviyesi dışında orta dayanımlı olarak, Uyuz Çermik albatr travertenlerinin 4. seviyesi ise yüksek dayanımlı olarak tanımlanmıştır.

TS 2513'te ise; travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum 350 kgf/cm<sup>2</sup>'lik basınç dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki basınç dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin üst ve alt seviyelerinin dışında (2 değer), belirtilen standarta uygunluk göstermektedir. En düşük değerler, Kandilsırtı yöresindeki kabuksu travertenlerde, en yüksek değerler ise Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlerde ölçülmüştür.

Yapılan testlerde, iri boşlukların gözlenmediği, masif yapılı albatr travertenlerde bantlanmaya dik yöndeki basınç dayanımları, bantlanmaya paralel yöndeki basınç dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. Ancak, beklenenin aksine kabuksu travertenlerde bunun tersi gözlenmiştir. Bunun nedeni olarak, kabuksu travertenlerde, bantlanmaya paralel yöndeki yük uygulamalarında, bantlanmaların yükü bir kolon işleviyle taşıması, bantlanmaya dik yöndeki uygulamalarda ise sık aralıklı olarak gözlenen gözenek hatlarının, yük basıncını yeteri kadar taşıyamadığı ve kırılmanın daha düşük basınçlarda olduğu düşünülebilir.

### DON SONU TEK EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI

İnceleme alanındaki travertenlerin, don sonu tek eksenli basınç dayanımları bantlanmaya dik ve paralel yönlerde olmak üzere iki farklı şekilde belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 1'de görülmektedir.

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları, Karlıkaya travertenlerinde  $364.5 \pm 39.1$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $316.2 \pm 69.7$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $391.7 \pm 55.0$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $681.8 \pm 127.9$  kgf/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları ise, Karlıkaya travertenlerinde  $410.2 \pm 47.2$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $371.0 \pm 81.4$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $417.8 \pm 61.6$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $510.0 \pm 51.1$  kgf/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Bu değerler, TS 2513 (1977)'de, travertenlerin yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum  $350$  kgf/cm<sup>2</sup>'lık basınç dayanımı değeri ile karşılaştırıldıklarında birkaç örnek dışında daha yüksektir. En düşük değerler, Kandilsırtı kabuksu travertenlerinde, en yüksek değerler ise, Uyuz Çermik albatr travertenlerinde gözlenmiştir.

#### DAYANIM ANİZOTROPİSİ ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanındaki travertenlerin dayanım anizotropisi özellikleri; don öncesi ve don sonrası tek eksenli basınç dayanımı sonuçları kullanılarak hesaplanmış olup, Karlıkaya travertenlerinde % 11.9 - 11.1, Kandilsırtı travertenlerinde % 9.7 - 14.8, Sarıkaya travertenlerinde % 4.9 - 6.3 ve Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlerde ise % 23.3 - 25.2 arasında değişmektedir (Çizelge 1).

Yüzey kaplama taşı, yapıtaşı ve süs eşyası yapımında kullanılacak olan kayaların dayanım anizotropilerinin az olması tercih edilmekte olup, kırılmadan kolay işlenebilme yeteneği sağlamaktadır. Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlerin dayanım anizotropisi bir miktar yüksek çıkmıştır. Ancak, bunların tek eksenli basınç dayanımlarının yüksek olması nedeniyle, işleme esnasında herhangi bir sorun çıkmamaktadır.

#### EĞİLME DAYANIMI

İnceleme alanındaki travertenlerin eğilme dayanımları bantlanmaya dik ve paralel yönlerde olmak üzere iki farklı şekilde yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin, bantlanmaya dik yöndeki eğilme dayanımı değerleri; Karlıkaya travertenlerinde  $32.0 \pm 1.7$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $32.0 \pm 2.4$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $33.3 \pm 2.6$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $37.8 \pm 3.9$  kgf/cm<sup>2</sup>, bantlanmaya paralel yöndeki eğilme dayanım değerleri ise Karlıkaya travertenlerinde  $31.3 \pm 2.9$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $30.4 \pm 2.4$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $33.5 \pm 1.6$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $36.9 \pm 4.7$  kgf/cm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

ITS 2513'e göre, yüzey kaplama taşı olarak kullanılacak travertenlerin, eğilme dayanımlarının  $30$  kgf/cm<sup>2</sup>'den düşük olmaması gerekmektedir. İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımlar genellikle bu değerden daha yüksektir.

#### DARBE DAYANIMI

İnceleme alanındaki travertenlerin darbe dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerde olmak üzere iki farklı şekilde yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 1'de görülmektedir.

Bantlanmaya dik yöndeki darbe dayanımı değerleri, Karlıkaya travertenlerinde  $6.4 \pm 3.6$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $5.2 \pm 1.8$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $7.6 \pm 4.3$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $8.4 \pm 3.3$  kgf/cm<sup>2</sup>, bantlanmaya paralel yöndeki darbe dayanımları ise, Karlıkaya travertenlerinde  $7.2 \pm 2.7$  kgf/cm<sup>2</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $6.4 \pm 3.6$  kgf/cm<sup>2</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $7.6 \pm 4.3$  kgf/cm<sup>2</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $8.4 \pm 3.3$  kgf/cm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Travertenlerin, yer yer  $1.5$  cm genişliğinde iri boşluklar içermesi nedeniyle, standart sapmalar yüksek çıkmıştır.

TSE 2513(1977)'ye göre, yüzey kaplama taşı olarak kullanılacak travertenlerin, darbe dayanımı değerlerinin  $6 \text{ kgf/cm}^2$ 'ten düşük olmaması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları genellikle bu değere yakın veya kısmen daha yüksektir.

### DONA KARŞI DAYANIM

İnceleme alanındaki travertenlerin dona karşı dayanımı özelliği, don kaybı ve don etkisiyle oluşan basınç dayanımı azalması olarak, iki şekilde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarla travertenlerde, donma-çözünme süreçleri sonrasında meydana gelebilecek değişimler ve bu değişimlerin yüzey kaplama taşı olarak kullanımlara olan etkisi irdelenmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin don kaybı testi sonuçları ve don tesiriyle basınç dayanımlarında meydana gelen azalmalar Çizelge 1'de verilmiş olup, Karlıkaya travertenlerinde % 2.4, Kandilsırtı travertenlerinde % 2.6, Sarıkaya travertenlerinde % 2.2 ve Uyuz Çermik travertenlerinde % 1.9 olarak belirlenmiştir. TSE 2513 (1977)'ye göre, yüzey kaplama taşı kullanımları için don kaybının % 5'ten fazla olmaması gerekmektedir. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin don kayıpları, yüzey kaplama taşı olarak kullanılabilme sınırları içindedir.

### AÇIK HAVA TESİRLERİNE DAYANIM

Travertenlerin açık hava tesirlerine dayanım testleri, levha örneklerin parlak yüzeyleri üzerinde, TSE 699 (1987)'de belirtildiği şekilde yapılmıştır.

Yapılan açık hava tesirlerine dayanım testlerinde, inceleme alanındaki kabuksu travertenlerin zamanla matlaştıkları gözlenirken, albatr travertenlerin ise fazla etkilenmedikleri gözlenmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, kabuksu travertenlerin dış yüzey kaplaması kullanımlarının, üç yıllık bir zaman süreci boyunca yapılan gözlemlerinde de matlaşmalar gözlenmiştir. Ancak kabuksu travertenlerin göze hoş gözüken renk ve desen özelliği, matlaşmalara rağmen estetik görünümünü muhafaza etmektedir.

### ASİTLERE KARŞI DAYANIM

Asitlere karşı dayanım testleriyle havadaki nem ve baca gazlarının (ve/veya diğer zararlı gazların) oluşturduğu asitlerin, travertenler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, TSE 699 (1987)'de belirtildiği şekilde yapılmıştır.

İnceleme alanındaki kabuksu ve albatr yapılı travertenlerin parlak yüzeylerinde matlaşmalar ve albatr travertenlerdeki beyaz renkli bantlarda sararmalar gözlenmiştir. Lavabo ve mutfak tezgahı yapımında kullanılabilmeleri bakımından önem taşıyan bu testin sonuçlarına göre; inceleme alanındaki travertenler, asitlere karşı yeterli dayanımı göstermemekte olup, lavabo ve mutfak tezgahı yapımı için uygun malzemeler değillerdir.

### RENK DEĞİŞİMİ (PASLANMA) ÖZELLİKLERİ

Renk değişimi (paslanma) testleri, travertenlerde su ve hava etkisine bağlı olarak meydana gelebilecek renk değişimlerini belirleyebilmek amacıyla, TSE 699 (1987)'ye göre yapılmış olup, yapılan deneyler sonucunda, kabuksu travertenlerde önemli bir değişiklik gözlenmezken, albatr travertenlerde, özellikle kırmızı-kahverengi renkli bantlardan beyaz renkli bantlara doğru bir renk kayması (pas atma özelliği) gözlenmiştir. Ancak, süs eşyası yapımında kullanılan bu albatr travertenler suyla fazla temas etmeyecekleri için paslanma olayından fazla etkilenmeyeceklerdir.

### SONUÇLAR

İnceleme alanındaki travertenlerin TSE 699 (1987), TSE 6809 (1989), ISRM (1978, 1981) ve MTA, (1966)'ya göre yapılmış test sonuçlarının, TSE 2513 (1977)'de belirtilen değerler ile karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan endüstriyel özellikleri, aşağıda özetlenmiştir.

Blok verme özelliği bakımından, inceleme alanındaki travertenlerin II. zon olarak tanımlanan alt kesimlerinden farklı boyutlarda blok çıkarılabilir. Kabuksu travertenlerden büyük boyutlu (Karlıkaya mevkiinde max.  $2 \times 3 \times 3 \text{ m}$ , Kandilsırtı mevkiinde

max. 2 x 2,5 x 3 m, Sarıkaya yöresinde max. 2 x 3 x 3 m, Uyuz Çermik sahasında albatr travertenlerden ise küçük boyutlu (max. 60 x 50 x 40 cm) blokların çıkarılabileceği belirlenmiştir.

Kabuksu ve albatr travertenlerin her ikisi de levhalar şeklinde kesilebilme ve cilalanıp parlayabilme özelliğine sahiptirler. Yuvarlatılabilmeye ve oyulabilme özelliğine de sahip olan albatr travertenlerin cilalanma ve parlayabilme özellikleri daha iyidir.

Kabuksu travertenler, yüzey kaplaması için uygun renk ve desen özelliği gösterirken, albatr travertenler ise süs eşyası yapımı için uygun renk ve desen özelliği göstermektedir.

İnceleme alanındaki travertenlerin birim hacim kütlesi, özgül kütle, doluluk oranı, kütlece ve hacimce su emme oranları, zahiri ve gerçek gözeneklilikler, suda dağılma dayanımı, Mohs ve Schmidt sertlikleri, saydamlık, kalınlıkça ve hacimce aşınma kayıpları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki don sonu tek eksenli basınç dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki eğilme dayanımları, bantlanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları, dona karşı dayanım, don kaybı, açık hava tesirlerine dayanım, paslanma ve asitlere karşı dayanım özellikleri, belirtilen standartlara uygunluk göstermekte olup, yüzey kaplama taşı olarak rahatlıkla kullanılabilir özelliktedirler. Ancak, Kandilsırtı travertenlerinin basınç dayanımlarının ve darbe dayanımlarının biraz zayıf oldukları anlaşılmıştır. Ayrıca, kabuksu travertenlerin görünümünün zamanla matlaştığı, ancak göze hoş gözükken renk ve desen özelliğinden dolayı, estetik görünümünü muhafaza ettikleri gözlenmiştir.

İnceleme alanında yayılım gösteren kabuksu travertenlerin, endüstriyel alandaki en uygun kullanım alanlarının yüzey kaplama taşı sektörü, albatr travertenlerin de süs eşyası yapımı sektörü olduğu söylenebilir. Ayrıca, kabuksu travertenler, hafiflik ve kısmi izolasyon görevi gören gözeneklilik özelliğinden dolayı, ideal bir doğal yapıtaşı malzemesi durumundadır.

## KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Saha incelemeleri sırasında MTA Orta Anadolu I. Bölge Müdürlüğü'nün araçlarından, örneklerin deneylere hazırlanmasında Aşkın Mermer Sanayi (Sivas) atölyelerinden, deneylerin yapımı sırasında ise C.Ü. Jeoloji Müh. Bölümü, MTA Genel Müdürlüğü ve Karayolları Genel Müdürlüğü laboratuvarlarından yararlanılmıştır. Bu kurum ve kuruluşların yetkilileri ile çalışanlarına ve makalenin ilk yazımını okuyarak değerli önerileri ile katkıda bulunan Jeoloji Mühendisliği Dergimizin ismini bilmediğimiz iki değerli hakemine teşekkürü borç biliriz.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Anon. 1979, Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part-1, rock and soil materials; Report of the Commission of Engineering Geological Mapping, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No: 19, 364-371pp.
- ASTM, 1966, Testing techniques for rock mechanics; Amer. Soc. Test. Matr, Philadelphia, S.T.P. No: 402p.
- Ayaz, M.E., 1998. Sıcak Çermik (Yıldızeli - Sivas) yöresindeki traverten sahalarının jeolojisi ve travertenlerin endüstriyel özellikleri. C.Ü. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi (yayınlanmamış), 157s.
- Ayaz, M.E. ve Gökçe, A., 1998. Sivas batısındaki Sıcak Çermik, Sarıkaya ve Uyuz Çermik traverten yataklarının jeolojisi ve oluşumu. Cumhuriyet Üniv., Mühendislik Fak. Dergisi, Seri A: Yerbilimleri, Sivas, 15/1,1-12s
- Gamble, J. C., 1971, Durability-plasticity classification of shales and other argillaceous rocks; Ph. D., thesis, University of Illinois, 380 p.

- ISRM, 1978, Suggested method for the quantitative description of discontinuities in rock mass; Geo. 10<sup>th</sup> Standart of Lab. and Field Test., Int. J. Rock Mec. Min. Sci. Geomec, Abs. Tr. V. 15, 319-368pp.
- ISRM, 1981, Basic geotechnical description of rock masses; International Society of Rock Mechanics Commission on the Classification of Rock and Rock Masses, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanical Abstract. 18, 85-110pp.
- MTA., 1966. Türkiye mermer envanteri. MTA yayını, MTA yayın no: Ankara, 35 s.
- TSE, 1977, TS 2513 - Doğal yapı taşları; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1987, TS 699 - Tabii yapı taşları - muayene ve deney metodları; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.
- TSE, 1989, TS 6809 - Mohs sertlik cetveline göre sertlik tayini; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

