

## JEOFİZİK VE JEOTEKNİK YÖNTEMLER KULLANILARAK İZMİT BÖLGESİ'NDEKİ KIRMIZI KUMTAŞI ÖRNEKLERİNİN MÜHENDİSLİK PARAMETRELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Estimation of Engineering Parameters of Izmit Region Red Sandstones Samples Using Geophysical and Geotechnical Methods

Cengiz KURTULUŞ<sup>1</sup>, Berra BAŞOĞUL<sup>1</sup>, Güzin Duygu KAYA<sup>1</sup> ve Gökhan YAVAŞ<sup>1</sup>,  
Çağlar ŞAHAN<sup>2</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada İzmit formasyonunun Kocaeli Yarımadası'nda bulunan kırmızı kumtaşılarının jeolojik, jeofizik, jeoteknik yöntemler kullanılarak fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Çalışılan bölgede sismik kırılma çalışmaları yapılmış ve rezistivite (özdirenç) ölçüleri alınmıştır.

Sismik kırılma çalışmalarında inceleme alanında iki tabaka belirlenmiş olup, üstteki örtü tabakasının P ve S dalga hızları  $V_{P1}$ : 615 m/s ve  $V_{S1}$ : 400 m/s ve derinliği 2.26 m olarak bulunmuştur. Örtü tabakasının altında ise P ve S hızları,  $V_{P2}$ : 2000 m/s ve  $V_{S2}$ : 1250 m/s arasında değişen bir katman tespit edilmiştir.

Yapılan rezistivite sonucu ilk tabakanın özdirenci 70 ohm.m, kalınlığı 1 m, ikinci tabakanın özdirenci 105 ohm.m, kalınlığı 2.8 m olarak bulunmuştur.

İzmit formasyonunda 3 adet kumtaşı örneğinin mühendislik özelliklerini araştırmak için Ultrasonic Puls Hızı (UPH) ve Tek Eksenli Basınç Dayanımı testi yapılmıştır. Testler sonucunda yoğunluk, poisson oranı, kayma modülü, elastisite modülü, bulk modülü, hakim titreşim periyodu, zemin emniyet gerilmesi, yataklanma katsayısı ve zemin büyütme katsayısı hesaplanmıştır. Sonuç olarak Ultrasonic Pulse Hızı ile Mühendislik özellikleri arasında çok iyi bir uyum görülmüştür.

### ABSTRACT

This study aims to investigate the physical characteristics of red coloured sandstones in Izmit was performed using geological, geophysical and geotechnical methods. At this location seismic refraction studies and vertical resistivity soundings were performed.

A cover soil layer with the thickness of 2.26 m heaving P and S velocities of  $V_{P1}$ : 615 m/s and  $V_{S1}$ : 400 m/s was determined. Beneath this cover sandstone with P and S velocities of  $V_{P2}$ : 2000 m/s and  $V_{S2}$ : 1250 m/s respectively were detected.

According to the results of the resistivity, the first soil layer's resistivity is 70 ohm.m and thickness of 1 m, the second soil layer's resistivity is 105 ohm.m and thickness of 2.8 m.

Formation of 3 to investigate the engineering properties of sandstone samples Izmit Ultrasonic Pulse Speed (UPH) Uniaxial Compressive Strength Test and testing were performed. Density tests, Poisson ratio, shear modulus, lasitisite module, bulk modulus, the predominant period of vibration, ground safety stress, deposition coefficient and the amplification coefficient was calculated. As a result, ultrasonic pulse rate with a very good agreement is found between engineering properties.

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Yerleşkesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 31380 Kocaeli.  
e-mail: cengizk@kocaeli.edu.tr , berra\_basogul@hotmail.com

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Umuttepe Yerleşkesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 31380 Kocaeli.  
e-mail: caglar\_sahan@hotmail.com

## **GİRİŞ**

Son yıllarda inşaat ve çevre mühendisliğinde jeofizik metotları geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Jeofizik metotlar temeller için zemin araştırmasının yanında baraj, tünel, yol, ve kirlilik araştırmalarında kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır. (Klimis ve diğ. 1999) jeolojik yapıların araştırılmasında ve kayaçların fiziksel parametrelerinin hesaplanmasında jeofizik metotları kullanmışlardır Jeofizik metotlarla yeraltı yapısı hakkında elde edilen fiziksel veriler, yapılar üzerinde risk tayininin ve risk azalımının belirlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Jeofizik metotların yanı sıra jeoteknik çalışmalarda zemin yapısının incelenmesinde mühendislik parametreleri dikkate alınmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle jeofizik yöntemlerin yanında zemin özellikleri ve mühendislik parametreleri incelemelerinde laboratuvar deneyleri yapılmaya başlanmıştır. Laboratuvar ortamında Ultrasonik Puls Hızı (UPH) deneyi uygulanarak araştırma yapılan zeminin mühendislik parametreleri hesaplanmıştır.

Ultrasonik Puls Hızı (UPH) kayaçların mekanik ve mühendislik özelliklerini belirlenmesi güçlü bir laboratuvar veritabanı için yararlı olmakta ve inşaat, jeoteknik, jeofizik araştırmalarda, gaz minerallerinin araştırılmasında maden mühendisliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayaların mekanik özellikleri ile ultrasonik hız ve kayaç özellikleri arasında yakın ilişkili olduğu tespit edilmiştir (D'Andrea vd, 1965; Chary, 2006; Vasconcelos, 2008). Bu nedenle kaya kütlelerinin özel tasarımı parametrelerini elde etmek için kayaların çeşitli fiziksel ve mekanik özellikleri arasında deneysel veya teorik uyum kullanılmaktadır.

Bu çalışmamızda Kocaeli ilinin kırmızı kumtaşlarının fiziksel özellikleri incelenmiştir. Mühendislik parametrelerin elde edilmesi için gerekli jeolojik ve jeofizik yöntemler kullanılmıştır. Ultrasonik Puls Hızı ile hesaplanan parametrelerin ilişkisi incelenmiştir.

## **JEOLOJİK ÖZELLİKLER**

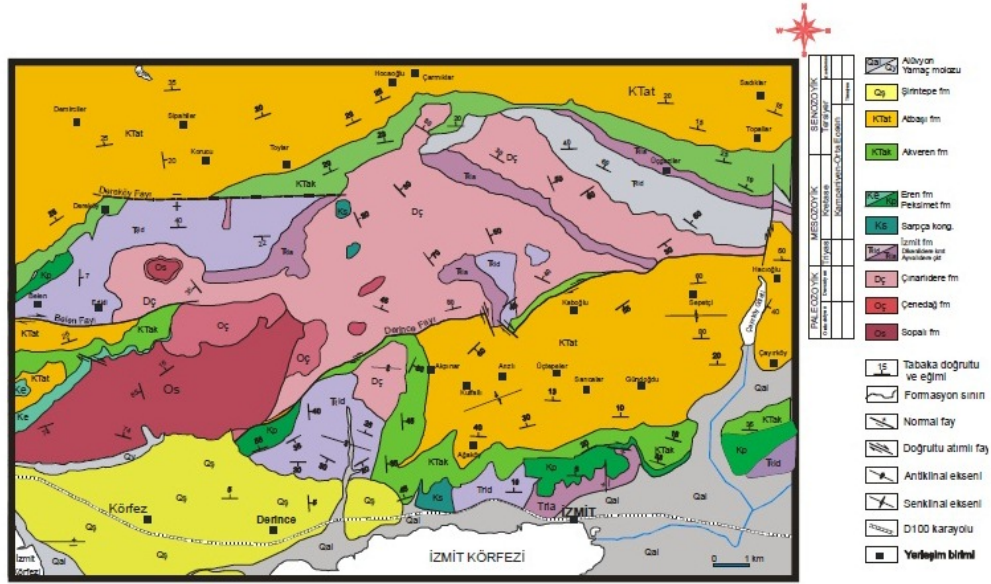
Kocaeli Yarımadası'nda Triyas çökelleri, yarımadanın birçok yerinde bulunmaktadır. Triyas istifinin en altında bordo, kızılmsı renkte çakıltaşı, kumtaşı ve şeyller bulunur. Kocaeli Yarımadası'nda yapılan çalışmalar sonucu bu birime çeşitli adlar verilmiştir. Bunlar, Taban konglomerası (Baykal, 1943; 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.

Birim üyelerinden Ayvalıdere konglomera üyesinde bordo renkli çakılların bol olarak bulunduğu görülmektedir. Bu çakıllar, Paleozoyik birimlerinden aşınıp gelen çeşitli büyüklükte az yuvarlaklaşmış çakıllardır. Çakılların boylanması kötüdür. Çakıllar, Sopalı ve Çenedağ formasyonu (Ordovisiyen) ile Çınarlıdere formasyonu (Devoniyen) birimlerinin çakıllarıdır. Çalışma alanının batısında Tavşancıl çevresinde granit, şist ve volkanik kayaç çakılları da görülür. Çakıllı düzeylerin aralarında laminalı kumtaşı düzeyleri az da olsa görülür. Birimin tabaka doğrultu ve eğimi bu düzeylerde kabaca belirlenebilir. Ayvalıdere konglomera üyesinin alt kesimleri iri çakıllardan meydana gelmiştir. İstifin üst kesimlerine doğru çakılların boyutları küçülmekte kum boyutundaki

elemanlar çoğalmaktadır. Çakıllar 2-15 cm. boylarında olup, tane destekli değildir. Çakıl aralarında kum taneleri bulunur. İnce çakıl düzeylerinde tabakalanma az da olsa fark edilir. Kumtaşı seviyelerinden alınan örnekler grovak bileşimlidir. Birimin alt kesimleri enerjisi yüksek ortama karşılık geldiği, daha sonraki dönemlerde ise enerjinin azaldığı ve düzenli bir akış rejiminin gerçekleştiği düşünülmektedir. Ayrıca güneyde bulunan mostralardaki konglomeralarda çakıllar

oldukça olgunlaşmıştır. Ancak birimin alt seviyelerini oluşturan Arızlı'nın kuzeyinde Erenler Tepe ve Sarıgöl Tepe arasındaki mostrada bu çakılların köşeli olduğu görülmüştür. Birimde 1-2 m. Aralıklı olan çatlak sistemleri yaygındır. Bu nedenle birimde blokların düşmesi çok görülür. Tipik mevki yeri olan Ayvalı Dere'de bu bloklar dere yatağında çok görülmektedir. Dikenlitepe kumtaşı üyesinde ise kumtaşı egemen birim olmakla birlikte yer yer çamurtaşı da görülmektedir. Kum taneleri genelde köşeli, az yuvarlaklaşmıştır. Kumtaşının bileşimi genellikle sublitarenittir. Serisit pulları bol bulunur.

Tabakalanma yüzeylerinde parlaklıklar olarak görülür. Kumtaşları içinde plajiklas tanelerinin varlığı kaynak alanında magmatik kayaların bulunduğunu, ayrıca metamorfik kayaların kum boyundaki tanelerinin ve metamorfik tip kuvarsların bulunması da metamorfik kayaların kaynak alanında olduğunu göstermektedir. Baykal (1943) 400 m., Ergüvanlı (1949) 200 m., Altınlı (1968) 716 m., Baykal ve Önalın (1979) 450 m., Çakır (2000) 873 m. kalınlık belirtmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Çakır, 2000)

Figure 1. Geology map of investigation area (Çakır, 2000)

## İNCELEME ALANINDA YAPILAN ÇALIŞMALAR VE DENEYLER

### Nokta Yükü Dayanım İndeksi Deneyi

İnceleme alanında bulunan kırmızı kumtaşı biriminden alınan karot örnekleri üzerinde yapılan nokta yükü dayanım indeksi deney sonuçları, dayanım sınıflama tablosuna ( Tablo 1) göre sınıflandırıldığında kayaç sınıfı "çok düşük-düşük dayanımlı" olarak değerlendirilmiştir (Tablo 2).

İnceleme alanının birinci derece deprem bölgesinde yer almasından dolayı yapıların güvenliği açısından  $C=12$  alınarak tek eksenli sıkışma değeri hesaplanmıştır. Buna göre; minimum nokta yükü dayanım indeksi ortalama minimum  $Is_{50}=9.50 \text{ kg/cm}^2$  'ye göre yapılan hesaplamalarda; tek eksenli sıkışma dayanımı ( $\tau_c$ );  $C=12$  alınarak,

$$t_c = C \times Is_{50} \quad (1)$$

$$t_c = 12 \times 9.50$$

$$t_c = 144 \text{ kg/cm}^2$$

olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 1.** Kayaların mukavemetlerine göre sınıflandırılması (Hunt, 1986)

**Table 1.** Classification of rocks based on their resistance (Hunt, 1986)

Kaya Mukavemeti	Sınıf	Serbest Basınç Dayanımı	Nokta Yükleme İndisi	Kaya Tipi
Çok yüksek	A	>2200 kg/cm <sup>2</sup>	>95kg/cm <sup>2</sup>	Kuarsit, diyabaz, yoğun bazalt
Yüksek	B	1100-2200	50-95	Mağmatik kayalar, iyi çimentolanmış kumtaşı, sert şeyl, kalker, dolomit
Orta	C	550-1100	25-50	Şeyl, poroz kumtaşı, kalker, metamorfik kayalar
Düşük	D	275-550	13-25	Poroz ve düşük yoğunluktaki kayalar, kumtaşı, killi şeyl, tebeşir, aşınmış kayalar
Çok düşük	E	<275	<13	D sınıfı gibi

**Çizelge 2.** Kayaların nokta yük dayanım indeksi deney sonuçlarına göre sınıflaması (Bieniawski, 1975)

**Table 2.** Classification of rocks based on point load index experiment results (Bieniawski, 1975)

Kayaç Sınıfı	Nokta Yük Dayanımı kg/cm <sup>2</sup>
Çok yüksek dayanımlı	>80
Yüksek dayanımlı	80-40
Orta dayanımlı	40-20
Düşük dayanımlı	10-20
Çok düşük dayanımlı	<10

Buradan (Meyerhof, 1953) e göre taşıma gücü,

$$q_{all} = t_c \times 0.2 \quad (2)$$

$$q_{all} = 144 \times 0.2$$

$q_{all} = 22.8 \text{ kg/cm}^2$  olarak bulunur.

Emniyetli taşıma gücü güvenlik sayısı FS=3 alınarak,

$$q_{ult} = q_{all} + FS \quad (3)$$

$$q_{ult} = 22.8 + 3$$

$q_{ult} = 7.6 \text{ kg/cm}^2$  bulunur.

Maksimum nokta yükü dayanım indeksi ortalama maksimum  $I_{s50} = 22.82 \text{ kg/cm}^2$  göre yapılan hesaplamalarda;

Tek eksenli sıkışma dayanımı ( $\tau_c$ ) C=12 alınarak

$$t_c = C \times I_{s50} \quad (4)$$

$$t_c = 12 \times 22.82$$

$$t_c = 273.84 \text{ kg/cm}^2$$

Buradan taşıma gücü,

$$q_{all} = t_c \times 0.2 \quad (5)$$

$$q_{all} = 273.84 \times 0.2$$

$q_{all} = 54.77 \text{ kg/cm}^2$  olarak bulunmuştur.

Emniyetli taşıma gücü,

$$q_{ult} = q_{all} + FS \quad (6)$$

$$q_{ult} = 54.77 + 3$$

$$q_{ult} = 18.26 \text{ kg/cm}^2 \text{ bulunur}$$

## JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

### Jeofizik Sismik Kırılma Çalışmaları

Sismik kırılma çalışması; P dalgası hızları için düz ve ters, S dalgası hızları için düz atışlı olmak üzere yapılmıştır. Çalışmada GEOMETRICS model, 12 kanallı sismik kırılma cihazı kullanılmış olup, jeofon aralıkları ve ofset 1 m olarak seçilmiştir. Enerji kaynağı olarak ise 10 kg lık balyoz kullanılmıştır. Çalışmada iki tabaka tespit edilmiştir. Üstte yer alan tabakanın  $V_P$  ve  $V_S$  hızları 615 m/s ve 400 m/s olarak hesaplanmış olup, kalınlığı yaklaşık 2.26 m bulunmuştur. Altta yer alan 2. tabakanın  $V_P$  ve  $V_S$  hızları ise 2000 m/s ve 1250 m/s olarak bulunmuştur. Temellerin oturacağı ikinci tabakaya ait zemin emniyet gerilmesi  $5.81 \text{ kg/cm}^2$  olarak hesaplanmıştır. Zemin emniyet gerilmesi, inşaat mühendislerinin bina kat sayısı ve projelendirme safhasında dikkate aldıkları en önemli parametrelerden biri olup, zeminin  $\text{cm}^2$  başına kaç kg gerildiğini gösterir. Bu değer ne kadar büyükse kayacın emniyetli olarak gerilmesi de o kadar artar. Bulunan tabakaların elde edilen hızlara göre hesaplanmış dinamik mühendislik parametreleri Tablo 3'te verilmektedir.

**Çizelge 3.** Yeraltı tabakalarının ortalama dinamik mühendislik parametre değerleri  
**Table 3.** Average dynamic engineering parameter values of the underground layers

HIZLAR	DALGA HIZLARI			
	SEMBOL	BİRİMİ	1.TABAKA	2. TABAKA
P DALGASI HIZLARI	( $V_P$ )	m/sn	615	2.000
S DALGASI HIZLARI	( $V_S$ )	m/sn	400	1.250
	TABAKA DERİNLİKLERİ			
	SEMBOL	BİRİMİ	1.TABAKA	2. TABAKA
DERİNLİKLER	(h)	m	2.10	
	ZEMİN ELASTİK PARAMETRELERİ			
	SEMBOL	BİRİMİ	1.TABAKA	2.TABAKA
YOĞUNLUK	(d)	$\text{gr/cm}^3$	1.72	2.20
POISSON ORANI	(P)	-	0.13	0.18

KAYMA MODÜLÜ	(G)	kg/cm <sup>2</sup>	2757	34375
ELASTİSİTE MODÜLÜ	(E)	kg/cm <sup>2</sup>	6249	81090
BULK MODÜLÜ	(K)	kg/cm <sup>3</sup>	2841	42167
HAKİM TİTREŞİM PERYODU	(T <sub>0</sub> )	sn	0.17	
ZEMİN EMNİYET GERİLMESİ	(q <sub>s</sub> )	kg/cm <sup>2</sup>	1.65	5.81
YATAKLANMA KATSAYISI	(K <sub>s</sub> )	ton/m <sup>2</sup>	1526	5579
ZEMİN BÜYÜTME KATSAYISI			1.6	

İnceleme alanında yapılan sismik kırılma çalışmaları sonucu ikinci tabaka için  $V_p / V_s$  oranı 1.6 ve poisson oranı 0.18 arasında bulunmuştur. Bu değerler Tablo 4 (Ercan, 2001)'e göre değerlendirildiğinde zemin sıklığı “katı” olarak bulunmuştur.

**Çizelge 4.** Poisson sınıflaması ve hız oranı karşılaştırılması (Ercan, 2001)

**Table 4.** Poisson classification and velocity ratio comparison (Ercan, 2001)

POISSON ORANI	SIKILIK	$V_p/V_s$
0.50	Cıvık Sıvı	$\infty$
0.40-0.49	Çok Gevşek	$\infty$ -2.49
0.30-0.39	Gevşek	2.49-1.87
0.20-0.29	Sıkı-Katı	1.87-1.71
0.10-0.19	Katı	1.71-1.50
0.00-0.09	Sağlam Kaya	1.50-1.41

Yapılan sismik kırılma çalışması sonucu elde edilen  $V_p$  ve  $V_s$  hızları Tablo 5'e ve Tablo 6'ya göre değerlendirildiğinde, yerel zemin sınıfı “Z1” ve zemin grubu ise “A” olarak bulunmuştur.

**Çizelge 5.** Deprem yönetmeliğine göre zeminlerin sismik sınıflaması (AFET, 2007)

**Table 5.** Seismic classification of soils according to Earthquake Regulation (AFET, 2007)

Deprem Yönetmeliğine Göre Yerel Zemin Sınıflaması	$V_s$ (m/s)	Ta-Tb	$V_p/V_s$	$G_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Ed (kg/cm <sup>2</sup> )	q <sub>s</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
Z1-Çok Sıkı Zemin	>700	0.10-0.30	1.5-2.0	>10000	>30000	10-100
Z2-Sıkı-Katı	400-700	0.15-0.40	2.0-2.5	3000-10000	10000-30000	3-10
Z3-Orta Sıkı-Bozuşmuş	200-400	0.15-0.60	2.5-3.0	600-3000	1700-10000	1-3
Z4-Gevşek-Yumuşak	<200	0.20-0.90	3.0-10.0	<600	<1700	<1

**Çizelge 6.** 2007 Deprem Yönetmeliği uyarınca zemin türünün sınıflandırılması  
**Table 6.** Classification of soil types according to Earthquake Regulation, 2007

Toprak Türü	Tanım	Ölçünlü Giriş N30	Göreceli Sıklık (%) Dr	Özgür Basınç Direnci	Kayma (Kesme) Dalgası Hızı $V_s$ m/sn
<b>A</b>	1.Kütleli püskürük ve ayrışmamış sağlam başkalaşık (metamorfik) kayalar, sert çimentolu tortul kayalar 2. Sıkı kum, çakıl 3. Çok katı kil, siltli kil	>50	85-100	>1000 >400	>1000 >700 >700
<b>B</b>	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek püskürük kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar 2. Sıkı kum, çakıl 3. Çok katı kil, siltli kil	30-50 16-32	65-85	500-1000 200-400	700-1000 400-700 300-700
<b>C</b>	1.Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış başkalaşık kayalar ve çimentolu tortul kayalar 2.Orta sıkı kum, çakıl 3.Katı kil, siltli kil	10-30 8-16	35-65	<500 200-400	400-700 200-400 200-300
<b>D</b>	1.Yer altı su düzeyinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon katmanları 2.Gevşek kum 3.Yumuşak kil, siltli kum	0-10 0-8	<35	<100	<200 <200 <200

### Rezistivite-Özdirenç Etüdü

İnceleme alanına Jeoelektrik Rezistivite metodu ile Düşey Elektrik Sondajı uygulanmıştır. Bu uygulamada maksimum 450 volt potansiyele sahip GEOTRON tipi dijital çıkışlı sığ rezistivite cihazı kullanılarak Schlumberger ölçü dizilim sisteminde düşey elektrik sondaj ölçüleri alınmıştır. Arazi eğrilerini değerlendirmek için bilgisayar destekli çözüm yöntemi kullanılmıştır.

Jeofizik etüd ve değerlendirme sonucu üstte tabaka kalınlığı 1-2.8 m. ve değişken karakterli olan toprak tabakasının özdirenç 70 Ohm.m, alttaki tabakanın ise 105 Ohm.m olarak ölçülmüştür. Rezistivite düşey kesitlerinde görülen düşük rezistivite değerleri, kontrolsüz dolgu ve ayrışmış yüzeyleri göstermişken, yüksek rezistivite değerli kısımlar ana kaya seviyeleri olarak değerlendirilmiştir. Zeminlerin elektrik özgül direnç değerlerine göre koroziflik özelliğine bakıldığında ikinci tabaka için “az korozif” olarak değerlendirilmiştir (Tablo 7).

**Çizelge 7.** TS 5141'e göre zeminlerin elektrik özgül dirençlerine göre sınıflandırılması

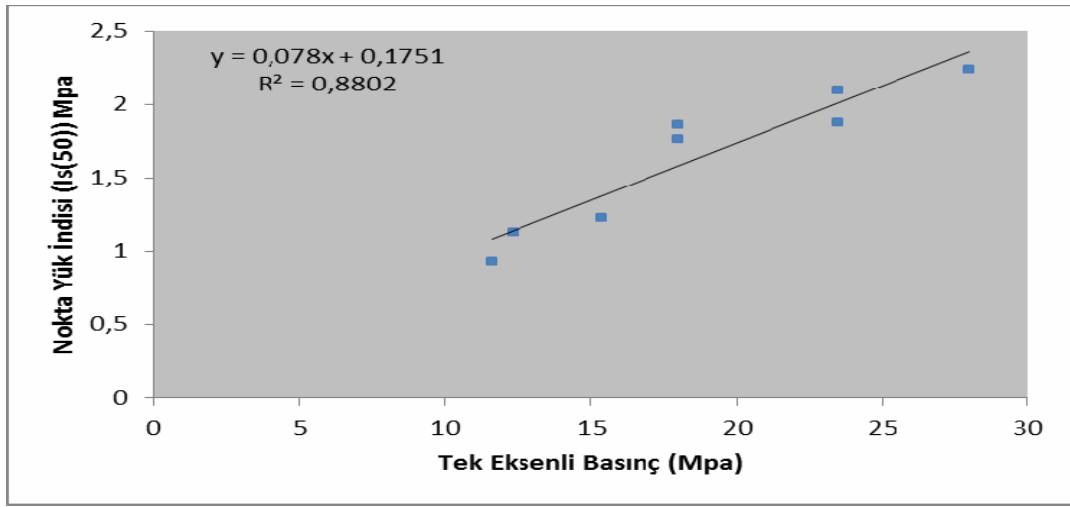
**Table 7.** Classification of soils according to their electrical specific resistivities based on TS 5141

Zeminin Elektrik Özgül Direnci (Ohm.m)	Zeminin Korozif Özelliği
<10	Çok Korozif
10-30	Korozif
30-100	Orta Korozif
100<	Az Korozif

İnceleme alanı birinci derece deprem bölgesine girdiğinden 2007 deprem yönetmeliğine göre etkin yer ivme katsayısı  $A_0=0.40$  ve yer salınım spektrum simgesel periyotları  $T_a=0.15\text{sn}$  ve  $T_b=0.40\text{sn}$  olarak bulunmuştur.

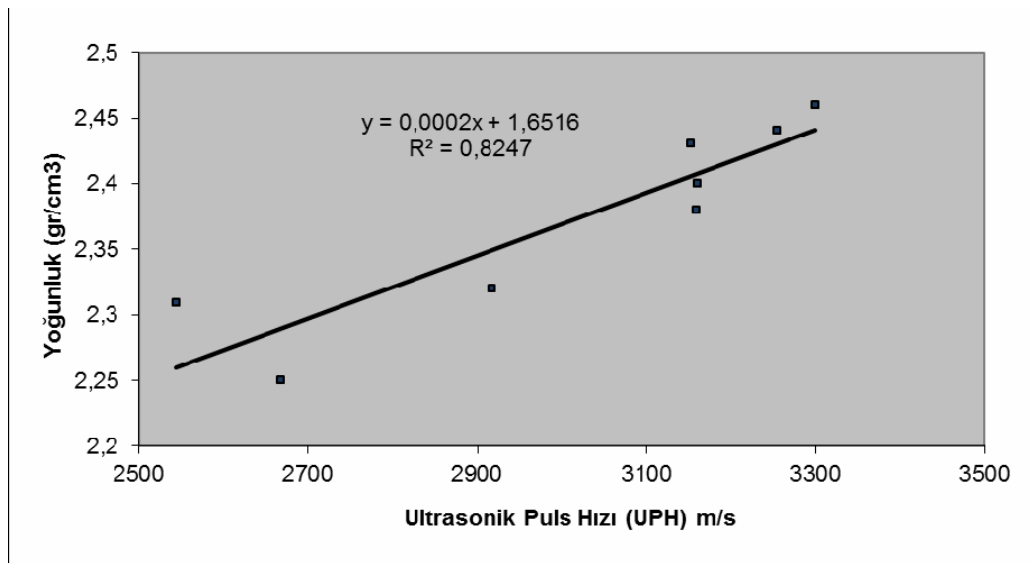
### Deneysel Çalışmalar

İzmit formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşı P-dalga hızı ile mühendislik özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun için  $IS_{(50)}$  Tek eksenli basınç dayanımına göre (Şekil 2),yoğunluk (Şekil 3), nokta yükleme indisi (Şekil 4), tek eksenli basınç (Şekil 5) verileri  $V_p$  dalga hızlarına karşı çizilmiştir. Sonuçlar en küçük kareler regresyon metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Kumtaşı örneklerinin belirlenen mühendislik özelliklerinin tümü P-dalga hızları iyi bir uyum içindedir.



Şekil 2. Nokta yük indisi-Tek eksenli basınç ilişkisi

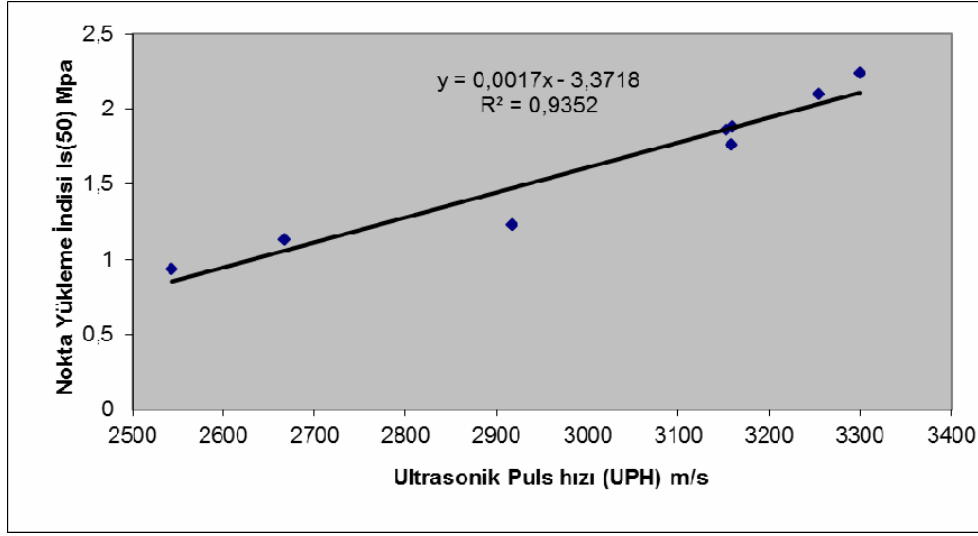
Figure 2. Relation between point load strength test and uniaxial compressive strength test



Şekil 3. Yoğunluk-Ultrasonik puls hızı ilişkisi

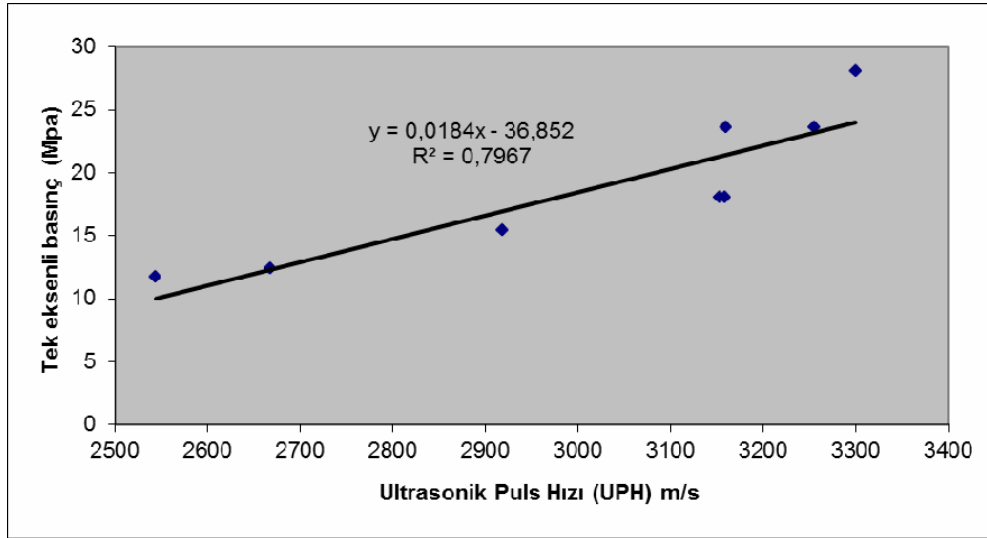
Figure 3. Relation between density and ultrasonic P wave velocity





Şekil 4. Nokta yükleme indisi-Ultrasonik puls hızı ilişkisi

Figure 4. Relation between point load strength test and ultrasonic P wave velocity



Şekil 5. Tek eksenli basınç-Ultrasonik puls hızı ilişkisi

Figure 5. Relation between uniaxial compressive strength test and ultrasonic P wave velocity

## SONUÇ

İzmit'te yer alan kırmızı kumtaşlarının fiziksel özelliklerinin araştırılması için jeolojik, jeofizik ve jeoteknik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan sismik kırılma çalışması neticesinde burada yer alan kayaçların ortalama sismik hızları  $V_p=2000$  m/s ve  $V_s=1250$  m/s bulunmuştur. Bu değerlerin kullanılması ile kırmızı kumtaşlarının yoğunluğu  $2.20$  gr/cm<sup>3</sup>, Poisson oranı 0.18, kayma modülü  $34375$  kg/cm<sup>2</sup>, elastisite modülü  $81090$  kg/cm<sup>2</sup>, bulk modülü  $42167$  kg/cm<sup>2</sup>, hakim titreşim periyodu 0.17 sn yatak katsayısı  $5579$  t/m<sup>3</sup>, zemin emniyet gerilmesi  $5.81$  kg/cm<sup>2</sup> ve zemin büyütmesi 1.6 olarak hesaplanmıştır. Nokta yükleme deneyinden bu kayaçların nokta yük dayanım indisi  $I_{s50} = 9.50-22.82$  kg/cm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu değerler kaya mukavemetinin düşük-çok düşük olduğunu belirtmektedir. Tek eksenli basınç deneyinden bu kayaçların zemin emniyet

gerilmeleri 7.6-18.26 kg/cm<sup>2</sup> olarak saptanmıştır. Kayaların yerel zemin sınıfı “Z1” ve zemin grubu “A” olarak belirlenmiş olup, karakteristik spektrum değerleri T<sub>a</sub>=0.15 sn ve T<sub>b</sub>=0.40 sn ve yer etkin ivme katsayısı A<sub>0</sub>=0.40 bulunmuştur. Özdirenç çalışmalarından bu kayaçların özdirençlerinin 70-105 Ω.m arasında değiştiği ve az korozif olduğu anlaşılmıştır.

İzmit formasyonunun çeşitli lokasyonlarından toplanan 3 adet kumtaşı örneği üzerinde laboratuarda ultrasonik P-dalga hız ölçümleri uygulanmış ve bu örneklerin ayrı ayrı yoğunluk, nokta yükleme indeksi ve tek eksenli basınç değerleri belirlenmiştir. P-dalga hızları ile bahsi geçen mühendislik özellikleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görülmüştür.

## **KAYNAKLAR**

AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 2007. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelik. 2 Eylül 1997 tarih ve 23098 mükerrer sayılı resmi gazete.

ALTINLI İ.E., 1968. İzmit- Hereke Kurucadağ Alanının Jeoloji İncelemesi. M.TA. Dergisi, 71, 1-26. Ankara.

BAYKAL F. , 1943. Şile Bölgesinin Jeolojisi İ.Ü.F.F.

BAYKAL F. , ÖNALAN, M., 1979. Şile Sedimanter Karışığı (Şile Olistrosromu) T.J.K Altınlı Sempozyumu, 15-25, Ankara.

BIENIAWSKI, Z. T. , 1975. The point-load test in geotechnical practice, Engineering Geology, 9, M lpp.

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- Tütünçiftlik (Kocaeli) Bölgesinin Jeolojisi. KOÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (Yayınlanmamış), İzmit.

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.

D'ANDREA, D.V., FISCHER, R.L. ve FOGELSON, D.E., 1965; “Prediction of compressive strength from other rock properties”, US Bureau of Mines Report of Investigations 6702.

ERCAN A., 2001. Yer Araştırma Yöntemleri; Bilgiler Kurallar TMMOB Jeofizik Müh. Odası Yayını, 339 sayfa.

ERGUVANLI K., 1949. Hereke Pudingleri ile Gebze Taşlarının İnşaat Bakımından Etüdü ve Civarlarının Jeolojisi. İTÜ. İnşaat Fak. Yayını. İstanbul.

HUNT, R.E., 1986. Geotechnical engineering analysis and foundation, McGraw-Hill Company, p. 729

KLIMINIS N.S., PAPAACHOS C.B., andEFREMIDIS CH.F., 1999. Determination of the behavior of a sedimentary rock mass: comperison of measured static and dynamic properties, Proc. 9th Int. Conf. On Rock Mechanics (Paris, France).

KURTULUŞ C. , BOZKURT A. , 2008. Yukarı Hereke Bölgesi'nde Yer Alan Killi Kireçtaşlarının Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi, Uygulamalı Yer Bilimleri Dergisi Mayıs-Haziran, Sf. 1-15.

KURTULUŞ C., ÇAKIR Ş., 2009. İzmit Formasyonu (Alt Triyas) Kumtaşlarının Fiziksel Özelliklerinin P-Dalga Hızı Ölçümleri İle Belirlenmesi, Uygulamalı Yer Bilimleri Dergisi Nisan.

MEYERHOF G.G., 1953. The bearing capacity of foundations under eccentric and inclined loads. Proc. 3rd Int. Conf. Soil mechanics and Foundation Engineering, Zurich, V.1.

TS 5141. Zeminlerin elektrik özgül dirençlerine göre sınıflandırılması.

VASCENCOLOS, G., LOURENCO, P.B., ALVES, C.A.S. ve PAMPLONA, J., 2008; ‘‘Ultrasonic Evaluation of the Physical and Mechanical Properties of Granites’’, Ultrasonics **48** (453-466).