

# UYGULAMALI YERBİLİMLERİ DERGİSİ

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ YAYIN ORGANIDIR

CİLT: 15, SAYI: 2

ARALIK 2016

VOL15, NO: 2 DECEMBER 2016

KOCAELİ'DE FARKLI LİTOLOJİLERDE YER ALAN KAYALARIN FİZİKOMEKANİK VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN  
ULTRASONİK PULS YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Determination of Physico-mechanical and Engineering Properties of Rocks in Different Lithologies in Kocaeli Region by  
Using Ultrasonic Pulse Velocity Method

Cengiz KURTULUŞ, Fadime SERTÇELİK ve İbrahim SERTÇELİK .....1

İSTANBUL'UN ANADOLU YAKASI İLE GEBZE BÖLGESİNDEKİ GENÇ ÇÖKELLERİN MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ  
ÖZELLİKLERİ

Engineering Geologic Properties of Young Sediments in Anatolian Side of Istanbul and Gebze

Ahmet KARAKAŞ, Özkan CORUK, Tufan UYSAL.....38

İZMİT OVASI ÇÖKELLERİNİN GRANÜLOMETRİK ÖZELLİKLERİ

Granulometric properties of sediments located in the İzmit Plain

Şerafeddin ÇAKIR .....49



KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ





# UYGULAMALI YERBİLİMLERİ DERGİSİ

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ YAYIN ORGANIDIR

## SAHİBİ

Kocaeli Üniversitesi Adına  
Rektör  
Prof. Dr. Sadettin HÜLAGÜ

## BAŞEDİTÖR

Cengiz KURTULUŞ

## EDİTÖRLER

Fadime SERTÇELİK  
İbrahim SERTÇELİK  
Ahmet KARAKAŞ  
Serpil GERDAN  
İsmail Talih GÜVEN

## DANIŞMA KURULU

Aysan GÜRER  
Emin CANDANSAYAR  
Erkan TOPAL  
Feyzi GÜRER  
Günay BEYHAN  
İvan GİNOV  
İbrahim KARA  
Murat UTKUCU  
Nilgün SAYIL  
Nuri DOLMAZ  
Sefer ÖLÇEN  
U. Emin ULUGERGERLİ

## EDİTÖR

Cengiz KURTULUŞ

## İLETİŞİM ADRESİ

Kocaeli Üniversitesi Umuttepe  
Yerleşkesi Müh. Fak. Jeofizik  
Müh. Bölümü 41380 İZMİT /  
KOCAELİ Tel: 0.262 303 31 04  
Tel: 0.542 217 19 69  
e-mail: cengizk@kocaeli.edu.tr

YILDA İKİ KEZ YAYIMLANIR  
Published two issues a year

CİLT: 15, SAYI: 2 ARALIK 2016 VOL15, NO: 2 DECEMBER 2016

### KOCAELİ'DE FARKLI LİTOLOJİLERDE YER ALAN KAYALARIN FİZİKOMEKANİK VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN ULTRASONİK PULS YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Determination of Physico-mechanical and Engineering Properties of Rocks in Different Lithologies in Kocaeli Region by Using Ultrasonic Pulse Velocity Method

Cengiz KURTULUŞ, Fadime SERTÇELİK ve İbrahim SERTÇELİK.....1

### İSTANBUL'UN ANADOLU YAKASI İLE GEBZE BÖLGESİNDEKİ GENÇ ÇÖKELLERİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİ

Engineering Geologic Properties of Young Sediments in Anatolian Side of Istanbul and Gebze

Ahmet KARAKAŞ, Özkan CORUK, Tufan UYSAL.....38

### İZMİT OVASI ÇÖKELLERİNİN GRANÜLOMETRİK ÖZELLİKLERİ

Granulometric properties of sediments located in the İzmit Plain

Şerafeddin ÇAKIR .....49

# KOCAELİ'DE FARKLI LİTOLOJİLERDE YER ALAN KAYALARIN FİZİKOMEKANİK VE MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN ULTRASONİK PULS YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

## Determination of Physico-mechanical and Engineering Properties of Rocks in Different Lithologies in Kocaeli Region by Using Ultrasonic Pulse Velocity Method

Cengiz KURTULUŞ<sup>1</sup>, Fadime SERTÇELİK<sup>1</sup> ve İbrahim SERTÇELİK<sup>1</sup>

### ÖZET

Kocaeli bölgesinde yer alan Hereke, Derince ve Körfez kumtaşları ile Akveren kireçtaşları ve Fıstıklı granitlerinden alınan standartlara uygun (NX boyutlarında) toplam 89 karot örneği üzerinde ultrasonik puls testleri (UPT) yapılmış ve sismik P ve S-dalga hızları ölçülmüştür. Bu dalgaların ilgili bağıntılarda kullanılması ile dinamik Elastisite modülü (E), Poisson oranı ( $\sigma$ ) bulunmuştur. Fiziksel özelliklerden Kuru Birim Hacim Ağırlığı ( $\rho$ ) laboratuvarında deneysel yöntemle ölçülmüş ve P-dalga hızı ile korele edilmiştir. Kayaların mühendislik özelliklerinin P-dalgası hızı ile korelasyonunu yapmak için (Tek Eksenli Basınç dayanımı (UCS), Çekme Dayanımı ( $\tau$ ), Nokta Yük İndisi  $I_{s(50)}$ , Schmidt sertliği (SH) laboratuvarında deneysel olarak hesaplanmıştır. Korelasyonlar sonucunda çok iyi bir doğrulukla deneysel bağıntılar elde edilmiştir. Kırılma Tokluğu, Kırılma Tokluğu, Delinebilirlik İndisi ise deneysel bağıntılardan hesaplanarak P-dalga hızı ile ilişkilendirilmiştir.

### ABSTRACT

In this Project the P- and S- velocities of 89 the cylindrical core specimens (in NX size) collected from Hereke, Derince and Körfez sandstones, Akveren limestone and Fıstıklı granites in Kocaeli region were determined by applying ultrasonic pulse velocity test. After that dynamic elasticity modulus (E) and Poisson's ratio ( $\sigma$ ) of the specimens were calculated using these velocities. Their unit dry weight ( $\rho$ ) which is one of the physical parameters was determined in the laboratory and correlated with P- wave velocity. The engineering parameters of uniaxial compressive strength (UCS), tensile strength ( $\tau$ ), point load index  $I_{s(50)}$  and Schmidt hardness (SH) were found in the laboratory. The empirical equations between these parameters were determined with high correlation coefficients. Brittleness, fracture toughness, drillability index were calculated using empirical equations and were correlated with P- wave velocities.

## GİRİŞ

Türkiye'nin jeodinamik özellikleri ve depremselliği nedeniyle kentlerde ve kırsal alanlarda pek çok yıkıcı deprem olmaktadır. Bu depremler büyük mal ve can kayıplarına neden olup, ekonomik yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum, yapılaşmanın niteliğine ve kentleşmeye gerekli ve yeterli özenin gösterilmediğini ortaya koymaktadır. Yapı malzemelerinin niteliğinin belirlenmesine yönelik uygulanan Ultrasonik Puls Hızı (UPV) test yöntemleri; malzeme özellikleri, bir malzemede (ya da sistemde) var olabilen süreksizlik türleri ve yerleri hakkında bilgi elde edilmesini sağlar. Deneysel malzemenin performansını ya da güvenilirliğini değerlendirmede kullanılmaktadır.

Ultrasonik Pulse Testleri (UPT) için standartlar, ilk olarak 1920'lerde U.S. Army ve Navy tarafından yapılmıştır. 1973'e kadar 39 askeri standart, Ultrasonik Pulse Testleri (UPT) ile ilişkili olarak oluşturulmuştur. ASTM (UPT) komisyonu 1938'de kurulmuş ve 1975 yılına kadar kırk yedi (UPT) standardı oluşturmuştur. Amerika (UPT) kurumu ve Amerika Makine Mühendisleri Odası da (UPT) konusunda standartlar ve yönetmelikler oluşturmuştur. Beton teknolojisi uzmanları uzun yıllardır ultrasonik pulse testleri ile beton özelliklerini belirlemişlerdir. 1930'ların başlarında

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Kampüsü, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 41380 Kocaeli

laboratuvar test örneklerini kullanarak titreşim yöntemlerini önermişlerdir. Powers (1938), Obert (1939), Hornibrook (1939) ve Thomson (1940), rezonans frekansı yöntemini kullanarak titreşim teknikleri ile ilgili ilk çalışmaları yapmışlardır. II. Dünya Savaşında, stres dalgası yayılımı yoğun olarak kullanılmış ve (UPVT) ile ilgili araştırmalar ivmelenmiştir. Titreşim (puls) hızı yönteminin gelişimi yaklaşık aynı zamanda Kanada'da ve İngiltere'de başlamıştır. Kanada'da Leslie ve Cheesman (1949) sonoskop adını verdiği aleti ve İngiltere'de Jones (1948) ultrasonik tester adını verdiği aleti geliştirmişlerdir. 1960'lardan itibaren titreşim hız yöntemleri laboratuvarların dışına çıkarak inşaat şantiyelerine/ alanlarına taşınmıştır (Whitehurst, 1957). Malhotra (1976) bu konu üzerinde çalışılmış makalelerin geniş bir listesini yayınlamıştır.

Kaya mekaniği ve mühendislik jeolojisi uygulamalarının çoğunda, kayaların fiziksel ve mekanik özellikleri yaygın olarak kullanılan parametrelerdir. Fakat bazı durumlarda bu deney için numune hazırlanması ve deneyin yapılması pahalı ve zaman alıcıdır. Bir alternatif olarak, kayaçların önemli mühendislik özelliklerinin tahmininde çeşitli mekanik ve fiziksel özellikler arasındaki analitik ve ampirik ilişkiler kullanılabilir. Bu nedenle Ultrasonik Puls Hızı Testi gibi basit bir deney yöntemiyle kayaların fiziksel ve mekanik özelliklerini kestirmek çok kolay olup, oldukça yaygındır.

Bu çalışmada Kocaeli bölgesinde yer alan Hereke, Derince ve Körfez kumtaşları ile Akveren kireçtaşları ve Fıstıklı granitlerinden alınan standartlara uygun (NX boyutlarında) toplam 89 silindirik karot örneği üzerinde Ultrasonik Puls Testleri (UPT) yapılmış ve sismik P- ve S-dalga hızları ölçülmüştür. Bu hızların ilgili bağıntılarda kullanılması ile dinamik Elastisite modülü (E), Poisson oranı ( $\sigma$ ), Kırılma hızı, Kırılma Tokluğu, Delinebilirlik İndisi hesaplanmış ve deneysel olarak bulunan Kuru Birim Hacim Ağırlığı (d), Tek Eksenli Basınç dayanımı (UCS), Çekme Dayanımı ( $\tau$ ), Nokta Yük İndisi  $Is_{(50)}$  ve Schmidt sertliği (SH) verileri ve P-dalgası hızı aralarında korelasyonlar yapılarak deneysel bağıntılar elde edilmiştir.

## **ÇALIŞMA ALANININ JEOLJİSİ**

Çalışma alanında bulunan kayaçlar çok karmaşık olup, yaşları Kuvaterner'den Karbonifere kadar değişmektedir (Şekil 1). Test örnekleri Körfez, Derince ve Hereke kumtaşları ile Akveren kireçtaşları ve Fıstıklı granitlerinden toplanmıştır.

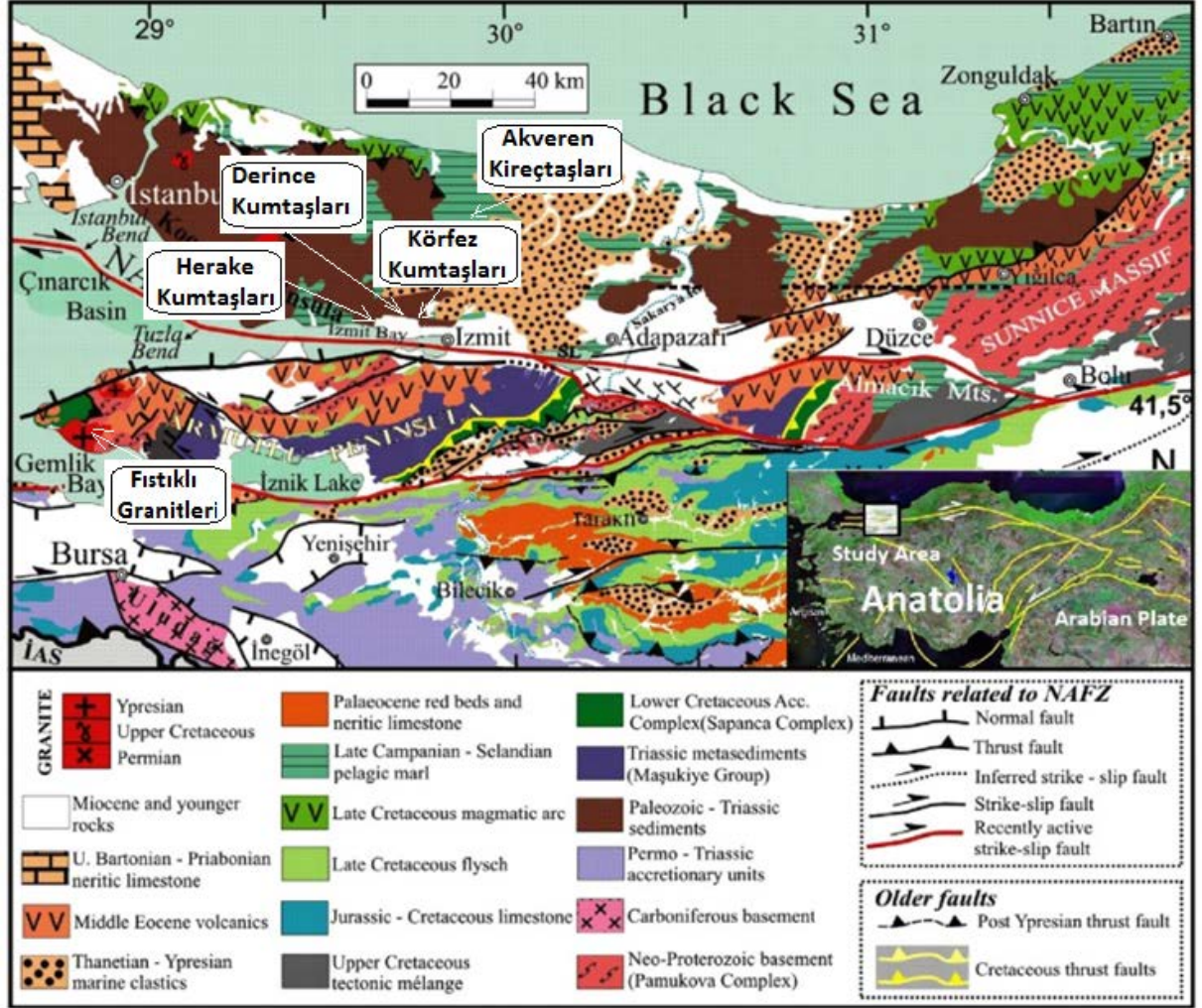
### **Körfez Kumtaşları:**

Kocaeli Yarımadası'nda Triyas çökelleri, yarımada'nın birçok yerinde bulunmaktadır. Triyas istifinin en altında bordo, kızılmsı renkte çakıltaşı, kumtaşı ve şeyller bulunur. Kocaeli Yarımadası'nda yapılan çalışmalar sonucu bu birime çeşitli adlar verilmiştir. Bunlar, Taban konglomerası (Baykal, 1943; Erguvanlı 1949); Kapaklı formasyonu (Altınlı, 1968); Ballıkaya konglomerası (Baykal ve Önalın, 1979); İzmit formasyonu (Çakır 1998) olarak belirlenmiştir. Birim 2 üyeye ayrılmıştır. Ayvalıdere konglomera üyesi ile Dikenlitepe kumtaşı üyesi birbirine yanal ve düşey geçişlidir. İzmit formasyonu alttaki Devoniyen yaşlı birimlerle uyumsuz olarak bulunur. İzmit ve çevresinde üzerine uyumsuz olarak Kretase birimleri gelir. Kocaeli Yarımadası'nın diğer kesimlerinde ise uyumlu olarak Triyas çökelleri bulunur.

### **Derince Kumtaşları:**

Derince dolayında bulunan kumtaşları sopalı formasyonu olarak bilinir. İlk defa Altınlı (1968) tarafından Derince'nin Sopalı Mahallesi'ne atfen isimlendirilmiştir. Formasyonun rengi eflatun ve mor, bazı yerlerde koyu gridir. Yer yer kırmızı renkli laminalanma görülür. Tabakalanma ince ve orta kalınlıkta olup, çapraz tabakalanma gelişmiştir. Tektonik olaylar sonucunda birim içinde eklem takımları, kırıklar ve çatlaklar oluşmuştur. Tektonizmanın etkisiyle birim içinde yaklaşık

birbirine paralel, yatay ve düşey yönlerde kuvars damarları gelişmiştir. Bu kuvars damarlarının çoğu milimetrik kalınlıktadır. Formasyonun kalınlığı tam olarak bilinmemektedir. Altınlı (1968) tarafından 1290 m. olarak ölçülen kalınlık gerçek kalınlığın bir kısmıdır. Formasyonun yaşı Alt Ordovisiyen olarak belirtilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının jeolojisi  
Figure 1. Geology of the study area

### Akveren kireçtaşları

Akveren formasyonu Akveren formasyonu Kampaniyen - Orta Eosen (Lütesiyen) zaman aralığında çökelmiştir. Genelde kirlili beyaz, açık ve koyu gri, kahverengi, bej renklerde killi kireç taşı ve marnlardan oluşur. Üst seviyelerinde ince kumtaşı düzeylerine de rastlanır. Kampaniyen transgresyonunun pelajik çökellerini kapsar. Daha önce Altınlı (1968) tarafından Şemsettin kireçtaşı, Eroskay (1978) tarafından Şemsettin formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada Batı Karadeniz'de geniş yayılım gösteren Kocaeli Yarımadası'nda çalışan Tansel (1989), Fenerci (1999) tarafından da kullanılan "Akveren formasyonu" adı benimsenmiştir. Hemen hemen tüm ince kesitlerde, biyomikritik görülür. Akveren formasyonunda makro fosil olarak eknitler görülür. Birimin kalınlığı 260-633.5m arasında değişir (Çakır, 2000).

## Hereke Kumtaşları

Yukarı Hereke civarında tipik olarak gözlenmektedir. Birim yaklaşık 950 m kalınlıkta olup, dolomitik mikrit, dolomitik Crinoidli biyoklastlı mikrit, mikrit, ince-orta billürel dolotaş ve biyoklastlı mikritten oluşur. Sahil tarafında koyu boz mavimtrak, sert kalın tabakalı, dayanımlı kireçtaşları, içlere doğru ise açık boz, yumuşak, ince-orta tabakalı, mercekli-yassı mercekli kireçtaşlar şeklinde gözlenmektedir. Birim içerisinde marnlı kireçtaşı, yer yer kırmızı-kızıl renkli, aminor, orta-kalın tabakalı, yer yer şistli kireçtaşı, yumrulu kireçtaşı, kızıl renkli kumtaşı ve mikaya da rastlanmaktadır. Birim Üst Kretase- Paleosen yaşlıdır (Baykal, 1943; Erguvanlı 1949).

## Fıstıklı Granitleri:

Lütesiyen yaşlı granitler egemen olarak iki tip kayalık tipinden oluşmaktadır. Bunlardan birincisi monzogranitler olup, bölgenin kuzeydoğu, doğu, güney ve orta kesimlerinde bulunmaktadır. İkincisi ise granodiyoritler olup, bölgenin batı ve kuzeybatı, kuzey ve güneybatı kesimlerinde oluşmuştur. Bu iki kayalık grubu Fıstıklı köyü hizasından başlar ve yaklaşık KKD-GGB doğrultulu bir çizgi ile birbirlerinden ayrılır. Jeokimyasal çalışmalar granitlerin subalkali ve kalk-alkali türde kayalıklar olduğunu göstermiştir (Akartuna, 1968).

## LABORATUAR ÇALIŞMALARI

### Silindirik Karotların Hazırlanması ve Ultrasonik Puls Hızlarının Ölçülmesi

Kocaeli bölgesinde yer alan Hereke, Derince ve Körfez kumtaşları ile Akveren kireçtaşları ve Fıstıklı granitlerinden bozulmamış kayalık örnekleri toplanmıştır. Hereke kumtaşından 24 adet, Derince kumtaşından 15 adet ve Körfez kumtaşlarından 15 adet, Akveren kireçtaşlarından 15 adet ve Fıstıklı granitlerinden 20 adet olmak üzere toplam 89 adet standartlara uygun (NX boyutlarında) karot örnekleri alınmıştır (ASTM, 2001). Alınan karotların iki ucu zımparalanarak standartlara uygun bir şekilde birbirlerine paralel hale getirilmiştir (Şekil 2 ve 3).



**Şekil 2.** Kayalık bloklarından silindirik karot örnekleri çıkartılması  
**Figure 2.** The acquisition of cylindrical core specimens from rock blocks



**Şekil 3.** Hazırlanan alınan silindirik karot örnekleri  
**Figure 3.** Examples of cylindrical core specimens

Karot örneklerinin ultrasonic puls hızları (UPV) Proseq marka test cihazı ile ölçülmüştür. P-dalga hızları için 54 kHz frekanslı ve S-dalga hızları için ise 0.25 kHz frekanslı transduserler kullanılmıştır. UPV hız ölçümleri (ISRM 1981) ve (ASTM 1986a) standartlarına göre yapılmıştır. Sensörlerle silindirik yüzeyler arasındaki kupaıyı iyi bir şekilde sağlamak için silindirik karotların her iki yüzeyine silikon gres yağı sürülmüş ve ölçüler bu şekilde alınmıştır (Şekil 4).

#### **Tek Eksenli Basınç dayanımı (UCS) ve Nokta Yük İndisi ( $I_{s(50)}$ ) ve Çekme dayanımı testleri**

Karotların Tek Eksenli Basınç dayanımları 150kN kapasiteli hidrolik test makinası kullanılarak tespit edilmiştir. Karot örnekleri bu makinenin iki yükleme kolu arasına konulup sabit oranda bir basınç artışına tabii tutulmuş ve karotların kırılma anındaki Tek Eksenli Basınç dayanımları ölçülmüştür (ASTM, 1984), (Şekil 5). Ayrıca karot örneklerinin Nokta Yük İndisi değerleri ise 50 kN luk Nokta Yük Test cihazı ile tespit edilmiştir (ASTM, 2005), (Şekil 6). Test örneklerinin çekme dayanımları ISRM (1978) standardına uygun olarak UTEST Test cihazı kullanılarak elde edilmiştir.



**Şekil 4.** Proseq UPV test cihazı ve silindirik korotların UPV ölçümü  
**Figure 4.** Proseq UPV test instrument and measurement of UPV of cylindrical core specimens



**Şekil 5.** Hidrolik (UCS) Test makinesi  
**Figure 5.** Hidrolik (UCS) tester



**Şekil 6.** Nokta Yük İndisi cihazı  
**Figure 6.** Point Load Index Device

### **Elastisite modülü (E) ve Poisson oranı ( $\sigma$ ) tespiti**

Dinamik Young modülü ve Poisson oranı P-ve S- dalga hızlarının aşağıda verilen bağıntılarda kullanılması ile elde edilmiştir.

$$E = d \cdot V_s^2 \left[ \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} \right]$$

$$\sigma = \left[ \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s)^2 - 2} \right]$$

Burada, E; Young modülü,  $\sigma$ ; Poisson oranı,  $V_p$ ; P-dalga hızı,  $V_s$ ; S-dalga hızı ve d; kuru birim hacim ağırlığını belirtmektedir.

### **Kuru Birim hacim ağırlığı (d)**

Her bir karot örneğinin kuru birim hacim ağırlığı fırın metodu ile bulunmuştur. Karot örnekleri 105C<sup>0</sup> sıcaklığındaki etüv içine yerleştirilip bir saat bekletilmiş ve sonrasında oda sıcaklığında kurutulmuştur. Test örneklerinin yoğunluğu her bir örneğin kütlesi onun hacmine bölünerek bulunmuştur.

### **Kırılma (B), Kırılma Tokluğu (FT) ve Delinebilirlik indisi (DI) özellikleri**

Kayaların önemli indis özelliklerinden bazıları kırılma (brittleness), kırılma tokluğu (fracture toughness) ve delinebilirlik indisi (drillability index) dir. Karot örneklerinin bu özellikleri aşağıda verilen deneysel bağıntılarla hesaplanmıştır (Chary et al., 2006). Kayaçların kırılma tokluğu onların çok küçük veya hiç olmayan plastik akışa göre gösterdiği bir özelliktir. Kırılma tokluğu kayaçların kırılmaya karşı gösterdiği bir direnç olarak tanımlanabilir. Delinebilirlik özelliği ise penetrasyon derinliği başına düşen kuvvet olup, ortalama penetrasyon oranını bulmada ve matkap ucunun ömrünün hesaplanmasında kullanılır.

$$\sigma_T = \sigma_c / 10$$

$$B = (\sigma_c * \sigma_T) / 2$$

$$FT = 0.11 * (B)^{0.43}$$

$$DI = 0.6344 * (B)^{0.6186}$$

Burada  $\sigma_T$  çekme dayanımı (tensile strength),  $\sigma_c$  tek eksenli basınç dayanımı (MPa), B kırılma, FT kırılma tokluğu (MPa m<sup>1/2</sup>) ve DI ise delinebilirlik indisi (kN/mm) dir.



### Schmidt Sertliği (SH) testi

Test örnekleri Şekil 7’de görüldüğü gibi test beşiğine yerleştirildikten sonra L\_tipi Schmidt çekici ile test edilmiş ve her bir karot numunesinin değişik bölgelerinde 20 vuruş yapılmıştır. Ortalama geri tepme sayısı (Schmidt sertliği) %50 den daha yüksek okumaların ortalaması alınarak Schmidt sertliği hesaplanmıştır.



Şekil 7. L-tipi Schmidt çekici  
Figure7. L-type Schmidt hammer

### Test sonuçları

Körfez ve Derince kumtaşları ile Akveren kireçtaşları test örneklerinin P-dalga hızları (Vp), S-dalga hızları (Vs), Poisson oranı ( $\sigma$ ), kuru birim hacim ağırlığı (d), tek eksenli basınç dayanımı (UCS), nokta yük indisi ( $I_{s(50)}$ ), ve çekme dayanımı ( $\tau$ ) test sonuçları Tablo 1. de ve Elastisite modülü (E), kırılma tokluğu (B), Kırılma tokluğu (FT), delinebilirlik indisi (DI) ve Schmidt sertliği (SH) ise Tablo 2. de verilmektedir. Ayrıca Hereke kumtaşları ile Fıstıklı granitlerine ait karot örneklerinin Vp, Vs hızları, ( $\sigma$ ), (d), (UCS), ( $I_{s(50)}$ ) ve ( $\tau$ ) deney sonuçları Tablo 3. te ve (E), (B), (FT), (DI) ve (SH) test sonuçları ise Tablo 4. te verilmektedir. Tablo 1. de görüldüğü gibi Körfez kumtaşlarının Vp değeri 1890-3155m/s, Vs değeri 996-1560m/s,  $\sigma$  değeri 0.35-0.33, d değeri 1.77-2.22gr/cm<sup>3</sup>, UCS değeri 9.65-98.35 MPa,  $I_{s(50)}$  değeri 0.772-7.868MPa ve  $\tau$  değeri ise 11.8-17.6MPa arasında değişim göstermektedir. Derince test örneklerinin Vp değeri 2137-6060.5m/s, Vs değeri 1000-3776m/s,  $\sigma$  değeri 0.18-0.36, d değeri 2.21-2.68gr/cm<sup>3</sup>, UCS değeri 43.23-163.22MPa,  $I_{s(50)}$  değeri 1.22-8.28MPa ve  $\tau$  değeri ise 6.6-23MPa arasında değişmektedir. Ayrıca Akveren kireçtaşı test örneklerinin Vp değeri 5142-6146m/s, Vs değeri 2554-3325m/s,  $\sigma$  değeri 0.29-0.33, d değeri 1.92-3.01gr/cm<sup>3</sup>, UCS değeri 116-147MPa,  $I_{s(50)}$  değeri 7.52-8.67Mpa ve  $\tau$  değeri ise 28.5-35.8Mpa aralıklarında değişim göstermektedir. Tablo 2. den görüleceği gibi Körfez kumtaşları test örneklerinin E değeri 4.5-14.11Gpa, B değeri 4.124-18.37, FT değeri 0.2-0.38 Mpa m<sup>1/2</sup>, DI değeri 1.52-3.84kN/mm ve SH değeri ise 11-26 aralığında değişim göstermektedir. Derince kumtaşlarının test örneklerinin E değeri 5.73-85.56Gpa, B değeri 12.54-15.125, FT değeri 0.32-0.35 Mpa m<sup>1/2</sup>, DI değeri 3.01-3.4kN/mm ve SH değeri ise 30.98-63.25 arasında değişmektedir. Akveren kireçtaşlarının test örneklerinin E değeri 22.16-858.6Gpa, B değeri 63.82-80.9, FT değeri 0.657-0.727 Mpa m<sup>1/2</sup>, DI değeri 8.3-9.6kN/mm ve SH değeri ise 35-44 aralıklarında bulunmaktadır. Tablo 3. den Hereke kumtaşı test örneklerinin Vp değeri 3275-3775m/s, Vs değeri 1703-1950m/s,  $\sigma$  değeri 0.31-0.329, d değeri 2.27-2.34gr/cm<sup>3</sup>, UCS değeri 22.6-27.5Mpa,  $I_{s(50)}$  değeri 1.15-1.38Mpa ve  $\tau$  değeri ise 12.2-20.4Mpa arasında, Fıstıklı granitlerinin Vp değeri 5800-6340m/s, Vs değeri 2915-3225m/s,  $\sigma$  değeri 0.32-0.33, d değeri 2.74-2.9gr/cm<sup>3</sup>, UCS değeri 172-192Mpa,  $I_{s(50)}$  değeri 8.2-9.5Mpa ve  $\tau$  değeri ise 45.6-48.5Mpa arasında değişmektedir. Tablo 4. ten görüldüğü

gibi Hereke test örneklerinin E değeri 17-22.5Gpa, B değeri 12.54-15.62, FT değeri 0.32-0.35 Mpa m<sup>1/2</sup>, DI değeri 3.01-3.4kN/mm ve SH değeri ise 31-41 arasında Fıstıklı granitlerinin E değeri 60.78-78.88Gpa, B değeri 94.6-103.95, FT değeri 0.77-0.81 Mpa m<sup>1/2</sup>, DI değeri 10.58-11.32kN/mm ve SH değeri ise 52-63 aralığında değişmektedir.

**Çizelge 1.** Körfez, Derince kumtaşları ile Akveren kireçtaşları test örneklerinin P-ve S-dalgı hızları, Poisson oranı, kuru birim hacim ağırlığı, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük indisi ve çekme dayanımı deney sonuçları

**Table 1.** P- and S- velocities, Poisson's ratio, dry unit weight, uniaxial compressive strength, point load index and tensile strength test results of Körfez, Derince sandstones and Akveren limestones.

Formasyon	Örnek No	V <sub>p</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)	σ	d	UCS (MPa)	I <sub>s(50)</sub> (MPa)	τ (MPa)
Körfez kumtaşları	1	3155	1560	0,34	2,21	98,35	7,87	17,6
	2	2210	1167	0,31	1,86	13,86	1,11	14,3
	3	2100	1045	0,34	1,85	10,69	0,86	12,7
	4	1890	996	0,31	1,77	9,65	0,78	11,8
	5	2400	1156	0,35	1,97	18,5	1,48	13,4
	6	2365	1221	0,32	1,96	18,42	1,47	13,3
	7	2390	1245	0,31	1,88	19,17	1,53	14,6
	8	2340	1238	0,31	1,89	14,55	1,16	12,8
	9	2580	1228	0,35	1,98	22,48	1,80	14,7
	10	2389	1221	0,32	1,86	20,68	1,66	13,6
	11	2725	1178	0,39	1,95	26,86	2,15	14,6
	12	2640	1245	0,36	2,05	24,64	1,97	14,8
	13	3145	1455	0,36	2,22	32,65	2,6	16,3
	14	3050	1464	0,35	2,1	30,69	2,46	16,5
	15	2480	1237	0,33	2,1	19,66	1,57	14,3
Derince kumtaşları	1	6060,6	3776	0,18	2,68	163,22	8,28	23
	2	5347,6	2897	0,29	2,63	134,23	6,4	21
	3	4926,1	2558	0,32	2,49	105,44	5,91	18
	4	4297	2237	0,31	2,54	99,22	4,89	15
	5	3188	1665	0,31	2,29	79,46	3,19	14,5
	6	3466	1775	0,32	2,36	63,34	3,59	15,6
	7	2137	1000	0,36	2,21	43,23	1,23	6,6
	8	3585,3	1775	0,34	2,41	51,23	2,76	13,6
	9	4562,4	2365	0,32	2,46	87,77	4,38	17,3
	10	4386,6	2278	0,32	2,48	112,56	5,00	19,5
	11	3125,2	1577	0,33	2,29	48,56	2,28	11,4
	12	5917,2	3288	0,28	2,73	138,43	7,25	20,4
	13	4186	2148	0,32	2,45	78,67	3,88	14,2
	14	4818,2	2654	0,28	2,54	99,32	5,08	17,5
	15	4150,3	2188	0,31	2,46	78,34	4,43	14,3
Akveren kireçtaşları	1	5880	3100	0,31	2,9	138,45	8,21	34,7
	2	5950	3145	0,31	2,64	137,35	8,34	35,4
	3	5142	2554	0,34	1,921	116,23	7,52	28,5
	4	6146	3325	0,29	3,06	131,62	8,46	36,3
	5	5628	2900	0,32	2,45	120,97	7,75	32,4
	6	5746	3000	0,31	2,53	129,76	8,32	34,2
	7	5855	3050	0,31	2,58	128,66	8,43	35,8
	8	5950	3156	0,30	2,63	132,58	8,22	33,9
	9	5944	3115	0,31	2,7	144,26	8,25	35,3
	10	6134	3320	0,29	3,02	147,18	8,67	35,8
	11	5895	3150	0,30	2,54	137,12	7,82	33,6
	12	5930	3118	0,31	2,48	133,15	8,14	35,7
	13	5876	3025	0,32	2,37	145,26	8,24	35,4
	14	5785	3000	0,32	2,56	132,84	8,15	33,7
	15	6042	3210	0,30	2,7	143,45	8,32	34,8

**Çizelge 2.** Körfez, Derince kumtaşları ile Akveren kireçtaşları test örneklerinin elastisite modülü, kırılma tokluğu, delinebilirlik indisi ve Schmidt sertliği test sonuçları

**Table 2.** Elasticity modulus, brittleness, fracture toughness, drillability and Schmidt hardness test results of Körfez, Derince sandstones and Akveren limestones.

<i>Formasyon</i>	<i>Örnek No</i>	<i>E (GPa)</i>	<i>B</i>	<i>FT (MPa)</i>	<i>DI kN/mm</i>	<i>RN</i>
Körfez kumtaşları	1	14,12	18,37	0,38	3,84	25
	2	6,49	7,62	0,26	2,23	13
	3	5,29	5,88	0,24	1,90	12
	4	4,50	4,13	0,20	1,52	11
	5	6,97	10,18	0,30	2,66	21
	6	7,56	10,13	0,30	2,66	18
	7	7,51	10,54	0,30	2,72	17
	8	7,42	8,00	0,27	2,30	15
	9	7,93	12,36	0,32	3,01	18
	10	7,20	11,37	0,31	2,85	17
	11	7,35	14,77	0,35	3,36	21
	12	8,46	13,55	0,34	3,18	17
	13	12,57	17,96	0,38	3,79	27
	14	11,92	16,88	0,37	3,64	26
	15	8,41	10,81	0,31	2,77	20
Derince kumtaşları	1	85,55	13,47	0,34	3,17	60,21
	2	55,23	12,87	0,33	3,08	57,89
	3	41,96	12,54	0,33	3,03	52,33
	4	32,99	13,86	0,34	3,23	43,72
	5	14,39	13,64	0,34	3,19	41,26
	6	16,67	12,98	0,33	3,10	33,67
	7	5,73	14,25	0,34	3,28	35,22
	8	16,26	15,13	0,35	3,41	42,29
	9	44,22	14,74	0,35	3,35	52,24
	10	36,76	15,07	0,35	3,40	33,94
	11	14,47	12,87	0,33	3,08	30,98
	12	62,40	13,915	0,34	3,23	63,25
	13	33,74	12,43	0,33	3,02	51,33
	14	36,57	15,02	0,35	3,39	44,37
	15	31,14	12,93	0,33	3,09	39,23
Akveren kireçtaşları	1	22,17	76,15	0,71	9,25	41
	2	668,95	75,54	0,71	9,21	42
	3	328,40	63,93	0,66	8,31	35
	4	858,02	72,39	0,69	8,97	43
	5	533,15	66,53	0,67	8,51	39
	6	586,22	71,37	0,69	8,89	37
	7	618,45	70,76	0,69	8,84	41
	8	670,12	72,92	0,70	9,01	42
	9	673,50	79,34	0,72	9,49	38
	10	842,69	80,95	0,73	9,61	43
	11	642,71	75,41	0,71	9,20	38
	12	618,99	73,23	0,70	9,034	42
	13	561,35	79,89	0,72	9,53	39
	14	594,73	73,06	0,70	9,02	40
	15	711,21	78,90	0,72	9,46	44

**Çizelge 3.** Hereke kumtaşları ve Fıstıklı granitleri test örneklerinin P-ve S-dalga hızları, Poisson oranı, kuru birim hacim ağırlığı, tek eksenli basınç dayanımı, nokta yük indisi ve çekme dayanımı test sonuçları

**Table 3.** P- and S- velocities, Poisson's ratio, dry unit weight, uniaxial compressive strength, point load index and tensile strength test results of Hereke sandstones and Fıstıklı granites.

Formasyon	Örnek No	V <sub>p</sub> (m/s)	V <sub>s</sub> (m/s)	$\sigma$	d	UCS (MPa)	I <sub>S(50)</sub> (MPa)	$\tau$ (MPa)
Hereke kumtaşları	1	3424	1745	0,32	2,29	24,5	1,25	14,3
	2	3345	1726	0,32	2,27	23,4	1,15	13,5
	3	3275	1703	0,31	2,28	22,8	1,16	12,5
	4	3468	1824	0,32	2,28	25,2	1,28	15
	5	3451	1766	0,32	2,29	24,8	1,23	14,5
	6	3447	1750	0,32	2,29	23,6	1,22	14,2
	7	3586	1784	0,33	2,31	25,9	1,29	17,9
	8	3687	1886	0,32	2,32	27,5	1,35	18,5
	9	3720	1874	0,33	2,33	26,8	1,35	17,3
	10	3775	1940	0,33	2,34	27,4	1,38	19,6
	11	3460	1884	0,32	2,29	23,4	1,22	14,3
	12	3543	1797	0,32	2,3	25,3	1,31	16,4
	13	3375	1745	0,32	2,28	22,6	1,21	12,2
	14	3735	1887	0,33	2,32	27,3	1,37	17,6
	15	3366	1768	0,32	2,28	23,5	1,15	12,8
	16	3384	1763	0,31	2,27	24,2	1,24	14,3
	17	3369	1756	0,31	2,28	24,7	1,25	12,7
	18	3357	1746	0,31	2,28	24,6	1,22	12,5
	19	3368	1773	0,32	2,27	23,3	1,17	13,5
	20	3573	1892	0,32	2,31	24,6	1,24	16,8
	21	3732	1885	0,33	2,32	28,4	1,45	20,4
	22	3752	1924	0,33	2,32	27,7	1,34	18,9
	23	3662	1860	0,33	2,31	25,7	1,32	16,2
	24	3704	1950	0,33	2,31	27,5	1,38	17,8
Fıstıklı granitleri	1	5800	2915	0,33	2,74	172	8,2	44,5
	2	5910	2980	0,33	2,77	177	8,3	45,6
	3	5957	3000	0,33	2,78	178	8,8	45,3
	4	6150	3113	0,33	2,82	183	9,2	47,7
	5	6245	3168	0,33	2,89	186	9,1	48
	6	6274	3180	0,33	2,85	189	9,4	47,5
	7	6185	3133	0,33	2,88	185	9,3	47,5
	8	6318	3210	0,33	2,9	186	9,1	46,8
	9	6324	3211	0,33	2,84	192	9,5	48,5
	10	6340	3225	0,33	2,95	189	9,4	47,3
	11	5850	2950	0,33	2,77	176	8,8	46,4
	12	5895	2981	0,33	2,76	174	8,6	44,8
	13	5942	3000	0,33	2,74	177	8,8	45,3
	14	6220	3155	0,33	2,86	182	9,1	46,3
	15	6238	3160	0,33	2,85	184	9,3	47,2
	16	6310	3214	0,32	2,84	188	9,4	47,2
	18	6245	3165	0,33	2,85	184	9,1	47,6
	19	6338	3211	0,33	2,87	183	9,2	46,5
	20	6336	3221	0,33	2,9	189	9,4	47,8

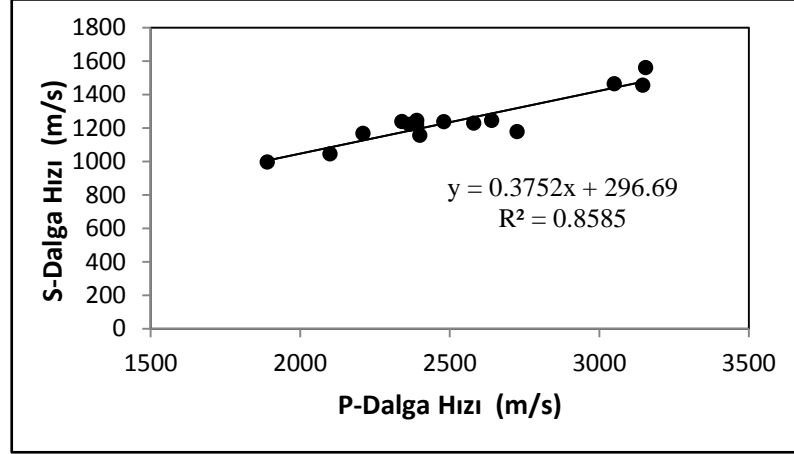
**Çizelge 4.** Hereke kumtaşları ve Fıstıklı granitleri test örneklerinin elastisite modülü, kırılma tokluğu, delinebilirlik indisi ve Schmidt sertliği test sonuçları

**Table 4.** Elasticity modulus, brittleness, fracture toughness, drillability and schmidt hardness test results of Hereke sandstones and Fıstıklı granites.

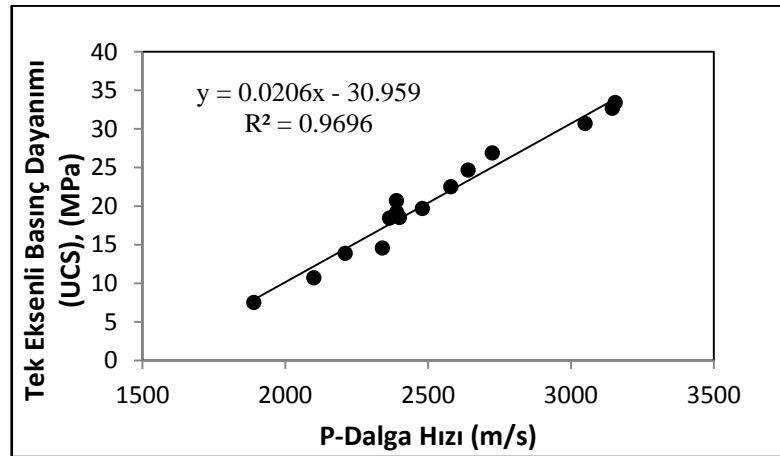
<i>Formasyon</i>	<i>Örnek No</i>	<i>E (GPa)</i>	<i>B</i>	<i>FT (MPa m<sup>1/2</sup>)</i>	<i>DI kN/mm</i>	<i>SH</i>
Hereke kumtaşları	1	18,12	13,48	0,34	3,17	33
	2	17,49	12,87	0,33	3,08	32
	3	17,05	12,54	0,33	3,03	31
	4	19,47	13,86	0,34	3,23	35
	5	18,53	13,64	0,34	3,19	35
	6	18,24	12,98	0,33	3,80	34
	7	19,26	14,25	0,34	3,28	35
	8	21,41	15,13	0,35	3,41	38
	9	21,34	14,74	0,35	3,35	40
	10	22,81	15,07	0,35	3,40	41
	11	20,55	12,87	0,33	3,081	36
	12	19,33	13,92	0,34	3,23	37
	13	17,94	12,43	0,33	3,01	33
	14	21,53	15,02	0,35	3,39	38
	15	18,30	12,93	0,33	3,09	33
	16	18,18	13,31	0,33	3,15	34
	17	18,11	13,59	0,34	3,19	33
	18	17,92	13,53	0,34	3,18	35
	19	18,31	12,82	0,33	3,07	33
	20	21,17	13,53	0,34	3,18	35
	21	21,48	15,62	0,36	3,47	39
	22	22,26	15,23	0,35	3,42	41
	23	20,79	14,14	0,34	3,27	38
	24	22,54	15,13	0,35	3,41	39
Fıstıklı granitleri	1	60,78	94,6	0,78	10,58	52
	2	64,15	97,35	0,79	10,77	55
	3	65,27	97,9	0,79	10,81	53
	4	71,17	100,65	0,80	11,00	58
	5	75,48	102,3	0,80	11,11	60
	6	75,02	103,95	0,81	11,22	59
	7	73,60	101,75	0,80	11,07	59
	8	77,72	102,3	0,80	11,19	58
	9	76,17	105,6	0,82	11,33	60
	10	79,76	103,95	0,81	11,22	59
	11	62,86	96,8	0,78	10,74	55
	12	63,89	95,7	0,78	10,66	56
	13	64,28	97,35	0,78	10,77	55
	14	74,08	100,1	0,79	10,58	59
	15	74,09	101,2	0,79	10,77	60
	16	76,23	103,4	0,79	10,81	62
	17	74,32	101,2	0,80	11,00	62
	18	77,04	100,65	0,80	11,12	63
	19	78,23	103,95	0,81	11,22	62
	20	78,89	102,85	0,80	11,07	63

### İstatistiksel analiz

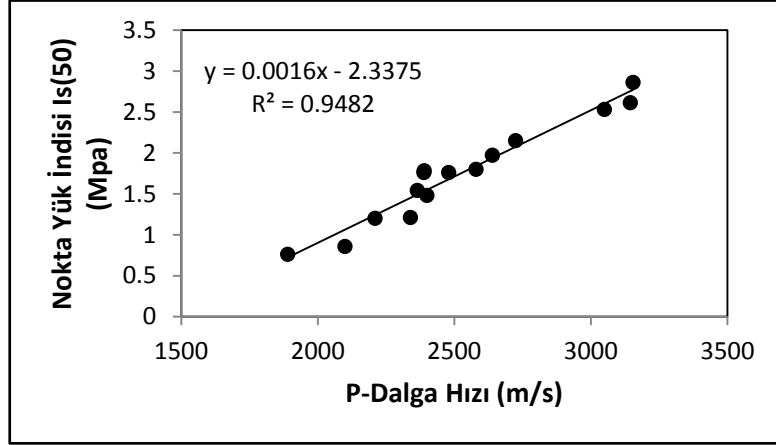
$V_p$ - $V_s$ , UCS- $V_p$ ,  $I_{s(50)}$ - $V_p$ ,  $I_{s(50)}$ -UCS, d- $V_p$ , B- $V_p$ , FT- $V_p$ , DI- $V_p$ , SH- $V_p$ ,  $\sigma$ - $V_p$ , E- $V_p$ , E-UCS ve  $\tau$ -UCS arasındaki ilişkileri bulmak için regresyon analizi yapılmıştır. Şekil 8-20' de Körfez kumtaşlarına ait ilişkiler verilmektedir.



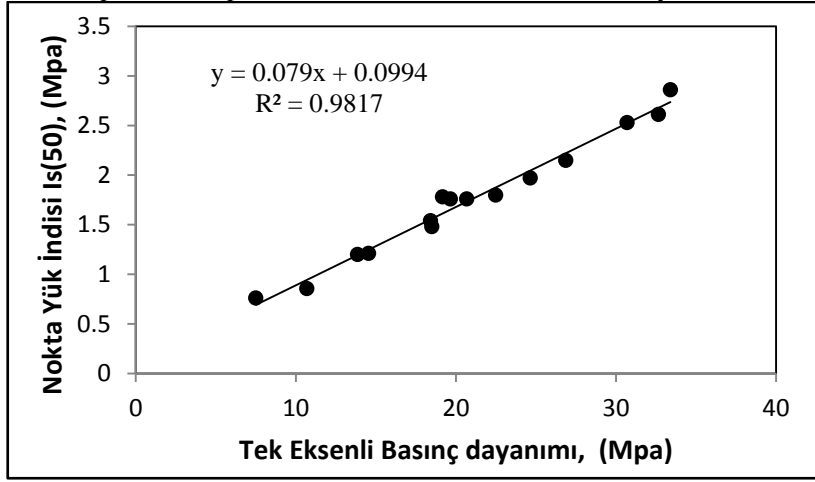
Şekil 8. P-veS- dalga hızları arasındaki ilişki  
Figure 8. Relationship between P- and S- velocities



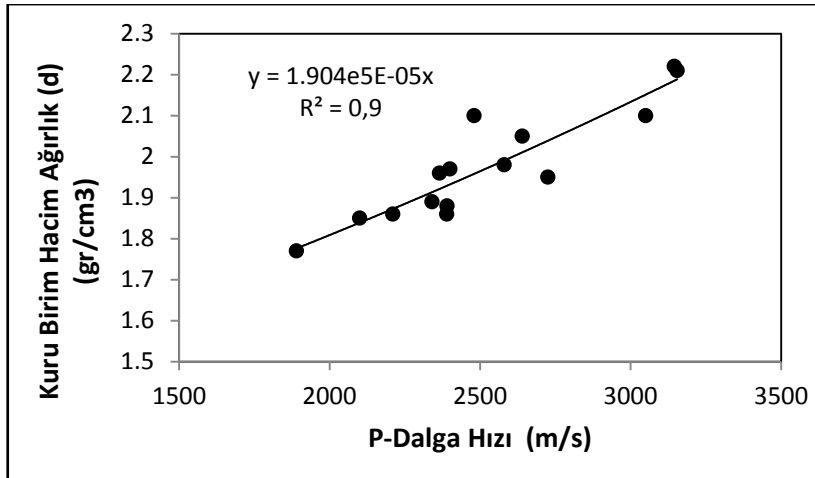
Şekil 9. Tek eksenli basınç dayanımı ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 9. Relationship between uniaxial compressive strength and P- wave velocity



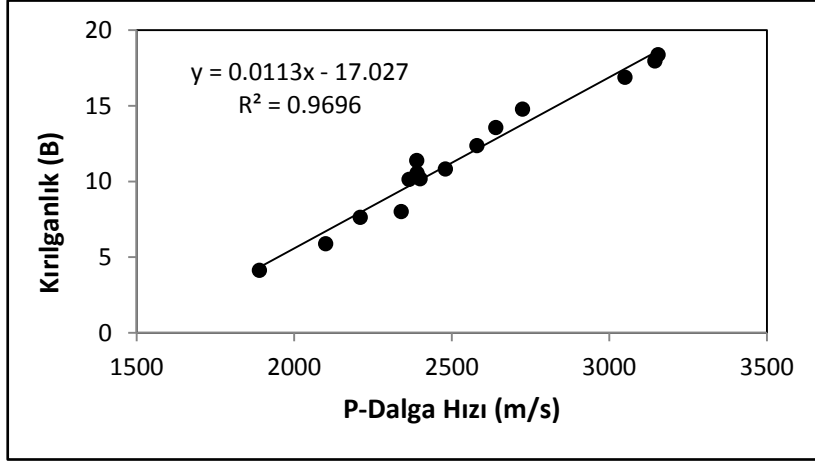
Şekil 10. Nokta yük indisi ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 10. Relationship between point load index and P- wave velocity



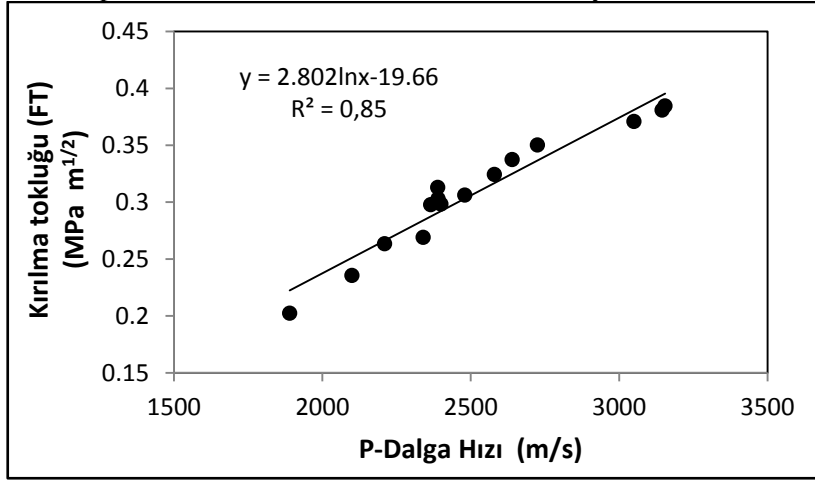
Şekil 11. Nokta yük indisi ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
 Figure 11. Relationship between point load index and uniaxial compressive strength



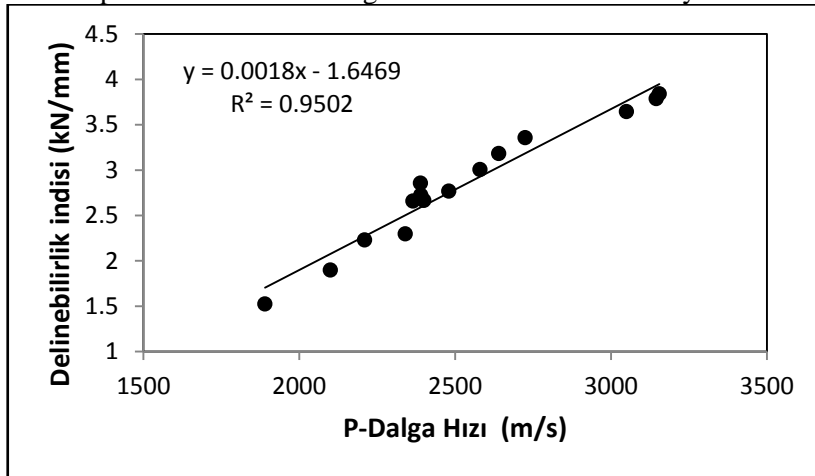
Şekil 12. Kuru birim hacim ağırlığı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 12. Relationship between dry unit weight and P- wave velocity



Şekil 13. Kırılmalık ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 13. Relationship between Brittleness and P- wave velocity

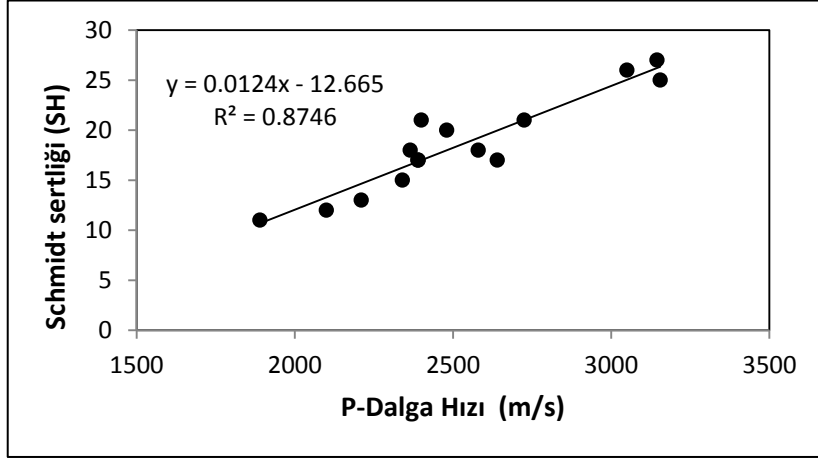


Şekil 14. Kırılma tokluğu ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 14. Relationship between fracture toughness and P- wave velocity

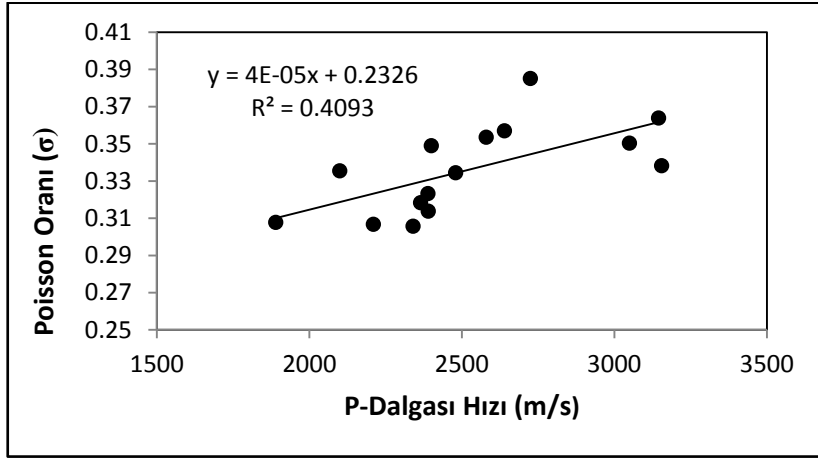


Şekil 15. Delinebilirlik indisi ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 15. Relationship between drillability and P- wave velocity

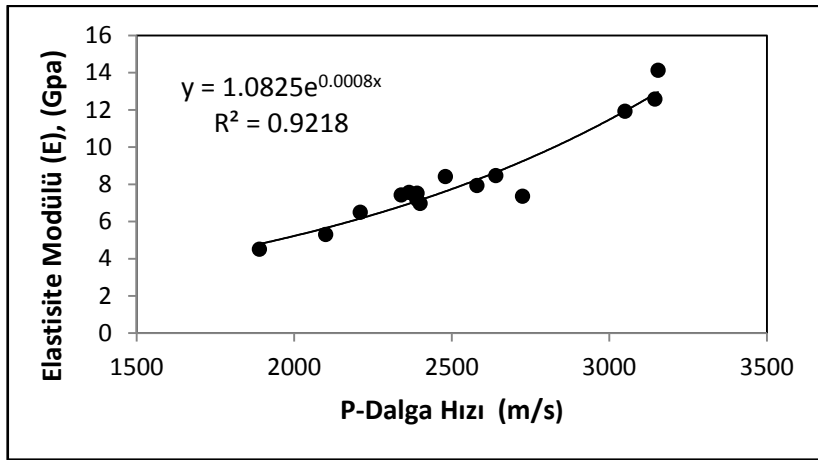




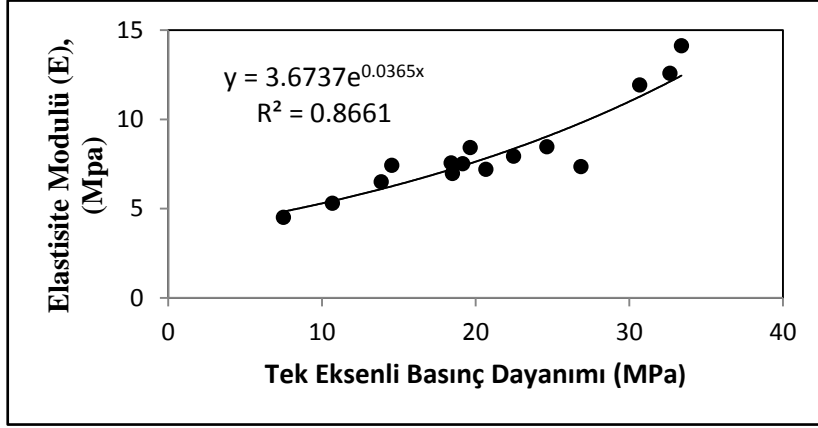
Şekil 16. Schmidt sertliği ve P- hızı arasındaki ilişki  
 Figure 16. Relationship between Schmidt hardness and P- wave velocity



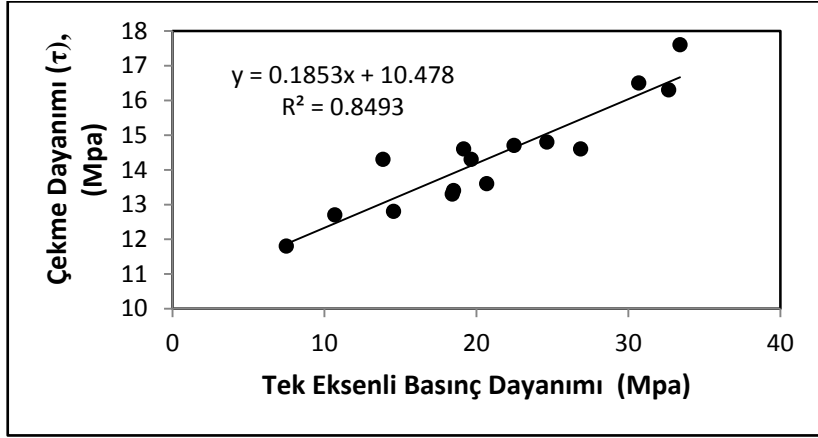
Şekil 17. Poisson oranı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 17. Relationship between Poisson's ratio and P- wave velocity



Şekil 18. Elastisite modülü ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure18. Relationship between elasticity modulus and P- wave velocity

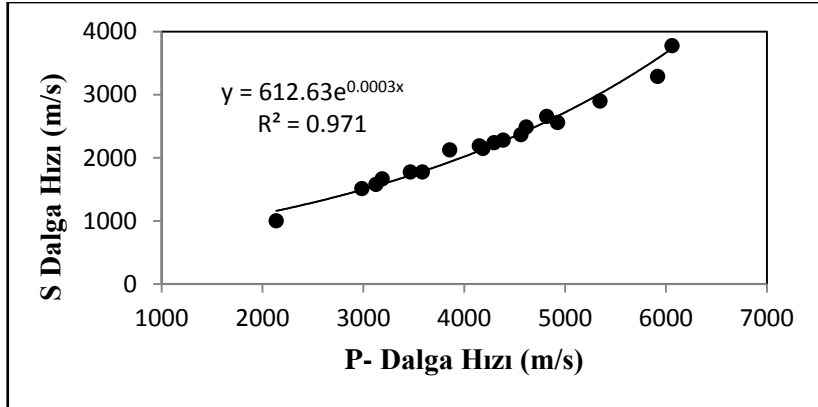


Şekil 19. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
**Figure 19.** Relationship between elasticity modulus and uniaxial compressive strength

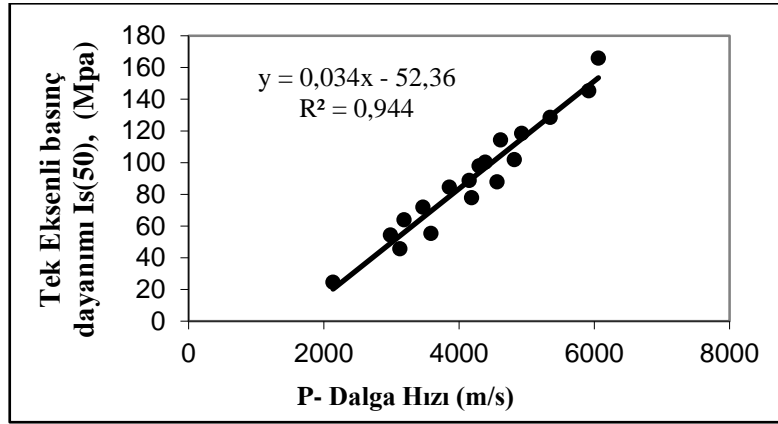


Şekil 20. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
**Figure 20.** Relationship between tensile strength and uniaxial compressive strength

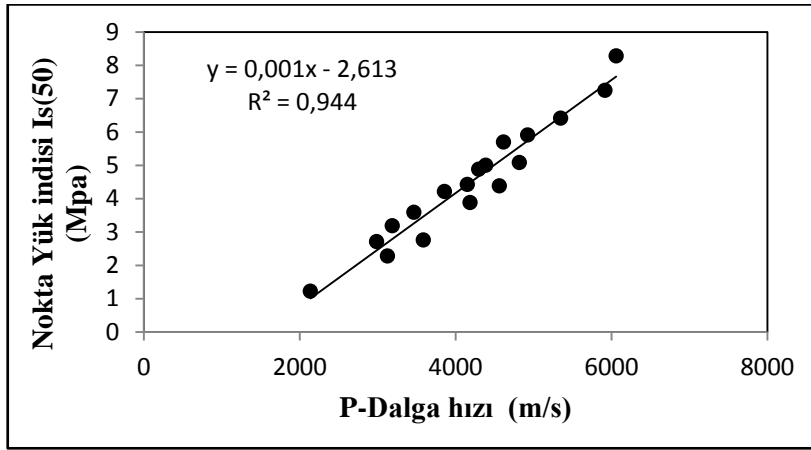
Şekil 21-33'te Derince kumtaşlarına ait ilişkiler verilmektedir.



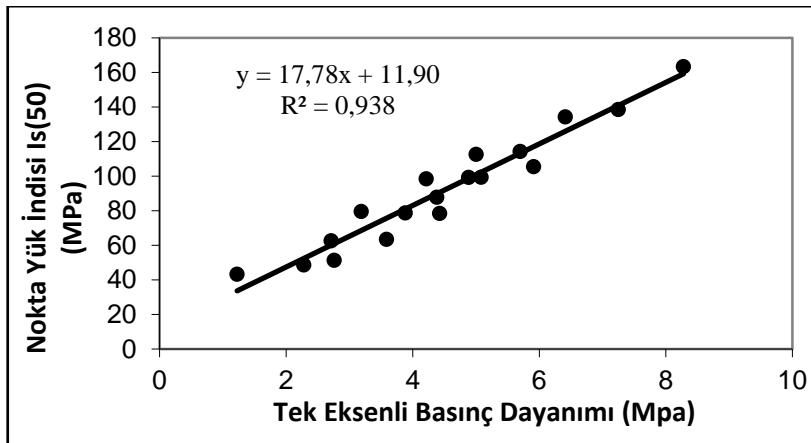
Şekil 21. P- ve S- dalga hızları arasındaki ilişki  
**Figure 21.** Relationship between P- and S- velocities



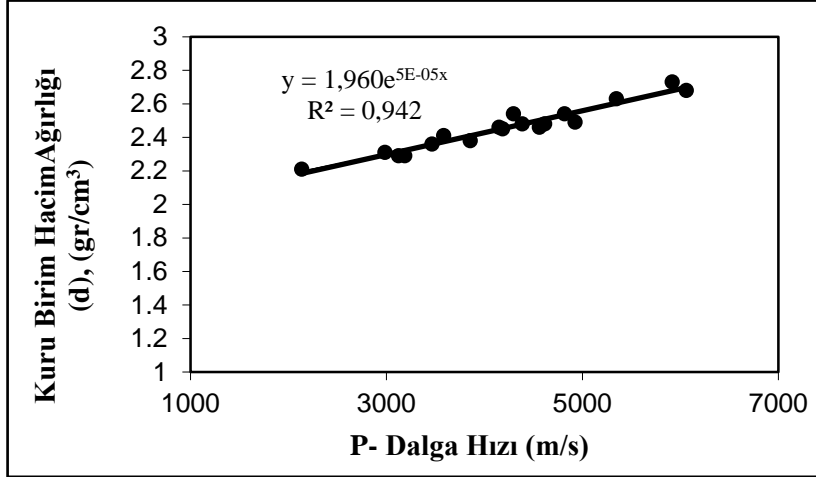
Şekil 22. Tek eksenli basınç dayanımı ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 22. Relationship between uniaxial compressive strength and P- wave velocity



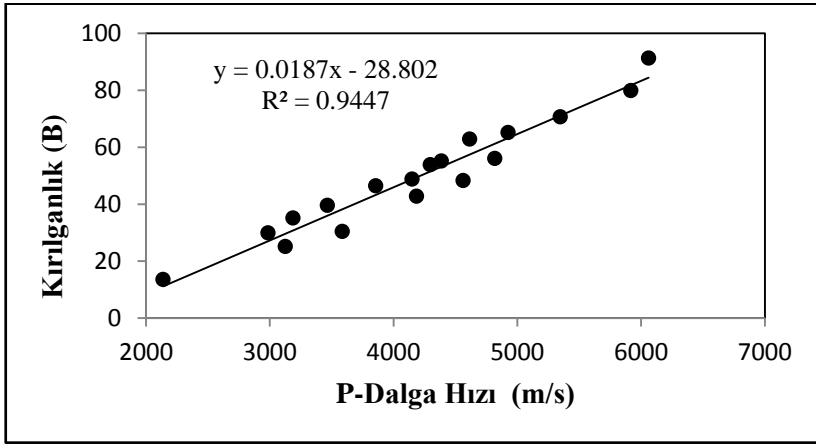
Şekil 23. Nokta yük indisi ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 23. Relationship between point load index and P- wave velocity



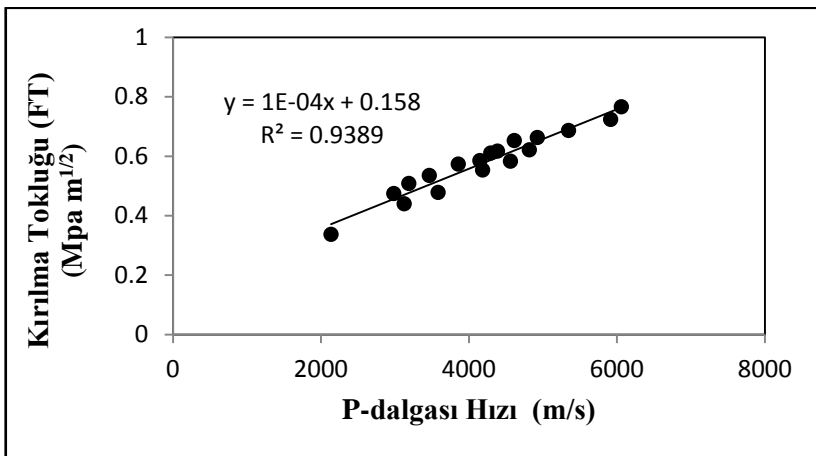
Şekil 24. Nokta yük indisi ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
 Figure 24. Relationship between point load index and uniaxial compressive strength



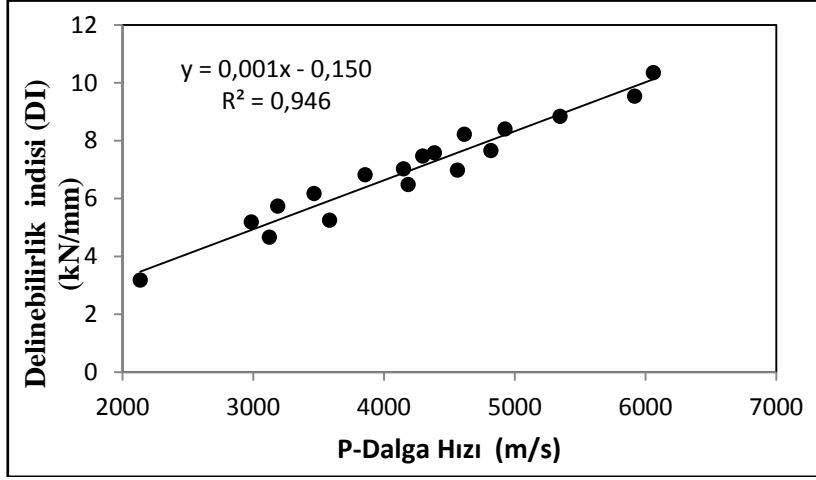
Şekil 25. Kuru birim hacim ağırlığı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 25. Relationship between dry unit weight and P- wave velocity



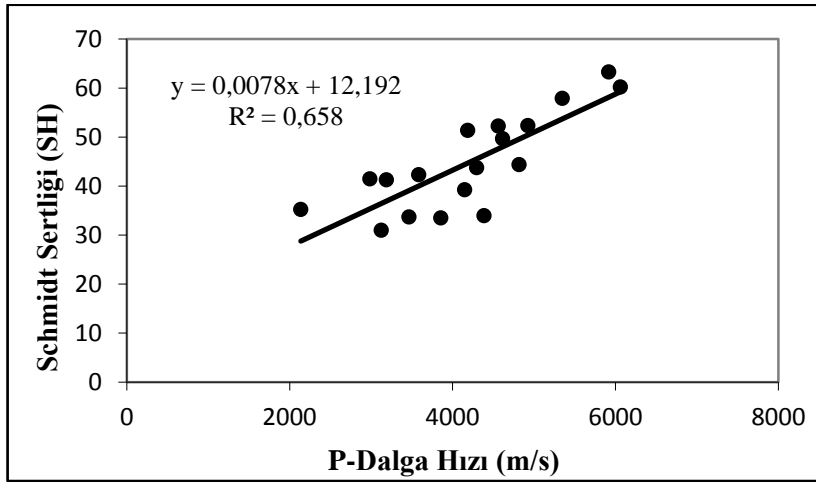
Şekil 26. Kırılgenlik ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 26. Relationship between Brittleness and P- wave velocity



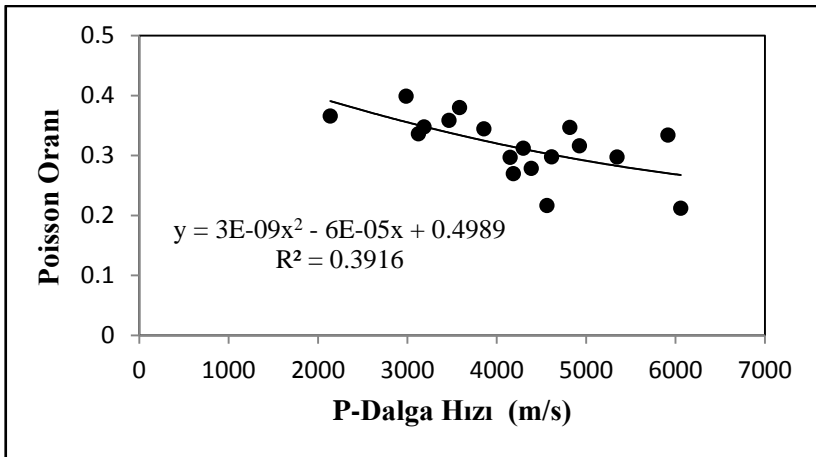
Şekil 27. Kırılma tokluğu ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 27. Relationship between fracture toughness and P- wave velocity



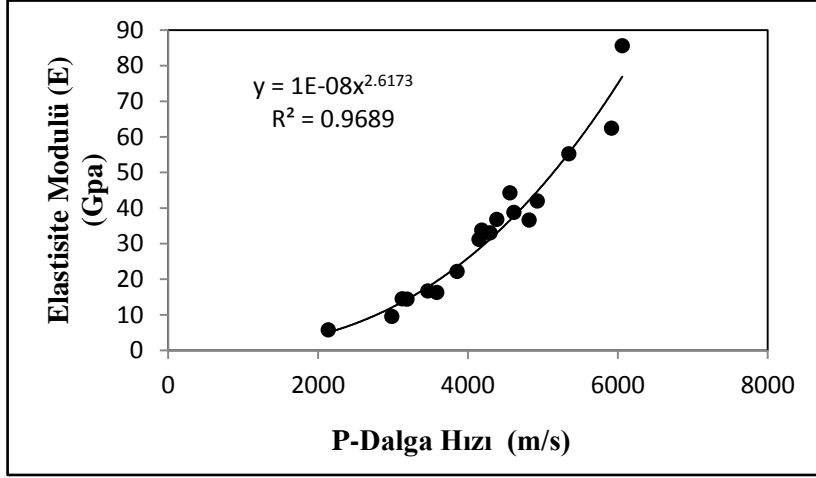
Şekil 28. Delinebilirlik indisi ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 28. Relationship between drillability and P- wave velocity



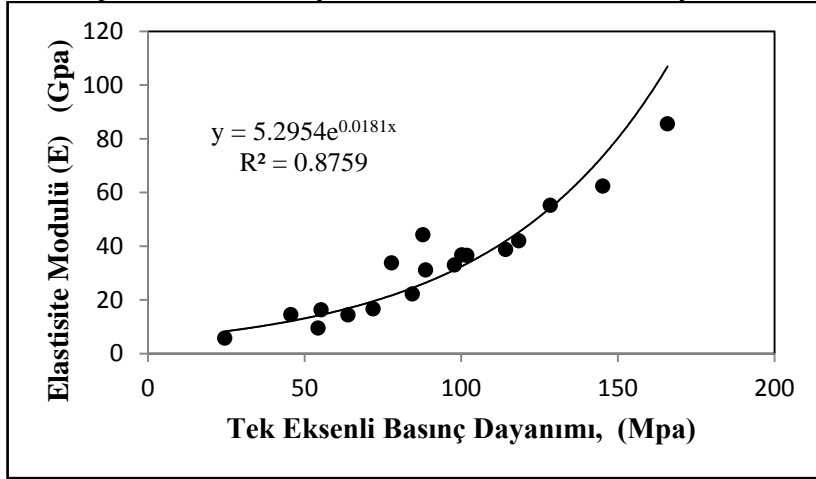
Şekil 29. Schmidt sertliği ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 29. Relationship between Schmidt hardness and P- wave velocity



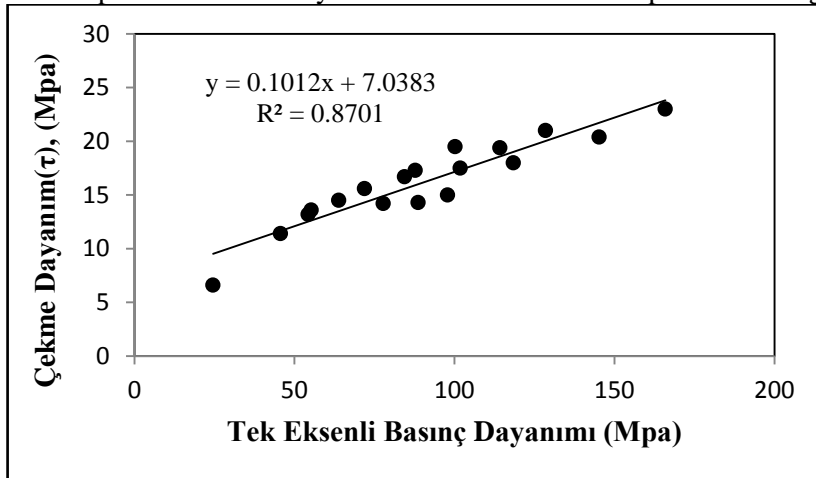
Şekil 30. Poisson oranı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 30. Relationship between Poisson's ratio and P- wave velocity



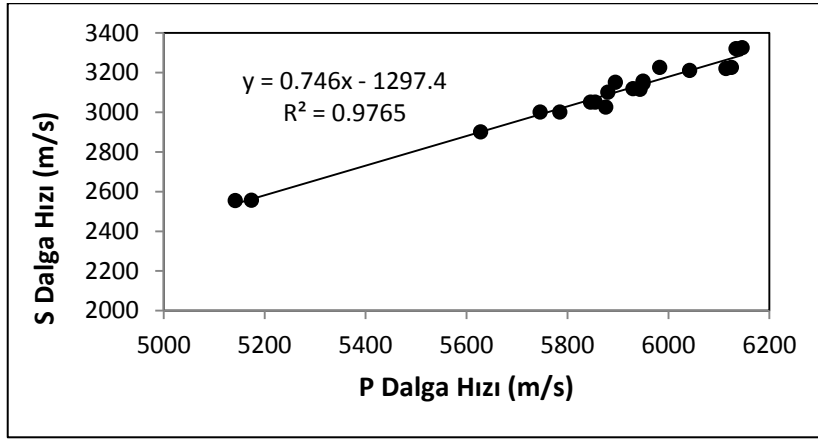
Şekil 31. Elastisite modülü ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 31. Relationship between elasticity modulus and P- wave velocity



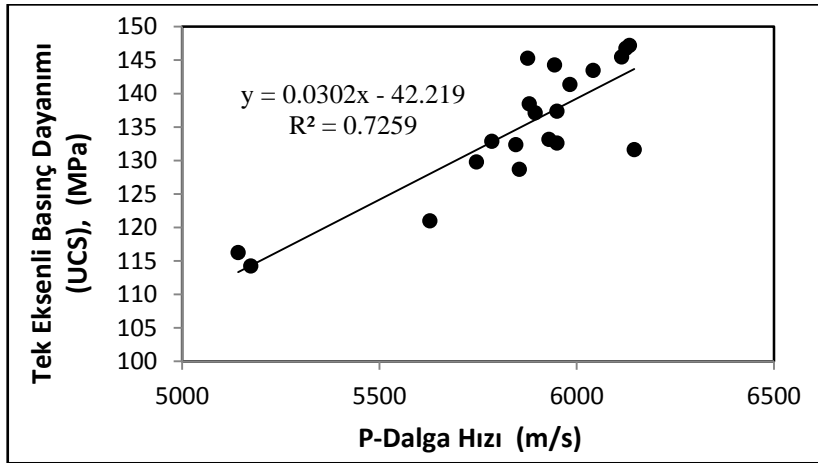
Şekil 32. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
Figure 32. Relationship between elasticity modulus and uniaxial compressive strength



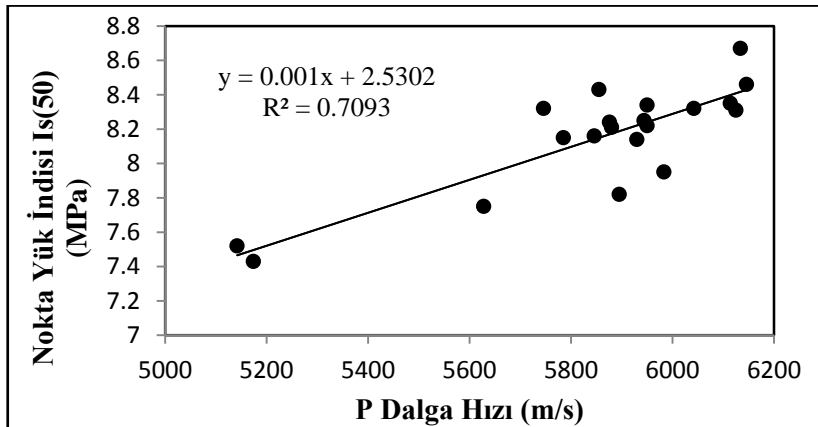
Şekil 33. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
Figure 33. Relationship between tensile strength and uniaxial compressive strength  
Akveren kireçtaşlarına ait ilişkiler Şekil 34-46 da verilmektedir.



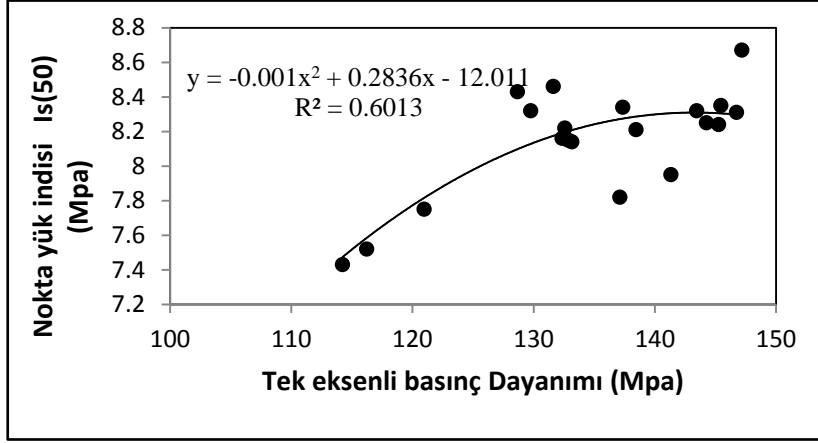
Şekil 34. P- ve S- dalga hızları arasındaki ilişki  
Figure 34. Relationship between P- and S- velocities



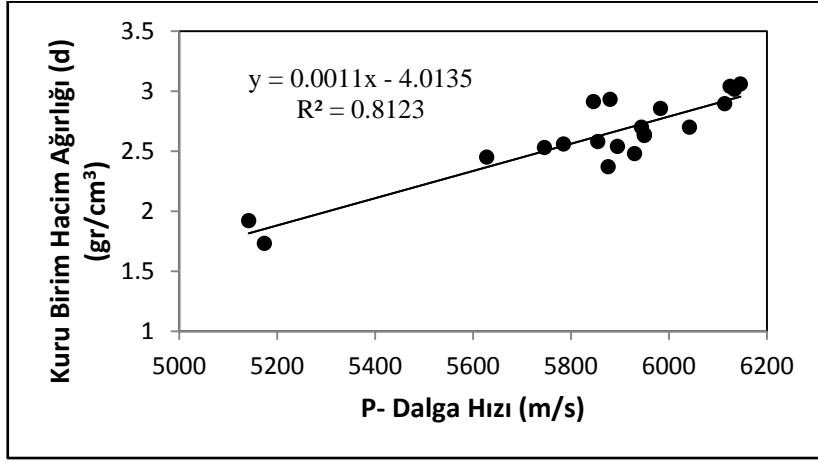
Şekil 35. Tek eksenli basınç dayanımı ve P- hızı arasındaki ilişki  
Figure 35. Relationship between uniaxial compressive strength and P- wave velocity



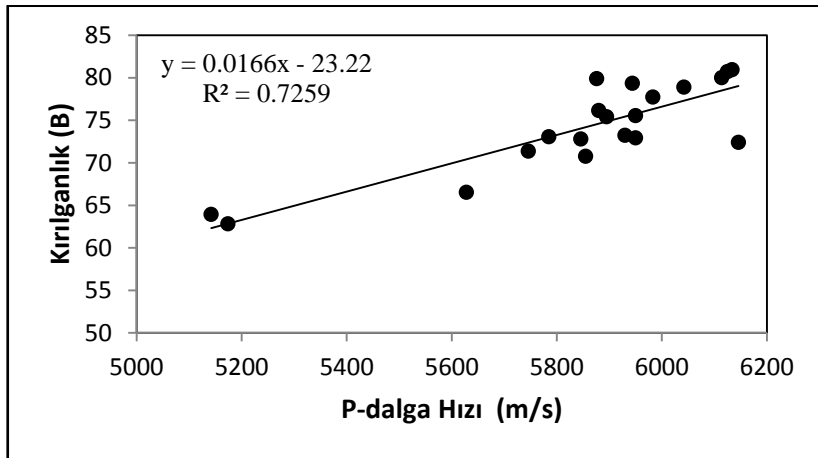
Şekil 36. Nokta yük indisi ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 36. Relationship between point load index and P- wave velocity



Şekil 37. Nokta yük indisi ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
 Figure 37. Relationship between point load index and uniaxial compressive strength

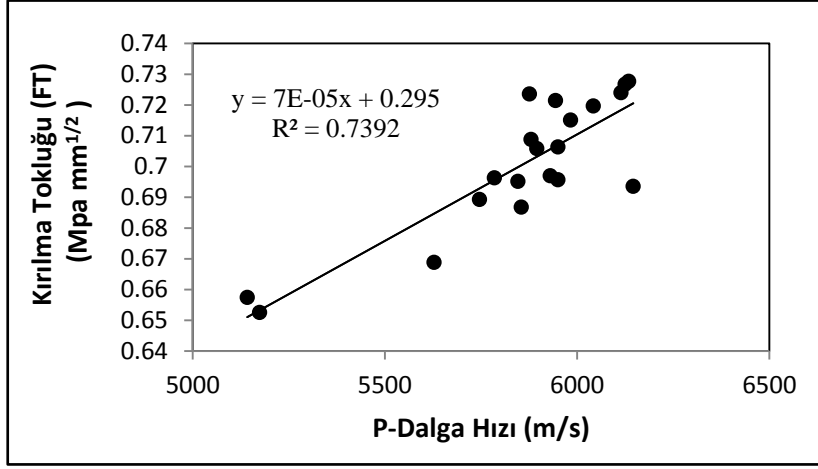


Şekil 38. Kuru birim hacim ağırlığı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 38. Relationship between dry unit weight and P- wave velocity

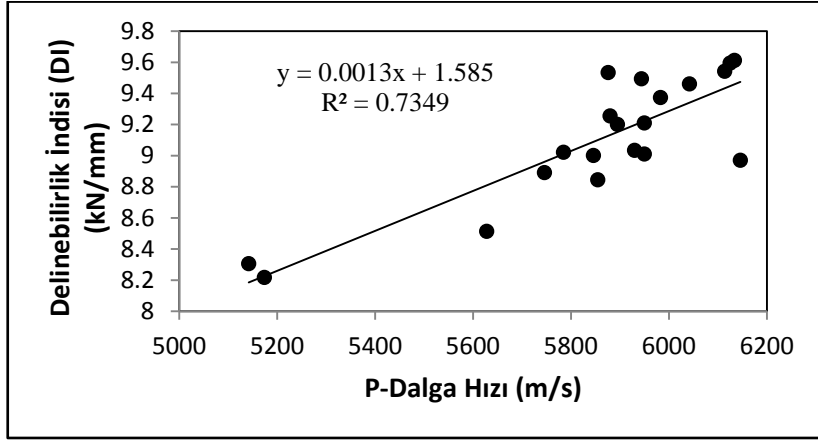


Şekil 39. Kırılgenlik ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 39. Relationship between Brittleness and P- wave velocity

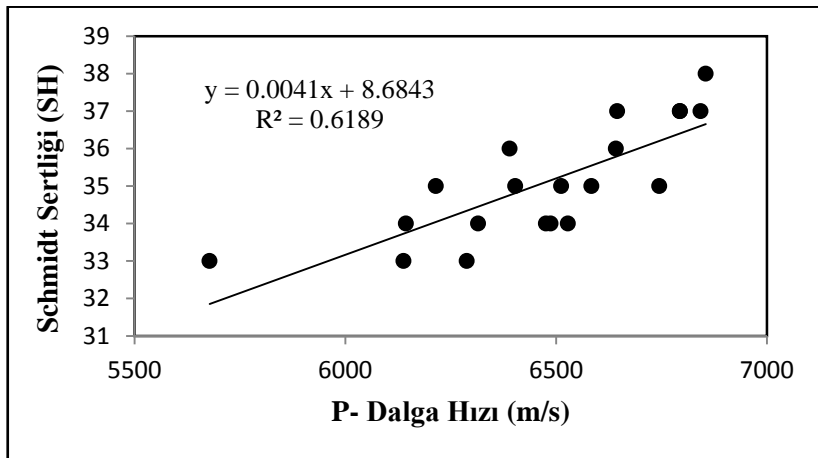




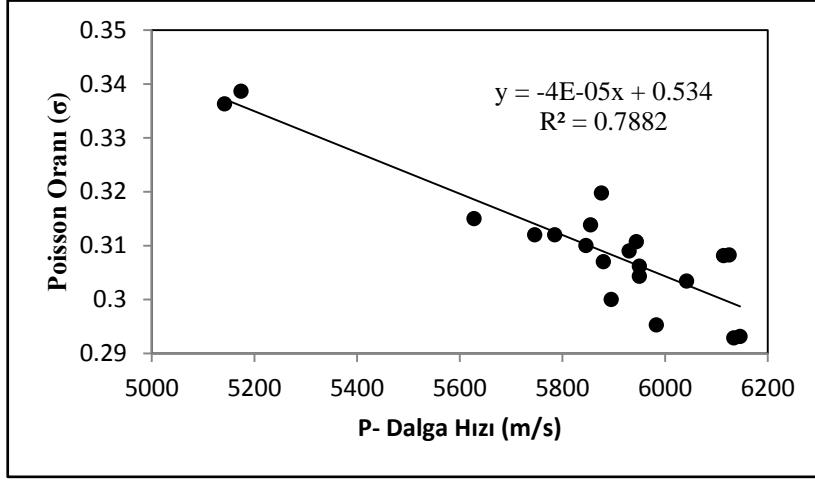
Şekil 40. Kırılma tokluğu ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 40. Relationship between fracture toughness and P- wave velocity



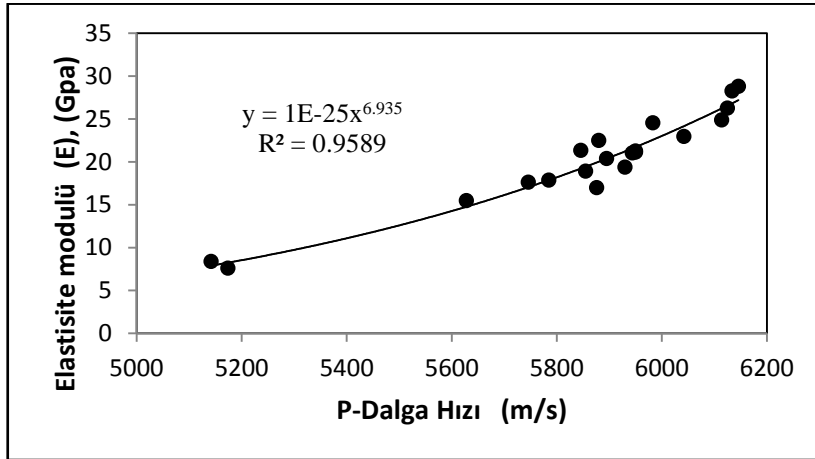
Şekil 41. Delinebilirlik indisi ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 41. Relationship between drillability index and P- wave velocity



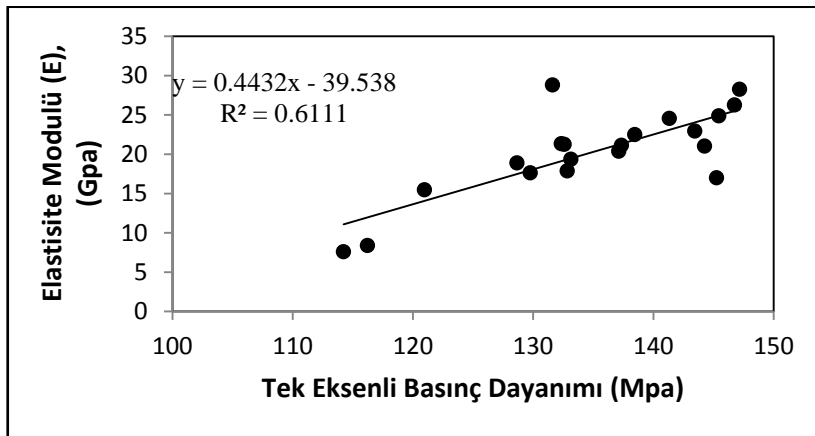
Şekil 42. Schmidt sertliği ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 42. Relationship between Schmidt hardness and P- wave velocity



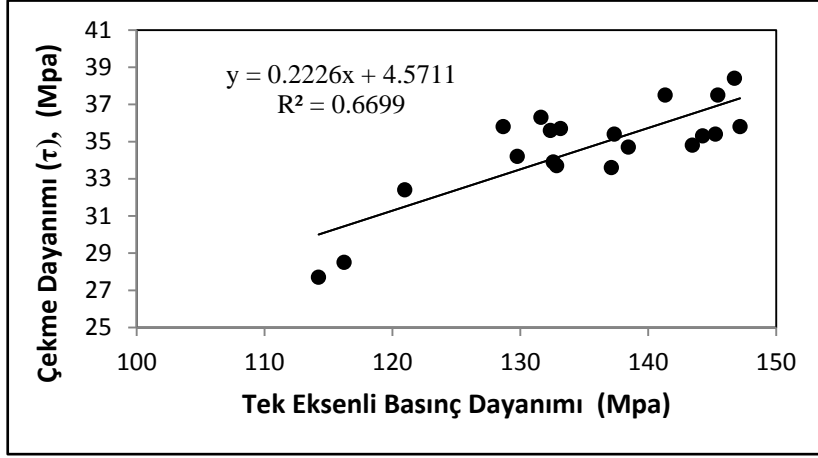
Şekil 43. Poisson oranı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 43. Relationship between Poisson's ratio and P- wave velocity



Şekil 44. Elastisite modülü ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 44. Relationship between elasticity modulus and P- wave velocity

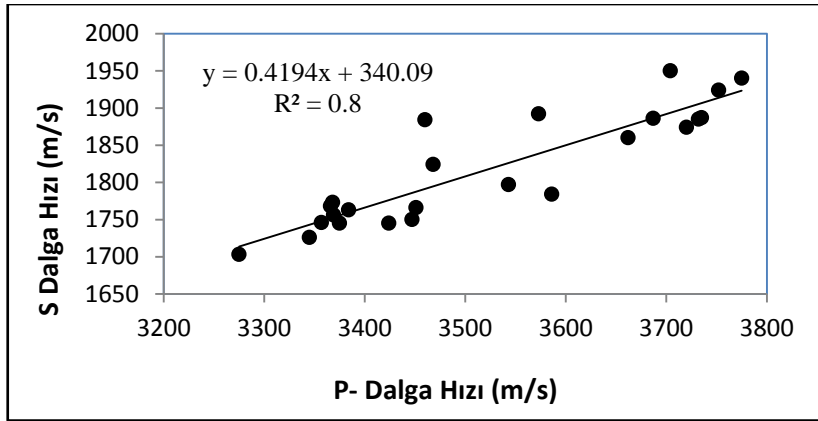


Şekil 45. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç arasındaki ilişki  
Figure 45. Relationship between elasticity modulus and uniaxial compressive strength

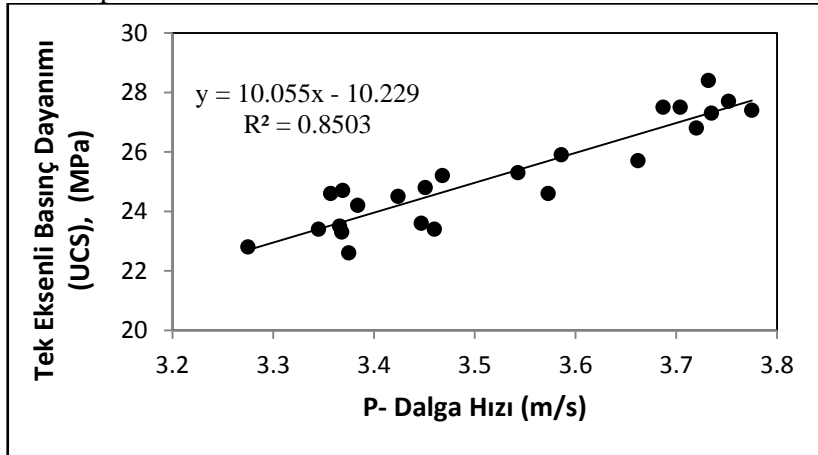


Şekil 46. Çekme dayanımı ve tek eksenli basınç arasındaki ilişki  
Figure 46. Relationship between tensile strength and uniaxial compressive strength

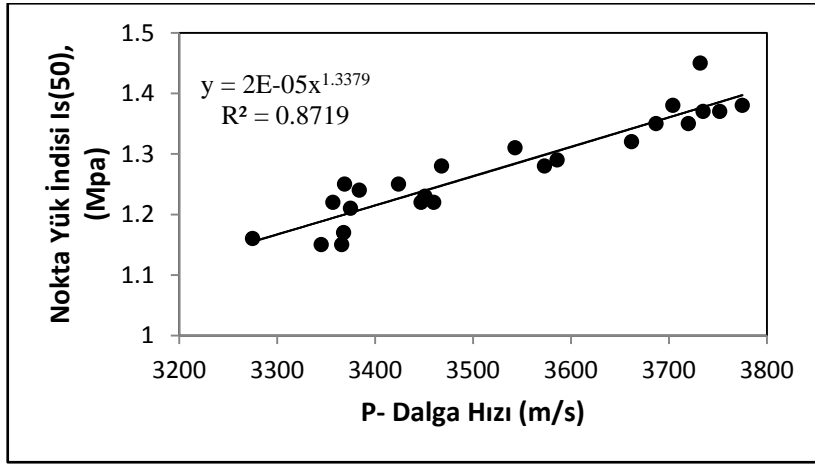
Hereke kumtaşlarına ait ilişkiler Şekil 47-59 da verilmektedir.



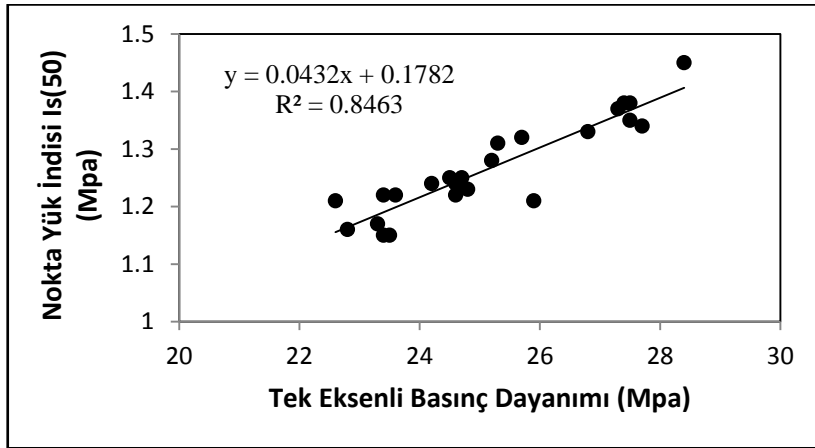
Şekil 47. P- ve S- dalga hızları arasındaki ilişki  
Figure 47. Relationship between P- and S- velocities



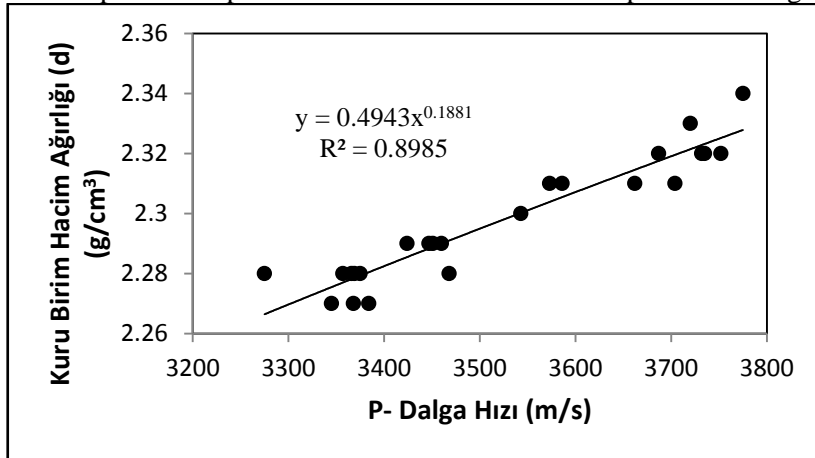
Şekil 48. Tek eksenli basınç dayanımı ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 48. Relationship between uniaxial compressive strength and P- wave velocity



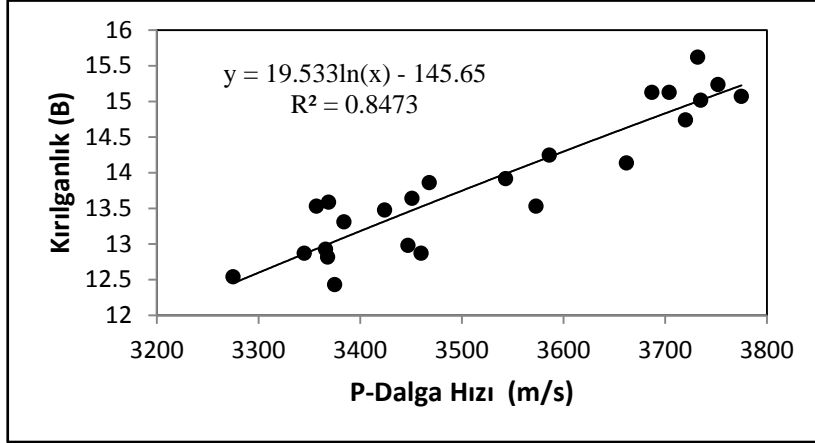
Şekil 49. Nokta yük indisi ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 49. Relationship between point load index and P- wave velocity



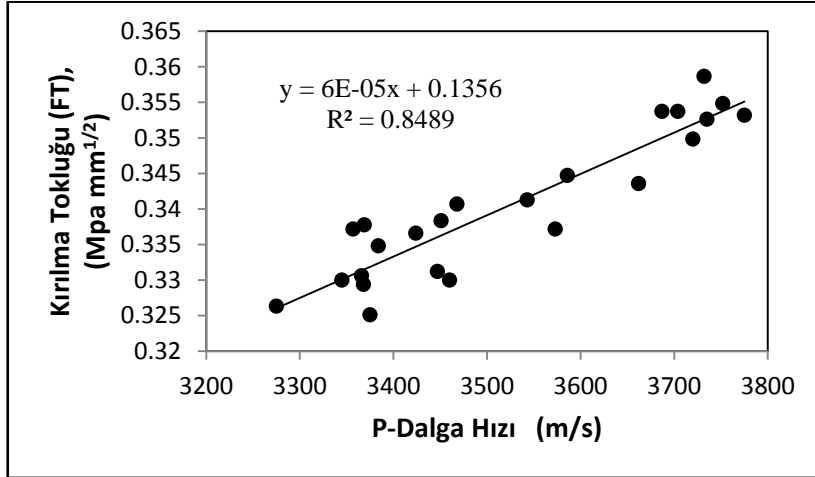
Şekil 50. Nokta yük indisi ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
 Figure 50. Relationship between point load index and uniaxial compressive strength



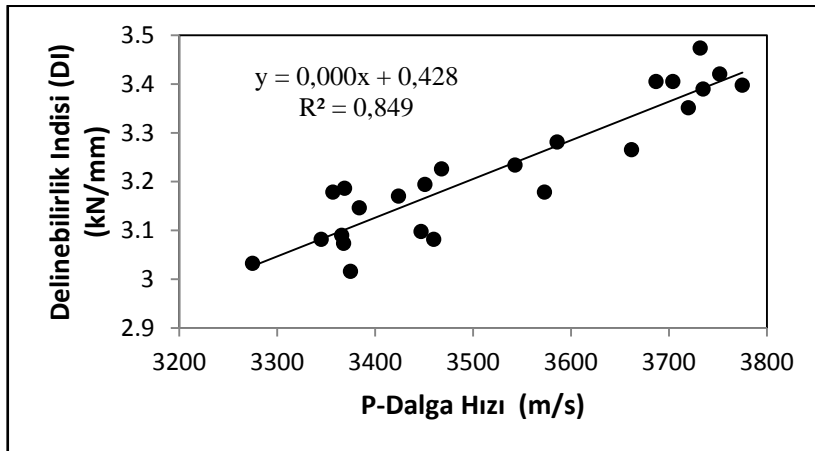
Şekil 51. Kuru birim hacim ağırlığı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 51. Relationship between dry unit weight and P- wave velocity



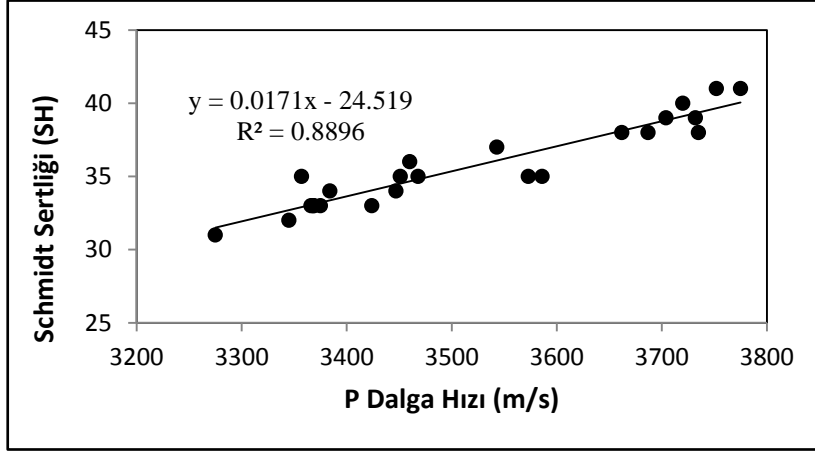
Şekil 52. Kırılğanlık ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 52. Relationship between Brittleness and P- wave velocity



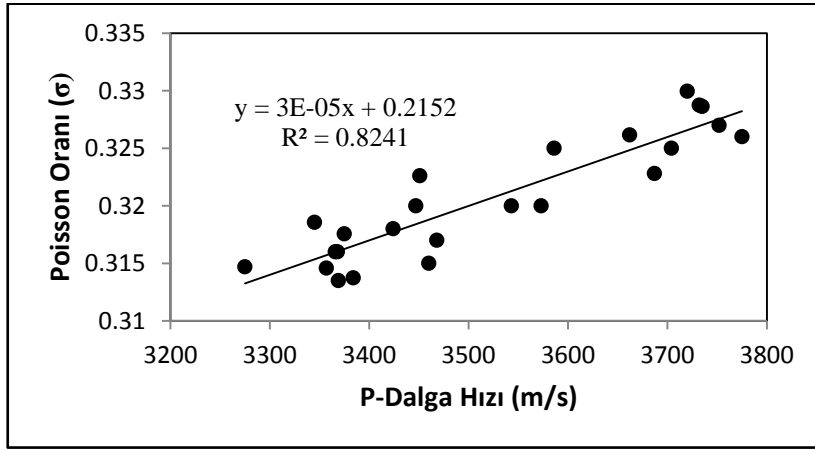
Şekil 53. Kırılma tokluğu ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 53. Relationship between fracture toughness and P- wave velocity



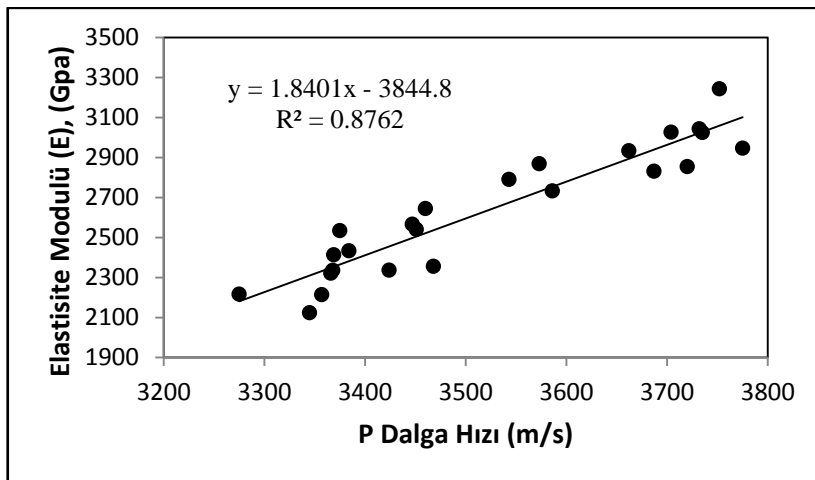
Şekil 54. Delinebilirlik indisi ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
Figure 54. Relationship between drillability and P- wave velocity



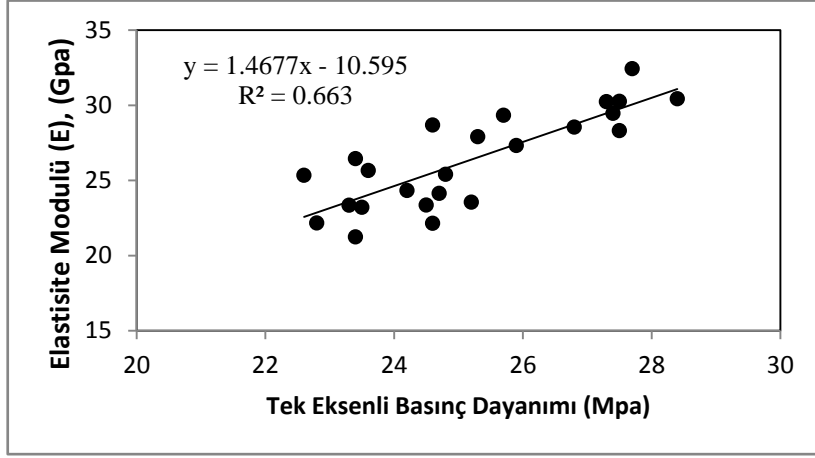
Şekil 55. Schmidt sertliği ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 55. Relationship between Schmidt hardness and P- wave velocity



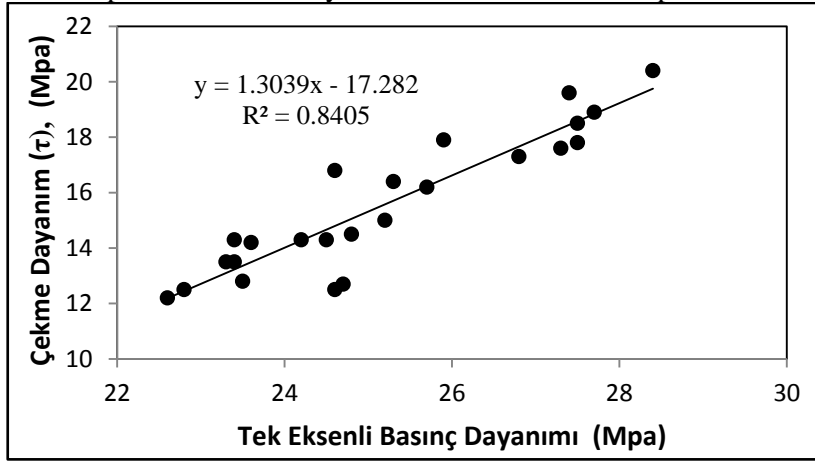
Şekil 56. Poisson oranı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 56. Relationship between Poisson's ratio and P- wave velocity



Şekil 57. Elastisite modülü ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 57. Relationship between elasticity modulus and P- wave velocity

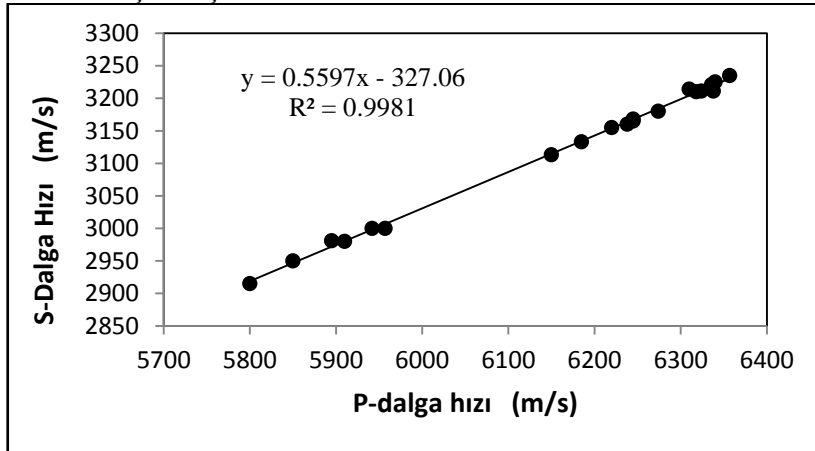


Şekil 58. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
Figure 58. Relationship between elasticity modulus and uniaxial compressive strength

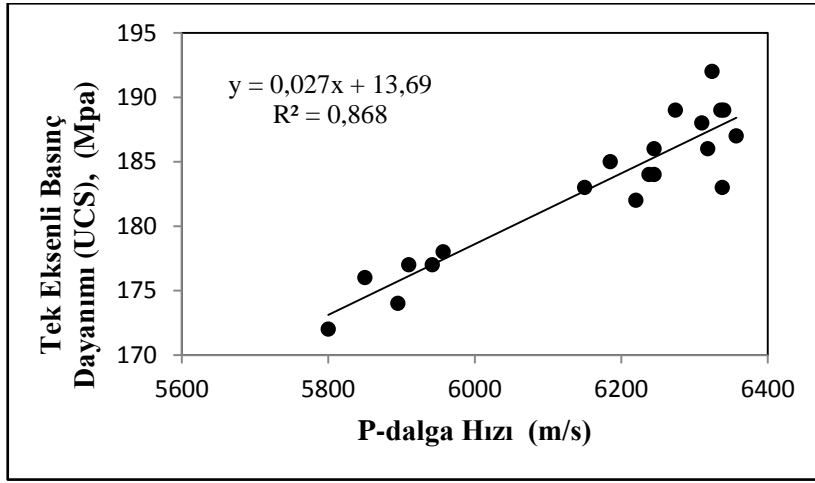


Şekil 59. Çekme dayanımı ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
Figure 59. Relationship between tensile strength and uniaxial compressive strength

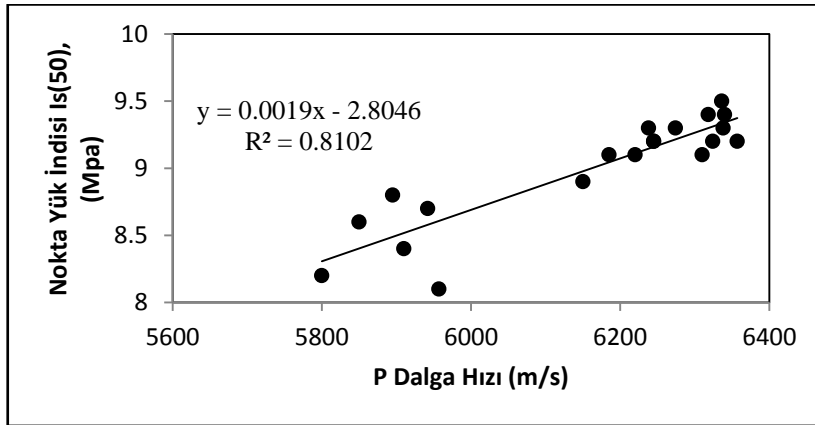
Fıstıklı granitlerine ait ilişkiler Şekil 60-72' de verilmektedir.



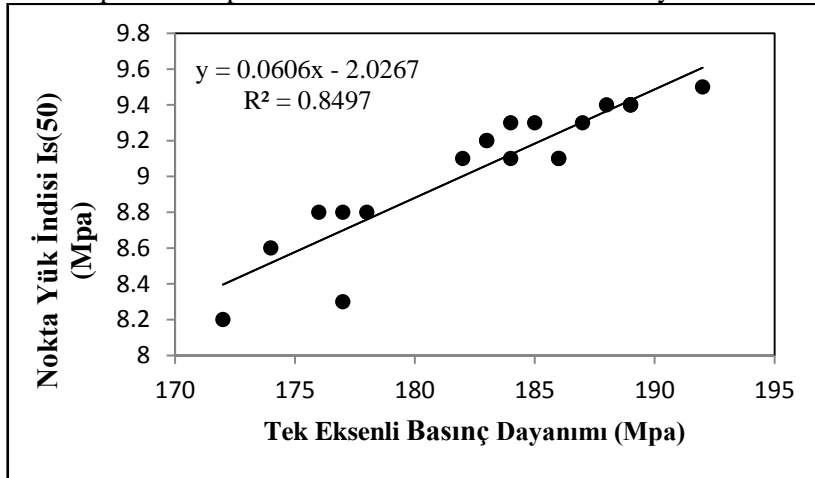
Şekil 60. P- ve S- dalga hızları arasındaki ilişki  
Figure 60. Relationship between P- and S- velocities



**Şekil 61.** Tek eksenli basınç dayanımı ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
**Figure 61.** Relationship between uniaxial compressive strength and P- wave velocity

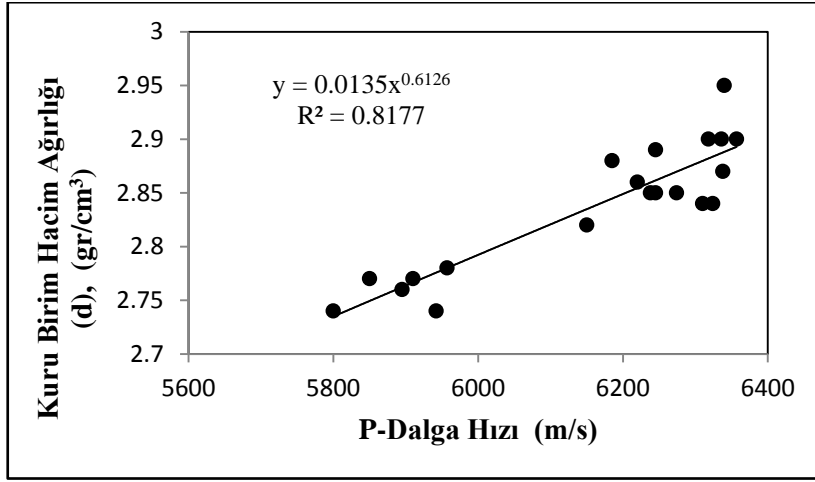


**Şekil 62.** Nokta yük indisi ve P- dalga hızı arasındaki ilişki  
**Figure 62.** Relationship between point load index and P- wave velocity

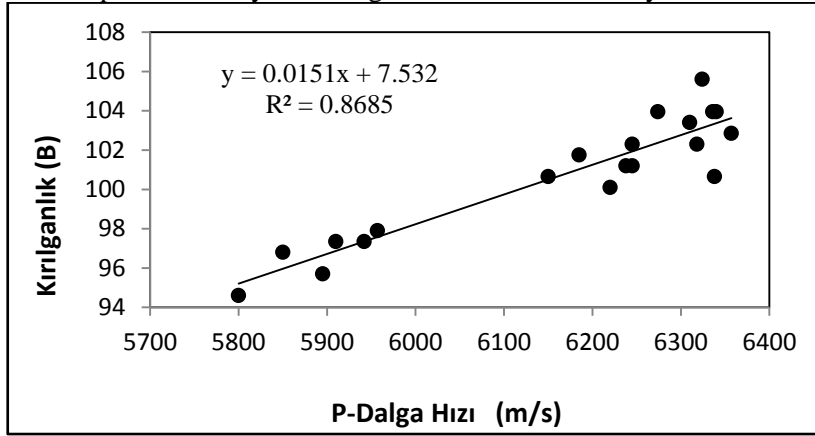


**Şekil 63.** Nokta yük indisi ve tek eksenli basınç arasındaki ilişki  
**Figure 63.** Relationship between point load index and uniaxial compressive strength

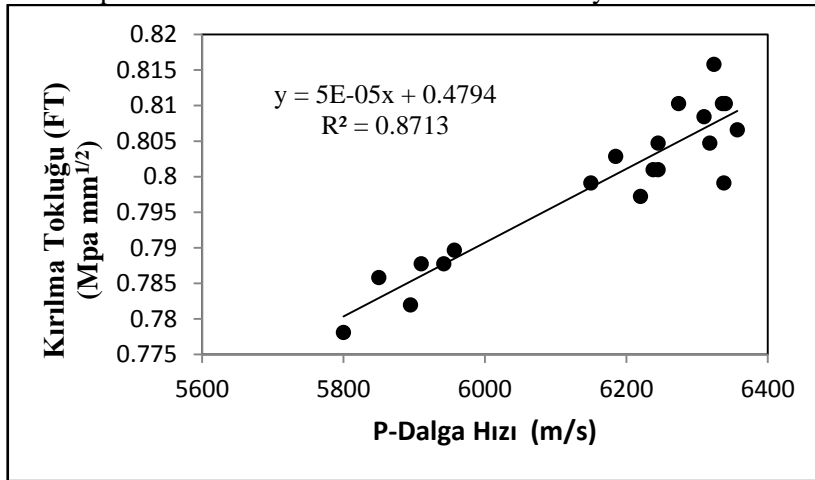




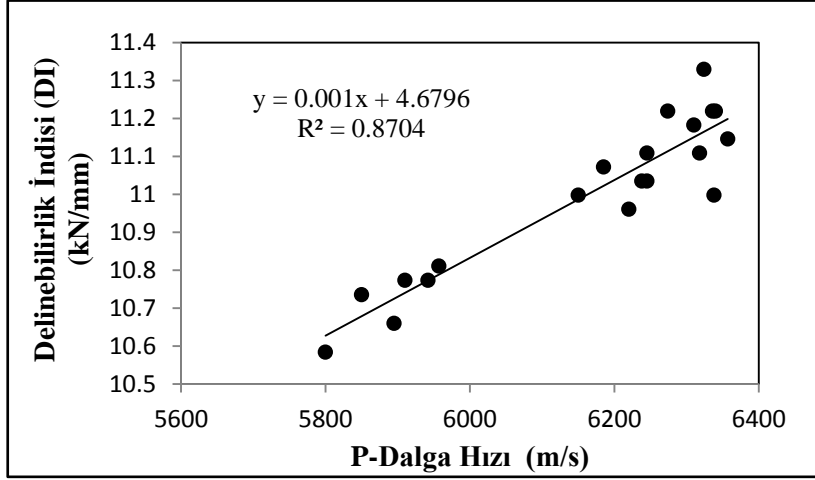
Şekil 64. Kuru birim hacim ağırlığı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 64. Relationship between dry unit weight and P- wave velocity



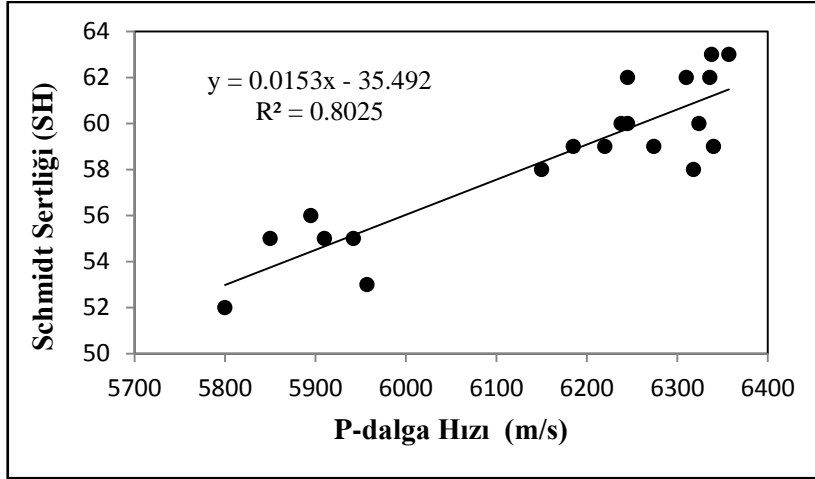
Şekil 65. Kırılmalık ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 65. Relationship between Brittleness and P- wave velocity



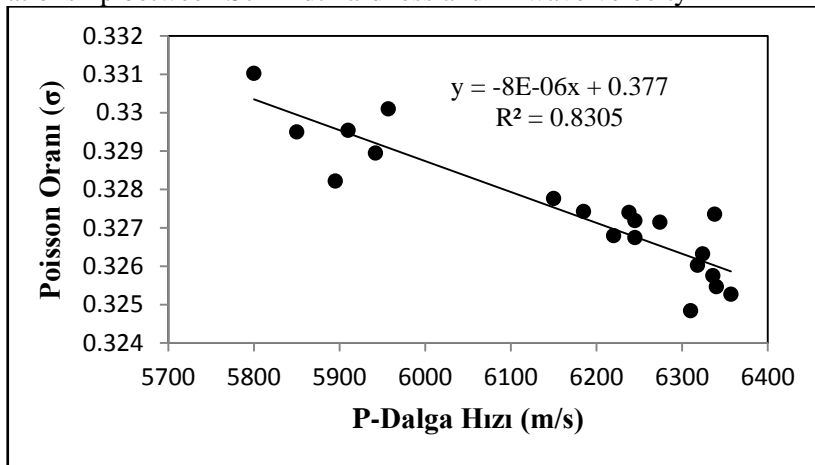
Şekil 66. Kırılma tokluğu ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 66. Relationship between fracture toughness and P- wave velocity



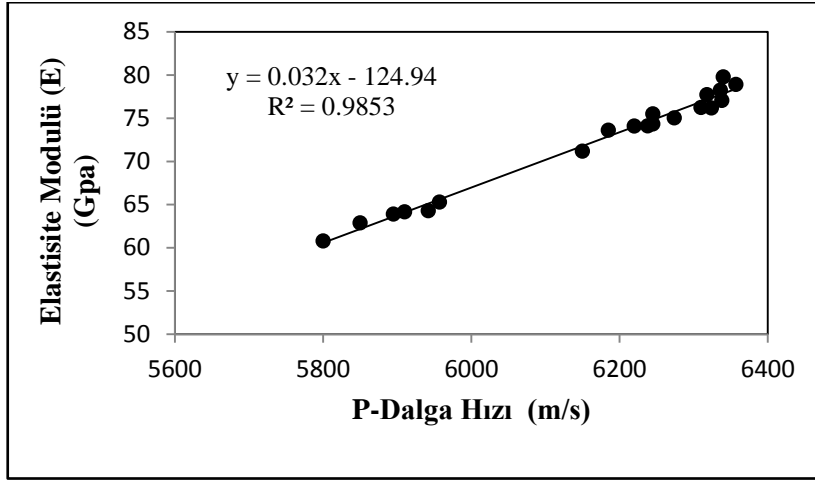
Şekil 67. Delinebilirlik indisi ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 67. Relationship between drillability and P- wave velocity



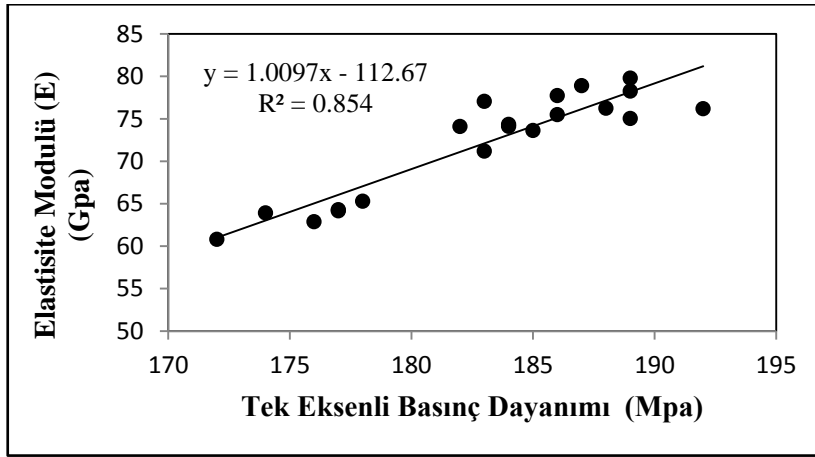
Şekil 68. Schmidt sertliği ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 68. Relationship between Schmidt hardness and P- wave velocity



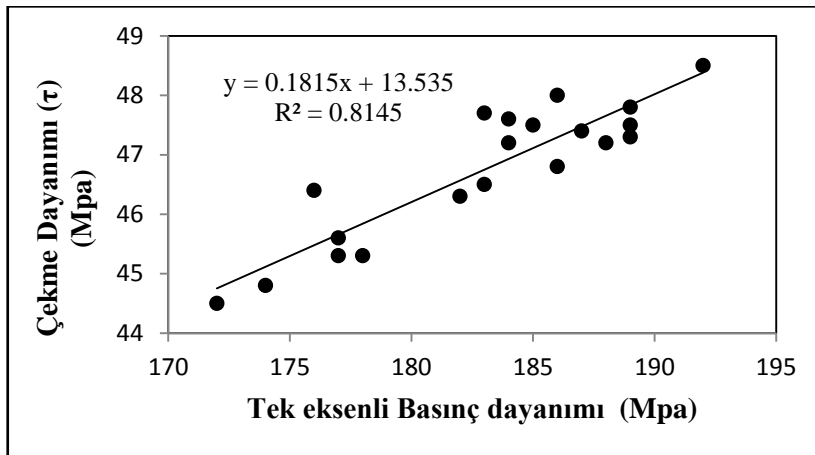
Şekil 69. Poisson oranı ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 69. Relationship between Poisson's ratio and P- wave velocity



Şekil 70. Elastisite modülü ve P-dalga hızı arasındaki ilişki  
 Figure 70. Relationship between elasticity modulus and P- wave velocity



Şekil 71. Elastisite modülü ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
 Figure 71. Relationship between elasticity modulus and uniaxial compressive strength



Şekil 72. Çekme dayanımı ve tek eksenli basınç dayanımı arasındaki ilişki  
 Figure 72. Relationship between tensile strength and uniaxial compressive strength

İncelenen kaya çeşitlerinin fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki deneysel bağıntıları Tablo 5-9. da verilmektedir. Tablo 5. ve Tablo 6. da Körfez ve Derince kumtaşlarının, Tablo 7. de Akveren kireçtaşlarının, Tablo 8. de Hereke kumtaşlarının ve Tablo 9. da ise Fıstıklı granitlerinin fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkiler verilmektedir.

**Çizelge 5.** Körfez kumtaşlarının fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkiler  
**Table 5.** Relationship between physical and engineering properties of Körfez sandstones

Deneysel bağıntılar	R <sup>2</sup>
$V_s=0.375V_p + 296.6$	0.86
$UCS=0.020V_p - 30.95$	0.97
$I_{s(50)}= 0.001V_p - 2.337$	0.95
$I_{s(50)}= 0.079UCS + 0.099$	0.98
$d = 1.904e^{5E-0.5V_p}$	0.9
$B=0.011V_p - 17.02$	0.97
$FT=2.802\ln V_p - 19.66$	0.85
$DI=0.001V_p - 1.646$	0.95
$SH=0.012V_p - 12.66$	0.87
$\sigma = 4E-0.5V_p - 0.232$	0.4
$E = 1.082e^{0.00V_p}$	0.92
$E = 3.673e^{0.036UCS}$	0.87
$\tau = 0.185UCS + 10.47$	0.85

**Çizelge 6.** Derince kumtaşlarının fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkiler  
**Table 6.** Relationship between physical and engineering properties of Derince sandstones

Deneysel bağıntılar	R <sup>2</sup>
$V_s=612.6e^{0.000V_p}$	0.97
$UCS=0.034V_p - 52.36$	0.94
$I_{s(50)}= 0.001V_p - 2.613$	0.94
$I_{s(50)}= 17.78UCS + 11.90$	0.94
$d = 1.960e^{5E-0.5V_p}$	0.94
$B= 0.018V_p - 28.80$	0.94
$FT= 1E-0.4V_p + 0.158$	0.94
$DI=0.001V_p - 1.15$	0.95
$SH= 0.0078V_p + 12.192$	0.66
$\sigma = -3E-0.5V_p + 0.446$	0.36
$E = 1E-0.8V_p^{2.617}$	0.97
$E = 5.295e^{0.018UCS}$	0.86
$\tau = 0.101UCS + 7.038$	0.87

**Çizelge 7.** Akveren Kireçtaşlarının fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkiler  
**Table 7.** Relationship between physical and engineering properties of Akveren limestones

Deneyisel bağıntılar	R <sup>2</sup>
Vs=0.746Vp-1297	0.89
UCS=0.03Vp-42.21	0.73
Is <sub>(50)</sub> = 0.001Vp + 2.530	0.71
Is <sub>(50)</sub> = 5.543e <sup>0.02UCS</sup>	0.51
d = 0.01Vp - 4.03	0.81
B= 0.016Vp - 23.22	0.73
FT= 7E-05Vp + 0.295	0.74
DI=0.001Vp + 1.585	0.73
SH= 0.004Vp+8.684	0.62
σ = -4E-0.5Vp + 0.534	0.79
E = 1E-25Vp6.935	0.96
E= 0.443UCS-39.53	0.61
τ = 0.222UCS + 4.571	0.67

**Çizelge 8.** Hereke kumtaşlarının fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkiler  
**Table 8.** Relationship between physical and engineering properties of Hereke sandstones

Deneyisel bağıntılar	R <sup>2</sup>
Vs=0.419Vp-340	0.80
UCS=10.05Vp-10.22	0.85
Is <sub>(50)</sub> = 2E-05Vp <sup>1.337</sup>	0.87
Is <sub>(50)</sub> = 0.043UCS + 0.178	0.85
d = 0.494Vp <sup>0.188</sup>	0.90
B= 0.006Vp - 5.626	0.85
FT= 6E-05Vp + 0.135	0.85
DI= 19.53lnVp-145.6	0.85
SH= 0.017Vp - 24.51	0.89
σ = -3E-0.5Vp + 0.215	0.82
E = 1.840Vp - 3844	0.88
E= 1.467UCS- 10.59	0.67
τ = 1.303UCS -17.28	0.84

**Çizelge 9.** Fıstıklı granitlerinin fiziksel ve mühendislik özellikleri arasındaki ilişkiler  
**Table 9.** Relationship between physical and engineering properties of Fıstıklı granites

Deneyisel bağıntılar	R <sup>2</sup>
Vs=0.559Vp-327	0.99
UCS=0.027Vp+ 13.69	0.87
Is <sub>(50)</sub> = 0.0027Vp + 13.69	0.87
Is <sub>(50)</sub> = 0.06UCS - 2.026	0.85
d = 0.013Vp <sup>0.612</sup>	0.82
B= 0.015Vp + 0.479	0.87
FT= 5E-05Vp + 0.135	0.87
DI= 0.001Vp- 4.679	0.87
SH= 0.015Vp - 35.49	0.80
σ = -8E-0.6Vp + 0.377	0.83
E = 0.032Vp - 124.9	0.99
E= 1.009UCS- 112.6	0.85
τ = 1.181UCS + 13.53	0.81

## SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı Kocaeli’de yer alan Körfez, Derince ve Hereke kumtaşları ile Akveren kireçtaşı ve Fıstıklı granitlerinin fiziksel ve mühendislik özelliklerini belirlemek ve bu özellikler arasında deneysel bağıntılar elde etmektir. Bu amaçla yukarıda bahsedilen kaya çeşitlerinden yeteri kadar büyük ve sağlam kaya parçaları toplanmış ve bu kayalardan NX ölçülerinde silindirik karot örneklerin çıkartılmıştır. Elde edilen bu karot örneklerinin laboratuarda fiziksel ve mühendislik özellikleri belirlenmiştir. Test örneklerinin ilk olarak P-ve S-dalga hızları ölçülmüştür. Körfez kumtaşları en düşük P-(1890-3155m/s) ve S-(996-1560m/s) hızlarına, Fıstıklı granitleri ise en yüksek P-(5800-6340m/s) ve S-(2915-3225m/s) hızlarına sahiptir. Hız oranları bakımından Körfez kumtaşlarını Derince, Hereke ve Akveren kireçtaşları takip etmektedir. Tüm kayaların Poisson oranları  $\sigma=0.29-0.36$  arasında değişmekte olup, Derince kumtaşlarının Poisson oranı en geniş aralıkta ( $\sigma= 0.29-0.36$ ) değişmektedir. Körfez kumtaşlarının kuru birim ağırlığı en az olup,  $d= 1.77-2.22 \text{ gr/cm}^3$  aralığında, Fıstıklı granitlerinin yoğunluğu ise en fazla olup,  $2.74-2.9 \text{ gr/cm}^3$  aralığında değişmektedir. Körfez kumtaşlarının tek eksenli basınç dayanımları ve nokta yük indis değerleri en az olup sırasıyla UCS=9.65-98.35 MPa ve  $I_s(50)= 0.772-7.868 \text{ MPa}$  aralığında değişmekte, bu arada Fıstıklı granitlerinin tek eksenli basınç dayanımları ve nokta yük indis değerleri en fazla olup, sırasıyla UCS= 172-192 MPa ve  $I_s(50)= 8.2-9.5 \text{ MPa}$  aralığında değişim göstermektedir. Derince kumtaşlarının çekme dayanımları en az olup,  $\tau= 6.6-23 \text{ Mpa}$  ve Fıstıklı granitleri ise en yüksek değere sahip olup,  $\tau= 45.6-48.5 \text{ Mpa}$  aralığında değişmektedir. Körfez kumtaşlarının elastisite modülü en düşük değerde olup,  $E= 4.5-14.11 \text{ GPa}$  ve Fıstıklı granitleri ise en yüksek değere sahip olup,  $E= 60.78-78.88 \text{ GPa}$  arasında bulunmaktadır. Körfez kumtaşlarının kırılma tokluğu ve delinebilirlik indis değerleri en düşük değerlerde olup, sırasıyla  $B= 4.124-18.37$ ,  $FT= 0.2-0.38 \text{ MPa m}^{1/2}$ ,  $DI= 1.52-3.84 \text{ kN/mm}$  aralıklarında değişmektedir. Fıstıklı granitlerinin B, FT ve DI değerleri en yüksek değerlerde olup,  $B= 94.6-103.95$ ,  $FT= 0.77-0.81 \text{ MPa m}^{1/2}$  ve  $DI= 10.58-11.32 \text{ kN/mm}$  değerlerinde bulunmaktadır. Körfez kumtaşları en düşük Schmidt sertliği değerlerine  $SH=11-26$ , Fıstıklı granitleri ise en yüksek SH değerlerine ( $SH= 52-63$ ) sahiptir.

## TEŞEKKÜR

Bu proje ( Proje No: 2015/039) Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- AKARTUNA, M., 1968. Armutlu yarımadasının jeolojisi, İÜ Fen Fak.Monografileri, 20, 105s.
- ALTINLI E., 1968. İzmit-Hereke-Kurucadağ alanının jeoloji incelemesi: MTA Derg., 71,1-26.
- ASTM, (1986a). Standard test method of unconfined compressive strength of intact rock core specimens, D2938.
- ASTM (1984). American Society for Testing and Materials. Standard test method for unconfined compressive strength of intact core specimens.*Soil and Rock, Building Stones: Annual Book of ASTM Standards 4.08*. Philadelphia, Pennsylvania: ASTM, 1984.
- ASTM, (2001). Standard practice for preparing rock core specimens and determining dimensional and shape tolerances, American Society for Testing and Materials, D4543.
- ASTM, (2005). Standard test method for the determination of the point load strength index of rock. America Society for Testing and Materials, D5735.

- BAYKAL F., 1943.Şile Bölgesinin Jeolojisi İ.Ü.F.F.
- BAYKAL A. F. & ÖNALAN M. 1979. Şile Sedimanter Karmaşığı (Şile Olistostromu). Altınlı Sempozyumu Tebliğler Kitabı. İstanbul Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi: 15–25.
- ÇAKIR Ş., 2000. Demirciler-Sandıklar-Gündoğdu-Tütünçiftlik(Kocaeli) Bölgesinin Jeolojisi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- CHARY K.B., SARMA L.P., PRASANNA LAKSHMI K.J., VIJAYAKUMAR N.A., NAGA LAKSHMI V., Rao M.V.M.S., 2006. Evaluation of Engineering properties of rocks using ultrasonic pulse velocity and uniaxial compressive strength, Proc. National Seminar on Non-Destructive Evaluation Dec.7-9 Hyderabad p.379-385.
- ERGUVANLI K., 1949. Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının İnşaat Bakımından Etüdü ve Civarlarının Jeolojisi.İTÜ.İNŞAAT FAK.YAYINI.İSTANBUL.
- EROSKAY S.O., 1978. Kocaeli yarımadası güneyindeki kireçtaşlarının Hidrojeolojisi ve Karşı parametrelerinin analizi, TÜBİTAK TBAG-124 projesi
- FENERCİ M., 1999. Cretaceous rudist fauna of Kocaeli Peninsula and Western Pontides. Doctorat Thesis, Dokuz Eylül Univ. 232, İzmir.
- HORNIBROOK, F.B., 1939. Application of sonic method to freezing and thawing studies of concrete, ASTM Bull., 101, 5.
- ISRM 1978.Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses. International Journal of Rock Mechanics Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, 15, 319-368.
- ISRM 1981. ISRM Suggested Methods, 1981. In: Brown, E.T.,editor. Rock characterization testing & monitoring, ISRM Suggested Methods, New York: Pergamon Press, 211p.
- JONES, R., 1948. The Application of Ultrasonic to the Testing of Concrete, Research, London, 383.
- LESLIE, J.R. and CHEESMAN, W.J., 1949. An ultrasonic method of studying deterioration and cracking in concrete structures, ACI J. Proc., 46(1), 17.
- MALHOTRA, V.M., 1976. Testing Hardened Concrete: Nondestructive Methods, ACI Monograph 9, American Concrete Institute, Detroit, MI.
- OBERT, L., 1939. Sonic method of determining the modulus of elasticity of building materials under pressure, Proc. ASTM, 39, 987.
- POWERS, T.C., 1938. Measuring Young's modulus of elasticity by means of sonic vibrations, Proc. ASTM, 38(Part II), 460.
- TANSEL İ., 1989.Late Cretaceous-Paleocene boundary and Paleocene biostratigraphy of Ağva egion (NE of İstanbul), TAPG (Turkish Association of Petroleum Geologist), January, 2111-228.
- THOMSON, W.T., 1940, Measuring changes in physical properties of concrete by the dynamic method, Proc. ASTM, 40, 1113.
- WHITEHURST, E.A., 1957,Soniscopes tests concrete structures, ACI J. Proc., 47(6), 433.

# İSTANBUL'UN ANADOLU YAKASI İLE GEBZE BÖLGESİNDEKİ GENÇ ÇÖKELLERİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÖZELLİKLERİ

Engineering Geologic Properties of Young Sediments in Anatolian Side of Istanbul and Gebze

Ahmet KARAKAŞ<sup>1</sup>, Özkan CORUK<sup>1</sup>, Tufan UYSAL<sup>2</sup>

## ÖZET

Bu incelemede, İstanbul Anadolu yakası ile Gebze bölgesi genç çökellerinden Belgrad formasyonu ve alüvyonun mühendislik jeolojisi özellikleri değerlendirilmiştir. Eski incelemelerden yararlanılarak bu bölgeleri kapsayan 1/100.000 ölçekli mostra haritası yapılmıştır. Çalışmada derinlikleri, 1.00-15.00 m arasında değişen 153 sondaj ve 1.00-4.00 m arasında değişen 94 araştırma çukuru verisi incelenmiştir. Bu verilerden yararlanılarak toplam 228 adet kıvam limiti deneyi, 161 adet su içeriği deneyi, 237 adet dane boyu dağılımı deneyi, 135 adet birim hacim ağırlık, 106 adet serbest basınç dayanımı deney sonucu değerlendirilmiştir. Gerek alüvyonun gerekse Belgrad formasyonunun her iki bölgedeki laboratuvar deney sonuçlarından faydalanarak bu çökellerin dane boyu dağılımı, kıvam ve dayanım durumları incelenerek mühendislik özellikleri saptanmıştır.

## ABSTRACT

This study evaluated the engineering properties of Belgrade formation and alluvial sediments deposited in Anatolian side of İstanbul and Gebze based on laboratory test results. An outcrop map of 1/100.000 scale covering these regions, has been prepared by the help of the previous studies. During the study, logs of 153 boreholes and 94 research pits with depths between 1.00 and 15.00 meters were gathered, and the evaluations included results of 228 consistency limit tests, 161 water content tests, 237 grain size distribution tests, 135 unit weight tests and 106 unconfined compression strength tests. By benefiting from laboratory test results of alluvium and Belgrade formation in regions, plasticity, grain size distribution, consistency and unconfined compression strength of these soils are explicated and engineering characteristics are determined.

## GİRİŞ

Zeminlerin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, herhangi bir mühendislik girişimi öncesi gerçekleştirilen en önemli aşamalardan biridir. Mühendislik uygulamalarında istatistiksel yöntemlerden de sık olarak faydalanılmaktadır. Bu incelemede İstanbul Anadolu yakası ve Gebze'de bulunan genç

<sup>1</sup>Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 41380

<sup>2</sup>Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı İzmit/KOCAELİ

Email: [akarakas@kocaeli.edu.tr](mailto:akarakas@kocaeli.edu.tr), [coruk@kocaeli.edu.tr](mailto:coruk@kocaeli.edu.tr)



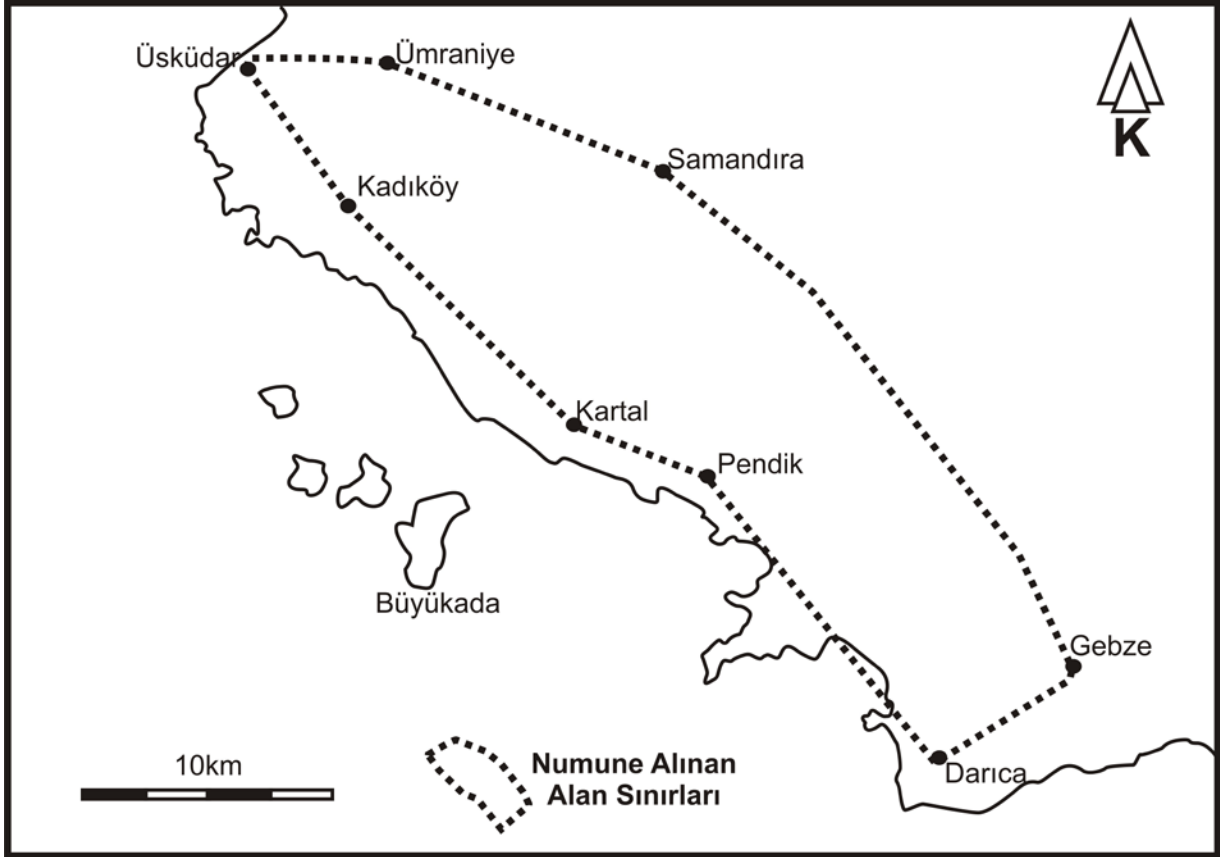
Çökellerin mühendislik özellikleri, laboratuvar deney sonuçlarına göre değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre bu özellikler birbirleriyle karşılaştırılmışlardır. İnceleme alanı, İstanbul'un doğusu Pendik, Kartal, Maltepe, Kadıköy, Tuzla, Üsküdar ile Gebze bölgesinin Darıca ve Eskihisar kısımlarını kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanındaki genç çökellerin fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek bu özelliklerin istatistiksel olarak sınıflandırılması ve mühendislik jeolojisi açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Benzer konularda ulusal ve uluslararası düzeyde pek çok inceleme bulunmaktadır. Yeni Galata Köprüsü için genç Haliç çökelleri içinde en kalın tabakayı oluşturan ve Haliç Kili olarak bilinen kil tabakası içinde açılan zemin araştırma sondajlarından alınan örnekler üzerinde birçok sayıda laboratuvar deneyleri yapılmış ve sonuçları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir (Toğrol vd., 1990). Yılmaz (1999) Niksar havzasında yer alan killi alüvyal zeminlerin mühendislik özelliklerinden konsolidasyon ve şişme özelliklerini—araştırmıştır. Killere ait örneklerin mineral yüzdelerinin ve konsolidasyon parametrelerinin istatistiksel değerlendirmesini yaparak egemen kil mineralinin orta derecede sıkışabilir özelliğe sahip Ca-Simektit killeri olduğunu belirtmiştir. Düzce Ovası killerinin konsolidasyon özellikleri ve jeolojik evrim ile ilişkisi Şimşek ve Dalgıç (1997) tarafından araştırılmıştır. Bu çalışmada, Gümüşova-Gerede otoyolu Düzce ovası geçişindeki killi düzeylerin konsolidasyon özelliklerinin, havzanın jeolojik evrimiyle ilişkisi tartışılmıştır. Bu amaçla, Gümüşova-Gerede Otoyolu Düzce ovası geçişi için yapılan araştırma sondajlarından alınan 200'e yakın örselenmiş ve örselenmemiş numune üzerinde yapılan konsolidasyon testleri, drenajsız makaslama dayanımı, Atterberg limitleri, elek analizi, killerin mineralojik analizleri ve jeofizik ve derin kuyu sondaj verileri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bu incelemede, İstanbul Anadolu yakası ile Gebze bölgesindeki genç çökellerin mühendislik özellikleri saptanarak bu özelliklerin jeolojik evrim ve çökelme koşulları ile ilişkisi araştırılmıştır.

## **JEOLJİ**

Jeolojik birimlerin mühendislik özellikleri bölgenin jeolojisi ve litolojik özelliklerle yakından ilişkilidir. Bu nedenle, birimlerin mühendislik özellikleri araştırılırken bölgenin jeolojisi ve litolojik özelliklerinin detaylı bir şekilde ortaya konulması gerekir. İnceleme alanı İstanbul Anadolu yakası-Gebze arası olan bölgede Paleozoyik; Ordovisiyen, Silüriyen, Devoniyen ve Karbonifer ile Mesozoyik; Triyas ve Kratese ile Senozoyik ise Tersiyer ve Kuvaterner ile temsil edilmektedir. Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaştaki formasyonların bulunduğu inceleme alanındaki en yaşlı formasyon,

Alt-Orta Ordovisiyen yaşı olduğu kabul edilen, mor renkli çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı arılanmasından oluşan Kurtköy formasyonudur.



**Şekil 1.** İnceleme alanının yer bulduru haritası.

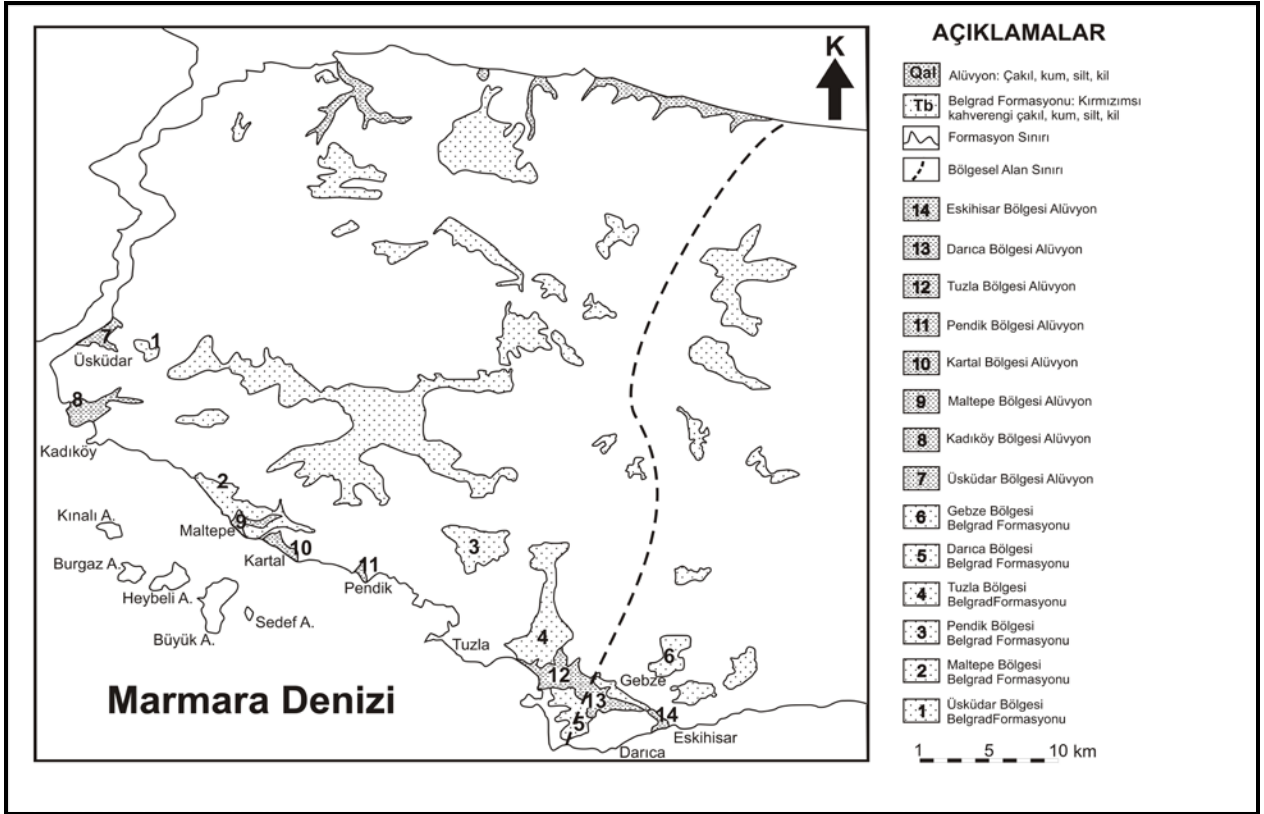
**Figure 1.** Location map of the study area.

Kurtköy formasyonu üzerinde uyumlu olarak Aydos formasyonu izlenir. Genellikle beyazımsı ve pembemsi boz renkli, şeyl arakatlı kuvarsarenitlerle temsil edilen Aydos formasyonunun, Orta Ordovisiyen-Alt Silüriyen yaşı olduğu kabul edilmektedir (Kaya, 1978). Bu çökelleri uyumlu olarak üzerleyen Ordovisiyen-Silüriyen yaşı Gözdağ formasyonu kahverengi şeyl ve grovaklar ile temsil edilmektedir. Gözdağ formasyonunun üstünde bu formasyonun üst kesimleriyle geçişli olan ve çoğunlukla merceksel geometrideki feldspatlı kuvarsarenitlerle temsil edilen Aydınli formasyonu görülmektedir. Orta Ordovisiyen resifal kireçtaşları Dolayoba formasyonu olarak adlandırılmıştır. Dolayoba formasyonun üzerine İstinye formasyonuna ait Alt Devoniyen yaşı yumrulu kireçtaşları vardır. Yumrulu kireçtaşları üzerinde çoğunlukla grinin muhtelif tonları, ayrışmaya bağlı olarak

sarımsı kahverengi veya koyu kahverengi, bol fosilli genellikle grovak ve şeyl araldanmasından oluşan Kartal formasyonu (Önalın, 1981; Kaya, 1973) yer alır. Orta Devonyen yaşlı bu birim üzerinde ince katmanlı genel olarak mavimsi gri renkli kireçtaşı, kahverengimsi kireçtaşı-siyah çört, pembemsi alacalı şeyl ve yumru lu bantlı kireçtaşları ile temsil edilen Tuzla formasyonu vardır. Karbonifer istifinin alt kesimleri başlıca gri-siyah renkli ince laminalı ve fosfat nodüllü radyolarit ve radyolaryalı çörtlerden oluşur. Radyolaritler çoğun gri-siyah renkli, ince katmanlı laminalıdır. Kalınlığı 50 metreden daha az olan bu birim Baltalımanı formasyonu (Baykal ve Kaya, 1963) olarak tanımlanır. Baltalımanı formasyonu üzerinde başlıca kırıntılı kayalardan oluşan kalın bir istif vardır. Trakya formasyonu olarak bilinen bu istif orta-kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl araldanmasından oluşur. Gebze dolayında Paleozoyik temel üzerinde kırıntılı sedimentlerle başlayan ve karbonatlı düzeylerle devam eden Alt-Orta Triyas yaşlı istif vardır. Tüm bu birimleri, Baykal ve Kaya (1966), Kaya (1973), Eroskay (1978), Önalın (1981) tarafından Belgrad formasyonu olarak adlandırılan Neojen yaşlı, az tutturulmuş kil, çakıl ve kum boyutundaki kırıntılılardan oluşmuş karasal çökeller açısız uyumsuzlukla örter. İnceleme alanındaki en genç birim vadi tabanları ve kıyı şeridi boyunca izlenen Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır (Meriç vd., 1991), (Şekil 2).

## **MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ**

İnceleme alanında, farklı alanlarda izlenen Belgrad formasyonu ve alüvyonun litolojik ve mühendislik jeolojisi özellikleri saptanarak bu özelliklerin alansal ve kökensel dağılımı araştırılmıştır. Bu dağılımın istatistiki değerlendirmeleri sonucu birimlerin litolojik ve mühendislik özelliklerinin jeolojik evrim ve çökme koşulları ile ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu amaçla, inceleme alanındaki farklı formasyon ve birimlerin mühendislik özelliklerinin incelendiği çeşitli araştırmalardaki veriler değerlendirilmiştir. İstanbul (EMA, 2007a; EMA, 2007b; EMA, 2007c; EMA, 2007d; Hedef, 2007a; Hedef, 2007b) ve Gebze (Hedef, 2007c; Reka 2007, İrtem, 1968) bölgesinin farklı lokasyonlarında Belgrad formasyonuna ve alüvyona ait sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları sonucu alınan numuneler üzerinde fiziksel ve mekanik özellikleri belirlemeye yönelik deneyler temel veri kaynağını oluşturmuştur.



**Şekil 2.** Belgrad formasyonu ve alüvyonun inceleme alanındaki dağılımları.

**Figure 2.** Map showing the distributions of Belgrade formation and alluvium in the study area.

Yapılan laboratuvar deneylerinde, Belgrad formasyonunun ve alüvyonun, doğal su içeriği ( $w_n$ ), doğal birim hacim ağırlığı ( $\gamma_n$ ), kuru birim hacim ağırlığı ( $\gamma_k$ ), kıvam özellikleri, Kıvam İndisi ( $I_c$ ), Likitide İndisi ( $L_i$ ), serbest basınç dayanımı ( $q_u$ ), kohezyon ( $c$ ), ve dane boyu dağılımları belirlenmiştir. Laboratuvar deney sonuçları kullanılarak hem alüvyonun hem de Belgrad formasyonunun mühendislik özellikleri istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İncelenen bölgelerden elde edilen verilere dayalı mühendislik jeolojisi veri tabanı oluşturulmuştur (Uysal, 2007). İstanbul Bölgesi Belgrad formasyonu elek analizi sonuçlarına göre zeminin silt ve kilce zengin olduğu görülmektedir. Çakıl oranı % 0.16-37.71 arası yoğunlaşmakta olup ortalama % 10.36'dır. Kum oranı % 3.85-47.35 arasında olup ortalama % 21.09'dur. Kil+silt oranı ise % 41.34-94.12 arasında değişmekle beraber ortalama % 68.55'tir. Türk Standardı 1500 zemin sınıflaması zemin numunelerinin granülometrik özellikleri ve kıvam limitleri değerlendirilerek farklı semboller ile gösterilmesi esasına dayanır. Bu sınıflamaya göre, Belgrad formasyonundan alınan numuneler en çok CI (orta plastisiteli kil) sınıfındadır. Kıvam indisi, kohezyon ve serbest basınç dayanımı değerlerine göre, orta-çok katı kıvamlı olup çoğunlukta ise çok katı

kıvamlıdır. Killi kesimler, hem doğal su muhtevasının plastik limit dolayında oluşu hem de hesaplanan likitide indislerine göre aşırı konsolidedir. Yine kil düzeylerinin şişme potansiyeli düşüktür. Kuru birim hacim ağırlığı ise ağırlıklı olarak düşük değerlere sahiptir (Çizelge 1). Arazide yapılan SPT deneyleri incelendiğinde ise kıvam durumunun çok katı-sert arasında olduğu saptanmıştır.

Gebze bölgesi Belgrad formasyonu elek analizi sonuçlarına göre zemin silt ve kilce zengindir. Çakıl oranı % 0-32 arası değişmekte olup ortalama % 9.94'tür. Kum oranı % 2.4-37 arasında olup ortalama % 17.8'dir. Kil+silt oranı ise % 30-95 arasında değişmekle beraber ortalama % 72'dir. TS 1500 zemin sınıflamasına göre en çok CI (orta plastisiteli kil) grubuna rastlanmıştır. Killi kesimleri düşük-orta plastisiteli ağırlıklı olarak orta plastisitelidir. Kıvam indisine göre ağırlıklı olarak çok katı kıvamda, kohezyon değerleri ve serbest basınç dayanımına göre ise katı kıvamda olduğu belirlenmiştir. Killi kesimler aşırı konsolide ve şişme potansiyeli açısından genelde düşüktür. Kuru birim hacim ağırlık verileri incelendiğinde ise genelde düşük değerler görülmüştür (Çizelge 1).

İstanbul Bölgesi alüvyonların elek analizi sonuçlarına göre zemin silt ve kilce zengindir. Çakıl oranı % 0.06-74.06 arası değişmekte olup ortalama % 16.20'dir. Kum oranı % 2.1-64.4 arasında olup ortalama % 28.36'dır. Kil+silt oranı ise % 3.08-97.6 arasında değişmekle beraber ortalama % 55.44'dür. TS 1500 zemin sınıflamasına göre CI, CL, MI, MH, SC, GC, GW, GM sınıfları görülmekle beraber en çok CI (orta plastisiteli kil) sınıfı yaygındır. Killi kesimler ağırlıklı olarak orta plastisitelidir. Kıvam indisine göre orta-çok katı kıvamlı, serbest basınç dayanımına ve kohezyon değerine göre ise orta-çok katı kıvamdadır. Killi kesimler aşırı konsolide ve şişme potansiyeli genelde düşüktür. Kuru birim hacim ağırlıkları ise ağırlıklı olarak orta-düşük değerlere sahiptir (Çizelge 2). İstanbul Bölgesindeki alüvyonda yapılan SPT deneylerine göre iri daneli zeminlerin genelde sıkı, ince daneli zeminlerin ise sert kıvamda oldukları görülmüştür.

**Çizelge 1.** İstanbul ve Gebze Bölgesi Belgrad formasyonu istatistiki değerleri.

**Table 1.** The statistical values of Belgrade formation in İstanbul Anatolian side and Gebze.

Parametre	İstanbul Bölgesi					Gebze Bölgesi				
	En düşük	En yüksek	Ort.	Mod	Std. Sapma	En düşük	En yüksek	Ort.	Mod	Std. Sapma
Doğal su içeriği ( $\omega_n$ )%	11	28	18.7	16	3.9	9.8	31.8	19	18	4.5
Likit Limit (LL) %	22	56	37	38	7	23	52	36	31	7
Plastik Limit (PL) %	13	31	22	20	3.9	14	37	20	21	4
Plastisite İndisi (PI) %	7	25	15	10	4	6	26	15	17	4
Kıvam indisi ( $I_c$ )	0.46	1.92	1.26	1.55	0.32	0.62	2.22	1.16	1	0.30
Likitede İndisi ( $L_i$ )	-0.92	0.54	-0.26	0.55	0.32	-1.22	0.58	-0.15	0	0.32
Doğal Birim Hacim Ağırlığı ( $\gamma_n$ ) kN/m <sup>3</sup>	16.9	21.3	19.2	18.7	0.09	19.1	21.8	19.8	19.2	0.09
Kuru birim Hacim Ağırlığı ( $\gamma_k$ ) kN/m <sup>3</sup>	13.8	17.8	16.1	----	0.09	15.9	18.8	17.0	----	0.08
Serbest Basınç Dayanımı ( $q_u$ ) kPa	59	263	140	117	0.53	70	237	149	----	0.48

Gebze Bölgesi alüvyonların elek analizi sonuçlarına göre silt ve kil oranı yüksektir. Çakıl oranı % 0.07–52.72 arası değişmekte olup ortalama % 14.4'tür. Kum oranı % 4.96–42.21 arasında olup ortalama % 21.45'tir. Kil+silt oranı ise %17.82–92.53 arasında değişmekle beraber ortalama % 64.20'dir. TS 1500 sınıflamasına göre SM, SC, GC, CI, CL, MI, CH, MH sınıflamaları belirlenmiş, en çok CI (orta plastisiteli kil) grubuna rastlanmıştır. Killi kesimler düşük-yüksek plastisiteli, ağırlıklı

olarak orta plastisitelidir. Kıvam indisine göre ince daneli kısımların ağırlıklı olarak çok katı kıvamda, serbest basınç dayanımı ve kohezyon değerlerine göre ise daha çok orta-çok katı kıvamdadır. Killi kesimlerin aşırı konsolide kil olduğu ve şişme potansiyeli açısından genelde düşük değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Kuru birim hacim ağırlık verileri incelendiğinde ise ağırlıklı olarak düşük değerler izlenmiştir (Çizelge 2). Gebze Bölgesi alüvyona ait iri ve ince daneli zeminlerde yapılan SPT deneylerine göre iri daneli zeminler çok sıkı, ince daneli zeminler ise çok katı kıvamdadır.

**Çizelge 2.** İstanbul ve Gebze Bölgesi alüvyonun istatistiki değerleri.

**Table 2.** The statistical values of alluvium in İstanbul Anatolian side and Gebze.

Parametre	İstanbul Bölgesi					Gebze Bölgesi				
	En düşük	En yüksek	Ort.	Mod	Std. Sapma	En düşük	En yüksek	Ort.	Mod	Std. Sapma
Doğal su içeriği ( $\omega_n$ )%	12	30	18.4	18	3.4	13.55	25.4	19.31	18	2.99
Likit Limit (LL) %	26	56	40	33	7	24	62	39	42	8
Plastik Limit (PL) %	16	39	23	22	4.5	14	31	23	20	4
Plastisite İndisi (PI) %	5	30	17	15	4	5	33	15	10	6
Kıvam indisi ( $I_c$ )	0.80	2.13	1.29	0.31	1	0.75	2	1.28	1.18	0.28
Likitide İndisi ( $L_i$ )	-1.13	0.20	-0.3	0	0.3	-1	0.25	-0.28	0.18	0.28
Doğal Birim Hacim Ağırlığı ( $\gamma_n$ ) kN/m <sup>3</sup>	17.6	21.1	19.1	19.1	0.08	18	24	19.6	19.8	0.13
Kuru birim Hacim Ağırlığı ( $\gamma_k$ ) kN/m <sup>3</sup>	15.0	18.5	16.1	15.8	0.08	15.1	20.0	16.2	11.3	0.11
Serbest Basınç Dayanımı ( $q_u$ ) kPa	59	213	125	82	0.41	62	224	139	144	0.42

## SONUÇLAR

İstanbul Anadolu yakası ve Gebze bölgesinde bulunan genç çökellerin laboratuvar ve arazi deney sonuçlarına göre mühendislik özellikleri istatistiksel yöntemler kullanılarak değerlendirilmiş ve birbiri ile olan ilişkileri araştırılmıştır. İstanbul Anadolu yakası ve Gebze bölgesinde muhtelif alanlarda yapılan sondaj ve araştırma çukuru çalışmaları sonucunda Belgrad formasyonunun laboratuvar ve arazi deneylerine ait veriler derlenerek mühendislik jeolojisi özellikleri açısından bir veritabanı oluşturulmuştur. Her iki bölgedeki kıvam limit değerlerinin birbirine benzer olmadığı görülmüştür. Bunun sonucunda; her iki bölgedeki Belgrad formasyonunun killi kısımlarının mineralojik bileşimlerinin farklı olduğu söylenebilir. Gebze Bölgesinde, likit limit değerlerinin daha yüksek olması killi kısımların daha çok, siltli kısımların daha az olduğunu göstermektedir. Su içeriklerinin plastik limit dolayında olması her iki bölgede yer alan Belgrad formasyonunun killi kısımlarının aşırı konsolide olduğunu işaret eder. Dane boyu dağılımına göre çakıl oranı ve kil+silt oranların benzer oldukları, kum oranının ise İstanbul Bölgesinde, Gebze Bölgesine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bu istatistiksel sonuca göre; Belgrad formasyonunun, her iki bölgede çökeltme ortamlarına gelen kum boyutundaki malzeme oranının ve ana kayanın farklı olduğunu göstermektedir. İstanbul ve Gebze bölgesinde bulunan alüvyona ait mühendislik parametreleri laboratuvar deneylerine göre değerlendirilmiş ve istatistiksel olarak birbiri ile karşılaştırılmıştır. Bunun sonucunda; her iki bölgedeki kıvam limit değerlerinin birbirine benzer oldukları görülmektedir. Su içerikleri plastik limit dolayında olması ve her iki bölgede yer alan alüvyonun killi kısımların aşırı konsolide olması nedeni ile su muhtevalarının birbirine benzer oldukları söylenebilir. Dane boyu dağılımına göre; alüvyonun İstanbul Bölgesinde kumlu seviyelerinin daha çok olduğu, Gebze bölgesinde ise daha az olduğu; kil+silt oranının ise Gebze Bölgesine göre İstanbul Bölgesinde daha az olduğu görülmektedir. İstanbul Bölgesi alüvyonları kıyı alüvyonlarını temsil ederken, Gebze Bölgesi alüvyonları ise akarsu ortamını temsil etmektedir. Dolayısı ile bu değerlerin benzer olmaması alüvyonların depolandığı ortamların farklı olmasını işaret etmektedir. Farklı bölgelerde yer alan zeminlerin mühendislik özelliklerinin değerlendirildiği bu tip çalışmalarda elde edilen verilerin fazla olması ilişkilerin daha detaylı ve sağlıklı ortaya konulabilmesini sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

BAYKAL, A. F., KAYA O., 1966. İstanbul Boğazı kuzey kesiminin jeolojisi. TJK Bülteni, C.X, S.1-2, 31-43, Ankara.

BAYKAL, F., KAYA, O., 1963. İstanbul bölgesinde bulunan Karboniferin genel Stratigrafisi. MTA Dergisi, 61.

EMA (Ekşioğlu Mim. Müh. İnş. Ltd. Şti.), 2007a. İstanbul Kadıköy Bölgesi 6 pafta 1 ada 16 parselinde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

EMA (Ekşioğlu Mim. Müh. İnş. Ltd. Şti.), 2007b. İstanbul Kartal Bölgesi 142 pafta 2587 ada 286 parselinde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

EMA (Ekşioğlu Mim. Müh. İnş. Ltd. Şti.), 2007c. İstanbul Tuzla Bölgesi 235EGIC pafta 5837 ada 16 parsel'inde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

EMA (Ekşioğlu Mim. Müh. İnş. Ltd. Şti.), 2007d. İstanbul Üsküdar Bölgesi ---- pafta 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273 ada 1 parsellerinde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

EROSKAY, O., 1978. Kocaeli Yarımadası Güneyindeki Kireçtaşlarının Hidrojeolojisi ve Karst Parametrelerinin Analizi. TÜBİTAK, TBAG-124 Projesi.

HEDEF (Hedef İnşaat Mühendislik Hizmetleri), 2007a. İstanbul Maltepe Bölgesi 14 pafta 1186 ada 24 parsel'inde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

HEDEF (Hedef İnşaat Mühendislik Hizmetleri), 2007b. İstanbul Pendik Bölgesi G22B064A pafta 7657 ada 3 parselinde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

HEDEF (Hedef İnşaat Mühendislik Hizmetleri), 2007c. Gebze Eskihisar Bölgesi 29L2C pafta 2845 ada 15 parselinde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

İRTEM, O., 1968. Gebze-Muhalimköy yakınındaki İnan Vakfı'na ait okul arazisinin ve yakın çevresinin jeolojisi. Jeolojik Rapor.

KAYA, O., 1973. Paleozoic of İstanbul. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No.40, 143 s.

KAYA, O., 1978. İstanbul, Ordovisiyen ve Silüriyen'i. Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enst. Yayını, Cilt 4, Sayı 1-2.

MERİÇ, E., OKTAY, F.Y., SAKINÇ, M., GÜLEN, D., EDİGER, V.Ş., MERİÇ, N., ÖZDOĞAN, M.I., 1991. Kuşdili Kadıköy, Kuvaternerin sedimenter jeolojisi ve paleokolojisi. C.Ü. Müh. Fak. Der., Seri A-Yerbilimleri 81, 83–91.

ÖNALAN, M., 1981. İstanbul Ordovisiyen-Silüriyen İstifinin Çökelme Ortamları. İ.Ü. Yerbilimleri Fakültesi Yayın Organı, Cilt 2 , Sayı 3-4.

REKA (Reka Yapı Mühendislik), 2007. Gebze Darıca Bölgesi 29L3a pafta 873 ada 20 parselinde yapılan Jeolojik-Jeofizik Etüd Raporu.

ŞİMŞEK O., DALGIÇ , S., 1997. Düzce Ovası killerin konsolidasyon özellikleri ve jeolojik evrim ile ilişkisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, C.40, Sayı 2, 29-38.

TS 1500, 2000. İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırılması. TSE, Ankara.

TOĞROL, E., AKSOY, I. H., TAN, O., 1990. İstanbul Galata Köprüsü civarındaki yapıların oturmalarına ait, örnekler. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Üçüncü Ulusal Kongresi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, 1, 147-170.

UYSAL, T., 2007. İstanbul'un Anadolu yakası ile Gebze bölgesindeki genç çökellerin mühendislik özelliklerinin laboratuvar deney verilerine göre değerlendirilmesi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Yüksek Lisans Tezi, 136 s. (yayımlanmamış).

YILMAZ, I., 1999. Niksar havzası killi alüvyal zeminlerinin konsolidasyon ve şişme özellikleri. Yerbilimleri, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, Sayı: 21, 173-184.

# İZMİT OVASI ÇÖKELLERİNİN GRANÜLOMETRİK ÖZELLİKLERİ

## Granulometric properties of sediments located in the İzmit Plain

Şerafeddin ÇAKIR<sup>1</sup>

### ÖZET

İzmit Ovası, İzmit kentinin yerleşim alanının güney ve güneydoğusunda yer alır. Bu ova Kuzey Anadolu Fayı (KAF) tarafından oluşturulan ve Doğu- Batı yönünde uzanan düz bir alandır. Doğusunda Sapanca Gölü ve batısında İzmit Körfezi bulunur. Ova'nın uzunluğu 17 km., eni ise 5 km. kadardır. Ova'nın çökelleri, kuzeyde ve güneyde bulunan yüksek alanlardaki kayaları aşındıran akarsular tarafından taşınır. Bu akarsular başlıca Güneyde Kiraz Dere, Aygır Dere; kuzeyde ise Bıçkı Dere ve Şeytan Dere'dir. Ova'nın çökelleri kuzeydeki ve güneydeki yüksek alanlardan gelir. İzmit Ovası'nın güneyinde bulunan tepeler 1600 m., kuzey alandaki tepeler ise yaklaşık 400 m. kotlardadır. Topoğrafyanın farklı özelliklere sahip olması, ayrıca aşınan kayaların farklı litolojiler olması nedeniyle günümüzde güneyden ve kuzeyden Ova'ya gelen çökellerin granülometrisi farklı olması beklenir. Bu nedenle akarsu yataklarından alınan 16 adet kum örneğinin üzerinde yapılan elek analizi deneylerinde bu farklılıklar test edilmiştir. Bu testlerin sonucunda coğrafik ve jeolojik şartların farklılıklarının çökellerin granülometrik özelliklerini önemli derecede etkilediği anlaşılmıştır.

### ABSTRACT

Izmit Plain is located south and southeast of the residential area of city of Izmit . This plain was created by the North Anatolian Fault (NAF ) and is a flat area extending East- West. Sapanca Lake is located in the east and the Izmit Gulf is located in the west. Plain length 17 km. and width is 5 km. Plain sediments in the north and in the south by rivers eroding rocks in high income areas . These rivers mainly in the south Kiraz Creek, Aygır Creek, Bıçkı Creek and Şeytan Creek is in the north. Izmit Plain sediments host rocks, igneous and metamorphic rocks located in the plains of the south, the sedimentary rocks located in the northern area. Sediments of the plain is transported by rivers to the plain from the north and south high areas. Hills of the south of Izmit Plain is 1600 m., hills in the northern area of approximately 400 m. elevations . Have different characteristics of topography, also because of the different lithologies of the rocks worn today granulometry of sediments from the southern and northern area are expected to be different. 16 samples from the river beds so sand sieve analysis conducted on samples of these differences were tested in experiments. As a result of these tests, geographical and geological conditions differ significantly affect the properties of the sediments revealed that particle size.

## GİRİŞ

İzmit Ovası, zamanımızdan 11 milyon yıl önce harekete başlayan Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) oluşturduğu çukurluk alana Holosen çökellerinin birikmesiyle oluşmuş, doğu-batı yönde uzanan etrafı yüksek alanlardan oluşan bir koridor şeklindedir. Uzunluğu 17 km., genişliği ise 5 km. kadardır. Doğudaki devamı Sapanca Gölü'nün doğusunda Adapazarı Ovası; batısında ise İzmit Körfezi bulunur. Bu çukurluğun oluş nedeni KAF'dır. Aynı zamanda çökellerin oluşmasının kontrolü Kuzey Anadolu Fayı'nın hareketi ile ilgilidir. Doğru atımlı sağ yönlü bir fay olan KAF hareket ettiğinde günümüzde oluşan çökellerinin çökeltme alanlarını kontrol etmektedir.

<sup>1</sup>KOÜ., Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Umuttepe, İZMİT-KOCAELİ  
e-mail: scakir@kocaeli.edu.tr.

İzmit Ovası, İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasında kalan ve ortalama 10-15 m. yüksekliğe sahip alandır. Uzunluğu 17 km., genişliği 5 km. dir. Ovanın yüzey çökelleri güney ve kuzeyde bulunan tepelerden gelen çökellerdir. Güneyde yüksekliği 1600 m. olan Keltepe ve D-B yönünde uzanan daha alçak tepelerdir. Kuzeyde ise yine D-B yönünde uzanan ve 400 m. yükseklikte bulunan tepelerdir. Güneyde ve kuzeydeki bu tepelerden aşınan çökeller dereler yoluyla ovaya gelir. Derelerin boyları güneyde ortalama 5 km., kuzeyde ortalama 7 km. dir.

#### **MATERYAL ve METOD:**

Ovanın örnek almaya uygun dere içi yataklardan örnekler alınmıştır. Alınan örneklerden büyük çakıllar atılmış küçük çakıl ve daha küçük boyuttaki çökeller kurutularak elek analizi deneyine hazır hale getirilmiştir. Yaklaşık 300 gr. ağırlığındaki örnekler 10 dk. süreyle elenmiş daha sonra her elek üzerinde kalan örnekler hassas terazide tartılarak ağırlıkları bulunmuştur. Bu ağırlıkların toplanması ile çizilen kümülatif eğrilerden Folk ve Ward (1957) tarafından önerilen değerleri bulunmuştur. Bu analizlerin sonucunda değerleri bulunarak bu çökellerin granülometrik değerleri tabloya konmuştur. Elde edilen verilerle birlikte, çökel büyüklüğü ile çökellerin geldiği ana kayalar arasındaki paralellik irdelenmiştir.

#### **BÖLGE JEOLJİSİ:**

İzmit Ovası kuzeyinde ve güneyinde 2 ayrı tektonik birlik bulunmaktadır. Güneyde Sakarya kıtası, kuzeyde İstanbul-Zonguldak zonu bulunur. Bu iki farklı jeolojik topluluk farklı kayatürü örneklerini barındırır. Güney zonda metamorfik ve magmatik kayalar bulunmakta iken, kuzeyde ise sedimanter kayalar yer alır. Bu farklı kayaların ürünleri olan çökeller de farklı büyüklükte olarak İzmit Körfezi'ne ve Sapanca Gölü'ne doğru hareket etmekte ve derelerde birikmektedirler.

#### **KOCAELİ İLİ KUZEYİNİN JEOLJİSİ**

Kocaeli yarımadasında yüzeyleyen Paleozoyik yaşlı birimler, İstanbul yöresindeki Paleozoyik yaşlı birimlerin devamıdır. Alt Ordovisiyen'de Sopalı formasyonu ve Çenedağ formasyonu, Alt Devoniyen'de Çınarlı grubu, Alt Triyas'ta İzmit formasyonu, Üst Kretase Akveren, Kuvaterner'de alüvyon bulunmaktadır. Birimler yaşlıdan gence doğru şöyle sıralanmaktadır.

**Sopalı Formasyonu:** Kumtaşından oluşan birim ilk defa Altınlı (1968) tarafından Derince'nin Sopalı Mahallesi'ne atfen isimlendirilmiştir. Baykal ve Kaya'nın İzmit civarındaki çalışmalarında birim Arkoz olarak tanımlanmıştır. Formasyonun rengi eflatun ve mor, bazı yerlerde koyu gridir. Yer yer kırmızı renkli laminalanma görülür. Tabakalanma ince ve orta kalınlıkta olup çapraz tabaka gelişmiştir. Tektonik olaylar sonucunda birim içinde eklem takımları, kırıklar, çatlaklar oluşmuştur. Tektonizmanın etkisiyle birim içinde kuvars damarları gelişmiştir. Formasyonun yaşı Altınlı (1968) tarafından Alt Ordovisiyen olarak belirtilmiştir.

**Çenedağ Formasyonu:** Birim kumtaşından (kuvars arenit) oluşur. Krem, pembe ve kırmızı renklindedir. Çok sert, keskin kırıklı, kırılma yüzeyi parlak ve pürüzlüdür. Tabakalar orta kalınlıktadır. Birim içerisinde fosile rastlanmamıştır. Altınlı (1968)' ya göre altındaki Sopalı Formasyonu ile geçişli olup her ikisi de aynı çökelme ortamını göstermektedir. Buna göre birime Ordovisiyen yaşı uygun görülmüştür.

**Çınarlidere Formasyonu:** Çakır (1998) tarafından tanımlanmıştır. İzmit batısında yer alan Çınarlı dereye atfen bu isim verilmiştir. Subarkoz, radyolarit ve kireçtaşlarından oluşmuştur. Subarkozların rengi kırmızı, sarımsı, boz, radyolaritlerin rengi siyah, kireçtaşlarının rengi ise kirli beyaz ve sarımsı renktedir. Çimentosu karbonatlıdır. Formasyonun üst kesimlerinde Radyolarit görülmüştür. Kireçtaşı ise alt ve orta seviyelerde görülmektedir. Alt seviyedeki kireçtaşı mercekseldir ve mikritten oluşmuştur. Çınarlı gurubu Topallar köyünün kuzeyinde görülür,

Subarkozların içinde mercek şeklinde ve uzunluğu 1 cm 'yi geçmeyen limonit mercceklerine rastlanmıştır. Mikritik kireçtaşları bu formasyonun shelf ortamında çökelebileceği sonucuna götürmüştür.

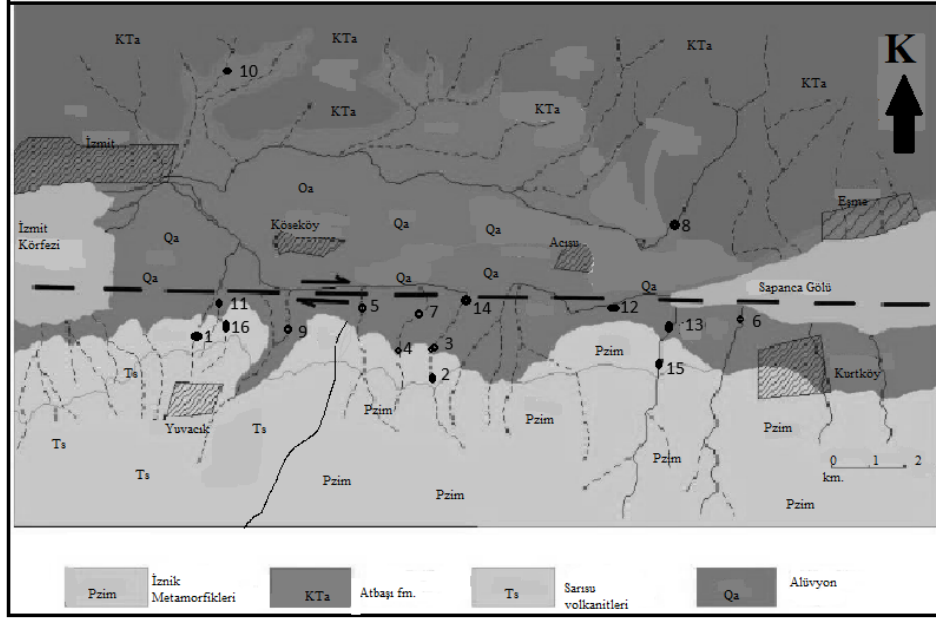
**İzmit Formasyonu:** Kocaeli Yarımadası'nın çeşitli kesimlerinde mostra verir. Sopalı formasyonunun açılı diskordansla örter Kumtaşı kiltası ve konglomeratik seviyelerden oluşur. Birimin rengi koyu kırmızı ve yer yer koyu yeşil renklidir. Birimin kalınlığı 750-1000 m. dolayındadır. Birim Paleozoyik yaşlı birimler üzerinde diskordan olarak bulunur. Baykal (1943) birim içinde Natica costata KUNST. bulmuştur. Bu nedenle birime Alt Triyas yaşını vermiştir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda bu yaş ortak görüş olarak belirtilebilir. (Baykal 1943; Erguvanlı 1949; Abdüsselamoğlu 1963; Özdemir 1971; Altınlı 1968; Gedik 1975; Ketin 1983).

**Akveren Formasyonu:** Altınlı (1968) tarafından tanımlanmıştır. Beyaz, krem, açık gri, koyu gri renklerde görülür. Kavkımsı kırıklı, genellikle düzgün tabakalanmalı ve bol mikrofosillidir. İzmit şehrinin batısındaki Ağa Dere'de stratigrafik kesitte 107 m. kalınlık ölçülmüştür. T.C.K. tarafından otoyol için yapılan sondajlarda alt seviyelerinde merceksele olarak bulunan CaCO<sub>3</sub> çimentolu kumtaşına rastlanmıştır. Akveren kireçtaşının ölçülmüş stratigrafik kesiti 633.50 m. dir. Bol fosilli birimin yaşını Altınlı (1968) Maastrichtiyen olarak belirlemişlerdir.

**Atbaşı Formasyonu:** Kumtaşı ile şeyl, marn ve çamurtaşlarının aralanmalı olarak bulunduğu birim, Ketin ve Gümüş (1963) tarafından Atbaşı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Kocaeli Yarımadası'nda yüzeyleyen aynı yaş aralığı ve benzer kaya türündeki birimler kuzey alanlarda Akveren formasyonuna komşu alanlarda yaygın olarak izlenen birim, Akveren formasyonu ile yanıl ve düşey yönde tedrici geçişlidir. Birimin kalınlığı değişken olup, 50-500 m. arasındadır.

**Pliyo- Kuvaterner:** Birimin üst seviyeleri ile Kuvaterner'e geçiş gösteren bölümleri; silt, kil, kum ve çakıl ve bunların karışımından oluşmaktadır. Alt seviyeleri ise kiltası, kumtaşı, çakıltaşı, kumlu – siltli çakıltaşı, çakıllı siltli kumtaşı aralanmalarından oluşmuştur.

Birim Kuzey Anadolu Fayının (KAF) hareketliliğine bağlı olarak İzmit körfezinin güney ve kuzeyinde bulunan sırtlarda meydana gelen yükselmelerin sonucunda meydana gelen aşırı erozyonun etkisiyle gelişmiştir. Genellikle yarı yuvarlak ve yarı köşeli çakıl taneleri içermesi ile kendini gösterir. Bu olgu birimin kolüviyal ortamda geliştiğini göstermektedir. Yamaçların altındaki bölümlerde yamaç molozları ile geçişli olup yer yer ince güncel yamaç molozlarına geçiş gösterir. Körfez, Derince ve İzmit merkez ilçelerde topografyanın ani olarak yükselmeye başladığı kesime kadarki hafif engebeli alanlarda gözlenebilmektedir. Düzensiz tabakalanmalıdır. Fazla sağlam olmayan zemin niteliği taşıyan bu birimler materyaller arasındaki bağlama fazının gevşekliğinden dolayı yer yer akma ve dolayısıyla heyelan potansiyeline sahiptir.



**Şekil 1.** Çalışma Alanından alınan örneklerin yerleri  
**Figure 1.** Locations of the samples taken from the study area

## KOCAELİ GÜNEYİNİN JEOLJİSİ

**Paleozoyik:** Armutlu Yarımadasının temel birimlerini oluşturan kristalen şist, killi şist, serizit şist ve rekristalize kireçtaşları Armutlu Yarımadasındaki Metamorfik topluluğu oluşturmaktadır. Bu temel birimlerde herhangi bir adlamaya gidilmemiş veya değişik adlamalar yapılmıştır. İlk olarak metamorfizma derecelerininin farklılığından dolayı, İznik metamorfik topluluğu ve Pamukova metamorfik topluluğu adlamasıyla iki kısımda incelenmiştir (Göncüoğlu ve diğ.,1987). İznik ve Pamukova metamorfik topluluğuna ait kayalar arasında yanal ve dikey geçişler sebebiyle bu kayaç gruplarının sınırlarını kesin olarak ayırmak mümkün olmamıştır. Bu metamorfik temel birimler Armutlu metamorfik topluluğu olarak ta isimlendirilmektedir.

Metamorfiklerin en üst seviyesini kristalen kalkerler oluşturmaktadır. Kısmen kompakt kısmen şisti görünüşte, çok çatlaklı gri-kırmızımsı renklerden oluşan kristalen kalkerlerin ayrışmaya maruz kalmış kesimlerde, beyaz, açık gri, kirli sarı renkler hakimdir. İnceleme alanının oldukça batısında yer alan Değirmendere' nin güneybatısındaki yükseltileri oluşturur. İnceleme alanında gözlenmez.

**Mesozoyik:** Armutlu metamorfik topluluğu üzerine uyumsuz Üst Kretase yaşlı Abant Formasyonuna bağlı metamorfik kayalar ile derin mağmatikler (Plütonikler) ve epimetamorfik klastik kayaların karmaşasından oluşan seri ve bunların üzerine ise diskordanslı olarak Eosen yaşlı Sarısu volkanitleri gelmiştir. Sarısu volkanitleri inceleme alanının güney kesiminde yüzeylemiş olup inceleme alanının jeolojisi bölümünde ayrıca anlatılmıştır. En iyi mostralarına, İznik, Yalacdere, Dumanlıtepe, Bahçecik ve Karamürsel yolu üzerinde bulunan Kızderbent köyü dolayında rastlanmıştır. Tersiyere ait kayalar bölgede büyük sahalar kaplayan diyabaz, bazalt ve andezitlerden oluşur. Deniz altı volkanizması sonucu meydana gelen bu volkanitler bölgede geniş sahalar kaplar ve önemli yükseltileri meydana getirirler. Genel olarak, esmer, kahverengimsi, bazan beyaz, sarı ve yeşilimtrak renkleriyle tanımlanan bu volkanitler birbiri ile son derece girift olduklarından bunları birbirinden ayırt etmek mümkün olmamıştır. Armutlu yarımadasındaki volkanik materyallerin

Paleosen-Eosen'e ait fosilli kalker ve filiş seviyeleri içerdiği ayrıca bazı bazaltik lavların pillov-lav karakterinde olmasından dolayı volkanik kayaçların Paleosen-Eosen esnasında meydana gelen deniz dibi erüpsiyonları neticesinde oluştuğu düşünülmektedir.

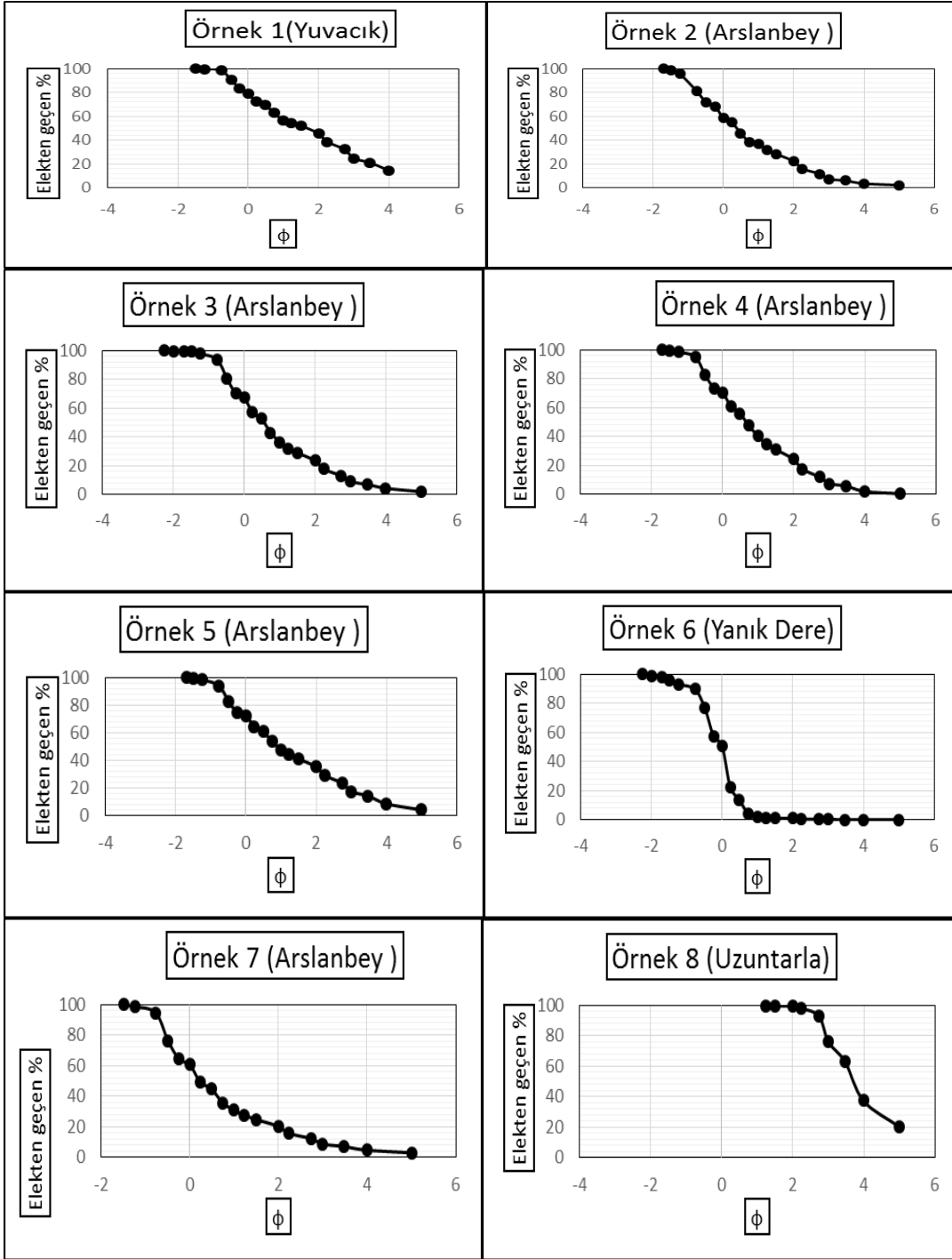
Bölgede bazaltın özelliklerini diyabaza oranla az kaybetmiş olması; diyabazda yaygın olan pek çok fayın bazaltta devam etmemesi, her iki kütleinin oluşumu arasında bir zaman farkını işaret etmektedir. Bu bakımdan diyabazın yaşı Paleosen-Eosen ve bazaltın yaşı Eosen-Pliyosen arasında kabul edilebilir. Makroskobik olarak farklılıklar gösteren bu kütlelerin daha önceki çalışmalardan alınan bilgilere göre mikroskobik incelenmesinde hemen hepsi (epidotlaşmış, albitleşmiş, kloritleşmiş, ayrıışmış) diyabaz olarak tayin edilmiştir. Bazalt bölgede diyabaz üzerinde oldukça büyük sahalar kaplar. Çeşitli renk ve makroskobik özellikteki diyabazdan kırmızımsı-siyah rengi ve fazla ayrıışmaya maruz kalmamış özelliği ile ayırt edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda yapılan minerolojik tetkik sonucunda ayrıışma gösteren melonokrat bazalt olarak tayin edilen numune kısmen fenokristal ve kısmen mikrolitler halinde zayıf kloritleşme göstermektedir. Volkanik seri İnceleme alanında andezit, bazalt, tüfit, tuf, ve aglomeralarla (Eosen Yaşlı Sarısu Volkanitleri) temsil edilir.

**Tersiyer Çökelleri:** Pliyosen yaşlı çökeller özellikle daha yaşlı formasyonlarla diskordanslı olarak görülürler. Pliyosen çökelleri volkanitler üzerinde yaygındır. (Akartuna, 1968) Yarımada'nın batısındaki Sarmasiyen çökelleri üzerinde uyumsuz olarak yer alan bu birimlerin Ponsiyen - Pliyosen çökelleri olduğunu belirtilir. Pliyosen çökelleri genellikle kumtaşı, kötü tabakalanmalı konglomera, çamurtaşı ve marn aralanmasından oluşur.

Kaba konglomera maksimum 25 cm çaplı bloklar içeren çoğunlukla 6-8 cm nadiren 1-2 cm çaplı yuvarlak çakılların killi kalkerli bir çimentoyla birbirine bağlanmasından meydana gelmiştir. Çakıllar üst seviyelerde bağlayıcı malzemenin yeterince sıkı olmamasından dolayı fazlaca görülürler. Birim içerisindeki iri taneli çakıllar tamamen diyabaz ve bazalttan ibarettir. Bu birim yarımada'nın şekillenmesinde önemli rol oynayan KAF Zonuna bağlı hareketlerden etkilenmiştir. Pliyosen tabakaları az kalınlığa sahiptir. İnceleme alanının orta bölümünde yaygındır.

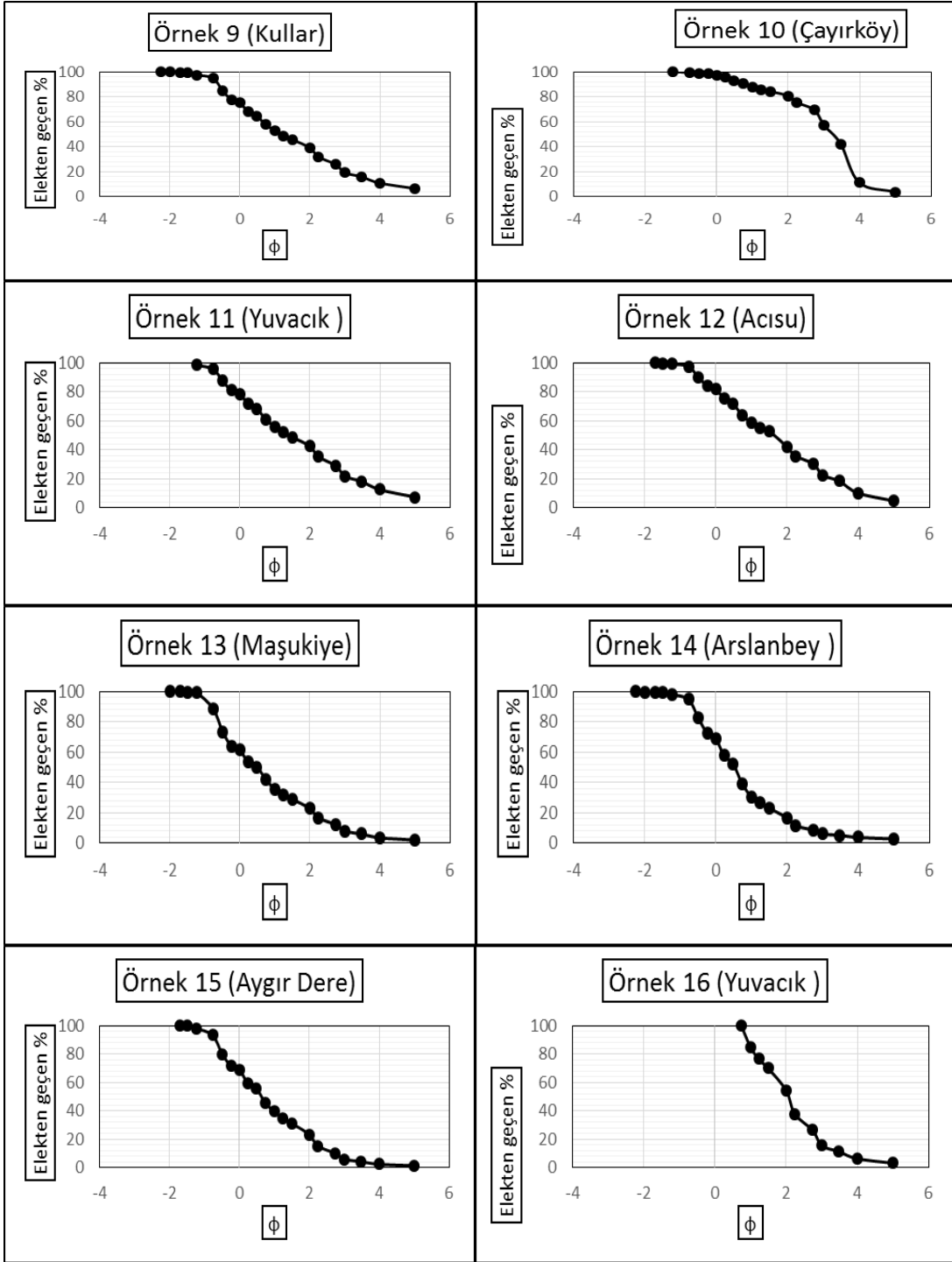
## GRANÜLOMETRİK ÇALIŞMALAR

Farklı derelerden toplanan 16 örnek alınarak ( Şekil 1) elek analizi deneyleri yapılmıştır. Çökeller küçük çakıl, kum, silt ve kil boyutundadır. Örnek 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 güneyden beslenen derelerden, 8 ve 10 ise kuzeyden beslenen dere yataklarından alınmıştır. Kuzeyden beslenen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16 örnekler kalkşist, mermer, amfibolitşist gibi metamorfik kayaçlardan; 1, 9, 11, 16 gibi örnekler andezit bileşimli mağmatik kayalardan, 8 ve 10 numaralı örnekler ise sedimanter kayaçlardan gelmiştir. Metamorfik kayaçlardan gelen çökellerin tane boyu ortalaması  $D_{50}$ : 0 ile 1,5  $\phi$  arasında değişmektedir. , andezitlerden gelen çökellerin tane boyu ortalaması  $D_{50}$ : 1,27 ile 1,93  $\phi$  arasındadır. Kuzeydeki sedimanter kayaçlardan gelen çökellerin tane boyu ortalaması  $D_{50}$ : 2,38 ve 3,8  $\phi$ 'dir. Bu nedenle çökelin ana kayacı oluşan çökelin tane büyüklüğünde önemli rol oynamaktadır. Kullanılan  $\Phi$  değeri -  $\log_2 d$  formülü ile hesaplanır ( d: Tane çapı mm. cinsinden).



**Şekil 2.** Elek analizi sonucu çizilen granülometri eğrileri (Örnek 1-8)  
**Figure 2.** Granulometry curves calculated by sieve analysis data (Sample 1-8)





**Şekil 3.** Elek analizi sonucu çizilen granülometri eğrileri (Örnek 9-16)  
**Figure 3.** Granulometry curves calculated by sieve analysis data (Sample (9-16))

**Çizelge 1.** Çalışma alanındaki örneklerin granülometrik özellikleri  
**Table 1.** Granulometric properties of the samples in the study area

Örnek No:	Ana kayaç türü	Ortalama tane boyu ( $\phi$ )	Ortalama tane çökel adı	Medyan ( $\phi$ )
1	Andezit	1,53	Orta kum	1,49
9	Andezit	1,27	Orta kum	1,23
11	Andezit	1,47	Orta kum	1,23
16	Andezit	1,93	Orta kum	2
2	Metamorfik	0,43	İri kum	0,23
3	Metamorfik	0,53	İri kum	0,49
4	Metamorfik	0,63	İri kum	0,74
5	Metamorfik	0,87	Çok iri kum	1
6	Metamorfik	0	İri kum	0
7	Metamorfik	0,53	İri kum	0,23
12	Metamorfik	1,5	Orta kum	1,49
13	Metamorfik	0,57	İri kum	0,49
14	Metamorfik	0,57	İri kum	0,49
15	Metamorfik	0,53	Çok iri kum	0,74
8	Sedimanter	2,37	Çok ince kum	3,47
10	Sedimanter	3,8	İnce kum	3

## SONUÇLAR

1-Metamorfik kayalardan beslenen derelerdeki çökeller, andezitlerden beslenen derelerdeki çökeller ve sedimanter kayalardan beslenen derelerdeki çökellerin ortalama çökel büyüklüğünün farklı olması gösterir ki, ana kayacın cinsi ile oluşan çökellerin büyüklüğünde belirleyici rol oynamaktadır.

2- Akarsu yataklarındaki kaynağa yakın çökellerin tane büyüklüğü, aynı derede daha aşağıda bulunan daha az eğimli dere yatağından alınan örneklerde ortalama tane boyunun küçüldüğü görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- ABDÜSSELAMOĞLU, Ş., 1963. Kocaeli Yarımadası'nın Jeolojisi. M.T.A. Ens. Raporu, No: 3249 (Yayınlanmamış), Ankara.
- AKARTUNA, M., 1968. Armutlu Yarımadası'nın Jeolojisi. İ.Ü. Fen Fak. Monografileri, 1-105.
- ALTINLI, İ.E., 1968. İzmit- Hereke -Kurucadağ Alanının Jeoloji İncelemesi. MTA Dergisi, 71, 1-26. Ankara.
- BAYKAL, F., 1943. Adapazarı – Kandıra bölgesindeki jeolojik etüdler. İ.Ü. Fen – Fak Mec. Seri B, Cilt VIII, Sayı 4, 256 – 263, İstanbul.
- ÇAKIR, Ş., 1998. İzmit- Körfez (Kocaeli) Dolayının ve Kuzeyinin Stratigrafisi. Fırat Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu Bildirileri Kitabı. Sf. 1-9. Elazığ.
- ÇAKIR, Ş., 2000. Demirciler- Sadıklar- Gündoğdu- Tütünciftlik (Kocaeli) Bölgesinin Jeolojisi. KOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış). İzmit.
- ERGUVANLI, K., 1949. Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının İnşaat Bakımından Etüdü ve Civarlarının Jeolojisi. İTÜ. İnşaat Fak. Yayını. İstanbul.
- Folk R.L.,Ward W.C. 1957. Brazos River Bar: A study in significance of Grain Size Parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 27(1):3-26.
- GEDİK, 1975. Die conodonten der Trias auf der Kocaeli Halbinsel (Turkey). Paleontographia (A) 150.
- GÖNCÜOĞLU, M.C., ERENDİL, M., TEKELİ, O., ÜRGÜN, B., AKSAY, M., KUŞÇU, İ., 1987. Geology of the Armutlu peninsula, Guidebook for the field excursion along Western Anatolia, Turkey. IGCP 5, General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) 59, 1–19.
- KETİN, İ., GÜMÜŞ, A., 1963. Sinop- Ayancık Arasında III. Bölgeye Dahil Sahaların Jeolojisi. TPAO rapor No: 288, 37 sayfa.
- KETİN, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine genel bir bakış. İ.T.Ü. Vakfi yayınları No: 32, 595 sf., İstanbul.
- ÖZDEMİR, Ü.,1971. Kocaeli Yarımadası Tepeköy Triyas'ı mikrofaunası ve biyostratigrafisi. MTA Dergisi, 77, 57-98.

## UYGULAMALI YERBİLİMLERİ DERGİSİ YAZIM KURALLARI

Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi'ne gönderilecek yayınların daha önce herhangi bir ulusal yada uluslararası dergi, sempozyum, panel, kongre gibi etkinliklerde yayınlanmamış yada gönderilmemiş olması gerekmektedir. Dergideki yayınların birbirine yakın konularda olmamasına özen gösterilerek yerbilimlerinin uygulama alanlarının çeşitliliğini, gerekliliğini ve yeniliklerini kazandırmak amaçlanmıştır. Yazarlar yayını hazırlarken derginin yazım kurallarına uygun olarak hazırlamaları gerekmektedir. Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmayan yayınlar yazar ya da yazarlara iade edilebilir. Dergiye gönderilen yayınlar editör ile birlikte yayın kurulundaki bir veya birden fazla üyeyle incelendikten sonra kabulü veya reddi konusunda karar verilir.

### DİL VE ANLATIM

Derginin yazım dili Türkçedir. Yayınlarda özlü anlatıma yer verilmeli ve dilbilgisi kurallarına uyulmalıdır. Türkçede karşılığı olmayan sözcükler için öneri yapılabilir, öneri yapılan kelimenin İngilizce karşılığı ilk kullanıldığı yerde parantez içerisinde verilmelidir. Örneğin; yukarı doğru sokulum (uplift) yapmaktadır.

Makale yazımında 3.tekil kişi anlatımı kullanılmalıdır. Örneğin; 20 noktada sismik kırılma çalması, düşey elektrik sondajı (DES) ve mikrotremor çalışması yapılmıştır.

### YAZIM TEKNİĞİ

Makale yazımında, Microsoft Office Word 2000 veya daha sonraki sürümleri kullanılmalıdır.

Yazılar A4 kağıt boyutunda üstten 4 cm, soldan 3 cm, sağdan ve alttan 2.5 cm kenar boşluğu olacak şekilde yerleştirilmelidir. Makale içinde Özet ve Abstract ana başlığı ve bunların metin yazılarının boyutları 9 punto, Türkçe ana başlık 12 punto, bunların dışında kalan bütün alt başlıklar ve metin yazılarının boyutları 11 punto büyüklüğünde olacak şekilde hazırlanmalıdır. Makale içindeki tüm yazılar için Times New Roman yazı tipi seçilmelidir.

Yazı içinde noktalama işaretlerinden (nokta, virgül, noktalı virgül, vb.) sonra, birim kısaltmalarından (cm, kg, m/s, vb.) önce ve sonra birer boşluk bırakılmalıdır.

Sayfa numaraları ilk sayfadan başlamak üzere 10 punto büyüklüğünde sayfa altında sayfayı ortalayacak biçimde yerleştirilmelidir.

### BAŞLIK VE YAZAR ADI

Makalenin ana başlığı hem Türkçe hem de İngilizce olarak yazılmalıdır. Türkçe başlığın bütün harfleri büyük, kalın (bold), 12 punto büyüklüğünde ve sayfayı ortalayacak biçimde yerleştirilmelidir. İngilizce başlığın yalnızca ilk harfleri büyük, tümü kalın ve sayfayı ortalayacak biçimde düzenlenmelidir. Ancak İngilizce başlık içinde geçen a, an, and, by, for, in, on, of, with, where, vb. sözcükler tümüyle küçük harfle yazılmalıdır. Türkçe ve İngilizce başlık arasında 1 satır aralığı boşluk bırakılmalıdır.

İngilizce başlığın hemen altında yazar ya da yazar isimleri yer almalıdır. Yazar isimlerinin yalnızca ilk harfi, soy isimlerinin tümü büyük harfle, kalın ve sayfayı ortalayacak şekilde yazılmalıdır. İki yazar olması durumunda, yazarlar arasında ve bağlacı, ikiden fazla yazar olması durumunda son iki yazar arasında ve bağlacı yazılmalıdır. Yazar ya da yazarların soy isimlerinden sonra adreslerini belirtmek için dipnot işareti konulmalıdır. Tek yazar olması durumunda bu işaret asteriks (\*),

birden fazla yazar olması durumunda 1, 2, 3,..... rakamları ile gösterilmelidir. Birden fazla yazarın adresleri aynı ise dipnot rakamları da aynı olmalıdır. Dipnot bölümünde yazar ya da yazarların adresleri varsa adres kısmından sonra e-mail adresleri 10 punto büyüklüğünde ve sayfanın iki yanına yaslanmış olarak yazılmalıdır.

## İZMİT–SAPANCA KORİDORU BOYUNCA YER ARAŞTIRMASI

### Soil Investigation Along the Izmit-Sapanca Corridor

Cengiz KURTULUŞ<sup>1</sup> ve Ali BOZKURT<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Bl. Umuttepe Yerleşkesi İZMİT-KOCAELİ.  
e-mail: [cengizk@kocaeli.edu.tr](mailto:cengizk@kocaeli.edu.tr)

<sup>2</sup> ABM Mühendislik, Araştırma Bilgi Merkezi, İZMİT-KOCAELİ.  
e-mail: [alibozkurt@abmjeo.com](mailto:alibozkurt@abmjeo.com)

### ÖZET VE ABSTRACT

Özet ve Abstract çizgi kalınlığı 1nk olan bir çerçeve içerisinde yer almalıdır. Çerçevenin sağ ve sol kısımları, sayfanın sağ ve sol kısımları ile aynı hizada olmalıdır. Çerçeve içindeki yazılar arasında üstten ve alttan 0.5 cm, sağdan ve soldan 1 cm boşluk bırakılmalıdır. Çerçevenin üst kısmında önce özet kısmı yer almalıdır. Özetten ve Abstracttan sonraki yazılar arasında 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Özet yazısının bitiminden sonra 2 satır boşluk bırakıldıktan sonra Abstract kısmı yer almalıdır. Özet ve Abstract başlıkları büyük harfle, kalın ve 9 punto büyüklüğünde olacak şekilde yazılmalıdır. Özet ve Abstract kısımları sayfanın iki yanına yaslanmış olarak yer almalıdır.

Özet ve Abstract kısımları kısa, öz ve birbirinden farklı olmamalıdır. Bunlar içerisinde bağlantı, kaynak verilmemelidir.

#### ÖZET

Bu çalışmada; çok kanallı sismik yansıma verileri kullanılarak Trakya'nın güneyinin aktif tektonizması incelenmiştir.

#### ABSTRACT

In the study, active tectonism in the southern of Thrace was investigated by means of multi-channel seismic reflection data.

### GİRİŞ

Giriş başlığı sayfanın sol kısmına dayalı, büyük harfle, kalın ve 11 punto büyüklüğünde olmalıdır. Başlıktan sonra 1 satır boşluk bırakılarak yazıya başlanmalıdır. Giriş kısmında yayının amacı, nelerin neden yapıldığı, daha önceden konuyla ilgili doğrudan ya da dolaylı yoldan yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmelidir. Bu bölümünde kaynak ve bağlantı verilebilir. Ancak bu bölüm alt başlıklara ayrılmaz.

## ANA BAŞLIKLAR VE ALT BAŞLIKLAR

Giriş kısmından sonra yayın, hakkında detaylı bilgi vermek için ana başlıklar ile alt başlıklara bölünür. Ana başlıklar büyük harfle, kalın, 11 punto büyüklüğünde ve sayfanın sol kısmına dayalı olarak yazılmalıdır. Ana başlıktan önce ve sonra bir satır boşluk bırakılmalıdır. Alt başlıkların sadece ilk harfleri büyük olacak şekilde kalın, 11 punto ve sayfanın sol kısmına dayalı olarak yazılmalıdır.

### JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

#### Sismik Kırılma Çalışması

## PARAGRAF

Paragraflar 11 punto büyüklüğünde ve kalın olmamalıdır. Paragraflar içeri girinti yapılmadan, sayfanın iki yanına yaslanmış şekilde hazırlanmalıdır. Paragraflardan önce ve sonra 1 satır boşluk bırakılmalıdır.

## KAYNAK GÖSTERME

Kaynak gösterme iki şekilde olabilir. Kaynak cümlelerin bir ögesi olarak gösterilecekse; **Önceki çalışmalara göre Haas (1968) tarafından Kurtköy Tabakaları, Kaya (1978) tarafından Kurtköy Arkoz Birimi olarak tanımlanan bu birim ilk kez Önalın (1982) tarafından Kurtköy Formasyonu olarak adlanmıştır.** şeklinde verilebilir. Kaynak cümlelerin ögesi değil de atıfta bulunulacaksa; **Son yıllarda jeofizik metotlar inşaat sektöründe zemin araştırmalarında (Klimis ve diğ.,1999; Luna ve Jadi, 2000; Othman, 2005; Savvaidis ve diğ., 1999; Soupios ve diğ., 2005; Venkateswara ve diğ., 2004) ve yapıların deprem karşısındaki davranışı ve hasarın önceden tahmini için (Delgado ve diğ., 2000a, 2000b; Ibs-von Seht M and Wohlenberg J, 1999; Parolai ve diğ., 2001, 2002; Delgado ve diğ., 2002) geniş bir şekilde kullanılmaktadır.** şeklinde verilebilir. Daha sonra kaynaklar kısmında bu atıf hakkında detaylı bilgi verilmelidir.

Kaynaklar içerisindeki yerli ve yabancı yazarları belirtirken **and** yerine **ve**, **et al.** yerine **ve diğ.** yazılmalıdır.

Yazar ya da yazarların benzer yayınları farklı tarihlerde olabilir, bunları bildirirken tarihler sırasıyla ve aralarında virgül olacak şekilde yazılmalıdır. Yazar ya da yazarların yayınları aynı yıl içerisinde olabileceği gibi, aynı dergide farklı yayınları da olabilir, bu durumda yıl yazıldıktan hemen sonra a, b, c,..... harfleriyle farklılık belirtilmelidir. Bunlara ilişkin örnek yukarıda verilmektedir.

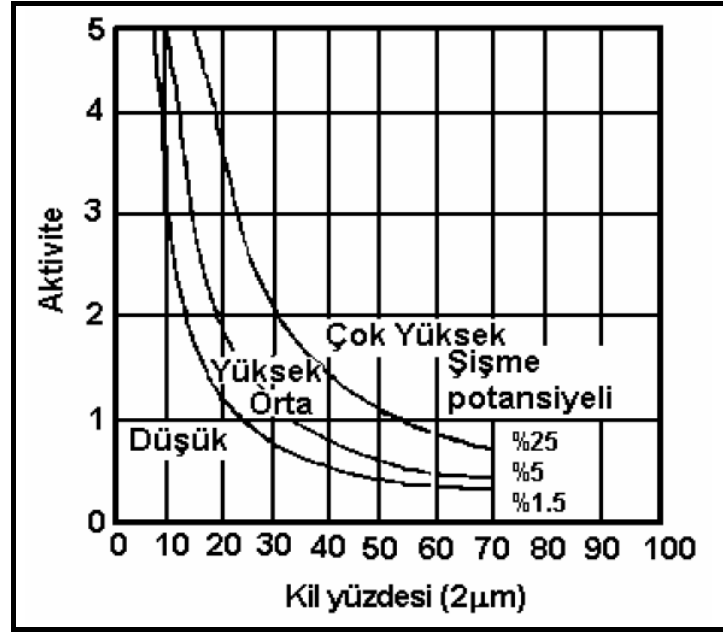
İnternet sayfasındaki bir kaynaktan yararlanılmışsa, internet sayfasının tam adresi verilmelidir. Kaynaklar kısmında da bu adres veya adresler en sona yazılmalıdır.

## ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER

Şekil ve çizelge yazıları hem Türkçe hem de İngilizce olmalıdır. Yayın içerisindeki şekil ve çizelgeler sayfanın kenar boşluklarını aşmayacak biçimde ve sayfayı ortalayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Şekiller metin içerisindeyse **Şekil 4**'te **şişme potansiyeli sınıflama grafiği verilmiştir**. biçiminde metnin sonunda ise **İnceleme alanı Tuzla, İstanbul kent merkezinde olup, asfalt yol ile ulaşım sağlanabilmektedir (Şekil 1)**. biçiminde olmalıdır.

Şekiller kalınlığı 1.5 nk olan bir çerçeve içerisinde yer almalıdır. Şekil alt yazıları şekil numarasını belirten kısım kalın, açıklayıcı kısım normal, 11 punto, yazım sınırları içerisinde iki yana yaslanmış olmalıdır. Şekil alt yazıları şekil çerçevesinden sonra 1 satır boşlukla başlamalı, Türkçe ve İngilizce alt yazıları arasında boşluk olmamalı ve İngilizce alt yazıdan sonra 1 satır boşluk bırakılmalıdır.



**Şekil 4.** Aktivite değerleri ve kil yüzdelere göre şişme potansiyeli (Seed ve diğ, 1962)

**Figure 4.** Swelling potential according to activity values and percentage of clays (Seed et al., 1962)

Çizelgeler metin içerisinde ise **İnceleme alanında yer alan birimler jeoteknik ve temel mühendisliği açısından değerlendirilmiş olup, Çizelge 4 te verilmiştir**. şeklinde, metnin sonunda ise **Kıvamlılık İndisi  $I_c = 0.10-0.82$  değeri yeryüzündeki tabakaların “yumuşak - sert” kıvamda olduğunu belirtmektedir (Çizelge 5)**. şeklinde olmalıdır.

Çizelge üst yazıları metin sınırları içerisinde, çizelge numarasını gösteren kısım kalın, açıklayıcı kısım normal, 11 punto büyüklüğünde ve iki yana yaslanmış olmalıdır. Çizelge üst yazılarından önce ve sonra 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Türkçe ve İngilizce üst yazılar arasında boşluk olmamalıdır.

Çizelgeden sonra 1 satır boşluk bırakılarak yazım işlemine devam edilmelidir.

**Çizelge 5.** Kohezyonlu zeminlerin kıvamlilik indisine göre sınıflandırılması  
**Table 5.** Classification of cohesive soils according to consistency index

Kıvamlilik İndisi (Ic)	Sınıflama
< 0.05	Çok yumuşak
0.05-0.25	Yumuşak
0.25-0.75	Sıkı
0.75-1.00	Sert
>1.00	Çok sert

Çizelge ve şekil yazılarının bir satırdan fazla olması halinde, alt satıra gelecek olan yazıların, açıklayıcı kısmın başlangıcı ile aynı hizada olması gerekmektedir.

## BAĞINTILAR

Metin içindeki matematiksel bağıntılar sola dayalı olarak yazılmalıdır. Bu bağıntılar parantez içerisinde sayfanın sağına dayalı olarak numaralandırılmalıdır. Bağıntılarda geçen simgeler bağıntıdan önce ya da sonra açıklanmalıdır. Bağıntı ile metnin öncesinde ve sonrasında 1 satır boşluk olmalıdır. Birbirini izleyen bağıntılar arasında boşluk olmamalıdır.

$$q_u = K_1 \times c \times N_c + D_f \times \gamma_1 \times N_q + K_2 \times \gamma_2 \times B \times N_\gamma \quad (1)$$

bağıntısından yararlanarak hesaplanır. Bu bağıntıda;  $q_u$  : Taşıma Gücü;  $c$ : Kohezyon;  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_\gamma$ : Taşıma gücü katsayıları;  $D_f$ : Temel derinliği;  $B$  : Temel genişliği;  $\gamma_n$  :Birim hacim ağırlığı ve  $K_1$ - $K_2$ : Temel şekline bağlı katsayılarıdır.

## BİRİMLER

Metin içinde kullanılan birimlerin ve bu birimlerin kısaltmalarının SI ya da CGS birim sistemine uygun olmalıdır.

## SONUÇLAR

Bu bölüm başlığı SONUÇLAR ya da TARTIŞMA VE SONUÇLAR şeklinde sola dayalı olarak, kalın ve 11 punto büyüklüğünde olmalıdır. Başlıktan sonra 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Bu bölümde yayından elde edilen sonuçların yararlarından bahsedilmeli, buna benzer daha önceki yayınlarla kıyaslaması yapılmalı, daha sonra bu konuyla ilgili neler yapılabileceği konusunda önerilerde bulunulmalıdır. Bunlar maddeler halinde verilebileceği gibi paragraflar halinde de verilebilir.

## KAYNAKLAR

Kaynaklar başlığı 11 punto, sola dayalı ve kalın olmalıdır. Başlıktan sonra 1 satır boşluk bırakılmalıdır. Metin içinde değinilen bütün yazarlar alfabetik sıraya göre aralarında 1 satır boşluk bırakılarak dizilmelidir.

Makalenin kaynak verilmesinde yazar soyadı, adının ilk harfi, yıl, makale adı, derginin adı, bağlı olduğu kuruluş, cilt numarası, sayısı ve sayfa aralığı sırasına uyulmalıdır.



Kitapların kaynak verilmesinde yazar soyadı, adın ilk harfı, yıl, kitabın adı, yayıncı sırasına uyulmalıdır. Kitap adının yazılımlında sözcüklerin ilk harfleri büyük harf olmalıdır. Tez, rapor ve benzeri yazılar için de aynı kural geçerlidir.

Makale, kitap, tez, rapor ve benzeri türden tüm yazılar için kaynak verilirken, bir yazarın soyadından sonra bir **boşluk** isminin ilk harfı **nokta virgül** yayının tarihi **nokta** düzenine uyulmalıdır.

## KAYNAKLAR

DELGADO J., LOPEZ C. C., ESTEVEZ A., GİNER J., GUENCA A., and MOLİNA S., 2000a. Mapping soft soils in the Segura river valley (SE Spain): a case study of microtremors as an exploration tool, J. Appl. Geophys., 45, 19–32.

DELGADO J., LOPEZ C. C., GİNER J., ESTEVEZ A., CUENCA A., and MOLİNA S., 2000b. Microtremors as a geophysical exploration tool: applications and limitations, Pure Appl. Geophys., 157, 1445–62.

KURTULUŞ C., 2002. Sismik Arama Teori ve Uygulama, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Yayın No:55.

VAN DER MERVE DH., 1964. The prediction of heave from the plasticity index and percentage clay fraction, Trans SAICE, Vol. 6, No. 5, pp. 103-107.

YOĞURTÇU A. C., CANBAY M. M., ve KURTULUŞ C., 2005. Tekirdağ-Çerkezköy İlçesinde Yer Mühendislik Özelliklerinin Jeofizik Ölçümler, Jeolojik Gözlemler ve Jeoteknik Deneylele Belirlenmesi, Kocaeli Üniversitesi Yayınları, Cilt:5, Sayı:1, Sayfa:1-14.