



**Murat Ünal**

Çanakkale Onsekiz Mart University, murat.unal@comu.edu.tr,  
Çanakkale-Turkey

**Turgay Beyaz**

Pamukkale University, tbeyaz@pau.edu.tr, Denizli-Turkey

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.2.1A0431">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.2.1A0431</a>	
ORCID ID	0000-0001-7981-7440	0000-0001-5529-7559
CORRESPONDING AUTHOR	Murat Ünal	

## HASANKEYF KİREÇTAŞLARININ SUDA DAĞILMAYA VE TUZ KRİSTALLEŞMESİNE KARŞI DİRENCİNİN ARAŞTIRILMASI

### ÖZ

Hasankeyf ve çevresi, mağaraları ve tarihi yapılarıyla, Türkiye'nin önemli kültürel miraslarından biridir. Kireçtaşlarından oluşan bu kültürel mirasın önemli bir bölümü Ilısu baraj gölünün suları etkisi altında kalacaktır. Su etkisi altında kalacak mağaraların ve baraj gölünü çevreleyen kayaçların, göl suyundan etkilene derecesinin belirlenmesi, gerekli önlemlerin alınması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, yapı taşı olarak da kullanılan tarihi Hasankeyf bölgesindeki kireçtaşlarından alınan örneklerin suya ve tuza karşı dirençleri sırasıyla suda dağılma dayanımı ve tuz kristalleşmesi deneyleri ile belirlenmiştir. Elde edilen veriler, Hasankeyf kireç taşlarının sudan ve tuzdan önemli derecede etkilendiğini göstermiştir.

**Anahtar kelimeler:** Hasankeyf Kireçtaşları, Suda Dağılma Dayanım Deneyi, Tuz Kristalleşmesi, Hasankeyf

## INVESTIGATION OF RESISTANCE OF HASANKEYF LIMESTONES TO SLAKE DURABILITY AND SALT CRYSTALLIZATION

### ABSTRACT

Hasankeyf and the surrounding area, with historic buildings and caves, is one of Turkey's most important cultural heritage. A significant part of this cultural heritage consisting of limestones will be under the influence of the Ilısu dam reservoir. Determination of the degree of the effects of the caves and the rocks surrounding the dam lake to be affected by water will be important in terms of taking necessary precautions. In this study, the water and salt resistance of the samples taken from the limestones in the historical Hasankeyf region, which is also used as a building stone, was determined by using slake durability and salt crystallization experiments, respectively. The data obtained showed that Hasankeyf limestones were significantly affected by water and salt.

**Keywords:** Hasankeyf Limestones, Slake Durability Test, Salt Crystallization, Hasankeyf

### How to Cite:

Ünal, M. ve Beyaz, T., (2019). Hasankeyf Kireçtaşlarının Suda Dağılmaya ve Tuz Kristalleşmesine Karşı Direncinin Araştırılması, **Engineering Sciences (NWSAENS)**, 14(2):55-62, DOI: 10.12739/NWSA.2019.14.2.1A0431.

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Suyun doğrudan ve dolaylı olarak bozunmayı hızlandırdığı ve kayaçların fizikomekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Suyun kayaçlar üzerindeki etkisini belirlemeye yönelik birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları suda dağılma dayanımı indeks deneyi, donma-çözülme deneyi, ıslanma-kuruma deneyi, tuz kristalleşmesi vb. dir. Suda dağılma dayanımı indeks deneyi, arazi koşullarında kayaların dayanıklılığını ve suya duyarlılığını tanımlamak için uzun süredir kullanılmaktadır. İlk olarak Franklin ve Chandra [1] tarafından önerilen suda dağılma dayanıklılık testi, kaya numunesinin bir (veya birkaç) ıslatma/kurutma döngüsüne maruz kaldığında zayıflamasını ve dağılmaya karşı direncini değerlendirmeyi amaçlayan bir deneydir. Özellikle zayıf ve kil içeren kayaçların dayanıklılığını belirlemek için yaygın olarak kullanılmaktadır [2, 3 ve 4]. Literatürde, kayaçların kimyasal ve mineralojik bileşimleriyle ilişkilendirilmiş çalışmalara da rastlanmaktadır [5]

Tuzların kayaçlar üzerindeki etkilerinin, hidrasyon ve dehidrasyona bağlı büzülme ve genleşmeden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Kristalleşme basıncı, çözeltinin doyma derecesine ve kayaç gözeneklerinin büyüklüğüne bağlı olarak, kristalleşme sırasındaki en önemli bozuşma mekanizması olarak tanımlanmaktadır [6, 7, 8 ve 9]. Tuzlara bağlı bozuşma özellikle denizler çevresinde ve ılıman iklim koşullarında çok daha yaygın olarak görülmektedir. Tuzlar, bu tür ortamlarda rüzgâr ile birleştiği zaman, nispeten daha güçlü bozuşma etkisi göstermektedir [6 ve 10]. Tuzlar, yağmur, nem ve sis gibi çözücü/taşıyıcı etmenler aracılığıyla yapı taşlarının boşluklarına nüfuz etmekte; sıcaklık etkisiyle buharlaşan su, kayaç gözenek ve boşluklarında kristaller oluşmasına neden olmaktadır. Zaman içerisinde daha da büyüyen kristaller kayacın dayanımının azalmasına ve parçalanmasına etki etmektedir. Tuz kristalleşmesine bağlı bozuşma, çatlak ve mikroçatlak içeren kayaçlar üzerinde de önemli etkilere sahiptir [11]. Gözenekli ortamlardaki tuzlar, taneler ve bağlayıcı malzeme arasındaki yapışkanlığın yani çimentolanmanın zayıflamasına neden olmaktadır. Çözünme ve kristalleşme döngüsü kayaçta; ağırlık kaybına, genleşme ve büzülme etkisiyle kayaç içinde tekrarlanan basınç artışı ve azalmasına dolayısıyla dayanım azalmasına, gözenek boyutlarında değişime, farklı ayrışma etkilerine ve gözle görülebilir fiziksel, kimyasal ve mekanik yüzey bozunumlarına, parçalanmaya-ufalanmaya ve kütle kaybına neden olmaktadır [10, 11, 12 ve 13].

Kireçtaşlarından oluşan tarihi Hasankeyf kalesi ve mağaralarının önemli bir bölümü Ilısu baraj gölünün suları altında kalacaktır. Korunması gereken ve su üzerinde kalacak olan tarihi kale ve darphane bölgesi, su seviyesinin yükselmesi sonucu kılcallık etkisiyle tuz emilimine/tuz etkileşimine daha fazla maruz kalacaktır. Baraj gölü etkisi altında kalacak mağaraların ve baraj gölünü çevreleyen kayaçların, göl suyundan etkilenme derecesini belirlemek amacıyla suda dağılma dayanımı indeksi ve tuz kristalleşmesi deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, yapı taşı olarak da kullanılan kireçtaşlarının fizikomekanik özelliklerini belirlemek için deneyler yapılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler yardımıyla, Hasankeyf kireçtaşlarının sudan ve tuz kristalleşmesinden önemli derecede etkilendiği ortaya konmuştur.

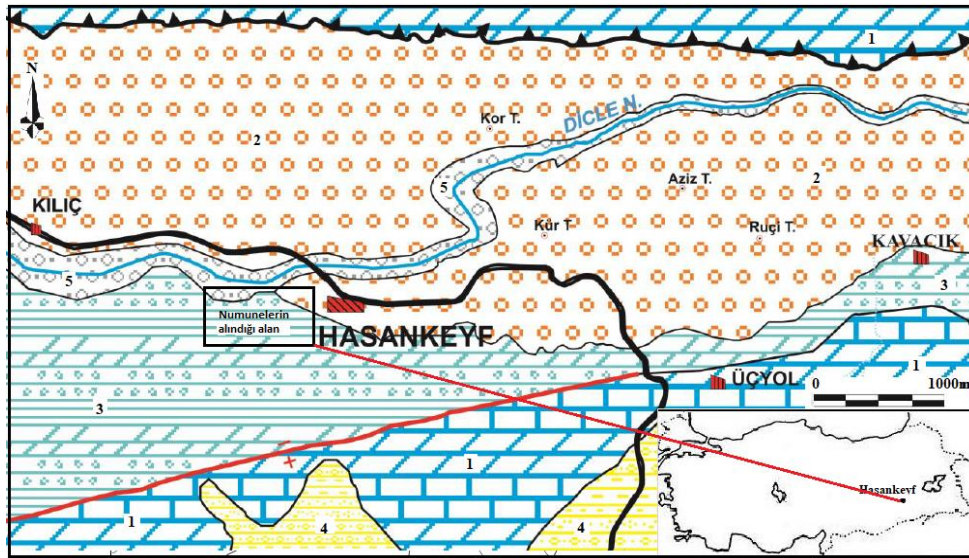
## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Hasankeyf ve çevresi yüzey morfolojisi, mağaraları ve tarihi yapılarıyla, Türkiye'nin en önemli kültürel ve jeolojik miraslarından biridir. Gözenekli kireçtaşlarından oluşan bu kültürel mirasın önemli bir bölümü Ilısu baraj gölünün sularının altında kalacaktır. Suyun, doğrudan kayaçları aşındırarak, dolaylı olarak da tuzu kayaçların bünyesine taşıyarak bozunmayı gerçekleştirdiği bilinmektedir. Bu

çerçeve, baraj gölünü çevreleyen kayaların ve tarihi yapıların suya ve tuza karşı direncinin belirlenmesinin, bu alandaki tarihi-kültürel eserlerin korunması amacıyla, gerekli önlemlerin alınması açısından önemlidir.

### 3. MALZEMELER (MATERIALS)

Deneylerde kullanılan numuneler, Hasankeyf bölgesinden blok olarak alınmış ve taş işleme atölyelerinde standartlara uygun olarak hazırlanmıştır. Hasankeyf, Anadolu'nun güneydoğusunda Batman ili sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Örnek blokların alındığı bölge Germik formasyonu içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Formasyon, Dicle nehri'nin güney kıyısındadır. Beyaz, kırmızı-kahve, yeşil, bej, gri renkli jips, anhidrit, şeyl, dolomit ve kumlu-siltli dolomitlerden oluşmaktadır. Formasyon, fiziksel koşullara dayanıksız, yer yer dolomitli kireçtaşı, killi kireçtaşı ve jips ardalanmasından oluşmaktadır [14].



Şekil 1. Hasankeyf'in yer bulduru ve jeolojik haritası [14]  
Simgeler: 1. Hoya formasyonu, 2. Şelmo formasyonu, 3. Germik formasyonu, 4. Gercüş formasyonu, 5. Alüvyon

(Figure 1. Location and geoloical map [14] of Hasankeyf  
Legend: 1. Hoya formation, 2. Şelmo formation, 3. Germik formation, 4. Gercüş formation, 5. Alluvium)

Numunelerin alındığı alan, çok kalın katmanlı beyaz-kahve renkli, ikincil karbonat kapanımlı kireçtaşlarından oluşmuştur. Kireçtaşlarında kuzeye doğru 5°-7° eğimli belirgin tabakalanma gözlenmektedir. Yüzey incelemelerinden, alt tabakalara doğru tebeşirli kireçtaşlarına geçişin olduğu ve kireçtaşı dayanımının alt tabakalara doğru azaldığı belirlenmiştir. Mağaralar, daha zayıf dayanımlı olan bu bölümlerde yoğunlaşmıştır (Şekil 2). Numuneler tarihi kale ve darphane bölgesinden alınmıştır. Numuneler, alındığı katmanlara bağlı olarak üst katmandan alt katmana doğru sıralanmıştır. En üst katmandan alınan numuneler H1, en alt katmandan alınan numuneler ise H4 olarak kodlanmıştır.



Şekil 2. Tabakalanmalar ve mağaralar  
(Figure 2. Stratigraphy and caves)

#### 4. YÖNTEMLER (METHODS)

##### 4.1. Fizikomekanik Deneyler (Physico-Mechanical Experiments)

Hasankeyf kireçtaşları, kimyasal bileşenleri açısından yakın alanlardaki diğer kireçtaşlarıyla benzerlik göstermektedir. Kimyasal bileşenleri MgO, CaO, SiO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> olarak sıralanabilir [15 ve 16]. Bu çalışmada, fizikomekanik deneyler TS 699 [17] ve ISRM [18] standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Örneklerin bazı fizikomekanik özellikleri aşağıda özetlenmiştir (Tablo 1). Deneyler, kuru ve doymun numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Numunelerin bazı fizikomekanik özellikleri  
(Table 1. Some physico-mechanical properties of specimens)

Numune Kodu	$\rho_g$ (g/cm <sup>3</sup> )		P (%)	W (%)	d*		UCS (MPa)*	
	Kuru	Doymun			Kuru	Doymun	Kuru	Doymun
HK-1	1.698	1.871	17.556	10.541	41	36	16.20	14.23
HK-2	1.670	1.948	27.788	16.637	33	26	13.16	7.28
HK-3	1.717	2.017	29.977	17.469	25	21	11.88	5.98
HK-4	1.676	1.979	30.301	18.094	24	20	7.40	5.82

$\rho_g$ : Yoğunluk

P: Gözeneklilik

W: Ağırlıkça Su Emme

d: Schmidt Çekici İndeks Değeri

UCS: Tek Eksenli Basınç Dayanımı\* [19]

##### 4.2. Suda Dağılma Dayanım İndeks Deneyi (Slake Durability Test)

Kayaçların sınıflandırılması ve birbirleri ile karşılaştırmalarında kullanılan bir deneydir. Genellikle, zayıf ve kil içeren kayaçların suda aşınma direncinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayaç numunelerinin, iki standart kuruma ve ıslatma döngüsünden kaynaklanan zayıflama ve parçalanmaya karşı direncini belirlemek için kullanılmakta ve nihai kuru başlangıç ağırlıklarına göre aşağıdaki gibi yüzde oranı olarak hesaplanmaktadır. Deneyler, farklı katmanlardan alınan numuneler üzerinde ISRM 1981 standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

$$I_{d2} = \frac{C-D}{A-D} \times 100 \quad (1)$$

Burada, A: tanburun ve numunenin ilk ağırlığını, C: tanburun ve ikinci döngü sonrası arta kalan numunenin ağırlığını ve D: ise tanburun ağırlığını göstermektedir.

#### 4.3. Tuz Kristalleşmesi Deneyi (Salt Crystallization Test)

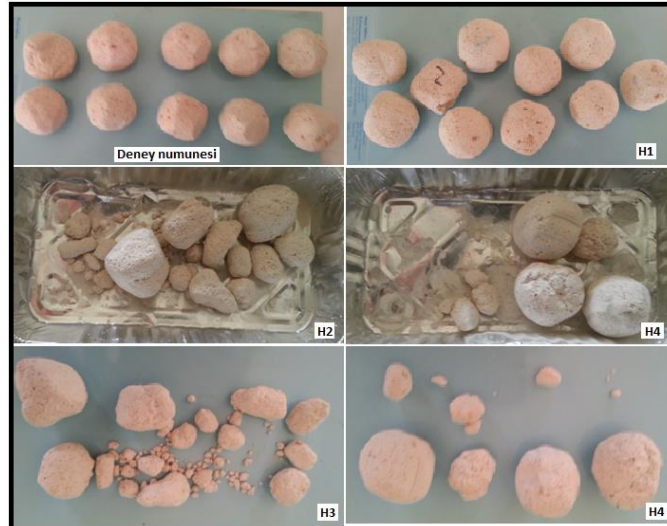
Bu çalışmada, deneyler UNE EN 12370 [20] standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu deneyde, numune sabit kütleye gelinceye kadar kurutulduktan sonra, sodyum sülfat çözeltisine batırılmıştır. Daha sonra kurutulmuş ve oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Bu işlem 15 kez tekrarlanmış ve kütle değişimi ağırlıkça yüzde olarak hesaplanmıştır. Deneyler, farklı katmanlardan alınan ve kopmuş parçalardan seçilen numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan bağıntı aşağıda verilmiştir.

$$DWL = \frac{(M_w - M_{uw})}{M_{uw}} * 100 \quad (2)$$

Burada, DWL: yüzde kuru ağırlık kaybını,  $M_w$ : bozunmuş numunenin kuru ağırlığını ve  $M_{uw}$ : ise bozuşmamış numunelerin kuru ağırlığını temsil etmektedir.

#### 5. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

Düşük dayanımlı kayaçların suda dağılma dayanım indeksi ( $I_{d2}$ ) değerlerinin belirlenmesi, mühendislik çalışmalarında göz ardı edilmemesi gereken önemli parametrelerden biridir. Hasankeyf kireçtaşının suda dağılma dayanım indeksi ( $I_{d2}$ ) değerleri, %26.84 ile 96.73 arasında değişmektedir (Tablo 2). Suda dağılma dayanım indeksi deneyleri sırasında kayacın morfolojisinde biçimsel değişimler gözlenmiştir (Şekil 3). Buna göre, mağaraların bulunduğu alt tabakalardan alınan numuneler hemen hemen dağılmıştır (tambur içinde aşınmıştır). Suda dağılma dayanımı indeksi değerlerinin düşük olduğu gözlenmiştir. Üst tabakadan alınan numunelerin daha dirençli olduğu, dolayısıyla, suda dağılma dayanımı indeksi değerinin orta-yüksek olduğu belirlenmiştir. Rezervuardaki su kütlesi altında kalacak olan alt tabakaların suyla daha fazla temas ve etkileşim içerisinde olacaktır. Kale ve darphane çevresi kireçtaşlarının aşınma, tuzlanma, parçalanma, dağılma vb. olumsuz etkilere karşı su ile temasının önlenmesi için acil tedbirlerin alınması gerekmektedir.



Şekil 3. Suda dağılma dayanım indeksi deney numunelerinden örnekler  
(Figure 3. Examples from specimens of slake durability index test)

Kuru ağırlık kaybı (DWL) yaklaşımı, tuz kristalleşmesi nedeniyle bozuşma çalışmalarında kullanılmaktadır. Hesaplama sonuçları aşağıda sunulmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Numunelerin DWL ve suda dağılma dayanım indeks değerleri  
(Table 2. DWL and slake durability index values of specimens)

Numune Kodu	Dağılma Döngü Sayısı		DWL (%)	I <sub>d1</sub> (%)	I <sub>d2</sub> (%)
	Döngü Sayısı	Numune Durumu			
HK-1	15	Sağlam	6.42	94.75	91.69
HK-2	8	Dağıldı	----	43.36	36.45
HK-3	6	Dağıldı	----	42.48	34.29
HK-4	5	Dağıldı	----	32.03	26.84

Tuz kristalleşmesinden kaynaklanan bozuşma ile fiziksel özellikleri arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin, Yüksek gözenekliliğe sahip numunelerin daha hızlı bozduğu gözlenmiştir. Kuru ağırlık kaybı testinden sonra, örneklerde ayrışma gözlenmiştir. Bozuşma, ilkönce numunelerin köşelerinde başlamıştır. Alt tabakalardan alınan numuneler ilk 5 döngü sonrası dağılmaya başlamıştır (Şekil 4; Tablo 2). Numunelerde bozuşma, suda dağılma dayanım deneylerinde de gözlemlendiği üzere (Şekil 3) homojen gerçekleşmemiştir. Yani aynı bloktan veya tabakadan alınan numunenin biri bozulurken diğeri sağlam kalmıştır. Alt tabakalardan alınan numunelerin tamamı 10. döngüye kadar tamamen ayrılmış-dağılmıştır ve kuru ağırlık kaybı hesaplanamamıştır. Üst tabakadan alınan numuneler ise 15 döngülü süreci sağlam olarak tamamlamıştır. Numunelerin yüzeyinde ve köşelerinde aşınma gözlenmiştir.



Şekil 4. Tuz kristalleşmesi sonrası bozunmuş numunelerden örnekler  
(Figure 4. Examples to degraded samples after salt crystallization)

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, Hasankeyf tarihi yapılarında kullanılan kayaların önemli bir bölümünün üst tabakalardan seçildiği veya çevre bölgelerden benzer özellikteki kayalardan alınarak-getirildiği anlaşılmaktadır. Çünkü Hasankeyf kireçtaşlarının neredeyse tamamının hem suda dağılmaya, hem de tuz kristalleşmesine karşı direnci düşüktür. Tarihi kale kapısı taşlarının, camilerin minare taşlarının ve kapı kenarlarındaki taşların asırlardır bozuşmadan veya çok az bozuşmayla günümüze kadar sağlam olarak gelmiş olması bunu doğrulamaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Bozunmuş kale duvarı ve sağlam kale kapısı  
(Figure 5. Weathered castle wall and unweathered castle gate)

## 6. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

- Farklı tabakalardan alınan Hasankeyf kireçtaşı örneklerinin suya ve tuz kristalleşmesine karşı direnci, suda dağılma dayanımı ve kuru ağırlık kaybı deneyleri ile belirlenmiştir.
- Kayaçların tabaka duruşu göz önüne alınarak yapılan kıyaslamaya göre; alt tabakalardan alınan numuneler tambur içinde çabucak aşınmış, dağılmıştır. Suda dağılma dayanımı indeks değerinin "düşük" olduğu belirlenmiştir.
- Üst tabakadan alınan numunelerin daha dirençli olduğu, dolayısıyla, suda dağılma dayanımı indeks değerlerinin "orta-yüksek" olduğu tespit edilmiştir.
- Gözeneklilik arttıkça kayaçlar, suda kolayca aşınmakta ve tuza karşı direnci azalmaktadır. Üst tabakalardan alınan kireçtaşı numunelerinin suya ve tuza karşı direnci yüksek olmasına rağmen; alt tabakalardan alınan numunelerin dayanımı düşüktür.
- Alt tabakaların suyla daha fazla etkileşim içerisinde olacağı düşünüldüğünde, korunması gereken tarihi yapıların yer aldığı bölgelerin veya alanların suyla temasının engellenmesi için gerekli önlemlerin alınması önemle tavsiye edilmektedir.
- Tarihi Hasankeyf alanında uygulanacak tedbirler sayesinde suyla temasın en düşük seviyede tutulabilmesi; özellikle tarihi kale ve darphane bölgesinin korunmasını sağlayacaktır.
- Koruma amaçlı önlemlerle, bu alandaki eşsiz tarihi yapıların, daha sonraki kuşaklara aktarılmasına katkı sağlayacaktır.

## NOT (NOTICE)

Bu çalışma 5-8 Eylül 2018 tarihinde Priştine-Kosova'da düzenlenen 3. International Science Symposium (ISS2018)'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Franklin, J.A. and Chandra, R., (1972). The Slake Durability Test, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 9, pp:325-341.
- [2] Kolay, E., Kayabalı, K. ve Beyaz T., (2004). Kil İçeren Bazı Kayalarda Deney Örneklerinin Şeklinin Islak Kararlılık Deneyine Etkisi. VII. Bölgesel. Kaya Mekaniği Sempozyumu, 2004, pp:129-137.
- [3] Yağız, S., (2011). Correlation Between Slake Durability and Rock Properties for Some Carbonate Rocks, Bull Eng Geol Environ, DOI:10.1007/s10064-010-0317-8.
- [4] Moradian, Z.A., Ghazvinian, A.H., Ahmadi, M., and Behnia, M., (2010). Predicting Slake Durability Index of Soft Sandstone Using Indirect Tests, International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 47, pp:666-671.



- [5] Dhakal, G., Yoneda, T., Kato, M., and Kaneko, K., (2002). Slake Durability and Mineralogical Properties of Some Pyroclastic and Sedimentary Rocks. *Engineering Geology*, 65, pp:31-45.
- [6] Jefferson, D.P., (1993). Building Stone: The Geological Dimension. *Quarterly Journal of Engineering Geology* 26, pp:305-319.
- [7] Rodriguez-Navarro, C. and Doehne, E., et al., (2000). How does Sodium Sulfate Crystallize? Implications for the Decay and Testing of Building Materials. *Cement and Concrete Research*, 30, pp:1527-1534.
- [8] Rodriguez-Navarro, C. and Doehne, E., (1999). Salt Weathering: Influence of Evaporation Rate, Supersaturation and Crystallization Pattern. *Earth Surface Processes and Landforms*, 24, pp:191-209.
- [9] Benavente, D., Cueto, N., Martinez-Martinez, J., Cura, M.A.G., and Canaveras, J.C., (2007). The Influence of Petrophysical Properties on the Salt Weathering of Porous Building Rocks. *Environmental Geology*, 52, pp:197-206.
- [10] Benavente, D., Garcia Del Cura, M.A., Bernabeu, A. and Ordonez, S., (2001). Quantification of Salt Weathering in Porous Stones Using an Experimental Continuous Partial Immersion Method. *Holanda. (Amsterdam): Engineering Geology*. 59, pp:313-325.
- [11] Benavente, D., García-Del Cura, M.A., and Ordonez, S., (2003). Salt Influence on Evaporation from Porous Rocks, *Construction and Building Materials*, Vol:17, pp:113-122.
- [12] Ünal, M., Öksüzoğlu, C., and Berber, H., (2006). Salt-induced decay of the Building Stone. VI<sup>th</sup> International Scientific Conference, SGEM 2006, Bulgaria, Varna, pp:75-82
- [13] Ünal, M. and Gündoğdu, N., (2011). The Effect of Salt Crystallization on Tuff Used as Building Material. *Engineering Sciences, e-Journal of New World Sciences Academy* 2011, Volume:6, Number:1, pp:41-49.
- [14] Dinç, S. and Keskin, F., (2017). Petrographic Features of the Units of Hasankeyf and Surrounding Area (Batman). *Batman University Journal of Life Sciences* Vol:7, Issue:2/2, pp:23-35.
- [15] Ünal, M., (2018). Determination of Resistance of Midyat Building Stones to Salt Crystallization. *Batman University Journal of Life Sciences* Vol:8, Issue:1/2, pp:1-8.
- [16] Akyol, A.A. ve Kadioğlu, Y.K., (2012). Hasankeyf Artuklu köşkü Arkeometrik Çalışmaları. *Batman University Journal of Life Sciences*, Vol:1, Number:2, pp:29-42.
- [17] TS 699, (2009). Natural Building Stones-Methods for Inspection and Laboratory Testing. *Turkish Standard Institute, Ankara*. 95p.
- [18] ISRM, (2007). The Complete ISRM Suggested Methods for Rock Characterization, Testing and Monitoring, 1974-2006, Suggested Methods Prepared by The Commission of Testing Methods, International Society for Rock Mechanics, R. Ulusay and J. A. Hudson (Eds.), Compilation Arranged by The ISRM Turkish National Group, Ankara, Turkey.
- [19] Turan, U., Adakan, İ. ve Aydın, S., (2015). Hasankeyf Kireçtaşlarının Fizikomekanik Özelliklerinin İncelenmesi, (Yayımlanmamış Bitirme Tezi). Danışman: M. Ünal. *Batman Üniversitesi. Jeoloji Müh. Blm.* 36 sayfa, Batman.
- [20] UNE EN 12370, (1999). Natural Stone Test Methods-Determination of Resistance to Salt Crystallization, UNE, Madrid, Spain 7p.