

## **GÜMÜŞLER-AKTAŞ (NİĞDE) BÖLGESİNİN GENEL JEOLJİSİ VE YAPI MALZEMESİ POTANSİYELİ**

**Mustafa KORKANÇ\*, Tuğçe ŞENER, Büşra DOĞAN, Tarık BAŞKARA**

*Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye*

*Geliş / Received: 26.05.2016*

*Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 13.12.2016*

*Kabul / Accepted: 14.12.2016*

### **ÖZ**

Bu çalışmada, Gümüşler ve Aktaş yöresinde yayılım sunan birimler üzerinde yapılan gözlemler sonucunda bölgenin jeoloji haritası ve jeolojik enine kesitleri hazırlanmıştır. Daha sonra gözlenen bu birimleri yapı malzemesi olanağı yönünden değerlendirebilmek için araziden blok örnekler alınmıştır. Alınan bloklardan karot örnekler ve ince kesitler hazırlanarak birimlerin petrografik ve jeomekanik özellikleri belirlenmiştir. Yörede yayılım sunan gabrolar ayrışmamış olduklarında yüksek dayanım değerleri sunmuşlardır. İgnimbiritler ise en düşük dayanıma sahip olan litoloji olup, yörede yapı taşı olarak kullanılan en yaygın birimi oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Gabro, mermer, şist, ignimbirit, yapı malzemesi

## **GEOLOGY AND BUILDING MATERIAL POTENTIAL OF THE GÜMÜŞLER-AKTAŞ (NİĞDE) REGION**

### **ABSTRACT**

In this study, Gümüşler and Aktas geology map and geological cross sections were prepared as a result of observations made on the units spread in the region. Then, block samples were collected to evaluate these units as a source of building materials. Geomechanical and petrographical characteristics of the units are determined by the cores and thin sections that sampled from the blocks. Gabbros in the region, represented high strength values if they not weathered. Ignimbrites are the lithologies that have the lowest strength values, and they are the most common unit used as building stones in the region.

**Keywords:** Gabbro, marble, schist, ignimbrite, building material

### **1. GİRİŞ**

Doğal taşlar, ticari olarak işletilebilen en eski inşaat malzemeleridir. Tarih boyunca insanoğlu tarafından yapılarda ve anıtlarda görselliği, dayanıklılığı nedeniyle kullanılmıştır. Zamanla kullanımı artan doğal taşlar günümüzde özellikle inşaat, kaplama, döşeme, heykelticilik, mezar taşı yapımı, mıcır, porselen ve cam sanayi, optik sanayi ve süs eşyası yapımında kullanılmaktadır. Doğal taş sektörü, son dönemde yeni üreticilerin de pazara girmesiyle ivme kazanan; hem ülkemiz hem de dünya ticareti için önem arz eden sektörler arasındadır [1]. Türkiye’de doğal taşlar kapsamında çeşitli renk ve desenlerde mermer, kireçtaşı, traverten, oniks, kumtaşı, konglomera, breş ve magmatik kökenli kayaçlar granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpantin, gabro vb. kayaçlar ile volkanik kayaç olarak da ignimbirit, andezit, bazalt ve tüf vb. kayaçlar geniş yayılım sunmaktadır. Bu çalışmada da yakın alanlarda yayılım sunan doğal taşların bölge için potansiyel önemine değinilmiştir. Çalışma alanı, Orta Anadolu Bölgesi’nde Niğde İl sınırları içerisinde yer alan Gümüşler ve Aktaş Köyleri arasında kalan bölgeyi

\*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 2259; e-mail/e-posta: mkorkanc@ohu.edu.tr

**GÜMÜŞLER-AKTAŞ (NİĞDE) BÖLGESİNİN GENEL JEOLJİSİ VE YAPI MALZEMESİ POTANSİYELİ**

kapsamaktadır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde Niğde Grubuna ait alttan üste doğru farklı gnays çeşitleri içeren Gümüşler Formasyonu, gnays, amfibolit ve karbonat ardalanmasından oluşan Kaleboynu Formasyonu ve masif karbonatlardan oluşan Aşıgediği Formasyonu yayılım sunmaktadır [2-6]. Bölgenin jeolojik, tektonik, metamorfizma ve maden potansiyeline yönelik olarak birçok çalışma yapılmıştır [7-18]. Bölgede Orta Anadolu Kristal Kompleksi olarak bilinen bu kayaçlar, Neojen öncesi temel kayaçlarıdır [8, 9]. Niğde ve Kırşehir masifleri olarak adlandırılan bu kayaçlar, orta-yüksek derecede metamorfik kayaçlardan oluşmaktadır. Bu kompleks Üst Kratase-Paleosen dönemine ait granitoidler tarafından kesilmekte ve benzer stratigrafik dizilimler sunmaktadır [3, 7]. Bölgede gözlenen piroklastikler riyolitik ve dasitik bileşime sahiptir [18]. Gümüşler ve Aktaş yöresi kayaçlarının mühendislik ve malzeme özelliğine yönelik çalışmalar ise oldukça az sayıdadır [19-23]. Fener [19] Niğde masifine ait kuvarsit ve metagabrolardan örnekler alarak bunların agrega olma durumları hakkında değerlendirmeler yapmıştır. Ayrışmamış metagabrolardan hazırlanan kırmataşlardan aşınmaya karşı daha yüksek dayanım ve direnç özellikleri elde etmişlerdir. Melendiz ve Bor bölgelerindeki bazalt ve andezitik bazaltların agrega potansiyeli üzerine yapılan araştırmalarda olivin bazalt bileşimine sahip boşlukları az olan bazaltlardan elde edilen kırmataşlardan standartlarda belirtilen kullanım limitlerine uygun agregalar elde edilmiştir [20, 21]. Gümüşler Manastırı ve çevresinde yapılan çalışmada bölgede gözlenen ignimbiritlerin mühendislik özellikleri ile ayrışma etkileri belirlenmiş ve bu ignimbiritlerin düşük dayanıma sahip bol boşluklu kayaç oldukları belirtilmiştir [23].

Bu çalışma kapsamında öncelikle yörede yayılım sunan birimlerin litolojik özellikleri ile arazi çalışmaları sırasında arazide gözlenen tektonik ve yapısal özellikler incelenmiştir. Bunun yanı sıra arazide yayılım sunan kayaç türlerinden blok örnekler derlenerek bunlara ait jeomekanik özelliklerin belirlenmesine yönelik deneyler gerçekleştirilmiştir.

**2. MATERYAL VE METOT**

Laboratuvar çalışmaları kapsamında laboratuvar da blok numunelerden karot ve parça numuneler ile ince kesitler hazırlanmıştır. Alınan karotlardan kuru birim hacim ağırlık, doymun birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme, porozite, tek eksenli basınç dayanımı, böhme yüzeysel aşınma ve ultra sonik hız deneyleri yapılmıştır. Zayıf dayanım özellikleri sunan ignimbiritler üzerinde suda dağılmaya karşı duraylılık deneyleri yapabilmek için parça numuneler hazırlanmış ve söz konusu deney iki çevrim olarak yapılmıştır. Söz konusu deneysel çalışmalar için TSE 699 [23] ve ISRM [24]'de önerilen yöntemler esas alınmıştır.

**3. BULGULAR VE TARTIŞMA****3.1. İnceleme Alanının Jeolojisi**

İnceleme alanı olarak çalışılan Gümüşler-Aktaş (Niğde) bölgesinde Paleozoyik - Mesozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar yaygın olarak gözlenmektedir. Bu birimlerin üzerine tektonik dokanak olarak Mesozoyik yaşlı Üst Kretase dönemine ait gabro, tüm yaşlı bu birimlerin üzerine de uyumsuz olarak Neojen yaşlı Üst Miyosen- Alt Pliyosen'e ait ignimbiritler gelmektedir [25].

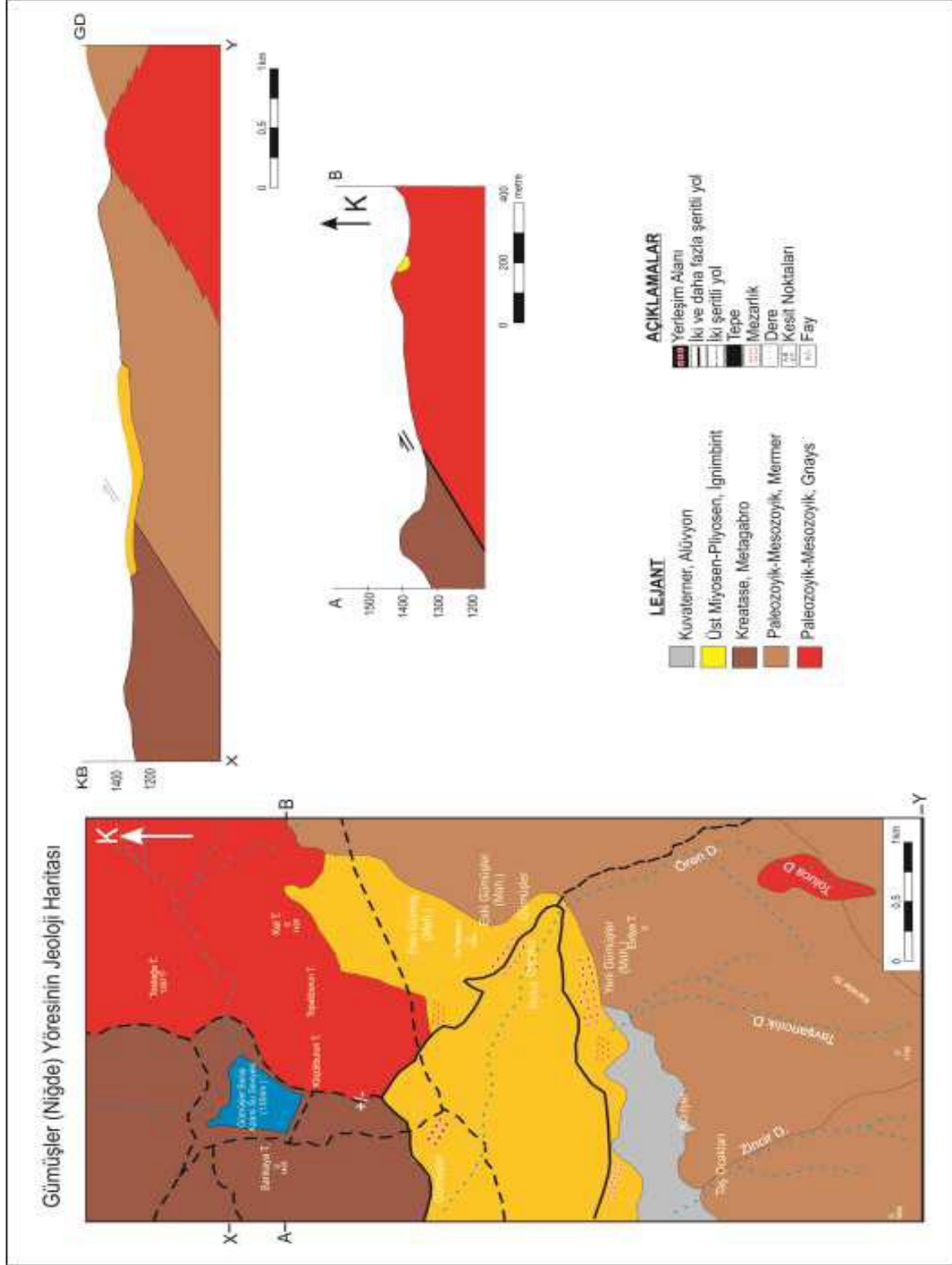
Gümüşler Barajı'nın güneydoğusunda kalan Küçükburun Tepesi'nde gözlü gnayslara yer yer rastlanmıştır. Tosbağa Tepe, Keltepe civarında gözlenen metamorfik kayaçlar başlıca şist, gnays, kuvarsit türü kayaçlardır. Bu bölgede çok az da olsa mermer mostraları gözlenmiştir. Aktaş köyünün batı, kuzeybatı, doğu, kuzeydoğu kesimlerinde Sineksizyayla Formasyonuna ait metagabro türü kayaçların hakim olduğu gözlenmiştir. Aktaş köyü yerleşim merkezinin kuzeydoğusunda eski bir ignimbirit ocağı bulunmaktadır. İgnimbiritler inceleme alanının kuzey kısmını kaplamakta ve yer yer 20 metre kalınlıklarda mostralar vermektedir. Arazi gözlemlerine ve yapılan haritalama çalışmalarına bağlı olarak enine kesitler hazırlanmış ve birimlerin arazide belirlenemeyen kalınlıkları da yaklaşık olarak tanımlanmıştır (Şekil 1).

**3.2. İncelenen Örneklerin Petrografik Özellikleri**

Gümüşler Formasyonu içerisinde en geniş yayılımı sunan gnayslar ayrışma etkileri belirgin olup, çatlaklar düzenli ve sık gelişmiştir. Çatlak yüzeylerinde hidrotermal etkiler sonucu boyanmalar gözlenmiştir. Yapılan ince kesit incelemelerinde örnekte lineasyon belirgin olup kuvars ve biyotitler yaygın olarak gözlenmiştir. Kayaç nematoganoblastik dokuludur (Şekil 2a). Gümüşler Formasyonu içerisinde gnayslarla ara tabakalı, çeşitli renkler sunan mermerler mercek ve bantlar halinde görülmektedir. Yapılan ince kesit incelemelerinde iri kalsit

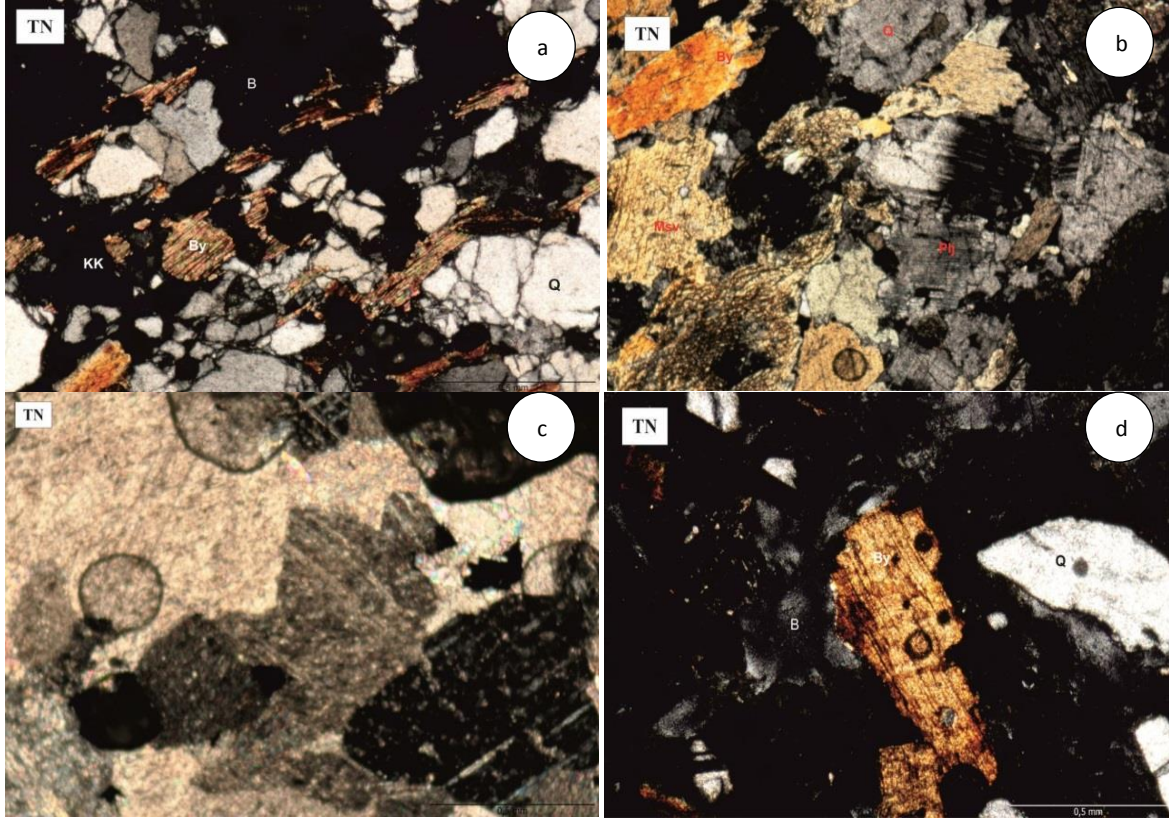
M. KORKANÇ, T. ŞENER, B. DOĞAN, T. BAŞKARA

minerallerinden oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 2b). Gabrolar yaklaşık eş taneli yoğun piroksen ve plajiyoklas minerallerinden oluşmuş olup, yarı özsekilli taneseli bir doku gözlenmiştir (Şekil 2c). İgnimbirit örneklerinde kül matriksi içerisinde iri fenokristal halinde plajiyoklaz, biyotit ve kuvars mineraller gözlenmiştir. Kayaç porfirik dokuludur. Ayrıca hamurca kayaç kırıntılarının ve boşlukların fazlaca yer aldıkları belirlenmiştir (Şekil 2d).



Şekil 1. Gümüşler-Aktaş (Niğde) yöresinin jeolojisi ve birimlerin jeolojik ilişkileri

GÜMÜŞLER-AKTAŞ (NİĞDE) BÖLGESİNİN GENEL JEOLojİSİ VE YAPI MALZEMESİ POTANSİYELİ



Şekil 2. İncelenen örneklere ait ince kesit fotoğrafları. a) Gnays, b) Gabro c) Mermer, d) İgnimbirit (TN: Tek Nikol, büyütme: 4X)

### 3.3. İncelenen Kayaçların Mühendislik Özellikleri

#### 3.3.1. Fiziksel Özellikler

Gümüşler ve Aktaş yöresinden alınan şist, mermer, gabro ve ignimbirit örnekleri üzerinde gerçekleştirilen deneyler, TSE 699 [23] ve ISRM [24]'de önerilen yöntemlere göre boy/çap oranı 2,5-3,0 olan ve NX çapında karot örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu litolojilere ait kuru ve doymun birim hacim ağırlık, ağırlıkça su emme, porozite deneylerinden elde edilen veriler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. İncelenen kayaçların fiziksel deneylerden elde edilen verileri (ortalama değerler verilmiştir)

Örnek	Deney sayısı	Kuru birim hacim ağırlık, $\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	Doymun birim hacim ağırlık, $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	Ağırlıkça su emme, $a_w$ (%)	Porozite, $n_e$ (%)
İgnimbirit	5	13,61±0,22	16,80±0,31	23,46±2,23	32,53±2,94
Mermer	5	26,48±0,24	26,49±0,24	0,03±0,02	0,09±0,04
Gabro	4	28,46±0,42	28,48±0,43	0,08±0,03	0,23±0,09
Şist	4	25,79±0,41	26,05±0,42	0,99±0,19	2,61±0,50

Kuru birim hacim ağırlık değeri kayaçların bileşim ve dokusu ile yakından ilişkilidir. Pratikte birim hacim ağırlıkları yüksek olan kayalar genellikle düşük poroziteli, düşük su emmeli ve yüksek özgül ağırlık değerlerine sahiptir [26]. Deneyler sonucu elde edilen birim ağırlıklar NBS [27]'ye göre sınıflandırıldığında; ignimbiritler "çok düşük", şistler "düşük", mermerler "orta" ve gabrolar ise "yüksek" birim ağırlığa sahip kayaç olarak tanımlanmıştır. İncelenen örnekler porozite değerlerine göre; mermer ve gabrolar çok kompakt, şist orta boşluklu, ignimbirit ise çok boşluklu kayaçlardır [28].

Bir kayacın su emme kabiliyeti içerdiği boşluklar ve mineral içeriği ile ilgili olup genellikle su emmesi yüksek olan kayaçların dayanımları daha az olmaktadır. Bunun yanı sıra su emme yeteneği yüksek olan kayaçlarda

M. KORKANÇ, T. ŞENER, B. DOĞAN, T. BAŞKARA

donma olayları sonucu fiziksel ayrışmanın verebileceği zararlar nedeniyle su emmenin düşük olması istenir. Don olayları dışında, kayaç bünyesine emilen su, kayaçların kimyasal olarak da ayrışmasına sebep olur [29]. Dolayısıyla incelenen örnekler arasında su emme oranı en fazla olan ignimbiritlerin dış atmosferik olaylardan en fazla etkilenecek kayaçlar arasında olduğu unutulmamalıdır.

### 3.3.2. Mekanik Özellikler

Yapı malzemesi olarak kullanılacak kayaçların mekanik özelliklerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Aynı kayaçlara ait blok örnekler üzerinde hazırlanan karot, parça ve küp örnekler üzerinde kayaçların yüzeysel aşınma, tek eksenli basınç dayanımı, sonik hız ve suda dağılmaya karşı duraylılık deneyleri uygulanmıştır. Bu deneylerde de TSE 699 [24] ve ISRM [25]'de önerilen yöntemler göz önünde bulundurulmuştur. Deneylerden elde edilen veriler Tablo 2'de sunulmuştur.

**Tablo 2.** İncelenen örneklerin bazı indeks ve mekanik özellikleri (ortalama değerler verilmiştir)

Örnek	Deney sayısı	Böhme yüzeysel aşınma oranı, BAV (%)	Tek eksenli basınç dayanımı, $\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	P-dalga hızı değeri, $V_p$ (m/s)	Suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi, $I_2$ (%)
İgnimbirit	2	52,81±3,54	108±7,10	1347,19±26,67	98,60±0,07
Mermer	2	30,41±3,07	466±27,1	4025,68±19,07	-
Gabro	2	23,28±4,02	1250±20,1	6863,00±12,41	-
Şist	2	46,3±5,54	210±7,71	2836,68±46,06	-

Bu verilere bakıldığında en çok ignimbiritlerin, en az ise gabroların aşındığı görülmektedir. Buna göre aşınmaya maruz kalacak alanlarda kullanılması durumunda ignimbiritlerin en az dayanıklı kayaçların olduğunu söyleyebiliriz.

Yapı malzemesi olarak kullanılması önerilen kayaçların mekanik özelliklerinin belirlenmesi aşamasında tek eksenli basınç direnci en çok tercih edilen deneysel çalışmalardan biridir. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen verilere göre, şistlerden ortalama 210 kg/cm<sup>2</sup>, ignimbiritlerden ise ortalama 108 kg/cm<sup>2</sup> olan basınç dayanımı değerleri elde edilmiş olup Deere ve Miller [30]'e göre “çok düşük” dayanımlı kaya sınıfında yer almaktadır. Şistlerde bu derece düşük dayanım değerlerinin elde edilmesinde, ayrışma ve şistozite etkilerinin belirgin olduğu düşünülmektedir. Mermerlerden elde edilen ortalama 466 kg/cm<sup>2</sup>’lik basınç dayanımı değerine göre, “düşük” dayanımlı kaya, gabrolardan ise ortalama 1250 kg/cm<sup>2</sup>’lik basınç dayanımı değerleri elde edilmiş ve “yüksek” dayanımlı kaya sınıfında yer aldıkları belirlenmiştir.

Sonik hız, kayaçların yoğunluğu, tane şekli ve büyüklüğü, içerdiği süreksizlikler, porozitesi, suyun içeriği ve dolayısıyla ayrışma dereceleri ile yakından alakalıdır. Sonik hızın bilinmesiyle kayaçların dayanım ve ayrışma derecelerinin belirlenmesine de bir yaklaşımda bulunulabilir [31]. İncelenen kayaçlardan gabrolar ve mermerlerden elde edilen yüksek P-dalga hızları bu litolojilerin dayanımları en yüksek ve boşluklarının az olduğunu göstermekte olup, yapılan deneylerle benzer sonuçlar elde edilmiştir. Porozite ve su emme açısından da düşük P-dalga hızına sahip şist ve ignimbiritlerden yüksek porozite ve yüksek su emme değerleri elde edilmiştir. İncelenen örnekler P-dalga hızları açısından NBG [27]'ye göre, ignimbiritler “çok düşük”, şistler “düşük”, mermerler “orta” ve gabrolar ise “yüksek” sismik hızı sahip kaya grubunda yer almaktadır.

Özellikle tuf, marn ve kil içeren zayıf kayaların ıslanma ve kuruma sonucunda parçalanma ve zayıflamaya karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla, suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneylerinin yapılması önerilmektedir. İgnimbiritler üzerinde iki deney numunesi üzerinde 2 çevrim olarak yapılan suda dağılmaya karşı duraylılık indeksi deneylerinden ortalama %98,60 olan değerler elde edilmiştir. İncelenen ignimbiritler Gamble [32]'e göre suda dağılmaya karşı, “son derece yüksek duraylılığa” sahip kayaçtır. Bilindiği gibi bu deney zayıf kayaçlar için önerilen bir deney olup mermerler, gabro ve şistler gibi sağlam kayaçlara uygulanmamaktadır. Bu nedenle sadece ignimbiritler üzerinde uygulanmıştır.

### 3.4. İncelenen Kayaçların Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılması Durumunda Standartlarda Belirtilen Kullanım Limitleriyle Karşılaştırılması

Bölgede yayılım sunan kayaçlardan alınan blok numuneler üzerinde gerçekleştirilen deneysel çalışmalardan elde edilen verilerin bir kısmı standartlarda kullanım açısından değerlendirme parametresi olarak kullanılmaktadır. İncelenen litolojiler için TSE standartlarında gabro ve mermerlerin yapı ve kaplama taşı olarak kullanılmasına yönelik limit değerler verilmiştir. Bu çalışmada gabro ve mermerler için elde edilen bu

**GÜMÜŞLER-AKTAŞ (NİĞDE) BÖLGESİNİN GENEL JEOLojİSİ VE YAPI MALZEMESİ POTANSİYELİ**

fizikomekanik özelliklerin ortalama değerleri ile TSE standartlarında öngörülen kullanım limitleriyle karşılaştırılmış ve karşılaştırma sonucu değerlendirmeler Tablo 3’de sunulmuştur.

Buna göre, incelenen gabro ve mermerlerin birim ağırlık ile su emme değerleri standartlarda belirtilen kullanım limitleriyle uyumludur. Tek eksenli basınç dayanımı için gabrolar döşeme ve kaplama için uygun iken incelenen mermerler sadece kaplama taşı için söz konusu standart değerleri karşılamaktadır. Yüzeysel aşınma değerleri açısından gabrolar sadece kaplama taşı kullanım limiti değerlerini karşılarken, mermerlerden elde edilen yüzeysel aşınma kayıpları ise standartlarda belirtilen kullanım limitlerini karşılamamaktadır. İncelenen gabro mermerlerin ayrışma etkilerinden uzak alanlardan alınan örneklerin değerlendirilmesi ile standartlarda belirtilen limitleri karşılayacağı düşünülmektedir.

**Tablo 3.** Gabro ve mermerlerin standart kullanım limitleriyle karşılaştırılması

Özellik	TS 10834 Gabro			TS 10449 Mermer		
	Bulunan Değer	Değerlendirme	Standart değer	Bulunan Değer	Değerlendirme	Standart değer
Birim ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	2,85	U	>2,6	2,65	U	2,55-2,8 arasında
Su emme (%)	0,08	U	> 0,4	0,09	U	> 0,4
Tek eksenli basınç (kg/cm <sup>2</sup> )	1250	U	Döşeme için > 1200	466	UD	Döşeme için > 500
		U	Kaplama için > 800		U	Kaplama için > 300
Yüzeysel aşınma (cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup> )	23,32	UD	Döşeme için <15	30,41	UD	Döşeme için <15
		U	Kaplama için <25		UD	Kaplama için <25

U: Uygun, UD: Uygun Değil

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışma Niğde ilinin yakın dolayında yer alan Gümüşler-Aktaş dolayında gerçekleştirilmiştir. Öncelikle bölgede yayılım sunan birimlerin jeolojik özellikleri ortaya konulmuş daha sonra bölgede yayılım sunan kayaların mühendislik özellikleri ortaya konulmak üzere deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. İncelenen kayaların fiziksel özelliklerinden porozite açısından Moos-Guervain [28]’e göre, ignimbiritlerin porozitesi ortalama %32,53 ile “çok boşluklu kayaç”, mermerlerin ortalama %0,09 ile “çok kompakt kayaç”, gabroların ise ortalama %0,23 ile “çok kompakt kayaç” ve şistlerin ise ortalama %2,61 ile “orta boşluklu kayaç” oldukları belirlenmiştir.

Yörede yayılım sunan kayaçların tek eksenli basınç deneyleri sonucunda Deere ve Miller [30]’e göre yapılan kaya sınıflamasına göre ignimbiritler ve şistler “çok düşük dayanımlı kaya”, mermerler ise “düşük dayanımlı kaya”, gabrolar ise “yüksek dayanımlı kaya” sınıfında yer almaktadır.

Bölgede bulunan ignimbiritlerin aşınmaya karşı olan çok düşük direnç göstermeleri nedeni ile döşeme malzemesi olarak kullanılmaları uygun görülmemektedir. Aşınmaya karşı dayanımı en yüksek olan kayaç gabrolar olmasına karşın aşınmaya maruz kalacak alanlarda döşeme malzemesi olarak kullanılması durumunda standartlarda belirtilen değerleri karşılamamaktadır.

Bölgede bulunan mermerler blok verimlerinin düşük olması ve yüksek saflıkları yoğun olarak kırma-öğütme yapılarak mikronize hale getirilmekte, gerek ulusal gerekse de uluslararası piyasalara arz edilen en önemli hammadde grubudur. Gabroların ayrışmamış olan kesimleri yüksek dayanıma sahip olup, yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılabilir ölçüdedir. Şistler bölgede geniş yayılım sunmakta olup bol ayrışma ve süreksizlikleri nedeniyle gerekmesi durumunda dolgu malzemesi olarak kullanımı için ayrıntılı araştırmalar yapılmalıdır. Yörede yayılım sunan ignimbiritler, yörede geçmiş dönemlerde yapı taşı olarak gerek mesken gerekse de bahçe duvarı yapımında kullanılmış olup günümüzde bu kullanımını giderek kaybetmektedir. Zayıf özellikler göstermesi ve sudan etkilenmesi nedeniyle suyla temas etmeyen kesimlerde kullanımı özendirilmelidir.

**KAYNAKLAR**

- [1] ERKANOL, D., AYDINDAĞ, K., “Diyarbakır Mermer Potansiyel Alanları Maden Jeolojisi Raporu”, MTA Raporu, Derleme No: 11421 s. 279, Ankara, (yayınlanmamış). 2011.
- [2] GÖNCÜOĞLU, M.N., “Geologie des Westlichen Niğde Massivs”, Doktora Tezi 180 s. Bonn (yayınlanmamış). 1977.
- [3] GÖNCÜOĞLU, M.C., “Niğde Masifinin Jeolojisi”, İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, Türkiye Jeo. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 16-19. Ankara, Türkiye, 1981.
- [4] GÖNCÜOĞLU, M.C., “Niğde Masifinde Viridin Gnaysın Kökeni”, Türkiye Jeo. Kur. Bült., 24, 45-52, 1981.
- [5] GÖNCÜOĞLU, M.C., “Niğde Masifi Batı Yarısının Jeolojisi”, MTA Raporu Derleme No:7856, (yayınlanmamış), Ankara, 1985.
- [6] ATABEY, E., AYHAN, A., “Niğde-Ulukışla-Çamardı-Çiftehan Yöresinin Jeolojisi”, MTA Raporu, Rapor No:957, (yayınlanmamış), Ankara, 1986.
- [7] GÖNCÜOĞLU, M.C., “Geochronological Data from the Southern Part (Niğde area) of the Central Anatolian Massif”, Bulletin of Mineral Research and Exploration Institute (MTA), 105/106: 83–96, 1986.
- [8] GÖNCÜOĞLU, M.C., TOPRAK, V., KUŞÇU, İ., ERLER, A., OLGUN, E., “Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm I: Güney Kesim”, Turkish Petroleum Corporation Report No. 2909 (in Turkish), 1991.
- [9] GÖNCÜOĞLU, M.C., TOPRAK, V., “Neogene and Quaternary Volcanism of Central Anatolia: A Volcano-Structural Evaluation”, Bulletin de la Section de Volcanologie, So Geol., 26, 1-6, 1992.
- [10] AKÇAY, M., MOON, C.J., SCOTT, B.C., “Fluid Inclusions and Chemistry of Tourmalines from the Gümüşler Sb-Hg±W Deposits of the Niğde Massif (Central Turkey)”, Chemie Der Erde., 55, 225-236, 1995.
- [11] WHITNEY, D.L., DİLEK, Y., “Core Complex Development in Central Anatolia”, Geology, 25, 1023–1026, 1997.
- [12] WHITNEY, D.L., DİLEK, Y., “Metamorphism during Crustal Thickening and Extension in Central Anatolia: the Niğde Metamorphic Core Complex”, Journal of Petrology, 39, 1385–1403, 1998.
- [13] WHITNEY, D.L., TEYSSIER, C., DİLEK, Y., FAYON, A.K., “Metamorphism of the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey: Influence of Orogen-Normal Collision vs Wrench Dominated Tectonics on P–T–t paths”, Journal of Metamorphic Geology, 19, 411–432, 2001.
- [14] WHITNEY, D.L., TEYSSIER, C., FAYON, A.K., HAMILTON, M.A., HEIZLER, M.T., “Tectonic Controls on Metamorphism, Partial Melting, and Intrusion: Timing and Duration of Regional Metamorphism and Magmatism in the Niğde Massif, Turkey”, Tectonophysics, 376, 37-60, 2003.
- [15] WHITNEY, D.L., HAMILTON, M.A., “Timing of High-Grade Metamorphism in Central Turkey and the Assembly of Anatolia”, Journal of the Geological Society, London 161, 1-6, 2004.
- [16] WHITNEY, D.L., TEYSSIER, C., HEIZLER, M.T., “Gneiss Domes, Metamorphic Core Complexes, and Wrench Zones: Thermal and Structural Evolution of the Niğde Massif, Central Anatolia”, Tectonics, 26, 5, 1-16, 2007.
- [17] WHITNEY, D.L., UMHOEFER, P.J., TEYSSIER, C., FAYON, A.K., “Yo-yo Tectonics of the Niğde Massif during Wrenching in Central Anatolia”, Turkish Journal of Earth Sciences, 17:209-217, 2008.
- [18] YURTMEN, S., ROWBOTHAM, G., “Geochemistry, Mineralogy and Petrogenesis of the Northeast Niğde Volcanics, Central Anatolia, Turkey”, Geological Journal, 37: 189–215, 2002.
- [19] FENER, M., “Niğde Bölgesindeki Formasyonların Deneysel Yöntemler Sonucu Beton Agregası Olarak Kullanıma Uygunluğu”, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s. 99, (yayınlanmamış), 2001.
- [20] KORKANÇ, M., “Niğde Yöresi Bazaltlarının Alternatif Agregası Olarak Değerlendirilmesi”, İ.Ü. Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, s. 226, (yayınlanmamış), 2004.
- [21] KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., “Evaluation of Selected Basalts from Niğde, Turkey, as Source of Concrete Aggregate”, Engineering Geology, 75, 291–307, 2004.
- [22] KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., “Evaluation of Selected Basalts from the Point of Alkali-Silica Reactivity”, Cement and Concrete Research, 35, 505-512. 2005.
- [23] TSE 699, “Doğal Yapı Taşları - İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri”, 42 s, 2009.
- [24] INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS (ISRM), “The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization. Testing and Monitoring: 1974-2006”. Suggested Methods prepared by the Commission on Testing Methods, ISRM, R. Ulusay and .A. Hudson (eds.), Kozan Ofset, Ankara, 628 p, 2007.

*GÜMÜŞLER-AKTAŞ (NİĞDE) BÖLGESİNİN GENEL JEOLJİSİ VE YAPI MALZEMESİ POTANSİYELİ*

- [25] KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., SAVRAN, A., ÖZGÜR, F.Z., “Structural–Geological Problems in Gümüşler Archeological Site and Monastery”, *Environmental Earth Sciences*, 73 (8), 4525-4540, 2015.
- [26] ERGUVANLI K., “Mühendislik Jeolojisi”, İTÜ Gümüşsuyu Matbaası, İstanbul, 590 s, 1975.
- [27] NORWEGIAN GROUP FOR ROCK MECHANICS (NBG) “Engineering Geology and Rock Engineering”. Handbook No. 2, 1985.
- [28] MOOS, A.V., QUARVAIN, F. DE., “Technische Gesteinkunde”, Verlag Birkhauser Basel, 1948.
- [29] KORKANÇ, M., “Deterioration of Different Stones Used in Historical Buildings within Nigde Province, Cappadocia”, *Construction and Building Materials*, 48, 789–803, 2013.
- [30] DEERE, D.U., MILLER, R.P., “Engineering Classification and Index Properties for İntact Rock”, Technical Report No. AFWL-TR-65-116, Air Force Weapons Lab., Kirtland Air force Base, 308 pp, 1966.
- [31] KAHRAMAN, S., “A Correlation between P-wave Velocity, Number of Joints and Schmidt Hammer rebound Number”, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 38, 729-733, 2001.
- [32] GAMBLE, J.C., “Durability–Plasticity Classification of Shales and Other Argillaceous Rocks”, PhD Thesis, Geology, University of Illinois, Urbana, 1971.