



## SCHMIDT ÇEKİCİ GERİ TEPME SAYILARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLERİN NİCEL DEĞERLENDİRMESİ

Kadir KARAMAN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye

Anahtar Kelimeler	Öz
<i>Schmidt Çekici, Çekiç Tipi, Pürüzlülük, Yüzey Özellikleri.</i>	<p>Yüzey sertliğinin pratik ve ucuz bir şekilde ölçülmesini sağlayan Schmidt çekici, kaya malzemelerinin mekanik özelliklerinin tahmini için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, test örneğinin su içeriği, ayrışma, Schmidt çekici tipi, test yöntemleri ve tane boyu etkisi Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen önemli parametrelerdir. Bu çalışmanın amacı, Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen faktörleri sayısal olarak incelemektir. Bu amaca yönelik olarak, bu çalışmadan ve önceki çalışmalardan çok sayıda Schmidt çekici geri tepme sayısı değerleri elde edilmiş ve Schmidt değerlerini etkileyen faktörler nicel olarak analiz edilmiştir. Farklı mineral tane boyutlarının Schmidt geri tepme sayısına etkisi de irdelenmiştir. Schmidt çekici geri tepme sayısı değerleri için en yüksek düşüş %54 ile taze ve bozunmuş örnekler arasında tespit edilmiştir. Kuru ve doymuş örneklerde ölçülen geri tepme sayısı değerleri arasındaki fark % 34'e ulaşmıştır. Geri tepme sayısı değerleri arasındaki farklar, farklı değerlendirme yöntemleri ve çeşitli test yüzeyleri için sırasıyla % 19 ve %33 olarak gözlenmiştir. N ve L tipi Schmidt çekiciden elde edilen geri tepme sayısı değerleri arasındaki fark ise %24 olarak hesaplanmıştır. Schmidt çekici testinin yapılması ve sonuçların yorumlanması için bir deneyim gerekmesine karşın, Schmidt çekicinin jeoteknik projelerin ön değerlendirilmesinde hızlı, ucuz ve basit çözümler sağlayacağı açıktır.</p>

## QUANTITATIVE EVALUATION OF THE FACTORS AFFECTING THE SCHMIDT REBOUND NUMBER

Keywords	Abstract
<i>Schmidt Hammer, Hammer Type, Roughness, Surface Properties.</i>	<p>The Schmidt hammer provides a quick and inexpensive measure of surface hardness that is commonly used for predicting the mechanical properties of rock material. Surface roughness, water content of the test sample, weathering, Schmidt hammer type, the testing methods and influence of grain size are important parameters affecting the Schmidt hammer rebound number. The aim of this study is to quantitatively examine the factors affecting Schmidt hammer rebound number. Within the framework of the purposes, a large number of Schmidt rebound values was derived from the current study and the previous studies and affecting factors of Schmidt hammer rebound number values were analyzed numerically. The effect of different mineral grain sizes on the Schmidt hammer rebound number was also investigated. The highest level of decrease in Schmidt rebound values was determined between fresh and weathered samples with a level of 54 %. The difference between the Schmidt hammer rebound values measured in dry and saturated samples reached 34%. The difference rebound values were observed as 19 % and 33 % for different evaluation methods and different test surfaces, respectively. Rebound values derived from N and L type Schmidt hammer was calculated as 24 %. Although experience is required to perform the Schmidt hammer test and interpret the results, it is clear that the Schmidt hammer will provide quick, inexpensive and simple solutions for the preliminary evaluation of geotechnical projects.</p>

\* İlgili yazar / Corresponding author: kadir.karaman@ktu.edu.tr, +90-462-377-4264

**Alıntı / Cite**

Karaman, K., (2023). Schmidt Çekici Geri Tepme Sayılarını Etkileyen Faktörlerin Nicel Değerlendirmesi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 11(2), 708-718.

**Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)**

K. Karaman, 0000-0002-3831-4465

**Makale Süreci / Article Process**

<b>Başvuru Tarihi / Submission Date</b>	15.02.2023
<b>Revizyon Tarihi / Revision Date</b>	15.03.2023
<b>Kabul Tarihi / Accepted Date</b>	15.03.2023
<b>Yayın Tarihi / Published Date</b>	28.06.2023

# QUANTITATIVE EVALUATION OF THE FACTORS AFFECTING THE SCHMIDT REBOUND NUMBER

Kadir KARAMAN<sup>1†</sup>

Karadeniz Technical University, Engineering Faculty, Department of Mining Engineering, Trabzon, Türkiye

---

## Highlights

- This study focused on quantitative evaluation of the factors affecting Schmidt hammer rebound number.
- Some factors were evaluated (dry and saturated, fresh and weathered, evaluation methods and different test surfaces).
- The differences between Schmidt hammer rebound values were ranged from 19 % to 54 %.

---

## Purpose and Scope

The aim of this study is to quantitative evaluation of the factors affecting Schmidt hammer rebound number. For this purpose, a large number of Schmidt rebound values was derived from the current study and the previous studies and affecting factors of Schmidt hammer rebound number values were analyzed numerically.

## Design/methodology/approach

Dry and saturated conditions of the samples, fresh and weathered samples, test evaluation methods and roughness of the surfaces were evaluated separately. The percentage difference of the values obtained from the different tests were calculated.

## Findings

According to the percentage difference calculations, the highest level of decrease in Schmidt rebound values was found between fresh and weathered samples with a level of 54 %. The difference between the Schmidt hammer rebound values measured in dry and saturated samples reached 34 %. The difference rebound values were obtained as 19 % and 33 % for different test methods and surfaces, respectively. Schmidt hammer rebound number values derived from different hammer types were determined as 24 %.

## Originality

The results derived from this study are significant in terms of quantitative assessment of the main factors affecting Schmidt hammer rebound number.

---

## 1. Giriş (Introduction)

Schmidt çekici ilk olarak beton sertliğini test etmek amacıyla 1948 yılında geliştirilmiştir (Schmidt, 1951). Pratik, taşınabilir ve hızlı test olanağı sunduğundan dolayı 1960'lı yılların başından günümüze kadar, kayaçların dayanım tahmininde yaygın olarak kullanılmaktadır. Schmidt çekici ayrıca; kayaçların ayrışma durumlarının belirlenmesi, süreksizlik yüzeyinin dayanımı ve değerlendirmesi, kaya kütlelerinin kazılabilirlik sınıflandırması, tünel açma makinesinin performansı, buzulla taşınan kaya bloklarının yaş tayini ve suya doymun durumunun dayanım ve sertlik üzerindeki etkisi olmak üzere çok sayıda amaç için kullanılmaktadır (Karpuz, 1990; Wilson and Matthews, 2016; Karaman, 2019; Külekçi vd. 2022).

Farklı türde üretilmiş modelleri mevcut olmasına rağmen, L ve N tipi Schmidt çekiçleri kaya yüzey ölçümlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. L ve N tipi Schmidt çekiçleri sırasıyla 0.735 ve 2.207 Nm gibi darbe enerji seviyeleri ile tasarlanmıştır. Darbe enerjisinin yüksek olması nedeniyle arazide yapılan deneylerde, pürüzlü ve farklı mineral özelliklerinin bulunduğu heterojen yüzeylerde N tipi çekiç ön plana çıkmaktadır. Buna karşın L tipi çekiç gözenekli, ayrışmış ve zayıf kayaçlarda daha kullanışlıdır (Karaman ve Kesimal, 2015). Kullanılan çekiç tipi (L ve N), çekicinin kalibrasyonu, test edilen kayacın ayrışma durumu, kayaç yüzeyinin nem içeriği, örnek boyutu, uygulanan ölçme, ölçüleri değerlendirme yöntemi ve kayaç yüzeyindeki pürüzlülükler gibi faktörler Schmidt çekici geri tepme sayısını etkilemektedir (Aydın, 2009; Külekçi vd. 2021). Mccarroll (1989) buzullar üzerinde yaptığı çalışmada göreceli yaş tayini için Schmidt çekicini kullanmış ve Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen dört faktör bulunduğunu (alet hataları, litoloji, ayrışma ve yüzey pürüzlülüğü) ifade etmiştir. Her bir faktöre değinmekle beraber minerallerin farklı ayrışma özelliğini ve taşınma tarihini yansıttığını ifade ettiği pürüzlülük faktörünü

---

<sup>†</sup> Corresponding author: kadirkaraman@ktu.edu.tr, +90-462-377-4264

detaylı araştırmıştır. Kahraman vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada farklı Schmidt değerlendirme yöntemleri ile arazi ve laboratuvar deneyleri arasındaki farklar araştırılmıştır. Büyüksağış ve Göktaş (2007) farklı Schmidt çekici türlerinin (L ve N) geri tepme sayısına olan etkisini çalışmışlardır. Karakul (2017) ve Kahraman ve Fener (2019) doymuş ve kuru haldeki örneklerin Schmidt değerlerine olan etkisini araştırmışlardır. Karaman (2020) yüzey pürüzlülüğünün Schmidt değerlerine etkisini irdelemiştir. Mccarroll (1989) Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen bazı önemli faktörleri detaylı olarak araştırmışlardır. Aydın ve Basu (2005) Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerini etkileyen faktörlerden detaylı olarak bahsetmiş ancak sayısal değer vermemişlerdir. Literatürde Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen faktörlerden bahsedilmesine karşın, söz konusu faktörlerin geri tepme sayısını ne ölçüde etkilediği ile ilgili çalışmalar oldukça yetersizdir. Bu çalışmada, Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerini etkileyen önemli faktörler sayısal olarak irdelenmiş ve araştırmacılar için bir kaynak sağlanması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem (Material and Method)

Çalışma kapsamında L ve N Schmidt çekicinin, su içeriğinin, ölçümleri değerlendirme yönteminin, yüzey pürüzlülüğünün, kaya türü ve mineral içeriğinin ve kaya yüzey bozunmasının Schmidt çekici geri tepme sayısına etkileri ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Ayrıca, test yüzeyinin özelliklerini doğrudan yansıtan Schmidt okumaları arasındaki standart sapma parametresi incelenmiştir. Son olarak literatürde yaygın olan kaya dayanım tahmini için kullanılan eşitliklerin kullanımı ile ilgili öneriler sunulmuştur. Ayrıca bu çalışma kapsamında Schmidt değerleri arasındaki % fark aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir (Eşitlik 1).

$$\% \text{ Fark değeri} = ((y - y')/y) \times 100 \quad (1)$$

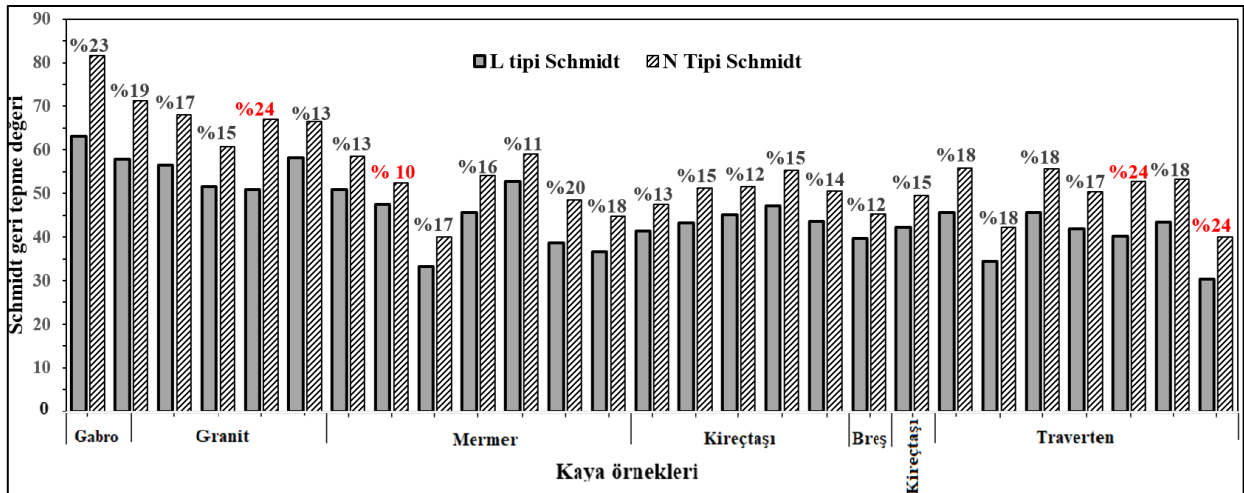
Burada y ve y' farklı koşullarda ölçülen Schmidt değerleridir.

Bu makale kapsamında yapılan çalışmalara ilave olarak Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen faktörleri araştırmak için önceki çalışmalardan yararlanılmıştır (Kahraman vd., 2002; Aydın ve Basu, 2005; Büyüksağış ve Göktaş, 2007; Karakul, 2017; Kahraman ve Fener, 2019; Karaman, 2020).

## 3. Önceki Çalışmalar (Previous Studies)

### 3.1. Çekiç Tipi ve Değerlendirme Yönteminin Schmidt Değerlerine Etkisi (The Effect of Hammer Type and Evaluation Method on Schmidt Values)

Çalışma kapsamında çekiç tiplerinin geri tepme sayısına olan etkisini görmek için ilk olarak Büyüksağış ve Göktaş (2007) tarafından yapılan bir çalışmanın verileri değerlendirilmiştir. Yazarlar, ISRM (1978) yöntemini dikkate alarak 27 farklı kayaç üzerinde (gabro, granit, kireçtaşı, mermer ve traverten) L ve N tipi çekiç kullanarak Schmidt okumalarını yapmışlardır. Çalışma kapsamında Büyüksağış ve Göktaş (2007) tarafından elde edilen Schmidt okumaları değerlendirilerek Şekil 1'de verilmiştir. Grafik üzerindeki yüzde ile belirtilen sayılar o kaya türü için N ve L tipi çekiç arasındaki ortalama Schmidt değerlerinin farkını göstermektedir. N tipi çekiç kullanılarak elde edilen değerler L tipine göre yüksek olup genel olarak fark % 15'in üzerindedir. En yüksek fark ise % 24'ü bulmuştur. Ayrıca, Aydın ve Basu (2005) tarafından granitik kayaçlar üzerinde yapılan bir çalışmada, N ve L tipi Schmidt çekicinden elde edilen geri tepme değerleri arasındaki en büyük fark %24'e ulaşmaktadır.



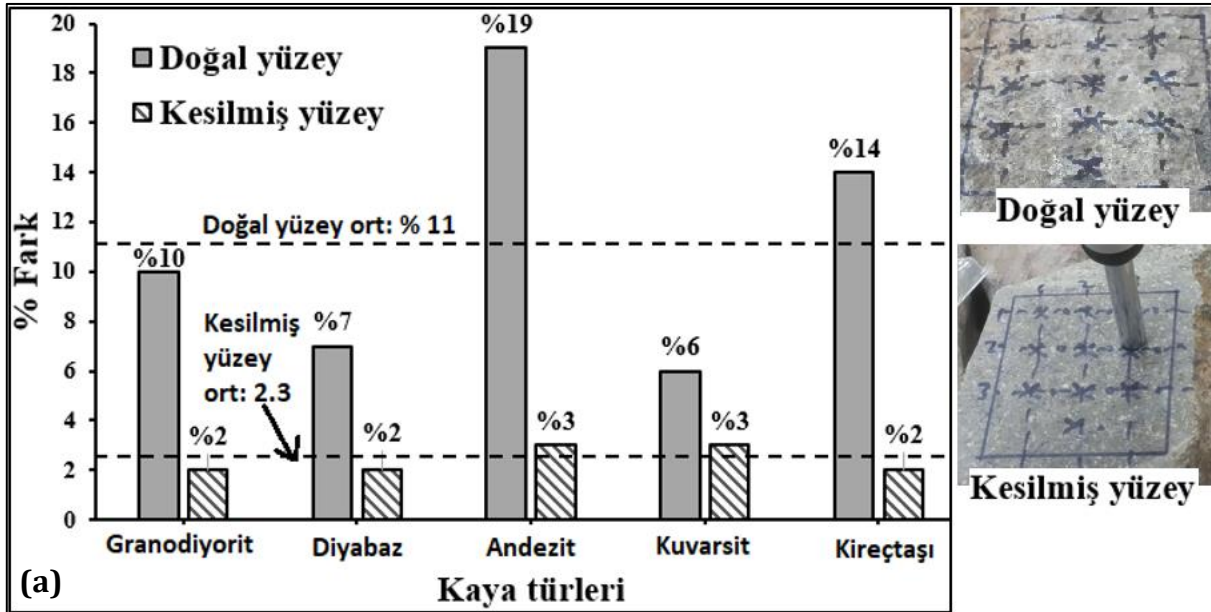
Şekil 1. Çekiç tipinin Schmidt değerlerine etkisi (Büyüksağış ve Göktaş, 2007)

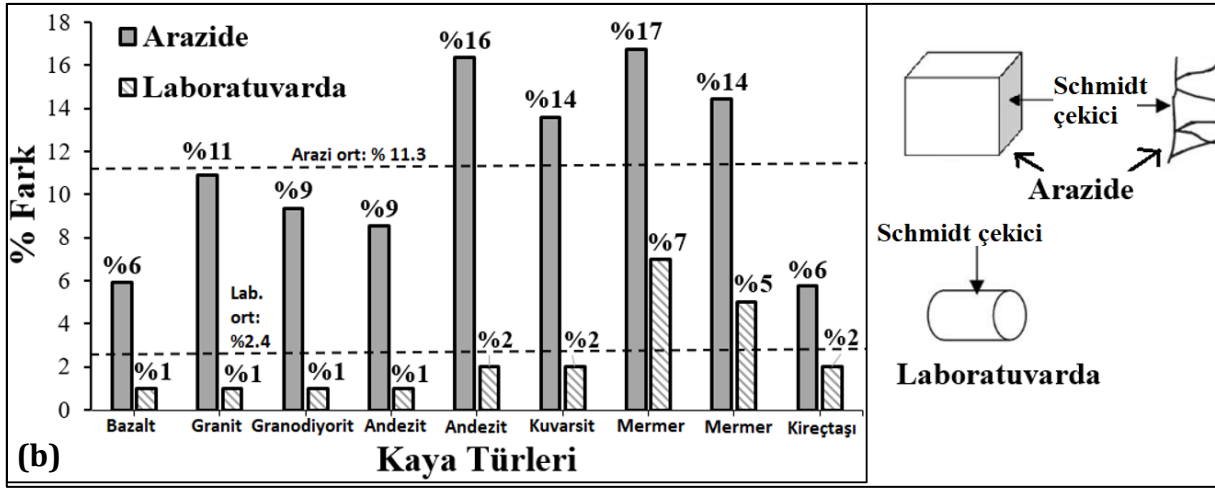
(The effect of hammer type on Schmidt values (Büyüksağış ve Göktaş, 2007))

Ölçümleri değerlendirme yöntemleri de Schmidt değerlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada, Karaman (2020) tarafından yapılan çalışmanın verileri kullanılarak USBR (1998) ve ASTM (2001) yöntemlerine göre ortalama Schmidt değerleri laboratuvarda taze kaya bloklarında doğal ve kesilmiş yüzey durumlarında belirlenmiştir (Şekil 2a). ISRM yöntemine benzeyen USBR (1998) yönteminde bir yüzey üzerinde 10 farklı noktadan ölçüm alınarak en büyük 5 değerlerin ortalaması sertlik değerini vermektedir. ASTM (2001) yönteminde 10 farklı noktadan alınan değerlerin ortalaması alınır ve ortalamanın 7 birim altındaki ve üstündeki değerler iptal edilerek geriye kalan değerlerin ortalaması Sertlik değerini vermektedir. USBR (1998) yönteminden elde edilen Schmidt değerleri doğal kaya yüzeyinde ASTM (2001) ile hesaplandığında en yüksek % 19'luk bir düşüş yaşamaktadır. Aynı kaya türü için (andezit) % fark değeri kesilmiş yüzeyde %3'e düşmektedir. Doğal durumda standart sapma 8.2, kesilmiş yüzeylerden elde edilen değerler arasındaki ortalama standart sapma ise 1.8 olarak hesaplanmıştır. Standart sapma düştükçe yöntemler arasındaki fark ciddi derecede azalmaktadır. Tüm kayaların doğal yüzeylerinde ortalama fark % 11 iken, kesilmiş yüzeylerdeki ortalama % fark değeri 2.3 olarak bulunmuştur (Şekil 2a).

Kahraman vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise 9 farklı kayaç için arazide yapılan deneylerde ortalama fark % 11.3 iken laboratuvar deneylerinden elde edilen ortalama % fark değeri ise 2.4'tür (Şekil 2b). Kahraman vd. (2002) tarafından yapılan çalışmada kullanılan yöntemlerden Hucka (1965) ve ISRM (1981) bu çalışmada değerlendirilmiştir. Hucka (1965), numune üzerinde üç farklı noktada, her bir noktada on tekrar olmak üzere, Schmidt çekici ile elde edilen en yüksek üç değerlerin ortalaması alınır. ISRM (1981), bu yöntemde numune üzerine Schmidt çekici ile 20 farklı noktaya tek vuruş yapılarak, en büyük 10 vuruş değerinin ortalaması alınır. Yazarlar laboratuvarda karot örneklerde arazide ise kaya blokları üzerinde Schmidt deneylerini yapmışlardır. Karot örneklerde ölçülen değerler arasındaki standart sapmanın genel olarak düşük olduğu bilinmektedir (Karaman, 2020). Kahraman vd. (2002) tarafından arazide yapılan deneylerde yöntemler arasındaki fark % 17'ye ulaşmışken, laboratuvarda ise % fark değeri % 1-7 arasında değişmiştir.

Standart sapma test yüzeyi hakkında ipucu veren önemli bir göstergedir. Standart sapmanın yüksek olması test yüzeyinin heterojen, pürüzlü, ayrışmış ve farklı sertlikteki minerallerin bulunduğunu gösterebilir. Bu nedenle test öncesinde amaca uygun olarak yüzey hazırlanmalıdır. Aydın (2009) önerdiği yöntemde sertlik ölçümü için 20 okumanın yapılması gerektiğini ancak veriler arasındaki fark  $\pm 2$  olması durumunda 10 okumanın yeterli olduğunu vurgulamıştır. Soiltest Inc (1976) standart sapmanın 2.5'in altında olması koşuluyla 15 okumanın en yüksek 10 değeri sertlik hesabında kullanımını önermiştir. Literatür dikkate alındığında Schmidt ölçümleri için verilerin daha az değişim göstermesi yani küçük standart sapmanın olması önem arz etmektedir. Bu durum kesilmiş test yüzeylerinde sağlanmaktadır. Öte yandan taşlama yapılan yüzeyde de doğal yüzeye kıyasla standart sapma değerleri oldukça düşük çıkmıştır.



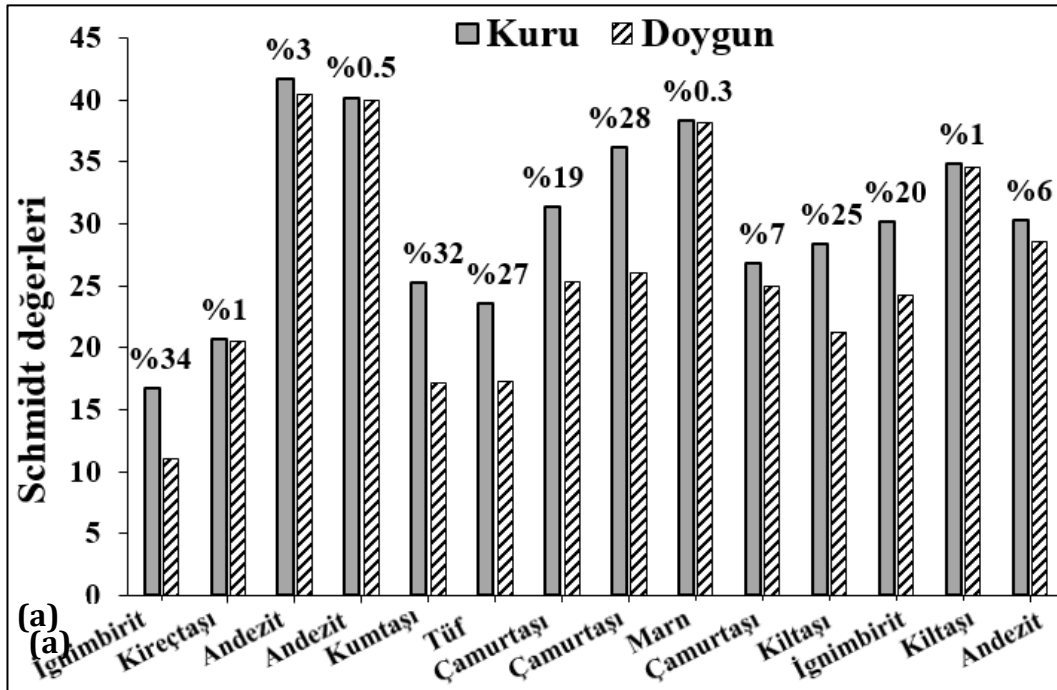


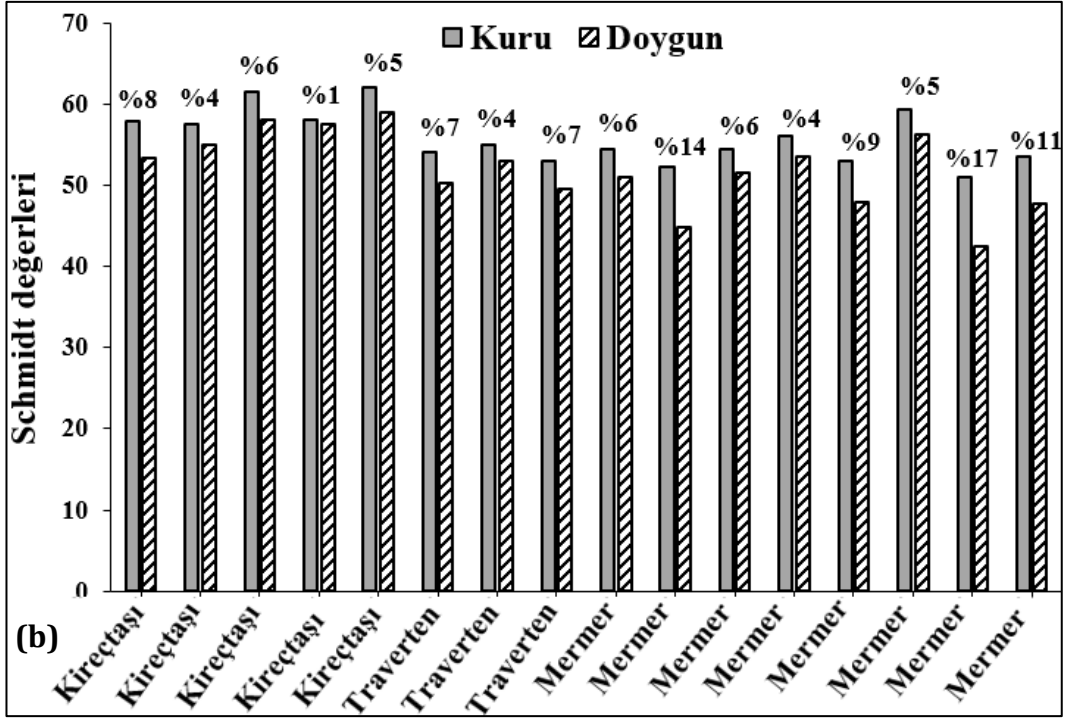
Şekil 2. Değerlendirme yöntemlerinin Schmidt değerlerine etkisi; Karaman (2020) (a) ve Kahraman vd. (2002) (b)  
(The effect of evaluation methods on Schmidt hammer; Karaman (2020) (a) ve Kahraman vd. (2002) (b))

### 3.2. Su İçeriğinin ve Yüzey Özelliklerinin Schmidt Değerlerine Etkisi (The Effect of Water Content and Surface Characteristics on Schmidt Values)

Schmidt çekici, kaya mühendisliği projelerinde kaya dayanımının tahmininde yaygın olarak kullanıldığından, Schmidt çekici değerinden dayanım tahmin edilirken suya doygunluğun da dikkate alınması gereklidir (Kahraman ve Fener 2019). Aydın (2014), kayacın mikroyapısal özelliğine bağlı olarak su içeriğinin Schmidt çekici değerini önemli derecede etkileyebileceğini ifade etmektedir.

Karakul (2017), on dört farklı kayaç ve bir yapı malzemesi için basınç dayanımı ve Schmidt çekici değerleri arasındaki ilişki üzerinde suya doygunluğun etkisini araştırmıştır. Kahraman ve Fener (2019) ise 16 farklı karbonat kayaçları üzerinde (kireçtaşı, traverten ve mermer) yaptıkları çalışmada doygunluğa bağlı Schmidt geri tepme derindeki kayıp % 17'ye ulaştığını ifade etmişlerdir. Kahraman ve Fener (2019) Schmidt çekici değeri arttıkça kayıp yüzdesinin düştüğünü belirtmişlerdir. Karakul (2017) tarafından yapılan çalışmada Schmidt geri tepme değerleri genelde 10–30 gibi düşük değer aralığında olduğundan kuru ve doygun arasındaki değerler arasındaki fark % 34'e ulaşmıştır (Şekil 3a). Kahraman ve Fener (2019) tarafından yapılan çalışmada ise Schmidt değerleri genellikle 50–60 aralığında değişmiştir (Şekil 3b).

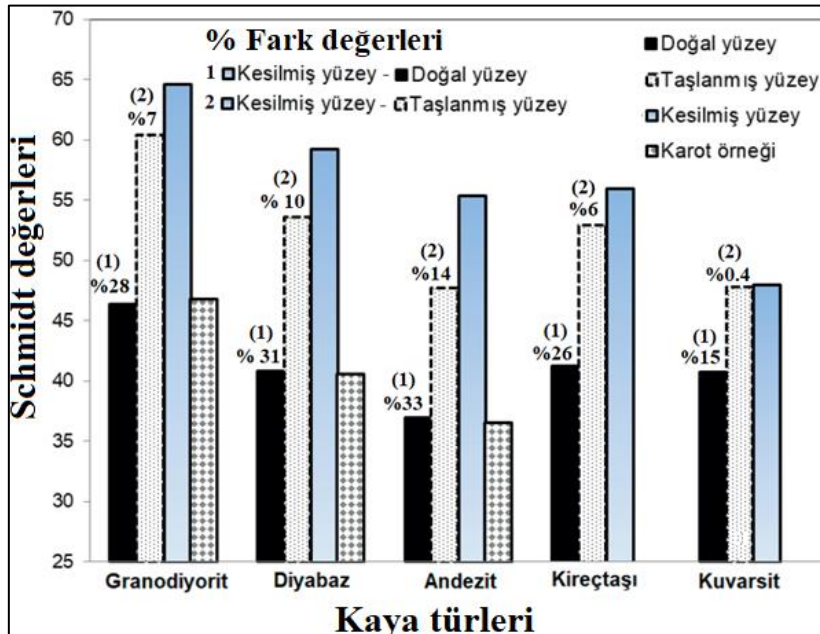




Şekil 3. Su içeriğinin Schmidt değerine etkisi; Karakul (2017) (a) ve Kahraman ve Fener (2019) (b)  
(The effect of water content on Schmidt value; Karakul (2017) (a) and Kahraman and Fener (2019) (b))

Karaman (2020) tarafından farklı kayalara ait yüzey özelliklerinin Schmidt geri tepme sayısına etkisi araştırılmıştır. Schmidt ölçümleri dört farklı yüzeyde gerçekleştirilmiştir. Bunlar a) köşelerden uzak, tozdan arındırılmış, doğal yüzeyler üzerinde, b) elektrikli taşlama aleti ile (16 numara) temizlenen/pürüzlülüğü giderilen yüzey üzerinde, c) laboratuvar taş kesme makinasında kesilen yüzey üzerinde ve d) beş kaya bloğunun üçünden alınan karot örnekleri üzerinde yapılmıştır. Aynı zamanda söz konusu yüzeylerin pürüzlülükleri de ölçülmüş ve sertlik değerleri ile ilişkilendirilmiştir.

Karaman (2020) tarafından yapılan çalışma verileri kullanılarak Şekil 4'teki grafik oluşturulmuştur. Beş farklı kaya türü için, kesilmiş yüzey ile herhangi bir işleme tabi tutulmamış pürüzlü doğal yüzeyler arasında (grafikte 1 nolu durum) elde edilen Schmidt değerleri arasındaki fark % 15 - % 33 arasında değişmiştir. Grafikte 2 nolu durum olarak belirtilen ve kesilmiş yüzey ile taşlanmış yüzey arasındaki Schmidt değerlerindeki fark ise % 0.4 - % 14 arasında değişmiştir. Bu sonuca göre deney öncesinde kaya yüzeyinin zımpara veya elektrikli taşlama aletiyle pürüzlülüğünün azaltılması büyük önem taşımaktadır.



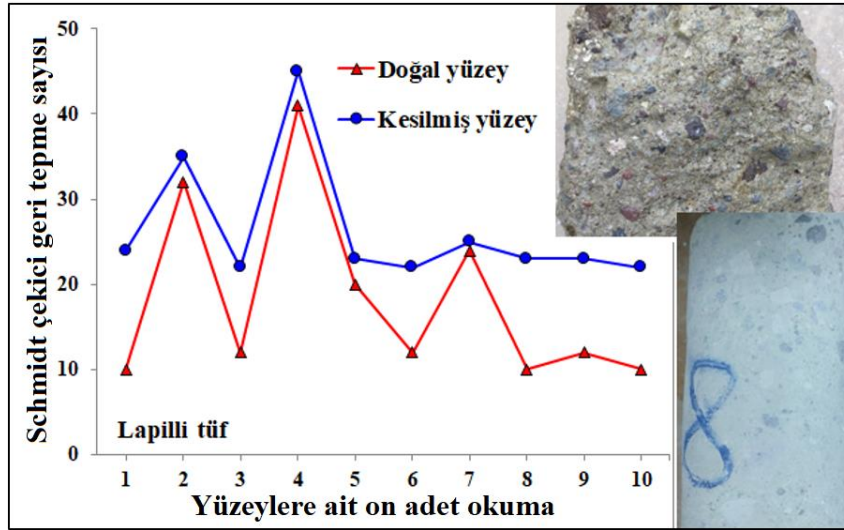
Şekil 4. Yüzey özelliklerinin Schmidt değerlerine etkisi (The effect of surface characteristics on Schmidt values))

#### 4. Bulgular ve Tartışma (Results and Discussion)

##### 4.1. Kaya Mineralojisinin ve Bozunmanın Schmidt Değerlerine Etkisi (The Effect of Rock Mineralogy and Weathering on Schmidt Values)

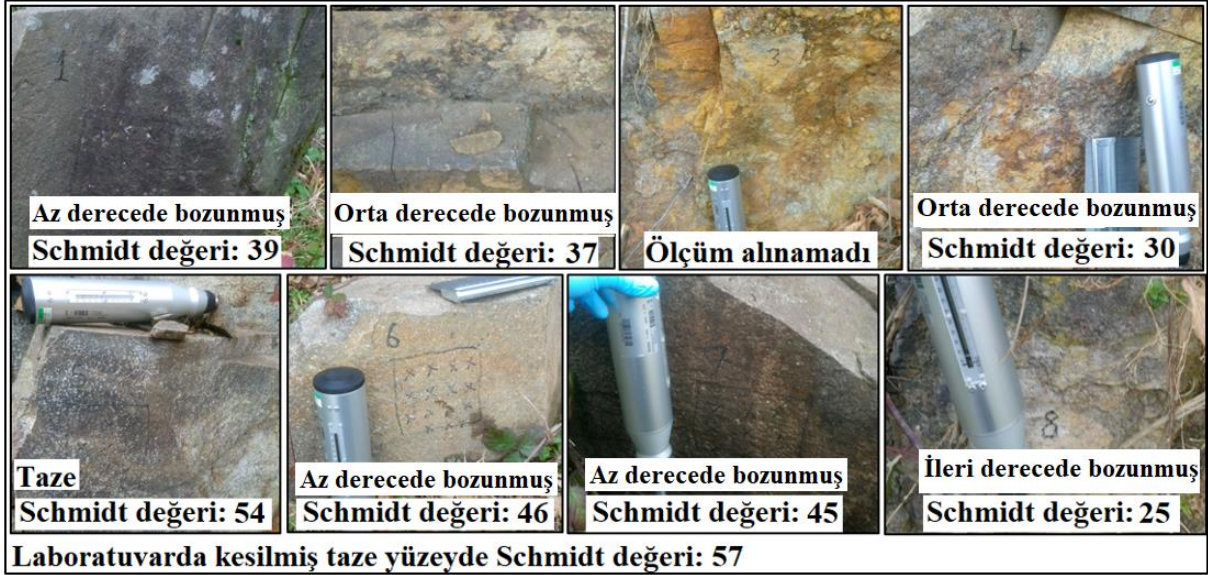
Atapour ve Mortazavi (2018), farklı dokusal özelliklere, özellikle tane boyutlarına (tane boyutu 0.31 ile 1.63 mm ve çimento içeriği % 15 ile % 25 arasında) sahip yapay kumtaşları üretmiştir. Numunelerin Schmidt geri tepme sayısının tane boyutunun artmasıyla arttığını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada kullanılan lapilli tuf kayacı farklı geri tepme değerlerini yansıtan irili ufaklı farklı kaya parçalarına sahiptir. Diğer kayalarda kesilmiş yüzeyin pürüzlülüğü ve bozunma etkisi ortadan kalktığı için veriler arasında ki dalgalanma yok denecek kadar azdır. Ancak, lapilli tuf kayacında farklı boyuttaki kaya parçaları farklı sertlik içerdiğinden kesilmiş yüzeyde bile verilerde dalgalanma görülmüştür (Şekil 5).

Bu çalışmada kaya yüzeyindeki bozunmanın etkisi bir bazalt sahasında araştırılmıştır. Bazalt sahasında yapılan bozunma durumu Gökçeoğlu (1997) tarafından önerilen sınıflama dikkate alınarak belirlenmiştir. Çalışmada taze yüzeyden ileri derece bozunmuş yüzeylere kadar oldukça farklı yüzeylerde ölçüm alınmıştır (Şekil 6). Schmidt değerleri kaya yüzeylerinin bozunmasından büyük ölçüde etkilenmiştir. Kaya yüzeyleri donma-çözülme, hava bileşiminde yer alan gazlar, su, sıcaklık gibi atmosferik etkilere maruz kalması sonucu sağlam yapısını kaybetmesi sonucu zayıflamaktadır. Böylelikle kayanın dayanımının azalmasının yanı sıra Schmidt çekici geri tepme sayılarında da ciddi azalmalar söz konusu olabilmektedir. Ayrıca, Schmidt çekici boşluklara karşı hassas olduğundan aşırı bozunmuş yüzeylerin arka tarafında oluşan boşluklar ölçüm alınamamasına sebebiyet vermektedir. Çalışma sahasında ileri derece bozunmuş yüzeyde ölçülen değerlerin taze yüzeyde ölçülen değerlerinden % 54 daha düşük olduğu görülmüştür (Şekil 7). Taze - az ayrılmış yüzeyler arasındaki ortalama değerlerdeki fark % 20 iken, taze - orta ayrılmış yüzeyler arasındaki ortalama fark ise yaklaşık % 38'dir. Bütün faktörler dikkate alındığında Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerini etkileyen en önemli faktörün bozunma olduğu görülmüştür.

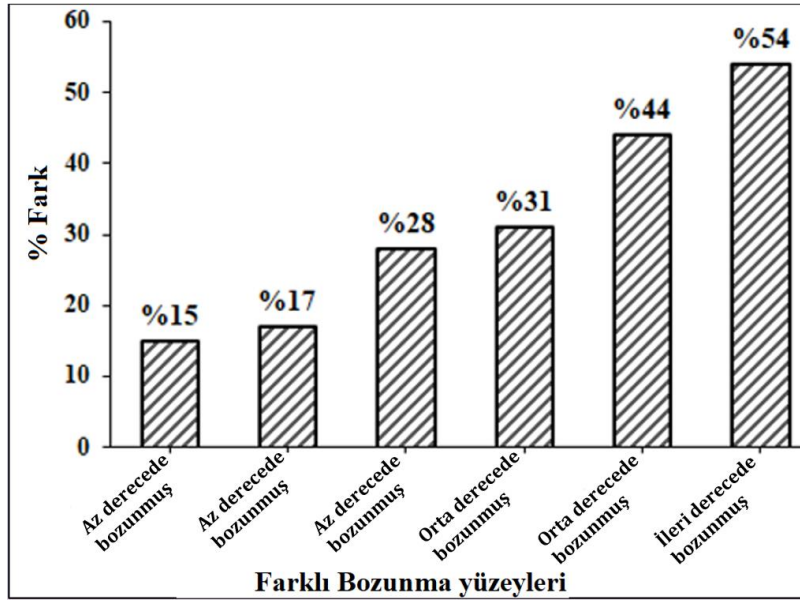


Şekil 5. Kaya mineralojisinin Schmidt çekici geri tepme sayısına etkisi (The effect of rock mineralogy on Schmidt hammer rebound number)





Şekil 6. Bozunmanın Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerine etkisi (The effect of weathering on Schmidt hammer rebound number values)



Şekil 7. Taze ve bozunmuş yüzeylerdeki değerlerdeki farklar (The difference in values on fresh and weathered surfaces)

#### 4.2. Diğer Faktörlerin Schmidt Değerlerine Etkisi (The Effect of Other Factors on Schmidt Values)

Çekicinin kalibrasyonu Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen diğer faktörlerdendir. Schmidt çekicinin en önemli parçalarından biri olan yaylar zaman içerisinde gevşemektedir. Bu nedenle Schmidt çekici her kullanımdan önce kalibrasyon örsü ile kontrol edilmelidir. Çekicinin uygulama yönü de Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerini etkilemektedir. Kalibrasyon ve çekiç uygulama yönü ile ilgili gerekli düzeltmeler ve grafikler Aydın (2009) tarafından verilmiştir. Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerinin olumsuz etkilenmemesi için çekiç test yüzeyine dik ve dike yakın ( $\pm 5^\circ$ ) uygulanmalıdır. Schmidt çekici ayrıca süreksizlik ve kenar boşluklarından gerektiği kadar uzak olmalı, test yüzeyinin hemen altında boşluk ve çatlaklar olmamalıdır. Bu konuda sayısal değerler araştırmacılar ve standartlarca belirtilmiştir. Kaya bloğunda yapılan deneyler için kaya bloğunun L tipi çekiç için en az 20 kg ve N tipi çekiç için en az 40 kg ağırlığında olması ve test anında zemine sıkıştırılması önerilmektedir. En çok yanılığa neden olan etkenlerden biri de Schmidt çekici geri tepme sayısı çekicinin hasarsız bir yöntem olduğunun düşünülmesidir. Kaya dayanımının 80 MPa ve üzerinde olması durumunda aynı karot örneklerde önce Schmidt çekici deneyi daha sonra dayanım ve deformasyon testlerinin yapılabileceği ifade edilmiştir. Ancak bu çalışmada, yeterince örnek olması durumunda farklı örneklerin kullanılmasının daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir. Kaya dayanımı <80 MPa olduğunda Schmidt çekici deneylerinde kullanılan örneklerde kırılma meydana gelebilecekken, >80 MPa olan karot örneklerde ise mikro çatlakların oluşumu muhtemeldir. Aynı örneklerin dayanım testinde kullanılması durumunda oluşan mikro çatlaklardan dolayı daha düşük dayanımlar elde edilebilecektir.

Bu çalışma ve farklı yazarların çalışmalarından elde edilen Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerini etkileyen parametreler Tablo 1’de verilmiştir. Schmidt çekicini etkileyen çok sayıda faktörün olduğu anlaşılmaktadır. Schmidt çekicini etkileyen faktörler genel olarak değerlendirildiğinde amaca uygun olarak gerekiyor ise kaya test yüzeyinin hazırlanması önem arz etmektedir. Hazırlanmış/pürüzlülüğü azaltılmış yüzeylerdeki değerler arasındaki standart sapma azalacağından farklı değerlendirme yöntemlerinin etkisi de azalacaktır. Ayrıca yüzeyin sıyırılması ile deneyler alttaki taze yüzey üzerinde yapılmış olacağından bozunma etkisi de en aza inecektir. Eğer buzul kaya bloklarının yaş tayini yapılacak ise ve kaya yüzeylerinin ayrışma durumları belirlenecekse yüzeye herhangi bir işlem yapılmadan Schmidt ölçümleri alınmaktadır (Wilson vd., 2019). Schmidt çekicinin en önemli kullanım alanlarından birisi şüphesiz kaya dayanımının dolaylı olarak tahmin edilmesidir. Ancak, dayanım tahmini için literatürde verilen eşitliklerin iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Kullanılacak eşitliklerin hangi kaya türlerinden üretildiği, eşitlikte kullanılan veri aralıklarının benzerliği, değerlendirme yöntemi ve çekiç tipi, test yüzeyinin özellikleri gibi faktörler değerlendirilerek en uygun eşitlik dayanım tahmini için seçilmelidir.

**Tablo 1.** Schmidt çekici geri tepme sayısı değerlerini etkileyen parametreler (Parameters affecting the Schmidt hammer rebound number values)

Parametre	Araştırmacılar		En düşük (%)	En yüksek (%)
Çekiç tipi (L ve N)	Büyüksağış ve Gökten (2007)		10	24
	Aydın ve Basu (2005)		11	24
Su içeriği	Kahraman ve Fener (2019)		1	17
	Karakul (2017)		0.3	34
Ölçümleri değerlendirme yöntemleri	Karaman (2020)	Kesilmiş	2	3
	Bu çalışma	Doğal	6	19
	Kahraman vd. (2002)	Lab.’da	1	7
		Arazide	6	17
Pürüzlülük	Karaman (2020)	K – D	15	33
		K – T	0.4	14
Bozunma	Bu çalışma		15	54

K: Kesilmiş yüzeyde deney, D: Doğal yüzey, T: Taşlanmış yüzey

## 5. Sonuçlar (Conclusions)

Bu çalışmada, Schmidt çekici geri tepme sayısını etkileyen faktörler nicel olarak irdelenmiştir. Farklı çekiç tipinden elde edilen Schmidt değerleri arasındaki farklar % 24’ü, doygun ve kuru durumda elde edilen değerler arasındaki farklar ise % 34’ü bulmuştur. Farklı değerlendirme yöntemlerinden elde edilen Schmidt çekici geri tepme sayısı değerleri arasındaki fark % 19’a ve farklı yüzeylerden hesaplanan değerler arasındaki değişim ise % 33’e ulaşmıştır. Ayrıca, farklı bozunma/ayrışma derecelerinin Schmidt geri tepme sayılarını ciddi anlamda düşürdüğü görülmüştür. Çalışılan saha için taze örneklerden elde edilen değerler ile ileri derece bozunmuş yüzeylerden elde edilen değerler arasında % 54 civarında fark ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sayısal değerler farklı türdeki kaya türlerini kapsamaktadır. Bu nedenle, Schmidt çekici çekici geri tepme sayısı değerlerini etkileyen faktörlerin farklı kökendeki kayalar için değişimlerinin çalışılması bu alana katkı sağlayacaktır.

## Çıkar Çatışması (Conflict of Interest)

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir. No conflict of interest was declared by the author.

## Kaynaklar (References)

- ASTM., 2001. Standard test method for determination of rock hardness by rebound hammer method. 04.09 (D 5873-00).  
 Atapour, H., Mortazavi, A., 2018. The effect of grain size and cement content on index properties of weakly solidified artificial sandstones. J. Geophys. Eng. 15, 613–619.  
 Aydın, A., 2009. ISRM Suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: revised version. Int. J. Rock Mech. Min. Sci., 46,627–634.  
 Aydın, A., Basu, A., 2005. The Schmidt hammer in rock material characterization. Eng. Geol., 81,1–14.

- Aydin, A., 2014. ISRM suggested method for determination of the Schmidt hammer rebound hardness: revised version. In R. Ulusay (ed), The ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 2006–2014. Heidelberg, Springer.
- Büyüksağış, İ.S., Gökten, R.M., 2007. The effect of Schmidt hammer type on uniaxial compressive strength prediction of rock, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 44:299–307.
- Gökçeoğlu, C., 1997. Killi, Yoğun Süreksizlik İçeren ve Zayıf Kaya Kütlelerinin Mühendislik Sınıflamalarında Karşılaşılan Güçlüklerin Giderilmesine Yönelik Yaklaşımlar. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hucka, V., 1965. A rapid method for determining the strength of rocks in situ. *Int J Rock Mech. Min. Sci Geomech, Abstr*, 127-134.
- ISRM., 1978. Suggested methods for determining hardness and abrasiveness of rocks. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.* 15, 89–98.
- ISRM., 1981. *ISRM Suggested Methods Rock Characterization, Testing and Monitoring*. E. T. Brown (ed.), Pergamon Press, London, 211 s.
- Kahraman, S., Fener, M., Günaydin, O., 2002. Predicting the Schmidt hammer values of in-situ intact rock from core sample values. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.* 39,395–399.
- Kahraman, S., Fener, M., 2019. Karbonatlı kayaların Schmidt çekici değerleri üzerinde su içeriğinin etkisi. 4. International Conference on Civil and Environmental Geology and Mining Engineering, 20-22 April 2019, Trabzon, pp. 151-157.
- Karakul, H., 2017. Investigation of saturation effect on the relationship between compressive strength and Schmidt hammer rebound. *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 76, 1143–1152.
- Karaman, K., Kesimal, A., 2015. A comparative study of Schmidt hammer test methods for estimating the uniaxial compressive strength of rocks, *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 74, 507-520.
- Karaman, K., 2019. Effect of Surface Roughness, Weathering And Testing Methods On Schmidt Hardness Measurements. 4. International Conference on Civil and Environmental Geology and Mining Engineering, 20-22 April 2019, Trabzon, pp. 1262-1274.
- Karaman, K., 2020. Kaya Yüzey Pürüzlülüğünün Schmid Sertliği Ölçümlerine Etkisi. *Bilimsel Madencilik Dergisi*. 59, 5–24.
- Karpuz, C., 1990. A classification System for Excavation of Surface Coal Measures. *Mining Sci. Tech.* 11,157–163.
- Kulekçi, G., Yılmaz, A.O., Çullu, M., 2021. Experimental investigation of the usability of construction waste as aggregate. *Journal of Mining and Environment* 12 (1), 63-76
- Külekcı, G., Vural, A., Aliyazıcıoğlu, A., 2022. Assessment of excavability classification in a Limestone Quarry: A case study from Bayburt, Turkey. *Iranian Journal of Earth Sciences*, 14 (4), 241-251.
- McCarroll, D., 1989. Potential and limitations of the Schmidt hammer for relative-age dating: field tests on Neoglacial Moraines, Jotunheimen, Southern Norway. *Arctic and Alpine Research*, 21 (3), 268-275.
- Schmidt, E., 1951. A non-destructive concrete tester. *Concrete*, 59(8),34–35.
- Sumner, P., Nel, W., 2002. The effect of rock moisture on Schmidt hammer rebound: tests on rock samples from Marion Island and South Africa. *Earth Surf. Process Landf.* 27, 1137–1142.
- USBR., 1998. *Engineering geology field manual*. Field Index Tests. 1,111–112.
- Wilson, P., Matthews, J.A., 2016. Age assessment and implications of late Quaternary periglacial and paraglacial landforms on Muckish Mountain, northwest Ireland, based on Schmidt-hammer exposure-age dating (SHD). *Geomorphology*, 270, 134–144.
- Wilson, P., Linge, H., Matthews, J.A., 2019. Comparative numerical surface exposure-age dating (10Be and Schmidt hammer) of an early-Holocene rock avalanche at Alstadjellet, Valldalen, southern Norway. *Geogr. Ann. Ser. A Phys. Geogr.* 101, 293–309.