



(Kısa Makale)
(Short communication)

Harşit (Giresun) Granitlerinin Fiziko Mekanik Özelliklerinin Araştırılması

Mehmet ÇAPIK*, Ali Osman YILMAZ*

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon/TÜRKİYE

capik@ktu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Harşit (Giresun) granitlerinin fiziko-mekanik özellikleri araştırılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda, malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri TS 699'a göre belirlenmiştir. Granitlerinin fiziksel özelliklerden, özgül ağırlık, birim hacim ağırlığı, su emme oranı ve porozite değerleri belirlenmiştir. Mekanik özelliklerden; tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük dayanımı, (Brazilian) yarmada çekme dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı, böhme aşınma, Los Angeles aşınma dayanımı belirlenmiş ve Schmidt çekici sertlik deneyi yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda kayaların sınıflandırılması yapılmış ve standartlara uygun olup olmadıkları araştırılmıştır. İncelemeler sonucunda Harşit Granitlerinin TSE Standartlarına göre yapılarda iç ve dış kaplamada, döşemede kullanılabilmesi için gösterilen limit değerler içerisinde oldukları belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Granit, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler

Investigation of Physical and Mechanical Properties of Harşit (Giresun) Granites

Abstract

This study aims at determining the physical and mechanical properties of Harşit (Giresun) granites. In the experimental study carried out, physical and mechanical properties of the material are determined according to TSE 699. Physical properties such as specific gravity, unit volume weight, water absorption ratio, porosity values have been determined. Mechanic properties such as uniaxial compressive strength, point load strength, strength determination by Brazilian, bending strength, Los Angeles abrasion resistance, and strength to impuls have been determined and Schmidt hardness test have been carried out. According to the results of the experimental studies, the granites' samples have been classified and investigated if they are suitable to standards. As a result of investigations, it was determined that Harşit granites passed limit values for being able to be used in interior and exterior coating and flooring in structures.

Keywords : Granite, Physical Properties, Mechanical Properties.

1. GİRİŞ

Doğal taştan elde edilen ürünler, Uygarlığın başlangıcından itibaren insanlar tarafından bilinen ve kullanılan en eski inşaat malzemelerinden birisidir. Yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan doğal taşlar 1980'li yıllardan sonra sürekli bir artış kazanmış ve özellikle inşaat sektöründe önemli bir yer almıştır. Son yıllarda doğal taş işletmeciliğinde önemli bir gelişme gözlenmektedir. Bu gelişmelerle işletilen doğal

Bu makaleye atf yapmak için

Çapık, M., Yılmaz, A.O., "Harşit (Giresun) Granitlerinin Fiziko Mekanik Özelliklerinin Araştırılması" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 5(2) 17-32

How to cite this article

Çapık, M., Yılmaz, A.O., "Investigation of Physical and Mechanical Properties of Harşit (Giresun) Granites" Electronic Journal of Construction Technologies, 2009, 5(2) 17-32

taşın renk ve desen uyumunun yanında, fiziko mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve araştırılması önemli bir konu olarak görölmektedir.

Dünya genelinde doğal taşların yapı ve dekorasyon malzemesi olarak kullanılmaya başlanması dünya doğal taş üretiminin artmasına neden olmuştur. Özellikle son on yılda görölen artış, kazanım ve işleme teknolojisindeki gelişmelere paralellik göstermektedir. Giderek daha mükemmel hale getirilen işleme teknikleri ile doğal taşlar, kolay ve ekonomik olarak istenen şekilde işlenmekte ve yeni kullanım alanları bulmaktadır. Doğal taş malzemelerin inşaat yapılarında, mimar ve tasarımcılar tarafından daha fazla tercih edilmesi dünyadaki tüketici sayısının artmasına neden olmuştur. Düşen piyasa fiyatları, ekolojik ve estetik görünümlü malzemelere olan ilginin artması doğal taş tüketimin artmasına yardımcı olmuştur. Uzmanlar gelecek yıllarda bu gelişmenin süreceği tahmininde bulunmaktadırlar [1]. Dünya'da mermer olan talep her geçen zaman artmakta ve mermercilik sektörü daha cazip haline gelmektedir. Uluslararası mermer pazarlarında İtalya ve İspanya gibi başı çeken ölkelerde rezervlerin azalması, Türkiye'nin sahip olduğu doğal taş rezervlerinin giderek daha fazla önem kazanacağı ve dünya ticaretinden alacağı payın artacağı düşünölmektedir.

Doğal taş sektöründe son yıllarda hem yatırım ve üretim, hem de ihracat açısından ulaşılan büyüme hızı, dünya ortalamasının oldukça üzerinde gerçekleşmektedir. Özellikle ölkemiz ihracatı açısından yaşanan gelişmenin boyutu oldukça önemlidir. 1980 yılında sadece 4 milyon dolar olan doğal taş ihracatımız, 1990 yılında 40 milyon dolar, 2000 yılında 568 milyon dolar, 2007 yılı sonunda 1,2 milyar dolar ve 2008 yılında 1,4 milyar dolara ulaşmıştır [2]. Tablo 1'de 1998 ve 2008 arası Türkiye doğal taş ihracatı verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye'nin doğal taş sektöründe toplam ihracatı [2-3-4].

Yıllar	İhracat (x10 ⁶ \$)	İhracat artış hızı, %
1998	128	-
1999	150	17
2000	189	25
2001	223	18
2002	302	35
2003	431	42
2004	626	45
2005	805	28
2006	1027	27
2007	1200	21
2008	1402	13

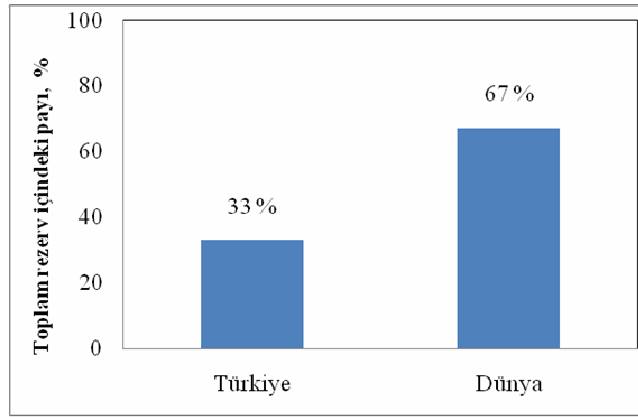
2008 yılında ölkemizin en fazla ihraç ettiği maden ürün grupları arasında doğal taşlar 1,4 milyar dolar ile ilk sırada yer almaktadır. Söz konusu dönemde, ölkeler bazında doğal taş ihracatımıza bakıldığında ise ilk beş sırayı ABD (307,6 milyon dolar), Çin (294,4 milyon dolar), İngiltere (69,7 milyon dolar), Birleşik Arap Emirlikleri (46,8 milyon dolar) ve Kanada (46,1 milyon dolar) oluşturmaktadır [4].

Dünya coğrafyasına baktığımızda, dünyanın en zengin ve kaliteli mermer yataklarının büyük bir kısmı Türkiye'nin içinde bulunduğu Alp-Himalaya kuşağı içinde kalan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, İran ve Pakistan gibi ölkelerde karbonatlı kayaç (mermer, kireçtaşı, traverten ve oniks) rezervlerinin fazla olduğu görölmektedir [5-6].

Zengin doğal taş rezervlerine sahip olan ülkemizde Marmara ve Ege Bölgeleri başta olmak üzere, Trakya'dan Doğu Anadolu'ya kadar hemen tüm coğrafi bölgelerimizde, 250'nin üzerinde değişik renk, doku ve desende doğal taş çeşidine rastlanmaktadır. Bunlar arasında, ağırlıklı olarak mermer ve traverten olmak üzere, granit, oniks, kireç taşı, bazalt, andezit ve diyabaz üretimde ön sıralarda yer alan taş çeşitlerimizdir [4]. Ülkemizdeki bu doğal taşlar, dünya pazarlarında ilgi çeken mermer tipleridir. Türkiye değişik jeolojik kuşakların yer aldığı bir bölgede yer alması bu kuşakların farklı taşlar içermesi sebebiyle zengin doğal taş rezervlerine sahip bir ülkedir. Söz konusu Alp kuşağı çok çeşitli ve büyük miktarda mermer rezervini bulundurmaktadır. Türkiye'nin mermer rezervleri; toplam 5,2 milyar m³ (13,9 milyar ton) görünür, muhtemel ve mümkün doğal taş rezervine (Tablo 2) sahip olan ülkemiz dünya rezervlerinin yaklaşık % 33'üne sahip olduğu tahmin edilmekte ve bu rezerv dünya tüketimini yaklaşık 80 yıl karşılayacak düzeydedir (Şekil 1). [6-7-8-9].

Tablo 2. Türkiye'nin mermer rezervleri.

Rezerv Miktarı	Milyar (m ³)	Milyar (ton)
Görünür	589	1590
Muhtemel	1545	4171
Mümkün	3027	8172
Toplam potansiyel	5.161	13.934



Şekil 1. Dünya doğal taş kaynaklarında Türkiye'nin payı.

Doğal taşlar (mermer, granit), kullanım yerleri, işlevleri, boyutları, yüzey şekilleri ve genel dış görünümleri bakımında, yapı taşı, kırma taşı, dekoratif taş ve süs taşı gibi sınıflara ayrılmıştır [10]. Doğal taşlar grubunda mermerden sonra ikinci önemli doğal taş granittir. Granit çeşitli tonlarında renklere sahip olan granitler, genellikle dış kaplama ve yer döşemesinde kullanılmaktadır. Özellikle inşaat sektöründe kullanılan granit, iyi cila alma, renk çekiciliği ve sağlamlığı sayesinde aynı zamanda figür işlemeciliğinde de kullanılmaktadır. Türkiye'deki önemli granit rezervleri; Ordu, Rize, Trabzon, Balıkesir, Kırklareli, Kırşehir, Bolu, İzmit, Çanakkale ve İzmir'de bulunmaktadır. Parlak görünümü ve dayanıklılığı ile genellikle gelişmiş ülkelerde tercih edilen granitin kullanımı son zamanlarda ülkemizde de yaygınlaşmaya başlamıştır [1]. Granit ana kullanım alanı dekoratif taşlara ihtiyaç duyulan inşaat sektörüdür. Binaların iç kısmında; yer döşemesinde, duvar kaplamasında, basamaklarda, sütunlarda, şöminelerde, mutfak ve banyolarda, binaların dış kısmında ise; dış cephe kaplamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca dış zeminlerde parke olarak kullanıldığı gibi bir çok dekoratif eşya yapımında ve mezar taşlarında da kullanılmaktadır. Hijyenik koşulların gerekli olduğu umuma açık ortamlarda ve/veya üretim tesislerinde granit kullanımı artmaktadır (örneğin hastaneler, hava alanları vb). Granit özellikle hem desen (dekorasyon) hem de dayanıklılık açısından titizlik gerektiren işlerde kullanılmaktadır [11]. Bu çalışmada, Harşit granitlerinin inşaat sektöründe kullanılabilmesi için fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiş ve kullanım alanları tespit edilmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Fiziksel özellikler

Deneyler sonucunda granitlerin fiziksel özelliklerinden özgül ağırlık, kuru birim hacim ağırlığı, doymun birim hacim ağırlığı, porozite, ağırlıkça su emme ve hacimce su emme oranları saptanmıştır. TS 699'a göre yapılan deneylerde Harşit granitlerinin özgül ağırlığı 2.76 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Doğal yapıtaşlarının yapılarda kullanılabilmesi için bulunacak özgül ağırlık değeri, $2,55 \text{ g/cm}^3$ den küçük olmamalıdır [13]. Bu durum göz önüne alındığında Harşit granitlerinin TS 2513'de belirtilen sınırların üstünde görülmüş ve buna göre Harşit granitlerinin yapıların iç ve dış döşemesinde kullanılabileceği saptanmıştır. Harşit granitinin fiziksel özellikleri Tablo 4'de verilmiştir

Tablo 4. Harşit granitlerinin fiziksel özellikleri

Fiziksel özellikler	İstatistiksel Veriler						TS sınır değer			
	n	X_{\min}	X_{\max}	s	V	\bar{X}	TS 1910	TS 2513	TS 10449	TS 6234
Kuru birim hacim ağırlığı (g/cm^3)	20	2,71	2,72	0,01	0,14	2,71	Kaplama $\geq 2,55$			
Doymun birim hacim ağırlığı (g/cm^3)		2,72	2,73	0,01	0,14	2,72				
Ağır. su emme(%)		0,38	0,45	0,02	4,91	0,41	< 0,75	$\leq 1,8$	<0,4	<0,75
Hac. su emme %		1,03	1,20	0,05	4,72	1,12	Kaplama ≤ 2			
Görünür porozite (%)		1,03	1,20	0,06	4,86	1,12				
Porozite (Gözeneklilik) (%)		1,53	2,21	0,13	6,81	1,94				

n: Numune sayısı, x_{\min} :Min değer, x_{\max} : Max değer, s:Std sapma, V:Değişken katsayısı, %, \bar{x} :Arit. Or

Tablo 4. İncelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkartılabilir.

- Kaya numunelerinin kuru birim hacim ağırlığı ve doymun birim hacim ağırlığı olmak üzere iki farklı birim hacim ağırlık belirlenmiştir. Deney neticesinde Harşit granitlerin kuru birim hacim ağırlığı $2,71 \text{ gr/cm}^3$, doymun birim hacim ağırlığı $2,72 \text{ gr/cm}^3$ bulunmuştur. TS 1910'a göre yapılarda kaplama malzemesi olarak kullanılan doğal taşın birim hacim ağırlığı en az 2.55 gr/cm^3 olmalıdır [14].
- Doğal taşlarda binaların dış kaplaması için su emme oranı ne kadar az olursa o kadar idealdir. Doğal taşlarda su emmenin az veya çok oluşu diğer fiziksel özellikleri etkilemektedir. Kayaçalarda su emme miktarının hesabı, kütlece ve hacimce yapılmaktadır. TS 1910'a göre doğal taşların atmosfer basıncı altında ağırlıkça su emme oranı % 0,75'den az olmalıdır. TS 2513'e göre doğal yapı taşlarında ağırlıkça su emme oranı % 1,8 den büyük olmamalıdır. TS 10449'a göre mermerlerin atmosfer basıncında kütlece su emmesi % 0,4'den küçük olmalıdır [15]. TS 6234'e göre granitlerin kütle su emme oranı max % 0,75 olmalıdır. Harşit Granitlerin ağırlıkça su emme oranı % 0,41 olarak bulunmuştur [16]. Granitlerin su emme oranı TS 2513, TS 1910 ve TS 6234'de gösterilen sınırların altında olduğu ve TS 10499'da ise sınır değeri içinde olduğu görülmektedir.

Doğal yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılan mermerlerin dokusal yapısında yer alan porozite kaçınılmaz bir olgudur. Çoğu malzemelerin iç yapısında gözle görülebilen veya görülemeyen, irili ufaklı, sürekli veya süresiz birçok boşluklar bulunmaktadır. Boşlukların özellikle iri ve sürekli olanları, malzeme içinden sıvı veya gazların geçmesini veya iç yüzeyleri tarafından sıvı veya gazların absorbe edilmelerine imkan tanımaktadır. Bu durum malzemede birtakım zararlı olaylara yol açabilmektedir [17].

Ayrıca, mermerler için porozitenin artması ekonomik olma özelliğini azaltır. Çünkü atmosfer etkilerine mukavemet özelliği olan dayanıklılık porozitenin artması ile azalmaktadır. Bu durum ise doğal taşlarda tercih edilmez [7].

- TS 1910'a göre yapılarda kaplama olarak kullanılan doğal taşlarda gözeneklilik % 2'yi aşmamalıdır. Yapılan deneysel çalışmalarda Harşit Granitlerinin görünür porozitesi %1.12 olarak ve gerçek porozitesi %1,94 olarak bulunmuştur. Kayaların poroziteye göre sınıflandırılması incelendiğinde, granit örneklerinin fiziksel özelliklerinden poroziteye (gözeneklilik) göre sınıflandırılmasında Harşit granitlerinin %1,94 ile "az boşluklu" kaya sınıfında yer aldığı görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Kayaların poroziteye göre sınıflandırılması [18].

Kaya sınıfı	Porozite %
Çok Kompakt	<1
Az Boşluklu	1-2,5
Orta Boşluklu	2,5-5
Oldukça Boşluklu	5-10
Çok Boşluklu	10-15
Çok Fazla Boşluklu	>20

3.2 Mekanik özellikler

Deney için, ocaktan temin edilen muhtelif büyüklükteki blok numunelerden standartlara uygun karot ve küp numuneler hazırlanmıştır. Örneklerin tek eksenli basınç dayanımı sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Tek eksenli basınç dayanımı deney sonuçları.

Numune şekli	İstatistiksel Veriler						TS Sınır değer		Kaya sınıfı
	n	X_{min}	X_{max}	s	V	\bar{X}	TS 2513	TS 10449	
Küp (MPa)	5	193	238	17	7,7	217	≥ 117,68	Döşeme >50 Kaplama >30	Çok yüksek dayanım
Silindir (MPa)		205	236	13	5,6	221			

TS 699'a göre yapılan tek eksenli basınç dayanımı (Şekil 3) deneyinde elde edilen sonuçlara göre, TS 10449' a göre mermerlerin basınç dayanımı, döşeme kaplaması, merdiven basamağı, yer döşemesinde kullanılacak mermerlerde 50 MPa'dan duvar kaplamada kullanılacak mermerlerde 30 MPa'dan büyük olmalıdır. TS 2513'a göre doğal taşlardan granit, siyenit, diorit, melafir, diabaz ve andezit gibi taş cinslerinden basınç dayanımı en az 117,68 MPa olmalıdır. Deney sonuçları incelendiğinde, küp ve silindir numunelerin kırılmaları sonucunda tek eksenli basınç dayanımı sırasıyla 217 ve 221 MPa olduğu görülmüştür.

Deere ve Miller tarafından gerçekleştirilen tek eksenli basınç dayanımına göre yapılan sınıflandırmada Harşit Granitlerinin küp ve silindir numunelerinin "çok yüksek dayanımlı" kaya sınıfına girdiği belirlenmiştir [19].



Şekil 3. Tek eksenli basınç deneyinin yapılışı.

Harşit granitlerinin mekanik deneylerden nokta yük dayanımı, yarmada çekme dayanımı, eğilme dayanımı, darbe dayanımı ve böhme aşınma dayanımı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Harşit granitlerinin mekanik deney sonuçları.

Mekanik Deneyler	İstatistiksel Veriler					TS Sınır değer		Kaya sınıfı
	\bar{X}	X_{min}	X_{max}	s	V	TS 10499	TS 2513	
Nokta yük dayanımı (MPa)	10	8,06	11,32	0,84	8,7			Çok yüksek dayanımlı
Yar. çekme day (MPa)	14,01	12,4	15,3	1,04	7,42			
Eğilme dayanımı (MPa)	16,38	22,65	2,03	10,21	20,3	Mermer > 6	Granit ≥ 7,36	
Darbe day (kgf.cm/cm ³)	42	56	6,48	12,34	52,5	Döşeme ≥ 6 Kaplama ≥ 4	Yol ≥ 12	
Böhme aşınma (cm ³ /50cm ²)	2,15	4,04	0,74	23,61	3,14	Kaplama ≤ 25 Döşeme ≤ 15	Döşeme ≤ 15 Yol ≤ 10	

Tablo 7 İncelendiğinde aşağıdaki sonuçlar çıkartılabilir.

- Nokta yük dayanımı 10 MPa olarak bulunmuştur. Deney bulguları sonucuna göre, Bieniawski tarafından nokta yük dayanımına göre yapılan sınıflandırmada Harşit Granitlerinin “çok yüksek dayanımlı” kaya sınıfında yer aldığı görülmektedir [20]. Nokta yük dayanım sonucu deney numunelerinin kırılışı Şekil 4’de verilmiştir. Nokta yük deneyi, kayaçların dayanımlarına göre sınıflandırılmasında kullanılan nokta yük dayanım indeksinin saptanması amacıyla yapılır. Nokta yük dayanım indeksi tek eksenli basma ve çekme dayanımı gibi diğer dayanım parametrelerinin dolaylı olarak belirlenmesinde kullanılır. Deney sonucu esas alınarak kayacın “Nokta yük dayanım indeksi” ve ayrıca “Dayanım anizotropi indeksi” de belirlenir [21].

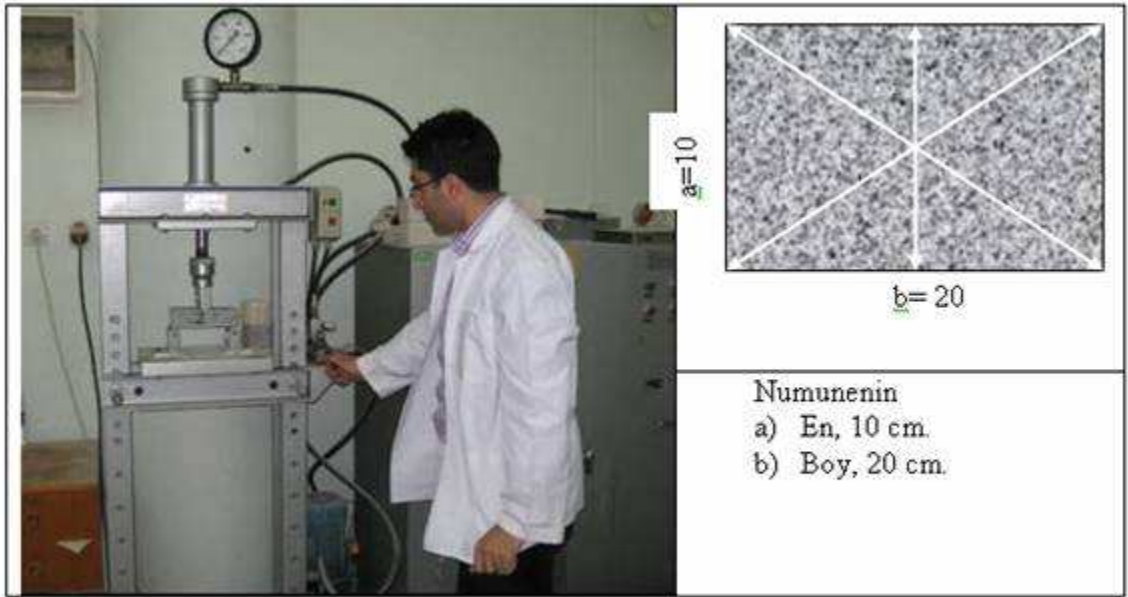
- Çekme dayanımı, kayaçların çekme gerilmesine karşı gösterdikleri dayanımdır. Yarmada çekme dayanımı deneyinde örneklerin tabakalaşma yönüne dikkat edilmeden yapılan deneyin sonucunda yapılan hesaplamalarda yarmada çekme dayanımı 14,01 MPa bulunmuştur. Yarmada çekme dayanımı deneyin yapılışı ve deney ekipmanı Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 4. Nokta y¼k dayanımı sonucu ¼rneklerin kırılma Şekilleri



Şekil 5. Yarmada ¼ekme deneyinin yapılışı



Şekil 6. Eğilme dayanımı deneyine numunenin yerleŐtirilmesi

• Eğilme dayanımı, standart boyutlardaki plaka mermerlerin belirli doğrultuda kırılmaya karşı gösterdiği dayanımdır. Mermerlerin kullanım yerlerine göre belirli boyut ve kalınlıkta olması istenildiği için kayaların kırılmaya karşı gösterdiği eğilme dayanımının son derece önemli bir parametre olduğu ortaya çıkmaktadır. Hazırlanan numuneler, eğilme dayanımı deneyi düzeneğindeki yükleme plakası arasına, yük tam ortadan uygulanabilecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 6).

• Harşit Granitin eğilme dayanım değerinin aritmetik ortalaması 20 MPa olarak bulunmuştur. Mermerlerin yapılarda kaplama ve döşemede kullanılabilmesi için eğilme dayanımı TS 10449'a göre 6 MPa'dan büyük olmalı, TS 2513'e göre granit, siyenit, diorit, melafir, diyabaz ve andezit gibi kayalarda eğilme dayanımı en az 7,36 MPa olmalıdır. Yapılan eğilme dayanımı deney sonucunda örneklerin kırılma şekillerinde her hangi bir yönelme olmadan dik kırıldığı gözlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Eğilme dayanımı numunelerinin kırılış şekilleri



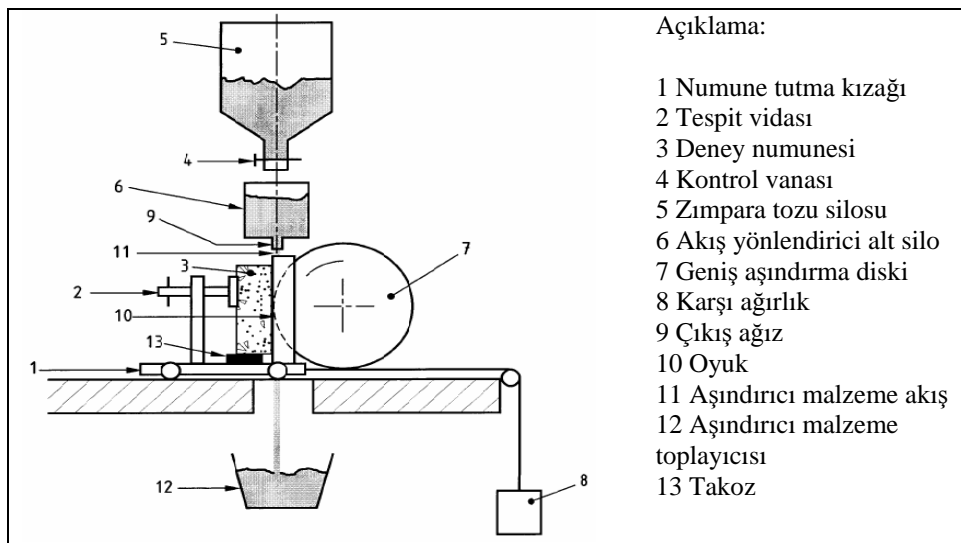
Şekil 8. Darbe dayanımı deney düzeneği

- Darbe dayanımı, standart boyutlardaki kayaçların belirli bir doğrultuda gelen darbelere karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Örneklerin darbe mukavemeti aritmetik ortalaması 52,5 kgf.cm/cm³ olarak bulunmuştur. TS 2513'e göre doğal yapı taşları üzerinde darbe dayanımı deneyi yol parkesi, bordürü gibi aşırı darbe etkilerine karşı bulunan yapı kısımlarında kullanılacak darbe dayanımı değeri 12 kgf.cm/cm³'den küçük olmamalıdır. TS 10449'da belirtilen döşeme kaplaması, merdiven basamağı yer döşemesinde kullanılacak mermerlerde 6 kgf.cm/cm³, duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde 4 kgf.cm/cm³'den büyük olmalıdır. Deney sonucunda, bulunan darbe mukavemeti değerinin TS standartlarında gösterilen minimum değerlerin üstünde olduğu ve darbe dayanımı yüksek kaya sınıfında yer aldığı görülür. Darbe dayanımı deneyin yapılışı Şekil 8'de gösterilmektedir.

- Böhme yöntemine göre yapılan aşınma dayanımı deneyi sonucunda, Harşit granitlerinin hacimce aşınma dayanımı 3,14 cm³/50 cm² olarak bulunmuştur. TS 10449'a göre, mermerlere sürtünmeden dolayı aşınan miktarı, döşeme kaplaması, merdiven basamağı gibi yer döşemesi olarak kullanılacaklar için 15 cm³/50cm²'den, duvar kaplamasında kullanılacak mermerlerde 25 cm³/50cm²'den büyük olmamalıdır. TS 2513'e göre ise; döşeme kaplaması, merdiven basamağı gibi aşındırıcı etkiler karşısında kalacak yapı kısımlarında sürtünmeden dolayı aşınma deneyi için kullanılacak doğal taşlarda en fazla 15 cm³/50cm² yol parkesi ve bordür olarak kullanılacaklarda ise en fazla 10 cm³/50cm² fazla olmamalıdır.

Aşınma dayanımı, granitlerin, yüzeyindeki aşındırıcı maddelere karşı gösterdiği dirençtir. Granitlerin aşınma dayanımı özelliği granit kalitesi bakımında son derece önemlidir. Taban döşemesi ve merdiven basamaklarında kullanılacak granit plakalarında oluşabilecek aşınma kayıplarının önceden laboratuvar koşullarında ölçülmesi ve yerine uygun taş seçiminin yapılması gerekmektedir. Sürtünmeden kaynaklanan aşınma kayıpları, genellikle karbonatlı kayaçlarda yüksek, mineral içeriği ve içerdiği minerallerin özellikleri nedeniyle sert taş olarak nitelenen magmatik kökenli taşlarda ise düşüktür.

- Granitlerin dış zemin döşemelerinin aşınmaya karşı dayanıklılıklarının belirlemesi için kullanılan aşındırma cihazı Şekil 9'de gösterilmektedir. Disk aşınma dayanımı deneyinde 5 farklı numunede her numune için 3 ölçme sonucu elde edilmiş olup, ölçümler sonucunda bulunan disk aşındırma deney sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Disk deneyi için ortalama 14,12 mm'lik aşınma bulunmuştur. TS1341'e göre dış zemin kaplamaların sınır değerinde olduğu ve granitin aşınmaya karşı dayanıklı olduğu görülmektedir.



Şekil 9. Aşınmaya karşı dayanıklılık deney cihazının ve aparatları [22].

Tablo 8. Disk aşınma deney sonuçları.

Deney Numunesi	m	İstatistik Veriler				
		\bar{X} (mm)	x_{min}	x_{max}	s	V
1	3	15,17	13,93	16,24	1,16	7,68
2		15,10	14,13	16,06	0,97	6,39
3		13,45	13,36	13,50	0,08	0,58
4		14,66	13,52	15,60	1,06	7,20
5		13,40	13,15	13,77	0,33	2,44

• Los Angeles aşınma deneyinde deney numunesi tane büyüklüğü sınıfları ve alınacak deney numunesi miktarları Tablo 9’da verilmiştir. Los Angeles aşınma deney sonuçlarından Harşit Granitlerinin, 100 devir sonunda % 7,37’si aşınmaya uğramış, 500 devir sonunda ise % 24,44’ü aşınmaya uğramıştır. Sonuçların TSE 706 / Beton Agregaları standartlarında belirtilen 500 devir sonunda % 50 değerinin altında bulunması, Harşit granitlerinden elde edilen agregaların beton agregası olarak da kullanılabilceğini göstermektedir [23]. Los Angeles deney numuneleri Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10. Los Angeles aşınma deney numuneleri

Tablo 9. Los Angeles aşınma deney sonuçları

Deney No	İlk kuru ağır, g.	K ₁₀₀ g.	K ₅₀₀ , g.	K ₁₀₀ - Los Angeles Aşınma(%)	K ₅₀₀ -Los Angeles Aşınma (%)	TS 706
1	5000	4683	3743,3	6,34	25,13	
2	5000	4613,1	3852,3	7,74	22,95	
3	4985,3	4585,2	3727,5	8,03	25,23	
			\bar{X}	7,37	24,44	≤ %50
			s	0,90	1,29	
			x_{min}	6,34	22,95	
			x_{max}	8,03	25,23	
			V	12,24	5,27	

• Doğal taşlarda özellikle sıcaklık farkının fazla olduğu yerlerde, granitlerin yapıların dış mekanlarında kullanılabilmesi için bunların don etkisine dayanıklı olmaları istenilir. Tablo 10 ve Tablo 11’de don öncesi ve don sonrası basınç dayanımı değişimlerinin deney sonuçları verilmiştir. Granit ve

mermerlerin don sonrası basınç dayanımı TS' 10449'a göre 30 MPa'dan büyük olmalıdır. TS 699'a göre yapılan deneyler sonucunda don sonrası basınç dayanımı silindir ve küp numunelerde sırasıyla 205 ve 192 olup TS 10449 standartlarına göre uygundur.

- Bulunan sonuçların, Deere ve Miller'in tek eksenli basınç dayanımına göre yaptığı sınıflamada, Harşit Granitlerinin don öncesi ve don sonrası silindir numunelerinin "çok yüksek dayanımlı" kaya sınıfında yer aldığı, küp numuneler ise don öncesi "çok yüksek dayanım" ve don sonrası "yüksek dayanım" sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

Tablo 10. Don öncesi ve don sonrası basınç dayanımı (silindir).

	İstatistiksel Veriler					TS Sınır değer		
	n	X_{min}	X_{max}	s	V	\bar{X}	TS 2513	TS 10449
Don öncesi basınç Day. (MPa)	5	205	236	13	5,6	221	$\geq 117,7$	Döş. >50 Kap.>30
Don sonrası basınç day. (MPa)		185	221	15	7,24	205		Mermer ≥ 30
Dayanımı azalması (MPa)		4,79	10,18	2,01	28,43	7,09		
Ağırlık kaybı (%)		0,57	0,78	0,074	10,29	0,08	Kap.<5	Mermer < 1

Tablo 11. Don öncesi ve don sonrası basınç dayanımı (küp)

	İstatistiksel Veriler					TS Sınır değer		
	n	X_{min}	X_{max}	s	V	\bar{X}	TS 2513	TS 10449
Don öncesi basınç day (MPa)	5	193	238	17	7,7	217	$\geq 117,7$	Döş. >50 Kap.>30
Don sonrası basınç day (MPa)		165	211	18,7	9,72	192		Mermer ≥ 30
Dayanımı azalması (MPa)		8,98	14,52	2,26	19,58	11,56		
Ağırlık kaybı (%)		0,012	0,017	0,003	18,94	0,014	Kap.<5	Mermer < 1

- TS 2513 ve TS 1910'a göre doğal yapı ve kaplama malzemesi olarak kullanılan doğal taşın, üzerinde don deneyi yapıldığında bulunacak ağırlık azalması % 5 den fazla olmamalıdır. TS 10449'a göre granitlerin don dayanımı %1'den küçük olmalıdır. Harşit Granitlerinin tabii don tesiri dayanım deneyi sonucunda gözle görülebilecek çözülmenin ve tane düşmelerinin olmadığı görülmüştür. Harşit Granitlerindeki ağırlıkça azalma silindirlerde ihmal edilecek kadar bir azalma olup verilen standartlara uygundur.

Kayaçalarda ve özellikle mermer madenciliğinde yüzeyden görülen süreksizliklerin devamlılığının sınırı, boyutları ve konumlarının öğrenilebilmesi çok büyük önem arz etmektedir. Çoğu zaman çatlak ve kırıklardaki yoğunluk mermer yatağının kalitesini olumsuz yönde etkiler. Günümüzde çatlak ve kırık sistemlerinin tespitini sağlayan herhangi bir direkt yöntem mevcut değildir Bunun için en güvenilir yöntem sondaj yardımıyla elde edilen bilgilerdir. Ancak bu oldukça pahalı ve zaman alıcı bir yöntemdir. Aynı zamanda mermeri tahrip ederek kalitesini düşüren bir yöntemdir. Bu dezavantajları ortadan kaldırmak ve mermer içerisindeki süreksizliklerin daha kolay bulunmasını sağlamak için, kayaç içerisindeki ses yayılma hızı farklılıklarının ölçülmesinden yararlanılmaktadır. Ses, homojen kayaçalarda belirli bir hızda hareket ederken kayaçalarda süreksizlik olması durumunda yayılma hızında bir yavaşlama olur. Bu sayede çatlak yoğunluğu ve sıklığı hakkında genel bir bilgi elde edilebilir [24]. Şekil 11'de ultrasonik hız deneyinin yapılışı görülmektedir.



Şekil 11. Ultrasonik hız deneyinin yapılışı, a) prop, b) 7 x 7 x 7 cm numune.

Tablo 12. Ultrasonik hız değerleri

İstatistik veriler	n	t-kuru, μ s.	t-doygun, μ s.	P-dalga hızı, m/sn. (kuru)	P-dalga hızı, m/sn. (doygun)
		\bar{X}	15,66	12,26	4060
s	0,86	0,28	136	308	
x_{min}	7	14	11,7	3915	4560
x_{max}	16,6	12,5	4335	5584	
V	5,47	2,30	3,37	5,94	

Ultrasonik hız için, etüvde kurutulmuş numuneler ; (V_{pk}) 4060 m/sn, su içerisinde doymuş hale gelmiş numuneler için; (V_{pd}) 5186 m/sn olarak bulunmuştur (Tablo 12). Etüvde kurutulmuş numunelerin ultrasonik hız sınıflandırmasında [25] “yüksek hız”, doymuş halindeki ultrasonik hız sınıflandırılmasında ise “çok yüksek hız” değerinde olduğu görülür.

Bir kayacın sertlik derecesi, o kayaca dıştan gelen her hangi bir mekanik etkiye karşı gösterdiği direnç olarak tanımlanır. Doğal taşlar için sertlik derecesi aşınmaya karşı gösterilen dirençtir. Schmidt çekici geri tepme sayısı Brown’a göre [26] kaya sertliği sınıflandırılması göz önünde bulundurulduğunda, 57 geri tepme sayısı olarak hesaplanan Harşit granitlerinin, “oldukça sert” kaya sınıfında olduğunu görülür (Tablo 13).

Tablo 13. Schmidt çekici geri tepme sayısına göre kaya sertliği sınıflandırılması [26].

Kaya sınıfı	Schmidt Çekici geri tepme sayısı	Harşit granitin geri tepme sayısı
Yumuşak	0-10	
Az yumuşak	10-20	
Az sert	20-40	
Sert	40-50	
Oldukça sert	50-60	57
Çok sert	>60	

Her bir kaya numunesi üzerinde en az 20 ayrı deney yapılmalıdır. Schmidt çekici ile sertliği belirlenen numunenin üzerinde deney sırasında çatlama veya diğer görünen bozulmalar olması durumunda deney iptal edilir. [27].

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Harşit (Giresun) granitlerinin fiziko-mekanik özellikleri belirlenmiş ve elde edilen veriler standartlarla karşılaştırılıp sonuçlandırılmıştır.

Harşit granitlerin Mekanik ve fiziksel özellikleri değerlendirildiğinde TS 10449, TS 1910, TS 2513, TS 6234, TS 1341 ve TS 706'nın standart değerlerine göre uygun olduğu, özellikle basma, eğilme, aşınma ve don sonrası dayanım deneylerinde TS standartlarının gösterdiği değerlerden daha yüksek sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Bu sonuçlarda Harşit granitinin yüksek dayanıma sahip olduğu, yapı taşı olarak kaplama ve döşemede kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Granitin yapılarada kullanılması için sahip olduğu renk, dayanım, desen, doku ve cila parlama gibi parametreleri büyük önem taşımaktadır. Granitin temel rengi içerdiği kuvars, alkali feldispat ve mika miktarına göre değişir. Granitin içerdiği renkler pembemsi griden pembeye veya pembeden koyu kırmızıya doğru değişen bir aralıkta olmaktadır. Bazı granitler açık kırmızı, mavi rengi gök kuşağı vb. renklerde de olabilmektedir. Ayrıca granitler aşınmaya karşı dayanıklı, sertlikleri yüksek, cilaya karşı duyarlı ve iyi parlayan ve desen-doku bakımında uyumlu bir kayaaç olduğundan dolayı tercih edilen doğal taşlardan biridir. Granitin bu özellikleri yapılarada iç-dış döşemede ve kaplamada tercih edilmesi için önemli bir sebeptir.

Sonuç olarak, Doğal taş sektörü her geçen gün üretim kapasitesi pazar payı büyümekte olan bir sektördür. Buda sektörlerde çalışan şirket sayısı ve pazar paylarının artmasına sebep olmaktadır. Doğal taş yatırım kararı öncesinde deney sonuçları ve ilgili standartlara göre değerlendirmenin yanı sıra pazar araştırması yapılmalı, benzer taşların ekonomik durumu ve talebi araştırılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, K.T.Ü. Bilimsel Araştırma Fonunca desteklenmiştir. (Proje No. 2007.112.008.1). Ayrıca deneylerin yapımı için olanak sağlayan D.E.Ü. Torbalı Meslek Yüksek Okulu Öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Zeki KARACA ve Öğretim elemanı Arş. Gör. Hakan ELÇİ'ye teşekkür ederiz.

5. KAYNAKLAR

1. Uyanık, T., 2007, "Doğal Taşlar, Dış Ticaret Müsteşarlığı", İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi
2. URL-1: <http://www.immib.org.tr>, Mayıs 2008.
3. Ar-Ge, 2008," Dönemi ihracatının Genel ve Sektörel Değerlendirmesi", İhracat Genel Müdürlüğü, Ar-Ge ve Değerlendirme Dairesi.
4. URL-1: <http://www.immib.org.tr>, Ağustos, 2009.

5. DPT, 2001, Sekizinci Yıllık Kalkınma Planı, “Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt komisyonu Yapı Malzemeleri II, Mermer, Granit, Yapı Taşları – Arduvaz, Çalışma Grubu Raporu”, Ankara
6. Mermer İşleme Makinaları Sektör Araştırması, 2006. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, s.6, Ankara
7. Onargan, T., Köse, H. ve Deliormanlı, A.H., 2006. “Mermer”, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, 28-284, Ankara
8. DPT, 2006 Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013, “Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu”
9. Çetin, T., 2003, “Türkiye Mermer Potansiyeli Üretimi ve İhracatı”, Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 23, Sayı 3, s 243-256
10. Engin, C.İ., 2007, “Dekoratif Taş İşletmeciliği Ürün Çeşitlendirme Yöntem Ve Makinaları”, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Doğal Taş Maden işletmeciliği ve İşletme Teknolojileri, 575-611, Ankara
11. DPT, 1996, “Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Çalışma Grubu Raporu”, Cilt 3, Ankara
12. T.S.E., 1987, “Tabii Yapı Taşları - Muayene ve Deney Metotları”, TS 699, ICS 91.100.01; 91.100.15, Ankara
13. T.S.E., 1977, “Kaplama Olarak Kullanılan Doğal Taşlar”, TS 1910 UDK 691.215, Ankara
14. T.S.E., 1977, “Doğal Yapı Taşları”, TS 2513 ICS 91.100.15, Ankara
15. T.S.E. 2004, “Mermer-Kalsiyum Karbonat Esaslı-Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Tadil 1”, TS 10449/T1, Ankara
16. T.S.E. 2004, “Granit-Yapı ve Kaplama Taşı olarak Kullanılan Tadil 1”, TS 6234, Ankara
17. Gündüz, L., Uğur, İ, Demirdağ, S., 2001, “Mermer Türlerinin Özgül Isı Kapasitesi Değerleri Üzerine Teknik Bir İnceleme”, Türkiye 3. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 181-196, Afyon
18. Tarhan, F., 1989, “Mühendislik Jeolojisi Prensipleri”, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon
19. Deere, D.U. and Miller, Rp., 1966, “Engineering Classification and Index Prosperities for Intact Rock”, Technical Report No: AFNL-TR-65-116 Air Force Weapons Laboratory, New Mexico, USA
20. Bieniawskim, Z., T., 1989, “Engineering Rock Mass Classification”, Wiley, New York
21. Topal, T., 2000, “Nokta Yükleme Deneyi ile İlgili Uygulamada Karşılaşılan Problemler”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 24, 1, s. 73-86
22. T.S.E., 2004, “Dış Zemin Döşemeleri İçin Tabii Kaplama Taşları - Özellikler ve Deney Metotları”, TS 1341, ICS93.080.20, Ankara
23. T.S.E., 2003, “Beton Agregaları”, TS 706 EN 12620, ICS 91.100.15;91.100.30, Ankara

24. Davis W. R. and Brough R.,1972, "Ultrasonic Techniques in Ceramic Research and Testing", Ultrasonic, May
25. Anon, 1979, "Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping". Part 1- Rock and Soil Materials. Bull. Int. Ass. Eng. Geo, 19, pp.364-371
26. Brown, E. T., 1981, "Suggested Methods of Rock Characterization Testing and Monitoring", International Society for Rock Mechanics, Portugal, s. 53
27. Bamford, W. E., Van Duyse, H., Nieble, C., Rummel, F., Broch, E. ve Franklin, J. A., 1977, "Rock Characterization Testing Monitoring", In Brown, E. T. (Ed.), Suggested Methods for Determining Hardness and Abrasiveness of Rock, 20, 1, s. 57-85