

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

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

Emrah AYAZ, Erguo KARACAN

#### OZ

Sivas yakınlarındaki, Sıcak Çermik, Sankaya ve Uyuz, Çermik traverten yatakları, Türkiye'nin, en önemli traverten yataktandıdır. Travertenler, .mineral içeriği olarak saf yakın bileşimde kalsitten oluşmakta olup, tabaka ve damar tipi yataklarına 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 so 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.

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

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

#### **ABSTRACT**

*Sıcak Çermik, Sankaya 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 stratifonn and vein type depositional styles, Banded and spongy structure and micritic texturtfis dominated within the stratifonn type travertines, while albatr structure and sparitic texture is dominant within the vein type travertine occurences .*

*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 I. Bölge Müdürlüğü, SİVAS

E. KARACAN: Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü SİVAS

*water suction relative to mass and volume, porosity, abrasion, uniaxial compressive strength, uniaxial compressive strength after frost, bending strength, blowing strength, durability to the frost, frost loss 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 limits 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 yakınlarındaki, Sıcak Çermik, Sankaya ve Uyuz Çermik, traverten çökelleri, Türkiye'nin en önemli traverten yataklarından biridir. Travertenler, mineral içeriği olarak saf yakın bileşimde kalsitten oluşmakta olup, tabaka ve damar tipi yataklanma şekilleri göstermektedirler. Tabaka tipi oluşumlarda, kabuksu/süngerimsi yapı ve genellikle mikritik dokü, 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, saydımlık, 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, 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 Metamorfitleri (Paleozoik-Mezozoik), Pazarcık Volkanitleri (Alt-Orta Eosen), Boğazköy Formasyonu (Alt-Orta Eosen),

Hafik Formasyonu (Orta - Üst Miyosen), İncesu Formasyonu (Üst Miyosen), Bayat Volkanitleri (Üst Pliosen)', travertenler ve alüvyonlar (Kuvaterner) şeklinde tanımlanmış birimler yüzeylemektedir (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 Metamorfitlerine 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 oluşumdaki 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 sparitik, albatr tipi oluşumlarda ise sparitik doku gözlenmektedir. Mikritik kesimlerde İmoniüşmeler 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 yataklarına 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 em kadar) halinde çıkarılarak süs eşyası yapımında kullanılmaktadır.

Sıcak ermik 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..+m.uh.) kadar olup, % 70' lik bir verimle 140 000 m<sup>3</sup> kadar süs eşyası yapımında, kullanılabilir traverten üretilebilecektir.

## YAPILAN TESTLER VE DEĞERLENB.TRİVİELERLE İLGİLİ BULGULAR

### YAPILAN İNCELEMELER

Bu alışma kapsamında, inceleme alanındaki travertenlerin öst, orta ve alt seviyelerini temsil edecek şekilde birer adet ve orta seviyede kenar kesimlerini temsil edecek şekilde iki adet. olmak üzere toplamı beşer adet örnek alınarak; blok. verme., renk ve desen,,

levhalar<sup>1</sup> şeklinde kesilebilme, parlayabilme, mohs sertliği, suda dağılma dayanımı, .sctınıdt sertliği, saydamlık, birini hacim ktlesi, 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 te-sirlerine day anımı, paslanma, ve asitlere karşı dayanım gibi özellikleri incelenmiştir. İncelemelerde, MTA (1966), ISRM (1978, 1981), TS 699 {1.987), 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 izelge 1'de toplu halde sunulmuştur. Bu izelgede test. sonuçları.; örnek sayısı, minimum ve maksimum değerleri ve aritmetik ortalamaları birlikte verilmiştir..

### BLOK VERME ÖZELLİKLEMİ

inceleme alan.ında.ki travertenlerin blok verme özellikleri; ana kırıklarla sınırlanmış doğal blok ktlerinin ve ocaklardan ıkanmış olan blokların, boyutlarının ölçölmesi (i) ve hacimsel eklem sayısı ölçölmesi (ii) olmak, üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir<sup>1</sup>,

Birinci yöntemle göre yapılan ölçölmlerde; tabakalı (kabuksu) travertenlerin, Sıcak ermik-Karlıkaya sahasında max. 2 x 3 x 3 m, Sıcak ermik-Kandilsirtı sahasında max. 2 x 2.5 x. 3 m, Sankaya sahasında max. 2 x 3 x 3 m, Uyuz. ermik 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.

ikinci yöntemin uygulanmasında; ISRM (1978)'de belirtildiği gibi değişik yönlerde- eklem sayılan ölçölerek hacimsel eklem, sayıları hesaplanmıştır.,

ölçölmler sırasında,, her traverten sahası için dört farklı yönde ölçöl yapılmış, ölçöl yönleri ilk üç ölçölümde mevcut eklem (kırık/çatlak) sistemlerine dik

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 ismi	Ölçüm Hattı	Ölçüm Mesafesi (m)	Eklem (Kırıık/Çatkk) Sayısı (adet)	Hacimsel Eklem Sayısı [Jv] (eklem / m)
Saçak 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	
	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	
<b>Sarıkaya</b>	1	20	4	<b>1.3</b>
	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	
	3	10	5	
	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	
Uyuz Çermik	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	11
	2	<b>5</b>	<b>14</b>	
	3	5	15	
	4	3	16	

## LEVHALAR ŞEKLİNDE KESİLEBİLME ÖZELLİKLERİ

inceleme 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 incelendiğinde, levhaların kenar köşeleri 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 köşeleri olumlu sonuçlar veren albatr travertenlerin işleme sırasında parlatılabilir ve oyulabilir gibi özellikleri de iyidir. Bu nedenle bunlar, süs eşyası yapımında kullanılabilirler.

## PARLATILABİLME ÖZELLİKLEMİ

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 olmasıdır. 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 KÖTLESİ

inceleme alanındaki travertenlerin birini, 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  $2.36 \pm 0.06$  gr/cm<sup>3</sup>, Kandilsırtı travertenlerinde  $2.34 \pm 0.03$  gr/cm<sup>3</sup>, Sarıkaya travertenlerinde  $2.56 \pm 0.14$  gr/cm<sup>3</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $2.66 \pm 0.04$  gr/cm<sup>3</sup> 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 Ögütülmüş örnek üzerinde, TSE 699 (1987)" a göre test edilmiştir.

Yapılan testlerden; incelenen alanındaki travertenlerin ortalama özgül kütleleri; Karlıkaya travertenlerinde  $2.58 \pm 0.02$  gr/cm<sup>3</sup> Kandilsırtı travertenlerinde  $2.58 \pm 0.03$  gr/cm<sup>3</sup>, Sankaya travertenlerinde  $2.69 \pm 0.11$  gr/cm<sup>3</sup> ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $2.71 \pm 0.04$  gr/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 1) .

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

## DOLULUK ORANI

inceleme alanındaki travertenlerin doluluk oranları, birini hacim kütlesi ve özgül kütle değerlerinden yararlanılarak,  $k = [dh/do].100$  bağıntısıyla hesaplanmıştır. Burada (k: doluluk oranı. [%]; dh: birim hacim kütlesi [gr/cm<sup>3</sup>]; do: özgül kütle [gr/cm<sup>3</sup>]).

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

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

## SU EMME ORAMI

inceleme alanındaki travertenlerin su emme oranları, her saha için 5'er adet örnek üzerinde, boyutları yaklaşık 100 x 100 x 100 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  $1.66 \pm 0.17$ , Sankaya 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  $1.8$  Men. fazla olmaması gerekmektedir<sup>1</sup>. 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  $4.35 \pm 0.49$ , Sankaya 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 Sankaya yörelerindeki kabuksu travertenlerde, Uyuz Çermik yöresindeki albatr travertenlere göre daha fazla olduğu görülmektedir.

## GÖZENEKLİLİK

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

İnceleme alanındaki travertenlerin ortalama zahiri

ri gözeneklilikleri,, Karlıkaya travertenlerinde % 4.17, Kandilsırtı travertenlerinde % 4.35, Sarıkaya travertenlerinde % 3.61 ve Uyuz Çermik albatr •ta-  
vertenlerinde % 0.45 olarak belirlenmiştir.. Be değer-  
lerden, inceleoeie alanındaki travertenlerin zahiri gö-  
zenekliliklerinin, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sarıkaya  
yörelereindeki kabuksu travertenlerde daha fazla,,  
Uyuz Çermik yöresindeki albatr tmvertenlerde ise  
daha az olduğu görölmektedir.

Travertenlerin ortalama gerçek gözeneklilikleri  
ise,, Karlıkaya travertenlerinde %  $8.7 \pm 1.71$ , Kandil-  
sırtı travertenlerinde: %  $9.4 \pm 1.75$ , Sankaya traverten-  
lerinde %  $4.8 \pm 0.97$  ve Uyuz Çermik albatr traverten-  
lerinde %  $1.7 \pm 0.63$  olarak belirlenmiştir (bkz. Çizel-  
ge 1).

Anon (1979) tarafından kayaçların gerçek göze-  
neklilik değerlerine göre yapılan sınıflamada; Karlı-  
kaya ve Kandilsırtı travertenleri ile Sankaya traver-  
tenlerinin üst seviyesi (1 değer) "orta"",, Sarıkaya tra-  
vertenlerinin alt kesimleri, ile Uyuz Çermik traverten-  
leri. ise "düşük" dereceli gözenekliliğe sahip traver-  
tenler olarak tanımlanmışlardır.

#### SUDA DAĞILMA DAYANIMI

Suda dağılma dayanımı testleri, travertenlerde ısı-  
lanma - koruma olayları etkisiyle meydana gelebile-  
cek dağılmaları belirlemek amacıyla, ISRM (1981)<sup>1</sup> e  
göre yapılmış olup» inceleme alanındaki travertenle-  
rin seda dağılma dayanım indeksleri» Karlıkaya,  
Kandilsırtı ve Sankaya travertenlerinde %98, Uyuz  
Çermik albatr travertenleriüide %99'dur. Gamble  
(1971) tarafından önerilen- sınıflamaya göre, incele-  
me alanındaki travertenlerin suda dağılma dayanım-  
ları "çok yüksek" sınıfta yeralmaktadır.

#### SERTLİK

İnceleme alanındaki travertenlerin sertlikleri;  
Mohs ve Schmidt sertlikleri olmak üzere iki. farklı, şe-  
kilde belirlenmiştir., İnceleme alanındaki travertenle-  
rin Mohs sertlikleri TSE 6809 (1989)'a göre 3 olarak  
belirlenmiştir, inceleme alaaındaki teavertenlerifit

Schmidt sertlik testleri ise bantlanmaya dik ve para-  
lel yönlerde ayrı ayrı olmak üzere, yapılmış olup, so-  
nuçlar Çizelge- rde .görölmektedir., İnceleme .alanın-  
daki, 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, ala-  
nındaki kabuksu •travertenlerin saydamlığı çok düşük  
olup,, albatr' travertenlerin özellikle beyaz ve açık  
renkli kesimleri yan. saydam özellik göstermektedir-  
ler.

#### AŞINMA KAYBI

İnceleme alanındaki, travertenlerin. aşınma, kayıp-  
ları, Böhme yöntemiyle (TSE 699; 1987) ağırlıkça ve  
hacimce olmak üzere iki ayn şekilde test edilmiştir.  
Her iki tip kalınlıkça aşınma kaybı sonuçlan Çizelge  
rde görölmekte olup, bu sonuçlar TSE 2,513  
(1977)"ye göre. değerlendirildiklerinde (yer döşemesi  
ve merdiven basamağı gibi. aşındırıcı etkiler<sup>1</sup> altında  
kalan yüzey kaplama, taşı kullanımlarında,, sürtünme-  
den dolayı haeim.ce aşınma • kaybının 15  
 $cm^3/50cm^2$ 'den, yol parkesi ve bardürü gibi. kulla-  
nımlarda ise 10  $cm^3/50em^2$ 'den fazla olmaması ge-  
rekmemektedir), Kandİlsırtı traver-te-nlerinin üst seviye-  
sindekiler dışında tüm travertenlerin yüzey kaplama  
taşı olarak kullanılabilme sınırlan, içerisinde oldukla-  
rı "belirlenmiştir.

#### TEK EKSENLİ BASINÇ BAYANIMI

#### METOD

Travertenlerden elde edilecek yüzey kaplama  
levhaları ve yapıtaşları, yapılarda, köşeli, levhalar şek-  
linde 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  $415.0 \pm 46.9 \text{ kgf/cm}^2$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $381.3 \pm 64.1 \text{ kgf/cm}^2$ . Sankaya travertenlerinde  $440.6 \pm 52.4 \text{ kgf/cm}^2$  ve Uyuz Çermik, albatr travertenlerinde  $714.9 \pm 135.3 \text{ kgf/cm}^2$  olarak belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki tek eksenli basınç dayanımları; ISRM' (1981)"e göre, Karlıkaya, Kandilsırtı ve Sankaya 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  $350 \text{ kgf/cm}^2$ 'den düşük olmamalıdır. Buna göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya dik yöndeki basınç dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin en üst seviyesi (1 değer) dışında, belirtilen standartta uygunluk göstermektedir. Kandilsırtı kabuksu travertenlerinde en düşük. Uyuz Çermik albatr<sup>1</sup> 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  $470.9 \pm 47.7 \text{ kgf/cm}^2$ , Kandilsırtı travertenlerinde  $422.3 \pm 90.5 \text{ kgf/cm}^2$ , Sankaya travertenlerinde  $463.5 \pm 68.5 \text{ kgf/cm}^2$  ve Uyuz Çermik albatr travertenlerinde  $550.8 \pm 47.0 \text{ kgf/cm}^2$  olarak belirlenmiştir.

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

TSE 2513'te ise; travertenlerin. yüzey kaplama taşı kullanımları için belirtilen, minimum  $350 \text{ kgf/cm}^2$  basınç dayanımı değerine göre, inceleme alanındaki travertenlerin bantlanmaya paralel yöndeki basınç dayanımları; Kandilsırtı travertenlerinin üst ve alt seviyelerinin, dışında (2 değer),, belirtilen, standartta. 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 yapılu 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 sone tek eksenli basınç dayanımları bantlanmaya dik: ve paralel yönlerde olmak, üzere iki farklı şekilde belirlenmiş olup sonuçlar<sup>1</sup> Çizelge- F de görülmektedir.,





TSE 2513(1977)'ye göre, yüzey kaplama faşı olarak kullanılacak travertenlerin,, darbe dayanımı değerlerinin 6 kgf/cnr'ten düşük, olmaması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlara göre» inceleme alanındaki travertenlerin banüanmaya dik ve paralel yönlerdeki darbe dayanımları genellikle, bu değere yakın veya kısmen daha yüksektir,

#### DONA KARŞI DAYANIM

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

inceleme alanındaki travertenlerin don kaybı testi sonuçları ve don tesiriyle basınç dayanımlarında meydana gelen azalmalar Çizelge 1'de verilmiş olup, Karhkaya travertenlerinde % 2.4, Kandilsırtt 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. inatlaştıkları gözlenirken, albatr travertenlerin ise fazla etkilenmedikleri gözlenmiştir. Daha önce de belirtildiği gibi, kabuksu travertenlerin dış yüzey kaplaması kullanılmadığını,, üç yıllık bir zaman süreci boyunca yapılan gözlemlerinde de matlaşmalar gözlenmiştir. Ancak kabuksu travertenlerin göze hoş görünüşü 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 (Karhkaya mevkiinde **max.** 2 x 3 x 3' 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 "(fnax, 60 x 50 x 40' cm) blokların " çıkarılabileceği belirlenmiştin

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

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

İncelenle alanındaki travertenlerin birim hacim kütlesi, özgül, küfle, 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, banüanmaya 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 görünümlerinin zamanla matlaştığı, ancak *göze* hoş gözükren renk ve desen özelliğinden dolayı, estetik görünümlerini muhafaza ettikleri gözlenmiştir.

İncelenle, alanında yayılını 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 TEŐEKKÜR

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 İlk yazımını okuyarak değerli önerileri ile katkıda bulunan Jeoloji Mühendisliği Dergimizin ismini bilmediğini!z iki değerli hakemine teőekkürü 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.
- AST.M, 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 sahaslarının 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 Univ., Mühendislik Fak. Dergisi, Seri A: Yerbilimleri Sivas,, 15/1,1-12s
- Gamble,. I. 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., T i i 1 > i A M A M - c \* i A U Lit. J. Rock Mec. Mm. Set., Jeomec, Abs. H. 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 Abstracts, 18, 85-110pp.
- MTA., 1966. Türkiye mermer envanteri. MTA yayını, MTA yayın DG: Ankara, 35 s.
- TSE, 1977, TS 2513 - Doğal yapı taşları; Türit Standardları Ankara -
- TSE, 1987, TS 6000 - Tabii taşların deney metodları; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara -
- TSE, 1988, TS 6809 - Mohs sertlik cetveline göre sertlik tayini; Türk Standardları Enstitüsü, Ankara

