

Yapı Malzemesi Olarak Denizli Civarında Çıkarılan Kayraktaşlarının Özellikleri

Properties of Schist Extracted in the City of Denizli Surroundings as Construction Material

Saffet YAĞIZ*

Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 20020, Denizli

Geliş Tarihi/Received : 04.12.2010, Kabul Tarihi/Accepted : 05.04.2011

ÖZET

Denizli ili çevresinde işletilen doğaltaş ocaklarında, farklı yapıtaşları çıkarılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanlar, traverten, kireçtaşı ve kayrak taşı (şist) ocaklarıdır. Denizli ilinin kuzey doğusunda, Çal, Bekilli ve Baklan üçgeninde, Mendere masifinin bir üyesi olan kayraktaşları bölgenin önemli doğaltaş kaynaklarından. Bu çalışmanın amacı, bölgede işletilen kayrak taşlarının yapıtaşı olarak kullanılabilirliklerinin araştırılmasıdır. Amacı gerçekleştirmek için, bölgede bulunan taş ocakları ve sahalarda jeolojik çalışmalar yapılarak, kayaçların özelliklerini temsil eden örnekler alınmıştır. Kayaç örneklerinde, petrografik, mineralojik (XRD), kimyasal (XRF) analizler ve jeomekanik deneyler (tek eksenli sıkışma dayanımı, Schmidt sertlik değeri, ağırlıkça su emme, etkili gözeneklilik, doluluk oranı, eğilme dayanımı, sonik hızı, elastisite modülü, doğal ve doymuş birim hacim ağırlık) yapılarak elde edilen bulgular kayaçların yapıtaşı olabirlikleri açısından değerlendirilmiştir. Kayaçlarda yapılan deney ve analizler, uluslararası doğal taş standard ve metotlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, işletilen kayrak taşları özellikleri itibarıyla, binaların iç ve dış cephelerinde, açık mekanlarda ve çevre düzenlemelerinde yapıtaşı ve kaplama malzemesi olarak kullanılabilirler.

Anahtar Kelimeler : Denizli, Kayraktaşı (şist), Laboratuvar deneyleri.

ABSTRACT

There are various type of building stone extracted at stone quarries in the city of Denizli surroundings. Travertine, limestone and schist quarries are the most common in the area. Schist that is one of the units of Menderes massive is the main natural stone sources in Çal, Bekilli and Baklan Triangle in the northeast of the City. The aim of this study is to investigate the usability of schist stone as building stone quarried in the area. To obtain the aim, geological investigations were conducted in the field and representative samples were collected from the quarries. On the samples, petrographical, mineralogical (XRD), chemical (XRF) analysis and geomechanical test (i.e., uniaxial compressive strength, Schmidt hardness, water absorption by weight, effective porosity, fullness ratio, flexural strength, sonic wave velocity, modulus of elasticity, natural and saturated unit weight) were conducted and the usability of schist stone as building stone have been studied by evaluating obtained findings. Analysis and relevant tests were conducted in accordance with international standards and procedures. Concluding remark is that quarried schist stone in the area are acceptably good as building stone to be used for both interior and exterior of construction building and outdoors as coverage material.

Keywords : Denizli, Kayrak stone (schist), Laboratory tests.

* Yazışılan yazar/Corresponding author. E-posta adresi/E-mail address : syagiz@pau.edu.tr (S. Yağız)

1. GİRİŞ

Denizli ili çevresinde, doğal yapıtaşı olarak kullanılan farklı kayaçlar işletilmektedir. Bunlardan biri de kayrak (şist) taşıdır. Bölgede işletilen doğaltaş ocakların yanında, işleme henüz açılmamış olan ve bilinmeyen rezervler mevcuttur. Denizli ili ve çevresinde, Çal ve Bekilli ilçeleri civarında şistler yaygın olarak yüzlek vermektedir. Kayrak taşları yurt içi ve dışı pazarlarda dekoratif ve aksesuar kaplama taşları olarak kullanılmaktadır. Bu kayaçlar çekiç gibi el aletleri kullanılarak şistozite düzlemleri boyunca kolayca ayrılabilir. Üretilen kayraktaşları renk ve kalınlıklarına göre sınıflandırıldıktan sonra kullanıma sunulmaktadır. Bölgede işletilen bazı ocaklarda günlük üretim 50 tona kadar çıkmaktadır. Üretilen kayraktaşları başta İstanbul, İzmir, Bursa, Antalya olmak üzere iç pazarlara sunulmaktadır (Özkul ve Yağız, 2007). Son birkaç yıldır bölgede üretim yapan şirketler, İtalya, Almanya, Hollanda ve Japonya'ya da doğaltaş olarak kayrak taşı ihracat etmektedirler.

Menderes Masifinin Paleozoik üyesi olan bölgedeki şistler, jeolojik ve petrografik özellikleri bakımından farklı araştırmacılar tarafından incelenmesine rağmen (Konak v.d., 1986; Yağız, 2010;2010a), jeomekanik özellikleri ve yapı taşı olarak kullanılabilirlikleri bakımından incelenmemiştir. Bu makalede, Denizli ili sınırları içerisinde, Çal, Baklan ve Bekilli ilçeleri çevresinde yüzlek veren Menderes masifinin üyesi olan paleozoik yaşlı şistlerin jeomekanik ve jeolojik özellikleri, ulusal ve uluslararası doğaltaş deney standartları göz önüne alınarak, yapıtaşı olarak kullanılabilirlikleri araştırılmıştır.

2. JEOLJİK KONUM

Denizli ilinin kuzeydoğusunda yer alan Çal bölgesi, Çal, Bekilli ve Baklan ilçelerini kapsamaktadır. Bölge akarsuların da etkisiyle, plato görünümünü almıştır ki en büyük akarsu bölgedeki metamorfik masife de isminin verildiği Büyük Menderes nehridir. Çalışma sahasında bulunan Çökelez (1840 m) ve Beşparmak (1307 m) dağları yörede önemli yükseltilerdir. Çalışma sahasının Denizli il merkezine uzaklığı yaklaşık 70 km'dir ve deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 850 m'dir. Bölge, Akdeniz ikliminden karasal iklime geçiş özelliği gösterir ve yıllık ortalama yağış 495 mm'dir (Özkul ve Yağız, 2007). Çalışma sahası, Çal Bekilli ilçeleri civarında yüzlek veren şistleri kapsamaktadır (Şekil 1). Bölgedeki en yaşlı kaya birimleri Menderes Masifi metamorfik kayaçları olup, genel olarak mermer ve şistlerden oluşur ve bu birimler, Çal, ve Bekilli çevrelerinde yaygın bir şekilde yüzlek verirler (Konak v.d., 1986). Bu çalışmada yapıtaşı olarak kullanılabilirlikleri

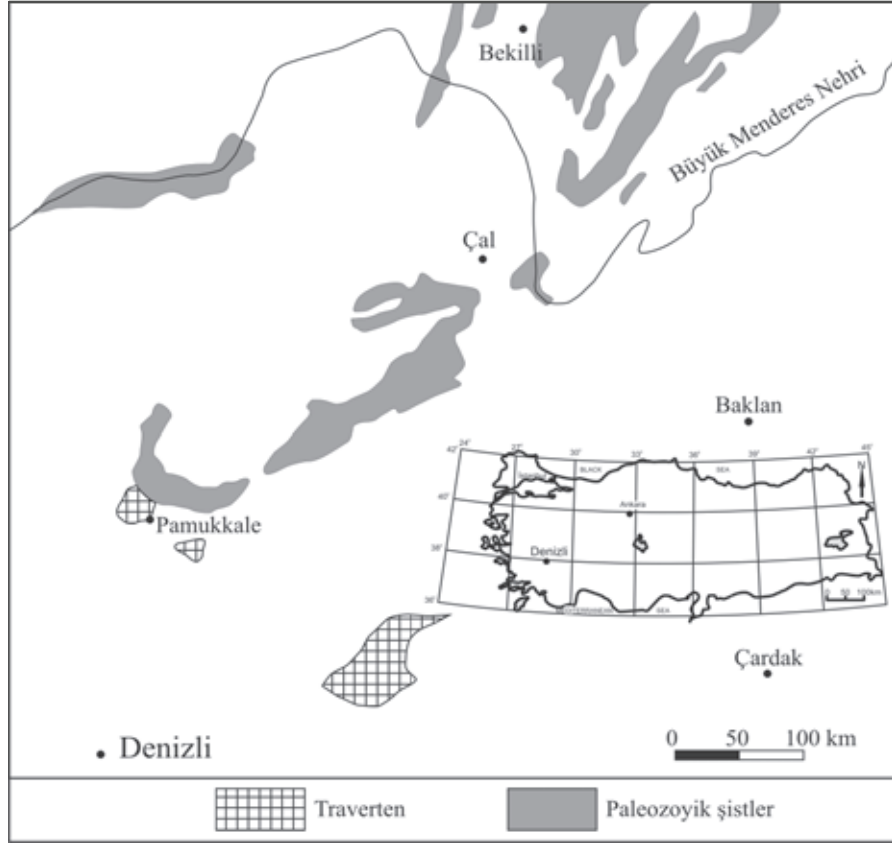
açısından incelenen Menderes Masifinin en yaşlı üyelerinden olan şistler, Pamukkale kasabasının kuzeydoğusundan, Bekilli ilçesinin kuzeydoğusuna kadar yüzlek vererek uzanır.

3. PETROGRAFİK ÇALIŞMALAR

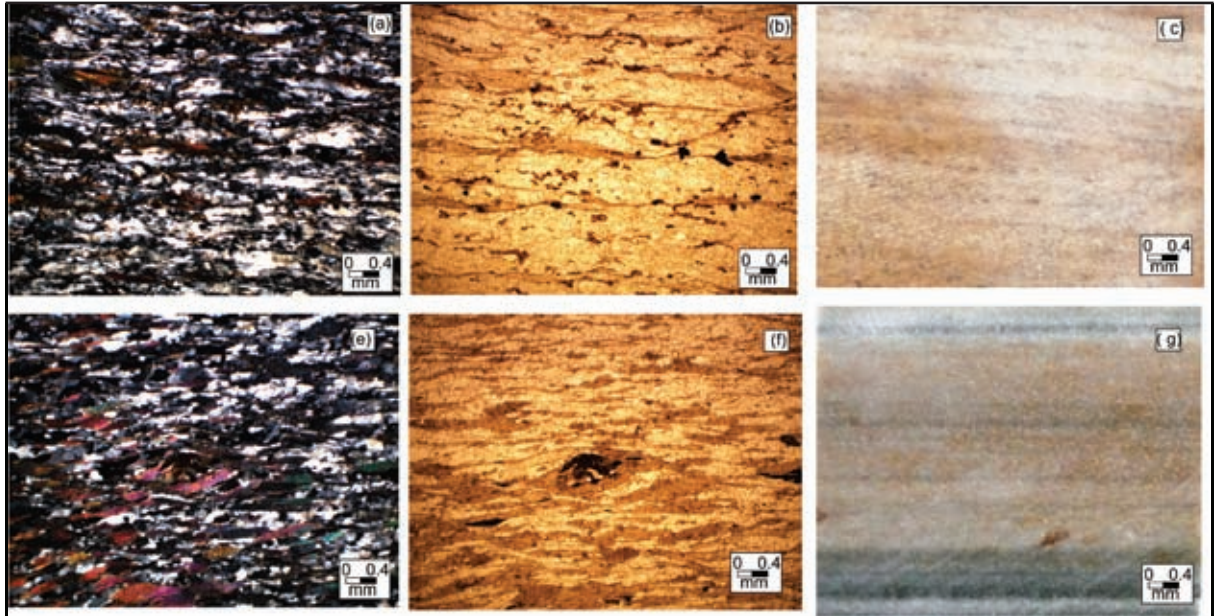
Bölgede doğal yapıtaşı olarak işletilen şistler, şistozite düzlemlerine sahiptirler. Çalışma sahasından alınan örnekler, öncelikli olarak petrografik, mineralojik analizler yapılarak incelenmiştir. Petrografik incelemeler, TS EN 12407 (European Norms, 2002) standartları takip edilerek yapılmıştır. Petrografik ve mineralojik özelliklerine bağlı olarak iki farklı şist türü ayırt edilmiştir; bunlar Bekilli çevresinde yüzlek veren biyotit kuvars şistler ve Çal-Baklan çevresinde gözlenen muskovit kuvars şistlerdir. Aslında her iki şistte birbirine yakın petrografik özelliklerine sahip olmasına rağmen, renklerinin farklılıklarından ve içerdikleri mika türünden dolayı iki tip olarak ele alınmıştır. Bekilli çevresinde görülen biyotit kuvars şistler, kristal grimsi yeşil renklerde, tabakalı ve şistozite düzlemlerine sahip, kalsit ve temiz kuvars içeren, kristal boyu 0.1-0.2mm civarında olan ve opak mineraller içeren şistlerdir (Şekil 2, a, b, c). Çal ve Baklan civarında yüzlek veren şistler de aynı özelliklere sahip olmakla birlikte, bunlarda şistozite düzlemleri boyunca biyotitler yerine muskovitler görülmektedir (Şekil 2, e, f, g).

4. XRD VE XRF ANALİZLER

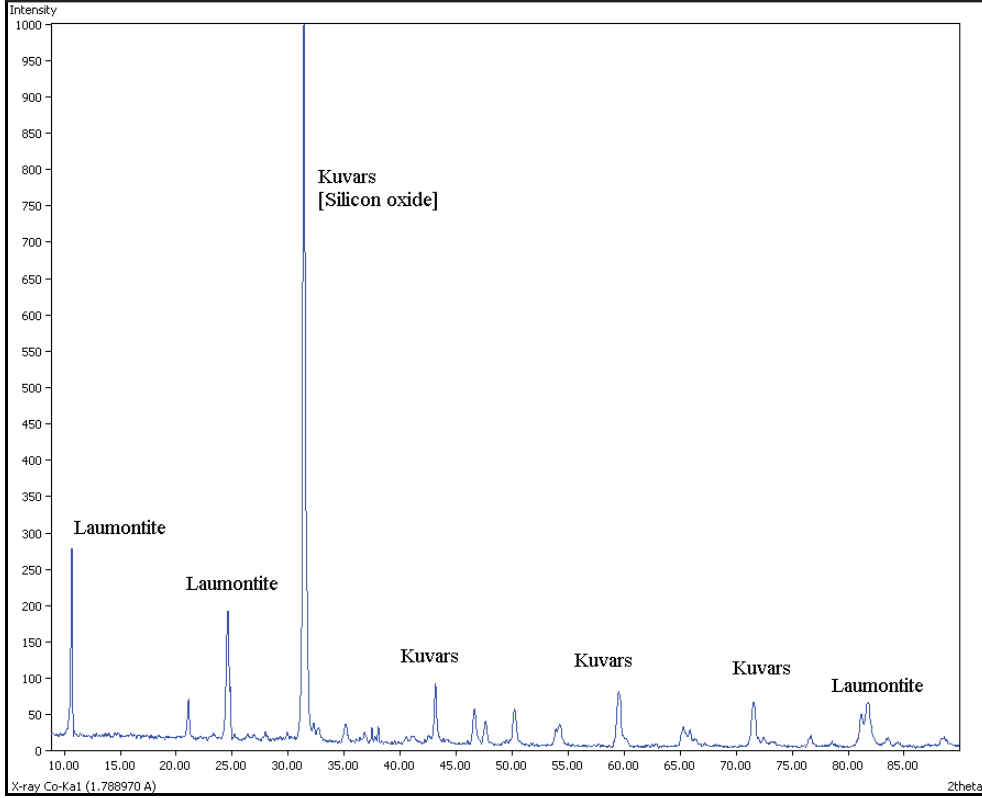
Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Mineraloji ve Petrografi Araştırma Laboratuvar bünyesinde Inel Equinox marka X-Işınları Difraktometre (XRD) cihazı ve Spectro XLAB 2000 PEDXRF marka, X-Işınları Floresans (XRF) cihazı kullanılarak, kayraktaşı üzerinde mineralojik ve kimyasal analizler yapılmıştır. İncelenen şist türlerinin kimyasal özellikleri birbirine çok yakın olup, biyotit kuvar şiste ait Al₂O₃ ve K₂O değerleri yüksektir diğer taraftan kızdırma kaybı (LOI) muskovit kuvars şistlere oranla düşüktür (Tablo 1). Kayraktaşlarının yapıtaşı olarak kullanılabilirlik özelliğine etki edebilecek paslanma, makro veya mikro çatlak, renk farklılıkları gibi özellikler gözlenmemiştir. Ancak petrografik analizlerde gözlenen opak minerallerin fazla olması durumunda, iklim koşullarına bağlı olarak kayaç yüzeylerinde küflenme yada renk farklılıkları gözlenebilir. Bu sorundan kaçınmak için, metalik yada opak minerallerin bol olduğu kayaçların dış ortamlarda kaplama taşı olarak tercih edilmemesi uygun olur.



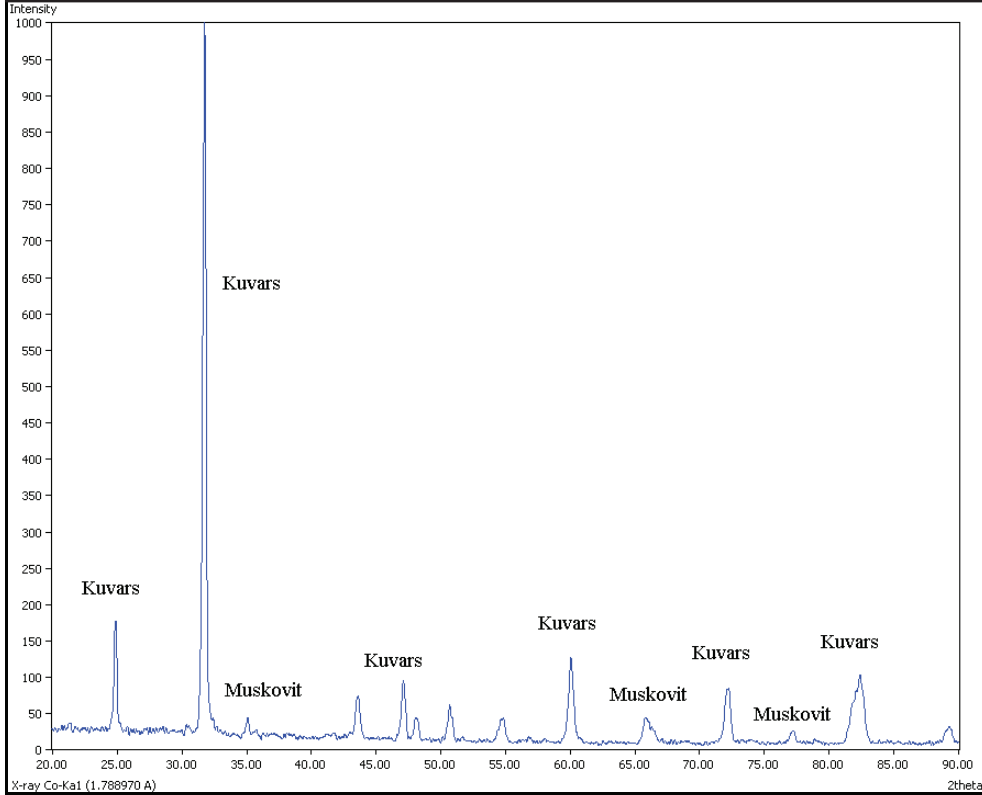
Şekil 1. Çalışma bölgesindeki şistlerin sahadaki konumu (Konak v.d., 1986)'dan değiştirilmiştir.



Şekil 2. Biyotit kuvar şist (a, b, c) ve muskovit kuvars şist (e, f, g) örnekleri; a, e) mikroskop altında çift nikol (x10); b, f) tek nikol (x10) görüntüleri; c, e) el örneklerinde makro görünüşleri.



(a) Biotit kuvars şist.



(b) Muskovit kuvars şist.

Şekil 3. XRD analizlerinden elde edilen sonuçların grafik olarak gösterilmesi.

Tablo 1. Kayaçalarda belirgin nadir toprak elementler ve ana oksitlerin dağılımı (XRF Analizi).

| Oksitler | Birim | Biyotit kuvars şist | Muskovit kuvars şist |
|--------------------------------|-------|---------------------|----------------------|
| Na ₂ O | % | 0.0066 | 0.006 |
| MgO | % | 0.564 | 0.503 |
| Al ₂ O ₃ | % | 4.304 | 1.696 |
| SiO ₂ | % | 70.58 | 61.31 |
| P ₂ O ₅ | % | 0.0399 | 0.0863 |
| SO ₃ | % | 0.00227 | 0.00075 |
| Cl | % | 0.0002 | 0.0002 |
| K ₂ O | % | 3.096 | 1.616 |
| CaO | % | 0.1854 | 2.612 |
| TiO ₂ | % | 0.4753 | 0.1967 |
| V ₂ O ₅ | % | 0.0127 | 0.00534 |
| Cr ₂ O ₃ | % | 0.01125 | 0.0063 |
| MnO | % | 0.0017 | 0.02321 |
| Fe ₂ O ₃ | % | 1.733 | 0.8057 |
| LOI | % | 19.11 | 31.29 |
| Nadir toprak E. | Birim | Biyotit kuvars şist | Muskovit kuvars şist |
| Co | ppm | 17 | 13.4 |
| Ni | ppm | 5.5 | 6 |
| Rb | ppm | 56.1 | 33.7 |
| Sr | ppm | 13.8 | 16 |
| Y | ppm | 4.6 | 13.4 |
| Zr | ppm | 508.8 | 525.7 |
| Nb | ppm | 17.7 | 10.2 |
| Ba | ppm | 292.1 | 675.2 |
| La | ppm | 80.8 | 38.5 |
| Ce | ppm | 123.5 | 61.7 |
| Hf | ppm | 5.7 | 7.5 |
| Ta | ppm | 3 | 2.9 |
| Pb | ppm | 2 | 4.7 |
| Th | ppm | 8.2 | 5.2 |
| U | ppm | 6.9 | 6.8 |

5. JEOMEKANİK ÖZELLİKLER

Çalışma sahasında, alınan temsili kayraktaşı numunelerinin çıplak gözle görülen renkleri açık griden koyu siyahı, sarımsı ve yeşilimsi maviye kadar değişmektedir. Doğal kayraktaşlarında şistozite kalınlığı 3 cm den 15 cm'e kadar değişebilmektedir. Çalışma sahasında işletilen ve işletilmeyen potansiyel kayraktaşı ocakları incelenmiştir. Sahadan blok yada tabaka olarak alınan kayraktaşı örnekleri, kaya kütlelerinin genel özelliklerinin temsil edecek şekilde seçilmiştir. Aziden alınan kayaç örnekleri laboratuvara getirilip, yapıtaşı olarak kullanılabilirlikleri için gerekli olan doğaltaş deneyleri; TS EN (Türk Standardı-European Norms) standartları kullanılarak yapılmıştır. Her bir deney için en az üç adet deney örneği hazırlanarak, elde edilen deney sonuçlarının ortalama değerleri, kayaçların yapıtaşı olarak kullanılabilirliklerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Sahadan alınan temsili kayraktaşı örnekleri üzerinde; tek eksenli sıkışma dayanımı (UCS), Schmidt sertlik değeri (Hr), ağırlıkça su emme (w), etkili gözeneklilik (n'), doluluk oranı (F), eğilme dayanımı (Rf), sonik hızı (Vp), deformasyon modülü (E), doğal ve doygun

birim hacim ağırlık (BHA) deneyleri yapılarak, kayaçların jeomekanik ve yapıtaşı özellikleri belirlenmiştir. Kayraktaşları, şistozite düzlemleri içeren tabakalı, yapısal olarak anizotrop özellikler gösteren kayaç türlerindedir. Bu nedenle, yapılan deney ve ölçümlerin, kayaç tabakalanmasına paralel yada dik olarak uygulanması ve sonuçların buna göre değerlendirilmesi son derece önemlidir. Anizotropinin gözlemlendiği kayaçalarda, tersi istenmedikçe, dayanım, sertlik ve sonik hız gibi jeomekanik parametre ölçümlerinin tabakalanmaya dik olarak yapılması tercih edilir (Yağız, 2009; 2010b). Bu çalışmada, kayraktaşlarının anizotropik özellikleri ve şistozite yüzeyleri göz önünde bulundurularak, deneyler şistoziteye paralel ve dik yönlü olmak üzere iki farklı yönde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğal yapıtaşı olabilirlikleri açısından değerlendirilmiştir.

Kayraktaşı numuneleri üzerinde yapılan, tek eksenli sıkışma dayanımı deneyi, TS EN 1926 (2000) standartları kullanılarak şistozite düzlemlerine paralel ve dik olmak üzere iki farklı yönde gerçekleştirilmiştir. ISRM (1981) standartlarına göre, kayraktaşlarında gözlenen şistozite düzlemine ya da tabakalanmaya paralel ve dik olmak üzere iki farklı yönde, sonik hızı, deformasyon modülü ve Schmidt çekici deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Eğilme dayanımı deneyi için TS EN 13161 (2003); etkili gözeneklilik ve yoğunluk tayinleri için TS EN 1936 (2007) standartları kullanılmıştır. Yapılan her bir deney için en az üç numune hazırlanarak, elde edilen deney sonuçlarının ortalama değerleri veri tabanına kayıt edilmiştir. Elde edilen analizler ve deney sonuçlarına göre, kayraktaşlarının her iki türünde TS EN 12670 (2004) standartlarına göre şist olarak adlandırılmıştır.

Günümüzde, yapıtaşlarının sınıflandırılması için her hangi bir kayaç parametresinde sınır değerler olmamakla birlikte, doğaltaşların kullanım alanları ve amacına uygun olarak seçilmesinin gerektiği, TS EN1469 (2006) standartlarında belirtilmiştir. Aslında yapıtaşlarının kullanımları için günümüzde her hangi bir kayaç parametresi için değer aralığı vermek doğru değildir (EN 1469, 2006). Doğaltaş alıcısının, taşı kullanmayı hedeflediği ortamı belirledikten sonra, kullanım amacına uygun olarak deneyimli profesyonel mühendis ve teknik çalışanlardan yardım alarak, ocak yada fabrika koşullarında istediği özelliklerdeki doğaltaş seçmesi yararına olacaktır. Buna rağmen, kayaçların dayanım ve kullanım özelliklerinin değerlendirilmesi için ön bir referans olması açısından, Türk Standartları Enstitüsü ve ASTM'in (American Standard for Testing Materials) (ASTMC97, 1990; ASTMC170, 1990; TS 11143, 1993; TS 2513, 1993)

daha önce önerdiği doğaltaş standartları göz önünde tutularak, kayaçların kullanılabilirlikleri için önemli olan bazı kayaç parametrelerinin sınır değerleri, yapıtaşı olarak kullanılabilirliği araştırılan kayraktaşlarının jeomekanik özellikleri ile birlikte Tablo 2’de verilmiştir. Doğada kaya kütleleri, daima süreksizlikler içeren, anisotrop ve farklı renklerde görülebilen malzemeler olup, fiziksel özellikleri kadar, görsel ve renklerinde gözlenen tonlarda kayaçların kullanım alanlarını önemli ölçüde etkiler. Kayaçlarda yapılan deneysel çalışmaların, tabaka

düzlemine paralel olması halinde, sonuçlarda farklılık kaçınılmazdır, fakat kaya mekaniğinde aksi durum istenmediği sürece, kayaçlarda tabakalara dik konumda deneysel ölçümler yapılması uygundur. Eğer yapılması planlanan çalışmada, kayaçlardaki anizotropinin neden olduğu parametre değerlerindeki farklılıklar önemli ise bu durum ölçümleri ve deneyleri gerçekleştiren kişi yada kuruma daha önceden belirtilerek istenilen doğrultuda çalışma yönlendirilmelidir.

Tablo 2. Kayrak taşlarının yapıtaşı olarak ilgili standartlara göre kullanılabilirlik ve jeomekanik özellikleri

| Kayaçların Özellikleri | Biyotit Kuvars Şist | Muskovit Kuvars Şist | TS 11143, (1993) | TS 2513, (1993) | ASTMC97, (1990) | ASTMC170, (1990) |
|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Doğal BHA (kN/m ³) | 24.98±4.20 | 25.87±7.1 | >2300 | - | >2305 | - |
| Doygun BHA (kN/m ³) | 25.06±4.30 | 25.92±6.7 | - | - | - | - |
| Etkili Gözeneklilik (%) | 0.74±0.11 | 0.43±0.53 | - | <12 | - | - |
| Ağırlıkça Su Emme (%) | 0.33±0.04 | 0.19±0.2 | <3 | <7.5 | <0.2 | - |
| Doluluk Oranı (%) | 99.26±0.1 | 99.5±0.5 | - | - | - | - |
| Eğilme Dayanımı (MPa) | 43.6±7.8 | 38.5±3.6 | - | - | - | - |
| Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa) | 95±12 | 112±14 | >50 | - | - | >52 |
| Schmidt Sertlik Değeri (Hr) | 58±5 | 59±7 | - | - | - | - |
| P-dalga Hızı (km/sn) | 2.49±1.7 | 2.21±1.5 | - | - | - | - |
| Elastisite Modülü (GPa) | 51±8 | 56±7 | - | - | - | - |
| Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (MPa)* | 89±13 | 93±15 | - | - | - | - |
| Schmidt Sertlik (Hr)* | 48±5 | 52±3 | - | - | - | - |
| E (GPa)* | 15±3 | 16±5 | - | - | - | - |
| Vp (km/sn)* | 4.75±1.9 | 3.98±1.7 | - | - | - | - |
| TS EN 12670 (2004) | Şist | Şist | - | - | - | - |
| Örnek Lokasyonu | Bekilli | Çal-Baklan | - | - | - | - |

*Deneyler örneklerde görülen şistozite düzlemlerine paralel olarak yapılmıştır.

6. SONUÇLAR

Denizli'nin kuzeydoğusunda, Çal-Bekilli-Baklan üçgeninde işletilen kayrak taşlarının, çevre düzenlemesinde, inşaat sektöründe iç ve dış cephe kaplamasında yapıtaşı olarak kullanılabilirlikleri, kayaçların petrografik, mineralojik, kimyasal ve jeomekanik özellikleri incelenerek araştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, bölgede işletilen kayrak taşlarının jeomekanik özellikleri itibarıyla, binaların dış cephelerinde kaplama taşı olarak ve çevre düzenlemelerinde dekoratif malzeme olarak kullanıma uygundur. Ancak, doğaltaş seçerken öncelikli olarak taşın kullanım amacının belirlenmesi gereklidir. Yapıtaşının renk, doku ve jeomekanik özellikleri taşın kullanım ortamına göre farklı olabilir. Bu çalışmada kayrak taşlarının kütleli özelliklerini temsil eden

örnekleme yapılmasına rağmen, kayrak taşlarından elde edilen sonuçlarda, kayaçların bazı jeomekanik özelliklerinde (Hr, Vp, UCS, Rf, E) standart sapma değeri aralığı oldukça geniştir. Şist gibi anizotrop, şistoziteli ve farklı minerallerde yönelmelerin izlendiği kayaçlarda bu standart sapma değerlerinde gözlenen standart sapma aralığı olağandır. Kapalı ortamlarda, açık renkli, homojen ve görkemli olan kaplama taşları tercih edilirken, açık mekanlarda, dayanım, sertlik ve duraylılık değerleri yüksek, opak mineraller içermeyen kayaçlar tercih edilir. Kayrak taşları tabakalı, dayanımı yüksek ve ayrıca doğal tabaka kalınlığı 3cm-15cm'e kadar olduğundan dolayı, genellikle inşaat sektöründe kaplama taşı olarak dış mekanlarda kullanılır. Ayrıca, kayrak taşı gibi kayaçlarda, şistozite düzlemleri boyunca kayacı ayırmak için, taş ocaklarında çekiç, murç gibi sivri, kesici ve kırıcı aletler kullanılır. Bu işçilik aletleri

kullanılırken özen gösterilmeli ve kayaçlarda kırılma, çatlak yada doğal halinin bu darbelerden etkilenmesi en aza indirgenmelidir. Kayrak taşlarını diğer işlemleri yapılan doğal taşlardan (mermer, granit, kireçtaşı, traverten v.b.) ayıran en önemli özelliklerinden biri, işçilik esnasında gösterilmesi gereken önemdir. Kayrak taşlarının yüksek kalite ve verimli olarak en az kayıpla üretilmesi ocaktaki işçilik kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, şist ocaklarındaki, çalışmalar da kullanılan kesme ve kırma makineleri ile birlikte çalışan işçilerin ve teknisyenlerin tecrübeleri göz ardı edilmemelidir.

Çalışanların ocaklardan elde ettiği doğal taşlar, saha mühendisi tarafından incelendikten sonra kalitesine göre sınıflandırılarak, fiyatlandırılmalıdır.

7. TEŞEKKÜR

Çalışmanın XRF ve XRD analizlerinde yardımcı sağlayan Dr. Tamer KORALAY'a ve petrografik incelemelerde katkı veren Dr. Mehmet ÖZKUL'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- ASTM C170, 1990. Standard test method for compressive strength of dimension stone, Annual Book of ASTM Standards Vol. 4.08. ASTM.
- ASTM C97, 1990. Standard test method for absorption and bulk specific gravity of dimension stone, Annual Book of ASTM Standards Vol. 4.08.
- ISRM, 1981. Rock characterization, testing and monitoring: International Society for Rock Mechanics, Suggested Methods. E. T. Brown (Ed.) pp. 211 Pergamon Press.
- Konak, N., Akdeniz, N. ve Çakır, M.H. 1986. Çal-Çivril-Karahallı dolayının jeolojisi. Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdüleri Dairesi Raporu, No. 2947-8945. 122s (yayımlanmamış).
- Özkul, M. ve Yağız, S. 2007. "Çal bölgesinin jeolojisi ve doğaltaş kaynakları" Çal Sempozyumu Bildirileri, s. 94-104. 2007 Denizli.
- TS 11143, 1993. Taverten Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan, Türk Standartları, Ankara.
- TS 2513, 1993. Doğal yapı taşları, Türk Standartları, 4s Ankara.
- TS EN 12407, 2002. Doğaltaşlar-deney metotları-petrografik inceleme, Türk Standardı 4 s. Ankara.
- TS EN 12670, 2004. Doğaltaşlar-terimler ve tarifler. Türk Standardı. 69 s. Ankara.
- TS EN 13161, 2003. Doğaltaşlar-deney metotları-sabit moment altında eğilme dayanımı tayini. Türk Standardı 8 s. Ankara.
- TS EN 1469, 2006. Doğaltaş mamülleri-kaplamada kullanılan plakalar-özellikler. Türk Standardı 22 s. Ankara.
- TS EN, 1926. 2000. Doğaltaşlar-deney metotları-basınç dayanımı tayini 10 s. Türk Standardı. Ankara.
- TS EN 1936, 2007. Doğaltaşlar- deney metotları-gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini. Türk Standardı. 11 s. Ankara.
- Yağız, S. 2009. Predicting uniaxial compressive strength, modules of Elasticity and index properties of rocks using Schmidt hammer. Bull of Engineering Geology and the Environment. 68, 55-63.
- Yağız, S. 2010. Geomechanical properties of construction stones quarried in southwestern Turkey. Scientific Research and Essays, 5 (8), 750-757.
- Yağız, S. 2010a. Correlation between slake durability and rock properties for some carbonate rocks. Bulletin of Engineering Geology and the Environments, 70, 377-383.
- Yağız S. 2010b. Using p-wave velocity test for the assessment of some geotechnical properties of rock materials. Bulletin of Materials Science. (34), 947-953.