T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAKÜ AQLAY(GÜLBAĞ) TAŞI'NIN YAPILARDA ÇEVRE İLE UYUM PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Amina AGHAYEVA

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA
2022

Prof. Dr. Ali SARIIŞIK danışmanlığında, Amina AGHAYEVA'nın hazırladığı **"Bakü Aqlay(Gülbağ) Taşı'nın Yapılarda Çevre ile Uyum Performansının Araştırılması"** konulu bu çalışma 18 /01 /2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

□ Oybirliğiyle / □ Oy çokluğu ile

İmza

Danışman	: Prof. Dr. Ali SARIIŞIK	
Üye	: Doç. Dr. Deniz UÇAR	
Üye	:Dr.Öğr.Üyesi Tuba RASTGELDİ DOĞAN	

Bu Tezin Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
HÜBAK Proje No: 21201

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 7
2.1. Doğal Taşların Kullanım Alanları 11
3. MATERYAL ve YÖNTEM 15
3.1. Materyal 15
3.2. Yöntem 16
3.2.1. Mineralojik ve petrografik analizler 16
3.2.2. XRF analizi 17
3.2.3. XRD analizi 18
3.2.4. SEM analizi 18
3.2.5. Civa porozimetre analizi 20
3.2.6. Fiziksel ve mekanik özellikler 21
3.2.7. Çevre etkileşim özellikleri 21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA 23
4.1. Kimyasal Özellikleri 23
4.2. Mineralojik ve Petrografik Analizler 24
4.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri 26
4.4. Çevre Etkileşim Özelliklerinin Analizi 29
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER 37
5.1. Sonuçlar 37
KAYNAKLAR 41
ÖZGEÇMİŞ 44

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAKÜ AQLAY(GÜLBAĞ) TAŞI'NIN YAPILARDA ÇEVRE İLE UYUM PERFORMANSININ ARAŞTIRILMASI

Amina AGHAYEVA

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali SARIIŞIK
Yıl: 2022, Sayfa: 44

Bu tezde, Bakü Aqlay (Gülbağ) taşının çevresel etkileşim özelliklerinin fiziksel ve mekanik özelliklere etkisi araştırılmıştır. Bu analizde bahsedilen taşın jeokimyasal özellikleri, mineralojik ve petrografik özellikleri (polarize mikroskop ile ince kesit, XRD ve SEM analizi) fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Minerealojik ve petrografik analizlerine göre ağırlıklı olarak kristalin yapıda olup, mikritik dokuludur. SEM analizlerine göre mikro gözenekleri 3-200 µm, XRD analizine göre kalsit ve kuvars minerali içermektedir. Kayacın porozite değeri yüksek olmasına rağmen % 2.21 SiO_2 içerdiği için basınç dayanımını olumsuz olarak etkilememiştir. Kireçtaşının SEM görüntüsünde gözeneklerin birbiri ile temas halinde olmadığı için yalıtım özelliği yüksek olduğu görülmektedir. Çevresel etkileşim deneyleri sonrası kireçtaşında oksitlenme, renk değişimi, beneklerin görünümü, kırık çatlak durumu, pullanma ve şişme-kabarma gözlenmemiştir. Bölgede kullanılan kireçtaşının binalarda restorasyon malzemesi olarak kullanımı uygun olduğu öngörülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Aqlay(Gülbağ) Taşı, fiziksel ve mekanik özellikler, çevresel etkileşim özellikleri, termal iletkenlik

ABSTRACT

MSc Thesis

INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL COMPLIANCE PERFORMANCE OF BAKUAQLAY (GÜLBAĞ) STONE IN STRUCTURES

Amina AGHAYEVA

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali SARIIŞIK
Year: 2022, Page: 44

In this thesis, the effect of environmental interaction properties of Baku Aqlay (Gülbağ) stone on physical and mechanical properties was investigated. In this analysis, geochemical, mineralogical-petrographic properties (thin section, XRD and SEM analysis) and physico-mechanical properties were investigated. According to minerealogical and petrographic analyses, it is predominantly crystalline and has a micritic texture. According to SEM analysis, it contains 3-200 μm micropores, and according to XRD analysis, it contains calcite and quartz minerals. Despite the high porosity value of the rock, it did not adversely affect the compressive strength since it contains 2.21% SiO_2. In the SEM image of the limestone, it is seen that the insulating property is high since the pores are not in contact with each other. After the environmental interaction experiments, oxidation, color change, appearance of spots, cracked cracks, flaking and swelling-swelling were not observed in the limestone. It is predicted that the limestone used in the region is suitable for use as a restoration material in buildings.

KEY WORDS: Aqlay(Gülbağ) Stone, physical and mechanical properties, environmental ınteraction properties, thermal conductivity

TEŞEKKÜR

Çalışmam sırasında gösterdiği sonsuz sabırla benden ilgi, destek ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve önerileri ile beni yönlendirerek tezimi tamamlamam da yardımcı olan danışmanım Sayın **Prof. Dr. Ali SARIIŞIK'**a çok teşekkür ederim. Bu tez çalışma HÜBAP **21201** numaralı proje tarafından desteklenmiştir. Afyon Kocatepe Üniversitesi DAL ve TUAM çalışanlarına, çok teşekkür ederim. Projede atölye, makina ve teçhizat imkânları ile birlikte ihtiyaç olan doğal taş numunelerinin kesilmesi konusunda MEGAMER NATURAL STONE, İscehisar – Afyonkarahisar / Turkey, Yöneticisi Halil SAV'a çok teşekkür ederim. Benim yüksek lisans yapmam konusunda cesaretlendirdikleri için ailem ve dostlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış sanat yapıları 1
Şekil 1.2. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış günümüzdeki sanat yapıları 2
Şekil 2.1. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış eski yapı örneği 11
Şekil 2.2. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış sanat yeni yapıları 12
Şekil 3.1. Test edilen kayaçların yer haritası 15
Şekil 3.2. Leica DM2500P model polarizan mikroskop. 17
Şekil 3.3. XRF (kimyasal analiz) cihazı 17
Şekil 3.4. XRD analiz cihazı. 18
Şekil 3.5. LEO 1430 VP model SEM cihazı. 19
Şekil 3.6. SEM analizi öncesi numunelerin ince karbonla kaplanması. 19
Şekil 3.7. Civa porozimetre cihazı (Micromeritics/ABD) 20
Şekil 4.1. Kayaç içerisindeki Kalsit Minerali (Kal), Litik Materyal (lit), Alg Fosilleri ve İntraklas Yapıları (Int) (Çift nikol (sol - sağ)) 24
Şekil 4.2. Kayacın SEM analizi 25
Şekil 4.3. Kayaç örneğinin XRD difraksiyonı 26
Şekil 4.4. Test öncesi numunelerin fotoğrafı (R), çözeltisine maruz bırakılmış numunelerin fotoğrafı (A), çözeltisine maruz bırakılmış numunelerin fotoğrafı (B) 32
Şekil 4.5. Deney öncesi ve sonrası numunelerin görüntüsü 33
Şekil 4.6. Aqlay (Gülbağ) kireçtaşının tarihi yapılarda kullanımı 34
Şekil 4.7. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının işleme kolaylığı için örnek uygulamalar 35
Şekil 4.8. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının mühendislik özelliklerinin yansıması 36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Doğaltaşların kullanım alanlarına göre sınıflandırılması 13
Çizelge 3.1. Deneyde kullanılan kayaçların bölgeleri, petrografik adı …….....15
Çizelge 3.2. Kayaçların fiziksel ve mekanik testleri TS EN standartları ve boyutları…… 21
Çizelge 3.3. Kayaçların fiziksel ve mekanik testleri TS EN standartları ve numune boyutları……21
Çizelge 4.1. Doğal taşların kimyasal analizi…….....23
Çizelge 4.2. Kayacın makroskobik ve mikroskobik tanımlaması … 25
Çizelge 4.3. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini sonuçları ….. 27
Çizelge 4.4. Kayaçların civaporozimetre analizi sonuçları…… 27
Çizelge 4.5. Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini sonuçları ……. 28
Çizelge 4.6. Basınç dayanımı tayini sonuçları …….....28
Çizelge 4.7. Saplama deliğinde kırılma yükü tayini sonuçları …… 29
Çizelge 4.8. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini sonuçları…….. 30
Çizelge 4.9. Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini sonuçları …… .31
Çizelge 4.10. Nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini sonuçları…….. 32
Çizelge 4.11. Tuz kristallenmesine direncin tayini sonuçları …….....33

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

AKÜ	Afyon Kocatepe Üniversitesi
BD	Basınç dayanımı
DAL	Doğaltaş Analiz Laboratuvar
DTD	Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini
KY	Kırılma yükü
MİN-PET	Mineralojik ve Petrografik Analiz
N	Numune
NG	Numune genişliği
NOY	Nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini
NU	Numune uzunluğu
NY	Numune yüksekliği
OBD	Ortalama basınç dayanımı
SS	Standart sapma
TBY	Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini

1. GİRİŞ

Dünyada, yıllar boyunca değişik iklim şartlarında farklı yapı malzemeleri kulana gelmiştir. Yapı malzemelerinin yalıtım özellikleri önemli hale geldiği gözlenmektedir. Eski dönemde inşaatlarda başarılı bir şekilde kullanılan yapı elemanlarının günümüz şartlarında kullanımının incelenmesi ve restorasyon, konservasyon işlerinde aslına uygun orijinal yapı elemanlarının tedariki önem kazanmıştır. Doğal taşların, çevre ile uyumu; üretimi seviyelerinde, kötüleşmeye meydan vermeden, hizmet veya ürün miktarı başına enerji kullanımının küçülmesi olarak ifade edilebilir. Belli bir süre yapılan araştırmalar, yapı ve sanayi alanında kayda değer tasarruf hacminin bulunduğunu göstermektedir. İleri gitmiş ülkeler bu alana yeterince önem vermektedir. Yalıtımda verimlilik konusu; yeni ve alternatif enerji üretiminin yanında bu alanlara yönelik araştırma-geliştirme kadar önemlidir. Dünyada enerji sarfiyatı yüzyılın basında çifte katlanırken; ithalatı önemli oranda yükselmiştir (Derin 2015; Sarıışık ve Derin 2014; Sarıışık ve Derin, 2015). Azerbaycan da kamu binalarında daha çok Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı olarak bilinen kireçtaşları kullanılır (Şekil 1.1.). Bakü Aqay(Gülbağ) taşı ve Bakü çevresinde geçmişten günümüze kadar birçok tarihi yapıda ve diğer eserlerde, kamu binalarında kullanılmıştır (Şekil 1.2.).



Şekil 1.1. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış sanat yapıları

Doğaltaş sektörü üst düzeye çıkmış ülkeler, Doğaltaş ve Doğaltaş'dan yapılmış eserlerinin tanıtımı sırasında, mühendislik özelliklerinin tespitinde çok önem vermektedirler. Türkiye'miz de ise bu alandaki araştırma çalışmaları çok yeterli düzeye ulaşamamıştır. Bu bakımdan doğaltaşların teknik özelliklerinin belirlenmesi, bu bilgiler incelenerek doğaltaş ve doğaltaş ürünleri için veri tabanında toplanması, iç ve dış pazar imkanları için bir gelişme sağlayacaktır. Hangi doğaltaşın nerede ve nasıl kullanılacağına, analiz sonuçlarının değerlendirmesi ile karar vermek daha etkili bir yaklaşım olacaktır. Kaliteli, yapısal özelliklere sahip doğaltaşların özelliklerinin bilinmesinin kullanım yerleri açısından bilinmesinin çok faydası olacaktır. Doğaltaş işletmeciliğinde ve kullanımında taşların; metamorfik, sedimanter, magmatik oluşum şekilleri ve bulunuş özelliklerinin yanı sıra fiziksel ve mekanik özelliklerinin de tespiti büyük önem taşımaktadır. Yapıtaşları üretiminde taş ocağından blok alınabilmesi ve alınan blokların iyi plaka vermesi gibi taş ocağının teknik özelliklerinin belirlenmesi ile birlikte taşın mühendislik özelliklerinin bilinmesi, taşın üretiminde ve inşaat sektöründe kullanımında çok önem taşımaktadır. Kullanım yerindeki performansı açısından bu özelliklerinin bilinmesi hem üretici hem de kullanıcı tarafından önemli bir teknik kazanım olacaktır.



Şekil 1.2. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış günümüzdeki sanat yapıları

Doğal malzemelerin özellikleri hakkında, arşivlerde birçok basılı ve dijital kaynak yer almaktadır. Oysaki Bakü Aqlay(Gülbağ) taşının yapılarda çevre ile uyum performans bilgileri hakkında kapsamlı, laboratuvar verileri içeren araştırma bulunamamıştır. Bilindiği üzere dünyada taş ocaklarından, üretilen doğal taşlar, eski eserlerin sayısı fazlaca olan Bakü'nün bir çok yapılarında kullanılmıştır. Bu çalışmada Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı ocağından alınan doğal taşın özellikleri, laboratuvarlarda analizler yapılarak belirlenmiş ve araştırılmıştır. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşının, daha verimli ve başarılı kullanımına katkı verilmek istenmiştir.

Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı, hiç bir doğal taşın sahip olamadığı, güçlü bir referansa sahiptir. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı, işleme kolaylığı, dayanıklılık ve yalıtım özelliklerinden dolayı çok önemli avantajlara sahiptir. Bakü Ağlay(Gülbağ) taşı yüzeye çıkarıldığında yumuşaktır. Kolay işlenebilme özelliği ve mekanik uygulamaya imkan vermesinin yani sıra; taşın iç yapısında gözeneklerin olması ve bu gözeneklerin birbiri ile bağlantısının olmaması, yalıtımdaki performansını üst düzeye taşıdığını belirtebiliriz. Bu sonuç, Bakü Ağlay(Gülbağ) taşının gözenekli bir iç yapısının olduğunu gösterir. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı; AKÜ DAL tarafından 09/08/2021 tarihinde yapılmış, 21287 sayılı analiz raporu Mineralojik – Petrografik Analizleri sonucu; doku olarak Mikritik Kireçtaşı grubundan olup, kayaç olarak da İntramikritik Kireçtaşı (Doğal Çamur Taşı, Doğal Çimento olarak tanımlayabiliriz) ve Kristalin Kalsitten oluşur. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı yüzeyinde, boyanma (renk değişimi) ve alterasyon (Taşın bozulması, çatlaması, kabuk halinde dökülmesi) görülmemiştir. Bu analizler Bakü Aqlay(Gülbağ) taşının, %97'sinin $CaCO_3$ (Kalsiyum Karbonat) olduğunu göstermektedir. Doğal taşlar ($CaCO_3$), işlenmesinde ve uygulama alanlarında insan ve çevre sağlığı açısında daha hijyeniktir. Magmatik kökenli doğal taşlar da, radyasyon yayan minerallerin olma olasılığı çok yüksek iken, Bakü Ağlay(Gülbağ) taşı kalsiyum karbonat kökenli olması radyasyon yayma tehlikesini sıfıra düşürmektedir (Derin 2015; Sarıışık ve Derin 2014; Sarıışık ve Derin 2015).

Önemli bir değişme olmazsa, enerjinin gün geçtikçe daha da ucuz olmayacağını düşünürsek, süre içerisinde ısı enerjisi israfının ekonomik değeri, daha iyi malzemelerin kullanılmasının ön yatırım birim masraflarına getirdiği ek bütçe büyük olacaktır. Bu neden ile, binanın çevre ile uyum ömrü, var olduğu bölgenin mevsimlere göre termal özellikleri, dış hava ısısı, nem yüzdesi, kış mevsiminde güneş alma oranı, depremsellik özelliğinin ne olduğu vb. konular dikkate alınarak, taşın kullanılmasının uygun olup olmadığını, araştırmak gerekir. Bakü Ağlay(Gülbağ) taşı, yüksek sıcaklığı olan iklimlerde denenerek başarısı ile birlikte, (-40 ^{0}C) kadar, soğuğa karşı dayanım kapasitesine sahiptir. TÜRKAK tarafından akredite olan laboratuvarlar da, 09.08.2021-10.09.2021 tarihleri arasında yapılan 21287 sayılı Afyon Kocatepe Üniversitesi, Doğaltaş Analiz Laboratuvarı (DAL)'da alınan analiz raporu, sonuçlarına bakıldığında, TSE EN 12371 standardına göre çok dayanıklı yapı taşı olduğu anlaşılmıştır. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı, 48 döngü ile her defasında (-40 ^{0}C) kadar dondurulmuş ve çözülmüştür. Bu işlem 48 kez tekrar edilmiştir. Bu sonuçlara göre Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı don sonrası ağırlık azalması %0.10 değerlerinde kalmıştır. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı, çok porozif (gözenekli) olmasından dolayı çok önemli avantaj sağlamaktadır. Mevsim şartları düşünüldüğü, soğutma sonucu malzemede ince fiksürler(çatlak), taş üzerinde tozlanma ve kabuk halinde kabarma veya parçalanma söz konusu olmamıştır (Derin 2015; Sarıışık ve Derin 2014; Sarıışık ve Derin 2015).

Tarihi ve sanatsal eserlerinizi, geleceğe taşıyacak olan Bakü Aqay(Gülbağ) taşı, sizlere sunduğu bir başka özelliği de; aradan uzun yıllar geçmesine rağmen Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı ile yapacağınız yenileme, onarımların, yapılarınızın ilk günkü gibi görünmesini sağlayacak renk ve deseni veriyor olmasıdır. Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı, bu özelliği ile doğadan yeniden doğaltaş blokları koparmadan, kullanılmış taşların bakımı ve konservasyonu yapılar kullanılabilirliği mümkün görünmektedir. Ayrıca geri dönüşüm (recycling) yöntemleri araştırılması uygun olacaktır.

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Doğaltaş Analiz laboratuvarı tarafından, TSE EN 15309 standardına göre yapılan analizler sonucu, Kimyasal analizde Fe_2O_3 %0.7873 kalmıştır. Bu, özellikle Bakü Aqlay(Gülbağ) taşının yıllarca renginin çok değişmeden kalabileceğini göstermektedir. Doğal taşlarda, değişik iklim koşullarında renk değişiminin olmamasının sebebi taşın içeriğinde % Fe_2O_3 oranın düşük olmasındandır.

Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı; adını aldığı antik şehir gibi; kalite ve kullanım rahatlığının yanı sıra; doğaltaşı oluşturan mineraller dışında, hiç bir kimyasal içermeyen bir çevre dostu olarak eserlerinizi sonsuzluğa taşıyabilir. Bakü Ağlay(Gülbağ) taşı numunelerinden, 27.09.2021 tarihli 21287 nolu Afyon Kocatepe Üniversitesi, DAL (Doğaltaş Analiz Labaratuvarı)'dan alınan sonuçlara bakıldığında TSE EN 13755 standardına göre yapılmış, su emme deneyi sonucu yüksek çıkmıştır.

Bakü Aqlay(Gülbağ) taşının, önemli diğer özelliği olan termal (ısı) iletkenlik analizi, Afyon Kocatepe Üniversitesi TUAM (Teknolojik Uygulama Araştırma Merkezi)'da C-THERM (TCİ) Marka thermal iletkenlik cihazıyla analiz edilmiştir. Bakü Ağlay(Gülbağ) taşının kuru ortamda ölçülen ısı iletim değeri 1.02 W/mK, termal şok sonrası ölçülen ısı iletim değeri 1.24 W/mK, nemli halde ölçülen ısı iletim değeri 2.77 W/mK, donma-çözülme sonucu ölçülen ısı iletim değeri 1.32 W/mK, olarak belirlenmiştir. Urfa taşının, kuru ortamda ölçülen ısı iletim değeri 1.18 W/mK, termal şok sonrası ölçülen ısı iletim değeri 1.52 W/mK, nemli halde ölçülen ısı iletim değeri 2.55 W/mK, donma-çözülme sonucu ölçülen ısı iletim değeri 1.53 W/mK, olarak belirlenmiştir. Bakü Ağlay(Gülbağ) taşının, termal(ısı) iletkenlik değeri Urfa doğaltaşına göre çok daha iyidir. Doğaltaşların termal iletkin değerleri, doğaltaşların bünyesindeki gözeneklerin çokluğuyla doğru orantılıdır. Yani gözeneklerin içinde durağan havanın hapsolduğu gözeneklerin fazla olması, dolayısıyla da yoğunlukları düşük olan doğaltaşların termal malzemeleri daha iyi olduğu söylenebilir. Bu araştırma, uluslararası düzeyde doğal taş malzemelerine tatbik edilecek bir dizi test için ön inceleme olmak üzere yapılmıştır (Derin 2015; Sarıışık ve Derin 2014; Sarıışık ve Derin 2015).

Bu tezde Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının; yapı ve doku özellikleri, fiziko-mekanik, çevresel etkileşim testleri yapılarak, kullanım alanlarına göre değerlendirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tez konusu ile ilgili Bakü Aqlay(Gülbağ) taşı, Mardin taşı, Urfa taşı ve Andezit taşı ile ilgili önceki çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Önenç (2005), Mardin taşının mühendislik özelliklerini belirlemek ve günün teknolojisine uygun şekillerde işlenmesini araştırmıştır. Mardin Taşının % 99 $CaCO_3$ içerdiği, Mohr sertlik skalasına göre 3 sertliğinde basınç dayanımı 50 MPa olduğu tespit edilmiştir. Bu özelliklere göre kolay işlenebildiği öngörülmüştür.

Semerci (2008), Mardin kireçtaşının fiziksel ve mekanik, kimyasal özelliklerini araştırılmıştır. Ayrıca çevresel etkileşim özellikleri de test edilmiştir. Analiz sonuçları Mardin taşının tarihi yapılarda kullanımının uygun olduğu öngörülmüştür.

Kaya (2008), Midyat taşının fiziko-mekanik özelliklerinin yapı malzemesinde kullanımında kullanımı uygun olup olamadığı incelenmiştir. Midyat taşının yapı malzemesi olarak kullanımının uygun olduğu öngörülmüştür.

Adin (2008), Mardin taşın kullanımın uygunluğu araştırılmıştır. Bu araştırmada binanın ömrü, deprem kuşağı, nem oranı, hava sıcaklığı, iklim, güneşlenme süresi gibi parametrelerin etkileri incelenmiştir.

Adin (2008), Türkiye'nin sahip olduğu kireç taşı miktarının yaklaşık 50 milyon tonunu GAP bölgesi karşılamaktadır. GAP bölgesinin önemli doğaltaş potansiyeline sahip Mardin ilimizde ise en önemli hammadde ocakları Kabala bölgesindedir. Bu bölgenin dışında önemli taş ocakları Midyat, Kızıltepe ve Ömerli gibi ilçelerde de bulunmaktadır. Bu bölgedeki kireçtaşı ocaklarının mühendislik özellikleri birbirinden farklılık olabilmektedir. Kil oranı yüksek olan kireçtaşlarının çıkartıldığı bölge ise Midyat bölgesidir.

Sarıışık (1998), kalsiyum karbonat kökenli mermer türlerinin optimum kullanımı için bir dizi görsel ve deneysel analiz çalışmaları yapılmıştır. Bu analiz kapsamında, mermerlerin kullanım yerlerine bağımlı bir standardizasyonun geliştirilmesi ve kalite faktör tanımlaması yapılıştır. Bu çalışma bünyesinde yapılan analiz bulgularından, mermerlerin kullanım yerlerine uygunluğu veya mermer seçiminde dikkat edilecek parametrik değerler belirlenmiş ve pratik olarak uygulanabilirlik limit değerleri tanımlanmıştır.

Sarıışık (2007), doğal taşların yapısal özelliklerinde DIN EN 1936, DIN EN 13755 ve dayanım özelliklerden DIN EN 1926, DIN EN 12373, DIN 52108, Gözeneklilik deneyi DIN-52102 ve Geçirgenlik için DIN-18130 göre tespit edilmiştir. Bu araştırmanın amacı, restorasyon uygulamalarında doğal taşların türlerinin yapı, doku ve çevre etkileşim parametreleri belirlenerek, Eski eser restorasyonu ve konservasyonun da (Kaunos Liman Agorası Çeşme Binası) yapı ve kaplama malzemesi olarak uygulanmasının araştırılmasıdır.

Sarıışık (2007), restorasyon da kullanılacak doğal taşların fiziksel, mekanik ve çevre etkileşim özelliklerinin tespit edilmiştir. Bu doğal taşların Kaunos Liman Agorası Çeşme Binasında kullanımının uygun olduğu öngörülmüştür.

Sarıışık ve ark. (2010), doğal taşların yapı ve doku incelemesi, fiziksel, mekanik ve kimyasal analizler yapılarak parametre değerleri tespit edilmiştir. Daha sonra sodyum sülfat dekahidrat ($Na_2SO_4.10H_2O$) karışımının %5, %1, %0.5 ve %0.2 kullanılarak doğal taşların mühendislik özelliklerine etkileri analiz edilmiştir. Uygulanan analizler sonucunda değişik ortam koşullarında (20°C-120°C) ve sodyum sülfat dekahidrat ($Na_2SO_4.10H_2O$) karışımının yüzde derişim artığı, doğaltaşların mühendislik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği bulunmuştur.

Sarıışık ve Sarıışık (2016), Mardin bölgesinde alınan örnekler üzerinde, bazı parametrik özellikleri incelenmesidir. Taş ocağından örnekler alınmış, yapı ve doku özellikleri, yüzeysel, kimyasal, dayanım özelliklerin bulunması için testler yapılmıştır. Uygulanan (sonik hız testi, kapillerite analizi, basınç dayanımı, kılcal su emme, kiriş

dayanımı, termal etkiyle yıpranma direnci, aşınma direnci, SO_2 bozunmasına karşı direnç, termal iletkenlik, civalı porozimetre, don tsonrası dayanıklılık, yoğunlıuk, SEM ve XRD taramaları DTA-TG değerleri) test ve deneylerinden elde edilen veriler uygun standartlar ile karşılaştırılmıştır.

Sarıışık ve Sarıışık (2016), Urfa taşından elde edilen numunelerin mühendislik özellikleri araştırılmıştır. Urfa taşı numuneleri üzerinde bir dizi mühendislik karakterizasyon testleri ve analizleri yapılmıştır. En yüksek ısı yalıtım performansı, yüksek gözeneklilik ve düşük ısıl iletkenlik değerlerine sahip taş numunelerinde belirlenmiştir. Sonuç olarak Urfa taşlarının mimari restorasyon için uygun olduğunu göstermektedir.

Sarıışık ve Derin (2015), GAP bölgesindeki yüksek yapıtaşı potansiyeli olan (Urfa taşı ve Mardin taşı), yapı sektöründe doğal malzeme olarak kullanılarak ekolojik sistemi de korumaya çalıştığı görülmektedir. Mardin ve Şanlıurfa bölgesinde taş ocaklarından örnekler alınmış, yapı ve doku özellikleri, yüzeysel, kimyasal, dayanım özelliklerin için testler yapılmıştır. Daha sonra doğaltaşların farklı ortamlarda ısıl iletim katsayılarına bakılmış ve kuru ortamda ısıl iletim katsayılarının daha düşük olduğunu tespit etmişler.

Tel ve ark. (2020), Urfa taşı, Türkiye'nin Şanlıurfa kentinde çıkarılan "Global Heritage Stone Resource" aday gösterilebilecek bir kireç taşı türüdür. Urfa'da 12.000 yıl öncesinde Neolitik dönem kültür merkezi olan Göbeklitepe ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmada Göbeklitepe'nin yapı taşı olan Urfa Taşının "Küresel Miras Taş Kaynağı" adaylık potansiyeli üzerine bir araştırma yapılmıştır. Göbeklitepe'nin inşa edildiği çevresindeki taş ocaklarından alınan kayaç numunelerinin, teknik özellikleri incelenmiştir. Yapı taşı örneklerine bir dizi mühendislik karakterizasyonun tespiti için analizi yapılmıştır. Urfa Taşının Göbeklitepe dışında Soğmatar Antik kenti (M.S.2. yy), Şuayb şehri, Harran Ulu Cami, Urfa Ulu Camii (St. Stephan Kilisesi), Reji kilisesi ve Şanlıurfa'nın geleneksel kent dokusunda konutlarda, hanlarda, kale, sur, kapı ve köprü yapılarında kullanımı araştırılmıştır. Günümüzdeki kullanımı, peyzaj mimarlığı ve heykel yapımında kullanımı ele alınmıştır.

Tel ve Sarıışık (2021), kireçtaşları ekolojik sisteme daha kolay uyum sağlayan yalıtım özellikleri iyi olan dayanıklı, geçmiş tarihi yapılarda şimdiye kadar kullanılmış, günümüzde de birçok yapıda tercih edilmektedir. Bu araştırmada, Urfa taşı bilgisayar kontrollü makineler ile işlenerek, kent mobilyalarında kullanımı araştırılmıştır. Çalışmada Urfa taşının bazı teknik özellikleri test ve analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda diğer kalsiyum karbonat doğal taşlara göre daha az bozunma meydana geldiği tespit edilmiştir. Yapılan araştırmada tasarımı yapılan halkın kullanıma açık alan dekoratif malzemelerin, bilgisayar bağlantılı akıllı makineler ve sanatsal olarak manuel işlenebilen ruha taşı ile yapılabileceği tespit edilmiştir.

Doğal taşlar farklı kullanım alanlarında mekanik, kimyasal, fiziksel ve çeşitli çevresel özellikler etkili olmaktadır. Doğaltaşlar kullanım alanın çok iyi tespit edilmesi, yapıda yanlış bir yerde kullanılması, doğaltaşın fiziko-kimyasal yapısında birtakım bozulmalara kapı açmaktadır. Bu durumda doğal taşlar iç ve dış mekânlarda kullanılması durumunda soğuk, sıcak, rutubetli ev kimyasalları, çeşitli darbe, aşınma gibi fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı olması istenmektedir (Sarıışık 1998; Sarıışık 2007; Sarıışık 2010; Frascá ve Yamamoto 2006; Tel ve Sarıışık 2020).

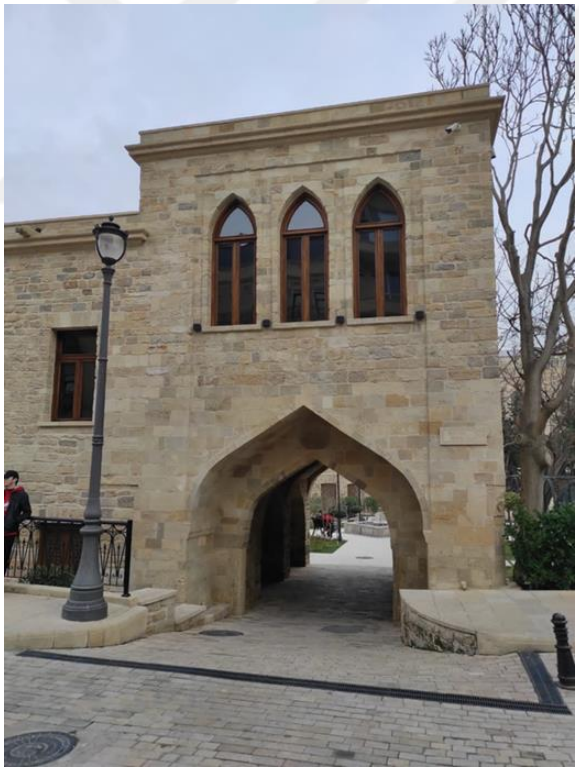
Doğal taşlar, çevresel ortam koşullarından olumsuz etkilenmektedir. Doğal taşın bünyesine zemin suyundaki mineral tuzları hidrasyon basıncı ile girerek, kalsiyum karbonatı çözmektedir. Ortamdaki sıcaklığın artmasıyla tuz kristalizasyonu meydana gelmektedir (Thaulow and Sahu 2004). Tuz kristallerinin genişlemesinden dolayı yapıda kırık ve çatlaklar oluşmaktadır. Anizotropik termal genişleme ve büzülmeden dolayı yüzeyde meydana gelen yapısal bozunmalar içeriye doğru ilerleyerek, doğal taşın bozunmasına yol açmaktadır. Bu nedenle doğal taşın fiziko-mekanik özelliklerinde önemli derecede azalmalar olmaktadır (Benavente et al., 2001).

Yapı taşlarının çevresel koşullara tepkisini laboratuvar ortamında hızlandırarak, tuz kristallendirme (SC), donma-çözülme (FT) ve termal şok (TS) gibi bazı testler yapılmaktadır (Gonçalves ve Brito, 2014). Araştırmacılar tarafından yapı taşı olarak kullanılan doğal taş örneklerinin bozulması üzerinde tuz kristallendirme (SC), donma-

çözülme (FT) ve termal şok (TS) testlerinin etkisini açıklamak için birçok deneysel ve teorik çalışma yapılmıştır (Gökçe et al., 2016; Ghobadi and Babazadeh, 2015; Heidari et al., 2017). Bu tezde Bakü Ağlay(Gülbağ) taşı'nın yapılarda kullanılırken, çevresel etkileşim ile taşın fiziksel ve mekanik özelliklerinin performansına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucu çıkan parametrik değerler, Ülkemizde tarih boyunca kullanılmış, Mardin, Urfa, Midyat ve Andezit taşları ile karşılaştırılmıştır.

2.1. Doğal Taşların Kullanım Alanları

Doğal taşların en çok kullanıldığı yerleri içinde ön sırayı cephe taşları almaktadır. Dünya tarihi öncesi ve sonrası medeniyetler taş devrinde, yerleşim alanlarında yerleşimin temel yapılarını taş malzemelerden, üst yapılarının kerpiçten olduğu tespit edilmiştir (Akurgal, 1987).



Şekil 2.1. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış eski yapı örneği

Günümüzde doğaltaşların başlıca kullanım alanlarını inşaat sektörü, dekorasyon ve güzel sanatlar oluşturmaktadır (Şekil 2.1).

Doğaltaşlar iç ve dış duvar kaplamalarında kullanımda önemli artışlar gözlemlenmektedir (Şekil 2.2). Bunun ile birlikte merdiven basamakları ve bina giriş kısımları ile mutfak, şömine ve banyolarda kullanılmaktadır. Ayrıca, son yıllarda halkın çok sık kullandığı park ve bahçeler ile büyük kentlerin cadde ve tretuvarlarında doğaltaş kullanımı artmaktadır.

Doğaltaş türleri olan mermerler; kireçtaşlarının ve dolomitik kireçtaşlarının sıcaklık ve basınç ile oluşumunda malzeme yapısında hastalıklara karşı etkileşimde bulunmaktadır. Mermerlerin tarihi yapılarda kullanılması bu özelliğinden dolayı artmıştır.



Şekil 2.2. Bakü Aqlay(gülbağ) Taşı'nın ile yapılmış sanat yeni yapıları

Günümüzde de yapay malzemelerden yapılan malzemelerin kullanımı tercih edilmemektedir. Gelişen endüstri ile birlikte yapılarda kullanılan malzemeler çok

çeşitli olabildiği gibi üretimi esnasındaki bazı kimyasal prosesler belli bir süre sonra insan sağlığına ve çevreye zarar verebilir, örneğin suni yalıtım malzemelerinde görülmektedir. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde doğaltaş kullanımı hızla artmaktadır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. Doğaltaşların kullanım alanlarına göre sınıflandırılması (Kulaksız ve Sarıışık, 2021)

İç Mekânlar	Dış Mekânlar
Duvar kaplama plakaları	Cephe ve giydirme cephe kaplama plakaları
Yer döşeme plakaları	Yer döşeme kaplama plakaları
Merdiven basamak, korkuluk, trabzan, küpeşte ve rıhtları	Merdiven, basamak ve rıhtları
Pencere, kapı söve ve denizlikleri	Pencere, kapı söve ve denizlikleri ve eşikleri
Bitiş kenar profilleri	Masa, sehpa ve banklar
Dekoratif profiller	Kaldırım taşları ve bordürleri
Banyo ve mutfak tezgâhları	Havuz ve çeşme
Hilton lavabo	Sütun, küpeşte ve kemerler
Küvet	Bahçe düzenlemesi için işlenmiş taşlar
Masa ve sehpalar	Yüzme havuzu kaplamaları
Şömine ve barbeküler	Mezar ve mezar taşları
Dekoratif eşyalar	Anıt ve heykeller
Çeşme, kurna, evyeler	Diğer dış mekân taşları

Şehir yapıları ve kale duvarında kolay işlenmesi ve albenisi nedeniyle doğal taş türleri kullanıldığı görülmektedir. Özellikle Afyon ve Ankara kalesi, Çanakkale Assos, Alacahöyük, Bergama ve birçok şehir buna eklenebilir (Kulaksız ve Sarıışık, 2021).

Burada en önemli faktör kullanılacak ortamda CO_2, SO_2 ve benzeri gaz emisyonunun varlığı ve yüzdesidir. Özellikle karbonat mermer kullanımı halinde havadaki nem (su) ile birleşen bu gazlar asitleri meydana getirmektedir. Oluşan asitler karbonatlı kayaçla reaksiyona girerek çözeltiye geçmektedir. Bu da kaplamayı ve döşemeyi zayıf hale getirerek dayanımı ve aynı zamanda ömrünü azaltmaktadır. Aynı şekilde donma/çözünme süreci de mermerin kırılmasına ve zayıflamasına neden olmaktadır (Kulaksız ve Sarıışık, 2021).

Hangi taş nerelerde kullanılmalıdır sınıflaması kullanım yerlerine göre aşağıdaki şekilde yapılabilir. Taşıyıcı yapı elemanları olarak doğal taşlar kaldırım, merdiven, park ve bahçelerde dekorasyonlu döşemeleri, yol bordür ve süslemeleri olarak kullanılabilirler (Kulaksız ve Sarıışık, 2021).

A- Bu ve benzeri yerlerde çekme, basma dayanımı yüksek, çok az gözenekli, sert, ince taneli, süreksizlik düzlemleri olmayan masif doğal taşlar ve kireçtaşları kullanılmalıdır (granit, gabro ailesi kayaçlar ile diyabaz, bazalt ailesi kayaçlar, siyenit ve kuvarsitler).

B- Bina içi merdiven ve süpürgeliklerde, bina içi meydanlarında masif kireçtaşları ve yukarıda belirtilen kayaç grupları tavsiye edilir.

C- Bina içi ıslak zeminde masif kireçtaşları ve ince taneli sert mermerler, banyo ve mutfaklarda kireçtaşı, mermer ve sert taş grubu kayaçlar ideal doğal malzemelerdir.

D- Bina içi boşluklarındaki duvar kaplamalarında ve merdivenlik duvar cephelerinde parlatılmış-cilalanmış her türlü doğal taş kullanılabilir.

E- Bina dış cephe giydirme/kaplamalarında doğal taş kullanımında daha önce belirtilen tüm koşullar değerlendirildikten sonra doğal taş seçimi yapılmalıdır (Kulaksız ve Sarıışık, 2021).

Doğal taş kullanılarak yapılan süslemeler de renk ve doku uyumu çok önemlidir. Doğal taşlar da albeni ve estetik tasarımı pazar payını artırmaktadır. Doğal taş ticareti fazlalaştırmak için motif özellikleri olarak adlandırılan doğal taş mimaride ve sanatsal yapılarda çok tercih edilmektedir (Şentürk ve ark., 1996).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu tezde kullanılan kayaçlar Bakü Aqlay (Gülbağ) şehrinde faaliyet gösteren taş ocaklarından temin edilmiştir (Şekil 3.1). Doğaltaş örneklerin mostrada bej renkli, yüzey görüntüleri ise grimsi turuncu renklidir. Doğalataşlar örnekleri ince taneli ve makro gözenekli, sağlam yapıya sahiptir. Kayaçların sertliği Mohs skalası değerlerine göre 3'e yakındır. Yapısında makro olarak mikritik dokuya sahip olup algler gözlenebilmektedir. Bej görünümü, mikritik konumu ile arazide kolay tanınmaktadır. Deneylerde kullanılan kayaç örneklerin kodu, lokasyonu, bölgeleri ve petrografik adı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneyde kullanılan kayaçların bölgeleri, petrografik adı

Numune Kodu	Lokasyon	Bölge	Petrografik Adı
Bakü Ağlay-1	1. ve 2. Çalışma Alanı	Bakü/Ağlay	Sedimanter/ İntramikritik Kireçtaşı



Şekil 3.1. Test edilen kayaçların yer haritası

Doğaltaş örnekleri dairesel testereli tam otomatik blok kesme makinesinde kesildikten sonra, ebatlama makinasında kesilerek ve mini kafa kesme makinasında TSE EN standartlara uygun boyutlarda hazırlanmıştır.

3.2. Yöntem

Doğal malzemelerin analizi için çalışma alınandan alınan numuneler Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi DAL (Doğaltaş Analiz Laboratuvarı) ve Afyon Kocatepe Üniversitesi, TUAM (Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi)'da yapılmıştır. Numunelerin yapı-doku ve mineralojik testleri, ısı iletkenlik testleri, fiziksel-kimyasal analizler ve mekanik analizler TS EN standartlarına göre yapılmıştır.

3.2.1. Mineralojik ve petrografik analizler

Numunelerin, yapı ve doku özelliklerinin belirlenmesi için DAL laboratuvarlarında hazırlanan ince kesitler kullanılarak polarizen mikroskop incelemesi yapılmıştır.

3.2.2.1. Polarizan mikroskobu ile mineralojik ve petrografik analiz

DAL laboratuarlarında hazırlanan ince kesitler kullanılarak polarizan mikroskop incelemesi yapılmıştır. Diğer taşların analizleri ise daha önceden yapılan araştırmalardan yararlanarak literatür den istifade edilmiştir. Örneklerin polarizan mikroskop incelemeleri M.T.A Analiz Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bunun için öncelikle örneklerin ince kesitleri hazırlanmıştır. Daha sonra mineralojik-petrografik analizler Leica DM2500P marka polarizan mikroskopta yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Leica DM2500P model polarizan mikroskop.

3.2.2. XRF analizi

Çalışma kapsamında bu analizler AKÜ DAL laboratuvarlarımızda yapılmıştır. Analizin yapıldığı XRF analiz cihazı için örnek hazırlama işlemi, iki farklı yöntemi ile yapılabilmektedir. İnceleme için gerekli örnek, 300 KN maksimum yük üretebilen hidrolik pres ile cihaza konulacak tablet yapılır. Çalışma örnekleri, CLAISSE M4 bilgisayar kontrollü 3'lü eritiş cihazı ile hazır hale getirilir. TS EN 15309 standardına göre analiz yapan, XRF cihazı Şekil 3.3' de verilmiştir.



Şekil 3.3. XRF (kimyasal analiz) cihazı

3.2.3. XRD analizi

Doğal Taşların mineralojik analizi Bruker Marka D 8 Advance model XRD (X-Işınları Difraktometre) cihazı ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (TUAM) yapılmıştır. X ışınları kırınımı cihazı Şekil 3.4'te Bakır (Cu) ve Molibden (Mo) x ışını tüplerine sahiptir. Analiz için kullanılan numune önce 100 veya 200 mikron altına öğütüldü. Öğütülen numuneden 5 gram numune alındı. Alınan numuneler tablet yapılarak analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.4. XRD analiz cihazı.

3.2.4. SEM analizi

LEO 1430 VP model SEM cihazı (Şekil 3.5) W (Tungsten) filament ile SEM analizi yapılmıştır. Cihaz sahip olduğu özellikler ile tam otomasyonla çalışmaktadır. Örneklerin SEM ve EDX analizi ile Leo-1430 VP model cihaz ile analiz edilmiştir.



Şekil 3.5. LEO 1430 VP model SEM cihazı.

Doğal taş örnekleri yaklaşık 1 cm büyüklüğünde küçücük kırılmıştır. Numunenin yapısını ve dokusunu veren ve gösteren yüzeyler bulunmuştur. SEM incelemeleri için 250^{o}C - 300^{o}C'de ince karbon filmle kaplandı (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. SEM analizi öncesi numunelerin ince karbonla kaplanması.

3.2.5. Civa porozimetre analizi

Civa porozimetresi, mikron boyutlu numunelerde, gözeneklerin boyutu ile birlikte ve malzemenin yapı ve doku özelliklerini daha iyi bulunmasında değerlendirilebilir. Ölçümler MICROMERITICS marka (Şekil 3.7) cihazla gerçekleşmiştir. Analizin genel mantığı, civa gibi ıslatıcı özelliği bulunmayan bir akışkanın basınç uygulanarak en küçük gözeneklere girebilmesi üzerine kurgulanmış bir yöntemtir. Civa porozimetre Cihazı, tatbik edilen yüksek bardaki basınca karşılık, cihaz hücresindeki civanın miktarının azalmasına bağlı olarak kapasitenin artması ve düşmesiyle elde edilen bir yöntemdir. Gözenek büyüklüğüde bar basıncının matematiksel olarak hesaplanması ile bulunur. Civa porozimetre; yapı malzemeleri, gözeneklilik ve boyutsuz hacim dağılımlarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Ölçümdeki basınç miktarı 50-60.000 psia arasında değişir. Cihazın ölçtüğü gözeneklerin boyut aralığı ise 3nm-360 mikrometre aralığında ölçülebilir.



Şekil 3.7. Civa porozimetre cihazı (Micromeritics/ABD)

3.2.6. Fiziksel ve mekanik özellikler

Kayaç örneklerinin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için görünür yoğunluk, gerçek yoğunluk, kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini toplam ve açık gözeneklilik tayini deneyleri yapılmıştır. Mekanik özelliklerinden ise basınç dayanımı ve saplama deliğinde kırılma yükü özellikleri belirlenmiştir. Fiziksel ve mekanik testler Çizelge 3.2'deki TS EN standartları göre yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Kayaçların fiziksel ve mekanik testleri TS EN standartları ve numune boyutları

Fiziksel ve mekanik özellikleri	Örnek Boyutu (mm)	TS EN Standart
Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini	50 × 50 × 50	TS EN 1936 (2010)
Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini	50 × 50 × 50	TS EN 1925 (2000)
Basınç Dayanımı Tayini	50 × 50 × 50	TS EN 1926 (2013)
Saplama Deliğinde Kırılma Yükü Tayini	200 × 200×30	TS EN 13364 (2003)

3.2.7. Çevre etkileşim özellikleri

Sedimanter kayaçların çevre etkileşimi özellikleri çerçevesinde tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini, don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini, nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini, tuz kristallenmesine direncin tayini deneyleri yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Kayaçların fiziksel ve mekanik testleri TS EN standartları ve numune boyutları

Fiziksel ve mekanik özellikleri	Örnek Boyutu (mm)	TS EN Standart
TBY	50 × 50 × 50	TS EN 14147: 2004
DTD	50 × 50 × 50	TS EN 12371: 2011
NOY	120 × 60 × 10	TS EN 13919: 2004
TKT	40 × 40 × 40	TS EN 12370: 2001

TBY deneyinde TS EN 14147 standardına göre 6 adet 50x50x50 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Kayaç örnekleri 105±5°C'de standartın önerdiği şekilde 24 saat kurutulmuş, normal oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartımları yapılmıştır. Numuneler normal sudan geçirildikten sonra sonra etüvde kurutularak hassas terazide tekrar ağırlığı ölçülür.

DTD testleri TS EN 12371 standardına göre 10 adet 50x50x50 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Deneyde kullanılacak taş numuneleri normal atmosfer şartlarında suya doygun hale getirilir, laboratuvardaki derin dondurucu -20°C'ye ayarlanır suya doygun numuneler -20°C'ye düştükten sonra 2 saat boyunca bekletilir. Daha sonra 2 saat bu sıcaklıkta bekletilen örnek dolaptan çıkarılarak içinde oda koşullarındaki su içine tamamen su altında kalacak şekilde en az 2 saat bekletilmiştir. Donmuş numune su içinde tamamen çözüldükten sonra tekrardan derin dondurucuya konularak donma ve çözülme işlemi örnekler üzerinde 48 kez tekrarlanmıştır. Taş numuneler cihazdan çıkarılarak etüvde kurutulur ve daha sonra hassas terazide ağırlıkları ölçülerek deney sonrası ağırlığı bulunmuş olur.

NOY tayini deneyinde TS EN 13919 standardına göre 6 adet 120 × 60 × 10 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Kayaç örnekleri105±5 °C'lik etüvde numune bir gün tamamen kurutulmuş, etüv içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartımları alınmıştır. İşlem 150 ml-500 ml su ve 500-150 ml sülfürik asit (H_2SO_3) çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler çeşme suyunda da yıkandıktan sonra etüvde kurutularak tartılmışlardır.

TKT deneyinde TS EN 12370 standardına göre 6 adet 40x40x40 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Taş örnekleri etüvde bir gün iyice kurutulmuş, etüv içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve tartımları alınmıştır. İşlem %14'lük sodyum sülfat dekahidrat (Na2SO410.H2O) çözeltisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler 15 kez tekrar edilmiştir. 15. işlem sonrası kayaç örnekleri etüvden alınmış oda sıcaklığındaki saf suda (24±1) saat tutulmuştur. Numuneler çeşme suyunda da yıkandıktan sonra etüvde kurutularak tartılmışlardır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Özellikleri

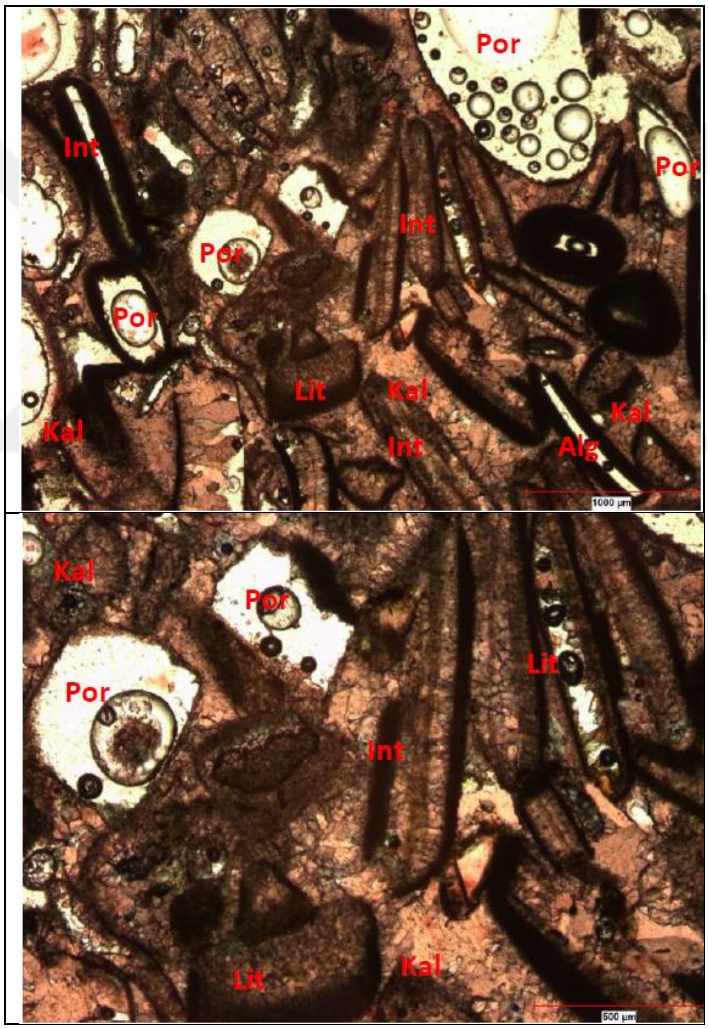
Sedimanter kayaç bileşiminde yer alan oksitler; SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, P_2O_5, K_2O, Cl, SO_3 SrO, MnO ve Na_2O'tir. Çizelge 4.1 'de sedimanter kayaçlardan alınan örneklerin kimyasal bileşimleri görülmektedir. Buna göre % 52.52 CaO ve % 2.21 SiO_2 içermektedir.

Çizelge 4.1. Doğal taşların kimyasal analizi.

İçerik	**Birim**	**Değer**
SiO_2	%	2,2084
Al_2O_3	%	0,4831
Fe_2O_3	%	0,7873
CaO	%	52,5236
MgO	%	0,3913
P_2O_5	%	0,0383
K_2O	%	0,0889
Cl	%	0,0129
SO_3	%	0,1593
SrO	%	0,4086
MnO	%	0,0809
Na_2O	%	0,1260
A.Z. (LOI)	%	42,6913
A.Z.: Ateş Zayiatı; *LOI: Loss of Ignition*		

4.2. Mineralojik ve Petrografik Analizler

Kayaç örnekleri, ağırlıklı olarak kristalin olup, mikritik dokuludur. Kayaçların temel mineralleri kalsit olup, daha az miktarda opak mineralleri (kuvars) içermektedir. Kayaç içerisindeki kalsit minerali (Kal), litik materyal (lit), alg fosilleri ve intraklas yapıları rasgele dağılmış haldedir (Şekil 4.1). Kayacın makroskobik ve mikroskobik tanımlaması, mineral içerikleri ve örneklerin petrografik incelemesinin sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.



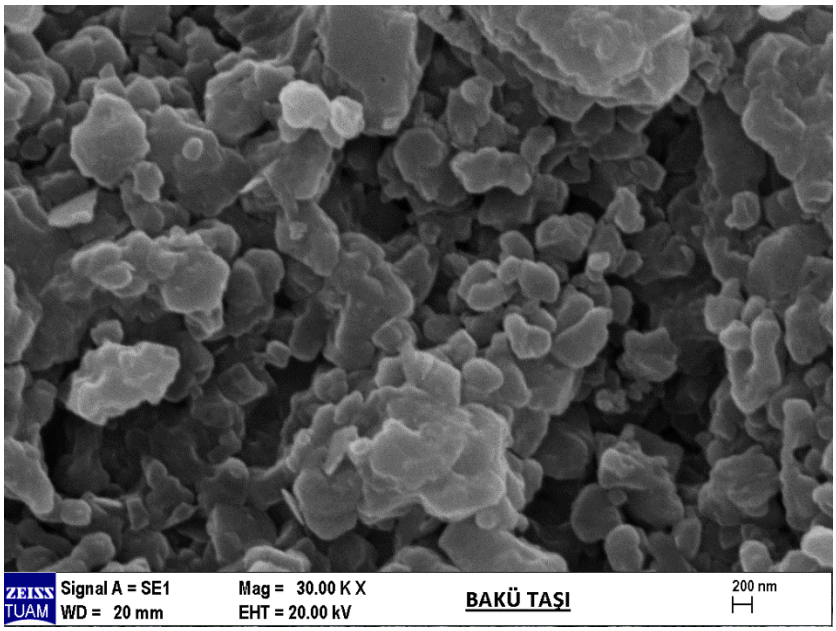
Şekil 4.1. Kayaç içerisindeki Kalsit Minerali (Kal), Litik Materyal (lit), Alg Fosilleri ve İntraklas Yapıları (Int) (Çift nikol (sol - sağ))

Çizelge 4.2. Kayacın makroskobik ve mikroskobik tanımlaması

Köken	Sedimanter
Adı	İntramikritik Kireçtaşı
Renk	Grimsi Turuncu
Doku	Kristalin-Mikritik
Tane Büyüklüğü	İnce
Çatlak	Yok
Gözenek	Var
Makro Fosil	Yok

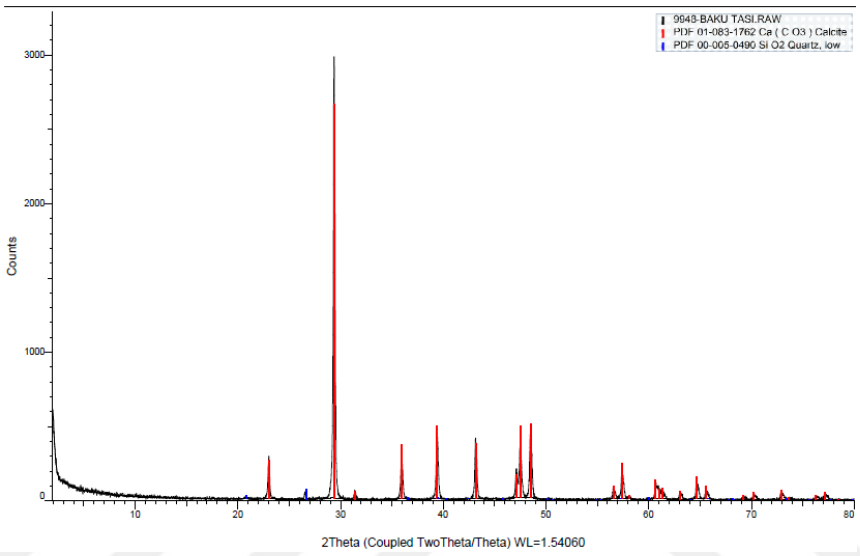
Mineraller	Mineral Dağılımı (%)	Tane Genişliği (µm))		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Kalsit	99	2,0	6,2	2,96
Opak Mineralleri	< 1,0	-	-	-
Fosil içeriği	Alg	-	-	-

Normal SEM görüntülerine bakıldığında gözeneklerin çok homojen olmayan dağılıma sahip olduğu ve gözenek çapının 1 mm'ye kadar çıktığı görülmektedir. Gözenek çaplarının kırık yüzey SEM fotoğraflarına göre kayaçlarda mikro gözeneklerin 3-200 µm arasında değiştiği görülmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kayacın SEM analizi

Taş numunelerinin XRD analizi sonucunda, 2θ=20º ile 50º arası incelendiğinde yüksek şiddetli birçok pik görülmektedir. Buna göre örneklerde kalsit $Ca(CO_3)$ minerali, 2θ=20º-30º şiddet aralığında kuvars SiO_2 minerali tespit edilmiştir. Kayaçların XRD difraksiyonu analizleri yapılarak Şekil 4.3'de mineralojik bileşimleri verilmiştir.



Şekil 4.3. Kayaç örneğinin XRD difraksiyonı

4.3. Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Bakü (Gülbağ) taşı çalışmasında kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinden görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini, gerçek yoğunluk ve civa porozimetresi belirlenmiştir. Çizge 4.3 'de kayaçların TS EN standartlarına uygun olarak yapılan fiziksel özellikleri verilmiştir. Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması gerçek yoğunluk 2779 ± 1 kg/m^3, görünür yoğunluk 1860 ± 44 kg/m^3, toplam ve açık gözeneklilik değerleri %4.9-33.1 ± 1.2-1.6 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini sonuçları

Deney Türleri	Num 1	Num 2	Num 3	Num 4	Num 5	Num 6
Numune Boyutu (mm)	50x50x50					
Gerçek Yoğunluk (kg/m³)	2779	2781	2779	279	2777	2778
Görünür Yoğunluk (kg/m³)	1879	1857	1886	1775	1895	1870
Toplam Gözeneklilik (%)	32,39	33,17	32,12	36,13	31,81	32,70
Açık Gözeneklilik (%)	4,51	4,77	4,43	7,30	3,85	7,57
	Gerçek Yoğunluk (kg/m³)	Görünür Yoğunluk (kg/m³)		Toplam Gözeneklilik (%)		Açık Gözeneklilik (%)
Ortalama Değerler	2779	1860		33,1		4,9
Standart Sapma (±)	1	44		1,6		1,2

Kayaçların civa porozimetre analizi sonuçları Çizelge 4.4 verilmiştir. Kayaçın porozimetresi, mikron boyutlu numunelerde, gözenek büyüklüğü dağılımı ve yüzey alanı ölçümleri ile kütlesel yoğunluk tayini yapıldı. Ölçümler MICROMERITICS marka model cihazla gerçekleşmiştir. Basınç: Düşük basınç; 50 psia, yüksek basınç 60.000 psia Cihazda 3 nm -360 mikrometre aralığında iç gözenekler ölçülmüştür.

Çizelge 4.4. Kayaçların civaporozimetre analizi sonuçları.

Numune Adı	Toplam gözenek alanı (m^2/g)	Medyan gözenek çapı (cilt) (nm)	Ortalama Gözenek Çapı (4V/A) (nm)	Yığın Yoğunluğu (g/mL)	Görünür yoğunluk (g/mL)	Porozite (%)
Bakü Ağlay (Gülbağ)	1,930	4590	9841	1,8600	2,7790	52,3667

Kayaç örneklerinde civa porozimetre analizi sonucu porozite değeri %52.37 olarak tespit edilmiştir.

Kayaç örneklerinin kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini deneyleri yapılmıştır. Fiziksel ve mekanik testler Çizelge 4.5'te TS EN standartları göre yapılmıştır. Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının 6.8 $g/m^2.s^{0,5} \pm 3.3$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.5. Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini sonuçları

Deney türleri	Num 1	Num 2	Num 3	Num 4		Num 5	Num 6
Numune Boyutu (mm)		50x50x50					
Kılcal Su Emme Katsayısı ($g/m^2.s^{0,5}$)	13,26	3,73	5,74	5,26		5,58	7,30
Ortalama Kılcal Su Emme Katsayısı ($g/m^2.s^{0,5}$)		6,8					
Standart Sapma ($g/m^2.s^{0,5}$) (±)		3,3					

Kayaç örneklerinin kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayinini takiben, basınç dayanımı tayini deneyleri yapılmıştır. Fiziksel ve mekanik testler Çizelge 4.6'da TS EN standartları göre yapılmıştır. Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının 25 MPa ± 3.3 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Basınç dayanımı tayini sonuçları

Deney Türü	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	N 6	N 7	N 8	N 9	N 10
NG (mm)	51,12	51,30	51,59	50,98	51,47	51,82	51,68	51,85	51,76	51,50
NU (mm)	51,87	51,27	51,42	51,72	51,48	51,79	51,37	51,79	51,29	50,95
NY (mm)	51,57	51,45	51,46	51,94	51,44	51,58	51,13	51,57	51,61	51,05
KY (kN)	78,47	38,85	68,97	77,93	74,88	59,79	60,07	36,82	86,93	84,28
BD (MPa)	30	15	26	30	28	22	23	14	33	32
OBD (MPa)	25									
SS (MPa) (±)	7									

Kayaç örneklerinin saplama deliğinde kırılma yükünün belirlenmesinde 30x200x200 mm boyutundaki numuneler üzerinde TS EN 13364'e göre yapılmıştır (Çizelge 4.7). TS EN 1469'da sağlanması gereken sınır değerlere saplama deliğinde kırılma yükü en az 800 N ve standart sapması da 190 N olmalıdır. Yapılan saplama deliğinde kırılma yükünün tayini deneyi sonucu en düşük kırılma yük değeri 803.3 N iken, standart sapması da 225.3 N bulunmuştur. Deney sonuçlarında, standart sapmanın bu kadar büyük olması numunenin homojen bir yapıda olmamasından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4.7. Saplama deliğinde kırılma yükü tayini sonuçları

Deney Türü	N 1	N 2	N 3	N 4	N 5	N 6	N 7	N 8	N 9	N 10
Numune Boyutu (mm)	200x200									
Numune Kalınlığı, d (mm)	28,78	28,86	29,42	29,35	29,30	29,33	28,82	28,91	28,58	28,65
Saplamanın Çapı (mm)	6		6	6	6	6	6	6	6	6
Deliğin Çapı (mm)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
b_A (mm)	37,29	36,04	42,80	38,23	45,98	42,08	41,16	49,12	40,07	46,50
Ortalama b_A (mm)	41,93				Standart Sapma (mm) (±)			4,27		
d_1 (mm)	8,98	9,85	8,76	8,50	8,93	9,83	9,15	8,59	9,75	9,96
Ortalama d1 (mm)	9,23				Standart Sapma (mm) (±)			0,56		
Kırılma Yükü (N)	769	1201	650	799	669	1159	669	940	603	574
Ortalama Kırılma Yükü, F (N)	803,30				Standart Sapma (N) (±)			225,30		

4.4. Çevre Etkileşim Özelliklerinin Analizi

Kayaçların gözenekli yapıları çevresel koşullar nedeniyle tuz kristallenmesi, donma çözülme, tuz buharıyla ve nemli ortamda SO_2 nedeniyle hasar seviyeleri belirlenmesi gerekmektedir. Kayaçların tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini deneyleri yapılarak, kütle kayıpları değişimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması kütle değişimi % 0.06±0.03 olarak

tespit edilmiştir. Deney sonrası kayaçlarda oksitlenme, renk değişimi, beneklerin görünümü, kırık çatlak durumu, pullanma ve şişme-kabarma gözlenmemiştir.

Çizelge 4.8. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini sonuçları

Deney Türleri	Num 1	Num 2	Num 3	Num 4	Num 5	Num 6
Numune Boyutu (mm)	50x50x50					
Kütle Değişimi (%)	0,10	0,08	0,08	0,01	0,03	0,05
Ortalama Kütle Değişimi (%)	0,06					
Standart Sapma (%) (±)	0,03					
Oksitlenme	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Renk Değişimi	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Beneklerin Görünümü	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Kırık Çatlak Durumu	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Pullanma	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Şişme-Kabarma	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok

Kayaçların don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini deneyleri yapılarak, kütle kayıpları değişimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.9). Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması son sonrası basınç dayanımı 24 ± 4 MPa kütle değişimi % 0.1±0.01 olarak tespit edilmiştir.

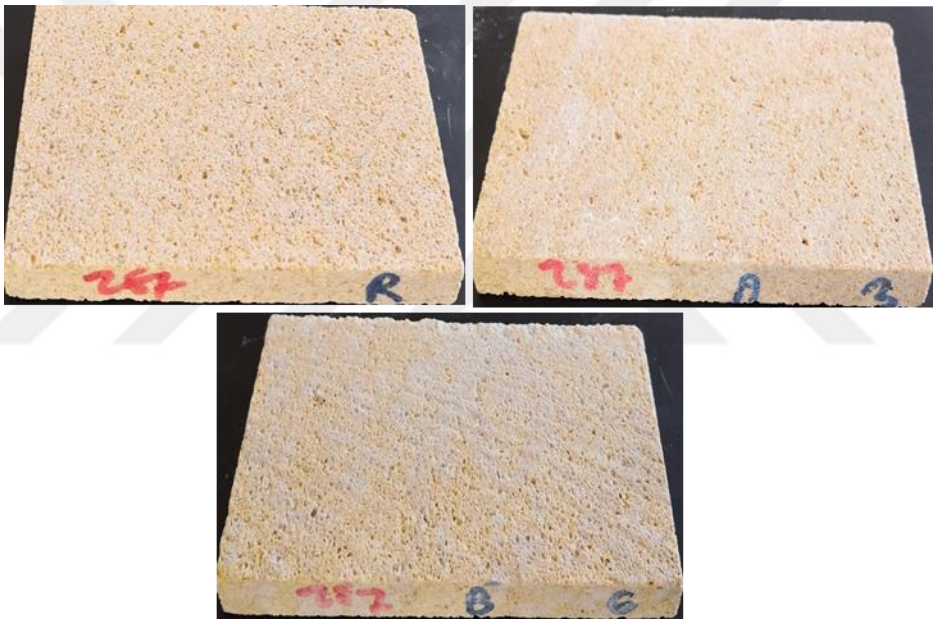
Çizelge 4.9. Don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini sonuçları

Deney Türü	Nu 1	Nu 2	Nu 3	Nu 4	Nu 5	Nu 6	Nu 7	Nu 8	Nu 9	Nu 10
NG (mm)	51,25	51,95	51,69	51,95	51,77	51,45	51,74	51,93	51,87	51,03
NU (mm)	51,82	51,15	51,50	51,26	51,43	51,09	51,64	51,65	51,57	51,03
NY (mm)	51,50	51,59	51,52	51,62	51,08	51,80	51,75	51,64	51,62	51,28
KY (kN)	60,90	79,36	49,75	68,07	65,24	55,48	68,55	77,92	53,46	65,96
BD (MPa)	23	30	19	26	25	21	26	29	20	25
OBD (MPa)	24									
SS (MPa) (±)	4									
KD (%)	0,12	0,11	0,13	0,08	0,12	0,12	0,13	0,05	0,08	0,03
OKD (%)	0,10									

Kayaçların nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini deneyleri yapılarak, kütle kayıpları değişimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması A çözelti bileşiminde kütle değişimi %2.57 ± 0.33, B çözelti bileşiminde kütle değişimi % 0.91±0.03 olarak tespit edilmiştir. Deney sonrası kayaçlarda A ve B çözeltisine maruz bırakılmış numunelerde A çözeltisindeki kayacın daha çok yıprandığı gözlenmiştir (Şekil 4.4).

Çizelge 4.10. Nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini sonuçları

Çözelti Bileşimi	A *(150 ml Damıtık Su +500 ml H_2SO_3)*			B *(500 ml Damıtık Su + 150 ml H_2SO_3)*		
Deney Türü	Num 1	Num 2	Num 3	Num 1	Num 2	Num 3
Numune Boyutu (mm)	120x60x10			120x60x10		
Kütle Değişimi (%)	-2,192	-2,800	-2,712	-0,919	-0,926	-0,878
Ortalama Kütle Değişimi (%)	-2,568			-0,908		
Standart Sapma (%) (±)	0,33			0,03		



Şekil 4.4. Test öncesi numunelerin fotoğrafı (R), çözeltisine maruz bırakılmış numunelerin fotoğrafı (A), çözeltisine maruz bırakılmış numunelerin fotoğrafı (B)

Kayaçların tuz kristallenmesine direncin tayini deneyleri yapılarak, kütle kayıpları değişimleri belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması kütle değişimi %2.657±3.018 olarak tespit edilmiştir. Kayaçlarda deney öncesi ve sonrası numunelerin görüntüsü Şekil 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Tuz kristallenmesine direncin tayini sonuçları

Deney Türleri	Num 1	Num 2	Num 3	Num 4	Num 5	Num 6
Numune Boyutu (mm)	40x40x40					
Kütle Değişimi (%)	-3,336	0,565	-6,112	0,339	-1,289	-6,110
Ortalama Kütle Değişimi (%)	-2,657					
Standart Sapma (%) (±)	3,018					



Şekil 4.5. Deney öncesi ve sonrası numunelerin görüntüsü

Bu tezde Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının polarize mikroskop, XRD ve SEM, XRF (min-pet özellikleri), fiziko-mekanik, çevresel etkileşim (tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini, don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini, nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini, tuz

kristallenmesine direncin tayini) deneyleri yapılarak petrofiziksel özellikler ve kütle değişimi açısından analiz edilmiştir.

Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı kristalize mikritik dokulu olup, % 52.52 CaO ve % 2.21 $Si0_2$ içermektedir. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının donma-çözülme testinden sonra petrofizik özelliklerinde kütle kaybı % 0.1 ile tuz kristallendirme testinden sonra kütle değişimi % 2.66 olduğu belirlenmiştir. Mermer ve travertenlerde yapılan donma-çözme ve tuz kristalizasyon testlerinde porozite değeri %10 ile %15 arasında değişmiştir (Sarıışık ve ark., 2010). Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı, bu özellik değişimine (%Δ) göre, kalsiyum karbonat kaynaklı diğer doğal taşlardan bozunmaya karşı daha dayanıklıdır. SEM analizine göre, Aqlay (Gülbağ) kireçtaşının yapısında gözenekler arasında temassız olduğu için yüksek yalıtım özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

Birçok araştırmacı, farklı doğal taşların çevresel ve atmosferik koşullara maruz kaldığı alanlarda Şekil 4.6'da görüldüğü gibi yapı taşı olarak kullanılabilirliğini laboratuvar ortamında hızlandırılmış donma-çözülme ve tuz kristallendirme testi sonra bozunma süreçlerini araştırmışlardır. Bu tezde, Aqlay (Gülbağ) Kireçtaşının "Global Heritage Stone Resource" unvanına aday gösterilmesinde bazı etkili özellikleri incelenmiştir. Tarihi yapılarda ve günümüzdeki yapılarında kullanılan Aqlay (Gülbağ) kireçtaşının mineralojik ve petrografik özellikleri kimyasal, fiziko-mekanik, petrofiziksel ve yalıtım özellikleri açısından kullanıma uygunluğu değerlendirilmiştir.



Şekil 4.6. Aqlay (Gülbağ) kireçtaşının tarihi yapılarda kullanımı

Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının fiziksel ve mekanik özellikleri için deneysel verilere uygun bir laboratuvar çalışması yapılmıştır. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının porozite ve su emmesi % 4.9-6.8 değeri arasında olması nemli ortamlarda kullanılabileceğini göstermektedir. Basınç dayanımı 25 MPa değeri ile yüksek dayanımlı doğal taşlara göre dayanımın düşük olmasına rağmen beton, tuğla gibi yapı malzemelerine yakın dayanıma sahiptir. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının don sonrası %0.1 kütle kaybı ve don sonrası basınç dayanım değerinin 24 MPa arasında çıkması farklı ortam şartlarında kullanılabileceğini göstermektedir.

Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının sertliği ve basınç dayanımı düşük olduğu için Şekil 4.7'de olduğu işleme kolaylığı sebebi ile tercih edilmektedir. Aqlay (Gülbağ) kireçtaşının maden ocağından kolay çıkarılması, kolay işlenebilirliği, yumuşak, dayanıklı ve yalıtım özelliğine sahiptir.



Şekil 4.7. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının işleme kolaylığı için örnek uygulamalar

Isıl özellikler açısından Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının granit, mermer, kireçtaşı ve traverten gibi doğal taşlardan daha iyi olduğu görülmüştür. Ayrıca taşın mühendislik özelliklerine bakıldığında diğer yapı elemanlarına göre kolay çıkartılması ve işlenmesi, daha sağlam, uzun ömürlü ve üst düzeyde doğal yalıtım özeliklerinden dolayı kullanımı daha uygundur (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının mühendislik özelliklerinin yansıması

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu tezde Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının karakterizasyonu için kimyasal analizi, mineralojik ve petrografik analizi, fiziksel ve mekanik testleri ve çevresel etkileşim testleri yapılmıştır. Kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinde görünür yoğunluk, gerçek yoğunluk ve kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının tayini, toplam ve açık gözeneklilik tayini TS EN standartlarına uygun olarak test edilerek değerlendirilmiştir. Ayrıca kireçtaşı örnekleri çevre etkileşim özelliklerinden tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini, don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini, nemli ortamda SO_2 yıpratmasına karşı direncin tayini, tuz kristallenmesine direncin tayini deneyleri yapılmıştır. Bu test ve analizler önemli sonuçları aşağıda özetlenmiştir;

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşında kimyasal analiz incelendiğinde %52.52 CaO, % 2.21 SiO_2 ve düşük miktarda % 0.78 Fe_2O_3 içermektedir. Bu nedenle renk değişimi görülmemektedir. Bu özelliği ile yapılarda, sanat eserlerinde, sokak duvarlarında, eski ile yeniyi, birlikte görebilme ve kullanabilme imkanı verebiliyor. Taş hem restore, hemde konservasyon edilerek, tekrar, tekrar kullanılabilir. Doğadan yeni taş blokları almadan, eski taşları işleyerek, yapılarda "çevreçi ve ekolojik" yapı modellerinin örneklerini çok rahatlıkla koyabileceğinizi söylemek isteriz.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı örnekleri, sedimenter kökenli, ağırlıklı olarak kristalin olup, mikritik dokuludur. Kayaç adı İntramikritik Kireçtaşı olup, temel mineralleri kalist, daha az miktarda opak mineralleri (kuvars) içermektedir. Kayaç içerisindeki kalsit minerali (Kal), litik materyal (lit), alg fosilleri (Alg) ve intraklas (Int) yapıları rasgele dağılmış olup, kırık ve çatlak sistemleri yok haldedir. Kayaçın, tane büyüklüğü ince olup, tane genişliği (µm) min. 2.00 ile max. 6.2 arasında değişirken ortalaması 2.96 dır. Por çaplarının kırık yüzey SEM fotoğraflarına göre kayaçlarda mikro gözeneklerin 3-200 µm arasında olduğu görülmektedir. Kireçtaşının

SEM görüntüsünde gözeneklerin birbiri ile temas halinde olmadığı için yalıtım özelliği yüksek olduğu görülmektedir.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı numunlerin XRD analizi sonucunda, 2θ=20º ile 50º arası bakıldığında yüksek şiddetli birçok pik görülmektedir. Buna göre örneklerde kalsit $Ca(CO_3)$ minerali, 2θ=20º-30º şiddet aralığında kuvars SiO_2 minerali tespit edilmiştir.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının, toplam gözeneklilik %33.31, açık gözeneklilik %4.9, cıva porozimetre analizine göre porozite %5.37 olarak tespit edilmiştir. Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı diğer kalsiyum karbonat kökenli (Mardin, Midyat ve Urfa taşı) kayaçlara göre porozite değerleri yüksek, ısı iletkenlik değerli düşük olduğu için ısı ve ses yalıtım daha uygun olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar ile birlikte, Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı yalıtım özelliğinde, kendi gurubunda yer alan diğer taşlara nazaran daha iyi performans gösterdiğini söyleyebiliriz.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması gerçek yoğunluk 2779 ± 1 kg/m3, görünür yoğunluk 1860 ± 44 kg/m3, açık ve toplam gözeneklilik ortalama değerleri, standart sapmaları % 4,9-33,1 ± 1.2-1.6 olarak belirlenmiştir. Kireçtaşı örneklerinde cıva porozimetre analizi sonucu, porozite değeri %52.37 olarak tespit edilmiştir. Kireçtaşı örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması Kılcal etkiye bağlı su emme katsayısının 6.8 g/m2.s0,5±3.3 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar ile Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının, yapılarda kullanımının yaygın ve verimli olmasının temel parametreleri ortaya konulmuş olduğunu vurgulamak isteriz.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması basınç dayanımı tayini deneyleri yapılmış, 25 MPa±3.3 olarak tespit edilmiştir. Kayacın porozite değeri yüksek olmasına rağmen, %2.21 SiO_2 içerdiği için basınç dayanımını olumsuz olarak etkilememiştir. Bu nedenle, yapı sektöründe birçok alanda kullanım özelliğine sahip olduğu ortaya konulmuştur.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının, yapılarda dış cephe kullanım da çok önemli bir yöntem olan cıvata, çelik çivi ve ankraj montajı için TS EN 1469'da sağlanması gereken sınır değerlerinde saplama deliğinde kırılma yükü en az •800 N ve standart sapması da 190 N olmalıdır. Yapılan saplama deliğinde kırılma yükünün tayini deneyi sonucu en düşük kırılma yük değeri 803.3 N iken, standart sapması da 225.3 N bulunmuştur. Deney sonuçlarına göre Rüzgarı ile meşhur olan, Bakü adını, Rüzgarlar şehri (Bakü) den alan, Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının bahsi geçen yöntem ile yüksek katlı yapılarda çok rahatlıkla kullanılabileceğini söyleyebiliriz. Nümeler test(analiz) edilirken, TS EN 13364 standartlına göre 10 adet numune kullanılmış, iki adet numunemizde minun olması gereken 800 N kırılma yükünün, çok üzerinde çıkmış, sırası ile, 1201 N diğeri ise 1159 N çıkmıştır. Bu değerlerin de standarttın çok üzerinde olması Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının, yüksek yapılarda ve dikey projelerde gönül rahatlığı kullanılabileceğini öneriyoruz.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması Tuz Buharıyla Yıpranmaya Karşı Direncin Tayini, kütle değişimi %0.06±0.03 olarak tespit edilmiştir. Deney sonrası Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı numenlerin de yapılan inceleme sonucunda, oksitlenme, renk değişimi, beneklerin görünümü, kırık çatlak durumu, pullanma ve şişme-kabarma gözlenmemiştir. Bu analiz sonuçlarına göre, Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının, Deniz kenarındaki yerleşim merkezlerinde, sahil kentlerine, deniz turizmin de kullanılan konaklama ve sosyal tesislerinde çok rahatlıkla kullanılabileceğini tavsiye ediyoruz.

• Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşı örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması don sonrası basınç dayanımı 24±4 MPa iken, kütle değişimi %0.1±0.01 olarak tespit edilmiştir. Don sonrası kireçtaşında çatlama, yüzeyde tozlanma ve kabuk halinde dökülme veya dağılma söz konusu değildir. Bu sonuçlara göre soğuk iklim ve ortam şartlarında yüksek performansla kullanılabileceği görülmektedir.

• Nemli Ortamda SO_2 Yıpratmasına Karşı Direncin Tayini, taş örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması A çözelti bileşiminde kütle değişimi % 2.57 ± 0.33, B çözelti bileşiminde kütle değişimi %0.91±0.03 olarak tespit edilmiştir.

Deney sonrası Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının A ve B çözeltisine maruz bırakılmış numuneleri A çözeltisinde daha çok yıprandığı gözlenmiştir. Bu sonuca göre, Bakü Aqlay(Gülbağ) kireçtaşının, endüstrisi yoğun olan, asitli yağmurların yoğun olma olasılığı yüksek olan şehirlerde daha dikkatli, incelemeler, araştırmalar sonrası kullanılmasın daha doğru olacağını ifade ediyoruz.

• Kayaç örneklerinin ortalama değerleri ve standart sapması da dikkate alınarak, Tuz Kristallenmesi Direncin Tayini kütle değişimi %2.657±3.018 olarak tespit edilmiştir. Taş numenlerinin, test(analiz) sonrası yüzeyleri dikkatlice gözle incelendiğinde, bozunmaların, kabarmaların ve dökülmelerin olduğu görülmüştür. Bizim incelediğimiz Bakü Aqlay (Gülbağ) kireçtaşının özellikle deniz suyuna ve tuzlu zemin sularına birebir temas edeceği yapılarda kullanılmamasını öneriyoruz.

• Bu tez kapsamında vurgulanmak istenen, inşaat sektöründe yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılacak doğal taşların uygulama alanlarındaki performansların yüksek seviyede olması analizlerin yapılmış olmasını tavsiye ediyoruz. Bu da yapı ve kaplama malzemelerinin gelişen teknoloji sürecinde, malzemelerin karakteristiğinin iyileştirilmesi ve/veya karakteristiğinin irdelenmesi açısından olumlu gelişmeler sağlayacağıdır. Aqlay(Gülbağ) Kireçtaşının “Global Heritage Stone Resource” unvanına aday gösterilmesinde etkili olabilecek, bazı özellikleride incelenmiştir. Aqlay (Gülbağ) taşı, Azerbeycan’nın başkenti Bakü’de çıkarılan taş, “Global Heritage Stone Resource” aday gösterilebilecek bir kireç taşı türü olduğu ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

ADİN, H., 2008. Mardin ve Midyat'ta Kullanılan Bina Yapı Taşlarının Bazı Fiziksel Özellikleri. Mühendis ve Makina Dergisi,48(570): 13-17.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ., 2011. Mardin Taşı. Teknik Rapor, AKÜ Maden Mühendisliği Doğal Taş Analiz Laboratuarı (DAL), Afyonkarahisar. 6s.

AKBAY, D., EFE, T., ŞENGÜN, N., DEMİRDAĞ, S., ALTINDAĞ, R., ve KOÇÇAZ, C.E., 2012. Donma-çözülme ve termal şok koşullarının bazı mermerler üzerindeki etkilerinin incelenmesi, 8. Uluslararası Mermer ve Doğal Taş Kongresi, Afyonkarahisar, s.215-226.

AKURGAL, E., 1987. Hatti Uygarlığı. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Yayınları, Ankara, 690s.

ANIL, M., YAPICI, N., ve KAYA, A. C., 2008. Midyat Taşının Kaplama ve Yapıda Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 82s.

ARIOĞLU, N., GÜRDAL, E., AKÖZ, F., ve SEMERCİ, F., 2008. Mardin Kireçtaşının Yapı Taşı Olarak Araştırılması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 111 s.

BENAVENTE, D., DEL CURA, M.G., BERNABÉU, A., and ORDÓÑEZ, S., 2001. Quantification of salt weathering in porous stones using an experimental continuous partial immersion method. Eng Geol. 59:313–325.

CLAUSER, C., and HUENGES, E., 1995. Thermal conductivity of rocks and minerals, Washington, USA, American Geophysical Union, s.105-126.

DİLEK, M., İŞÇİ, Ö., ve GÖKTAŞ, A., 2010. Uygulamalı İstatistik. Muğla Üniversitesi, 70001 DK 10014107.

DERİN, P., 2015. Mardin Taşının Isı İletkenlik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Diğer Doğal Taşlarla Karşılaştırılması, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bitirme Projesi, Afyonkarahisar, 68 s.

ERDOĞAN, Y., 2001. Çukurova Bölgesinde Yüzeyleşen Kayaçların Mühendislik Özelliklerinin Belirlenerek Yapı ve Kaplamacılıkta Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana. 110s.

ERİNÇ, M., 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, 2, Ankara.

FERRARİ, C., LİBBRA, A., MUSCİO, A., and SİLİGARDİ, C., 2013. Design of ceramic tiles with high solar reflectance through the development of a functional engobe. Ceramics International. 39: 9583–9590.

FRASCÁ, MHBO., and YAMAMOTO, JK., 2006. Ageing tests for dimension stone experimental studies of granitic rocks from Brazil. In Proceedings 10th IAEG international congress, The Geological Society of London, IAEG2006 Paper (No 224), 9s.

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ., 2013. Doğal Taş Numunesi Hakkında. Teknik Rapor No:853. İTÜ Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü, Istanbul, 5s.

GONÇALVES, T.D., and BRİTO, V., 2014. Alteration kinetics of natural stones due to sodium sulfate crystallization: can reality match experimental simulations. Environ Earth Sci, 72:1789–1799.

GÖKÇE, M.V., İNCE, İ., FENER, M., TAŞKIRAN, T., and KAYABALİ, K., 2016. The effects of freeze–thaw (F–T) cycles on the Gödene travertine used in historical structures in Konya (Turkey). Cold Reg Sci Technol. 127:65– 75.

GHOBADİ, M.H., and BABAZADEH, R., 2015. Experimental studies on the effects of cyclic freezing–thawing, salt crystallization, and thermal shock on the physical and mechanical characteristics of selected sandstones. Rock Mech Rock Eng. 48:1001–1016.

HEİDARİ, M., TORABİ-KAVEH, M., and MOHSENİ, H., 2017. Assessment of the effects of freeze–thaw and salt crystallization ageing tests on Anahita Temple Stone. Geotech Geol Eng, Kangavar, West of Iran. 35:121– 136

KULAKSIZ, S., ve SARIIŞIK, A., 2021. Doğaltaş (Mermer) Maden İşletmeciliği ve İşletme Teknolojileri (Genişletilmiş 5. Baskı) kitabı, Ankara, 668.

KÜLTÜR, S., and TÜRKERİ, N., 2012. Assessment of long term solar reflectance performance of roof coverings measured in laboratory and in field. Building and Environment, 48: 164-172.

MTA., 2008. Mardin Taşı Analizi. MTA Rapor No:3739, Ankara. 6s.

SARIISIK, A., ve DERİN, P. 2014. Investigation of Engineering Properties of Mardin Stone, Tam Metin Bildiri, 5. Dünya Doğaltaş Kongresi, 22-25 Ekim 2014, Antalya, 137-137.

SARIISIK, A., ve DERIN, P., 2015. Urfa Taşı ve Mardin Taşının, binalarda yapı elemanı olarak kullanılmasında ekolojik özelliklerinin karşılaştırılması, Tam Metin Bildiri, 5. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 26- 27 Kasım 2015, 258-277.

SARIIŞIK, A., DERİN, P., 2015. Mardin Taşının Farklı Ortam Koşullarında Isı İletkenlik Özelliklerinin Belirlenmesi ve Diğer Doğaltaşlarla Karşılaştırılması, AKÜ Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi Proje No, 14.HIZ.DES.62, Afyonkarahisar. 68 s.

SARIIŞIK, A., 1998. Kalsiyum Karbonat Kökenli Mermerlerin Çevre Etkileşimi İle Fiziko-Mekanik Özelliklerindeki Değişim Karakteristiklikleri. S.D.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Isparta, 390s.

SARIIŞIK, A., SARIIŞIK, G., and SENTURK, A., 2010. Characterization of physical and mechanical properties of natural stones affected by ground water under different ambient conditions. Ekoloji. 19(77):88–96.

SARIIŞIK, G., 2007. Bazı Karbonat Kökenli Türk DoğaltaşlarınTeknik Özellikleri, Yapıda ve Restorasyonda Kullanım Alanları. A.K.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar, 191s.

SHİ, Z., and ZHANG, X., 2011. Analyzing the effect of the longwave emissivity and solar reflectance of building envelopes on energy-saving in buildings in various climates. Solar Energy, 85:28–37.

SUEHRCKE, H., PETERSON, E. L., and SELBY, N., 2008. Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate. Energy and Buildings. 40:2224–2235.

ŞENTÜRK, A., GÜNDÜZ, L., SARIIŞIK, A., ve TOSUN, Y.İ., 1996. Mermer Teknolojisi, Isparta, 246s.

ÖNENÇ, D. İ., 2005. Medeniyetlerin Taşı "MardinTaşı" ve Özellikleri. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildirileri.

ÖZTANK, N., ve TÜRKMEN (BACAKOĞLU), F., 2001. Mermer-kireçtaşları ve konglomeraların yapılarda kullanımını denetleyen parametreler. Türkiye 3.

Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ed: Y. Kibici ve ark., Afyonkarahisar, s.123-131.
TEL, H.Ö., and SARIIŞIK, G., 2020. Research on some effective properties in nomination of Urfa Limestone to the "Global Heritage Stone Resource" designation. Arab J Geosci, 13(18):1–15.
THAULOW, N., and SAHU, S., 2004. Mechanism of concrete deterioration due to salt crystallization. Mater Charact, 53:123–127.
TS699, Türk Standartları., 2009. Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuar Deney Yöntemleri. TSE, Ankara.
TSEN12371, Türk Standartları; 2009. Doğal Taşlar Deney Metotları-Dona Dayanım Deneyi. TSE, Ankara.
TSEN12440, Türk Standartları; 2009. Doğal Taşlar Deney Metotları-Açık Hava Etkisiyle Görünüş Değişikliğinin Tayini. TSE, Ankara.
TSEN14066, Türk Standartları; 2009. Doğal Taşlar Deney Metotları-Termal Şok Etkisiyle Yıpranma Direncinin Tayini. TSE, Ankara.
TSEN1926, Türk Standartları. 2006. Doğaltaşlar-Deney Metotları-Basınç Dayanımı Tayini. TSE, Ankara.
TSEN12371, Türk Standartları. 2003. Doğal Taşlar-Deney metotları-Dona Dayanım Tayini. TSE, Ankara.
TSEN13755, Türk Standartları; 2006. Doğaltaşlar-Deney Metotları-Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini. TSE, Ankara.
TSEN14579, Türk Standartları; 2006. Doğal Taşlar-Deney Metotları-Ses Hızı İlerlemesinin Tayini. TSE, Ankara.
TSEN1936, Türk Standartları; 2001. Doğal Taşlar-Deney Metotları-Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini. TSE, Ankara.
TS EN 1469. "Doğal taş mamulleri- Kaplamada kullanılan plakalar – Özellikler", 2015.
TOLUN, N., ve TERNEK, Z., 1952. Mardin Bölgesinin Jeolojisi. T.T.K, 3:21-20.
TÜRKMENOĞLU, Z.F., 2007. Yapı Taşı Olarak Kullanılan Bazı Kayaçların Fiziko-Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 58s.
YÜKSEL, N., AVCI, A., 2010. Gözenekli Malzemelerin Etken Isıl İletkenlikleri Üzerine Mevcut Çalışmalar. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 332(25):2.