

AYAZİNİ (AFYON) TÜFLERİNİN YAPI TAŞI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Mustafa KUŞÇU¹, Ahmet YILDIZ²

¹S.D.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Böl. İSPARTA.

²A.K.Ü. Tek. Eğt. Fak. Yapı Eğitimi. Böl. AFYON.

ÖZET

İnceleme alanı Ege Bölgesi 'nde, Afyon 'un 34 km kuzeyinde yer alır. Tüfler Afyon ili ve çevresinde çok geniş alanlarda yayılım sunarlar. İnceleme alanındaki en yaşlı birim, metamorfik şist ve mermer üyelerinden oluşan Paleozoyik yaşlı Afyon metamorfitleridir. Bu formasyonun üzerine uyumsuz olarak Gebeceler formasyonu gelmektedir. Gebeceler formasyonu, özburun üyesi, Şeydiler türünden oluşmaktadır. Karakaya bazaltı ve alüvyon bölgedeki en genç birimlerdir.

İnceleme alanında, tüfler krem, beyaz ve grimsi renkler sunar. Birimdeki çatlaklar boyunca kayaya nüfuz eden manganezli ve demirli eriyikler kayacın renginin yersel olarak sarımsı gri ve kahverengiye değişmesine neden olmuştur.

Ayazın Bölgesi "ndeki taş ocaklarından toplanan değişik karakterli kayaç örnekleri üzerinde deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bunlar kimyasal analiz, mikroskopik inceleme ve fiziko - mekanik testler olmak üzere başlıca 3 bölümde yürütülmüştür.

Mikroskopik incelemeler neticesinde tüfte, camdan oluşan bir hamur içerisinde kuvars, plajioloklas, sanidin ve biyotit fenokristalleri gözlenmiştir. Kimyasal analiz verilerinin yorumlanması ile Ayazın tüflerinin riyalit bileşimli olduğu tespit edilmiştir. Fiziko - mekanik testler sonucunda Ayazın tüflerinin betonarme karkas yapılarda duvar dolgu malzemesi ve yığma yapı temellerinde, su basman seviyesinin üst bölümlerinde yapı taşı olarak kullanılabilir özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca güzel renk ve desene sahip taşlar ise binaların dış cephe kaplamalarında sınırlı olarak kullanılabilirliği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ayazini tüfü, jeoloji, yapı taşı, fiziko - mekanik test.

INVESTIGATION OF USAGE AS BUILDING STONE OF AYAZINI (AFYON) TUFFS

ABSTRACT

Investigated area is located 34 kilometer from north of Afyon in region of Aegean. Tuffs are spread out in region extensively. Paleozoic aged Afyon metamorphites, consisting of metamorphic schist and marble units are the oldest lithological type in the investigated area. This formation is unconformably overlain by Gebeceler formation. Gebeceler formation consisting of Ozburun unit and Şeydiler tuff unit. Karakaya basalt and alluvium are the youngest lithological units in the investigated area.

Colors of tuffs are cream, white and grayish in investigated area. Color of tuffs is locally changed to yellowish gray and brown colors by manganese and ferrous solutions which penetrate along fissures in rock.

Experimental investigations were carried out on samples with different characters which were collected from rock quarries in Ayazini district. These investigations are carried out mainly three parts which are chemical analysis, mineralogical investigation and physico - mechanics tests.

The results show that microscopic investigations quartz, plagioclase, sanidine and biotite phenocrystals were observed in glassy matrix, in tuffs. It is determined that Ayazini tuffs are rhyolitic composition by interpretation of data of chemical analysis. The results of physico - mechanics tests show that Ayazini tuffs can be used in steel concrete structure as filling material and it is also used on top of basement floors as the main structural materials. However, tuffs, that have a beautiful color and figure, can be used limitly over coatings building of facade.

Key Words: Ayazini tuffs, geology, building stone, physico - mechanics test

1. GİRİŞ

Ayazini bölgesi, antik dönemden günümüze kadar taş ocaklarıyla ün yapmıştır. Ayrıca tufflerin kolay işlenebilir olması nedeniyle de Frigler 'den Bizans 'a kadar uzanan bir dönemde kayalar oyularak bir takım dini ve sosyal mekanlar yapılmıştır. Roma ve Bizans döneminde "*Metropolis*" adıyla bilinen antik yerleşimin genellikle oyulmaya elverişli tuffler üzerine kurulduğu görülmektedir. Günümüz Ayazini Kasabası 'da işte bu antik kaya yerleşimi ve öreni üzerine kurulmuş olup eski ile yeni yerleşim yerleri iç içe bulunmaktadır.

m-

Bu çalışma Ayazini (Afyon) tuff yatağının jeolojik özelliklerinin incelenmesi ve bölgedeki tuffün yapı taşı olarak kullanılabilme imkanlarının araştırılması amacıyla yapılmıştır. Makalede, yörenin jeolojisi ile tuffün mineralojisi ve kimyasal bileşimi ele alınmış, ayrıca tuff örnekleri üzerinde yapılan çeşitli fiziko - mekanik testlerle tuffün yapı taşı olarak kullanılabilirliği ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Kimyasal analizler, *Göllaş Çimento Fabrikası Kimya Laboratuvarında*, fiziko - mekanik testler, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknoloji Geliştirme Merkezi Mermer Araştırma Laboratuvarında* gerçekleştirilmiştir.

inceleme alanı Ege Bölgesi 'nde Afyon ilinin 34 km kuzeyinde, Eskişehir J25 - d, paftasında yer alır. inceleme alanına en yakın yerleşim birimleri; batıdaki Kayışhan

Kasabası, güneybatıda Gazlıgöl ilçesi ve güneydeki Çayırbağ Kasabasıdır. (Şekil 1). Afyon - Ayazın yöresi tüf yatağını konu alan araştırma yoktur. Bölgede yapılan genel jeolojik çalışmalar jeotermal enerji üzerinde yoğunlaşmıştır. Öktü ve diğ. [2], Çevikbaş ve diğ. [3], Metin ve diğ. [4] yörede yapılmış çalışmalardan bazılarıdır.

2. JEOLojİ

inceleme alanında Paleozoyik yaşlı Afyon metamorfitelemi temeli oluşturmaktadır. Formasyon Çobanlar metamorfik şisti ve Iscehisar mermerinden oluşmuştur. Bunların üzerine uyumsuz olarak Orta - Üst Miyosen yaşlı Gebeceler formasyonu gelmektedir. Bu formasyon Özburun üyesi ve Şeydiler tütünden meydana gelmiştir. En üstte ise Kocatepe trakiti, Karakaya bazaltı ve Kuvaterner yaşlı alüvyon yer almaktadır (Şekil 2,3 ve 4).

2.1 Afyon Metamorfitelemi

Çobanlar Şisti

inceleme alanında küçük bir alanda yayılım gösterirler. Paleozoyik yaşlı diğer metamorfik birim olan Paşadağ mermerleri ile yer yer geçişli olup çoğunlukla mermerlerin altında yer almaktadırlar.

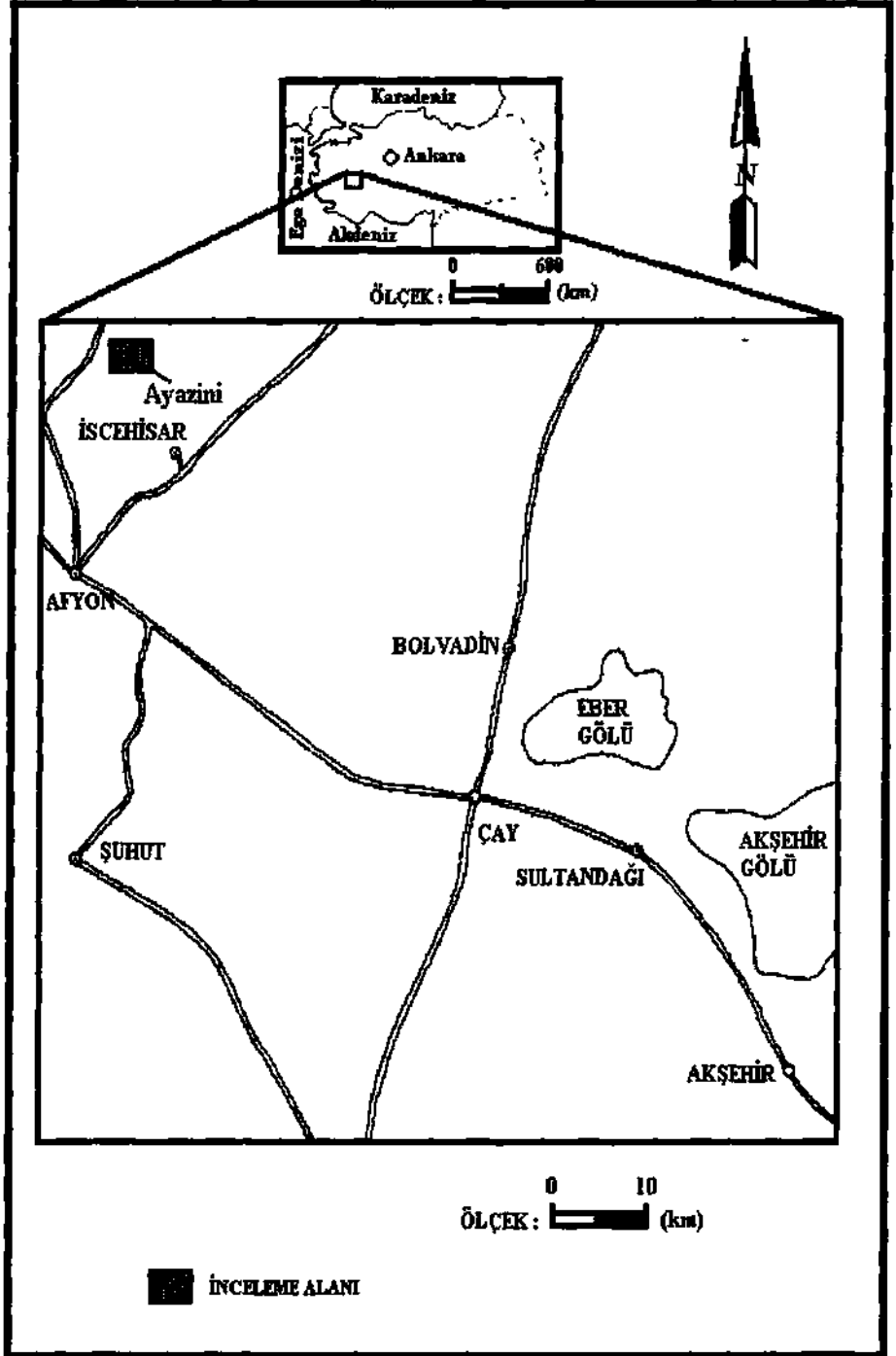
Şistler arazide, albit - klorit - muskovit - biyotit - kuvarşşist, kalkşist ve meta kumtaşı - meta konglomera olarak gözlenmektedir. Şistlerin içinde yer yer kuvarşitlere rastlanır. Ayrıca çatlakların arasında ise yersel olarak kuvars damarlarını görmek mümkündür.

Bu birim genellikle kahve, boz, yeşil renklidir ve çok kıvrımlı bir yapıya sahiptirler. Öktü ve diğerleri [2] tarafından düşük dereceli yeşilşist fasiyesine ait mineral parajenezleri kapsadığı tespit edilmiştir. Granoblastik dokuludur. Mikroskobik incelemelerde albit, klorit, epidot, amfibol, muskovit, biyotit ve kuvars minerallerine rastlanmıştır

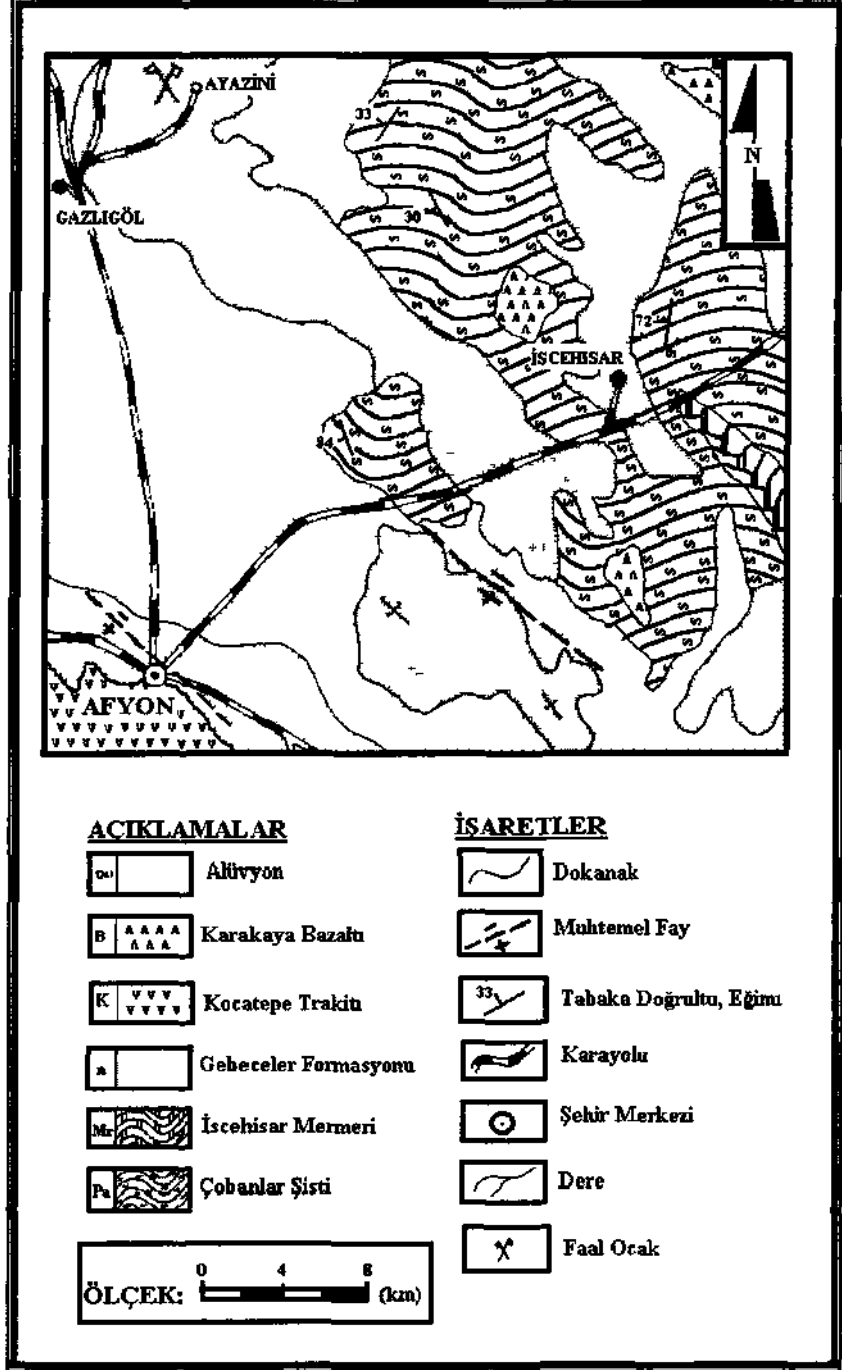
Birimin tabanı görülemediği ve kıvrımlı oluşu nedeniyle gerçek kalınlık verilememiştir. Kalınlığı yaklaşık olarak 2000 m olduğu tahmin edilmektedir. Bu birim Afyon 'un KB, K, KD, ve GD 'sunda geniş alanlar kaplamaktadır [4].

Iscehisar Mermerleri

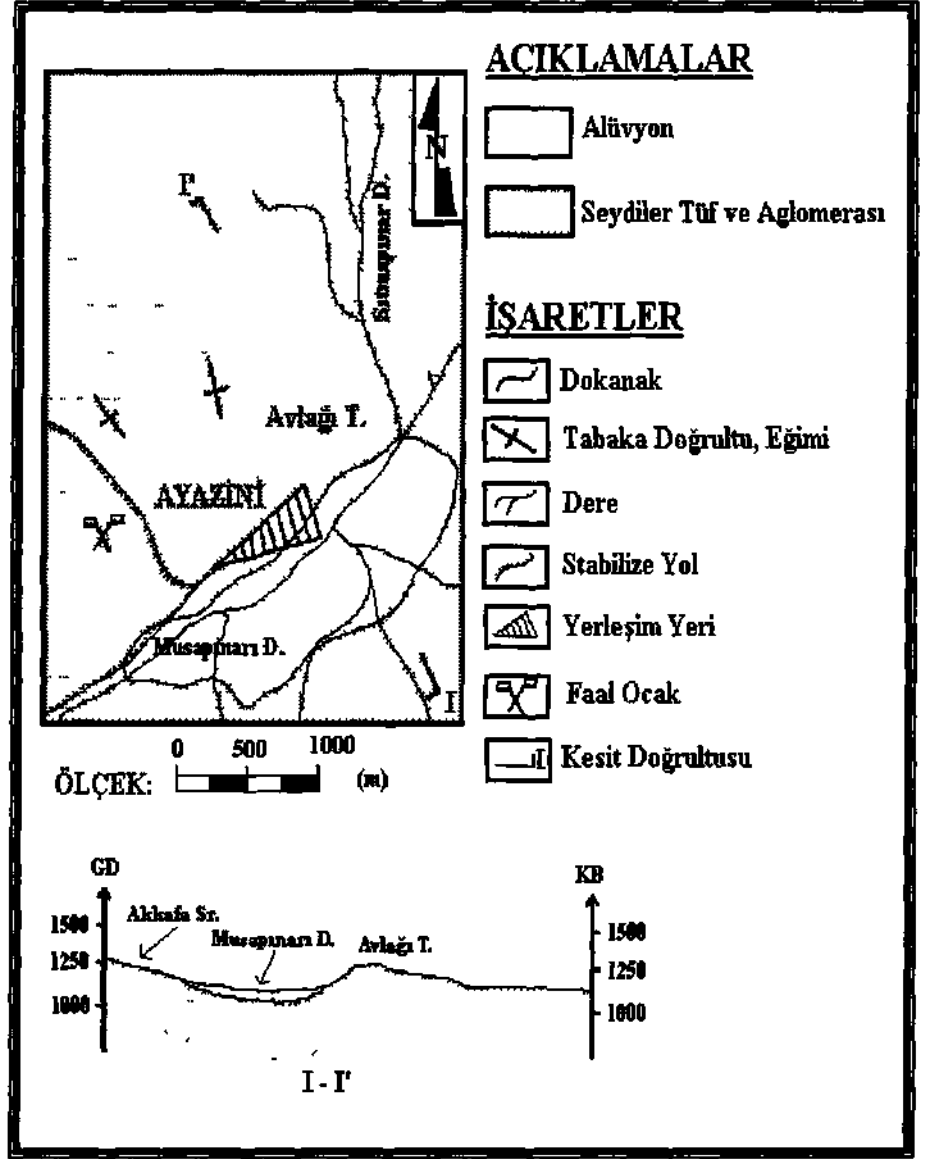
"*Afyon mermerleri*" olarak bilinen bu birim beyaz, sarımsı, bej, boz renkli, kalın tabakalı olup adını mostra yakınındaki Iscehisar ilçesinden almıştır. Birim beyaz, gri, alacalı, krem renkli, kalın - çok kalın tabakalanmalı, büyük bloklar verebilen , ince kristalli çok değerli bir mermer türüdür. Birim Afyon Metamorfitelemi içinde mercek şeklindedir. Kalınlığı en fazla 300 m kadardır. Birim Iscehisar ilçe merkezinin güneyinde, KB - GD doğrultusu boyunca 6 km uzunluğunda 1,5 km genişliğindeki bir alanda yayılım göstermektedir. Birimin yaşı Çobanlar Şisti ile aynıdır



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.



Şekil 2. Afyon Bölgesinin genelleştirilmiş jeoloji haritası [5].



Şekil 3. İnceleme alanının jeolojik harita ve kesiti.

U. SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK	DİKME KESİTİ	KAYA TÜRÜ AÇIKLAMASI										
PALEZOYİK	SENOZOYİK	TERSİYER	ALT PLİYOSEN	GEBECELER	Seydiler Taftı - Özburun	Akyar Kçf	220 m	Kuvater	Alüvyon								
								Karakaya Bazaltı	Siyahmsı, koyu renkli, akıntı yapılı								
								Kocatepe Trakit	Trakit, traki-andezit ve traki bazalt şeklindedir. Kahve, mor renklidir ve deri dayanımdır								
								<p>UYUMSUZLUK</p>									
								AFYON METAMORFİTLERİ	İSCEHİSAR MERMERİ	300 m	Saf, ince kristalli, şeker dokulu, beyaz, krem, siyah ve değişik renklerde, büyük bloklar verebilen, çok kalın katmanlanma sunan, mermelerdir. Yer yer porfireblastik doku gösterir.						
											ÇOBANLAR ŞİSTİ	2000 m	Kuars - muskovit - serisit şist, kuvars - albit - klorit şistlerden meydana gelir				

Şekil 3. inceleme alanının genelleştirilmiş dikme kesiti [2].

2.2 Gebeceler Formasyonu

Özburun Üyesi

Paleozoyik ve Mesozoyik 'den sonra bölgede bir aşınma devresi geçmiş ve kristalin metamorfik temel üzerine diskordan olarak Orta - Üst Miyosen yaşlı Özburun üyesi çökelmiştir. Özburun üyesi konglomera, kumtaşı, aglomera, tüf, tüfit, marm, killi kireçtaşı, silisifiye kireçtaşı gibi birimlerden oluşmuştur. Bu birimler aynı üye altında verilmiştir, inceleme alanında formasyonun kalınlığı 50 - 150 m arasında değişim sunmaktadır.

Şeydiler Tüfü

Birim inceleme alanı dışındaki Şeydiler Kasabası ve çevresinde tipik özellikleriyle yüzeylendiği için Şeydiler tüfü olarak adlandırılmıştır, inceleme alanında yaklaşık 20 km² 'lik bir alanda yüzeylenirler.

inceleme alanı dışında bu birim Gebeceler formasyonu ile içiçedir. Gebeceler formasyonunun bulunmadığı yerlerde ise, direkt şistler üzerinde yer alır. Genellikle süt beyaz ve krem renkli olup, çok kalın tabakalanmalar gösterir. Peri bacaları gibi aşınım şekilleri oluşturdukları için bölgede hemen dikkati çekmektedir. Tüfler üzerine yine kalın bir birim olarak aglomera gelir. Metin ve diğ. [4] 'de birimin yaklaşık kalınlığı 50 - 150 m olarak belirtilmiştir.

2.3 Kocatepe Trakiti

Birim trakit, traki-andezit, traki- bazalt şeklinde arazide gözlenir. Genel olarak kahve mor renkli, sert dayanımlıdır. Tipik özelliği boyutları 10 cm ye ulaşan sanidin kristalleri içermesidir. Kayaç, fenoknastaller halinde plajyoklas (oligoklas - andezin), alkali feldspat (sanidin), biyotit içerir.

2.4 Karakaya Bazaltı

Birim, Şeydiler Kasabası 'nın KB 'sındaki Karakaya Tepe 'de yoğun şekilde izlendiği için bu bölgeye izafeten "Karakaya Bazaltı" adı verilmiştir. Siyahımsı, koyu kahverengi görünümü, akıntı yapısı tablamsı konumu ile arazide kolay tanınır. Bazalt örneklerinin ince kesitlerinde fenokristal olarak ojit, biyotit, bazaltik hornblend, plajyoklas (labrador) minerallerine rastlanmıştır. Hamur, camdan oluşmuş ve vitrofirik doku arz eder. Birimin yaklaşık kalınlığı 40 m 'dir.

2.5 Alüvyon

Bölgede düz ovalarda, akarsu yataklarında ve havza içinde biriken çakıl, kum, mil ve kilden oluşan tutturulmamış güncel çökellerdir. Kalınlıkları 50 - 150 m arasında değişmektedir.

3. AYAZINI TÜFÜNÜN YAPI TAŞI OLABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

3.1 Renk ve Görünüm

Kayaç krem, beyaz ve grimsi bir renge sahiptir. Kayaç üzerinde çatlakların sık olduğu alanlarda manganez metaline ait damar ve damarcıkların botroidal yapıları tüflerin çatlak yüzeylerini doldurduğu ve sıvıdığı gözlenmiştir. Bazı bölgelerde birim bandlı bir yapı sunmakta ve bu durum kayaca güzel bir görünüm kazandırmaktadır. Kayaçtaki bu bandlı yapının birim içerisine nüfuz eden demirli eriyikler nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir. Gerek demirli ve gerekse manganezli eriyikler kayacın renginin yersel olarak değişmesine neden olmuştur.

Bölgedeki tüflerin içerisinde birimin hızlı soğumasından kaynaklanan soğuma çatlakları mevcuttur. Bu çatlaklar birime sütunsal bir yapı kazandırmıştır. Sütunların genişliği yaklaşık 40 cm olup birim, soğuma çatlakları boyunca sütunlar şeklinde ayrılmaktadır.

3.2 Mineralojik ve Petrografik Özellikler

Genellikle camdan oluşan matriks içerisinde kuvars, sanidin, plajyoklaslar, ve çubuğumsu şekilli biyotit fenokristalleri yer almaktadır. Feldspatlar kayaç içerisinde özşekli olarak bulunmaktadır. Kuvarlar öz şekilli, iri tanelidir ve kayaca porifirik doku vermektedir. Ayrıca matriks içerisinde yer yer kayaç parçaları görülmektedir. Boyutları bazı bölgelerde 1 - 2 cm 'ye kadar ulaşan gözenekler kayacın genelinde hakimdir. Mineralojik bileşimi nedeniyle kayaç riyolit olarak tanımlanmıştır.

3.3 Kimyasal Bileşim

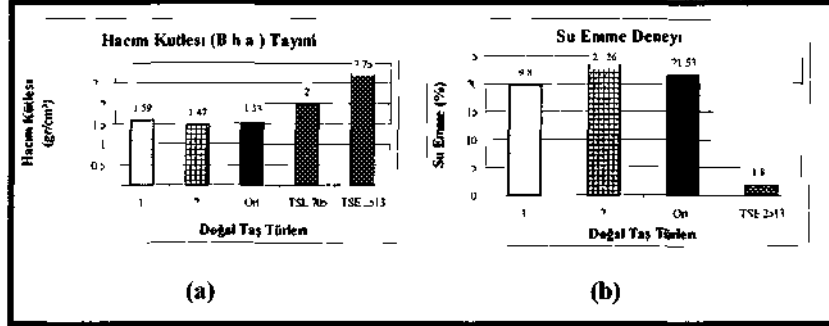
Kayaç isimlendirilmesi, kimyasal analiz sonuçlarının toplam alkali-silis diyagramı [6] üzerine yerleştirilmesi neticesinde yapılmıştır. Buna göre birimin alkali riyolit bileşimli olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).

Tablol. Ayazini tütünü kimyasal analiz sonuçları.

Orn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	TiO ₂	SO ₃	AZ.	Toplam
1	73,42	13,80	0,81	0,01	0,22	3,37	5,19	0,88	0,08	0,18	1,90	99,86
2	73,86	13,72	0,84	0,01	0,20	3,45	5,23	0,88	0,08	0,14	1,84	100,25
Drt	73,64	13,76	0,83	0,01	0,21	3,41	5,21	0,88	0,08	0,16	1,87	100,06

3.4 Fiziko - Mekanik Özellikler

inşaat sektöründe kaplama, döşeme ve dekorasyon amaçlı kullanılan taşların çeşitli fiziksel özelliklerinin belirlenmesi, taşların kalitesinin ortaya konması ve buradan hareketle bunların yapıda kullanım yerlerinin belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla deney örnekleri üzerinde Türk Standartları Enstitüsünün TSE 699 nolu standardına [7] göre çeşitli deneyler yapılmış ve sonuçlar TSE 705 [8]ve TSE 2513 [9] 'e göre yorumlanarak taşın kullanım alanı ortaya konmaya çalışılmıştır.



Şekil 6 Ayazını tuftunun hacim kütlesi (a) su emme (b) değerlerinin TSE standartları ile karşılaştırılması

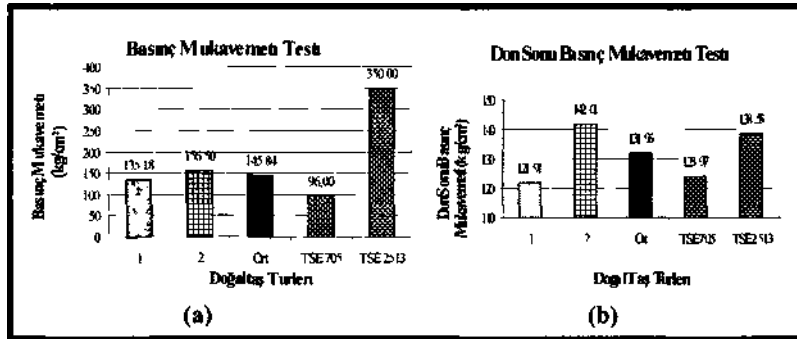
Tablo 3 Basınç mukavemeti ve don sonrası basınç mukavemeti değerleri

Numune No	Dk (%)	fb (kgf/cm ²)	fdb (kgf/cm ²)	Af (%)
1	0,49	135,18	121,91	9,82
2	0,51	156,50	142,01	9,53
Ortalama	0,50	145,84	131,96	9,68
TSE	-	> 350 (2513) > 96(705)	> 138,55 (2513) > 123,97 (705)	< 5(2513) < 15(705)

Burada, Dk : Don Kaybı, (%)
 Af : Doğal Don Etkilen Nedeniyle Basınç Mukavemetinde Oluşan Azalma (%)
 fb : Tutun Basınç Mukavemeti, (kgf/cm²)
 fdb : Tufin Don Sonu Basınç Mukavemeti, (kgf/cm²)

3.5 Teknolojik Özellikler

Ayazını bölgesindeki 30 adet ocaktan çıkarılan taşlar yaklaşık 20 x 20 x 60 (cm) ebatlarında boyutlandırıldıktan sonra Afyon ve civarında gerek binaların temelinde, gerek bahçe duvarlarında ve gerekse binaların diğer seviyelerinde kullanılmaktadır. Bölgede şekillendirilmiş ve yarı şekillendirilmiş olarak iki farklı ürün pazarlanmakta ve ürünün maliyetini şekillendirme işlemi önemli ölçüde etkilemektedir.



Şekil 7 Ayazını tutunun basınç mukavemeti (a) ve don sonrası basınç mukavemeti (b) değerlerinin TSE standartları ile karşılaştırılması

4. TARTIŞMA

Mermer ve doğal taşların basınç direnci kayacın kristal durumuna, poroziteye, kimyasal bileşime ve yabancı madde içeriğine göre değişim sunmaktadır. Basınç mukavemeti standartların üzerinde olan taşlar yol parkesi, bordur taşı ve insanların yoğun olarak geçtiği yerlerde döşeme taşı olarak kullanılırlar. Basınç mukavemeti düşük olan ve güzel görünümüne sahip olan taşlar ise kaplama ve dekorasyon amaçlı olarak kullanılmaktadır. Döşeme taşı olarak kullanılacak taşların basınç mukavemetinin en az 500 kgf/cm², kaplama taşı olarak kullanılacak taşların ise en az 350 kgf/cm² olması gerekmektedir (TSE 2513 [9], TSE 11143 [10], TSE 11135 [11], TSE 10834 [12], Ts prEN 1343 [13]ve TS prEN 1341 [14]).

Deneyler sonucunda elde edilen basınç mukavemeti değerleri döşeme ve kaplama taşı olarak kullanılacak taşların değerlerinden düşük çıkmıştır. Gerek basınç mukavemeti değerlerinin düşük çıkması ve gerekse porozite değerinin çok yüksek çıkması Ayazini türlerinin binaların dış kaplamalarında ve döşemelerde kullanımını sınırlamaktadır

TSE 'nin 705 nolu standardında ve deprem yönetmeliğinde yığma yapılarda kullanılacak tuğlaların basınç dayanımının 96,00 kgf/cm² 'den düşük olmaması istenir. Ayrıca yine deprem yönetmeliğine göre yığma yapıların bodrum katlarında kullanılacak doğal taşların basınç dayanımlarının en az 100 kgf/cm² olması gerekmektedir. Basınç mukavemeti deneyinde elde edilen değerlerin TSE 705 [8] ve Deprem Yönetmeliğinde [15] verilen standart değerlerden yüksek çıkması Ayazini türlerinin betonarme karkas yapılarda duvar dolgu malzemesi ve yığma yapı temellerinde su basman seviyesine kadar olan bölgelerde yapıtaşı olarak kullanılabilceğini göstermiştir.

Don kaybı deneyi sonucunda örneklerde gözle görülebilecek şekilde değişiklikler meydana gelmemiştir. Ancak kayaçların gözenekleri içerisinde bulunan değişik boyuttaki kristallerden çok az bir kısmının döküldüğü görülmüştür. Kayaçların fiziksel yapısında herhangi bir değişikliğin meydana gelmemesi don kaybı (Dk) ve don tesiri sebebiyle basınç mukavemetinde meydana gelen azalma (Af) değerlerine de yansımıştır. Standartlara göre don sonrası örneklerde meydana gelen ağırlık kaybının, döşeme ve kaplama taşlarında % 5, betonarme karkas binalarda dolgu malzemesi olarak kullanılan taşlarda ise % 15 'den fazla olmaması istenir. Deneyler sonucunda elde edilen değerler kaplama ve döşeme taşı standardının [9] üzerinde, karkas binalarda dolgu malzemesi olarak kullanılacak taşlara ait standart [8] değerinin aşağısında olduğu saptanmıştır.

Kayacın kullanılacağı yapının bulunduğu iklim koşulları bakımından yıprandırıcı atmosfer etkileri karşısında kayaç üzerinde değişiklik meydana gelip gelmediği, değişiklik varsa kayacın yapıdaki fonksiyonuna zarar getirebilecek boyutlarda olup olmadığının tespit edilmesi, kayacın yapıdaki kullanım yerinin belirlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır

Tabii don tesirlerine dayanıklılık deneyleri sonucunda, örneklerde belirgin olarak aşınma veya görünüş değişikliğinin meydana gelmemesi kayacın atmosferik şartlara karşı dayanıklı olduğunu göstermiştir.

5. SONUÇLAR

Ayazini tüfleri Afyon ili ve çevresinde geniş alanlarda yayılım sunarlar. Özellikle Afyon 'un Şeydiler, Ayazini ve Döğer bölgelerinde peri bacalarını andıran aşınım şekilleriyle kolaylıkla tanınırlar.

inceleme alanında, tüfler krem, beyaz ve grimsi renkler sunar. Birimdeki çatlaklar boyunca kayaca nüfuz eden manganez ve demirli eriyikler kayacın renginin yersel olarak değişmesine neden olmuştur.

Mikroskobik incelemeler neticesinde tüfte, camdan oluşan bir hamur içerisinde kuvars, sanidin, plajiyoklas ve biyotit mineralleri gözlenmiştir. Kuvarlar öz şekilli, iri tanelidir ve kayaca porfirik doku vermektedir. Gerek mikroskobik ve gerekse kimyasal analiz çalışmaları sonucunda Ayazini tüflerinin riyolit bileşimli olduğu tespit edilmiştir.

Fiziko - mekanik testler sonucunda Ayazini tüflerinin betonarme karkas yapılarında duvar dolgu malzemesi ve yığma yapı temellerinde su basman seviyesinin üzerinde kalan kesimlerde yapı taşı olarak kullanılabilir özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca güzel renk ve desene sahip taşlar ise sınırlı olarak binaların dış kaplamalarında dekoratif amaçlı kullanıma uygundur.

Frigler 'den Bizans 'a kadar uzanan bir dönemde pek çok uygarlığı bünyesinde barındıran Ayazini tüfleri, gerek Selçuklu Devleti ve gerekse Osmanlı imparatorluğu zamanında da köprü, camii ve medrese gibi bir çok tarihi yapının inşaatında kullanılmıştır. Günümüzde ise Ayazini bölgesindeki 30 yakın ocaktan yılda ortalama 20.000 ton tuf çıkarılmaktadır. Çıkarılan bu taşlar ise Afyon ili ve çevresinde binaların hemen her seviyesinde yapı taşı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

6. KAYNAKLAR

1. Üyümez M., Doğal ve Kültürel Özellikleri ile Ayazini, IV. Afyon Karahisar Araştırmaları Semp., Afyon Belediyesi Yay. No:7, 254 - 261, Afyon, (1995).
2. Öktü, G. Kara, I. Ve Önder, I., Afyon ilinde Yer Alan Ömer - Geçek - Uyuz Hamamı ve Gazlıgöl Jeotermal Enerji Sahalarının Detay Etüdü, M.T.A. Enerji Ham. Etüt ve Arama Dairesi, 4İs. Ankara, (1997).
3. Çevikbaş, A. ve diğ., Geology and Regional Distribution of Neogene Between Afyon - Şuhut Metu Journal of pure and Applied Sciences, Vol. 21, No: 1-3, s: 479-499, Ankara-TURKEY, (1990).
4. Metin, S., Genç, Ş. ve Bulut, V., Afyon ve Yakın Dolayının Jeolojisi, M.T.A. Yay., Ankara, (1987).
5. Erentöz, C ve Pamir, H.N., 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Ankara Paftası, MTA Yay., Ankara, (1963).
6. Zanettin, B., Proposed New Chemical Classification of Volcanic Rocks: Episode, 7/4, 19 -20,(1984).
7. Anonim, Doğal Yapı Taşlarına Uygulanan Test Yöntemleri: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TSE 699, 82 s, Ocak, Ankara, (1987).
8. Anonim, Fabrika Tuğlaları - Duvarlar için Dolu ve Düşey Delikli: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TSE 705,16 s, Mart, Ankara, (1985).
9. Anonim, Doğal Yapı Taşları: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TSE 2513, 5 s, Şubat, Ankara, (1977).

10. Anonim, Traverten - Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TSE 11143, 8 s, Aralık, Ankara, (1993).
11. Anonim, Trakit - Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TSE 11135, 8 s, Kasım, Ankara, (1993).
12. Anonim, Gabro - Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TSE 10834, 8 s, Nisan, Ankara, (1993).
13. Anonim, Bordur Taşları - Doğal Taştan - Dış Kaplamalar için Özellikler: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TS pr EN 1343, 10 s, Nisan, Ankara., (1996).
14. Anonim, Kaplama Plakları - Doğal Taştan - Dış Kaplamalar için Özellikler: Türk Standartları Enstitüsü Yayını, TS pr EN 1341, 14 s, Nisan, Ankara, (1996).
15. Anonim, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, T.M.M.O.B. İnşaat Müh. Odası İzmir Şubesi Eğitim Merkezi, Yay. No: 25, 9. Baskı, 85 s.,izmir, (1998).