

İZMİT FORMASYONU (ALT TRİYAS) KUMTAŞLARININ FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN P-DALGA HIZI ÖLÇÜMLERİ İLE BELİRLENMESİ

The Definition of Physical Properties of İzmit Formation (Low Triassic) Sandstones with P-Wave Velocity.

Cengiz KURTULUŞ¹ ve Şerafeddin ÇAKIR²

ÖZET

Bu çalışmada İzmit formasyonu'nun Kocaeli yarımadası'nda yüzeyleyen bordo renkli kumtaşlarının yoğunluk, porozite, boşluk oranı ve su emmesi gibi bazı mühendislik özelliklerinin P dalga hızı ile ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaç için İzmit formasyonunun değişik bölgelerinden 18 adet kumtaşı örneği toplanmış ve yoğunluk, porozite, boşluk oranı ve su içeriği gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için laboratuarda deneylere tabii tutulmuştur. Daha sonra belirlenen fiziksel özellikler ile P- dalga hızı arasındaki ilişkileri saptamak için regresyon analizi uygulanarak istatistiksel korelasyonlar yapılmıştır. P- dalga hızı ile fiziksel özellikler arasında kuvvetli ilişkiler elde edilmiştir.

ABSTRACT

This study aims to investigate the relationships between the density, porosity, void ratio and water absorption by weight and P-wave velocity of red colored sandstone known as İzmit formation. In the scope of this research, 18 sandstone samples were collected from various locations of İzmit formation in Turkey and laboratory experiments were implemented in order to determine some physical properties such as density, porosity, void ratio and water absorption by weight, later, the statistical correlations were performed by regression analyses to evaluate the relationships between density, porosity, void ratio and water absorption by weight and P-wave velocity, yielding high correlation coefficients.

GİRİŞ

Kayaçların dinamik özelliklerinin belirlenmesi için sismik metotlar hem arazide hem de laboratuarda geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Kayaçların sismik özelliklerine etki eden birçok faktör vardır. Bunların başlıcaları yoğunluk, porozite, dane büyüklüğü ve şekli, boşluk suyu ve basıncı, kırık ve eklemler, sıcaklık ve kil içeriği olarak sıralanabilir.

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda P dalgası hızı ile kayaçların fiziksel özellikleri arasında değişik araştırmacılar tarafından farklı ilişkiler önerilmiştir. Bely ve diğ.(1983) sedimentlerin V_p ve V_s hızlarıyla kohezyon, elastisite modülü, makaslama dayanımı ve içsel sürtünme açısı arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Castagne ve diğ. (1985) klastik kayaçların P ve S dalga hızları arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, V_p/V_s oranının kuru kumtaşları için hemen hemen sabit olduğunu fakat ıslak kumtaşları ve çamurtaşları için V_p 'nin artmasıyla düştüğünü belirtmişlerdir. Olowofela ve diğ. (2004) kumtaşlarının porozite ve kil miktarı ile kuvvetlice etkilendiğini belirtmişlerdir. Gaviglio (2005) kireçtaşları içinde P-dalga yayılımından yola çıkarak kireçtaşlarının hız ve yoğunluk ilişkisini belirlemişlerdir.

¹KOÜ., Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Umutepe Yerleşkesi, İZMİT-KOCAELİ
e-mail: cengizk@kocaeli.edu.tr.

²KOÜ., Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Umutepe Yerleşkesi, İZMİT-KOCAELİ
e-mail: scakir@kocaeli.edu.tr.

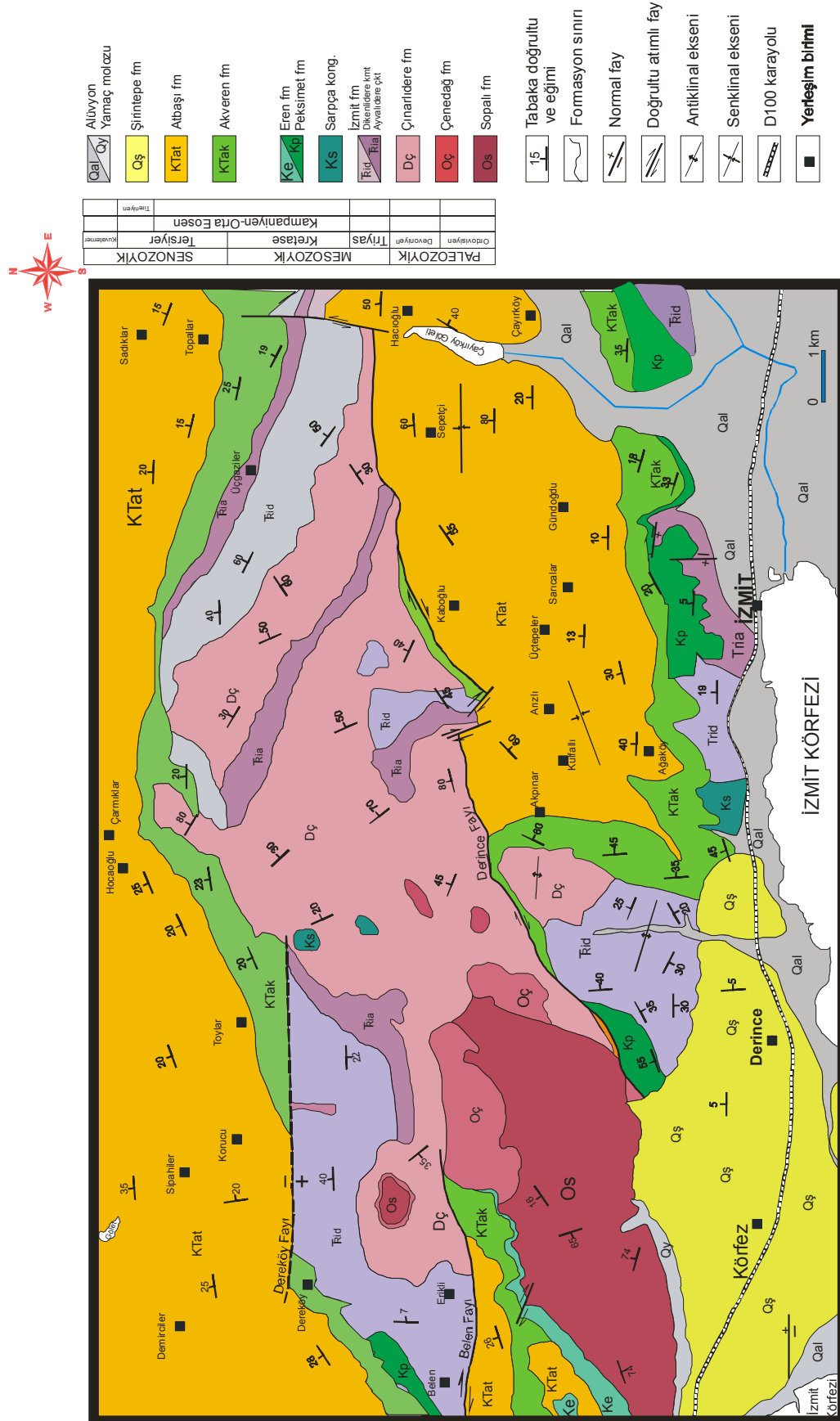
Altındağ ve Güney (2005) dört farklı kayaç örneğini birbirine ekleyerek P-dalga hızlarını ölçmüş ve modeldeki arakesitlerin P-dalgası üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Chary ve diğ. (2006) ultrasonik puls testi ve tek eksenli sıkışma dayanım verilerini kullanarak kayaçların mühendislik özelliklerini belirlemişlerdir. Kahraman ve Yeken (2008) Türkiye'nin çeşitli yörelerinden toplanan karbonatlı kayaçların fiziksel özelliklerini P-dalga hızını kullanarak elde etmişlerdir.

Bu çalışmada İzmit formasyonunu İzmit ve çevresinde yüzeyleyen bordo renkli kırmızı kumtaşlarından 18 adet kumtaşı örneği alınmış, bu örnekler üzerinde ultrasonik hız ölçümleri yapılmış ve elde edilen hızlarla kumtaşı örneklerinin laboratuarda belirlenmiş yoğunluk, porozite, boşluk oranı ve su emmesi değerleri arasında korelasyonlar yapılmıştır.

Jeolojik Özellikler:

Kocaeli Yarımadası'nda Triyas çökelleri yarımadanın birçok yerinde yüzeyler. Triyas istifinin en altında bordo, kırmızımsıtrak renkte çakıltaşı, kumtaşı ve şeyller bulunur. Kocaeli Yarımadası'nda çalışan araştırmacılar bu birime çeşitli adlar vermişlerdir. Taban konglomerası (Baykal, 1943; Erguvanlı 1949); Kapaklı formasyonu (Altınlı, 1968); Ballıkaya konglomerası; Baykal ve Önalın (1979), İzmit formasyonu (Çakır 1998). Birim 2 üyeye ayrılmıştır. Ayvalıdere konglomera üyesi ile Dikenlitepe kumtaşı üyesi birbirine yanıl ve düşey geçişlidir. İzmit formasyonu alttaki Devoniyen yaşlı birimlerle uyumsuz olarak bulunur. İzmit ve çevresinde üzerine uyumsuz olarak Kretase birimleri gelir. Kocaeli Yarımadası'nın diğler 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 örneklerde grovak bileşimlidir. Birimin alt kesimleri enerjisi yüksek ortama karşılık geldiği, daha sonraki dönemlerde ise enerjinin azaldığı ve düzenli bir akış rejiminin gerçekleştiği düşünülmektedir. Ayrıca güneydeki 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 plajioloklas tanelerinin varlığı kaynak alanında mağmatik kayaçların bulunduğunu, ayrıca metamorfik kayaçların kum boyundaki tanelerinin ve metamorfik tip kuvarsların bulunması da metamorfik kayaçların kaynak alanında olduğunu göstermektedir. Baykal (1943) 400 m., Erguvanlı (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)

Deneysel Çalışmalar:**Hız Ölçümü:**

Kumtaşı karot örnekleri ISRM (1981) ve ASTM (1978) standartlarında belirtilen şartlar doğrultusunda yataklanmaya dik doğrultuda 54 mm. çapında ve 100–110 mm. boyunda İzmit formasyonunun değişik lokasyonlarından alınmıştır. Kumtaşı karot örneklerinin ultrasonik P- dalga hızları hem Pundit Plus and D Qust-120+ ultrasonik pulse üretici cihazları kullanılarak birkaç defa ölçülmüş ve sonuç olarak bunların ortalaması alınmıştır.

Alınan silindirik kumtaşı örneklerinin her iki uç yüzeyi düzgün hale getirilmiş olup, ölçüm sırasında gress yağı ile kaplanmış ve transducerler arasında iyi bir kuplaj sağlanmıştır. P-dalga hız değerleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır.

$$V_p \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{\text{Örnek Boyu}}{\text{Seyahat Zamanı}}$$

Yoğunluk:

Kumtaşı örneklerinin yoğunlukları etüv (fırın) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler 105°C sıcaklıktaki etüvün içerisine konularak 4 saat bekletilmiş ve daha sonra oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kuru örneklerin yoğunlukları aşağıdaki bağıntı ile bulunmuştur.

$$g \left(\frac{gr}{cm^3} \right) = \frac{\text{Örnek Kütlesi}}{\text{Örnek Hacmi}}$$

Porozite:

Kumtaşı örneklerinin toplam porozitesi TS 699 (1987) ye göre belirlenmiştir.

$$P_T = \left(1 - \frac{dh}{d0} \right) \times 100$$

Burada P_T kayacın toplam porozitesini (%), dh : kumtaşı örneğinin birim hacim ağırlığını (gr/cm^3) ve $d0$: yoğunluğunu (gr/cm^3) göstermektedir.

Kütlece su emme:

Kumtaşı örneklerinin kütlece su emme değerleri TS 699 (1987)' ye göre belirlenmiştir.

$$S_K = \frac{G_D - G_K}{G_K} \times 100$$

Burada S_K : örneğin kütlece su emme oranı (%), G_D : örneğin doygun haldeki ağırlığı (gr); G_K : değişmez ağırlığa kadar kurutulmuş örneğin ağırlığıdır (gr).

Boşluk oranı:

Kumtaşı örneklerinin boşluk oranları aşağıdaki bağıntı kullanılarak bulunmuştur.

$$e = \frac{n - 1}{n}$$

Burada e: boşluk oranı ve n ise poroziteyi göstermektedir. Her bir kumtaşı örneğine ait hız, yoğunluk, porozite, boşluk oranı ve kütlece su emme değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Deney sonuçları:

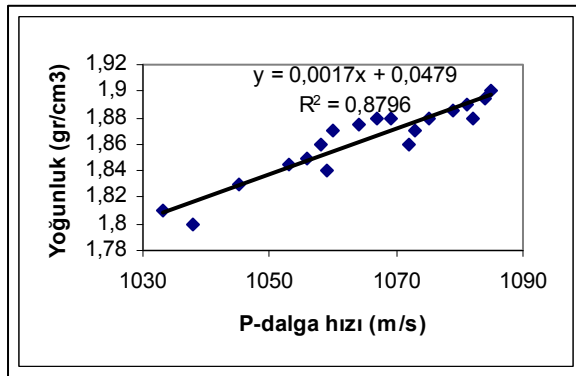
Table 1. Test results

Örnek sayısı	P-dalga hızı V _p (m/s)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Porozite (%)	Boşluk oranı	Kütlece su emmesi (%)
19	1033-1085	1.8-1.9	1.2-29.377	0.072-0.323	0.45-12.21

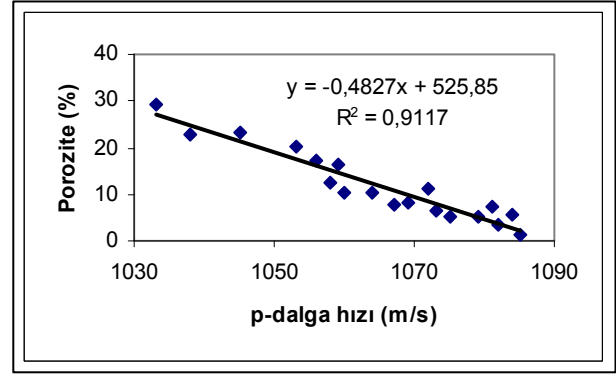
Çizelge 1’den görüleceği gibi P-dalga hızları 1033- 1085 m/s arasında değişmektedir. Yoğunluk değerleri 1.8 gr/cm³’ ten 1.9 gr/cm³ ‘e kadar değer almaktadır. Boşluk oranı (%) 0.072-0.323, porozite değerleri 1.2-29.377 ve kütlece su emme değerleri (%) 0.45-12.21 aralıklarında değişmektedir.

P-dalga Hızı ile Mühendislik Özelliklerinin Deneysel İlişkisi:

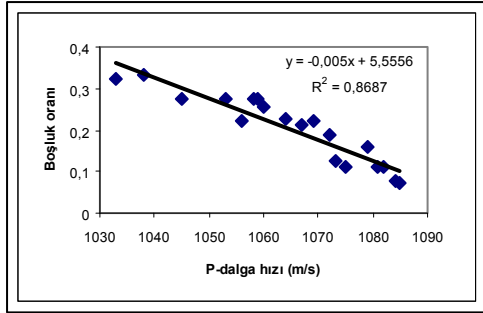
Körfez formasyonuna ait kırmızı renkli kumtaşı P-dalga hızı ile mühendislik özellikleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bunun için yoğunluk (Şekil 2), porozite (Şekil 3), boşluk oranı (Şekil 4) ve kütlece su emme (Şekil 5) verileri V_p dalga hızlarına karşı çizilmiştir. Sonuçlar en küçük kareler regresyon metodu kullanılarak analiz edilmiştir. Kumtaşı örneklerinin belirlenen mühendislik özelliklerinin tümü P-dalga hızları iyi bir uyum içindedir (korelasyon katsayısı (R²>81)).



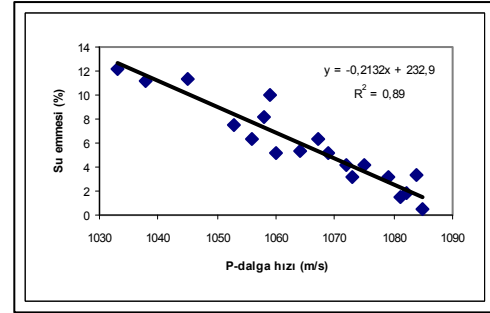
Şekil 2. Yoğunluk-P-dalga hızı ilişkisi
Figure 2. Relation between density and P-wave velocity



Şekil 3. Porozite-P-Dalga hızı ilişkisi
Figure 3. Relation between porosity and P-wave velocity



Şekil 4.Boşluk oranı P-dalga hızı ilişkisi
Figure 4. Relation between void ratio and P-wave velocity



Şekil 5. Su emme P- dalga hızı ilişkisi
Figure 5. Relation between water suction and P-wave velocity

Yapılan korelasyonlar sonucunda aşağıda belirtilen doğrusal fonksiyonlar elde edilmiştir.

$$\sigma = 0.0017 \times (V_p) + 0.0479 \quad R^2 = 0.8796$$

$$n = -0.4827 \times (V_p) + 525.85 \quad R^2 = 0.9117$$

$$e = -0.005 \times (V_p) + 5.5556 \quad R^2 = 0.8687$$

$$W_a = -0.2132 \times (V_p) + 232.9 \quad R^2 = 0.89$$

Burada V_p : P dalga hızını, σ : yoğunluğu, n : poroziteyi (%), e : boşluk oranını ve W_a : kütlece su emmeyi (%) göstermektedir.

SONUÇ:

İzmit formasyonunun çeşitli lokasyonlarından toplanan 18 adet kumtaşı örneği üzerinde laboratuarda ultrasonik P-dalga hız ölçümleri uygulanmış ve bu örneklerin ayrı ayrı yoğunluk, porozite, boşluk oranı ve kütlece su emme değerleri belirlenmiştir. P-dalga hızları ile bahsi geçen mühendislik özellikleri arasında iyi bir korelasyon olduğu görülmüştür. Bu çalışma ultrasonik hız ölçüm yöntemi kullanılarak İzmit formasyonuna ait mühendislik özelliklerin (bir ön bilgi olarak) iyi bir şekilde tahmin edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca ultrasonik yöntemin fiziksel deney yöntemlerine göre daha hızlı ve ekonomik olması zaman ve ekonomiden tasarruf sağlanmasına neden olacaktır. Elde edilen deneysel bağıntılar yalnız inceleme alanı için geçerlidir. Tüm İzmit kumtaşları için geçerli olabilecek bağıntıların bulunması için yumuşak, sert ve çok sert kumtaşlarından yeterli örnekler alınıp testlere tabi tutulmaları gerekmektedir.

KAYNAKLAR:

ALTINDAĞ R., and GÜNEY A., 2005. Evaluation of the relationships between P-wave velocity (V_p) and joint density (J_n), The 19th International Mining Congress and Fair of Turkey, IMCET 2005, Izmir, Turkey, p.101-106

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

ASTM, 1978. American Society For Testing Matrials.

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.

BELY L.D., NAZAROV, G.N, CHEBKASOVA, E.V., CHU-NACHENKO, A.N., 1983. Seismic methods for study of soil building properties, Bulletin of International Association of Engineering Geology No:26-27.

CASTAGNE J. P., BATZLE, M.L., EASTWOOD R.L., 1985. Relationships between compressional-wave and shear-wave velocities in clastic silicate rocks. Geophysics, v.50 No:4 p.571-581.

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.

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

GAVIGLIO P., 2005. Longitudinal waves propogating in a limestone: The relationship between velocity and density, Rock Mechanics and Rock Engineering v.22, No:4 p.299-306.

ISRM 1981. ISRM Suggested Methods, 1981. In: Brown, E.T.,editor. Rock characterization testing & monitoring, ISRM Suggested Methods, New York: Pergamon Press, 211p.

KAHRAMAN S., and YEKEN T., 2008. Determination of physical properties of carbonate rocks from P-wave velocity, Bull.Eng.Geol.Environ., v.67, p.277-281.

OLOWOFELA J.A., KAMIYOLE, C., ADEGOKE, J.A., 2004. Effects of clay content and porosity on wave velocity in unconsolidated media using empirical relations.