



Araştırma Makalesi / Research Article

Doğal Taşların Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Bazalt- Kalker-İgnimbirit Taş Örnekleri Üzerinde Karşılaştırmalı Analizler ve Değerlendirmesi

Comparative Analysis and Evaluation of Physico-Mechanical Properties of Natural Stones on Limestone-Ignimbrite-Basalt Stone Samples

Kader BARAN ¹, Nursen IŞIK ^{2,*}

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 21280, Diyarbakır, Türkiye

² Dicle Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<https://doi.org/10.55007/dufed.1654429>

MAKALE BİLGİSİ

Makale Tarihi

Alınış, 09 Mart 2025

Revize, 09 Temmuz 2025

Kabul, 11 Temmuz 2025

Online Yayınlama, 03 Ekim 2025

Anahtar Kelimeler

Doğal taş, Bazalt, İgnimbirit, Mardin (kalker) taşı, Dayanım

ARTICLE INFO

Article History

Received, 09 March 2025

Revised, 09 July 2025

Accepted, 11 July 2025

Available Online, 03 October 2025

Keywords

Natural stone, Basalt, Ignimbrite, Mardin stone, Strength

ÖZ

Barınma gereksinimi, insanlık tarihi sürecinde en temel ihtiyaçlardan biri olmuştur ve bu amaçla çeşitli yapı malzemeleri kullanılmıştır. Doğal taşlar, doğada yaygın bulunmaları, kolay temin edilmeleri ve dayanıklılıkları nedeniyle yapıların ana malzemesi olarak öne çıkmıştır. Bölgesel olarak farklı fiziksel ve mekanik özellikler sergileyen doğal taşlar, bulundukları bölgeye göre çeşitli yapılarda kullanılmıştır. Geleneksel yapıların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için kullanılan malzeme ve tekniklerin iyi bilinmesi önemlidir. Bu çalışmada, Diyarbakır, Mardin ve Bitlis-Ahlat'ta bulunan mimari yapılardaki doğal taşların çeşitli deneylerle fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Deneyler; nokta yük dayanım indeksi, Los Angeles aşınma kaybı, tek eksenli basınç dayanım, Schmidt çekici deneylerini kapsamaktadır. Sonuç olarak, taş numuneler üzerinde yapılan deneylerde dayanımı en yüksek taş malzemenin bazalt, en düşük dayanım değerleri Bitlis-Ahlat taşında tespit edilmiştir. Çalışmada seçilen ve farklı özellikteki doğal taş türlerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırmalı analizleri sunulurken, bu analizler doğrultusunda tablo ve grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca yapılan bu çalışma, gelecekte yapılacak akademik araştırmalar ile mimari-inşaat sektöründe kullanılacak bu taşlara yönelik bilimsel bir temel oluşturmayı amaçlamaktadır.

ABSTRACT

The need for shelter has been one of the most basic needs throughout human history, and various building materials have been used for this purpose. Natural stones have come to the fore as the main material of buildings due to their abundance in nature, easy availability and durability. Natural stones, which exhibit regionally different physical and mechanical properties, have been used in various structures depending on the region they are located in. It is important to know well the materials and

***Sorumlu Yazar**

E-posta Adresleri: kaderbarann@gmail.com (Kader BARAN), isikcn@gmail.com (Nursen IŞIK)

techniques used to protect and ensure the sustainability of traditional buildings. In this study, the physical and mechanical properties of natural stones in architectural structures in Diyarbakır, Mardin and Bitlis-Ahlat were determined through various experiments. Experiments: It includes point load strength index, Los Angeles wear loss, uniaxial compressive strength and Schmidt hammer tests. As a result, in the experiments conducted on stone samples, the highest strength stone material was determined to be basalt, while the lowest strength values were determined in Bitlis-Ahlat stone. In the study, comparative analyses of the physical and mechanical properties of the selected and different types of natural stones were presented, and tables and graphs were created in line with these analyses. In addition, this study aims to create a scientific basis for these stones to be used in the architecture-construction sector with future academic research.

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca doğal taşlar, yapıların ve mekânların inşasında en temel ve dayanıklı malzemelerden biri olarak kullanılmıştır. Bu malzemenin binlerce yıl boyunca tercih edilmesinin ardında, doğada bol miktarda bulunması, çeşitli litolojik türlerde mevcut olması, kolay işlenebilmesi, yüksek basınç dayanımına sahip olması ve herhangi bir bağlayıcı malzemeye ihtiyaç duymadan sağlam yapılar oluşturabilme özelliği gibi hem pratik hem de yapısal avantajlar yer almaktadır. Bu doğal nitelikler, taşları yalnızca geleneksel mimaride değil, aynı zamanda anıtsal ve altyapısal yapılarda da tarih boyunca vazgeçilmez kılmıştır [1].

Yüzyıllar boyunca ayakta kalabilen taş yapılar, geçmiş medeniyetlerin teknolojik birikimini yansıttıkları gibi, arkeolojik ve mimarlık tarihine ilişkin araştırmalarda da büyük önem taşımaktadır. Tarihsel süreç incelendiğinde, farklı coğrafyalarda insanlar tarafından inşa edilen en eski ve en dayanıklı eserlerin çoğunlukla taş yapılardan oluştuğu görülmektedir [2].

Bir doğal taşın yapı malzemesi olarak seçilmesini etkileyen başlıca faktörler arasında taşın litolojik türü, kalitesi, çıkarıldığı bölge, mekanik ve çevresel koşullara karşı direnci yer almaktadır. Türkiye’de geleneksel mimaride doğal taş kullanımı ülke genelinde yaygın olmakla birlikte, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgeleri taş mimarinin yoğun olarak gözlendiği önemli alanlardır. Bu bölgelerin jeolojik yapısı, başta volkanik (magmatik) ve tortul (sedimanter) taşlar olmak üzere farklı kayaç türlerinin yapı malzemesi olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Diyarbakır bazaltı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşının (İğnimbirit) mimari uygulamalardaki kullanım alanlarını tespit etmek ve bu taşların fiziksel ve mekanik özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemektir. Söz konusu taşlar, hem geleneksel hem de çağdaş yapı üretiminde yaygın olarak kullanılan malzemeler arasında yer almakta olup, yapıların taşıyıcılığı ve uzun ömürlülüğü açısından kritik öneme sahiptir.

Araştırma kapsamında, ilgili bölgelerdeki taş ocaklarından temsili örnekler sistematik biçimde toplanmış ve standart boyutlara uygun şekilde işlenmiştir. Her bir örneğin yüzeyi deneysel doğruluk sağlamak amacıyla düzeltilmiş, ardından dört temel laboratuvar testi uygulanmıştır: Taşın eksenel basınca karşı gösterdiği direnci belirleyen tek eksenli basınç dayanımı deneyi, taşın lokal çekme ve kesme dayanımını ölçen nokta yük dayanım indeksi deneyi, yüzey sertliğini darbe etkisine göre değerlendiren Schmidt çekici geri tepme deneyi ile taşın aşınmaya ve mekanik parçalanmaya karşı direncini ölçerek, yapı sektöründeki performansını simüle eden Los Angeles aşınma deneyi yapılmıştır.

Tüm deneyler kontrollü laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiş, elde edilen veriler istatistiksel analizlere tabi tutularak üç taş türü arasındaki performans farkları bilimsel temelde değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Diyarbakır bazaltının en yüksek basınç dayanımına ve aşınma direncine sahip olduğunu, dolayısıyla yüksek taşıyıcılık gerektiren uygulamalar için son derece uygun olduğunu göstermektedir. Mardin kalker taşı orta düzeyde performans sunmakta olup, özellikle mimari süsleme ve duvar yapımında tercih edilmektedir. Bitlis-Ahlat taşının (ignimbirit) ise nispeten düşük mekanik direnç sergilemesine karşın, kolay işlenebilirliği ve estetik dokusu nedeniyle geleneksel mimaride özellikle cephe ve dekoratif elemanlarda yaygın biçimde kullanılmıştır.

Çalışmada elde edilen bulgular, yalnızca test edilen örneklerle sınırlı olup; örnekleme yöntemi, numune boyutu ve taşın doğal heterojenliği gibi değişkenlerden etkilenebilmektedir. Ancak bu sınırlılıklara rağmen çalışma, Anadolu'daki önemli doğal taş türlerinin teknik özelliklerini ortaya koyarak, mühendislik ve mimarlık alanlarında doğru malzeme seçimi için güvenilir bir bilimsel temel sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu araştırma, hem yapı malzemeleri bilimine katkı sağlamayı hem de doğal taşların doğru biçimde belgelenmesi yoluyla tarihî taş yapılarla ilgili koruma, onarım ve yeni yapı üretiminde bilinçli karar süreçlerine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, yapı malzemesi olarak kullanılan üç farklı doğal taş türü Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat ignimbirit taşı araştırma materyali olarak seçilmiştir. Farklı jeolojik özelliklere sahip bu taş türlerinin karşılaştırılabilmesi amacıyla, söz konusu taşların çıkarıldığı bölgelerdeki taş ocaklarından temsili numuneler alınmış ve deneysel analizlerde kullanılmak üzere ilgili standartlara uygun boyutlarda kesilerek hazırlanmıştır.

Araştırmanın ilk aşamasında, doğal taşların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine daha önce yapılmış akademik çalışmaların incelendiği kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu

tarama ile kullanılan deneysel yöntemler ve benzer taş türlerine ilişkin elde edilmiş bilimsel bulgular değerlendirilmiştir.

İkinci aşamada, seçilen taş türlerinin mimari yapılarda kullanım biçimlerini ve alanlarını yerinde gözlemek amacıyla saha çalışmaları yürütülmüştür. Diyarbakır, Mardin ve Bitlis-Ahlat şehirlerinde gerçekleştirilen bu saha çalışmaları sırasında söz konusu taşların çeşitli yapılarda nasıl kullanıldığı belgelenmiş; elde edilen veriler görsel materyaller (fotoğraflar) ile desteklenerek arşivlenmiştir.

Saha gözlemleri ve literatür incelemesi sonrasında, taş ocaklarından temin edilen örnekler üzerinde taşların fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemeye yönelik deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Uygulanan deneyler arasında özgül ağırlık ve su emme gibi fiziksel testlerin yanı sıra tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanım indeksi, Schmidt çekici testi ve Los Angeles aşınma direnci gibi mekanik testler yer almaktadır.

Elde edilen deneysel veriler, istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve üç farklı taş türü arasındaki performans farklılıkları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Tüm deneyler, ilgili test cihazları hakkında önceden yapılan teknik incelemeler doğrultusunda, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'ne bağlı malzeme laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deney süreci, laboratuvar yetkililerinin gözetiminde ve standart test protokollerine uygun şekilde tamamlanmıştır.

Bu kapsamlı yaklaşım, araştırmanın teorik ve uygulamalı yönünü güçlendirmiş; doğal taşların yapı sektöründeki yerini bilimsel temellere dayalı olarak değerlendirmeye olanak sağlamıştır.

2.1 Doğal Taşlar

Doğal taşlar, geniş coğrafi alanlara yayılmış yataklarının sağladığı erişilebilirlik sayesinde, antik çağlardan günümüze kadar dünya genelinde en yaygın kullanılan yapı malzemelerinden biri olmuştur. Bu malzeme yalnızca ilkel toplulukların barınma gibi temel gereksinimlerini karşılamakla kalmamış; aynı zamanda estetik beğenileri ve sanatsal ifade biçimlerini de şekillendiren önemli bir araç işlevi görmüştür. Taş işçiliğinde geliştirilen teknikler ve malzeme üzerindeki ustalık, dönemin sınırlı teknolojik olanaklarına rağmen, taşların uzak mesafelere taşınması ve karmaşık yapılar inşa edilmesi sürecinde sergilenen yüksek düzeyde mühendislik zekâsı ile birleşerek, antik uygarlıkların bugünkü mimarlık tarihi açısından hayranlık uyandıran başarıları ortaya koymasını mümkün kılmıştır [3].

İnsanoğlunun ilk yerleşik yaşama geçtiği dönemlerden itibaren, doğal taşlar yapı malzemesi olarak kritik bir rol üstlenmiştir. Bu yaygın kullanımın arkasında, doğal taşların bazı temel özellikleri belirleyici olmuştur. Bunlar arasında taşın doğada bol miktarda bulunması, farklı jeolojik kökenlere bağlı olarak çeşitli türlerinin mevcut olması, nispeten basit araçlarla işlenebilmesi, yüksek basınç

dayanımı göstermesi ve çoğu zaman harç gibi bağlayıcı malzemelere ihtiyaç duyulmaksızın kendi kütleli yapısıyla stabilite sağlayabilmesi yer almaktadır. Bu nitelikler, doğal taşları hem antik hem de modern dönemlerde tercih edilen bir yapı malzemesi konumuna taşımıştır.

Özellikle tarihsel süreçte taşın taşıyıcılık kapasitesinin yanı sıra termal kütle özelliği, yangına dayanıklılığı ve zamana karşı gösterdiği direnç gibi fiziksel avantajları, onu anıtsal yapılardan gündelik barınma birimlerine kadar çok çeşitli yapılarda vazgeçilmez bir malzeme haline getirmiştir. Bu bağlamda doğal taş, yalnızca fonksiyonel bir yapı elemanı değil, aynı zamanda kültürel ve estetik bir ifade aracı olarak da mimarlık tarihinde önemli bir yer edinmiştir.

2.1.1. Diyarbakır Bazalt Taşının Genel Özellikleri

Bazalt, jeolojik sınıflandırmada volkanik (ekstrüzif) magmatik kayalar arasında yer almakta olup, dünya genelinde en yaygın görülen mafik volkanik kayalardan biridir. Genellikle plajiolaz feldspat, piroksen (augit), olivin ve yer yer manyetit gibi mineraller içermektedir. Bu mineralojik bileşim, bazaltın koyu gri ile siyah arası bir renge ve yüksek yoğunluğa sahip olmasına neden olur. İnce taneli kristal yapısı, hızlı soğuma sonucu oluşmuş lavların tipik özelliğidir [4], [5].

Bazalt lavlarının düşük viskoziteye sahip olması, akışkanlıklarının yüksek düzeyde olmasına neden olur. Bu durum, bazalt lavlarının büyük alanlara yayılmasını ve soğuma sırasında beşgen ya da altıgen prizmatik sütunlar şeklinde çatlamasını mümkün kılar. Bu tür yapılar, “sütunsal ayrışma (columnar jointing)” olarak adlandırılmakta olup, soğuma yönüne dik olarak gelişen çatlak sistemleriyle tanımlanır. Bu morfolojik yapı, bazaltın kolay işlenmesini ve mimaride estetik biçimde kullanılmasını sağlar [6], [7].

Türkiye’de bazalt yatakları başta Diyarbakır, Afyonkarahisar (İscehisar, Sandıklı çevresi), Trakya, Erzurum, Nevşehir ve Kars bölgelerinde geniş yayılım göstermektedir [8]. Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki Karacadağ bazaltları, hem tarihsel mimaride hem de çağdaş yapı üretiminde önemli bir kaynak teşkil etmektedir.

Bazalt, üstün mühendislik özellikleri nedeniyle çağdaş yapı sektöründe tercih edilen doğal taş türlerinden biridir. Bu özellikler arasında öne çıkanlar:

- Yüksek basınç dayanımı: Bazaltın tek eksenli basınç dayanımı çoğunlukla 100–250 MPa arasında değişmektedir [9]. Bu değer, onu taşıyıcı sistemlerde ve zemin uygulamalarında tercih edilen taşlardan biri yapmaktadır.
- Düşük su emme oranı: Genellikle %0,3–1,0 aralığındadır. Bu özellik, bazaltı donma-çözülme çevrimlerine karşı dirençli kılar [10].

- Aşınma direnci: Los Angeles aşınma testi sonuçlarına göre bazalt düşük aşınma kaybı göstermektedir [11].
- Kimyasal ve atmosferik dayanıklılık: Bazalt, aside, bazlara ve çeşitli atmosferik etkilere karşı yüksek direnç gösterir. Bu nedenle dış cephe kaplamaları, kaldırım taşları ve bordür uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır [12].
- Termal kararlılık ve yangına dayanım: Bazalt yüksek erime noktasına (yaklaşık 1200–1300°C) sahip olduğundan, yangın riskinin yüksek olduğu yapılarda güvenli bir tercihtir [13].

Bazalt ayrıca tarih boyunca da önemli bir yapı malzemesi olmuştur. Özellikle Diyarbakır Surları, bu taşın işlenebilirliği ve dayanımı açısından çarpıcı bir örnektir. Taşın hem taşıyıcı hem de süsleme amacıyla kullanılması, onu mimaride çok yönlü bir malzeme haline getirmiştir [14].

Modern uygulamalarda bazalt; yol kaplamaları, bordür taşları, parke taşları, merdiven basamakları, cephe kaplamaları, baraj ve köprü yapıları gibi çok çeşitli mühendislik ve mimarlık alanlarında tercih edilmektedir. Ayrıca lif haline getirilerek bazalt lifi (basalt fiber) üretiminde de kullanılmakta, bu lifler betonarme takviyelerinde ve kompozit malzeme üretiminde çelik yerine çevreci bir alternatif oluşturmaktadır [15].

2.1.2. Mardin Kalker Taşının Genel Özellikleri

Kalker taşı, çökel (sedimanter) kayalar grubuna ait olup, jeolojik zamanlar boyunca kimyasal, fiziksel ve biyolojik süreçlerin etkileşimiyle oluşmuş önemli bir doğal yapı malzemesidir. Sedimentlerin uzun bir süre boyunca su, rüzgâr, buzullar ve biyolojik organizmalar gibi dış etkenlerle yüksek kotlardan taşınarak deniz, göl veya lagün gibi çökelme ortamlarında birikmesi sonucu meydana gelir. Bu süreçler sırasında kayalar belirli basınç ve sıcaklık koşullarına maruz kalarak sertleşir. Bu tür kayalara "tortul taşlar" ya da "sedimanter kayalar" adı verilir. Kalker taşı, bu gruptaki en yaygın ve tarih boyunca yapı sektöründe en fazla kullanılan taş türlerinden biridir [16].

Kireç taşları kimyasal tortul kayalar arasında sınıflandırılır ve çoğunlukla prehistorik denizel ortamlarda katmanlar halinde çökerek oluşur. Bu bağlamda, biyokimyasal tortul kayaç özelliği taşır ve çoğunlukla deniz organizmalarının kabuk ve iskelet kalıntılarından türetilmiştir. Bu taşlar, genellikle fosil ve deniz kabuğu gibi biyolojik içeriklere sahip olup, bu yönüyle paleontolojik veri sağlamada önemli bir kaynak teşkil ederler [17]. Kalker taşının ana bileşeni genellikle %90'dan daha yüksek oranda kalsiyum karbonat (CaCO_3) olup, az miktarda magnezyum karbonat (MgCO_3) içerebilir. Magnezyum karbonat oranı arttıkça bu taşlar sırasıyla dolomitik kalker taşı, kireçli dolomit ve dolomit olarak adlandırılmaktadır [18].

Yapısal ve doku özelliklerine göre farklı alt sınıflara ayrılan kireç taşlarının bazı türleri şunlardır:

- Oolittik kalker taşı: Konsantrik kabuklara sahip küçük küresel tanelerden (oolitlerden) oluşur.
- Pizolittik kalker taşı: Daha büyük çaplı (2 mm'den büyük) oolit benzeri yapılar içerir.
- Masif kalker: Katmansız ve kompakt yapıdadır.
- Gözenekli kalker: Su emme kapasitesi yüksek olup mekanik mukavemeti düşüktür.

Renk skalası ise mineralojik bileşenlere ve içerdiği yabancı maddelere bağlı olarak değişkenlik gösterir.

- Demir oksitleri → kırmızı, sarımsı renk tonları
- Mangan oksitleri → gri ve siyah tonlar
- Organik madde → siyah veya mor renklenmeler

Mardin yöresinde yaygın olarak kullanılan kalker taşı, bu bölgenin jeolojik geçmişi ve sedimantolojik ortamı nedeniyle orta sertlikte, işlenmesi kolay ve estetik açıdan homojen renklere sahip bir taş türüdür. Gözeneklilik oranının düşük olması ve homojen doku yapısı, bu taşın özellikle süsleme unsurları, cephe kaplamaları ve mimari detaylarda tercih edilmesini sağlamıştır [19].

2.1.3. Bitlis-Ahlat Taşının (İgnimbirit) Genel Özellikleri

Bitlis ilinin Ahlat ilçesi çevresinde yaygın olarak kullanılan Ahlat taşı, jeolojik literatürde ignimbirit olarak tanımlanan, volkanik kökenli bir tuf türüdür. Petrografik açıdan, andezitik bileşimli tüflerin bir alt formasyonu olarak değerlendirilen bu taş, özellikle Süphan Dağı'nın geç Miyosen–Pleyistosen dönemlerindeki volkanik aktiviteleri sonucu oluşmuştur. Yapılan jeokronolojik çalışmalara göre Ahlat taşı, yaklaşık 6.7 ± 0.15 milyon yıl ile 280 bin yıl arasına tarihlenen ardışık volkanik püskürmelerin bir ürünüdür [20], [21].

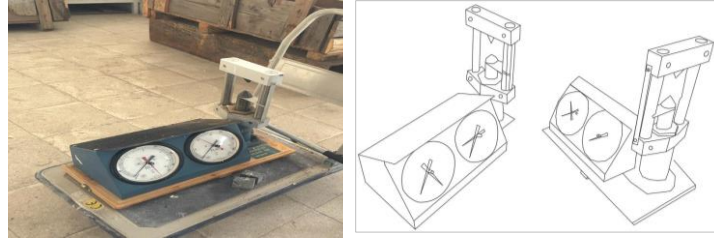
İgnimbirit, volkanik patlamalar sonucu atmosfere yayılan püskürük kül, ponza ve lav parçacıklarının yüksek sıcaklıkta yamaçlar boyunca yerçekimiyle akarak birikmesi sonucu oluşur. Bu yoğun, sıcak ve gaz içeren piroklastik akıntılar soğuyup katılaştıkça tipik ignimbirit dokusunu meydana getirir. Ahlat taşı da bu süreçlerin sonucunda katmanlar halinde çökelmiş, zamanla tektonik stres, diyajenez ve mineralli suların etkisiyle kısmen sertleşerek dayanıklı bir yapı malzemesine dönüşmüştür [22], [23].

Ahlat taşı düşük yoğunluğu ve yüksek gözenekliliği sayesinde oldukça hafif bir malzeme olmasına karşın, yüksek basınç ve dış etkenlere karşı dayanıklılık gösteren nadir tuf türlerinden biridir. Özellikle sıcaklık farklarına, dona, darbeye ve çevresel aşınmaya karşı gösterdiği direnç, onu uzun ömürlü yapılarda ideal bir malzeme haline getirmiştir [24]. Bu özellikleri dolayısıyla, özellikle kemer, tonoz, kubbe gibi yük taşıyıcı mimari elemanlarda sıkça tercih edilmektedir.

Renk skalası açısından Ahlat taşı geniş bir çeşitlilik sergiler: siyah, kül rengi, sarı, kırmızı, açık sarı, beyaz ve gri tonlarında doğal varyantlara sahiptir. Özellikle beyaz renkli ignimbirit kaynakları sınırlı olduğundan, bu tür taşlar genellikle cephe süslemeleri, yazıt panoları ve anıtsal mimaride kullanılır. Yumuşak dokusu sayesinde kolay işlenebilmesi, bu taşı hem süsleme hem de kitabe sanatında geleneksel olarak öne çıkan bir malzeme konumuna getirmiştir [25].

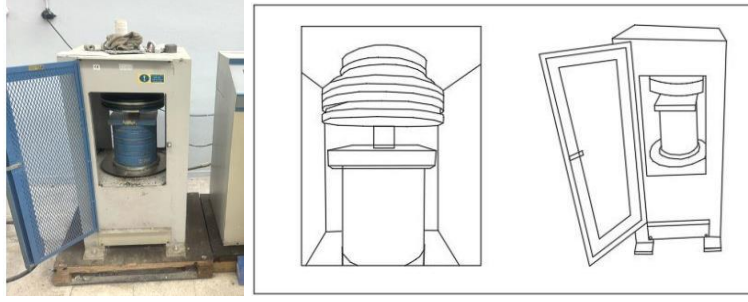
2.1.4. Laboratuvar Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Deneyler

Nokta Yük Dayanım İndeksi (Is(50)) Deneyi; Kaya ve zemin malzemelerinin taşıma kapasitesini belirlemek amacıyla uygulanan, yaygın ve pratik bir deney yöntemidir. Bu test, standartlara uygun boyutlarda hazırlanmış numunelere belirli bir yükün uygulanması ile gerçekleştirilir. Deneyin temel amacı, numunenin yüzeyine tek bir noktadan uygulanan yük altında, malzemenin kırılma dayanımını değerlendirmektir. Bu bağlamda, nokta yük dayanım indeksi, malzemenin tekil bir yük etkisinde deformasyona karşı gösterdiği direnç seviyesini ifade eden bir dayanıklılık parametresi olarak tanımlanır. Is(50) değeri, hem laboratuvar ortamında hem de arazi koşullarında kolaylıkla elde edilebilmesi sayesinde, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik çalışmalarında kaya dayanımının hızlı ve ekonomik şekilde tahmin edilmesinde sıkça kullanılmaktadır (Şekil 1).



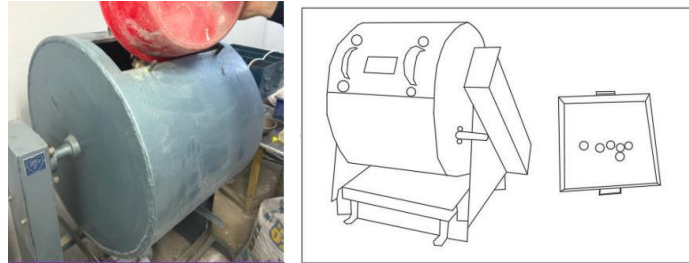
Şekil 1. Nokta Yük Dayanım Deneyi Cihazı ve Şematik Görünümü

Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi (Uniaxial Compressive Strength – UCS); Kayaçların veya yapı malzemelerinin basınç altındaki dayanım kapasitesini belirlemek amacıyla uygulanan temel mekanik deneylerden biridir. Bu deneyde, silindirik biçimde standartlara uygun olarak hazırlanmış numuneye, eksenel yönde sürekli artan bir yük uygulanır. Numune, herhangi bir yan destek olmaksızın yalnızca düşey eksenle yüklemeye tabi tutulur ve kırılma gerçekleşene kadar uygulanan maksimum yük kaydedilir. Elde edilen bu maksimum yük, numunenin kesit alanına bölünerek tek eksenli basınç dayanımı (σ_u) hesaplanır. Bu değer, mühendislik jeolojisi, jeoteknik ve yapı malzemesi karakterizasyonunda, malzemenin yük taşıma kapasitesini değerlendirmek açısından kritik bir parametre olarak kabul edilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Tek Eksenli Yük Altında Basınç Deneyi Cihazı ve Şematik Görünümü

Los Angeles Aşınma Deneyi; Agreg a malzemelerinin mekanik dayanıklılığını ve aşınmaya karşı gösterdiği direnci belirlemek amacıyla kullanılan standart bir deney yöntemidir. Bu test, agregaların darbe ve sürtünme etkileri altında maruz kalacağı aşınma miktarını simüle ederek, özellikle yol yapımı ve beton üretimi gibi mühendislik uygulamaları açısından önemli bilgiler sağlar. Deneyde, belirli granülometri aralığında hazırlanan agreg a numuneleri, çelik bilyelerle birlikte standart bir tambur içerisinde belirli bir devir sayısında döndürülür. Bu süreçte agreg a lar, hem birbirleriyle hem de tambur içindeki çelik bilyelerle çarpışarak aşınmaya uğrar. Döngü tamamlandıktan sonra, elde edilen karışım 1.7 mm'lik elek ile elenerek, ince fraksiyon (aşınma sonucu oluşan toz ve kırıntılar) ayrıştırılır. Elekten geçen malzemenin kütlesi ile toplam başlangıç kütlesi arasındaki fark, Los Angeles Aşınma İndeksi (LA değeri) olarak tanımlanır. Bu değ er, agreg anın aşınma direncini niceliksel olarak ifade eder ve daha düşük LA değ eri, daha yüksek aşınma direnci anlamına gelir (Şekil 3). Deney, genellikle ASTM C131 / C535 veya TS EN 1097-2 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilir [26], [27], [28].



Şekil 3. Los Angeles Deneyi Cihazı ve Şematik Görünümü

Schmidt Çekiç Testi; Özellikle beton, kayalar ve doğal taşlar gibi yapı malzemelerinin yüzey sertliğini ve dolaylı olarak basınç dayanımını belirlemek amacıyla geliştirilen, yaygın olarak kullanılan tahribatsız bir test yöntemidir. Testin temelinde, belirli bir önceden ayarlanmış enerjiye sahip çekiç mekanizmasının, malzeme yüzeyine uyguladığı darbe ve bu darbe sonucunda oluşan elastik geri tepme (rebound) miktarının ölçülmesi yatmaktadır. Elde edilen geri tepme değ eri, Schmidt çekici üzerinde yer alan skala aracılığıyla sayısal bir değ er olarak okunur ve bu değ er, malzemenin yüzey sertliğinin göstergesi olarak kabul edilir. Bu yöntem, malzeme numunesi üzerinde herhangi bir yapısal hasar oluşturmadan ölçüm yapılabilmesi, saha koşullarında hızlı ve pratik şekilde uygulanabilmesi gibi

avantajlara sahiptir. Ayrıca, özellikle doğal taşlarda dayanımın ilk değerlendirilmesinde yaygın olarak başvurulmuş ön test yöntemlerinden biridir. Bununla birlikte, geri tepme değeri doğrudan malzemenin basınç dayanımı ile orantılı olmayabilir; bu nedenle sonuçların kalibrasyon eğrileri veya laboratuvar testleri ile desteklenmesi önerilmektedir. Schmidt çekiç testi, yapı malzemelerinin kalite kontrolünde, mevcut yapıların dayanımının değerlendirilmesinde ve tarihi yapıların taşıyıcı elemanlarının ön incelemesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Schmidt Çekici ve Şematik Görünümü

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Yapıların dayanıklılığı ve uzun ömürlü olması, büyük ölçüde kullanılan yapı malzemelerinin fiziksel ve mekanik özelliklerine bağlıdır. Gelişen inşaat teknolojileri doğrultusunda, yapı malzemelerinden maksimum verim elde edilebilmesi için bu malzemelerin temel yapısal özelliklerinin bilimsel yöntemlerle belirlenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, doğal taşların mühendislik uygulamalarındaki performanslarını değerlendirmek amacıyla çeşitli fiziko-mekanik test yöntemleri kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, farklı jeolojik ve coğrafi kökenlere sahip üç doğal taş türü – Diyarbakır Bazaltı (volkanik kökenli), Mardin Kalker Taşı (sedimanter kökenli) ve Bitlis-Ahlat Taşı (İğnimbirit) (piroklastik volkanik kökenli) – araştırma nesnesi olarak seçilmiştir. Söz konusu taş örnekleri, ilgili bölgelerdeki taş ocaklarından temin edilmiş ve ulusal/uluslararası standartlara uygun boyutlarda hazırlanarak laboratuvar deneylerine tabi tutulmuştur.

DeneySEL çalışmalar kapsamında, her bir doğal taş türünün fiziksel ve mekanik (tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanım indeksi, Los Angeles aşınma değeri, Schmidt çekici sertlik değeri vb.) özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen deneySEL veriler karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş ve farklı taş türlerinin mühendislik özellikleri bakımından gösterdiği performanslar değerlendirilmiştir.

Bu bulgular, yapı sektöründe doğal taş kullanımında malzeme seçiminin bilimsel temellere dayanmasının gerekliliğini ortaya koymakta; ayrıca bölgesel taş türlerinin hangi tür yapı elemanlarında daha uygun şekilde kullanılabileceğine dair önemli veriler sunmaktadır.

3.1. Numunelerin Hazırlanması

Bu çalışmada fiziko-mekanik özellikleri incelenen doğal taş numuneleri; Diyarbakır bazaltı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) olmak üzere, bu taşların geleneksel ve çağdaş mimari yapılarda kullanıldığı bilinen yerel taş ocaklarından temin edilmiştir. Numuneler, söz konusu bölgelerdeki tarihi ve mevcut yapılarda yaygın olarak kullanılan taş tiplerini temsil edecek şekilde seçilmiştir. Bu yaklaşım, çalışmanın mimarlık ve yapı malzemeleri açısından bağlamla bütünleşmesini sağlamaktadır.

Ocaklardan çeşitli boyut ve şekillerde elde edilen taşlar, deneysel sürece uygun hale getirilmek amacıyla atölye ortamında 50×50 mm ölçülerinde kesilmiştir. Bu kesim işlemi, TS 699, ASTM D4543 gibi ulusal ve uluslararası standartlara uygun olarak gerçekleştirilmiş ve tüm numunelerin homojen ölçülere getirilmesi sağlanmıştır. Kesim sırasında, taşların çatlak içermeyen, sağlam ve temsil niteliği taşıyan bölümlerinin seçilmesine özen gösterilmiştir.

Numunelerin hazırlanmasında izlenen bu yöntem, deneysel sürecin bilimsel tutarlılığını sağlamakla kalmayıp, elde edilen sonuçların karşılaştırılabilirliğini ve güvenilirliğini de artırmıştır. Ayrıca, numuneler deney öncesinde sabit sıcaklık ve nem koşullarında bekletilerek dış etkenlerden arındırılmış, bu sayede test ortamına adaptasyonları sağlanmıştır.

3.2. Taş Malzeme Üzerinde Yapılan Deneyler

Doğal taşların fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması amacıyla laboratuvar ortamında dört deney yapılmıştır.

3.2.1. Nokta Yüğü Dayanım Deneyi

Bu çalışmada, doğal taşların dayanım özelliklerini belirlemek amacıyla Nokta Yük Dayanım Testi (Point Load Test) uygulanmıştır. Deneysel analizlerde kullanılacak taş numuneleri, doğrudan mimari yapılarda kullanım potansiyeli taşıyan doğal taş ocaklarından temin edilmiştir. Numuneler, Türkiye'nin farklı jeolojik ve kültürel bölgelerinde yer alan üç farklı taş türünü temsil etmektedir: Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit). Her bir taş türünden beşer adet olmak üzere toplamda 15 adet numune deneysel çalışmalarda kullanılmıştır. Numuneler, TS 699

ve ASTM D4543 standartlarına uygun biçimde laboratuvar ortamında 50×50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde nokta yük uygulamaları gerçekleştirilmiş; bu sayede numunelerin ani yüklemeler altındaki kırılma davranışları ve dayanım kapasiteleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, farklı taş türlerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak tanımış; böylece yapı malzemesi olarak kullanılabilen doğal taşların mühendislik performansları hakkında bilimsel bulgulara ulaşılmıştır (Şekil 5, Şekil 6) .



Şekil 5. Nokta Yük Dayanım Deneyinde Kullanılan Numuneler ve Deney Düzenine Yerleştirilmesi



Şekil 6. Nokta Yük Dayanım Deney Sonrası Numunelerin Durumları

3.2.2. Tek Eksenli Yük Altında Basınç Deneyi

Bu deneyin temel amacı, doğal taş numunelerinin tek eksenli ve düşey yönde uygulanan yükler altındaki dayanım kapasitelerinin belirlenmesidir. Deney, kübik geometriye sahip, homojen kayaç örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, farklı özelliklere sahip Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) olmak üzere üç taş türü seçilmiştir.

Taş malzemeler, doğrudan mimari uygulamalarda kullanılan taş ocaklarından temin edilmiştir. Ocaklardan alınan blok taşlar, TS 699 ve ASTM D4543 standartlarına uygun şekilde laboratuvar ortamında 50×50×50 mm boyutlarında kübik numuneler hâline getirilmiştir. Her taş türü için beşer adet olmak üzere toplamda 15 adet numune deney kapsamında test edilmiştir. Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri sırasında yük, numunelere tabaka düzlemine dik doğrultuda ve kontrollü bir hızla artan biçimde uygulanmıştır. Bu uygulama ile taşların düşey basınca karşı gösterdiği direnç, deformasyon

karakteristikleri ve kırılma davranışları analiz edilmiştir. Elde edilen deneysel veriler, taşların mühendislik özelliklerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesine olanak tanımış; bu bağlamda, söz konusu doğal taşların yapı malzemesi olarak kullanım uygunlukları bilimsel olarak ortaya konmuştur (Şekil 7).



Şekil 7. Tek Eksenli Yük Altında Basınç Deneyinde Kullanılan Numuneler

Numuneler, deney düzeneğine yerleştirilmeden önce temizlenmiş ve standartlara uygunlukları kontrol edilmiştir. Basınç dayanımlarının belirlendiği numunelerin elde edilen değerleri kaydedilmiş ve grafikler hazırlanmıştır (Şekil 8).



Şekil 8. Numunelerin Tek Eksenli Basınç Deneyi Öncesi ve Sonrası Durumu

3.2.3. Los Angeles (Aşınma Kaybı) Deneyi

Los Angeles Aşınma Deneyi, agregaların mekanik dayanıklılıklarını ve aşınma direnci seviyelerini değerlendirmek amacıyla yapı malzemesi mühendisliğinde yaygın olarak kullanılan standart bir test yöntemidir. Bu deney, özellikle yol yapımı, beton agregası seçimi ve doğal taşların yapı malzemesi olarak uygunluk analizleri açısından kritik veriler sunmaktadır. Uygulama esasları, TS EN 1097-2 ve ASTM C131/C535 standartları doğrultusunda belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis Ahlat taşı (ignimbirit) olmak üzere üç farklı doğal taş türü test edilmiştir. Her taş grubundan en az 15 kg'lık numuneler, doğrudan taşların mimari uygulamalarda kullanıldığı yerel ocaklardan temin edilmiştir. Laboratuvara getirilen taş örnekleri, öncelikle kırılarak agrega boyutuna getirilmiş, ardından 10 mm ile 14 mm arasındaki tane

büyüklüğüne sahip olan fraksiyonlar seçilmiştir. Bu amaçla, 14 mm'lik üst elekten geçen ancak 10 mm'lik alt elekten geçmeyen agregalar tartılarak deneysel işleme alınmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Agregaların Elekten Geçirilmesi Agregaların Ağırlıklarının Ölçülmesi

Deney sırasında, tartılan agregalar önceden belirlenmiş sayıda çelik bilye içeren Los Angeles tamburu içine yerleştirilmiştir. Tambur, sabit hızda 500 devir döndürülmüş ve aşınma süreci sonunda tambur dikkatlice boşaltılarak agregalar bir tepsiye aktarılmıştır. Aşınma sonucu oluşan ince malzeme, 1.6 mm boyutundaki elek yardımıyla ayrıştırılmış ve elenen kısım tartılarak aşınma kaybı oranı belirlenmiştir. Bu oran, malzemenin aşınma direncine ilişkin kantitatif bir gösterge sunmaktadır. Bazalt taşı için ek olarak, dayanıklılık seviyesini daha ayrıntılı irdelemek amacıyla 100 devirlik bir ara aşınma ölçümü de gerçekleştirilmiş ve her iki sonuç karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 10). Elde edilen veriler, her üç taş türünün mekanik aşınma davranışlarını karşılaştırmalı olarak analiz etme ve yapı sektöründeki performanslarını yorumlama açısından bilimsel bir temel sağlamıştır.



Şekil 10. Agregaların Tambura Konulması, Sonrasında Elenmesi ve Ağırlıklarının Ölçülmesi

3.2.4. Schmidt Çekici (Sertlik) Deneyi

Bu çalışmada, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis Ahlat taşı (ignimbirit) olmak üzere üç farklı taş türü kullanılmıştır. Numuneler, taşların hâlihazırda kullanıldığı mimari yapılarda tercih edilen ocaklardan temin edilmiştir. Her bir taş türü için 5'er adet olmak üzere toplamda 15 adet küp numune, standartlara uygun olarak 50×50×50 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler, deney öncesinde kütle ve boyut ölçümleri yapılarak karakterize edilmiştir. Deney sırasında, Schmidt çekici

aracılığıyla her bir taş numunesinin yüzeyine belirli bir darbe enerjisi ile çekiç uygulanmıştır. Çekicinin geri tepme miktarı, Schmidt değeri (R değeri) olarak ölçülmüş ve bu değer taşın yüzey sertliğiyle ilişkilendirilmiştir. Ölçüm, her numunede farklı noktalardan en az 10 kez tekrarlanarak ortalama değer belirlenmiştir. Yüzey düzgünlüğü ve paralellik gibi faktörlerin ölçüme etkisi dikkate alınarak deney düzlemleri dikkatlice hazırlanmıştır. Ölçümler sırasında çekiç darbesi, numune yüzeyine düşey yönde ve tabaka düzlemine dik olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil 11). Elde edilen Schmidt değerleri, her taşın mekanik dayanımıyla olan ilişkisi bakımından değerlendirilmiş ve özellikle tek eksenli basınç dayanımı (UCS) ile korelasyon kurulmuştur. Bu kapsamda, sertlik değeri yüksek olan numunelerin, basınç dayanımının da daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuç, daha önce Kahraman (2001) [29] tarafından yapılan çalışmalarla örtüşmektedir.



Şekil 11. Schmidt Çekici Deneyinde Kullanılan Numuneler ile Schmidt Çekici Deneyi Uygulanması

3.3. Deney Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) olmak üzere üç farklı doğal taş türünün fiziksel ve mekanik özelliklerini karşılaştırmak amacıyla kapsamlı bir deneysel çalışma yürütülmüştür. Her bir taş türüne, farklı dayanım ve aşınma parametrelerini ölçmeye yönelik dört ayrı deney yöntemi uygulanmıştır:

- Nokta Yük Dayanım İndeksi (Point Load Index) Testi
- Tek Eksenli Basınç Dayanımı (Uniaxial Compressive Strength, UCS) Testi
- Los Angeles Aşınma Kaybı (Abrasion Loss) Testi
- Schmidt Çekici (Yüzey Sertliği) Testi

Deneylerde kullanılan numuneler, taşların kullanıldığı mimari yapılarda tercih edilen yerel taş ocaklarından temin edilmiş ve uluslararası standartlara uygun biçimde (ASTM, TS) hazırlanmıştır. Her taş türü için deneysel uygulamalar, homojenliği sağlamak amacıyla benzer boyut ve biçimlerdeki standart numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Uygulanan testler sonucunda elde edilen nicel veriler, tablolar ve grafikler aracılığıyla düzenlenmiş; taşların farklı yükleme koşulları altındaki performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Özellikle; Mekanik dayanım (UCS ve Nokta Yük), Aşınma

direnci (Los Angeles) ve yüzey sertliği (Schmidt) gibi parametreler üzerinden değerlendirilen taşlar, yapı malzemesi olarak kullanılabilirlikleri açısından mukayeseli biçimde yorumlanmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda, her taş türünün mühendislik özellikleri ve kullanım potansiyelleri ortaya konmuştur.

3.3.1. Nokta Yük Dayanım İndeksi Deneyi Sonucu ve Değerlendirmesi

Nokta Yük Dayanım İndeksi testi, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) numunelerine uygulanarak gerekli veriler elde edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda tablolar hazırlanmış, grafikler oluşturulmuş ve taşların nokta yük dayanımları karşılaştırılmıştır (Şekil 12, Tablo 1, Şekil 13, Tablo 2, Şekil 14, Tablo 3, Şekil 15). Nokta yükü dayanım indeksi deneyinde [9] çeşitli formüller (1) yardımıyla sonuçlar elde edilmektedir.

$$Is = \frac{P}{De^2} \quad De^2 = D^2 \quad De^2 = \frac{4xA}{\pi} \quad (1)$$

Is düzeltilmemiş nokta yük dayanımı (MPa),

P: Yenilme yükü (N),

De: Eşdeğer karot çapı (mm).

Eksenel deney, blok ve düzensiz örneklerde;

De : Eşdeğer karot çapı (mm)

A: konik başlıkların temas noktalarından geçen en küçük kesit alanıdır.

Eşdeğer karot çapı çapsal numuneleri;

De: Eşdeğer karot çapı (mm)

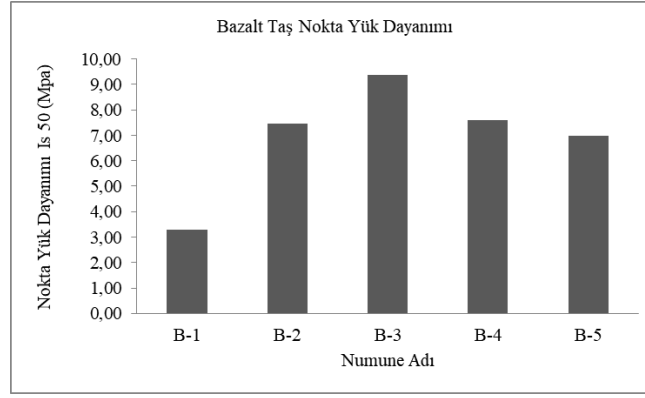
D: Karot çapı (mm).

Nokta yük dayanımı indeksi deneyi taşın boyutuna göre değişmesinden dolayı 50 mm'lik çapa göre düzeltilmiştir. Bundan dolayı hesaplanan düzeltilmemiş nokta yük dayanımına düzeltme uygulanır [9]. Bu düzeltme için kullanılan formül (2);

$$Is_{(50)} = F \times Is \quad F = (De/50)^{0,45} \quad (2)$$

Tablo 1. Bazalt Taşı Nokta Yük Dayanımı Test Sonuçları

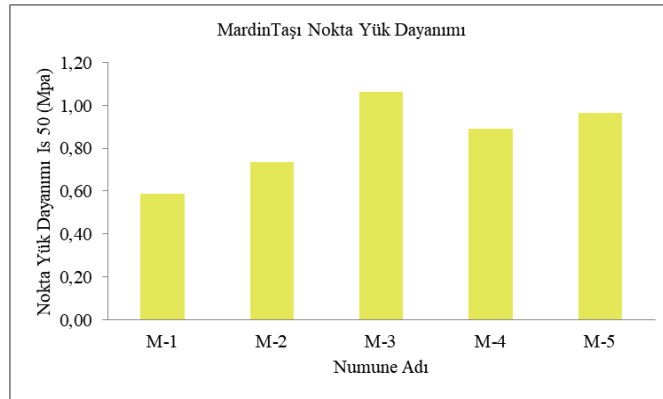
Num. Adı	En mm	Boy mm	A mm ²	De mm	De ² mm ²	P Kgf	P KN	P N	Is MPa	F	Is 50 MPa	C	UCS MPa
B-6	48.8	51.0	2494	56.3	3177	1009	9.9	9900	3.12	1.06	3.29	23.5	77.2
B-7	44.6	51.3	2290	54.0	2917	2141	21	21000	7.20	1.04	7.45	24	178.8
B-8	41	50	2050	51.1	2611	2468	24.2	24200	9.27	1.01	9.36	23	215.2
B-9	42	50	2100	51.7	2675	2039	20	20000	7.48	1.02	7.59	23	174.5
B-10	46	55	2530	56.7	3223	2162	21.2	21200	6.58	1.06	6.96	24	167.1
												Ort. UCS (MPa)	162.6



Şekil 12. Bazalt Taş Nokta Yük Dayanım Grafiği

Tablo 2. Mardin (Kalker) Taşı Nokta Yük Dayanımı Test Sonuçları

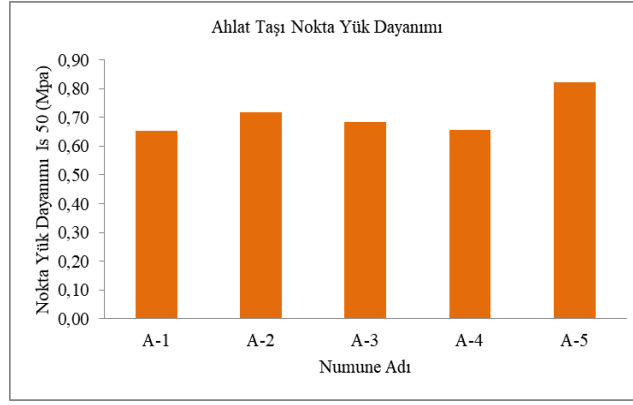
Num. Adı	En mm	Boy mm	A mm ²	De mm	De ² mm ²	P kgf	P kN	P N	Is MPa	F	Is50 MPa	C	UCS MPa
M-6	51.9	52.6	2737	59.0	3486.3	193.7	1.9	1900	0.54	1.08	0.59	24.4	14.3
M-7	52.3	52.8	2768	59.3	3526.4	244.7	2.4	2400	0.68	1.08	0.74	24.4	17.9
M-8	51.8	51.9	2697	58.6	3435.3	346.6	3.4	3400	0.99	1.07	1.06	24.3	25.8
M-9	52.4	52.7	2766	59.3	3523.8	295.7	2.9	2900	0.82	1.08	0.89	24.4	21.6
M-10	51.9	52.0	2707	58.7	3448.5	316.1	3.1	3100	0.90	1.08	0.97	24.3	23.4
Ort. UCS MPa													20.6



Şekil 13. Mardin (Kalker) Taşı Nokta Yük Dayanım Grafiği

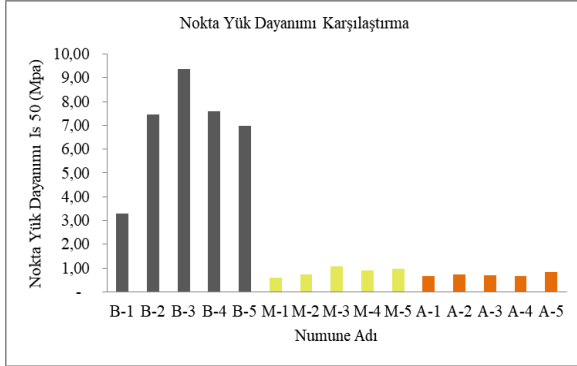
Tablo 3. Ahlat Taşı (İgnimbirit) Nokta Yük Dayanımı Test Sonuçları

Num. Adı	En mm	Boy mm	A mm ²	De mm	De ² mm ²	P kgf	P kN	P N	Is MPa	F	Is 50 MPa	C	UCS MPa
A-6	45.6	46.9	2139	52.2	2724.3	178.4	1.75	1750	0.64	1.02	0.65	23.5	15.3
A-7	47.5	47.6	2262	53.6	2882.0	203.9	2	2000	0.69	1.03	0.72	23.7	16.9
A-8	28.8	52.7	1520	44.0	1936.3	142.7	1.4	1400	0.72	0.94	0.68	22	15.0
A-9	28.3	58.8	1668	46.0	2124.6	147.8	1.45	1450	0.68	0.96	0.66	22	14.4
A-10	30.7	53.6	1651	45.8	2102.7	183.5	1.8	1800	0.86	0.96	0.82	22	18.1
Ort. UCS (MPa)													16.0

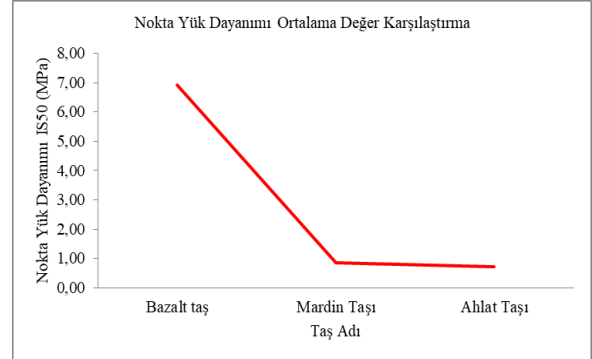


Şekil 14. Ahlat Taşı (İgnimbirit) Nokta Yük Dayanım Grafiği

Deneysel çalışmaların sonuçlarına göre, Diyarbakır bazalt taşı, test edilen doğal taşlar arasında en yüksek mekanik dayanım değerlerini sergilemiştir. Buna karşılık, en düşük dayanım değerleri Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) için tespit edilmiştir. Ayrıca, Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) ile Mardin kalker taşı arasında dayanım açısından önemli oranda benzerlik gözlenmiştir. Bu karşılaştırmalı değerlendirme, Şekil 15 ve Şekil 16'da grafiksel olarak sunulmakta olup, farklı deney yöntemlerinden elde edilen sonuçların uyumlu biçimde birbirini desteklediği görülmektedir. Bulgular, söz konusu taşların mühendislik performansları ve yapı malzemesi olarak kullanım potansiyelleri hakkında önemli ipuçları sağlamaktadır.



Şekil 15. Nokta Yük Dayanım Değeri Karşılaştırma Grafiği



Şekil 16. Nokta Yük Dayanımı Ortalama Değer Karşılaştırma Grafiği

3.3.2. Tek Eksenli Yük Altında Basınç Dayanım Deneyi Sonucu ve Değerlendirmesi

Tek eksenli basınç dayanımı deneyi, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı (kalker) ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) numuneleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen gerilme dayanımı verileri sistematik olarak derlenmiş ve taşların tek eksenli yükler altındaki mekanik performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, tablo ve grafik formatında görselleştirilmiş; böylece her taş türünün maksimum basınç dayanımı ve deformasyon davranışları net bir şekilde ortaya konmuştur. Bu karşılaştırmalı analiz, taşların yapı malzemesi olarak

kullanılabilirliklerini değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. (Tablo 4, Şekil 17, Tablo 5, Şekil 18, Tablo 6, Şekil 19). Deneyden elde edilen veriler [10] aşağıdaki formüle göre (3) hesaplanmıştır.

$$\text{Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)} = \frac{\text{Numunenin yenilmesini sağlayan max. yük}}{\text{Taşın yük uygulanan yüzey alanı (mm}^2\text{)}} \\ \sigma_c = F_c / A \quad \text{N/mm}^2 \quad (3)$$

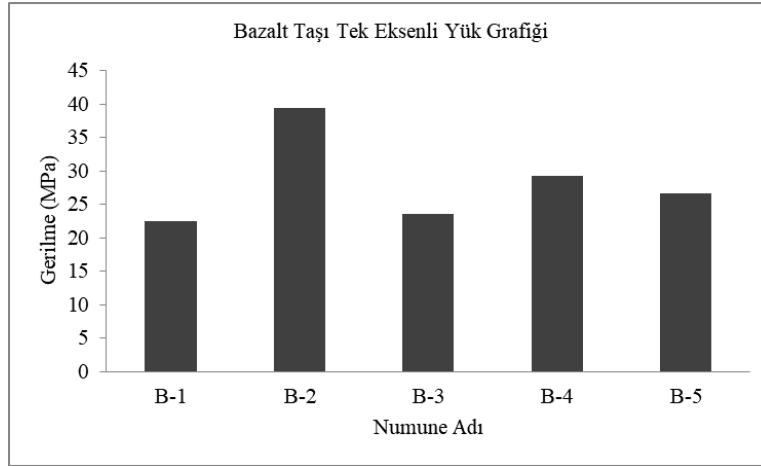
F_c: Kırılma yükü, (kN)

A: Numune alanı, $A = \pi r^2 / 2$ (mm²) formülleri ile hesaplanmaktadır.

r: Numune çapı, (mm)

Tablo 4. Bazalt Taşı Tek Eksenli Basınç Dayanım Deneyi Değerleri

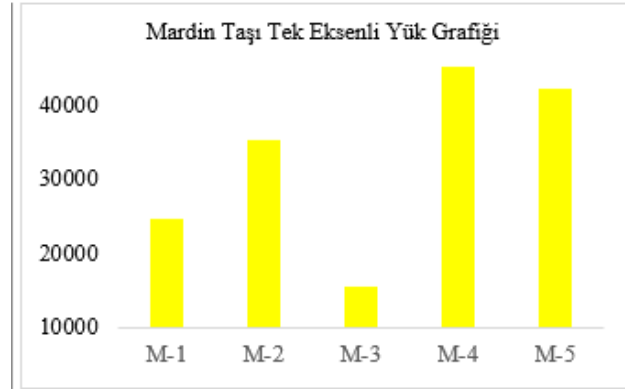
Numune adı	En mm	Boy mm	Yükseklik mm	Hacim cm ³	Ağırlık gr	Birim Hacim Ağırlık gr/cm ³	Kırılma Yüğü P kN	Basınç Dayanımı Küp MPa
B-1	48.9	50.96	52.33	130.38	341	2.61	55.95	22.46
B-2	51.44	51.78	52.10	138.77	383	2.76	105	39.42
B-3	49.07	50.68	50.70	126.08	333	2.64	58.6	23.56
B-4	48.78	50.72	52.91	130.91	343	2.62	72.41	29.27
B-5	48.77	51.05	51.93	129.29	340	2.63	66.39	26.67
Ortalama Dayanım								28.28
Standart Sapma								6.78
En Düşük Dayanım								22.46
En Büyük Dayanım								39.42



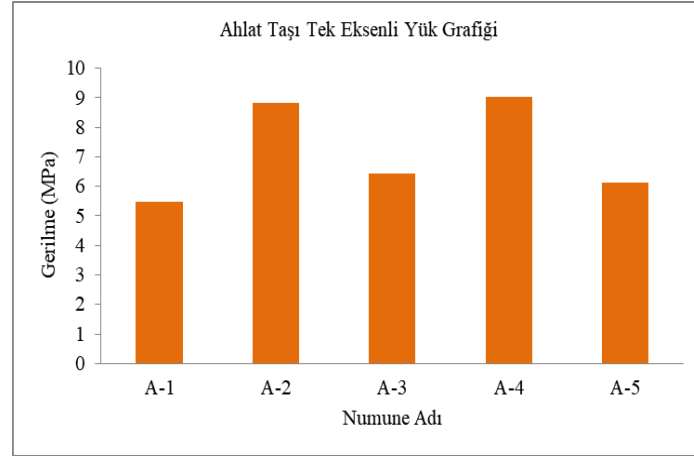
Şekil 17. Bazalt Taşı Tek Eksenli Yük Değeri Grafiği

Tablo 5. Mardin Kireç (Kalker) Taşı Tek Eksenli Basınç Dayanım Deneyi Değerleri

Numune adı	En mm	Boy mm	Yükseklik mm	Hacim cm ³	Ağırlık gr	Birim Hacim Ağırlık gr/cm ³	Kırılma Yüğü P kN	Basınç Dayanımı Küp MPa
M-1	52.3	52.68	53.12	146.38	270	1.84	29.4	10.67
M-2	52.13	52.31	53.12	144.85	261	1.80	21.7	7.96
M-3	52.54	52.68	52.97	146.61	265	1.80	23.3	8.42
M-4	51.93	52.78	53.42	146.42	259	1.77	22.2	8.1
M-5	52.40	52.90	53.04	147.02	263	1.79	22.6	8.15
Ortalama Dayanım								8.66
Standart Sapma								1.14
En Düşük Dayanım								7.96
En Büyük Dayanım								10.67

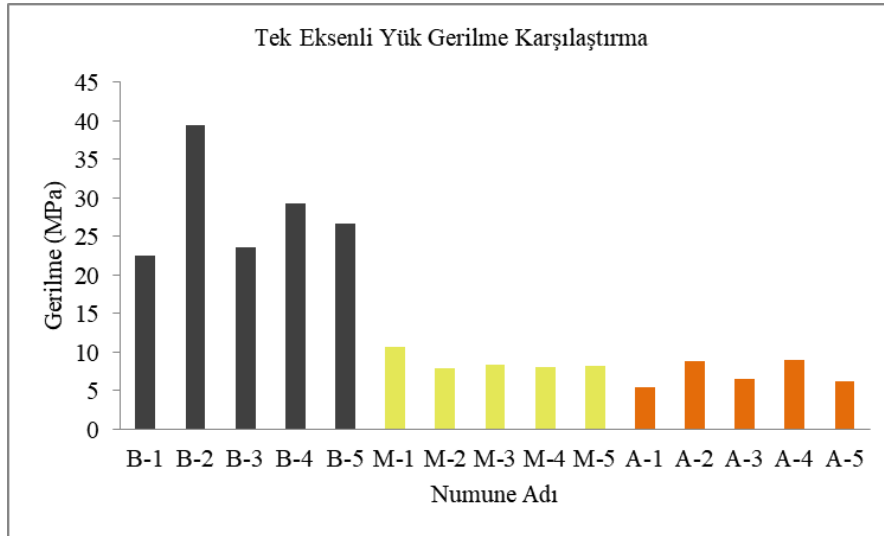
**Şekil 18.** Mardin Kalker Taşı Tek Eksenli Yük Değeri Grafiği**Tablo 6.** Ahlat Taşı (İğnimbirit) Tek Eksenli Basınç Dayanım Deneyi Değerleri

Numune adı	En mm	Boy mm	Yükseklik mm	Hacim cm ³	Ağırlık gr	Birim Hacim Ağırlık gr/cm ³	Kırılma Yüğü P kN	Basınç Dayanımı Küp MPa
A-1	51.7	52.58	52.65	143.21	193	1.34	14.9	5.48
A-2	52.17	52.38	52.55	143.60	196	1.36	24.1	8.82
A-3	52.34	52.63	52.71	145.20	198	1.36	17.7	6.43
A-4	52.79	53.31	53.49	150.53	203	1.35	25.4	9.03
A-5	52.39	52.88	53.05	146.97	201	1.37	17	6.14
Ortalama Dayanım								7.18
Standart Sapma								1.63
En Düşük Dayanım								5.48
En Büyük Dayanım								9.03



Şekil 19. Bitlis-Ahlat Taşı (İgnimbirit) Tek Eksenli Yük Değeri Grafiği

Tek eksenli basınç dayanımı deneyleri sonucunda, Diyarbakır bazalt taşı en yüksek gerilme dayanımına sahip taş olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük dayanım değerleri Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) üzerinde gözlemlenmiş, Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) ile Mardin kalker taşı dayanım değerleri birbirine yakın seviyelerde bulunmuştur (Şekil 20).



Şekil 20. Tek Eksenli Yük Altında Basınç Dayanım Deneyi Dayanım Karşılaştırma Grafiği

Literatürde kabul edilen sınıflandırmaya göre, tek eksenli basınç dayanımı değerleri 6 MPa'nın altında çok düşük dayanımlı, 6-10 MPa arası düşük dayanımlı, 20-60 MPa arası orta dayanımlı, 60-200 MPa arası yüksek dayanımlı, ve 200 MPa üzeri çok yüksek dayanımlı olarak sınıflandırılmaktadır (Tablo 7). Bu sınıflandırma doğrultusunda, deneysel verilerin ortalamaları incelendiğinde, Diyarbakır bazalt taşının orta dayanımlı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşının (ignimbirit) ise düşük dayanımlı kategoride yer aldığı tespit edilmiştir.

Tablo 7. ISRM Tek Eksenli Basınç Dayanımı Tanımlaması [30]

Tanımlama	ISRM Tek Eksenli Basma Dayanımı
Çok Düşük	<6
Düşük	43983
Orta	20-60
Yüksek	60-200
Çok Yüksek	>200

3.3.3. Los Angeles (Aşınma Kaybı) Deneyi Sonucu ve Değerlendirmesi

Los Angeles aşınma kaybı testi, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (İgnimbirit) numuneleri üzerinde uygulanmıştır. Deney kapsamında, her bir taş türüne ait agregalar, uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanmış ve deney protokolüne göre işlem görmüştür. Deneyden elde edilen aşınma kaybı verileri sistematik olarak toplanmış, bu veriler ışığında tablolar düzenlenmiş ve görsel analizler için grafikler oluşturulmuştur (Tablo 8, Şekil 21), Los Angeles Katsayısı aşağıdaki formül (4) ile bulunmaktadır. Sonuç en yakın tam sayıya yuvarlanmaktadır [31].

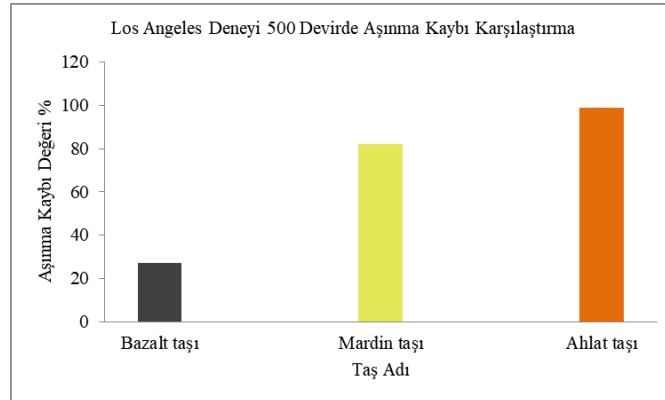
$$LA = \frac{500-m}{50} \quad (4)$$

LA=Los Angeles Katsayısı

m=1.6 mm boyutundaki elek üstünde kalan malzeme (gr)

Tablo 8. Aşınma Kaybı Dayanımı (Los Angeles) Test Sonuçları

Numune Adı	Devir Sayısı	Aşınma Kaybı Değeri %
Bazalt taşı	500	45318
Ahlat taşı (İgnimbirit)	500	99
Mardin kalker taşı (kalker)	500	82

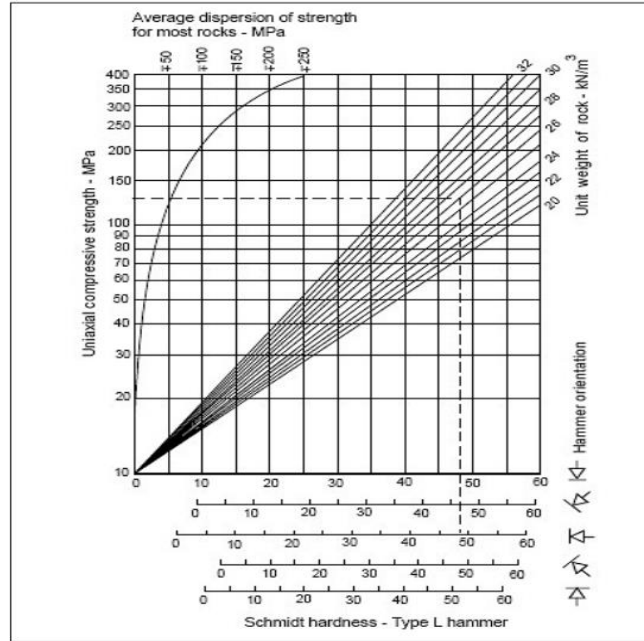


Şekil 21. Bazalt Taş, Mardin Kireç (Kalker) ve Bitlis-Ahlat Taşının (İgnimbirit) 500 Devirdeki Aşınma Kaybı Karşılaştırması

Deney sonuçlarına göre, Diyarbakır bazalt taşı en düşük aşınma kaybı değerine sahipken, en yüksek aşınma kaybı Bitlis-Ahlat taşında (ignimbirit) gözlemlenmiştir. Ayrıca, Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) ile Mardin kalker taşının aşınma kaybı değerleri birbirlerine yakın olduğu belirlenmiştir.

3.4. Schmidt Çekici (Sertlik) Deneyi Sonucu ve Değerlendirmesi

Schmidt çekici testi, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) numuneleri üzerinde uygulanarak, taşların yüzey sertlik değerleri belirlenmiştir. Test sonucunda elde edilen veriler düzenlenerek tablo ve grafikler oluşturulmuş; böylece farklı taş türlerinin sertlik performansları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Sertlik değerlerinin değerlendirilmesinde, Schmidt çekici sertlik ölçümlerinden tek eksenli basınç dayanımını (UCS) tahmin etmek amacıyla geliştirilmiş olan abak tablosu [32] kullanılmıştır. Bu tablo yardımıyla ölçülen Schmidt değerleri, düzeltme faktörleri aracılığıyla işlenerek daha doğru ve güvenilir mekanik dayanım tahminlerine dönüştürülmüştür. Düzeltme faktörü formülü, malzemenin yapısal özelliklerine ve test koşullarına bağlı olarak Schmidt sertliği ile UCS arasındaki ilişkiyi daha hassas bir şekilde ifade etmeye olanak sağlamaktadır. Bu sayede, Schmidt çekici testi sonuçları, doğal taşların mühendislik uygulamalarında kullanım potansiyelinin değerlendirilmesinde önemli bir referans olarak değerlendirilmiştir (Şekil 22, Tablo 9, Şekil 23, Tablo 10, Şekil 24, Tablo 11, Şekil 25).



Şekil 22. Schmidt sertliğinden tek eksenli basınç dayanımının tahmini için oluşturulan abak [32] [33]

$$\text{Düzeltme faktörü} = \frac{\text{kalibrasyon örsünün standart değeri}}{\text{kalibrasyon örsü üzerinde alınan 10 okumanon ortalaması}} \quad (5)$$

Tablo10. Diyarbakır Bazalt Taşı Schmidt Çekici Test Sonuçları

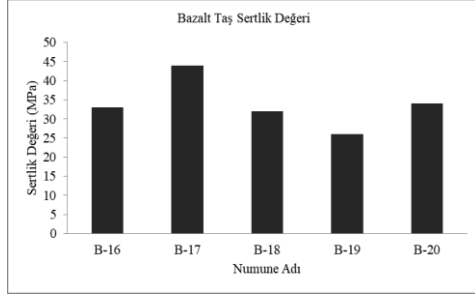
Num. Adı	Çekiç Konum	Geri Sıçrama Sertlik Değerleri N 10 Adet															Ort. N	Numune Boyutları (mm)	Numune Ağırlığı (gr)	Birim Hacim Ağırlık ρ	σc (MPa) Okuma
		18	18	18	18	20	20	20	20	16	20	26	22	18	20	18					
B16	1	18	18	18	18	20	20	20	20	16	20	26	22	18	20	18	19,2	43,82x45,43x46,93	254	26330	33
B17	1	28	22	28	28	28	22	22	28	28	32	24	14	20	30	22	25,2	47,24x50,70x56,56	363	24869	44
B18	1	28	22	16	16	16	16	16	20	20	16	18	24	20	18	10	18,6	42,79x45,31x49,23	257	25600	32
B19	1	10	12	22	22	16	16	16	22	22	18	18	14	18	26	14	16,4	43,27x43,56x51,07	262	26330	26
B20	1	24	16	20	20	24	24	10	30	30	22	29	18	25	30	20	20,9	42,42x47,00x51.63	275	24504	34
																	ρ Ort. (gr/cm³) 25600 Standart Sapma 18415 Min 26.00 Max 44.00 Ortalama 33.80				

Tablo10. Mardin Kalker Taşı Schmidt Çekici Test Sonuçları

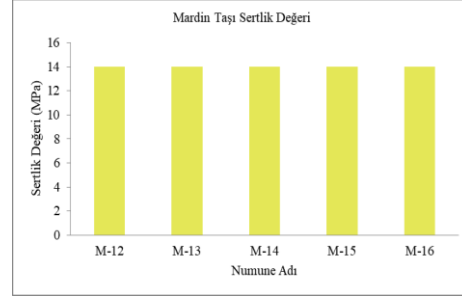
Num. Adı	Çekiç Konum	Geri Sıçrama Sertlik Değerleri N 10 Adet										Ort. N	Numune Boyutları (mm)	Numune Ağırlığı (gr)	Birim Hacim Ağırlık ρ (gr/cm ³)	σ_c MPa Okuma
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
M16	1	14	13	14	15	14	13	15	14	14	13	14	52.64x52.77x52.97	264	28856	14
M17	1	13	14	15	14	13	15	14	13	14	15	13	52.18x52.97x55.85	286	31048	14
M18	1	15	14	14	13	14	14	15	14	13	14	14	51.48x52.79x55.06	269	29221	14
M19	1	15	13	14	15	14	14	13	15	14	14	13	52.34x52.84x55.80	294	33239	14
M20	1	14	14	13	15	13	51	14	13	15	14	15	51.10x52.97x57.05	285	29952	14
ρ Ort. (gr/cm³) 30317 Standart Sapma 00.00 Min 14.00 Max 14.00 Ortalama 14.00																

Tablo 11. Ahlat Taşı (İgnimbrit) Schmidt Çekici Test Sonuçları

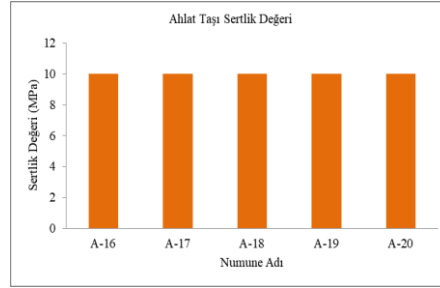
Num. Adı	Çekiş Konum	Geri Sıçrama Sertlik Değerleri N 10 Adet										Ort. N.	Numune Boyutları (mm)	Numune Ağırlığı (gr)	Birim Hacim Ağırlık ρ (gr/cm ³)	σ_c MPa Okuma
A16	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	19,2	49,80x50,30x 51,04	173	12785	10
A17	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	25,2	47,08x49,240x51,20	177	17899	10
A18	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	18,6	46,13x50,17x 51,07	174	17168	10
A19	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	16,4	45,11x46,57x 50,00	137	10959	10
A20	1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	20,9	43,10x46,98x 47,16	134	14611	10
ρ Ort. (gr/cm ³) 14611																
Standart Sapma 00.00																
Min 10.00																
Max 10.00																
Ortalama 10.00																



Şekil 23. Bazalt Taşı Sertlik Değer Grafiği

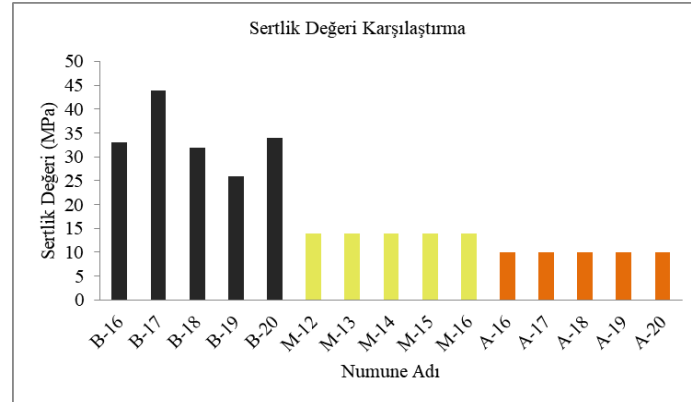


Şekil 24. Mardin (Kalker) Taşı Sertlik Değer Grafiği



Şekil 25. Bitlis-Ahlat Taşı (İgnimbirit) (İgnimbirit) Sertlik Değer Grafiği

Deney sonuçlarına göre, Diyarbakır bazalt taşı en yüksek sertlik değerine sahip taş olarak belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük sertlik değeri Bitlis-Ahlat taşı (İgnimbirit) numunelerinde tespit edilmiştir. Ayrıca, Bitlis-Ahlat taşı (İgnimbirit) ile Mardin kalker taşı (kalker) arasında sertlik değerleri bakımından önemli bir yakınlık gözlenmiştir (Şekil 26).



Şekil 26. Bazalt Taşı, Kalker Taşı (Kalker) Ve Ahlat Taşının (İgnimbirit) Sertlik Değeri Karşılaştırması

Schmidt sertlik değerleri, 0-10 arası yumuşak, 10-20 arası az yumuşak, 20-30 arası az sert, 30-40 arası sert, 40-50 arası oldukça sert ve 60 ve üzeri çok sert olarak sınıflandırılmaktadır. Veri ortalamaları incelendiğinde, Diyarbakır bazalt taşının sert, Mardin kalker taşının (kalker) az sert ve Bitlis-Ahlat taşının (İgnimbirit) yumuşak özellikte olduğu sonucuna varılmıştır (Tablo 12).

Tablo 12. ISRM Schmidt Sertlik Değeri Sınıflandırması [34]

ISRM	
Schmidt Sertlik Değeri	Sınıflandırılması
0-10	Yumuşak
10-20	Az yumuşak
20-30	Az sert
30-40	Sert
40-50	Oldukça sert
>60	Çok sert

4. SONUÇLAR

Doğal taşlar, doğada yaygın bulunmaları, kolay temin edilebilirlikleri ve yüksek dayanıklılık özelliklerinin yanı sıra sürdürülebilir yapı malzemeleri olarak çeşitli yapı türlerinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu malzemelerin yapı sektöründe etkin ve güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için, fiziksel ve mekanik özelliklerinin detaylı olarak bilinmesi gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı (kalker) ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) örnekleri, bulundukları bölgedeki taş ocaklarından temin edilerek standart boyutlarda küp numuneler halinde hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde; nokta yük dayanım indeksi, tek eksenli basınç dayanımı, Los Angeles aşınma kaybı ve Schmidt çekici sertlik testleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen deneysel veriler karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

Nokta yük dayanım indeksi ve tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçlarına göre, Diyarbakır bazalt taşı en yüksek dayanım değerlerine sahipken, Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) en düşük dayanım değerlerini göstermiştir. Mardin kalker taşı (kalker) ile Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) dayanım değerleri açısından birbirine yakın seviyelerde bulunmuştur.

Los Angeles aşınma kaybı testinde, malzemelerin yüzey aşınma dirençleri değerlendirilmiş ve en düşük aşınma kaybı değeri Diyarbakır bazalt taşında, en yüksek aşınma kaybı ise Bitlis-Ahlat taşında (ignimbirit) tespit edilmiştir. Schmidt çekici sertlik deneyinde ise, bazalt taşı en yüksek sertlik değerine sahip olurken, en düşük sertlik değeri Bitlis-Ahlat taşında (ignimbirit) gözlemlenmiştir.

Bu çalışma sonucunda, Diyarbakır bazalt taşı, Mardin kalker taşı ve Bitlis-Ahlat taşı (ignimbirit) gibi Anadolu coğrafyasının önemli doğal taş türleri fiziksel ve mekanik özellikleri açısından karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Yapılan deneysel analizler neticesinde, bu taşların mühendislik davranışları belirlenmiş; her bir taşın dayanım, aşınma direnci ve sertlik gibi teknik parametreleri elde edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, üç farklı bölgeden temin edilen doğal taşların özellikleri Tablo 13 ve kullanım alanları ise Tablo 14’te gösterilmiştir.

- Diyarbakır bazalt taşı, yüksek dayanımı, aşınmaya karşı gösterdiği üstün direnç ve yüksek sertlik özellikleri ile yapıların taşıyıcı elemanları başta olmak üzere birçok yapı bileşeninde güvenle kullanılabilir. Ayrıca, bölgedeki kolay temini sayesinde sürdürülebilir bir malzeme özelliği taşımaktadır.
- Mardin kalker taşı, ocaktan çıkarıldığında nispeten yumuşak ancak zamanla sertleşen bir yapıya sahiptir. İşlenebilirliği yüksek olan bu taş, özellikle cephe süslemeleri ve iç dekorasyon uygulamalarında tercih edilmektedir. Mardin kent dokusundaki geleneksel yapıların günümüze ulaşmasında kalker taşının dayanım ve estetik özellikleri önemli bir rol oynamakta olup, bu durum taşın sürdürülebilir kullanımını desteklemektedir.
- Bitlis-Ahlat taşı (İğnimbirit) ise, diğer taşlara kıyasla düşük mekanik dayanım değerleri göstermekte ve taşıyıcı elemanlarda kullanımı sınırlı kalmaktadır. Yüksek aşınma kaybı, düşük sertlik, basınç dayanımı ve nokta yük dayanım indeksi değerleri, bu taşın yapı malzemesi olarak daha çok ayırıcı duvar ve cephe kaplaması gibi taşıyıcı olmayan uygulamalarda kullanılmasının uygun olduğunu göstermektedir.

Tablo 13. Diyarbakır Bazalt Taşı, Mardin Kalker Taşı ve Bitlis-Ahlat Taşı (İğnimbirit) Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Karşılaştırması

Özellik / Taş Türü	Diyarbakır Bazalt Taşı	Mardin Kalker Taşı	Bitlis-Ahlat Taşı (İğnimbirit)
Nokta Yük Dayanım İndeksi (MPa)	Yüksek	Orta	Düşük
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Yüksek	Orta	Düşük
Los Angeles Aşınma Kaybı (%)	Düşük	Orta	Yüksek
Schmidt Sertlik Değeri	Sert	Az Sert	Yumuşak
Dayanım Sınıfı	Orta-Yüksek	Düşük-Orta	Düşük
Kullanım Alanları	Taşıyıcı elemanlar, genel yapı malzemesi	Cephe süslemeleri, iç dekorasyon	Ayırıcı duvarlar, cephe kaplaması

Tablo 14. Taşların Kullanım Uygunlukları ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirmesi

Taş Türü	Dayanım Özeti	Önerilen Kullanım Alanı	Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirme
Diyarbakır Bazalt Taşı	Yüksek	Taşıyıcı elemanlar, döşeme, dış cephe	Yerel temin edilebilir, yüksek dayanıklılık
Mardin Kalker Taşı	Orta	Cephe süslemeleri, iç dekorasyon, bölme duvar	Kolay işlenebilir, estetik görünüm, yerel temin kolay
Bitlis-Ahlat Taşı	Düşük	Hafif duvarlar, dış kaplama, estetik eleman	Yerel malzeme, ancak düşük mekanik performans

Sonuç olarak, doğal taşların hem tarihî hem de çağdaş yapılarda kullanım alanlarının belirlenmesinde, bu malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanı sıra kullanım potansiyelinin de doğru biçimde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle yapısal güvenlik ve uzun ömürlü tasarım ilkeleri doğrultusunda, doğal taşların kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi hayati bir

gerekliliktir. Bununla birlikte, incelenen taşların yerel ocaklardan temin edilebilmesi, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sunmakta; taşın teknik niteliklerinin doğru anlaşılması ise doğal taş kullanımının yapı sektöründe daha yaygın hale gelmesine olanak tanımaktadır. Bu durum, yerel malzeme kaynaklarının değerlendirilmesi yoluyla hem yapı stoğunun kalitesini artıracak hem de bölgesel ekonomiye olumlu katkılar sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalında üretilen “Diyarbakır-Mardin-Bitlis İllerindeki Bazı Doğal Taşların Fiziko-Mekanik ve Petrografik Özelliklerinin Analizi ve Karşılaştırılması” başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Tez çalışmasında (Proje No: MİMARLIK.24.002) sağladıkları finansal destek için Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğüne (DÜBAP), Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DÜBTAM)’ne içtenlikle teşekkür ederim.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

ETİK BEYANI

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

YAZARLARIN KATKILARI

Kader BARAN: Analiz (verileri analiz etmek için istatistiksel, matematiksel, hesaplamalı ya da diğer tekniklerin kullanılması), görselleştirme (veri sunumu), inceleme (inceleme sürecini yürütme, deneyleri yapmak ya da veri / kanıt toplamak), verinin düzenlenmesi (çeşitli kaynaklardan toplanan verilerin organizasyonu ve bütünleştirilmesi. Nursen IŞIK: yazma-orijinal taslak hazırlama, metodoloji (metodolojinin geliştirilmesi ya da tasarımı), proje yönetimi, finansman edinimi (mali desteğin alınması). Gözetim ve liderlik sorumluluğu (araştırma faaliyetinin planlanması ve yürütülmesi için gözetim ve liderlik sorumluluğu), yazma-gözden geçirme ve düzenleme katkısında bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] N. Işık. “Diyarbakır Karacadağ Bölgesi bazaltının yapısal özelliklerinin saptanması ve Diyarbakır geleneksel çağdaş mimarisinde kullanım alanları,” Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye, 2003.
- [2] K. Schmidt, *Göbekli Tepe*. İstanbul: Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 2018.
- [3] E. Görcelioğlu. “Yapı malzemesi olarak kullanılan başlıca doğal taş çeşitlerinin bazı teknik özellikleri,” *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, no.26, pp.148-166, 1976.
- [4] G.A. Macdonald. *Volcanoes*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1967.
- [5] M. G. Best. *Igneous and Metamorphic Petrology*. Hoboken, N.J.: Blackwell Publishing, 2003.
- [6] A. Spry, “The origin of columnar jointing in lava flows,” *The Canadian Mineralogist*, vol. 7, no. 2, pp.216–228, 1962, doi: 10.3749/canmin.7.2.216.
- [7] I.S.E., Carmichael, F.J., Turner & J., Verhoogen, *Igneous Petrology*. United States: McGraw-Hill, 1974.
- [8] *Türkiye Doğal Taş Envanteri*, MTA (Maden Tetkik ve Arama) Genel Müdürlüğü, Ankara, 2020.
- [9] F.G. Bell, *Engineering Geology*. Oxford: Elsevier, 2007.
- [10] H. Yavuz, T., Topal. “Evaluation of weathering effects on the mechanical properties of basaltic Rocks,” *Engineering Geology*, vol.75, no. 3, pp. 267–280, 2005.
- [11] *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*, ASTM C131-06, ASTM International, 2010.
- [12] R.W. Le Maitre, (Ed.) *Igneous Rocks: A Classification and Glossary of Terms*. U.K., Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- [13] H. Blatt, R.J. Tracy, & B.E. Owens. *Petrology: Igneous, Sedimentary, and Metamorphic*. United Kingdom: W.H. Freeman and Company, 2006.
- [14] F. M. Halifeoğlu, N. Dalkılıç, “Tarihten günümüze Diyarbakır bazaltının gelişim süreci ve bugünkü kullanım alanları,” I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, İstanbul, Türkiye, 9-13 Ekim, 2002, pp.570-579.
- [15] V. Fiore, T. Scalici, F. Nicoletti, G. Vitale, M. Prestipino, A. Valenza, “A review on basalt fibre and its composites,” *Composites Part B: Engineering*, vol. 74, pp. 74–94, 2011.
- [16] E. J. Tarbuck, F. K. Lutgens. *Earth: An Introduction to Physical Geology* (12th Ed.). London: Pearson Education, 2017.
- [17] S. Boggs. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. United States: Pearson Prentice Hall, 2006.
- [18] E. Flügel, *Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application*. Berlin: Springer-Verlag, 2010.
- [19] B. Aktekin, M. E. Karagüler ve A. Yılmaz, “Mardin taşının fiziksel-mekanik özellikleri ve koruma yaklaşımları,” *Yapı Malzemeleri Dergisi*, c. 7, sayı. 2, ss. 102–115, 2019.
- [20] M. Keskin, N. Güleç, N. J. A. Pearce, J. G. Mitchell, “Petrology and geochronology of Suphan volcano (Eastern Anatolia, Turkey),” *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 149 no. 1, pp. 239–262, 2006, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2005.06.005>.

- [21] A. Yıldırım, “Ahlat taşının fiziksel-mekanik özellikleri ve tarihi yapılarıdaki kullanımı,” *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 3 sayı. 2, ss. 95–106, 2014.
- [22] R. V. Fisher, H. U. Schmincke, *Pyroclastic Rocks*. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 1984.
- [23] R. A. F. Cas, J. V. Wright, *Volcanic Successions: Modern and Ancient*. New South, Australia: Allen & Unwin, 1987.
- [24] T. Topal and V. Doyuran, “Engineering Geological Properties of the Ignimbrite from Ahlat-Bitlis Region (Turkey),” *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 56, pp. 225–242, 1997.
- [25] M. Tuncer, M. Aytekin, N. Bilgin, “Ahlat taşının restorasyondaki önemi ve uygulama örnekleri,” *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*, c. 5, ss. 82–90, 2010.
- [26] *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*, ASTM C131/C131M-20, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, https://doi.org/10.1520/C0131_C0131M-20.
- [27] *Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*, ASTM C535-16, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016, <https://doi.org/10.1520/C0535-16>.
- [28] *Tests for mechanical and physical properties of aggregates*, Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation, TS EN 1097-2, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [29] S. Kahraman. “Evaluation of simple methods for assessing uniaxial compressive strength of rock,” *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 38, no. 7, pp. 981–994, 2001, doi: [https://doi.org/10.1016/S1365-1609\(01\)00061-0](https://doi.org/10.1016/S1365-1609(01)00061-0).
- [30] R. Ulusay and J. A. Hudson, *Commission on Testing Methods*. ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering). Compilation Arranged by the ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey, pp. 628. 2007.
- [31] *Beton Agregaları*, TS 706 EN 12620+A1, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2009.
- [32] D. V. Deere and R. L. Miller, *Engineering Classification and Index Properties of Intact Rock*. Urbana, U.S.: Department of Civil and Environmental Engineering, University of Illinois, pp. 90-101, 1996.
- [33] E. Schmidt, “A non-destructive concrete tester,” *Concrete*, no. 59, pp. 34–35, 1951.
- [34] ISRM, “Suggested methods for determining hardness and abrasiveness of rocks”. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.*, vol. 15, pp.89–98. 1978.