

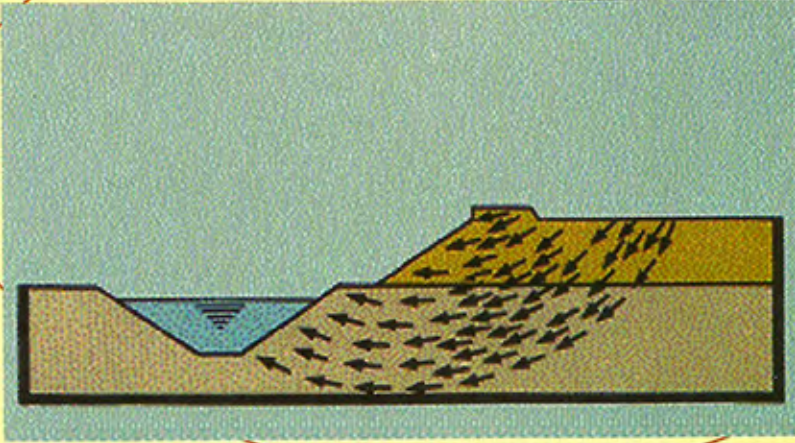
ISSN 1305-6859



MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ BÜLTENİ BULLETIN OF ENGINEERING GEOLOGY

2006

SAYI:22



ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ YAYINI
PUBLICATION OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY AND
THE ENVIRONMENT TURKISH NATIONAL COMMITTEE

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ BÜLTENİ BULLETIN OF ENGINEERING GEOLOGY

Yayın Sahibi / Owner on Behalf of the Committee
Erdoğan YÜZER

Yazı İşleri Müdürü / Publication Director
Atiye TUĞRUL

Editörler Kurulu / Editorial Board
Reşat ULUSAY
Recep KILIÇ
Tamer TOPAL

Yardımcı Editör / Assistant Editor
Murat ERCANOĞLU

Yayın Danışma Kurulu / Advisory Board

Ergin ARIÖĞLU	Okay GÜRPINAR
Can AYDAY	Remzi KARAGÜZEL
Remzi DİLEK	K. Erçin KASAPOĞLU
Vedat DOYURAN	Şakir ŞİMŞEK
Mehmet EKMEKÇİ	Atiye TUĞRUL
Mustafa ERDOĞAN	Necdet TÜRK
Okay EROSKAY	Mahir VARDAR
Aziz ERTUNÇ	Erdoğan YÜZER
Candan GÖKÇEOĞLU	

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Yönetim Kurulu

International Association of Engineering Geology and the Environment Turkish National Committee

Başkan: Erdoğan YÜZER (İTÜ)
Genel Sekreter: Atiye TUĞRUL (İÜ)
Sayman: Tamer TOPAL (ODTÜ)
Üye: Aziz ERTUNÇ (ÇÜ)
Üye: Reşat ULUSAY (HÜ)
Üye: Remzi KARAGÜZEL (SDÜ)

Bültenin Kapsamı / Scope of the Bulletin

Bülten’de mühendislik jeolojisi ile ilgili yapılmış bilimsel araştırmalara ve/veya uygulamaya yönelik çalışmaların ürünü olan Türkçe yazılara yer verilir. Bülten yılda iki kez yayınlanır.

Bulletin of Engineering Geology is a medium to the publication of original scientific studies and/or applications in the field of engineering geology written in Turkish. The bulletin is published twice a year.

Yazı Göndereceklere Not / Note to Contributors

Gönderilecek yazılar, Bülten’in Yayın Amaç ve Yazım Kuralları’nda belirtilen ilkelere uygun olmalıdır. Yazılar üç kopya halinde yazışma adresleri aşağıda verilen editörlerden birine gönderilmelidir.

Manuscripts should be prepared in the form required in the instructions entitled "Guide for Authors". Three copies should be submitted to the one of the editors whose corresponding addresses are given below.

Yazışma Adresleri / Correspondence Addresses

Prof. Dr. Reşat Ulusay
Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara
e-mail: resat@hacettepe.edu.tr
Tel : (312) 297 77 67
Fax: (312) 299 20 34

Prof. Dr. Recep Kılıç
Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara
e-mail: rkilic@cng.ankara.edu.tr
Tel: (312) 212 67 20/1343
Telefax: (312) 221 26 60

Prof. Dr. Tamer Topal
ODTÜ Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06531, Ankara
e-mail: topal@metu.edu.tr
Tel: (312) 210 26 90
Fax: (312) 210 12 63

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ BÜLTENİ

BULLETIN OF ENGINEERING GEOLOGY

Sayı (No.): 22 Haziran (June) 2006

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

Boyutlandırılmış Taş Üretimi Yönünden Kestanbol Plütunu Taş Ocaklarının Kalitesi / <i>Quality of Kestanbol Pluton Stone Quarries in terms of Production of Dimension Stone /</i> Feti Ahmet GÖKER, Atiye TUĞRUL	1
Türkiye Doğaltaş Sektörünün Son Beş Yılıın Genel Değerlendirmesi (2000-2005) / <i>General Evaluation of the Last Five Years of Turkish Natural Stone Sector (2000-2005) /</i> Erdoğan YÜZER, O. Serkan ANGI	21
Türkiye Bims (Pomza) Kaynaklarının İnşaat Sektöründe Doğal Yapı Agregası Olarak Kullanımı / The Use of Turkish Pumice Reserves as Natural Construction Aggregate in <i>Construction Sector / Lütfullah GÜNDÜZ, Nükhet ŞAPCI, Ebru BAŞPINAR</i>	31

1. GİRİŞ

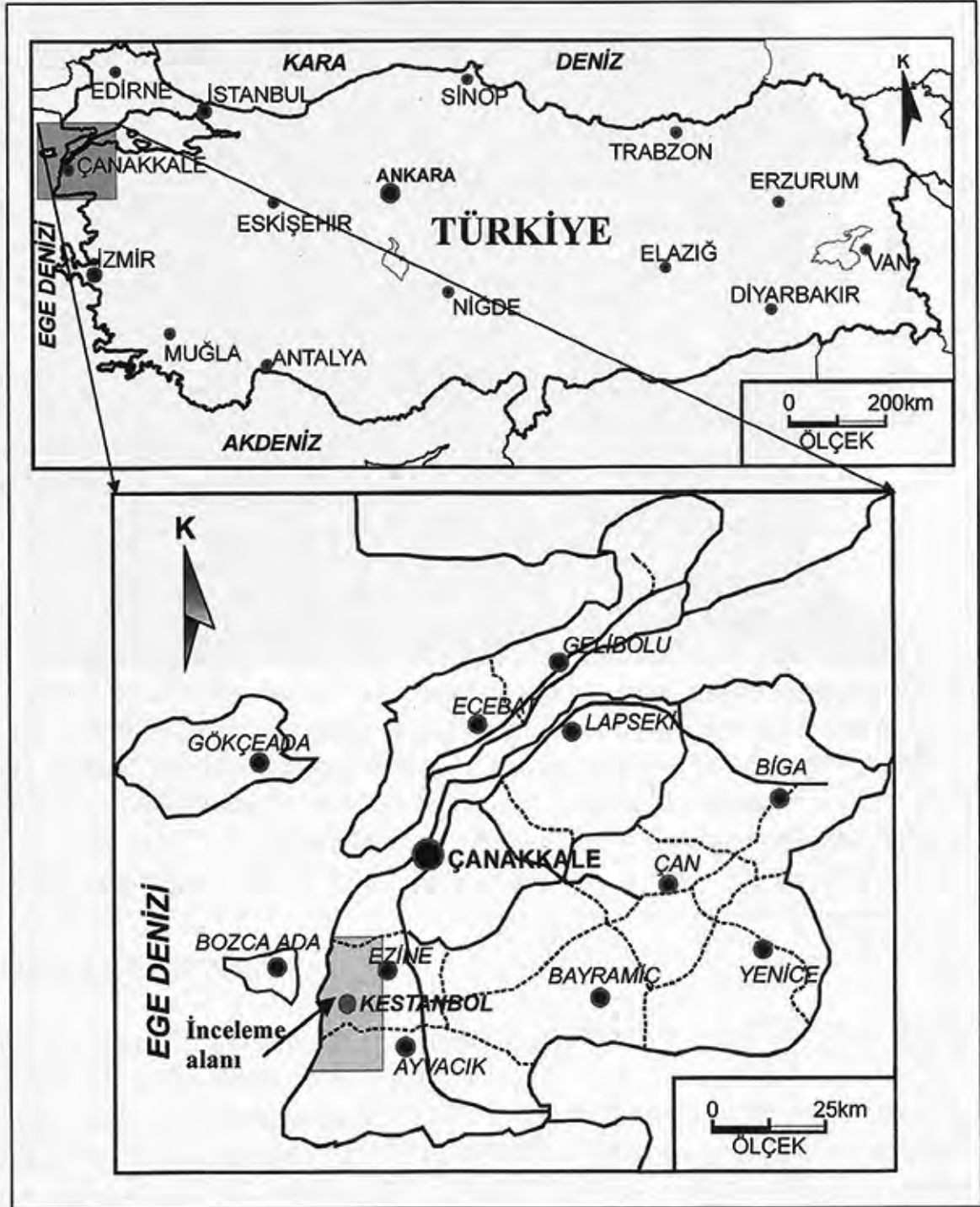
Boyutlandırılmış taş, belirli kalite gereksinimlerini karşılayabilen ve bununla birlikte belirli şekil ve boyutlardaki ürün için işletilen doğal taştır (Luodesa vd., 2000). Boyutlandırılmış taş terimi, iri bloktan son ürüne kadar olan tüm ürünleri kapsar (Allison, 1984; Niini, 1986; Luodesa vd., 2000). Uzun yıllar boyunca boyutlandırılmış taş, binaların ve diğer yapıların inşasında ana malzeme olarak kullanılırken, günümüzde dekoratif özellikleri ile de ön plana çıkmaktadır. Son yirmi yıldır boyutlandırılmış taşta olan talep oldukça artmıştır. Farklı türdeki metamorfik, magmatik ve sedimenter kökenli kayalar boyutlandırılmış taş olarak kullanılsa da; bunlardan granitler, kireçtaşları, mermerler, kumtaşı ve sleytler en yaygın olarak kullanılanlardır.

Endüstriyel açıdan diğer malzemeler ile karşılaştırıldığında taş; nihai ürün için gerekli en az endüstriyel değişime gereksinim duyulan doğal bir malzeme olma avantajına sahiptir (Taboada vd., 1999). Boyutlandırılmış taşın kalitesinin belirlenmesinde, taşın özellikleri ve pazar talebi en önemli iki unsuru oluşturmaktadır (Salonen vd., 2000). Boyutlandırılmış taş, şekil (en, boy, kalınlık) ve boyut gibi gerekli özelliklere sahip olmalıdır. Renk, mineral içeriği, yapı, doku, sertlik, dayanıklılık ve parlatılabilirlik gibi özellikler diğer önemli ölçütler olarak sıralanabilir (Salonen vd., 2000).

Taşın özellikleri mineral içeriği, dokusu (tane boyu, şekli), mineral ve boşlukların dağılımı ve ayrışma derecesiyle kontrol edilir (İrfan, 1996). Granitik kayalar; kimyasal, mineralojik ve petrografik özellikleri birbirlerinden farklı değişik türde kayaları içerdiğinden, ocak çalışmalarını ve kayaların yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğini etkileyebilecek farklı mühendislik özelliklerine sahiptirler (Tuğrul ve Zarif, 1999). Özellikle granitik kayalar; renk, doku, dayanım ve atmosferik koşullara olan duraylılıkları ile iç ve dış mekan kaplamaları ve yapı malzemesi açısından uygun malzemelerdir. Granitik kayaların mekanik ve petrografik özellikleri arasındaki ilişki, çeşitli araştırmacılar tarafından araştırılmıştır (Merriam vd., 1970; Onodera ve Asoka Kumara, 1980). Mekanik özelliklerindeki önemli değişimler granitik kayaların petrografik özelliklerindeki değişimlerle ilişkilendirilmiştir. Brace (1961), tane boyutunun mekanik özellikler üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Genel olarak, ince taneli kayaların dayanımı daha yüksektir. Onodera ve Asoka Kumara (1980), magmatik kayalar için tane boyutunun büyümesine bağlı olarak dayanımın belirgin bir şekilde azaldığını belirtmişlerdir.

Türkiye’de granitler, tarih boyunca yoğun şekilde işletilmiş ve yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise, granitik kayalar boyutlandırılmış taş olarak yaygınca kullanılmaktadır. Bu nedenle, granit işletmeciliğinde bir artış söz konusudur. Ülkemizde 1990 yılı sonrasında gerek yurtdışı, gerekse yurtiçinden doğaltaş için gelen talepler doğrultusunda, granitik kayalarla ilgili ocak işletmeciliği belirgin bir şekilde artmıştır (YapıV, 2003). Türkiye’de granitik kayalar yaygın olsa da çatlak, ayrışma ve anklav içerikleri ocak faaliyetleri açısından olumsuz etki yaratmaktadır (Yüzer, 2003).

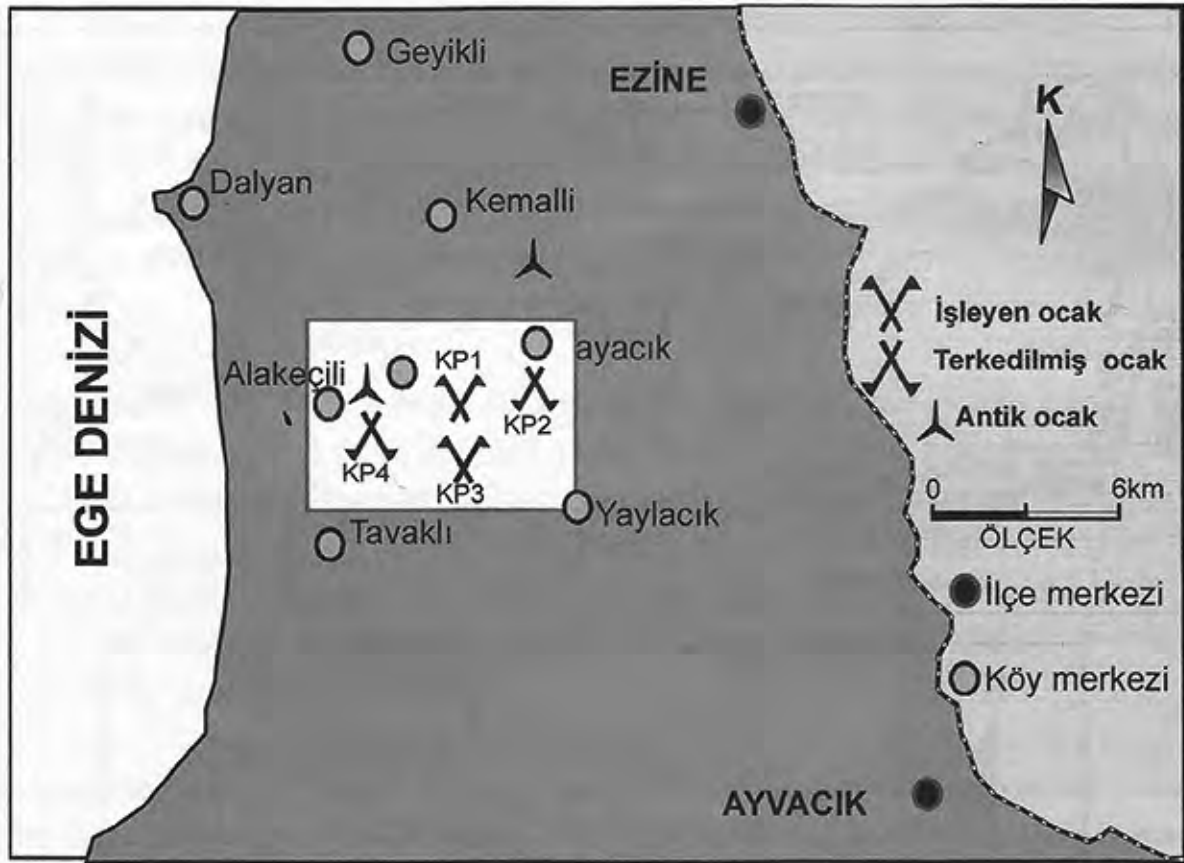
Bu çalışmanın amacı; antik çağlardan beri yapı malzemesi için işletilmiş ve günümüzde halen kullanılmakta olan Kestanbol Plütону taş ocaklarının boyutlandırılmış taş üretimi yönünden kalitelerinin belirlenmesidir. Çalışma; Kuzey-Batı Anadolu'da, Çanakkale ili, Ezine ilçesi sınırları içerisindeki Kestanbol Plütонunda yürütülmüştür (Şekil 1). İşletilmekte olan ve işletile-



Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

mi tamamlanmış ocaklardan alınan blok örnekler (Şekil 2) ile birlikte çalışma alanı dışından sağlanan üçü yurtiçi, üçü de yurtdışı kökenli blok örnekler (Şekil 3, Çizelge 1) ilk aşamada petrografik incelemeye tabi tutulmuşlardır. Daha sonra örnekler üzerinde fiziksel ve mekanik de-



Şekil 2. Kestanbol Plütönu taş ocakları yer bulduru haritası.

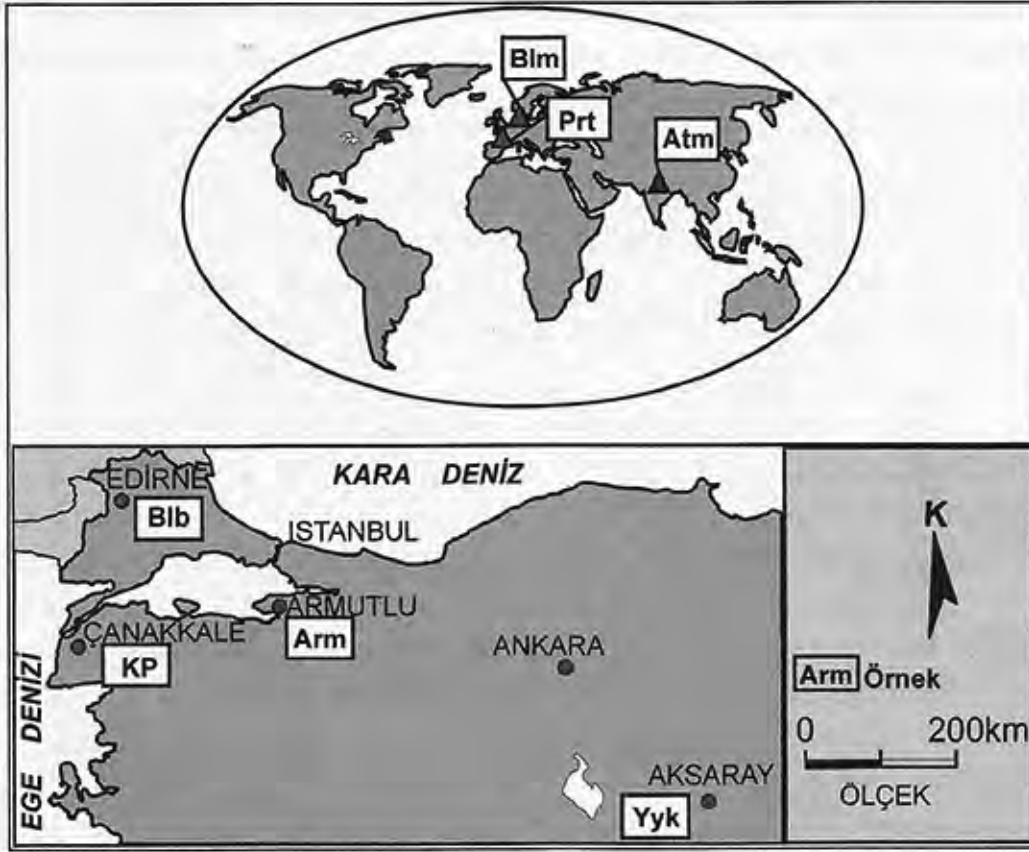
Figure 2. The location map of the stone quarries of the Kestanbol Plutone.

Çizelge 1. Örnek lokasyonları, sınıflandırmaları ve ticari isimleri.

Table 1. Location, classification and commercial names of the samples.

Örnek No.	Lokasyon	Sınıflandırma*	Ticari İsim
KP1	Ezine	Granit	-
KP2	Ezine	Granit	-
KP3	Ezine	Granit	-
KP4	Ezine	Granit	-
Arm	Yalova	Granodiyorit	-
Blb	Kırklareli	Kuvarsmonzonit	Balaban
Yyk	Aksaray	Granit	Yaylak
Blm	Portekiz	Granit	Balmoral Red
Prt	Finlandiya	Granodiyorit	Porto Rosa
Atm	Hindistan	Granit	Autumn Pink

* Streckeisen (1976)'a göre (Göker, 2004' den alınmıştır).



Şekil 3. Örneklerin yer bulduru haritası.

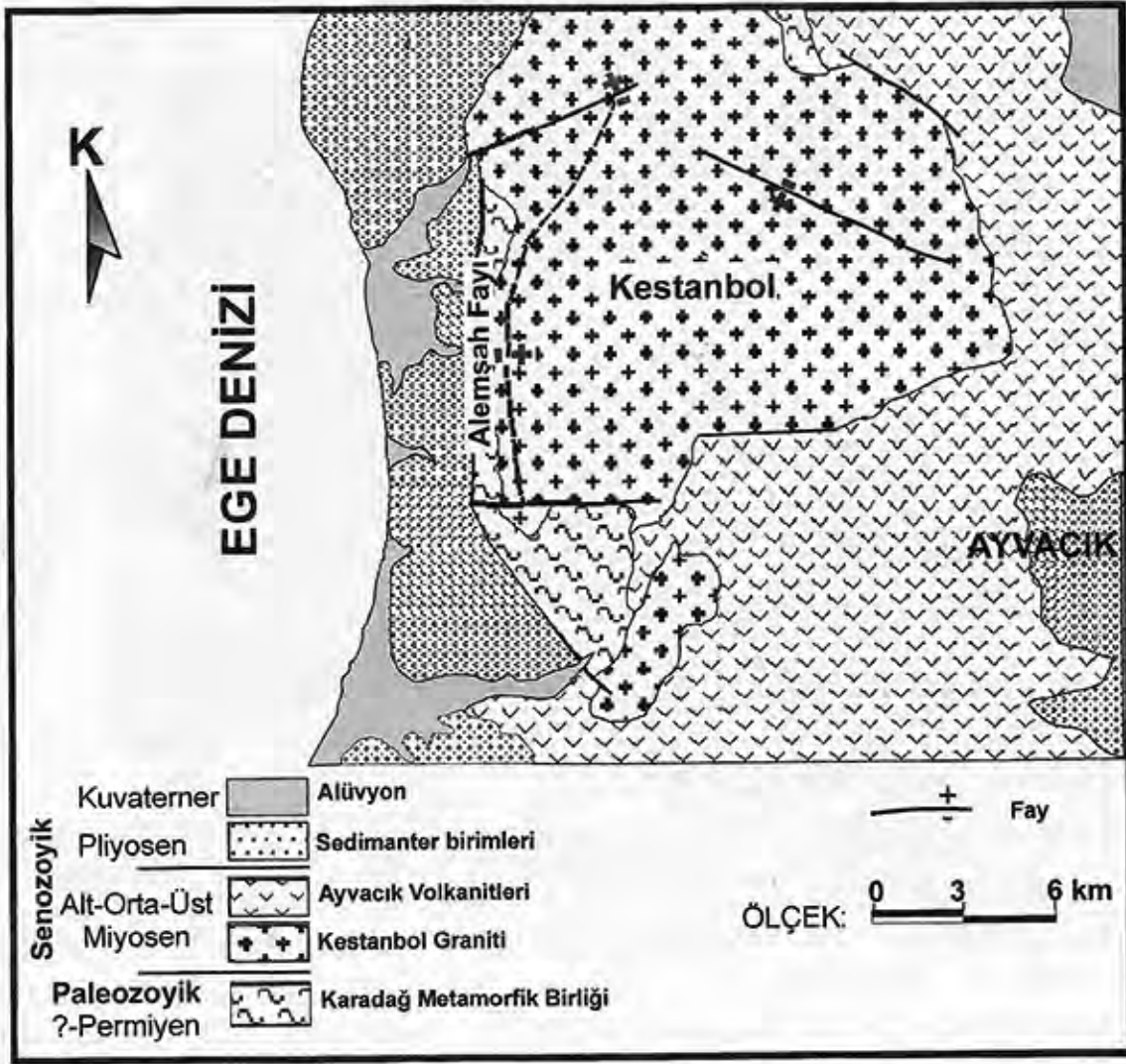
Figure 3. Location map of the samples.

neyler gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde; özgül ağırlık, kuru ve suya doymun birim ağırlık, su emme, efektif ve toplam porozite, P-dalga hızı, Schmidt çekici sertlik indeksi, nokta yük dayanım indeksi, tek eksenli basma dayanımı, eğilme ve darbe dayanımı gibi çeşitli mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Her bir örnek için istatistiksel değerlendirmeler yapılmış ve bunlar TS 1910 (1977), TS 6234 (1987) ve ASTM C 615 (1996) standartlarındaki kabul edilebilir değerleri ile karşılaştırılmıştır.

2. JEOLJİK ÖZELLİKLER

Jeolojisi çok sayıda araştırmacı (Bürküt, 1966; Andaç, 1973; Fytikas vd., 1976; Siyako vd., 1989; Okay vd., 1990; Birkle ve Satır, 1995; Karacık, 1995; Karacık ve Yılmaz, 1998; Ercan vd., 1998; Göker, 2004; Yılmaz Şahin vd., 2004) tarafından çalışılan inceleme alanının temelini hafif metamorfik kırıntılılar, rekristalize kireçtaşları ve üst seviyelerinde metaklastiklerden oluşan Karadağ metamorfik topluluğu (Karacık, 1995) oluşturmaktadır. Oligosen sonunda Biga Yarımadası'nı etkileyen yoğun ve yaygın kalkalkalen magmatizmasına bağlı olarak, Üst Oligosen-Orta Miyosen'de kuvarsmonzonit ve granitik özellikteki Kestanbol Plütunu bölgeye yerleşmiştir (Karacık ve Yılmaz, 1998). İnceleme alanında Orta-Üst Miyosen aralığı, dasit, andezit ve riyolitik bileşimde lav ve piroklastiklerden oluşan Ayvacık Volkanitlerince temsil edilir (Karacık, 1995; Karacık ve Yılmaz, 1998). Karacık (1995)'e göre; Üst Miyosen-Pliyosen'e

ait kırıntılı malzemeler ile sığ denizel kireçtaşları inceleme alanındaki çökel kayaları oluşturur (Şekil 4).



Şekil 4. İnceleme alanının jeoloji haritası (Karacık, 1995'den basitleştirilerek alınmıştır).

Figure 4. Geology map of the study area (simplified from Karacık, 1995).

Bu araştırma, Kestanol granitlerinde gerçekleştirilmiş olup, bu granitlerin genel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Plüton, orta kesimlerinde granüler doku göstermekte ve mineral büyüklükleri ince-orta arasında değişmektedir. Plütonun kenar kısımlarına doğru mineral büyük-

Çizelge 2. Kestanol Plütonu taş ocaklarının genel özellikleri.

Table 2. General characteristics of the Kestanol Pluton stone quarries.

Örnek No.	Renk	Anklav	Mineral Boyutu	Ayrışma
KP1	Pembemsi gri	+	İnce-orta	Ayrışmamış-az
KP2	Pembemsi gri	+	İnce-orta	Az
KP3	Grimsi pembe	+	Orta-iri	Az
KP4	Grimsi pembe	-	Orta-iri	Az-orta*

* İnce kesitte koyu minerallerde orta derecede ayrışma gözlenmiştir.

lükleri artmakta, doku taneseli özelliğini korurken, 1-6 cm arasında değişen K-feldispat megakristallerine bağlı olarak, yer yer porfirik dokuya sahiptir. Örneklerin çoğu ANON (1995) sınıflamasına göre ayrışmamış veya az ayrışmış olarak sınıflandırılmışlardır.

Kestanbol Plütonu, mafik magmatik anklavlar (MMA) da içermektedir. Plüton genelinde farklı şekillerde anklavlara sıkça rastlanmaktadır. Plütonun kenar zonlarına doğru MMA'ların gerek miktarları, gerekse büyüklükleri artmaktadır. Anklavlar genellikle K-G yönlü bir dizilime sahip olup (Karacık, 1995), boyutları 3'cm den 1 m'ye kadar değişmektedir.

Plütonunun kenar kısımlarında, intrüzyonun yerleşmesi sırasında ve/veya sonrasında oluşmuş, genel doğrultuları K-G ve D-B olan normal faylar yer alır (Karacık, 1995). Plütonun batısındaki K-G doğrultulu Alemşah fayının neden olduğu kataklastik deformasyona bağlı olarak, bu bölgedeki iri kristalli granitik kayalarda gnaysik doku gelişmiştir (Karacık, 1995). Plüton, KD ve GB sınırları boyunca, metamorfik temel kayaların içine sokulmuş ve kontak metamorfik zon oluşturmuştur. Doğu sınırında ise, çoğunlukla dokanaklı olduğu volkanikleri etkileyen iyi gelişmiş bir hidrotermal alterasyon zonu gözlenir (Karacık, 1995).

Kestanbol Plütonu, topoğrafyanın yüksek olduğu kesimlerde oldukça iyi gözlenen ve birkaç yönde gelişmiş eklem takımlarınca kesilir. Bu eklem takımlarının bazıları mağmanın soğuması sırasında gelişmiş olup, ana doğrultuları K60-70E ve K40-50B'dir (Karacık, 1995). Bunların dışında, tektonizmaya bağlı olarak gelişmiş eklemler de bulunur. Plütonunun kenar zonlarında eklem sayısında artış gözlenir. Antik zamanlarda, boyları 10 m'yi aşan sütunlar (Şekil 5) eklem takımları kullanılarak işlenmişlerdir. Eklemler yer yer eksfoliasyona neden olmuşlardır



Şekil 5. Antik zamanlarda işlenmiş granit sütunları.

Figure 5. Granite columns quarried at ancient times.

(Şekil 6). Eklemlerden bazıları, özellikle plütonun güneydoğusunda aplit, kuvars ve pegmatitlerle doldurulmuş olup, hidrotermal alterasyon izleri taşırlar.



Şekil 6. İnceleme alanındaki eksfoliasyon çatlakları.

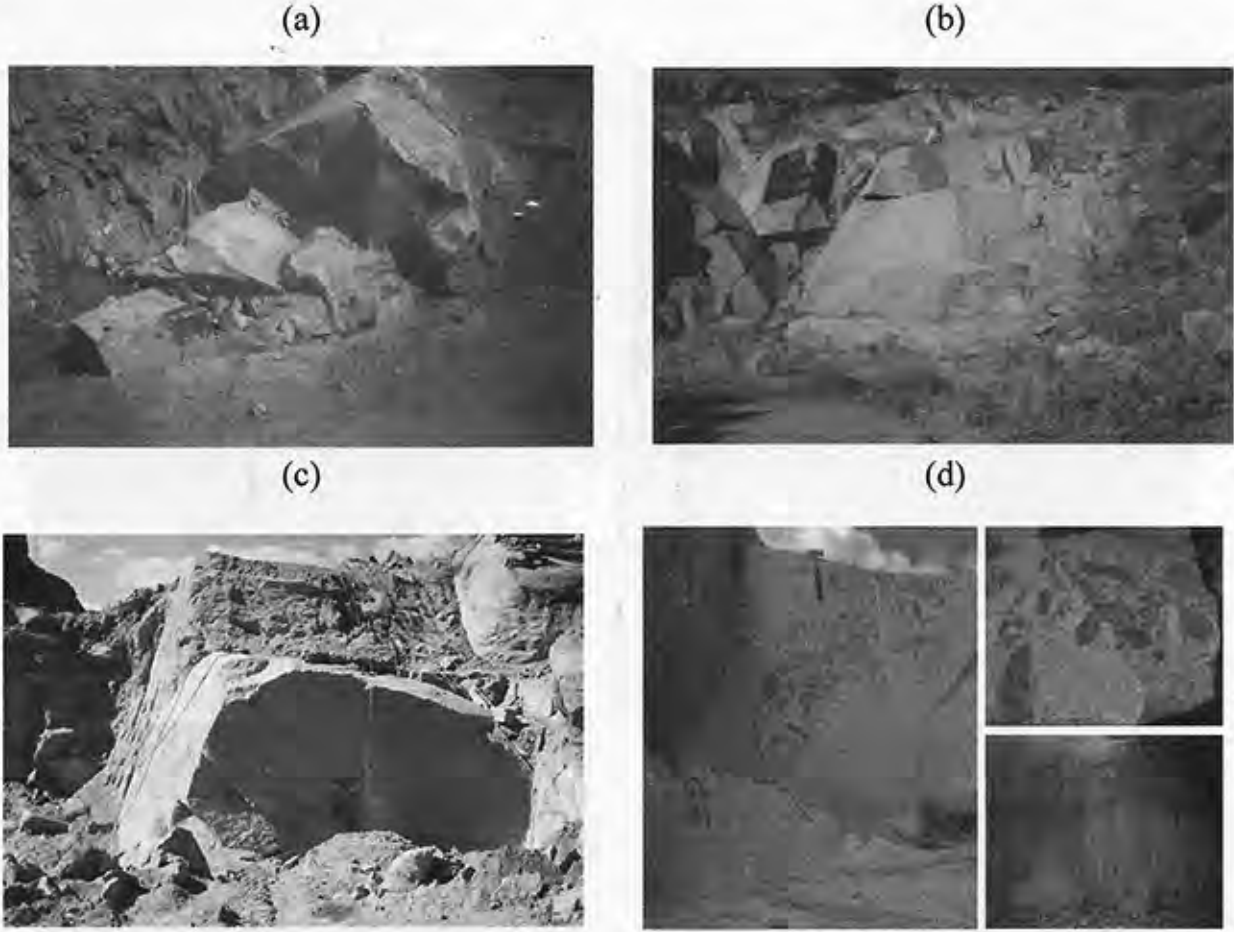
Figure 6. The exfoliation fractures at the study area.

3. KESTANBOL PLÜTONU TAŞ OCAKLARI

Kestanbol Plütonu granitik kayaçları, yapı taşı olarak işletilmiş ve işletilmeye devam edilmektedir. Bölgede dört ocak mevcuttur ve bunlardan KP1 ve KP3 halihazırda parke taşı üretmek üzere işletilmekte (Şekil 3) olup, istek üzerine zaman zaman blok taş üretimi de yapılmaktadır. Tüm ocaklarda üretim, doğal eklem yönleri boyunca gerçekleştirilmektedir. Üretimde hava tabancaları, kamalar ve zaman zaman hafif patlayıcılar kullanılmaktadır.

KP1 ocağı (Şekil 7a), Uluköy (Kestanbol) civarında topoğrafyanın yükselmeye başladığı bir kesimde açılmıştır. Bu ocağın ince-orta kristal boyutlu, pembemsi gri (Şekil 8a) kayaçları parke taşı için işletilmektedir. Alkali feldispat, plajiyoklas ve kuvars ana minerallerdir (Şekil 9a). Ocakta ayrışma derinliği 1-5 m arasında değişmekte olup, eklem yoğunluğu az olduğundan istenilen boyutta blok almak mümkündür. KP1 ocağında anklavlara ender olarak rastlanır ve boyutları birkaç santimetreyi geçmez (Göker, 2004).

KP2 ocağı (Şekil 7b), plütonun topoğrafik olarak yüksek kesimlerindeki Kayacık köyü civarında açılmıştır. Pembemsi gri, ince-orta kristal boyutlu granitik kayaçların bulunduğu (Şekil 8b) bu ocak günümüzde işletilmemektedir. KP2 ocağı, KP1 ocağı ile benzer özellikler göstermektedir. Anklav içeriği ve eklem yoğunluğu düşük olup, istenilen büyüklükte blok almak mümkündür. Bu ocakta ana mineral boyutları KP1 ocağına göre biraz daha büyük olup (Şekil 9b), ayrışma derinliği 5 m'nin altındadır (Göker, 2004).

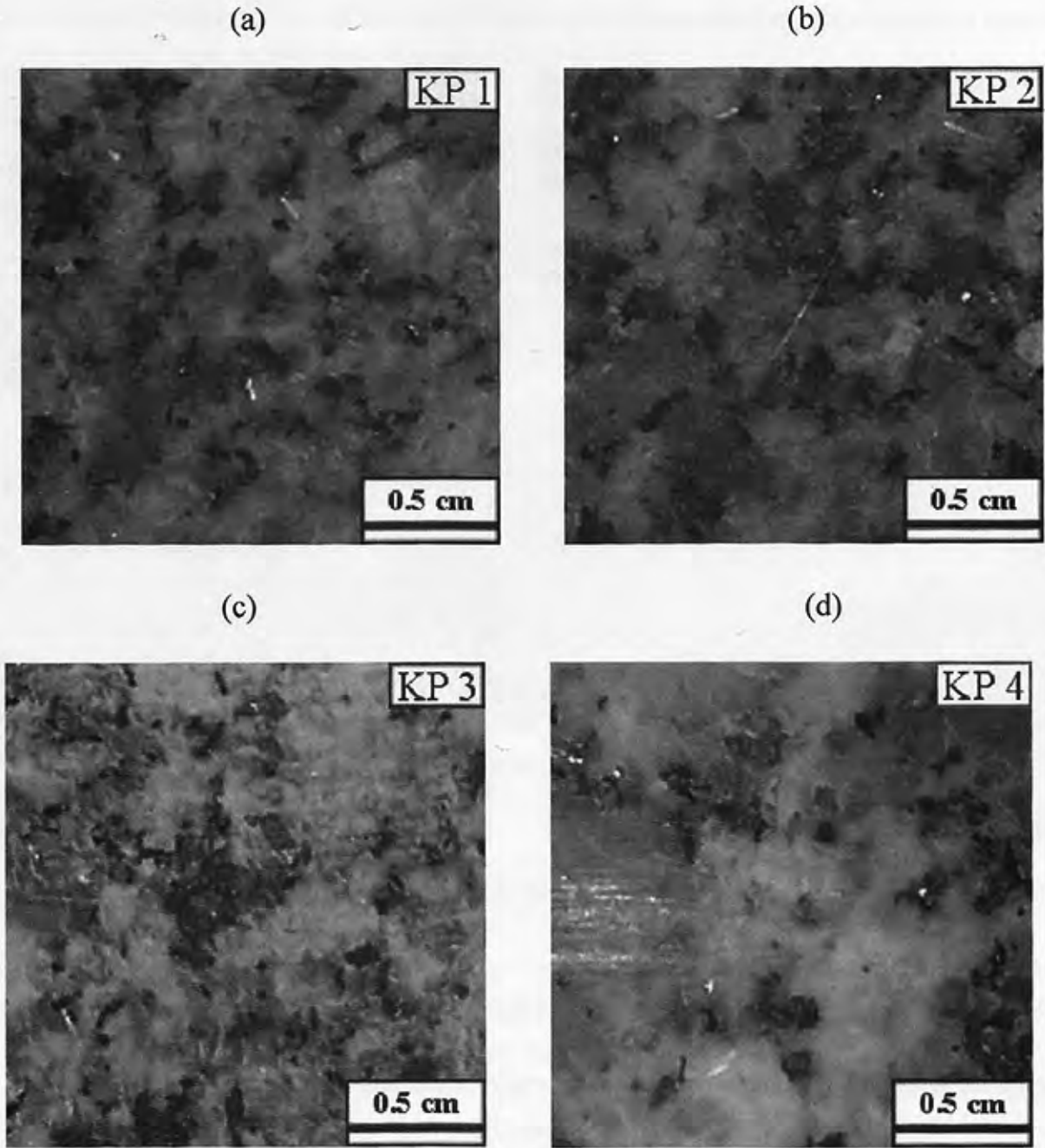


Şekil 7. İncelenen taş ocaklarından görüntüler: (a) KP1 taş ocağı, (b) KP2 taş ocağı, (c) KP3 taş ocağı, (d) KP4 taş ocağı.

Figure 7. Photos from the investigated quarries: (a) KP1 stone quarry, (b): KP2 stone quarry, (c): KP3 stone quarry, (d): KP4 stone quarry.

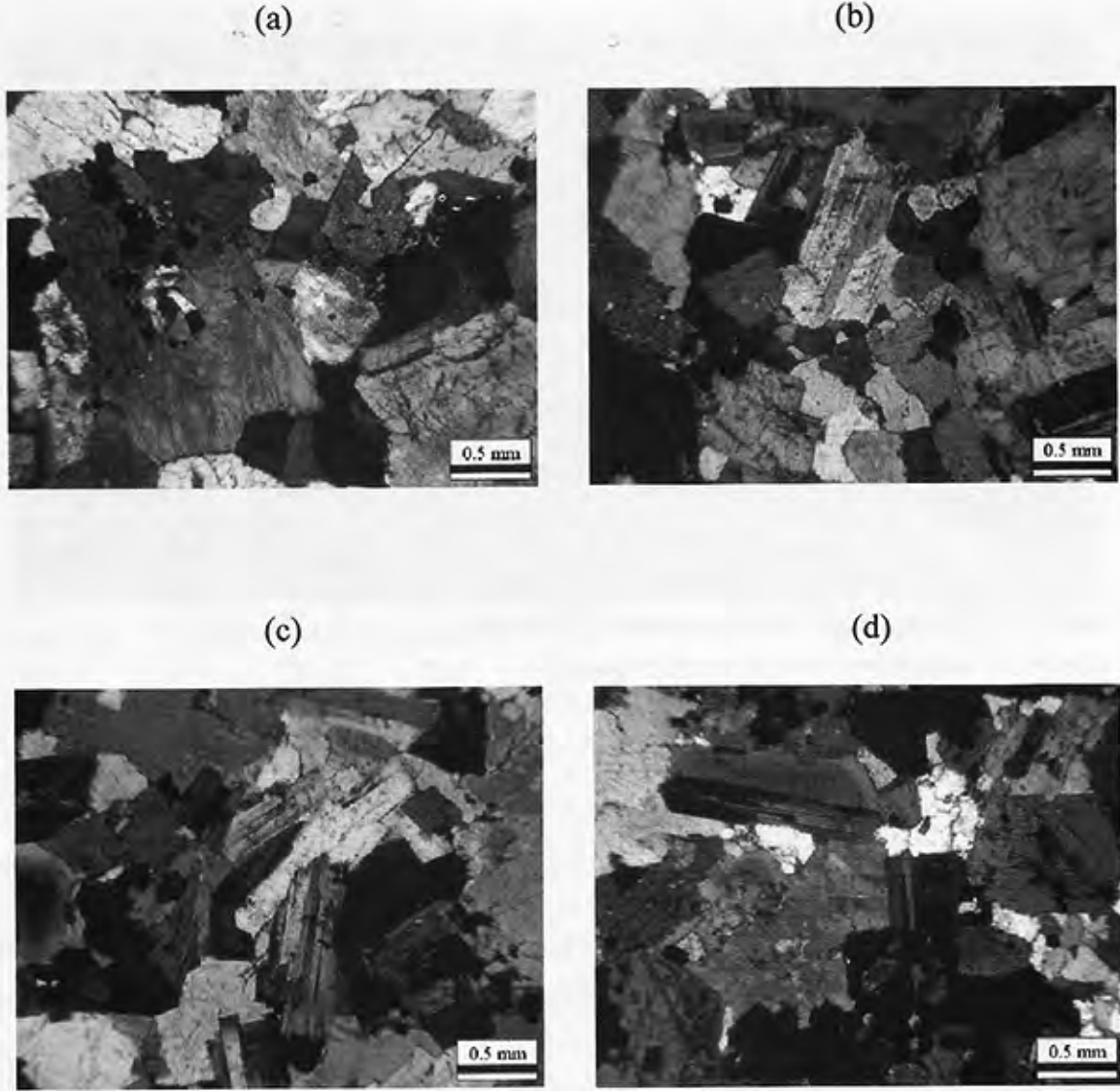
KP3 ocağı (Şekil 7c), incelenen plütonun güneyinde yer alır. Bu bölgede plüton tanesal dokulu olup, 1-3 cm arasında değişen boyutlardaki alkali feldispat minerallerine bağlı olarak, yer yer porfirik doku özelliği gösterir (Şekil 8c). Alkali feldispat, plajiyoklas ve kuvars ana mineraller olup (Şekil 9c), bu durum, ocak ölçeğinde ender olarak renk değişimlerine neden olsa da, kabul edilebilir düzeydedir. Parke taşı üretimi dışında zaman zaman boyutlandırılmış bloktaş (Şekil 10) üretimi de yapılan KP3 ocağının mafik magmatik anklav içeriği, KP1 ve KP2 ocaklarına göre daha fazladır. Ancak anklavların miktarı, dağılımları ve büyüklükleri kaliteyi etkileyecek durumda değildir (Göker, 2004).

KP4 ocağı plütonun batısında yer alır (Şekil 7d). 1-5 cm arasında değişen alkali feldispat megakristalleri kayaca porfirik doku görünümü kazandırmaktadır (Şekil 8d). Bu ocakta işletilen grimsi pembe, orta-iri mineral boyutlu (Şekil 9d) kayacın, koyu renkli (biyotit, amfibol vb.) ve aksesuar mineral içeriği diğer yerlerdekine oranla daha fazladır. KP4 ocağının (Şekil 7d) MMA içeriği, etkin bir işletme planının hazırlanmasına olanak vermeyecek ölçüde yoğundur (Göker, 2004). Ayrıca, ocağın bazı kesimlerinde sin-plütonik dayklara rastlanır ve bu kesimlerde parke taşı üretimi olanaksızdır. MMA'lar çok farklı boyut ve şekilde olup, uzun eksenleri yer yer metre ölçeğine ulaşmaktadır.



Şekil 8. (a) KP1 ocağında ince-orta mineral boyutlu, tam kristalli taneşel dokulu pembemsi gri granit, (b) KP2 ocağında ince-orta mineral boyutlu, tam kristalli taneşel dokulu pembemsi gri granit, (c) KP3 ocağında orta-iri mineral boyutlu, tam kristalli taneşel/porfirik dokulu grimsi pembe granit, (d) KP3 ocağında orta-iri mineral boyutlu, tam kristalli taneşel/porfirik dokulu grimsi pembe graniti.

Figure 8. (a) Fine-medium grained, holocrystalline, granular, pinky gray granite from KP1 quarry, (b) fine-medium grained, holocrystalline, granular, pinky gray granite from KP2 quarry, (c) medium-coarse grained, holocrystalline granular/porphyritic, grayish pink granite from KP3 quarry, (d) medium-coarse grained, holocrystalline granular/porphyritic, grayish pink granodiorite from KP4 quarry.



Şekil 9. Granitlerin incekesit fotoğrafları: (a) KP1 ocağına ait granit, tam kristalli, öz şekilsiz pertitik K-feldspat içeren, (b) KP2 ocağına ait granit, tam kristalli, öz şekilsiz yarı öz şekilli K-feldspat mineralleri, biyotit ve hornblend mineralleri, (c) KP3 ocağına ait granit, tam kristalli, iri K-feldspat mineralleri, plajiolklas, kuvars, biyotit ve hornblend mineralleri, (d) KP4 ocağına ait granodiyorit, tam kristalli, koyu mineral (biyotit, amfibol) içeriği yüksek.

Figure 9. Thin section photographs of (a) KP1 Granite, holocrystalline, with unhedral perthitic K-feldspar, (b) KP2 Granite, holocrystalline, with euhedral to subhedral K-feldspar, biotite and hornblend minerals, (c) KP3 Granite, holocrystalline, with euhedral to subhedral K-feldspar, plagioclase, quartz, biotite and hornblend minerals, (d) KP4 Granodiorite, holocrystalline, with high amounts of dark minerals (biotite, amphibole).



Şekil 10. KP3 ocağından boyutlandırılmış iri bloklar.

Figure 10. Dimension stone at the KP3 quarry.

4. PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

Hazırlanan ince kesitler üzerinde yapılan petrografik incelemelerle örneklerin dokuları ve modal bileşimleri belirlenmiştir. Her bir örneğin tanımlaması Çizelge 3’de sunulmuştur. Bu çizelgeden görülebileceği gibi, Kestanbol Plütunu kayaçları benzer petrografik özelliklere sahiptirler. Örnekler tam kristalli, taneseli veya porfirik doku özellikleri gösterirler. K-feldispat, plajio-

Çizelge 3. Kestanbol Plütunu taş ocaklarındaki granitlerin petrografik özellikleri.

Table 3. Petrographical characteristics of the granites in the Kestanbol Pluton stone quarries.

Örnek No.	Doku	Tanımlama	Sınıflandırma*
KP1	Tüm kristalli, yarı öz şekilli, taneseli	Öz şekilsiz peritik K-feldispat, yarı öz şekilli plajiyoklas, öz şekilsiz kuvars, yarı öz şekilli biyotit ve hornblend (hafif kloritleşme ve karbonatlaşma) aksesuar mineral olarak; sfen, apatit ve zirkon gözlenir. K-feldispatlarda hafif killeşme görülür.	Granit
KP2	Tüm kristalli, yarı öz şekilli, taneseli	Öz şekilsiz ve yarı öz şekilli K-feldispat, iri plajiyoklas mineralleri, öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kuvars, yarı öz şekilli biyotit ve hornblend (hafifçe kloritleşmiş), aksesuar mineral olarak; sfen, apatit ve zirkon mineralleri, K-feldispatlarda hafifçe killeşme.	Granit
KP3	Tüm kristalli, yarı öz şekilli, taneseli/porfirik	Kayaca bazen porfirik doku kazandıran iri öz şekilsiz K-feldispat, öz şekilsiz ve yarı öz şekilli plajiyoklas, öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kuvars, yarı öz şekilli biyotit ve hornblend, aksesuar mineral olarak; sfen, apatit ve zirkon mineralleri, K-feldispatlarda hafifçe killeşme.	Granit
KP4	Tüm kristalli, yarı öz şekilli, taneseli/porfirik	Kayaca bazen porfirik doku kazandıran iri öz şekilsiz K-feldispat megakristalleri, öz şekilsiz ve yarı öz şekilli plajiyoklas, öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kuvars, yarı öz şekilli biyotit ve hornblend, (koyu mineraller kısmen altere), aksesuar mineral olarak; sfen, apatit ve zirkon mineralleri, K-feldispatlarda hafifçe killeşme.	Granodiyorit

*Streckeisen (1976)’ya göre.

yoklas ve kuvars tüm örneklerde ana minerallerdir (Şekil 9a, b, c, d). Biyotit ve hornblend koyu mineral, sfen, zirkon, apatit ve opak mineraller aksesuar mineral olarak modal bileşimde bulunurlar. Modal analizler Hutchinson (1974)'ün tanımladığı şekilde, nokta sayacı kullanılarak belirlenmiş ve tüm örnekler için modal mineralojik bileşim Çizelge 4'de sunulmuştur. Örnekler, modal mineral bileşimlerine göre Streckeisen (1976) sınıflama sistemi kullanılarak adlandırılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 4. Örneklerin modal mineralojik bileşimleri.

Table 4. Modal mineralogical composition of the samples.

Örnek No.	Q (%)	AF (%)	Pl (%)	B (%)	Prx (%)	A (%)	AM (%)
KP1	25.6	35.9	33.5	-	2.70	2.2	0.1
KP2	23.7	22.0	37.8	7.1	1.90	7.5	-
KP3	34.3	22.4	28.7	5.5	1.70	7.2	-
KP4	16.7	16.8	37.2	4.8	-	23.9	0.6
Arm	17.6	31.6	40.1	9.1	-	1.6	-
Blb	29.1	33.9	24.6	10.6	-	-	1.8
Yyk	31.7	32.7	27.5	2.9	-	-	-
Blm	29.8	47.0	20.3	1.8	-	-	-
Prt	21.9	56.2	15.4	5.8	0.70	-	-
Atm	27.9	52.4	17.3	8.1	-	-	0.6

Q: Kuvars AF: Alkali Feldispat Pl: Plajiyoklas B: Biyotit
Prx: Piroksen A: Amfibol AM: Aksesuar Mineral

Kestanbol Plütonunda gözlenen MMA'lar (Şekil 7d) magma migling tipi etkileşim ürünüdür (Didier ve Barbarin, 1991; Yılmaz Şahin ve Boztuğ, 1994). Bu anklavlar gri-koyu gri, tam kristalli mikrotanesel veya porfirik dokulu, elipsoidal veya oval şekilli olup, uzun eksenlerinin boyu santimetre ile metre düzeyindedir. MMA'lar Kestanbol Plütonunun batısında geniş bir alana yayılmış ve genellikle diyorit, kuvarsdiyorit ve monzodiyorit bileşimindedirler. Bu kayalar plajiyoklas (An18-22) fenokristalleri (uzun eksenleri 1-5 mm), hornblend, biyotit, kuvars ile aksesuar olarak sfen, zirkon ve apatit minerallerini içerirler (Yılmaz Şahin vd., 2004).

5. FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLER

Örneklerin fiziksel özellikleri; ISRM (1981) tarafından önerilen yöntemlere uygun olarak, laboratuvarında belirlenmiş olup, bunlar; özgül ağırlık, kuru ve suya doygun birim hacim ağırlık, ağırlıça su emme, efektif ve toplam porozitedir. P-dalga hızları ise, ASTM (1980)'de belirtilen deney düzeneği kullanılarak tayin edilmiş ve deney sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilerek Çizelge 5, 6 ve 7'de sunulmuştur.

Çizelge 5. Granitik kayaçların özgül ağırlık, kuru ve doymun birim hacim ağırlık değerleri.
Table 5. Specific gravity, dry and saturated unit weight values of the granitic rocks.

Örnek No.	Özgül ağırlık G_s	Kuru birim hacim ağırlık			Doymun birim hacim ağırlık		
		γ_d (kN/m ³)			γ_s (kN/m ³)		
		Ort.	En küçük	En büyük	Ort.	En küçük	En büyük
KP1	27.72	27.05	27.15	27.12	27.13	27.23	27.20
KP2	27.99	27.02	27.38	27.21	27.11	27.48	27.30
KP3	27.85	27.03	27.15	27.10	27.13	27.26	27.21
KP4	28.61	27.25	27.54	27.41	27.32	27.61	27.49
Arm	26.97	26.58	26.69	26.64	26.69	26.78	26.74
Blb	28.11	27.68	27.97	27.87	27.73	28.02	27.92
Yyk	27.31	26.61	26.75	26.70	26.68	26.81	26.77
Blm	27.70	26.83	26.93	26.88	26.86	26.97	26.92
Prt	27.30	26.72	26.91	26.81	26.79	26.98	26.88
Atm	27.36	26.50	26.75	26.68	26.54	26.78	26.72

Çizelge 6. Granitik kayaçların su emme, efektif ve toplam porozite değerleri.
Table 6. Water absorption, effective and total porosity values of the granitic rocks.

Örnek No.	Ağırlıkça su emme w_a (%)			Efektif porozite n_e (%)		Toplam porozite n_t (%)	
	En küçük	En büyük	Ort.	En küçük	En büyük	Ort.	Ort.
KP1	0.28	0.31	0.30	0.75	0.84	0.79	2.15
KP2	0.35	0.39	0.36	0.92	1.04	0.96	2.73
KP3	0.39	0.40	0.39	1.03	1.06	1.05	2.61
KP4	0.26	0.27	0.27	0.70	0.73	0.72	4.11
Arm	0.33	0.40	0.36	0.87	1.03	0.93	1.30
Blb	0.16	0.18	0.17	0.44	0.49	0.46	0.98
Yyk	0.23	0.26	0.25	0.61	0.69	0.65	2.17
Blm	0.12	0.15	0.14	0.32	0.41	0.36	2.83
Prt	0.25	0.28	0.26	0.65	0.73	0.68	1.77
Atm	0.12	0.14	0.13	0.31	0.35	0.33	2.37

Örneklerin, Schmidt çekici sertlik indeksi ve tek eksenli basma dayanımları ISRM (1981), nokta yük dayanım indeksleri ISRM (1985), darbe dayanımları TS 699 (1987) ve eğilme dayanımları TS EN 12372 (2003)'de önerilen yöntemler izlenerek belirlenmiş olup, sonuçlar Çizelge 7 ve 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Granitik kayaçların P-dalga hızları, Schmidt çekici sertlik indeksi ve nokta yükü dayanım indeksi değerleri.

Table 7. P-wave velocity, Schmidt hammer rebound number and point load strength index values of the granitic rocks.

Örnek No.	P-dalga hızı V_p (km/s)			Schmidt çekici sertlik indeksi SHV N-Tipi			Nokta yükü dayanım indeksi (I_s) ₅₀ (MPa)		
	En küçük	En büyük	Ort.	En küçük	En büyük	Ort.	En küçük	En büyük	Ort.
KP1	4.46	4.51	4.50	51	54	52	8.10	9.72	8.75
KP2	4.47	4.60	4.58	51	55	53	8.10	8.64	8.43
KP3	3.93	4.05	3.99	58	63	61	5.83	7.56	6.62
KP4	4.25	4.46	4.34	48	58	53	4.86	7.02	6.16
Arm	4.09	4.21	4.16	49	59	55	7.02	7.83	7.24
Blb	4.47	4.87	4.64	53	60	56	4.86	6.48	5.73
Yyk	4.09	4.16	4.13	54	57	56	4.86	6.48	5.08
Blm	4.08	4.53	4.20	58	64	61	4.86	5.94	5.29
Prt	4.15	4.32	4.23	60	64	62	5.40	7.56	6.05
Atm	4.45	4.59	4.56	62	65	64	7.56	9.72	8.10

Çizelge 8. Granitik kayaçların tek eksenli basma dayanımı, eğilme ve darbe dayanımı değerleri.

Table 8. Uniaxial compressive strength, bending and impact strength values of the granitic rocks.

Örnek No.	Tek eksenli basma dayanımı σ_c (MPa)			Eğilme dayanımı σ_B (MPa)			Darbe dayanımı σ_I (Nmm/mm ²)		
	En küçük	En büyük	Ort.	En küçük	En büyük	Ort.	En küçük	En büyük	Ort.
KP1	133.30	142.74	138.02	18.19	18.40	18.31	11.8	19.6	13.3
KP2	128.88	143.04	134.26	14.57	15.60	15.19	11.8	29.4	15.7
KP3	102.76	115.84	109.30	13.34	13.90	13.64	11.8	29.4	16.9
KP4	95.69	125.84	105.83	10.96	11.18	11.02	11.8	19.6	14.9
Arm	134.00	108.50	121.25	13.64	17.37	15.50	11.8	19.6	13.3
Blb	117.10	128.40	124.03	9.15	10.08	9.62	11.8	19.6	14.9
Yyk	90.90	148.60	111.37	14.76	16.44	15.57	11.8	19.6	14.9
Blm	97.70	100.10	98.90	13.64	15.50	14.88	11.8	19.6	13.3
Prt	95.50	131.20	112.07	9.15	11.02	10.09	11.8	29.4	16.9
Atm	90.30	98.10	94.90	11.77	12.70	12.39	11.8	29.4	15.3

6. DEĞERLENDİRME

Kestanbol Plütunu taş ocaklarından derlenen örneklerin fiziksel ve mekanik özellikleri; TS EN 1910 (1977), TS 6234 (1987) ve ASTM C615 (1996) standartlarına göre, doğal yapı malzemesi olarak granitler için belirlenen sınır değerlerin çoğunu karşılamaktadır (Çizelge 9). Deney sonuçlarına göre; Kestanbol örneklerinin kuru ve suya doygun birim hacim ağırlık, su emme, efektif ve toplam porozite değerleri benzerdir. Ancak, KP4 örneğinin özgül ağırlık ve toplam porozite değerleri diğer örneklerden farklılık göstermektedir. KP4 ocağından alınan örneklerin koyu mineral (biyotit, amfibol vs.) oranı diğer örneklerle göre üç kat daha fazla olup, bu minerallerde hafiften orta dereceye değişen ayrışma gözlenmiştir. Bunun sonucu olarak KP4 örneğinin özgül ağırlık ve toplam porozite değerleri yüksektir.

Çizelge 9. Doğal yapı malzemesi olarak kullanılan granitlerin fiziksel ve mekanik özellikleri için kabul değerleri.

Table 9. Acceptance values for the physical and mechanical properties of granitic rocks used as natural building materials.

Özellik	Sınır değer TS 1910 (1977)	Sınır değer TS 6234 (1987)	Deney standartı	Sınır Değer ASTM C615 (1996)	Deney standardı
Birim hacim ağırlık (kN/m ³)	>25.5	>26.1	TS EN 1936 (2001)	>26.1	ASTM C97 (1996)
Su emme (%)	< 0.75	< 0.75	TS EN 13755 (2003)	<0.40	ASTM C97 (1996)
Porozite (%)	< 2	< 0.5	TS EN 1936 (2001)	-	-
Tek eksenli basınç dayanımı (MPa)	> 50	> 120	TS 699	> 131	ASTM C170 (1999)
Eğilme dayanımı (MPa)	> 4	> 7.5	TS EN 12372 (2003)	> 8.27	ASTM C880 (1998)
Darbe dayanımı (N mm/mm ³) (kaplama)	>0.5	>0.6	TS 699 (1987)	-	-
Darbe dayanımı (N mm/mm ³) (döşeme)	-	1.0-1.2	TS 699 (1987)	-	-

Kestanbol Plütunu örneklerinin tümüne ait eğilme ve darbe dayanımları TS 1910 (1977), TS 6234 (1987) ve ASTM C615 (1996) da belirtilen sınır değerleri sağlamaktadır. Kestanbol örneklerinin tümüne ait tek eksenli basınç dayanım değerleri TS 1910 (1977)'da belirtilen sınır değerleri sağlamaktadır. Ancak, TS 6234 (1987) ve ASTM C615 (1996) tarafından belirtilen sınır değerlerini KP3 ve KP4 örnekleri sağlamamaktadır.

Kestanbol Plütunu granitik kayaçlarının kalitesinin karşılaştırılması için yurtiçi ve yurt dışından alınan örneklerin, fiziksel ve mekanik özellikleri de aynı laboratuvar koşullarında araştırılmıştır (Çizelge 5, 6, 7 ve 8). Kestanbol Plütunu taş ocaklarına ait örneklerin ağırlıkça su emme ve porozite değerleri karşılaştırıldığında, Kestanbol örneklerinin ortalama porozite değerleri, Arm ve Blb dışında, genelde diğer örneklerinkine göre oranla daha yüksektir. Bu durum, Kestanbol Plütundaki ocak faaliyetlerinin yüzeye yakın kesimlerde sürdürülmesinden kaynaklanmaktadır. Daha derinlere inildikçe kayaç kalitesinin artması beklenmektedir. Mekanik

özellikler açısından değerlendirildiğinde; Kestanbol Plütonuna ait örnekler, (özellikle KP1 ve KP2) diğer örneklerin çoğundan daha iyi özellikler sunmaktadır.

Boyutlandırılmış taş kalitesi açısından, fiziksel ve mekanik özelliklerin standart değerleri tek başına sağlaması yeterli olmamaktadır. Renk, doku, homojenlik, blok boyutları, anklav içeriği, parlatılabilme gibi diğer ölçütler de değerlendirmede gözönünde bulundurulmalıdır (Taboada vd., 1999; Salonen vd., 2000). Kestanbol Plütonu granitik kayaçları griden pembeye değişen renklere sahiptir ve genel olarak bu durum, potasyum feldispat minerallerinin miktarı ve boyutları ile ilgilidir. Plütonun orta kesimlerinde K-feldispat mineralleri ince-orta boyutlu iken, plütonun kenar zonlarına doğru genellikle mineral boyutlarında artış gözlenmektedir. Kestanbol Plütonu taş ocakları için homojenlik, blok alma ve parlatılabilme gibi ölçütler açısından bir sorun bulunmamaktadır.

Anklavların büyük boyutlu olmaları, miktarları ve dağılımları boyutlandırılmış taşın estetik açıdan kalitesini etkilemekte ve ürün değerini düşürmektedir (Taboada vd., 1999). Diğer yandan, anklavların ana kaya ile olan keskin sınırları birer süreksizlik düzlemi gibi davranarak kayacın dayanımının azalmasına neden olabilmektedir. Ana kaya ve anklavların farklı mineralojik bileşimlerine bağlı olarak farklı sertliklere sahip olmaları ocak faaliyetleri ve parlatma sırasında da olumsuzluklara neden olmaktadır. Kestanbol Plütonu için, KP4 dışındaki ocakların içerdikleri anklavların büyüklük, miktar ve dağılımları kalite açısından olumsuzluk yaratmayacak boyutlarda iken, KP4 ocağı için bu durum kaliteyi bozan önemli bir unsurdur.

7. SONUÇLAR

Kestanbol Plütonu granitik kayaçları, içerdikleri potasyum feldispat minerallerinin miktarı ve boyutları ile ilgili olarak griden pembeye değişen renklere sahiptir. Plütonun orta kesimlerinde K-feldispat mineralleri ince-orta boyutlu iken, plütonun kenar zonlarına doğru genellikle mineral boyutlarında artış gözlenmektedir. Bu kayaçların fiziksel ve mekanik özellikleri, çoğunlukla TS 1910 (1977), TS 6234 (1987) ve ASTM C615 (1996) standartlarınca belirtilen kabul değerleri sağlamaktadır. Kestanbol Plütonu taş ocakları için homojenlik, blok alma ve parlatılabilme gibi ölçütler açısından bir sorun bulunmamaktadır. Ancak, plütonun bazı kesimlerinde (KP4) anklavların büyük boyutlu olmalarının yanı sıra, miktarları ve dağılımlarının, taş ocağı faaliyetleri ile kayaçların estetik açısından kalitelerine etkisi önemlidir. Karşılaştırılan diğer örnekler de göz önüne alındığında, gerek jeolojik gerekse jeolojik olmayan ölçütler dahilinde Kestanbol Plütonu taş ocaklarından, parke taşı üretimi dışında, kaliteli boyutlandırılmış bloktaş üretimi mümkündür.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonunca (Proje No: T34/031297) desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Allison, P., 1984. Dimension stone - a rock steady market. *Industrial Minerals*, 202, 19-35.
- Andaç, M., 1973. Biga Yarımadası'nda Ezine siyenit masifi ile civarındaki kayaçların petrografisi ve bu kayaçlardan meydana gelen radyoaktif sahil plaser maden yatağının etüdü. İstanbul Üniversitesi, Doçentlik Tezi 96 s (yayımlanmamış).
- ANON, 1995. The description and classification of weathered rocks for engineering purposes. Geological Society Engineering Group Working Party Report. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 28, 207-242.
- ASTM, 1980. Natural Building Stones; Soil and Rock, Part 19. ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 615, 1996. Standart Specification for Granite Dimension Stone. Annual Book of ASTM standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 97, 1996. Standard Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 880, 1998. Standard Test Method for Flexural Strength of Dimension Stone. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 170, 1999. Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- Birkle, P., and Satır, M., 1995. Dating, geochemistry and geodynamic significance of the Tertiary magmatism of the Biga-Peninsula, NW-Turkey. *Proceedings of the Geology of the Black Sea Region*, Ankara, 171-181.
- Brace, W.F., 1961. Dependence of fracture strength of rocks on grain size, *Proceedings of the 4th Symposium on Rock Mechanics*, University Park, Pennsylvania, 99-103.
- Bürküt, Y., 1966, Kuzey Batı Anadolu'da yer alan plütonların mukayeseli etüdü. İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi (yayımlanmamış).
- Didier, J. and Barbarin, B., 1991, The different types of enclaves in granites-Nomenclature, In *Enclaves and Granite Petrology*. *Developments in Petrology* 13, Elsevier, 19-23.
- Ercan, T., Türkecan, A., Guillou, H., Satır, M., Sevin, D. ve Şaroğlu, F., 1998, Marmara Denizi'ndeki Tersiyer volkanizmasının özellikleri. *MTA Dergisi*, 120, 199-221.
- Göker, F. A., 2004. Yüzey kaplama taşı olarak kullanılan granitik kayaçların kalite yönünden karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113 s (yayımlanmamış).
- Hutchinson, C.S., 1974. *Laboratory Handbook of Petrographic Techniques*. Wiley, New York.
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Mrinelli, G., and Mazzuoli, R., 1976. Geochronological data on recent magmatism of the Aegean Sea. *Tectonophysics*, 31, T29-T34.

- ISRM, 1981. Rock Characterization, Testing and Monitoring: ISRM Suggested methods. E. T. Brown (ed.), Pergamon Press.
- ISRM, 1985. Suggested methods for determining point load strength: ISRM Suggested methods. E. T. Brown (ed.), Pergamon Press.
- İrfan, T.Y., 1996. Mineralogy, fabric properties and classification of weathered granites in Hong Kong. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 29, 5-35.
- Karacık, Z., 1995. Ezine – Ayvacık (Çanakkale) dolayında genç volkanizma plütonizma ilişkileri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 360 s (yayımlanmamış).
- Karacık, Z., and Yılmaz, Y., 1998. Geology of the ignimbrites and the associated volcano-plutonic complex of the Ezine area, northwestern Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 251-264.
- Luodesa, H., Selonen, O., and Paakkönen, K., 2000. Evaluation of dimension stone in gneissic rocks : A case history from southern Finland. *Engineering Geology*, 52, 209-223
- Merriam, R., Rieke, H.H., and Kim, Y.C., 1970. Tensile strength related to mineralogy and texture of some granitic rocks. *Engineering Geology*, 4, 155-160.
- Niini, H., 1986. Classification and development of bedrock resources in Finland. *Bulletin of Geological Society Finland*, 58, 335-350.
- Okay, A. İ., Siyako, M. ve Bürkan, A. K., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. *TPJD Bülteni*, 2 (1), 83-121.
- Onodera, T.F., and Asoka Kumara H.M., 1980. Relation between texture and mechanical properties of crystalline rocks. *Bulletin of International Association of Engineering Geology*, 22, 173-177.
- Salonen, O., Luodes, H., and Ehlers, C., 2000. Exploration for dimensional stone-implications and examples from the Precambrian of southern Finland. *Engineering Geology*, 56, 275-291.
- Siyako, M., Bürkan, A. K. ve Okay, A. İ., 1989. Biga ve Gelibolu yarım adalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *TPJD Bülteni*, 1 (3), 183-199.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sciences Review*, 12, 12-33.
- Taboada, J., Vaamonde, A. and Saavedra, A., 1999. Evolution of the quality of a granite quarry. *Engineering Geology*, 53, 1-11.
- Tuğrul, A., and Zarif, İ. H., 1999. Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of selected granitic rocks from Turkey. *Engineering Geology*, 51, 303-317.
- TS 1910, 1977. Kaplama taşı olarak kullanılan doğal taşlar. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 7 s.
- TS 6234, 1987. Granit – yapı ve kaplama taşı olarak kullanımı . *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 8 s.
- TS 699, 1987. Doğal yapıtaşları muayene ve deney metodları. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 83 s.
- TS EN 1936, 2001. Doğal Taşlarda – Deney metotları – Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini. *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, 9 s.

KAYNAKLAR

- Allison, P., 1984. Dimension stone - a rock steady market. *Industrial Minerals*, 202, 19-35.
- Andaç, M., 1973. Biga Yarımadası'nda Ezine siyenit masifi ile civarındaki kayaçların petrografisi ve bu kayaçlardan meydana gelen radyoaktif sahil plaser maden yatağının etüdü. İstanbul Üniversitesi, Doçentlik Tezi 96 s (yayımlanmamış).
- ANON, 1995. The description and classification of weathered rocks for engineering purposes. Geological Society Engineering Group Working Party Report. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 28, 207-242.
- ASTM, 1980. Natural Building Stones; Soil and Rock, Part 19. ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 615, 1996. Standart Specification for Granite Dimension Stone. Annual Book of ASTM standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 97, 1996. Standard Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 880, 1998. Standard Test Method for Flexural Strength of Dimension Stone. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- ASTM C 170, 1999. Standard Test Method for Compressive Strength of Dimension Stone. Annual Book of ASTM Standards, ASTM Publication Office, Philadelphia, PA.
- Birkle, P., and Satır, M., 1995. Dating, geochemistry and geodynamic significance of the Tertiary magmatism of the Biga-Peninsula, NW-Turkey. *Proceedings of the Geology of the Black Sea Region*, Ankara, 171-181.
- Brace, W.F., 1961. Dependence of fracture strength of rocks on grain size, *Proceedings of the 4th Symposium on Rock Mechanics*, University Park, Pennsylvania, 99-103.
- Bürküt, Y., 1966, Kuzey Batı Anadolu' da yer alan plütonların mukayeseli etüdü. İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi (yayımlanmamış).
- Didier, J. and Barbarin, B., 1991, The different types of enclaves in granites-Nomenclature, In *Enclaves and Granite Petrology*. *Developments in Petrology* 13, Elsevier, 19-23.
- Ercan, T., Türkecan, A., Guillou, H., Satır, M., Sevin, D. ve Şaroğlu, F., 1998, Marmara Denizi' ndeki Tersiyer volkanizmasının özellikleri. *MTA Dergisi*, 120, 199-221.
- Göker, F. A., 2004. Yüzey kaplama taşı olarak kullanılan granitik kayaçların kalite yönünden karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113 s (yayımlanmamış).
- Hutchinson, C.S., 1974. *Laboratory Handbook of Petrographic Techniques*. Wiley, New York.
- Fytikas, M., Giuliani, O., Innocenti, F., Mrinelli, G., and Mazzuoli, R., 1976. Geochronological data on recent magmatism of the Aegean Sea. *Tectonophysics*, 31, T29-T34.

- ISRM, 1981. Rock Characterization, Testing and Monitoring: ISRM Suggested methods. E. T. Brown (ed.), Pergamon Press.
- ISRM, 1985. Suggested methods for determining point load strength: ISRM Suggested methods. E. T. Brown (ed.), Pergamon Press.
- İrfan, T.Y., 1996. Mineralogy, fabric properties and classification of weathered granites in Hong Kong. Quarterly Journal of Engineering Geology, 29, 5-35.
- Karacık, Z., 1995. Ezine – Ayvacık (Çanakkale) dolayında genç volkanizma plütonizma ilişkileri, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 360 s (yayımlanmamış).
- Karacık, Z., and Yılmaz, Y., 1998. Geology of the ignimbrites and the associated volcano-plutonic complex of the Ezine area, northwestern Anatolia. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 251-264.
- Luodesa, H., Selonen, O., and Paakkönen, K., 2000. Evaluation of dimension stone in gneissic rocks : A case history from southern Finland. Engineering Geology, 52, 209-223
- Merriam, R., Rieke, H.H., and Kim, Y.C., 1970. Tensile strength related to mineralogy and texture of some granitic rocks. Engineering Geology, 4, 155-160.
- Niini, H., 1986. Classification and development of bedrock resources in Finland. Bulletin of Geological Society Finland, 58, 335-350.
- Okay, A. İ., Siyako, M. ve Bürkan, A. K., 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi. TPJD Bülteni, 2 (1), 83-121.
- Onodera, T.F., and Asoka Kumara H.M., 1980. Relation between texture and mechanical properties of crystalline rocks. Bulletin of International Association of Engineering Geology, 22, 173-177.
- Salonen, O., Luodes, H., and Ehlers, C., 2000. Exploration for dimensional stone-implications and examples from the Precambrian of southern Finland. Engineering Geology, 56, 275-291.
- Siyako, M., Bürkan, A. K. ve Okay, A. İ., 1989. Biga ve Gelibolu yarım adalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPJD Bülteni, 1 (3), 183-199.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. Earth Sciences Review, 12, 12-33.
- Taboada, J., Vaamonde, A. and Saavedra, A., 1999. Evolution of the quality of a granite quarry. Engineering Geology, 53, 1-11.
- Tuğrul, A., and Zarif, İ. H., 1999. Correlation of mineralogical and textural characteristics with engineering properties of selected granitic rocks from Turkey. Engineering Geology, 51, 303-317.
- TS 1910, 1977. Kaplama taşı olarak kullanılan doğal taşlar. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 7 s.
- TS 6234, 1987. Granit – yapı ve kaplama taşı olarak kullanımı . Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 8 s.
- TS 699, 1987. Doğal yapıtaşları muayene ve deney metodları. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 83 s.
- TS EN 1936, 2001. Doğal Taşlarda – Deney metotları – Gerçek yoğunluk, görünür yoğunluk, toplam ve açık gözeneklilik tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 9 s.

1. GİRİŞ

Son yıllarda yeraltı zenginliklerimizin değerlendirilmesinde “Doğal Taş Sektörü”ndeki gelişmeler dikkat çekmektedir. Bu gelişmenin en önemli nedenlerinin başında, sektörde “Teknik Bilgi”nin önemsinmesi ve uygulamada buna geniş ölçüde yer verilmesi gelmektedir.

Ülkemiz, bilindiği gibi, görünüm ve fiziksel özellikleri açısından çok çeşitli ve yaygın doğal taş rezervlerine sahiptir. 1980’li yıllardan itibaren kaydedilen gerek teknolojik gelişmeler, gerekse yapılan yasal düzenlemeler sektörün hızla gelişimini sağlamıştır. Bu arada doğal taş rezervlerinin aranmasında ve ekonomik açıdan değerlendirilmesinde jeoloji ve maden mühendisliği disiplinlerinde yetişmiş teknik elemanların çok olumlu katkıları olmuştur. Özellikle, blok verimini doğrudan denetleyen süreksizlik geometrisinin ve ayrışma durumunun belirlenmesi, mühendislik jeolojisi bilgilerinin bu alanda da başarı ile kullanılabilirliğini kanıtlamıştır. Sektörde çalışan jeoloji ve maden mühendisi sayısının hızla artması bunu doğrulamaktadır. Doğal taş sektörünün gelişimi için yayımlanan kitap, makale, periyodik dergi ve düzenlenen bilimsel toplantıların sayısının giderek artması da bu gelişmenin bir diğer işaretidir.

Diğer sektörlerde olduğu gibi, doğal taş sektöründe de durum değerlendirmesi yapmak ve geleceğe ilişkin projeksiyonlarda bulunmak için rezerv, üretim, iç tüketim ve dış satımla ilgili güvenilir verilere ulaşmak çok önemlidir. Yüksek maliyetli yatırımları gerektiren doğal taş sektöründe bilgilerin sağlıklı değerlendirilmesinin sanayicimiz açısından ne denli önemli olduğu açıktır. Günümüzde doğal taş üretim tesislerinin kuruluşunun ve büyük çapta ocakların açılmasının maliyetinin milyon dolarlarla ifade edildiği düşünülürse, bilimsel yaklaşımların kaçınılmazlığı ve bunun için de öncelikle sayısal verilere başvurma gerekliliği açıkça anlaşılmaktadır.

2000 yılından bu yana geçen beş yıllık süre içinde özellikle İstanbul Maden ve Metal İhracatçıları Birliği (İMMİB)’in yarı özel sektör statüsünde çalışması ve sağlanan verilerin Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE)’ne aktarması, sektörün gelişmesine ilişkin yaklaşımlarda bulunabilmesine olanak sağlamaktadır. Buna bağlı olarak, derlenen sayısal veriler ışığında Türkiye doğal taş sektöründeki üretim, dış satım ve dış alım değerlerinin son beş yıl içindeki değişimi verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca sektörün gelişimine yarar sağlayacak bazı değişim ve düzenlemeler hakkında önerilerde bulunulmuştur.

2. TÜRKİYE DOĞALTAŞ REZERVİ

Türkiye doğal taş rezervine ilişkin ilk değerlendirmeler 1966 yılında MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış ve yaklaşık $5 \times 10^9 \text{ m}^3$ olarak belirlenmiştir. 1990-1994 yılları arasında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) adına, İTÜ Maden Fakültesi öğretim elemanları tarafından arazide ocak bazında yapılan “Türkiye Mermer Envanteri” çalışması sonucunda bu miktar, bilimsel anlamdaki mermerler $3.870.000.000 \text{ m}^3$, renkli kireçtaşları ve travertenler $2.720.000.000 \text{ m}^3$, ekonomik olarak işletilebilecek sert taşlar $101.700.000 \text{ m}^3$ olmak üzere,

toplam 7.600.000.000 m³ olarak hesaplanmıştır. Bu miktara, projenin yürütüldüğü tarihlerde güvenlik açısından rezerv çalışmaları yapılamayan doğu ve güneydoğu Anadolu'daki rezervlerin önemli bir kısmı dahil edilememiştir. Bu bölgelerimizdeki rezervlerin de katılması ile bu miktarın 10 milyar m³'ün üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir (Yüzer ve Erdoğan, 1996).

Bu çalışmanın üzerinden de 12 yıl geçmiştir. Özellikle 1994-2005 arasındaki 11 yıllık zaman dilimi Türkiye doğaltaş sektöründe üretim ve ihracat açısından "patlama" olarak nitelendirilebilecek olağanüstü bir atılım aralığını kapsamaktadır. Ayrıca günümüzde kullanılan ve doğal taş semsiyesi altında toplanan taş türlerinde de önemli gelişmeler olmuştur. Son yıllarda ticari açıdan metamorfik ve sedimenter kökenli kayrak taşı türlerinin yanı sıra, dere ve deniz aşındırması ile oluşmuş çakıllarının ve çeşitli volkanik malzemenin (tüfler) dekoratif amaçla değerlendirilerek kullanıldığına tanık olunmaktadır (Yüzer, 2003).

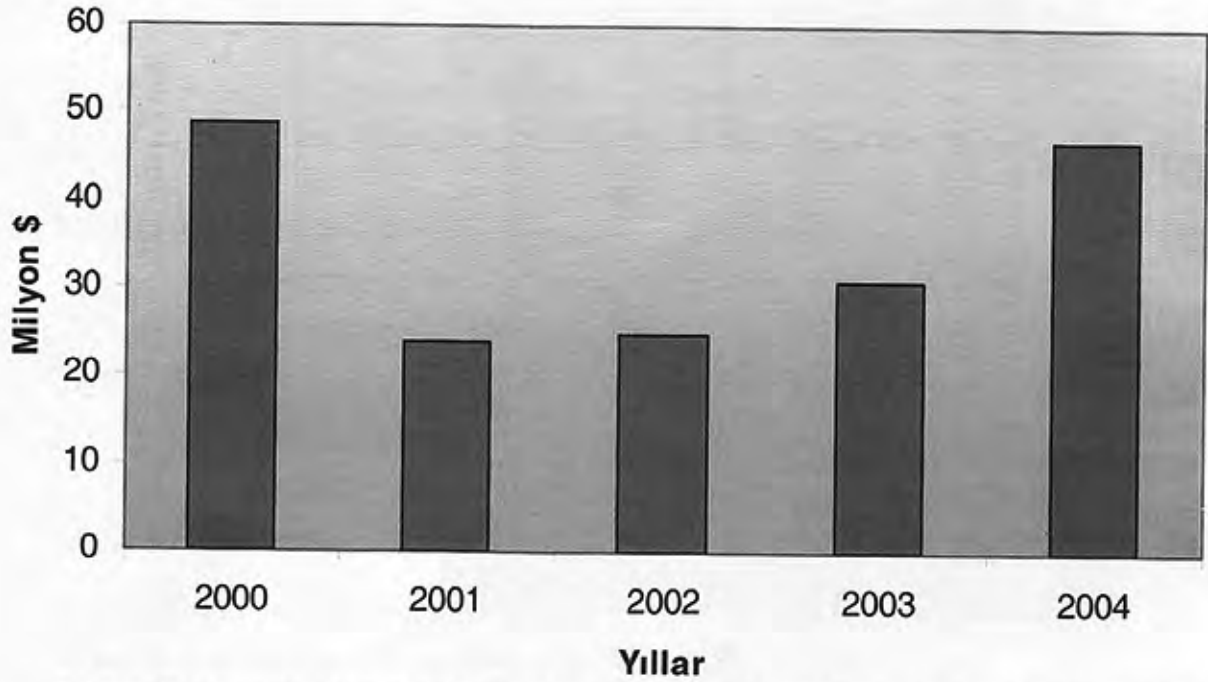
3. TÜRKİYE DOĞALTAŞ SEKTÖRÜNDE SON BEŞ YILDAKİ (2000-2005) TEKNİK VE SAYISAL GELİŞMELER

Son yıllarda, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere, dünyanın bir çok ülkesinde kullanılagelen yapay malzemenin yerine, doğal olanların tercih edilmesi yaygınlaşmaya başlamıştır. Yeryüzünde canlı çevrenin korunmasına ilişkin olarak hızlandırılan ve yaygınlaştırılan çalışmalarda, doğaya zararlı olarak geri dönen maddelerin yerine, zararsız doğal malzeme türlerinin tercihi bu yaklaşımda etkili olmaktadır. Dünyadaki bu eğilimin Türkiye gibi doğal kaynakları zengin olan ülkeler için olumlu olanaklar yaratacağı kuşkusuzdur.

Ülkemiz jeolojik yapısının beklenen bir sonucu olarak, çeşitli renk ve kalitede bilimsel ve ticari anlamda zengin milyarlarca metreküp olarak ifade edilebilecek mermer, son yıllarda kullanılan ve tüm taş türlerini de içine alan ve daha doğru bir tanımlamayla "Doğal Taş" yataklarına sahiptir. Bütün dünyada olduğu gibi, Türkiye'deki blok üretim miktarını da hızla arttıran "Elmas Tel ile Kesme" yöntemi uygulamasının yaygınlaşması ile "Taşçılıktan Endüstrileşmeye Geçiş Dönemi"nin sonuna gelinmiş ve 1990'lı yılların başlarından itibaren bu sektörün, ayrı bir endüstri kolu olarak değerlendirildiği dönem başlamıştır.

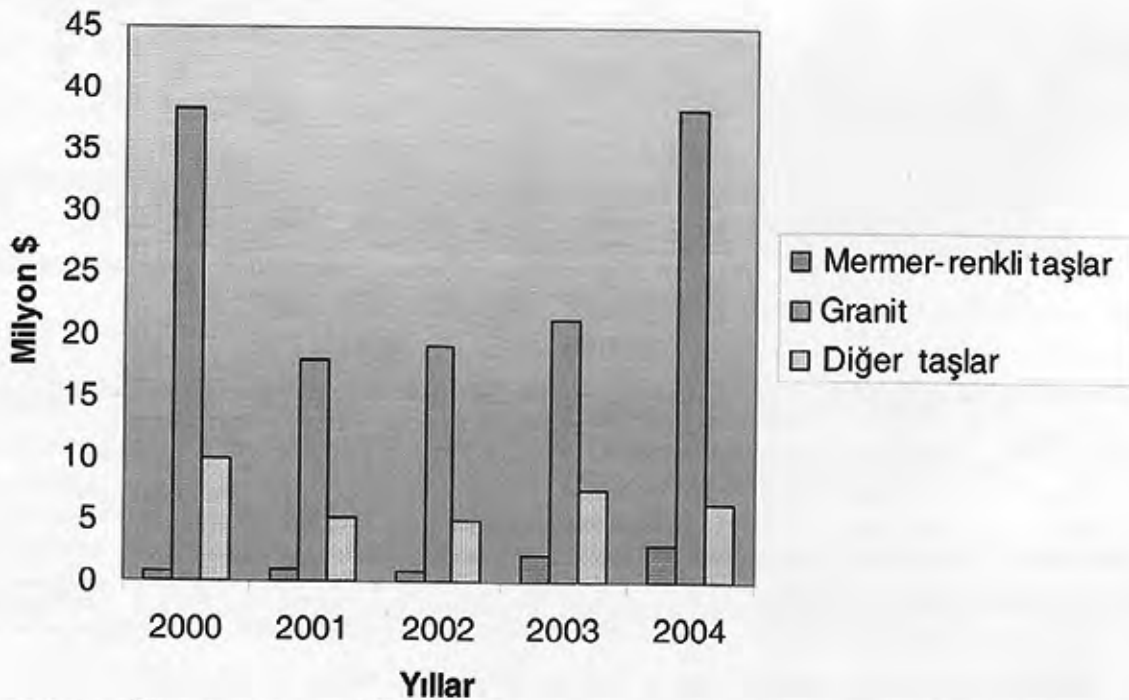
Türkiye doğal taş sektörünün 2000-2005 aralığındaki son beş yılı, olağanüstü olarak nitelendirilebilecek başarılı bir grafik çizmiştir. Üretim ve dış satım değerlerindeki artış ivmesi yabancıların da dikkatini çekmiş ve ancak Çin'de son üç senede görülen oransal artışla karşılaştırılabilir olmuştur. Ülkemizde görülen bu hızlı gelişimi yansıtan sayısal veriler, İMMİB ve DİE kaynaklıdır. Türkiye doğal taş sektöründe son beş yılda üretim ve dış satım değerlerinde tam 4 kat artış görülmektedir (Şekil 1 ve 2, Çizelge 1). Bunun sonucu olarak Türkiye, Dünya doğal taş üretiminde ülke bazında Çin, Hindistan ve İtalya'nın ardından dördüncü sırada yerini

Diğer taraftan, 2000 yılından önce Türkiye'nin doğal taş toplam dış alım değeri 10 milyon \$ / yıl'ın altında kalırken, 2000 yılından itibaren artmış ve 50 milyon dolara yaklaşmış, sonraki yıllarda ise tekrar 25-30 milyon dolar düzeyine inmiştir (Şekil 4 ve 5, Çizelge 3 ve 4).



Şekil 4. Türkiye'nin 2000-2004 yılları arasındaki doğal taş toplam dış alım değerleri (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Figure 4. Total import values of Turkish natural stones between 2000-2004 (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).



Şekil 5. Ülke dışından getirilen Türkiye mermer-renkli taşlar, granit ve diğer taşların 2000-2004 yılları arasındaki dış alım değerleri (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Figure 5. Import values of Turkish marbles-coloured stones, granites and other natural stones between 2000-2004 (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Çizelge 3. Türkiye'nin 2000-2004 yılları arasındaki doğal taş toplam dış alım değerleri (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Table 3. Total import values of Turkish natural stones between 2000-2004 (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Yıllar	2000 (\$)	2001 (\$)	2002 (\$)	2003 (\$)	2004 (\$)	Toplam (\$)
Toplam	49.189.968	24.146.903	25.020.366	31.018.195	47.708.604	177.084.036

Çizelge 4. Ülke dışından getirilen Türkiye mermer-renkli taşlar, granit ve diğer taşların 2000-2004 yılları arasındaki dış alım değerleri (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Table 4. Import values of Turkish marbles-coloured stones, granites and other natural stones between 2000-2004 (İMMİB, 2000-2005; DİE, 2000-2005).

Doğaltaş Türü	2000	2001	2002	2003	2004	Toplam (\$)
Mermer-renkli taşlar	809.660	975.976	794.279	2.226.817	2.971.594	7.778.326
Granit	38.356.678	17.991.465	19.133.159	21.374.176	38.364.550	135.220.028
Diğer taşlar	10.023.630	5.179.462	5.092.928	7.417.202	6.372.460	34.085.682
Toplam	49.189.968	24.146.903	25.020.366	31.018.195	47.708.604	177.084.036

Şekil 5 ve Çizelge 4'de görüldüğü gibi, 2000-2004 yılları arasında Türkiye'nin doğal taş dış alımında ilk 3 sırada granit, mermer ve diğer taşlar yer almaktadır. Özellikle Çin'den alınan granitler bu oranın büyük bir kısmını oluşturmaktadır. 2000-2004 yılları arasında dış alımı yapılan doğal taşların değer olarak % 77'sini granit grubu doğal taşlar oluşturmaktadır. Türkiye doğal taş ürünlerinin başlıca dış satımının yapıldığı ve bunun yanında başlıca dış alım yaptığı ilk on ülke Çizelge 5 ve 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Türkiye'nin 2000-2004 yılları arasında doğal taş ürünlerinde dış satım yaptığı ilk on ülke (Mutlu ve Terzioğlu, 2005).

Table 5. Top ten countries that Turkish natural stone products exported between 2000-2004 (Mutlu and Terzioğlu, 2005)

Sıra	Ülkeler	2000	2001	2002	2003	2004	Toplam (\$)	Payı (%)
1	A.B.D	56.442.048	62.955.360	94.357.121	142.783.481	225.848.073	582.386.083	32,9
2	Çin	6.920.755	12.364.843	23.504.864	45.215.366	57.639.513	145.645.341	8,2
3	Ege Ser.B.	6.782.520	11.810.345	26.562.700	29.873.825	34.513.576	109.542.966	6,2
4	İspanya	8.825.985	19.652.301	14.086.282	22.439.422	30.924.010	95.928.000	5,4
5	İsrail	15.853.841	16.871.434	19.026.811	19.307.756	19.023.984	90.083.826	5,1
6	S.Arabistan	12.070.641	14.021.056	17.854.585	16.936.061	16.719.886	77.602.229	4,4
7	İngiltere	3.243.159	4.662.788	7.980.362	15.078.524	35.877.290	66.842.123	3,8
8	İtalya	10.403.516	10.282.628	9.403.291	12.611.173	14.322.695	57.023.303	3,2
9	Yunanistan	3.418.002	3.853.929	7.386.748	11.173.557	13.644.909	39.477.145	2,2
10	Hollanda	2.802.913	3.309.340	4.556.432	8.442.703	11.908.163	31.019.551	1,8
11	Diğer ülkeler	60.527.326	64.095.056	79.611.837	107.238.670	161.254.670	472.727.559	26,7
	Toplam	187.290.706	223.879.080	304.331.033	431.100.538	621.676.769	1.768.278.126	100

Çizelge 6. Türkiye'nin 2000-2004 yılları arasında doğaltaş ürünlerinde dış alım yaptığı ilk on ülke (Mutlu ve Terzioğlu, 2005).

Table 6. Top ten countries that Turkey imported natural stone products between 2000-2004 (Mutlu and Terzioğlu, 2005).

Sıra	Ülkeler	2000	2001	2002	2003	2004	Toplam (\$)	Payı (%)
1	İtalya	22.476.351	7.576.905	6.677.213	6.545.419	6.540.576	49.816.464	28.1
2	İspanya	10.275.340	5.522.364	6.150.832	5.258.163	10.880.910	38.087.609	21.5
3	Çin	961.592	2.082.256	1.987.598	6.372.752	13.333.186	24.737.384	14
4	Hindistan	1.799.467	1.492.684	2.936.145	2.193.649	5.272.227	13.694.172	7.7
5	Brezilya	1.409.925	1.787.707	432.455	1.231.800	3.514.072	8.375.959	4.7
6	İran	736.855	697.200	851.793	2.493.464	1.293.816	6.073.128	3.4
7	Norveç	3.170.604	221.982	468.375	804.587	439.125	5.104.673	2.9
8	Fransa	1.005.650	635.700	0	1.766.699	1.452.233	4.860.282	2.7
9	Finlandiya	312.151	379.135	328.859	1.255.674	1.254.418	3.530.237	2
10	Ukrayna	576.694	598.756	583.223	562.863	1.185.250	3.506.786	2
11	Diğer Ülkeler	6.465.339	3.152.214	4.603.873	2.533.125	2.542.791	19.297.342	10.9
Toplam		49.189.968	24.146.903	25.020.366	31.018.195	47.708.604	177.084.036	100

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzdeki doğal taş sektöründe babadan oğula geçen "Taşçılık" ticareti ve uğraşısı yerine, projelendirilmiş yatırım programlarını uygulayan, çağdaş teknolojiyi izleyerek bunun gerektirdiği üretim araçlarını kullanan, geçerli tanıtım ve pazarlama yöntemlerini izlemeye çalışan, kısaca teknik ve ekonomik fizibilite kavramını benimseyerek yönünü bulmaya gayret eden kuşakların yer aldığı genç girişimciler ve bunların birlikteliğinden doğan şirketler söz konusudur. Taşçılıktan kurtulup, geçiş dönemini tamamlayan ve endüstrileşme yolunda hızla ilerlenen bu gelişme, sektörün geleceği açısından kıvançla karşılanacak ve ülkemiz için çok yararlı olacak bir durumdur (Yüzer ve Angı, 2004). Daha önce görüldüğü gibi, gelişmesi sayılarla somut olarak kanıtlanan bu sektördeki ivmenin devamı ve dünya ülkeleri ile gittikçe çetinleşen amansız yarıştan başarı ile çıkılabilmesi için, yerine getirilmesinin önemli olduğu düşünülen görüş ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Ülkemizdeki doğal taş kaynakları ve bunların değerlendirilmesi ile ilgili yatırımların güncel bilgilere dayalı bir envanterinin çıkarılması, bu alanda yapılmış olan yatırımların daha iyi değerlendirilmesi ve yapılacakları da yönlendirmesi açısından, gerekli olması ötesinde zorunludur. Bu envanter, doğal taş türlerinin yerleri, kökenleri, ekonomik rezervleri, çeşitli özellikleri, kullanım yerleri, iç ve dış pazarlama olanaklarının belirlenmesi ile sınırlı kalmayıp, doğal taş işletmesinde ve işleminde kullanılan makina ve teçhizatı, bu alanda Türkiye'nin üretim potansiyelini de belirleyecek kapsamda hazırlanmalıdır. Böyle bir çalışma; Türkiye Mermer, Doğal Taş ve Makine Üreticileri Birliği (TÜMMER)'nin koordinasyonunda, MTA Genel Müdürlüğü, Maden İşleri Genel Müdürlüğü (MİGEM) ve ilgili bölümleri bulunan üniversitelerimizin ortaklaşa çalışması ile kısa zamanda başarılabilecektir.

Doğal taş sektöründe ocaktaki işletme ve fabrikadaki işleme aşamalarında çalışan personelin teknik bilgisi, 1980'lere oranla oldukça ileri düzeydedir. Ancak, teknik ve teknolojiadaki çok hızlı değişimin çalışmakta olan bu elemanlara zaman geçirilmeden belirli aralarla aktarılmasının üretime olumlu katkı sağlayacağı kuşkusuzdur. Bunun yanında; lisans düzeyinde maden, jeoloji ve inşaat mühendisliği alanlarında bilgiler almış genç elemanların ve mimarların bu sektöre kazandırılması için, uygun içerikte meslek içi sertifika ve yüksek lisans programlarının düzenlenmesi de düşünülmelidir.

Böylelikle bir yandan sektörde gereksinim duyulan güncel teknik bilgi ile donatılmış mühendis formasyonuna sahip elemanların sayısı artacak, diğer yandan diplomalı ancak iş bulma güçlüğü içinde olan ve konuya ilgi duyan genç mühendislerimizin önü açılmış olacaktır. Bu programların düzenlenip uygulanmasında bu konudaki çalışmalar ile kendilerini kanıtlamış olan üniversitelerimizin yetkin öğretim elemanlarının yanı sıra, sektörün içinde yoğrularak deneyim kazanmış, uzman elemanların da görev alması, amaçlanan hedef için, kaçınılmazdır. Çağdaş meslek bilgileri ile donatılarak yetiştirilecek bu teknik elemanların, üretimin miktar ve kalitesine kısa zamanda olumlu katkıları olacaktır.

Sektörün yurtiçi ve yurtdışı tanıtımı için seminer, sempozyum vb. bilimsel etkinliklerle zenginleştirilmiş fuarlar düzenlenmesinin önemi iyice anlaşılmış bulunmaktadır. Bu paralelde Türkiye'nin dünyanın az ülkesinde bulunan doğal ve tarihi zenginlikleri ile değişik kültürlerde yetişmiş insan yapısının ve bunlara özgü konukseverliğin sergileneceği birden fazla etkinliğin Türkiye'nin çeşitli illerinde düzenlenmesinin yararı göz ardı edilmemelidir. Burada önemli olan, bu etkinliklerin birbirine özellikle ticari alanda zarar vermeyen, tam tersine, birbirini bütünleyen nitelik ve içerikte düzenlenmesi, yer ve tarih seçiminde sadece ülkemizin değil, dünya takviminin de göz önüne alınmasıdır.

Halen DİE ve İMMİB tarafından doğal taşlar için yapılan Gümrük Tarife İstatistik Pozisyonları (GTİP) sınıflamasındaki bilimsel ve ticari adlandırmalarda açık olarak anlaşılamayan bazı hususlar bulunmaktadır. İMMİB'in hazırladığı yıllık faaliyet raporlarındaki değerlendirmelerde, sektördeki üretim kalemlerinde (mermer, traverten vb.) ayrıntılı sonuçlara ulaşmak zor olmaktadır. GTİP sınıflandırmasının uzman bir heyet tarafından bir an önce gözden geçirilerek yeniden değerlendirilmesi ve sektörün önemli kalemlerinin güncel çalışma koşullarına uygun şekilde tanımlanması yerinde olacaktır.

Değişik kurum ve kuruluşlardan (İMMİB, DİE, MİGEM vb.) elde edilen sayısal verilerin TÜMMER tarafından toplanması, varsa, farklılıkların ilgili kurum ve kuruluşlar nezdinde görüşmelerde bulunarak açıklığa kavuşturulması, sağlıklı ve nihai verilerin TÜMMER tarafından yorumlanıp değerlendirilerek raporlar halinde doğal taş sektörünün bilgisine sunulması, yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

DİE, (2000-2005). Doğaltaş Sektörü İstatistik Verileri. DİE, Ankara.

İMMİB, (2000-2005). Yıllık Çalışma Raporları. İMMİB Yayını, İstanbul.

Mutlu, S. ve Terzioğlu, C., 2005. Doğal taş sektörü 2004 yılı. Natural Stone – Doğaltaş Dergisi, 11, 60-76.

TÜMMER, 2006. Natural Stone Profile of Turkey. TÜMMER Yayını, Ankara.

Yüzer, E., 2003. Düünden Bugüne Doğaltaş Kullanımı. Doğaltaş ve Endüstrisi Kataloğu-STONE 2003, 11-40, YEM Yayını, İstanbul.

Yüzer, E. ve Erdoğan, M., 1996. Türkiye mermer sektörünün genel değerlendirilmesi: Türkiye Mermer Envanteri ve Mermerlerin Mühendislik Özellikleri Araştırma Projesi. DPT Projesi, 90K120720 Cilt I, II, III, IV, İstanbul.

Yüzer, E. ve Angı, S., 2004. Türkiye doğaltaş sektöründe bilinçlenme süreci. Natural Stone - Doğaltaş Dergisi, 8, 22-28.

TÜRKİYE BİMS (POMZA) KAYNAKLARININ İNŞAAT SEKTÖRÜNDE DOĞAL YAPI AGREGASI OLARAK KULLANIMI

The Use of Turkish Pumice Reserves as Natural Construction Aggregate in Construction Sector

Lütfullah GÜNDÜZ, Nükhet ŞAPCI, Ebru BAŞPINAR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta

ÖZ

Günümüz teknolojisinde hafif doğal agregaların farklı endüstri alanlarında kullanımı giderek artmaktadır. Teknolojik özellikleri ve birçok endüstriyel hammadde türüne göre değişik avantajlara sahip olan pomza kayacı; fiziksel, kimyasal ve yapısal oluşum özelliklerine bağlı olarak, başta inşaat sektörü olmak üzere, tekstil sektörü, kimya endüstrisi, tarım endüstrisi ve diğer endüstri alanlarında kullanım olanakları bulmaktadır. Bu çalışmada; ülkemiz açısından oldukça geniş bir rezerve sahip olan pomza kayacının düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, kolay sıva tutması, deprem yük ve davranışlarına karşı elastikiyeti ve alternatiflerine göre ekonomik oluşu gibi üstün özelliklerinden dolayı inşaat sektörü açısından; hafif yapı elemanı, hafif beton, hafif hazır sıva, örgü harcı, yapılarda serbest taneler şeklinde ısı yalıtım malzemesi ve binalarda dolgu malzemesi olarak kullanılabilirlikleri değerlendirilerek üretici ve araştırmacıların bilgilendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Agregası, izolasyon, pomza.

ABSTRACT

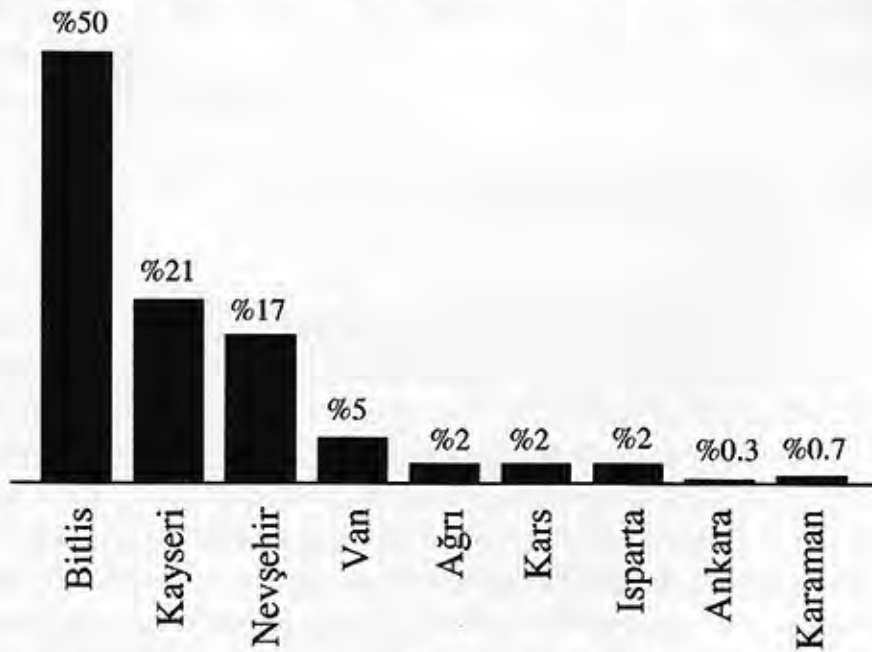
In recent technology, the usage of natural lightweight aggregates shows an increasing rising trend in different industrial areas. Due to its technological properties and different advantages compared to most of the other industrial raw materials, pumice rock is used as a lightweight building material in civil engineering sector in majority based on its physical, chemical components and structural properties. The other usage areas of pumice rock are textile, chemical, agricultural and other industries. In this study, the use of pumice, having a great reserve potential in our country, was described as a natural industrial raw material in civil engineering sector due to its low bulk density, high thermal and sound insulation, very good plaster adhesion, elastic properties against the earthquake forces and behavior and more economical when compared to its alternatives. Evaluating its ability as lightweight construction element, lightweight concrete, ready lightweight plaster and masonry mortar, heat insulation material as free aggregates and filling materials in building, it was aimed to inform the producers and the researchers.

Keywords: Aggregate, insulation, pumice.

1. GİRİŞ

Son yıllarda teknolojik özellikleri ve birçok endüstriyel hammadde türüne göre değişik avantajlara sahip olan pomza taşı, ülkemizdeki doğal endüstriyel hammaddeler arasında giderek daha da önemli bir yer almaya başlamıştır. Bundan birkaç yıl öncesine kadar, ülkemiz açısından pomza taşı sektörel bağlamda çok fazla bir önem arz etmemiş, yalnızca taş yıkama amaçlı tekstil endüstrisinde kot ve ketenlerin taşlanması için kullanılmış, daha az olarak da geleneksel briketlerin yapımında kullanılmıştır. Ancak, günümüzde yapı elemanlarında hafiflik ve yalıtım özelliklerinin aranılır parametreler haline gelmesinin doğal bir sonucu olarak, ülkemizde pomza önemli bir sektör haline gelmiştir. Ülkemiz, birçok endüstriyel hammadde ve yeraltı kaynakları yönünden önemli bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, resmi verilere göre, 15 milyar m³ civarında olan dünya pomza rezervlerinin yaklaşık %20'sine (3 milyar m³'den fazla) sahip olan ülkemiz açısından pomza madeni, çok önemli bir yer tutmaktadır (DPT, 2001). Dünyada pomza rezervleri bakımından önemli bir yeri olan Türkiye, yaklaşık on farklı renk ve doku kalitesine sahip pomza çeşitleri ile oldukça yüksek bir pazar şansına sahiptir (Gündüz vd., 1998a). Bugün teknik olarak pomza kategorisinde yer alan rezervlerin Türkiye genelindeki dağılımı Şekil 1'de gösterilmiştir.

Ülkemizde farklı endüstriyel alanlarda kullanılan pomza kayaçlarının genel fiziksel ve kimyasal özellikleri, özetle Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir (Gündüz vd., 1998a).



Şekil 1. İllere göre pomza rezerv dağılımı (Gündüz vd., 1998a)

Figure 1. Pumice reserv distrubition according to cities (Gündüz at al., 1998a).

Çizelge 1. Türkiye'deki pomza kayaçlarının fiziksel özellikleri.

Table 1. Physical characteristics of pumice rocks in Turkey.

Renk	Açık gri, beyaz
Kristal şekli	Amorf
Kristal suyu	Yok
Sertlik (MOHS)	5.5 – 6.0
KBHA (gr/cm ³)	0.32 – 0.97
Özgül Ağırlığı (gr/cm ³)	1.9 – 2.65
Porozite (%)	45 – 70
Rötre (mm / m)	< 2
Isı iletkenlik (kcal/mh°C)	0.12 – 0.20
Isınma ısısı (cal /gr. °C)	0.24 – 0.28
Ses yalıtımı (dB)	40 – 55
Su emme (Ağırlıkça %)	30 – 70
Buhar difüzyon katsayısı	5 – 10

Çizelge 2. Türkiye'deki pomza kayaçlarının kimyasal özellikleri.

Table 2. Chemical characteristics of pumice rocks in Turkey.

Silisyum dioksit (SiO ₂)	52 – 75
Alüminyum oksit (Al ₂ O ₃)	11.0 – 17.0
Demir oksit (Fe ₂ O ₃)	0.5 – 5.0
Kalsiyum oksit (CaO)	1.0 – 8
Magnezyum oksit (MgO)	0.5 – 3
Sodyum oksit + Potasyum oksit (Na ₂ O + K ₂ O)	3 – 9
Titanyum oksit (TiO ₂)	< 1
Sülfür trioksit (SO ₃)	< 1
Ateş zaiyatı (A.Z.)	1 – 3

2. POMZANIN GENEL KULLANIM ALANLARI

Pomza kayacının, dünyada ve ülkemizde en yaygın kullanım alanı inşaat sektörüdür. Bununla birlikte, dünyada pek çok endüstri alanının vazgeçilmez hammadde kaynağı olmasına rağmen ülkemizde tekstil sektörü haricindeki endüstri alanlarında durum farklılık arz etmektedir.

Pomza, farklı endüstri dallarında yaygın kullanım olanağı bulmaktadır. Bu endüstri dalları inşaat - yapı, tekstil, kimya, ziraat, kişisel bakım kozmetik, sağlık ve diğer endüstri dallarıdır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda kimya endüstrisinde zeolit yapımında, DNA ekstraksiyosunda, atık su arıtımında, kataliz üretiminde kullanım olanakları da bulmuştur. Pomza, düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, iklimlendirme özelliği, kolay sıva tutması, mükemmel akustik özelliği, deprem yük ve davranışları karşısındaki elastikiyeti ve alternatiflerine göre daha ekonomik oluşu gibi üstün özelliklerinden dolayı inşaat ve yapı endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.

2.1. İnşaat-Yapı Sektöründe Kullanım

Pomza, doğal hafif agrega olarak kullanılabilir. Pomzanın bu sektörde kullanılmasının avantajları aşağıda ana hatlarıyla belirtilmiştir.

- (1) Normal betona göre çok daha hafif olmalarından dolayı taşıma, kullanım ve işçilikte önemli tasarruf sağlar.
- (2) Yapı temellerine aktarılan yükün azalımı ve %17'ye varan oranlarda inşaat demirinden tasarruf sağlar.
- (3) Isı ve ses yalıtım malzemesi olarak normal betondan 4 kat fazla izolasyon kalitesi sağlar.
- (4) Yangına karşı normal betona göre dayanım sağlar.
- (5) Küflenmeye ve haşerelere karşı direnç sağlar
- (6) Binaların dondan etkilenmesini önler.

Bu ve benzeri nedenlerden dolayı, ülkemizdeki yapılarda pomza kullanımını yaygınlaştırmak teknik bakımdan bazı üstünlükler sağlayabilecektir. Özellikle kış dönemi uzun geçen ve rezerv potansiyeli en büyük olan Doğu Anadolu Bölgesi'nde, pomza kayacının kullanımının daha yoğun oranlarda olmasının beklenmesi kaçınılmazdır. Ancak, mevcut durum bu beklentinin tersine olup, bölgede pomza kayacını üretip, işleyip, ürün şekline dönüştürebilecek yeterli düzeyde tesis veya kuruluşların bulunmaması, bu bölgede pomza kayacının kullanımını kısıtlamaktadır. Binalarda ölü ağırlık değerlerinin düşük olmasının önemi, 1992 yılında meydana gelen Erzincan depreminde yıkılan binalarda yapılan incelemelerde daha da belirgin hale gelmiştir. Özellikle çok katlı binalarda en çok hasar gören bölümlerin, zemin ve birinci katlarda olduğu gözlenmiştir. Bunun da nedeni, bu katlara daha fazla yük binmesidir (Taşkesenligil, 1997). Benzer olgu, daha sonraki süreçlerde Dinar, Marmara ve Sultandağ vb. depremlerinde de, yoğun olarak gözlenmiş ve bilim çevreleri tarafından rapor edilmiştir. Bu nedenle, çoğunluğu deprem bölgesi olarak bulunan ülkemizde, mümkün olduğunca hafif yapılar oluşturmak kaçınılmaz olmaktadır.

2.2. Tekstil Sektöründe Kullanım

Tekstil sektörünün bazı dallarında pomza, aranan ve azımsanmayacak miktarlarda tüketilen önemli girdi hammaddelerinden biri olmuştur. Yaygın olarak kot taşlama olarak bilinen işlemlerde ve kot kumaşlarının renklerinin açılması (ağartılması) ve kumaşın yumuşatılmasında kullanılmaktadır.

2.3. Tarım Sektöründe Kullanım

Pomza kullanımı, gelişmiş ülkelerin çoğunda tarım sektöründe kuraklığa çare olarak başvuru- lan seçeneklerden biridir. Bünyesine aldığı suyu uzun süre muhafaza ederek, sürekli nemli bir

ortamın oluşumu sağlayabilir. Toprağın su tutma özelliğinin iyileştirilmesi (hidrokültür), özellikle su sorunu olan bölgeler için çok önemlidir. Pomza doğal halde bir hidrokültür hammaddesi olduğundan, maliyeti genleştirilmiş perlit ve kile göre çok daha düşüktür. Son yıllarda bazı Avrupa ülkelerinde topraksız/veya çok az toprakla/ve çok az su ile bitki yetiştirilmektedir. Ülkemizde bu alandaki çalışmalar henüz daha deneme aşamasındadır. Öte yandan sıvı gübre kullanımı söz konusu olduğunda, pomza gübre kaybını en aza indirdiği gibi, yeraltısuyu kaynaklarının kirlenmesinin de önüne geçmektedir.

2.4. Kimya Sektöründe Kullanım

Pomzanın kimya sektöründeki kullanım alanları aşağıda belirtilmiştir.

- (1) Tarım ilaçları ve kibrit sanayiinde taşıyıcı,
- (2) Gübre sanayinde gübrenin topaklaşmasının önlenmesinde anti-kek maddesi,
- (3) Diş macunlarında ve dişçilikte parlatma keki ve tozu,
- (4) Birçok sektörde absorban malzeme,
- (5) Temizlik ve deterjan sanayiinde katkı malzemesi,
- (6) Özel tip boyalarda (akustik ve yalıtımlı boyalarda, pürüzlü duvar kaplamalarında trafik boyalarında, kaymaz tip boyalarda) katkı malzemesi

olarak kullanılmaktadır.

2.5. Diğer Endüstriyel Alanlarda Kullanım

Pomzanın inşaat sektörü başta olmak üzere tekstil sektöründe, tarım sektöründe kimya sektöründe kullanımından başka, aşağıda belirtilen diğer endüstriyel alanlarda da kullanımı vardır.

- (1) Metal sanayiinde temizleme ve cilalama, titreşim özelliği olan malzemeler yapımında elektrikli kaplamada,
- (2) Mobilya sanayinde cilalama, piyano anahtarı ve resim çerçevesinde motif vermede
- (3) Karayollarında dolgu maddesi ve kaplama olarak,
- (4) Yapılarda dekoratif taş olarak,
- (5) Yol tutucu- kaymaz tip oto lastikleri üretiminde katkı malzemesi olarak,
- (6) Elektronik sanayinde devre plakelerini temizlemede kullanılmaktadır.

3. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE POMZANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

İnşaat sektöründe son yıllarda hafif yapı elemanlarına verilen önemin giderek artmasına koşut olarak, hammadde tüketiminde pomzanın yapı malzemesi olarak kullanımı da giderek yaygın-

laşmaktadır. Ayrıca, inşaat sektöründe, tarihsel gelişim süreci içerisinde yapılarda hafif beton karışımlarının kullanım gerekliliği de çok eskilere kadar dayanmaktadır.

Isı-ses izolasyonu ve özgül ağırlığı bakımından yüksek izolatif özelliklere sahip olması nedeniyle, hafif beton eldesinde kullanımı üzerine birçok örnek görmek mümkündür. Isı-ses yalıtımının sağlanmasının yanı sıra, birim hacim ağırlığının normal betona göre çok daha az olması nedeniyle, hafif yapı malzemeleri ile yapılarda hafif beton kullanımı birçok üstünlük sağlamaktadır. İnşaat sektöründe konut gereksiniminin karşılanabilmesi için günümüze değin çok katlı binaların inşasında bazı problemlerle karşılaşmıştır. Bunların en önemlisi, binanın ölü yükünün fazla olmasıdır. Binanın bu fazla ağırlıklarının azaltılması amacıyla betonda normal agregaya yerine alternatif malzemeler araştırılmış ve bulunan çözümün agregayı hafifletmek olduğu sonucuna varılmıştır. Beton içerisindeki normal agregaya yerine böylece hafif agregaya kullanılmaya başlanmıştır. Kullanılan hafif agregaya, betonun özgül ağırlığını azalttığı gibi binanın ısı ve ses yalıtımını sağlamakta, yangına karşı direncini arttırmakta ve gibi özelliklerinden dolayı sektör bazında kullanılma oranını arttırmaktadır. Özellikle inşaat sektörünün gelişmesi ve çağdaş tekniklerin geliştirilmesiyle, teknolojik özelliklerinin yanında konfor şartları da aranır olmuştur.

Günümüzde malzemelerin teknik olarak yüke daha fazla dayanıklı ve güvenli olmasının yanı sıra, hafif olma özelliği de aranmaktadır. Aranan bu şartlar hafif doğal agregalar içerisinde pomzadan üretilen inşaat elemanlarında mevcut olduğu saptanmıştır. Pomza, endüstriyel bir agregaya olarak, inşaat sektöründe birçok üstün özelliklerinden dolayı kullanılmaya başlanmış olup, kullanımı her geçen gün daha da artan miktarlarda kullanımı devam etmektedir. Pomzanın inşaat sektöründe farklı kullanım alanları genel olarak aşağıda verilmiştir.

- (1) Hafif yapı elemanları üretimi,
- (2) Prefabriye yapı elemanları üretimi,
- (3) Çatı ve dekoratif kaplama elemanları,
- (4) Hafif hazır sıva ve harç üretimi,
- (5) Hafif beton üretimi,
- (6) Çatı ve döşeme izolasyon dolgusu.

Bu kullanım alanları, Türkiye'ye bakıldığında pomzanın yalnızca "hafif yapı elemanları üretimi"nde yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Ancak, pomzanın yukarıda sıralanan inşaat sektöründeki diğer alanlarda kullanımı üzerine kayda değer bir kullanımı henüz görülmemektedir. Bununla birlikte, ülkemizde hafif betonun değeri ve kullanım gerekliliği giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle, önümüzdeki kısa süreçte pomzanın artık "hafif beton üretimi"nde hafif doğal agregaya olarak kullanımı kaçınılmaz olacaktır. Bilindiği gibi, beton tüketimi ülkemizde son derece fazla olup, pomzanın bu alanda yerini alması üzerine gerekli girişimlerin yapılması kaçınılmazdır. İnşaat sektörü açısından pomzanın kullanım alanının yaygınlaşacağı alan, sadece "hafif beton üretimi" olmayacaktır. Bununla birlikte, yukarıda sıralanan tüm alan-

larda kullanımının yaygınlaşması da beklenmektedir. Çünkü, ülkemizde pomzanın önemi her ne kadar 15 yıllık bir geçmişe sahip olsa da, yeni yeni fark edilmektedir. Burada önemli olan, girişimci ve tanıtımı sağlayan kurum ve kuruluşlara ihtiyaç duyulmasıdır. Güncel olarak pomzanın ülkemizde en yoğun kullanım alanı “hafif yapı elemanı bimsblokların üretimi”nde değerlendirilmesidir. Ancak, bu konumda da istenildiği ölçekte pomza tüketimi veya bimsblok üretimi söz konusu değildir. Bimsbloklar kullanım ve amaçlarına göre Çizelge 3’de sınıflandırılmıştır (Gündüz vd., 1998b).

Çizelge 3. Bimsblok çeşitleri.

Table. 3. Kinds of bimsblock

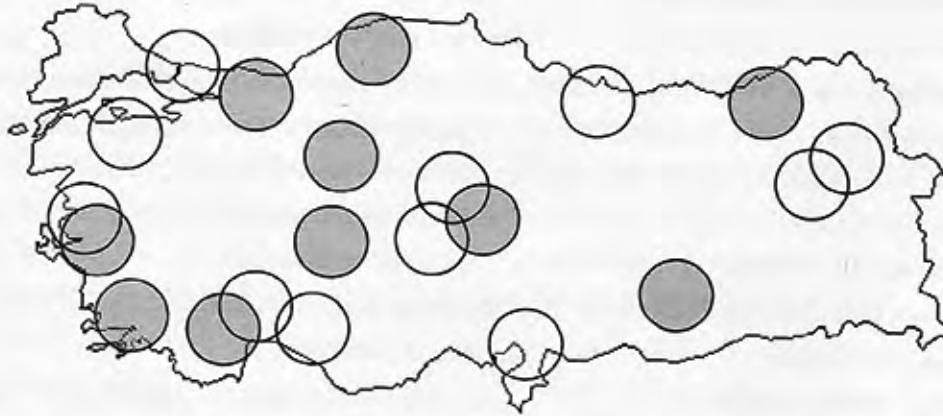
Tuğla Bimsbloklar:	Boşlukları Dolgulu Bimsbloklar:
(1) Dolu Bimstuğla	(1) Boşlukları Dolgulu Bimsblok
(2) Boşluklu Bimstuğla	(2) Sandviç Bimsblok
(3) Özel Amaçlı Bimstuğla	(3) Dolgusu Kesintisiz Bimsblok
Boşluklu Bimsbloklar:	Dolu Bimsbloklar:
(1) Dikdörtgen Sıra Boşluklu Bimsblok	(1) Dolu Duvar Bimsblok
(2) Daire/Oval Sıra Boşluklu Bimsblok	(2) Açılı Köşe Örgüsü Bimsblok
(3) Karma Sıra Boşluklu Bimsblok	(3) L Tipi Köşe Örgüsü Bimsblok
U Tipi Bimsbloklar:	Döşeme Levhası Bimsbloklar:
(1) Normal U Tipi Bimsblok	(1) Taban Döşeme Levhası Bimsblok
(2) İçten Yalıtımlı U Tipi Bimsblok	(2) Tavan ve Çatı Döşeme Levhası Bimsblok
(3) Güçlendirilmiş U Tipi Bimsblok	(3) Yalıtım Levhası Bimsblok
Peyzaj Bimsbloklar:	Donatısız Lento Bimsbloklar:
(1) Halka Şekli Bimsblok	(1) Düz Lento Bimsblok
(2) Yarım Halka Şekli Bimsblok	(2) Kemer Lento Bimsblok
Özel Yarıklı Bimsbloklar	Asmolen Bimsbloklar:
Yanak Kaplamalı Bimsbloklar	(1) Düz Asmolen Blok
	(2) Normal Tavan Asmolen Blok
	(3) Filigran Asmolen Blok

Türkiye’de halen faaliyet gösteren ve belirli bir kapasitenin üzerinde bimsden üretim yapan blok üreticisi kuruluşların sayısı yaklaşık 35 civarındadır. Bu bağlamda, kapasiteleri küçük olan ve sınırlı sayıda üretim yapabilen kuruluşlar da dikkate alındığında, ülkemizdeki üretici kuruluşların sayısının 85 civarına ulaştığı görülmektedir. Türkiye’de blok üreticilerinin ülke coğrafyası üzerindeki dağılımlarına genel bir bakış Şekil 2’de verilmiştir. Ancak, bu blok üretimlerinin ticari pazar alanlarının Türkiye’deki dağılımı Şekil 3’te görülmektedir. Bu dağılım, bölgesel olarak gösterilmiştir. Ancak, blok pazarının Türkiye genelindeki yüzdesel dağılımı, 2004-2005 yılında elde edilen rakamsal değerlere göre Şekil 4’deki gibi olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 4’den de görüldüğü gibi, günümüzde en büyük blok pazarının olduğu bölge Akdeniz Bölgesi’dir. İç Anadolu Bölgesi, Akdeniz Bölgesi’nden sonra ikinci pazar bölgesini oluşturmaktadır. Ancak, ülkemizde inşaat sektörünün lokomotifleri olarak görülen Marmara Bölgesi’nde ise blok pazar alanının %7 gibi çok düşük değerlerde kaldığı görülmektedir. Bu da,



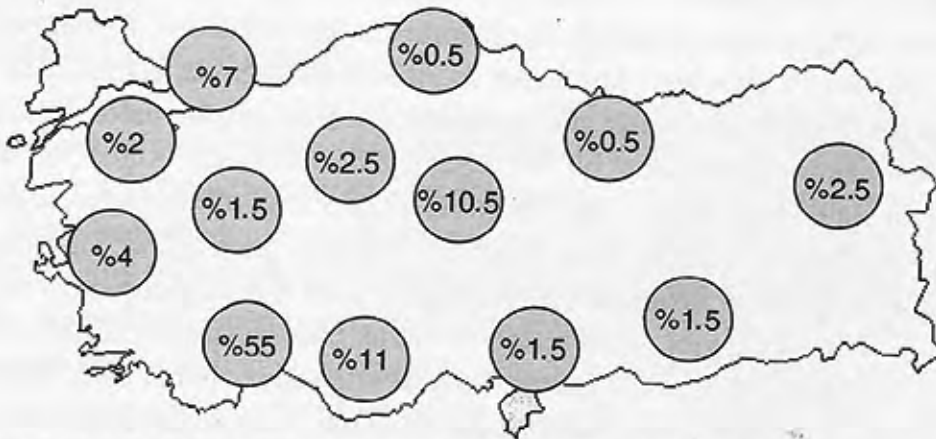
Şekil 2. Blok üreticisi kuruluşların dağılımı.

Figure 2. Distribution of block manufacturer corporations.



Şekil 3. Blok üretimlerinin ticari pazar alanlarının Türkiye 'deki dağılımı.

Figure 3. Distribution of commercial market areas for block productions in Turkey.



Şekil 4. Türkiye'de 2004-2005 yılında ortalama olarak elde edilen blok üretim oranları.

Figure 4. Average block production rates between 2004 and 2005 Turkey.

mevcut blok üreticisi kuruluşların genelde Anadolu'da ve nakliye giderlerinin yüksek olmasının olumsuz bir sonucudur. Ancak, Marmara Bölgesi'nde yapılacak olan yeni sektörel yatırımlar ile bu bölgede inşaat endüstrisinde pomza kullanımının yaygınlaşacağı kaçınılmazdır.

Pomza ile hafif beton eldesi ve izolasyon yapı malzemesinin oluşturulması ile ilgili karakteristik değişimler ve inşaat sektöründe hafif beton optimizasyonu için karışım parametrelerin doğru olarak yapılması, maliyet ekonomisi açısından son derece önemlidir. İnşaat sektöründe son yıllardaki bu gelişmeler ve baş döndürücü bir ivmelenme sürecinde pomzadan üretilen yapı elemanları, 2000'li yıllarda sektörün en önde gelen kullanılabilir malzemesi olarak karşımıza çıkacağı kaçınılmaz olarak görülmektedir. Bu bakımdan, pomzanın bu sektörde hangi alanlarda ve hangi ölçütlere göre kullanılabileceği ayrıntılı olarak incelenmelidir.

Pomza kayacının inşaat sektöründe kullanım alanlarına ilişkin teknik bilgi, özetle aşağıdaki alt bölümlerde verilmiştir (Sezgin vd., 2005).

3.1. Hafif Yapı Elemanları

Bimsblok; sınıflandırılmış pomza agregası, çimento ve su kullanılarak, uygun teknoloji ile basınçla sıkıştırmak suretiyle şekillendirilerek imal edilen duvar ve döşeme elemanlarına verilen genel bir tanımdır. Pomzadan imal edilen yapı malzemelerinin en önemlisi bimsbloklardır. Bimsbloklar yüksek ısı ve ses yalıtımı ile yüksek dayanıma sahip olmaları ve depreme dayanıklı mekanları en ucuza mal etme gibi özelliklerinden dolayı son derece önemli yapı malzemelerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde dünyanın pek çok ülkesinde bu hammaddenin yıllık tüketimi 20 milyon m³'ü geçmektedir (Gündüz vd., 1998a). Pomza, özellikle gelişmiş ülkelerin inşaat endüstrisinde ısı ve ses izolasyonu sağlamak için çok miktarda tüketilen ucuz ve önemli bir hammadde.

Bimsblok elemanlarından bir kısmının genel form ve yapıda kullanımı Şekil 5'de verilmiştir. Duvar blokları neredeyse standartlaşmış olan 10, 15, 19, ve 25 cm genişliğinde ve kalıba göre değişen uzunluk ve yüksekliklerde üretilmektedir. Fabrikalar ve mandıralar gibi büyük yapılarda genişlik 35 cm.ye kadar çıkabilmektedir. 10 cm ve 15 cm genişliğindeki duvar blokları genelde iç bölmelerin yapımında kullanılırken, daha geniş boyutlardaki duvar blokları dış cephe duvarlarında kullanılmaktadır. Dış cephe duvarlarında tercih edilecek hafif yapı elemanı genişliği yapının iklim bölgesi ile ilgilidir. Pomzadan üretilmiş duvar bloklarında en önemli özellik hafifliktir. Bu nedenle bu blokların genel olarak bilinen adı "Hafif Yapı Elemanları"dır. Hafifliğin tam olarak sağlanabilmesi, blok harcının büyük kısmını oluşturan pomzanın iyi kalibre edilmesi ve kalibre edilmiş boyutların uygun karışımı ile mümkün olmaktadır.

mele aktarılan yüklerin azalması göz önüne alındığında, yapı üzerinde önemli yararlar sağlamaktadır. Düşük birim hacim ağırlık değerine sahip hafif betonlar, normal betonlara göre daha iyi bir yalıtım özelliğine sahip olmakla birlikte, karışım içerisinde daha yüksek oranda çimento kullanımını gerektirirler. Bu nedenle, artan çimento kullanımı, daha yüksek maliyet oluşturan hafif agreganın yanı sıra ek bir maliyet getirmektedir. Tüm bunların yanı sıra, maliyetlerin belirlenmesi aşamasında, kullanılan malzemenin ekonomiklik düzeyinin belirlenmesinden daha öncelikli olarak, hafif betonun kullanıldığı yapının temel tasarım maliyetinin dikate alınması daha uygun olacaktır.

Betonun birim hacim ağırlığının azaltılması aşağıda verilen başlıca üç yolla olmaktadır.

- (1) Normal agregaların yerine boşluklu olan doğal veya yapay hafif agregaların kullanılmasıyla üretilen hafif agregalı betonlar,
- (2) Beton içerisinde fiziksel veya kimyasal yolla büyük miktarda boşluk oluşturularak üretilen gaz ve köpük betonlar,
- (3) Betonun ince agregasını çıkarmak yoluyla üretilen kumsuz betonlar.

Bu yöntemler incelendiğinde, günümüzde çok kullanılmakta olan hafif betonları üretmek için, beton içinde çeşitli yöntemlerle boşluk oluşturulması genel bir kuraldır. Betonda boşluk oluşturma, ya harç içinde veya iri agrega taneleri arasında, ya da agreganın içinde yapılır.

Hafif betonlar dayanımlarına göre üç gruba ayrılmaktadır:

- (1) Düşük dayanımlı ısı ve ses yalıtım betonları,
- (2) Orta dayanımlı betonlar,
- (3) Taşıyıcı betonlar.

Taşıyıcı hafif beton üretiminde en çok başvurulan yöntem, hafif agrega ile birim ağırlığı istenilen düzeyde tutmaktır.

3.3. Prefabrik Hafif Yapı Elemanları Üretimi

Prefabrik hafif yapı elemanı üretimi endüstrisi ülkemiz için henüz yeni olup, pek çok Avrupa ülkesi ve ABD'de yıllardır yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Pomzadan üretilen prefabrik yapı elemanlarını 3 temel grupta incelemek mümkündür (Şekil 7).

- (1) Yekpare mekanlar (kabin, büfe, garaj, tuvalet vd.),
- (2) Entegre bölümlerden oluşan mekanlar (konut, işyeri, sosyal tesis vd.)
- (3) Panel duvar ve döşeme elemanları.



Şekil 7. Pomzadan prefabrik yapı uygulaması (Gündüz vd., 1998b).

Figure 7. Application of prefabricated constructions by pumice (Gündüz et al., 1998b).

3.4. Çatı ve Dekoratif Kaplama Elemanları, Dekoratif Mobilyalar

İnşaat ve yapı endüstrisinin daha çok estetik mimari ve peyzaj mimarisine yönelik bu dalında, hafifliği, sağlamlığı, kolay işlenebilirliği, atmosferik etkilerden zarar görmemesi gibi önemli özelliklerinden dolayı, aranan başlıca hammadde kaynaklarından birisi de pomzadır. Akrilik kaplı dekoratif-renkli beton kiremit üretiminde pümsit kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bahçe ve kent mobilyaları olarak adlandırılan hafif beton mamulü ürünlerde de (sütunlar, banklar, çiçeklikler, korkuluklar, yapay kayalar vd.) pomza oldukça önemli oranda tüketilmektedir (Şekil 8). Ayrıca yeşil alan, park, kaldırım kaplama elemanlarında aranan dona dayanım, yüzeysel suların drenajı, hızlı uygulama, aşınma etkilerinden en az düzeyde etkilenme gibi önemli özelliklere sahip olması nedeniyle, geleneksel kalker agregalı suni kaplama malzemeleri yerini pomza agregalı kaplama malzemelerine bırakmaya başlamıştır.



Şekil 8. Bahçe düzenlemesinde pomza (Gündüz vd., 2005).

Figure 8. Pumice in garden arrangement (Gündüz et al., 2005).

3.5. Hafif hazır sıva ve harç üretimi

Günümüzde hazır sıva ve harç kullanımı, pratikliği, çevreye verilen rahatsızlığın ortadan kaldırılması, uygulamada kalitenin ve standartlaşmanın artırılması gibi nedenlerden dolayı giderek artmaktadır. Hazır sıva ve harçların kullanımı artarken, bu malzemelerin teknolojik özelliklerinin, yapı yalıtım ve akustiğine katkıları da göz önünde bulundurulmaktadır. Yüksek ısı ve ses yalıtım değerleri, mükemmel akustiklik göstermesi nedeniyle pomzadan üretilen hafif akustik sıva, hafif izolatif sıva ve pomza harcı dünya inşaat endüstrisinde önemli bir pazar payı oluşturmuştur.

3.6. Çatı ve Döşeme İzolasyon Dolgusu

Pomza taşının çatı ve döşemelerde doğal bir izolasyon malzemesi olarak kullanımı, ülkemizde özellikle Batı Akdeniz yöresinde görülmektedir. Bina temellerinin aralarında, düşük döşemelerde ve kapalı çatı altı - son kat tabliyesi üstünde serbest taban yaygısı olarak boyutlanmış pomza agregası kullanılabilmektedir. Özellikle ısı yalıtımı yönünden binaya büyük kazanç sağlayan bu uygulama, alternatiflerine göre de oldukça ekonomik olması nedeniyle tercih edilmektedir. Isı iletkenlik katsayısı 0.12–0.20 kcal/mh°C arasında değişmekte olan (-16mm/+3mm boyutlanmış %100 kuru halde) pomza agregası, ısısal konfor açısından oldukça ekonomik çözümler sunmasına karşın bu konuda ülkemizde yeterli altyapı, standardizasyon ve kalite bilincinin oluşmaması nedeniyle endüstri boyutuna ulaşamamıştır (Davraz, 2001).

5. SONUÇLAR

Pomza kayacı, sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle, özellikle inşaat sektörü başta olmak üzere, birçok alanda vazgeçilmez bir hammadDEDİR. Bu denli önemli özelliklere sahip olan pomza, ülkemizde bol miktarda bulunmakta olup, büyük bir kısmı iç piyasada özellikle inşaat sektörü olmak üzere, hafif yapı elemanı ve yalıtım malzemesi olarak tüketilmektedir. Dünya pomza rezervlerinin ülkemiz pomza rezervlerinden önce tükeneceği bilindiğinden, dünya piyasasında daha fazla söz sahibi olabilmek için, ülkemiz pomza yataklarının çağdaş işletme yöntemleri ile en iyi şekilde üretilmesini sağlamak amacıyla gerekli önlemler alınmalıdır. Bu makalede pomzanın inşaat sektörü açısından sağlamış olduğu faydaları belirterek pomzanın gerek iç, gerekse de dış piyasada kullanımının artırılması ile ülke ekonomisine büyük bir katkı sağlanacağını vurgulanmaktadır. Ayrıca, pomza hammadDESİNİN sadece inşaat ve tekstil sektöründe değil farklı endüstriyel alanlarda da kullanılabiliRliğİ irdelenmiştir.

KAYNAKLAR

- DPT, 2001. XIII. Beş yıllık kalkınma planı, Pomza Çalışma Grubu Raporu, Ankara.
- Davraz, M., 2001. Pomzanın endüstriyel kullanım alanları. Doktora Semineri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta (yayımlanmamış).
- Gündüz, L. Sarıışık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Uğur, İ. ve Çankıran, O., 1998a. Pomza Teknolojisi, Cilt-I, Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Gündüz, L. Sarıışık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Uğur, İ. ve Çankıran, O., 1998b. Pomza Teknolojisi, Cilt-II, Süleyman Demirel Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- Gündüz, L., Şapcı, N., Ulusoy, M. ve Ulusoy, H., 2005. Peyzaj mimarisinde bimsblok. Türkiye Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta, 277-287.
- Sezgin M., Davraz M. ve Gündüz L., 2005. Pomza endüstrisine sektörel bir bakış. Türkiye Pomza Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Isparta, 9-22.
- Taşkesenligil, İ., 1997. İnşaat sektöründe pomza, I. Isparta Pomza Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, Isparta, 109-112.

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ BÜLTENİ

AMAÇ, YAYINA KABUL İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI

AMAÇ

Mühendislik Jeolojisi Bülteni,

1. Türkiye’de mühendislik jeolojisi konusunda gerek duyulan bilimsel teknik iletişimi saylamak.
2. Türkçe’nin bilimsel ve mesleki yayın dili olarak gelişmesi ve yabancı sözcüklerden arındırılması çabalarına katkıda bulunmak,
3. Mühendislik jeolojisi konusunda uluslararası düzeyde yapılan çalışmaların özellikle uygulamacılar tarafından kolayca izlenebilmesini ve yararlanılabilirliğini sağlamak amacıyla yayımlanmaktadır.

NİTELİK,

Mühendislik Jeolojisi Bülteni’nde yayımlanması istemiyle gönderilecek olan yazılar mühendislik jeolojisinin herhangi bir alanında bir konuyu içermesi koşuluyla, aşağıdaki niteliklerden en az birini taşımalıdır:

1. Bilimsel yöntemlerle yapılmış özgün sonuçları olan bir çalışma,
2. Mühendislik jeolojisi konusunda daha önce yapılmış çalışmaları eleştiren bir yaklaşımla derleyen ve o konuda katkı sağlayan eleştirel, derleme veya uygulamaya dönük bir çalışma,
3. Mühendislik jeolojisi konusunda Türkiye’yi büyük ölçüde ilgilendiren ve yabancı bir dilde yayımlanmış bir yazının Türkçe versiyonu.

Yazıların Bülten’de yayımlanabilmesi için daha önce Türkçe yayımlanmamış olması gerekir.

YAZILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YAYINA KABUL İLKELERİ

Mühendislik Jeolojisi Bülteni Editörlüğü’ne sunulan yazılar, öncelikle içerik, sunum, yayım kuralları vd. yönlerden Editörlük tarafından incelenir ve daha sonra değerlendirmek üzere en az iki Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyelerinden gelecek görüşler doğrultusunda yazının doğru, az veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşuluyla yayımlanmasına veya reddine Editörlükçe karar verilerek sonuç yazarlara bildirilir. Yazarlar, incelemecilerin ve Editörlüğün yaptığı eleştiri, öneri ve düzeltmelere ilişkin yanıtlarını ayrı sayfalarda gerçekleriyle birlikte açıklamalıdır.

YAZIM DİLİ

Mühendislik Jeolojisi Bülteni’nin yazım dili “Türkçe” dir. Bununla birlikte; yazıların başlıkları, özetleri, anahtar kelimeler ve tüm çizelgelerin başlıkları ile şekil altı açıklamaları Türkçe ve İngilizce olarak iki dilde birlikte verilmelidir.

YAZIM KURALLARI

İncelenmek üzere Editörlüğe gönderilecek makalelerin hazırlanmasında dikkat edilecek yazım kuralları aşağıda verilmiştir. Yayına kabul edilen makalelerin derginin formatına göre dizilmesi işlemi, basımevi tarafından yapılmaktadır. Bu nedenle, yayına kabul edilen makalelerin metni, çizelgeleri, şekilleri ve şekiller dizini CD’ye yüklenmiş olarak ayrıca makalenin bir orijinal çıktısıyla birlikte Editörlüğe gönderilmelidir.

Metin Bölümü

1. Metin; A4 boyutunda (24.7x21 cm) kağıtların üzerine bilgisayarda, 1.5 satır aralıklı, 12 punto ve Times New Roman fontuyla yazılmalıdır. Sayfaların alt, üst ve yanlarında 2.5 cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar kurşun kalemle numaralandırılmalıdır. Bilgisayar çıktılarının silik olmamasına özen gösterilmelidir.
2. Başlık; konuyu en iyi şekilde belirtir ve 10 kelimeyi geçmeyecek şekilde kısa seçilmeli ve Türkçe başlığın (tamamı büyük harfle ve koyu yazılmış) yanı sıra, İngilizcesi (İtalik ve normal küçük harflerle) de yazılmalıdır.
3. Öz; yazının başlangıcında en fazla 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde hazırlanmış, Türkçe ve İngilizce öz (abstract) bulunmalıdır. Bu bölüm, yayının diğer bölümlerinden ayrı olarak yayımlanabilecek düzende yazılmış, yazının tümünü en kısa, ancak öz biçimde yansıtır nitelikte (özellikle çalışmanın amacını ve başlıca sonuçlarını yansıtarak) olmalıdır. Öz içinde; yararlanılan kaynaklara, şekil, çizelge ve eşitlik numaralarına değinilmemelidir. Ayrıca öz ve abstract bölümlerinin altında bir satır boşluk bırakılarak Anahtar kelimeler ve Key words (en az 3, en çok 6 kelime) verilmelidir.
4. Yazının genel olarak aşağıda belirtilen düzene göre sunulmasına özen gösterilmelidir.
 - a. Başlık (Türkçe ve İngilizce)
 - b. Yazar ad(lar)ı ve adres(ler)i (yazar adları koyu karakterle ve soyadları tamamen büyük harfle, adresler İtalik olarak)
 - c. Öz (anahtar kelimeler eklenerek)
 - d. Abstract (key words eklenerek)
 - e. Giriş (amaç, kapsam vd.)
 - f. Metin bölümü (yöntemler, çalışılan malzeme, saha tanımlamaları, bulgular vb.)
 - g. Sonuçlar ve tartışmalar (sonuçların tartışılması gerektiği durumlarda tartışmalar sonuçlarla birlikte vermelidir. Bu durumda 'Sonuçlar' başladığı yerine 'Tartışma ve Sonuçlar' başlığı kullanılmalıdır).
 - h. Katkı belirtme (gerekiyorsa)
 - i. Kaynaklar
5. Yazılarda okuyucuya aktarılması istenen veriler, görüşler, tartışmalar (metin kısmı), çizelgeler ve şekiller dahil en fazla 20 sayfayı aşmayacak şekilde düzenlenmelidir.
6. Metin içinde ana bölüm başlıkları dışında en fazla üç alt başlık oluşturulmalı ve başlıklara numara verilmelidir. Bunların yazım şekil yandaki gibi olmalıdır (1.,1.1,.....2.,2.1,.....gibi).
7. SI birimleri (kPa, kN/m³ vb.) kullanılmalıdır.
8. Gerek metin içinde ve çizelgelerde, gerekse şekillerde rakamların ondalık bölümlerinin ayrılması için nokta konulmalıdır (3.1 gibi).

Kaynaklar

Kaynaklar, alfabetik sırayla ve türlerine göre aşağıda belirtilen formatlara uygun şekilde verilmelidir.

Makale:

Soyadı, A., Tarih. Makalelerin başlığı, Derginin Açık Adı, sayı, başlangıç ve bitiş sayfaları

Kitap:

Soyadı, A., Tarih. Kitabın Adı. Basımevi, Basıldığı Kentin Adı, Sayfa sayısı.

Rapor ve Tez:

Soyadı, A., Tarih. Rapor veya tezin başlığı. Kuruluş veya Üniversite Adı, Sayfa sayısı (yayımlanıp yayımlanmadığı).

Not : Tüm kaynaklarda ilk satırdan sonrası satırlar 3 harf içerden başlanarak yazılmalıdır. Kaynaklara metin içerisinden yazarın soyadı ve yayın tarihi belirtilerek aşağıdaki örneklere benzer şekilde atıfta bulunmalıdır.

Ketin ve Canitez (1972).....

Bazı araştırmacılar (Bieniawski, 1989; Barton, 2002).....

Eşitlikler

- Eşitlikler elle yazılmamalı ve bilgisayardan yararlanılmalıdır. Eşitliklerde, yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelere yer verilmesine özen gösterilmelidir.
- Her eşitliğe sırayla numara verilmeli, numaralar parantez içinde eşitliğin hizasında ve sayfanın sağ kenarında belirtilmelidir.

Çizelgeler

- Yazarlar, Bülten'in boyutlarını dikkate alarak, çizelge sayısını sınırlı tutmalı, gerekiyorsa çizelgeleri metinde kullanılabilecek oranla çizelgeleri daha küçük karakterlerle yazılmalıdır. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük çizelgelerin (çizelge açıklaması dahil) en fazla (15x20) cm boyutlarında olması gereklidir. Bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak çizelgeler kabul edilmez.
- Çizelgelerin başlıkları, kısa ve öz olarak seçilerek, hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harfle) hem de İngilizce (İtalik harflerle) hemen ilgili çizelgenin üzerinde verilmelidir.
- Çizelgelerde kolonsal ayrımı gösteren düşey çizgiler yer almalı, sadece çizelgenin üst ve alt sınırları ve gerek görülen diğer bölümleri için yatay çizgiler kullanılmalıdır. Çizelgeler, metinden sonra ayrı sayfalarda verilmelidir.

Şekilde (Çizim ve fotoğraflar)

- Tüm çizim ve fotoğraflar şekil olarak değerlendirilip numaralandırılmalıdır. Şekil alt yazıları 'Şekiller Dizini' başlığı altında hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfli büyük diğerleri küçük harflerle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük İtalik harflerle) ayrı bir sayfada verilmelidir.
- Her şekil, ayrı bir sayfada yer alacak biçimde sıraya dizilerek Şekiller Dizin sayfasıyla birlikte çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekil altı yazılarının ayrıca şekil sayfalarına gerek olmayıp, şekil numaralarının kurşun kalemle her şeklin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.
- Harita, kesit ve planlarda sayısal ölçek yerine çubuk (bar) türü ölçek kullanılmalıdır.