

Yapı ve Kaplama Taşı Olarak Kullanılan Endüstriyel Kayaçlara Teknik Bir Bakış

A. Şentürk, L. Gündüz ve A. Sanışık

Süleyman Demirel Üniversitesi, Muh. Mim. Fak., İSPARTA

ÖZET: Yapı ve kaplama olarak kullanılan serpantin - ultrabazik ve mermer türü kayaçların petrografik ve tekno mekanik irdelemeleri yapılarak, bu kayaçların oluşum ve bulunuş değerlendirmeleri sunulmaktadır. Bu makalede, dekoratif endüstriyel kayaçların genel karakteristiklikleri tanıtılmakta ve örnek olarak mermerlerin yapısal özelliklerine bağımlı olarak kullanım yerinin ve genel karakteristiğinin belirlenmesi amacıyla basınç dayanım kombinasyonları sunulmuştur.

1. GİRİŞ

Dünya taş endüstrisinde, yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan endüstriyel kayaçların payı 1980' li yıllardan sonra sürekli bir aktivite kazanmış ve özellikle inşaat sektöründe özel ve önemli bir yer almıştır. Günümüzde dekoratif kayaç endüstrisindeki kullanıcı talebinin hızlı artışın önümüzdeki yalan gelecekte bu dekoratif taş sektöründe optimal bir ivmelenme göstereceği beklenmektedir. Yakın geçmişe kadar, dekoratif taş endüstrisinde, mermer kullanımı en büyük payı almakta iken mermerin gerek üretim teknolojisindeki ve gerekse kullanımı açısından görülen bazı aksaklıklar ve olumsuzluklar nedeniyle sert mermer diye adlandırılan *Serpantin* ve *Ultrabazik* türü kayaçlar bu sektörde yaygın bir kullanım alan bulmaktadır. Bu tür kayaçların mermere göre daha sert ve dayanıklı olması, asitlerden ve kimyasal maddelerden etkilenmemesi ve de mermere göre daha iyi cila kabul etmesi

gibi endüstriyel efektif faktörler, tüketim miktarını artırmaktadır.

Doğal yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan kayaçlar, üretim teknolojisi açısından yumuşaklık ve sertlik kriterleri çerçevesinde sınıflandırılırlar. Ancak, kullanım amacı ve yerine uygunluk bakımından ise, fiziksel durumu, renk, desen ve tekno-mekanik özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu makalede, yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan endüstriyel kayaçlardan; *diyabaz*, *serpantin*, *granit*, *mermer*, *gabro* ve *andezit* üzerine yapılan teknik bir değerlendirmenin bulguları sunulmaktadır. Ayrıca, renk, desen ve tekno-mekanik özellikleri bakımından, bu tür kayaçların sınıflandırılmalan yapılmakta ve kullanım yerleri ile ilgili güncelleştirilmiş kriterler verilerek, kullanım alanları ile dekoratif yumuşak ve sert mermer türü kayaçların kalitesi arasındaki kuramsal ilişkiler sunulmaktadır.

2. DEKORATİF ENDÜSTRİYEL KAYAÇLARIN GENEL KARAKTERİSTİĞİ

Dekoratif endüstriyel kayaçlar, blok verebilen, kesilip akladığında parlayabilen, dayanıklı ve güzel görünümlü kayaçlardır. Dekoratif olarak* kullanılan kayaçlar, mineralojik ve oluşum şekillerine göre üç kısımda sınıflandırılmaktadır: Sedimanter kökenli, mağmatik ve metamorfik kökenli endüstriyel kayaçlardır.

Sedimanter tip dekoratifler, mağmatik veya metamorfik kayaçlardan kopan parçaların sürüklenerek bir yerde birikmesi ve daha sonra çimento maddesi ile birleşmesi sonucu oluşan konglomera, gre arduvaz gibi kayaçlar olabildiği gibi, su kaynaklarından meydana gelen -oniks, traverten ve kireçtaşı gibi organik veya kimyasal kökenli çökeltme tipi mermerlerdir.

Travertenler, kalsiyum bikarbonatlı sıcak kaynak sularının bıraktıkları çekellerdir. Bu tür suların geçtiği yerlerde gözenekli, hafif taşlar meydana gelmektedir. Bu taşların çok delikli, hafif ve fazla miktarda organik maddeler ihtiva edenlerine kalker rufu, az boşluklu ve daha yoğun (ağır) olanlar traverten adı verilir. Üretiminin, işlenmesi ve kesilmesinin kolaylığı ve beyaz, kirli beyaz, krem, açık-koyu sarı gibi çeşitli renklerde bol olarak bulunması, bu taşların mermer olarak yaygın kullanımını sağlamaktadır (Ankan, 1968).

Metamorfik mermerler, yer kabuğundaki her çeşit kayacın katı durumunu koruyarak fiziksel ve kimyasal şartlar altında derinliklerdeki diyajenez ortamında minerallerin daha farklı minerallere dönüşerek farklı bir

kayaç durumuna gelmesiyle oluşan mermerlerdir. Bunların içinde en önemli olanı bilimsel mermer tanımına uygun olan kireçtaşı ve dolomitlerin sıcaklık ve basınç altında yeniden kristalleşmesiyle oluşan hakiki mermerlerdir. Diğerleri ise, kristalin şistler olup, volkanik ve sedimanter kayaçların yapı ve bileşimlerinin değişmesiyle meydana gelirler. Bunlar, gnays, şist, kuvarsit, fillit, amfibolit gibi kayaçlar olup, bunlardan ülkemizde gnays mermer olarak değerlendirilmektedir.

Dekoratif olarak kullanılan mağmatik kayaçlar, sedimanter ve metamorfik olanlara göre daha dayanıklıdır. Fakat, çıkartılmaları ve işlenmeleri daha zordur. Mağmatik kayaçlar, kendi aralarında derinlik, yüzey ve damar taşları olarak üç gruba ayrılmakta ve kimyasal bileşim yönünden ise;

- O %66 dan fazla SiO₂ içerenler Asidik,
- O %66-%52 arası SiO₂ içerenler Nötr,
- O %52-%45 arası SiO₂ içerenler Bazik,
- O %45 den az SiO₂ içerenler

Ultrabazik kayaçlar olarak sınıflandırılmaktadırlar.

Bu kayaçlar içerisinde, mermer olarak değerlendirilenler daha ziyade granit, siyenit, gabro ve serpantin gibi derinlik kayaçlarıdır. Yüzey kayaçları olarak da en çok kullanılanları kuvars, porfir, diyabaz, riyolit, trakit, bazalt ve andezit melafirdir.

Derinlik kayaçlarından olan granitler ocaktan çıkarılmaları kolay olduğu için tarihi devirlerden bu güne kadar kullanılmagelmiştir. Birçok sütun, abide granitten yapılmış, yıllarca bordur ve kaldırım taşı olarak granitler kullanılmıştır. Mermer işletme

Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 1995, İzmir / Türkiye

teknolojisindeki gelişmeye paralel olarak granit kesilip parlatılarak, kaplama taşı olarak da kullanılmaya başlanmıştır.

Siyenit, gabro ve serpantinler ocaktan çıkarılma ve işlenmeleri zor olmasına rağmen mermer çıkartma ve işletme teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak son yıllarda özellikle yapı ve kaplama taşı olarak önemli bir yere sahip olmuştur.

Mağmatik mermerler, çıkarılma ve işleme zorluklarına rağmen basmç ve aşınma dirençlerinin yüksek olması, kristal yapısı ve içerisindeki minerallere bağlı olarak zengin renk ve desene sahip olmaları ve uzun süre cilaların korunmaları gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedirler.

Yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan, blok verebilen mağmatik kayalar genelde renginin çarpıcı ve yeşilin değişken tonlarında olması yanında, ayrıca göze hitap eden ilginç yapı-dokular göstermektedirler. Kullanım ve işleme açısından sert ve "zor

kesilebilmelerine karşın, düzgün yüzeyli plakalar ve iyi cila kabul etmeleri gibi özellikleri nedeniyle bunlar "Sert Mermer" sınıfında yer almaktadırlar (Uz, 1990). Bu grupta yer alan mermer türleri, sertlik durumlarına göre Çizelge 1 de gruplandırılmışlardır.

3. DOĞAL YAPI TAŞLARINDA ARANAN ÖZELLİKLER

Doğal yapı taşlarında aranan özellikler genel olarak şu şekildedir:

- O Renk özelliği ve desen homojenliği,
- O Blok verme özelliği ve kesilip cilalanma,
- O Jeomekanik ve fiziksel özellikleri,
- O Atmosferik ve kimyasal etkilere dayanım.

Uygulamada bu özelliklerden daha iyi özellikteki taşlara ve daha yüksek değerlere ihtiyaç duyulduğunda, değerler gerektiği kadar artırılmalıdır. Kullanış yerine veya

Çizelge 1. Mermer sınıflandırması (Uz, 1990).

Mermerler			
Yumuşak Mermerler S=3,5 - 4		Sert Mermerler S=6 - 7	
Açık Renkli	Koyu Renkli	Açık Renkli (Beyaz-Pembe)	Koyu Renkli (Yeşil-Gri)
Mermerler	Renkli Mermer	Granit	Diyabaz
Metamorfik Kalker	Renkli Metamorfik Kayaçlar	Siyenit	Gabro
Şistler	Yeşil Şistler	Kuars Diyont	Serpantinit Ultrabazik

taşın türüne göre gerekli özel şartlar ayrıca aranmalıdır (TS 2513, 1977).

Doğal yapı taşlarının en önemli fiziksel özelliği renkleridir. Bu taşlar, estetik amaçlarla (dekorasyon amaçlı) kullanıldığı için, kullanım yerine bağımlı olarak renginin çekici olması gereklidir. Dekoratif taşlar, tek renkte olabildikleri gibi, değişik renkler gösteren bantlar, damarlar, benekler halinde çeşitli desenlerde de olabilmektedirler. Bununla beraber, renk ve desen yönünden homojenliğe sahip olmaları, yani bir yataktan alınan blokların sürekli olarak, yatağın her yerinde aynı renk ve desende olması arzu edilir. Kalite itibarıyla, doğal yapı taşlarında, renk, desen, görünüş, sertlik, sağlamlık, dış etkenlere karşı dayanım ve kesilip parlatılabilme gibi özellikler önem kazanmaktadır.

Ancak birincil derece öncelikli parametre ise, yatağın işletilip-işletilemeyeceği hususunda önemli olan çıkarılacak blokların rengi, deseni ve görünüşüdür. Kaliteye etki eden diğer özelliklerden fiziksel ve mekanik özellikler ise mermerin kullanım yerini belirlemede son derece önemlidir. Ancak bu hususların önemi, ülkemizde son yıllarda kavranmaya başlanmıştır. Örneğin, aşınma özelliği tesbit edilmemiş bir kayalık, eğer merdiven basamağı veya yer döşemesinde kullanılmış ise çok kısa zamanda aşınmaya maruz kalmakta ve ekonomik açıdan olumsuz bir sonuç sergilemektedir.

Kayaç yatağının litolojik durumu jeolojik oluşumdan ileri gelen yapı ve doku özelliklerini oluşturmaktadır. Kristal yapısı içerisinde, değişik sertlikte ve homojen olmayan minerallerin bulunması özellikle silme ve cilalama işlemlerinde parlak yüzeyin oluşmasını engellemektedir. Ayrıca, blok içersin-

deki homojen olmayan yapılar, kesme ve plaka almada problemler yaratmaktadır.

Ticari bakımdan çıkarılan blok içerisinde boşluk bulunması, boşluğun boyutu ne olursa olsun istenmeyen bir durumdur. Fakat özel tip mermerlerde ve travertenlerde bu durum kusur oluşturmaz. Hakiki mermerlerdeki erime boşlukları, siyah mermerlerdeki kömür, şist, bitüm ve grafit içeriğinden meydana gelen boşluklar kusur sayılırlar. Aynı şekilde, mermer bloklarında, doğal çatlakların bulunması normaldir. Ancak bu çatlakların açık olup olmaması önemlidir. Çatlakların açık olması veya çatlakları dolduracak solüsyonlu suların çatlağı tamamen kapatmaması önemli bir kusurdur. Bu duruma özellikle breş mermerlerinde çok rastlanır (M.T.A., 1966).

Hakiki mermerlerde fosillere rastlanmazken kristalize kalkerler değişik tip ve büyüklükte fosil içerirler. Mermer içerisindeki fosillerin küçük boyutlu olması halinde kusur teşkil etmezler. Büyük boyutlu fosiller ise özellikle merkezleri boşluk göstereceğinden, mermerin değerini düşürmektedir. Ayrıca, fosillerin kabuklan silikat içerdiğinden, kesme ve cilalama işlemlerini olumsuz etkiler (Ersoy, 1991).

Mermerlerin kesilme ve cilalama özelliği ile sertliğinin yakını ilgisiz bulunmaktadır. Sert mermerler, iyi cila kabul etmelerine rağmen cilalanmaları çok emek ve zaman almaktadır. Ancak mermerin homojen bir yapı göstermesi durumunda kesme ve cilalama işlemlerinde büyük bir problem ortaya çıkmaktadır. Zira, belli bir kısmı iyi cila alırken diğer kısım iyi cila almayacaktır. Bu durumda, mermerin satışında bir engel teşkil edecektir.

3.1 Tekno-Mekanik İnceleme

Doğal yapı taşlarının, yapı ve dekorasyon teknolojisinde efektif endüstriyel bir malzeme olarak kullanımının belirlenmesi amacıyla, kaya mekaniği prensipleri çerçevesinde jeomekanik analizlerinin yapılması gereklidir. Bu taşların değerlendirilmesinde etkili olan faktörlerin gerek kuramsal ve gerekse fonksiyonel olarak irdelenmesi yapılarak, faktörlerin bu mermer türü kayaların kullanım yerleri açısından etkileri araştırılmaktadır. Tekno-mekanik parametreler olarak, elasrisite özellikleri, tabii don öncesi ve sonrası eksenel basınç dayanımı, çekme ve eğilme mukavemetlerinin uygulanan basınç etkisinde karakteristik özellikleri irdelenerek, pratik olarak kullanılabilir deviatörel basınç değişim karakteristikleri belirlenmelidir. Doğal yapı taşlarında, genel olarak en az aşağıdaki analiz bulgularının irdelenmesi yapılmalıdır:

- O Atmosfer etkilerine dayanıklılık,
- O Basınç dayanımı,
- O Birim hacim ağırlık,
- O Su emme,
- O Görünür gözeneklilik ve özgül ağırlık,
- O Çekme dayanımı,
- O Makaslama dayanımı,
- O Darbe dayanımı,
- O Tabii don tesirine dayanıklılık,
- O Don sonu basınç dayanımı,
- O Sürtünme ile aşınma kaybı,
- O Bazaltlarda güneş yanığı,
- O Paslanma tehlikesi
- O Asitlere karşı dayanıklılık.

TS 2513 de doğal yapı taşlarının fiziksel ve mekanik özelliklerine kullanılabilirlik sınırı

getirilerek, taşlar için yeterli dayanımları itibarıyla belirli sınır kriterler sunulmuştur. Çizelge 2 de taş türlerine göre ön görülen tek eksenli basınç ve eğilmede çekme direnç kriter değerleri verilmektedir.

Çizelge 2. TS 2513 de belirtilen kriter parametrik değerler.

Taşın Turu	Basınç Direnci (mın kg/cm ²)	Eğilmede Çekme Direnci (kg/cm ³)
Kalker, traverten, kireç bağlayıcı kumtaşı	350	30
Yoğun kalker, dolomit, bazalt	500	40
Sıh bağlayıcı kumtaşı, grovak	800	60
Granit, siyenit, diyorit, melafir, diyabaz, andezit	1200	75
Diğer tortul ve metamorfik taşlar	500	50
Diğer mağmatik taşlar	1400	80

Çizelge 2 de belirtilen tüm tekno-mekanik özellikler, doğal yapı ve kaplama taşı olarak kullanılacak olan yumuşak ve sert mermer grubu kayalar için belirlenen bazı parametrik değerler, Çizelge 3 de verilmiştir.

Yapılan tekno-mekanik analizlerin bulgularından, deneylerde kullanılan mermer türlerinin tüm tekno-mekanik özellikleri belirli yaklaşımlarla tesbit edilebilmektedir. Numune analizinde dikkat edilmesi gereken bir husus, numune alım lokasyonları ve doğrulturudur. Genellikle efektif bir numune alımı, yerinde ve/veya blok taşlardan şistozite düzlemine dik ve paralel konumda alınmalı ve farklı doğrultulardan alınan numuneler ayn ayn tesbit edilmelidir.

Çizelge 3. Doğal yapı ve kaplama taşları için TS parametrik değerler

Özellik	Limit	Diyabaz	Serpantin	Granit	Mermer	Gabro	Andezit
Birim hacim ağırlık	min kg/m ³	2250	2250	2560	–	2600	2550
Gozenıklılık Oranı	max %	2	2	2	–	–	–
Su emme (ağırlıkça)	max %	0,75	2	0,75	–	0,40	0,70
Dona karşı dayanım	max %	5	5	5	1	1	1
Eğilme Dayanımı	min kg/m ³	75	40	75	60	100	80
Sürtünmeden Dolayı Aşınma Dayanımı (cm ³ /50cm ²)	Kaplama için max	15	18	15	25	25	28
	Yapı için max	10	8	10	15	15	17
Darbe Dayanımı (cm ³ /50cm ²)	Kaplama için min	6	5	6	4	8	6
	Yapı için mm	12	10	10-12	6	12	10
Basınç Dayanımı	Kaplama için max kg/cm ²	1200	500	1200	350	800	600
	Yapı için max kg/cm ²	1200	500-	1200	500	1200	1000

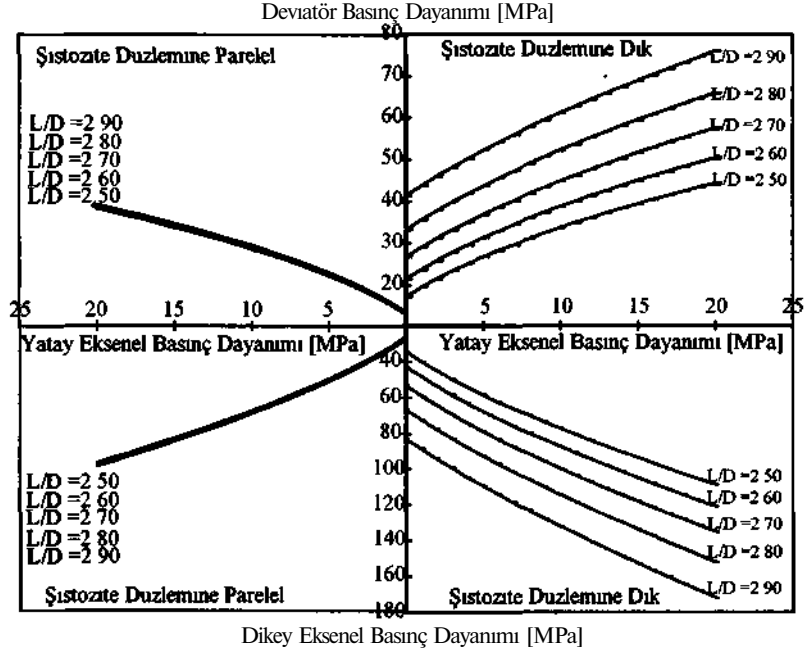
İsparta Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Maden İşletme Anabilim Dalında, beyaz ve gri mermerlerin şistozite düzlemine dik ve paralel konumlan için yapılan analiz bulgular neticesinde Şekil 1 - 2 de verilen aksel ve deviatörel basınç dayanım karakteristiklikleri belirlenmiştir. Bu nomogramlar yardımıyla, farklı boy/çap (L/D) oran değişimlerine sahip numunelerin elastisite özellikleri belirlenmekte ve elde edilen veriler ile bu tür mermerlerin kullanım yerleri değerlendirilebilmektedir.

Yapılan incelemelerde, beyaz ve gri mermerin pik basınç dayanım oranlarının, değişik boy/çap oran değişimindeki etkileşimi irdelenmiş ve Şekil 3 verilen nomogram gri mermer için oluşturulmuştur.

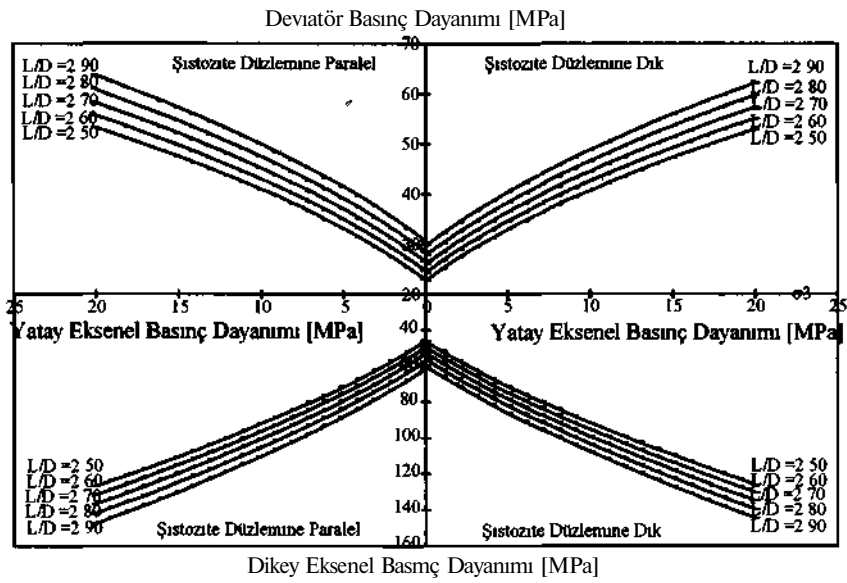
Mermer türü kayaların kesilebilme kriterleri üzerine yapılan diğer bir çalışmada da

mermerlerin kesme basınç dayanım karakteristiklikleri, nominal kalınlık-çap oran değişimlerinde irdemeleri yapılmış olup beyaz ve gri mermer için yüksek korelatif değerlere sahip ($R > 0,995$) ampirik istatistiksel ifadeler belirlenmiştir.

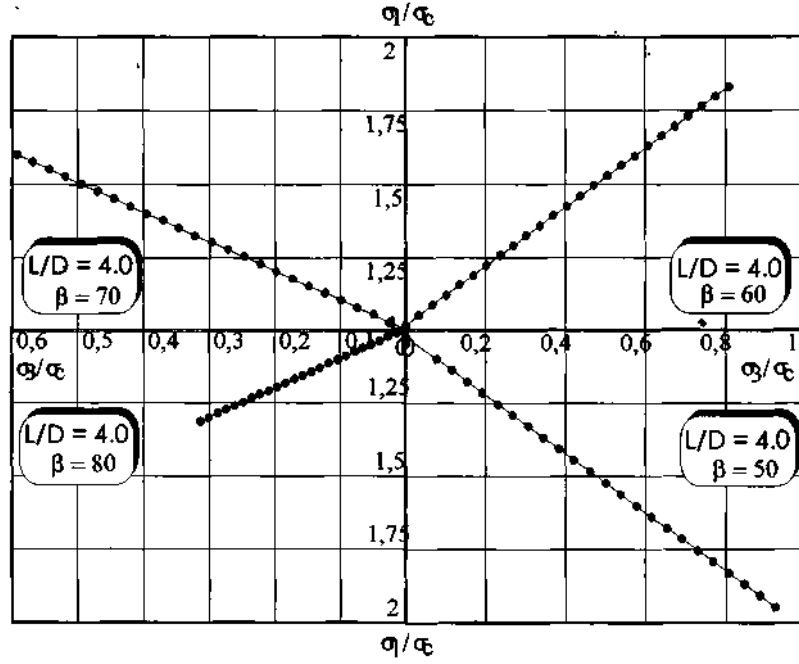
- Gri Mermer / Şistozite Düzlemine Dik
 $\sigma_t = 0,650 * 10^{1,538 * t/D}$
- Gri Mermer / Şistozite Düzlemine Paralel
 $\sigma_t = 12,423 * 10^{-0,706 * t/D}$
- Beyaz Mermer / Şistozite Düzlemine Dik
 $\sigma_t = 40,267 * 10^{-1,562 * t/D}$
- Beyaz Mermer / Şistozite Düzlemine Paralel
 $\sigma_t = 0,459 * 10^{1,719 * t/D}$



Şekil 1. Deviatörel ve eksenel basınç dayanım kombinasyonları (Beyaz Mermer)



Şekil 2 Deviatörel ve eksenel basınç dayanım kombinasyonları (Gri Mermer)



Şekil 3. Mermerlerin normal pik basıncı dayanım karakteristikleri

burada;

σ_c : Kesme basıncı dayanımı, (MPa)
 L/D : Numune boy-çap oranı.

malzemelerin basıncı dayanım performans irdelemeleri ve kesme/kesilme karakteristiklikleri tekno mekanik açıdan analiz edilmelidir.

4. SONUÇLAR

Günümüz inşaat sektöründe, yapı ve kaplama taşı olarak kullanılan doğal taşlar endüstrisinde, sert yeşil mermer grubu diye adlandırılan serpantin ve ultrabazik kayalar, sertlikleri, dayanımı, asit ve kimyasal bileşenlere karşı dayanımı ve mermere göre daha iyi cila alabilmesi gibi kullanım avantajı sağlayan faktörler sebebiyle, endüstride sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak, gerek üretim ve gerekse işlenmesinin kolaylıkları açısından mermer kullanımı daha fazla aktiviteye sahiptir. Dekoratif kayaların kolaylıkla işlenebilmesi amacıyla, işlenecek

5. KAYNAKLAR

- Ankan M., 1968, Mermer ve Memerlik. Ankara Basım ve Ciltevi, Ankara 187s.
 Ersoy H.T., 1991, Ladik (Konya) Mermerlerinin Jeomekanik Özellikleri ve İşletmeciliği, HH.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
 M.T.A., 1966, Türkiye Mermer Envanteri, M.T.A. Yayın, Yayın No. 134, Ankara 168s.
 TS 2513, TSE. 1977, Doğal Yapı Taşları, TSE Yayını, Ankara, 6s.
 Uz B., 1990, Granit - Mermer, Mermer Dergisi, Sayı 12, Eylül-Ekim S18-19.