

Toprakkale Bazaltının Doğal Taş Endüstrisindeki Yeri

E. Yaşar & Y. Erdoğan

Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

ÖZET: Özellikle son yıllarda inşaat sektöründe yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılan kayaçların dekoratif taş endüstrisinde, artan talebe paralel olarak da dekoratif taşların üretiminde ve işlenmesinde, oldukça büyük gelişmeler gözlemlenmektedir. Bu gelişmeler dekorasyon amaçlı kullanılacak kayaçların kullanımını arttırmakla birlikte kayaçların fiziksel ve kimyasal olaylardan etkilenmesi sonucu belli başlı problemleri de peşinden getirmektedir. Bu problemlerin başında ısı değişimi, su içeriği, nem oranı, aşınma durumu, kimyasal etkileşimler ve mekanik olaylar sayılabilir. Bu çalışmada, dekoratif taş olarak kullanılan Doğu Akdeniz yöresi kayaçlarından Toprakkale bazaltının jeolojik, fiziksel ve mekanik özellikler belirlenerek kullanım alanları için değişik kriterler ortaya konulmuştur. *

ABSTRACT: An important developing in production and processing of decorative rocks industry while increasing demanding in recent years in civil engineering sector as a construction and covering material has been observed. A number of problems due to affection of physical and chemical alterations of decorative rocks have been seen in these developing which occurred with increasing of using decorative rocks. These problems are changing of temperature, water content, moisture ratio, abrasion, chemical interaction and mechanical events. In this study, the properties of physical, geological and mechanical of Toprakkale basalts, which were used as decorative rocks, have been put forward the various criteria for determination of using area.

1. GİRİŞ

Doğal taşlar insanlığın varoluşu ile birlikte sık olarak kullanılmaya başlanmıştır. Doğal taşlardan serpanımt, diyabaz, gabro, granit, kireçtaşı ve bazaltın yapı ve dekorasyon amacıyla sıkça kullanıldığı yapılan arkeolojik kazılar sonucu görülmüştür. Son yıllarda-doğal taş sektörü nakliye imkanlarının ve endüstrinin gelişmesi sonucu doğal taş yataklarının verimli olarak işletilmesi ile gelişmiştir. Bugün doğal taş ticaret hacmi İkinci Dünya Savaşının hemen öncesindeki ticaretin yaklaşık 20 kat daha fazlasına ulaşmıştır. Dekoratif taş endüstrisinin yanında depremedayanıklı, taşıma kapasitesi yüksek, hafif yapı malzemesi üretmek amacıyla daha ekonomik rezerve sahip doğal taşların kullanım alanlarını belirlemek ve gelişimini tespit etmek doğal taş endüstrisinde büyük bir önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi kayaçlarından Toprakkale bazaltlarının tüketim açısından fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri tespit edilmiş ve jeoteknik tanımlaması yapılmıştır. "Bu tanımlamaya göre inşaat sektöründe yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılan bazaltın kullanıldığı yer ve amaca uygunluk derecesi, hafif yapı malzemesinin üretimi ve renk-desen özellikleri incelenerek kaplama malzemesine uygunluğunu belirlemek amacıyla laboratuvar deneyleri yapılmış, TS Standartlarına uygunluğu incelenmiş ve kullanım alanları tespit edilmiştir.

2. TOPRAKKALE BAZALTININ JEOLJİSİ ve KARAKTERİSTİĞİ -

Çalışma kapsamında Adana Toprakkale Bölgesinde yüzeylemekte olan Toprakkale Bazaltı incelenmiştir. Çalışma alanının bölgesel jeolojisi,

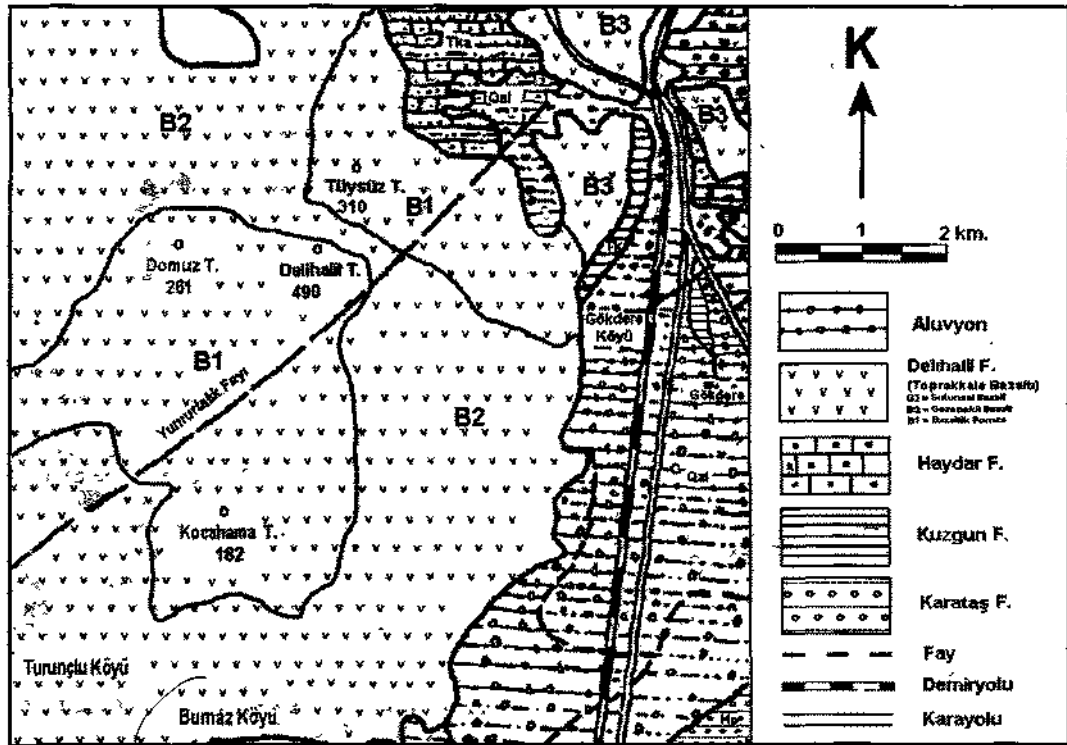
bazaltın oluşumu ve geçirmiş olduğu tektonizmanın etkisi araştırılmıştır. Toprakkale bazaltı Toprakkale ve Erzin ilçeleri ile İskenderun Körfezi arasında yer almakta olup, Kuvaterner yaşlı Plato bazaltları şeklinde yaklaşık 115 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir (Şekil 1).

Çalışma alanı ve yakın civarında Karataş Formasyonu (Tka), Kuzgun Formasyonu (Tk), Haydar Formasyonu (Hpl), Delüialil Formasyonu (B) ve Alüvyon (Qal) birimleri görülmektedir. Bu çalışmada Delüialil Formasyonu volkanik birim olup Toprakkale Bazaltı olarak adlandırılmıştır.

Karataş Formasyonu (Tka) Turunçlu ve Tüysüz Köyleri civarlarında, Kısık Boğazı kuzeyinde ve Toprakkale batısında görülmektedir. Formasyon genel olarak fliş karakterinde olup kumtaşı, kumlu kireçtaşı ve çamurtaşı bakımında kaya türü olarak görülür. Bu formasyon içerisinde çeşitli yaş ve boyutlarda kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, kalk şist,

kuvars-muskovit şist, tuf, bazalt ve kumtaşları blok veya olistosromal seviyeler şeklinde yer alırlar Bilgin ve diğerleri (1981) formasyonu kumlu kireçtaşı içindeki fosil bulgularına göre birime Alt-Orta Miyosen yaşını vermişlerdir.

Kuzgun Formasyonu (Tk) Kısık Boğazının her iki yamacında ve güney doğusunda geniş alanlarda yüzeylenir. Formasyon genellikle kumtaşı, konglomera, marn, silttaşı ve kilitaşı ardalanmasından oluşmuştur. Bilgin ve diğerleri (1981) bu formasyon içindeki fosil bulgularına göre Kuzgun Formasyonuna Üst Miyosen-Pliyosen yaşını vermişlerdir. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)- tarafından Kısık Boğazının güneyinde bu formasyon üzerinde derin petrol sondajları açılmış ve sondaj verilerine dayanarak Kuzgun formasyonunun kalınlığının 1400 metre olduğu görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 1. Toprakkale Çivannm Jeolojik Haritası (Doyuran, 1980'den değiştirilerek)

Haydar Formasyonu (Hpl), bol serpantin, serpantaaze peridotit, kireçtaşı daha az kuvars ve yer yer çört çakılları içeren karbonat çimentolu, ıy pekişmiş çakıl taşından oluşmuştur. Taneler iyi yuvarlaklaşmış olup 2 mm ile 20 cm boyutları arasında değişmektedir. Marn mercceklerinin yer yer izlendiği bu formasyon Doyuran (1980) tarafından Haydar Formasyonu olarak isimlendirilmiş ve formasyonun sahil veya med-cezirin etkin olduğu dar bir körfezde olduğu belirtilmiştir. TPAO'nun 1964 yılında petrol aramak amacıyla açtığı Erz-1 sondajı bu formasyon içinde 1800 metreye kadar inmiş fakat formasyonunun tabanına varılamamıştır. Haydar Formasyonunun yaşı Pliyosen olarak kabul edilmiştir.

Bu çalışmada Toprakkale bazaltı olarak adlandırılan Delihalil Formasyonu (B), çok geniş bir alana yayılmış olup genellikle ana ve tali volkanlardan püsküren piroklastik blok, parça ve külleri ile zaman zaman görülen lav akıntısı şeklindedir. Dehhali Tepe, Domuz Tepe, Kocahama Tepe ve Tüysüz Tepe gibi bir çok tepeler bu formasyonun ana veya tali volkan konisi niteliğindedir. Delihalil Tepenin ana volkan konisi olması ve çok geniş bölgelere yayılım göstermesi nedeniyle Doyuran (1980), Bilgin ve Ercan (1981) tarafından Delihalil Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyonun yaşını Doyuran (1980) Holosen, Bilgin ve Ercan (1981) ise Kuvaterner olarak vermiştir. Delihalil Formasyonunun fiziksel olarak dış görünümü, gaz boşluğu içerikleri, sahadaki yayılımları ve konumları itibarı ile farklı zamanlarda ve uç safhada oluştukları gözlenmiştir. Kısık boğazı ve çevresinde görünür kalınlığı 25-30 m. civarında olan bu bazaltların devamında TPAO'nun Erzinde açmış olduğu petrol arama sondajlarında bazalt kalınlığı olarak 70 m. tespit edilmiştir. Bazaltların arazideki konumları, gaz boşluklarının kısmen kalsit minerali tarafından doldurulmuş olması bunların ilk volkan faaliyetleri ile oluşmuş olabileceklerini göstermektedir. Önceki araştırmacılar Doyuran (1980), Uz ve arkadaşları (1997) bu bazaltları volkanik faaliyetlerin ilk ürünü olarak kabul etmiştir. Toprakkale batısında Karataş formasyonu ile bazaltın dokanağında pişme zonları çok net olarak görülmektedir.

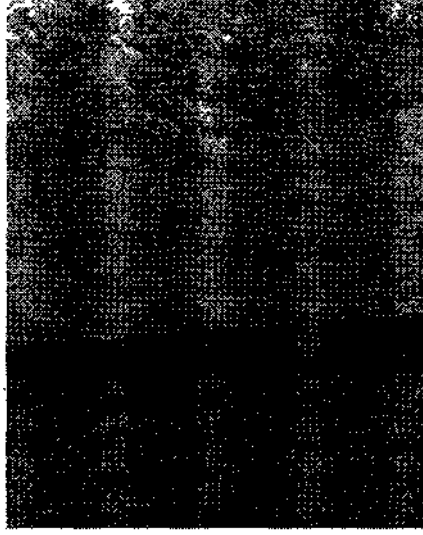
Toprakkale bazaltları arazide masif, siyah-gri renkli, ırılı-ufaklı ve köşeli bloklar halinde izlenebilmektedir. Sert taşlar sınıfında bulunan ve renkleri genellikle siyah olan bazaltlar yoğun ve homojen bir renge sahiptir. Minerallerin oluşma sırası başlıca, magmanın başlangıçtaki bileşimine ve ısısına bağlıdır. Bazaltlar sedimanter seri üzerine

volkanik faaliyetler sonucu olduğu görülmüş ve mikroskopik veriler ile bu durum desteklenmiştir. Toprakkale bazaltı oluşumu açısından tabandan tavana doğru bazaltik pomza, gözenekli bazalt ve sütünsel bazalt şeklinde 3 gruba ayrılmıştır.

ÜST SEBİHA	SİSTEM	SİHİ	LİTOLOJİ	KALINLIĞI (m)	AÇIKLAMALAR	
					FORMASYON	LİTOLOJİK TANIM
SENOZOYİK	KUVATERNER	PLİYOSEN	ALBİYOR	~1000	ALBİYOR	CAMEL, KUM, SİLİT VE KİRDİM OLUŞMUŞTUR
			DELİHALİL FORMASYONU	~1000	DELİHALİL FORMASYONU	YER YER PİROKLASTİK BLOK, BLOKLU VE GÖZENEKLE GAZ BOŞLUĞU İÇERİMLERİNE SAĞLIK PARÇALAR İÇERİMLERİNE SAĞLIK
			HAYDAR FORMASYONU	~1000	HAYDAR FORMASYONU	KONGLOMERATA YER YER BAZALTİK BLOK İÇERİMLERİNE SAĞLIK
			ERZİNDE FORMASYONU	~1000	ERZİNDE FORMASYONU	SİNGİLEK KONGLOMERATA MARN SİLİTİŞİ İÇERİMLERİNE SAĞLIK
TERTİYER	MİYÖSEN	ALYON	ERZİNDE FORMASYONU	~1000	ERZİNDE FORMASYONU	SİNGİLEK KONGLOMERATA MARN SİLİTİŞİ İÇERİMLERİNE SAĞLIK
			HAYDAR FORMASYONU	~1000	HAYDAR FORMASYONU	SİNGİLEK KONGLOMERATA MARN SİLİTİŞİ İÇERİMLERİNE SAĞLIK

Şekil 2. Toprakkale Bazaltları ve Civarının Genel Litolojik Kesiti (Pelen ve İşler, 1996) (ölçeksiz)

Bazaltik pomza, Tüysüz tepe, Delihalil Tepe ve Kocahama Tepe, civarında 3-4 m. kalınlığında ve 1 mm.'den 1 m.'ye kadar değişen boyutlarda çok değişik kaya parçaları içermektedir. Volkanik blok ve parçalar yığılma oluşturmuş ve aralarında herhangi bir çimento bulunmayıp en küçük darbeye dağılabilmektedir. Ana ve tali bacaların uzağında özellikle İskenderun-Osmaniye otoyolu üzerinde püskürmelerin ince kırıntıları ve külleri görülmektedir (Şekil 3). Görünür kalınlığı 10 m. civarındadır. Bu seviye, 50-60 cm. kalınlığında toprak seviyesi ile kaplanmış ve toprak seviyesinin üzerinde 2-4 m. kalınlığında normal derecelenme ve iyi laminalanma göstermektedir. Seviyenin tane büyüklüğü ise 1-15 mm. arasında değişmekte ve uzun eksenleri yataklanma yüzeyine paralellik sunmaktadır.



Şekil 3. Bazaltik Pomzadan bir Görünüş

Gözenekli bazalt ise çok az sütunsal özellik göstermesine karşılık genellikle gaz boşluklu, bloklu ve masif bir yapı hakimdir. Gaz boşluğu çok fazla ve boyutları 1-15 mm. arasında olup boşluklar birbirleri ile bağlantılıdır. 1 cm_'de yaklaşık olarak 10-25 tane boşluk görülmektedir. Bazı kayaç örnekleri çok ince, mikron düzeyinde veya farklı büyüklükte boşluklu ve sungerimsi yapı sunmaktadırlar. Oluşum açısından volkanik püskürmenin ilk aşamalarında gaz fazında havaya aniden yükselmeleri neticesinde oluştuğu kabul edilmektedir. Gözenekli bazaltlar fiziksel ve kimyasal etkilere karşı iyi bir dayanım göstermektedirler. Bazaltların mineralojik, kimyasal ve teknolojik özelliklerinin incelenmesi sonucunda endüstride rahatça kullanılabilceği tespit edilmiştir.

Sütunsal bazaltlar ise çok fazla gaz boşluğu içermeyen masif fakat çok kırıklı ve çatlaklı bir yapı sunmakta ve kıymık şeklinde kırılma yüzeyleri görülmektedir. Görünür kalınlık 20-25 m. civarındadır.

Bunların üzerinde 3-5 m. kalınlığında düzgün kenarlı sütunsal görünümlü bazaltlar görülmektedir. Gaz boşlukları az ve incedir (Şekil 4).



Şekil 4. Sütunsal Bazalttan (B3) Bir Görünüş

Yapılan mikroskobik çalışmalar sonrasında hemen hepsinin intergranüler ve mikrolitik porfirik yapıda oldukları gözlenmiştir. İnce uzun mikrolitler şeklinde izlenen plajyoklasların yaklaşık hepsinde albit ikizlenmeleri görülür. Çok taze görünümlü ve herhangi bir alterasyon göstermeyen plajyoklaslar hakim mineral olup, % 52-54 arasında anortit içeren labrador oldukları tespit edilmiştir. Plajyoklastan-sonra ikinci hakim minerali olivin oluşturur, küçük olivin kristallerinin yanında muntazam şekilli otomorf olivinler dikkat çekicidir. Özellikle gözenekli bazaltta gaz boşluklarının geniş ve çok olması dolayısı ile olivinlerin kırık ve çeperleri boyunca iddingsitleşmeye başladığı görülmektedir.

Altta bazaltlarda piroksen görülmemesine karşılık sütunsal bazaltlarda ise olivinle birlikte ve hemen hemen olivine eşit miktarda çok küçük gramiler şeklinde fenokristalli titanlı ojitler izlenmiştir. Ojitler plajyoklaz mikrolitlerinin boşluklarını doldurmaktadırlar. Opak minerallerden belirgin olarak manyetit minerali fazla miktarda olup köşeli granüler haldedir. Tek nıkolde pembenin tonlarındaki pleokrizma renkleri ile dikkat çekicidirler. Masif ve sütunsal görünümlü bazaltların gaz boşluklarında herhangi bir ikincil mineral görülmezken bazaltik pomza ve gözenekli bazaltın bazı gaz boşluklarının çeperlerinde kalsit oluşumları gözlenmiştir. Bu oluşumlar henüz başlangıç safhasında olup boşluk çeperlerinden merkeze doğru gelişme göstermektedirler.

3. TOPRAKKALE BAZALTININ FİZİKSEL ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Toprakkale bazaltının kullanım yerlerinin belirlenmesinde bir çok faktör ve parametre etki etmektedir. Bazaltın kullanım yerleri için fiziksel, kimyasal ve jeomekanik özelliklerin belirlenmesi son derece önemlidir. Doğal taş endüstrisi için doğru seçim doğal yapı taşının araştırılan özelliklerinin beklenen standartlara uygun olması ile mümkün olabilmektedir.

Bu amaçla bazaltın özelliklerinin belirlenmesi için laboratuarda yapılabilecek bir çok deney ve analiz çalışmaları aşağıda verilmektedir. Yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılacak kayaların optimal kullanım yerleri ile ilgili sayısal değerlendirmeler deney ve analiz sonuçlarının irdelenmesi ile yapılabilecektir (Brown, 1981; Gündüz, 1995; Şentürk ve diğ., 1995; Öztank ve Türkmen, 1988).

- Kimyasal Analizler,
- Elek Analizleri,
- Mineralojik Analizler,
- İnce Kesit Analizleri,
- Birim Hacim Ağırlık Tayini,
- Özgül Ağırlık Tayini,
- Su Emme Oranı,
- Porozite Oranı,
- Perméabilite Oranı,
- Tek Eksenli Basma Dayanımı,
- Üç Eksenli Basma Dayanımı,
- Nokta Yükleme İndeksi,
- Aşındırma Dayanım İndeksi,
- Isıl İşleme Dayanımı,
- Don Tesirine Dayanımı,
- Dolaylı Çekme Dayanımı,
- Eğilme Dayanımı,
- Darbe Dayanım,
- Mohs Sertlik Cetveli,
- Shore Sertlik İndeksi,
- Schmidth Çekici Sertlik İndeksi,
- Sismik Hız İndeksi (P.S. Dalga Boyu).

Yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılacak Toprakkale bazaltlarının kullanım kriterlerini daha iyi saptayabilmek için çalışma sahasından numuneler alınarak Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölüm Laboratuvarlarına getirilerek her bir deney için farklı en az 5 numune hazırlanmış ve fiziksel, kimyasal ve mekanik analiz sonuçları Çizelge 1, 2, 3, 4, 5 ve 6'da sunulmuştur. Mekanik ve fiziksel özellikler belirlendikten sonra kayaların

kullanım yerleri için uygun olup olmadıkları irdelenmiştir (Çizelge 7).

3.1. Bazaltik Pomza (Bl)

Günümüzde bazaltik pomzamn kullanım alanı çok geniş olduğu gibi ana sektörü inşaat sektörüdür. Kullanıldıkları yerlere göre bazaltik pomza 5 ayrı grupta değerlendirilebilir. İnşaat Sektörü, Tekstil Sektörü, Tarım Sektörü, Kimya Sektörü ve Diğer Endüstri ve Teknolojik Sektör sayılabilir.

İnşaat Sektöründe Kullanımı

Bazaltik pomza inşaat sektöründe geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bazaltik pomza hafif yapı malzemesi, ses ve ısı izolasyonu, dona, yangına ve depreme dayanıklı beton üretimi, çimento" Jkatkı maddesi olarak kullanılabilir. Gözenekli ve sağlam bir volkanik kayaç olması nedeni ile düşük bir yoğunluğa sahiptir. Düşük yoğunluktan dolayı inşaat işlerinde hafif yapı malzemesi olarak kullanılabilir. Diğer agregadan yapılan betona göre hafif olması ve tanelerin sağlam olmasından dolayı kullanılacak inşaat demirinin azalması nedeni ile zemine gelen yüklerin azalmasından dolayı zeminin taşıma kapasitesi artmaktadır. Ayrıca boşluklu yapıya sahip olmasından dolayı ısı ve ses izolasyonu da sağlamaktadır.

Tekstil Sektöründe Kullanımı

Tekstil sektöründe yaygın olarak tekstil ürünlerinin renklerinin açılmasında ve -yumuşatılmasında kullanılmaktadır.

Tarım Sektöründe Kullanımı

Bu sektörde kuraklığa karşı- bazaltik pomzadan yararlanılmaktadır. Aşırı buharlaşmanın olduğu yerlerde bitkinin ihtiyacı olan suyu ayarlayarak bitkiye vermektedir. Ayrıca gübre yapımında ve gübrenin kaybını azalttığı gibi yer altı sularının kirlenmesini de önleyebilmektedir.

Kimya Sektöründe Kullanımı

Bazaltik pomza ilaç ve kibrit sanayi, gübre sektörü, diş macunu ve parlatma tozu, emici malzeme ve deterjan sanayiinde de kullanılmaktadır.

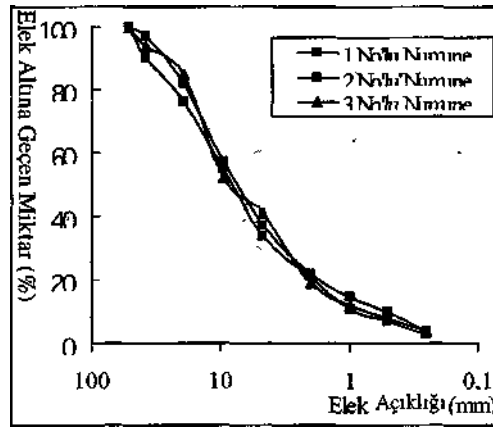
Diğer Endüstri ve Teknolojik Sektörde Kullanımı

Kuyumculuk, metal, cam sanayiinde aşındırıcı,

elektronik devre ve ciplerin temizlenmesinde, oto lastik üretiminde katkı, karayollarında buzlanmaları önlemede, seramik malzemelerinde sır tabakası yapımında ve dekoratif hafif tavan kaplama malzemeleri üretiminde kullanılmaktadır.

Toprakkale bazaltik pomzasının kullanım amaçlarının belirlenmesi- amacıyla birim hacim ağırlık, özgül ağırlık, porozite, su emme, elek analizleri gibi fiziksel, mekanik ve-kimyasal analizleri yapılmıştır.

Bazaltik pomzadan yapılan elek analizleri neticesinde %85 çakıl, % 15 ise kum boyutunda malzemeden oluştuğu tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Bazaltik Pomzamn Elek Analiz Sonuçları

Yapılan kimyasal analizler neticesinde bazaltik pomzada ortalama %45,95 oranında SiO_2 , % 19,95 oranında Al_2O_3 , %7,53 oranında ise toplam demir miktarı bulunmaktadır. Ortalama %13,23 CaO , %6,24 oranında MgO ve toplam olarak % 6,69 oranında Na_2O+K_2O ve diğer tali bileşenler bulunmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Bazaltik Pomzamn Kimyasal Analizi

Bileşim	1	2	3	Ortalama
SiO_2	45,66	46,38	45,80	45,95
Al_2O_3	16,95	21,89	21,02	19,95
FeA	7,45	7,35	7,78	7,53
CaO	18,10	10,78	10,82	13,23
MgO	4,60	6,86	7,26	6,24
Na_2O+K_2O	6,96	6,34	6,78	6,69
Diğer	q,28	0,40	0,56	0,41
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00

Bazaltik pomzadan yapılan fiziksel analizler neticesinde ise birim hacim ağırlık değeri ortalama olarak 1,09 gr/cm², özgül ağırlık değeri 2,48 gr/cm², su emme oranı ise %21,28 ve porozite miktarı ortalama %53,56'lık bir değer göstermiştir. Bu deneylerin sonuçları bazaltik pomzamn hafif yapı malzemesi, beton üretimi, çimento katkı maddesi ve diğer alanlarda rahatça kullanılabilceğini göstermektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Bazaltik Pomzamn Fiziksel Özellikleri

Numune No	1	2	3	4	5	Ortalama
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ²)	0,98	1,16	0,92	1,30	1,10	1,09±0,15
Özgül Ağırlık (gr/cm ²)	2147	2,48	2,46	2,51	2,48	2,48±0,02
Porozite (%)	58,70	51,20	59,10	46,40	52,40	53,56±5,37
Su Emme (%)	22,86	19,80	24,62	17,24	21,86	21,28±2,85

3.2. Gözenekli Bazalt (B2)

Gözenekli bazalt genellikle park düzenlenmesinde ve akvaryumlarda süsleme taşı olarak kullanılmaktadır. Çok sağlam olması dolayısı ile teraslarda ve barajlarda dalga kıran malzemesi olarak kullanılması uygundur.

Mozaik ve Süsleme Taşı Olarak Kullanımı

Kaplama ve dekoratif olarak sıkça kullanılmakta olan sert taşlar gerek güzel görünüm ve gerekse atmosferik dış etkenlere karşı dayanıklı olması nedeniyle mozaik ve süs taşı olarak da kullanılabilirler.

Düzensiz şekillerde oluşturulmuş mozaikler ev zeminlerinde ve teraslarda, avlu ve bahçe girişlerinde ve yollarında sıkça kullanılmaktadır. Süsleme olarak kullanılan taşlar ise değişik renk ve desende olup alan kaplamalarında, yollarda, yürüyüş parkurlarında ve şehir içi ara caddelerde yoğun olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca son zamanlarda büyük liman ve marina yapımlarında büyük boyutlardaki kaplama kayaçları dolgu malzemesi olarak sıkça kullanılmaktadırlar.

Kimyasal analizler neticesinde ortalama %45,81 oranında SiO₂, %20,98 oranında Al₂O₃, %7,32 oranında ise toplam demir miktarı bulunmaktadır Ortalama %11,67 CaO, %5,74 oranında MgO ve toplam olarak %7,68 oranında Na₂O+K₂O ve diğer tali bileşenler "bulunmuştur (Çizelge 3).

Fiziksel analizler neticesinde ise birim hacim ağırlık değeri ortalama olarak 2,54 gr/cm³, özgül ağırlık değeri 2,66 gr/cm³ ve porozite miktarı ortalama %4,46'lık bir değer tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Gözenekli Bazaltın Kimyasal Analizi

Bileşim	« *)	2 (%)	3. (%)	Ortalama
SiO ₂	45,60	46,26	45,56	45,81
Al ₂ O ₃	17,00	22,20	23,74	20,98
Fe ₂ O ₃	7,40	7,35	7,20	7,32
MgO	4,48	6,68	6,06	5,74
CaO	17,65	10,31	7,05	11,67
Na ₂ O+K ₂ O	7,17	6,30	9,57	7,68
P ₂ O ₅	0,45	ü,56	0,55	0,52
Diğer	0,25	0,34	0,27	0,29
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00

Mekanik analiz sonuçlarında ise darbe direnci 4,4 kg/cm², eğilme 131,92.kg/cm², aşınma dayanımı 23,95 cm²/50cm², Shore Schleroscope indeksi 54.83 ve tek eksenli basma dayanımı.776,46 kg/cm² olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Gözenekli.Bazaltın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Numune No	1	2	3	4	S	Ortalama
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,50	2,54	2,57	2,58	2,53	2,54±0,03
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2,64	2,64	2,70	2,72	2,60	2,66±0,05
Porozite (%)	5,03	4,26	5,12	3,98	3,90	4,46+0,58
Darbe Direnci (kg/cm ²)	6,00	6,00	2,00	6,00	2,00	4,40±2,19
Eğilme (kg/cm ²)	108,20	141,80	119,50	163,90	126,20	131,92+21,62
Aşınma Dayanımı (cm ³ /50cm ²)	27,20	25,60	19,60	16,96	30,40	23,95±5,54
Shore Schleroscope	52,75	50,80	60,18	57,30	53,10	54,83±3,82
Tek Eksenli Basma Dayanımı.(kg/cm ²)	718,90	736,00	916,60	1002,80	508,00	776,46+192,28

3.3. Sütunsal Bazalt (B3)

Sütunsal bazaltın boşluk oranının az olması ve mekanik özelliklerinin çok iyi olması nedeniyle blok levha ve parke taşı olarak kullanılmaktadır.

Blok Levha Olarak Kullanımı

Sütunsal bazaltlar inşaatlarda taban, duvar, basamak, mutfak, banyo gibi alanlarda karo ve

fayans olarak döşenmesi ve kaplanması, binaların dış cephelerinin kaplanmasında kullanılabilir. Bunun yanında dış zeminlerde parke taşı, mezar taşı ve dekoratif eşya yapımında süs eşyası olarak da bazaltların kullanıldığı sıkça görülmektedir.

Kullanım esnasında çatlayan, kırılan ve kullanılamaz hale gelen bazaltlar ise mozaik olarak veya suni mermer yapımında ve yollarda mıcır malzemesi olarak da değerlendirilmektedir.

Mermer ve doğal taşlar özellikle dekorasyon amaçlı binalarda sıkça kullanılırken sütunsal bazaltlar ise

E. Yaşar & Y. Erdoğan

daha fazla dayanıklılık gerektiren işlerde kullanılmaktadır.

Parke Taşı Olarak Kullanımı

Bazaltların parke taşı olarak kullanımı oldukça eskidir. İlk zamanlarda çekiç, murç ve benzeri aletlerin kullanılması ile kolayca üretilmesi nedeni ile bol miktarda kullanılmıştır. Bu yüzden eski binalar ve yollarda bol miktarda yapı ve kaplama malzemesi olarak bazalt kullanıldığı görülmüştür. Özellikle sanayileşmiş ülkelerde park, bahçe ve çevre düzenlemelerinde bazaltlar yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır.

Sütunsal bazalttan yapılan parke taşının albenisi göz önüne alındığında çok geniş bir kullanım alanı bulabilmektedir. Parke olarak kullanılan taşlar, zar taşları, fayans tipi parke ve palaydan olarak sınıflandırılabilir. Bazalt sağlam kayaç grubuna girdiğinden dolayı çoğunlukla yoğun araç ve yayaların olduğu bölgelerde, yürüme parkurlarında yer kaplaması olarak kullanılmaktadır.

Kimyasal analizler neticesinde ortalama %44,92 oranında SiO₂, %15,56 oranında Al₂O₃, %12,29 oranında ise toplam demir miktarı bulunmaktadır. Ortalama %11,30 CaO, %6,70 oranında MgO ve toplam olarak %5,39 oranında Na₂O+K₂O ve diğer tali bileşenler bulunmaktadır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Sütunsal Bazaltın Kimyasal Analizi

Bileşim	K(%)	2 (%)	3. (%)	Ortalama
SiO ₂	44,30	45,60	44,86	44,92
TiO ₂	2,90	2,91	2,89	2,90
Al ₂ O ₃	15,50	16,08	15,10	15,56
Fe ₂ O ₃	2,16	2,20	2,24	2,20
FeO	10,80	8,57	10,90	10,09
MgO	7,62	5,88	6,59	6,70
CaO	10,41	12,45	11,04	11,30
Na ₂ O+K ₂ O	5,30	5,39	5,47	5,39
Diğer	1,01	0,92	0,91	0,95
Toplam	100,00	100,00	100,00	100,00

Fiziksel analizler neticesinde ise birim hacim ağırlık değeri ortalama olarak 2,72 gr/cm³, özgül ağırlık değeri 2,81 gr/cm³, ve porozite miktarı ortalama %1,31'lik bir değer tespit edilmiştir.

Mekanik analiz sonuçlarında ise darbe direnci 15,20 kg/cm², eğilme 153,28 kg/cm², aşınma dayanımı 13,25 cm³/50cm², Shore Schleroscope indeksi 60,33 ve tek eksenli basma dayanımı 1089,40 kg/cm² olarak bulunmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 6. Sütunsal Bazaltın Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Deney Adı'	1	2	3	4	5	Ortalama
Birim Hacim Ağırlık (gr/cm ³)	2,71	2,74	2,76	2,70	2,71	2,72(0,03)
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	2,73	2,76	2,87	2,90	2,79	2,81(0,07)
Porozite (%)	0,51	0,48	1,26	3,22	1,10	1,31(1,12)
Darbe Direnci (kg/cm ²)	12,00	12,00	20,00	20,00	12,00	15,20(4,38)
Eğilme (kg/cm ²)	136,60	149,00	180,00	172,20	128,60	153,28(22,23)
Aşınma Dayanımı (cm ³ /50cm ²)	18,60	12,20	10,40	11,20	13,86	13,25(3,26)
Shore Schleroscope	57,72	60,14	67,90	62,10	53,80	60,33(5,24)
Tek Eksenli Basma Dayanımı.(kg/cm ²)	986,00	886,00	1296,00	1272,00	1007,00	1089,40±183,63

Ayrıca sütunsal bazaltların fabrika, atölye ve benzeri yerlerde taban ve duvar kaplaması olarak kullanım alanı bulduğu için bu taşların kimyasal etkilere karşı yüksek bir dayanıma sahip olması istenmektedir. Bazaltlar, -doğal zayıflık düzlemlerinden darbe yoluyla kırılarak pürüzlü bir

yüzey oluşturdukları için kaygan zeminlerde kullanılmaktadır. Ayrıca renk ve desen farklılığı sunanları bir araya getirilerek dekoratif cephe kaplaması olarak da kullanılabilirler.

Sütunsal bazalttan yapılan 4x6 cm boyutundaki

parke taşları yaya trafiğinin yoğun olduğu yerlerde, 6x8 cm. boyutundaki parke taşları yaya ve araçların daha fazla ve karışık olduğu alanlarda, 8x10 ve 10x12 cm. boyutlu olanları ise aşırı yüklerle ve asidik ortama dayanıklılık gerektiren endüstri ortamlarında da kullanılmaktadırlar (Çizelge 7).

Çizelge 7. Toprakkale Bazaltlarının Kullanım Yerlerine Göre Uygunluğu

Kullanım Alanı	Toprakkale Bazaltı		
	B1	B2	B3
Antre	-	-	+
Koridor	-	+	+
Banyo	-	+	-
Tezgah	-	+	+
Zemin Kaplama	+	+	+
Duvar Kaplama	-	+	+
Restorasyon	+	+	-
Mezar Taşı	-	-	+
Torna işleri	-	-	+
Anıt Yapılar	-	+	+
Harçlı uygulama	+	+	+
Çelik Ankraj	-	+	+
Isı ve Ses Yalıtımı	+	-	-
Çimento Katkı Maddesi	+	+	-
Dona Dayanıklılık	+	-	+
Yangına Dayanıklılık	+	-	+
Depreme Dayanıklılık	+	+	+
Toprak İslahında	+	+	-
Filtre Malzemesi	+	+	-
Dolgu Malzemesi	+	+	+
Sabun ve Kozmetik	+	+	-
Kibrit Sanayi	+	-	-
Gübre Sanayi	+	-	-

B1= Bazaltik pomza
 B2= Gözenekli Bazalt
 B3= Sütünsal Bazalt
 (+) = kullanılabilir
 (-) = kullanılmaz

4. BAZALTIN KULLANIMINDA TÜRK STANDARTLARI

Çalışma sonucunda bazaltın kullanım alanlarına göre çeşitli faktör ve parametrelerin etkileşimi altında bulunduğu tespit edilmiştir. Bu amaçla bazaltın endüstride kullanım alanlarının daha iyi tanımlanabilmesi için, Türk Standartları Enstitüsü (T.S.E) değişik tarihlerde yapı ve kaplama taşları ile ilgili taşların fiziko-mekanik değerlerini içeren Türk Standartları oluşturulmuştur.

- TS 699 Muayene ve Deneysel Metotları (1987);
- TS 2027 Çekme Dayanımı (1975);
- TS 2030 Elastisite Modülü v&Poisson Oranı (1975),
- TS 1910 Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Yapı Taşları (1977),
- TS 2513 Doğal Yapı Taşları (1977),
- TS 2809 Doğal Parke Taşları (1977),

standartları kullanılmış ve limit değerler ile gözenekli ve sütünsal bazaltlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Gözenekli ve Sütünsal Bazaltın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri için Standartlar ve Deneysel Sonuçları

Deneysel Adı	Limit Değerler	Sonuçlar	
		B2	B3
Basma Dayanımı (kg/cm ²)	>500	776	1089,4
Dolaylı Çekme Dayanımı (kg/cm ²)	>40	68,3	96,9
Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	>2,55	2,66	2,81
Porozite (%)	>2	4,46	1,31
Ağırlıkça Su Emme (%)	<1,8	12	1,65
Sürtünmeden Dolaylı Aşınma (cm ³ /50cm ²)	<15	23,93	13,25
Darbe Dayanımı (kg/cm ²)	<12	4,40	15,20

Endüstride yapı ve kaplama taşı olarak kullanılacak olan Toprakkale Bazaltının standartlara uygunluğunun analizinin yapılması gerektiği gibi çevredeki eski yapılarda incelendiğinde her hangi bir yapısal bozulmanın olmadığı görülmüş ve orijinal halini uzun süre koruduğu gözlemlenmiştir. Çizelge 8'de belirtildiği gibi Toprakkale bazalt numunelerinin TS'na uygun olduğu, yapı ve kaplama sektöründe dekoratif olarak rahatça kullanılabilceği görülmüştür.

5. SONUÇLAR

Ticari olarak doğal yapı taşı sektörü ele alındığında, dekorasyon amaçlı doğal taşların kullanımı dünyada ve buna paralel olarak da ülkemizde de oldukça arttığı gözlemlenmiştir.

Toprakkale bazaltları ve yakın civarının genel jeolojisi incelenmiş ve bazaltları oluşumlarına göre bazaltik pomza, gözenekli bazalt ve sütünsal bazalt olarak arazi ve laboratuvar çalışmalarıyla sonuçlandırılmıştır.

Toprakkale bazaltları Kuvaterner yaşlı olup diğer sedimanter birimleri örtmüştür.

E. Yaşar & Y Erdoğan

Bazaltik pomzanın görünür kalınlığı. 10m. olup içerisinde lmm. den İm.'ye kadar değişen boyutlarda materyal tespit edilmiştir.

Gözenekli bazaltlarda gaz boşluğu çok fazla olup boşluk boyutları 1-15 mm. arasında, birbirleri ile bağlantılı olup 1 cm² de yaklaşık olarak 10-25 tane boşluk görülebilmektedir.

Sütunsal bazaltlar ise çok fazla gaz boşluğu içermeyen masif, kırıklı çatlaklı 3-5m. kalınlığında düzgün kenarlı sütunsal görünüşlüdür. Görünür kalınlık ise 20-25 m. civarındadır.

Toprakkale bazaltlarının fiziksel, jeolojik, kimyasal ve mekanik özellikleri belirlenerek kullanım olanakları araştırılmıştır. Bu bakımdan bazaltik pomza çoğunlukla hafif yapı malzemesi üretiminde, gözenekli bazalt dolgu ve süslemecilik alanında ve sütunsal bazalt yapı ve kaplama malzemesi olarak inşaat sektöründe kullanılması uygundur.

Toprakkale bazalt numunelerinin TS'na uygun olduğu yapı ve kaplama sektöründe hafif beton üretiminde, dekoratif malzeme ve diğer bir çok sektörde rahatça kullanılabilceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Bilgin, A.,Z. ve Ercan, T., 1981, *Ceyhan-Osmameye Yöresindeki Kuvaterner Bazaltlarının Jeolojisi*, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni. 42/1, 21 -30.

Brown, E. T ., (Edt)., 1981, *Rock characterisation testing and monitoring, suggested methods. International Society for Rock Mechanics.* Pergamon Press. Oxford.

Doyuran, V., 1980, *Erzin-Dörtüol Ovalarının Hidrojeolojisi ve Yer altı suyu İşletme Çalışmaları*, ODTÜ Müh. Mim. Fak. Jeoloji Müh. Doçentlik Tezi, 885 s. (yayınlanmamış).

Gündüz, JL., 1995, *Dekoratif Tas Endüstrisinde Granit*, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 105-111., İzmir.

Öztank, N., Türkmen, F., 1988., *Doğal Tasların Kullanım y/lan/arı.*, Mermer Dergisi, 19/4,48-51.

Pelen, N., ve İşler, F., 1996, *Deli.Halil ve Yöresi (Ceyhan) Kuvaterner Bazaltlarının Petrografik*

ve Hidrojeolojik Özellikleri, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi cilt 11, sayı 1, 221-232 s.

Şentürk, A.,Gündüz, L., Sarıışık A., 1995., *Yapı ve • Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Endüstriyel Kayaçlara Teknik Bir Bakış*, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 331-338, İzmir.

TS 2027, 1975, *Çekme Dayanımı*.

TS 2030, 1975, *Elastisite Modülü ve Poisson Oranı*.

TS 2513, 1977, *Doğal Yapı Taşları*.

TS 2809,1977, *Doğal Parke Taşları*,

TS 699, 1987, *Muayene ve Deney Metotları*.

TS.11137, 1993, *Kireçtaşı-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan*, 11.

TS.1910, 1977, *Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar*, 7.

Uz, B., Kuzu, C. ve Yıldırım, H., 1997, *İmranye-Hamatepe (Erzin-Hatay) Civarındaki Bazaltik Pomzaların Petrografik ve Teknolojik Etüdü*, 1. İsparta Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 153-16L s. İsparta