

SİSMİK YORUMLAMA

DERS-1

YARD. DOÇ.DR. HÜSEYİN TUR
ARAŞ.GÖR.DR. HAKAN ALP

SİSMİK YORUMLAMA

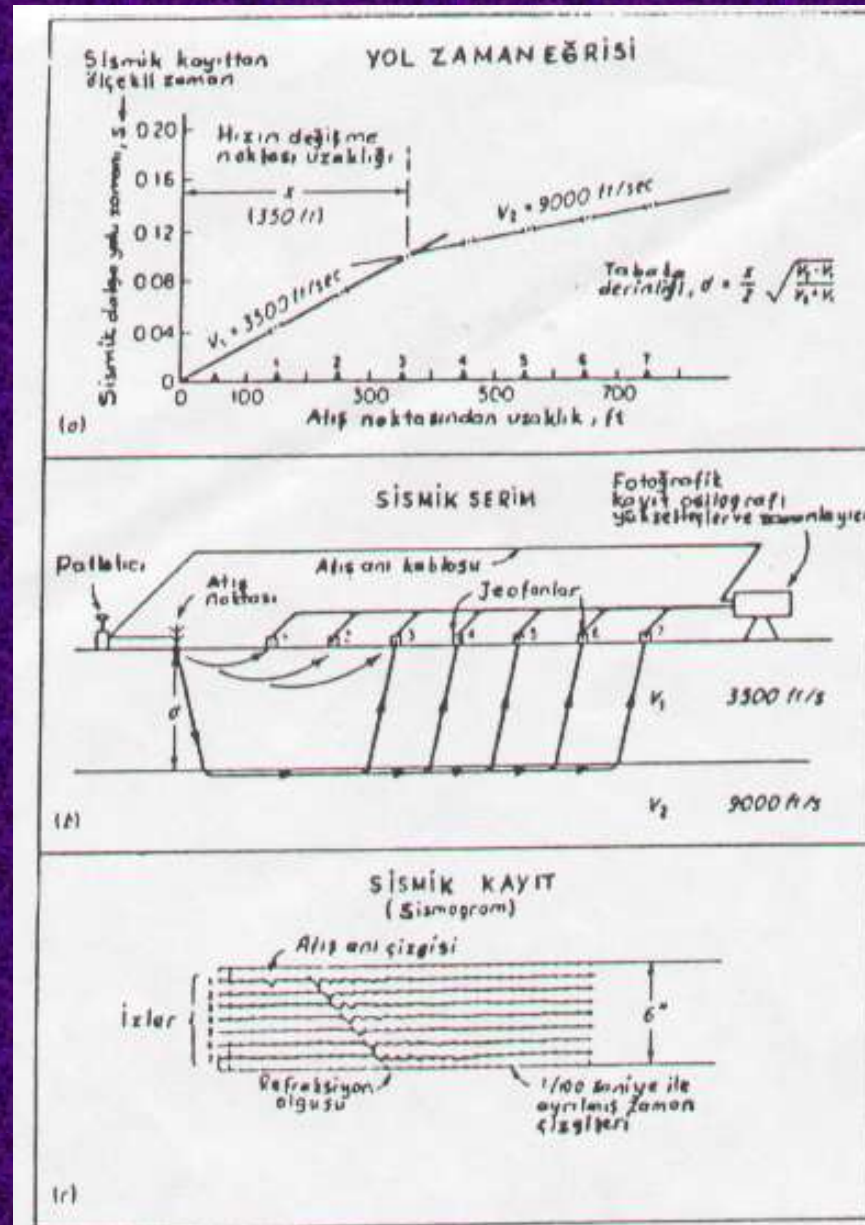
1. SİSMİK KIRILMA VERİLERİNİN YORUMU

Klasik değerlendirme ve çözüm teknikleriyle jeofizik verilerden yer altı modeline gidilmiştir.

2. SİSMİK YANSIMA VERİLERİNİN YORUMU

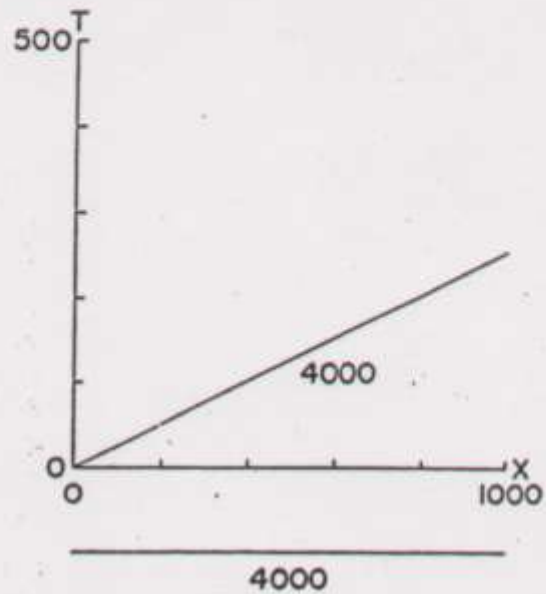
- a) **Yapısal yorum** (yükselim ve alçalım alanları, faylar ve uyumsuzlukların tanımı)
- b) **Stratigrafik yorum** (genlik, faz, hız ve akustik parametreler)
- c) **Litolojik yorum** (Tabakanın elastik özellikleri: Yansımada genliğin yan ve düşey hızı, yoğunluk)

SİSMİK KIRILMA VERİLERİNİN YORUMU

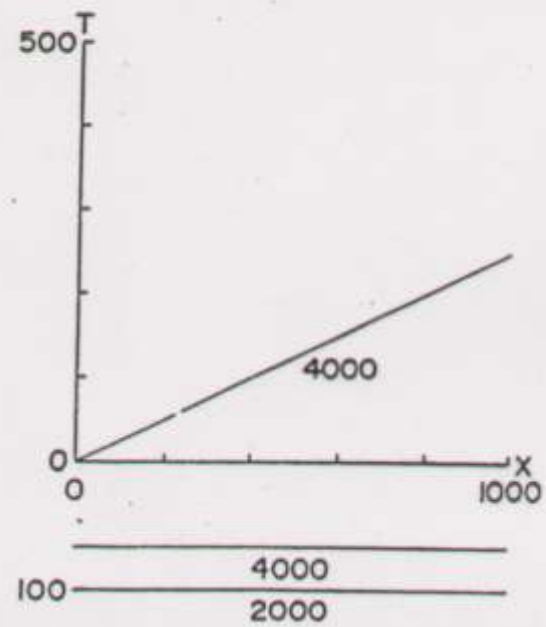


A. HORIZONTAL LAYERS

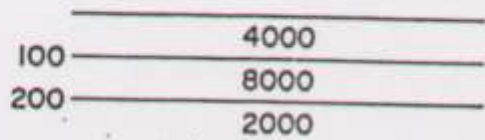
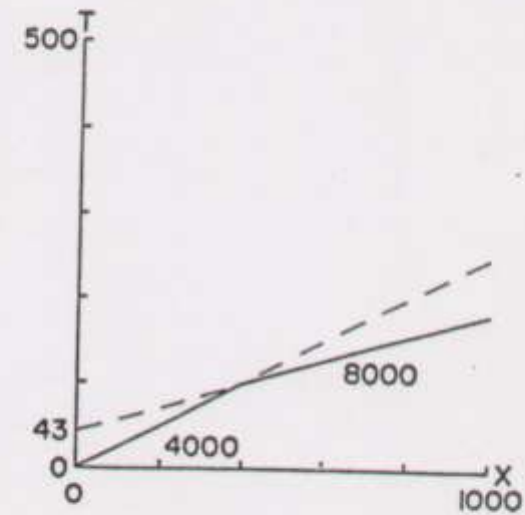
A.1. SINGLE-LAYER: UNIFORM SUBSURFACE



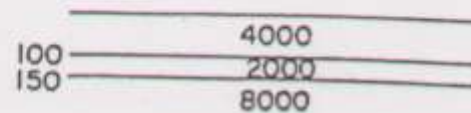
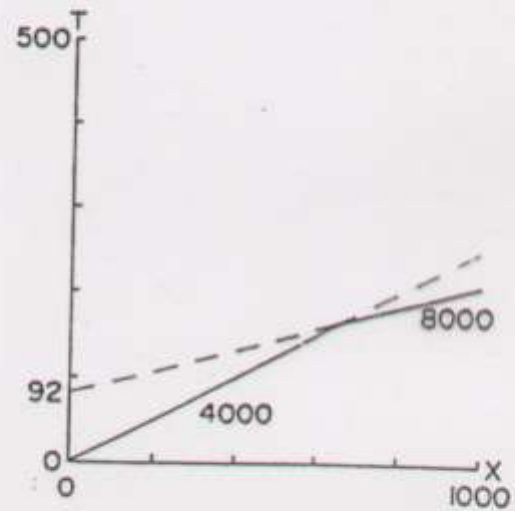
A.2. TWO-LAYER: HIGH VELOCITY OVER LOW VELOCITY (VELOCITY INVERSION)



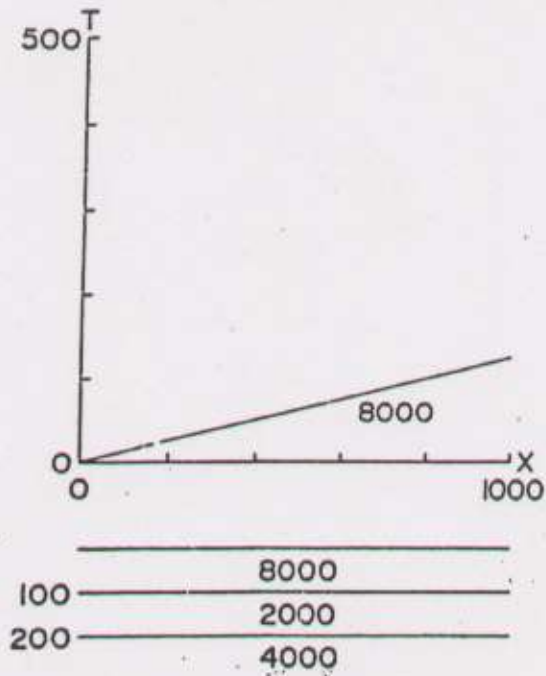
A.6. THREE-LAYER: MEDIUM OVER HIGH OVER LOW VELOCITY



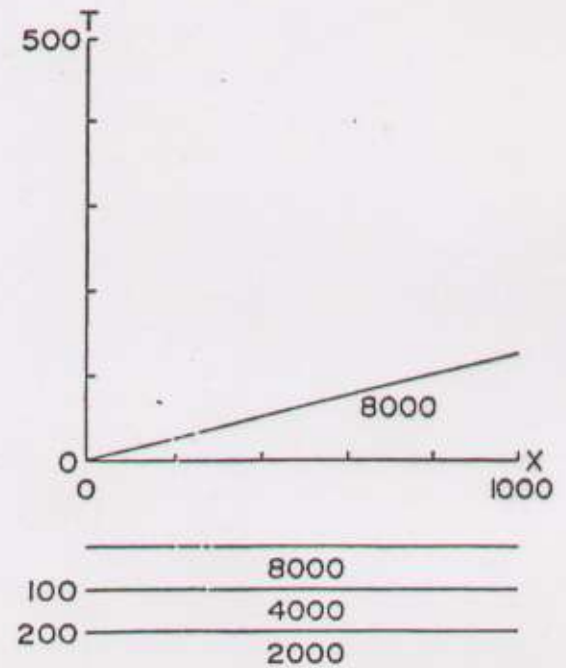
A.7. THREE-LAYER: MEDIUM OVER LOW OVER HIGH VELOCITY



A.8. THREE-LAYER: HIGH OVER LOW OVER MEDIUM VELOCITY



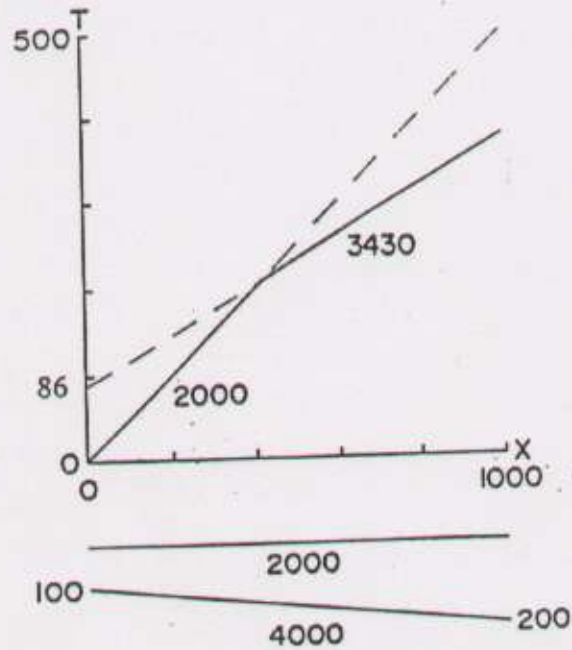
A.9. THREE-LAYER: HIGH OVER MEDIUM OVER LOW VELOCITY



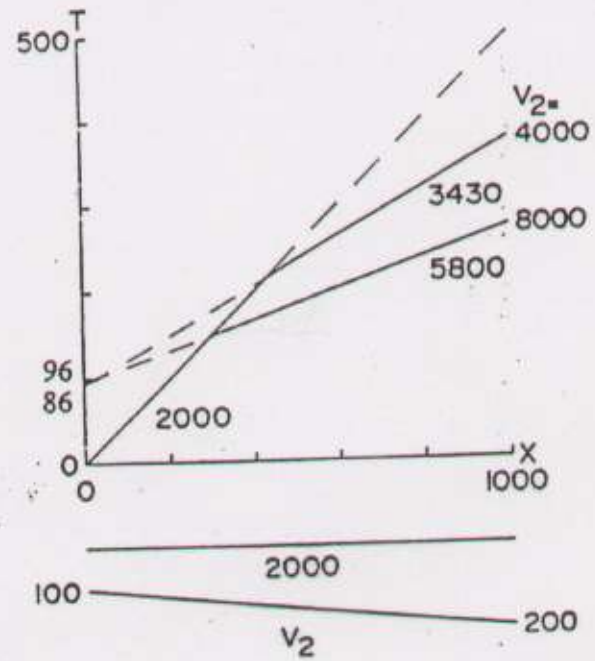
B. DIPPING LAYERS

B.1. TWO-LAYER: DOWN-DIP

(a) Representative

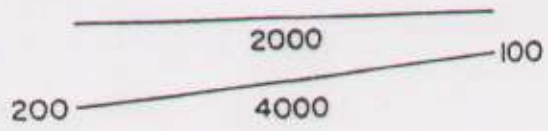
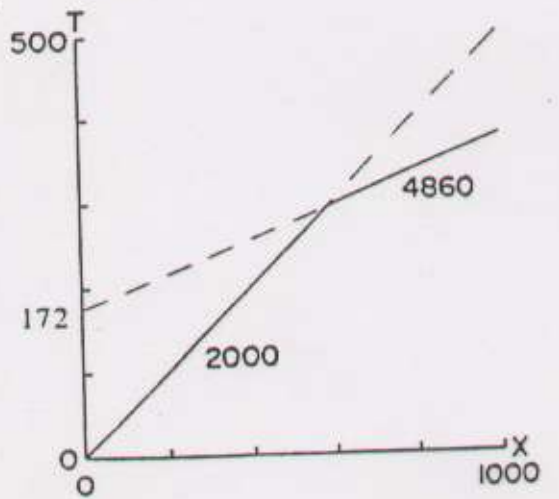


(b) Effect of Different Velocities

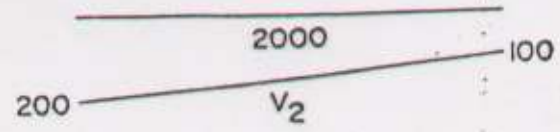
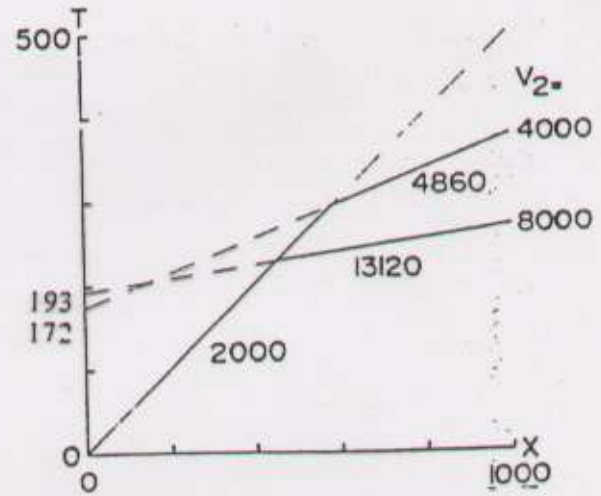


B.2. TWO-LAYER: UP-DIP

(a) Representative

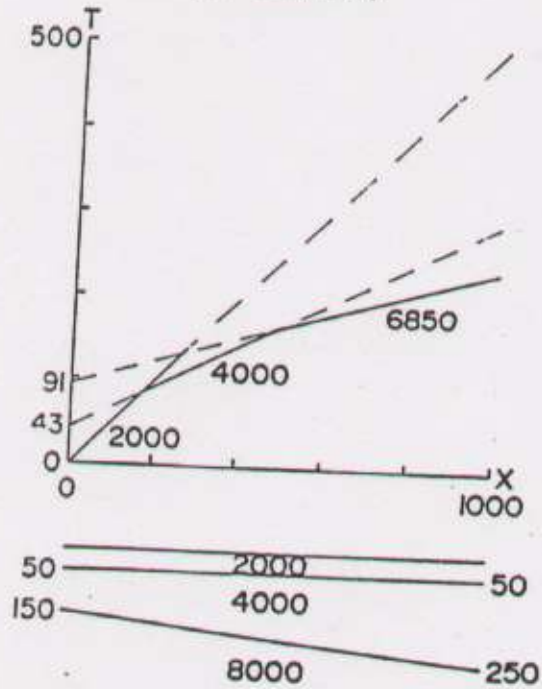


(b) Effect of Different Velocities

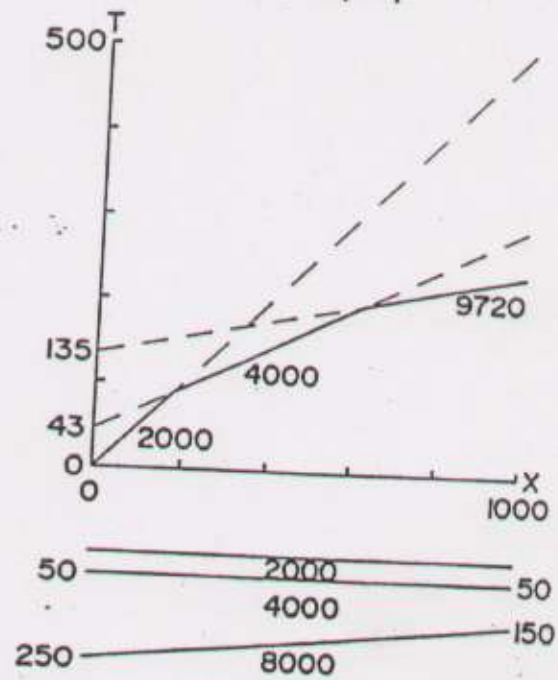


B.3: THREE-LAYER: TYPE 1

(a) Down-Dip

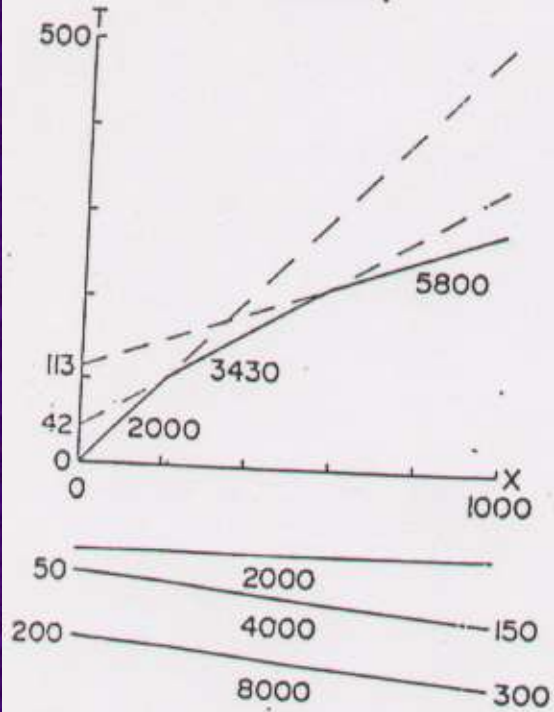


(b) Up-Dip

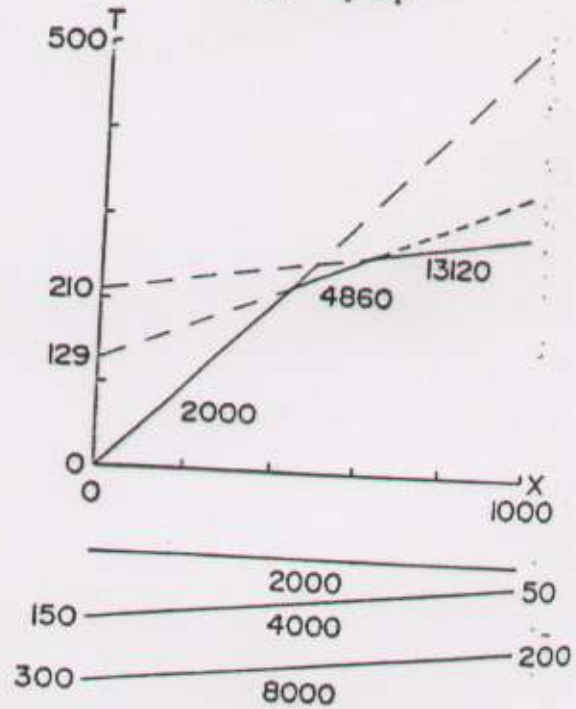


B.4. THREE-LAYER: TYPE 2

(a) Down-Dip

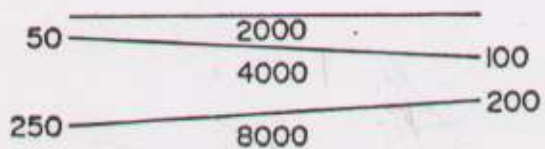
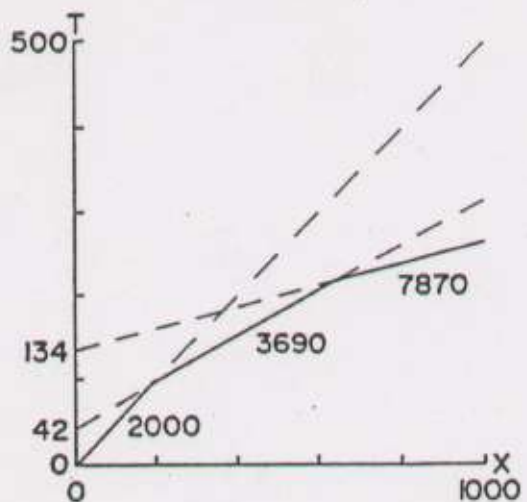


(b) Up-Dip

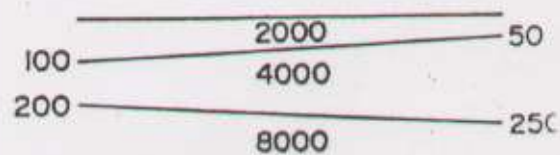
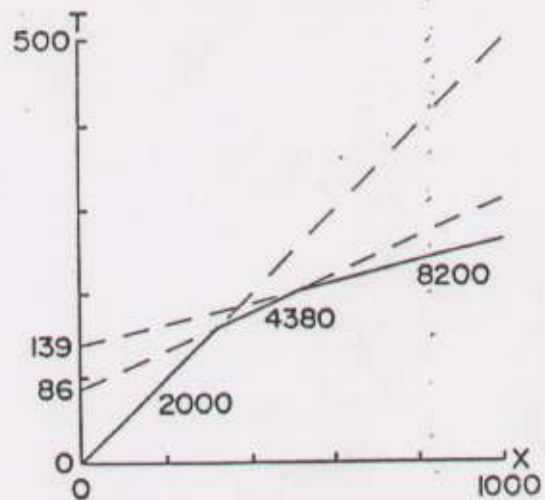


B.5. THREE-LAYER: TYPE 3

(a) Down-Dip

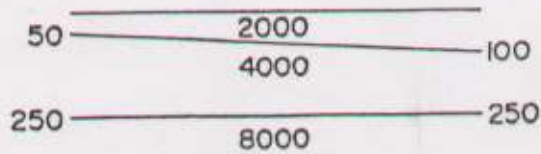
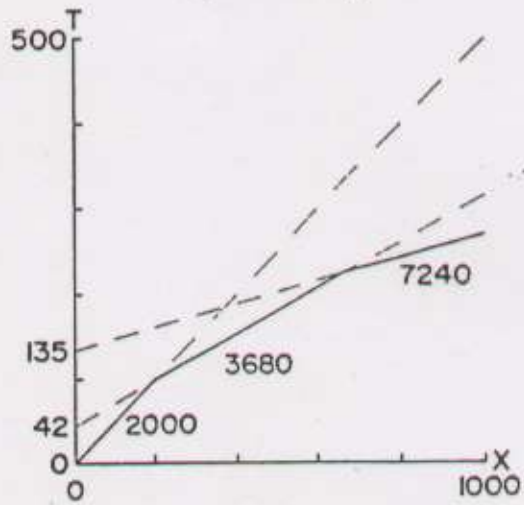


(b) Up-Dip

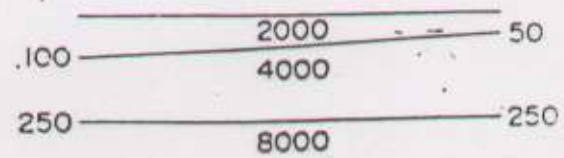
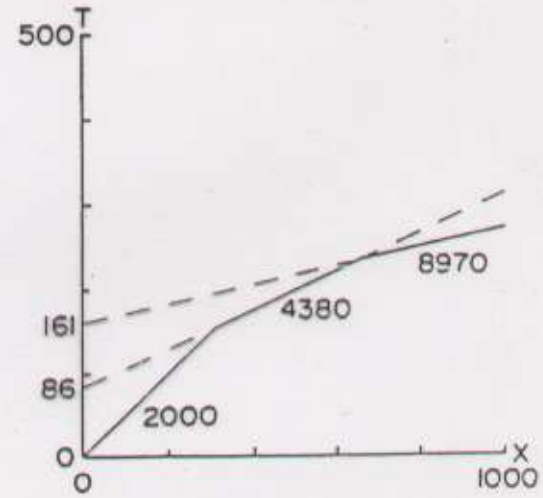


B.6. THREE-LAYER: TYPE 4

(a) Down-Dip



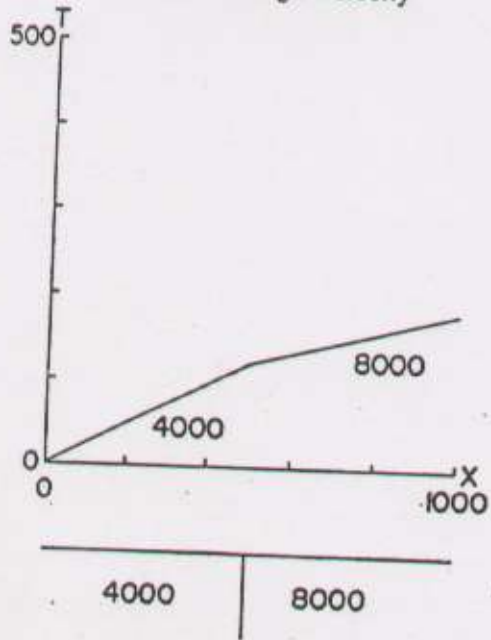
(b) Up-Dip



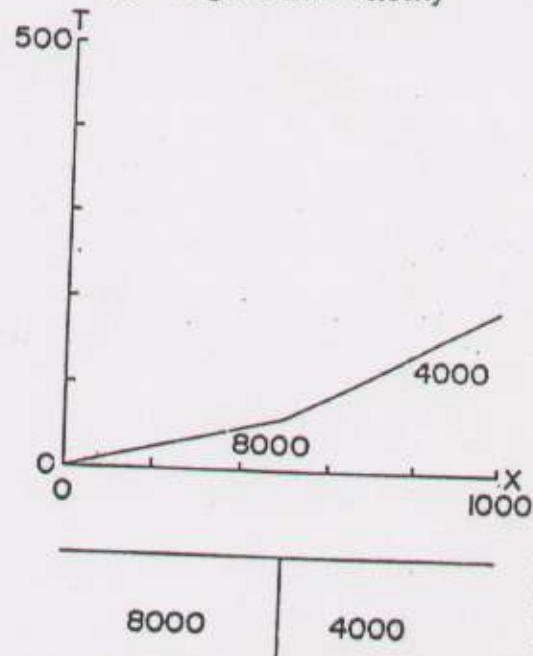
C. LATERALLY VARYING STRUCTURES

C.I. VERTICAL CONTACT

(a) Low to High Velocity

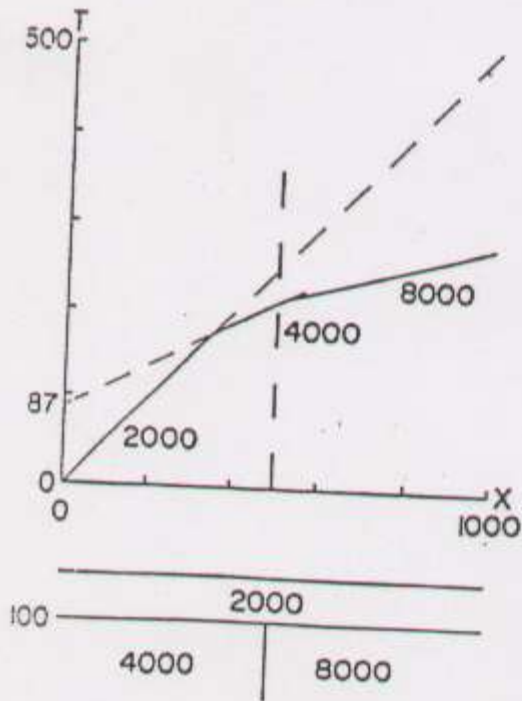


(b) High to Low Velocity

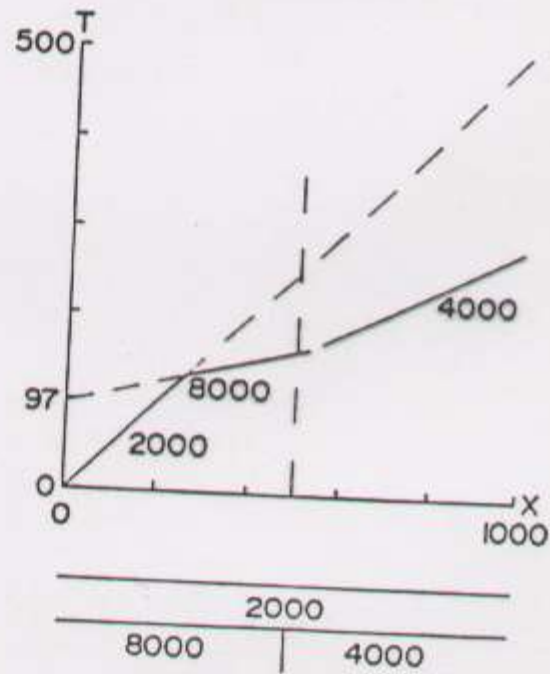


C.2. BURIED VERTICAL CONTACT

(a) Low to High Velocity

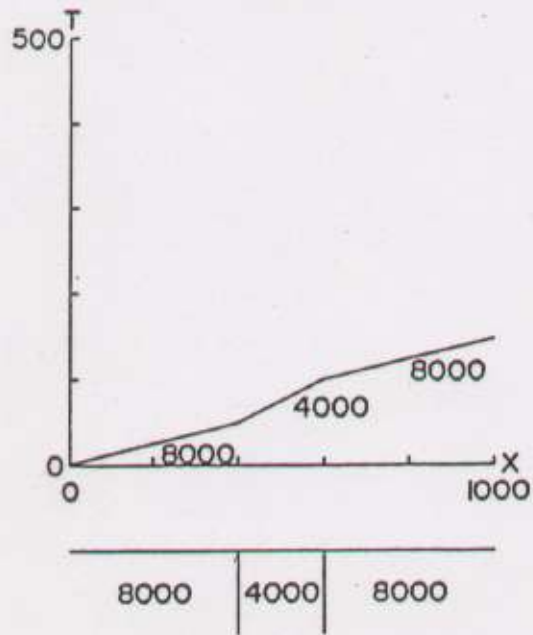


(b) High to Low Velocity

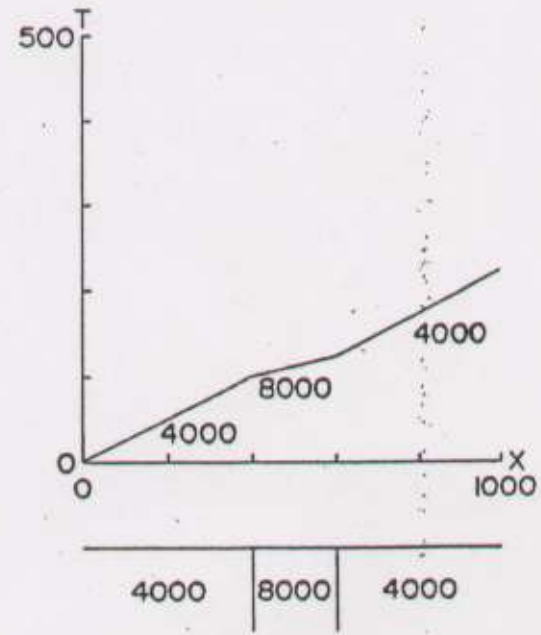


C.3. VERTICAL DIKE

(a) Low Velocity

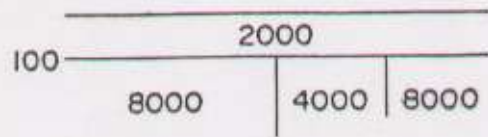
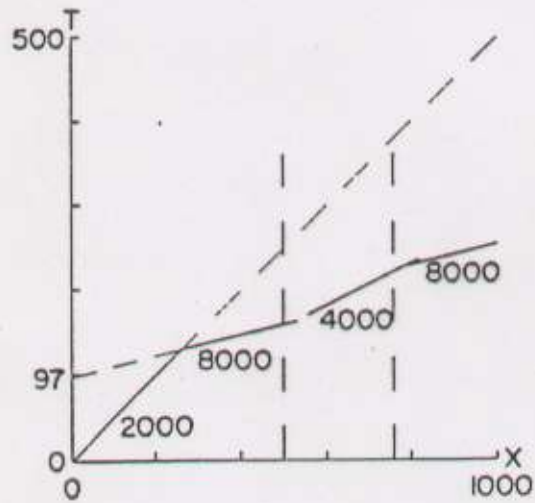


(b) High Velocity

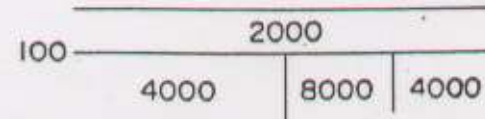
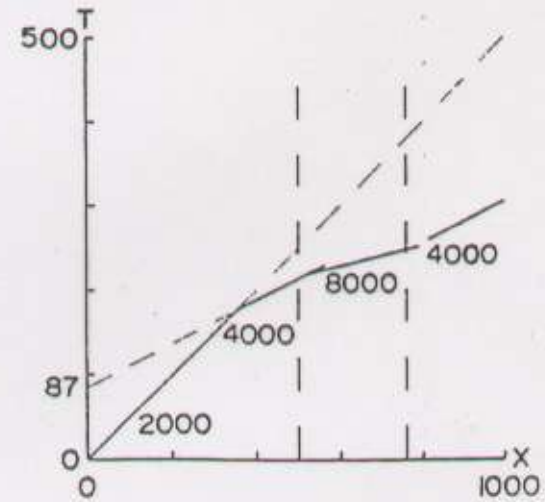


C.4. BURIED VERTICAL DIKE

(a) Low Velocity

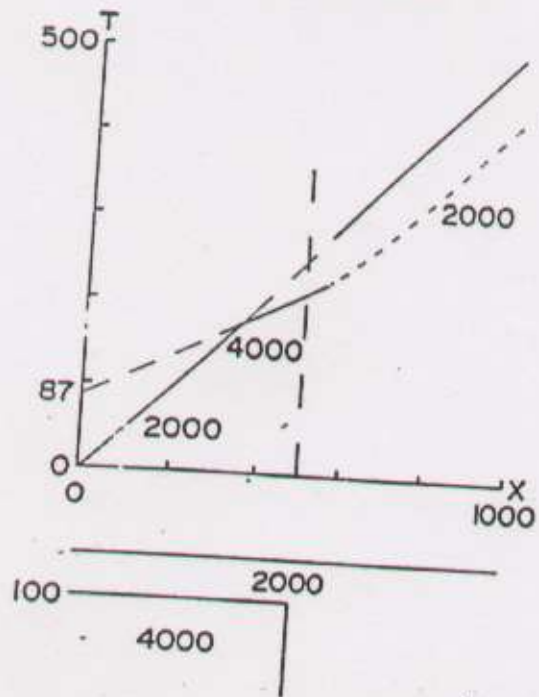


(b) High Velocity

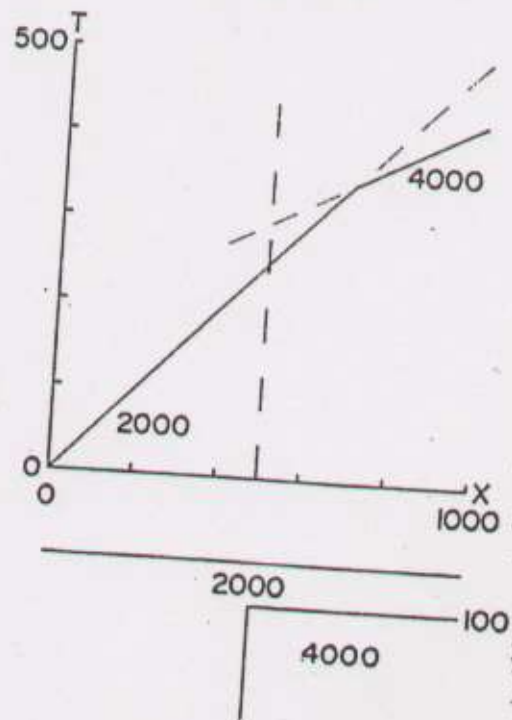


C.5. BURIED VERTICAL FAULT

(a) Down-Dropped

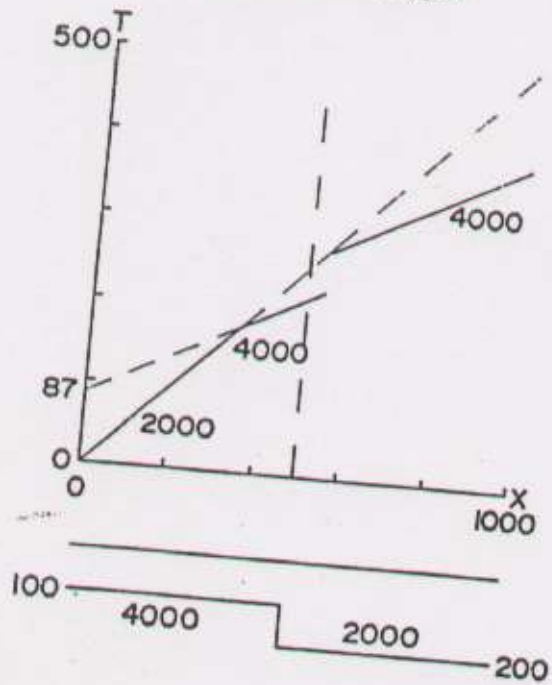


(b) Up-Lifted

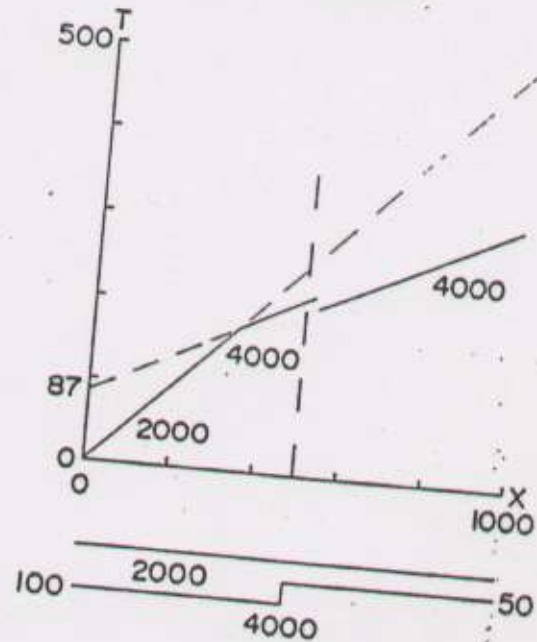


C.7.- BURIED STEP

(a) Down-Dropped

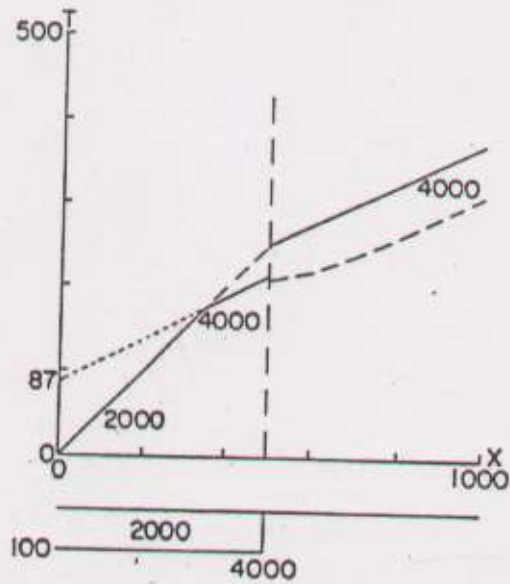


(b) Up-Lifted

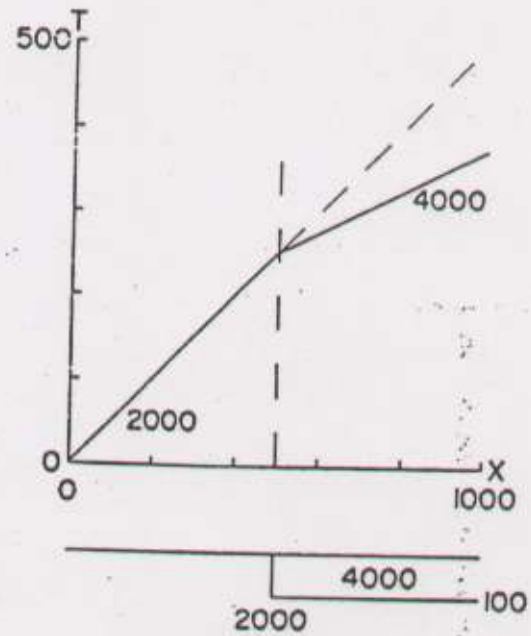


C.6. SURFACE STEP

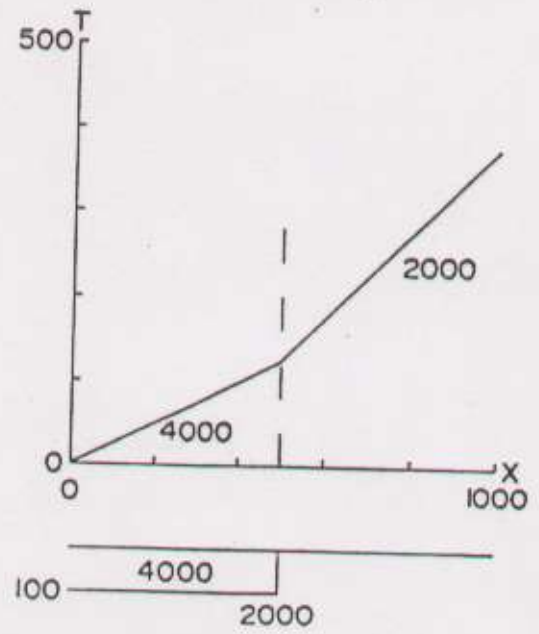
(a) Low to High Velocity: Type 1



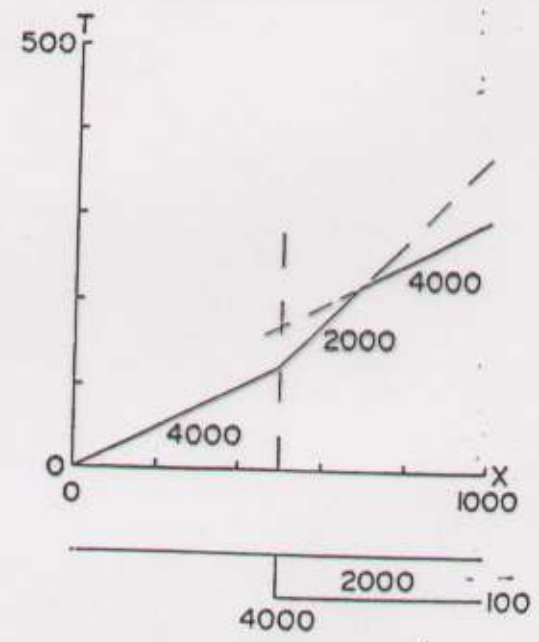
(b) Low to High Velocity: Type 2



(c) High to Low Velocity: Type 1

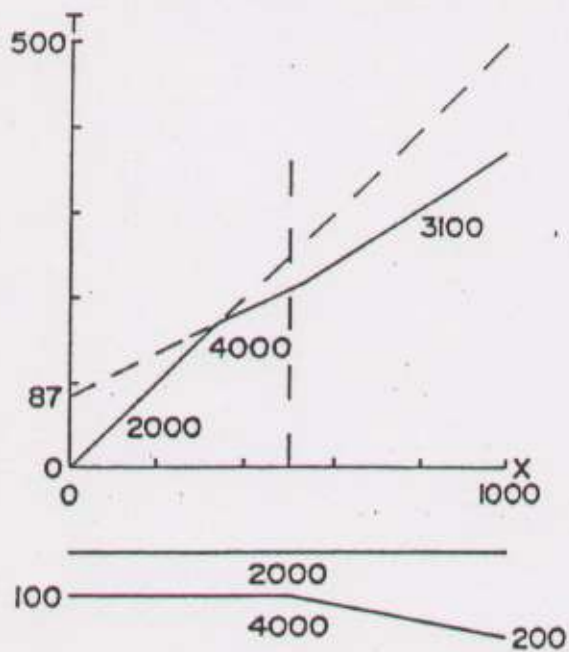


(d) High to Low Velocity: Type 2

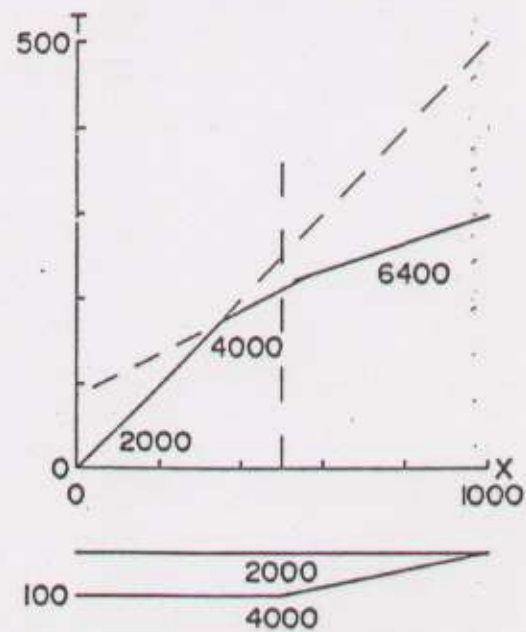


C.8. CHANGE IN DIP OF SUBSURFACE

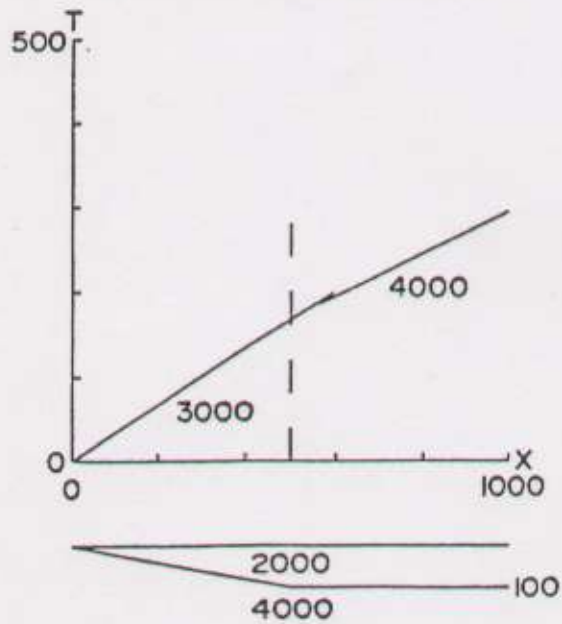
(a) Horizontal to Down-Dip



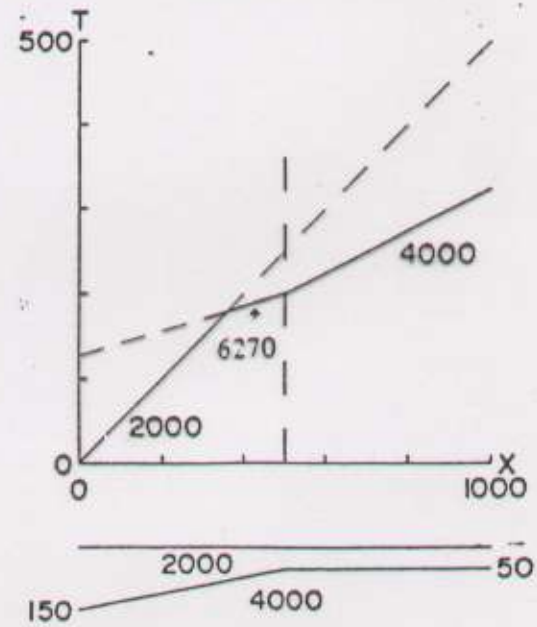
(b) Horizontal to Up-Dip



(c) Down-Dip to Horizontal

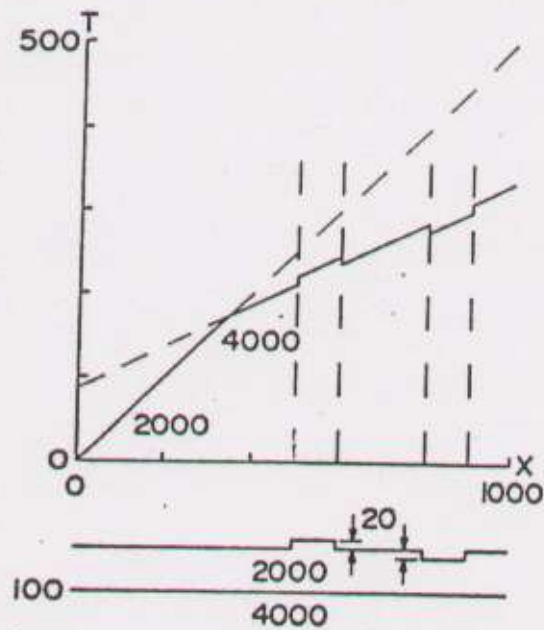


(d) Up-Dip to Horizontal

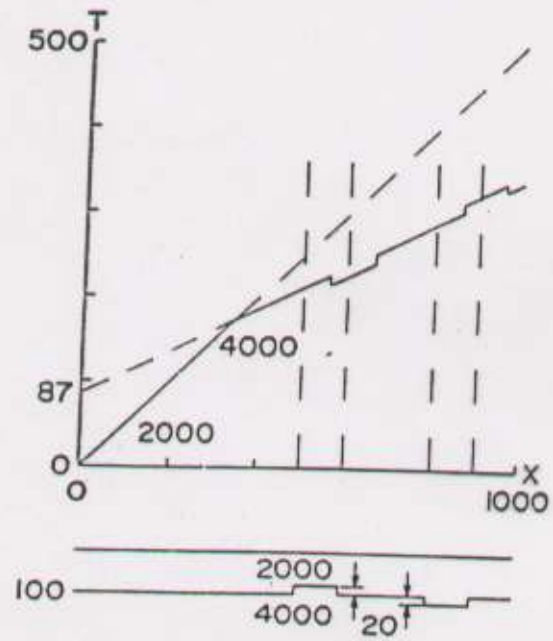


D. IRREGULAR BOUNDARIES

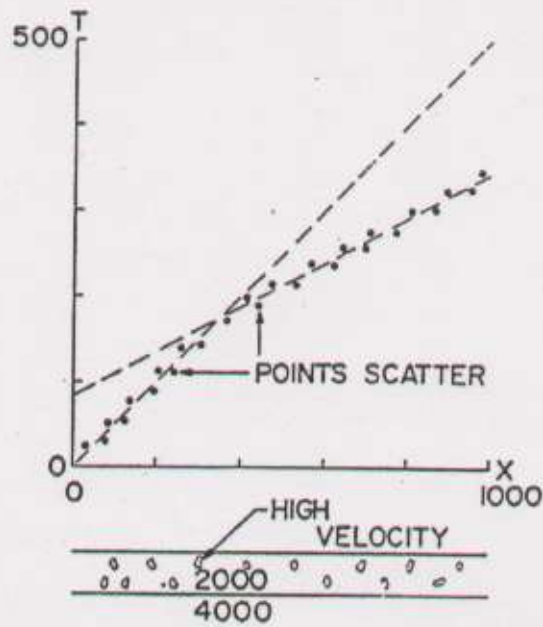
D.1. IRREGULAR SURFACE TOPOGRAPHY



D.2. IRREGULAR BEDROCK TOPOGRAPHY



D.3 BOULDERS IN OVER BURDEN



YERBİLİMLERİ

- Son yıllarda mesleğimizdeki yenilikler elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerden dolayı çok hızlı olmaktadır,
- Yerbilimlerinin (jeoloji-jeofizik) teknolojik yenilikler açısından yarılanma ömrü Tıptan sonra ikinci,
- Hidrokarbonun kullanımından beri dünyada en iyi kazanç getiren meslek grubu,
- Jeofizik Müh. ↔ Jeoloji Müh.
- Elektronik Müh. → Jeofizik Müh. (Aramco)
- İdeal sismik yorumcu
Arazi + Veri işlem + Yorum (TPAO'nun uyguladığı sistem)

SİSMİK YANSIMA VERİLERİNİN YORUMU

SİSMİK KESİTİN İÇERİĞİ

- Sismik kesitteki her yansımaya bir tabaka sınırmı, litolojik değişimi ve hız değişimini,
- Rezervuar özellikleri,
- Tektonik olayları,
- Düşey jeolojik kesit özelliklerini içerir.
- Sismik zaman kesitinde ölçek:
 - Yatay ölçek.....: 1/ 25000
 - Düşey ölçek.....: 10 cm/sn.
- Sismik derinlik kesitinde; yatay ve düşey ölçek 1/1 olmalıdır
- Sismik kesitler; Renkli, Wiggle olarak kullanılırlar.

TEMEL SİSİMİĞE BAKIŞ-BAZI TEMEL KAVRAMLAR

Sismik çalışmanın temel fikri basittir. Önce enerji bir kaynaktan üretilir ve yer içine sismik dalgalar şeklinde gönderilir. Sonra bu dalgalar yer içindeki yansıtıcı ara yüzeylerden geriye gelirler ve yeryüzüne serilmiş jeofonlarla alınırlar.

Sismik dalgaların özelliklerinin ve sismik dalganın yol alışında içerdiği fizik prensiplerinin bilinmesi gerekir:

Sıkışma (Compressional) Dalgası: Partikül hareketinin dalga hareketiyle aynı doğrultuda olduğu sismik dalga tipidir. Bu, sismik arama esnasında olan dalga tipidir. P dalgası, primer dalga ve boyuna dalga olarak da isimlendirilir.

Makaslama (Shear) Dalgası: Partikül hareketinin dalga hareketine dik doğrultuda olduğu sismik dalga tipidir. S dalgası, sekonder ve transvers dalga olarak da isimlendirilir.

Dalga Cephesi: Bir sismik bozukluk sonucu, zamanın verilen bir anında, partiküllerin üzerinde beraberce hareket ettikleri yüzeydir.

Işın Yolu: Sismik enerjinin yol aldığı farzedilen, dalga cepheslerine dik hayali hattır. Kaynakla, refleksiyonu içeren gözlem istasyonu arasındaki en kısa yoldur.

Genlik: Denge durumunda olan maksimum yerdeğiştirme.

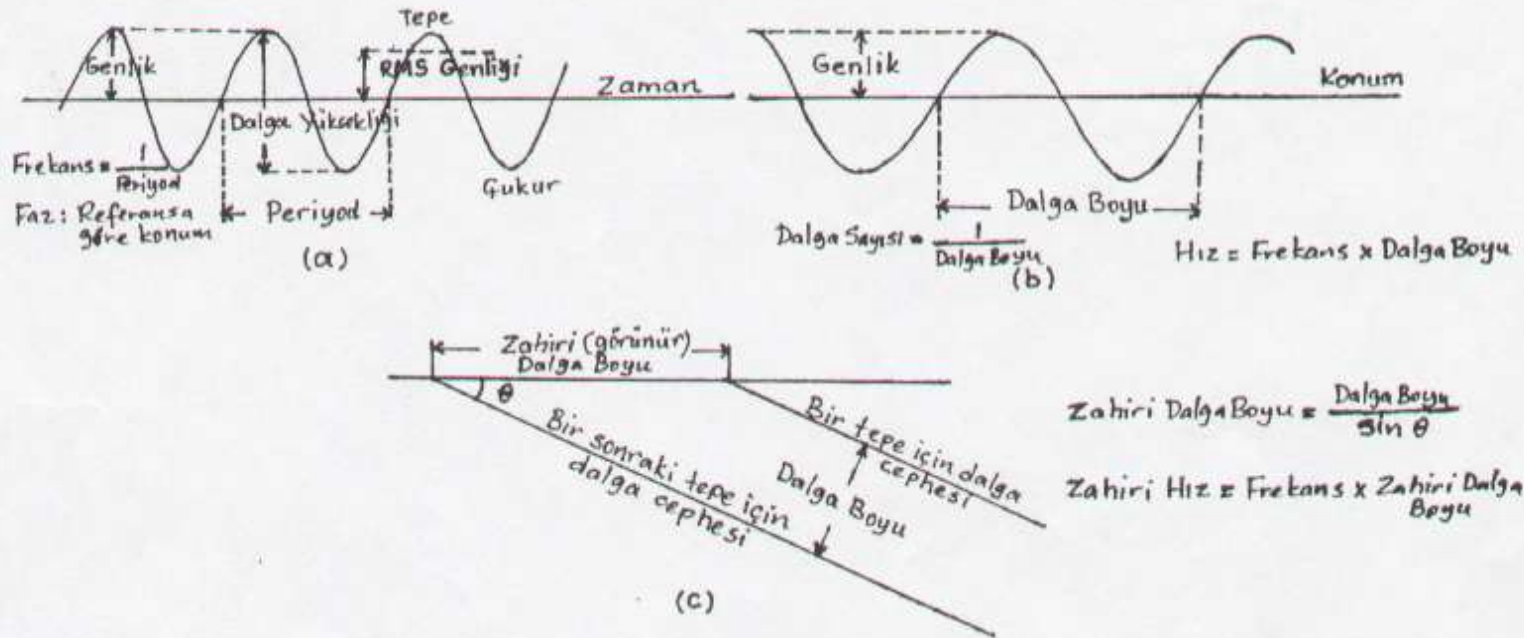
Periyod: Bir periyodik sismik dalganın tekrarlanma zamanı.

Frekans: Bir periyodik dalga için tekrarlanma oranı. Periyodun tersi.

Dalga Boyu: Dalga cephesine dik olarak ölçülen, bir dalga üzerinde birbirini izleyen benzer noktalar arasındaki uzaklıktır.

Hız: Dalga cephesi tarafından katedilen uzaklığın, bu uzaklığı katetmek için geçen zamana bölümüdür. Frekansla dalga boyunun çarpımına eşittir.

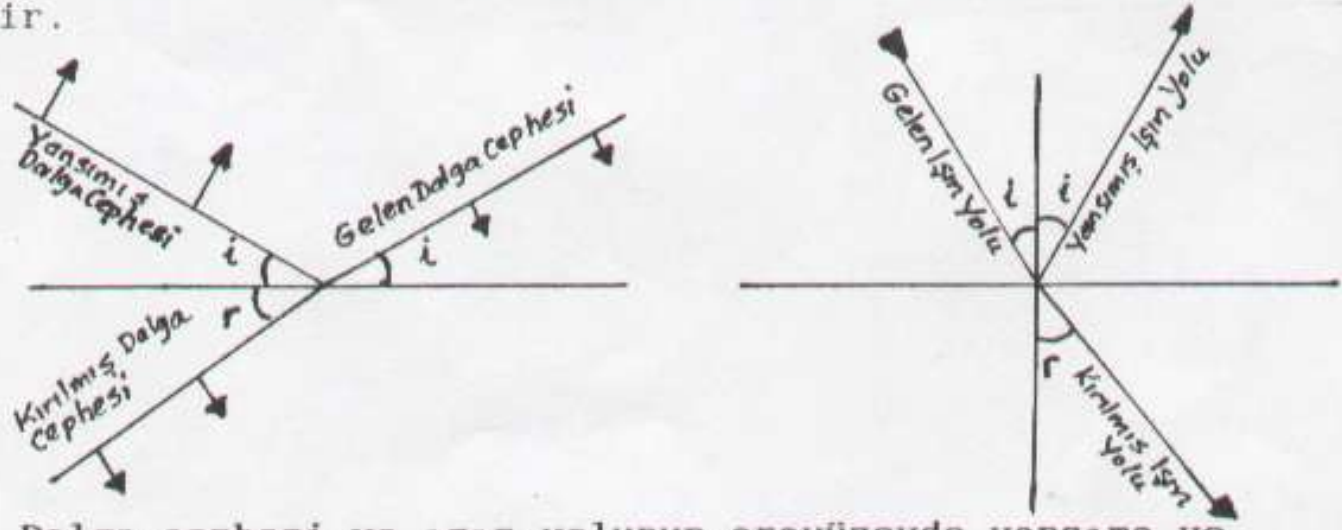
Zahiri (Görünür) Dalga Boyu: Dalga cephesi ile bir açıda ölçülen bir dalga üzerindeki birbirini izleyen benzer noktalar arasındaki uzaklık. Örneğin, birbirini izleyen dalga tepelerini gören yeryüzündeki jeofonlar arasındaki uzaklık. Görünür dalga boyu ile gerçek dalga boyu arasındaki ilişki dalga ile gözlem hattı arasındaki açıya bağlıdır. Bu durum aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır.



Zahiri (Görünür) Hız: Frekansla zahiri dalga boyunun çarpımıdır.

Yansımaya Yasası: (i) Gelme açısı yansımaya açısına eşittir.

Snell Yasası: (i) Gelme açısının sinüsü herbirinin hızlarından dolayı (r) kırılma (refraksiyon) açısının sinüsü ile ilişkilidir.



Dalga cephesi ve ışın yolunun arayüzeyde yansımaya ve kırılması.

Akustik Dalga: Akustik dalga, enerjinin partikül hareketi aracılığıyla bir yerden diğer bir yere nakledilmesini sağlar.

Sismik Dalga: Bir katı materyal (örneğin normalde bir kayac) içindeki bir akustik dalgadır. Diğer dalga tiplerinde olduğu gibi, enerjinin kinetik ve potansiyel biçimleri arasındaki bir yayılım değişmesini (aralarındaki değiş tokuşu) ifade eder. Bunlardan kinetik biçimi partiküllerin hareketini, potansiyel biçimi ise partiküller arası (veya "elastik") kuvvetlerin etkisini gösterir.

Elektrik ile akustik hal arasında aşağıdaki basit benzeşim (analoji) kurulabilir.

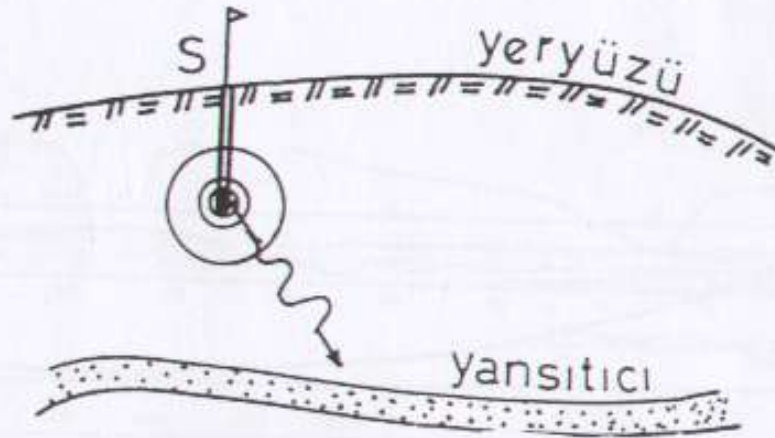
ELEKTRİK

Voltaj-Elektrik, basınç gibi davranır,
Akım-Akışı sağlar,
Elektrik empedans-Akışı sınırlar.

AKUSTİK

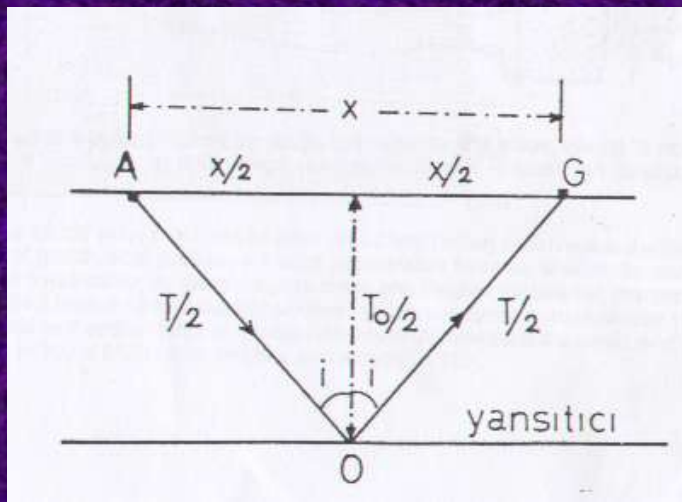
Akustik basınç
Partikül hızı
Akustik empedans

İlk patlama "**atış**" (shot) olarak adlandırılır. Atışın yapıldığı yüzey noktasına "**atış noktası**" (shot point), bunun sonucu oluşan ses dalgacığına "**kaynak dalgacığı**" (source wavelet) denilir (Şekil-II.7).



Şekil-II.7: Atış noktası ve kaynak dalgacığı şematik olarak gösterilmiştir.

Tabakalar arasındaki sismik özellik farkına "**akustik empedans**" farkı denilir. Bu ise tabakaların hız ve yoğunluk farklılıklarından elde edilir. Tabaka sınırlarından yansıyan dalgalara "**yansıma**" ya da "**refleksiyon**" adı verilir. Yansımaların yüzeyde alıcılar tarafından belli bir zaman süresince kaydedilmiş şekline "**sismik iz**" (seismic trace) denilir. Yansımanın meydana geldiği yüzeyin altındaki tabakaya "**yansıtıcı**" ya da "**reflektör**" adı verilir.



SİSMİK DALGACIK

$$\omega(t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(2\pi f t - \Phi_n)$$

Genlik
Frekans
Faz

Zaman

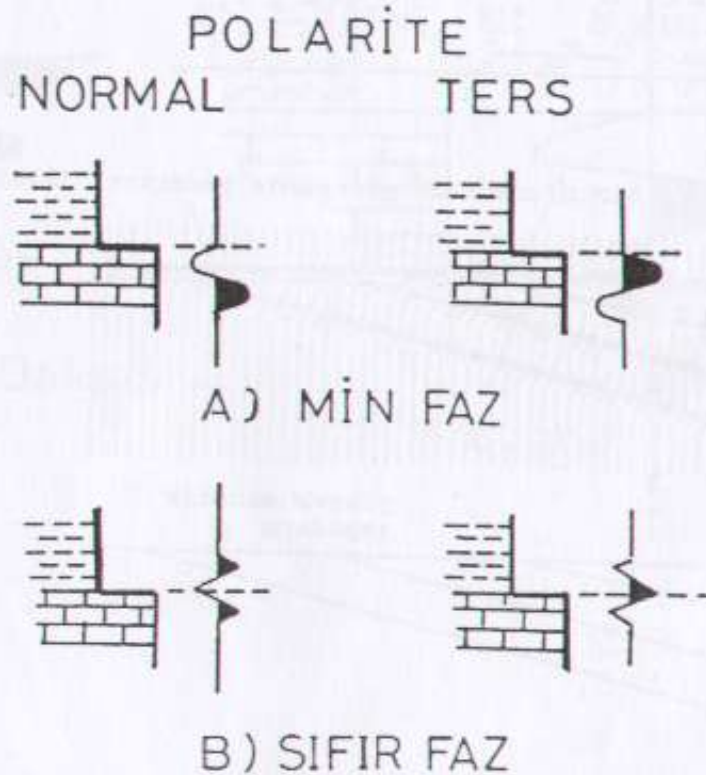
AKUSTİK EMPEDANS: yoğunluk x hız

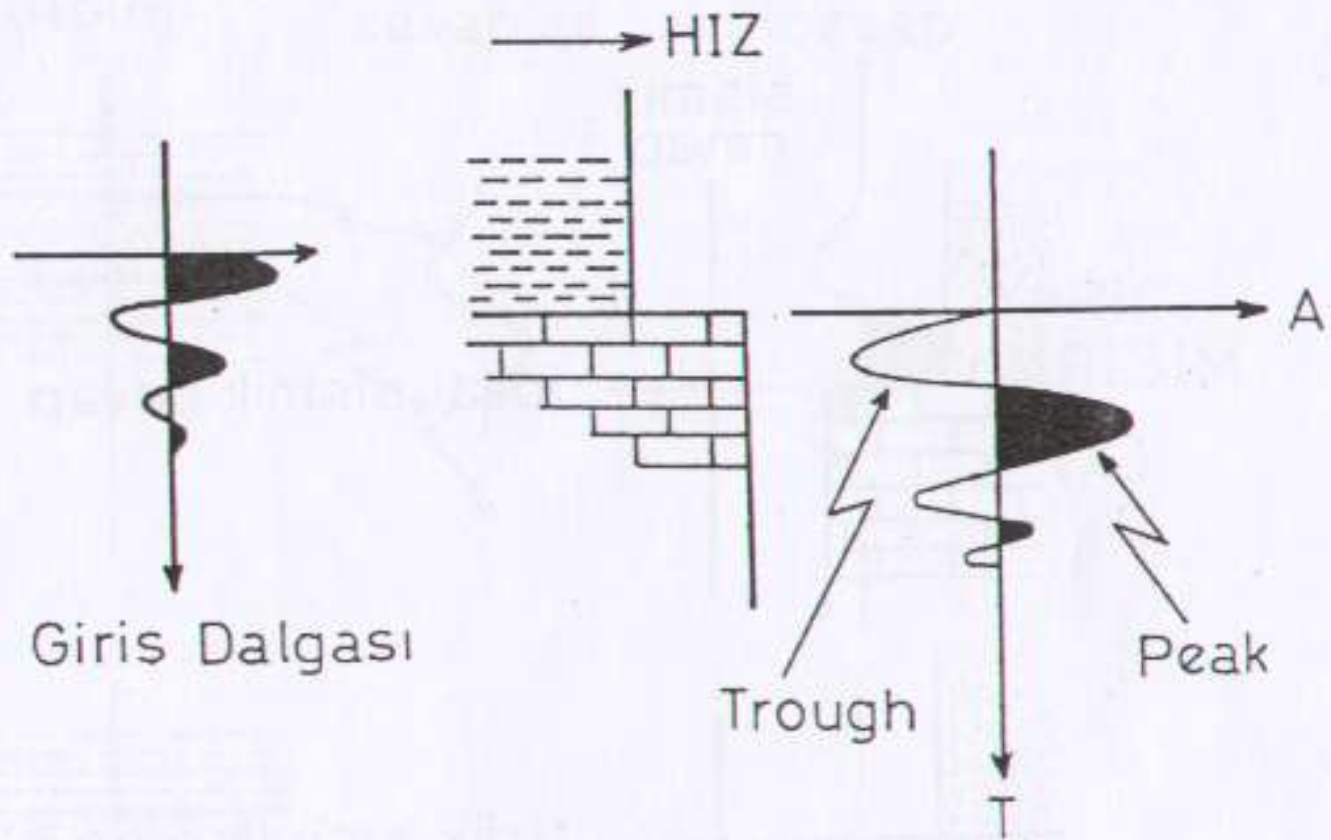
SİSMİK DALGACIK

TABLE I-1
Seismic Measurements

Direct	Distance	Str.
	Time	
	Amplitude	
	Polarity	
Indirect	Velocity	Attributes
	Frequency	
	Phase	

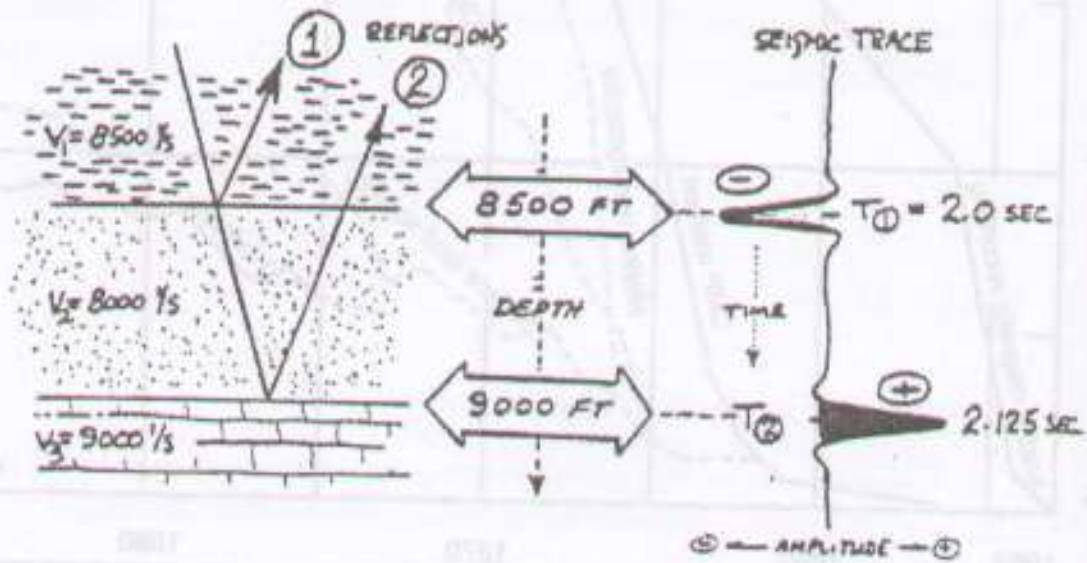
Her yansıtıcıdan oluşan yansımalar sismik kesitlerde görülmeyebilirler. Bunlar çok zayıf olabilirler veya diğer kuvvetli refleksiyonların birbirine yaklaşmaları sonucu bastırılabilirler. Eğer üstteki tabaka alttakinden daha düşük hızlı ise, yani düşük akustik empedansa sahip ise yansıma "**pozitif**", bunun tersi ise "**negatif**"tir. Aynı reflektörden gelen pozitif ve negatif refleksiyonlar şekil olarak birbirinin aynı olup biri diğerinin tersidir. Bunların sismik kesitlerde gösterilme tarzı "**polarite**" (polarity) olarak bilinir





SİSMİK YANSIMA

Sismik yansımaya; litolojiye, formasyon ara hızına ve tabakanın eğimine bağlıdır.



AKUSTİK YANSIMA



$$2 * (\text{distance}) = (\text{velocity}) \times (\text{time})$$

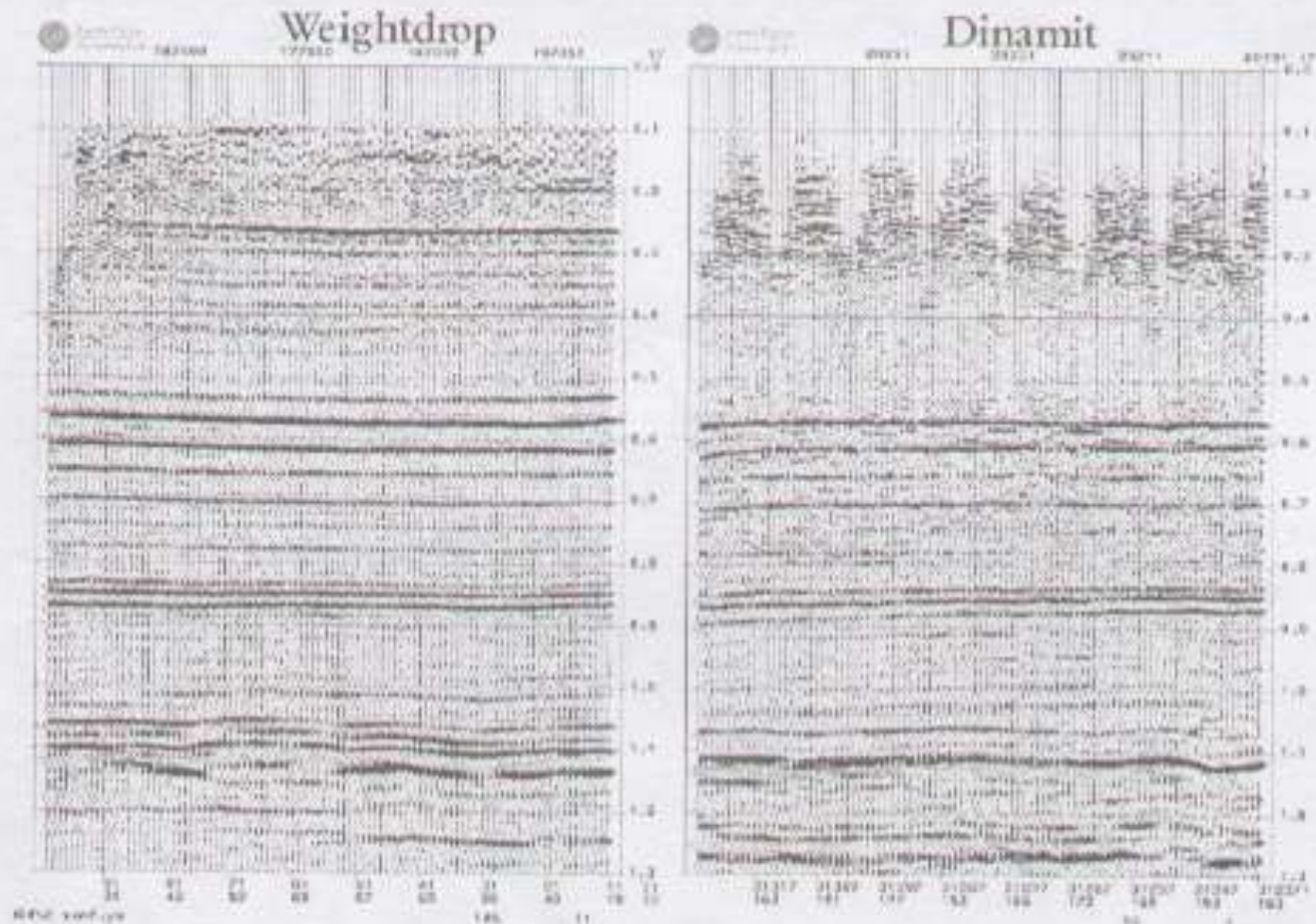
AĞIRLIK DÜŞÜRME



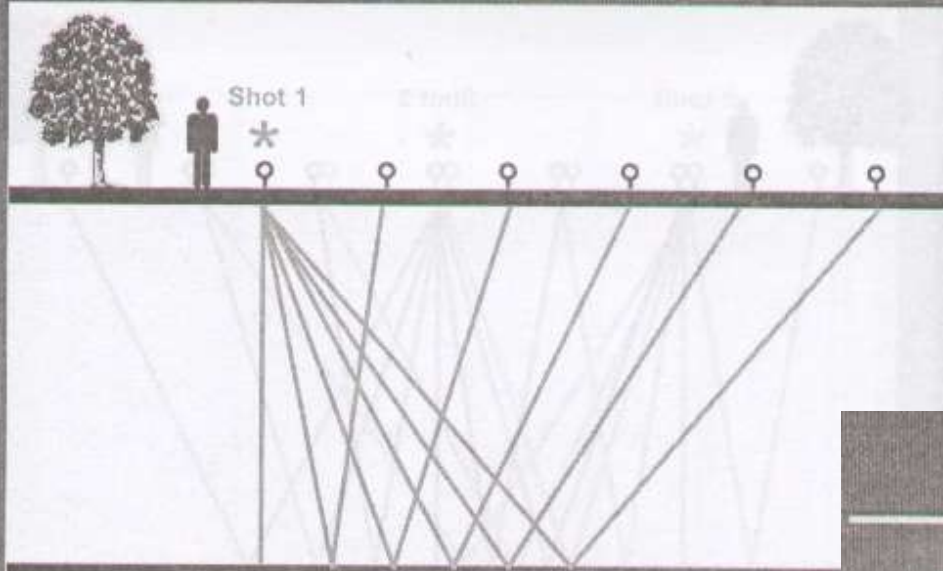
DİNAMİT



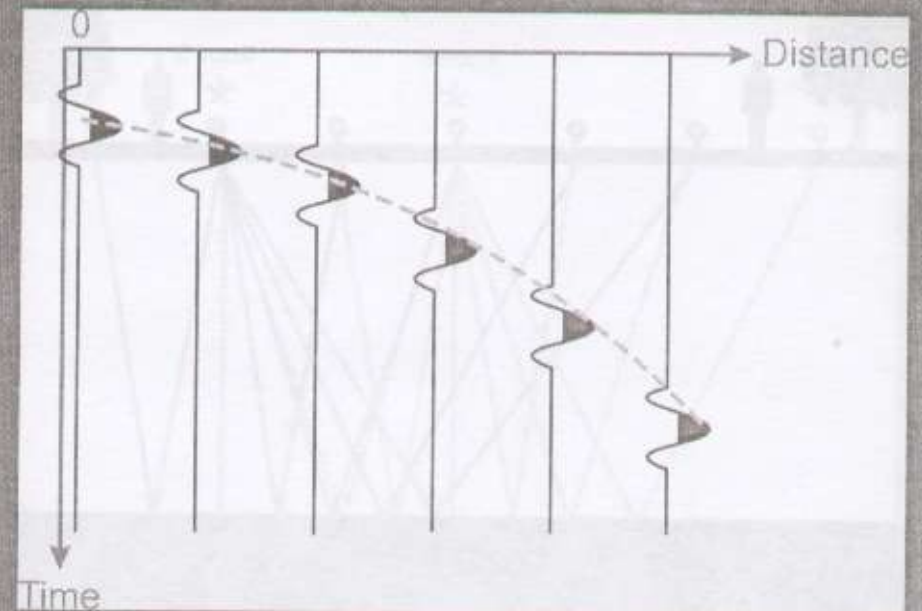
ENERJİ KAYNAKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI



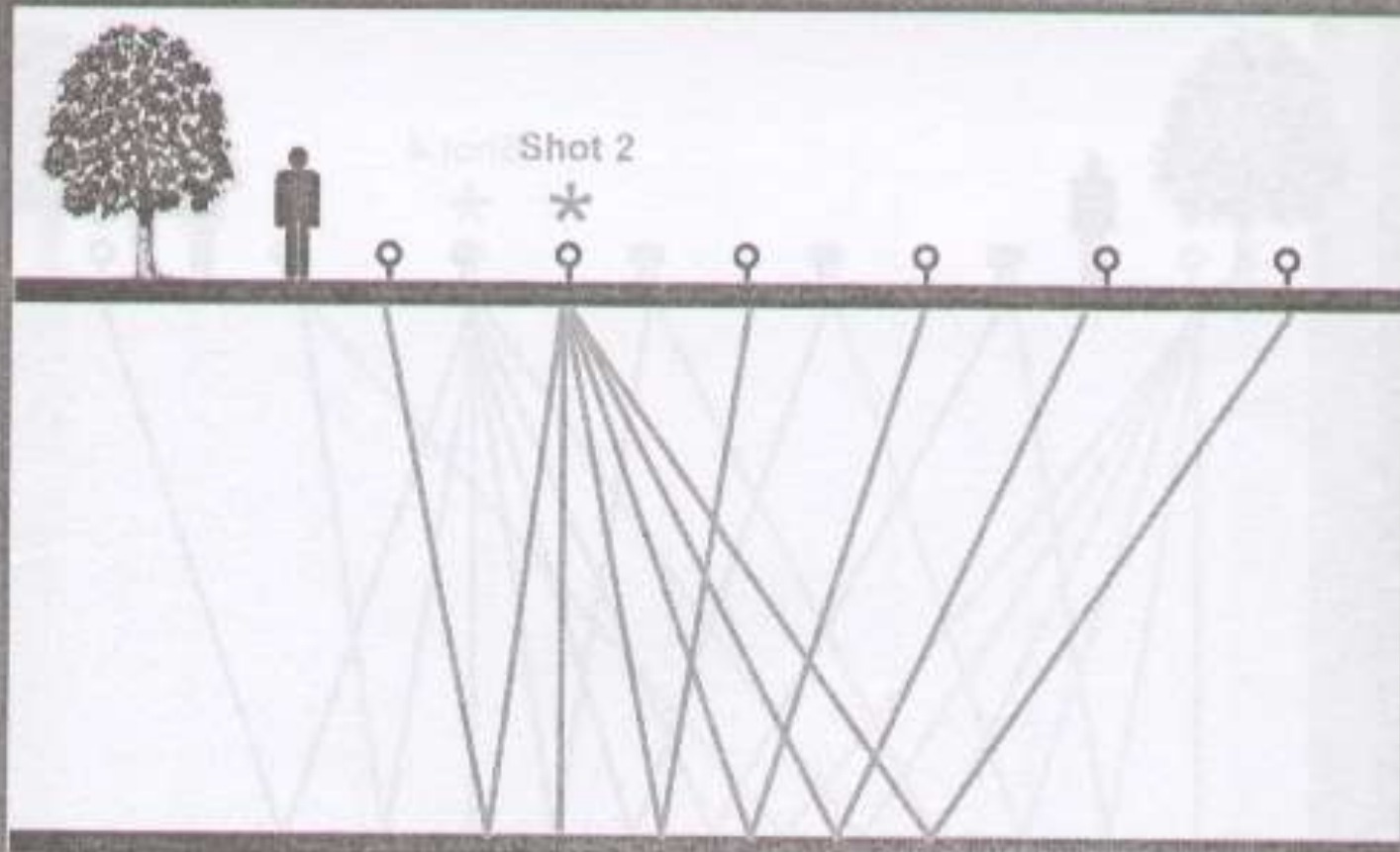
Seismic Data Acquisition Geometries



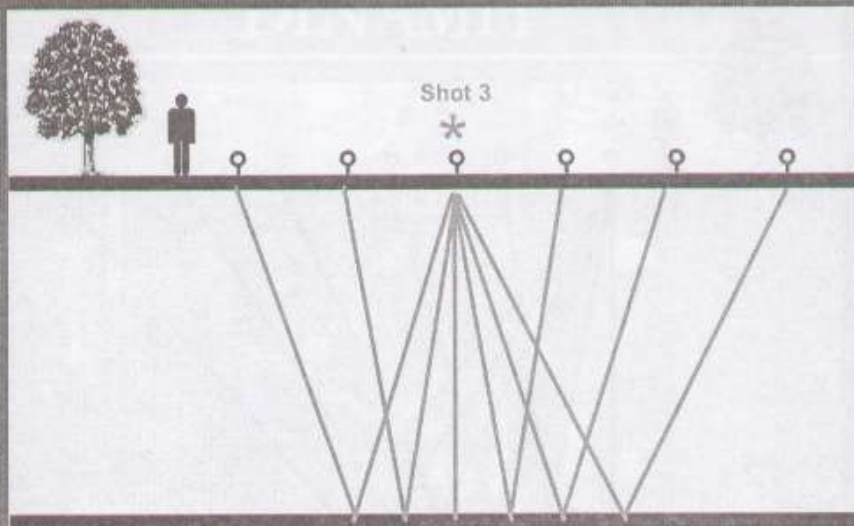
Seismic Field Records Shot No. 1



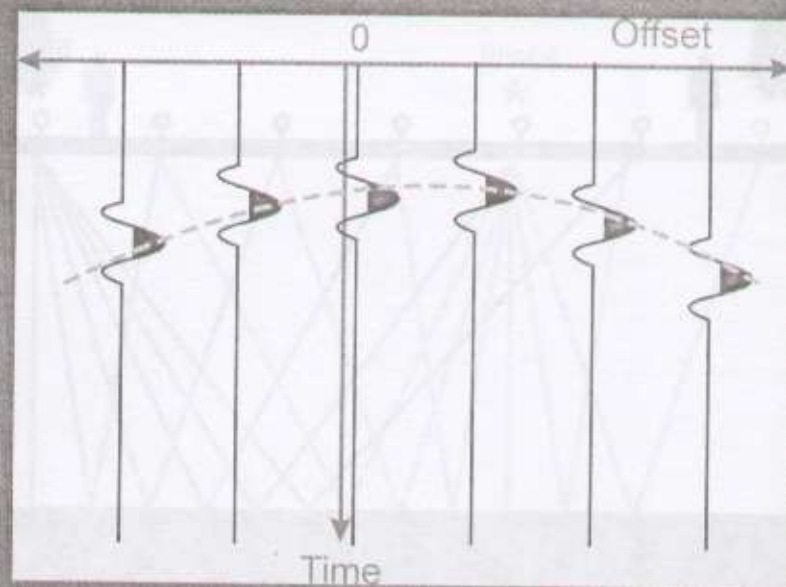
Seismic Data Acquisition Geometries



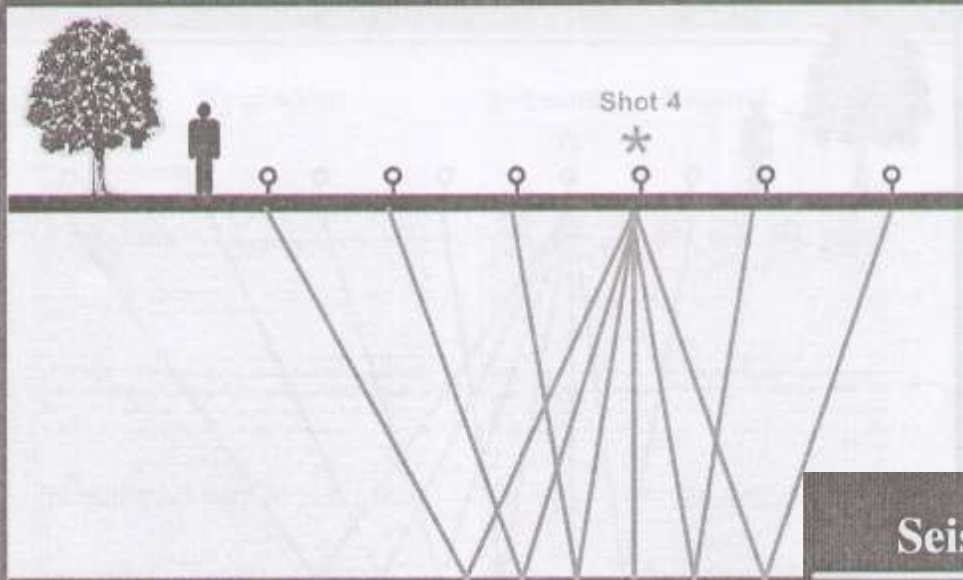
Seismic Data Acquisition Geometries



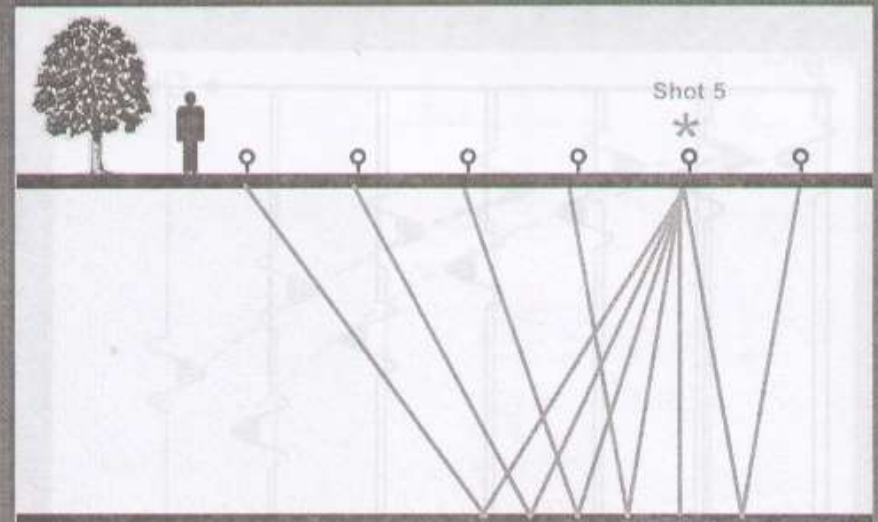
Seismic Field Records Shot No. 3



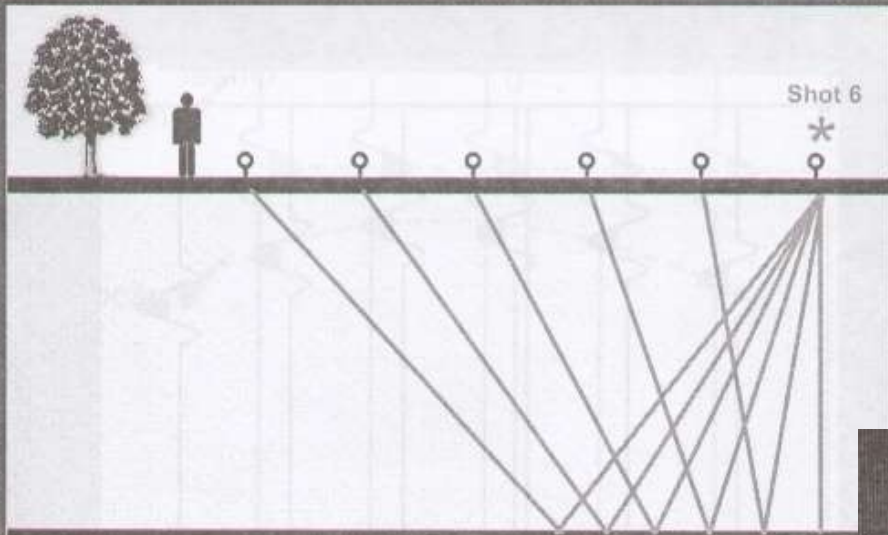
Seismic Data Acquisition Geometries



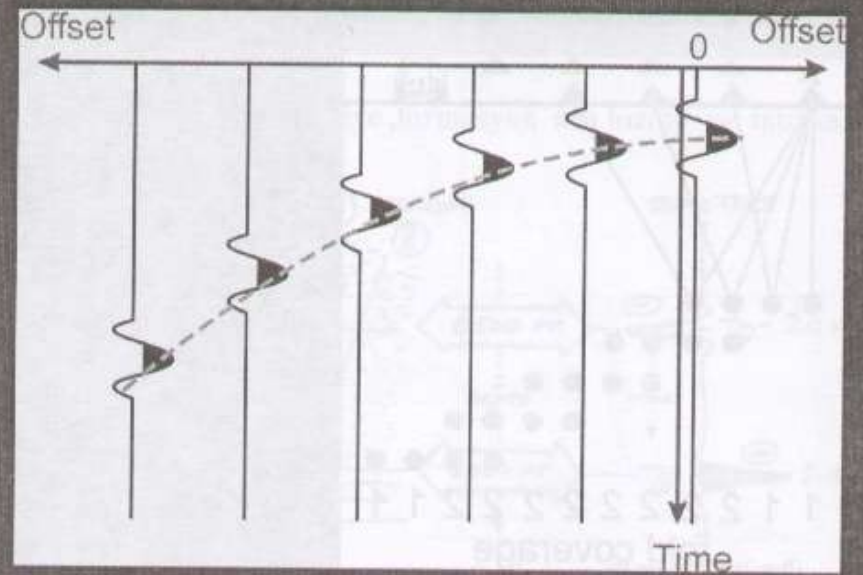
Seismic Data Acquisition Geometries



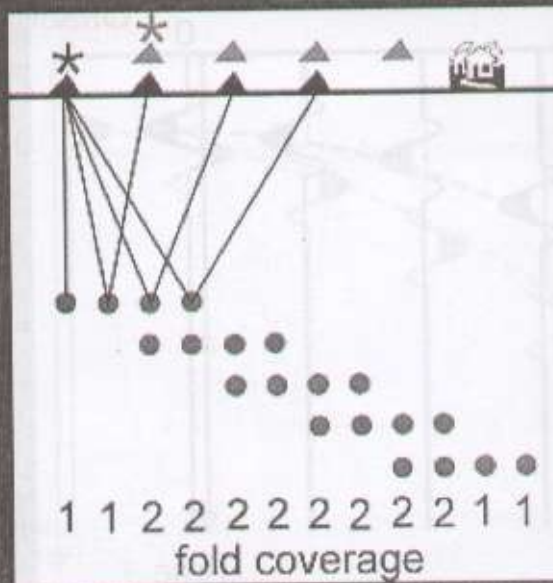
Seismic Data Acquisition Geometries



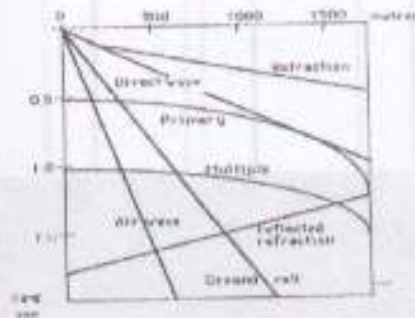
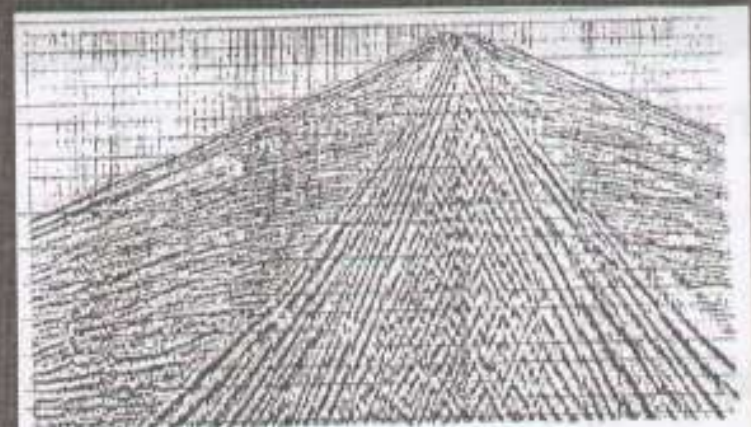
Seismic Field Records Shot No. 6



ORTAK YANSIMA NOKTASI (Fold)



SİSMİK KAYITLAR



Typical velocities

- Refraction: 2000 m/s
- Reflection: 3000 m/s
- Sound through water: 1500 m/s
- Ground roll: 500 m/s
- Air: 330 m/s
- Direct wave: 500 m/s
- Multiple: 3000 m/s
- Shall wave = $1/2$ P-wave