

## ANDEZİTLERİN DIŞ MEKAN KAPLAMA TAŞI OLARAK KULLANIMINDA BERGAMA ÖRNEĞİ

M. Yalçın KOCA<sup>1</sup>, A Bahadır YAVUZ<sup>2</sup> ve Cem KINCAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova-Izmir

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Torbalı, izmir

### ÖZET

izmir - Bergama Cumhuriyet Meydanı günümüzde yüzeysel koşullardaki bozunma nedeniyle parçalanmış ve üzeri aşınmış andezit kesme taşlarıyla kaplı olarak harap bir görünüm sunmaktadır. Kaplamada kullanılmış olan taşlar otobreşik andezitler ve andezitik tuflerdir. Atmosfer basıncı altında her iki taşın ağırlıkça su emme değerlerinin % 1,8 den büyük, tek eksenleri basma dayanım değerlerinin ise istenilen standartların çok altında olduğu anlaşılmıştır (otobreşik andezitler için:  $210 \pm 27,0$  kg/cm<sup>2</sup>, andezitik tufler için  $150 \pm 17,5$  kg/cm<sup>2</sup>). Ayrıca Böhme aşınma değerlerinin de her iki cms taş için  $>20$  cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir Otobreşik andezitlerde ve andezitik tuflerde porozite - P-dalga hızı arasındaki ilişkileri incelenmiş ve porozite arttıkça P-dalga hızlarının azaldığı, buna karşılık tek eksenli basma dayanım değerlerinin P-dalga hızı artışına bağlı olarak lineer bir artış gösterdiği anlaşılmıştır Bu makalede dış mekan kaplama taşı olarak açık hava tiyatrosunda kullanılmış olan pembe andezit taşlarının, gerek mühendislik özellikleri gerekse de petrografik modal analiz sonuçlarına göre kaplama taşı olarak kullanımının uygun olup olmadığı tartışılmıştır

**Anahtar Kelimeler:** Andezit Kaplama Taşı, Fiziko-mekanik Özellikler, Balıkesir-Balya

### *THE USAGE OF ANDESITIC ROCKS AS A COATING PURPOSE IN BERGAMA (IZMIR) - CASE STUDY*

#### ABSTRACT

The republic square of Bergama (Izmir) which covered with andesitic coating stones, recently present devastated view with crushed structure and eroded surfaces due to weathering under the atmospheric conditions. Autobrecciac andésites and andesitic tuffs were used as coating material in the square. Water absorbtion value of the both types of andésite under the atmospheric conditions is higher than 1 8% and uniaxial compressive strength of these rock is also under the standards (for the autobrecci?; andésites :  $210+27$  kg/cm<sup>2</sup>, for the andesitic tuff  $150+17 5$  kg/cm<sup>2</sup>) Additionally, it is determined that the Böhme values of these rocks are

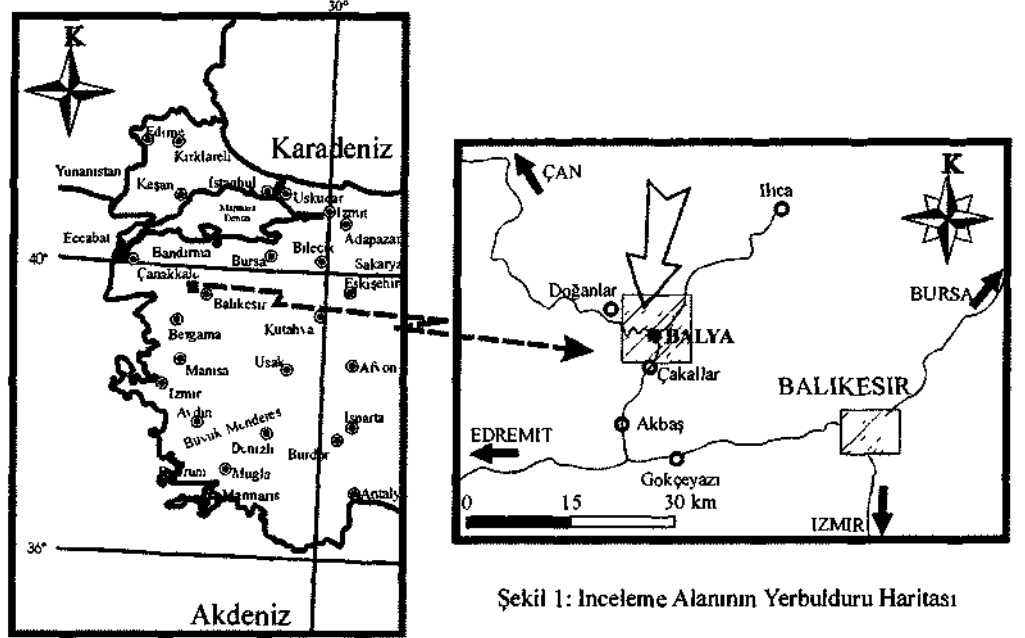
higher than 20 cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>2</sup> The relations between P-wave velocity and porosity and uniaxial compressive strength are investigated in andesitic autobreccias and andesitic tuffs. As a result, a negative and positive linear relationships are found between P-wave velocity and porosity and uniaxial compressive strength respectively. In this paper, engineering properties and petrographic modal analysis results of pink coloured andesitic rocks which were used as coating stone on the republic square were discussed from the point of suitability as a coating stone.

Keywords : Andésite, Coating Stone, Physico-mechanical Properties, Bahkesir-Balya.

## 1. GİRİŞ

Doğal yapı taşlarının genel kullanım alanları inşaat sanayi, heykeltraşlık ve süs eşyaları gibi dekoratif ürünlerdir. Yeni yapılan binalarda ve ticari yapılarda büyük alanlarda kullanılmaktadır. Ayrıca, doğal yapı taşları eski evlerin yenilenmesi amacıyla da, cami, katedral, kale gibi tarihi yapılara yeniden hayat kazandırmak yanında büyük kent merkezlerinin halka açık umumi yerlerinin düzenlenmesinde ve de rekreasyon alanlarında kullanılmaktadır. İzmir-Bergama Cumhuriyet Meydanındaki açık hava tiyatrosunda da doğal yapı taşı olarak pembe renkli ve yörede Balya taşı olarak bilinen andezitler kullanılmıştır. Kullanılan taşlar, breşik görünümlü otobreşik andezitlerle dış yüzey rengi beyazımsı pembe, kırıldığında ise yüzeyi pembemsi beyaz olan andezitik türlerdir. İzmir-Bergama Cumhuriyet Meydanı'ndaki açık hava tiyatrosunun oturma yerleri için blok kesme taş, anfinin çevre düzenlenmesinde parke taşı ve de yan cephelerde kaplama taşı olarak pembe andezit taşları kullanılmıştır. Açık hava tiyatrosunun oturma yerleri için 45x45x15 cm, parke taşları için 33x33x33 cm boyutlarında kesilerek hazırlanmış otobreşik özellikteki andezit ve andezitik tuf bileşimindeki taşlar kullanılmıştır. Açık hava tiyatrosunun anfinin ve çevresinin düzenlenmesinde kullanılan taşlar 1997 yılında Balıkesir-Balya taşından imal edilmiş ve montajına aynı yılda başlanarak 1998'de tamamlanmıştır. Andezitler sonradan havanın ve suyun etkisiyle atmosferik koşullarda bozularak günümüzde (decomposition) işlevini yerine getiremeyecek duruma gelmişlerdir. Ayrıca, andezitlerin buldukları yerlerde önceden belirli bir ayrışma derecesine sahip oldukları taş ocaklarında yapılan gözlemler ve ince kesit analizlerinden anlaşılmaktadır. Fiziksel olarak taşlarda ıslanma ve kurumaya bağlı olarak parçalanma ve ufalanma şeklinde mekanik ve hidroliz yoluyla feldispatların kil minerallerine dönüşmesi şeklinde yüzeysel koşullarda gelişen kimyasal bozunmalar meydana gelmiştir. Cumhuriyet meydanı günümüzde parçalanmış ve üzeri aşınmış andezit taşlarıyla kaplı olarak harap bir görünüm sunmaktadır. Bergama ve yöresinde breşik özellikteki pembe andezitlerle; andezitik tüflerin kaplama ve parke taşı olarak kullanımı alışagelmış bir tercih olmamıştır. Osmanlı dönemindeki taş ustaları ya gri renkli andezitleri ya da granitik kayaları kullanmayı tercih etmişlerdir. Ayrıca, Bergama'ya yaklaşık aynı mesafede bulunan Kozak Masifi'ne ait granitlerin anfi tiyatrosunun inşaatında kaplama taşı olarak kullanımının uygulamacılar tarafından neden tercih edilmediği de bilinmemektedir. Bergama yöresinde mevcut tarihi binalarda gri andezitlerin kullanıldığı ve günümüze kadar atmosferik koşullardan fazla etkilenmeden (decomposition) bu taşların kalabildikleri gözlenmiştir. Gri andezitlerin pembe andezitlere göre tek eksenli basma ve nokta yükleme dayanımlarının daha yüksek, porozitelerinin ise daha küçük mertebelerde olduğu bilinmektedir [1]. Önceden taşlarla ilgili literatürün taranmaması, yeterli deney ve yerinde gözlemin yapılmaması uygulamada yanlış taş kullanım tercihleri ekonomik kayıplara neden olmaya devam etmektedir.

Balya, Balıkesir iline bağlı olup, yaklaşık 45 km kuzeybatısında yer alan ilçesidir (Şekil 1). İlçe sınırları 1/25.000 ölçekli haritada II9-a4 numaralı paftaya karşılık gelmektedir. Balya ve yöresinde uzun yıllar gerek madencilik gerekse de jeoloji üzerine birçok çalışma yapılmıştır [2, 3, 4, 5]. Genelde anılan çalışmalar bölgenin tektoniği, volkanizması ve maden rezerv hesaplamalarına yönelik yapılmıştır.



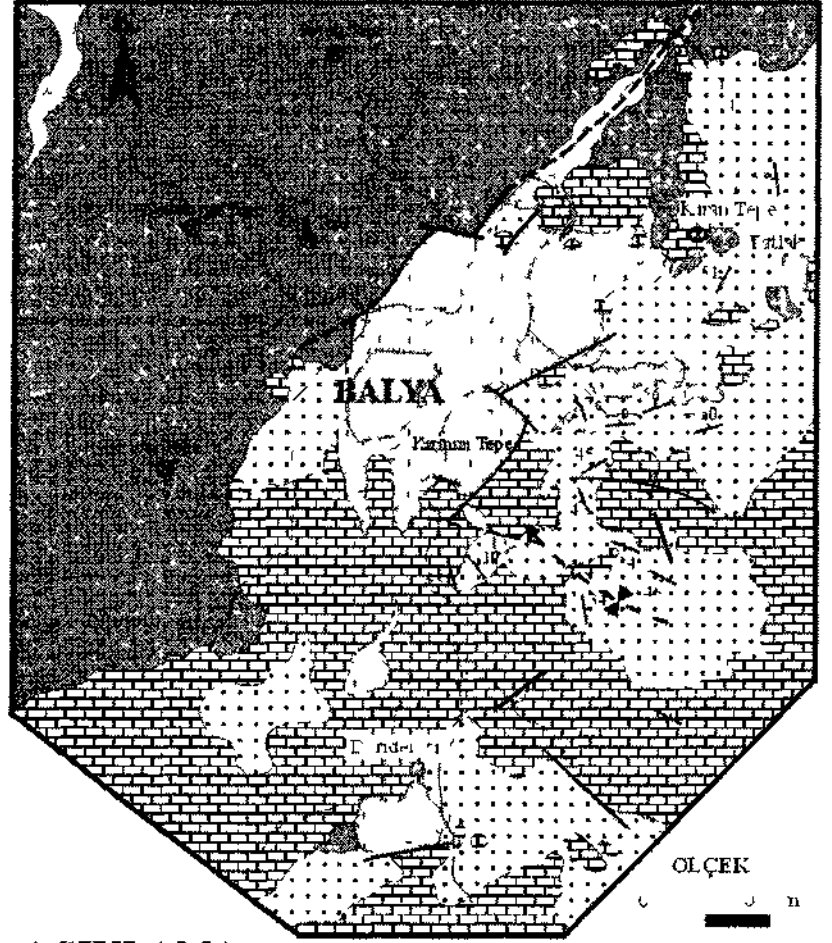
Şekil 1: İnceleme Alanının Yerbulduru Haritası

## 2. GENEL JEOLOJİ

Balya ve çevresinde Karakaya kompleksinin bir parçasını oluşturan filiş fasiyesindeki kayalar ve çakıtaşları içerisine yerleşmiş Üst Triyas kireçtaşı olistolitleri ile Tersiyer yaşlı andezitik ve dasitik volkanik kayalar yer alır (Şekil 2).

### 2.1 Kireçtaşı Olistolitleri

Tersiyer yaşlı kireçtaşları genelde rekrystalize, yer yer mikritiktir. Genelde sık kırık ağları içermesi nedeniyle tabakanın belli belirsizdir. Kırık ağları boyunca kalsit dolguları ve demir-manganez oksitleri (hematit v.b.) içermekle birlikte kireçtaşının dasitle olan dokanağında olasılıkla hidrotermal ve tektonik aktiviteye bağlı olarak daha yoğun rekrystalizasyon ve az miktarda silileşme görülmektedir.



### AÇIKLAMA

SİNOZOYİK	KUVVETLİLER		Altuvyon	ANDEZİTİK VOLKANİKLER		Dokanak		
		I ve II. Oligosen Miyosen			Faze Andezitik Lav Otobriş İgnambrit		Doğrultu ve eğim	
MESO-ZOYİK	I ve II. Oligosen Miyosen			Davnik Volkanikleri	KARAKAYA KOMPLEKSİ		Fay (kesim ve olası)	
		PALEOZOYİK	I ve II. Oligosen Miyosen			Fahş Fasiz esme Alt Kuvaylar		Dalimlı antiklinal eksen
						Kareçtası Olistolitleri		Dalimlı senklinal eksen

Sekil 2 Bah a (BdlikeMi) \ or warn seael )eoloji h.intası (Eikül 1996'dan deŞtctmleiek)

Kireçtaşı blokları tektonik olarak filiş ve iyi yuvarlaklaşmış konglomera fasiyesindeki kayaçların üzerindedir. Kireçtaşları üzerinde ise başta volkanik breş fasiyesindeki kayalar olmak üzere Tersiyer yaşlı andezitik volkanikler tarafından örtülmektedir (Şekil 2). Makro ve mikrofosil içeriklerine göre kireçtaşlarının Permiyen yaşlı olduklarını ifade etmiştir [3].

## **2.2 Filiş Fasiyesindeki Kayaçlar**

Filiş fasiyesindeki kayaçlar içerisine kireçtaşları tektonik olarak yerleşmişlerdir. Olistolit olarak tanımlanan bu kireçtaşı bloklarının geniş yayılım sunması ve büyük bloklar şeklinde olması çok yakın bir kaynaktan taşındıklarını, iyi yuvarlaklaşmış bileşenlere sahip konglomeranın bloklar ile birlikte bulunması ise bindirme ile sığ denizel ortama yerleştiklerini işaret etmektedir [6].

## **2.3 Dasitik Volkanik Kayaçlar**

Dasitik volkanik kayaçlar Balya'nın doğusunda yayılım sunmaktadır (Şekil 2). Dasitik volkanik kayaçlar, filiş fasiyesi içerisine sokulan dayklar ve Karakaya formasyonuna ait bloklar içeren subvolkanik lavlardan oluşmaktadır. Dasitik volkaniklerden yapılan yaş tayinlerine göre 24.7-26.3 milyon yıl yaşlar verilmektedir [4]. Andezitik volkaniklere ait altere olmamış lavlar ise altere dasitik volkaniklerin üzerine gelmektedir. Stratigrafik ilişkiye göre, dasitik volkaniklerden genç olan andezitler uyumsuz olarak üstlenmektedir.

## **2.4 Andezitik Volkanik Kayaçlar**

Andezitik volkanik kayaçlar, lav akıntıları, otobreş, andezitik tüf, ignimbirit, volkanik breş ve dayk şeklindeki kayaçlar ile temsil edilir. Masif lav akıntıları küresel ayrışma yüzeylerine sahiptir ve genelde pembe renkli olup propillitik alterasyona bağlı olarak yer yer yeşil renk sunarlar. Lav akıntıları volkanik breş ve ignimbiritler üzerinde yer almaktadır, ignimbirit, genel olarak açık kahve, krem renklerde ve masif görünümlüdür. Kristal ve cam bakımından zengindir. Esas olarak plajiyoklas, hornblend, biyotit ve az miktarda kuvars, ignimbirit mineral bileşimini oluşturmaktadır.

### **2.4.1 Andezitlerin Petrografisi**

Bergama Cumhuriyet Meydanı 'ndaki açık hava tiyatrosunun çevre düzenlemesinde parke taşı ve de yan cephelerde kaplama taşı olarak kullanılmış pembe renkli otobreşik andezitlerden ve andezitik tüflerden ince kesitler hazırlanarak polarizan mikroskopta incelenmiş ve minerallerin modal analiz değerleri belirlenmiştir (Tablo 1). Bu çalışmada, andezit bileşimindeki volkanik lav içerisinde andezit çakıl ve bloklarının bulunduğu, breşik görünümlü volkanik kayaçlar otobreş olarak nitelendirilmişlerdir.

Balya'nın kuzeybatısında Poruk Tepe civarında pembe taze andezitlerden hazırlanan ince kesitlerde matriks oranının fenokristal oranından daha az olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Matriks (cam+mikrolitler) %38-%45 arasında değerler alırken fenokristal (mineral) oranı %55-62 mertebesindedir. Gerek matriksten, gerekse de bloklardan (2 cm-15 cm) alınmış ince kesitlerden elde edilen modal analiz sonuçları pek farklılık göstermemektedir. Otobreşik andezitlerin matriksini oluşturan kesimlerinde fenokristal oranı %42, mikrolit+cam oranı %58 olarak bulunmuştur (Tablo 1). Gözlenen doku tipi vitrofirik-porfiriktir. Oldukça ayrışmış otobreşik andezitlerin kütle özelliği olarak ayrışma proseslerinden matriksinin, ksenolitlerden daha çok etkilendiği gözlenilmiştir (Matriks daha çok ayrışmış durumdadır). Oldukça ayrışmış numunelerde, halkalı zonlu bir yapı gösteren plajiyoklazlarda killeşmeler, amfibol (lamprobolit) ve biyotit kristallerinde de opaklaşmalar (FeO oluşumları)

gözlenmiştir. Orta derecede ayrılmış andezitik türlerde volkanik cam oranı %61 mertebesirideyken, mineral oranı %39'dur (Tablo 1). En yaygın mineraller sırasıyla plajiyoklaslar, biyotit, hornblend ve opak minerallerdir. Ayrılmış örneklerde mineral yüzdesi %35, matriks %65'tir (Tablo 1). Kayacı pembemsi beyaz renge büründüren demiroksit oluşumları (Hematit) çok tipiktir.

Tablo 1 : Andezitik kavaçlarda % mineral bileşiminin ayrılmaya bağlı olarak değişmesi

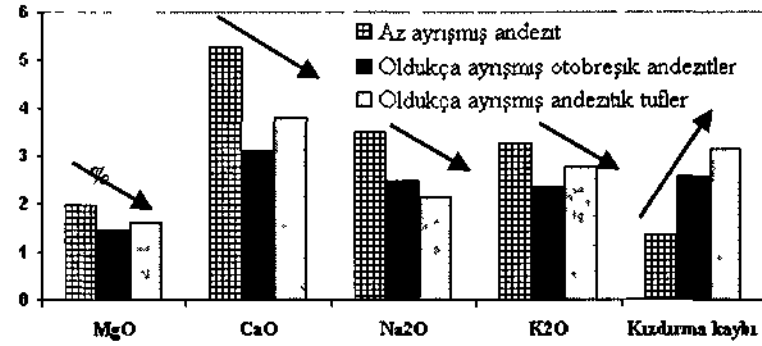
Kaya Cinsi	Az ayrılmış andezit	Az ayrılmış andezit	Az ayrılmış andezitik tüf	Az ayrılmış andezitik tüf	Ayrılmış otobreşik andezit
—————No	N-2	N-3	N-1	N-14	N-10/2
Minerâî					
Plajiyoklas	32	35	24	18	26
Hornblend	03	07	05	-	06
Piroksen	04	10	02	03	03
Biyotit	07	05	03	02	04
Lamprobolit	08	04	02	07	-
ikincil kuvars	-	-	-	-	01
Opak	01	01	02	03	02
Boşluk	-	-	01	02	-
Matriks	%45	%38	%61	%65	%58
	cam+mikrolit	cam+mikrolit	cam	cam	cam+mikrolit

Az ayrılmış kesitlerde fenokristal oranı ayrılmış olanlara göre daha yüksektir. Anklavlardaki fenokristal oranı otobreşik andezitlerin matriksine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum ayrışma proseslerinin matriks üzerinde daha etkili olması sonucunu meydana getirmektedir. Matriks, fenokristallere göre daha hızlı ayrılmaktadır. Tablo 2'de Balya volkanitlerine ait ana ve iz element içerikleri sunulmuştur. Az ayrılmış pembe andezitlere ait kimyasal analiz sonuçlarının, ayrılmış otobreşik andezitlerinki ile ve/veya pembemsi beyaz renkleriyle oldukça ayrılmış andezitik tüflere ait kimyasal analiz sonuçları ile karşılaştırma imkanı Tablo 2'de vardır. Taze andezitlerden oldukça ayrılmış otobreşik andezitlere ve de oldukça ayrılmış andezitik tüflere gidildikçe bazı oksitlerde belirgin bir azalışın varlığı dikkati çekmektedir (Tablo 2). Özellikle **CaO**, **MgO**, **K<sub>2</sub>O** ve **Na<sub>2</sub>O** gibi ana oksitlerde oransal olarak belirgin bir azalışın buna karşılık kızdırma kayıplarında ise belirgin bir artışın olduğu dikkati çekmektedir. Kızdırma kayıplarındaki belirgin artışlar ayrışma proseslerinin sonucunda oluşan ikincil minerallerin varlığına işaret etmektedir.

Günümüzde oldukça ayrılmış durumda olan otobreşik andezitlerle andezitik tüfler ya taş ocaklarından çıkarıldıklarında ayrılmış durumdaydılar ve o şekilde montajları yapıldı ya da 1997'de kaplama ve parke taşı olarak kaplandıktan sonra yüzeysel koşullarda oldukça ayrılmış (highly weathered) duruma gelmişlerdir. Hangi durum geçerli olursa olsun pembe renkli Balya volkanitlerine ait taşların gerek jeolojik süreçlerin (geological time) etkili olduğu yüzeysel koşullardaki kimyasal bozunmalardan, gerekse de imalatı yapıldıktan sonraki mühendislik süreçlerinin (Engineering time) etkili olduğu fiziksel bozunmalardan (decomposition) oldukça etkilendikleri anlaşılmaktadır.

**Tablo 2.** Balya volkaniklerinde ana ve iz element içerikleri

Kaya Tipi	Az Ayrışmış Andezitler					Oldukça Ayrışmış Otobrezik Andezitler			Oldukça Ayrışmış Andezitik Tuflar		
Ornek Numarası	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Ana Elementler (ağırlık %)</b>											
SiO <sub>2</sub>	62,75	61,41	62,02	62,75	62,39	63,50	63,80	63,92	61,10	61,25	61,50
TiO <sub>2</sub>	0,44	0,60	0,55	0,55	0,35	0,51	0,49	0,42	0,79	0,68	0,72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,28	16,84	16,93	17,81	17,02	16,47	16,16	16,74	17,15	17,50	17,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,58	4,78	4,58	4,98	5,28	6,96	6,92	6,78	7,70	6,80	7,30
MnO	0,10	0,09	0,08	0,12	0,14	0,09	0,08	0,10	0,12	0,13	0,11
MgO	1,80	2,60	2,26	1,04	2,17	1,10	2,00	1,28	1,82	1,30	1,68
CaO	5,25	5,70	4,89	4,57	5,93	3,20	2,90	3,18	4,00	3,92	3,50
Na <sub>2</sub> O	3,55	3,30	3,55	3,54	3,58	2,52	2,42	2,50	2,20	2,00	2,22
K <sub>2</sub> O	2,38	4,33	3,99	2,53	3,04	2,40	2,43	2,20	2,60	2,94	2,80
Kızdırma kaybı	1,67	1,28	0,75	1,96	1,02	2,20	2,68	2,82	2,99	3,40	2,96
TOPLAM	99,803	100,33	99,604	99,852	100,565	98,95	99,88	99,94	99,47	99,22	99,99
<b>İz Elementler (ppm)</b>											
Ni	8	41	20	4	14						
Cu	10	21	22	13	30						
Zn	52	39	36	53	44						
Rb	72	128	115	71	87						
Ba	1135	1351	1143	1108	985						
Sr	630	623	624	607	610						
Ga	15	16	14	20	21						
Nb	16	21	21	16	18						
Zr	183	273	249	169	173						
Y	32	42	40	25	29						
Th	8	2	6	8	5						



### 3. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Dış mekan kaplama taşı olarak Bergama Cumhuriyet Meydanı açık hava tiyatrosunda kullanılan andezitler iki gruba ayrılarak incelenmiştir.

- Çok fazlı volkanik lav akışına bağlı olarak gelişmiş anklav (ksenolit) içeren pembe, kahverengimsi pembe renkli otobreşik andezitler
- Açık pembe, beyazımsı pembe renklerde bulunan ve volkanik cam oranı  $> \%60$  olan andezitik tüfler.

Bahsedilen taşlar üzerinde (in-situ) yerinde yapılan deney, Schmidt Darbe Dayanımı Deneyidir. Cumhuriyet meydanında anfi tiyatrunun kaplama ve oturma taşları üzerinde yerinde deneyler yapılmış ve Schmidt çekici geri tepme sayıları tesbit edilmiştir.

Deneylerin uygulanışı ve değerlendirilişi [7] ve [8]'e uygun olarak, otobreşik andezitlerin hem matriksleri üzerinde hem de ksenolitleri (anklavlar) üzerinde ve de ayrıca, andezitik tüfler üzerinde yapılmıştır (Şekil 3). Burada Schmidt testinin yapılaş amacı, kayanın direncini belirlemekten çok, yerinde ölçümlerle kaplama ve parke taşı olarak kullanılan pembe andezitler arasındaki farkları belirlemek, aynı zamanda taze pembe andezitler üzerinde de uygulamalar yapılarak genel bir karşılaştırmayı gerçekleştirmektir (Şekil 3). Kayaçların birim hacim ağırlık, tek eksenli basma dayanımı ve Schmidt geri tepme sayıları arasında bir ilişkinin olduğu bilinmektedir [9].

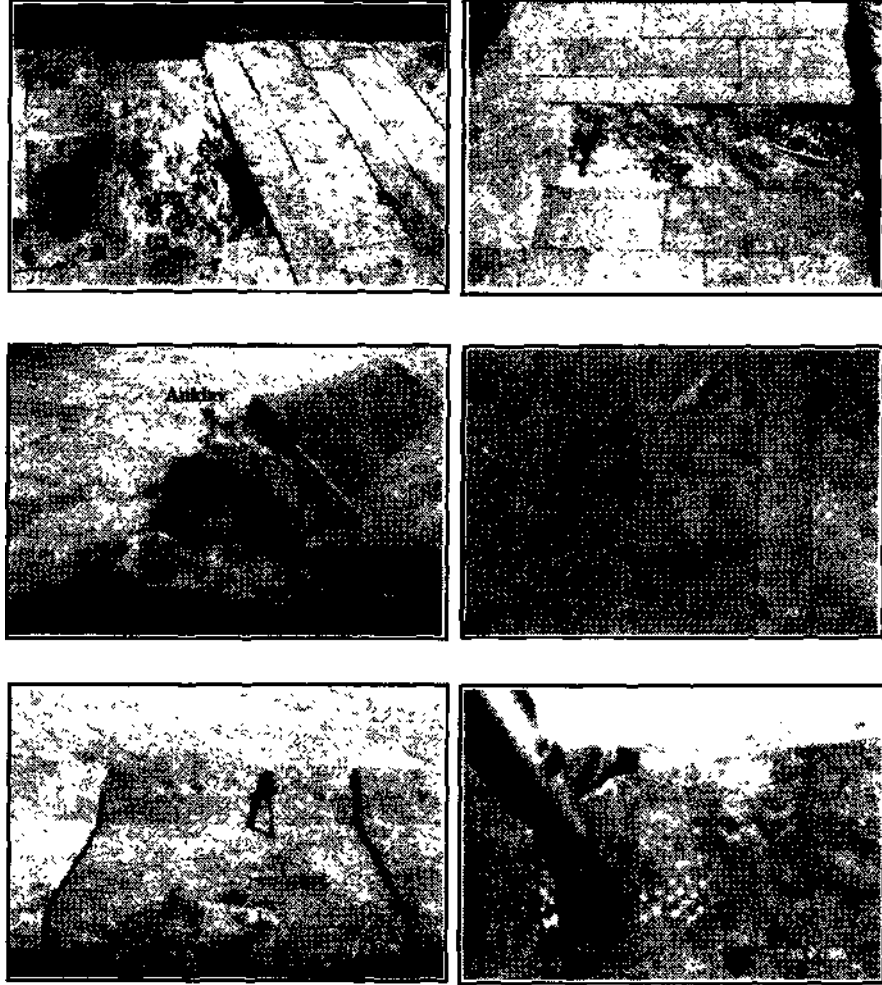
Laboratuvar koşullarında gerek andezitik tüferde gerekse de otobreşik andezitlerde indeks deneyler ( $\%n$ ,  $7k_{un}$ ,  $y_{ay}$  ve  $g_s$ ) [10]'a ve tek eksenli basma dayanım deneyleri ise [11]'e uygun olarak yapılmıştır. Aynı tür taşlarda sürtünmeden dolayı aşınma miktarlarını belirlemek üzere Böhme Deneyi de [10] Madde 1.3.1.1'de açıklandığı gibi yapılmıştır. Ayrıca, bahsedilen kayaçlarda sonik hız deneyleri ISRM tarafından önerilen ve IAEG tarafından da benimsenen, [12]'ye göre yapılarak P-dalga hızları bulunmuş ve  $V_p$  değerlerine göre sınıflandırılmıştır (Sonik hızların belirlenmesi için önerilen metodlar [13]'te belirtilmiştir). Sonik hızların sınıflandırılmasında Tablo 3 kullanılmıştır.

Tablo 3 : Sonik hız sınıflaması [14].

Sınıf	Sonik Hız (m/sn)	Tanımlama
1	<2500	Çok düşük hız
2	2500-3500	Düşük hız
3	3500-4000	Orta hız
4	4000-5000	Yüksek hız
5	>5000	Çok yüksek hız

P-dalga hızlarıyla kayaçların indeks özellikleri ve mekanik özellikleri arasında yakın ilişkilerin olduğu bilinmektedir [15, 16]. Bu nedenle P-dalga hızları ile porozite ( $\%n$ ) ve de tek eksenli basma dayanımı değerleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca, Balya volkanitlerine ait kayaçların P-dalga hızlarıyla ayrışma dereceleri arasındaki ilişkilerin belirlenebilmesi için Tablo 4 kullanılmıştır.





Andezitik tünerde Schmidt çekici uygulamaları arasında uç direncine bağlı olarak gömülmeler

Şekil 3 : Kaplama ve parke taşı olarak kullanılmış andezitik kayalarda gözlenen deformasyonlar.

Tablo 4. [17]'ye göre ayrışma dereceleri ve ultrasonik hız değerleri ile ayrışma katsayıları arasındaki ilişkiler.

Ayrışma Derecesi	Ultrasonik Hız (m/sn)	Ayrışma Katsayısı (K)
Taze kaya	>5000	0
Az ayrışmış	4000-5000	0-0,2
Orta derecede ayrışmış	3000-4000	0,2-0,4
Oldukça ayrışmış	2000-3000	0,4-0,6
Aşırı derecede ayrışmış (very strongly weathered)	<2000	0,6-1,0

$$K = \frac{V_u - V_w}{V_u}$$

$V_u$  : Ayrışmamış kayada ultrasonik hız,  
 $V_w$  : Ayrışmış kayada ultrasonik hız.

### 3.1 Doğal Yapı Taşları Standartları ve Uygulamalar

Balıkesir-Balya yöresindeki andezit taş ocaklarından çıkarılan blok kesme taşlar uygun boyutlarda imalatı yapılarak dış mekan kaplama taşı olarak Bergama açık hava tiyatrosunda kullanılmıştır. Uygulamacıların pembe andezitlerin doğal yapı taşı olarak kullanılıp/kullanılmayacağı ile ilgili olarak herhangi bir araştırmada bulunmadıkları yapılan incelemelerden anlaşılmıştır.

Doğal yapı taşlarının yapı işlerinde kullanılmaya elverişli olup/olmadıklarını [18]'de belirtilmiştir. Doğal yapı taşlarının minimum basınç ve eğilmede çekme dayanım değerleri Tablo 5'de verilmiştir. Ayrıca, belirleyici diğer özellikler de Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 5 : Doğal yapı taşlarında minimum basınç ve eğilmede çekme dayanım değerleri.

Taşın cinsi	Basınç Dayanımı (min) (kgf/cm <sup>2</sup> )	Eğilmede Çekme Dayanımı (min) (kgf/cm <sup>2</sup> )
Kalker, traverten	350	30
Bazalt, dolomit	500	40
Kumtaşı, grovak	800	60
Granit, siyenit, diyorit, diabaz, andezit	1200	75
Deney standardı	TS 699 Madde 1.3.9	TS 699 Madde 1.3.10

Tablo 6: Doğal yapı taşları için kullanılan mühendislik özellikleri ve standartları.

Deneyin Adı	Limit Değerler	Standartlar
Özgül Ağırlık	>2,55	TS 699 Madde 1.3.2
Ağırlıkça Su Emme	<%1,8	TS 699 Madde 1.3.5
Sürtünmeden Dolayı Aşınma (Böhme)	<15cm <sup>3</sup> /50cm <sup>2</sup>	TS 699 Madde 1.3.1.1
Darbe Dayanımı	<12kgcm/cm <sup>3</sup>	TS 699 Madde 1.3.10

Bir doğal taşın yapıda kullanılması sözkonusu olduğunda, o taşın benzer uygulama ve iklim koşulları altında kullanılmış bulunduğu yeteri kadar eski yapılar incelenmelidir. Bergama kalesinde, Bergama içinde eski ticari yapılarda, Bergama Belediyesi'nin bitişğinde yer alan kütüphane binasında eski andezit taşlarının kullanıldığı gözlenmiştir. Burada kullanılan andezitler genellikle gri renkli ve/veya otabreşik özellikte olmayan pembe andezitlerdir. Özellikle gri andezitlerin atmosferik koşullarda pembe andezitlere göre fiziksel ayrışmaya karşı (decomposition) dirençlerinin daha yüksek olduğu bilinmektedir [1]. Eski yapılar incelenerek değişik özellikteki taşların durum ve görünüşlerine göre, uygulamada yeterli dayanıklılıkta olup olmadığı ilgililer tarafından kolaylıkla belirlenebilmektedir.

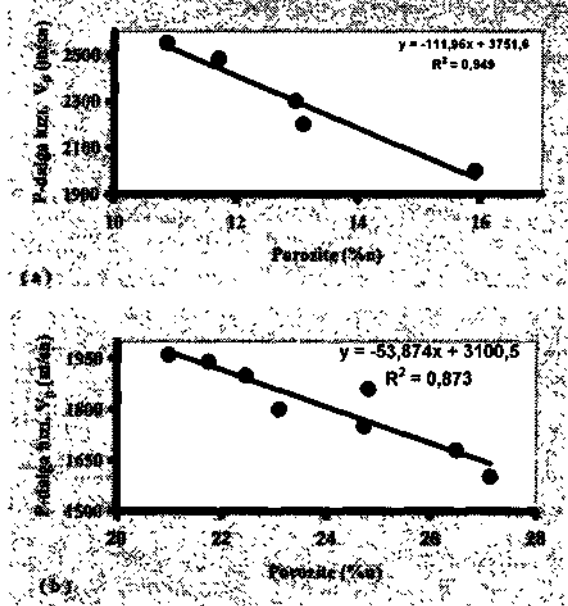
### 3.2 Balya Volkanitlerinde Yapılan Deneyler •

Balya volkanitlerine ait otobreşik andezitler ve andezitik tüflerde yapılan fizikomekanik deneyler ve sonuçları aşağıdaki Tablo 7'de sunulmuştur.

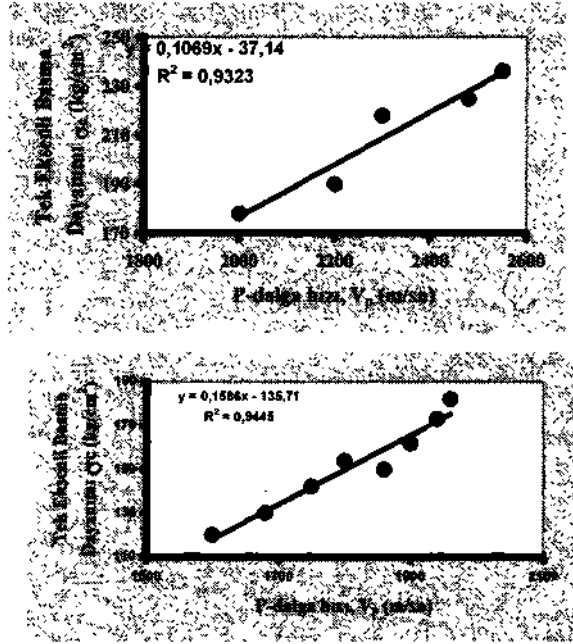
Tablo 7' Yapılan deneylere ait sonuçlar

Deneyler	Numune Sayısı	Otobreşik Andezitler	Numune Sayısı	Andezitik Tüfler
Ykırı (gr/cm <sup>3</sup> )	5	2.208 ±0.108	8	1.761 ±0.074
Ydıv (gr/cm <sup>3</sup> )	5	2.338 ±0.089	8	1.998 ±0.056
% n	5	12.9±192	8	23.93 ± 2.21
% g <sub>s</sub>	5	5.88 ±1.18	8	13.61 ±1.74
a <sub>c</sub> (kgf/cm <sup>3</sup> )	5	210 ±27.0	8	152 ±17.5
Böhme	5	20.27 ±0.80	5	25.36 ±0.45
SHV (geri tepme sayısı)	Matriks	Ksenolit	26 ± 3.0	
	30 + 4.0	48 ± 5.0		
V <sub>2</sub> (m/sn)	2000-2500		<2000	

Fiziko-mekanik özelliklerinin yanında P-dalga hızları ölçülmüş olan değişik özellikteki andezitlerin, kaplama taşı olarak kullanma standartlarının dışında özellikler sunduğu Tablo 7'de görülmektedir. Atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme değerinin %1 8'den büyük olduğu (otobreşik andezitlerde. %5 88±1 18, andezitik tüflerde: % 13.61±1.74) belirlenmiştir. Tek eksenli basma dayanım değerlerinin ise istenen standartların çok altında olduğu (210±27.0 kg/cm<sup>2</sup> ve 152±17.5 kg/cm<sup>2</sup>) Tablo 7'den anlaşılmaktadır. Böhme aşınma değerleri de standartlara göre <15 cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> olması gerekirken, otobreşik andezitlerde 20.27±0.80 cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> ve andezitik tüflerde 25.36±0.45 cm<sup>3</sup>/50cm<sup>2</sup> mertebelerindedir. Otobreşik andezitlerde ve andezitik tüflerde porozite - P-dalga hızı ve tek eksenli basma dayanımı - P-dalga hızı arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Şekil 4). Andezitik kayalarda, porozite arttıkça P-dalga hızlarının azaldığı ayrıca P-dalga hızlarının artmasına bağlı olarak tek eksenli basma dayanım değerlerinin de arttığı ve aralarında lineer bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 4 - 5). Porozite ve basma dayanım değerlerine göre her iki özellikteki andezit, sırasıyla yüksek-orta poroziteli ve çok düşük dayanımlı kaya, P-dalga hızlarına göre otobreşik andezitlerin oldukça ayrışmış (strongly weathered), andezitik tüflerin ise ayrışmış (very strongly weathered) kaya grubuna girdikleri belirlenmiştir.



Şekil 4. Otobreşik andezitlerde ve andezitik tüflerde P-dalga hızlarıyla porozite arasındaki ilişkiler, (a) Otobreşik andezitlerde, (b) Andezitik tüflerde.



Şekil .5 Otobreşik andezitlerde ve andezitik tüflerde P-dalga hızlarıyla tek eksenli basma dayanımı arasındaki ilişkiler.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dış mekan kaplama taşı olarak açık hava tiyatrosunda kullanılmış olan Balya taşının (pembe andezit taşlarının) gerek mühendislik özellikleri gerekse de petrografik modal analiz sonuçları (volkanik cam / fenokristal oranı) kaplama taşı olarak kullanılmayacağını göstermektedir. Önceden taşlarla ilgili yeterli deney ve yerinde gözlemin yapılmaması uygulamada yanlış taş kullanım tercihleri para-emek ve zaman kaybına neden olmuştur. Pembe andezitler yerine yörede yaygın olarak bulunan gri renkli andezitlerin tercih edilmesi daha uygun olacaktır.

#### 5. KAYNAKÇA

- 1) Koca, M.Y. ve Türk, N, Influenced of weathering on the engineering properties of andesitic rock in Izmir, Western Turkey. IESCA 1995, vol. II, pp. 711-738, Güllük, Bodrum, (1995).
- 2) Ercan, T., Batı Anadolu, Trakya ve Ege Ada'larındaki Senozoyik Volkanizması, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, No. 10, sy. 23-46, (1979).
- 3) Akyol, Z, Balıkesir-Balya Pb-Zn-Cu madeni hakkında jeoloji raporu, MTA Report No. 298,(1976)
- 4) Ağdemir, N.; Kınkoğlu, M.S.; Lehmann, M. and Tietze, J., Petrology and alteration of the epithermal Balya Pb-Zn-Ag deposit, NW Turkey, Mineralium Deposita, vol. 29, pp. 366-371,(1994).
- 5) Erkül, F., Facies Changes, Alteration and Petrologic Features of Balya Volcanics, Balıkesir-Turkey, Y.Lisans tezi, D.E.Ü. Fen Bil. Ens. Sy. 83, Izmir, (1996).
- 6) Okay, A.I.; Siyako, M. ve Burkan, K.A., Biga yarımadasının jeolojisi ve tektonik evrimi. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, cilt. 2/1, sy. 83-121, (1990).
- 7) Atkinson, R.H.; Bamford, W.H.; Broch, E.; Deere, D.U.; Franklin, J.A.; Nieble, C; Rummel, F.; Tarkoy, P.S. and Van Duyse, H., "Suggested methods for determining hardness and abrasiveness of rocks", ISRM Commision on Standartization of Laboratory and Field Tests. Int. J. Rock Mech. Min. Sei. and Geomech. Abstr., 15, pp. 91-7, (1978).
- 8) Hucka, V.A., A rapid method for determining the strength of rock in situ, Int. J. Rock Mech. Min. Sei, 2, pp. 127-134, (1965).
- 9) Deere, D.U. and Miller, R.P, Engineering classification and index properties for intact rock: Tech. Report No. AFWL-TR-65-116, Univ. of Illinois, Urbana, pp. 299, USA, (1966).
- 10) Türk Standartları Enstitüsü, T.S. 699 / Ocak 1987. UDK 691.2. Tabi Yapı Taşları Muayene ve Deney Esasları, (1987).
- 11) Türk Standartları Enstitüsü, T.S. 2029 / Nisan 1977. Kayanın Tek Eksenli Sıkıştırma Dayanımının Belirlenmesi, (1977).
- 12) D'Andréa, D.V.; Fischer, R.L. and Fogelson, D.E., Prediction of compressive strength of from other properties. US Bureau of Mines Rep. Investigation, No. 6702, (1965).
- 13) ASTM D 2845-69, Suggested Methods for Determining Sound Velocity. ISRM Suggested Methods Int. Soc. For Rock Mech, Pergamon Press, pp. 107-110, (1981).
- 14) Anon, Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Part 1-Rock and soil materials. Bull. Int. Ass. Eng. Geo, 19, pp. 364-371, (1979 a).
- 15) Goodman, R.E, Introduction to Rock Mechanics, 2<sup>nd</sup> ed. Wiley, New York, (1989).

- 16) Ulusay, R.; Türeli, K. and Ider, M.H., Prediction of engineering properties of a selected htharenite sandstone from its petrografik characteristics using correlation and multivariate statistical techniques. Eng. Geol. 37, pp. 135-157, (1994).
- 17) Iliev, I G., An attempt to estimate the degree of weathering of intrusive rocks from their physico-mechanical properties, in Proceedings of the 1st Congress of the International Society of Rock Mechanics, Lisbon, pp. 109-114, (1967).
- 18) Türk Standartları Enstitüsü, T.S. 2513 / Şubat 1977. UDK 691.0. 620.1. Doğal Yapı Taşları, (1977).