

Adana-Karaisalı Kayrak Taşlarının Dış Cephe ve Çatı Kaplamada Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Esmâ KAHRAMAN*¹ ORCID 0000-0002-4326-7202
Nil YAPICI¹ ORCID 0000-0001-9761-9122

¹ Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 12.01.2023

Kabul tarihi: 28.03.2023

Atıf şekli/ How to cite: KAHRAMAN, E., YAPICI, N., (2023). Adana-Karaisalı Kayrak Taşlarının Dış Cephe ve Çatı Kaplamada Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(1), 105-113.

Öz

Kayrak taşı, belirgin anizotropisi nedeniyle diğer yapı taşlarından ayrılır. Bir kayrak taşının genel karakterini hem mineralojisi hem de fiziko-mekanik özellikleri belirlemektedir. Bu çalışmanın amacı Karaisalı bölgesinde bulunan kayrak taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliğini araştırmaktır. Bu amaçla bölgede jeolojik etütler yapılmış, Tümenli ve Maraşlı bölgelerinden temsili numuneler toplanmıştır. Numuneler üzerinde TSE ve uluslararası standartlara göre petrografik, mineralojik (XRD), kimyasal (XRF) analizler ve fiziko-mekanik analizler (tek eksenli basınç dayanımı, Shore ve Mohs sertliği, ağırlıkça su emme, porozite) yapılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları Karaisalı'da Tümenli ve Maraşlı yöresinde bulunan kayrak taşlarının, hem iç, hem dış, hem de çatı kaplamasında yapı taşı olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayrak taşı, Karaisalı, Çatı kaplama, Dış cephe kaplama, Fiziko-mekanik özellikler

Evaluation of the Usability of Slate Stones from Adana-Karaisa in Exterior and Roofing Covarege

Abstract

Slate stone is separated from other building stones due to its pronounced anisotropy. The general character of a slate stone is determined by both its mineralogy and physico-mechanical properties. The aim of this study is to investigate the usability of slate stone as building stone in the Karaisalı region. For this purpose, geological studies were carried out in the region and representative samples were collected from Tümenli and Maraşlı regions. On the samples, petrograpical, mineralogical (XRD), chemical (XRF) analysis and physico-mechanics analysis (uniaxial compressive strength, Shore and Mohs hardness, water absorption by weight, porosity) were applied according to TSE and international standards. The results of the analysis showed that the slate stones found in Tümenli and Maraşlı regions in Karaisalı can be used as building blocks in both interior, exterior and roof coverings.

Keywords: Slate stone, Karaisalı, Roofing, Exterior cladding, Physico-mechanical properties

*Sorumlu (Corresponding author) yazar: Esmâ KAHRAMAN, ekahraman@cu.edu.tr

1. GİRİŞ

Kompakt bir metamorfik taş olan kayraklar, yüksek sıcaklık ve basınç altında ince taneli tortul oluşumların çökmesi ile oluşur [1]. Sıcaklığa dayanıklı, mukavemeti yüksek, suya karşı dirençli, su emme oranı düşük ve sert olmasından dolayı iç, dış ve çatı kaplamada yapı ve dekorasyon çalışmalarında mimari açıdan tercih edilmektedir. Geçmişten günümüze özellikle yalıtım özelliğinden dolayı kullanıldığı tarihi yapılardaki varlığı ile gözlenmektedir. Günümüzde halen oldukça sık tercih edilmekte olup İspanya, İtalya, İngiltere gibi ülkelerde daha çok çatı kaplamada, ülkemizde ise genellikle dış cephe kaplamaları ve dış mekan zemin döşemede kullanılmaktadır (Şekil 1).

Çin, Brezilya, Hindistan, İngiltere, İtalya, İspanya, ABD ve Türkiye önemli doğal taş üreticisi ülkelerdir. Özellikle dünya çatı kaplama levhası üretiminin %87'sini sağlayan İspanya en büyük üreticidir [2]. Çeşitleri sırasıyla kloritin bileşimine ve yoğunluğuna, tane boyutuna, eğilme mukavemetine, su emme katsayısına vb. bağlı olan kayrak rengine göre sınıflandırılır [3]. Kayrak taşlarının mineralojik bileşimi genellikle kuvars, fillosilikatlar (klorürler ve muskovit olarak) ve illit (kil mikalı bir mineral), daha az miktarda demir oksitler, sülfidler ve karbonatlar içerir [4].

Türkiye'de Muğla ilinin çeşitli bölgelerinden çıkarılan kayrak taşları literatürdeki örneklerin aksine daha yüksek oranda kalsit içerirken, kuvars oranı çok daha düşüktür. Kalsit çoğu kayrak örneğinde bulunur, bazen çok boldur ve tabakalar veya yumrular halinde konsantre olur [5].

Literatürde; önemli kullanım alanları bulan kayrak taşlarının genel mühendislik özelliklerini bölgesel olarak inceleyen pek çok çalışma mevcuttur. Yağız [6] yaptığı çalışmada Denizli civarındaki kayrak taşlarının özelliklerini araştırmış, yapı taşları için önemli olan parametreleri belirlemiş, iç ve dış cephe kaplamalarında yapı ve kaplama taşı olarak kullanılabileceğini belirtmiştir.

Barros ve arkadaşları [7] Portekiz'in beş farklı bölgesindeki kayrakların mühendislik özelliklerini

incelemiştir. Bu yapı malzemesinin gözeneklilik, yoğunluk ve mekanik dayanım açısından karakterize etmek için bir seri deneyler yapmıştır. Sonuçlar; kayrakların fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin uygun halde olduğunda yüksek bir güvenle inşaat malzemesi olarak uygulanmasının mümkün olduğunu göstermiştir.

Xingcan ve arkadaşları [8] yaptıkları çalışmada Batı Sichuan Platosu'ndaki kayrak taşlarının mühendislik özelliklerini incelemiştir. Çalışmalarında bölgeden elde ettikleri numunelerin mineralojik bileşimini ve mikroyapı özelliklerini incelemiştir. Düzensiz kaya blokları üzerinde noktasal yükleme testleri gerçekleştirmişlerdir. Son olarak, kayrak taşlarının tek eksenli basınç dayanımını tahmin etmek üzere farklı ampirik formüller elde ederek bölgedeki kayrak taşlarının yapılarda uygulanabilirliğine değinmişlerdir.

Adana-Karaisalı bölgesi kayrak taşlarının dış cephe ve çatı kaplamada kullanımı önceki çalışmalarda değerlendirilmemiştir. Bu nedenle, bu çalışma Adana-Karaisalı bölgesinde Maraşlı ve Tümenli mahallelerinden elde edilen numunelerin petrografik, kimyasal, mekanik ve fiziksel özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında bölgedeki kayrak oluşumlarının dış cephe ve çatı kaplama taşı olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Ayrıca TS 2513 [9] "Doğal yapı taşları" standardına göre Çizelge 1'de belirtilen sınır değerleri karşılayıp karşılamadığı değerlendirilecektir. Böylece bölgeye yakın olan yapı inşalarında ulaşım giderleri azalarak daha az maliyetle hammadde temini sağlanacaktır.

Çizelge 1. TS 2513 [13] standardında belirtilen bazı fiziksel ve mekanik özelliklere ait sınır değerler

Fiziksel ve mekanik özellikler	Sınır değerler
Birim hacim ağırlık (g/cm^3)	>2,55
Ağırlıkça su emme (%)	<1,80
Tek eksenli basınç dayanımı (kgf/cm^2); (MPa)	>500; 49,03
Eğilme dayanımı (kgf/cm^2); (MPa)	>50; 4,903
Don sonrası kütlece kayıp (%)	≤ 5



Şekil 1. Kayrak taşlarının yapı uygulamalarında kullanımına ait örnekler [10, 11]

2. ÇALIŞMA SAHASI HAKKINDA BİLGİLER

Çalışma bölgesi Adana İli, Karaisalı İlçesi Tümenli ve Maraşlı mahallelerindedir. Çalışma sahasına ait yer buldu haritası Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Çalışma bölgesi yer buldu haritası

Adana’ya Maraşlı Mahallesi 68 km ve Tümenli Mahallesi 84 km mesafededir. İki bölge arasındaki mesafe 46 km’dir.

Çalışma bölgesindeki kayrak taşı oluşumlarının genel görüntüleri Şekil 3’de verilmiştir.

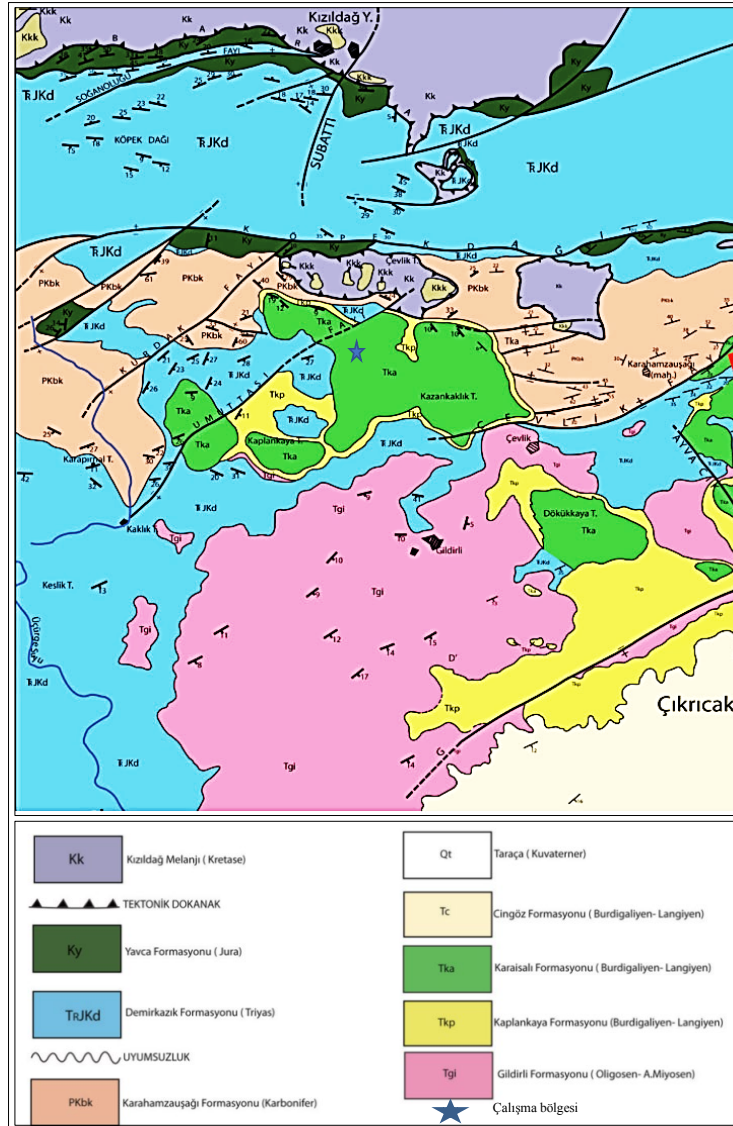


Şekil 3. Çalışma bölgesi kayrak taşı oluşumları

2.1. Çalışma Sahası Jeolojisi

Çalışma sahası doğuda Amonos dağları, batıda Ecemiş fay kuşağı, kuzeyde ise Toros dağ kuşağı ile çevrilmiş Adana Baseni'nin kuzey-kuzeybatı kısmında bulunmaktadır. Havzada Tersiyer,

Oligosen-Pliyosen zaman aralığında çökelen sedimanter kayaçlarla bulunmakta ve Toros orojenik kuşağını oluşturan Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı temel kayaçların oluşturduğu engebeli bir topografya üzerine uyumsuz olarak yerleşmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Bölgesel jeoloji haritası (Yetiş ve Demirkol'dan [12] değiştirilmiştir)

Karbonat, kuvars, çört ve ofiyolit orjinli çakıllar, kötü boylanmalı çakıl taşları ardalanmalı olarak gözlenmektedir. Üst zonlarda ise soluk-sarımsı

yeşil renkli kumtaşı-silttaşı ardalanması, bol lamellibrans, ekinid ve gastropodlu seviyelerde görülmektedir. Daha üst zonlarda ise, karbonat

miktarı yüksek olan sarımsı gri renkli, ekinid, lamellibrans ve gastropodlu, küresel ayrışmalı marnlar ile ayrışmış ve yüzeyi koyu gri-kahverengi, taze kırık yüzeyi soluk sarı renkli, belirgin tabakalı, bol fosilli, tabakalanma düzlemi boyunca kısmen erimeli, killi-kumlu kireçtaşı oluşumları bulunmaktadır [13].

Ünlügenç [14] ile Yetiş ve Demirkol'un [12] Kaplankaya Formasyonu için stratigrafik kesit Maden Tetkik Arama paleontologları tarafından incelenmiş ve araştırmada Pitadia (Callista) cf. erycynoides Lamarck, Anadara (Anadara) cf. diluvii Lamarck, Borelis melo Fichtel ve Moll, *Operculina* sp., *Elphidium* sp., *Gypsina* sp., *Miogyssinoides* sp., *Globorotalia* sp., *Globigerina* sp., Soritidae, Rotalidae fosilleri gözlenmiştir. Ardından birime Alt-Orta Miyosen yaşı verilmiştir.

3. YÖNTEM

Çalışma sahasından elde edilen bloklar öncelikle numune hazırlama işlemine tabi tutulmuştur. Blok numunelerden standartlara uygun boyutlandırılarak numuneler hazırlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Hazırlanmış bazı numune örneklerine ait görüntüler

Numunelerin petrografik, mineralojik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Bu özellikler temel olarak TS 699/T1 [15], "Doğal Yapı Taşları İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri" standardında belirtilen talimatlar esas alınarak belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Kimyasal İçerik

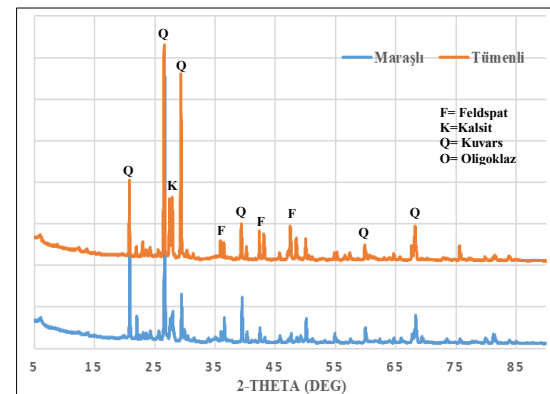
Numunelerin kimyasal içeriği Panalytical marka X-Ray Fluorescence (XRF) cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Kimyasal içerik ve kızdırma kaybı (KK) sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Numunelerin XRF sonuçları

Oksit (%)	Tümenli	Maraşlı
SiO ₂	49,56	56,15
CaO	18,35	10,67
Al ₂ O ₃	7,73	11,95
Fe ₂ O ₃	6,09	6,42
MgO	1,97	2,01
K ₂ O	0,87	3,07
CuO	0,05	0,05
TiO ₂	0,53	0,98
MnO	0,31	0,14
Cr ₂ O ₃	0,05	0,09
SO ₃	0,12	0,10
Kızdırma kaybı	14,37	8,37

4.2. Mineralojik ve Petrografik Analiz

Numunelerin X-ışını Difraktometre (XRD) analizi, çalışma voltajı 20–50 kV olan ve Cu-Ka radyasyonu ile donatılmış PANalytical EMPRYAN X-ışını difraktometresi kullanılarak yapılmıştır. İncelenen numunelerin XRD verileri 5–85° kırınım açılarında (2θ) kaydedilmiştir. Elde edilen XRD paterni Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. Numunelerin XRD paterni

Elde edilen XRD paterni incelendiğinde; numuneler temel olarak kalsit (K), kuvars (Q), feldspat (F) ve oligoklaz (O) minerallerinden oluşmaktadır.

Petrografik incelemeler makroskobik olarak ana numune üzerinde ve polarizan mikroskop ile hazırlanmış ince kesitler üzerinde (TS EN 12407 [16] ve TS EN 932-3 [17] standartlarında belirtildiği şekilde yapılmıştır. Ayrıca kayaçları oluşturan mineraller, kayaçların yapı-doku ilişkisi, minerallerin petrografik özellikleri ve kayaçların mikroskobik olarak alterasyona uğrayıp uğramadığı incelenmiştir.

Lup ile yapılan incelemede; Tümenli'den elde edilen numunelerin açık gri renkli, Maraşlı'dan elde edilen numunelerin ise koyu sarı renkte olduğu gözlenmiştir. Her iki numune grubunun da yüzeyi pürüzlü, farklı mineral içerikli, sert, sıkışmış, tane boyu küçük ve matriksle çimentolanmış düşük sıcaklık metamorfizma şartlarında oluşmuş kumtaşı bileşiminde olduğu gözlenmiştir. HCl (%10) asite tepki vermiş dolayısıyla kalsit minerali oluşum miktarı yüksektir. Kayaçlarda klivaj ve foliasyon özelliği bulunmaktadır.

Tümenli ve Maraşlı numunesinin ince kesitleri incelendiğinde; ana hakim mineralleri kuvars, feldspat, kalsit, ortoz, mika, mafik mineraller oluşturmaktadır. Litik kaya kırıntıları yer yer gözlenmiştir (Şekil 7-8).

Her iki bölgedeki numunenin de petrografik özellikleri birbirine oldukça yakındır. Temel olarak incelendiğinde;

Kuvars ana hakim mineraldir. Polikristalen ve kristalen olarak bulunmaktadır. Metamorfizma izleri olan dalgalı sönme göstermektedir.

Feldspat büyük çoğunluğu plajiyoklazlardan oluşmaktadır. Polisentetik ve kalsbad ikizlenme özelliği gözlenmektedir. Şistozite fazla gözlenmemiştir.

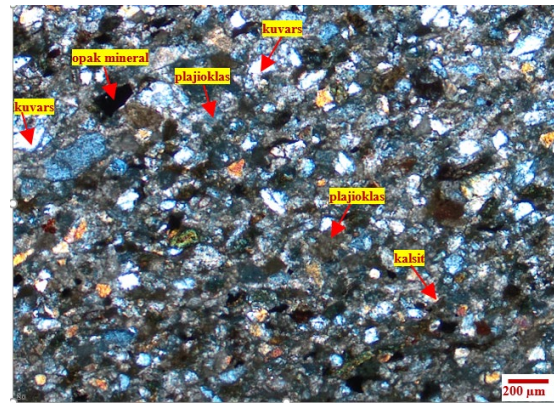
Kalsit genellikle matriks içerisinde ve daha iri boyutları yarı özşekilli olarak gözlenmektedir. Basınç ikizlenmeleri belirgindir.

Mika altere olmuş ve daha çok klorite dönüşmüştür.

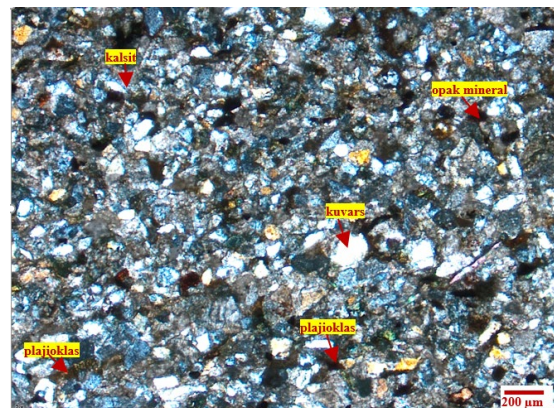
Plajiyoklas (Oligoklas) daha az oranda pertitleşme şeklindedir.

Opak mineral olarak demir mineralleri gözlenmektedir.

İncelenen kayaç kumtaşlarının Folk Sınıflaması kayaç mineral bileşimine göre "Kuvarsça Zengin Litarenit (Kayrak)" olarak isimlendirilmiştir.



Şekil 7. Tümenli numunesine ait mikroskop görüntüsü/Nikol



Şekil 8. Maraşlı numunesine ait mikroskop görüntüsü/Nikol

4.3. Fiziksel Özellikler

Tümenli ve Maraşlı bölgesinden elde edilen numunelerin birim hacim ağırlıkları (BHA), ağırlıkça su emme oranları (A_w), görünür poroziteleri (n) ve gerçek yoğunlukları (γ) TS EN 1936 [18] standardında belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Her iki grup içinde deneyler karot numuneleri üzerinde ve en az beş deney numunesi ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kayrak taşı numunelerinin Shore ve Mohs sertliği ISRM-1979 [19] ve ISRM-2007 [20] standartlarına göre tespit edilmiştir. Numunelerin don sonrası kütle kaybı TS 699 [15]'de belirtilen prosedürlere göre gerçekleştirilmiştir. Suya doygun hale getirilen numuneler donma-çözülme test cihazına yerleştirilmiş ve sıcaklığın 4 saat içerisinde $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 'ye düşürülmesi sağlanmıştır. $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 2 saat bekletilen deney numuneleri $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki su içine tamamen su altında kalacak şekilde daldırılır ve en az 2 saat bekletilerek buzların tamamen erimesi sağlanmış ve böylece bir çevrim tamamlanmıştır. Numuneler toplamda 25 çevrim donma-çözülme işlemine tabi tutulmuş ve don sonrası kütle kaybı belirlenmiştir. Ayrıca numunelere TS 699 [15]'de belirtilen pas tehlikesi tayini, açık hava tesirlerine dayanıklılık ve asitlere karşı dayanım testleri uygulanmıştır. Numunelerin fiziksel özellikleri için gerçekleştirilen deney sonuçlarının ortalaması Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Numunelerin fiziksel özellikleri

Deney	Tümenli	Maraşlı
BHA (g/cm^3)	2,653±0,011	2,619±0,010
A_w (%)	0,431±0,007	0,460±0,003
n (%)	0,844±0,015	0,902±0,007
Özgül ağırlık	2,697±0,003	2,675±0,002
Shore sertliği	50,50±1,05	48,40±0,90
Mohs sertliği	4	3,5
Kütlece don kaybı (%)	0,015	0,022
Pas tehlikesi	Renk bozulmaları ve boyanmalar gözlenmemiştir.	
Açık hava tesirlerine dayanıklılık	Açık hava tesirlerine karşı dayanıklıdır ve değişim gözlenmemiştir.	
Asitlere karşı dayanıklılık	Bozulma ve renk değişikliği olmamıştır.	

4.4. Mekanik Özellikler

Numunelerin tek eksenli basınç dayanımları TS EN 1926 [21], eğilme dayanımı TS EN 13161 [22], don sonrası tek eksenli basınç dayanımı TS EN 12371 [23] belirtilen standartlara uygun olarak yapılmıştır. Mekanik özellikler için gerçekleştirilen deney sonuçlarının ortalaması Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Numunelerin mekanik özellikleri

Deney	Tümenli	Maraşlı
Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	87,68±3,20	74,05±2,81
Eğilme dayanımı (MPa)	9,93±1,08	8,44±0,99
Don sonrası tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	79,68±3,20	69,03±1,78

5. SONUÇLAR

Çalışma sahasından elde edilen kimyasal analiz sonuçları numunelerin yaklaşık %50 SiO_2 'den oluştuğunu göstermiştir. Ayrıca XRD, mineralojik ve petrografik analizler sonucunda, kayrak "Kuvarşça Zengin Litarenit (Kayrak)" olarak isimlendirilmiştir. Diğer analizlerden elde edilen sonuçlar TS 2513 [9] doğal yapı taşları standardına göre değerlendirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

- Birim hacim ağırlık değerleri Tümenli numunesinin $2,653\text{ g}/\text{cm}^3$ ve Maraşlı numunesinin $2,619\text{ g}/\text{cm}^3$ olup standartta belirtilen $>2,55\text{ g}/\text{cm}^3$ değerinin üzerindedir.
- Ağırlıkça su emme oranları Tümenli numunesi için %0,431 ve Maraşlı numunesi için %0,460'dir. Bu değerler standartta verilen en yüksek sınır değer olan $<1,80$ değerinin altındadır.
- Tümenli numunesinin tek eksenli basınç dayanımı $87,68\text{ MPa}$ ve Maraşlı bölgesinin ise $74,05\text{ MPa}$ 'dır ve standartta belirtilen $>500\text{ kgf}/\text{cm}^2$ ($49,03\text{ MPa}$) sınır değerini karşılamaktadır.
- Tümenli numunesinin eğilme dayanımı $9,93\text{ MPa}$ ve Maraşlı numunesinin ise $8,44$

MPa'dır ve standartta belirtilen $>50 \text{ kgf/cm}^2$ (4,903 MPa) sınır değeri karşılamaktadır.

- Don sonrası kütle kaybı Tümenli numunesi için %0,015 ve Maraşlı numunesi için %0,022 olup standartta belirtilen ≤ 5 değerinin altındadır.
- Pas tehlikesi, açık hava tesirlerine dayanıklılık ve asitlere karşı dayanıklılık testlerine tabi tutulan numunelerin yüzeylerinde bozulmalar, renk değişimleri ve deformasyonlar gözlenmemiştir.
- Ayrıca numuneler sertlik, porozite, eğilme dayanımı ve don sonrası tek eksenli basınç dayanımı deneylerine de tabi tutulmuştur. Bu deney sonuçlarına göre de numunelerin kullanılabilir nitelikte olduğu açıkça görülmektedir.

Sonuç olarak incelenen parametreler açısından Adana-Karaisalı ilçesi, Tümenli ve Maraşlı Mahallelerinden elde edilen kayrak taşlarının dış cephe ve çatı kaplamada kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

1. Bates, R.L., Jackson, J.A., 1987. Glossary of Geology: American Geological Institute, Alexandria, Virginia, 788.
2. Garcia-Guinea, M., Lombardero, B., Roberts, J., 1997. Taboada Spanish Roofing Slate Deposits, Trans. Inst. Min. Metall. B: Appl. Earth Sci., 106, 205-214.
3. Aguirre, G.N., 1997. Natural Stones Directory. Roc Máquina, SA, Bilbao, Spain, 599-623.
4. Campos, M., Velasco, F., Martinez, M.A., Torralba, J.M., 2004. Recovered Slate Waste as Raw Material for Manufacturing Sintered Structural Tiles, J. Eur. Ceram., 24, 811-819.
5. Wichert, J., 2020. Slate as Dimension Stone: Origin, Standards, Properties. Mining and Deposits Freiberg, Germany.
6. Yağız, S., 2011. Yapı Malzemesi Olarak Denizli Civarında Çıkarılan Kayraktaşlarının Özellikleri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17(3), 157-163.
7. Barros, R.S., Oliveira, D.V., Varum, H., Alves, C.A., Camões, A., 2014. Experimental Characterization of Physical and Mechanical Properties of Schist from Portugal, Const. and Buil. Mat., 50, 617-630.
8. Xingcan, W., Shaoli, Q., Baowen, Y., Wenpo, W., Zhibin, Z., 2023. Study on the Strength Characteristics of Metamorphic Slate Based on Point Load Tests. In International Conference on Civil Engineering, 172-189, Springer, Singapore.
9. TS 2513, 1993. Doğal Yapı Taşları, Türk Standartları, TSE, Ankara.
10. Hadigez Gezi ve Seyahat Kaynakları Rehberi, <https://hadigez.com/mostar-gezi-rehberi/>, Erişim Tarihi: 25.09.2022
11. Bodrum Doğal Kayrak Taş Ev Uygulamaları, <https://www.bodrumdogalkayraktasi.com/tas-ev>, Erişim Tarihi: 25.09.2022
12. Yetiş, C., Demirkol, C., 1986. Adana Baseni Batı kesiminin detay etüdü. MTA Rapor No: 8037, 187. (yayımlanmamış).
13. Ünlügenç, U.C., 1993. Controls on Cenozoic Sedimentation, Adana Basin, Southern Turkey. Ph.D. Thesis, University of Keele, 228.
14. Ünlügenç, U.C., 1986. Kızıldağ Yayla (Adana) Dolayının Jeolojisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, MSc. Thesis, Adana, 77.
15. TS 699/T1, 2016. Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri, TSE, Ankara.
16. TS EN 12407, 2013. Doğal Taşlar-Deney Yöntemleri-Petrografik İnceleme. TSE, Ankara.
17. TS EN 932-3, 2022. Agregaların Genel Özellikleri için Deneyler - Bölüm 3: Basitleştirilmiş Petrografik Tanımlama için İşlem ve Terminoloji, TSE, Ankara.
18. TS EN 1936, 2007. Doğal Taşlar- Deney Metotları- Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini, TSE, Ankara.
19. ISRM, 1978. Suggested Methods for Determining Hardness and Abrasiveness of Rocks. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 15(3), 89-97.
20. ISRM, 2007. International Society for Rock Mechanics. The Complete ISRM Suggested

- Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring: 1974-2006. Editors: Ulusay R and Hudson JA. Ankara, Turkey.
21. TS EN 1926, 2007. Doğal Taşlar- Deneysel Metotları- Basınç Dayanımı Tayini, TSE, Ankara.
 22. TS EN 13161, 2003. Doğal Taşlar-Deneysel Metotları-Sabit Moment Altında Eğilme Dayanımı Tayini, TSE, Ankara.
 23. TS EN 12371, 2011. Doğal Taşlar-Deneysel Metotları-Dona Dayanım Tayini, TSE, Ankara.

