

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

VSP VERİLERİYLE KAYAÇLARIN SOĞURMA
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Jeof. Müh. Hakan ÇINAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"Jeofizik Yüksek Mühendisi"
Unvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 Haziran 1989

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 21 Temmuz 1989

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Özer KENAR

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Veli KARA

Jüri Üyesi : Yrd.Doç.Dr. Rifat YAZICI

Enstitü Müdürü V. : Doç.Dr. İlhan SUNGUR

Temmuz-1989

TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

VSP VERİLERİYLE KAYAÇLARIN SOĞURMA
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Jeof. Müh. Hakan ÇINAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"Jeofizik Yüksek Mühendisi"
Onvanının Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Temmuz-1989

TRABZON

ÖNSÖZ

VSP verilerini kullanarak; kayaçlarda Q (kalite faktörü) ve α (soğurma) 'nın belirlenmesi, son zamanlarda jeofizikçilerin ilgisini çekmiştir. Ben de bu konuyu araştırıp bir VSP verisi üzerinde deneyerek, kuyu için olası Q ve α değerlerini inceledim.

Beni bu çalışmaya yönelten ve yardımlarını hiç bir zaman esirgemeyen değerli hocam sayın Doç.Dr. Özer KENAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Sözlü bilgilerle bana yardımcı olan K.T.Ü. Jeofizik Mühendisliği Bölümü akademik personelinin tümüne teşekkür ederim. Bu çalışmayı yaparken bana gerekli veriyi sağlayan sayın Doç.Dr. Edip BAYSAL, Jeof.Yük.Müh. Mustafa MURATHAN, Jeof.Yük.Müh. Ferruh AKALIN, Jeof.Yük.Müh. M.Ali ENGİN (T.P.A.O) ve TPAO-VERİM personeline sonsuz teşekkür ederim.

Trabzon'da yüksek lisans öğrenimime devam edebilmem için bana gerekli izni sağlayan Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı sayın Prof.Dr. Erol ORAL 'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu konuda yayınlanan makalelerin bir kısmını bana gönderen sayın Michael SCHOENBERGER (Exxon Research- Production), Bob.A.HARDAGE (Litton Western-Atlas), R.L.IRESON (SSC), Gildas OMNES (CGG) ve Adil TOUBIA (Schlumberger Co.) teşekkür ederim. Bilgisayarda yaptığım işlemler sırasında bana yardımcı olan KTÜ-BİM personeline ve ayrıca tezimde bana yardımcı olan ağabeyim Jeol. Müh. Osman CİNAR ve Güven KARAPEÇE 'ye teşekkür ederim.

TRABZON

Hakan CİNAR

Haziran-1989

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
SUMMARY	vi
BÖLÜM 1. GİRİŞ	
1.1. Düşey sismik profil yöntemi ve uygulamalarının tarihsel gelişimi	1
1.2. Amaç ve kapsam	3
BÖLÜM 2. DÜŞEY SİSMİK PROFİL YÖNTEMİ (VSP)	4
2.1. VSP Olayına genel bir bakış	4
2.2. VSP'de kullanılan enerji kaynakları ve özellikleri	8
2.3. Kuyu jeofonu ve özellikleri	8
2.4. VSP'nin kullanım alanları	9
2.5. VSP'de karşılaşılan gürültü problemleri	11
2.5.1. Jeofon coupling'i	11
2.5.2. Kablo gürültüleri	12
2.5.3. Muhafaza borusundan kaynaklanan gürültü problemleri	13
2.5.4. Top Dalgaları	13
2.6. VSP'nin arazi parametreleri	15
2.6.1. Kuyu jeofonunun testi	15
2.6.2. Sabit bir derinlikte birden fazla atış kaydının toplanması-yığıma	16
2.6.3. Kayıt derinliğinin fonksiyonu olarak enerji girişi	16
2.6.4. Zaman örnekleme aralığı	16
2.6.5. Derinlik örnekleme aralığı	17
2.7. Aşağı ve yukarı giden dalga alanlarının incelenmesi	19
2.7.1. Aşağı giden dalgaların özellikleri	21
2.7.2. Yukarı giden dalgaların özellikleri	23
2.8. VSP'de verilerin işlenmesi	25
BÖLÜM 3. SİSMİK DALGALARIN SOĞURULMASI	28
3.1. Soğurma nedir	28
3.2. Soğurmanın frekansa bağımlılığı	31
3.3. Soğurma mekanizmaları	33
3.4. P ve S Dalgalarının soğurulması	34
3.5. Soğurmanın arazi ölçümleriyle belirlenmesi ..	35
3.5.1. Arazide alınan VSP verisini kullanarak Q'nun belirlenmesi	37
BÖLÜM 4. VERİLERİN ANALİZİ	41
4.1. Kuyu verilerinin işlenmesi	41

BÖLÖM 5. SONUÇLAR	51
YARARLANILAN KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	60



ÖZET

Son yıllarda çok gelişen V.S.P. (Düşey Sismik Profil) yöntemi petrol aramalarında karşılaşılan bir çok problemi çözmede ek bilgiler sağlamaktadır. Bu çalışmada; VSP yönteminin bir uygulaması olan soğurma konusu üzerinde durulmuştur. Sismik kayıtlara baktığımızda; sinyalin uzunluğunun artmasıyla bilhassa yüksek frekanslarda sürekli bir enerji kaybı görülür. Bu olay, soğurma olarak bilinir. Soğurma; kayaçların fiziksel özelliklerine bağlı olup, frekans ile doğrusal olarak artar. Kalite faktörü (Q) ile ters orantılıdır. Yer içerisinde gözlenen soğurma değerleri 0.1-1.0 dB/dalgaboyu arasındadır. Spektral oran yöntemi, VSP verisinden yararlanarak ortamın soğurma özelliklerini belirlemede en etkin yöntemdir. Bu çalışmada, spektral oran yöntemi kullanılmıştır.

Bir petrol kuyusunda alınan VSP verileri işlenerek ortamın soğurma parametreleri belirlenmiştir. Verinin kayıt uzunluğu 3 saniye, örnekleme aralığı ise 2 milisaniyedir. Gerekli varış zamanları ve interval hız (V) grafiği çıkarılarak, 7 tane tabaka belirlenmiştir. Bu tabakalara ait frekansa göre çizilmiş spektral oran eğrilerinden Enküçük Kareler yöntemiyle birer doğru geçirilmiştir. 80 Hz. 'den büyük frekanslarda enerji bulunmadığından, tüm hesaplamalar bu frekans bandında yapılarak grafikler halinde verilmiştir. Kalite faktörü (Q)'nun kuyu boyunca dikkate değer derecede değiştiği anlaşılmaktadır.

İki seviyede Hidrokarbon belirtilerinin mümkün olduğu görülmektedir. Buralarda; 1387 m.-1586 m. intervali için $Q=29$, $\alpha=0.939$ ve 1586 m.-1655 m. intervalleri için ise $Q=27$, $\alpha=1.0$ dir.

SUMMARY

VSP (Vertical Seismic Profile) which is one of the most improved techniques in petroleum prospecting provides valuable information about physical properties of the structure. On seismic records energy decreases with increasing frequency as the time increases. This phenomenon is known as absorption of the signal. Absorption depends upon physical properties of rocks and is proportional to the frequency. A more convenient parameter is defined as Q (quality factor) which is inverse of the attenuation. Attenuation values mostly observed in the earth are usually in the range of 0.1-1.0 dB/wavelength. One of the most efficient techniques to study the attenuation properties of the medium is the spectral ratio technique.

In this study, we have applied spectral ratio technique to the VSP data obtained in an oil well at various depths. Record length of each trace is 3 sec., and sampling interval is 2 msec. After a careful examination of the arrival times of the signals at each depth seven layers and interval velocities (V) have been defined along the well. Spectral ratio diagrams for seven intervals are established in the frequency range of 0-80 cps and the linear trend of the ratio curve has been obtained to define the cumulative attenuation, B_x . It has clearly been observed that quality factor Q changes considerably along the well.

According to the interpretation of the Q values, there may be some hydrocarbon indications at two levels, 1387-1586m and 1586-1655m, ($Q= 29$, $\alpha= 0.939$ dB/wavelength and $Q= 27$ and $\alpha = 1.0$ dB/wavelength), respectively.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Düşey sismik profil yöntemi ve uygulamalarının tarihsel gelişimi

Yeryüzünde açılan bir araştırma kuyusu içerisine yerleştirilen kuyu jeofonlarına, kuyuya çok yakın yerde bulunan bir sismik kaynaktan çıkan enerjinin, kuyu jeofonuna gelip buradan da yeryüzündeki bir kayıtcıda kayıt edilmesi esasına dayanan VSP yöntemi; ilk defa 1917'de Fessenden tarafından uygulanmıştır. Fessenden'den sonra Barton (1929) araştırma kuyularında sismik ölçümler yapmıştır. McCollum ve La Rue's (1931); yüzeyde bir enerji kaynağı kullanarak kuyu içerisine yerleştirilen jeofonlarda algılanan dalgaların ölçülen seyahat zamanlarından yararlanarak yerel jeolojiyi belirlemeye çalışmışlardır. Bu çalışmalarını da bir makalede yayınlamışlardır. Bu makale, VSP yöntemiyle hidrokarbon araştırmaları için gerekli temel bilgileri içeren en eski yayın niteliğini kazanmıştır. Mamafih, o yıllarda kuyu sismigi pek önemsenmeyip yüzey sismigine yatırım yapılmıştır.

1939'da Dix, sismik dalga yayılım hızlarıyla ilgili bir çalışma yaparak, kontrol atışı (check-shot) ölçümlerini geliştirdi. Dolayısıyla, petrol endüstrisinde bu yıllarda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Her ne kadar jeofizikçilerin bir kısmı yüzey sismigine yönelseler bile kuyu sismigi önem kazanmaya başlamıştır. Kuyu sismiginin gelişmesiyle, kuyu jeofonlarının geliştirilmesi için de bir çok araştırmacı çalışmalar yapmaya başlamıştır.

Jolly (1953), Riggs (1955), Levin ve Lynn (1958) dalga yayılımı ile ilgili çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda ilk varışlar, tekrarlı yansımalar ve dalgacığın söğurulması üzerinde durulmuştur.

1960'dan itibaren Sovyet jeofizikçilerin yaptığı çalışmalar duyulmaya başlanmış fakat 1970'e kadar gizli bir şekilde devam etmiştir. 1974'de Gal'perin Sovyet jeofizikçilerinin yaptıkları çalışmaları bir kitapta toplayarak yayınlamıştır. VSP yöntemi, Avrupa ve Amerika'da pek bir gelişme kaydedemezken, Sovyet jeofizikçiler ileri bir düzeye gelmişlerdir. Ancak 1974'den sonra, Avrupa ve Amerika'da VSP konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Anstey (1974), Balch (1980), Kennett (1973,1977), Michon (1976), Omnes (1978) adlı araştırmacıların çalışmaları bu gelişmelere iyi bir örnektir.

VSP yöntemi sürekli gelişirken, uygulama alanları da artmaya başlamıştır. McDonal ve arkadaşları (1958), VSP metodunu Pierre şeyllerine başarıyla uygulayarak söğurmanın arazide ölçümü üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Tullos ve Reid (1969) benzer ölçümleri sedimanlar üzerinde uygulayarak Q'nun (kalite faktörü) frekans ile sabit olduğunu bulmuşlardır. Spencer ve arkadaşları (1982), Hauge (1981) VSP'yi kullanarak söğurma ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu araştırmacılar söğurma hesabı yaparken genlik oranları metodunu aşağıya giden dalgalara uygulamışlardır.

Söğurma konusunda bu güne kadar yayınlanan temel makaleler Toksöz ve Johnston (1981) tarafından bir kitapta toplanarak yayınlanmıştır.

1.2. Amaç ve kapsam

Sismik kayıtlara baktığımızda, kayıt zamanının artmasıyla yüksek frekanslarda bir enerji kaybı görülür. Bu kayıp, direkt olarak litolojiyle ve yeraltındaki kayaçların fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Gerçek soğurma bilgilerini arazi verisinden elde etmek güçtür. Bu çalışmanın amacı, gerçek VSP verisi kullanarak, spektral oran yöntemiyle Q (kalite faktörü), değerinin belirlenmesidir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır. İlk Bölüm giriş adı altındadır. İkinci Bölümde, VSP ile ilgili teorik esaslar verilmiştir. Üçüncü Bölümde ise soğurma ile ilgili teorik esaslar verilmiştir. Dördüncü Bölümde ise arazi verisinin analizi verilmiştir. Son Bölümde ise arazi verisinden elde edilen sonuçlar verilmiştir.

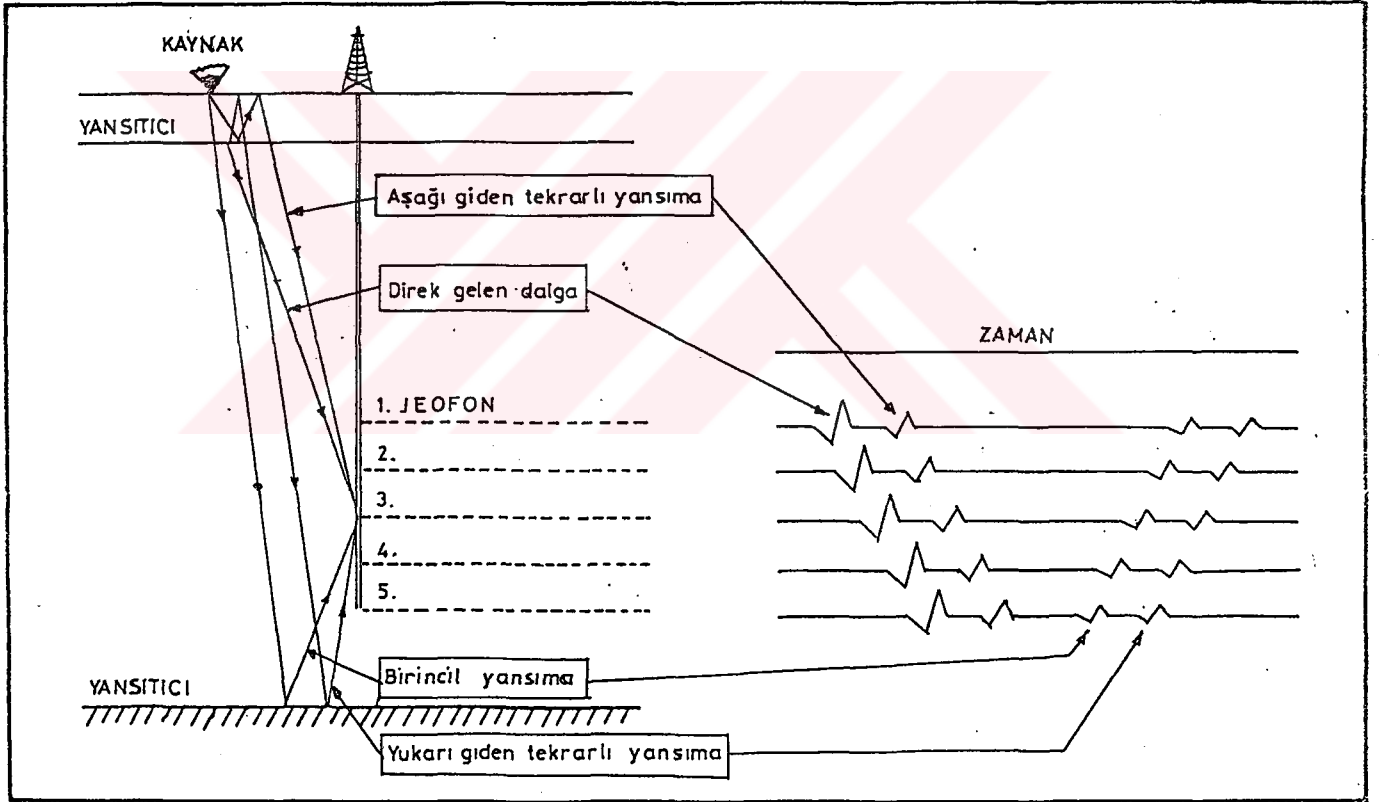
BÖLÜM 2

DÜŞEY SİSMİK PROFİL YÖNTEMİ (VSP)

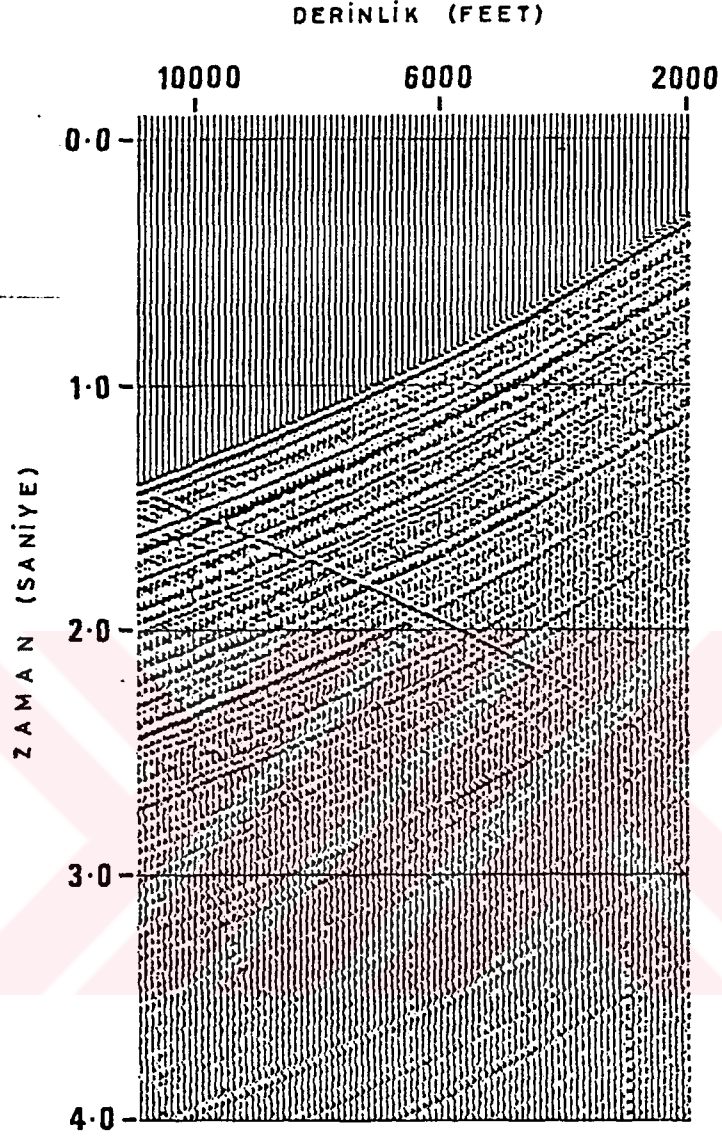
2.1. VSP Olayına genel bir bakış

VSP olayının gerçekleşebilmesi için; yeryüzünde açılmış bir kuyu, kuyunun çok yakınına yerleştirilmiş sismik kaynak ve kuyu jeofonuna ihtiyaç vardır. Böylece, kuyunun yakınına yerleştirilen sismik kaynaktan yer içerisine verilen enerjinin kuyu jeofonuna bir dalga şeklinde gelip yeryüzündeki bir kayıtçıda kayıt edilmesi olayına Düşey Sismik Profil ("VSP", Vertical Seismic Profile) yöntemi denir. VSP'de kuyu jeofonu aşağı ve yukarı doğru hareket ettirilebilir. Bu özellikten dolayı jeofonun derinliği değiştirilerek sürekli kayıt alınır. Bu kayıtlar yan yana dizildiğinde düşey sismik profil elde edilir. Bu olayı basit bir şekilde açıklayabiliriz.

Şekil 2.1.' e baktığımızda kaynak kuyuya çok yakın olup, aradaki uzaklık birkaç yüz feet (1 feet = 0.3048 m) dir. Burada, kuyu içerisine 5 tane jeofon yerleştirilmiş olup, alınan kayıt şeklin sağ tarafındadır. Kayıtta, ilk önce direkt dalga ve bunun hemen önünde aşağı giden tekrarlı yansıma, daha sonra birincil yansıma ve yukarı giden tekrarlı yansıma görülür. Buradaki birincil yansıma yukarı giden dalgadır. Aşağı giden dalga ile yukarı giden dalgaların eğimleri aynı olup yönleri birbirlerine zıttır. Gerçek bir arazi kayıtları Şekil 2.2' de görülmektedir.

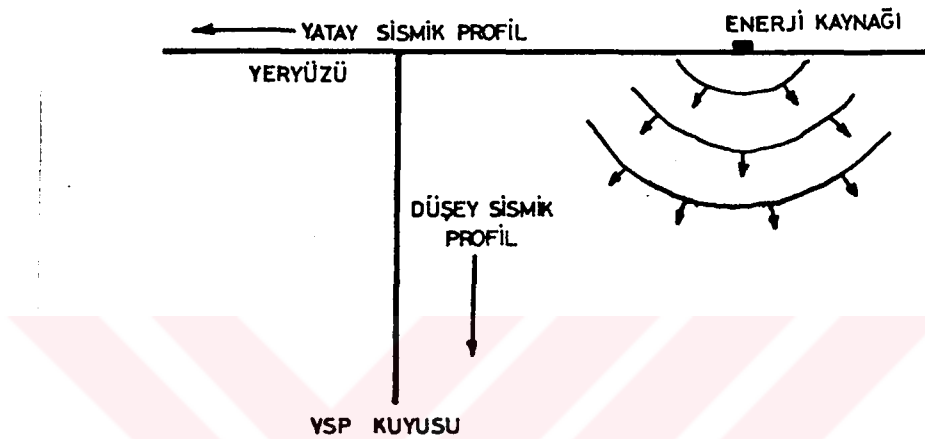


Şekil-2.1. VSP'nin şematik olarak gösterimi
(Mons ve Babour, 1981).



Şekil 2.2. Gerçek bir VSP kaydı (Fitch,1981).

VSP ile yüzey sismigi arasında ölçüm yönü bakımından 90° lik fark vardır. Önemli bir diğer farklılık ise, VSP'de aşağı ve yukarı giden dalga alanlarının kayıt edilmesidir (Sakallıoğlu, 1988).



Sekil 2.3. VSP ile yüzey sismigi arasında ölçüm yönü bakımından görülen 90° farklılık (Hardage, 1983).

Bir hız ve zaman kontrol çalışması (Check-Shot) ile VSP birbirlerine yakın ve ilgilidir. Her iki yöntem arasındaki önemli farklılıklar şunlardır.

1- VSP'de, jeofonların kayıt için yerleştirildiği seviyeler arasındaki mesafe check-shot çalışmalarındakinden çok daha kısadır. Bir VSP çalışmasında kuyu boyunca kayıt alınacak seviyeler 10-25 m. arasındadır. Check-shot da ise bu seviyeler birkaç yüz metre olabilir. Kayıtlar genelde formasyon kontaklarında yapılmaktadır (Sakallıoğlu, 1988; Hardage, 1981).

2-Check-Shot çalışmalarında, kaynaktan jeofona gelen dalgaların ilk varış zamanı ölçülürken, VSP yönteminde buna

ilaveten aŖađı ve yukarı giden dalga alanları 6nem kazanır (Sakallıoğlu, 1988; Hardage, 1983).

2.2. VSP'de kullanılan enerji kaynakları ve 6zellikleri

Karada yapılan VSP 6alıŖmalarında en 6ok kullanılan enerji kaynakları;dinamit,vibrat6r ve impulsif y6zey kaynakları (ağırlık d6Ŗürme, patlayıcı gazlar, sıkıŖtırılmıŖ hava) dır. Denizde ise su tabancası ve hava tabancası gibi kaynaklar kullanılır. Bir VSP kaynağı 6evreye zarar vermeyen, defalarca tekrarlanabilecek atıŖlar yapan geniŖ bir spektruma sahip ve az groundroll yayan 6zellikte olmalıdır (Hauge, 1981).

Sığ seviyelerde kaynakta meydana gelen deđiŖmeler d6Ŗük frekanslı aŖađı giden dalgaları meydana getirir. Bunlar ilk varıŖlarla karŖılaŖtırıldıđında gecikmiŖ olarak g6zlenirler. Boylece bu etki nokta bir kaynak yerine, kaynak patternleri kullanılarak azaltılabilir. Veri toplama zamanını azaltmak amacıyla kaynağın enerjisi y6ksek olmalıdır.

2.3. Kuyu jeofonu ve 6zellikleri

Bir kuyu jeofonu ile y6zey sismik 6alıŖmalarında kullanılan jeofon arasında 6nemli bir fiziksel g6r6n6Ŗ farklılığı vardır. Kuyu jeofonunun boyu 3 m.,eni 10 cm. ve ağırlığı 100 kg dır. VSP y6nteminde daima 3 bileŖenli jeofonlar kullanılır. Bunun nedenini Ŗ6yle sıralıyabiliriz:

1- Aşağı ve yukarı giden dalga alnlarının iyi bir şekilde algılanabilmesi,

2- Kompleks jeolojik ortamlarda, dalga modu; P'den S'ye ve S'den P'ye dönüşür. Bu dönüşümlerde P ve S dalga modlarını kayıt edebilmek,

3- VSP verilerinde ayrımlılığını arttırmak. VSP'de S dalga hızı P dalga hızından %50 veya %75 daha az ve eğer dalgalar aynı frekanslı ise S dalgasının dalga boyu P dalgasının dalga boyundan daha kısa olacaktır (Sakallıoğlu, 1988).

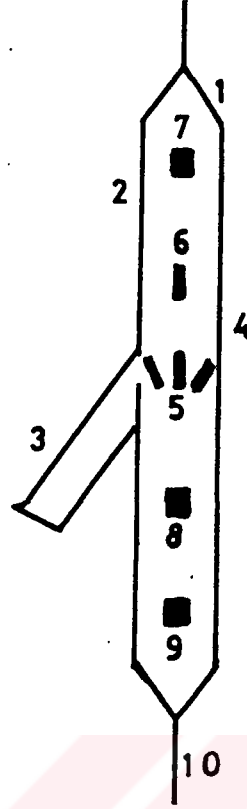
Bir kuyu jeofonunun elemanları şunlardır:

- 1- Sivritilmiş jeofon uçları,
- 2- Küçük çaplı jeofonlar,
- 3- Jeofonun kuyu cidarına çakılı kalması için açılıp kapanma özelliğine sahip çakma kolu,
- 4- Kısa boy ve hafif ağırlık,
- 5- 3-Bileşenli jeofon,
- 6- Kalibrasyon için düşey bileşenli jeofon,
- 7- Değişim ölçüm sistemi,
- 8- Jeofon-formasyon bağlantısını sağlayan mekanik kuvvet uygulama sistemi,
- 9- Bütün veriyi sayısal hale dönüştüren sistem,
- 10- Diğer jeofon sistemlerine bağlantı kablosu.

2.4. VSP'nin kullanım alanları

VSP yöntemi yüzey sismğine nazaran bir çok kullanım alanına sahiptir. Bunları maddeler halinde sıralıyabiliriz:

- 1- Sismik dalgacıkların yer içerisinde yayınıminin genel özelliklerini ortaya koymak,



Şekil-2.4. Bir kuyu jeofonunun kesiti (Hardage, 1983).

2- Yeraltından gelen yansımaların anlaşılabilir olması için yoruma kolaylıklar sağlamak,

3- Aşağı ve yukarı giden dalga alanlarının tanımlanması ile alıcılarda kaydedilen birincil yansımaların ve tekrarlı yansımaların neler olacağını belirlemek,

4- Yüzey sismik verilerinin stratigrafik, litolojik ve yapısal yorumlarına yardımcı olmak.

5- Yeraltında bulunan yansıtıcı seviyelerin eğimlerini kestirmek,

6- S-dalga yansımalarının, P-dalga yansımalarıyla korelasyonunun yapılması,

7- Fay düzlemlerinin yerlerinin tesbiti,

8- Dalgacığın yayılımı üzerinde litolojik etkilerin belirlenmesi,

9- Delinmiş kuyu boyunca yansıtıcı seviyelerin aranması ve kuyunun altından bilgi toplamak,

- 10- Dalgacık yayınımlı üzerinde hidrokarbon etkilerinin aranması,
- 11- P ve S dalga hızlarının ölçülmesi,
- 12- Yer içerisinde; P'den S'ye, S'den P'ye enerji modlarının değişiminin kestirimi,
- 13- Kuyudan alınmış sonik logun kalibrasyonunu yapmak ve sentetik sismogramlar hazırlamak,
- 14- Rezervuardan gelen yansımaları teşhis etmek ve onların katsayılarını belirlemek,
- 15- Kuyu civarında jeolojik ortamın soğurma özelliklerinin belirlenmesi,
- 16- Oblik düşey sismik profil (OVSP) çalışmaları ile;
 - a) Kuyu civarında; yanal yapısal ve stratigrafik değişimler belirlenebilir (Kumtaşı kanalları, riftler, ilave rezervuarlar, faylar vs.),
 - b) Yüzey sismik çalışmaları için saha parametrelerinin tesbitini yapmak (Offset, enerji kaynağı, hız değişimleri, vs.).

2.5. VSP'de karşılaşılan gürültü problemleri

Sismik kayıtları etkileyen gürültüler oldukça fazladır. İstenmeyen bu gürültüler; groundroll, hava dalgaları, rüzgar etkisi, elektrik hatlarının gürültüleri ve jeofonun formasyon etkisi, elektrik hatlarının gürültüsü ve jeofonun formasyonla iyi dokanak sağlamamasıdır.

2.5.1. Jeofon Coupling'i

Yer yüzünde gevşek çakılmış jeofondan gelen sinyalin kaydı, iyi çakılmış jeofonunkinden daha fazla gürültü

olacaktır. Aynı prensip kuyu jeofonu için de geçerlidir. Yanlız kuyu jeofonu, yüzey jeofonunda olduğu gibi uzun çivisiyle yere çakılmaz. Kuyu jeofonunun koluna uygulanan büyük bir kuvvetle, jeofonun gövdesi kuyu cidarına iyice yaslanarak iyi bağlantı (coupling) sağlanır. Dolayısıyla kuyu cidarına iyi kilitlenmemiş jeofondan alınan sinyal bir kayıtçıda kayıt edildiğinde, ilk varışlardan önce bir gürültünün olduğu görülür. Bu gürültüler ilk varışlardan sonra rezonans meydana getirerek yukarı ve aşağı giden olayları örter.

Bazı kuyularda kuyu çapı çok fazla genişleyebilir ve jeofonun kolu kuyu cidarıyla iyi dokanak sağlayamaz. Yani jeofonun kolu kısa ise ve kuyu cidarında muhafaza borusu (casing) yoksa, VSP işlemine geçmeden önce kuyuda kaliper (caliper) logu alıp genişleyen yerler tesbit edilmelidir. Bunun sonucunda gözlemciye genişleyen yerlerde ölçü alınmasını söyleyebiliriz.

Eğer genişleyen yerler bilinmiyorsa kayıt gürültülü olacaktır. Bu durumda observer problemi sismik enerji kaynağında arayacak ve kaynağı daha güçlü yapmaya çalışacaktır. Halbuki sorun enerji kaynağı değil couplingdir.

2.5.2. Kablo gürültüleri

Kablodan kaynaklanmış olaylar genellikle, rüzgar veya yüzeydeki kayıt kablosunun makina titreşimleriyle etkilenmesinden meydana gelebilir. Bu tip gürültüler jeofonun kuyu cidarına iyi yerleştirilip, kayıt kablosunun da bir kaç metre aşağıya salıverilmesiyle azaltılabilir.

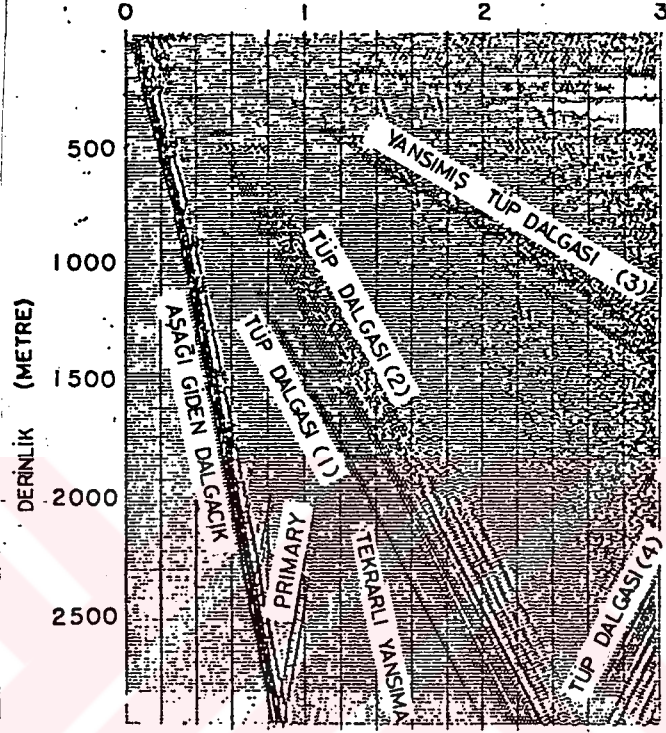
2.5.3. Muhafaza borusundan kaynaklanan gürültüler

Kuyu içerisinde bir veya daha fazla muhafaza borusu formasyona bağlanmış olabilir. Böyle durumlarda VSP kayıtlı almak oldukça güçtür. Sonuç olarak kuyunun yüzeye yakın kısmında birden fazla casing bulunduğunda kalitesiz kayıtlar elde edilir. Casing ile kuyu duvarı arasında, sismik enerjiyi formasyondan jeofona iletecek bir ortam bulunmalıdır. Aksi takdirde yukarıda da bahsedildiği gibi kötü kayıt elde edilir.

2.5.4. Tüp dalgaları (Tube waves)

Araştırma kuyularında yapılan sismik çalışmalarda karşılaşılan en önemli gürültülerden biri de tüp dalgalarıdır. Tüp dalgaları, kuyu eksenini boyunca yayılan bir çeşit yüzey dalgasıdır. Bu dalga silindirik kuyu içerisindeki enerji ile yayılır. Aşağıdaki şekilde bir VSP kesitinde gözlenen tüp dalgaları görülmektedir.

VSP kaydına baktığımızda tüp dalgaları, yüksek genlikli, düşük frekanslı olaylar olarak gözükürler. Faz hızlarının dalga boyuyla artması sonucu dispersiyon gösterirler. Kuyu yarıçapından çok daha kısa dalga boylarında Rayleigh dalgalarına yaklaşırlar. Dalga boyu kuyu yarıçapının üç katı olduğunda, faz hızı makaslama hızına ulaşır. S-dalgalarının yayılmasıyla çabuk söğürülürler. Tüp dalgasının dalga boyu, kuyu yarıçapından on kat daha büyük olduğunda hızı sabit olur ve izleyen bağıntıdan hesaplanır.



Sekil-2.5. Bir VSP kaydında görülen tıp dalgaları (Hardage, 1981).

$$V = C * (1 + K/\mu)^{-1/2}$$

Burada; K bulk modülü, μ rijidite ve C sıvı içerisindeki akustik hızdır (Biot, 1952; White, 1965).

Bir yatay vibrator kullanarak, tıp dalgalarından ve dönüşmüş dalgalardan (converted waves) yani makaslama dalgalarından ibaret gürültüye uygun şekilde azaltmak mümkündür (Biot, 1952). Yatay vibrator, öncelikle düşey yönde

yatay polarlanmış SH dalgalarını oluşturur. Sonuç olarak, bir SH kaynağından yatay jeofona gelen dalganın gürültü seviyesinin kompresyonal dalga kaynağından dikey jeofona gelen dalganın gürültü seviyesinden düşük olduğu çok belirgin olarak görülebilir. Eğer bu durum pratikte gerçekleştirilebilirse, bir SH kaynağı kullanarak VSP ölçümü yapabiliriz (White, 1965).

2.6. VSP'in arazi parametreleri

VSP verilerinin düzenli ve doğru kaydı için arazi parametreleri doğru seçilmelidir. Kayıt sistemi ve jeofon tesbit edilmelidir. Veri içerisine elektriksel gürültüler girmemiş olmalı ve kayıt derinlikleri doğrulukla bilinmelidir.

2.6.1. Kuyu jeofonunun testi

Jeofona hafif bir vuruş yaparak jeofon kutusu belirli bir yöne doğru hareket ettirilip, jeofonun çıkış polaritesi ölçülür. Böylece, jeofon test edilmiş olur.

2.6.2. Sabit bir derinlikte birden fazla atış kaydının toplanması - yığıma (stacking)

Her bir kayıt derinliğinde birkaç kez sismik atış yapılması ve bunların tek bir VSP izi içinde toplanması

tavsiye edilir. Bu işlem VSP'de, zayıf enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlar ve toplama işlemi ile rasgele (random) gürültüleri bir dereceye kadar azaltır. Her bir kayıt derinliğindeki atışların sayısı, ekonomik durum ve verinin arzu edilen S/N oranı sağlanarak belirlenebilir. Her derinlikteki atışların sayısı 3 ile 10 arasında olabilir. Bu ise sismik kaynağın gücüne bağlıdır.

2.6.3. Kayıt derinliğinin fonksiyonu olarak enerji girişi

Check-shot uygulamalarında sadece ilk kırılmalar önemli iken VSP çalışmalarında ilk kırılmalaradan başka aşağı ve yukarı giden dalga alanları da önemlidir. Giriş enerjisinin mekanizması bu iki yöntem için tamamen zıt olabilir. Bir check-shot çalışmasında kayıt derinliği arttıkça, aşağı giden enerji arttırılarak, belki ilk kırılmaların genlikleri muhafaza edilebilir. Bazen bunun terside mümkündür.

Söyle ki; jeofon sığda iken daha fazla enerjiye de ihtiyaç duyulmuş olabilir. Bazı durumlarda, sığ derinliklerde VSP kaydı alınırken derinlerdeki kayıta kullanılan enerjinin iki-üç kati enerjiye ihtiyaç duyulabilir. Çok fazla enerji kullanıldığında aşağı ve yukarı giden dalga alanları kuvvetlenerek VSP verisine zarar verebilir. Diğer bir deyişle, yukarı giden dalga alanları aşağı giden dalgalar tarafından örtülür.

2.6.4. Zaman örnekleme aralığı

Sayısal zaman değişimli veri kullanıldığında, uygun örnekleme aralığı,

$$\Delta t \leq 1 / f_a \quad \text{dir.} \quad (2.2)$$

f_a : Verilerin hakim frekansı.

VSP'de önerilen en iyi örnekleme aralığı 1 veya 2 msn dir (Hardage, 1983).

2.6.5. Derinlik örnekleme aralığı

VSP verisi sayısal olarak örneklendiği zaman; örnekleme aralığı, en kısa dalga boyu içerisine en az iki örnek düşecek şekilde seçilmelidir. Aksi takdirde katlanma (aliasing) olayı meydana gelir. Bir VSP verisi, bütün frekansların korunması ve bütün özel dalga boylarının yeniden oluşturulması için derinlik ortamında örneklenmiş olmalıdır (Sakallıoğlu, 1988). Özel olarak VSP'de yukarı ve aşağı giden dalga alanlarını birbirinden ayırmak için hız filtrelerine (f-k) sık sık ihtiyaç duyulur. Eğer veriler zaman ve derinlik ortamında yeteri kadar küçük artımlarla örneklenmişse, sayısal aliasing meydana gelir. Dolayısıyla hız filtresi, enerji modlarını optimum bir ayırım gücüyle ayıramaz.

Genelde VSP verilerinin zaman ortamında düzgün olarak örneklenmesinde bir sorun yoktur. Fakat düzensiz bir derinlik örnekleme VSP operasyonunda çok sık yapılan bir yanlıştır (Hardage, 1983; Sakallıoğlu, 1988). VSP'de kaynak dalgacığı yayılımının frekans spektrumu ve kuyu ile formasyon arasında yayılmış hız profillerinin ikisinden biri bilinirse örnekleme aralığının değeri tespit edilmiş olur. Bu iki fiziksel özellik derinlik örnekleme aralığı parametresi (Δz) ile belirlenir.

$$\Delta z \leq V_{\min} / 2f_{\max} \quad (2.3)$$

V_{\min} : Kuyu içerisindeki formasyonda dalga yayılım hızı.

f_{\max} : Yayılan dalgacığın maximum frekansı.

Bir derinlik intervali içerisinde seyahat eden bir dalgacığın maksimum frekans bileşeni ve onun minimum değerine sahip yayılım hızında o dalganın minimum dalga boyu oluşur. Bu minimum dalga boyu özel örnekleme aralığıyla tanımlanır ve

$$\Delta z \leq \lambda / 2 \quad (2.4)$$

dir. Her en kısa sismik dalga boyun için en az iki derinlikte kayıt alınmalıdır (Sakallıoğlu, 1988).

$$2 \Delta z < \lambda_{\min} \text{ veya } \Delta z < \lambda_{\min}/2 \text{ olmalıdır.}$$

$$\lambda_{\min} = V/f_{\max} \quad (2.5)$$

V : Jeofonun içinde bulunduğu ortamın formasyon hızı.

VSP'de en önemli konu, f_a katlanma frekansını bütün kayıt derinliklerinde sismik band genişliğinin üzerinde muhafaza etmektedir. f_a 'nın yüksek, Δz 'nin küçük olması maliyeti yükseltir.

$$f_a = 0.5 * V / \Delta z \quad (2.6)$$

f_a yı sağlamanın iki yolu vardır:

1- Δz aralığını küçük seçmek ve f_a yı hızın bir fonksiyonu olarak değiştirmek. Bu işlem (2.6) bağıntısıyla yapılır. V hızı minimum ise f_a da minimum olur. Ve f_a arzu edilen sismik band genişliğinin üzerindedir.

2- Δz yi kuyu civarındaki hızla orantılı olarak değiştirmek. Bu durumda f_a sabittir.

$$\Delta z = \delta * V \quad (2.7)$$

δ orantı sabitidir. Veya bunun yerine önceden belirlenen seyahat zamanı aralığı Δt kullanılır. Bunu (2.6) bağıntısında yerine koyarsak:

$$f_a = 1 / 2\delta = 1 / 2 \Delta t \quad (2.8)$$

olur. Burada, f_a hızdan bağımsızdır. Δt yi hakim frekansın 1/4'ü kadar yapmakla katlanma frekansı iki kat daha büyür. İki uygulama arasındaki fark; istenen Δt sabitleriyle örneklemede bütün derinlik aralıklarında güvenli bir hız tahmininde bulunmaktadır.

Sabit Δz aralıklarıyla örneklemede sadece minimum hız bilinmelidir. Eğer iyi kaliteli sonik log elde varsa, güvenilir hız tahminlerinde bulunulmuş olunur. Her iki teknik, VSP verilerinde aşağı ve yukarı giden dalga alanlarının f-k tekniğiyle ayrılmasını sağlar.

2.7. Aşağı ve yukarı giden dalga alanlarının incelenmesi

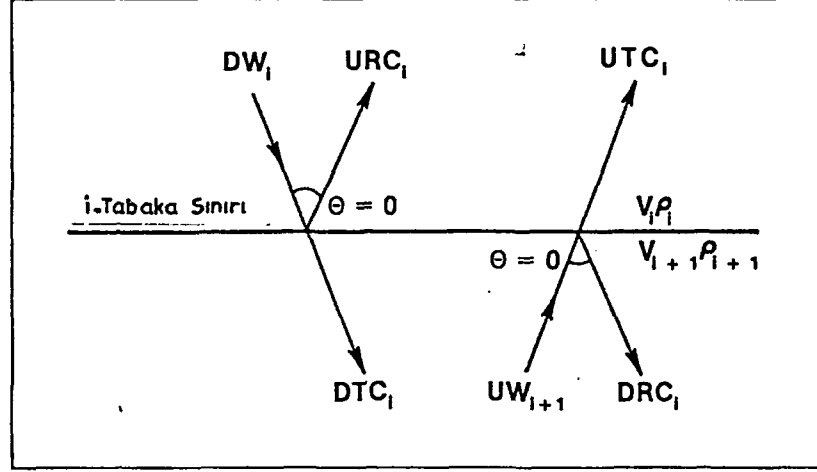
Düşey sismik profil kayıtlarında gözlenen en önemli olaylardan biri aşağı ve yukarı giden dalga alanlarıdır. Olayı daha iyi anlamak amacıyla yüzeyde bulunan bir kaynak ile yatay tabakalanmış bir yer modeli gözönüne alalım. Yukarı giden dalgaların, aşağı giden dalgaların yansımalarından

meydana geldiği, ilk gelen direkt varışlar haric, aşağı giden dalgaların da; yukarı giden dalgaların yer yüzüne yada bir tabaka sınırına gelip aşağıya doğru yansımından meydana geldiği iyi bilinen bir özelliktir (Chun ve diğ., 1982). Dolayısıyla aşağı ve yukarı giden dalgalar arasında bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Hakikaten, bir tabaka sınırına gelen yukarı giden dalga çok az bir enerji kaybıyla yerin içerisine doğru yansiyarak aşağı giden dalga şekline dönüşür.

Konuyu basite indirgemek açısından, tabaka sınırındaki yansıma katsayısının -1 'e eşit olduğu, küresel uzaklaşma ile ilgili düzeltmenin yapıldığı ve de soğurmanın frekanstan bağımsız olduğu varsayımı yapılırsa aşağı giden bir dalganın frekans karakteristikleri, yüzeydeki tersinir polarite haric bu sınıra gelen yukarı giden dalganın frekans karakteristikleriyle hemen hemen aynıdır. Böylece, eğer bir sınırdan yansımış aşağı giden dalga mevcut ise, buradan yansiyıp yukarı giden dalga için kestirim yapılır. Şekil 2.6 da bir yüzeye gelen dalga ve bununla ilgili parametreler görülmektedir.

Burada,

- DW_1 = 1. tabaka sınırındaki aşağı giden dalganın genliği.
- URC_1 = 1. tabaka sınırındaki yukarı doğru yansıma katsayısı.
- DTC_1 = 1. tabaka sınırındaki aşağı doğru iletim katsayısı.
- UW_{i+1} = 1. tabaka sınırındaki yukarı giden dalga.
- DRC_1 = 1. tabaka sınırındaki aşağı doğru yansıma katsayısı.
- UTC_1 = 1. tabaka sınırındaki yukarı doğru iletim katsayısı.
- θ = 1. tabaka sınırındaki dalganın geliş açısı.



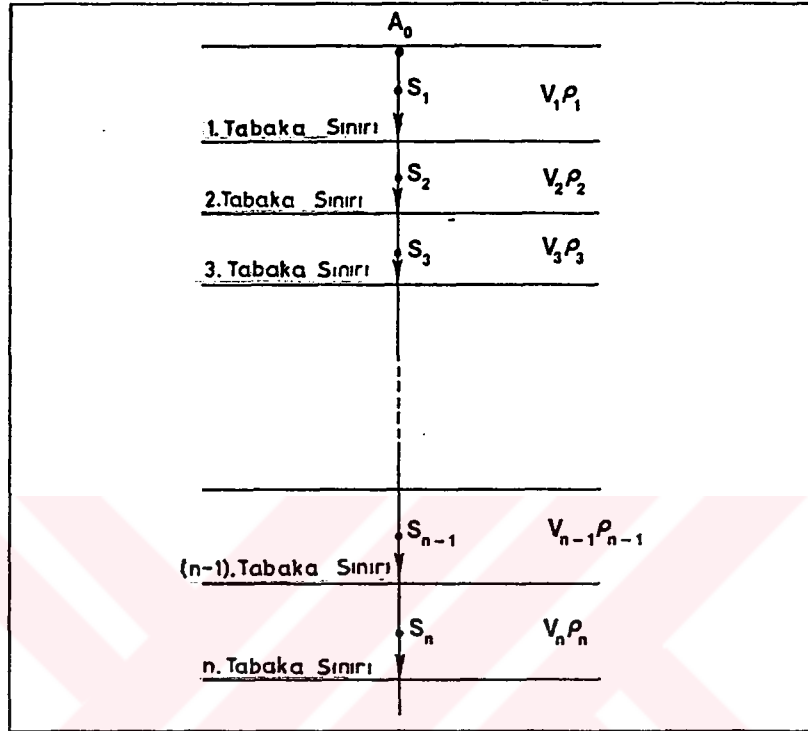
Sekil 2.6. Bir tabaka sınırına gelen akustik dalga ve bununla ilgili parametreler (Chun ve diğ., 1982).

2.7.1 Aşağı giden dalgaların özellikleri

Sekil 2.7'de görülen yatay tabakalı yer modelini ele alalım. A_0 , yüzeyde meydana gelen dalganın genliği olsun. n . istasyonda direkt varış genliği aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$DW_n = A_0 \prod_{i=1}^{n-1} DTC_i \quad (2.9)$$

$DTC_i = (1 + URC_i)$ ve $|URC_i| \leq 1$ olduğunda, DTC_i 0'dan 2'ye kadar değer alır. Sonuç olarak, iletilen dalganın (DW_n) polaritesi A_0 daki gibi aynı olmalıdır. Dalganın kaç tane tabakadan geçtiği söz konusu değildir (Chun ve diğ., 1982).



Sekil 2.7. Yatay tabakalı akustik ortam (Chun ve diğ., 1982).

Herbir tabakaya jeofon yerleştirildiğini ve de buralarda aşağı giden dalganın kayıt edildiğini varsayalım. Eğer uygun küresel uzaklaşma düzeltilmesi ve frekansa bağlı soğurma gelen sinyale uygulanıyorsa; her istasyonda kayıt edilen sinyaller aynı polariteye ve hemen hemen aynı şekle sahip olurlar. Fakat genlikleri farklıdır.

VSP'de kaydedilen direkt dalga, genellikle çok az bozulmuş sinyal şeklinde gözükür. Kayıt edilen diğer dalgalarla karşı-Boylece kayıt edilen direkt dalga genliklerini kullanışlı hale getirmekle, gerekli küresel uzaklaşma düzeltilmesi ve soğurma hesaba katılırsa, iletim kayıplarının oldukça güvenilir bir şekilde hesabı yapılabilir. İlk istasyonla i . istasyon

arasındaki aşağı doğru iletim kayıpları bir oran alma işlemi olup aşağıdaki bağıntıdan hesaplanılır.

$$R_i = DW_i / DW_1 = \prod_{j=1}^{i-1} DTC_j \quad (2.10)$$

$F_i(t)$ i. alıcıda kayıt edilen zaman serisi olsun. Eğer iletim kaybının, sinyalin frekans içeriğinden bağımsız olduğunu varsayarsak, direkt dalgada görüldüğü gibi $F_i(t)$ deki bütün aşağı giden yüzey ardışık yansımaları i. istasyona gelir. Dolayısıyla iletim kayıpları özdeş olacaktır.

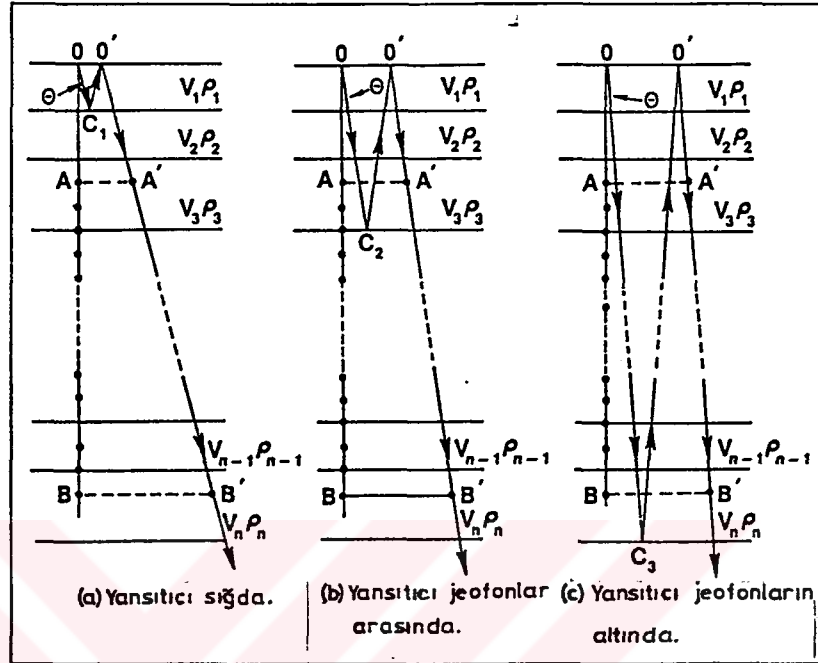
Böylece, her istasyon için aşağı doğru iletim kaybı dengelemesi izleyen bağıntı kullanılarak yapılır.

$$f_i(t) = (1 / R_i) F_i(t) \quad (2.11)$$

Her bir istasyonda aşağı giden direkt dalga ve bununla ilgili aşağı giden ardışık yansımalar, ilk istasyonda kaydedilenle aynı olacaktır. Bu normalizasyon işlemi bütün tabaka içi aşağı giden ardışık yansımalar için uygundur (Chun ve diğ., 1982). Sonuç olarak, bu gibi ardışık yansımalar tüm kayıtlar üzerinde aynı olacaktır.

2.7.2. Yukarı giden dalgaların özellikleri

i. primer yansıma, i. ara yüzeyden yansıyıp direkt yüzüne doğru seyahat eden, yansımış aşağı giden dalga olarak tanımlanır. Bu primer yansımalar, Şekil 2.8 deki kayıt geometrilerine göre üç gruba ayrılabilir.



Şekil 2.8. Kayıt geometrilerine göre primer yansımalar (Chun ve diğ., 1982).

Şekilde; A, sığ derinlikteki jeofon konumunu, B derindeki jeofon konumunu ve C ise yansımayı gösterir. Fiziksel olarak $A = A'$, $B = B'$ ve C nin de A yı B ye birleştiren düşey doğru üzerinde olduğu kabul edildiğinde $\theta = 0$ dir.

1- Sığdaki jeofonun üzerindeki C_1 yansıtıcısı: Şekil 2.8.'da görülen bu durumda, primer yansıma hiç bir alıcıda kayıt edilmez.

2- A ve B arasındaki C_2 yansıtıcısı: Şekil 2.8.b'de görülen bu durumda primer yansıma, C_2 'nin yukarısına yerleştirilen alıcılarda kayıt edilir.

3- Derinde bulunan jeofonun aşağısındaki C_3 yansıtıcısı:

Sekil 2.8.c'de görülen bu durumda primer yansımalar bütün alıcılarda kayıt edilir.

Özetle, bir tabaka sınırına gelen aşağı giden tekrarlı yansıma (downgoing multiple), bu sınırdaki polaritesinin ters dönmesiyle yukarı giden dalga alanına dönüşür. Bu iş, sürekli katlanmalı bir şekilde olur. Böylece, eğer aşağı yahut yukarı giden bir dalga mevcut ise, teorik olarak birini diğerinden türetebiliriz (Chun ve diğ.,1982).

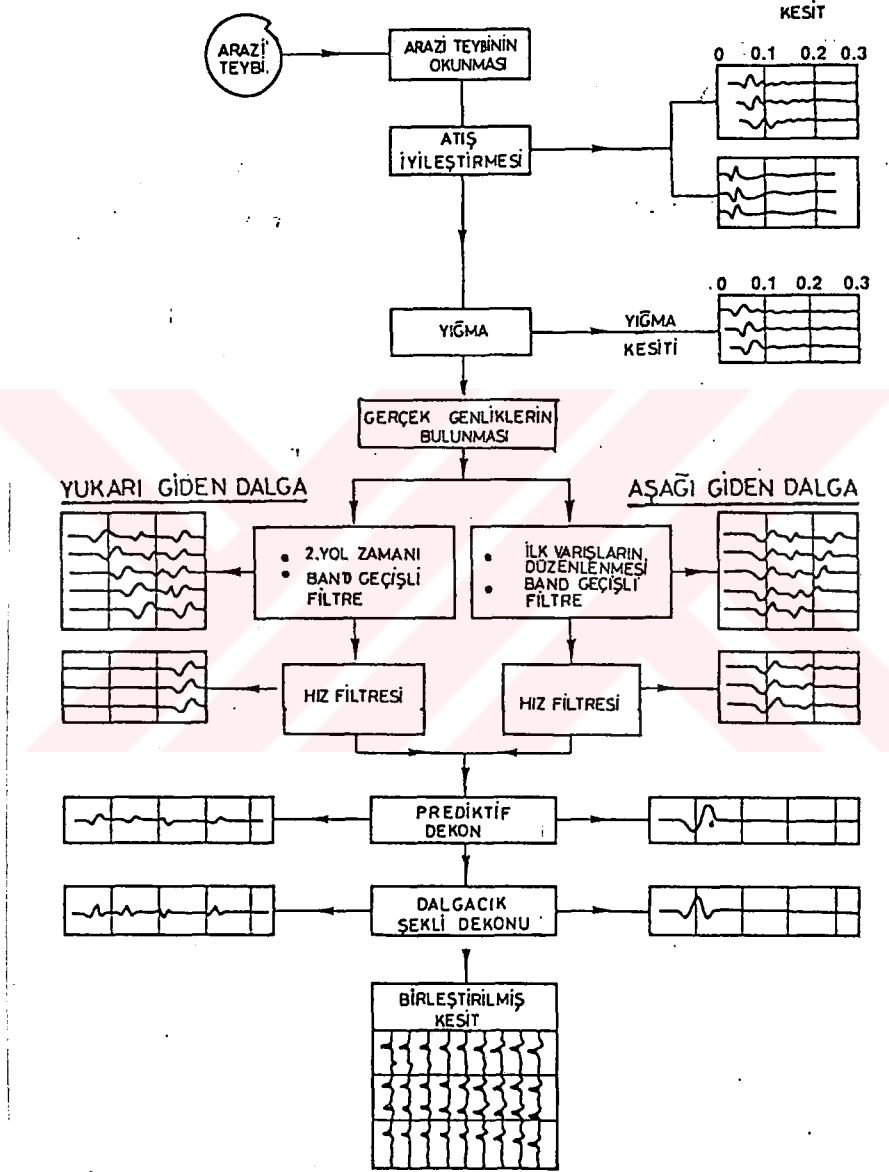
2.8. VSP'de verilerin işlenmesi

Jeofizikğin bütün metodlarında olduğu gibi VSP'nin araziden sonraki aşaması veri-işlemdir. VSP'de asıl amaç yer yüzünde kayıt edilen olayların bir birinden ayrılmasıdır. Dolayısıyla yorum yapmak kolaylaşır. Veri-işlem aşamasını bir şekilde gösterebiliriz.

Arazide aynı derinlikte beş-on defa kayıt alındığından önce bu izler bir araya getirilerek ve kötü kayıtlar ayıklanarak yığma işlemi yapılır. Daha sonra direkt dalga geliş zamanları belirlenir. Kuyu ve kaynak arasındaki uzaklık ihmal edilemeyecek gibiyse sıfır açılım için düzeltme yapılır.

Bundan sonra sıra iki tür dalga alanının ayrılmasına gelir. Bu ayırım iki boyutlu hız filtresi ($f-k$) ile yapılır. Her hangi bir derinlikteki kayıta, yansımanın geliş zamanına direkt dalganın geliş zamanı eklendiğinde, alışmış sismikteki 2-yol zamanı elde edilir. Bütün kayıtlar için bu işlem yapıldığında yukarıya giden dalga alanı düz bir duruma getirilebilir (Baysal,1984).

VSP'NİN VERİ İŞLEM AKIŞ DİYAGRAMI



Şekil 2.9 VSP'nin veri-işlem aşaması (Mons ve Babour 1981).

f-k filtresi uygulandıktan sonra, aşıya ve yukarıya giden dalga alanlarına kazanç düzeltmesi uygulanır. Daha sonra dekonvolüsyon yapılır. Dekonvolüsyon operatörü, aşıya giden dalga alanından seçilir ve her iki dalga alanına aynı dekon-operatörü uygulanır. Bunun nedeni, yukarıya doğru giden dalga alanı aşıya giden dalga alanı ile yansıma katsayısının konvolüsyonu olmasıdır. (Baysal, 1984; Mons ve Babour, 1981; Hardage,1983). Dolayısıyla aşıya giden dalga alanından seçilen dekon-operatörü, dekonvolüsyon işlemi için en uygun operatör olacaktır. Dekonvolüsyon operatörü aşıya giden dalga alanının otokorelasyon fonksiyonundan hesaplanır (Mons ve Babour, 1981). Prediktif dekonvolüsyon işlemi ardışık yansımaları belirlemede kullanılır.

Bu işlemler sonucu elde edilen her iki kesit birlikte yorumlanır. Ayrıca yukarıya doğru giden dalga alanı "mute" ve "stack" işlemleriyle tek bir sismik ize dönüştürülebilir (Baysal, 1984). Daha sonra bu iz tekrarlanarak yanyana dizilir ve yapay (synthetic) sismogramlar gibi alışılmış sismik kesitlerle karşılaştırılır.

BÖLÜM 3

SİSMİK DALGALARIN SOĞURULMASI

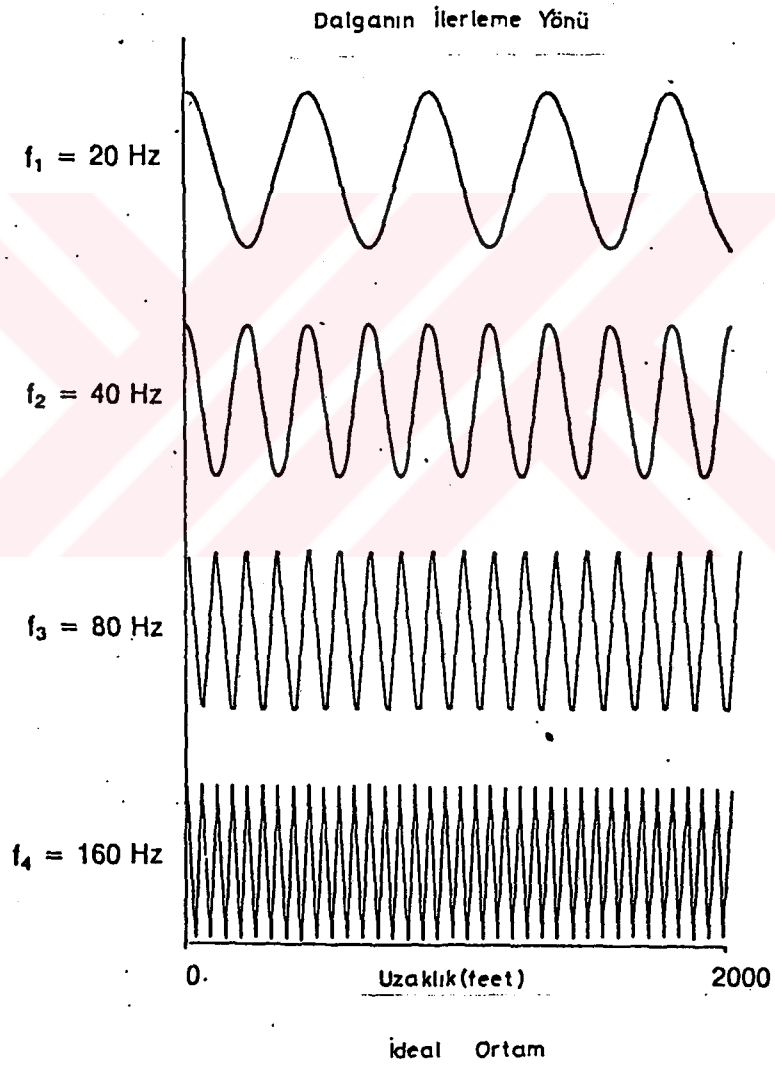
3.1. Soğurma nedir

Sismik kayıtlara baktığımızda, kayıt zamanının artmasıyla yüksek frekanslarda sürekli bir kayıp görülür. Diğer bir deyişle, bir sismik dalgacık yer içerisinde yayılırken kayaların fiziksel özellikleri ve çeşitli soğurma mekanizmalarından dolayı enerjisinde bir kayıp meydana gelir. Bu olay soğurma olarak adlandırılır (Kan ve diğ., 1981; Hardage, 1983).

Soğurma olayını daha iyi kavramak amacıyla basit bir örnekle açıklayalım. Eğer bir düzlem sinüzoidal dalga ideal bir ortama (soğurucu olmayan bir ortam) girdiğinde yer değiştirmeyi belli anlardaki uzaklığa göre çizersek, sonuçta sinüzoidal dalga treni elde edilir. Bunu çeşitli frekanslar için üreterek bir sinüzoidal dalga treni grubu elde ederiz. Çizimlerdeki tek farklılık dalga boylarında meydana gelecektir. Şöyle ki; yüksek frekanslar kısa dalga boylarına karşılık gelir. Elde edilen dalga treni grubu Şekil 3.1. de görülmektedir.

Dalga treni, 20, 40, 80 ve 160Hz frekansları için elde edilmiştir. Eğer bu işlemi soğurucu bir ortamda (attenuative medium) yaparsak, yine önceki dalga trenini elde ederiz. Fakat dalga treninin genliği kaynaktan uzaklaştıkça üstel olarak azalır.

Sinüzoidal dalganın zarfı $\exp(-\alpha x)$ ile ifade edilebilir (Lee ve Balch, 1984). Bu durum teorik olarak Şekil 3.2'de görülmektedir.



Sekil 3.1. İdeal bir ortamda (söğürücü olmayan) elde edilen sinüzoidal dalga treni (Lee ve Balch, 1984).

$$B_x = (X - X_0) k_x \quad (3.2)$$

Burada, k_x 'e interval soğurma denir.

Sonuç olarak, ortamın soğurma özelliğinden dolayı sismik dalga genlikleri kaynaktan uzaklaştıkça üstel olarak azalır. Bu olay dalganın yüksek frekanslı bileşenlerinde görülür. Soğurma olayı bir çeşit alçak geçişli süzgeç olarak düşünülebilir.

3.2. Soğurmanın frekans'a bağımlılığı

Soğurmayla ilgili hesaplamalarda yapılan ortak bir varsayım, Q'nun (kalite faktörü "Quality Factor") frekanstan bağımsız olmasıdır. Soğurmayla ilgili tüm laboratuvar çalışmaları gözönüne alındığında böyle bir ilişkinin varlığı söz konusudur (Attwell ve Ramana, 1966). Bazı sismik verilerde frekansa bağlı bir soğurma olduğu görülür. Soğurmanın kayalarda doğal frekansa ne kadar bağımlı olduğu ve de diğer faktörlerin etkisinin ne olduğu henüz açık değildir. Bazı veriler ise en azından kuru kayalar için Q'nun gerçekten frekanstan bağımsız olduğunu gösterir (Birch ve Bancroft, 1938; Born, 1941; Peselnick ve Outerbridge, 1961; Pandit ve Savage, 1973; Nur ve Winkler, 1980; Tittmann ve dig., 1981). Mamafih, çeşitli araştırmacılar bazı şartlar altında bazı kayalar için Q'nun tamamıyla frekansa bağlı olabildiğini öne sürmüşlerdir. Bir çok durumda ultrasonik metodla elde edilen soğurma değerleri düşük frekanslarda rezonans teknikleriyle elde edilenlerden daha yüksektir (Peselnick ve Zeitz, 1959; Johnston ve Toksöz, 1979).

Değerlerdeki bu farklılık, Mason ve diğerlerinin (1978) de ileri sürdüğü gibi, doğal frekansa bağımlılık

olabilir. Mason ve arkadaşları (1970), α nın (soğurma) frekans ile arttığını buldular. Mamafih, spektral oranlardan elde edilen sonuçlar (Toksöz ve diğ., 1979; Johnston ve Toksöz, 1980) soğurmanın, 0.2-0.8 MHz frekansları arasında frekanstan bağımsız olduğunu gösterir. Böylece kuru kayalar için ultra sonik ve rezonans teknikleriyle elde edilen Q değerleri bazı faktörlere bağlanabilir. Bu faktörler, sıvı doygunluğu gözeneklilik ve basınçtır.

Sıvıya doymun kayalardaki soğurma sıvı akış tipine bağlı bir mekanizmanın sonucu olarak, genelde frekansa bağımlıdır. Bir çok araştırmacı, (Nur ve Winkler, 1980; Born, 1941; Tittman ve diğ., 1981) kumtaşı örnekleri üzerinde ıslak ve doymun hallerde yaptıkları çalışmaların sonucunda soğurmanın belli frekanslar arasında değiştiğini gözlediler. Kuru haldeki kayalarda ise soğurmanın sabit olduğunu gözlediler.

Spencer (1981) yaptığı çalışmalarda basıncın artmasıyla soğurma değerlerinin yüksek frekanslara kaydığını gözlemiştir. Tabaka kalınlığının artmasıyla; yüksek frekanslarda soğurmada görülen büyük değişiklik düşük frekanslara kayar. Bu ise, genlik oranlarından hesaplanan lineer trendin eğimini büyük ölçüde etkiler. Dolayısıyla genlik oranlarından hesaplanan soğurma, lineer trendi belirlemek için kullanılan frekans bandına bağlıdır ve soğurma değerleri frekansla lineer artar (Spencer, 1981).

Belirli bir alçak frekans bandı üzerinde genlik oranlarının toplamı bir lineer trend gösterir. Bu trend, gerçek soğurma ile iyi uyum sağlar. Sonuç olarak lineer trendi hesaplamada geniş frekans bandı kullanıldığında çok büyük hatalar meydana getirir. Kullanılan en geniş frekans aralığı 0-125 Hz olup, en iyi soğurma değeri 0-90 Hz frekansları arasında elde edilir (Spencer, 1982; Kan ve diğ., 1981).

3.3. Sogurma mekanizmaları

Sogurma olayı çok karmaşıktır. Elastik dalga yer içerisinde yayılırken, yayılma şekli pek bilinmez. Sogurma verilerinden de gözlemlendiği gibi, fiziksel şartların değişmesiyle karmaşıklaşır ve muhtemelen de tek bir modelle veya mekanizmayla açıklanamaz. Bu yüzden laboratuvar ve arazi ölçümlerinden mantıklı hesap ve yorum yapmak için gerekli sogurma mekanizmaları iyi bilinmelidir. Yer içerisinde Q' nun davranışını etkileyen dolayısıyla sogurmayı meydana getiren birçok mekanizma vardır. Bu mekanizmalar maddeler halinde aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- Matriks anelastisitesi (matrix anelasticity).
- 2- Çapraz çatlak yüzeylerinde ve taneli yapılardaki bağlı hareket sebebiyle meydana gelen sürtünmesel saçılma (Walsh, 1966).
- 3- Sıvı ile dolu gözeneklerdeki makaslama hareketlerine ve de sıvı akış tipine bağlı sogurma (Walsh, 1968, 1969; Solomon, 1973).
- 4- Kayaçlarda kısmi doygunluğun etkisi (White, 1975; Dutta ve Ode, 1979 a, b; Dutta ve Seriff, 1979).
- 5- Faz değişikliğine uğrayan sistemlerde enerji yutulması (Spetzler ve Anderson, 1968).
- 6- Küçük gözeneklerde meydana gelen saçılmalara dahil edilen büyük geometrik etkiler (Kuster ve Toksöz, 1974).
- 7- Büyük süreksizlikler ve ince tabakalardan gelen yansımalar (O'Doherty ve Anstey, 1971; Spencer ve dig., 1977).

Mekanistik yaklaşım, sogurmanın fiziginin iyi anlaşılabilmesini sağlar. Mamafih; matematik modellerin bu mekanizmalara dayalı olarak kurulması kaçınılmazdır. Kayaçlardaki sogurma mekanizması için en eski model; çatlak yüzeyleriyle taneli yapı kontaklarında meydana gelen Coulomb sürtünmesel

3.3. Sogurma mekanizmaları

Sogurma olayı çok karmaşıktır. Elastik dalga yer içerisinde yayılırken, yayılma şekli pek bilinmez. Sogurma verilerinden de gözlemlendiği gibi, fiziksel şartların değişmesiyle karmaşıklaşır ve muhtemelen de tek bir modelle veya mekanizmayla açıklanamaz. Bu yüzden laboratuvar ve arazi ölçümlerinden mantıklı hesap ve yorum yapmak için gerekli sogurma mekanizmaları iyi bilinmelidir. Yer içerisinde Q' nun davranışını etkileyen dolayısıyla sogurmayı meydana getiren birçok mekanizma vardır. Bu mekanizmalar maddeler halinde aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- Matriks anelastisitesi (matrix anelasticity).
- 2- Çapraz çatlak yüzeylerinde ve taneli yapılardaki bağıl hareket sebebiyle meydana gelen sürtünmesel saçılma (Walsh, 1966).
- 3- Sıvı ile dolu gözeneklerdeki makaslama hareketlerine ve de sıvı akış tipine bağlı sogurma (Walsh, 1968, 1969; Solomon, 1973).
- 4- Kayaçlarda kısmi doygunluğun etkisi (White, 1975; Dutta ve Ode, 1979 a, b; Dutta ve Seriff, 1979).
- 5- Faz değişikliğine uğrayan sistemlerde enerji yutulması (Spetzler ve Anderson, 1968).
- 6- Küçük gözeneklerde meydana gelen saçılmalara dahil edilen büyük geometrik etkiler (Kuster ve Toksöz, 1974).
- 7- Büyük süreksizlikler ve ince tabakalardan gelen yansımalar (O'Doherty ve Anstey, 1971; Spencer ve diğ., 1977).

Mekanistik yaklaşım, sogurmanın fiziginin iyi anlaşılabilmesini sağlar. Mamafih; matematik modellerin bu mekanizmalara dayalı olarak kurulması kaçınılmazdır. Kayaçlardaki sogurma mekanizması için en eski model; çatlak yüzeyleriyle taneli yapı kontaklarında meydana gelen Coulomb sürtünmesel

kayma olayıdır. Bu olay çeşitli sebepler için önemlidir.

1- Fiziksel bir olaydır.

2- Q 'nun (kalite faktörü) frekansla sabit olmasını sağlar. Bu durum bir çok kuru kayaçta görülür (Toksöz, Johnston, 1981).

3- Bu kaymanın kontaklarda meydana gelmesi söğürmanın basınçla değişimi hakkında bilgi sağlar.

Walsh (1966), bu sürtünme mekanizmasını, çok ince elipsoidal çatlak yüzeylerinin kontakları arasındaki sürtünmeye dayalı olarak analiz etmiştir. Sürtünmenin söğürma için geçerli bir mekanizma olması yakın zamanlardaki çalışmalarla anlaşılmıştır. Mavko (1979) un sürtünme analizi, genliğe olan bağımlılığı açıkça göstermiştir. Bu durum Walsh tarafından sadece bir varsayım olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak, sürtünme non-lineer bir mekanizmadır. Sürtünme için bir başka alternatif ise, dislokasyon hareketine bağlı non-lineer mekanizmalardır (Mason, 1969). Bu mekanizmada Q sabittir.

Özetle, üst kabuktaki kayaçlarda gözlenen söğürmanın tamamı birçok sayıda mekanizmadan meydana gelebilir. Her bir mekanizma ise, kayaç tipine uygunluk durumuna, basınca, frekansa, akustik dalga genliğine ve de kayaçların diğer özelliklerine bağlıdır.

3.4. P ve S dalgalarının söğürülmesi

Alçak frekansta P ve S dalgalarının söğürülmesini kestirmek için rastgele dağılımlı, değişik konumlu çatlakları gözönüne alalım. Kayaçların içindeki çatlaklar ve gözenekler her ne kadar kuru olsa dahi yine de biraz ıslaklık vardır. Bu ıslaklıktan dolayı çok küçük sıvı basıncı meydana gelir. Bu

basıncı P ve S dalgalarının hızlarını etkiler. Sıvı basıncı ve çatlak yoğunluğu gibi faktörler Q'yu artırır. Dolayısıyla P ve S dalga hızlarında azalma olur. Q'nun artmasıyla sığurma katsayısı azalır.

P ve S dalgaları için sığurma katsayısı, hem kuru hem de doymuş kayaçlar içerisinde frekans ile (Q sabit) lineer artar. Tuzlu su ve suya doymuş kayaçlar içindeki sığurma kuru ya da gazlı doymuş haldeki kayaçlardakinden daha büyüktür.

Sonuç olarak, P ve S dalgalarının sığurulması kayaçların fiziksel özelliklerine bağlıdır. Bu olayın detayını anlamak için laboratuvar ölçümlerine gerek vardır. Toksöz ve diğ., (1979) böyle bir çalışma yaparak yayınlamışlardır.

3.5. Sığurmanın arazi ölçümleriyle belirlenmesi

Sığurmanın arazi verilerinden belirlenmesi zor ve ciddi bir konudur. Sismik dalga genlikleri kaynaktan uzaklaştıkça; dalga cephesinin geometrik yayılımı, dalgaların tabaka sınırında yansıma ve saçılmaları ve de anelastik sığurmadan dolayı bozulur. Bu etkilerin birkaçı haric, yayılma ve yansımanın genlikler üzerindeki etkisi çok büyüktür. Böylece sığurmayı iyi belirlemek için ya bu etkiler düzeltilmeli ya da elimine edilmelidir. Sığurma ölçümlerinde en önemli faktör, sığurmanın frekans ile artmasıdır. Böylece, geometrik yayılma tüm frekanslar için aynı iken, yüksek frekanslarda genliklerde meydana gelen bozulma düşük frekanslardakinden daha aındır. Sığurmayı hesaplamada kullanılan en yaygın metod, spektral oran metodudur. Bu metod, bir dalga boyu veya bir formasyon boyunca seyahat eden dalga için uygundur ve ölçülerin kısa dalga boylu yapılmasını ya da tabakaların kalın ve homojen olmasını gerektirir.

Gerçekte bu şart sağlanamaz ve bu metodla yapılan hesaplamalara ek bazı metodlarla problemlerin önüne geçilmelidir (Toksöz ve diğ.,1979). Diğer bir deyişle, eldeki probleme göre bazı amprik ifadeler türeterek çözüm aranmalıdır. Bu yöntemler bir çok araştırmacı tarafından çeşitli makalelerde yayınlanmıştır.

Sedimanter tabakaların ve kristalin taban kayaçlarının soğurma özelliklerinin arazide ölçülmesi değişik tekniklerle yapılır. Sedimanter kayaçlar için en uygun teknik; düşey sismik profil (VSP) dir. McDonal ve diğ., (1958) bu metodu Pierre şeyllere başarıyla uygulamışlardır. Bu araştırmacı, homojen bir şeyl tabakasında aşağı giden P-dalgası için 50-450 Hz frekansları arasında Q_p nin sabit olduğunu bulmuştur ($Q_p=32$). Aynı araştırmacı S-dalgası için 20-125 Hz frekansları arasında Q_s 'yi 10 olarak bulmuştur. Tullos ve Reid (1969) benzer ölçümleri sedimanlar üzerinde yaparak Q nun frekans ile sabit olduğunu bulmuşlardır. Hauge (1981), VSP'yi kullanarak soğurma ile ilgili bir çalışma yapmış ve bir makalede yayınlamıştır. Spencer ve diğ., (1979) model çalışmaları yaparak, alıcı mesafesinin etkisi, S/N (sinyal/gürültü) oranını, yukarı ve aşağı giden dalgaların girişiminden meydana gelen etkiyi VSP verisinden belirlemiş ve spektral oran metodu kullanarak soğurma hesabı yapmışlardır.

Kuyuda alınan sonik log, arazide yapılan soğurma ölçümüne yardımcı olur. Hamilton (1972), kum ve killi silt içeren sığ deniz tortullarında kompresyonal dalgaların soğurulmasını incelemiştir. 3.5-14 kHz frekans bandında yapılan bu çalışma sonucunda soğurma katsayısının frekansın birinci kuvvetine bağlı olduğu görülmüştür. VSP yönteminde sismik yansımaya göre daha yüksek frekanslı kaynak kullanılması elde edilen verinin ayrımlılığını arttırır.

Sogurma teorik olarak yansıyan yani yukarı giden dalgaların spektrumundan da hesaplanabilir. Pratikte, derindeki yansımalar ve tekrarlı yansımalarından meydana gelen girişim ve de küçük yansımaların genlikleri çok karmaşıktır. Schoenberger ve Levin (1974) sentetik veri üzerinde deneyerek bir makalelerinde yayınlamışlardır. Sismik dalgaların havalı zonlarda ve toprakta sogurulması bazı mühendislik problemlerinin aydınlanmasında önem kazanmıştır. Toprakta ve konsolide olmamış materyallerde deformasyon genliğinin sogurmaya bağımlılığı çok büyüktür. Böylece konsolide olmamış havalı zon materyallerindeki enerji kayıplarını belirlemek için deformasyon genlikleri ve doygunluk şartları göz önünde bulundurulmalıdır (Kudo ve Shima, 1970).

Yerin derinliklerindeki sogurmayı belirlemek için hem sismik yüzey dalgaları kullanılır. Braile (1977) bu konuyu araştırarak bir makale yayınlamıştır. Kabuk içerisinde yayınlan pulslar gözönüne alındığında, band genişliklerinin gerçek genlikleri kadar artması Q 'ya bağlıdır (Gladwin ve Stacey, 1974).

3.5.1. Arazide alınan VSP verisini kullanarak

Q 'nun hesaplanması

VSP verisinden Q 'yu belirlemek için çeşitli metodlar vardır. Bunlardan biri de spektral oran tekniğidir. Bu teknik uygulanırken:

- 1- Referans olarak, yüzeye yakın bir yerde kayıt edilen aşağı giden dalga seçilir,
- 2- Referans iz ile birlikte diğer izlerin genlik spektrumları alınır,
- 3- Her bir izin genlik spektrumu, referans izin genlik spektrumuna oranlanarak logaritması alınır,

4- Elde edilen logaritmik oran değerleri frekansın fonksiyonu olarak çizilir. Oran değerlerinden en küçük kareler yöntemiyle bir doğru geçirilir,

5- Doğrunun eğimi kümülatif sığurma değerini verir. İlgili bağıntılar yardımıyla Q faktörü hesaplanır,

Sığurmayı genel olarak aşağıdaki bağıntıyla ifade edebiliriz:

$$A_x(f) = G_x A_0(f) \exp(-B_x f) \quad (3.3)$$

Burada; f frekans, $A_0(f)$ ve $A_x(f)$; sırasıyla kuyu içerisinde X_0 ve X derinliklerinde kayıt edilen aşağı giden dalgaların genlik spektrumları, G_x ise frekansa bağımsız geometrik faktördür ve başlıca 3 etkinin toplamıdır.

- 1- Küresel uzaklaşma (spherical divergence),
- 2- Puls magnitudünün empedansa bağımlılığı (Treitel ve Robinson, 1966),
- 3- Kayıtçıya operatör tarafından verilen kazanç.

Schoenberger ve Levin (1978) B_x parametresini kümülatif sığurma olarak adlandırmış ve frekansa bağımsız olduğunu varsaymıştır. B_x kayaların kendine has bir özelliği olmayıp derinlik farkı arttıkça artar. Bu artış ise yerel sığurma parametresi olarak bilinir ve aşağıdaki bağıntıdan hesaplanır:

$$k_x = B_x / (X - X_0) \quad (3.4)$$

Bu bağıntı daha genel halde yazılırsa,

$$k_x = \Delta B / \Delta X \quad (3.5)$$

olur.

Burada, k_x X derinliğindeki yerel soğurmadır. Hamilton (1972), Balch ve dig., (1977) yaptıkları bir çalışmada yerel soğurma hesabında (3.5) nolu bağıntıyı kullanmışlardır. k_x 'in birimi dB/Hz.m veya dB.sn/m.dir.

Yerel soğurma değerleri hesaplandıktan sonra Q'yu hesaplamak için interval soğurma değerinin hesaplanması gerekir. Bir çok yazarlar (Tullos ve Reid, 1969; Farr, 1977; Schoenberger ve Levin, 1974; 1978), interval soğurmayı iki şekilde tanımlamışlardır. Şöyle ki,

$$\alpha_x = B_x / (t_x - t_0) \quad (3.6)$$

Bu bağıntı pek kullanışlı olmayıp, interval hızları kullanılarak yapılacak hesaplama daha uygundur.

$$\alpha_x = V_x k_x \quad (3.7)$$

Burada, V_x X derinliğindeki interval hız ve k_x X derinliğindeki yerel soğurmadır. Buradan da Q'yu hesaplayabiliriz.

$$\alpha_x [\text{neper/Dalgaboyu}] = \pi/Q \quad (3.8)$$

veya,

$$\alpha_x [\text{desibel/Dalgaboyu}] = 8.686\pi/Q \approx 27.3/Q \quad (3.9)$$

(3.9) nolu bağıntı Q'yu hesaplamada yaygın olarak kullanılan bağıntı olup burada 8.686 bir çarpım faktörüdür. Neper'i desibele çevirmede kullanılır. α_x değerleri, 0.1-1.0 dB/Dalgaboyu arasında değişir (Farr, 1977).

Sonuç olarak, VSP verisinden yararlanarak Q'yu hesaplamak için öncelikle izlerin spektrumları alınıp logaritmik oranlar

hesaplanmalıdır. Logaritmik oran değeri frekansa bağlı bir doğru üzerinde salınım yapar. Bu doğru denklemini aşağıdaki gibidir:

$$\ln(A_x(f)/A_0(f)) = -B_x f + \ln G_x \quad (3.10)$$

Daha sonra buradan B_x belirlenerek, verilen bağıntılar yardımıyla Q değeri hesaplanır.

BÖLÜM 4

VERİLERİN ANALİZİ

4.1. Kuyu verilerinin işlenmesi

Bu çalışmada kullanılan ham VSP (Düşey Sismik Profil) verisi T.P.A.O. tarafından, Türkiye'de açılmış bir petrol kuyusundan alınıp bir magnetik teybe sayısal şekilde yüklenerek prosese hazır bir materyal haline getirilmiştir. Kaynak kuyuya çok yakın bir yerde açılan 7.8 metre eninde, 5.6 metre derinliğindeki su havuzunda patlatılan hava tabancasıdır (airgun). Kuyu ile kaynak arasındaki mesafe yaklaşık 50 metredir. Dolayısıyla elde edilen kayıt sıfır açılımlı VSP kayıttır. Su havuzu, çökmelere karşı yanlardan ve dipten plastik ile kaplıdır. Kuyu içerisinde ilk kayıt 1941 m. de son kayıt ise 503 m.de alınmıştır. Çünkü VSP yönteminde kuyu içerisinde kayıt alınırken, kuyu jeofonu tabana yakın bir yere yerleştirilir ve patlatma yapıldıkça yukarıya doğru hareket ettirilerek kayıt alınır. Yani VSP kaydı kuyunun tabanından başlanıp yüzeye doğru alınır. Her bir derinlik seviyesinde dört tane kayıt alınmış olup, toplam kayıt uzunluğu 3 saniyedir. Zaman örnekleme aralığı ise 2 milisaniyedir.

Her bir derinlikteki iki nolu kayıtlar bir bilgisayar programıyla seçilerek prosese hazır hale getirilmiştir. İki nolu kaydın seçilmesi az gürültü içermesidir. Eldeki bu kayıttan önce dalgaların varış zamanları belirlenerek zaman-derinlik (t-z) grafiği çıkarılmıştır. Daha sonra interval hızlar hesaplanarak tabaka sınırları belirlenmiştir. Zaman-derinlik grafiği ve interval hızların derinlikle değişimi Şekil 4.1'de görülmektedir. Interval hızlara göre kuyu

içerisinde 7 seviye ayırt edilmiş olup, interval soğurma (α_x) ve kalite faktörü (Q) değerleri bu seviyeler için hesaplanmıştır. Belirlenen derinlik intervalleri; 603, 704, 1027, 1081, 1387, 1586, 1655 ve 1941 metrelerdir.

Bu aşamada, 7 seviyeye ait ilk varışlar belirlenmiştir. İlk varışlar seçilirken özel pencere kullanılmamış olup sadece dikdörtgen pencere kullanılmıştır. Seçilen izler yaklaşık 50 milisaniye uzunluğundadır. İzler seçilirken; tabaka içi ardışık yansımaları ve kuyu jeofonunun çok yakınında meydana gelen girişim olayından dolayı izde meydana gelecek bozulmaların en az olmasına dikkat edilmiştir. Zira tabaka içi ardışık yansımalar ve girişim dalga genliklerine büyük ölçüde etki eder. Seçilen izler Şekil 4.2'de görülmektedir.

İzler seçildikten sonra, hızlı Fourier dönüşümü yapan bir bilgisayar programıyla bütün izlerin genlik spektrumları hesap edilmiştir. Program gereği veri boyu 128'e tamamlanmıştır. Nyquist frekansı,

$$f_N = 1/2 t = 250 \text{ cps.} \quad (4.1)$$

dir. Frekans örnekleme aralığı ise ,

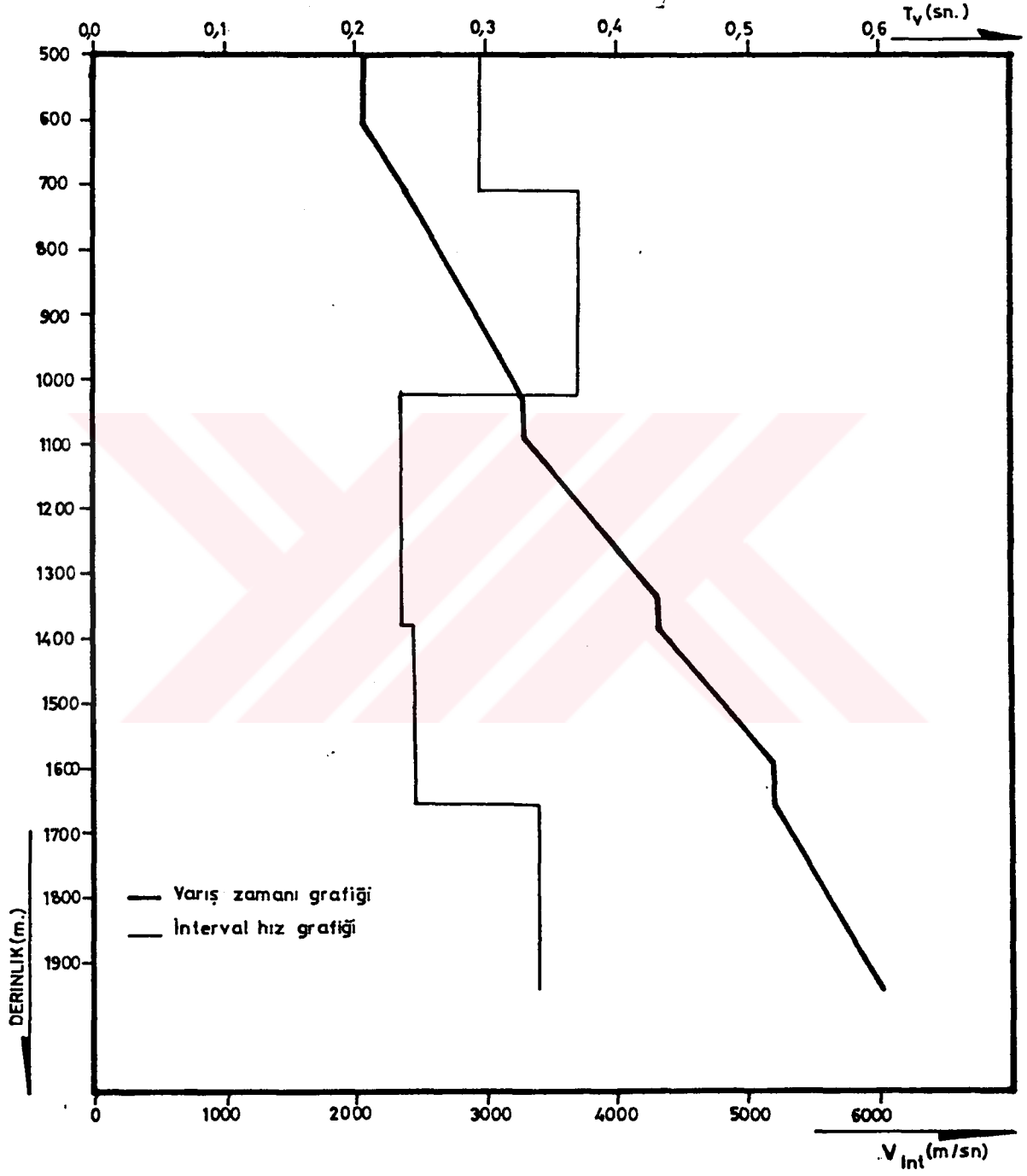
$$df = 1/2^n \cdot \Delta t = 3.900625 \text{ cps.} \quad (4.2)$$

dir. Hesaplanan genlik spektrumları Şekil 4.3'te görülmektedir. Genlik spektrumları $0 \leq f \leq 100$ cps aralığında çizilmiş olup 100 cps'den sonraki kısım, enerji içermediğinden dolayı şekilde gösterilmemiştir ve hesaplamalarda kullanılmamıştır.

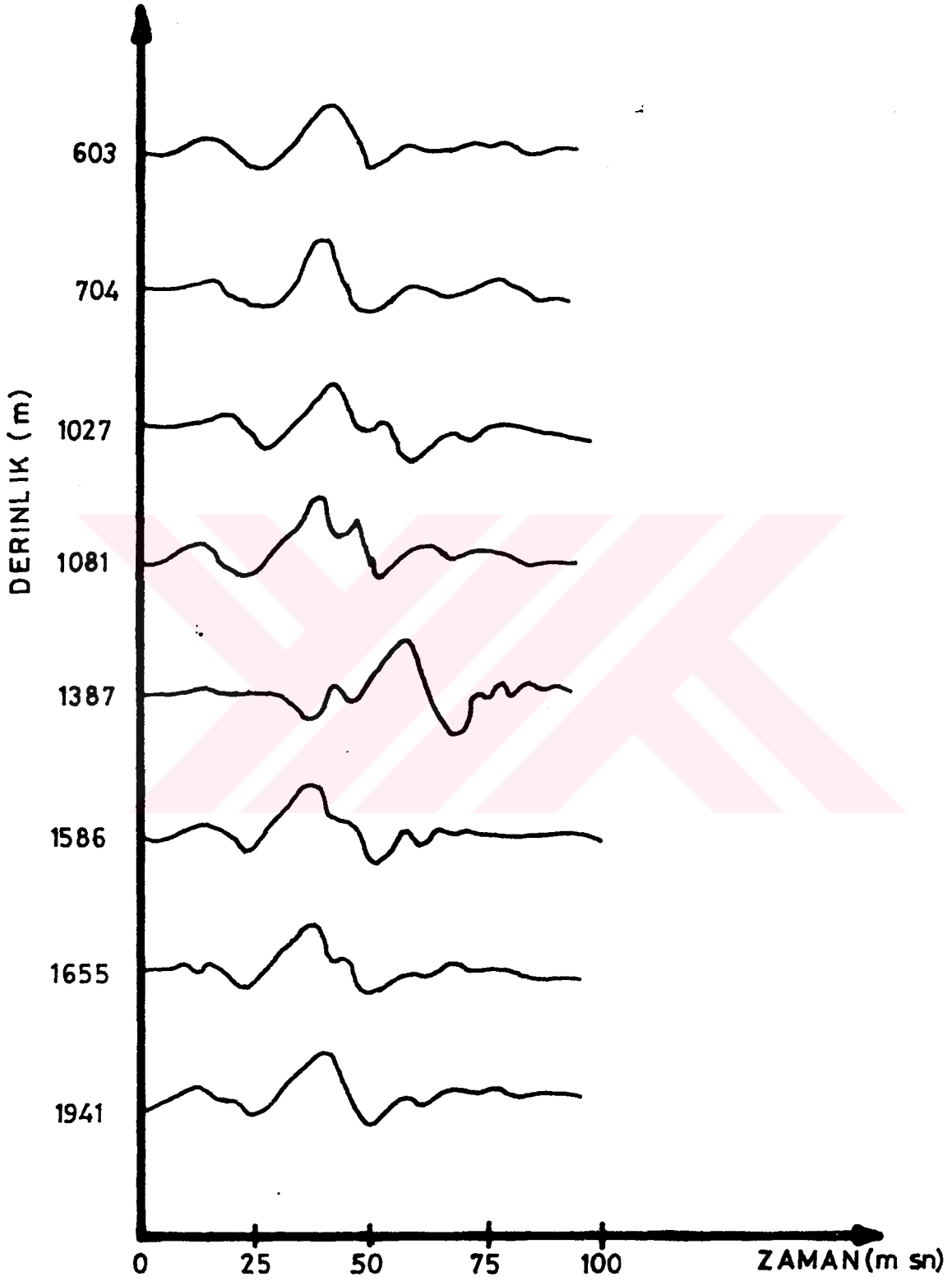
Bu aşamada ise, 603 metredeki iz referans olarak alınarak spektral oran değeri hesaplanmıştır. Oran değerleri hesaplanırken Z_0/Z_x parametresiyle çarpılarak düzeltilmiştir.

Bu düzeltme G_x parametresine yani geometrik faktöre karşılık gelir. Frekansa göre çizilen spektral oranlar Şekil 4.4'de görülmektedir.

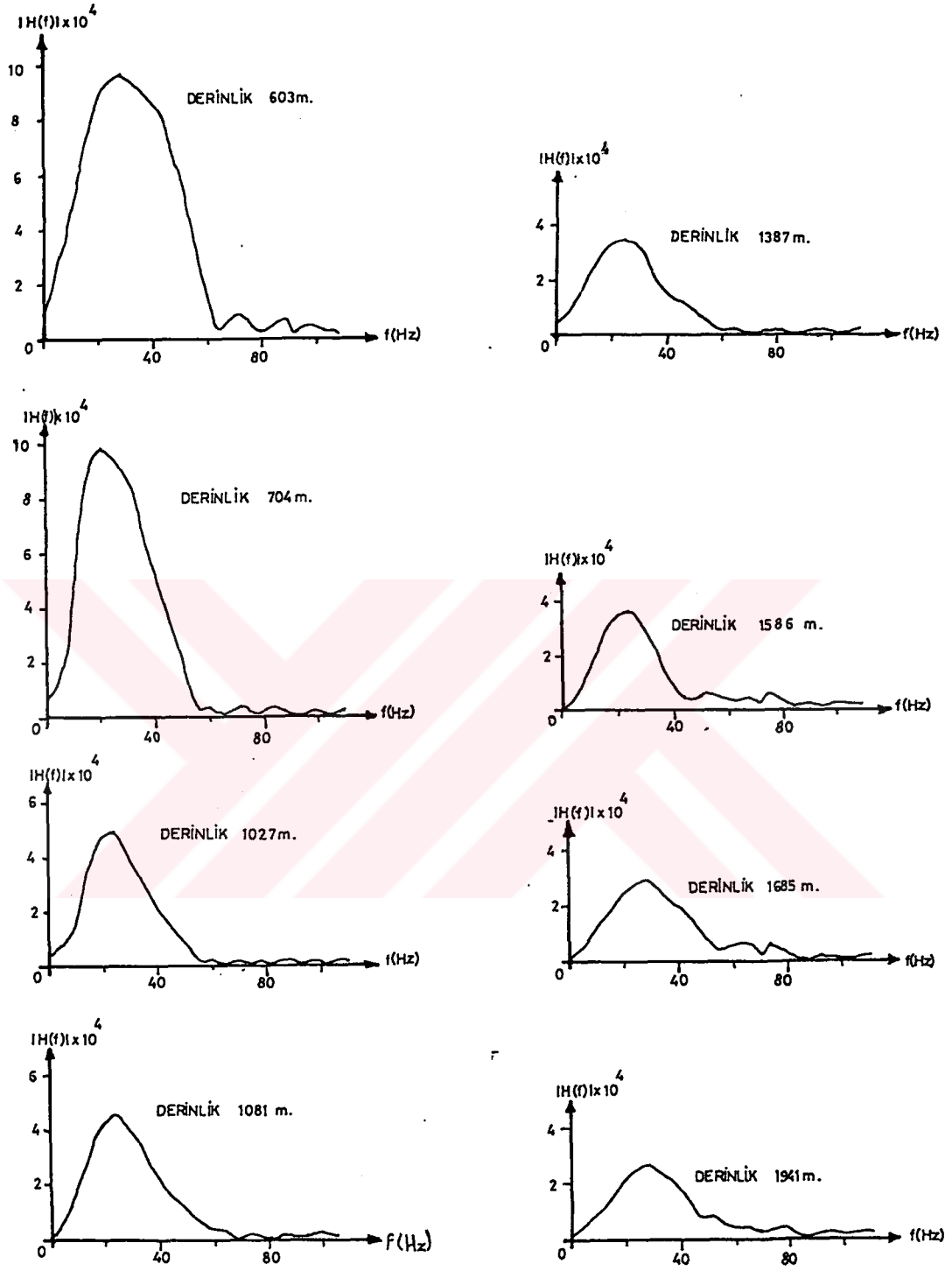
Oranlar hesaplandıktan sonra en küçük kareler yöntemiyle, frekansa göre çizilen her bir spektral oran eğrisinden birer doğru geçirilmiştir. Doğruların eğimi kümülatif soğurma (B_x) değerini verir. (3.4) nolu bağıntı yardımıyla yerel soğurma (k_x), (3.7) nolu bağıntı yardımıyla interval soğurma (α_x) ve (3.9) nolu bağıntı yardımıyla da kalite faktörü değerleri (Q) hesaplanmıştır. Hesaplanan B_x , k_x , α_x ve Q değerleri Tablo-4.1'de verilmiştir. Şekil 4.5'de hesaplanan interval soğurma değerinin eğrisi görülmektedir. Şekil 4.6'da ise hesaplanan Q -logu görülmektedir.



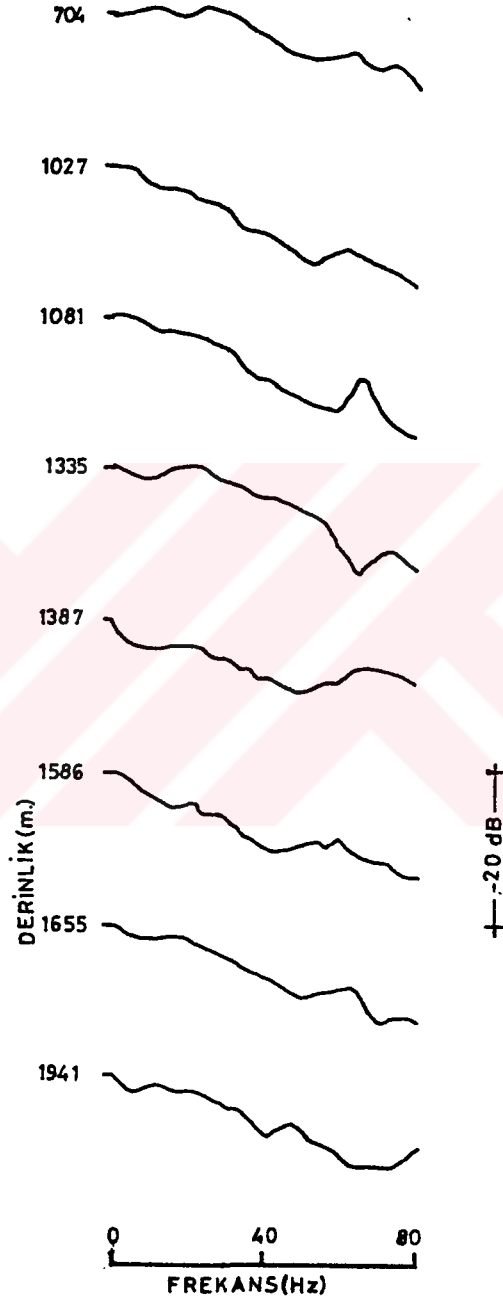
Şekil 4.1 Arazi verisinden hesaplanan zaman-derinlik grafiği.



Şekil 4.2. Arazi verisinden seçilen izler.



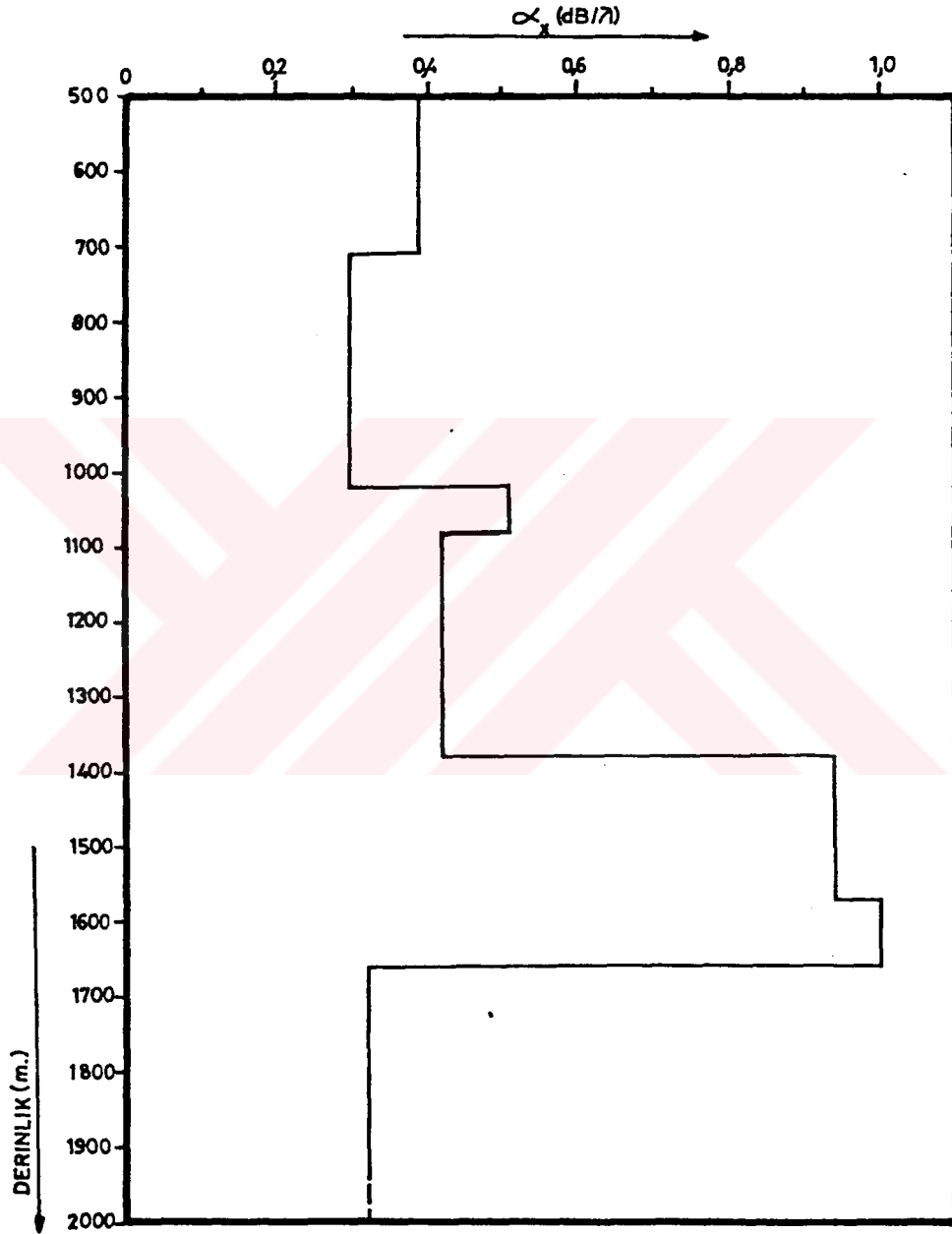
Şekil 4.3. Arazi verisinden seçilen izlerin genlik spektrumları.



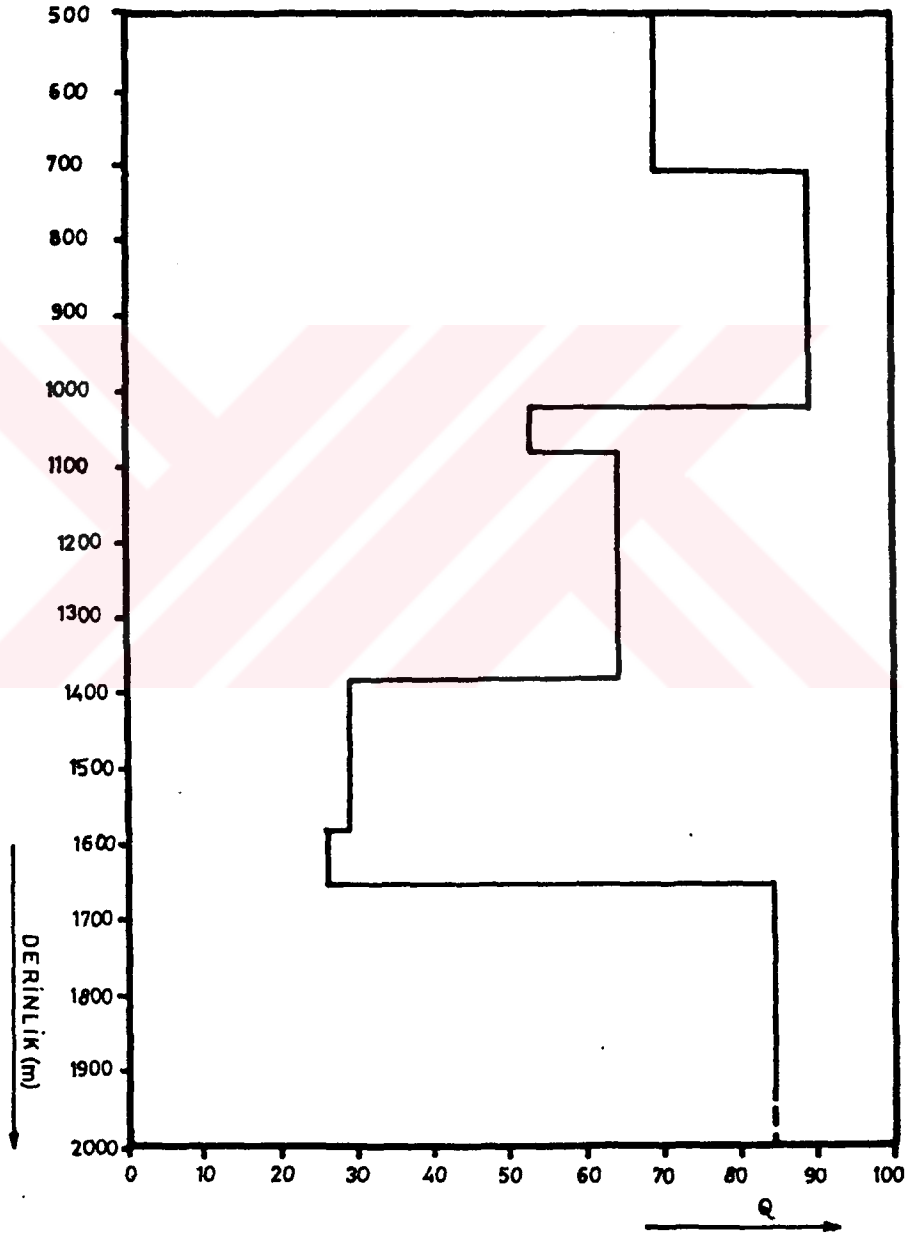
Şekil 4.4. Arazi verisinden hesaplanan spektral genlik oranları grafiği.

DERİNLİK İNTERVALI (Metre)	$B_x(\text{dB/Hz})$	İNTERVAL HIZ $V(\text{m/sn.})$	k_x (dB.sn/m.)	α_x (dB/m)	Q
603 - 704	1.33×10^{-2}	2970	1.32×10^{-4}	0.393	69
704 - 1027	2.64×10^{-2}	3670	0.82×10^{-4}	0.300	90
1027 - 1081	0.75×10^{-2}	3500	1.39×10^{-4}	0.513	53
1081 - 1387	5.53×10^{-2}	2352	1.81×10^{-4}	0.427	64
1387 - 1586	7.88×10^{-2}	2370	3.96×10^{-4}	0.939	29
1586 - 1655	2.90×10^{-2}	2300	4.21×10^{-4}	1.000	27
1655 - 1941	2.71×10^{-2}	3404	0.95×10^{-4}	0.323	84

TABLO-4.1. Belirlenen derinlik intervalleri için hesaplanan;kümülatif soğurma (B_x), interval hız (V), yerel soğurma(k_x), interval soğurma (α_x) ve kalite faktörü (Q) değerleri.



Şekil 4.5. Spektral oranlardan hesaplanan interval soğurmanın (α) derinlikle değişimi.



Sekil 4.6. İnterval sığurma değerlerinden hesaplanan kalite faktörü (Q) değerlerinin derinlikle değişimi.

BÖLÜM V

SONUÇLAR

Bu çalışmada; T.P.A.O. tarafından bir petrol arama kuyusunda alınmış V.S.P. (Düşey Sismik Profil) verisi işlenerek çeşitli derinliklerde ortamın soğurma özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Etüdün önemi nedeniyle, gerek kuyu ve gerekse bölge hakkındaki jeolojik bilgileri burada açıklamak mümkün olamamaktadır. Atış noktasının kuyuya olan mesafesi yaklaşık 50 metredir. Her bir derinlik seviyesinde alınan kayıtın uzunluğu 3 saniye, örnekleme aralığı 2 milisaniyedir.

Verilerin işlenmesinde, ilk önce varış zamaları saptanarak; zaman-derinlik ($t-x$) ve interval hız (V_{int}) grafiği çıkartılmıştır (Şekil 4.1). Buradan 7 tane tabaka belirlenmiş olup, tabaka kalınlıkları birbirine eşit değildir. Belirlenen tabakalara ait ilk varışlar (aşağı giden dalgalar) belirlenmiş olup, her biri yaklaşık 50 milisaniye uzunluktadır. Hızlı Fourier dönüşümü yapan bir bilgisayar programıyla her bir izin genlik spektrumu hesap edilmiştir. Şekil 4.3'te görülen spektrumlarda 100 Hz'den sonrası gösterilmemiş olup buralarda yeterli enerji yoktur. 603 m.deki iz referans alınmak suretiyle spektral oranlar hesaplanmıştır. Spektral oranlar frekansın fonksiyonu olarak çizilmiş olup, Şekil 4.4'te görülmektedir. En küçük kareler yöntemi kullanılarak, her bir oran eğrisi için doğrusal yaklaşımla birer doğru geçirilmiştir. Genlik oranları incelenmiş ve 50 Hz.'den daha büyük frekanslarda dikkate değer enerji bulunamadığından tüm hesaplamalar $0 \leq f \leq 80$ Hz bandında yapılmıştır. Doğruların

korelasyon katsayıları $0.80 \leq r \leq 0.92$ arasındadır. Bu da bize doğrusal yaklaşımın duyarlı olduğunu göstermektedir. Doğruların eğimleri (B_x) kümülatif sogurma değerleridir. Tablo 4.1'de bu eğimler kullanılarak elde edilen, B_x (kümülatif sogurma), k_x (yerel sogurma), α_x (interval sogurma) ve Q (kalite faktörü) değerleri verilmektedir.

Hesaplanan α ve Q değerlerine baktığımızda, 1387 m.- 1655 m. derinlik intervalinde çok yüksek sogurma (çok düşük Q değerleri) meydana geldiği görülmektedir. Kurum ilgilileriyle yapılan görüşmelerde, bu intervalde hidrokarbon emarelerine rastlandığı belirtilmektedir. Sogurma teorisine göre; hidrokarbona doymun kayaçlardan elde edilen sogurma değerleri yüksektir (düşük Q değerleri). 1387m.-1586m. derinlik intervali için hesaplanan Q değeri 29, α değeri 0.939, 1586m.-1655m. derinlik intervali için hesaplanan Q değeri 27 ve α değeri ise 1.0 dir.

Sonuç olarak sogurma, yer içerisinde frekansla doğrusal olarak artar. Q 'nun ve hızın azalmasıyla ters orantılıdır. Ayrıca sıvıya ve hidrokarbona doymun kayaçlardaki sogurma, gaza doymun kayaçlarınkinden daha yüksektir.

VSP (Düşey Sismik Profil) verileriyle litoloji ve ortamın sogurma özellikleri hakkında daha ayrıntılı bilgiler edinebilmek için tüm parametreler dikkate alınarak sentetik sismogramlar hesaplanmalıdır. Aynı kuyuda 3 bileşenli V.S.P. (Düşey Sismik Profil) kaydı alınarak işlenmesi ve bu kuyudan alınan karotlar üzerinde yapılacak laboratuvar ölçümleri de daha sağlıklı α ve Q değerlerinin belirlenmesini sağlayacaktır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- Aki, K. and Richards, P. G. (1980). Quantitative Seismology Theory and Methods, W. H. Freeman Publ. Co.
- Anstey, N.A. (1974). The new seismic interpreter: International Human Resources Development Co., Boston, 614 pages
- Attwel, P.B., and Ramana, Y.V. (1966). Wave attenuation and internal friction as functions of frequency in rocks: Geophysics, V.31, P.1049-1056.
- Balch, A.H., Lee, M.W., and Ryder, R.T. (1977). The use of vertical seismic profiles in stratigraphic exploration: Presented at the 30th Annual SEG Midwestern Meeting April 5-7, in Oklahoma City.
- Balch, A.H., Lee, M.W., Miller, J.J. and Ryder, R.T. (1980a). The use vertical seismic profiles and surface seismic profiles to investigate distribution of aquifers in the Madison Group and Red River Formation, Powder River Basin, Wyoming-Montana: Preprint SPE 9312, 55th Annual Fall Tech. Conf. and Exhib. of the Soc. of Petrol. Eng. of AIME, Dallas.
- Balch, A.H., Lee, M.W., and Muller, D.C. (1980b). A vertical seismic profiling experiment to determine depth and dip of the Paleozoic surface at drill hole U10bd, Nevada test site, Nevada: USGS Open File Report 80-847.
- Barton, D.C. (1929). The seismic method of mapping geologic structure: Geophy. Prosp. (Amer. Inst. Min. and Math. Eng.) V.1, P. 527-624.
- Baysal, E. (1984). Sismik Veri İşlem, T.P.A.O. Arama Grubu Jeofizik Müdürlüğü, Yayınlanmamış Kurs Notları.
- Biot, M.A. (1952). Propagation of elastic waves in a cylindrical bore containing a fluid: Journal of Applied Physics 23; 997-1005.
- Birch, F., and Bancroft, D. (1938). Elasticity and internal friction in a long column of granite: SSA Bull., V.28, P.243-254.
- Born, W.T. (1941). Attenuation constant of earth materials: Gephy., V.6, P.132-148.

- Braile, L.W. (1977). Interpretation of crustal velocity gradients and Q structure using amplitude-corrected refraction profiles, in the earth's crust: AGU Geophys. monogr. 20, P. 427-439.
- Chun, Y.H., Stone, D.G., and Jacewitz, C.A. (1982). Extrapolation and interpolation of VSP data, SSC Company Advertisement.
- Chun, Y.H., Stone, C.A., Lin, H. (1983). Three-Dimensional Dip Analysis of Offset VSP data, SSC Company Advertisement.
- Dale, G.S. (1982). Prediction of Depth and Velocity on VSP data, Seismograph Service Limited Advertisement.
- Dankbaar, J.W.M. (1987). Vertical Seismic Profiling-Separation of P and S-Waves, Geophysical Prospecting 35, 803-814.
- De'Bremaecker, J.C.L., Godson, R.H., and Watkins, Y.S. (1966). Attenuation Measurement in The Field, Geophysics, Vol.31, No.3.
- Dillon, P.B., and Collyer, V.A. (1984). On Timing The VSP First Arrival, SSC Company Advertisement.
- Dix, C.H. (1939). The interpretation of well-shot data (part 1): Geophy., V.4, P.24-32.
- Dutta, N.C., and Serrif, A.J. (1979). On White's model of attenuation in rocks with partial gas saturation: Geophy., V.44, P.1806-1812.
- Dutta, N.C., and Odè, H. (1979a). Attenuation and dispersion of compressional waves in fluid-filled rocks with partial gas saturation (White model)-Part-I; Biot theory: Geophy, V.44, P.1777-1788.
- Dutta, N.C., and Odè, H. (1979b). Attenuation and dispersion of compressional waves in fluid-filled rocks with partial gas saturation (White model)-Part II; Results: Geophy., V.44, P. 1789-1805.
- Farr, J.B. (1977). High resolution seismic methods improve stratigraphic exploration: Oil and Gas J., V.75, November 21, P. 182-188.
- Fessenden, R.A. (1917). Method and apparatus for locating ore bodies: U.S. Patent No.1, 240, 328.
- Fitch, A.A. (1981). Vertical Seismic Profile, Paper Presented at the VSP Short Course Sponsored by the Southeastern Geophysical Society in New Orleans.

- Gal'perin, E.I. (1974). Vertical Seismic Profiling: Society of Exploration Geophysicists Special Publ.No.12, Tulsa.
- Gladwin, M.T. and Stacey, F.D. (1974). Anelastic degradation of acoustic pulses in rock; *Phys. Earth.Planet. Int.*, V.8, P. 332-336.
- Hamilton, E.L. (1977). Compressional-wave attenuation in marine sediments, *Geophysics*, V.37.
- Hardage, B.A. (1981). An examination of tube wave noise in vertical seismic profiles; *Geophysics*, V.46.
- Hardage, B.A. (1983). Vertical Seismic Profiling, Geophysical Press Limited-London.
- Hauge, P.S. (1981). Measurements of Attenuation from VSP, *Geophysics Vol. 46. No 11.*
- Janssen, D., Voss., and Theilen, F. (1985). Comparison of methods to determine Q in shallow marine sediments from vertical reflection seismograms, *Geophysical Prospecting*, Vol.33.
- Jolly, R.N. (1953). Deep-hole geophone study in Garvin County, Oklahoma; *Geophy.*, V.18, P. 662-670.
- Kan, T.K., Corrigan, D. and Huddleston, P.D. (1981). Attenuation measurement from vertical seismic profiles; *Tech. Paper S5. 31, 950-1989, 51st Annual International Meeting of SEG.*
- Kennet, P., and Ireson, R.L. (1971). Recent developments in well velocity surveys and the use of calibrated acoustic logs; *Geophy. Prosp.*, V.19, P. 395-411.
- Kennet, P., and Ireson, R.L. (1973). Some techniques for the analysis of well geophone signals as an aid to the identification of hydrocarbon indicators in seismic processing: Paper presented at the 43rd Annual International Meeting of SEG.
- Kennett, P., and Ireson, R.L. (1977). Vertical seismic profiling-recent advances in techniques for data acquisition, the 47th Annual International Meeting of SEG.
- Kennett, P., Ireson, R.L., and Conn, P.J. (1980). Vertical seismic profiles-their applications in exploration geophysics; *Geophysical Prospecting*, Vol.28.
- Kennett, P., and Ireson, R.L. (1981). The V.S.P as an interpretation tool for structural and stratigraphic analysis; Paper presented at the 43rd Meeting of EAEG, Venice, Italy.

- Kennett, W.W., Nur, A. (1982). Seismic attenuation; Effects of pore fluids and frictional sliding, Geophysics, Vol. 47. No. 1.
- Kjartansson, E. (1979). Constant Q-wave propagation and attenuation, Journal of Geophysical Research, V.84.
- Kudo, K., and Shima, E. (1970). Attenuation of shear waves in soil: Bull. Earth. Res. Inst., V.48, P.145-158.
- Kuster, G.T., and Toksöz, M.N. (1974). Velocity and attenuation of seismic waves in two-phase media; Part-I, Theoretical formulations: Geophysics, V.39, P.587-606.
- Lee, M., W., and Balch, A.H. (1983). Computer processing of VSP data, Geophysics, Vol.48, No.3.
- Lee, M.W., Balch, A.H. (1984). Vertical Seismic Profiling, Technique, Applications and Case Histories, D. Reidel. Publ.
- Levin, F.K., and Lynn, R.D. (1958). Deep hole geophone studies; Geophy., V.23, P.639-664
- Mack, H. (1966). Attenuation of controlled wave seismograph signal observed in cased boreholes; Geophysics Vol. 31.
- Mari, J.L. (1989). Q-Log determination on downgoing wavelets and tube wave analysis in vertical seismic profiles, Geophysical Prospecting, Vol.37.
- Mason, W.P. (1969). Internal friction mechanism that produces an attenuation in the earth's crust proportional to frequency; J. Geophys. Res., V.74, P. 4963-4966.
- Mason, W.P., Beshers, D.N., and Kuo, J.T. (1970). Internal friction in Westerly granite: Relation to dislocation theory; J. Appl. Phys., V. 41, P. 5206-5209.
- Mavko, M.G., and Nur, A. (1977). Wave attenuation in partially saturated rocks, Geophysics, V. 44.
- Mavko, M.G. (1979). Frictional attenuation: An inherent amplitude dependence; J. Geophys. Res., V.84, P.4769-4776.
- Mc Collum, B., and La'rue, W.W. (1931). Utilization of existing wells in seismograph work: Early Geophysical Papers, V.1, P. 119-127 (Also Bull. Amer. Ass. Pet. Geol., V.15, p. 1409-1417).
- Mc Donal, F.J., Angona, F.A., Mills, R.L., Sengbush, R.L., Van Nostrand, R.G., and White, J.E. (1958). Attenuation of shear and compressional waves in Pierre Shale; Geophy. V.23, P. 421,439.

- Michon, D. (1976). Vertical seismic profiling: Paper presented at the 46th Annual International Meeting of SEG.
- Mons, F., and Babour, K. (1981). Vertical Seismic Profiling—recording, applications; Schlumberger Corp. Marketing Publ. No. 083425.
- Nur, A., and Winkler, K. (1980). The role of friction and fluid flow in wave attenuation in rocks (abst.); *Geophysics*, V.45, P. 591-592.
- O'Doherty, R.F., and Anstey, N.A. (1971). Reflections on amplitudes; *Geophys. Prosp.*, V.19, P. 430-458.
- Omnes, G., Joncheray, B. (1983). Vertical Seismic Profiling; CGG technical series, No. 529. 83. 02.
- Pandit, B.I., and Savage, J.C. (1973). An experimental test of Lomnitz's theory of internal friction in rocks; *J. Geophys. Res.*, V. 78, P. 6097-6099.
- Peselnick, L., and Zietz, I. (1959). Internal friction of fine grained limestones at ultrasonic frequencies; *Geophys.*, V.24, P. 285-296.
- Peselnick, L., and Outerbridge, W.F. (1961). Internal friction in shear and shear modulus of Solenhofen limestone over a frequency range of 10^7 cycles per second; *J. Geophys. Res.*, V.66, P. 581-588.
- Riggs, E.D. (1955). Seismic wave types in a borehole; *Geophysics*, V. 20, P.53-67.
- Sakallıoglu, Y. (1988). Düşey Sismik Profil (VSP) Veri Toplama, T.P.A.O. Arama Grubu Jeofizik Müdürlüğü, Yayınlanmamış kurs notları.
- Schoenberger, M., and Levin, F.K. (1974). Apparent attenuation due to intrabed multiples-I; *Geophysics*, Vol.39.
- Schoenberger, M., and Levin, F.K. (1978). Apparent attenuation due to intrabed multiples-II; *Geophysics*, V.43, P.730-737.
- Seismograph Service Ltd. (1980). The V.S.P. modelling atlas; Holwood, Keston, Kent, Enland, 48 pages.
- Solomon, S.C. (1973). Shear wave attenuation and melting beneath the mid-Atlantic ridge; *Geophys. Res.*, V.78, P.6044-6059.
- Spencer, T.W., Edwards, C.M., and Sonnad, J.R. (1977). Seismic wave attenuation in non-resolvable cyclic stratification; *Geophysics*, V.42, P.939-949.

- Spencer, T.W. (1979). Measurement and interpretation of seismic attenuation, chapter 6 in Developments in Geophysical Exploration Methods, Applied Science Publishers, Ltd., London, 311 pages, Edited by A.A. Fitch.
- Spencer, T.W., Sonnad, J.R., and Butler, T.M. (1982). Seismic Q-stratigraphy or dissipation, *Geophysics*, Vol.47, No.1.
- Spencer, J.W., Jr. (1981). Stress relaxations at low frequencies in fluid saturated rocks: Attenuation and modulus dispersion; *J. Geophys. Res.*, V.86, P.1803-1812.
- Spetzler, H., and Anderson, D.L. (1968). The effect of temperature and partial melting on velocity and attenuation in a simple binary system; *J. Geophys. Res.*, V.73, P.6051-6060.
- Stone, D.G. (1982). Prediction of depth and velocity on VSP data, Seismograph Service Company Report, Tulsa Oklahoma, 22 pages.
- Stone, D.G. (1983). Predicting pore pressure and porosity from VSP data, SSC company advertisement.
- Tariel, F., and Michon, D. (1982). Comments on VSP processing; Paper presented at 44th Annual Meeting of EAEG.
- Tariel, F., Michon, D., Naville, C., and Omnes, G. (1982). Processing of zero offset vertical seismic profiling data paper S12, 52nd Annual International Meeting of SEG.
- Tittmann, B.R., Nadler, H., Clark, V.A., Ahlberg, L.A., and Spencer, T.W. (1981). Frequency dependence of seismic dissipation in saturated rocks; *Geophys. Res. Lett.*, V.8, P.36-38.
- Toksöz, M.N., Johnston, D.H., Timur, A. (1979a). Attenuation of seismic waves in dry and saturated rocks; I. Laboratory measurements, *Geophysics*, Vol.44, No.4.
- Toksöz, M.N., Johnston, D.H., Timur, A. (1979b). Attenuation of seismic waves in dry and saturated rocks; II. Mechanisms, *Geophysics*, Vol.44, No.4.
- Toksöz, M.N., and Johnston, D.H. (1981). Seismic Wave Attenuation, Geophy. reprint series No.2; SEG, Tulsa.
- Treitel, S., and Robinson, E.A. (1966). Seismic wave propagation in layered media in terms of communication theory; *Geophysics*, V.31, P.17-32.
- Tullos, F.N., and Reid, A.C. (1969). Seismic attenuation of Gulf Coast sediments; *Geophy.*, V.34, P.516-528.

Walsh, J.B. (1966). Seismic wave attenuation in rock due to friction; J. Geophys. Res., V.71, P.2591-2599.

Walsh, J.B. (1968). Attenuation in partially melted material; J. Geophys. Res., V.73, P.2209-2216.

Walsh, J.B. (1969). New analysis of attenuation in partially melted rock; J. Geophys. Res., V.74, P.4333-4337.

White, J.E. (1965). Seismic Waves; New York, Mc Graw Hill Book. Co.

White, J.E. (1975). Computed seismic speeds and attenuation in rocks with partial gas saturation; Geophysics, V.40, P.224-232.

88 ref.

ÖZGEÇMİŞ

Hakan ÇINAR 1962 yılında Trabzon'da doğmuştur. İlk, Orta ve Lise öğrenimini Trabzon'da tamamlayarak 1979-1980 öğretim yılı sonunda Trabzon Lisesi Fen Kolu'ndan mezun olmuştur. 1982 yılında K.T.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünde lisans öğrenimine başlayarak 1986 yılında Jeofizik Mühendisi unvanı ile mezun olmuştur. Aynı yıl bu bölümde yüksek lisans öğrenimine, 1988 yılında ise Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Geoteknik Kursu'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır. Halen aynı kurumda Bu görevi devam etmekte olup SEG ve JMO ' nun üyesidir.

T. C.
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
Dokümantasyon Merkezi