

Araştırma Makalesi

Kocaeli Kandıra Taşının Jeolojik ve Yapıtışı Özellikleri

Geological and Building Stone Characteristics of Kocaeli Kandıra Stone

Gülcan MORALI¹ ve Ahmet KARAKAŞ²

ÖZ

Doğal yapı taşları tarihin ilk çağlarından günümüze kadar yıllardır yapılarda yapı taşları olarak kullanılmalarının yanı sıra dekoratif amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Marmara bölgesinde yaygın olarak kullanılan en tanınmış doğal yapıtaşlarından birisi Kandıra Taşıdır. Bu taş Kandıra bölgesinde Akveren Formasyonu içinde yer almakta olup farklı litolojik tanımlamalara sahiptir. Kandıra Taşının yapı taşı olarak kullanılabilirliği, fiziksel ve mekanik özellikleri yanında standartlara uygunluğu açısından ortaya konulmuştur. Kandıra Taşı fiziksel özelliklerinden birim hacim ağırlık, su muhtevası, ağırlıkça su emme, yoğunluk ve gözeneklilik derecesi; mekanik-teknolojik özelliklerinden basınç dayanımı, don sonrası basınç dayanımı, don kaybı değerleri, darbe dayanımı, eğilme dayanımı, ortalama aşınma dayanımı ve Los Angeles deney sonuçları değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında laboratuvarında Kandıra Taşı numuneleri üzerinde fiziksel özellik deneyleri yapılarak, birim hacim ağırlık 2,35 g/cm³, ağırlıkça su emme %3,6, yoğunluk 2,54 g/cm³, gözeneklilik derecesi %9,6 elde edilmiştir. Değerlendirmeler sonucu Kandıra Taşının dekorasyon ve yenileme işlerinde, peyzaj mimarisinde, duvar ve süs kaplama amaçlı olarak kullanılabileceği öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kandıra taşı, doğal yapı taşı, fiziko-mekanik özellikler, Akveren formasyonu,

ABSTRACT

Natural building stones have been used as building stones in buildings from the earliest ages of history to the present day, as well as for decorative purposes. One of the most widely used natural stones in the Marmara region is Kandıra Stone. This stone is located in the Akveren formation in the Kandıra region and has different lithological definitions. The availability of the Kandıra Stone as a building stone has been demonstrated in terms of its physical and mechanical properties as well as its compliance with standards. The physical properties of Kandıra Stone including unit weight, water content, water absorption by weight, density and porosity and mechanical properties including uniaxial compressive strength, post-frost compression strength, frost loss value, impact strength, bending strength, average abrasion resistance and Los Angeles test results were evaluated. Within the scope of this study, physical property tests were performed on Kandıra Stone specimens in the laboratory and the unit volume weight was defined 2.35 g/cm³, water absorption was 3.6%, density was 2.54 g / cm³ and porosity was 9.6%. As a result of the evaluations, Kandıra stone can be used for decoration and renovation works, landscape architecture, wall and ornamental coating purposes.

Keywords: Kandıra stone, natural building stone, physico-mechanical properties, Akveren formation,

¹ Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41380 Kocaeli, İzmit

² Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli İzmit

*İlgili yazar / Corresponding author: gulcanmoralı1992@gmail.com
Gönderim Tarihi: 10.04.2019
Kabul Tarihi: 24.06.2019

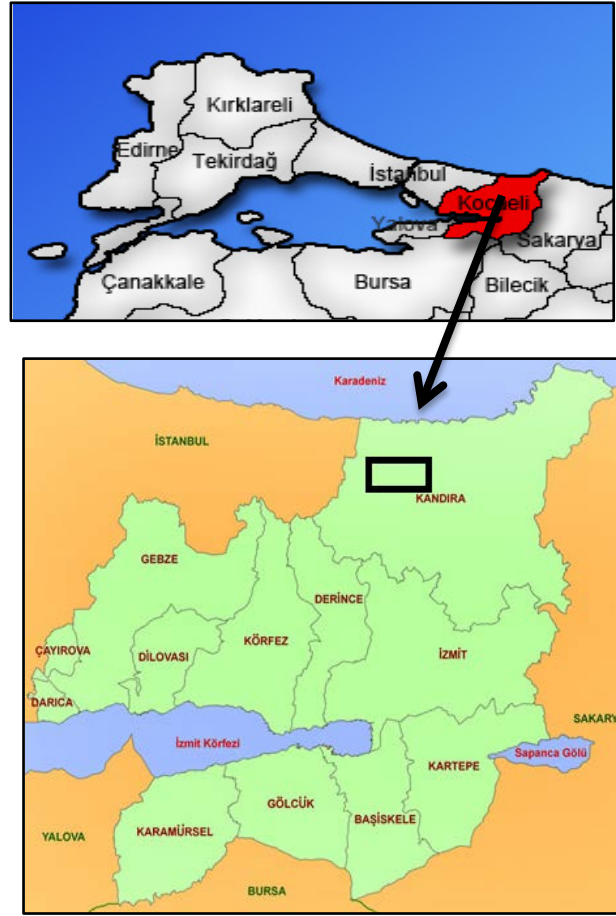
GİRİŞ

Doğal yapı taşları tarihin eski çağlarından günümüze kadar yıllardır yapılarda yapı taşları olarak kullanılmaları yanında dekoratif amaçlı olarak da kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında Kocaeli ili Kandıra ilçesi Çerçili ve Akçaova'da bulunan Kandıra Taşı olarak tanımlanan ve doğal yapı taşı amaçlı kullanılan Kandıra Taşının yapıtaşı özellikleri araştırılmıştır. Çalışma alanı ve konusuyla ilgili pek çok yayın literatürde yer almaktadır. Bell (1993) yapı taşı olarak karbonat kayalarının korunması çalışmasında karbonat kayalarının donma-çözünme, atmosfer kirliliği, tuz kristallenmesi ve asit biriktirmesi gibi çevresel etkilerden kaynaklı olumsuzluklardan korunması konusunu tartışmaya sunmuştur. Blows ve diğ. (2003) İngiltere'de biyoklast Caen Taşı ile ilgili yaptıkları çalışmada Caen taşlarının yapıtaşı olarak kullanılmalarını, farklı ayrışma ve restorasyon özelliklerini ortaya koymuşlardır. Arman ve diğ. (2007) çalışmasında Türkiye'nin kuzeybatı kesiminde yapıtaşı olarak yaygın kullanılan Kandıra taşının 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. 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 bilinen karbonat çimentolu kumtaşı- mikritik kireçtaşının suda dağılmaya karşı duraylılığı ile kayaç değişim değeri (KDD), kayaç değişim oranı, fiziksel ve mekanik özellikler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Örneklerin fiziksel değerleri belirlenip suda dağılmaya karşı duraylılık indeks deneyi 6 grup kayaç örneği için 13 çevrim şeklinde yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, Kandıra Taşının jeolojik ve yapıtaşı özellikleri ortaya konulmuştur. Bu amaçla literatür araştırması, arazi ve laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kandıra Taşı ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar ve bu çalışmada edinilen izlenimlere göre Kandıra Taşının başta şömine yapımında tercih edilmesi ile birlikte daha çok kaplama taşı olarak kullanıldığı belirlenmiştir.

İNCELEME ALANI

İnceleme alanı Kocaeli ili Kandıra ilçesi sınırları içerisinde yer alır. Kocaeli ilinin 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 (İpekçi ve Aydın, 2017).

İnceleme alanı 1/25000 ölçekli F23c3 ve F24d4 jeoloji paftalarında yer alıp yaklaşık 5 km²'lik bir alana sahiptir. Kandıra Taşlarının yayılım gösterdiği Akçaova ve Çerçili köyleri arasında kalan alan inceleme alanını teşkil eder. Şekil 1 inceleme alanın yerbulduru haritasını göstermektedir.



Şekil 1. İnceleme alanı yerbulduru haritası
Figure 1. Study area location map

BÖLGESEL JEOLJİSİ

İnceleme alanı, Karadeniz Levhacığı üzerinde, Kocaeli Yarımadası olarak bilinen coğrafyanın orta-kuzey bölümünde bulunmaktadır. Kandıra bölgesinin kuzey-kuzeydoğusunda yaygın Kratese yaşlı volkanizma ürünleri ve geri kalan kesimlerinde ise Kratese-Tersiyer yaşlı sedimanter karbonatlı kayalar ile Tersiyer yaşlı kiltası siltaşı ve kumtaşı ardalımalı birimler yer alır. Çelebi ve Köprübaşı (2007) Kandıra'nın kuzeyinde yüzeylenen volkanik kayaların (Kv) jeokimyasal özelliklerini ve bölgesel jeolojisini belirlemişlerdir. Volkanitlere ait 22 örneğin jeokimyasal analizleri yaptırılmış ve iz elementlerin ayırt edici karakteristikleri ile çalışma alanı içindeki volkanik kayaların hafif kalk-alkali özellikli Ada Yayısı-Toleyitik (IAT) karakterde oldukları ve metasomatize mantonun levha yitimi sırasında kısmi ergimesi sonucu oluştuğu belirlenmiştir. Kandıra İlçesinin batı kesimlerinde bulunan (Akçaova, Çerçili) sahasında hâkim kayaç birimleri Akveren Formasyonunda (KTA) yer alan killi, mikritik, yarı pelajik bol fosilli kireçtaşı, kumtaşı, şeyl seviyeleri oluşturur. Akveren Formasyonu, hakim olarak krem-bej-açık gri-pembe renkli, ince-orta-kalın tabakalı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları çok değişik fasiyeslerden meydana gelmektedir. Çökme ortamının derinliğindeki ve çökme ortam şartlarındaki değişimlere bağlı olarak fasiyesler de değişmektedir. Sığ kesimlerde ince-orta tabakalı, kırıntılı kireçtaşları, derin kesimlerde mikritik, killi kalkarenitik kireçtaşları, türbiditik kesimlerde en çok kalkarenit-marn ardalıması gözlenmektedir. Volkaniklere yakın kesimlerde pembe renkli mikritik kireçtaşları ve rudistli kireçtaşları yer alır. Bazı kesimlerde kireçtaşları çört

çermektedir. Formasyon yer yer kalın marn seviyeleri içerir. Marnlar yeşil renkli, baklava dilimli ve şeyl görünümündedir. Birimin üst seviyelerine doğru çakıl taşları çökelmiştir. Çakıllar ufak çakıl boyutundan blok boyutuna kadar değişik boyutta olup orta-iyi yuvarlanmıştır. Çakıllar kireçtaşı ve çörtlerden oluşmaktadır ve kırıntılı kireçtaşı matriksi içerisinde yer almaktadır (Timur ve Aksaray, 2002). Bölgenin güney ve doğu kesimlerinde bulunan Tersiyer yaşlı kilitaşı siltaşı ve kumtaşı ardalımalı birimler Korucu Formasyonu (Tk) içinde yer alır. Bu formasyon Kandıra bölgesinden İzmit'e kadar kuzey güney yönünde geniş bir yayılım sunar.

KANDIRA TAŞININ JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Mineralojik ve Petrografik Özellikler

Kandıra Taşının litoloji tanımlaması ile ilgili birkaç görüş bulunmaktadır. Kandıra Taşı Bozkurtoğlu ve Mert (2012)'e göre karbonat çimentolu kumtaşı-mikritik kireçtaşı, Aydındağ ve Erkanol (2011)'a göre ise bol fosilli kireçtaşı, Ramazanoğlu (2010)'na göre biyomikritik kalker olduğu belirlenmiştir. Kandıra-Çerçili-Akçaova yöresindeki taş ocaklarından elde edilen numunelerin mineralojik-petrografik analiz sonucuna göre: Kripto-mikrokristalen dokulu olan karbonat çamuru (mikritik) içinde bol miktarda değişik boyutlarda mikro fosil ve fosil kavkuları ile eser miktarda ince kum boyutlarda epiklastik malzemenin (kuvars) oluşmaktadır (Tablo 1). Yer yer rekristalizasyona bağlı, mezokristalen tane boyutunda kalsit büyümeleri gözlenmiştir.

Tablo 1. Kandıra Taşının mineralojik ve petrografik özellikler (Aydındağ ve Erkanol, 2011)

Table 1. Mineralogical and petrographic properties of Kandıra stone (Aydındağ and Erkanol, 2011)

Makroskopik Özellikler		Mikroskopik Özellikler		
Renk-Tane	Yapısal	Doku	Bileşim	Kayaç
Bej, Krem, İnce Taneli	Masif	Kripto Mikrokristalin	Fosil Epiklastik	Fosilli Kireçtaşı
Bej, Krem, İnce Taneli	Masif	Kripto Mikrokristalin	Fosil Epiklastik	Fosilli Kireçtaşı
Bej, Krem, İnce Taneli	Masif	Kripto Mikrokristalin	Fosil Epiklastik	Fosilli Kireçtaşı

Renk ve Görünüm

Kandıra Taşı, yeşilimsi tonlarda, sarı, gri-beyaz, krem-bej, mavimsi renklere sahiptir. Birimde bazı kısımlarında bantlı yapıya da rastlanmaktadır. Bej ve beyaz renkli marn tabakaları ile fosilli kireçtaşı tabakaları ardalımalı olarak bir arada bulunur. Bu ardalımlar keskin sınırlar içindedir. Marn tabakaları da laminalı, ince ve çatlaklı yapıya sahiptir (Şekil 2).



Şekil 2. Kandıra Taşının arazideki görünümü
Figure 2. A View of Kandıra stone in the field

KANDIRA TAŞININ YAPITAŞI ÖZELLİKLERİ

Teknolojik Özellikler

Doğal taşlarda teknolojik özellikler sertlik, köşe-kenar kesebilme durumu, plaka verme ve cila alma gibi parametrelerdir. Doğal taşlarda ideal sertlik oranı Mohs Sertlik Skalasına göre 2-3 arasında değişmektedir. Kandıra Taşı tırnakla değil bakır para ile çizilme gösterdiğinden sertlik değeri 3 olarak belirlenmiştir. Kandıra Taşı ocak sahalarından alınmış 7 numune kayaç örneğine göre, plaka verme, kenar-köşe kesilmesi, cila alma yeteneği bakımından yüksek oranda 'iyi' olarak bulunmuş olup (Aydındağ ve Erkanol, 2011) elde edilen teknolojik özellikler Tablo 2'de verilmiştir. Teknolojik açıdan uygun özellikler sunan Kandıra Taşının kullanım alanlarından ikisi Şekil 3'te yer almaktadır.

Tablo 2. Kandıra taşı teknolojik özellikleri (Aydındağ ve Erkanol, 2011)

Table 2. Technological properties of Kandıra stone (Aydındağ and Erkanol, 2011)

Numune Sayısı	Sertlik	Plaka Verme	Kenar-Köşe Kesilme	Cila Alma
7	3	İyi	iyi	iyi



Şekil 3. Kandıra Taşının kullanım alanları
Figure 3. Usage areas of Kandıra Stone

Fiziksel Özellikler

Kandıra Taşının fiziksel özellikleri kapsamında yoğunluğu, birim hacim ağırlığı, porozitesi, atmosfer basıncında su emmesi, kaynar suda su emmesi, gözeneklilik derecesi ve doluluk oranı belirlenmiştir. Bu özelliklerin ortalama değerleri Tablo 3'te verilmektedir. Kandıra Taşı fiziksel özellikleri farklı araştırmacılar tarafından farklı değerlerde bulunmuştur. Akıncı (2004) çalışmasında 3 numune üzerinde fiziksel özellik deneyleri yapmıştır. TS EN 13755 standardına göre ağırlıkça su emme deneyi sonucunda su emme değerini %4,9, ASTM D 5550-06 standardına göre yoğunluk deneyi sonucunda ise yoğunluğu $2,709 \text{ gr/cm}^3$ olarak belirlemiştir. Aydındağ ve Erkanol (2011) 7 numune üzerinde fiziksel özellikleri belirlemeye çalışmıştır. Ağırlıkça su emme değerini ortalama %3,91, yoğunluğu $2,67 \text{ g/cm}^3$ ve poroziteyi %7,91 olarak belirlemiştir. Bozkurtoğlu ve Mert (2012) 88 numune üzerinde çalışmıştır. TS 1900-1 standardına göre yapılan birim hacim ağırlık deneyi sonucunda $2,33 \text{ g/cm}^3$, TS EN 1936'ya göre yapılan deneyde gözeneklilik derecesi %10,07 elde edilmiştir. Bu çalışmada ise arazide Akçaova kesimlerinden alınan 5 numune üzerinde yapılan fiziksel deneyler yardımıyla birim hacim ağırlık $2,35 \text{ g/cm}^3$, ağırlıkça su emme %3,6, yoğunluk $2,54 \text{ g/cm}^3$ ve gözeneklilik derecesi %9,6 olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3. Kandıra Taşının fiziksel özelliklerinin ortalama değerleri
Table 3. Mean values of physical properties of Kandıra stone

Deneyler	İlgili Standart	Akıncı (2004)	Aydındağ ve Erkanol (2011)	Bozkurtoğlu ve Mert (2012)	Bu Çalışma (2019)	Anon (1979)'a Göre Sınıf Aralığı
Birim Hacim Ağırlık (g/cm^3)	TS 1900-1	-	2,51	2,33	2,35	Orta 2.2- 2,5
Ağırlıkça Su Emme (%)	TS EN 13755	4,9	3,91	-	3,6	-
Yoğunluk (g/cm^3)	ASTM D 5550-06	2,709	2,67	-	2,54	Orta 2,2-2,55
Gözeneklilik Derecesi (%)	TS EN 1936	-	7,91	10,07	9,6	Orta %5-15

Mekanik Özellikler

Kandıra Taşının belirlenen mekanik özellikleri, tek eksenli sıkışma dayanımı, don sonrası sıkışma dayanımı, don kaybı, darbe dayanımı, eğilme dayanımı Böhme aşınma dayanımı, Los Angeles aşınma

olup elde edilen değerler Tablo 4'te verilmiştir. Akıncı (2004) 3 numune üzerinde don kaybı deneyi için çalışmış ve TS 699 standardına göre ortalama %4,6 değerini, Los Angeles katsayısını belirlemek için TS EN 1097-2 standardına göre %17 değerini elde etmiştir. Mekanik özellikler ile ilgili diğer bir çalışma Aydınadağ ve Erkanol (2011)'a aittir. Çalışmalarını 7 numune üzerinde gerçekleştiren araştırmacılar TS EN 1926 standardına göre tek eksenli sıkışma dayanımını 61,31 MPa, TS 699 standardına göre don kaybını %0,1, TS EN 12371 standardına göre don sonrası basınç dayanımı 67.21 MPa, TS EN 13161 standardına göre eğilme dayanımı 16,31 MPa, TS EN 14157 standardına göre ortalama aşınma dayanımı $29,50 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$, TS EN 1097-2 standardına göre Los Angeles katsayısını %25,71 olarak elde etmişlerdir.

Tablo 4. Kandıra Taşının mekanik özelliklerin ortalama değerleri

Table 4. Mean values of the mechanical properties of Kandıra stone

Deneyleer	İlgili Standart	Akıncı (2004)	Aydınadağ ve Erkanol (2011)	Sınıf	Sınıflandırma
Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	TS EN 1926	-	61.31	Orta (56-112 MPa)	Deer and Miller (1966)
Don Sonrası Basınç (MPa)	TS EN 12371	-	67.21	-	-
Don Kaybı Değeri (%)	TS 699	4,6	0,1	-	-
Darbe Dayanımı (kg.cm/cm ³)	TS EN 12390-3	-	15,14	-	-
Eğilme Dayanımı (MPa)	TS EN 3161	-	16,31	≥7	TS 11145 (1993) konglomera yapı taşı özellikleri
Böhme (Aşınma Dayanımı) Deneyi (cm ³ /50 cm ²)	TS EN 14157	-	29,50	Orta derecede aşınabilir kaya	Çobanoğlu ve Çelik (2017)
Los Angeles Katsayısı (LA)(%)	TS EN 1097-2	17	25,71	-	-

Kimyasal Özellikler

Kayaçların kimyasal özelliklerini belirlerken kayacın yapısındaki O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, K, Na gibi ana element yüzde dağılımları göz önüne alınır. Kimyasal özellikler kayacın litolojisinin atmosferik koşullar altında ayrışma, bozuşma ve kimyasal tepkime potansiyeli hakkında bilgiler sunar. Aydındağ ve Erkanol (2011) Kandıra Taşına ait 7 numune üzerinde kimyasal analizler yaparak CaO, SiO₂, Fe₂O₃ ve MgO kimyasal bileşenlerinin yüzde dağılımlarını belirlemişlerdir. Elde edilen değerlere göre Kandıra Taşının bileşimi en fazla olandan en aza doğru CaO, SiO₂, Fe₂O₃ ve MgO şeklinde sıralanır (Tablo 5).

Tablo 5. Kandıra Taşının kimyasal içeriği

Table 5. Chemical content of Kandıra stone (Aydındağ and Erkanol, 2011)

Numune Sayısı	MgO (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)
7	0,50	3,30	51,30	0,70

SONUÇLAR

Bu çalışma, Kandıra Taşının fiziksel, mekanik, mineralojik ve kimyasal özelliklerini ortaya koymaktadır. Bu amaçla literatür araştırması, arazi ve bazı laboratuvar çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Kandıra taşının jeolojik özellikleri arazide yapılan arazi çalışmaları ile yapıtaşı olarak kullanılabilirliği ise, laboratuvar çalışmaları sonuçlarının standartlara uygunluğuna göre değerlendirilmiştir. Kimyasal çalışmalar kapsamında yapısındaki %90,95 oranındaki kalsitten dolayı kireçtaşı olarak tanımlanmıştır. Arazi çalışmalarında nadiren açık renkli damarlara sahip olsa da bej-krem renkli orta-kalın tabakalı, az ayrışmış, az süreksizlik içeren bir birim olduğu gözlemlenmiştir. Kandıra Taşının makro numuneleri incelendiğinde yapısında deniz kabukları fosillerine rastlanmıştır. Bu durum Kandıra Taşı biriminin sığ denizel bir ortamda çökeldiğinin göstergesidir. Mekanik deneyler sonucunda tek eksenli sıkışma dayanımı, Los Angeles ve aşınma dayanımı değerlerine göre standartlara uygunluğu açısından dayanıklı taş sınıfına girmektedir. Bu sebepten dolayı kaplama ve döşeme malzemesi olarak tercih edilmektedir. Kandıra Taşı günümüzden çok eski zamanlardan itibaren birçok eserde kullanılmıştır. Kolay şekillenebilmesinin yanında dayanıklılığından ve ekonomik olarak avantajlı olmasından dolayı pek çok tarihi eserin restorasyonu Kandıra Taşı ile yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- ANON., 1979, Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part I – rock and soil materials, Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 19, 364–371.
- AKINCI A., 2004, Kandıra Taşının Yapı ve Özellikleri, Kandıra Sempozyumu ve Kandıra Kurultayı, Kandıra Kaymakamlığı ve Kocaeli BŞB, s.139, Kocaeli.
- ARMAN, H., RAMAZANOĞLU, S., AKINCI, A., 2007, Mechanical and physical properties of the Kandıra stone, Kandıra, Turkey Bull Eng Geol Environ 66:331-333, <https://doi.org/10.1007/s10064-006-0082-x>.
- ARMAN, H., RAMAZANOĞLU, S., GÖKTEPE, F., OZSOY, E. A., YILMAZ, G., 2010, Importance of Geological and Geotechnical Properties of Kandıra Stone in Civil Engineering Applications, In ISRM International Symposium-EUROCK 2010, International Society for Rock Mechanics.
- ASTM D5550-06, 2006, Standard Test method for specific gravity of soil solids by gas pycnometer, ASTM International, 5p.
- AYDIN E.Ö., İPEKÇİ C., 2017, Yerel Yapı Malzemesi Kaynakları: Kocaeli, Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi.
- AYDINDAĞ A., ERKANOL D., 2011, Kandıra Taşı'nın (Kocaeli) Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, MTA Maden Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı.
- BELL F. G., 1993, Yapı Yaşı Olarak Karbonat Kayalarının Korunması, Environmental Geology, Cilt 21, Sayı 4, s. 187–200.
- BLOWS J.F., CAREY P.J., POOLE A.B., 2003, İngiltere'de Caen Stone ile İlgili Ön İncelemeler; Kullanımı, Ayrışması ve Onarım Taşı ile Karşılaştırılması, Building and Environment, cilt 38, sayı 9–10, Eylül- Ekim 2003, Sayfa 1143-1149.
- BOZKURTOĞLU E., MERT E., 2012, Kandıra Taşının Dayanım-Suda Dağılmaya Karşı Duraylılık İlişkisi, Kocaeli-Türkiye, Uygulamalı Yer Bilimleri Sayı:1-2 (2012) 30-50
- ÇELEBİ D., KÖPRÜBAŞI N., 2007, Kefken- Kerpe Dolayında (Kocaeli) Yüzeyleyen Volkanik Kayaçların Jeokimyasal Karakteristikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 50, Sayı 1, Nisan 2007
- ÇOBANOĞLU I., ÇELİK S.B., 2017, Assessments on the usability of wide wheel (capon) test as reference abrasion test method for building stones. Constr Build Mater 151:319–330.
- DEER D.U., MILLER R.P., 1966, Engineering classifications and index properties of intact rock. Technical Report No: AFWL-TR 65-116. University of Illinois, USA, 300p.
- GEDİK İ., PEHLİVAN Ş., TİMUR E., 2005, Kocaeli Yarımadasının Jeolojisi-MTA Raporları.
- KAVAS T., ÇELİK M.Y., 2001, Elvanpaşa (Afyon) Trakiandezitlerinin Jeolojisi ve Yapı Taşı Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi C.XIV, S.2.
- TİMUR E., AKSARAY A., 2002, Türkiye Jeoloji Haritaları No:26 Ereğli-F24 ve Ff-25 Paftaları, MTA Maden Etüt ve Arama Genel Müdürlüğü.

TS EN 1097-2, 2000, Agregaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 2: Parçalanma Direncinin Tayin İçin Metotlar, ICS 91.100.15, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12390-3, 2003, Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN ISO 17892-2, 2014, Birim Hacim Kütleinin Belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 1900-1, 2006, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri – Bölüm 1 Fiziksel Özelliklerin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 11145, 1993, Konglomera-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

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

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

TS EN 14157, 2005, Aşınma direncinin tayini – Böhme, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

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

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

TS 699, 2009, Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deneyi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 13161, 2009, Sabit Moment Altında Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.