

**T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DİYARBAKIR BAZALTLARININ BAZI ÖNEMLİ MALZEME
ÖZELLİKLERİNİN TAHRİBATSIZ YÖNTEMLERLE
BELİRLENEBİLİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

Mahmut AKATAY

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

DİYARBAKIR

Haziran – 2014

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
DİYARBAKIR

Mahmut AKATAY tarafından yapılan ‘‘Diyarbakır Bazaltlarının Bazı Önemli Malzeme Özelliklerinin Tahribatsız Yöntemlerle Belirlenebilirliğinin Araştırılması ’’ konulu bu çalışma, jürimiz tarafından Maden Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Mustafa Ayhan

Üye : Doç. Dr. Askeri KARAKUŞ (DANIŞMAN)

Üye : Doç. Dr. İclal ALUÇLU

Tez Savunma Sınavı Tarihi:

Yukarıdaki bilgilerin doğruluğunu onaylarım.

.../.../

Prof. Dr. Hamdi TEMEL

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Maden İşletme Anabilim Dalında yapmış olduğum Yüksek Lisans çalışmamda, bilgi, öneri ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, laboratuvar çalışmalarımnda karşılaştığım problemlere çözüm üreterek, çalışmalarımın olabildiğince sağlıklı yürümesini sağlayan değerli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Askeri KARAKUŐA'a teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca deneysel çalışmalarım sırasında gerekli olanağı sağlayan bölüm başkanı Sayın Prof. Dr. Mustafa AYHAN'a deneyim ve bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Sayın Doç. Dr. Özgür AKKOYUN'a, tez çalışmalarımın her aşamasında desteğini ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Maden Yüksek Mühendisi Umut CAN ve Maden Mühendisi Çimen DAĐLI'ya sonsuz teşekkürler sunarım.

Ayrıca; maddi ve manevi desteklerini benden hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

DÜBAP 11-MF-23 numaralı proje ile maddi katkı sağlayarak yardımda bulunan Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığına ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|----------|
| TEŞEKKÜR..... | I |
| İÇİNDEKİLER..... | II |
| ÖZET..... | IV |
| ABSTRACT | V |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | VI |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | VII |
| KISALTMA ve SİMGELER | IX |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. BAZALTLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI | 3 |
| 2.1. Bazalt..... | 3 |
| 2.2. Bazaltın Yapısı ve Diyarbakır Bazaltının Genel Özellikleri | 3 |
| 2.2.1. Fiziksel Özellikleri | 3 |
| 2.2.2. Renk..... | 4 |
| 2.2.3. Dokusal Özellikleri..... | 4 |
| 2.3. Bazaltın Endüstride Kullanım Alanları | 5 |
| 2.3.1. Bazaltın Agregata Olarak Kullanılması..... | 6 |
| 2.3.2. Bazaltın Karayollarında Kullanılması | 6 |
| 2.3.3. Bazaltın Mermer Sektöründe Kullanılması..... | 6 |
| 2.3.4. Bazaltın Granül Malzeme Olarak Kullanılması | 7 |
| 2.3.5. Bazaltın Endüstrideki Diğer Kullanım Alanları..... | 7 |
| 2.4. Yapımında Bazalt Taşımın Kullanıldığı Tarihi Yapılarının İncelenmesi | 8 |
| 2.4.1. Diyarbakır Camii, Kilise ve Hanlarda Yapı Sanatı | 8 |
| 2.4.1.1. Ulu Camii | 9 |
| 2.4.1.2. Kasım Padişah (Şeyh Metar, Dört Ayaklı) Camii | 10 |
| 2.4.1.3. Meryem Ana Kilisesi | 10 |
| 2.4.1.4. Saint George Kilisesi | 11 |
| 2.4.1.5. Hasan Paşa Hanı | 12 |
| 2.4.1.6 Diyarbakır Evleri | 13 |
| 2.4.1.7 Gazi Köşkü (Seman Köşkü)..... | 16 |
| 2.4.1.8. Cahit Sıtkı Tarancı Evi (Müzesi)..... | 16 |
| 2.4.1.9. Ziya Gökalp Evi (Müzesi)..... | 17 |

| | |
|---|-----------|
| 3. MATERYAL VE METOD | 21 |
| 3.1. Blok Numunelerinin Temini ve Deney Örneklerinin Hazırlanması..... | 21 |
| 3.1.1. Yoğunluk Deneyi | 22 |
| 3.1.2. Gözeneklilik (Porozite)..... | 22 |
| 3.1.3. P – Dalga Hızı Ölçümü..... | 23 |
| 3.1.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı | 23 |
| 3.1.5. Schmidt Sertliği..... | 24 |
| 3.1.6. Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian) | 24 |
| 3.1.7. Elastisite Modülü ve Poisson Oranı (Gerilme – Deformasyon Testi) | 24 |
| 4. SONUÇLAR..... | 25 |
| 4.1. Yoğunluk Deneyi | 25 |
| 4.2. P-Dalga (Sismik Hız) Deneyi | 26 |
| 4.3. Görünür Porozite | 27 |
| 4.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi | 28 |
| 4.5. Schmidt Çekici Sertliği Deneyi..... | 29 |
| 4.6. Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian)..... | 30 |
| 4.7. Elastisite Modülü ve Poisson Oranı | 31 |
| 4.8. Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi..... | 34 |
| 4.8.1. P-Dalga Hızı..... | 34 |
| 4.8.2. Schmidt Çekici Sertliği..... | 40 |
| 4.9. Sonuç | 46 |
| 5. KAYNAKLAR | 48 |
| ÖZGEÇMİŞ | 51 |

ÖZET

DİYARBAKIR BAZALTLARININBAZI ÖNEMLİ MALZEME ÖZELLİKLERİNİN TAHRİBATSIZ YÖNTEMLERLE BELİRLENEBİLİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MAHMUT AKATAY

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN İŞLETME ANABİLİM DALI
2014

Mühendislik yapılarının optimum koşullarda planlanabilmesi için formasyonların doğru verilerle analiz edilebilmesi gerekmektedir. Bu konuda ortam formasyonu hakkında en önemli bilgi, laboratuvar ve arazi şartlarında yapılacak deneylerle elde edilecek kayaçların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ile elde edilir.

Bu çalışmada, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Diyarbakır-Karacadağ bazalt taşının mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla, yayılım alanlarına göre farklılık gösteren 4 bölgeden alınan numuneler üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır. Hazırlanan numuneleri üzerinde P - dalga ; Schmidt sertliği; Görünür gözeneklilik; Tek eksenli basınç dayanımı; Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian); Elastisite modülü ve Poisson Oranın değerlerinin belirlenmesi için deneyler yapılmıştır. Elde edilen deneysel veriler ışığında, bazalt taşlarının hem geleneksel hem de mimari yapılarda birçok malzemenin yerini alarak yaygın bir şekilde kullanım alanı bulabileceği sonucuna varılmıştır.

Deney sonuçları regresyon analizi ile değerlendirilerek tahribatsız deney yöntemi olan P – dalga hızı ve schmidth sertlik değerine bağlı olarak Bazaltların Yoğunluk , Porozite , Tek eksenli basınç dayanımı , Dolaylı çekme dayanımı , Elastisite modülü ve poisson oranı arasında ilişkiler araştırılmıştır.

Sonuç olarak ; tahribatsız deney yöntemleri ile belirlenebilen P – dalga hızı ve Schmidth sertliği değeri ile diğer kayaç özellikleri (Yoğunluk , Dolaylı çekme dayanımı , Tek eksenli basınç dayanımı , Görünür gözeneklilik , Sismik hız , Elastisite modülü ve poisson oranı) arasında yüksek korelasyonlu ($R^2= 0,91- 0,79$) ($R^2= 0,97- 0,84$) ve anlamlı ilişkiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bazalt ; malzeme özellikleri, P- dalga hızı; schmidt çekiçi ; tahribatsız yöntemler

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOME IMPORTANT MATERIAL PROPERTIES OF BASALTIC ROCKS BY NON – DESTRUCTIVE METHODS

M.Sc. Thesis

Mahmut AKATAY

DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF DICLE

2014

In order to be planned the optimum conditions of engineering structures; it must be required that formations must be analyzed with the correct data. In this regard, the most important information about media formation can be acquired by determining the physical and mechanical properties of the rocks which would be obtained with the tests carried out under the laboratory and field conditions.

In this study, in order to determine the mechanical properties of Diyarbakir-Karacadağ basalt located in Southeastern Anatolia Region of Turkey's, experimental studies were conducted on samples taken from four areas varying according to the expansion area. Experiments were performed to determine the values of Seismic velocity, Schmidt hardness, apparent porosity, uniaxial compressive strength, indirect tensile strength (Brazilian), modulus of elasticity and Poisson's Ratio on test samples which was prepared.

In light of the experimental data obtained, it was concluded that basalt stones can widely find the area of usage taking place of many materials in both traditional and architecture structures.

Being evaluated the test results by regression analysis, the relationships among the density of basalt, porosity, uniaxial compressive strength, indirect tensile strength, modulus of elasticity and Poisson's ratio were investigated depending on P - wave velocity and Schmidt hardness being a non-destructive test method.

As conclusion, highly correlated ($R^2= 0,91 - 0,79$) ($R^2= 0,97- 0,84$) and significant relationships were obtained between the values of P - wave velocity and Schmidt hardness determined by non-destructive test methods and the other rock properties (Density, Indirect tensile strength, Uniaxial compressive strength, Apparent porosity, Seismic velocity, Elasticity modulus and Poisson's ratio).

Keywords: basalt ; material properties ; P – Wave velocity; schmidt hardness; nondestructive methods

ÇİZELGE LİSTESİ

| <u>Çizelge No</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kayaçların lokasyon ve jeolojisi | 21 |
| Çizelge 4.1. Yoğunluk deney verileri | 25 |
| Çizelge 4.2. Sismik Hız (P-Dalga) Deney Verileri..... | 26 |
| Çizelge 4.3. Görünür Gözeneklilik ve Boşluk Oran Verileri | 27 |
| Çizelge 4.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deney verileri | 28 |
| Çizelge 4.5. Schmidt Çekici Sertliği Deneyi Verileri..... | 29 |
| Çizelge 4.6. Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian) Deney Verileri..... | 30 |
| Çizelge 4.7. Elastisite Modülü ve Poisson Oranı..... | 31 |
| Çizelge 4.8. Test sonuçları | 33 |
| Çizelge 4.10. Regresyon analiz sonucu (P – dalga hızı)..... | 47 |
| Çizelge 4.11. Regresyon analiz sonucu (Schmidt çekici sertliği)..... | 48 |

ŞEKİL LİSTESİ

| <u>Sekil No.</u> | <u>Sayfa</u> |
|--|--------------|
| Şekil 2.1. Bazaltın zeminde; kaldırım, drenaj oluğu, yol kaplaması olarak kullanılması | 6 |
| Şekil 2.2. Konkasör şantiyesi ve kırılmış bazalt agregası..... | 8 |
| Şekil 2.3. Ulu Camii avlusu ve dışarıdan görünüşü..... | 9 |
| Şekil 2.4. Ulu Cami duvarında orijinal sıralar yanına dokuya uymayan sıraları..... | 9 |
| Şekil 2.5. Kasım Padişah Camii (Dört Ayaklı Minare) | 10 |
| Şekil 2.6. Meryem Ana Kilisesi dış ve iç görünümü..... | 11 |
| Şekil 2.7. Saint George Kilisesi İç Kale içinden ve dışından görünüş..... | 11 |
| Şekil 2.8. Hasan Paşa Hanı..... | 12 |
| Şekil 2.9. Cahit Sıtkı Tarancı ve Ziya Gökalp evi..... | 13 |
| Şekil 2.10. Bazalt eyvan ve avlu..... | 14 |
| Şekil 2.11. Gözeneksiz bazalt taş ile yapılmış eyvan ve avlu havuzları..... | 14 |
| Şekil 2.12. Cam süslemeli iç cephe duvar örnekleri..... | 15 |
| Şekil 2.13. Gözenekli duvar kaplaması ve zemin döşemesi..... | 15 |
| Şekil 2.14. Gazi Köşkü (Seman Köşkü) | 16 |
| Şekil 2.15. Cahit Sıtkı Tarancı Evi..... | 17 |
| Şekil 2.16. Ziya Gökalp Evi..... | 17 |
| Şekil 2.17. Ulu Beden genel görünüş.(A.Gabriel) | 18 |
| Şekil 2.18. Diyarbakır Sur haritası..... | 19 |
| Şekil 2.19. Dicle Vadisinden görünüş Dış Kale..... | 19 |
| Şekil 3.1. Deneyde Kullanılan Numunelerin Genel Görünüşü..... | 22 |
| Şekil 4.1. P–dalga hızının Birim hacim ağırlığa göre değişimi | 35 |
| Şekil 4.2. P–dalga hızının Gözenekliliğe (Porozite) göre değişimi..... | 36 |
| Şekil 4.3. P–dalga hızının Tek eksenli basınç dayanımına göre değişimi..... | 37 |
| Şekil 4.4. P–dalga hızının Dolaylı çekme dayanımı (Brazilian) göre değişimi..... | 38 |
| Şekil 4.5. P–dalga hızının Elastisite modülüne göre değişim..... | 39 |
| Şekil 4.6. P–dalga hızının Poisson oranına göre değişimi..... | 40 |
| Şekil 4.7. Schmidt sertliğinin Birim hacim ağırlığına göre değişimi..... | 41 |
| Şekil 4.8. Schmidt sertliğinin Gözeneklilik (Porozite) 'ye göre değişimi..... | 42 |
| Şekil 4.9. Schmidt sertliğinin Tek Eksenli Basınç Dayanımına göre değişimi..... | 43 |
| Şekil 4.10. Schmidt sertliğinin Dolaylı Çekme Dayanımına göre değişimi..... | 44 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.11. Schmidt sertliğinin Elastisite Modülüne göre değişimi | 45 |
| Şekil 4.12. Schmidt sertliğinin Poisson Oranına göre değişimi..... | 46 |

KISALTMA ve SİMGELER

| | |
|-------------|-------------------------------|
| m^3 | : Metreküp |
| mm | : Milimetre |
| cm^3 | : Santimetreküp |
| gr | : Gram |
| g | : Yerçekimi ivmesi |
| kg | : Kilogram |
| n | : Gözeneklilik |
| σ_t | : Dolaylı Çekme Dayanımı |
| σ_c | : Tek Eksenli Basınç Dayanımı |
| N | : Newton kuvveti |
| R^2 | : Korelasyon katsayısı |
| $^{\circ}C$ | : Santigrat derece |
| E | : Elastisite |
| SS | : Schmidt Çekici Sertliği |
| ν | : Poisson Oranı |

1. GİRİŞ

Ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi geniş bazalt lavları ile örtülüdür. Diyarbakır Karacadağ bazaltı ise yer yer 150 metre kalınlığa varan, 10 000 km²lik bir alanda kuzey-güney yönlü bir elips şeklinde yayılma gösterir. Diyarbakır şehri de bu bazaltlar üzerinde bulunmaktadır.

Bazalt, akıcı ve bazik lavların soğuma yüzeyine dik olarak beş ve altı kenarlı sütunlar şeklinde katılaşması ile oluşmuştur. Koyu gri-siyah arasında değişen renklere sahiptir. Bazalt su emme, paslanma, dona, darbelere ve sürtünmelere karşı çok dayanıklıdır. Renk değiştirmez ve aşırı derecede camsı niteliği yoktur. Bu nedenle de uzun süre yapıda leke ve kılcal çatlaklar oluşmaz. Asitlere karşı dayanıklıdır. Bu özelliklerinden dolayı yapılarda bolca kullanılmıştır (Erkan, 1995).

Kente hangi yönden bakılırsa bakılsın bazalt taşının hâkim olduğu bir yapıya sahip olduğu gözlenir. Yöresel bir malzeme olan Bazalt, doğal taşlar sınıflandırılmasında volkanik kayalar arasında yer alarak (Güneli ve Aluçlu, 2009) ve bölgede bol miktarda bulunması nedeniyle binlerce yıldır yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. Yaklaşık 9000 yıllık geçmişi ile 5,5 km uzunluğa sahip surlar, camiler, hanlar, hamamlar, medreseler, evler ve yollarda ana malzeme olarak bazalt taşı kullanılmıştır. İşlenmesi gözeneksiz oranla nispeten daha kolay olan gözenekli bazalt taşı (halk dilinde dişi taş) avlu ve eyvan döşemeleri ile taşıyıcı olmayan ara duvarlarda kullanılmıştır. Gözeneksiz ve daha dayanıklı olan bazalt taşı (halk adinde erkek taş) ise duvarlarda, sütunlarda, sütun başlıklarında, sövelerde, eşiklerde, havuz kenarlarındaki profillerde, bingilerde, ayı başlarında, saçak altlarında ve çörlenlerde kullanılmıştır (Tekin, 1997).

Fiziksel ve mekanik özelliklerinden dolayı yüksek dayanımı olan bazalt taşı, doğada yaygın olarak bulunan bir volkanik kayaç grubunu teşkil ettiği, çok sert, yoğun ve mukavemeti yüksek bir kayaç olduğu için günümüzde yapı taşı olarak kullanılmasının yanı sıra endüstride de farklı kullanım alanına sahiptir. Bununla birlikte Diyarbakır ve yakın çevresinde bazalt çıkaran ve işleyen fabrikaların sayısında artış görülmüştür (Halifeoğlu ve Dalkılıç, 2002).

Günümüze kadar Diyarbakır yöresi bazaltlarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Acar, 2002; Işık, 2008; Dursun, 2002). Ancak Diyarbakır bazaltları buldukları yere bağlı olarak fiziksel ve mekanik özellikleri büyük değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle gerek depremsellik ve gerekse mimari çalışmalarda kullanılmak üzere Diyarbakır tarihsel yapılarının herhangi birinde kullanılan bazalt taşının özelliklerinin belirlenmesi ancak bu yapılardan karot numuneleri olarak belirlenebilmektedir. Bu durum ise hem zor ve pahalı, hem de yapıyı tahrip ettiği için büyük bir dezavantaj olmaktadır. Oysa günümüzde yapıyı tahrip etmeden (tahribatsız) yapı taşının özelliklerinin belirlenebileceği çalışmalar yapılabilmektedir.

Bu çalışmada; Diyarbakır tarihi mekânlarının yapımında kullanılan bazalt taşlarının, bazı özelliklerinin tahribatsız deney yöntemiyle güvenilir bir biçimde tahmin edilebilirliği amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle Diyarbakır'ın 4 farklı bölgesinden alınan 18 değişik bazalt numunelerinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri laboratuvarında belirlenmiştir.

Tekli regresyon analiz yöntemi kullanılarak, bazaltların yoğunluk, tek eksenli basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı, görünür gözeneklilik, elastisite modülü ve poisson oranı, tahribatsız olarak belirlenebilen P-dalga hızı ve schmidt çekici sertliğine bağlı olarak belirlenebileceği bağlantılar elde edilmiştir.

2. BAZALTLARIN GENEL ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

2.1. Bazalt

Bazalt doğada en yaygın olarak bulunan volkanik kayaç grubunu teşkil eder. Çok geniş alanlarda yayılıma sahip lav akıntıları olup, bazen yüzlerce kilometrekarelik alanları kaplayacak şekilde (plato bazaltları) bulunabilirler. Bu tür lav akıntılarının kalınlığı, üzerinde aktığı topografyaya da bağlı olarak metre veya kilometre düzeyinde olabilir. Bazaltlar ayrıca subvolkanik koşullar altında gelişmiş dayk, silt ve baca dolguları şeklinde de bulunabilirler.

Koyu siyah renkli, ufak kristalli veya camsı, volkanik bir kayaç olup, gabronun yüzey tipidir. Bileşiminde plajyoklaz (labrador, andezin, oligoklaz veya albit), ojit, olivin, nadiren kuvars, manyetit ve ilmenit bulunur. Bunlar koyu siyah renkli camsı bir hamur içindedir. Gözle ancak iri mineraller ve örneğin; olivin, kuvars, ojit ve plajyoklaz fark edilir.

Bazalt lavları volkanlardan çıkarken içerlerindeki gazlar uçar ve taşın içinde boşluklar oluşur. Bu türlere boşluklu bazalt denir. Bu boşluklar çeşitli minerallerle dolar. Bazaltın birçok türü vardır ve bunlara içindeki feldspatın cinsine göre isim verilir. Bazaltlar yeryüzünde dayk, silt, örtü, akıntı gibi pek çok halde bulunur. Türkiye'de bazaltlara spilit, pilow lavı, akıntı veya geniş platolar ve örtüler halinde pek çok yerde rastlanır. Bunların büyük bir kısmı Miosen sonrası ve Kuvaterner başındaki püskürmelerle oluşmuştur (Ünsal, 1993).

Türkiye'de Diyarbakır, Elazığ, Gaziantep, Kastamonu, Kahramanmaraş, Sivas, Çorlu, Şanlıurfa, Manisa ve Ankara-Kızılcahamam bölgesinde bazalt ve dayk yayılımları bulunmaktadır.

2.2. Bazaltın Yapısı ve Diyarbakır Bazaltının Genel Özellikleri

2.2.1. Fiziksel Özellikleri

En yoğun taşlardan sayılan bazaltın özgül ağırlıkları 2,3-2,9 arasında değişir ise de bazı çeşitlerinin 3,3'e kadar yükselir. Çeşitli türlerdeki bazaltlar gayet sağlam ve ocaktan çıkarılması oldukça kolay olmalarına rağmen çok ağır ve sert oluşları, renk ve görünüşleri, kullanılışlarını sınırlar.

Volkanik bir taş olan bazalt, akıcı ve bazik olan lavların soğuma yüzeyine dik olan beş ve altı kenarlı sütunlar şeklinde katılaşması ile oluşur. Ayrıca bu çeşit lavların hava ile temas eden dış kısımları ve akıntı uçları boşluklu olabilir. Bu durum taşta bir curuf görünümü verir. Soğumakta olan lavdan çıkan gaz tanecikleri bu boşlukların oluşumunu sağlar. Taşın iç kısımlarına gidildikçe boşluklar küçülür ve sayıları azalır.

2.2.2. Renk

Karacadağ volkanitleri genellikle koyu gri-siyah renk arasında değişen renklere sahiptir. Volkan camı içeriği fazla olan bazaltlar holokristalin bazaltlara kıyasla daha siyah ve koyu kahverengi bir renge ve taze kırılmış yüzeylerinde mat bir görünüme sahiptir. Diğerleri ise biraz daha açık renkler gösterebilirler. Krolitleşme ve epidotlaşmaya bağlı olarak yeşilimsi renkler de ortaya çıkabilir. Demir içeren minerallerin oksidasyonu ile kahverengi, kırmızımsı kahverengi bir renk de gösterebilirler (Ketin, 1982).

2.2.3. Dokusal Özellikleri

Bazaltların büyük çoğunluğu porfirik dokuludur. Plajiyoklaz, ojit ve olivin fenokristalleri bazen gözle tanınabilecek kadar büyüktür. Feenokristaller idiomorf veya hipidiyomorf şekiller gösterir. Kayaç genellikle holokristalin bir hamura sahiptir. Ayrıca küçük feldspat çubuklarının araşma yine küçük ojit tanelerinin dolması sonucu gelişen ofitik doku veya volkancamının bulunması ile intersertal doku da görülür. Kısmen veya tamamen volkan camı içeren bazaltlara da rastlanır.

Bazaltlarda mikroskobik ölçekten desimetreye kadar değişebilen boyutlarda gaz boşluklarına sıkça rastlanır. Bu boşlukların küresel, oval, lavın akma yönüne paralel uzamış veya düzensiz şekillere sahip olabilir. Akma ve soğuma yüzeyine dik olarak gelişen ve kayacın sütun şeklinde bölünmesine yol açan soğuma çatlakları diğer volkanik kayaçlarda da görülmekle beraber bazalt için tipik dokusal bir özelliktir (Ercan, 1991).

Volkanik kayaçlar, magmanın yeryüzüne oldukça yalın derinliklerde katılaşması ile oluşurlar. Volkanik kayaçların esas kaynağı olan magma, herhangi bir tektonik olay sonucu açılan çatlak, yarık veya bir kanal aralığı ile yeryüzüne kadar ulaşır. Eski

Diyarbakır evlerinde esas yapı malzemesi, yörede bol bulunan volkanik taş olan bazaltdan yapılmıştır (Oral,1993).

Magmanın akıcı özellikte olması, sıvı çözeltilerce zengin olması ve yüksek sıcaklık ve basınç altında bulunması gibi nedenlerle, akıcı özellikteki henüz katılaşmamış olan magma yeryüzüne kadar ulaşır. Yeryüzüne ulaşan sıvı magma, derindeki fizikokimyasal koşullar ve sıcaklığın ani bir düşme göstermesiyle birlikte atmosferik koşullarda ani bir soğumaya uğrar. Katılaşan lavlar (volkanik kayalar) ortam koşulları nedeniyle camsal veya yan camsal dokular kazanır. Yeryüzünde rastlanan çeşitli volkanik kayalar, bileşimindeki SiO₂ (kuvars) oranına göre; bazaltik (%50 SiO₂), andezitik (%60 SiO₂) ve riyolitik (%70 SiO₂) kayalar olarak üç gruba ayrılırlar. Karacadağ volkanitleri bazaltik lavlar ve çok seyrek gözlenen piroklastiklerden oluşmuştur. Eski volkanik bir dağ olan Karacadağ'm püskürttüğü lavların sonucu oluşan bazalt taşının mineralojik bileşimindeki temel elementler; Si, Fe, Mg, Al, Ca, Na, K ve Ti olup genellikle orta derecede alkalın nitelikte olduğu bilinmektedir (Bağırsakçı vd, 1995).

Bazalt koyu gri-siyah arasında değişen renklere sahiptir. Volkan camı içeriği fazla olan bazaltlar holokristalin bazaltlara kıyasla daha siyah veya koyu kahverengi bir renge ve taze kın İmiş yüzeylerinde mat bir görünüme sahiptir. Diğerleri ise biraz daha açık renkler gösterirler.

Krolitleşme ve epidotlaşmaya bağlı olarak yeşilimsi renklere ortaya çıkabilir. Demir içeren minerallerin oksidasyonu ile kahverengi, kırmızımsı kahverengi bir renk de gösterebilirler. Bazalt su emmez, dona, darbelere ve sürtünmelere karşı çok dayanıklıdır. Renk değiştirmez. Aşın derecede camsı niteliği yoktur. Bu nedenle de uzun süre yapıda leke ve kılcal çatlaklar oluşmaz. Asitlere karşı dayanıklıdır. Bu özelliklerinden dolayı yapılarda bolca kullanılmıştır (Erkan, 1995).

2.3. Bazaltın Endüstride Kullanım Alanları

Büyük oranda yapı mühendisliğinde olmak üzere bazalt endüstrinin çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Bazaltın oluştuğu ocaktan başlayarak çeşitli kademelerden geçmekte ve nihai kullanıma ulaşmaktadır. Bazalt, doğada yaygın olarak bulunan bir volkanik kayalar grubunu teşkil ettiği ve çok sert, yoğun ve mukavemeti yüksek bir kayalar

olduğu için endüstride birçok alanda uygulama alanı bulur. Bunlardan bir kısmı da Şekil 2.1’de belirtilmiştir.



Şekil 2.1. Bazaltın zeminde; kaldırım, drenaj ve yol kaplaması olarak kullanılması.

2.3.1. Bazaltın Agrega Olarak Kullanılması

Bazalt kimyasal etkenlere karşı dayanıklı bulunması dolayısıyla sanayi, inşaatta döşeme, kaplama ve tesisat malzemesi olarak kullanılır. İnşaat sektöründe yapı malzemesi ve kaplama malzemesi olarak da bazalt kullanılmaktadır. Genel olarak beton agregalarının, harçtan en uygun şekilde yararlanılabilecek granülometriye sahip, sert, sağlam harici tesirlere dayanıklı, kimyaca zararlı maddelerle ve kille sarılı bulunmaması gereklidir (Önen, 1992).

2.3.2. Bazaltın Karayollarında Kullanılması

Diyarbakır Karayolları Genel Müdürlüğü, bazaltı kırma taş olarak yol maddesi ve çimento harcı için, asfalt çalışmalarında kullanmaktadır. Kullanılan bazalt kırılır ve elek boylarına göre sınıflandırılır. Fiziksel ve kimyasal özelliklerinin jeoteknik etüd şartnamesine uygun olması koşuluyla kullanılabilir.

2.3.3. Bazaltın Mermer Sektöründe Kullanılması

Sert mermer grubu içerisinde yer alan bazalt kayaç grubu (bazalt) diğer karbonat grubu mermerlere oranla iki kat daha sert aşınma ve aside karşı yüksek dayanımlı kesilebilir ve iyi cila kabul edebilen, koyu renkli albenisi gibi özellikleri ile geniş ve aranan kullanım alanları bulurlar (Uz, 1990).

2.3.4. Bazaltın Granül Malzeme Olarak Kullanılması

Bazalt, granül malzeme olarak en çok çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır.

2.3.5. Bazaltın Endüstrideki Diğer Kullanım Alanları

Bazalt endüstride değişik şekillerde işlenerek bir çok kullanım alanına yayılmış durumdadır bunlardan bazıları işleme ve şekilleri ve kullanım alanları ile aşağıda belirtilmektedir.

- Bazalt eritilir; kalıplara dökülür ve soğuması sırasında bazı tedbirler alınarak billurlaşması sağlanabilir (Ribbe Metodu). Bu suretle, bütün özellikleri ile ve hatta daha yüksek nitelikte tabii bileşimle eritme bazalt elde edilmiş olur. Eritme bazaltın yapısı daha homojen olduğundan çekme direnci doğal bazalta oranla daha yüksektir. Elektrik direnci de çok yüksek olduğundan yüksek gerilimle maruz yerlerde, örneğin elektrikli tren tesisatında, izolasyon malzemesi olarak kullanılır. Kimyasal etkenlere karşı dayanıklı bulunması dolayısıyla inşaatta sanayi döşeme, kaplama ve tesisat malzemesi olarak kullanılır.
- Kırma taş olarak yol maddesi, (asfalt çalışmaları ve çimento harcı için)
- Demiryolu balastı, çatı örtme sistemlerinde (Eritme bazaltın yapısı daha homojen olduğundan çekme direnci doğal bazalta oranla daha yüksektir. Bu yüzden balast malzemesi olarak dayanımı fazla olan bazaltlar tercih edilir),
- Barajlarda rip-rap malzemesi olarak, göletlerin kapaklarında kaya dolgu olarak.
- Nükleer reaktörlerin çimento kalkanlarında kullanılan yüksek yoğunluğa sahip harçların yapımında kullanılır. (Eritme bazaltın yapısı daha homojen olduğunda çekme direnci doğal bazalta oranla daha yüksektir. Elektrik direnci çok yüksek olduğundan yüksek gerilimlere maruz yerlerde, örneğin elektrikli tren tesisatında, izolasyon malzemesi olarak kullanılır.)
- Konkasörde kırıldıktan sonra bazalt agregası, baraj veya gölet dolgularında filtre olarak kullanılır.



Şekil 2.2 Konkasör şantiyesi ve kırılmış bazalt agregası

2.4. Yapımında Bazalt Taşının Kullanıldığı Tarihi Yapıların İncelenmesi

2.4.1. Diyarbakır Camii, Kilise ve Hanlarda Yapı Sanatı

19.y.y. endüstri devrimine kadar tüm uygarlıklar, yapı dalında genelde yığma adı verilen yöntemi kullandılar. Bu basit bir tabirle taşı taşın üstüne koymak, arada bağlayıcı (harç, çamur vb.) kullanmak demektir. İncelenen tarihi yapıların tamamının temelleri de yığma yöntemi ile yapılmış, malzeme olarak taş, bağlayıcı olarak da kireç harcı kullanılmıştır. Pencere, kapı gibi düşey açıklıklar (düşey elemanlardaki açıklıklar) lento ve kemerlerle, yatay açıklıklar ise (yatay gelişen örtüler) tonoz, kubbe ve düz örtülerle kapatılmıştır.

Taşın olmadığı yerlerde bu açıklıklar sağlam kavak ağaçları kullanılmıştır. Bu uygulama bazalt ocaklarının oldukça fazla olduğu Diyarbakır'da da yapılmıştır. Bunun sebebi ise bu yöntemin daha ekonomik olmasıdır. Diyarbakır'da bulunan nitelikli tarihi yapıların büyük çoğunluğunda kapı, pencere açıklıkları (uzunlukları ne olursa olsun) iki ucu mesnetlere oturan bazalt lentolar la geçilmiştir. Yine açıklığı fazla olmayan ekonominin düşünüldüğü yapılar üstü bazalt ve tuğla ile yapılmış kubbe, tonoz ve kemerlerle örtülmüştür.

Diyarbakır'ın günümüze ulaşan en eski yapısı Viran Tepe'yi çeviren sur ve burçlardır. Bunu Saint George Kilisesi izler. Bu yapılar incelendiğinde uygulanan taş işçiliğinin o dönemlerde çok gelişmiş olduğunu göstermektedir. Bazalt taş yüz ve yanları gönyelerinde yonulmuş, aralarında harç görünmeyecek kadar yanaştırılarak (akça geçmez veya ince yonu) örülmüştür. Taslak taşlar biraz daha prizmatikleştirilerek, yüz açılmasıyla (ön yüzünü düzelterek) yan yana harçla tutturularak sıralı moloz taş örgü ikinci planda uygulanmıştır. Daha özensiz, arada kalan (iki yüzü de sıvanan iç duvar) veya ince yonulu dış duvarın iç yüzünde uygulanmıştır (Tuncer, 2002).

2.4.1.1. Ulu Camii

Yapım tarihi bilinmeyen Ulu Camii Anadolu'nun en eski camilerindedir. 639 yılında Diyarbakır'ın Müslümanlar tarafından fethedilmesi ile MarToma Kilisesi camiye dönüştürülmüştür ve bu güne kadar da camii olarak kullanılmıştır.



Şekil 2.3 Ulu Camii avlusu ve dışarıdan görünüşü

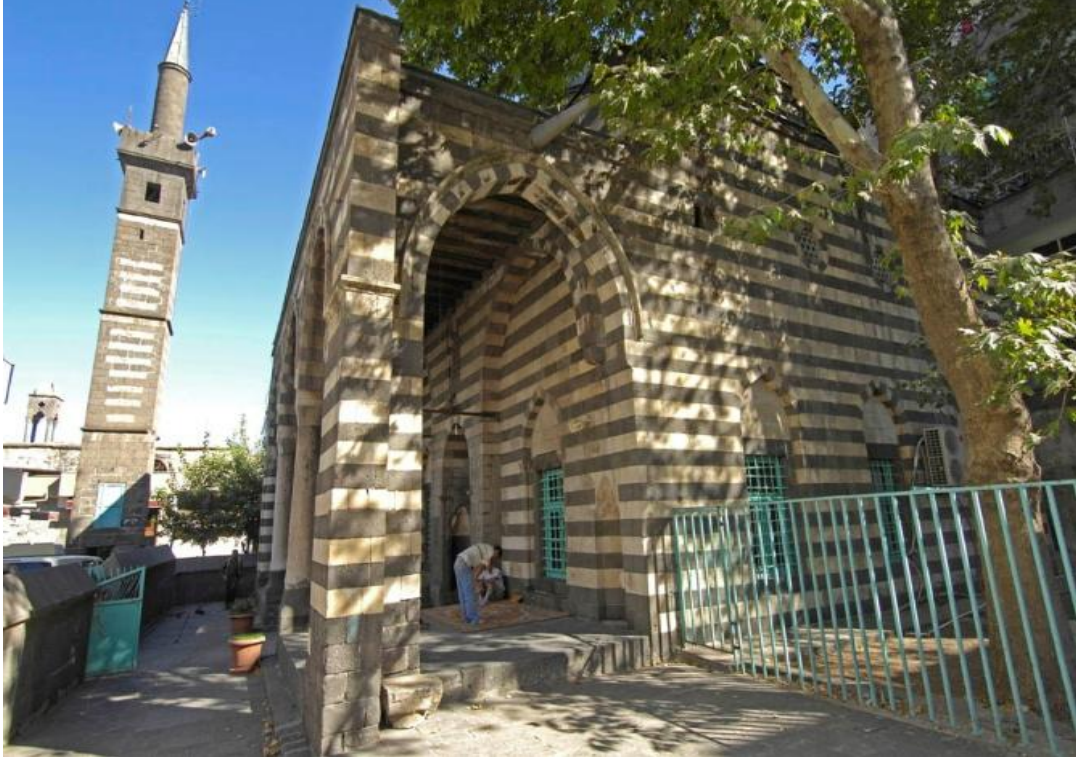
Yapının Doğu, Batı ve Kuzey taraflarındaki sütun ve sütun başları hariç hemen hemen tamamında gözenekli ve gözeneksiz bazalt taşı kullanılmıştır.



Şekil 2.4 Ulu Camii dış duvarında orijinal sıralar yanına dokuya uymayan örgü sıraları ve çimento harcı derzli iç avlu döşeme

2.4.1.2. Kasım Padişah (Şeyh Metar, Dört Ayaklı) Camii

Minaresi üzerindeki kitabesinden Akkoyunlu Sultanı Sultan Kasım tarafından 1500 yılında yaptırıldığı belirtilmektedir. Camiden daha sanat eserli minare; siyah, gözeneksiz bazalt kullanılmıştır.



Şekil 2.5 Kasım Padişah Camii (Dört Ayaklı Minare)

2.4.1.3. Meryem Ana Kilisesi

Diyarbakır'da Ortodoks Süryanilere ait olan bu kilisenin yapım tarihi bilinmemektedir. Diyarbakır ve yakın çevresinin en önemli tapınaklarından biridir. Kilise; Mor Yakup kutsal alanı, 4 avlu, derslik ve lojmandan oluşur. Tamamında siyah gözenekli ve gözeneksiz bazalt taş kullanılmıştır.



Şekil 2.6 Meryem Ana Kilisesi dış ve iç görünümü

2.4.1.4. Saint George Kilisesi

İçkale'nin kuzeydoğu ucunda, Dicle vadisine bakan sert uçurumun üstünde sur duvarlarıyla bir bütün olacak şekilde kurulmuştur. Bazalt kemer ayaklarının önü yuvarlak mermer sütunlarla desteklenmiştir.



Şekil 2.7 Saint George Kilisesi; İç Kale içinden ve dışından görünüş

2.4.1.5. Hasan Paşa Hanı

Hasan Paşa Hanı, Diyarbakır Ulu Camisi'nin doğu yönü karşısında, Gazi Caddesi üzerinde 1572 – 1575 yılları arasında yapılmış, bir Osmanlı yapısıdır. Han bodrum (ahır), zemin kat (dükkânlar) ve üst kat (odalar) olmak üzere 3 katlı inşa edilmiştir. Han içine basık kemerli bir kapıdan geçildikten sonra beşik tonozlu bir kısma oradan da avluya çıkılmaktadır. Bazalt ve kireç taşı sıralarının yatay olarak cephelerde kullanılması, yapıyı olduğundan uzun göstermiştir. Yapıyı yukarıda taş konsollar üzerine oturan bir silme sınırlamış ve geride han odalarının kubbeleri görülmektedir. Avlunun ortasında bezemesiz başlıklara oturan beşi mermer biri bazalt, altı sütunlu, üstü kubbeli bir şadırvan yer almaktadır. Hafif sivri kemerli, sütunlara dayanan iki katlı revakların avluya bakan yüzleri, tamamen iki renkli taş sırasıyla zenginleştirilmiştir (Beysanoğlu, 2003).



Şekil 2.8 Hasan Paşa Hanı

Yapının cephe duvarlarının tamamında gözenekli – gözeneksiz kesme bazalt taş ile beyaz kireç taşı kullanılmıştır. Taşların sıra yükseklikleri birbirine oldukça yakındır ve 35 cm' yi geçmez. Uzunlukları 40 – 70 cm, kalınlıkları ise 15 – 30 cm dir. Yapıda malzeme olarak dikkat çeken ise zemin kattaki gözeneksiz bazalt sütunlardır. 2,50 metre yüksekliğinde ve 40–45 cm çap aralığındaki tek parça sütunlar, bazalt taş işçiliğinin en iyi örneklerindedir.

2.4.1.6 Diyarbakır Evleri

Tamamında bazalt taşının kullanıldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 2.9 Cahit Sıtkı Tarancı ve Ziya Gökalp evi

Diyarbakır evlerinin birinci derece önemli unsuru eyvandır. Eyvanlar genellikle kuzey yönüne açık bir yaz odasıdır. Eyvan döşemeleri dışı (gözenekli) bazalt taşı ile yapılır. Eyvan duvarları yarıya kadar gözenekli taş ile örülüdür. Üst kısım ise moloz taş ile örülüp sıvandıktan sonra beyaz kireç badanalıdır.



Şekil 2.10 Bazalt eyvan ve avlu

Diyarbakir evlerinin vazgeçilmezlerinden biri de havuzlarıdır. Su kaçırmaması ve yosunlaşmayı azaltmak için gözeneksiz bazalt taşla yapılırlar. Avludaki havuzlar genelde avlu zeminini bir bordür yüksekliğinde geçer. Derinlikleri fazla olmamakla birlikte yuvarlak, sekizgen, dikdörtgen şekillerindedir.



Şekil 2.11 Gözeneksiz bazalt taş ile yapılmış eyvan ve avlu havuzları

2. Bazaltların Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Odalarda yüklük, baca ve bazı evlerde ise ocak bulunur. Oda döşemeleri üst katlarda horasan harçlı sıva veya gözeneksiz bazalt taş döşeme, zemin katta ise gözeneksiz bazalt taş döşemedir. Zemin gözeneksiz bazalt taş ile döşelidir. Mutfaklarda ayrıca ısıya karşı çok dayanıklı olan gözenekli bazalt taş ile yapılmış ocaklar da mevcuttur.

Diyarbakır Sur içi yapılarında ana gereç gözenekli (dişi taş) püskürük bazalt taşıdır. Magmanın soğuma hızına göre gözenekler azalınca daha rijitleri (erkek taş) oluşur. Bunlar az bulunduğu, görsel olarak güzel ve sağlam oldukları için kolon, söve, eşik gibi yerlerde kullanılırlar (Tuncer, 2002).



Şekil 2.12 Cas süslemeli iç cephe duvar örnekleri



Şekil 2.13 Gözenekli duvar kaplaması ve zemin döşemesi

2.4.1.7 Gazi Köşkü (Seman Köşkü)

15. yy.da inşa ettirilmiş olan yapı Akkoyunlu mimarisinin tipik özelliklerini taşımaktadır. Atatürk'ün Diyarbakır da kaldığı zamanlarda konakladığı köşktür. Seman köşkü sur dışında Mardin kapısı ile On Gözlü Köprü arasında Dicle'ye hâkim bir sırt üzerindedir. Cepheler bir sıra bazalt bir sıra beyaz taşlarla örülüdür



Şekil 2.14 Gazi Köşkü (Seman Köşkü)

2.4.1.8. Cahit Sıtkı Tarancı Evi (Müzesi)

Diyarbakır sivil mimarisinin en güzel örneklerinden biri olarak günümüze ulaşmıştır. Haremlik ve selâmlık olarak inşa edilen evin selâmlık kısmı sonradan yıkılmıştır. İki katlı bir yapıdır ve kesme siyah bazalt taşından inşa edilmiştir.

Bu binada içe dönük mimari plan uygulanmış olup, cepheler iç avluya bakmaktadır. Tek katlı ahşap giriş kapısı dar bir koridorla avluya açılmaktadır. Binada mekânlar, iklim şartlarına uygun olarak mevsimlere göre cephelere yerleştirilmiştir.



Şekil 2.15 Cahit Sıtkı Tarancı Evi

2.4.1.9. Ziya Gökalp Evi (Müzesi)

İki katlı bu yapıda malzeme olarak siyah bazalt taşı kullanılmıştır. Haremlik ve selâmlık olmak üzere iki bölüm halindedir ve mekânlar ortadaki iç avlunun etrafına yerleştirilmiştir.

Cephelerden biri iki kemerli, revaklı, bir eyvan şeklindedir ve bu bölümdeki havuz ile serin bir oturma mekânıdır (Erginbaş, 1952).



Şekil 2.16 Ziya Gökalp Evi

2.4.1.10. Surlar

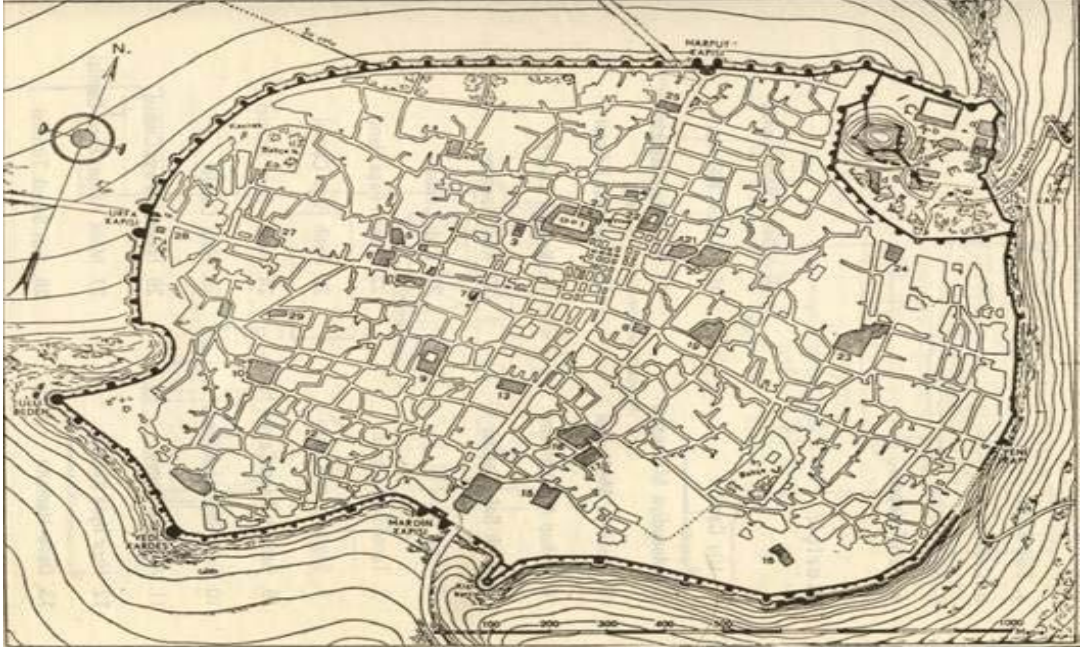
Diyarbakır, Anadolu'da binlerce yıldan beri birçok medeniyetin canlı izlerini taşıyan bir tarih, kültür ve sanat hazinesidir. M.Ö. 9000 yıllarında Çayönü'nden başlayan ve günümüze kadar gelen, sadece bölgede değil, Dünya tarihinde de önemli roller oynayan birçok uygarlık bu yörede değerli eserler bırakmışlardır. Bu eserlerin başında "Diyarbakır Surları" gelir.



Şekil 2.17 Ulu Beden genel görünüş. (A.Gabriel)

Diyarbakır'ın tarihi surlarını, estetik perspektiften değerlendirmek farklı bir özellik taşır. Yaklaşık 9000 yılı aşkın bir geçmişe sahip Diyarbakır surları o günden günümüze, tarihi, kültürel, estetik ve sanatsal şahsiyetine dokunulmasına izin vermeden ulaşabilmeyi başarmıştır. Çağların olanca tahribatına, yok ediciliğine, yıkımına karşın kendini korumasını bilmiş en etkili estetik görünümüyle Diyarbakır'ı "Müze Şehir" haline getirmiştir (Değertekin, 1995).

Eski Diyarbakır şehrini kuşatan kaleye Diyarbakır Surları denmektedir. Çin Seddi'nden sonra dünyanın en uzun, en geniş ve sağlam surlarından biri olduğu kabul edilir. Kale, Karacadağ'dan Dicle'ye uzanan geniş bazalt yaylanın doğu ucuna kurulmuştur. Genel olarak kalkan balığı biçimini andıran Diyarbakır Kalesi, Dış Kale ve iç Kale olarak iki bölümden meydana gelmektedir (Sözen, 1971).



Şekil 2.18 Diyarbakır Sur haritası

Doğal bir savunma noktasında yer almayan Diyarbakır, etrafını kuşatan sur duvarları sayesinde tarihi boyunca en iyi korunan kale kentlerden biri olmuştur. Osmanlı döneminde Uç kenti olma özelliğini kaybetse de savunma sistemi varlığını sürdürmüştür. Kara bazalttan yapılmış olan Surlar, doğuda Dicle vadisinin sarp yamacı üzerinde yükselmekte, güneybatıda Benusen sel yatağına hâkim olup, kuzey ve kuzeybatıda hafif meyilli platoyu sınırlamaktadır. Diyarbakır kalesi Dış Kale ve İç Kale olmak üzere iki ana bölümden oluşmuştur (Beysanoğlu, 2001).



Şekil 2.19. Dicle Vadisinden görünüş Dış Kale

Diyarbakır yöresinde de geçmişten bu güne toprak üstü ve altında oldukça fazla bulunan bazalt kayaları çeşitli medeniyetler tarafından işlenerek yapılarda kullanılmıştır. Bunun sonucunda mimarlık ve taş işçiliği alanında yeni buluşlar ve gelişmeler karşımıza çıkmıştır. Eski tarihlerde tamamıyla el işçiliği ile şekle sokularak yapılarda kullanılan bazalt, günümüzde yeni teknoloji yardımıyla şekillendirilmektedir. Böylelikle taşların işlenmesinin kolaylaştığı gibi yapıların inşa süreleri de kısalmıştır.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Blok Numunelerinin Temini ve Deney Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışma kapsamında; blok numuneler Diyarbakır ilinin 4 farklı bölgesinin 18 değişik lokasyonundan alınmıştır (Çizelge 3 .1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kayaçların lokasyon ve jeolojisi

| Kayaç | Lokasyonu | Jeolojisi |
|----------------|-------------------------|------------------|
| 1,2,3,4,5,6 | Diyarbakır-Siverek Yolu | Magmatik |
| 7,8,9,10,11,12 | Diyarbakır-Fabrika Köyü | Magmatik |
| 13,14,15 | Diyarbakır-Devegeçidi | Magmatik |
| 16,17,18 | Diyarbakır-Silvan Yolu | Magmatik |

Blok numuneleri alınırken; her bir kaya birimi için gerekli olan tüm deney örneklerinin elde edilebileceği büyüklükte olmasını sağlayan bir yaklaşım esas alınmıştır. Bloklardan elde edilen numunelerin herhangi bir bölgesinde kırılma , alterasyon zayıflık zonunun olmayacak şekilde kontrolden geçilmiştir. Daha sonra bu blok örneklerinden hazırlanan standart test numuneleri ve testler bazaltik kayaçların temel fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için yapılmıştır. Bazaltik kayaçların temel fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek için bloklardan alınan karot numuneleri Kaya Mekaniği Uluslararası Derneği tarafından (ISRM) sunulan metotlara uygun olarak hazırlandı (Ulusoy, R. 2007).

Daha sonra ; yoğunluk , görünür gözeneklilik , basınç dayanımı , brezilya çekme dayanımı , young modülü, schmidt çekici , bazaltik kayaçların ve poisson oranı ve P-dalga hızı ISRM tarafından önerilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Gerilme deformasyon testlerinde servo kontrolü 3000 KN kapasiteli basınç makinası kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Deneyde kullanılan numunelerin genel görünüşü.

Dikey karot alma makinesi ile alınan karotlar ise karot kesme makinesi ile gerekli olan boy / çap oranlarında boyutlandırılmıştır. 54 mm çapında farklı numunelerde farklı sayılarda karotlar alınmıştır.

3.1.1. Yoğunluk Deneyi

Yoğunluğun belirlenmesi için karot numuneleri kullanılmıştır. Numune 12 saat fırında 105°C 'de kurutulduktan sonra 0,01 gr hassasiyetle tartılarak numunenin kuru ağırlığı kaydedilmiştir. Kuru ağırlığın hacime bölünmesi ile yoğunluk değeri elde edilmiştir.

Örnek hacmi, karotların kumpas ile ölçülen 3 adet çap ve uzunluklarının ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.1.2. Gözeneklilik (Porozite)

Gözenekliliğin (Porozite) oranların belirlenmesi için karot numuneleri kullanılmıştır. Numuneler 12 saat fırında 105°C 'de kurutulduktan sonra havadan nem almadan soğuması için 30 dk. Desikatörde tutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlığı belirlenmiştir.

Daha sonra aynı numune 12 saat boyunca su içinde bekletilerek suya doymun hale getirilip suya doymun ağırlığı belirlenmiştir. Suyu doymun ağırlıktan kuru ağırlık çıkarılarak boşluk hacim hesaplanmıştır. Gözeneklilik (Porozite) boşluk hacminin toplam hacime bölünmesi ile elde edilmiştir.

Örnek hacimi , karotların kumpas ile ölçülen 3 adet boy ve çap değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

3.1.3. P – Dalga Hızı Ölçümü

Kayaçların P – dalga hızı ölçümü ISRM tarafından önerilen metod ile Controls firması tarafından üretilen PUNDIT PLUS cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Frekansı 54 KHz olan iki dönüştürücü (biri alıcı , biri verici) kullanılmıştır. Bu sistemde dalga numunenin bir tarafından girip diğer tarafından alınmaktadır. P – dalga hız ölçümleri ISRM tarafından önerilen metoda uygun olarak 54 mm çap ve 110 – 115 mm uzunluğuna sahip karot örnekleri üzerinden yapılmıştır. Ultrasonik hız üzerinde kayaç tane boyutunun etkisi önemlidir. ISRM tarafından önerilen metoda göre kaya içinde dalganın yol aldığı mesafe kaya tane boyutunun en az 10 katı olmalıdır. Bu çalışmada kullanılan bazaltik kayaçlar 1,2 – 8,6 mm arasında değişen küçük tane boyutuna sahip ve gerekli standardı sağlayan 110 -115 mm uzunluğunda dalga hareket mesafesine sahiptir. Doğru bir ölçüm için numune yüzeyi ile dönüştürücülerin arasında boşluk kalmayacak şekilde dönüştürücü yüzeyi gres ile yağlanmıştır. Numune dönüştürücüler arasına yerleştirilerek numunenin bir ucundan diğer ucuna dalga geçiş süresi ölçülmüştür.

P – dalga hızı değeri öğreneğin boyununun dalganın geçiş süresine bölünmesi ile elde edilmiştir.

3.1.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı

Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımı ISRM tarafından belirlenen yöntemler ile ölçülmüştür (Ulusoy R., 2007). Tek eksenli basınç testleri 54 mm (NX) çap ve 110-115 mm bir uzunluğa sahip numune örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Gerilme hızı 0,5-1,0 MPa/s sınırları içinde uygulanmıştır. Her bir kayaç için 15 adet numune kullanılmıştır. Tek eksenli basınç dayanımı yenilme anında kaydedilen yükün karotun yüzey alanına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

3.1.5. Schmidt Sertliği

Kayaçların schmidt sertliği ölçümleri ISRM tarafından belirlenen yöntem kullanılarak yapılmıştır. N tipi schmidt çekici kullanılarak kayaç örneklerinin schmidt sertliği belirlenmiştir.

3.1.6. Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian)

Dolaylı çekme mukavemeti testleri 54mm (NX) çap ve 30 -35mm arasında bir uzunluğa sahip olan numune örnekleri üzerinde yapılmıştır. Numunelere uygulanan yükleme hızı 200 N / sn olarak belirlenmiştir. Her bir bazalt çeşidi için 15 adet numune kullanılmıştır.

3.1.7. Elastisite Modülü ve Poisson Oranı (Gerilme – Deformasyon Testi)

Elastisite modülü ve poisson oranı , gerilme – deformasyon testleri 54 mm (NX) bir çap ve 110 – 115 mm arasında değişen uzunluğa sahip olan numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yükleme hızı 0,5 – 1,0 MPa / s sınırları içinde uygulanmıştır. Eksenel ve yanal deformasyon 0,0001 mm hassasiyetle deformasyon ölçülebilen ekstensometre kullanılarak ölçülmüştür. Deney sonucu elde edilen gerilme ve deformasyon değerleri kullanılarak Gerilme – Deformasyon eğrisi çizilmiştir. Young modülü ve tanjant poisson oranı , bu eğriden hesaplanmıştır.

4. SONUÇLAR

4.1.Yoğunluk Deneyi

ISRM standartlarına uygun olarak yapılan kayaçların yoğunluk deneyleri ,bölüm 3.3.1 'de anlatıldığı gibi yapılmıştır. Kayaç örneklerine ait deney verileri ve aritmetik ortalama değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yoğunluk deney verileri

| Numune No | B.H.A | Birim | N |
|-----------|-------|-----------------------|---|
| 1 | 2,71 | (gr/cm ³) | 3 |
| 2 | 2,69 | (gr/cm ³) | 3 |
| 3 | 2,25 | (gr/cm ³) | 3 |
| 4 | 2,43 | (gr/cm ³) | 3 |
| 5 | 2,40 | (gr/cm ³) | 3 |
| 6 | 2,34 | (gr/cm ³) | 3 |
| 7 | 2,21 | (gr/cm ³) | 3 |
| 8 | 2,49 | (gr/cm ³) | 3 |
| 9 | 2,63 | (gr/cm ³) | 3 |
| 10 | 2,29 | (gr/cm ³) | 3 |
| 11 | 2,60 | (gr/cm ³) | 3 |
| 12 | 2,31 | (gr/cm ³) | 3 |
| 13 | 2,10 | (gr/cm ³) | 3 |
| 14 | 2,10 | (gr/cm ³) | 3 |
| 15 | 1,91 | (gr/cm ³) | 3 |
| 16 | 2,02 | (gr/cm ³) | 3 |
| 17 | 1,89 | (gr/cm ³) | 3 |
| 18 | 1,72 | (gr/cm ³) | 3 |

4.2. P-Dalga (Sismik Hız) Deneyi

ISRM standartlarına uygun olarak yapılan sismik hız deneylerinde numunelerinin boyları üç farklı noktadan ölçülüp aritmetik ortalaması alınarak ortalama numune boyu hesaplanmıştır. Bölüm 3.3.3'de anlatıldığı üzere yapılan deneylerde elde edilen veriler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Sismik Hız (P-Dalga) deney verileri.

| Numune No | P - Dalga | Birim | N |
|-----------|-----------|-------|---|
| 1 | 5932 | m/s | 5 |
| 2 | 5520 | m/s | 5 |
| 3 | 4390 | m/s | 5 |
| 4 | 4407 | m/s | 5 |
| 5 | 4310 | m/s | 5 |
| 6 | 4340 | m/s | 5 |
| 7 | 4352 | m/s | 5 |
| 8 | 4317 | m/s | 5 |
| 9 | 4810 | m/s | 5 |
| 10 | 4051 | m/s | 5 |
| 11 | 4910 | m/s | 5 |
| 12 | 3917 | m/s | 5 |
| 13 | 3518 | m/s | 5 |
| 14 | 3480 | m/s | 5 |
| 15 | 3410 | m/s | 5 |
| 16 | 3200 | m/s | 5 |
| 17 | 2720 | m/s | 5 |
| 18 | 2610 | m/s | 5 |

4.3. Görünür Porozite

Görünür porozite deneyleri ISMR standartlarına göre yapılmıştır. Bölüm 3.3.2 'de anlatıldığı gibi yapılan görünür gözeneklilik (porozite) deney sonuçları Çizelge 4.3 ' te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Görünür gözeneklilik ve boşluk oran verileri.

| Numune No | Görünür Gözeneklilik | Birim | N |
|------------------|-----------------------------|--------------|----------|
| 1 | 0,91 | % | 3 |
| 2 | 1,57 | % | 3 |
| 3 | 5,94 | % | 3 |
| 4 | 5,92 | % | 3 |
| 5 | 5,43 | % | 3 |
| 6 | 5,33 | % | 3 |
| 7 | 4,78 | % | 3 |
| 8 | 4,85 | % | 3 |
| 9 | 2,84 | % | 3 |
| 10 | 5,92 | % | 3 |
| 11 | 3,80 | % | 3 |
| 12 | 6,04 | % | 3 |
| 13 | 7,70 | % | 3 |
| 14 | 6,92 | % | 3 |
| 15 | 7,73 | % | 3 |
| 16 | 8,03 | % | 3 |
| 17 | 8,16 | % | 3 |
| 18 | 12,95 | % | 3 |

4.4. Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyi

Tek eksenli basınç dayanımı deneyi ISRM standartları esas alınarak yapılmıştır. Bölüm 3.3.4 'te anlatıldığı gibi yapılan deneylerde numuneler, hidrolik preste sabit yükleme hızı (0,5 – 2,0 MPa) altında kırılmıştır. Deneyler sonucu elde edilen tek eksenli basınç dayanımı verileri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Tek eksenli basınç dayanımı deney verileri.

| Numune No | T.E.B.D | Birim | N |
|-----------|---------|-------|----|
| 1 | 145,15 | Mpa | 15 |
| 2 | 95,23 | Mpa | 15 |
| 3 | 65,21 | Mpa | 15 |
| 4 | 57,25 | Mpa | 15 |
| 5 | 61,50 | Mpa | 15 |
| 6 | 66,30 | Mpa | 15 |
| 7 | 65,21 | Mpa | 15 |
| 8 | 68,11 | Mpa | 15 |
| 9 | 84,30 | Mpa | 15 |
| 10 | 72,05 | Mpa | 15 |
| 11 | 81,20 | Mpa | 15 |
| 12 | 28,12 | Mpa | 15 |
| 13 | 22,31 | Mpa | 15 |
| 14 | 26,30 | Mpa | 15 |
| 15 | 23,15 | Mpa | 15 |
| 16 | 30,01 | Mpa | 15 |
| 17 | 29,25 | Mpa | 15 |
| 18 | 17,20 | Mpa | 15 |

4.5. Schmidt Çekici Sertliği Deneyi

Schmidt çekici sertliği deneyi ISRM standartlarına göre yapılmıştır. N tipi schmidt çekici sertliği kullanılmıştır. Deneyle Bölüm 3.3.5'de anlatıldığı N tipi schmidt çekici sertliği her numune için 20'şer adet okuma yapılmış ve bunların aritmetik ortalamaları dikkate alınmıştır. N tipi Schmidt çekici sertliği ile yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5 'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Schmidt çekici sertliği deneyi verileri.

| Numune No | Schmidt Çekici Sertliği | Birim | N |
|-----------|-------------------------|-------|----|
| 1 | 63,10 | N | 20 |
| 2 | 53,20 | N | 20 |
| 3 | 46,60 | N | 20 |
| 4 | 41,30 | N | 20 |
| 5 | 46,10 | N | 20 |
| 6 | 45,40 | N | 20 |
| 7 | 44,20 | N | 20 |
| 8 | 48,30 | N | 20 |
| 9 | 51,20 | N | 20 |
| 10 | 47,30 | N | 20 |
| 11 | 52,40 | N | 20 |
| 12 | 32,40 | N | 20 |
| 13 | 32,10 | N | 20 |
| 14 | 29,70 | N | 20 |
| 15 | 28,10 | N | 20 |
| 16 | 33,10 | N | 20 |
| 17 | 29,30 | N | 20 |
| 18 | 20,10 | N | 20 |

4.6. Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian)

Bir cismin çekme gerilmesine maruz bırakıldığında kırılmaya karşı gösterdiği maksimum direnç olarak ifade edilen çekme dayanımı deneyleri ISRM standartlarına göre yapılmıştır. Bölüm 3.3.6'da anlatıldığı gibi yapılan deneylerde elde edilen çekme dayanımı verileri Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Dolaylı Çekme Dayanımı (Brazilian) deney verileri.

| Numune No | D.Ç.D | Birim | N |
|-----------|-------|-------|----|
| 1 | 12,20 | Mpa | 15 |
| 2 | 8,92 | Mpa | 15 |
| 3 | 5,36 | Mpa | 15 |
| 4 | 5,21 | Mpa | 15 |
| 5 | 4,98 | Mpa | 15 |
| 6 | 5,80 | Mpa | 15 |
| 7 | 6,20 | Mpa | 15 |
| 8 | 4,95 | Mpa | 15 |
| 9 | 7,32 | Mpa | 15 |
| 10 | 6,21 | Mpa | 15 |
| 11 | 6,15 | Mpa | 15 |
| 12 | 1,75 | Mpa | 15 |
| 13 | 2,02 | Mpa | 15 |
| 14 | 2,04 | Mpa | 15 |
| 15 | 1,67 | Mpa | 15 |
| 16 | 2,60 | Mpa | 15 |
| 17 | 2,21 | Mpa | 15 |
| 18 | 1,10 | Mpa | 15 |

4.7. Elastisite Modülü ve Poisson Oranı

Bölüm 3.3.7 ' de anlatıldığı gibi gerilme - deformasyon deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak gerilme – deformasyon eğrisi çizilmiştir. Bu eğriden elde edilen Elastisite modülü ve poisson oranları Çizelge 4.7 ' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Elastisite Modülü ve Poisson Oranı.

| Numune No | Elastisite Modülü | Poisson Oranı | N |
|-----------|-------------------|---------------|---|
| 1 | 66,24 | 0,124 | 1 |
| 2 | 31,10 | 0,112 | 1 |
| 3 | 19,32 | 0,153 | 1 |
| 4 | 19,35 | 0,171 | 1 |
| 5 | 18,39 | 0,146 | 1 |
| 6 | 19,20 | 0,155 | 1 |
| 7 | 20,12 | 0,162 | 1 |
| 8 | 19,35 | 0,147 | 1 |
| 9 | 26,15 | 0,181 | 1 |
| 10 | 23,25 | 0,174 | 1 |
| 11 | 25,72 | 0,162 | 1 |
| 12 | 12,65 | 0,226 | 1 |
| 13 | 11,21 | 0,255 | 1 |
| 14 | 13,20 | 0,214 | 1 |
| 15 | 8,20 | 0,323 | 1 |
| 16 | 13,67 | 0,244 | 1 |
| 17 | 10,21 | 0,279 | 1 |
| 18 | 5,20 | 0,361 | 1 |

Laboratuvar deneyleri sonucunda elde edilen tüm kayaç özellikleri (P-dalga hızı, schmidt çekici sertliği , basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı, yoğunluk , elastisite modülü ve poisson oranı) toplu olarak Çizelge 4.8 ' de verilmiştir.

Çizelge 4.8 ' de verilen 18 farklı lokasyonda alınan bazalt örnekleri incelendiğinde ; yoğunlukları 2,71 – 1,72 gr / cm³, porozite % 0,91 – 12,95 , tek eksenli basınç dayanımları 145,15 – 17,2 Mpa , dolaylı çekme dayanımı 12,2 – 1,1 Mpa , elastisite modülleri 66,24 – 5,2 Gpa , poisson oranları 0,361 – 0,112 , schmidt çekici sertlik değerleri 63,10 – 20,10 ve P – dalga hızları ise 5932 – 2610 m / s arasında değiştiği görülmektedir.

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde , incelen bazaltların fiziksel ve mekanik özelliklerinin çok geniş bir aralıkta değiştiği ve bu verilerle yapılacak bir istatistiksel analiz sonucu elde edilecek bağıntıların büyük ölçüde bazaltları temsil edeceği düşünülmektedir.

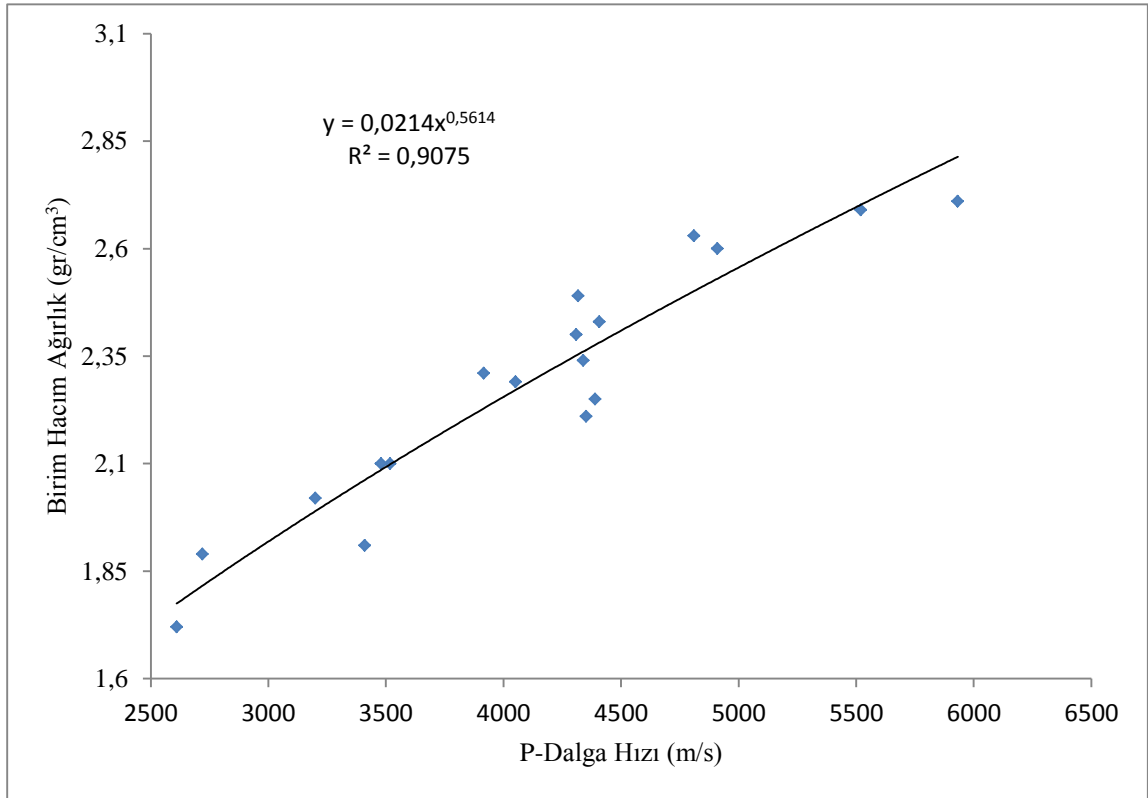
Çizelge 4.8. Test sonuçları.

| No | Yoğunluk (gr/cm ³) | Porozite (%) | Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa) | Dolaylı Çekme Dayanımı (Mpa) | Schmidt Sertliği | Elastisite modülü; Poisson Oranı | P-Dalg (m/sn) |
|----|-----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 2,71 | 0,91 | 145,15 | 12,2 | 63,1 | 112,15 | 5932 |
| 2 | 2,69 | 1,57 | 95,23 | 8,92 | 53,2 | 31,1 | 5520 |
| 3 | 2,25 | 5,94 | 65,21 | 5,36 | 46,6 | 19,32 | 4390 |
| 4 | 2,43 | 5,92 | 57,25 | 5,21 | 41,3 | 19,35 | 4407 |
| 5 | 2,4 | 5,43 | 61,5 | 4,98 | 46,1 | 18,39 | 4310 |
| 6 | 2,34 | 5,33 | 66,3 | 5,8 | 45,4 | 19,2 | 4340 |
| 7 | 2,21 | 4,78 | 65,21 | 6,2 | 44,2 | 20,12 | 4352 |
| 8 | 2,49 | 4,85 | 68,11 | 4,95 | 48,3 | 19,35 | 4317 |
| 9 | 2,63 | 2,84 | 84,3 | 7,32 | 51,2 | 26,15 | 4810 |
| 10 | 2,29 | 5,92 | 72,05 | 6,21 | 47,3 | 23,25 | 4051 |
| 11 | 2,6 | 3,8 | 81,2 | 6,15 | 52,4 | 25,72 | 4910 |
| 12 | 2,31 | 6,04 | 28,12 | 1,75 | 32,4 | 12,65 | 3917 |
| 13 | 2,1 | 7,7 | 22,31 | 2,02 | 32,1 | 11,21 | 3518 |
| 14 | 2,1 | 6,92 | 26,3 | 2,04 | 29,7 | 13,2 | 3480 |
| 15 | 1,91 | 7,73 | 23,15 | 1,67 | 28,1 | 8,2 | 3410 |
| 16 | 2,02 | 8,03 | 30,01 | 2,6 | 33,1 | 13,67 | 3200 |
| 17 | 1,89 | 8,16 | 29,25 | 2,21 | 29,3 | 10,21 | 2720 |
| 18 | 1,72 | 12,95 | 17,2 | 1,1 | 20,1 | 5,2 | 2610 |

4.8. Sonuçların Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi

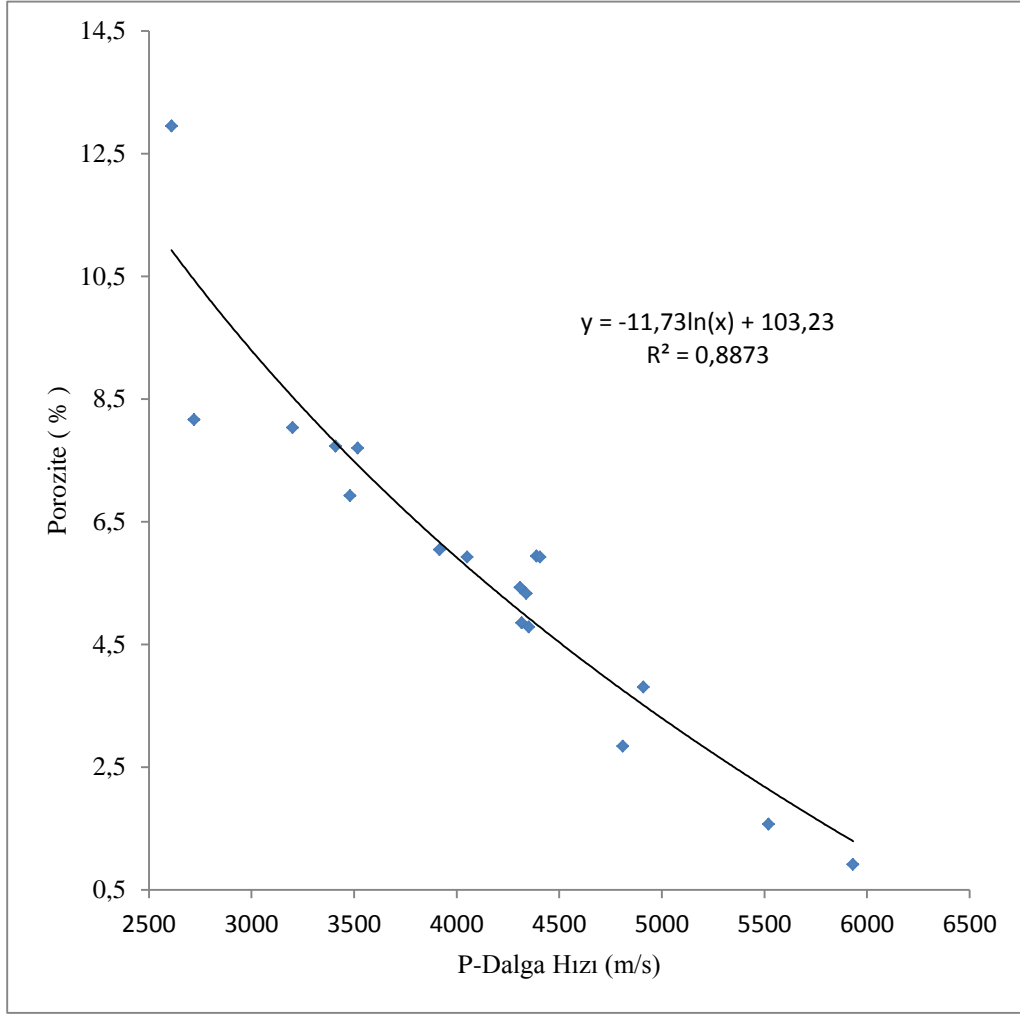
Çalışmada yapılan deneyler ve araştırmalar sonucunda tahribatsız bir şekilde belirtilebilen P-dalga hızı ve schmidt çekici sertliği özellikleri ile tahribatsız olarak belirlenemiyen, yoğunluk, porozite (gözeneklilik), tek eksenli basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı (brazilian), Elastisite modülü ve poisson oranı arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu amaçla öncelikle P – dalga hızı ile (yoğunluk, porozite, tek eksenli basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı, Elastisite modülü ve poisson oranı), daha sonra schmidt çekici sertliği ile (yoğunluk, porozite, tek eksenli basınç dayanımı, dolaylı çekme dayanımı, Elastisite modülü ve poisson oranı) arasındaki ilişkiler tekli regresyon yöntemi kullanılarak araştırılmıştır.

4.8.1. P-Dalga Hızı



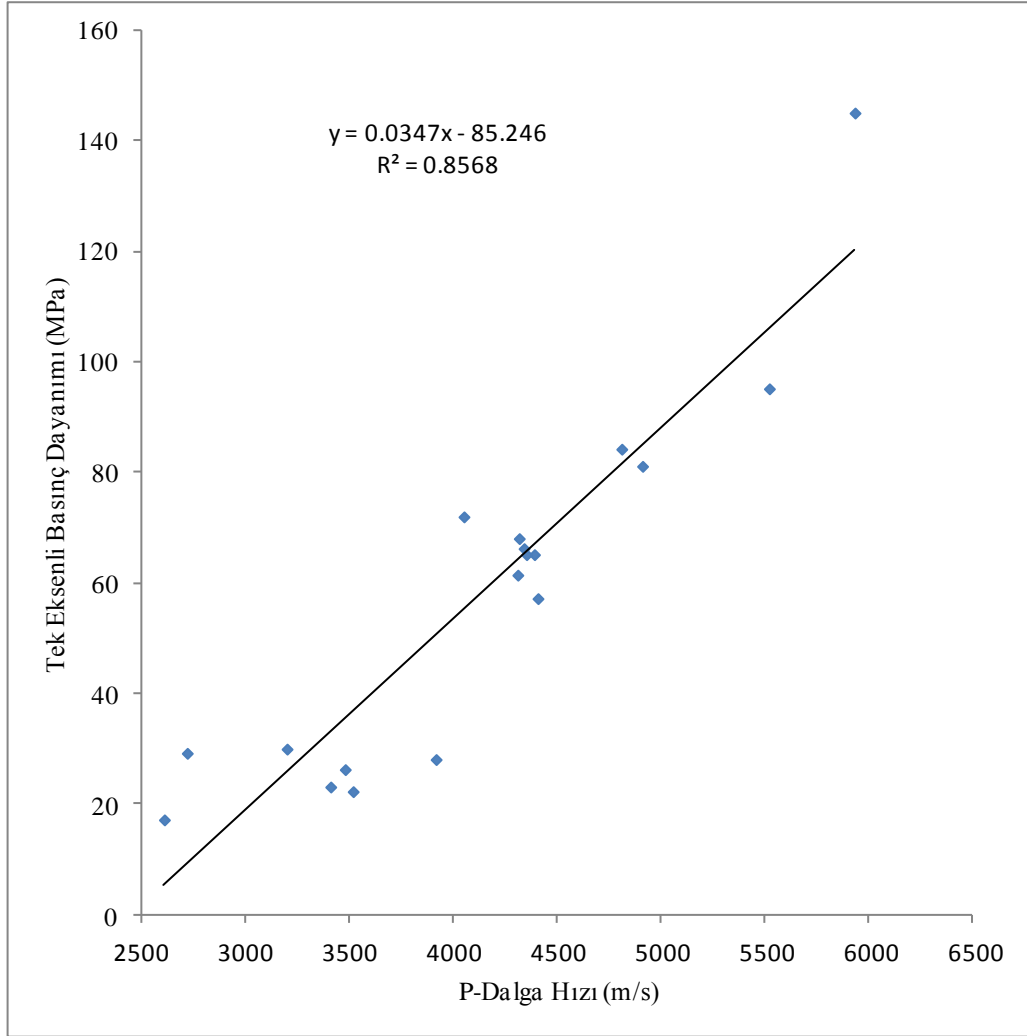
Şekil 4. 1. P – dalga hızının, birim hacim ağırlığa bağlı olarak değişimi

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi incelenen kayaçlarının birim hacim ağırlığı arttıkça P-dalga hızı da artmaktadır. P–dalga hızı ile birim hacim ağırlığı arasındaki en yüksek korelasyon katsayısına ($R^2=0,9075$) sahip ilişki üsteldir.



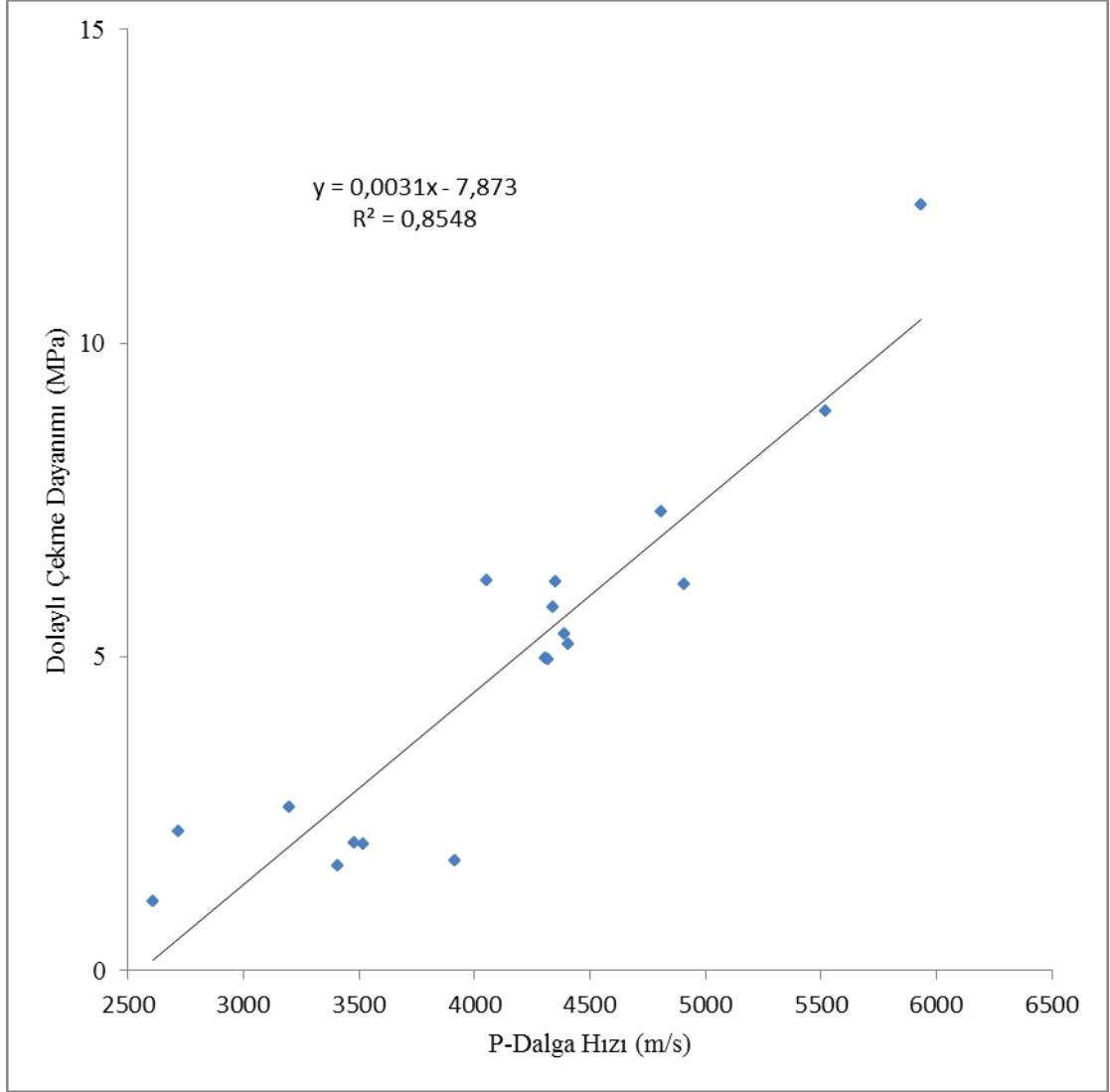
Şekil 4.2. P-dalga hızının, gözenekliliğe (Porozite) bağlı olarak değişimi

Şekil 4.2 ' de P – dalga hızı ile gözeneklilik arasındaki ilişki grafik olarak verilmiştir. Görüldüğü gibi bu çalışma kapsamında ele alınan kayaçların gözenekliliği azaldıkça P – dalga hızı artmaktadır. Bu ilişkide en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2=0,8873$) logaritmik bağıntı elde edilmiştir.



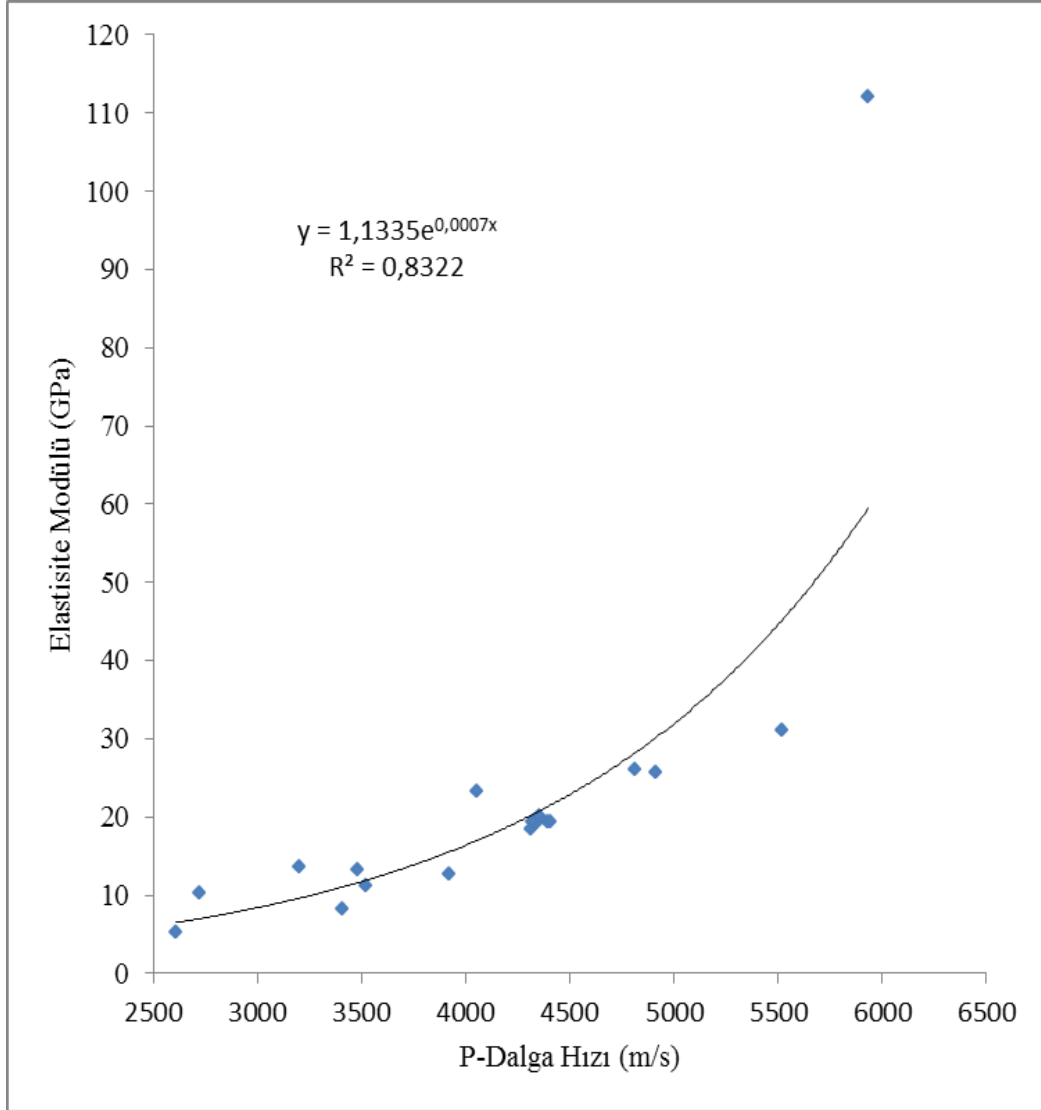
Şekil 4.3. P-dalga hızının Tek eksenli basınç dayanımına bağlı olarak değişimi.

Şekil 4.3 ' te görüldüğü gibi incelenen kayaçlarının tek eksenli basınç dayanımı artıkça P-dalga hızıda artmaktadır. P – dalga hızı ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2=0,8568$) doğrusal ilişkide elde edilmiştir.



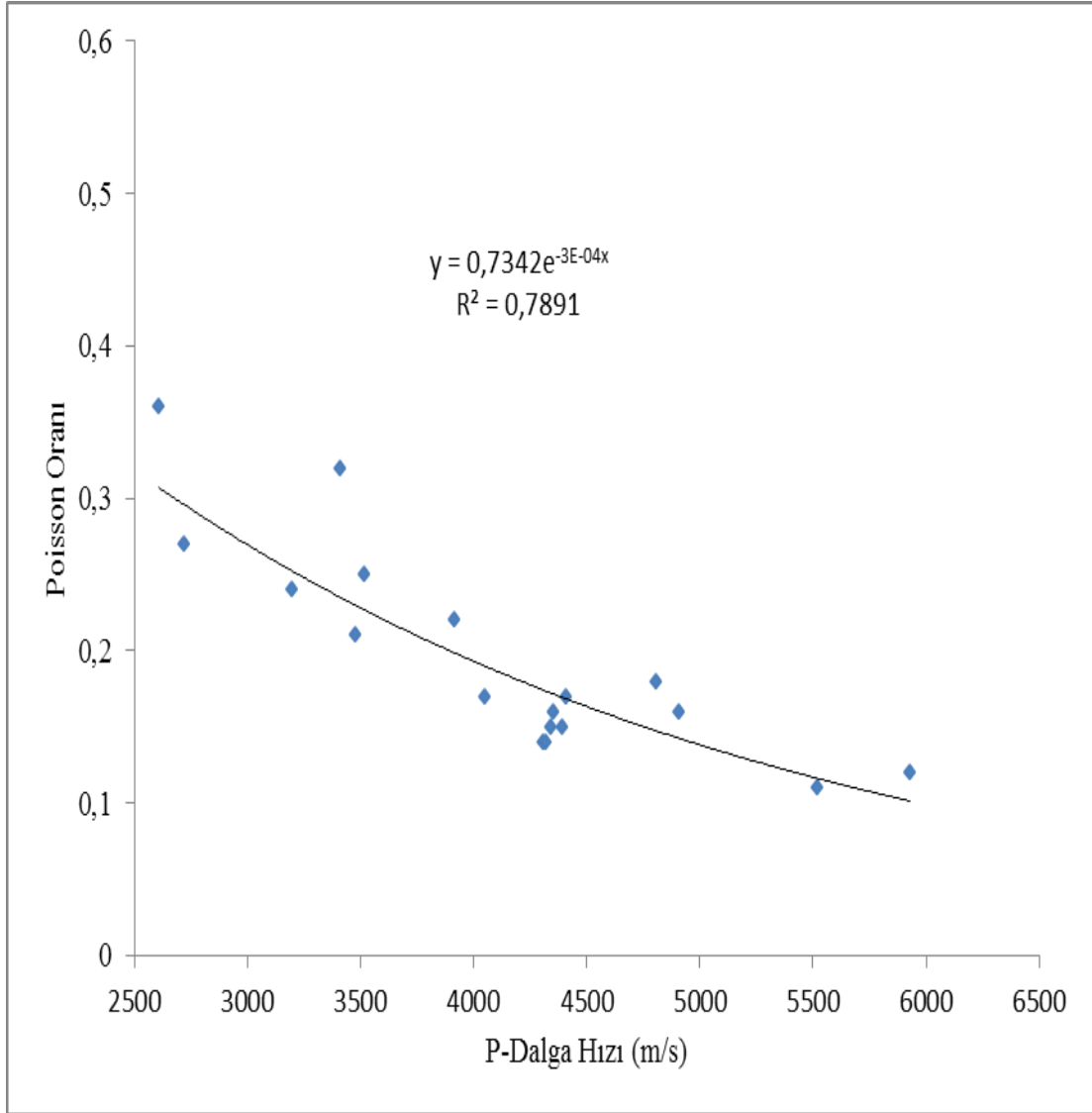
Şekil 4.4. P-dalga hızının, Dolaylı çekme dayanımına (Brazilian) bağlı olarak değişimi

Şekil 4.4 ' te P – dalga hızı ile dolaylı çekme dayanımı arasındaki ilişki verilmiştir. Görüldüğü gibi incelenen kayaçlarının dolaylı çekme dayanımı (brazilian) artıkça P-dalga hızıda artmaktadır. P – dalga hızı ile dolaylı çekme dayanımı (brazilian) arasındaki en yüksek korelasyon katsayısına ($R^2=0,8548$) sahip ilişki doğrusal bir ilişkidir.



Şekil 4.5. P – dalga hızının Elastisite modülüne bağlı olarak değişimi

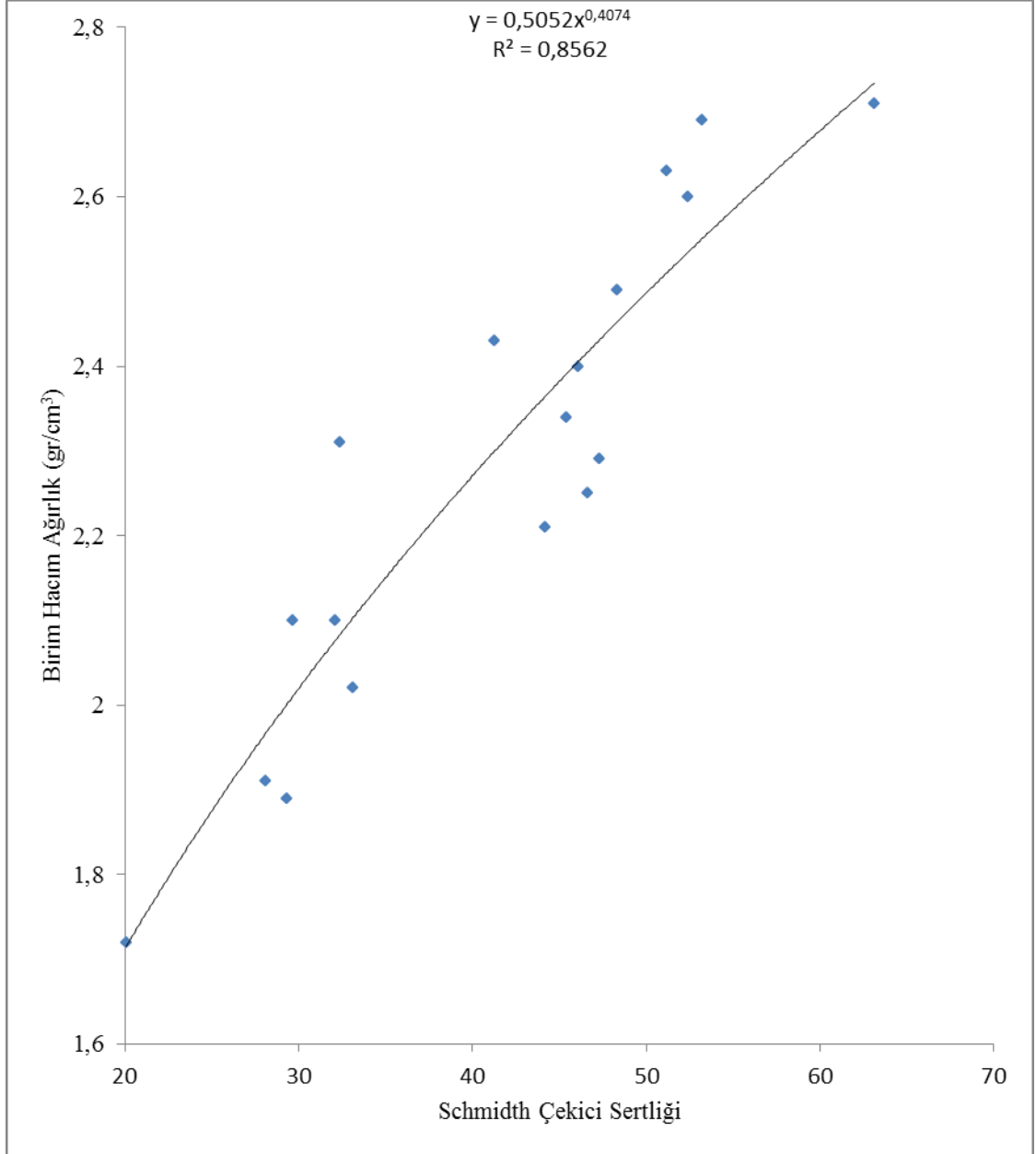
Şekil 4.5’ te P - dalga hızı ve elastisite modülü arasındaki ilişki verilmiştir. Görüldüğü gibi incelenen kayaçlarının elastisite modülü arttıkça P-dalga hızıda artmaktadır. P – dalga hızı ile elastisite modülü arasındaki en yüksek korelasyon katsayısının ($R^2=0,8322$) sahip ilişki üsteldir.



Şekil 4.6. P – dalga hızının Poisson oranına bağlı olarak değişimi

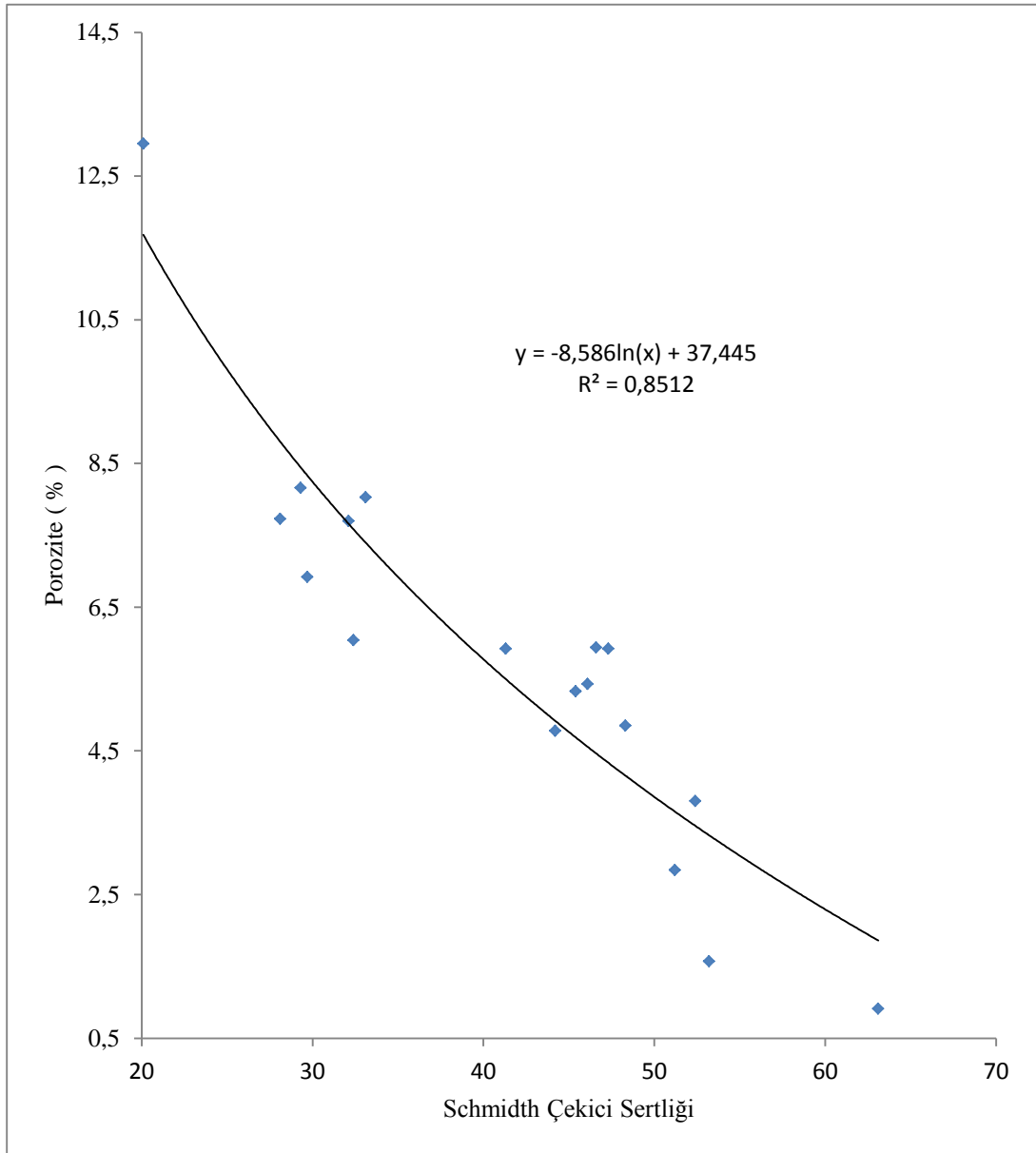
Şekil 4.6 ' da P – dalga hızı ile poisson oranı arasındaki ilişki grafik olarak verilmiştir. Verilen grafik incelendiğinde poisson oranı küçüldükçe P – dalga hızının arttığı görülmektedir. P – dalga hızı ile poisson oranı arasında en yüksek korelasyon katsayısına ($R^2 = 0,7891$) sahip ilişki üsteldir.

4.8.2. Schmidt Çekici Sertliği



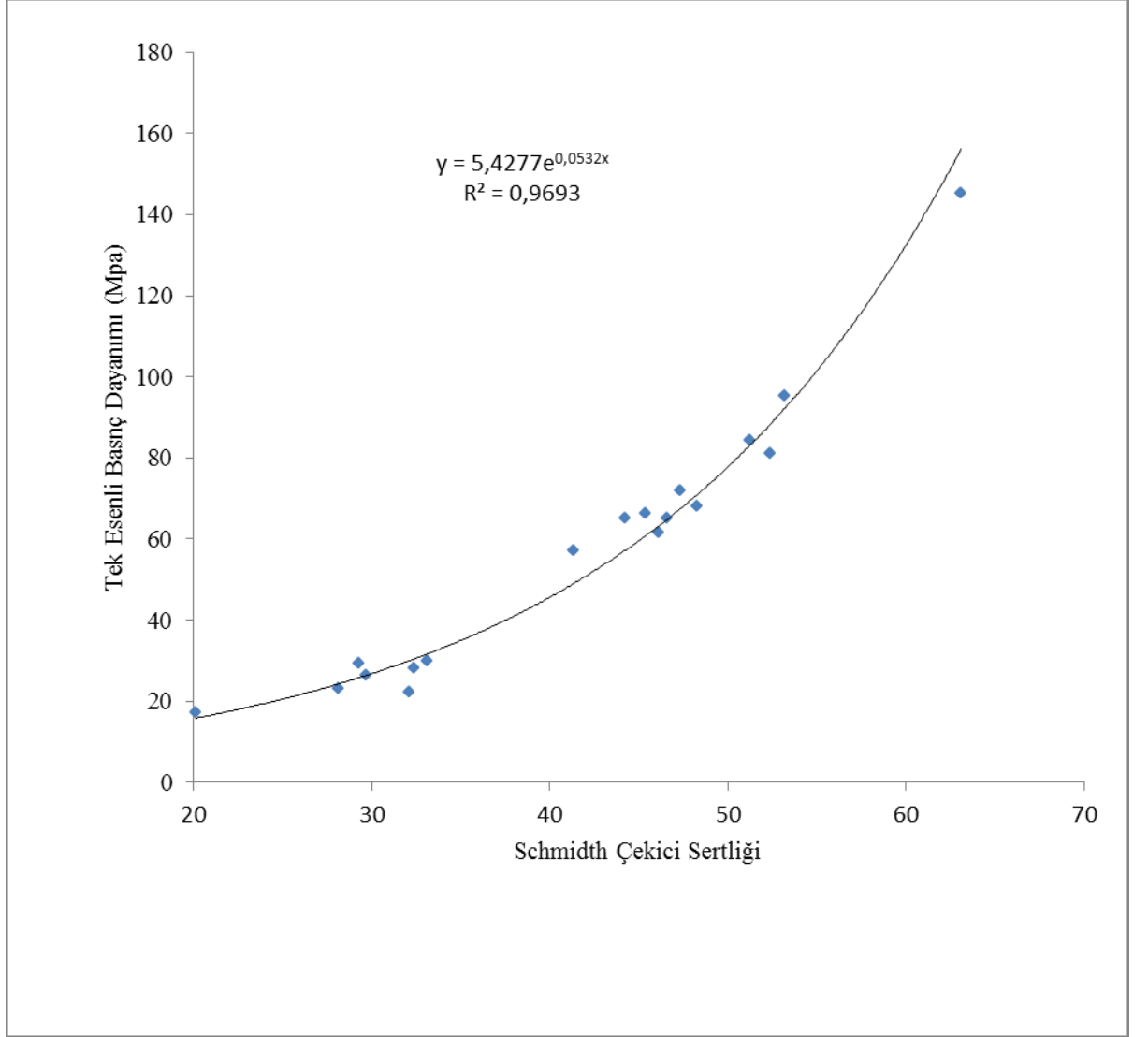
Şekil 4.7. Schmidt sertliğinin birim hacim ağırlığına bağlı olarak değişimi.

Şekil 4.7 ' de schmidt çekici sertliği ile birim hacim ağırlığı arasındaki ilişki verilmiştir. Bu ilişkide görüldüğü gibi kayaçların birim hacim ağırlığı arttıkça schmidt çekici sertlik değeri de artmaktadır. Schmidt çekici sertliği ile birim hacim ağırlığı arasındaki tekli regresyon analizinde en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2 = 0,8562$) üstel fonksiyon ile elde edilmiştir.



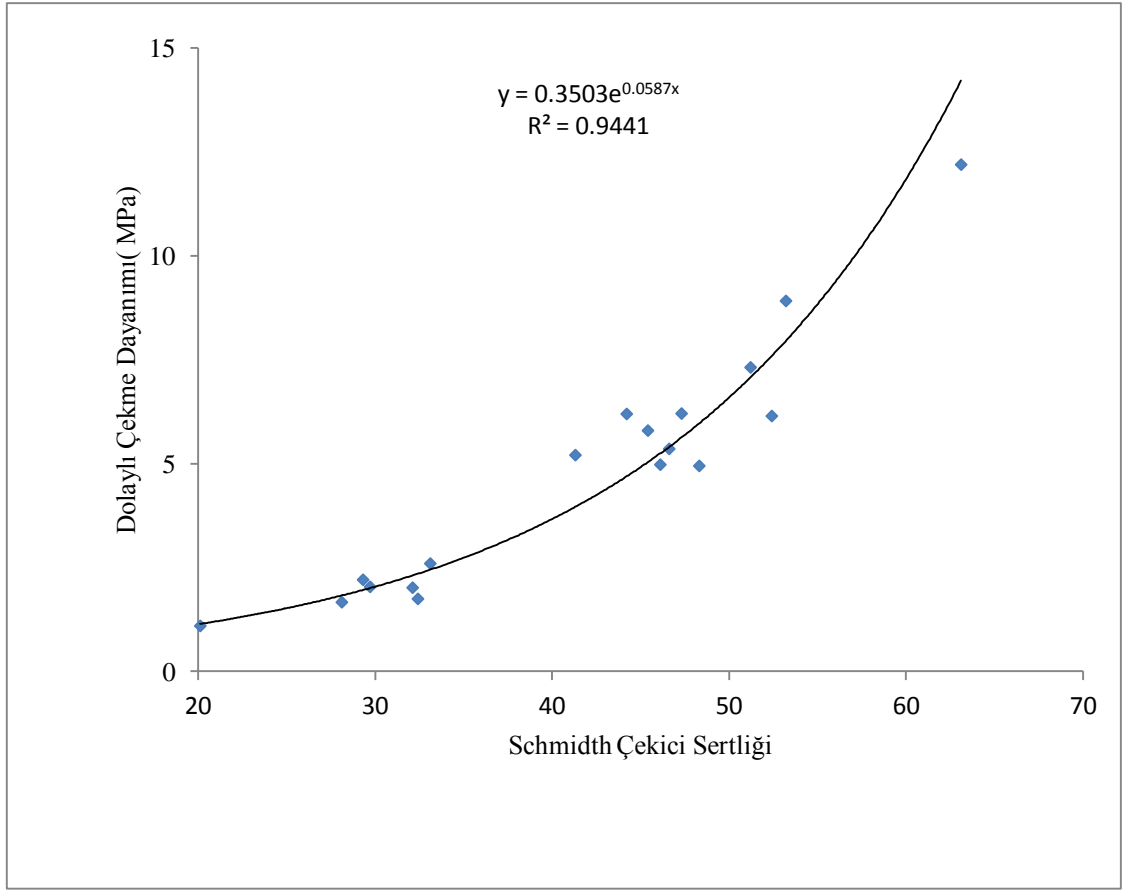
Şekil 4.8. Schmidt çekici sertliğinin gözenekliliğe bağlı değişimi.

Şekil 4.8 ' de görüldüğü gibi incelenen kayaçlarının gözeneklilik (porozite)oranı artıkça schmidt sertliğide azalmaktadır. Schmidt sertliği ile gözeneklilik (porozite) arasındaki ilişki logaritmik olup korolasyon katsayısı ($R^2=0,8512$) oldukça yüksektir.



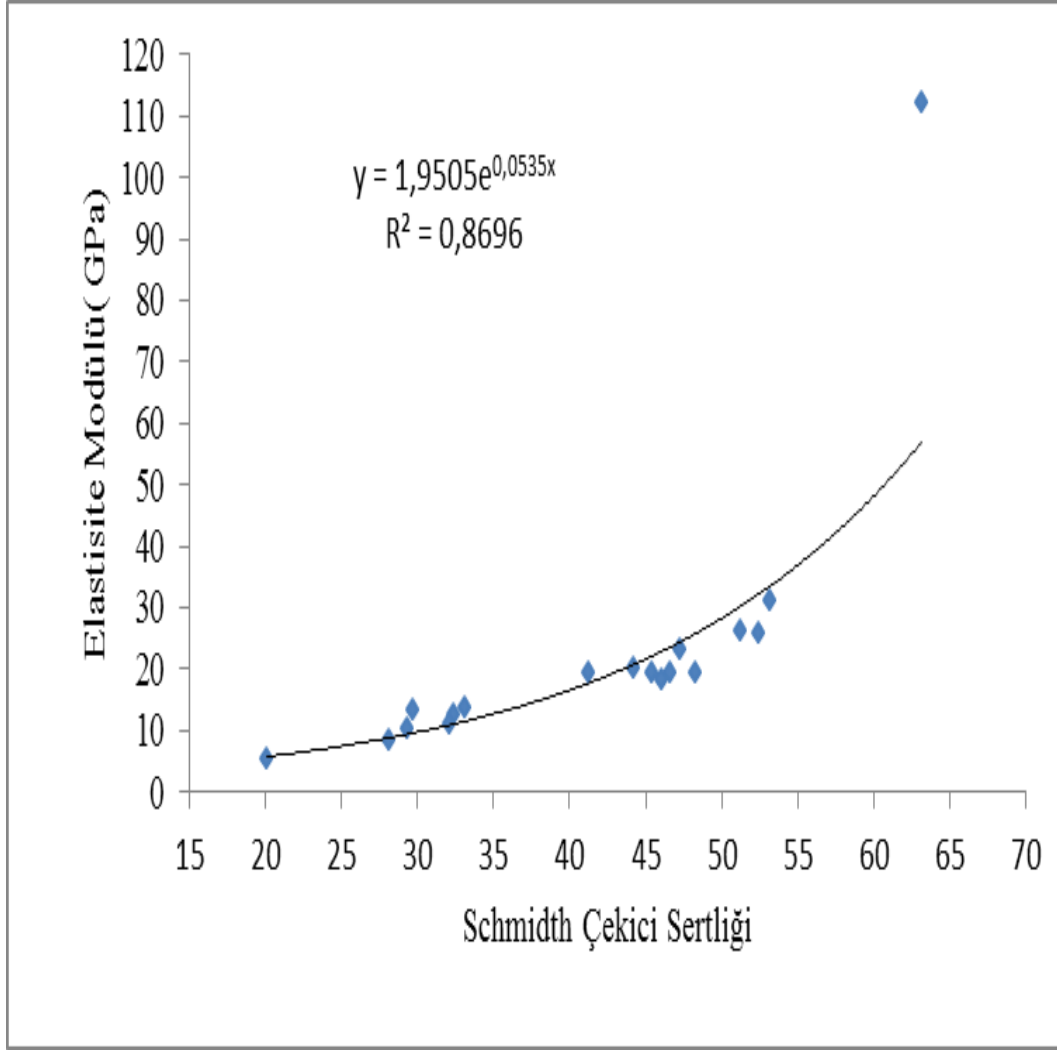
Şekil 4.9. Schmidt çekici sertliğinin Tek Eksenli Basınç Dayanımına bağlı olarak değişimi.

Şekil 4.9' da Schmidt çekici sertliği ile tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki verilmiştir. Bu ilişkide görüldüğü gibi kayaçların tek eksenli basınç dayanımı arttıkça schmidt çekici sertlik değeri de artmaktadır. Tek eksenli basınç dayanımı ile schmidt çekici sertlik değeri arasındaki tekli regresyon analizinde en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2 = 0,9693$) üstel fonksiyon ile elde edilmiştir.



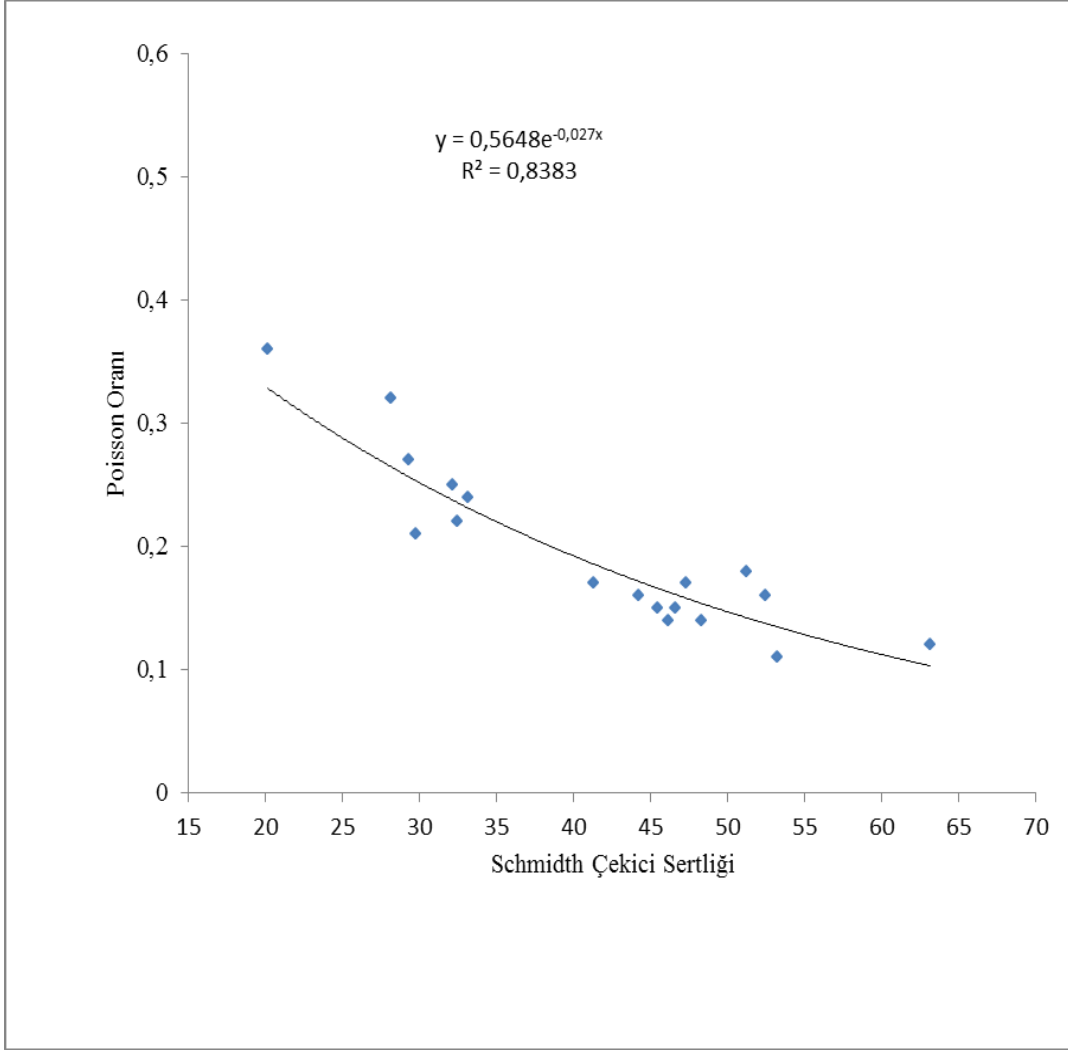
Şekil 4.10. Schmidt sertliğinin Dolaylı Çekme Dayanımına bağlı olarak değişimi

Şekil 4.10' da Schmidt çekici sertliği ile dolaylı çekme dayanımı arasındaki ilişki verilmiştir. Bu ilişkide görüldüğü gibi kayaçların dolaylı çekme dayanımı arttıkça schmidt çekici sertlik değeri de artmaktadır. Dolaylı çekme dayanımı ile schmidt çekici sertlik değeri arasındaki tekli regresyon analizinde en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2 = 0,9441$) üstel fonksiyon ile elde edilmiştir.



Şekil 4.11. Schmidt sertliğinin Elastisite modülüne bağlı olarak değişimi.

Şekil 4.11' de Schmidt çekici sertliği ile elastisite modülü arasındaki ilişki verilmiştir. Bu ilişkide görüldüğü gibi kayaçların elastisite modülü arttıkça schmidt çekici sertlik değeri de artmaktadır. Elastisite modülü ile schmidt çekici sertlik değeri arasındaki tekli regresyon analizinde en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2 = 0,8696$) üstel fonksiyon ile elde edilmiştir.



Şekil 4.12. Schmidt sertliğinin Poisson oranına bağlı olarak değişimi.

Şekil 5.12' de Schmidt çekici sertliği ile poisson oranı arasındaki ilişki verilmiştir. Bu ilişkide görüldüğü gibi kayaçların poisson oranı arttıkça schmidt çekici sertlik değeri azalmaktadır. Poisson oranı ile schmidt çekici sertlik değeri arasındaki tekli regresyon analizinde en yüksek korelasyon katsayısı ($R^2 = 0,8383$) üstel fonksiyon ile elde edilmiştir.

4.9. Sonuç

Bazaltların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin tahribatsız deney yöntemleri ile elde edilebilirliğine yönelik yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır. Diyarbakır yöresinde geniş yayılım gösteren bazaltlardan 18 değişik lokasyonda olmak üzere 4 farklı bölgeden alınan bazalt örneklerinin tahribatsız olarak belirlenebilen P – dalga hızı ve Schmidt çekici sertlik değeri ile kayçtan numune alınarak belirlenebilen Tek eksenli basınç dayanımı, yoğunluk, dolaylı çekme dayanımı , gözeneklilik (porozite), elastisite modülü ve poisson oranları belirlenmiştir. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bu özelliklerin çok geniş bir aralıkta değişkenlik gösterdiği (yoğunluk 2,71 -1,72 g /cm³, gözeneklilik % 0,91 – 12,95, tek eksenli basınç dayanımı 145,15 – 17,20 MPa , brezilya çekme dayanımı 12,2 – 1,1 MPa , elastisite modülü 66,24 – 5,2 GPa , Poisson oranı 0,361- 0,112 , P – dalga hızı 5932 -2610 m / s ve schmidt sertliği 63,10 – 20,10) tespit edilmiştir.

P – dalga hızı bağımsız değişken olarak sırasıyla , yoğunluk , gözeneklilik , tek eksenli basınç dayanımı , dolaylı çekme dayanımı , elastisite modülü ve poisson oranı bağımlı değişken kabul edilerek tekli (basit) regresyon analizleri yapılmıştır. Tekli regresyon analizleri sonucunda Çizelge 6.1' de verilen , kayçların yoğunluğu, gözeneklilik, tek eksenli basınç dayanımı , dolaylı çekme dayanımı, elastisite modülü ve poisson oranlarını tahribatsız olarak belirlenebilen P – dalga hızına bağlı olarak güvenli bir biçimde tahmin edilebilen yüksek korelasyonlu ($R^2 = 0,91 – 0,79$) bağıntılar elde edilmiştir.

Çizelge 4.9. Regresyon analiz sonucu (P – dalga hızı)

| İlgili Parametre | Regresyon | R ² |
|---|-------------------------------|----------------|
| Yoğunluk (g) – P – dalga (Vp) | $g = 0,0214 x_p^{0,5614}$ | 0,91 |
| Gözeneklilik (n) - P – dalga (Vp) | $n = 11,73 \ln(x) + 103,23$ | 0,89 |
| Dolaylı Çekme Dayanımı (σ_t) - P – dalga (Vp) | $\sigma_t = 0,0031x - 7,873$ | 0,86 |
| Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) - P – dalga (Vp) | $\sigma_c = 0,0347x - 85,246$ | 0,86 |
| Elastisite modülü (E) - P – dalga (Vp) | $E = 1,1335 e^{0,0007x}$ | 0,83 |
| Poisson oranı (ν) - P – dalga (Vp) | $\nu = 0,7342 e^{-3E-04x}$ | 0,79 |

4.Sonuçlar

Daha sonra schmidt çekici sertlik değeri bağımsız değişken , yoğunluk , gözeneklilik , tek eksenli basınç dayanımı , dolaylı çekme dayanımı , elastisite modülü ve poisson oran bağımlı değişken olarak kabul edilerek tekli regresyon analizleri yapılmıştır. Tekli regresyon analizleri sonucunda Çizelge 6.2 ' de verilen kayaçların yoğunluk , gözeneklilik , tek eksenli basınç dayanımı , dolaylı çekme dayanımı , elastisite modülü ve poisson oranlarını tahribatsız olarak ölçülebilen schmidt çekici sertlik değerine bağlı olarak güvenli bir biçimde tahmin edilebilen yüksek korelasyonlu ($R^2 = 0,97-0,84$) bağıntıları elde edilmiştir.

Çizelge 4.10. Regresyon analiz sonucu (Schmidt çekici sertliği)

| İlgili Parametre | Regresyon | R ² |
|--|--------------------------------|----------------|
| Yoğunluk (g) – Schmidt çekici sertliği (SS) | $g = 0,5052x^{0,4074}$ | 0,85 |
| Gözeneklilik (n) - Schmidt çekici sertliği (SS) | $n=8,586\ln(x)+37,445$ | 0,85 |
| Dolaylı Çekme Dayanımı (σ) - Schmidt çekici sertliği (SS) | $\sigma = 0,3503e^{0,0587x}$ | 0,94 |
| Tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) - Schmidt sertliği (SS) | $\sigma_c = 5,4277e^{0,0532x}$ | 0,97 |
| Elastisite modülü (E) - Schmidt çekici sertliği (SS) | $E = 1,9505e^{0,0535x}$ | 0,87 |
| Poisson oranı (ν) - Schmidt çekici sertliği (SS) | $\nu = 0,5648e^{-0,027x}$ | 0,84 |

Bazaltların temel malzeme özelliklerinin kolay belirlenebilmesi maden mühendisleri, mimar ve inşaat mühendisleri için önemlidir. Özellikle tarihi yapılarda restorasyon ve yapı dinamiği çalışmaları yürüten mimar ve inşaat mühendisleri için başlıca yapı malzemesi olarak kullanılan bazaltların temel özelliklerinin tahribatsız olarak belirlenebilmesi oldukça önemlidir.

Bu çalışma sonucunda Çizelge 6.1 ve Çizelge 6.2' de verilen bağıntılar kullanılarak bazaltların temel malzeme özellikleri (yoğunluk , gözeneklilik , tek eksenli basınç dayanımı , dolaylı çekme dayanımı , elastisite modülü ve poisson oranı) (tahribatsız olarak belirlenebilen P – dalga hızı ve schmidt çekici sertlik değerine bağlı olarak) güvenilir bir biçimde tahmin edilebileceği düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

Acar, A., 2002. Diyarbakır karacadağ bazaltlarının endüstriyel amaçlı kullanım alanları. D.U. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 87, Diyarbakır.

Bağırsakçı, S., Akçay, E.A., Manav, E., Polat, C, 1995. Diyarbakır, Ergani, Çınar, alanı jeolojisi raporu. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi yayım, 1-4.

Beysanoğlu, Ş., 2001. Anıtları ve Kitabeleri ile Diyarbakır Tarihi Cilt III. Diyarbakır

Beysanoğlu, Ş., 2003. Anıtları ve kitabeleri ile diyarbakır tarihi cilt I. Dalkılıç, N., 1999. Geleneksel diyarbakır evlerin planı, cephe ve yapı öğeleri tipolojisi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 212s, Ankara.

Değertekin, H., 1995. Diyarbakır surları ve tarihi yapılarındaki kitabeler ve kabartmaların tarihi geçmişi. Diyarbakır Tanıtma, Kültür ve Yardımlaşma Vakfı Yayını, 30-32.

Dursun, R., 2002. Bazalt. Dicle Üni. Müh. Mim. Fak. Maden Bölümü Yıl İçi Projesi, 39s. Diyarbakır.

Ercan, T., 1991. Türkiye jeoloji kurultayı bülteni. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını No:6

Erginbaş, D., 1953. Diyarbakır evleri. İ.T.Ü. Mimarlık Fak. Doçentlik Çalışması, 40s. İstanbul. 115

Erkan, Y., 1995. Magmatik petrografi. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendislik Bölümü Yayım 169s. Ankara.

7.Kaynaklar

Güneli, Z., Aluçlu, İ., 2009. Mimarlıkta Malzeme (Yöresel Malzemenin Günümüzde Mimari Alanlarda Kullanımı : Diyarbakır Karacadağ Bazaltı) S 91.

Halifeoğlu , M., Dalkılıç, N., 2002. Tarihten günümüze diyarbakır bazaltının gelişim süreci ve bugünkü kullanım alanları. I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, 9-13 Ekim, 570 579

Ketin, İ., 1982. Genel jeoloji yer bilimine giriş. İTÜ Vakfı, Cilt 1 1096s. İstanbul. Methods, Pergamon Press', Oxford, Brown, E.T. (ed), 211 p.

Oral, İ.,1993. Eski Diyarbakır Evlerinde Malzeme – Strüktür – Süsleme İlişkisi Üzerin Bir Araştırma Yüksek Lisans Tezi Diyarbakır.

Önen, S., 1992. Karacadağ bazaltının yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması. Fırat Üni. Kimya Müh. Kütüphanesi, 36s. Şanlıurfa.

Sözen, M., 1971. Diyarbakır'da Türk mimarisi . Tanıtma ve Turizm Derneği Yayını, 318s. Ankara. Strength and Deformability of Rock Materials. Int. J. Rock Mech. Min. Sei., Vol. 16, P. 135-140.

Tekin,A., 1997. Anadolunun taşlara yazıldığı kent. D.Ü. Yayınevi, 33s. Diyarbakır

Tuncer, O.C., 2002. Diyarbakır kiliseleri. Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sanat Yayınları, 204s. Diyarbakır

Ulusay R, Hudson JA, editörler. ISRM yöntemleri rock için önerilen test ve izleme karakterizasyonu: 1974-2006. Ankara; 2007.

Unsal, N., 1993. İnşaat mühendisleri için jeoloji. Alp Yayınevi, 376s. İstanbul

Uz, B., 1990. Ülkemizde sert mermer grubu serpantinit-ultrabazikler. Mermer Dergisi, Nisan, 25-27.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mahmut AKATAY

Doğum Yeri : Dicle

Doğum Tarihi : 25.12.1985

İletişim : mahmutakatay@gmail.com

Eğitim Durumu

Lise : Fatih Lisesi

Lisans : Dicle Üniv. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği

Çalıştığı Kurumlar

ART MADENCİLİK Maden Mühendisi 2008 -2009

YILDIZLAR SSS HOLDİNG ETİ GÜMÜŞ MADEN BAKIR İŞLETMESİ
İşletme Şef Mühendisi 2010 – DEVAM