

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KOCAELİ KANDIRA TAŞININ YAPI TAŞI ÖZELLİKLERİ VE
EKONOMİK POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

GÜLCAN MORALI

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KOCAELİ KANDIRA TAŞININ YAPI TAŞI ÖZELLİKLERİ VE
EKONOMİK POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

GÜLCAN MORALI

Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Özkan CORUK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Erkan BOZKURTOĞLU
Jüri Üyesi, İstanbul Teknik Üniversitesi



Tezin Savunulduğu Tarih: 10.10.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Doğal yapı taşları, doğadan bloklar halinde çıkarılıp işlenen ve birçok alanda kullanılan malzemelerdir. Bu alanların başında inşaat sektörü gelmektedir. Türkiye doğal taş konusunda çeşitlilik bakımından geniş bir yelpazeye sahiptir. Tez konum olan Kandıra taşı da bu doğal taşlardan biridir. Bu tez kapsamında bölge için ekonomik öneme sahip doğal yapı taşlarından Kandıra taşının mühendislik özellikleri ve ekonomik potansiyeli araştırılmıştır. Kandıra taşı yapı malzemesi olarak kullanılmasının yanı sıra dekoratif amaçlı olmak üzere birçok alanda tercih edilmektedir.

Tez çalışmam ve yüksek lisans eğitimim döneminde benden bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ahmet KARAKAŞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez jüri üyesi olan değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Özkan CORUK'a ve Dr. Öğr. Üyesi Erkan BOZKURTOĞLU'na teşekkür ederim. Tezin belli aşamalarında bana yardım eden dönem arkadaşım Emre CANKURT'a teşekkür ederim. Bölge ve ocaklar konusunda bilgi veren Öztaş Taş Kesme Sanayi sahibi Günay AÇIKGÖZ'e teşekkür ederim.

Ayrıca; tezimin her aşamasında bana manevi destek olan çok kıymetli hocam Araştırma Görevlisi Dr. Özge Can GÜNDÜZ'e ve maddi-manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli anneme, babama, halama ve ablama sonsuz teşekkür ederim.

Ekim – 2019

Gülcan MORALI

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLOLAR DİZİNİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	viii
GİRİŞ	1
1. GENEL BİLGİLER	2
1.1. İncelemenin Amacı	2
1.2. İnceleme Alanı	2
1.3. Çalışma Yöntemi ve Süresi	3
1.4. Önceki Çalışmalar	4
1.5. Ulusal Düzeyde Yapılan İncelemeler.....	4
1.6. Uluslararası Düzeyde Yapılan İncelemeler.....	7
2. BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANI JEOLJİSİ	9
2.1. Önceki Jeolojik Çalışmalar	9
2.2. Bölgesel Jeoloji	10
2.3. İnceleme Alanının Jeolojisi.....	12
2.3.1. Akveren formasyonu	12
2.4. Bölgesel Tektonik Konum	13
2.5. Arazi Çalışmaları.....	14
3. DOĞAL TAŞLAR.....	19
3.1. Doğal Taşların Türleri.....	19
3.2. Doğal Taşların Dünya'daki Önemi	20
3.3. Doğal Taşların Türkiye'deki Önemi	21
4. KANDIRA TAŞININ MİNERALojİK VE PETROGRAfİK ÖZELLİKLERİ.....	23
4.1. Makroskobik Tanımlama	23
5. LABORATUVAR DENEYLERİ.....	26
5.1. Kimyasal Özellikler.....	26
5.1.1. XRF cihazıyla kimyasal analiz.....	26
5.2. Fiziksel Özellikler	27
5.2.1. Gerçek ve görünür yoğunluk, açık ve toplam gözeneklilik tayini	27
5.2.2. Kılcal etkiye bağlı su emme tayini	29
5.2.3. Gaz piknometresi ile özgül ağırlık	29
5.2.4. Atmosfer basıncında su emme tayini (Ağırlıkça).....	29
5.2.5. Ses hızı ilerlemesinin tayini	30
5.2.6. Pürüzlülük tayini	30
5.3. Mekanik Özellikler.....	30
5.3.1. Pandül deney donanımıyla kayma direnci tayini (Islak- kuru)	31

5.3.2.	Tek eksenli sıkışma deneyi.....	31
5.3.3.	Eğilme dayanımı deneyi.....	32
5.3.4.	Bükülme dayanımı tayini	32
5.3.5.	Aşınma direnci tayini	32
5.3.6.	Saplama deliğinde kırılma yükü.....	32
5.3.7.	Knoop sertlik tayini	33
5.3.8.	Kopma enerjisinin tayini	33
5.4.	Duraylılık-Higrotermal.....	33
5.4.1.	Tuz buharıyla yıpranmaya karşı dayanımın tayini	34
5.4.2.	SO ₂ yıpranmasına karşı direncin tayini	35
5.4.3.	Tuz kristallenmesine direncin tayini	35
5.4.4.	Kaynar suda su emme tayini	35
5.4.5.	Su buharı aktarımı özelliklerinin belirlenmesi	36
6.	ARAŞTIRMA BULGULARI.....	37
6.1.	Kimyasal Bileşim	37
6.2.	Fiziksel Özellikler	38
6.3.	Mekanik Özellikler.....	39
6.4.	Duraylılık ve Higrotermal Deneyleri	41
7.	KANDIRA TAŞININ YAPI TAŞI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ.....	44
8.	KANDIRA TAŞININ EKONOMİK DEĞERİ.....	47
9.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
	KAYNAKLAR	52
	KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	56
	ÖZGEÇMİŞ	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	İnceleme alanı yer bulduru haritası	3
Şekil 1.2.	Çalışma içeriğini gösteren akış diyagramı	4
Şekil 2.1.	Kandıra ve civarının jeolojik haritası	12
Şekil 2.2.	İnceleme alanında bir ocakta açılmış olan aynadan alınmış ölçülü stratigrafik kesit.....	13
Şekil 2.3.	Kandıra taşı ve ocaklardan görünüm.....	15
Şekil 2.4.	Kandıra taşının blok görünümü.....	15
Şekil 2.5.	Kandıra taşına ait blokların tabakalara ayrıldıktan sonraki görünümü	16
Şekil 2.6.	Kandıra taşının beyaz ve sarı renkli kısımları	16
Şekil 2.7.	Kandıra taşındaki kil-silt görünümü.....	16
Şekil 2.8.	Kandıra taşı çıkarımı	17
Şekil 2.9.	Kandıra taşının kesimi.....	17
Şekil 2.10.	Kandıra taşına şekil verilmesi	17
Şekil 2.11.	Kandıra taşının deney için kesilen boyutlar	18
Şekil 3.1.	Doğal taşların kökenlerine göre sınıflandırılması	20
Şekil 3.2.	Dünyada doğal taş üretimindeki ilk 10 ülke	21
Şekil 3.3.	Kandıra taşının şömine yapımında kullanımı.....	22
Şekil 4.1.	Kayaç içindeki kalsit (Kal) mineralleri, Alga (Alg) fosilleri ve opak mineraller (Çift nikol-sol A, sağ B).....	24
Şekil 4.2.	A) 1 nolu numune kumlu biyointramikrit, B) 2 nolu numune kumlu biyomikrit ince kesit görüntüleri.....	25
Şekil 5.1.	Kimyasal analiz için hazırlanan örneklerden bir kısmı	26
Şekil 5.2.	Fiziksel deney için hazırlanan numuneler	27
Şekil 5.3.	Mekanik deneyler için hazırlanan numuneler	31
Şekil 5.4.	Duraylılık-higrotermal deneyler için hazırlanan numuneler	34
Şekil 6.1.	Mohs'un Knoop sertliği ile karşılaştırılması	40
Şekil 7.1.	Türkiye Don Haritası.....	46

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 4.1. Kandıra taşının makroskobik tanımlaması.....	23
Tablo 4.2. Kandıra taşının mikroskobik tanımlaması	25
Tablo 6.1. Kimyasal analiz sonuçları	37
Tablo 6.2. Kandıra taşının fiziksel özellikleri	38
Tablo 6.3. Kandıra taşının mekanik özellikleri	39
Tablo 6.4. Kandıra taşının duraylılık ve higrotermal özelliklerinin ortalamarı ve standart sapma değerleri.....	41
Tablo 6.5. SO ₂ yıpratmasına karşı dayanım sonuçları.....	42
Tablo 6.6. Termal şok etkisiyle yıpranmaya karşı dayanım sonuçları	42
Tablo 6.7. Termal şok etkisiyle yıpranmaya karşı Kandıra taşının önce ve sonraki durumları	43
Tablo 7.1. TS 699 standardına göre uygunluğun değerlendirilmesi.....	44
Tablo 7.2. TS 11137 standardına göre uygunluğun değerlendirilmesi	45
Tablo 8.1. Kandıra taşının mümkün rezervi	48
Tablo 8.2. Kandıra taşı için üretim rakamları.....	48
Tablo 8.3. Kandıra taşının potansiyel ekonomik değeri.....	49

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Sa	: Ağırlıkça su emme, (g)
GK	: Değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş taşın ağırlığı, (g)
Ws	: Islak ağırlık, (g)
GD	: Kaynar suda doygun hali getirilmiş taşın havadaki ağırlığı, (g)
GDS	: Kaynar suda doygun hali getirilmiş taşın su içindeki ağırlığı, (g)
S	: Kaynar suda hacimce su emme oranı, (%)
Wd	: Kuru ağırlık, (g)
°C	: Santigrat
ρ	: Yoğunluk, (kg/m ³)

Kısaltmalar

AKÜ-DAL	: Afyon Kocatepe Üniversitesi- Akredite Doğaltaş Analiz Laboratuvarı
ASTM	: American Society for Testing and Materials (Amerikan Test ve Malzemeler Enstitüsü)
cm	: Santimetre
g	: Gram
KAFZ	: Kuzey Anadolu Fay Zonu
KDD	: Kayaç Değişim Değeri
km	: Kilometre
m	: Metre
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
MPa	: Megapaskal
MTA	: Maden Tetkik Arama Enstitüsü
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü

KOCAELİ KANDIRA TAŞININ YAPI TAŞI ÖZELLİKLERİ VE EKONOMİK POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Doğal yapı taşları tarihin ilk çağlarından günümüze kadar yıllardır kullanılmaktadır. Doğal taşlar yapılarda yapı taşları olarak kullanılmalarının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Marmara bölgesinde yaygın olarak kullanılan en tanınmış doğal yapı taşlarından birisi Kandıra taşıdır. Kandıra taşı camilerin restorasyonunda, alışveriş merkezi ve şömine yapımında, evlerin dekorasyonu gibi birçok alanda kullanılan bir kireçtaşıdır. Bu taş Kandıra bölgesinde Akveren Formasyonu içinde yer almakta olup killi, mikritik, yarı pelajik bol fosilli kireçtaşı, kumtaşı, şeyl seviyelerinden oluşmaktadır. Kandıra taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliği, fiziksel ve mekanik özellikleri yanında standartlara uygunluğu araştırılarak bir tez çalışması olarak ortaya konulmuştur. Tez çalışması için araziden alınan örneklerle XRF kimyasal analiz yapılmış, fiziksel, mekanik ve duraylılık-higrotermal özelliklerinin belirlenmesi için laboratuvarında deneyler yapılmıştır. Kandıra taşının ortalama fiziko-mekanik özellikleri, $2,24 \text{ g/cm}^3$ görünür yoğunluk, $2,72 \text{ g/cm}^3$ özgül ağırlık, % 19,21 toplam gözeneklilik, % 5,8 ağırlıkça su emme, 48 MPa basınç dayanımı, 7,5 MPa eğilme dayanımı sağlamıştır. Kandıra taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliği TS 699 standardında fiziksel ve mekanik özellikler için belirtilen sınır değerleri göz önünü alındığında; birim hacim kütle, basınç dayanımı ve eğilme dayanım özelliklerine göre uygun; kütlece su emme özelliğine göre uygun değildir. Kandıra taşı için birim hacim kütle, don kaybı ve basınç mukavemeti sonuçları TS 11137 standart değerlerine göre uygun; atmosfer basıncında su emme ve aşınma mukavemeti özellikleri için uygun değildir. Kandıra taşı $40,8 \times 10^6$ ton rezerve sahip olup bunun potansiyel ekonomik değeri $54,672 \times 10^6$ TL'dir.

Anahtar Kelimeler: Akçaova, Doğal Taş, Kandıra Taşı, Kireç Taşı.

DETERMINATION OF BUILDING STONE PROPERTIES AND ECONOMIC POTENTIAL OF KOCAELI KANDIRA STONE

ABSTRACT

Natural building stones have been used for years from the earliest ages of history to the present day. Natural stones are used as building blocks in buildings as well as for decorative purposes. One of the most well-known natural building stones commonly used in the Marmara region is Kandıra Stone. Kandıra Stone is a limestone used in many areas such as the restoration of mosques, the construction of shopping centers and fireplaces, and the decoration of houses. This stone is located within the Akveren formation in the Kandıra region and consists of clayey, micritic, semi-pelagic abundant fossilized limestone, sandstone, shale levels. The availability of Kandıra Stone as a building stone, its physical and mechanical properties as well as its compliance with standards were investigated and put forward as a thesis study. For the thesis, XRF chemical analysis was performed with samples taken from the field and tests were conducted in the laboratory for determination of physical, mechanical and durability-hydrothermal properties. The average physico-mechanical properties of Kandıra Stone yielded 2.24 g/cm³ apparent density, 2.72 g/cm³ specific gravity, %19.21 total porosity, %5.8 water absorption by weight, 48 MPa compressive strength, 7.5 MPa bending strength. Availability of Kandıra Stone as a building stone, unit volume with TS 699 standard values is suitable according to mass, compressive strength and bending resistance properties; it is not suitable according to water absorption properties by mass. Unit weight, frost loss and uniaxial compressive strength results for Kandıra stone are in accordance with TS 11137 standard values; but, water absorption at atmospheric pressure and abrasion resistance values are not suitable with the TS 11137 standard values. Kandıra stone has a reserve of 40,8x10⁶ tons and its potential economic value is 54.172x10⁶ TL.

Keywords: Akçaova, Naturel Stone, Kandıra Stone, Limestone.

GİRİŞ

Doğal yapı taşları tarihin ilk çağlarından günümüze kadar yıllardır çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Doğal yapı taşı, herhangi bir kimyasal madde içermeyen, doğada var olduğu özellikleriyle, tabiattan çıkarılan ve ilk özelliklerini koruyan taşlara doğal taş denir. Başlıca doğal taş türleri çeşitli renk ve desenlerde; kristalin kalker (mermer), kalker, traverten oluşumlu kalker (oniks), konglomera, breş ve magmatik kökenli kayalardan oluşan serpantin, diyorit, siyenit, granit, bazalt, andezit, diyabaz vb. olarak tanımlanabilir.

Doğal yapı taşları insanlar tarafından kullanılan en eski inşaat malzemelerinden biridir. Anadolu topraklarında özellikle Eski Yunan, Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerinde doğal taşlardan yapılmış sayısız eser bulunmaktadır. Selçuklu ve Osmanlı mimarisinde kireçtaşı ve tüfler yaygın olarak kullanılan yapı malzemeleridir (Çelik, 2003). Bunlardan biri de Kandıra taşıdır. Yapılarda yapı taşları olarak kullanılmalarının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Birçok alanda tercih edilen doğal taşlar peyzaj ve mimaride de önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında Çorlu'da 1521 yılında Kanuni Sultan Süleyman tarafından yaptırılan Süleymaniye Camii ile 1453 yılında yaptırılan Fatih Camii'nin dış bahçe duvarları ve İstanbul'daki bazı tarihi eserlerin restorasyonunda da Kandıra taşı tercih edilmiştir.

Marmara bölgesinde yaygın olarak kullanılan en tanınmış doğal yapı taşlarından birisi Kandıra taşıdır. Bu taş Kandıra bölgesinde Akveren Formasyonu içinde yer almakta olup farklı litolojik tanımlamalara sahiptir. Kandıra taşının litolojisi hakkında çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Bazı araştırmacılara göre bol fosilli kireçtaşı, bazılarına göre ise biyomikritik kalker olduğu belirtilmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. İncelemenin Amacı

Bu tez kapsamında birinci amaç Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalının Mühendislik Jeolojisi alanında bir yüksek lisans tezi hazırlamaktır. Diğer amaç Kocaeli Kandıra Taşının yapı taşı özelliklerini ve ekonomik potansiyelini belirlemektir. Araştırma sonunda Kandıra taşının kullanılabilirliği ve ekonomik açıdan değeri söz konusu olacaktır. Daha önce tez alanında bu kapsamda yapı taşı özelliklerinin araştırılmasına yönelik bu detayda bir çalışma gerçekleştirilmediğinden yeni bulgular ile Kandıra taşının hakkında daha güncel ve detaylı veri ve bilgilere ulaşılmış olacaktır.

1.2. İnceleme Alanı

İnceleme alanı Marmara Bölgesinde Kocaeli ili Kandıra ilçesinin orta kesimlerinde Akçaoava ve Çerçili köyleri arasında yer almaktadır. Kocaeli İl'inin Karadeniz'e 52 km uzunluğunda kıyısı olan tek ilçesi olan Kandıra'nın yüzölçümü 933 km²'dir. Batısında İstanbul, doğusunda Sakarya (Adapazarı), kuzeyinde Karadeniz, güneyinde ise İzmit (Kocaeli) merkez ilçesi bulunmaktadır (Aydın ve diğ., 2017).

İnceleme alanı 1/25000 ölçekli F23c3 ve F24d4 jeoloji paftalarında yer alıp yaklaşık 5 km²'lik bir alana sahiptir. Akçaoava ve Çerçili köyleri arasında kalan alanda bulunan Kandıra taşları inceleme alanını oluşturur. İnceleme alanı morfolojik olarak Kocaeli penepeni morfolojisine uygun bir topoğrafyada yer alır.

İnceleme alanı Kocaeli ilinin kuzey kesimlerinde yer alıp İstanbul ve Sakarya illerine yakın bir konumdadır. Bu nedenle Kandıra taşı olarak üretilen doğal yapı taşı ürünleri üretildikten sonra bu lokasyonlarda kullanım alanlarına kısa bir zamanda ulaştırılabilir. Bölgede ulaşım bakımından karayolu ağı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Şekil 1.1 inceleme alanının yer bulduru haritasını göstermektedir.

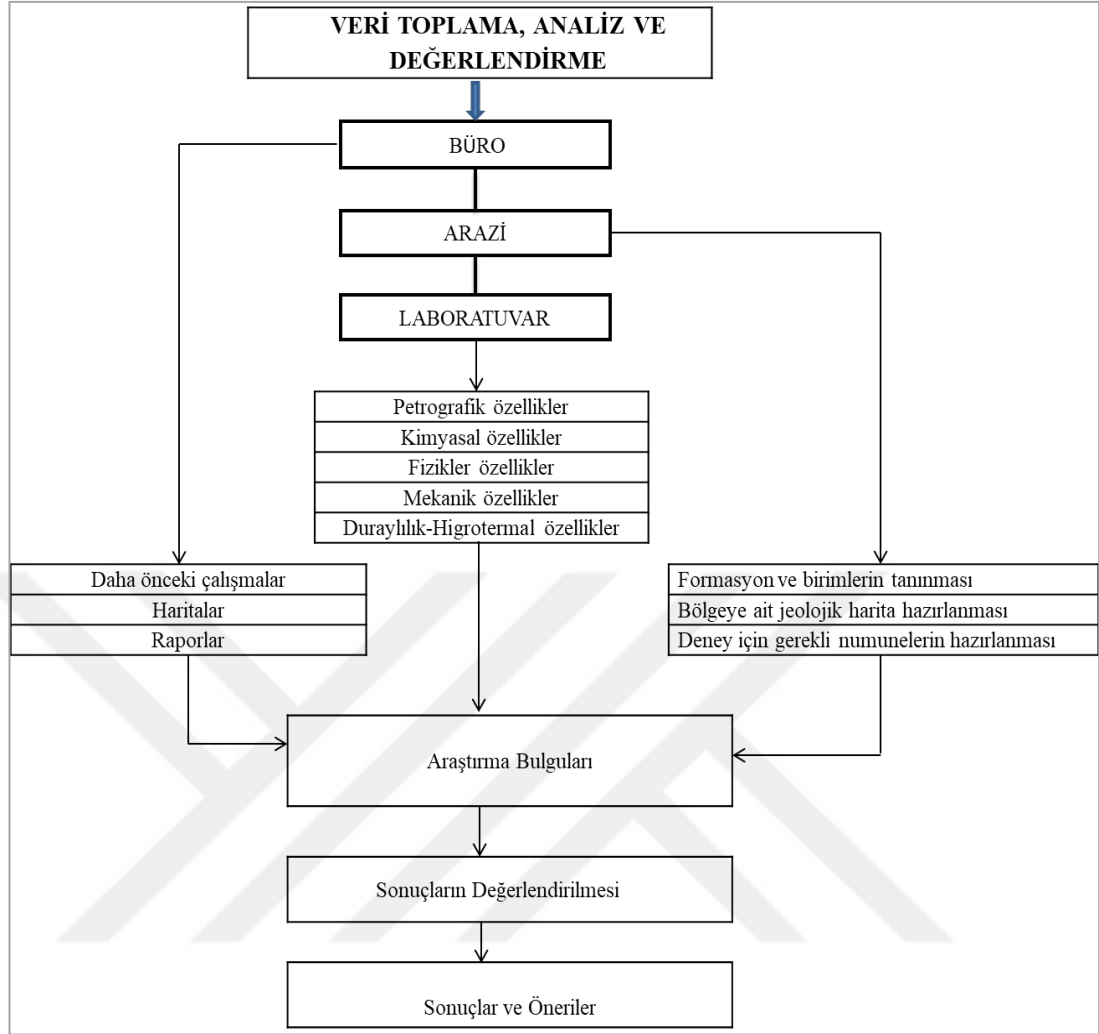


Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

1.3. Çalışma Yöntemi ve Süresi

Tez kapsamında çalışmalar büro, arazi ve laboratuvar değerlendirmeleri olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Büro çalışmalarında daha önceki çalışmalar, haritalar ve raporlar değerlendirilmiştir. Arazi çalışmaları jeolojik formasyon ve birimlerin tanınması, inceleme alanında yer alan Akveren Formasyonun Kandıra taşı seviyelerinin ayrıntılı jeolojik incelenmesi ve laboratuvar deneyleri için gerekli numunelerin alınarak hazırlanması aşamalarından oluşmuştur.

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında, araziden kestirilerek bloklardan numuneler alınarak çalışmanın amacına uygun fiziksel, kimyasal, mekanik, mineralojik, duraylılık-higrotermal deneyler yaptırılmıştır. Bu deneyler, AKÜ-DAL ve Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup TS EN standartlarına göre yapılmıştır. Tez sonunda deneylerden ve analizlerden elde edilen sonuçlar değerlendirilerek Kandıra taşının yapı taşı özellikleri, yapı taşı olarak kullanılabilirliği ve ekonomik potansiyeli ortaya konulmuştur (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Çalışma içeriğini gösteren akış diyagramı

1.4. Önceki Çalışmalar

Tez alanı ve konusuyla ilgili yapılan literatür araştırması sonucu ilk aşamada tez alanı ile ilgili ulusal düzeyde yapılan jeolojik, jeokimyasal, jeomekanik ve jeomorfolojik çalışmalardan bazıları aşağıda sunulmaktadır.

1.5. Ulusal Düzeyde Yapılan İncelemeler

Ulusal düzeyde yapılan çalışmalar Türkiye'nin muhtelif lokasyonlarında sedimanter kökenli yapı taşları için kronolojik olarak derlenmiştir.

Arman ve diğ. (2007) çalışmasında Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde yapı taşı olarak yaygın kullanılan Kandıra taşı yaklaşık olarak %91 oranında kalsiyum karbonat ve %9 oranında kil minerali içerdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada Kandıra taşının

mekanik ve fiziksel özellikleri araştırılarak Brezilyan deneyinden elde edilen dolaylı çekme dayanımının, serbest basınç dayanımının yaklaşık dörtte biri kadar olduğunu belirtmişlerdir.

Anıl ve diğ. (2008), “Midyat Taşının Kaplama ve Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması” çalışmasında, doğal taş ocaklarından numuneler alıp Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Laboratuvarında TSE standartlarına uygun deneyler yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenerek kaplamada ve yapı taşı olarak kullanılması hususunda TSE standartları ile karşılaştırılmış olup Midyat taşının TSE standartlarına tam uyum sağlamayan parametreleri bulunmasına rağmen yapı malzemesi olarak kullanılabilirliği görülmüştür.

Kılıç (2009), ‘Edirne (Keşan) Bölgesi Kumtaşlarının Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliği’ çalışmasında, Yenimuhacir ve Danışmen formasyonlarına ait kumtaşlarının yapı taşı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu araştırma için jeolojik, mineralojik, petrografik, kimyasal, fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri deneylerle belirlenmiştir. Deneyler neticesinde Keşan ve Danışmen kumtaşlarının yapı taşı olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir. Yenimuhacir kumtaşının fiziksel özelliklerinin yeterli olmadığı, atmosferik koşullara karşı dayanıklılık göstermediği için Yenimuhacir kumtaşının yapı taşı olarak kullanılamayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Yağız (2009), ‘Başçeşme Formasyonu (Başçeşme-Denizli) Dolomitik Kireçtaşı Üyesinin Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliği’ çalışmasında, Denizli’nin kuzeydoğusunda yer alan Başçeşme ve Yenibağlar arasında bulunan Başçeşme formasyonuna ait dolomitik kireçtaşı üyesinin yapı ve inşaat malzemesi olarak kullanılabilirlikleri incelenmiştir. Bu çalışma için kuru ve doymuş birim hacim ağırlık, etkili gözeneklilik, tek eksenli sıkışma dayanımı, ağırlıkça su emme, Schmidt çekici sertlik değeri, P-dalga hızı ve suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneyleri gibi jeomekanik deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda dolomitik kireçtaşlarının yoğun çatlak ve damarlı yapı içermesinden dolayı yapı taşı olarak kullanıma uygun olmadığı görülmüştür.

Arman ve diğ. (2010) “İnşaat Mühendisliğinde Kandıra Taşının Jeolojik ve Jeoteknik Özelliklerinin Önemi çalışmasında”, Kandıra taşının kullanım alanları olan bina, bahçe duvarları ve diğer peyzaj düzenlemelerinde, kaldırım, yollar ve tarihi yapıların restorasyonu için bir kaplama malzemesi olarak kullanıldığı açıklanmıştır. Isıyı kolayca iletmediğinden, dekoratif şömineler için de tercih edildiğinden söz edilmiştir. Bu tür uygulamalar için jeolojik ve jeoteknik özelliklerini bilmenin önemi vurgulanmış, Kandıra taşının jeolojik ve bazı jeoteknik özellikleri tanıtılmış, inşaat mühendisliği uygulamalarında bu özelliklerin önemi tartışılmıştır.

Bozkurtoğlu ve Mert (2012) “Kandıra Taşının Dayanım-Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İlişkisi” çalışmasında, Kandıra taşı olarak da adlandırılan karbonat çimentolu kumtaşı – mikritik kireçtaşının suda dağılmaya karşı duraylılığı ile kayaç değişim değeri (KDD), fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu çalışma için örnek numunelerin fiziksel değerleri belirlenmiş, suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneyleri yapılmıştır. Çalışma neticesinde orta – yüksek porozite değerlerine sahip olan Kandıra taşının aşınma davranışı sonunda suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneyi ile temsil edileceği ve ortalama aşınma davranışının %2,99 – %7,04 (Id = %97,01 – %92,96) arasında olacağı belirlenmiştir.

Özkan (2018), ‘Ünlüpınar (Kelkit-Gümüşhane) Yöresindeki Kireçtaşlarının Doğal Yapı Taşı olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması’ çalışmasında, Gümüşhane ilinin Ünlüpınar yöresine ait Bergama formasyonundaki kireçtaşlarının yapı taşı olarak kullanılabilirliği ve TSE-ASTM standartlığına uygunluğu araştırılmıştır. Araştırma için fiziko-mekanik deneyler yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre standartlara uygunluğu saptanmıştır.

Selim ve diğ. (2018) Osmaneli (Bilecik) Lefke yapı taşının jeolojik ve jeomekanik özelliklerinin değerlendirilmesi çalışmasında Lefke taşı olarak adlandırılan kumtaşlarının jeolojik ve jeomekanik özellikleri araştırılarak yapıtaşı olarak kullanılması incelemiştir. Bu amaçla bu özellikleri belirlemek üzere arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Lefke taşı, İstanbul Haydarpaşa tren garı, Eskişehir Hükümet Konağı ve Osmaneli ilçe merkezi ve civarında bulunan cami, medrese, kilise ve evlerin tamamında yapı taşı olarak kullanılmıştır

1.6. Uluslararası Düzeyde Yapılan İncelemeler

Uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar kronolojik olarak derlenmiştir.

Bell (1993), 'Yapı Taşı Olarak Karbonat Kayalarının Korunması' çalışmasında yaygın olarak kullanılan karbonat kayalarının çevresel etkiler olan donma – çözülme, atmosfer kirliliği, tuz kristallenmesi ve asit biriktirmesi açısından olumsuz etkilerden kaynaklı olarak korunması konusunda tartışılmaya sunulmuştur.

Blows ve diğ. (2003), 'İngiltere'de Caen Stone İle İlgili Ön İncelemeler; Kullanımı, Ayırışması ve Onarım Taşı İle Karşılaştırılması' çalışmasında, litolojisi biyoklast olup İngiltere bulunan eski binalar Caen Taşından yapılmış olup taşların farklı ayırışma özellikleri, benzer ayırışma ortamlarında taş işçiliğindeki farklılıklarını gidermek amaçlı yorumlar öne sürülmüştür.

Nespereira ve diğ. (2010), 'Kumtaşlarında Düzensiz Silika Sementasyonu ve Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğe Etkisi' çalışmasında Paleosen kumtaşlarının çok uzun zamandan beri bazı yapıların inşasında, bazı yapıların ise erozyon ve hava koşullarına karşı korunma amacıyla kullanıldığını ve Eosen kumtaşlarına göre daha dirençli, daha sağlam olduğunu deneylerle saptamıştır.

Naghoj ve diğ. (2010), 'Doğal Yapı Taşının Mekanik Özellikleri: Örnek Olarak Ürdün Yapı Kireçtaşı' çalışmasında, çoğunlukla taşıyıcı beton taşlı duvarlarının yapımında kullanılan doğal yapı taşlarının mekanik özelliklerini ve Ürdün başta olmak üzere bazı orta doğu ülkelerindeki binaların çoğunun yapımında kullanılan sütunları incelemişlerdir. Ürdün'deki farklı ocaklardan getirilen altı tip kireçtaşı kullanılmıştır. Çalışılan özellikler stres-gerinim eğrileri, yırtılma modülü, esneklik modülü, Poisson oranı ve basınç dayanımı testleridir. Sonuçlar, hem kuru hem de ıslak koşullarda, yatağa paralel (veya yarık) paralel olarak yüklenen ve buna dik olan taş örneklerinin mukavemet ve davranışlarında dikkate değer farklılıklar olduğunu göstermiştir. Önerilen yöntem ve gerilme-gerinim eğrileri ile elde edilen esneklik modülü sonuçlarındaki farklılıkların anlamlı olmadığı da belirtilmiştir. Test sonuçlarına dayanarak, basınç dayanımı bilindiğinde kireçtaşı elastikiyet modülünü tahmin etmek için yeni bir formül önerilmektedir.

Kock ve diğ. (2017), 'Kaya Dokusunun Heterojenliği ve Bir Yapı Kireçtaşının Petrofiziksel Özellikleri Üzerindeki Etkisi: Örnek Olarak Lede Taşı (Belçika)' çalışmasında Belçika'daki tarihi taş olan Lede kireçtaşının önemi anlatılmıştır. Balegem'deki (Belçika) taş ocağı üç makroskopik farklı fasiyes alınmıştır. Gözenekleri ağ özellikleri ve petro-fiziksel özellikleri için derinlemesine karakterize edilmiştir. Lede taşının restorasyonu ve korunması için kullanılabilirliği sonucuna ulaşılmıştır.



2. BÖLGESEL JEOLJİ VE İNCELEME ALANI JEOLJİSİ

Kocaeli bölgesinde, jeolojik açıdan iki önemli tektonik ve yapısal birlik bir arada bulunmaktadır. Bunlardan biri İzmit Körfezi'nin kuzeyinde yer alan ve Moezya platformundan kopup geldiği öne sürülen ve ağırlıklı olarak İstanbul Paleozoyik ile Kocaeli Triyas'ını içeren Kocaeli Yarımadası, diğeri ise İzmit Körfezi'nin güneyinde yer alan ve Sakarya zonunun bir bölümü olan Armutlu Yarımadası'dır (MTA, 2005). Kocaeli ili Marmara denizinin bir uzantısı olan ve çöküntü havzası konumundaki İzmit körfezi tarafından, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) boyunca kuzey ve güney tektonik birlikleri olarak ikiye ayrılmıştır. Kuzeyde Kocaeli yarımadası ile güneyde Armutlu yarımadasına ait yükseltilerle çevrelenmiştir. Kocaeli ilinde dağlar toplam alanın %18,8'ini oluşturmaktadır. Kuzeyde Kocaeli yarımadası penneplenleşmenin etkisi ile tek tek tepeler halinde olup güney kesiminde ise sıradağlar (Samanlı dağları) halindedir. Samanlı dağları, Armutlu yarımadasından başlayıp güneybatıdan il alanına gider. Bu dağlar, batı-doğu doğrultusunda uzanır ve 130 km uzunlukta, 30 km genişliğindedir. Kocaeli ilinin en yüksek dağı, güneydoğusunda bulunan 1601 m yüksekliğindeki Kartepe'dir. Bu bölümde, çalışma alanında görülen Paleozoik, Permo-Triyas İstif, Kretase-Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı birimlerin litolojik özellikleri, stratigrafik ilişkileri ve kalınlıkları sunulmuştur. İnceleme alanı Kocaeli Yarımadası'nda yer almaktadır.

2.1. Önceki Jeolojik Çalışmalar

Önceki jeolojik çalışmalar altında bölge ve civarında yapılmış jeolojik araştırmalar kronolojik bir sırada verilmektedir.

Baykal (1943) Adapazarı-Kandıra bölgesinde bölgenin jeolojik evrimi konusunu incelemiştir. Çalışmasına göre Alt Devoniyen mermerleşmiş kireçtaşından, Orta Devoniyen kumlu- killi şistten ve Dikmen dağları Paleozoyik volkaniklerden oluştuğunu ileri sürmüştür. Dizer ve Meriç (1972)' de Kocaeli Yarımadası'nda, Üst Kretase'nin Paloesen'e dereceli geçtiğini, aralarında konkordans olduğunu mikro fosiller yardımıyla açıklamışlardır. Özdemir ve diğ. (1973)' de Kocaeli Triyas'ının

biyostratigrafik incelemesini yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda stratigrafik kesitler düzenlenmişlerdir. Abdüsselamoğlu (1977)'de Gebze bölgesinde Paleozoyik, Mesozoyik ve Plio-Kuvaterner sedimanları ve Hersiniyen granitleri incelemiştir. Bölgenin 1/25.000 paftalık jeoloji haritasını yapmış ve stratigrafisini belirlemiştir. Kaya (1978)'de İstanbul Ordovisyen ve Silüryen birimlerini tanımlamıştır. İstanbul bölgesi Ordovisyen ve Silüryen'inin 'miyojeosenklinal' nitelikte Paleozoik kaya topluluğunu oluşturduğu belirtilmiştir. Seymen (1995)'de İzmit Körfezi ve çevresinin jeolojisini incelemiştir.

Graben olarak nitelendirdiği alan denizel-karasal fasiyes geçişli güncel sedimantasyon ortamı olduğunu belirtmiştir. Hoşgören (1995)'de İzmit Körfezi havzasının jeomorfolojisini incelemiştir. İzmit Körfezi'nin Flandriyen transgresyonuna maruz kaldığı, akarsular etkisiyle kıyılarda oluşan delta ve kıyı ovalarının körfezi daralttığı belirtilmiştir.

Emre ve diğ. (1998)'de Doğu Marmara Bölgesi'nde geniş yayılımı olan Neojen ve Kuvaterner çökellerini incelemiştir. Çökellerin kaya türü ve stratigrafisi, günümüzdeki morfolojik konumları ve neotektonik dönem deformasyonlarını ele almıştır. Çakır 1998'de İzmit-Körfez (Kocaeli) çevresinin jeolojisini incelemiş ve stratigrafisini ortaya koymuştur (Çuvaş, 2002).

Çelebi ve Köprübaşı (2007) Kandıra'nın kuzeyinde yaptıkları çalışmada, yüzeylenen volkanik kayaların jeokimyasal özelliklerini ve bölgesel jeolojiyi belirlemişlerdir. Bu çalışmada volkanitlere ait 22 örneğin jeokimyasal analizleri yaptırılmış ve iz elementlerin ayırt edici karakteristikleri çalışma alanı içindeki volkanik kayaların hafif kalk-alkali özellikli Ada Yay-İ-Toleyitik (IAT) karakterde oldukları ve metasomatize mantonun levha yitimi sırasında kısmi ergimesi sonucu oluştukları belirlenmiştir.

2.2. Bölgesel Jeoloji

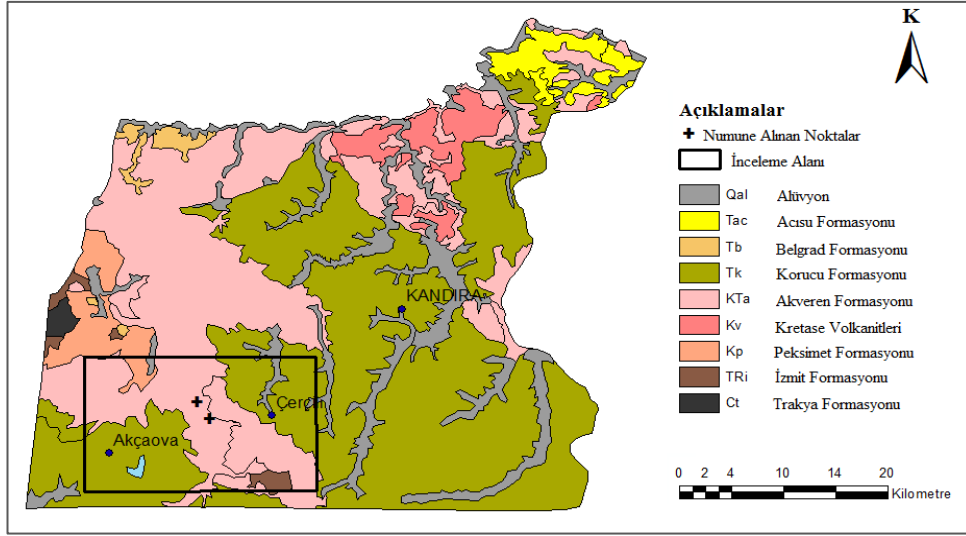
Kocaeli-Kandıra bölgesi Karadeniz Levhası üzerinde, Kocaeli Yarımadası olarak bilinen coğrafyanın orta-kuzey bölümünde yer alır. Kocaeli Yarımadası'nda, Paleozoyik (Ordovisyen-Erken Karbonifer), Permo-Triyas (Geç- Eriyen- Noriyen), Geç Kretase- Orta Eosen, Geç Oligosen- Erken Miyosen, Pliyosen ve Kuvaterner,

yaşlı çökel kayalar ile Permiyen, Permo- Triyas ve Geç Kretase yaşlı magmatik (plütonik ve volkanik) kayalar yüzeyler, Kocaeli Yarımadası'nda, kaya türü bakımından birbirinden kısmen farklı iki tür Paleozoyik istif gözlenmektedir. Bunlardan birincisi ve en yaygın olanı 'İstanbul Paleozoyik İstifi', ikincisi ise 'Çınarlıdere Paleozoyik İstifi' olarak adlandırılmıştır. İstifler arasındaki ilişki tektoniktir (MTA, 2005).

Kocaeli Yarımadası'nda bulunan Kandıra taşı Kandıra'nın Akçaova-Çerçili bölgesi arasında bulunmaktadır. Bölgede yaşlıdan gence Trakya Formasyonu (Ct), İzmit Formasyonu (TRi), Peksimet Formasyonu (Kp), Kretase volkanitleri (Kv), Akveren Formasyonu (KTA), Korucu Formasyonu (Tk), karasal kırıntılılar (Tb-Belgrad Formasyonu, Tac-Acısü Formasyonu) ve alüvyon bulunmaktadır. Trakya Formasyonu Alt Karbonifer yaşlı birimleri içerir. Bölgenin güneybatısında görülmektedir. Kahverengi, sarı kumtaşlarından ve koyu gri şeyllerden meydana gelmektedir. Kloritleşmiş matriks yoğun olarak gözlenmektedir.

Trakya Formasyonu üzerinde Alt Triyas yaşlı İzmit Formasyonu (TRi) yer alır. Bölgenin güneyinde bulunmaktadır. Konglomera, kumtaşları ve çamurtaşlarından oluşmaktadır. İzmit Formasyonu üzerinde Üst Kretase-Orta Eosen yaşlı Peksimet (Kp) Formasyonu bulunmaktadır. Bölgenin kuzeybatısında bulunmaktadır. Kumtaşı ve konglomeradan oluşmaktadır. Peksimet Formasyonu üzerinde Kretase volkanitleri (Kv) bulunmaktadır. Bölgenin kuzeydoğusunda bulunmaktadır. Kretase volkanitleri üzerinde Üst Kretase-Paleosen yaşlı Akveren Formasyonu (KTA) bulunmaktadır. Beyaz, bej ve pembe renkli, ince-orta tabakalı, mikritik ve killi kireçtaşı, kalkarenit, marn ve yeşilimsi gri-yeşil renkli şeyllerden oluşur.

Akveren Formasyonu üzerinde Paleosen-Eosen yaşlı Korucu Formasyonu (Tk) bulunmaktadır. Formasyonda kumtaşı, kıltaşı, marn litolojileri ardalanmalı bir yapı sunar. Korucu Formasyonu üzerinde stratigrafik olarak Karasal kırıntılılardan (Tb, Tac) Belgrad Formasyonu ve Acısü Formasyonu yer alır. Bölgede yer alan en genç birim kil, kum ve çakıl malzemelerinden oluşan alüvyondur (Qal). Şekil 2.1 bölgesel ve inceleme alanının jeolojisini göstermektedir.



Şekil 2.1. Kandıra ve civarının jeolojik haritası

2.3. İnceleme Alanının Jeolojisi

İnceleme alanı Kandıra bölgesinin batı kesiminde Akçaova-Çerçili köyleri arasında yer alır. Bu alanda hâkim kayaç birimleri Akveren Formasyonunda yer alan killi-mikritik- yarı pelajik bol fosilli kireçtaşı, kumtaşı, şeyl seviyeleridir. Hakim formasyon Akveren formasyonu olduğundan bu formasyonun detaylı açıklamaları aşağıda verilmektedir.

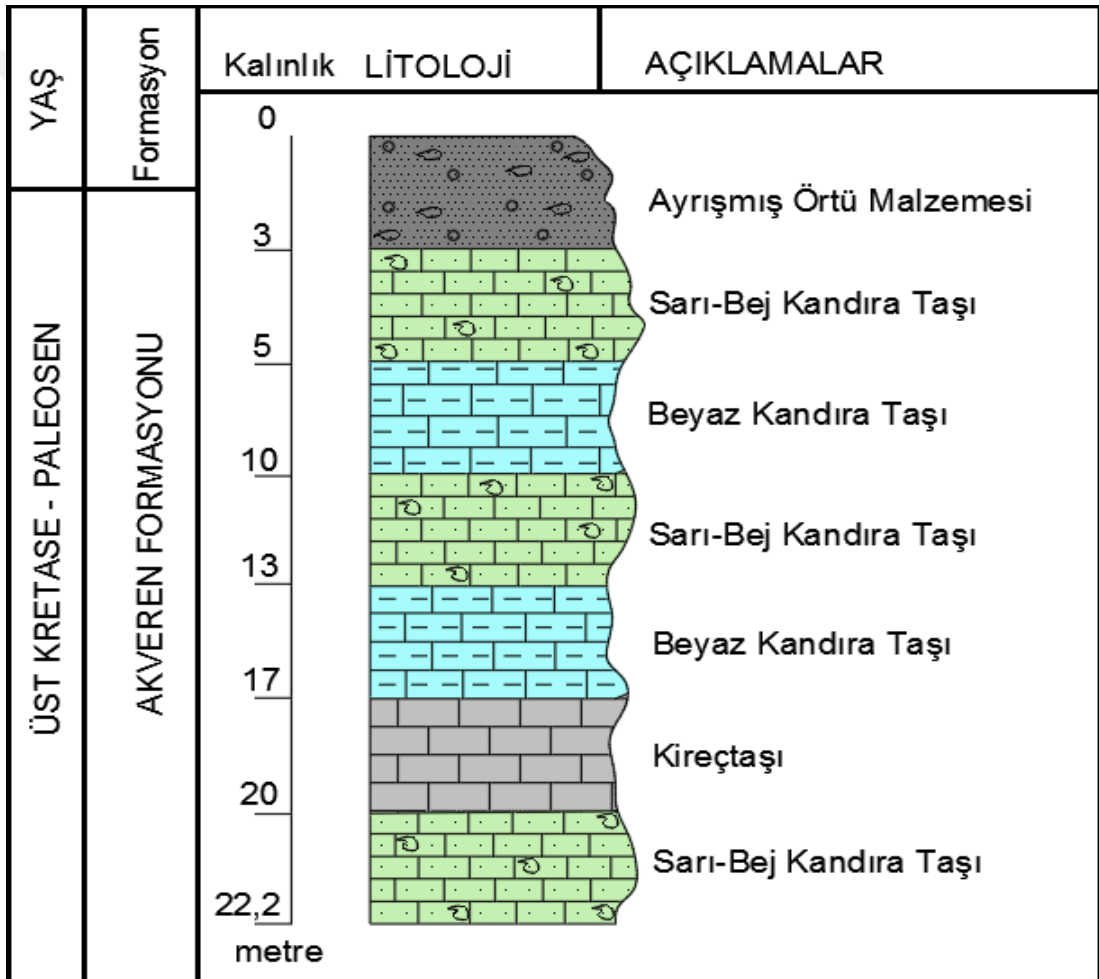
2.3.1. Akveren formasyonu

Şeyl-marn ara katlı killi-mikritik kireçtaşlarına ‘Akveren Formasyonu’ adı verilmiştir. Sinop yöresinde yüzeylenen Geç Kretase (Maastrichtiyen) yaşlı benzer kaya türlerine Ketin ve Gümüş (1962) ‘Akveren Formasyonu’, yine aynı araştırmacılar (Ketin ve Gümüş 1963) ‘Akveren Formasyonu’ adını kullanmıştır. Formasyon beyaz, bej ve pembe renkli, ince-orta tabakalı, mikritik ve killi kireçtaşı, kalkarenit, marn ve yeşilimsi gri-yeşil renkli şeylerden oluşur.

Bazı lokasyonlarda tümüyle beyaz, gri, bej ve pembe renkli, ince tabakalı, porselenimsi görünümlü, killi, mikritik kireçtaşı karakterinde iken; bazı istiflerde kireçtaşı-marn ve türbiditik kireçtaşı ardalanması biçimindedir. Söz edilen şeyl ve marnlar ‘Çelebi üyesi’ olarak ayrılmıştır.

Çelebi Üyesi: Kireçtaşı ara tabakalı marn, kiltası ve şeyller, ‘Çelebi üyesi’ olarak adlanmıştır. Üye yeşilimsi gri, beyazımsı gri ve nadiren pembe renkli, ince tabakalı

marn, marn, kiltası ve şeylden oluşmaktadır. Bazı bölgelerde killi kireçtaşı ve kumtaşı içerir. Kireçtaşı miktarının artmasıyla, üstte Akveren Formasyonu'na geçer. Üye Kocaeli Yarımadası'nın kuzey alanlarında Yemişliçay grubu birimleri, güney alanlarında da Teksen formasyonu üzerinde geçişli olarak yer alır. Üstte ve yanıl yönde ise, Akveren Formasyonu'nun kireçtaşlarıyla geçişlidir. Formasyonun kalınlığı 0-200 m arasında değişmektedir (Gedik ve diğ., 2005). Kandıra taşı bu formasyon içinde yer alan sert beyaz-sarı kireçtaşı seviyeleridir. İnceleme alanında Akveren Formasyonu içinde ocaklarda açılmış olan aynada ölçülmüş bir stratigrafik kesit Şekil 2.2' de gösterilmektedir.



Şekil 2.2. İnceleme alanında bir ocakta açılmış olan aynadan alınmış ölçülü stratigrafik kesit

2.4. Bölgesel Tektonik Konum

Kocaeli Yarımadası'nda yüzeylenen birimlerden Paleozoyik ve Permo-Triyas yaşlı istifler allohton, Geç Kretase-Eosen yaşlı olanları yarı otokton, Oligo-Miyosen ve

Pliyo-Kuvaterner yaşlı olanları da otoktondur. Geç Kretase-Erken Miyosen dönemi birimleri bir şekilde (Kocaeli Yarımadası'nda Geç Kretase-Orta Eosen, Trakya'da Orta Eosen-Erken Miyosen birimleri) süreklilik gösterdiğinden, yarı otokton-otokton sınırını belirlemek oldukça zordur (Gedik ve diğ., 2005).

Tektonik hareketler neticesinde kıvrımlı yapılardan daha çok kırıklı yapıların meydana gelmiş olduğu gözlenmektedir. Yarımada'nın kuzey-kuzeybatısında yer alan Sarıyer-Şile Bindirmesi, İzmit kuzeyindeki Belen-Sepetçi Ters Fayı, Darıca-Tuzla Örtülü Fayı ile Darıca-Tuzla yarım adacıklarında gözlenen ve Kuzey Anadolu Fayı'na bağlı olarak gelişmiş olan aktif özellikli ikinci fay sistemleri çalışma alanındaki önemli tektonik yapılardır. Yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan bu fay sistemleri dışında diğer tüm yönlerde de (K-G,-B,KB-GD, KD-GB uzanımlı) büyük ve küçük olmak üzere birçok fay bulunmaktadır. Bu faylar normal, düşey, ters, doğrultu atımlı niteliğindedir.

Tektonik olaylardan en çok etkilenmiş olan Paleozoyik birimlerinin düzenli istif niteliği çoğunlukla bozulmaya uğramıştır. Bunlar, yanal devamlılığı pek olmayan parçalar şeklinde meydana gelmişlerdir (Gedik ve diğ., 2005). Bölgede tektonik açıdan en aktif yapısal unsur sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey koludur. Bu kolun Kandıra ilçe merkezine olan uzaklığı 40 km civarındadır.

2.5. Arazi Çalışmaları

İsmi bulunduğ konumdan alan Kandıra taşı, Kocaeli İlinin Kandıra ilçesinin Akveren Formasyonuna aittir. Arazi çalışmaları kapsamında inceleme alanında Akveren formasyonun Kandıra taşı seviyeleri incelenmiştir. Kandıra taşının litolojik ve yapısal özellikleri, alt üst ilişkileri ve tabaka kalınlıkları mostra başı çalışmaları ile belirlenmiştir. Formasyonun en alt katmanında kireçtaşı bulunmaktadır. Bu kireçtaşı tabakanın altında 2 metre kadar devamı olduğu görülmektedir. Kireçtaşının üzerinde killi kireçtaşı-marn katmanı bulunmaktadır. Marnın üzerinde tekrar kireçtaşı katmanı gelmektedir. Kireçtaşı üzerinde 45-50 cm kadar beyaz Kandıra taşı vardır. Katmanın en üst seviyesini 120-40 cm kadar sarı-bej renkli Kandıra taşı oluşturmaktadır. Kandıra taşı Akçaova'da 4, Çerçili'de 6 adet olmak üzere toplam 10 ocaktan çıkarılmaktadır (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3. Kandıra taşı ve ocaklardan görünüm

Çıkarılan taşın tabaka kalınlığı maksimum 45 cm, ince tabakalarda 10 cm'dir. Tabaka kalınlığı en fazla 70 cm'ye kadar ulaştığı görülmektedir. Üst kesimlerinde yer alan Kandıra taşının 20-60 cm kalınlığındaki daha sert kayaçlar blok taş olarak duvarlarda kullanılmaktadır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Kandıra taşının blok görünümü

Araziden blok halinde çıkarılan Kandıra taşı kullanım amacına göre bloklara ayrılır (Şekil 2.5).Kandıra taşı şömine yapımında kullanımı amaçlanırken taşın beyaz kısmı ısıya dayanıklı olmadığından, ısıya dayanıklı olan sarı kısmı tercih edilir (Şekil 2.6). Ayrıca Kandıra taşında mavi olarak görülen kısımları kil-silt olduğunun göstergesidir (Şekil 2.7).



Şekil 2.5. Kandıra taşına ait blokların tabakalara ayrıldıktan sonraki görünümü



Şekil 2.6. Kandıra taşının beyaz ve sarı renkli kısımları



Şekil 2.7. Kandıra taşındaki kil-silt görünümü

Çalışma alanı 5 km²'lik bir alanı oluşturmaktadır. Bölge hakkında verilen bilgiler ışığında laboratuvar deneylerini yapabilmek için araziden belirli ölçülerde numuneler

alınmıştır. Kandıra taşı ocaktan bloklar halinde dozer yardımıyla çıkarılmaktadır (Şekil 2.8). Blok halinde çıkarılan Kandıra taşı atölyede istenen boyutlarda parçalara ayrılmaktadır (Şekil 2.9). Parçalara ayrılan numuneler deneyler için istenen ebatlarda kesim yapılmıştır (Şekil 2.10 ve Şekil 2.11).



Şekil 2.8. Kandıra taşı çıkarımı



Şekil 2.9. Kandıra taşının kesimi



Şekil 2.10. Kandıra taşına şekil verilmesi



Şekil 2.11. Kandıra taşının deney için kesilen boyutlar

3. DOĞAL TAŞLAR

Doğal taşlar uygarlığın başlangıcından günümüze kadar birçok alanda kullanılmış malzemelerdir. İnsanların var oluşundan bu yana konaklama için taş barınaklardan, ateşin kontrolü için çakmak taşından, savaş ve av için taş baltalar faydalanmışlardır.

Ayrıca doğal yapı taşların estetik görünümü ve dayanıklılığı nedeniyle birçok alanda özellikle sanatsal çalışmalarda, iç ve dış yapı kaplamalarda ve çok çeşitli yapılarda kullanılmaktadırlar.

Dünyadaki kültürün oluşumuna da katkı sağlamıştır. Örneğin ilk insanların el aletleri, Mısır Piramitleri, Efes Harabeleri, Ayasofya, Selimiye Camii, Anıtkabir gibi eserler doğal taşların önemini göstermektedir.

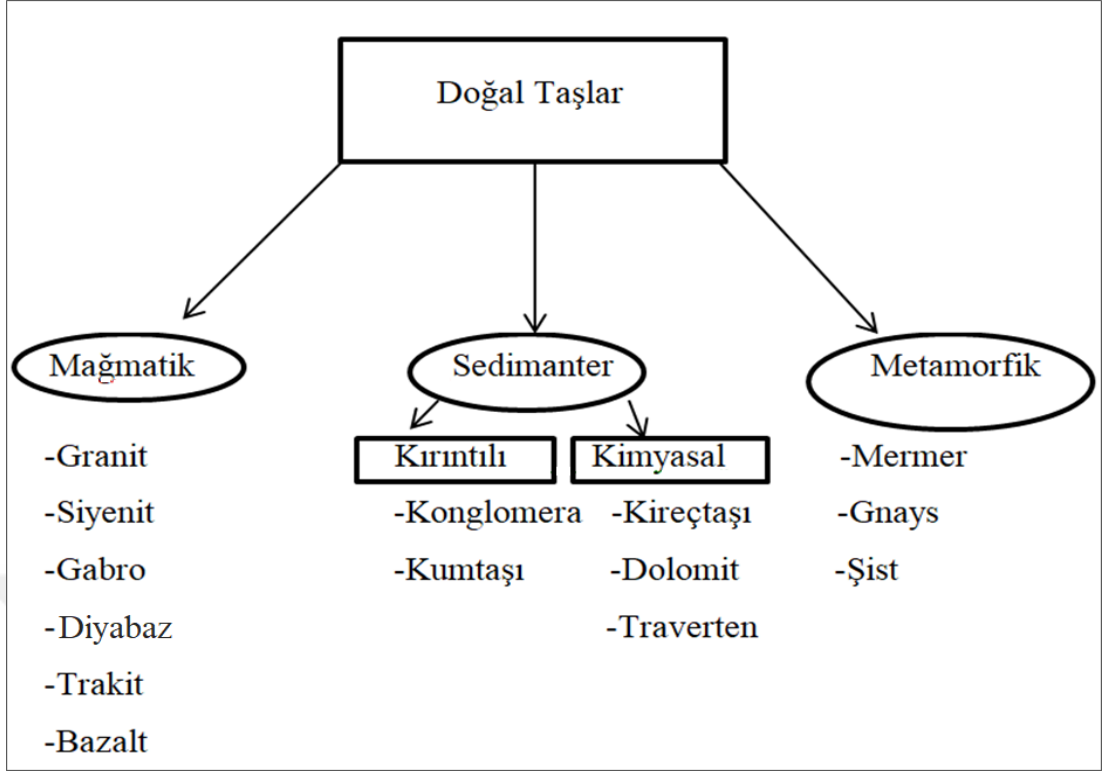
Doğal taşlar günümüzde genellikle zemin döşeme %36 oranında, iç %14 oranında ve dış cephe %10 oranında, kaplama malzemesi olarak inşaat sektöründe, mezarlıklarda %11 oranında ve süs eşyası yapımı olarak %8 oranında kullanılmaktadır (Akbaş ve diğ., 2012). Taşların kullanım alanı, değeri anlaşıldıkça ve tercih edildikçe her geçen gün artmaktadır.

3.1. Doğal Taşların Türleri

Doğal taşlar yapılarına göre magmatik, sedimanter ve metamorfik olmak üzere üç ana başlıkta sınıflandırılmaktadır. Magmatik kayalar ise kendi içerisinde granit, siyenit, gabro, diyabaz, trakit ve andezit olmak üzere sınıflara ayrılmaktadır.

Sedimanter kayalar ise kırıntılı ve kimyasal olmak üzere bölümlere ayrılmıştır. Kırıntılılara örnek konglomera ve kumtaşı; kimyasallara örnek kireçtaşı, dolomit, traverten ve oniks verilebilir. Metamorfik kayalar ise mermer ve serpantin olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3.1).

Doğal yapı taşlarını, doğal taşlardan ayıran özellikler TSE EN standartlarıdır. Doğal taşların önemi Dünya'da ve Türkiye'de olmak üzere iki farklı yönden aşağıda açıklanmıştır.

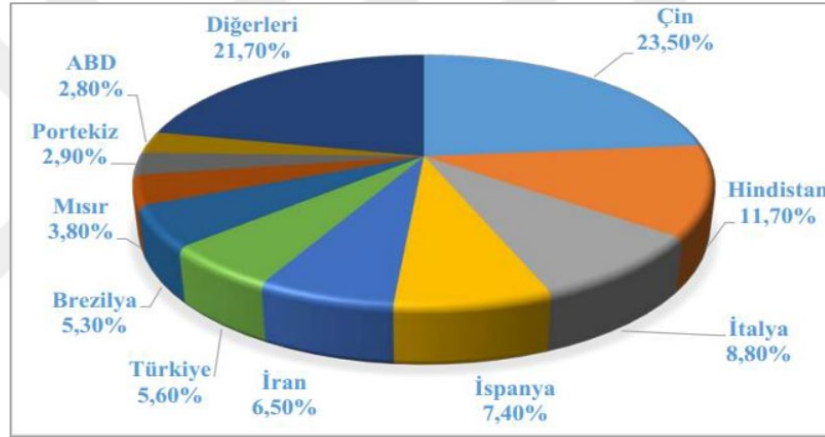


Şekil 3.1. Doğal taşların kökenlerine göre sınıflandırılması

3.2. Doğal Taşların Dünya'daki Önemi

Doğal taşlar yaşamın ilk dönemlerinden günümüze kadar hayatımızın her alanında ihtiyaç duyulmuştur. Belli bölgelerde yoğunlaşan farklı doğal taşları görebiliriz. Örneğin, mermer, kireçtaşı, traverten ve oniks gibi doğal taşları içine alan karbonatlı kayalar genellikle Alp-Himalaya kuşağında görülmektedir. Rezerv olarak bakıldığında en fazla olan ülke Portekiz'dir. Sonra sırasıyla İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran ve Pakistan olarak sıralanabilir. Magmatik kayaların dünyadaki rezervleri göz önüne alındığında ise Brezilya, İspanya, Ukrayna, Norveç, Finlandiya, Rusya, Güney Afrika, Çin, Pakistan ve Hindistan'ın önemli rezervlere sahip olduğu gözlemlenmektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında; İtalya'da mermer yatakları, Portekiz'de kalker, mermer ve granit yatakları, Yunanistan'da kalker, mermer ve serpantin yatakları, Çekoslovakya'da kalker, breş ve granit yatakları, Finlandiya'da granit, siyenit ve labradorit yatakları, İngiltere'de değişik renk ve litolojide mermer yatakları, İsveç'te granit, siyenit ve labradoritten oluşan magmatik taş yatakları, Norveç'te granit, diyorit, siyenit ve labradorit yatakları, Ukrayna'da granit ve labradorit yatakları, Yugoslavya'da kireçtaşı, mermer ve traverten yatakları, Avusturya'da bej ve gri renkli kalker yatakları bulunmaktadır.

Dünyada'ki rezervlere baktığımızda Almanya'da kalker, granit, diyorit ve diğer magmatik taş rezervleri, İspanya'da kireçtaşı, mermer ve özellikle açık pembe renkli zengin granit rezervleri, Avusturya'da serpantin rezervleri, Belçika'da kireçtaşı rezervleri, Çin'de değişik renk ve desenlerde kireçtaşı, mermer ve magmatik taş rezervleri, Hindistan'da değişik renkli kalker ve mermer, granit, gabro ve diyorit rezervleri, Güney Kore'de değişik renk ve desende kalker ve granit rezervleri, Hong-Kong'da kalker ve magmatik taş rezervleri, İran'da kalker, mermer oniks ve traverten rezervleri, Azerbaycan'da granit oluşumları, Japonya'da kalker, gabro, diyorit ve granit rezervleri, Kuzey Kore'de değişik renk ve desende kalker ve granit rezervleri, Türkiye Cumhuriyetlerinde ise kalker ve magmatik taş rezervleri olduğu gözlemlenmiştir(Şekil 3.2) (DPT, 2001).



Şekil 3.2. Dünyada doğal taş üretimindeki ilk 10 ülke

3.3. Doğal Taşların Türkiye'deki Önemi

Türkiye doğal taş olarak zengin rezervlere sahiptir. Bugüne kadar yapılmış araştırmalarda Türkiye'de yaklaşık 650 farklı renk ve dokuda mermer çeşidinin olduğu tespit edilmiştir. Başlıca doğal taş türleri, çeşitli renk ve desenlerde mermer, traverten, granit, bazalt, gabro, diyabaz, diyorit, serpantin, vb. şeklinde olduğu gözlemlenmiştir. Türk mermeri dünyanın pek çok ülkesinde kullanılmaya da devam etmektedir. Günümüzde 650 farklı renk ve doku-desende mermer çeşidi olduğu gözlemlenmiştir. Bunlardan 290 kadarı Türkiye'de de bulunmaktadır. Bazı özel mermerler ise günümüzde sadece Türkiye'de çıkartılmaktadır: Denizli Traverteni, Elazığ Vişne gibi. Örnek olarak Vatikan'ın en önemli kiliselerinden biri olan Saint Pierre kilisesinin girişindeki sütun ve kaplamalarda Afyon İncehisar mermerleri

kullanılmıştır. ABD’de Beyaz Saray’da basın açıklaması yaptıkları alanda kullanılan mermer Elazığ’da üretilen Elazığ Vişnedir. Alman ve Fransa Parlamentosu ile ABD Temsilciler Meclisi Elazığ Vişnenin kullanıldığı diğer tanınmış mekânlardandır (Taşgil ve diğ., 2016). Diğer bir doğal taş ise granittir. İyi cila alma, renk çekiciliği ve sağlamlığı sayesinde aynı zamanda figür işlemeciliğinde de kullanılmaktadır. Önemli rezervler; Ordu, Rize, Trabzon, Balıkesir, Kırklareli, Kırşehir, Bolu, İzmit, Çanakkale ve İzmir’de bulunmaktadır (Karahana, 2018). Türkiye'nin uluslararası pazarda en tanınmış mermer çeşitleri; Afyon Şeker, Elazığ Vişne, Bilecik Bej, Akşehir Siyah, Denizli Traverten, Manyas Beyaz, Kaplan Postu, Ege Bordo, Milas Leylak, Gemlik Diyabaz ve Süprendir. Tez konum olan Kandıra taşı da ekonomik uygunluğundan ve kullanım alanının genişliğinden kaynaklı olarak tercih oranı yüksek doğal taşlar arasında yer almaktadır. Kandıra Taşının çeşitli kullanım alanları bulunmaktadır. Bunların başında tarihi yapıların restorasyonu gelmektedir.

1950-1953’te Beylerbeyi Sarayının restorasyonunda blok olarak, Topkapı Sarayının 2005’te restorasyonu yapılırken, Kılıç Ali Paşa hamamının tadilatında, Teşvikiye ve Fatih camilerinin de restorasyonun da kullanılmıştır. Restorasyonun yanı sıra New York ve Türkiye’deki alışveriş merkezlerinin yapımında (59 Burada-Tekirdağ, 17 Burada-Çanakkale, 14 Burada-Bolu, 01 Burada-Adana), konut yapımında (Taç Yaprak Konutları-Kocaeli, Arslanbey), barbekü ve şömine yapımında (Muğla-Bodrum, İstanbul) kullanılmaktadır (Şekil 3.3). Bu yapılarda kullanılan Kandıra Taşının 15-20 sene kadar deforme olmayacağı ileri sürülmüştür.



Şekil 3.3. Kandıra taşının şömine yapımında kullanımı

4. KANDIRA TAŞININ MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Mineraloji, mineral -yerkabuğundan çıkarılan madde, logos- bilim manasına gelen kelimelerinden oluşan yeryüzündeki kayaçları oluşturan bileşikleri incelen bilim dalı anlamına gelmektedir. Mineraller, kayaçları tanımamız ve isimlendirmemiz konusunda yol göstericidir. Tez konum olan Kandıra taşının mineralojik incelenmesi AKÜ-DAL tarafından yapılmıştır. Kandıra taşının yapısındaki kalsit mineralinin fazla oluşu, kireçtaşı tanımlaması yapılması konusunda etkili olmuştur.

Petrografi, petro-kayaç graph-bilim manası olan kayaç bilimi anlamına gelen, kayaçların oluşumlarını, kökenlerini ve yapılarını inceleyen bilim dalıdır. Magmatik petrografi, metamorfik petrografi ve sedimanter petrografi olmak üzere üç bölümde incelenmektedir. Tez konum olan Kandıra taşı AKÜ-DAL laboratuvarında yapılan çalışmalar neticesinde sedimanter petrografi grubuna ait kireçtaşıdır. TS EN 12407 (2013) standardına göre petrografik tanımlama makroskobik ve mikroskobik olmak üzere 2 bölümde yapılmıştır.

4.1. Makroskobik Tanımlama

Kayaçların makroskobik tanımlaması yapılırken köken, renk, doku, tane büyüklüğü, çatlak, gözenek ve makro fosil faktörleri dikkate alınır. Kandıra taşı için makroskobik tanımlamada köken sedimanter, renk sarımsı gri, doku mikrokristalin ve tane boyutu küçük olarak tespit edilmiştir. Çatlak, gözenek ve makro fosil gözlemlenmemiştir. Tablo 4.1'de Kandıra taşının makroskobik özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Kandıra taşının makroskobik tanımlaması

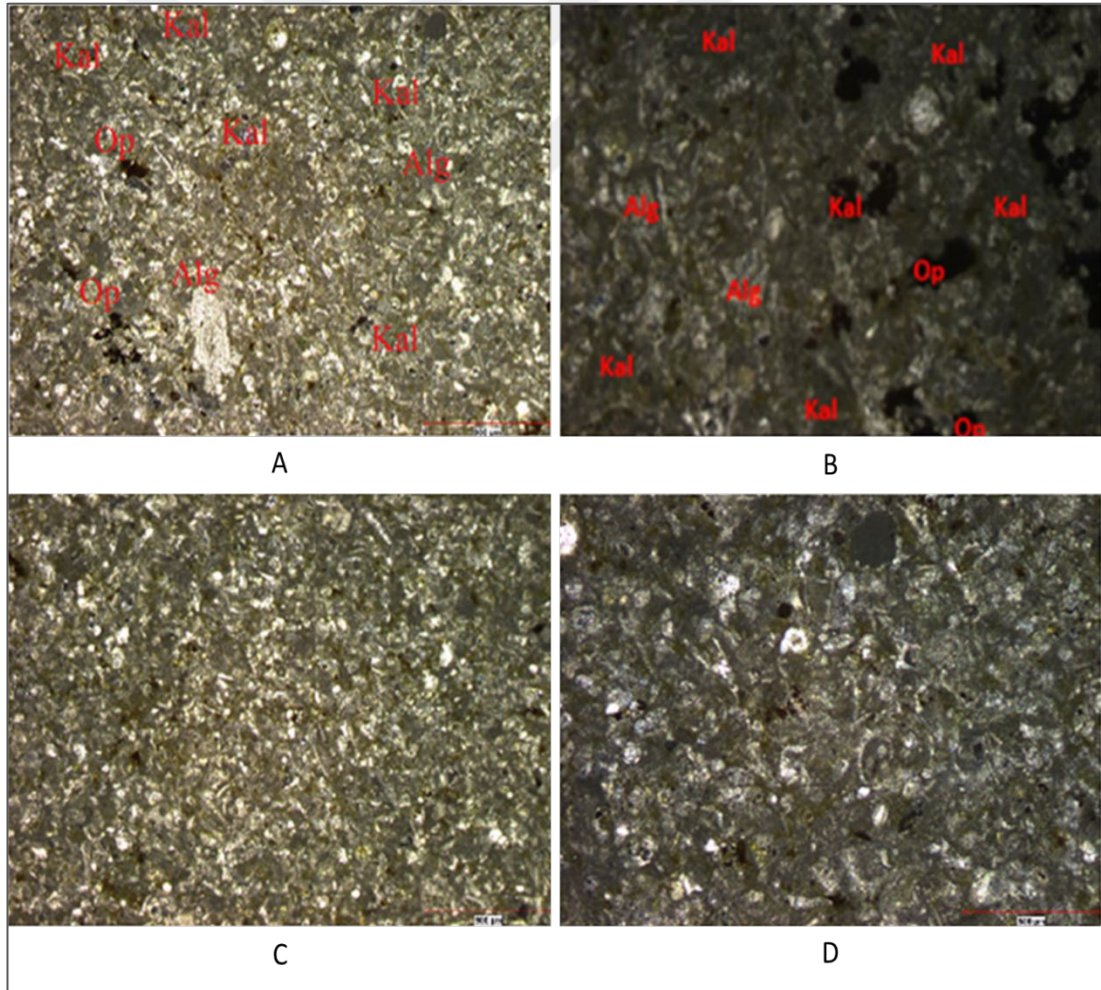
Köken	Sedimanter
Renk	Sarımsı Gri
Doku	Mikrokristalin
Tane Büyüklüğü	Küçük (1-9µm)

Tablo 4.1.(Devam) Kandıra taşının makroskobik tanımlaması

Çatlak	-
Gözenek	-
Makro Fosil	-

4.2. Mikroskobik Tanımlama

Kayaçların mikroskobik tanımlaması yapılırken kayacın içindeki mineraller ve kırık-çatlak sistemleri incelenir. İnce kesit analizler sonucu Kandıra taşında %99,0 oranında kalsit, %1,0 oranından daha az olarak opak mineralleri gözlemlenmiştir. Bulunan kalsit mineralinin en az 1,9 μm , ortalama 3,82 μm , maksimum 6,2 μm tane büyüklüğü sonuçlarına ulaşılmıştır (Tablo 4.2). Şekil 4.1 Kandıra taşının ince kesitteki görünümü ve içindeki mineralleri göstermektedir.

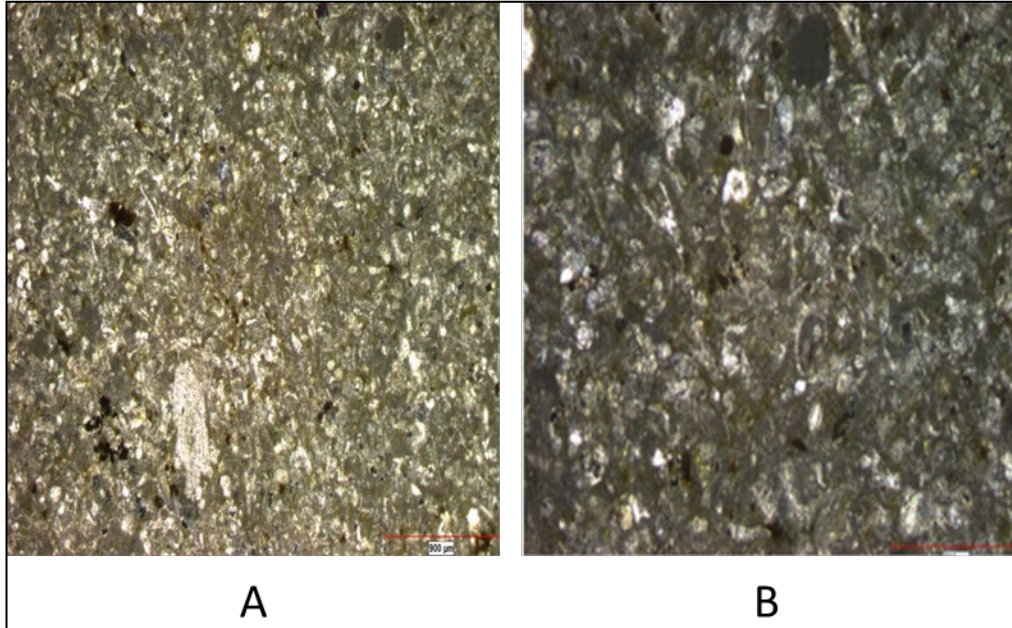


Şekil 4.1. Kayaç içindeki kalsit (Kal) mineralleri, Alga (Alg) fosilleri ve opak mineraller (Çift nikol-sol A, sağ B).

Tablo 4.2. Kandıra taşının mikroskobik tanımlaması

Mineraller	Mineral Dağılımı (%)	Tane Büyüklüğü (μm)		
		Minimum	Maksimum	Ortalama
Kalsit	99,0	1,9	6,2	3,82
Opak Mineraller	<1,0	-	-	-
Kırık ve Çatlak Sistemleri				
Çatlak Genişliği (μm)		-	-	-

Kandıra taşı için ince kesit üzerinde yapılan incelemelere göre iki farklı adlama ve tanımlama yapılmıştır. Bu tanımlamalara ait görünümler Şekil 4.2.'de A ve B olarak verilmiştir. Kandıra taşı genelde kumlu biyomikrit şeklinde tanımlanmıştır. İki el numunesinden iki ince kesit yapılmıştır. 1 nolu numune Folk (1968) sınıflamasına göre kumlu biyointramikrit olarak adlandırılmıştır. 2 nolu numune 1 nolu numuneye kıyasla daha az intraklast ve kum içermektedir. Kum taneleri mika (serizit çoğunlukta), kuvars ve seyrek feldspat kökenlidir. Fosiller çoğunlukla alg ve daha az olarak krinoid ve krinoid sapı kırıntı veya parçalarından oluşmaktadır.



Şekil 4.2. A) 1 nolu numune kumlu biyointramikrit, B) 2 nolu numune kumlu biyomikrit ince kesit görüntüleri

5. LABORATUVAR DENEYLERİ

Laboratuvar deneyleri bir kayacın mühendislik özelliklerini belirlemede önemli yer tutar. Bu tez çalışmasında Kandıra taşının kimyasal, fiziksel, mekanik ve duraylılık-hidrotermal özellikleri laboratuvar deneyleri kapsamında belirlenmiştir. İzleyen kısımda bu özelliklere ait deneylerin detayları verilmektedir.

5.1. Kimyasal Özellikler

Kocaeli ili Kandıra ilçesinden alınan numunelerin AKÜ-DAL laboratuvarına gönderilerek kimyasal özellikleri tayin edilmiştir. İnceleme alanından alınan kimyasal analiz için hazır hale getirilen numunelerin görüntüsü Şekil 5.1’de verilmiştir. XRF cihazıyla toz haline getirilmiş numunelerin kimyasal bileşenleri belirlenir.



Şekil 5.1. Kimyasal analiz için hazırlanan örneklerden bir kısmı

5.1.1. XRF cihazıyla kimyasal analiz

TS EN 15309 standardına göre yapılmaktadır. Bu analiz için AKU-DAL’a 2 adet 5x5x5 cm’lik numuneler gönderilmiştir. Numuneler, selüloz ile 15 dakika homojen hale gelinceye kadar öğütülür. Daha sonra pres işlemi ile disk haline getirilir. Numunenin yapı durumuna göre, pres işlemi yerine eritiş yöntemi de kullanılabilir. XRF Cihazında, numune yapısına uygun programlarda okunur ve değerlendirilir. Bu

yöntemin birçok avantajı vardır. Bu avantajlar, yöntem hızlıdır, zararsızdır, düşük maliyetlidir (Küçük vd., 2018) (TS EN 15309, 2008).

5.2. Fiziksel Özellikler

Kocaeli ili Kandıra ilçesinden alınan numuneler AKÜ-DAL laboratuvarına gönderilerek fiziksel özellikleri tayin edilmiştir. İnceleme alanından alınan fiziksel deneyler için hazır hale getirilen numunelerin görüntüsü (Şekil 5.2.)’de verilmiştir. Bu deneyler; görünür yoğunluk açık ve toplam gözeneklilik tayini, kılcal etkiye bağlı su emme tayini, gaz piknometresi ile özgül ağırlık tayini, atmosfer basıncında su emme tayini, ses hızı ilerlemesinin tayini ve pürüzlülük deneyleridir.



Şekil 5.2. Fiziksel deney için hazırlanan numuneler.

5.2.1. Gerçek ve görünür yoğunluk, açık ve toplam gözeneklilik tayini

TS EN 1936 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL’a 6 adet 5x5x5 cm’lik numuneler gönderilmiştir. Gerçek yoğunluk için piknometrenin ince kısmındaki sınır çizgisine kadar su doldurulur. Bu işlem yapılırken önemli nokta, piknometre içine su kabarcığı dolmamalıdır. Piknometre su ile doldurulur (m_2). Daha sonra piknometrede çok az su kalacak şekilde boşaltılır. 0,1 mm boyutuna öğütülür ve daha önceden etüvde kurutulmuş numunelerden 1 g tartılır (m_e). Tartılan numune piknometre içine boşaltılır ve sallanır. Piknometrenin ince çizgisine kadar tekrar su doldurulur. İçi su dolu olan piknometre tartılır (m_1). Bu verilerle, gerçek yoğunluk Denklem (5.1)’de gösterilmektedir;

$$\rho_r = \frac{m_e}{m_2 + m_e - m_1} \times \rho_{th} \quad (5.1)$$

- ρ_r : Numunenin gerçek yoğunluğu (g/cm^3)
 m_e : Kurutulmuş ve öğütülmüş numunenin kütlesi (g)
 m_2 : Su ile piknometrenin kütlesi (g)
 m_1 : Su ile dolu piknometre ve numunenin kütlesi (g)
 ρ_{rh} : Suyun yoğunluğu (g/cm^3)

Görünür Yoğunluk Denklem (5.2)'de verilmiştir;

$$\rho_b = \frac{m_d}{m_s - m_h} \times \rho_{rh} \quad (5.2)$$

- ρ_b : Numunenin görünür yoğunluğu (g/cm^3)
 m_d : Kurutulmuş numunenin kütlesi (g)
 m_s : Doymuş numunenin kütlesi (g)
 m_h : Suya batırılmış numunenin kütlesi (g)
 ρ_{rh} : Suyun yoğunluğu (g/cm^3)

Açık Gözeneklilik Denklem (5.3)'de verilmiştir;

$$P_0 = \frac{m_s - m_d}{m_s - m_h} \times 100 \quad (5.3)$$

- P_0 : Numunenin açık gözenekliliği (%)
 m_s : Doymuş numunenin kütlesi (g)
 m_d : Kurutulmuş numunenin kütlesi (g)
 m_h : Suya batırılmış numunenin kütlesi (g)

Toplam Gözeneklilik Denklem (5.4)'de verilmiştir;

$$p = 1 - \frac{\rho_b}{\rho_r} \times 100 \quad (5.4)$$

- p : Numunenin toplam gözenekliliği (%)
 ρ_b : Numunenin görünür yoğunluğu (g/cm^3)
 ρ_r : Numunenin gerçek yoğunluğu (g/cm^3)

5.2.2. Kılcal etkiye bağlı su emme tayini

TS EN 1925 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Kılcal su emme başka bir tabirle kapilerite, numunenin suya değen yüzünden zaman içinde emdiği su miktarı ile belirlenir. Çok kek çaplı boşluklar içinde kılcallık etkisi ile su seviyesinde artış gözlenir. Düşey boruda suyun yükseldiği miktarı suyun yüzey gerilimi ile doğru orantılıdır, boru çapı ile de ters orantılıdır (TS EN 1925, 2000). Kılcal etkiye bağlı su emme değerinin hesaplanması Denklem (5.5)'de verilmiştir.

Deney hesaplaması,

$$k \times t = \frac{Q^2}{A^2} \quad (5.5)$$

Burada,

k= Kapilerite katsayısı (cm²/sn)

t= Geçen zaman (sn)

Q= Emilen su miktarı (cm³)

A= Su ile temas eden kesit alanı (cm²)

5.2.3. Gaz piknometresi ile özgül ağırlık

ASTM D 5550-06 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 2 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Deneyde, boşluklu numune kuru halde ğtlerek ince toz haline getirilir. Toz haline getirilen numune 74 mikron göz açıklıklı elekten geçirilir. Elekten geçen ince taneler tartılarak ağırlığı bulunur. Daha sonra aynı kütle içinde sıvı bulunan dereceli kaba yani piknometreye alınarak hacmi ölçülür. Ağırlığı hacme bölünerek özgül ağırlık elde edilir (ASTM D 5550-06, 2009).

5.2.4. Atmosfer basıncında su emme tayini (Ağırlıkça)

TS EN 13755 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Deneyin yapılışı; Deney için hazırlanan kp şeklindeki numuneler (70 ±5) °C sıcaklıkta kurutulmalıdır. (24 ± 2) saat ara ile iki defa tartım arasındaki fark, ilk kütlenin % 0,1' den daha büyük değilse sabit kütleye ulaşmış olduğu varsayılır. Deney numuneleri kurutulduktan sonra 0,01 g doğrulukla

tartılır (md). Numuneler su içindeki destekler üzerine yerleştirilir. Her bir numune arasındaki uzaklık en az 15 mm kadar olmalıdır. Deney numunesi yüksekliğinin yarısına kadar (20 ± 10) °C sıcaklıkta şebeke suyu ilave edilir (t_0 zamanı). Zaman olarak $t_0 + (60 \pm 5)$ dakikaya geldiğinde, su seviyesi deney numunesi yüksekliğinin $\frac{3}{4}$ ' üne ulaşınca kadar şebeke suyu ilave edilir. Zaman olarak $t_0 + (120 \pm 5)$ dakikaya geldiğinde, deney numuneleri (25 ± 5) mm su derinliğine tamamen batırılınca kadar şebeke suyu ilave edilir. Zaman olarak $t_0 + (48 \pm 2)$ saate gelindiğinde numuneler sudan çıkartılır. Hızlı bir şekilde nemli bir bez ile kurulanır ve 1 dakika içinde 0,01 g doğrulukla tartılır. Deney numunelerinin ardışık kütleleri kaydedilir (m_i) (TS EN 13755, 2014). Denklemin hesaplanması Denklem (5.6)'da verilmektedir.

Sonuçların gösterilmesi;

$$A_b = \frac{m_s - m_d}{m_d} \times 100 \quad (5.6)$$

5.2.5. Ses hızı ilerlemesinin tayini

TS EN 14579 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 30x7,5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu standart, hem laboratuvar ortamındaki, hem de doğal ortamındaki doğal taştaki ultrasonik boyuna dalgaların vurularının ilerleme hızının tayini için bir yöntemi kapsar. (TS EN 14579, 2006)

5.2.6. Pürüzlülük tayini

Bu deney için AKU-DAL'a 2 adet 20x20x2 cm'lik numuneler gönderilmiştir.

5.3. Mekanik Özellikler

Kocaeli ili Kandıra ilçesinde yüzeyleyen Akveren formasyonunda yer alan çalışma alanından elde edilen numuneler AKÜ-DAL laboratuvarına gönderilmiştir. Gönderilen örnek numunelerin mekanik özellikleri tayin edilmiştir. İnceleme alanından alınan mekanik deneyler için hazır hale getirilen numunelerin görüntüsü Şekil 5.3'te verilmiştir.

Bu deneyler; eğilme dayanımı tayini, bükülme dayanımı, aşınma direnci tayini, kayma direnci tayini, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanımı, don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini, kopma enerjisinin tayini, ses hızı ilerlemenin tayini deneyleridir.



Şekil 5.3. Mekanik deneyler için hazırlanan numuneler.

5.3.1. Pandül deney donanımıyla kayma direnci tayini (Islak-kuru)

TS EN 14231 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6'şar adet olmak üzere iki grup şeklinde 20x10x2 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu deney, kaydırıcı ve numune yüzeyi arasındaki sürtünmeyi ölçmek ve kayma direncine ait standart bir değer tayin etmek üzere tasarlanmıştır (TS EN 14231, 2004).

Ayakkabı altlığını temsilen 4S lastik kauçuk pençe kullanılmaktadır. Pandül deneyleri örnek yüzey üzerinde 6 farklı pozisyonda gerçekleştirilmektedir. Her pozisyonda 5 ölçüm yapılmak suretiyle doğal taş örneklerinin kayma direnci belirlenmektedir. Elde edilen sonuçların ortalaması alınarak değerlendirme yapılır.

5.3.2. Tek eksenli sıkışma deneyi

Bu deney kayacın tek eksenli sıkışma dayanımını belirlemek amacıyla yapılmıştır. TS EN 1926 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 15 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir (Kaya, 2016)(TS EN 1926, 2013). Bu deney, küp şekle sahip kayaç malzemesi örneklerinin dayanım ve kaya kütlesi sınıflamalarında, ayrıca tasarımda yaygın biçimde kullanılan tek eksenli sıkışma dayanımının tayini amacıyla yapılır. Deney sırasında aksenal deformasyon da ölçülerek, kayaç malzemesinin deformasyon ve yenilme karakteristikleri de değerlendirilebilir.

5.3.3. Eğilme dayanımı deneyi

Eğilme dayanım kaya numunelerinin eğilme dayanımını belirlemek amacıyla TS EN 13161 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 10 adet 36x6x6 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Deneyde amaç, malzemenin mukavemetini belirlemek ve malzemenin eğilmeye karşı mekanik özelliklerini tespit etmektedir. Prizmatik ya da silindirik numunelere üç ya da dört noktada yük uygulayan düzenekler kurularak malzeme kırılana kadar yük uygulanmasıyla belirlenir (Çapık, 2015)(TS EN 13161, 2014).

5.3.4. Bükülme dayanımı tayini

TS EN 12372 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 10 adet 36x6x6 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Malzemenin bükülme gerilmesine uğradığında kırılma öncesi dayanabileceği en yüksek gerilmedir. Genellikle 3 nokta bükme testi ile hesaplanır. Bu test sırasında malzeme 2 noktadan sabitlenir ve bu iki noktanın ortasında bir noktadan malzemeye kuvvet uygulanır. Sünek malzemeler (metaller, polimerler) için malzemedeki kalıcı şekil değişiminin başladığı, gevrek malzemeler (seramikler) malzemenin kırıldığı kuvvet malzemenin eğilme mukavemetini verir (Büyüksağış vd., 2005)(TS EN 12372, 2013).

5.3.5. Aşınma direnci tayini

TS EN 1341 Ek C standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 10x7x2 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Malzemelerin aşınma dirençleri farklı test metotları kullanılarak hesaplanır. Bu deneyde özel bir aşındırıcı ya da aşınma direnci bilinen bir malzeme kullanılır. Yapılan test sonucu iki malzemenin aşınma miktarları hesaplanır. Daha sonra iki malzeme karşılaştırılarak istenilen malzemenin aşınma direnci elde edilir (Büyüksağış vd., 2005)(TS EN 1341, 2004).

5.3.6. Saplama deliğinde kırılma yükü

TS EN 13364 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 20x20x3 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu standart, binalarda döşeme veya kaplama olarak kullanılan doğal taşların saplama deliğinde kırılma yükünün tayinine dair bir deney metodunu kapsar (TS EN 13364, 2003).

5.3.7. Knoop sertlik tayini

TS EN 14205 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 10 adet 10x7x1 cm'lik numuneler gönderilmiştir (TS EN 14205, 2004).

Bu deneyde numune üzerine 130° ve 172,5° olan piramit şekilli elmas uç bastırılır. Bir boyutu diğer boyutunun yaklaşık olarak 7 katı olan bir iz oluşturur. Numune üzerine uygulanan yük genellikle 1 kgf'den daha azdır. Batıcı uç yaklaşık olarak 0.01 ile 0.1 mm arasında dört yanlı bir iz bırakmaktadır. Numunenin sertliği, ucun bıraktığı izin derinliğini ölçerek elde edilir. Deneyin hesaplanması Denklem (5.7)'de verilmektedir.

Deney hesaplaması (Arsoy, 2007),

$$\frac{L}{b} = 7,11$$

$$\frac{b}{L} = 4,00$$

$$KSD = \frac{14,2P}{L^2} \quad (5.7)$$

5.3.8. Kopma enerjisinin tayini

TS EN 14158 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 20x20x3 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu deneye basma deneyi de denmektedir (TS EN 14158, 2004). Basma deneyi, standartlara göre hazırlanan deney numunesinin (örnek), sabit sıcaklıkta ve tek ekseninde, belirli bir hızla, malzeme dağılıncaya kadar (yük taşıyamaz duruma gelene kadar) basılması işlemidir.

5.4. Duraylılık-Higrotermal

Kocaeli ili Kandıra ilçesinde yüzeyleyen Akveren formasyonunda yer alan çalışma alanından elde edilen numuneler AKÜ-DAL laboratuvarına gönderilmiştir. Gönderilen örnek numunelerin duraylılık-higrotermal özellikleri deneylerle tayin edilmiştir. İnceleme alanından alınan duraylılık-higrotermal deneyler için hazır hale

getirilen numunelerin görüntüsü Şekil 5.4'te verilmiştir. Bu deneyler, tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini, don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç tayini, nemli ortamda SO₂ yıpranmasına karşı direncin tayini, su buharı aktarım özelliklerinin belirlenmesi, tuz kristallenmesine karşı direncin tayini, kaynar suda su emme tayini ve termal şok etkisiyle yıpranma direnci tayini deneyleridir.



Şekil 5.4. Duraylılık-higrotermal deneyler için hazırlanan numuneler

5.4.1. Tuz buharıyla yıpranmaya karşı dayanımın tayini

TS EN 14147 standardına göre yapılmaktadır. Deney için AKU-DAL'a 6 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu standart, doğal taşların tuz buharı ile yıpranmaya karşı gösterdiği dayanım tespit edilir (TS EN 14147, 2004).

5.4.2. Don Tesirlerine Dayanıklılık ve Don Sonrası Basınç Dayanımı Tayini (48 Döngü)

TS EN 12371 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 10 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu deney, kayacın arka arkaya donma ve çözünme etkisine maruz bırakılması halinde gösterdiği davranış biçimi hususunda bilgi sağlar. Deney, 4 mm ile 63 mm arasında tane büyüklüğüne sahip kayalarda uygulanır. Atmosfer basıncında suya batırılarak su altında tutulan ve belirli tane büyüklüğüne sahip kayalardan oluşan deney numunesi kısımları, 48 defa donma – çözülme döngüsüne tabi tutulur. Burada, su altında -17,5°C' ye soğutma ve daha sonra da yaklaşık 20 °C' deki su banyosunda çözme işlemi gerçekleştirilir. Donma – çözülme döngülerinin tamamlanmasından sonra agregalar, çatlak oluşumu, kütle kaybı ve varsa mukavemet değişiklikleri gibi herhangi bir değişiklik olup olmadığı hususunda kontrol edilir (TS EN 12371, 2003).

5.4.2. SO₂ yıpranmasına karşı direncin tayini

TS EN 13919 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 7 adet 12x6x1 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Deney, çözelti, kap hacminin her bir 50 litresi için (150 ± 10) ml damıtık veya deiyonize suya (500 ± 10) ml sülfüroz asiti (H₂SO₃) ilave edilerek hazırlanır. Deneye başlamadan önce numuneler 48 saat suda bekletilmiştir. Daha sonra su içindeki ağırlıkları tartılır (Ziyaettin, 2010)(TS EN 13919, 2004).

5.4.3. Tuz kristallenmesine direncin tayini

TS EN 12370 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 4x4x4 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Deney için kenar uzunlukları 40 mm olan küp numuneler hazırlanır. Hazırlanan numuneler 24 saat 105°C sıcaklığındaki etüvde kurutulur. Daha sonra desikatöre alınıp soğumaları beklenir. Soğuyan numunelerin tartımları alındıktan sonra hazırlanıp %14'lük sodyum sülfat dekahidrat (Na₂SO₄ .10H₂O) çözeltisi içine konularak 2 saat bekletilir. 2 saatin sonunda etüve konularak kademeli olarak 105°C'de ısıtılarak ve 20 saat etüvde bırakılır. Sonra 2 saat oda sıcaklığında soğutularak 1 çevrim tamamlanır. Çevrimler, numunelerin çözelti içine konmasıyla başlar. Etüvde geçen süre ve oda sıcaklığında 2 saat bekleyerek soğumasıyla tamamlanır. Çevrimler sonunda numuneler 24 saat süreyle saf su içerisinde bekletilip suyla yıkanarak tekrar etüvde 24 saat süreyle kurumaya bırakılır. Bu şekilde tuz çözeltisi numunelerden uzaklaştırılıncaya kadar devam edilerek son kurutma işleminden sonra tekrar kuru ağırlıklar alınır. Sonuçlar, başlangıçtaki kuru ağırlığın yüzdesi olarak bağıl ağırlık farkı (ağırlık azalması) olarak ifade edilir (Şengün ve diğ., 2017) (TS EN 12370, 2001).

5.4.4. Kaynar suda su emme tayini

TS 699 (Madde 6.3) standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 5x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Kayaçların kaynar suda kütlece ve hacimce su emme oranları tespit edilmiştir. Kaynar suda kütlece su emme oranı Denklem (5.8), kaynar suda hacimce su emme oranı Denklem (5.9) yardımıyla hesaplanmıştır (TS 699, 2009).

$$S_{KK} = \frac{GD - GK}{GK} \times 100 \quad (5.8)$$

Burada;

S_{KK} : Kaynar suda kütlece su emme oranı (%),

GD : Kaynar suda doygun hale getirilmiş taşın havadaki ağırlığı (g),

GK : Değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş taşın ağırlığı (g).

$$S_{KH} = \frac{GD - GK}{GK - GDS} \times 100 \quad (5.9)$$

Burada;

S_{KH} : Kaynar suda hacimce su emme oranı (%),

GD : Kaynar suda doygun hali getirilmiş taşın havadaki ağırlığı (g),

GDS : Kaynar suda doygun hali getirilmiş taşın su içindeki ağırlığı (g),

GK : Değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş taşın ağırlığı (g).

5.4.5. Su buharı aktarımı özelliklerinin belirlenmesi

TS EN 12572 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 6 adet 15,5x15,5x1 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Eş sıcaklık şartları altındaki kayaçların su buharı geçişinin ve su buharı geçirgenliğinin belirlenmesi için kap deneylerinin esas alındığı bir deney yöntemini kapsar (TS EN 12572, 2001).

5.4.7 Termal şok etkisiyle yıpranma direnci tayini

TS EN 14066 standardına göre yapılmaktadır. Bu deney için AKU-DAL'a 10 adet 30x5x5 cm'lik numuneler gönderilmiştir. Bu deneyde amaç doğal taşlardaki anî sıcaklık değişimlerinin etkisi ile (termal şok) meydana gelen muhtemel değişimlerin tayini belirlenir (TS EN 14066, 2015).

6. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışmasının Kandıra taşının kimyasal, fiziksel, mekanik ve duraylılık- higrotermal özelliklerini belirlemek için standartlara uygun deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler AKU-DAL tarafından yapılmıştır. Deneyler sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

6.1. Kimyasal Bileşim

Kandıra taşının kimyasal bileşimini belirlemek için laboratuvarında analizler gerçekleştirilmiştir. Kimyasal bileşim için XRF yöntemiyle kimyasal analiz (TS EN 15309, 2008) yöntemi kullanılmıştır. Kandıra taşının kimyasal analiz sonucu Tablo 6.1'de verilmiştir.

Tablo 6.1. Kimyasal analiz sonuçları

İçerik	Birim	Değer	Gerçek Dağılım (%)
SiO ₂	%	2,7926	4,87
Al ₂ O ₃	%	0,6402	1,12
Fe ₂ O ₃	%	1,1034	1,92
CaO	%	51,7684	90,27
MgO	%	0,6500	1,13
P ₂ O ₅	%	0,0257	0,05
K ₂ O	%	0,0664	0,12
Cl	%	0,0041	0,007
MnO	%	0,0635	0,11
Ti ₂ O	%	0,0288	0,05
Cr ₂ O ₃	%	0,0175	0,03
Na ₂ O	%	0,0350	0,06
NiO	%	0,0061	0,01
SO ₃	%	0,0466	0,08
SrO	%	0,1010	0,18
Toplam	%	57,3473	100

XRF kimyasal analizde %42,6527 oranında kayıp vardır. Geriye kalan bileşimlerin gerçek dağılım yüzdeleri hesaplanmıştır. Kimyasal bileşim sonucunda CaO % 90,27 olarak belirlenmiştir. Bu değer TS 11137 standart değerinin kireçtaşlarının yapı taşı olması için en az %90 olma standardını karşılamaktadır.

6.2. Fiziksel Özellikler

Kandıra taşının fiziksel özelliklerini belirlemek için laboratuvar deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler gerçek ve görünür yoğunluk, açık ve toplam gözeneklilik (TS EN 1936, 2010), atmosfer basıncında su emme tayini (ağırlıkça) (TS EN 13755, 2014), kılcal etkiye bağlı su emme tayini (TS EN 1925, 2000), gaz piknometresi ile özgül ağırlık (ASTM D 5550-06, 2009), kaynar suda su emme tayini (TS 699, 2009-Madde 6.3), ses hızı ilerlemesinin tayini (TS EN 14579, 2006) deneyleridir. Kandıra taşının fiziksel deney sonuçları Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2. Kandıra taşının fiziksel özellikleri

Deneyler	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma
Gerçek Yoğunluk (kg/m ³)	TS EN 1936	6	2776	11	-	-
Görünür Yoğunluk (kg/m ³)	TS EN 1936	6	2242	40	Orta	Anon (1979)
Toplam Gözeneklilik (%)	TS EN 1936	6	19,21	1,43	Yüksek 15-30	Anon (1979)
Açık Gözeneklilik (%)	TS EN 1936	6	12,17	0,98	-	-
Atmosfer Basıncında Su Emme (%)	TS EN 13755	6	5,8	0,6	-	-
Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme (g/m ² .s ^{0,5})	TS EN 1925	6	20,53	2,43	-	-
Gaz Piknometresi İle Özgül Ağırlık (g/cm ³)	ASTM D-5550-06	6	2,726	0.007	-	-

Tablo 6.2.(Devam) Kandıra taşının fiziksel özellikleri

Deneyler	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma
Ses Hızı İlerlemesi (km/s)	TS EN 14579	6	3,87	0,24	Orta	Anon (1979)
Pürüzlülük (mm)	-	6	2,732	0,557	-	-

Bu sonuçlara göre görünür yoğunluk Anon (1979) sınıflamasına göre orta sınıfa denk gelmektedir. Toplam gözeneklilik Anon (1979) sınıflamasına göre yüksek sınıfa girmektedir. Ses hızı ilerlemesi Anon (1979) sınıflamasına göre orta sınıftadır (Matula ve diğ., 1979).

6.3. Mekanik Özellikler

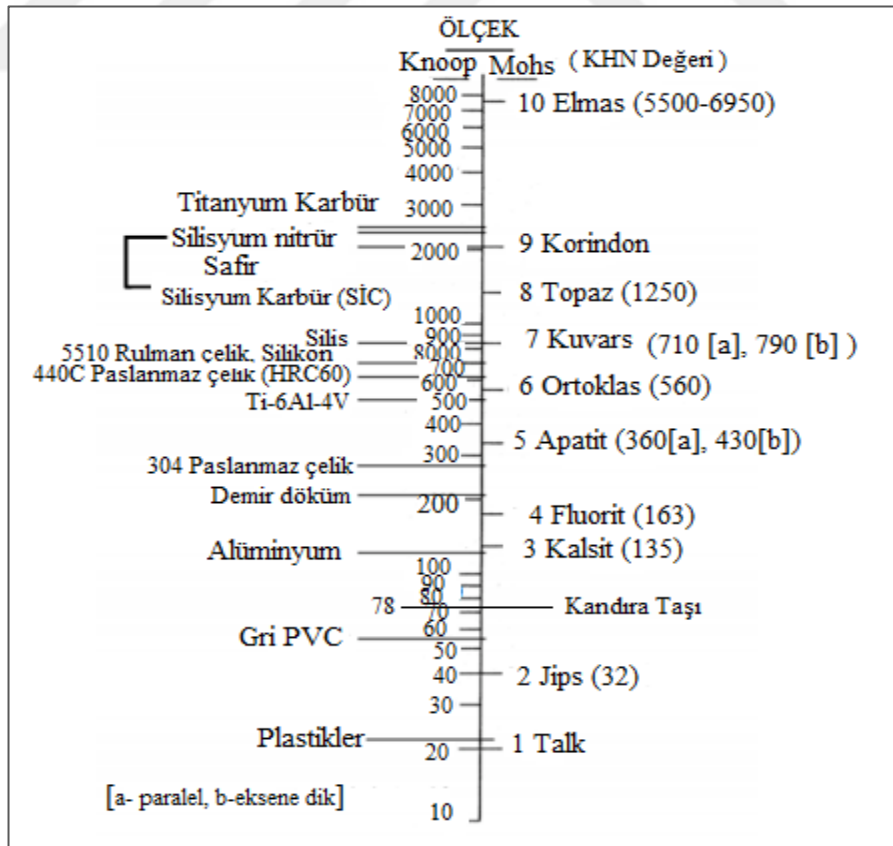
Kandıra taşının kimyasal özelliklerini belirlemek için bazı deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler pandül deney yardımıyla kayma direnci tayini-kuru (TS EN 14231, 2004), pandül deney yardımıyla kayma direnci tayini-ıslak (TS EN 14231, 2004) aşınma direnci tayini (TS EN 14157, 2017), basınç dayanımı (TS EN 1926, 2013), yoğun yük altında eğilme dayanımı (TS EN 13161, 2014), yoğun yük altında bükülme dayanımı (TS EN 12372, 2013), Knoop sertlik tayini (TS EN 14205, 2004), kopma enerjisinin tayini (TS EN 14158, 2004), saplama deliğinde kırılma yükü (TS EN 13364, 2003) deneyleridir. Kandıra taşına ait mekanik deney sonuçları Tablo 6.3'te verilmiştir

Tablo 6.3. Kandıra taşının mekanik özellikleri

Deneyler	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma
Pandül Deney Yardımıyla Kayma Direnci (Islak) (SRV)	TSEN 14231	6	37,2	0,8	Orta(35-44)	AS 4663 (Avustralya Standartları)
Pandül Deney Yardımıyla Kayma Direnci (Kuru) (SRV)	TSEN 14231	6	35,4	0,8	-	-
Aşınma Dayanımı (mm)	TSEN 14157	6	23,5	1,0	WA \geq 22 (Yüksek aşınabilirlik)	Çelik ve Çobanoğlu (2017)

Tablo 6.3.(Devam) Kandıra taşının mekanik özellikleri

Deneyleer	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma
Basınç Dayanımı (MPa)	TSEN 1926	10	48	8	25-50 (düşük)	Deer and Miller (1966)
Kopma Enerjisi (J)	TSEN 14158	6	3,96	0,60	-	-
Knoop Sertlik (HK)	TSEN 14205	10	78	32	Düşük (2,5-3)	Mohs Sertlik Skalası
Saplama Deliğinde Kırılma Yüğü(N)	TSEN 13364	10	1141	81	-	-
Yoğun Yüğü Altında Eğilme Dayanımı (MPa)	TSEN 13161	10	7,5	3,8	Sınır değerinin 2,6 katı (2,9MPa)	TS 11137
Yoğun Yüğü Altında Bükülme Dayanımı (MPa)	TSEN 12372	10	11,4	3,1	-	-



Şekil 6.1. Mohs'un Knoop sertliği ile karşılaştırılması

Bu sonuçlara göre aşınma dayanımı Çelik ve Çobanoğlu (2017) sınıflamasına göre Kandıra taşı yüksek aşınabilirlik özelliğine sahiptir. Kandıra taşının basınç dayanım değeri Deer and Miller (1966) sınıflamasına göre düşük basınç dayanımına sahiptir. Knoop sertlik, Mohs sertlik sınıfına göre değeri 2,5-3 olduğundan düşük sınıfına (çakı ve iğne ile çizilebilme) girmektedir (Şekil 6.1). Kandıra taşının ortalama eğilme dayanımı (7,5 MPa) TS 11137 standardına göre sınır değerinin 2,6 katıdır.

6.4. Duraylılık ve Higrotermal Deneyleri

Kandıra taşının duraylılık özelliklerini belirlemek için bazı deneyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler nemli ortamda SO₂ yıpranmasına karşı direncin tayini (TS EN 13919, 2004), tuz kristallenmesine direncin tayini (TS EN 12370, 2001), tuz buharıyla yıpranmaya karşı direncin tayini (TS EN 14147, 2004), kaynar suda su emme tayini (TS EN 699, 2009-Madde 6.3) don tesirlerine dayanıklılık ve don sonrası basınç dayanımı tayini -56 Döngü (TS EN 12371, 2011 -Madde 7.3.1.1 ve Madde 7.3.1.2), termal şok etkisiyle yıpranma direnci tayini (TS EN 14066, 2015) deneyleridir. Kandıra taşının higrotermal özelliklerini belirlemek için su buharı aktarımı özelliklerinin belirlenmesi (TS EN ISO 12572, 2016) deneyi yapılmıştır. Kandıra taşının duraylılık-higrotermal deney sonuçları yukarıda Tablo 6.4 ve Tablo 6.5'te verilmiştir.

Tablo 6.4. Kandıra taşının duraylılık ve higrotermal özelliklerinin ortalamaları ve standart sapma değerleri

Deneyler	Uygulanan Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma	Sınıf	Sınıflandırma
Tuz Kristallenmesine Karşı Dayanım(%)	TS EN 12370	6	0,005	1,349	-	-
Tuz Buharıyla Yıpranmaya Karşı Dayanım (%)	TS EN 14147	6	0,08	0,04	-	-
Don Tesirlerine Dayanıklılık-56 Döngü (%)	TS EN 12371	10	0,11	6	<%2	TS 11137
Su Buharı Aktarımı Özelliklerinin Belirlenmesi (μ)	TS EN ISO 12572	3	0,30	0.04	-	-
Kaynar Suda Su Emme (%)	TS EN 699-Madde 6.3	6	5,85	0,88	<%4	TS 11137

Tablo 6.5. SO₂ yıpratmasına karşı dayanım sonuçları

Deney: Nemli Ortamda SO ₂ Yıpratmasına Karşı Dayanım (%)				
	Uygun Standart	Örnek Sayısı	Sonuç	Standart Sapma
A (150 mL Damıtık Su+500 Ml H ₂ SO ₃)	TS EN 13919	3	1,722	0,607
B (500 mL Damıtık Su+150 mLH ₂ SO ₃)		3	0,312	0,090

TS EN 14066 standardına göre yapılan termal şok etkisiyle yıpratmaya karşı dayanım sonuçları Tablo 6.6’da verilmiştir. Deney sonuçlarına göre Kandıra taşında oksitlenme, renk değişimi, beneklenme, kırık-çatlak, pullanma ve şişme görülmemiştir. Bu deney sonucunda Kandıra taşının öncesi ve sonrasındaki ortalama kütle (g), ortalama eğilme dayanımı (MPa), ortalama ses hızı ilerlemesi (km/s), ortalama açık gözeneklilik (%) değerleri Tablo 6.7’de verilmiştir.

Tablo 6.6. Termal şok etkisiyle yıpratmaya karşı dayanım sonuçları

Test No	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4	Test 5	Test 6	Test 7	Test 8	Test 9	Test 10
Numune Boyutu (mm)	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50	300x50 x50
Oksitlenme	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Renk Değişimi	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Beneklerin Görünümü	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Kırık Çatlak Durumu	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Pullanma	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok
Şişme	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok	Yok

Tablo 6.7. Termal şok etkisiyle yıpranmaya karşı Kandıra taşının önce ve sonraki durumları

	Termal Şok Öncesi Test Sonuçları	Termal Şok Sonrası Test Sonuçları	Değişim (%)
Ortalama kütle (g)	1850,99	1813,87	2,054 azalma
Ortalama Eğilme Dayanımı (MPa)	11,4	8,4	26,64 azalma
Ortalama Ses Hızı İlerlemesi (km/s)	3,87	4,03	4,44 artış
Ortalama Açık Gözeneklilik (%)	12,18	13,80	13,30 artış

Kayaçların dayanıklı olma özellikleri, atmosferik koşullar altında farklılık gösterebilir. Bu özelliklerin Kandıra taşı üzerindeki etkisini tespit edebilmek için duraylılık-higrotermal deneyleri yapılmıştır. Deneyler AKU-DAL laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir. Kandıra taşının SO₂ yıpranmasına karşı dayanım deneyi nemli bir ortamda yapılmıştır. A ve B çözümleri olarak iki farklı şekilde yapılan deney sonucunda kaya numunelerinin nemli bir ortamda SO₂ yıpranmasına karşı dayanıklılığının düşük olduğu görülmüştür. Kaynar suda su emme oranı deneyi TS 11137 standart değerine göre % 4'ten küçük olmalıdır. Kandıra taşının kaynar suda kütlece su emme oranı 5,85 ve hacimce oranı 14,89 olduğundan standart değerinin üzerinden olması sebebiyle standarda uygun değildir. TS 11137 standart değerine göre don kaybı değeri <% 2'den küçük olması doğal taşların yapı taşı olarak kullanılabilirliğinin bir şartıdır. Kandıra taşının don kaybı değeri % 0,11 olup standarda uygundur.

7. KANDIRA TAŞININ YAPI TAŞI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ

Doğal taşların yapı malzemesi olarak kullanılması çok uzun yıllara dayanmaktadır. Bunun başlıca sebebi taşların yerel olarak kullanılabilmesidir. Yapı taşı olarak kullanılabilmesi birçok faktöre bağlıdır. Bunların başında çıkarılabilecek malzemenin miktarı gelmektedir. Diğer faktörler ise çıkarılabilme kolaylığı, işletme sırasındaki fire, taşıma maliyeti ve fiziksel özellikleridir. Yapı taşı için bir genelleme yapılacak olur ise tekdüze görünüm isterler. Yapı taşları olarak genelde açık renkli olanlar kullanılır (Bell, 2012). Tez konum olan Kandıra taşı, Akveren formasyonunu oluşturan kireçtaşları, orta-kalın tabakalı, beyaz, bej ve pembe renklidir. Kocaeli-Kandıra, Akveren formasyonuna ait kireçtaşlarının; kimyasal, fiziksel, mekanik ve duraylılık-higrotermal özellikleri belirlenerek, yapı taşı olarak kullanılabilirliği tespit edilmeye çalışılmıştır. Çalışma için gerçekleştirilen deneylerin TS EN standartlarına göre sonuçlarının değerlendirilmesinde TS 699 (Tablo 7.1) ve TS 11137 (Tablo 7.2) standartları referans alınmıştır. TS 699'a göre kireçtaşlarının yapı taşı olarak kullanılabilmeleri için birim hacim kütlelerinin $2,16 \text{ kg/m}^3$ 'ten az olmamalı, kütlece su emme oranı maksimum %4 olmalı, basınç dayanımı taşıma olarak 49 MPa, kaplama olarak 29,4 MPa'dan az olmamalı, eğilme dayanımı taşıma 4,26 ve kaplama taşı olarak 2,94 MPa'dan az olmamalı, aşınma dayanımı dış içi 1, iç için 0,75'ten az olmayacak değerlere sahip olmalıdır.

Tablo 7.1. TS 699 standardına göre uygunluğun değerlendirilmesi

Deney İsimleri	Kireçtaşı İçin Doğal Taş Standartları Sınır Değerleri (TS 699)	Kandıra Taşı	Sonuç
Kütlece Su Emme (maksimum,%)	4	5,8	Uygun değil
Birim Hacim Kütle (minimum, g/cm^3)	2,16	2,2	Uygun
Basınç Dayanımı (MPa)	Taşıma 49 Kaplama 29,4	48	Uygun
Eğilme Dayanımı (MPa)	Taşıma 4,26 Kaplama 2,94	7,5	Uygun

Kandıra taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliğini belirlemek için TS 699 sedimanter kökenli doğal taş standardı referans alınmıştır. Referans alınan değerler kütlece su

emme (maksimum, %), birim hacim kütle (minimum, g/cm³), basınç dayanımı (MPa), eğilme dayanımıdır (MPa). Kütlece su emme standart değeri en fazla % 4 olabilir, Kandıra taşının su emme değeri % 5,8 olduğundan yapı taşı olarak kullanım standardına uygun değildir. Birim hacim kütle standart değeri en az 2,16 g/cm³ olabilir, Kandıra taşının değeri 2,2 g/cm³ olup yapı taşı olarak kullanım standardına uygundur. Basınç dayanımı taşıma için 49 MPa, kaplama için 29,4 MPa'dır. Yapı taşı olarak kullanım standardına uygundur. Eğilme dayanımı için standart değer taşıma için 4,26 MPa, kaplama için 2,94 MPa'dır. Kandıra taşının değeri 7,5 MPa olup TS 699 standardına yapı taşı olarak kullanıma uygundur.

Tablo 7.2. TS 11137 standardına göre uygunluğun değerlendirilmesi

Deney İsimleri	Kireçtaşı İçin Doğal Taş Standartları (TS 11137)	Kandıra Taşı	Sonuç
Mineralojik Bileşim (%)	En az % 90 oranında kalsit bulunmalıdır.	90,27	Uygun
Birim Hacim Kütle (g/cm ³)	2,16 g/cm ³ 'den daha az olmamalıdır.	2,2	Uygun
Atmosfer Basıncında Su Emme Özelliği (Kaynar Suda) (%)	Kütlece %4,0'dan fazla olmamalıdır.	5,8	Uygun değil
Don Kaybı (%)	Don neticesindeki kütle azalma değeri %2'den fazla olmamalıdır.	0,11	Uygun
Basınç Mukavemeti (N/mm ²)	Yük 50 N/mm ² 'den az olmamalıdır. Taşıma 30 N/mm ² 'den az olmamalıdır.	48	Taşıma için uygun, Yük için uygun değildir.
Aşınma Mukavemeti (cm ³ /cm ²)	Yük taşıyıcı mekanlarda en çok 10 cm ³ /50 cm ² Dekorasyon, süs ve kaplama olarak en çok 15 cm ² /50 cm ²	23,5 (WWA) 38,2 (BA) Çelik ve Çobanoğlu (2017)	Uygun değil

Kandıra taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliğinin değerlendirildiği bir diğer standart sedimanter bir birim olan kireçtaşı için uygulanan TS 11137'dir. TS 11137

8. KANDIRA TAŞININ EKONOMİK DEĞERİ

Rezerv, cevherin ton veya m³ olarak kütesidir. Bir cevher yatağının değerlendirilmesi öncelikle jeolojik özelliklerinin tespitinden başlayıp ocağın işletmesine kadar geçireceği bütün safhaları, üretim planlamasından ekonomik analizlere kadar bütün hesaplamaları kapsamaktadır. Cevher yatağının, sınırları, boyutları, hacmi, kapladığı alan, rezerv miktarı bulunmalıdır. Bulunan rezerv miktarı 5 sınıf altında incelenir. Bu sınıflama,

1. Görünür rezervler: Ana kuyu, tali kuyu, galeri, kılavuz, başyukarı, başaşağı ve yarım açılmış bulunan cevher kütlelerini ifade eder.
2. Muhtemel rezervler: Ana galeri, ana kuyu, kılavuz, başaşağı, başyukarı veya sondajlar iki yanı açılmış, gözlenebilen, fakat arama bakımından doğrultu veya eğim yönlerinde meçhulleri bulunan cevher kütesi için uygulanan rezervlerdir.
3. Mümkün rezervler: Jeolojik belirtilere dayanılarak yapılan, görünür ve muhtemel rezervlere oranla yatakla ilgili verilerin devamlılığı daha az gerçekçi biçimde tahmin edilebilen cevher kütleleridir.
4. Baz alınan rezervler (Temel rezervler): Maden işletme ve proje hazırlanmasında esas alınacak rezerve dir. Görünür ve muhtemel rezervlerin ekonomik olan kütleleri ile ekonomik olmayan kütlelerin bir kısmını kapsar.
5. Jeolojik rezervler: Temel rezerv miktarına mümkün rezerve ilave edilirse jeolojik rezerv elde edilir. Belirlenen kaynakların toplamıdır (Erarslan, 2008).

Tez çalışması kapsamında Akçaova- Çerçili köyleri arasında yüze ylenen Kandıra taşının mümkün rezervi hesaplanmıştır. Bu hesaplama için gerekli veriler alan, kalınlık ve görünür yoğunluktur (Tablo 8.1). Çalışma alanı 5000000 m² (5 km²)'dir. Çalışma alanı içinde yer alan yerleşim yerleri 1,84x10⁶ m²'ye sahip bir alan oluşturmaktadır. 1,84x10⁶ m² olan yerleşim yerindeki malzemeler üretime dâhil edilemeyeceğinden, toplam alan 5x10⁶ m²'den, 1,84x10⁶ m² yerleşim alanı çıkarıldığında rezerv için 3,16x10⁶ m² üretim alanı elde edilir. Görünen kalınlık ise ölçülü stratigrafik kesitte görüldüğü üzere yaklaşık toplam 7,2 m olarak

belirlenmiştir (bkz Şekil 2.2). Görünür yoğunluk ise laboratuvarda TS EN 1936 (2010) standardına göre yapılan deneyler sonucunda elde edilmiştir. Rezerv hesabı Denklem (8.1)'de verilmiştir.

$$\text{Rezerv} = \text{Alan (m}^2\text{)} \times \text{Kalınlık (m)} \times \text{Görünür Yoğunluk (kg/m}^3\text{)} \quad (8.1)$$

$$\text{Rezerv} = 3,16 \times 10^6 \times 7,2 \times 2,242$$

$$\text{Rezerv} = 51 \times 10^6 \text{ ton}$$

Kandıra taşı için mümkün rezerv miktarı 51×10^6 ton olarak hesaplanmıştır. Rezerv hesaplarında %20 oranında jeolojik kayıp (ton) göz önünde bulundurulmuştur. Hesaplanan rezerv miktarının %20' si jeolojik kayıp olarak $10,2 \times 10^6$ tondur. Net rezerv elde edebilmek için rezerv değerinden jeolojik kayıp değeri çıkarılır ve net rezerv $40,8 \times 10^6$ ton olarak elde edilir (Tablo 8.1).

Tablo 8.1. Kandıra taşının mümkün rezervi

Kandıra Taşı	Alan (m ²) x10 ⁶	Kalınlık (m)	Görünür Yoğunluk (kg/m ³)	Rezerv (ton) x10 ⁶	Jeolojik Kayıp (Ton) x10 ⁶ (%20)	Net Rezerv (Ton) x10 ⁶
	3,16	7,2	2,242	51	10,2	40,8

Kandıra taşı için 1 yılda 1000 m³ üretim vardır. Bu değer karşılığı 2240 tondur. Üretim için % 30 kayıp söz konusudur. 2240 ton üretim miktarının %30 oranı, 672 tondur ve bu değer üretim sırasında oluşan kayıplardır. Bu rezervin sürekliliğinin tespiti için net rezerv işletilebilirliği hesaplanmalıdır. Net rezervin ton olarak stoku Kandıra taşının yıllık üretim miktarı olan yaklaşık 3000 tona (2240 ton+672 ton) oranı ile net rezerv işletilebilirliği (yıl) elde edilir (Tablo 8.2).

Tablo 8.2. Kandıra taşı için üretim rakamları

Yapı taşı	Üretim (m ³ / yıl)	Üretim (ton/yıl)	Üretim Kayıpları (ton) %30	Net Rezerv İşletilebilirliği (yıl)
Kandıra Taşı	1000	2240	672	13600

Tablo 8.3. Kandıra taşının potansiyel ekonomik değeri

Kandıra Taşı	Üretim Birim Fiyatı (Ton/TL)	Net Rezerv (Ton) x10⁶	Toplam Tutar (TL)
	1340	40,8	54,672x10 ⁶

Kandıra taşının güncel piyasa birim maliyeti m³ başına 3000 TL olup, ton başına ise 1340 TL olarak hesaplanır (12.10.2019 tarihinde Günay Açıkgöz ile yapılan sözlü görüşme). Kandıra taşı 40,8x10⁶ rezerve sahip olup bu değerün üretim birim maliyet ile çarpılmasıyla potansiyel ekonomik değeri 54,672x10⁶ TL olarak hesaplanır. Hesaplanan rezerv sadece Akçaova-Çerçili köyleri arasındaki bölgeye ait rezervdir. Yapılan arazi çalışmalarında Kandıra taşının yayılımı inceleme alanı dışında da devam ettiği için bu rezervin daha da artacağı belirlenmiştir.

9. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kandıra Taşı günümüzden çok eski zamanlardan itibaren birçok eserde kullanılmış bir yapı taşıdır. Kolay şekillenebilmesinin yanında dayanıklılığında ve ekonomik olarak avantajlı olmasından dolayı pek çok tarihi eserin restorasyonu Kandıra taşı ile yapılmıştır. Bu tez çalışmasında Akçaova-Çerçili arasında yüzeylenen Kandıra Taşının kimyasal, fiziksel, mekanik, duraylılık-higrotermal özelliklerini ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır. Kandıra taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliği arazi çalışmaları ile gözlemlenmiş, laboratuvar çalışmaları yapılarak standartlara uygunluğu neticesinde değerlendirilmiştir. Kimyasal analiz ile yapısındaki %90,27 oranındaki kalsitten dolayı kireçtaşı grubuna girer. Arazi çalışmalarıyla nadiren açık renkli damarlara sahip olsa da bej-krem renge sahip kireçtaşları gözlemlenmiştir. Makroskobik olarak incelendiğinde Kandıra taşının sedimanter kökenli, sarımsı gri renkte, mikrokristalin doku ve küçük tane boyutuna sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca alg ve denizalesi (krinoid) fosillerine rastlanmıştır. Bu durum Kandıra taşının çökme ortamının sığ denizel olduğunun göstergesidir. Mikroskobik olarak incelendiğinde % 99,0 oranında kalsit ve % 1,0 oranından daha az opak mineralleri gözlemlenmiştir. Fiziksel özelliklere göre Anon (1979) sınıflamasında toplam gözeneklilik deneyine göre yüksek, görünür yoğunluk ve ses hızı ilerlemesi deneylerine göre orta sınıflamasında yer almaktadır. Atmosfer basıncında su emme değeri Kandıra taşı için TS 11137 standart değerine göre oldukça yüksektir. Deney sonucuna göre Kandıra taşının gözenekliliğinin fazla olması suyu tutması anlamına gelmektedir. Bu durum gece-gündüz arasındaki sıcaklık farkı fazla olan bölgelerde kullanımının uygun olmadığı sonucuna varmamı sağlamıştır. Türkiye için bu şehirler Ardahan, Kars, Erzurum, Iğdır, Ağrı ve Van'dır. Mekanik özelliklere göre aşınma dayanımının fazla olması Kandıra taşında bozunmalara yol açacağından yaya trafiğinin yoğun olduğu yerlerde kullanılmamalıdır. Duraylılık-higrotermal özellikleriyle Kandıra taşının nemli ortamda SO₂ yaşlanmasına karşı dayanıklılığının düşük olduğu tespit edilmiştir. Kandıra taşının donma-çözülme sonrası testi sonucuna göre ortalama % 0,11 kütle kaybına neden olmuştur. Tez çalışmam dâhilinde Kandıra taşının ekonomik potansiyeli ve rezervi değerlendirilmiştir.

İnceleme alanı içinde $40,8 \times 10^6$ ton rezerve sahiptir. Bölgedeki işleme açık ocaklarda yılda 1000 m^3 kullanım olduğu tespit edilmiştir. Bu rezerv 13600 yıl kullanılabilir durumdadır. Bu rezerv Akçaova-Çerçili köyleri arasındaki bölgeye aittir. Rezervin daha da arttırılabilmesi bölgede yapılacak diğer çalışmalara bağlıdır. Sonuç olarak kimyasal analize göre Kandıra taşının içerisindeki %90,27 oranındaki kalsit ile kireçtaşlarının yapı taşı olabilme özelliğini sağlamaktadır. Kandıra taşı için yapılan diğer çalışmalar ise fiziksel deneylerdir. Fiziksel deneylerde gözenekliliğin fazla olması nedeniyle sulu ortamlarda kullanıma uygun olmamaktadır. Mekanik deney sonuçlarına göre taşıma için uygun, yük için uygun olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca TS 11137 standardına uygun olduğu için dekorasyonda, restorasyonda ve peyzaj mimarisinde kullanıma uygundur.

KAYNAKLAR

Akbay D., Demirdağ S., Efe T., Şengün N., Donma-Çözülme ve Termal Şok Koşullarının Bazı Mermerler Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, 8. *Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi*, Afyonkarahisar, 13-15 Aralık 2012.

Anıl M., Kaya A.C., Yapıcı N., Midyat Taşının Kaplama ve Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Ç.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü*, 2008, **19**(3), 94-104.

Arman H., Ramazanoglu S., Goktepe F., Ozsoy E. A., Yilmaz G. Importance of Geological and Geotechnical Properties of Kandıra Stone in Civil Engineering Applications, *ISRM International Symposium-EUROCK 2010*, Lausanne, 15-18 June 2010.

Arman H., Ramazanoglu S., Akinci A., Mechanical and Physical Properties of The Kandıra Stone, Kandıra, Turkey, *Bull Eng Geol Environ*, 2007, **66**(3), 331-333.

Arsoy Z., Gürsoy M., Sert M., Doğaltaşların CaO, MgO ve SiO₂ İçerikleri ile Knoop Sertlik Değerleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, *Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2017, **10**(2), 162-171.

ASTM D 5550-06, Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Gas Pycnometer, *ASTM International*, West Conshohocken, PA, 2006.

Aydın M., Serdar H. S., Şahintürk Ö., Yazman M., Çokuğraş R., Demir O., Özçelik Y., Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) Yöresinin Jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1987, **30**(144), 1-14.

Aydın E.Ö., İpekçi C., Yerel Yapı Malzemesi Kaynakları: Kocaeli, 2017, *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi*, **12**, 98-132.

Bell F. G., Durability of Carbonate Rock as Building Stone With Comments on Its Preservation, *Environmental Geology*, 1993, **21**(4), 187-200.

Bell F. G., *Mühendislik Jeolojisi ve İnşaat*, 1. baskı, Gazi Kitabevi, Ankara, 2012.

Blows J.F., Carey P.J., Poole A.B., Preliminary Investigations Into Caen Stone in The UK; Its Use, Weathering And Comparison With Repair Stone, *Building and Environment*, 2003, **38**(9-10), 1143-1149.

Bozkurtoğlu E., Mert E., Kandıra Taşının Dayanım-Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İlişkisi, Kocaeli-Türkiye, *Uygulamalı Yer Bilimleri*, 2012, **1**(2), 30-50.

Büyüksağış İ.S., Gürcan S., ASTM ve TSE Doğal Taş Standartlarının Karşılaştırılması, *Madencilik*, 2005, **44**(1), 33-41.

Çapık M., Kaya S., Deney Adı: Eğilme (Bükülme) Dayanımı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Maden İşletme Laboratuvarı, Trabzon, http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/maden_263ff.pdf (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2019).

Çelik M.Y., Dekoratif Doğal Yapı Taşlarının Kullanım Alanları Ve Çeşitleri, *Madencilik*, 2003, **42**(1), 3-15.

Çelebi D., Köprübaşı N., Kefken- Kerpe Dolayında (Kocaeli) Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Karakteristikleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 2007, **50**(1), 17-21.

Çobanoğlu I., Çelik S. B., Assessments on The Usability of Wide Wheel (Capon) Test as Reference Abrasion Test Method for Building Stones, *Construction and Building Materials*, 2017, **151**, 319–330.

Çuvaş N., İzmit Civarının Jeolojisi ve Coğrafi Bilgi Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2002, 129454.

Deere D., Miller R., Bozulmamış Kayaçlar İçin Mühendislik Sınıflandırması ve İndeks Özellikleri, *Hava Kuvvetleri Silah Lab.*, AFWL - TR-65-116, 308, 1966.

Erarslan K., Maden Değerlendirme Ders Notları, Dumlupınar Üniversitesi, <https://madencilikrehberi.files.wordpress.com/2012/05/maden-degerlendirme-ders-notlar4b1.pdf> (Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2019).

Gedik İ., Pehlivan Ş., Timur E., Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi, *MTA Genel Müdürlüğü*, 10774, 2005.

Gedik İ., Pehlivan Ş., Timur E., Duru M., Türkiye Jeoloji Haritaları No: 13 İstanbul F23c Paftası, *MTA Maden Etüt ve Arama Genel Müdürlüğü*, 2005.

Karahan D. S., *Dünyada ve Türkiye’de Doğal Taşlar*, 1. basım, MTA Genel Müdürlüğü, Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı, Ankara, 2018.

Kaya S., Tek Eksenli Sıkışma (Basma) Kaya S., Tek Eksenli Sıkışma (Basma) Dayanımı Deney, Karadeniz Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarı, http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/maden_6db88.pdf (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2019).

Kılıç İ., Edirne (Keşan) Bölgesi Kumtaşlarının Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliği, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2009, 256240.

Kock T.D., Turmel A., Fronteau G., Cnudde V., Rock Fabric Heterogeneity and Its Influence on the Petrophysical Properties of A Building Limestone: Lede Stone (Belgium) as An Example, *Engineering Geology*, 2017, **216**(1), 31-41.

Küçük İ., Kaykılarlı C., X – Işınlı Floresans Spektroskopisi (XRF) Deney Föyü, Bursa Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri, Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi Metalürji ve Malzeme Mühendisliği, <http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/metalurji/Dosyalar/XRF%20Deney%20F%C3%B6y%C3%BC%20%2806.10.2017%29.pdf> (Ziyaret tarihi: 13 Mayıs 2019).

Matula M., Dearman W.R., Golodkovskaja G.A., Pahl A., Sanejouand R., Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping Part I: Rock and Soil Materials, *Bull Int Assoc Eng Geo.*, 1979, **19**(1), 364–371.

Moralı G., Karakaş A., Kocaeli Kandıra Taşının Jeolojik ve Yapıtaşı Özellikleri, *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 2019, **18**(1), 19-28.

Naghoj N.M., Youssef N.A.R., Maaitah O.N., Mechanical Properties of Natural Building Stone: Jordanian Building Limestone as an Example, *Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences*, 2010, **3**(1), 37-48.

Nespereira J., Blanco J.A., Yenes M., Pereira D., Irregular Silica Cementation in Sandstones and Its Implication on the Usability as Building Stone, *Engineering Geology*, 2010, **115**(3-4), 167-174.

Özkan F.S., Ünlüpınar (Kelkit-Gümüşhane) Yöresindeki Kireçtaşlarının Doğal Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Yer Altı Kaynakları Dergisi*, 2018, **7**(13), 37-62.

Selim H. H., Karakaş A., Coruk Ö., Çatalbaş A., Taş Ö. K., Osmaneli (Bilecik) Lefke yapı taşının jeolojik ve jeomekanik özelliklerinin değerlendirilmesi, *71. Türkiye Jeoloji Kongresi*, Ankara, 23-27 Nisan 2018.

Şengün N., Altındağ R., Akbay D., Demirdağ S., Doğal Taşların Tuz Kristallenmesine Karşı Direncinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile İlişkisinin İncelenmesi, *Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi ve Sergisi (MERSEM2017)*, Antalya, 13-15 Aralık 2017.

Taşgil N., Şahin G., Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Türkiye Doğal Taşlarının İktisadi Coğrafya Odağında Analizi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 2016, **33**(1), 607-640.

TS 11137, Muayene ve Deney Metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1993.

TS EN 12370, Tuz Kristallenmesine Direncin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2001.

TS EN 12371, Dona Dayanım Tayin, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2003.

TS EN 12372, Bükülme Dayanımı Tayin, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2001.

TS EN 12407, Petrografik İnceleme, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2013.

TS EN 12572, Su Buharı Aktarımı Özelliklerinin Belirlenmesi, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2001.

TS EN 13161, Eğilme Dayanımının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2009.

TS EN 13364, Saplama Deliğinde Kırılma Yükünün Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2003.

TS EN 1341 Ek C, Aşınma Direnci Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2004.

TS EN 13755, Atmosfer Basıncında Su Emme Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2003.

TS EN 13919, SO₂ Yıpratmasına Karşı Direncin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2004.

TS EN 14205, Knoop Sertlik Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2004.

TS EN 14066, Termal şok etkisiyle Yıpranmaya Direncin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2004.

TS EN 14231, Kayma Direncinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2004.

TS EN 14579, Ses Hızı İlerlemesinin Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2015.

TS EN 15309, XRF Cihazıyla Kimyasal Analiz, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2008.

TS EN 1925, Kılcal Etkiye Bağlı Su Emme Katsayısının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2000.

TS EN 1926, Basınç Dayanımı Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2000.

TS EN 1936, Gerçek Yoğunluk, Görünür Yoğunluk, Toplam ve Açık Gözeneklilik Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 2001.

TS 699, Muayene ve Deney Metotları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 1987.

URL-1 <https://www.mgm.gov.tr/> (Ziyaret tarihi: 14 Kasım 2019)

Yağız S., Başçeşme Formasyonu (Başçeşme-Denizli) Dolomitik Kireçtaşı Üyesinin Yapıtaşı Olarak Kullanılabilirliği, *Süleyman Demirel Üniversitesi: Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2009, **13**(3), 265-270.

Ziyaettin N., Kimyasal Uygulamalarının Kuzey Kıbrıs Yapı Taşlarının Durabilitesi Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010, 293879.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Moralı G**, Karakaş A, Kocaeli Kandıra Taşının Jeolojik ve Yapıtaşı Özellikleri, Uygulamalı Yer Bilimleri Dergisi, 2019, **18**(1), 19-28.



ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Kocaeli'nin İzmit ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Kazım Karabekir İlköğretim okulunda, liseyi Mimar Sinan Lisesinde tamamladı. 2011 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2015 yılında haziran ayında jeoloji mühendisi olarak mezun oldu. Akabinde 2015 yılında eylül ayında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Jeoloji Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. 2019 yılının mayıs ayında C sınıfı İş Sağlığı ve Güvenliği uzmanı oldu. 2019 yılının haziran ayında İstanbul Rumeli Üniversitesi Tezsiz Yüksek Lisansa başlamış olup halen öğrenimine devam etmektedir.