

Makalenin Geliş Tarihi : 26.01.2010  
Makalenin Kabul Tarihi : 22.02.2010

## **ESKİŞEHİR-DERBENT BÖLGESİ BEYAZ TÜFLERİNİN DOĞAL YAPI TAŞI OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLİRLİĞİ**

Gülnaz DALOĞLU<sup>1</sup>, Ercan EMİR<sup>2</sup>

**ÖZET :** Tüf dayanım özellikleri son derece düşük olmasına karşın, eski zamanlardan beri Orta Anadolu'nun çeşitli yerlerinde doğal yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde de kesme taş olarak üretimi ve kullanımı söz konusudur. Tüflere özgü bir standardın olmaması değerlendirilebilirlik çalışmalarını güçleştirmektedir. Bu çalışma ile tüflerle ilgili bir standardın oluşturulmasına ışık tutmak ve mevcut standartlara göre de Eskişehir-Derbent tüflerinin doğal yapı taşı olarak değerlendirilebilirliğinin ortaya konması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Eskişehir-Derbent'te bulunan bir kesme taş ocağındaki beyaz tüflerin fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve mevcut standartlara göre doğal yapı taşı olarak değerlendirilebilirliği araştırılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELELER :** Derbent, tüf, doğal yapı taşı, dolgu duvar, kagir duvar

## **THE ASSESSMENT OF TUFFS LOCATED AT ESKİŞEHİR- DERBENT REGION AS THE NATURAL BUILDING STONE**

**ABSTRACT :** Tuff has been used as natural building materials in various places in Central Anatolia since ancient times despite the fact that its strenght properties are highly low. Today it is also produced and used as face stone. However, lack of standards for tuff makes utility studies difficult. So, this study aims to shed light on forming standards for tuff and to present the utility of Eskişehir-Derbent tuff as natural building materials with regard to current standards. Therefore, physical, chemical and mechanical features of white tuff in a face stone mine in Eskişehir-Derbent were determined and then they were investigated whether they could be utilized as natural building stones regarding the current standards.

**KEYWORDS :** Derbent, tuff, natural building stone, infilling masonry, massive wall

<sup>1,2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kamp. ESKİŞEHİR

## I. GİRİŞ

Tüfler, volkanik patlamalar sırasında katı halde dışarı püsküren, tane boyutu 2 mm' nin altında ve % 75'in üzerinde piroklastik malzeme içeren, başlıca volkan camı kıymıkları, kristal ve kayaa parçaları şeklinde olan malzemelerdir [1].

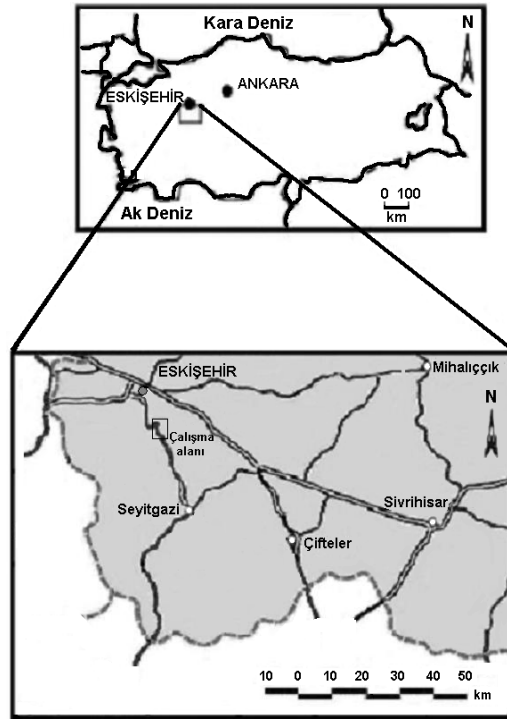
Tf Anadolu'da geçmişten günümüze kullanılan bir yapı malzemesi olmuştur. Anadolu medeniyetleri tüfler içerisinde açılmış odalarda yaşamlarını sürdürmüş; buraları barınma, yiyecek depolama ve ibadet yeri olarak kullanmışlardır. Frigya Vadisi ve Kapadokya bölgesi bu konuda önemli yerleşim yerleridir. Eskişehir'in güneyinde yer alan Yazılıkaya (Midas) Anıtı M..600 yıllarında Frigler tarafından yapılmış ve geçmişten günümüze kadar ayakta kalabilmiş nadir örneklerdendir. Yakın geçmişe ait; Anadolu'da tfn kesme taş olarak kullanıldığı Osmanlı mimarisine ait çok sayıda yapı örnekleri mevcuttur. Eskişehir'de bununla ilgili olarak 1525 yılında yapılmış Eskişehir Kurşunlu kllyesi bugüne kadar ayakta kalabilmiş yapılardandır (şekil 1). Günümüzde ise, özellikle Kayseri ve Nevşehir illerinde kesme taş olarak üretimi ve kullanımı söz konusudur. Eskişehir'de de Derbent iftliği'nde iki ayrı kesme taş ocağı bulunmakta olup, pembe tf üretimi yapan ocakta üretim yapılmazken, beyaz tf üretimi yapan ocak halen üretimini sürdürmektedir.



*şekil 1. Kurşunlu kllyesi (Eskişehir)*

Tüflerin geçmişten günümüze bu geleneksel kullanımının en önemli sebeplerinden biri, Anadolu'da geçmiş zamanlardan beri devam eden volkanik hareketler sonucu yaygın halde oluşmuş olmasıdır. Bunun yanında, hafif ve kolay işlenebilir olması da çok önemli bir kullanım sebebidir. Ayrıca, tüflerdeki geniş açıklıklı süreksizlikler kazı işini kolaylaştırmış olabilir [2, 3]. Literatürde tüflerle ilgili olarak, Kapadokya tüflerinin [2, 4, 5] ve Yazılıkaya tüflerinin [6, 7, 8] fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmiş olduğu çeşitli çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmaların ortak sonucu; tüflerin hafif, porozitesi yüksek ve düşük dayanımlı bir kayac olduğuudur. Tüflerin zayıf bir malzeme olmasına rağmen, geçmişten günümüze ayakta kalmış tüften yapılar kullanılabilirliğinin bir ölçütü olmaktadır.

Bu çalışmada, Eskişehir Derbent Çiftliği tüflerinin fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve doğal yapı taşı olarak değerlendirilebilirliğinin araştırılması amaçlanmış olup, çalışma alanı, Eskişehir'in yaklaşık 20 km güneydoğusunda yer almaktadır (Şekil 2).



*Şekil 2. Çalışma alanının yerleşke haritası.*

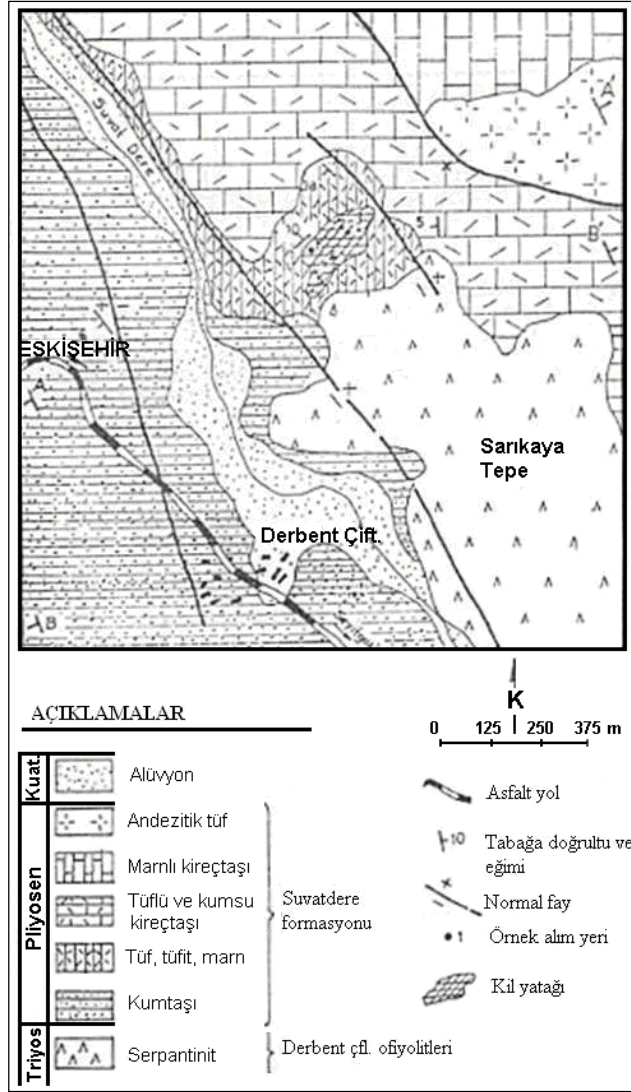
## ***II. DERBENT BÖLGESİNİN JEOLJİSİ***

Sarız vd. [9] bölgedeki lokal bir oluşum olan kil yatağının jenetik olarak Neojen yaşlı glssel seriye ait tf ve tfitlerin yzeyssel alterasyonu ve kısmen de yeraltı sularının etken olduğu bir ortamda oluştuğunu belirtmişlerdir [9].

Sarız vd. [9] göre; Derbent Bölgesi ‘‘Derbent iftliği Ofiyolitleri’’ ve ‘‘Suvatdere Formasyonu’’ adlı iki alt birimden oluşmaktadır [9].

### ***II.1. Derbent iftliği Ofiyolitleri***

Birim, dünit, peridotit ve serpantinlerden oluşmaktadır. Dnit ve peridotitlerin kırıklı deformasyonları sonucu serpantinitlere dönüşümü, farklı derecelerde ve şiddette yaygınlık kazanmaktadır. Dolayısıyla serpantinleşmiş bir matriks içinde dünit ve peridotitleri birbirinden ayırmak ve sınırlarını çizmek oldukça güçleşmektedir. İnceleme alanının temelini oluşturan bu birim stten Pliyosen yaşlı Suvatdere formasyonu tarafından örtülmektedir. Sarıız vd. (1987); birimdeki oluşuklara Derbent iftliği köyünün doğusunda Sarıkaya tepe civarında yzeylendiğinden, Derbent iftliği köyüne atfen ‘‘Derbent iftliği Ofiyolitleri’’ adını verilmişlerdir. Birimin yaşının yakın yöredeki ofiyolitlerle kıyaslandığında Triyas yaşta olması olasıdır (şekil 3) [9].



**Şekil 3.** Derbent Çiftliği çevresinin jeoloji haritası [9].

## II.2. Suvatdere Formasyonu

Gösel Pliyosen çökellerinden oluşan bu formasyon, Derbent Çiftliği ofiyolitlerinin oluşturduğu düzensiz aşınım topoğrafyası üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Formasyon, kumtaşı, tüf, tüfit, marn, kumlu kireçtaşı ve andezitik tüflerden oluşmaktadır. Kumtaşları alacalı renkli, normal boylanmalı olup, tabaka kalınlıkları 10 ile 15cm arasında değişmekte bazen 5cm

kalınlığa ulaşabilen kil bantları gözlenebilmektedir. Kumtaşlarının zerine ince tabakalanmalı sarımsı, boz ve beyaz renk gösteren tf, tüfit ve marnlı oluşuklar gelmektedir. Kil yatağı bu tortuların içinde bulunmakta ve tf, tüfit ve marnlı seviyelerde yatay tedrici geçişler göstermektedir. Kalınlığı 8 ile 10m'ye kadar çıkabilen kil yataklanmasında tf ve tfitli seviyeler 1m'ye kadar ulaşabilmektedir. Tfl ve kumlu kireçtaşları ise, birimin üst kesimlerinde bulunmakta ve yer yer sileks bantları içermektedir. İnceleme alanının kuzeydoğusunda kumlu kireçtaşları üzerine uyumlu marnlı kireçtaşları gelmektedir. Suvatdere formasyonunun inceleme alanı dışındaki aynı birimlere göre Pliyosen yaşlı olabileceği kanısına varılmıştır. Formasyonun st kesiminde andezitik tüfler bulunmakta ve formasyonun tüm kalınlığını 125m'ye ulaştırmaktadır. Oluşuklar genellikle yatağa eğimleri 5<sup>0</sup> ile 40<sup>0</sup> arasında değişmektedir. İnceleme alanında, yapısal oğelerin başında KG-GD doğrultulu eğim atımlı normal faylanmalar gelir. Formasyon için kıvrımlar diğer yapı Őekillerini oluşturur [9].

### **III. KESME TAŞ OCAK ÜRETİMİ**

Mermer ocak üretimi blok üretimine dayanmaktadır. Tf ocak üretiminde ise çoğunlukla yerinde dilimleme ile direkt ürün elde edilmesi yoluna gidilmektedir. Bu nedenle tf ocakları kesme taş ocağı Őeklinde adlandırılmaktadır. Çalışma konusu bölgede iki ayrı kesme taş ocağı bulunmakta olup, pembe tf üretimi yapan ocakta üretim son verilmiş olup, beyaz tf üretimi yapan ocakta halen üretim sürdürülmektedir. Bu alışma kapsamında söz konusu ocaktaki üretim yöntemi incelenmiştir.

Derbent kesme taş ocağında tüfler, raylı taş kesim makinası ile kuru kesim yapılarak çıkartılmaktadır. Ucuca eklemeli raylı sistem üzerinde hareket eden, dizel tahrikli makine ile derinlik 20 cm, aralarındaki mesafe 40 cm alınarak dilimler oluşturularak ocak üretimi yapılmaktadır. Üretim yapılırken ocak zemini yatay dilimler halinde tamamen dilimlenir ve bu dilimlere dik yönde ray döşenir. Kesme makinası ile dik yönde kesim yapılarak bloklar elde edilmektedir. Kesme makinası hem yatay yönde tabanı keserken, hem de düşey yönde dilimleri keserek uygun boyutlu bloklar çıkarmaktadır (Şekil 4a). Kesme makinasında yatay ve düşey 60 ile 120 cm çaplı, 28 ve 56 soketli iki adet elik testere ile kesim işlemi gerçekleştirilmektedir

(Şekil 4b). Müşteri talebine göre kesme taş ürün boyutları değişmektedir ve ocakta günde 500 – 2000 adet kesme taş üretimi yapılmaktadır.



a)

b)

**Şekil 4.** Derbent kesme taş ocağındaki üretim yöntemi ve kesme makinasının görünümü

Tüf ocaklarında ham blok üretimi yapılması yerine kesme taş üretim yönteminin uygulanmasının en önemli avantajı, direkt ürün elde edilmesi olmaktadır. Blok üretimine göre kayıplar daha az olmaktadır. Bu şekil bir üretim yönteminin uygulanabilir olmasında ise, öncelikle tüflerin yumuşak bir kayaç oluşu, ayrıca mermerdeki gibi çok farklı boyutlarda ürün üretiminin tüfler için gerekli olmayışı rol oynamaktadır.

Kesme taş üretim yönteminin getirdiği bir diğer avantaj ise nakliyatta olmaktadır. Tüfün mermerlere nazaran oldukça hafif bir malzeme olmasının yanında, kesim yapmak için blokların fabrikaya taşınması gibi bir zorunluluk ortadan kalkmakta, ürün teslim yerine ocaktan ulaştırılmaktadır. Bunun yanında, örneğin 128 adet 20x40x60cm'lik ürün alınabilecek 6.5m<sup>3</sup>'lük çok düzgün bir bloktan 8.5mm'lik elmas soketli disklerle kesim yapıldığında teorik olarak %6 oranında kayıp meydana gelecektir. Pratikte bu kayıp çok daha fazla olacaktır. Bu durum, kesme taş ocaklarında nakliyat masraflarına yine olumlu yönde yansımaktadır.

#### IV. KİMYASAL ANALİZLER

Derbent tfne ait sırasıyla X-ışınları floresans (XRF) ve X-ışınları kırınımı (XRD) analizleri yapılmıştır[10].

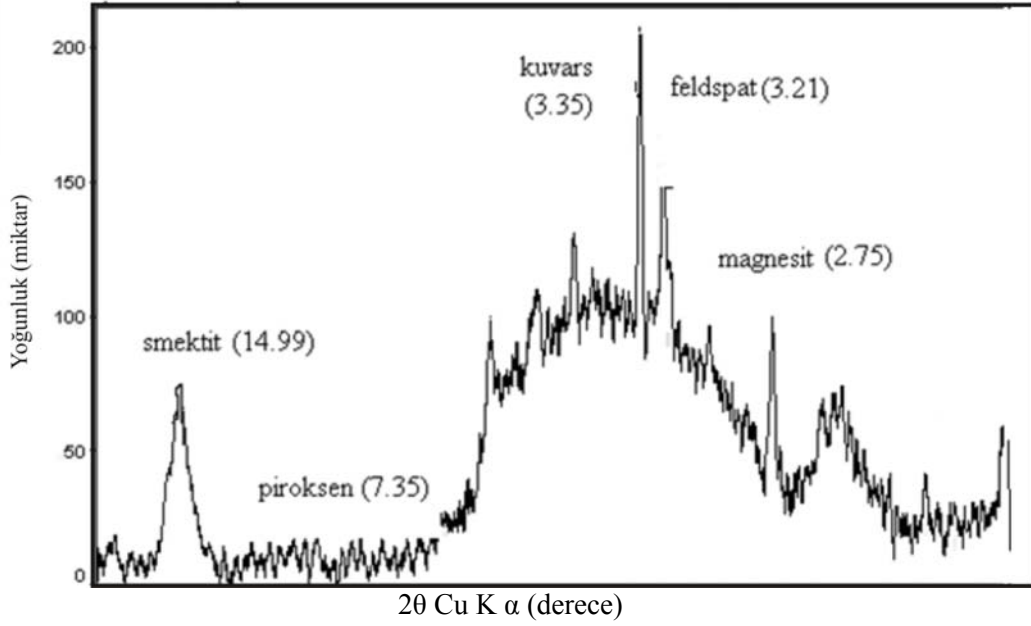
Çizelge 1’de verilen XRF analiz sonuçlarına göre, Derbent tfnde en fazla miktarda SiO<sub>2</sub> (% 69,70), az miktarda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (% 11,96) ve yardımcı minareler olarak da K<sub>2</sub>O ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bulunmaktadır. Ayrıca Na<sub>2</sub>O miktarı yok denecek kadar az çıkmıştır. Derbent tf kuvarşça çok zengin olup, feldspat minerali olan ortoklast, bir kil bileşiği olan montmorillonit (smektit), alkali feldspat olan albit, piroksen grubunda olan ojit ve magnesit minerallerini içermektedir (Şekil 5) [10].

Magmalar içerdikleri SiO<sub>2</sub> (%) miktarına göre; asit (granitik, riyolitik), nötr (andezitik), bazik (bazaltik) ve ultrabazik magma (peridotit) olarak dörde ayrılır. Yapılan analiz sonuçlarına göre Derbent tfnde SiO<sub>2</sub> değeri % 69.70 ile asit magma grubunda olup, Le Bas sınıflandırmasına [11] göre Derbent tf “dasitik tf” grubuna girmektedir (Şekil 6). Dasitik tüfler, tüm feldspatlara göre % 0-35 arasında değişen miktarda alkali feldspat içerir. Yani, plajioklaz bakımından zengindir. Bu kayaçlar, beyaz renge yakın, çok ince dağılmış hematit, goetit, klorit vb. gibi mineraller içeren, porfirik dokudadır. Çoğunlukla volkan camından oluşan ve kristalit denilen ve embriyonik kristaller olduğu kabul edilen çok küçük tanecikleri içeren bir hamur içinde bulunurlar. Dasitik tüflerin doğada yayımı az fakat kalın, kenar zonları oldukça dik olan lav akıntıları şeklinde bulunabilirler [12].

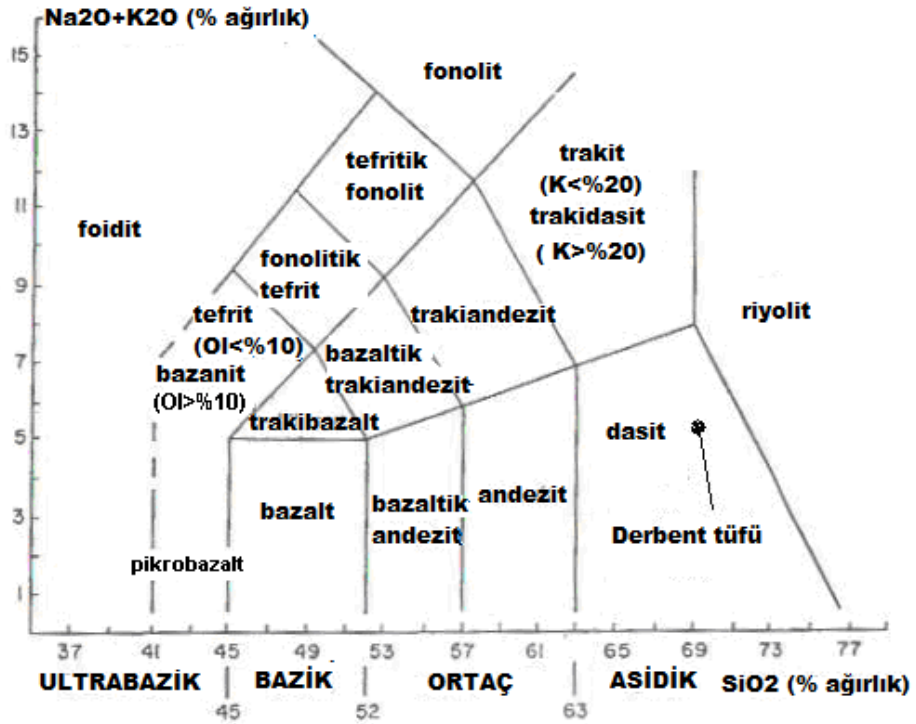
*Çizelge 1. Derbent tüfünün XRF analiz sonuçları*

Yzdece içerdiği mineraller (%)										
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	TiO <sub>2</sub>	MnO	SO <sub>3</sub>	Cl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
69,70	11,96	4,87	2,87	1,22	1,06	0,08	0,08	0,06	0,05	0,04





Şekil 5. Derbent tüfünün XRD analizi sonuçları [10].



Şekil 6. Volkanik kayaların alkali ve silis içeriklerine göre TAS sınıflaması [13].

## V. FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

Eskişehir-Derbent kesme taş ocağından 20x40x60 cm boyutlarında tf blokları alınmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere bu bloklardan, NX karotiyerle (54,7 mm çaplı) karot numuneler alınmış ve bunlar uygun uzunluklarda kesilmiştir. Ayrıca, zgl ağırlık deneyi için 0,063 mm'nin altı incelikte öğütülmüş tf numunesi hazırlanmıştır. Numune hazırlama işlemleri ulusal [14, 15] ve uluslararası [16, 17, 18] standartlara uygun şekilde gerçekleştirilmiştir.

Eskişehir-Derbent tf numuneleri üzerinde ilgili standartlara uygun şekilde gerçekleştirilmiş olan deneyler sonucu izelge 2'de yer alan fiziksel ve mekanik özellikler belirlenmiştir.

*Çizelge 2. Derbent tüflerinin fiziksel ve mekanik zellikleri [10]*

Deney Adı	Numune Sayısı	Ortalama
Kuru Birim Hacim ağırlığı $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	5	13,23±0,21
Kütlece Su Emme Oranı $S_k$ (%)	5	20,44±0,23
Hacimce Su Emme Oranı $S_h$ (%)	5	28,21±0,311
Özgül Ağırlık $d_0$ (g/cm <sup>3</sup> )	3	2,32±0,02
Görünen Porozite $P_g$ (%)	5	20,44±0,23
Doluluk Oranı $k$ (%)	3	58,39±0,99
Porozite $P$ (%)	3	41,61±0,99
Tek Eksenli Basınç Dayanımı $\sigma_b$ (MPa)	5	11,39±0,69
Kohezyon $c$ (MPa)	5	1,4
İçsel Sürtünme Açısı $\phi$	5	43,85
Elastisite Modülü $E$ (MPa)	10	2152,37±390,18
Possion Oranı $\nu$	10	0,39±0,18
Suda dağılmaya Karşı Duyarlılık İndeksi-4.devir $I_1$ (%)	1	92,35

Derbent beyaz tüflerinin fiziksel ve mekanik özellikleri değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır:

- a) Porozite ve birim hacim ağırlığı, bir kayacın dayanımını etkileyen önemli özelliklerdendir. Derbent tufünün % 41,61 gözenekli yapısı ile yüksek poroziteye sahip olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak birim hacim ağırlığı düşük çıkmıştır. Bünyesindeki boşluklar dayanımını azaltmış ve deforme olmasını kolaylaştırmıştır.
- b) Yine gözenekli yapısından dolayı Derbent tufünün kütlece ve hacimce su emme oranları yüksek çıkmıştır.
- c) Derbent tufünün ortalama tek eksenli basınç dayanımı değeri 11,39 MPa olarak bulunmuştur. ISRM [19] 'e göre bu değer çok zayıf kaya sınıfına girmektedir.
- d) Derbent tufünün içsel parametreleri; yapılan üç eksenli basınç deneyleri sonucu, kohezyonu (c) 1,4 MPa ve içsel sürtünme açısı değeri ( $\phi$ ) = 43,85° olarak bulunmuştur.
- e) Dayanım değerleri gibi elastik özellikleri de düşük bulunmuştur.
- d) Boşluklu yapısı ve su emme özellikleri yüksek olmasına rağmen Derbent tufünün suda dağılmaya karşı dayanımı Gamble'ın sınıflandırmasına [17] göre orta-yüksek duraylılıktadır.

## ***VI. TÜFLERİN DOĞAL YAPI TAŞI OLARAK DEĞERLENDİRİLEBİLİRLİĞİ***

Doğal yapı taşlarına yönelik deneyler TS 699 [14] 'a göre gerçekleştirilirken, deney sonuçları yakın geçmişe kadar TS 2513 [20] doğal yapı taşları standardına göre değerlendirilmekteydi. TS 2513 [20] 'te sadece basınç ve eğilmede çekme dayanımı için kayaç farklılıkları göz önüne alınmış ve doğal olarak bu standartla farklı kayaç tipleri için gereksinimler karşılanamamıştır. Bugün için yürürlükten kaldırılmış olan bu standart yerine, farklı kayaç tipleri için ayrı ayrı standartlar bulunmaktadır (örneğin; granit için TS 6234 [21], mermer için TS 10449 [22] ve traverten için TS 11143 [23] gibi). TS 2513 “doğal yapı taşları” standardı olarak adlandırılmışken, farklı kayaç tipleri için verilmiş olan standartlarda “yapı ve kaplama taşı” olarak kullanım ön planda tutulmuştur. Tuf sahip olduğu porozite, hafiflik ve düşük dayanım özellikleri ile tüm bu standartların dışında kalmakta ve hiçbirine uymamaktadır (Çizelge 3). Ayrıca, tüflerin aşınma ve dona dayanımları çok düşük olduğundan, yapılarda döşeme ve dış

kaplama için uygun nitelikte bir malzeme de değildirler. Dolayısıyla, tüflerin “kaplama taşı” olarak değerlendirilemeyeceği ancak doğal bir “yapı taşı” olduğu söylenebilir.

elik [24] doğal taşları kullanım yerlerine, ebatlarına ve yüzey şekillerine göre gruplandırmıştır. Bu gruplandırmaya göre de tüfler gerek ocak üretimi şekliyle gerek kullanım yeri bakımından “geometrik şekilli yapı taşları” alt grubu olan “kesme taşlar” grubuna girmektedir.

Tüflere özgü bir doğal yapı taşı standardı bulunmaması Erdoğan’ın [25] Nevşehir tüfleri ve Kuşcu ve Yıldız’ın [26] Ayazini-Afyon tüfleri üzerindeki çalışmalarına yansımıştır. Tüflere özgü bir doğal yapı taşı standardı bulunmaması bu çalışmada da farklı değerlendirilebilirlik arayışlarını getirmiştir. Tüfler eski zamanlardan beri Orta Anadolu’da bina yapımında kesme taş olarak kullanılmış ve günümüzde halen kullanılmaktadır. Bu çalışmada, tüflerin yapılarda benzer amaçlı kullanılan doğal ve yapay dolgu duvar malzemelerle karşılaştırılmasının uygun olacağı dşnlmştir. Bu nedenle tuğla, kagir birimler, bimsbeton ve gazbeton/kpkbeton ile ilgili standartlar incelenmiştir (izelge 3).

İnşaat teknolojisinde kagir, uzun yıllar en önemli malzeme ve yapı elemanı olarak kullanılmıştır. Kagir duvar, doğal taşların veya beton, briket, gazbeton blok vb. yapay taşların, kireç, imento vb. bir mineral bağlayıcı ile yapılmış harç kullanılarak örülmesi yolu ile oluşturulan yapı elemanıdır [27]. Kagir birim, kagir yapıda kullanım için tasarlanarak önceden şekillendirilmiş bileşendir. Kireç-kumtaşı kagir birimi, esas olarak, kireç ve silisli malzemelerin basınç altında buhar etkisiyle birleştirilip bütünleştirilmesiyle meydana getirilmiş kagir birimdir. İ duvarlar, dış duvarlar, bodrumlar, temeller ve bacalar gibi yapı kısımlarında kullanılır [28]. Kireç-kumtaşı kagir birimler ile ilgili standartta [28] basınç dayanımlarına göre 75MPa’a kadar sınıflandırılmış olmakla beraber 5 MPa’dan düşük olmaması istenmektedir. Aynı standartta kireç-kumtaşı kagir birimleri kuru birim hacim kütlesine göre 2.2g/cm<sup>3</sup>’den büyük olanları tek grupta toplarken, altındaki değer alt gruplara ayrılmıştır. Buna göre; hemen hemen doğal yapı ve kaplama taşlarının tümü en üst grupta yer alırken tf 1.4’ lk kuru birim hacim sınıfı içinde kalmaktadır.

**Çizelge 3.** Derbent tüflerinin ilgili standartlarla karşılaştırması

Özellik	Deney sonuçları	Doğal yapı ve kaplama taşları			Kireç-kumtaşı Kagir birim [28]	Bims beton [29]	Gazbeton [30]	Beton blok-briket [31]	Tuğla [32]
		Granit [21]	Mermer [22]	Travert [23]					
$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	1,35	2,56	-	2,3	>2,2 2,0-0,5 0,5	1,0/1,1 1,2/1,3	0,31- 0,80	0,5- 2,2	1,0- 2,0
$S_k$ (%)	20,44	0,75	<0,4	3	-	-	-	-	-
P (%)	41,61	0,5	<7	-	-	-	-	-	15/20 25/35
$\sigma_b$ (MPa)	11,39	120	>50 >30	48 30	5> 5-75	4/8 12/16	1,5/2,5 3,5/5,0 7,5	2,5/5,0 7,5/ 15,0	5,9- 23,5

$\gamma$  : Kuru birim hacim kütlesi

$S_k$  : Kütlece su emme oranı

P : Porozite

$\sigma_b$  : Tek eksenli basınç dayanımı

Bimsbeton, agrega olarak bims agregaları kullanılan gerektiğinde kum ilave edilerek yapılan hafif bir beton türüdür [29]. Bimsbeton standardına göre, Eskişehir-Derbent tüfleri 11,39MPa'lık basınç dayanımı ve 1,35g/cm<sup>3</sup> olan kuru birim hacim kütlesi ile BB 120 sınıfı bimsbeton ile benzeşmektedir. Gazbeton-köpükbeton, ince öğütülmüş silisli bir agrega ve inorganik bir bağlayıcı madde (kireç ve/veya çimento) ile hazırlanan karışımın gözenek oluşturu bir madde ilavesi ile hafifletilmesi ve buhar kürü ile sertleştirilmesi ile elde edilen gözenekli hafif betondur [30]. Gözenekli beton tüfe nazaran çok daha hafif ve düşük dayanımlara sahip bir malzemedir.

Beton briket ve beton blok, duvar yapımında kullanılmak üzere tabi veya suni agregalar ile çimento, su ve gerektiğinde katkı maddeleri kullanılarak yapılmış, beton malzemelerdir [31]. Beton briket ve beton bloklar, kuru birim hacim kütlesine göre en yüksek 2.2g/cm<sup>3</sup> olmak üzere

sınıflandırılmıştır. Eskişehir-Derbent tüfleri sahip olduğu 11,39 MPa'lık basınç dayanımı ile BB12 en üst dayanım sınıfı beton blok ve briketlerle eŐdeĐer dayanıma sahiptir.

Tuğla kil, killi toprak ve balçığın ayrı ayrı veya harman edilip, gerektiğinde su, kum, öğütülmüş tuğla ve kiremit tozu, kl ve benzerleri karıŐtırılarak makinelerle Őekillendirildikten ve kurutulduktan sonra fırınlarda piŐirilmesi ile elde edilen ve duvar yapımında kullanılan bir malzemedir [32]. Buna göre; Derbent tüfleri % 35'lik delik oranı ve 1200 kg/m<sup>3</sup>'lük birim hacim kütlesine sahip az delikli tuğla sınıfıyla eŐdeĐerli özelliklere sahiptir.

## VII. SONUĞLAR

Geçmişten günümüze kadar ayakta kalmış tf yapılar, tfn doğal bir yapı taşı olarak değerlendirilebileceğinin ölçütü olmaktadır. Günümüzde de kesme taş olarak üretimi ve kullanımı olmasına karşın tüflere özgü bir standardın olmaması değerlendirilebilirlik çalışmalarını güçleştirmektedir. Bu çalışmada Eskişehir-Derbent yöresine ait tüfler ele alınmış, yre tüfleri ve genel olarak tüflerle ilgili aşağıdaki sonuÇlara ulaŐılmıştır:

- a) Tüflere özgü bir standardın olmaması, mevcut standartlara göre değerlendirme yapabilmek için tf nedir sorusuna yanıt bulunmasını gerektirmektedir. Buna göre tf;
  1. doğal yapı taşı
  2. kesme taş
  3. dolgu duvar malzemesi ve
  4. kagir birim olarak tanımlanabilir.
- b) Eskişehir-Derbent tüfleri, döşeme ve kaplama taşı olarak kullanılabilecek özelliklere sahip değildir. Bu nedenle, "doğal yapı ve kaplama taşı" olarak tanımlanması uygun görülmemiŐtir.
- c) Tüfler hafif ve kolay işlenebilir bir malzeme olması nedeniyle, yerinde dilimleme Őeklindeki kesim yöntemi ile üretilmektedir. Kesme taş üretim yöntemi, hem ürünün ocaktan alınması nedeniyle nakliye masraflarını azaltırken, hem de basit ve zaman kazandıran bir yöntem olmaktadır.
- d) Yapay olarak üretilen emsallerine göre; tüflerin ocakta kesim iŐlemi dışında ürün maliyeti olmamaktadır.

- e) Gazbeton tüflere göre daha hafif olmasına karşın, yapılarda yapay dolgu duvar malzemesi olarak kullanılan bimsbeton, beton briket/beton blok ve az delikli tuğlayla benzer özellikler göstermekte ve daha ekonomik bir alternatif ürün olmaktadır.
- f) Doğal dolgu duvar malzemelerine göre tüflerin hafif olması, yüksek katlı yapılarda yapı üzerine gelen dinamik yükleri azaltacağı için depreme karşı yapı dayanımını artırmaktadır.
- g) Yapılan kimyasal analizler sonucu, Derbent tüfü dasitik magma özelliğinde olup, içerdiği mineraller nedeniyle ısıya karşı dayanıklı bir kayaç türüdür. Ayrıca içerdiği gözenekli yapısı nedeniyle de ısı yalıtımını sağlamaktadır.

## VII. KAYNAKLAR

- [1] M. E. Karaman ve Y. Kibici, “*Temel Jeoloji Prensipleri*”, Belen Yayıncılık ve Matbaacılık, Ankara, 2008.
- [2] Ö. Aydan ve R. Ulusay, “Geotechnical ve geoenvironmental characteristics of man-made underground structures in Cappadocia, Turkey”, *Engineering Geology*, 69, 245-272, 2003.
- [3] Ö. Aydan, R. Ulusay and E. Yüzer, “Man-made structures in Cappadocia, Turkey and their implications in rock mechanics and rock engineering”. *ISRM News Journal*, Vol.6, No.1, 63-73, 1999.
- [4] T. Topal and V. Doyuran, “Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff”. *Engineering Geology*, 47:175-187, 1997.
- [5] T. Topal and V. Doyuran, “Analyses of deterioration of the Cappadocian tuff, Turkey”, *Environmental Geology*, 34, 1, 5-20, 1998.
- [6] C. Ayday ve R., M., Göktan, “Yazılıkaya (Midas) Anıtı civarında gözlenen kaya blok devrilme ve kaya blok devrilme ve kayma mekanizmaları”, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 8, 155-159, 1993.
- [7] A. Binal, K.E. Kasapoğlu, C. Gökçeoğlu, “Eskişehir-Yazılıkaya çevresinde yüzeylenen volkanosedimanter kayaçların donma-çözülme etkisi altında bazı fiziksel ve mekanik parametrelerinin değişimi”. *Hacettepe Ün. Yerbilimleri Uygulama ve Araş. Merkezi Bülteni*, Yerbilimleri, 19, 17-40, 1997.
- [8] T. Topal, “Quantification of weathering depths in slightly weathered tuffs”. *Environmental Geology*, 42: 632-641, 2002.

- [9] K. Sarıız, İ. Işık, A. S. Dursun ve B. Aydemir, “Derbent çiftliği killerinin teknolojik özellikleri ve değerlendirilme olanakları”, *Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 3, 105-114, 1987.
- [10] G. Daloğlu, “Eskişehir-Derbent tüflerinin doğal yapı taşı olarak değerlendirilebilirliği”, Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [11] Y. Erkan, “*Magmatik Petrografi*”, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, 176, 2006.
- [12] Ő. şenmez, “*Sedimantoloji ve Sedimanter Kayaçlar*”, İleri Gazetecilik-Matbaacılık, Yozgat, 379, 1996.
- [13] M. J. Le Bas ve A. L. Streckeisen, “The IUGS Systematics of Igneorus Rocks, *Journal of the Geological Society*”, London, 148, 825-833, 1991.
- [14] TS 699 (1987). Tabi yapı taşları muayene ve deney metotları, TSE, Ankara.
- [15] TS EN 1936 (2001). Doğal taşlar-deney metotları-gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve aık gzeneklilik tayini, TSE, Ankara,
- [16] ISRM (International Society For Rock Mechanics) (1978). Suggested methods for determining the strength of rock materials in triaxial compression. Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* 15:47-51.
- [17] ISRM (International Society for Rock Mechanics) (1979) “Suggested Methods for Determining Water Content, porosity, Density, Absorbtion and Related Properties and Swelling and Slake-Durability Index Properties”, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics, Abstract* 16: 141-156, 1979.
- [18] ISRM (International Society for Rock Mechanics) (1983). Suggested methods for determining the strength of rock materials in triaxial compression: Revised Version. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* 20:285-290.
- [19] ISRM (International Society for Rock Mechanics) (1978) “Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses”. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.* 15(6):319-368.
- [20] TS 2513 (1977), Doğal Yapı Taşları, TSE, Ankara.
- [21] TS 6234 (1988), Granit yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan, TSE, Ankara.



- [22] TS 10449 (1992), Mermer-kalsiyum karbonat esaslı-yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan, TSE, Ankara.
- [23] TS 11143 (1993), Traverten-Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan, TSE, Ankara.
- [24] M.Y. Çelik, “Dekoratif doğal yapı taşlarının kullanım alanları ve çeşitleri” *Madencilik*, Mart 2003, Cilt 42, Sayı 1, ss. 3-15.
- [25] M. Erdoğan, “Nevşehir tüflerinin hafif yapı gereci olarak değerlendirilebilme olanaklarının araştırılması”, *Mühendislik Jeolojisi Bülteni*, 11, 75-82, 1989.
- [26] M. Kuşçu ve A. Yıldız “Ayazini (Afyon) tüflerinin yapı taşı olarak kullanılabilirliğinin araştırılması”, *Türkiye III. Mermer Sempozyumu (MERSEM'2001) bildiriler kitabı*, 3-5 Mayıs 2001, Afyon.
- [27] G. Özışık, 2000, “*Yapı Mühendisliğinde Tuğla Elemanlar ve Yapı Sistemleri*”, Birsen Yayınevi, İstanbul, 472.
- [28] TS 808 EN 771-2 (2005). Kagir Birimler-Özellikler-Bölüm 2: Kireç Kumtaşı Kagir Birimler, TSE, Ankara.
- [29] TS 3234 (1978). Bimsbeton yapım kuralları, karışım hesabı ve deney metotları, TSE, Ankara
- [30] TS 453 (1988) Gaz ve köpük beton yapı malzeme ve elemanları, TSE, Ankara.
- [31] TS 406 (1988) Beton bloklar-briketler-duvarlar için, TSE, Ankara.
- [32] TS 705 (1985) Fabrika tuğlaları-duvarlar için dolu ve düşey delikli, TSE, Ankara.