

# JFM238 GENEL JEOFİZİK

SİSMİK



Dr. Begüm Çıvgın

[bkoca@eng.ankara.edu.tr](mailto:bkoca@eng.ankara.edu.tr)



Ankara Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü H Blok OdaNo. 209

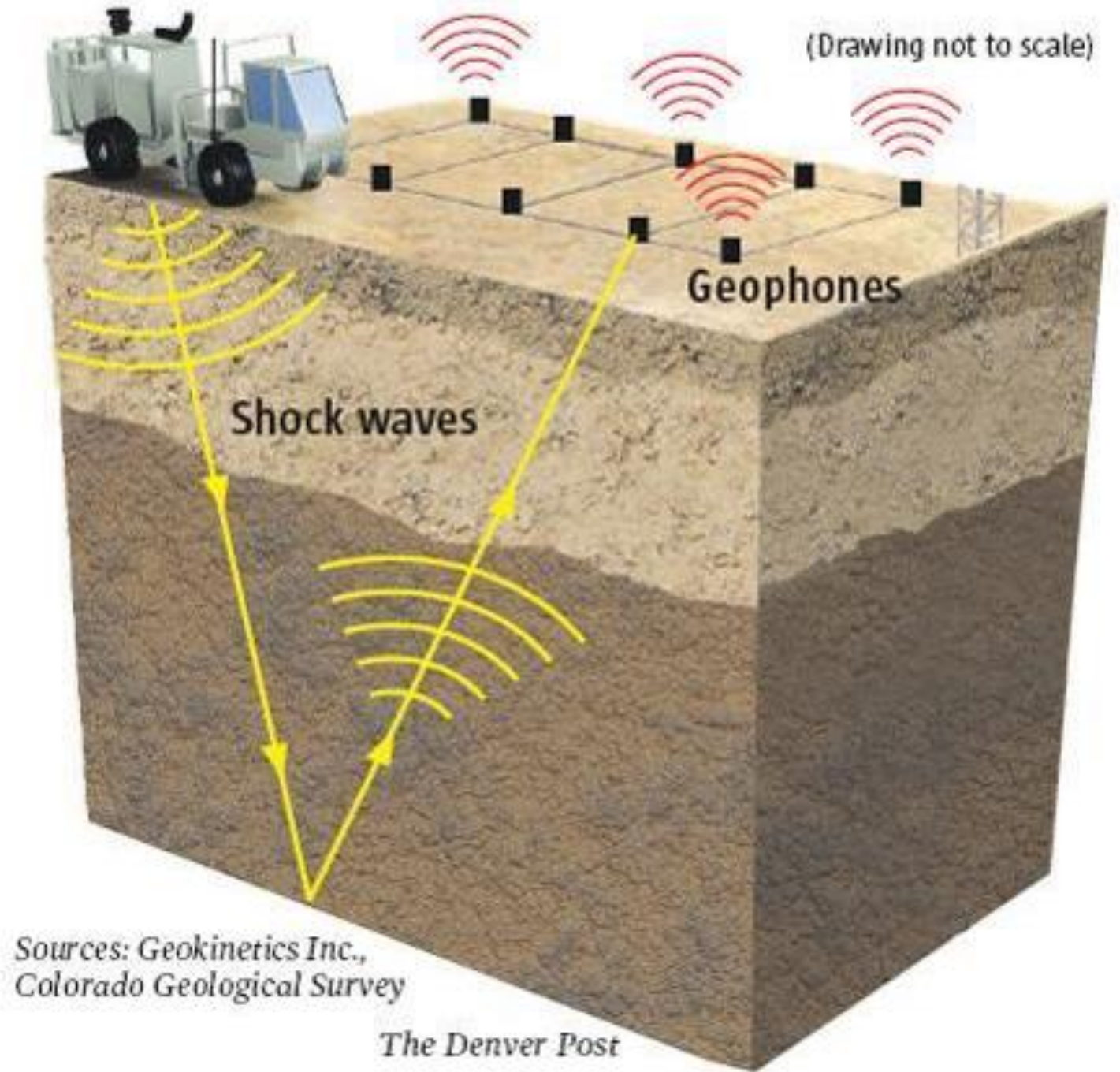


0 (312) 600 01 00 - 1832

# SİSMİK YÖNTEM

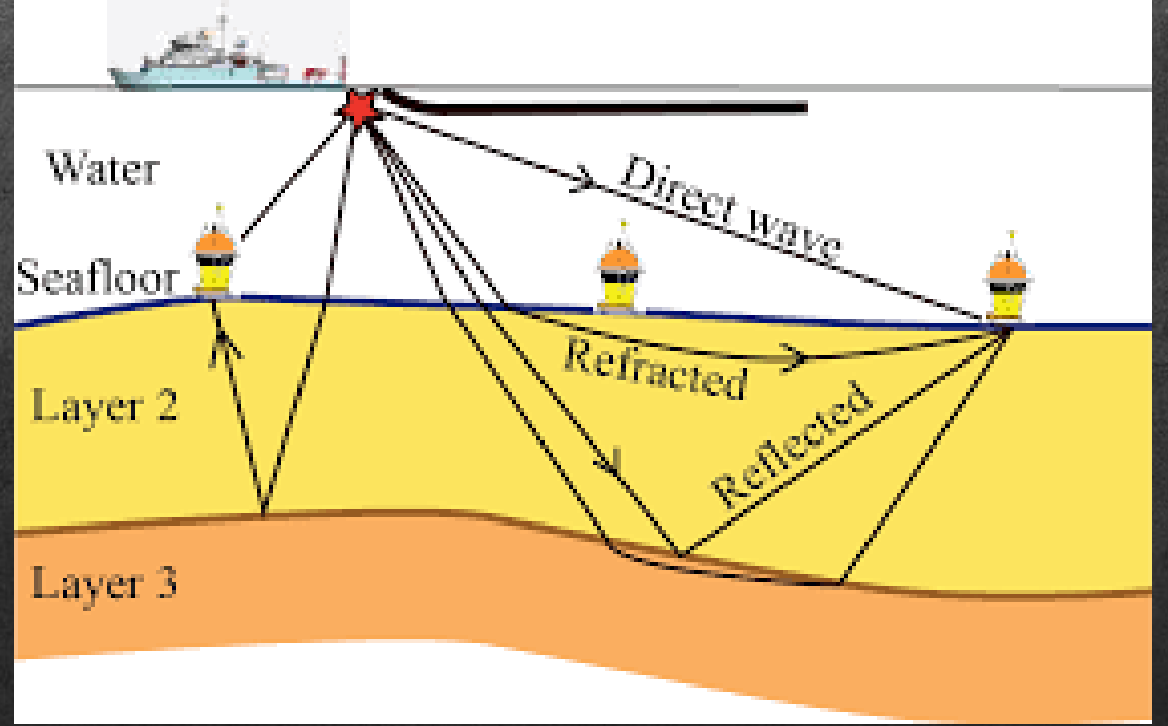
Sismik yöntemler yer altındaki jeolojik tabakaların durumlarını saptamada elastik dalgaların, yer içerisinde yayılması ile ilgili fizik prensiplerine dayanır.

Genel olarak veri toplama ve değerlendirme açısından pratik, hızlı ve ekonomiktir.



# SİSMİK YÖNTEM

- Yoğunluk ve elastik parametrelere bağlı olan sismik dalgaların **seyahat zamanı** ve **genlikleri** ölçülür.
- Sismikte P ve S dalgaları ve özellikle, daha hızlı olduğu ve önce geldiği için, P dalgaları kullanılır.
- Dalgaların yansıma ve kırılmalarından yararlanarak yeraltındaki tabakaların derinliği, eğimi ve sismik dalga hızları, dolayısıyla, yoğunluk ve **elastik parametreler** belirlenir.



•Lame Sabiti

•Kayma Modülü

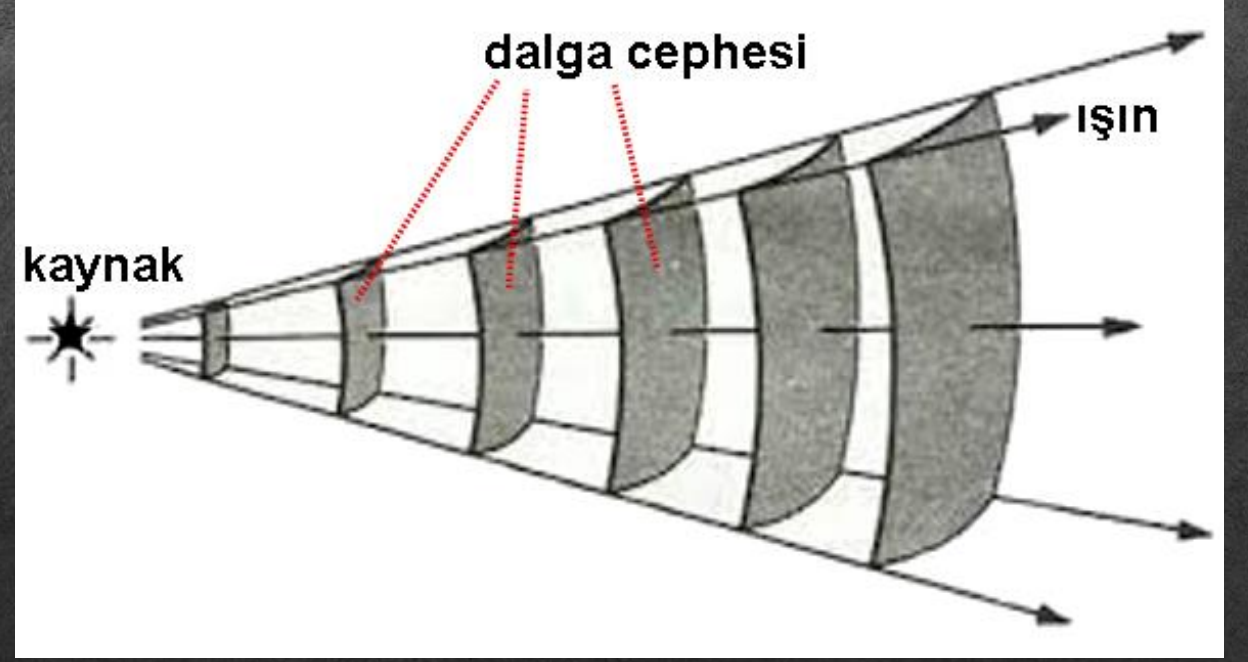
• Elastisite (Young) Modülü

•Poisson Oranı

•Bulk Modülü

# SİSMİK DALGA CEPHESİ

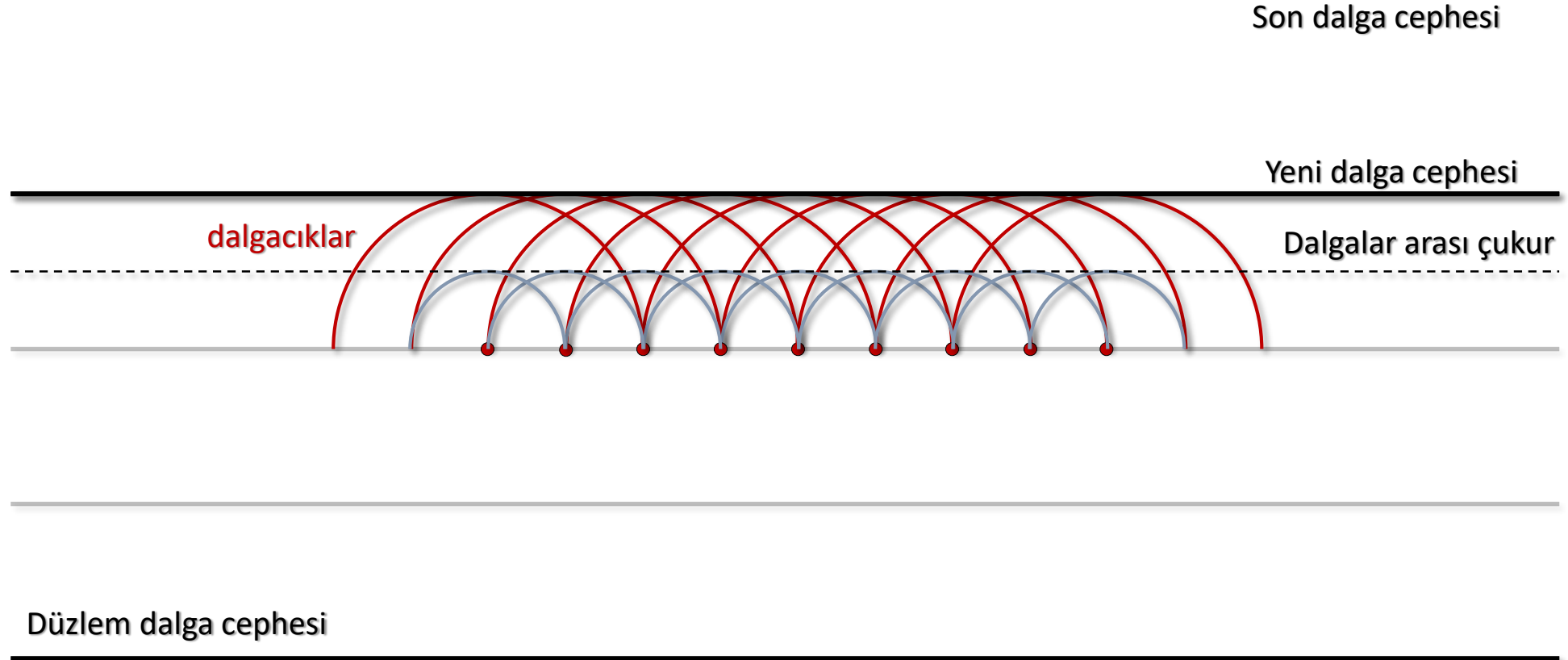
*Dalga cephesi herhangi bir anda titreşimlerin ulaştığı noktaların oluşturduğu yüzeydir.*



- Sismik ışınlar dalga cephesine diktir.
- Gerçekte ışınlar yoktur, dalga cepheleri vardır fakat dalgaların anlaşılabilmesi ve matematik ve hesaplamalar yapılabilmesi için ışınlar kullanılmaktadır.

# HUYGENS PRENSİBİ

«Dalga cephesi üzerindeki noktalar yeni küresel dalgacıklar üreten kaynaklar gibi davranır»  
Oluşan ikincil dalgalar yeni bir dalga cephesi oluşturur.



# FERMAT PRENSİBİ

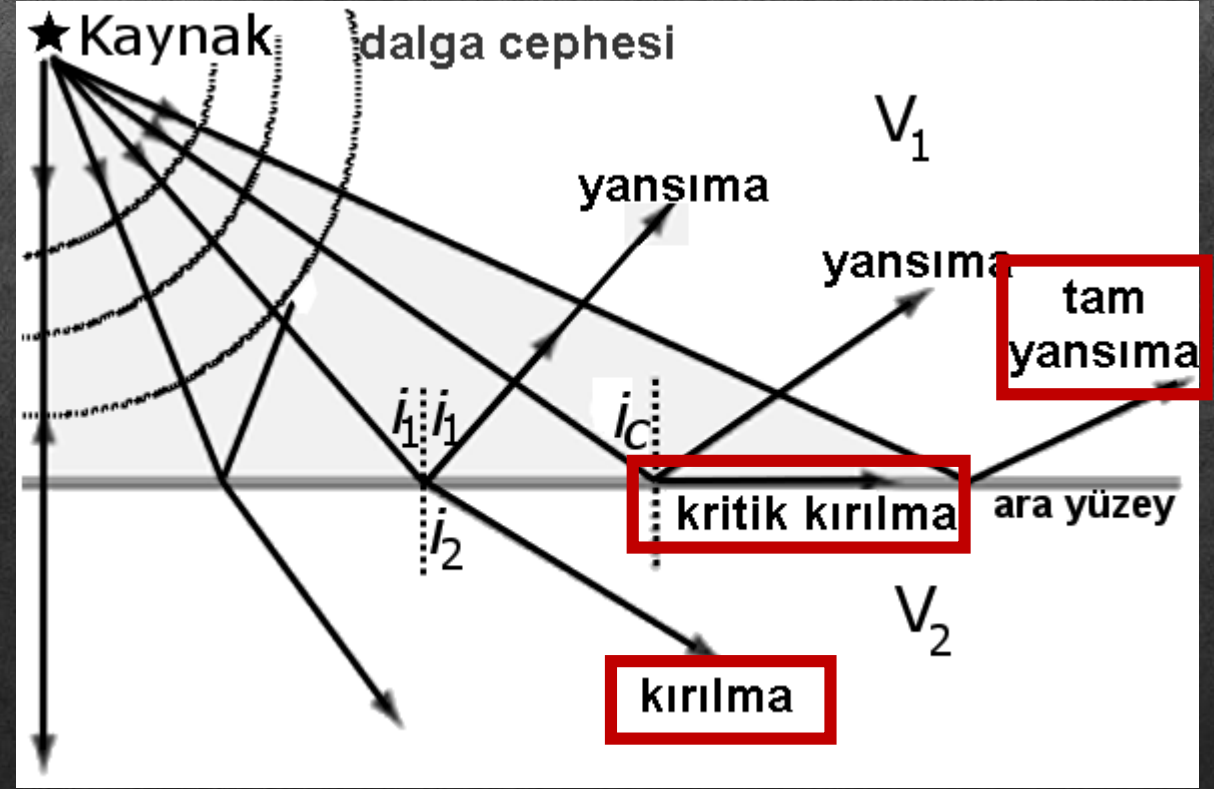
«Sismik ışınlar iki nokta arasındaki en kısa yolu izler»

Bir ara yüze ulaşan ışınlar **Snell yasasına** göre, ara yüzeye gelen ışın ara yüzeyin normali ile yaptığı açıya ve tabaka hızlarına bağlı olarak ilerler.

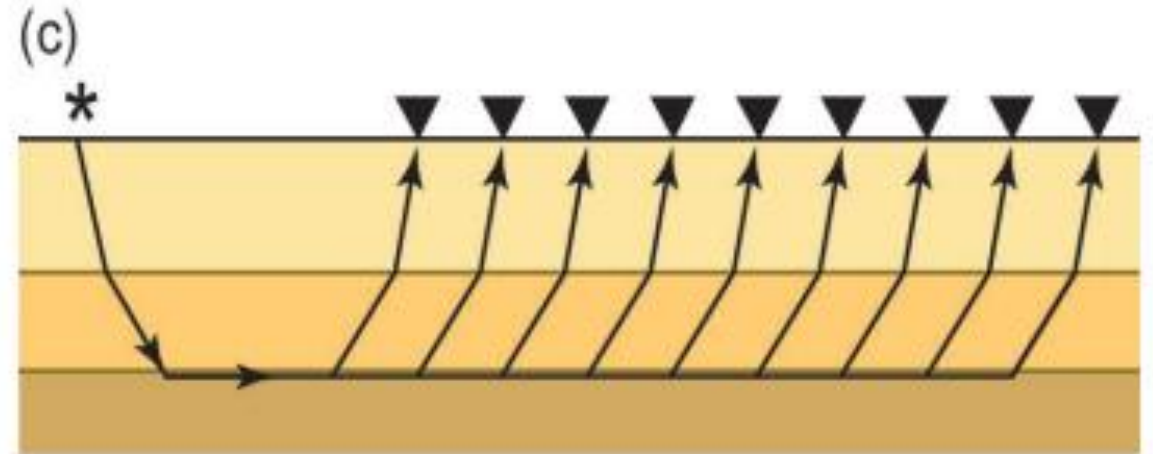
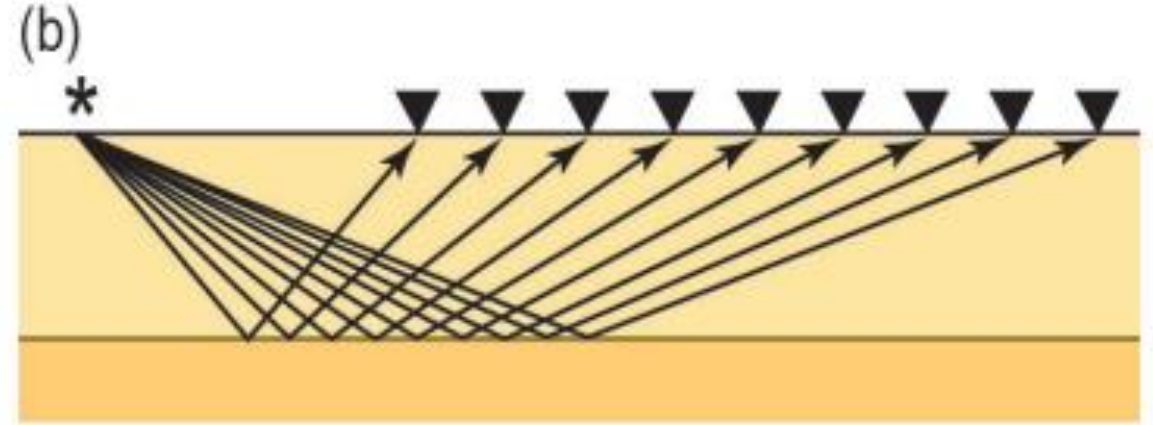
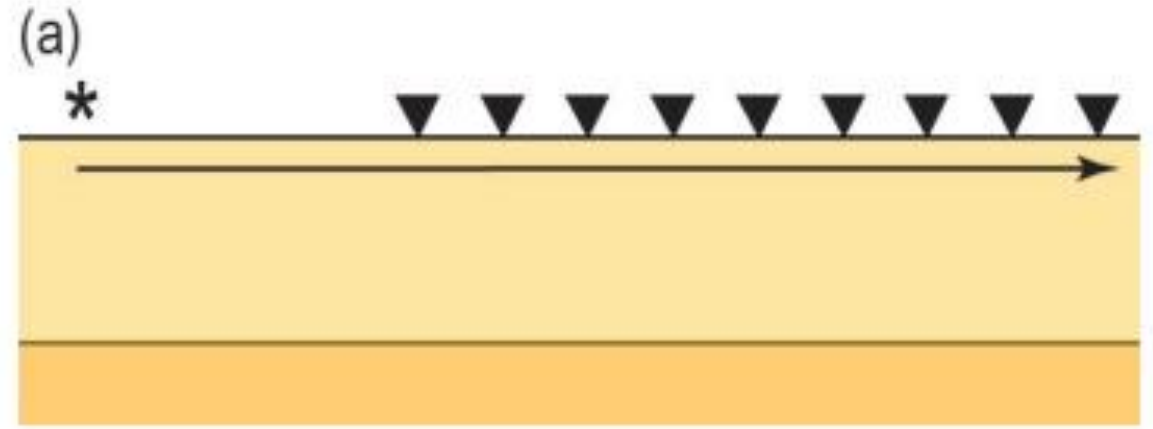
$$\frac{\sin i_1}{v_1} = \frac{\sin i_2}{v_2}$$

$$\frac{\sin i_c}{v_1} = \frac{\sin 90}{v_2} \quad \sin i_c = \frac{v_1}{v_2} \quad i_c = \arcsin\left(\frac{v_1}{v_2}\right)$$

Kritik açı



Sismik kayıta  
doğrudan gelen, yansıyan ve kırılan  
sismik dalgalar görülür.

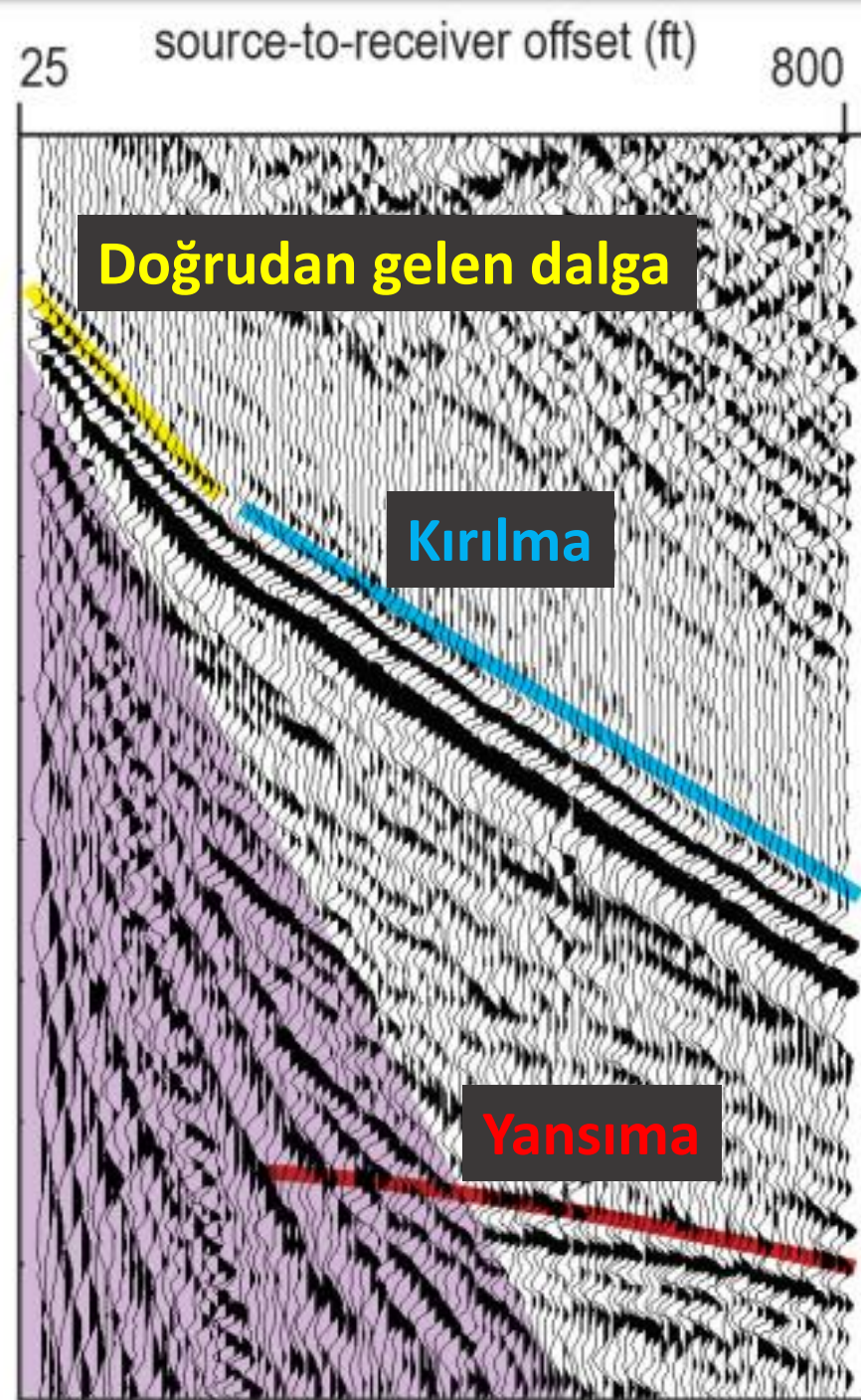
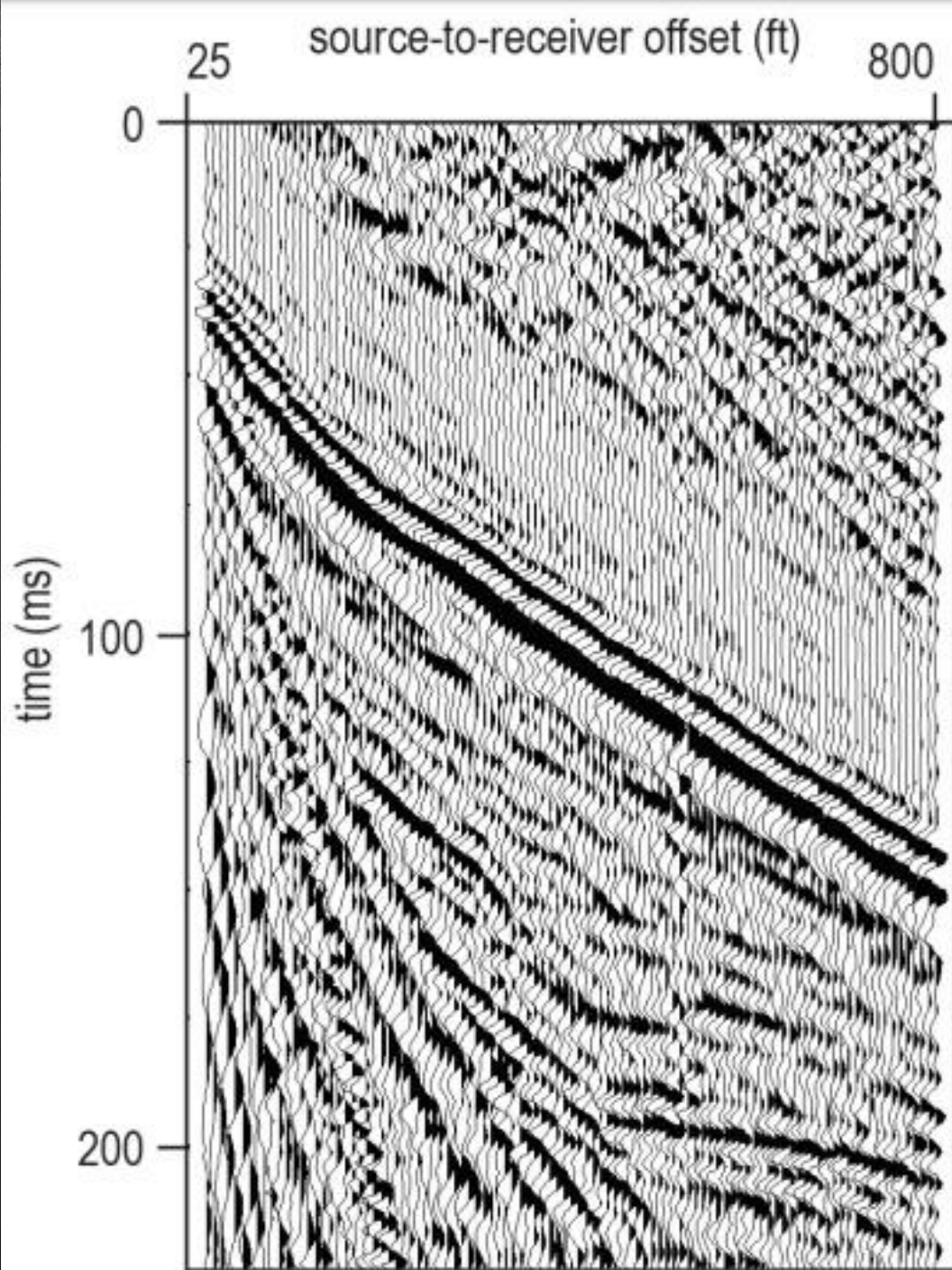


# DOĞRUDAN GELEN, YANSIYAN, KIRILAN DALGALAR

- Farklı yollar izledikleri ve farklı hızlarla seyahat ettikleri için farklı zamanlarda kaydedilirler
- Doğrudan gelen ve kırılan dalgalar alıcının kaynaktan uzaklığına ve hız yapısına bağlı olarak farklı sırayla kaydedilirler.





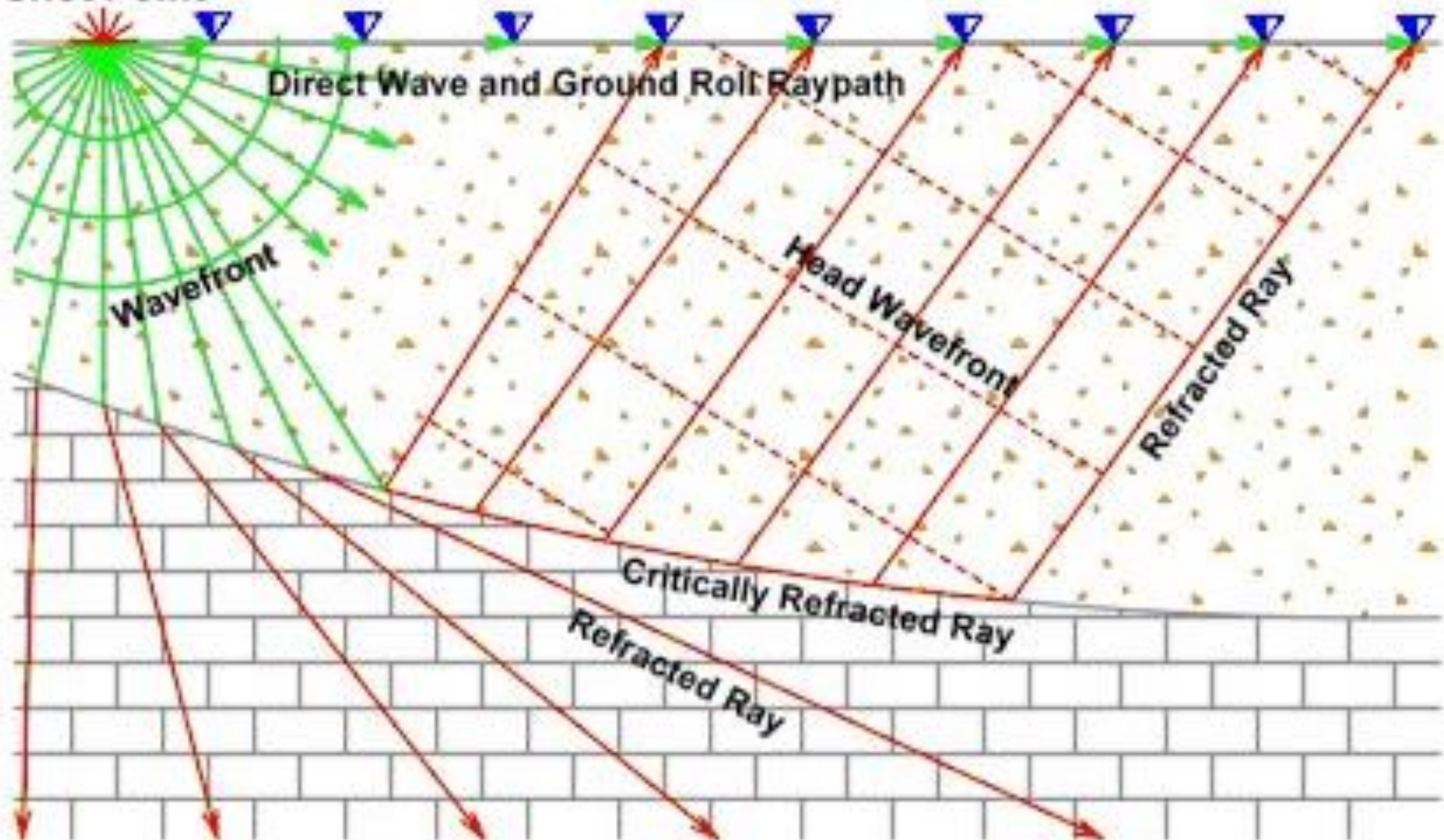


# KIRILMA SİSMİĞİ

- ✓ Sismik kırılma, belirgin yoğunluk kontrastı ile karşılaşarak ara yüzeyde kırılan ve yüzeye dönen sismik dalgaların seyahat zamanının ölçülmesini içerir. Jeofonlarda ilk kaydedilen sismik enerjidir.
- ✓ Tabakaların sismik dalga hızı derinlikle artıyorsa uygulanabilir.
- ✓ Hedef derinliğinin 4-5 katı uzunlukta jeofon dizileri kullanılması gerekir.
- ✓ Temel kaya derinliğinin ve jeolojik yapıların kalınlıklarının belirlenmesi, sismik dalga hızı belirlenmesi, elastik parametrelerin belirlenmesi, yer altı zenginliklerinin aranması ve mühendislik çalışmalarında kullanılır.

Shot Point

Geophones



Direct Wave and Ground Roll Raypath

Wavefront

Head Wavefront

Refracted Ray

Critically Refracted Ray

Refracted Ray

Overburden

Bedrock

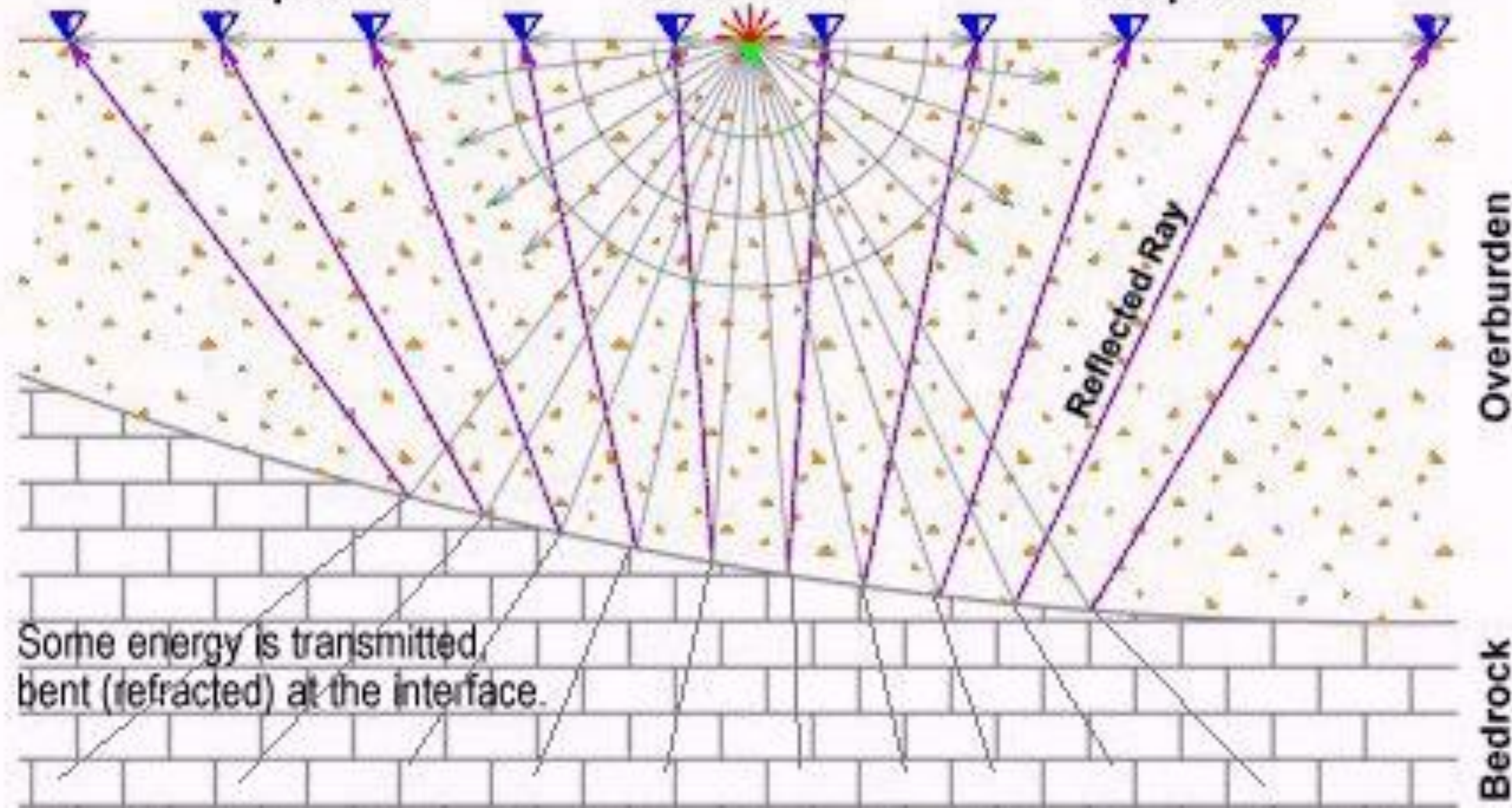
# YANSIMA SİSMİĞİ

- ✓ Sismik yansımada, ara yüzeylerden yansıyan sismik dalgaların seyahat zamanının ölçülmesini içerir. Yansıyan dalgalar jeofonlarda hiçbir zaman ilk kaydedilen sismik enerji değildir ve üst üste binmiş karmaşık varışlardan ayırt edilmesi gerekir.
- ✓ Veri toplama ve veri analizi sismik kırılma yöntemine göre çok daha uzun sürer ve daha yüksek maliyetlidir.
- ✓ Deniz araştırmalarında kullanımı kırılma sismiğinden daha uygundur.
- ✓ Petrol, doğal gaz, kömür aramalarında, liman, karayolu, baraj gibi büyük yapıların inşası ile ilgili temel kaya problemlerinin çözümünde, kara ve denizde yer kabuğu araştırmalarında kullanılmaktadır.

Geophones

Shot Point

Geophones



Overburden

Bedrock

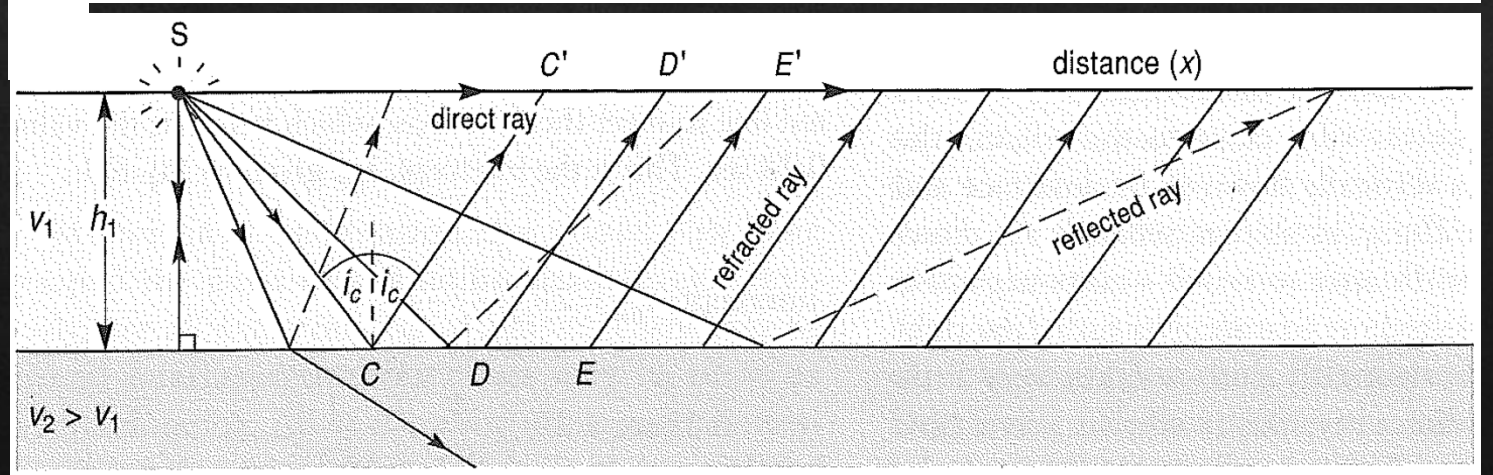
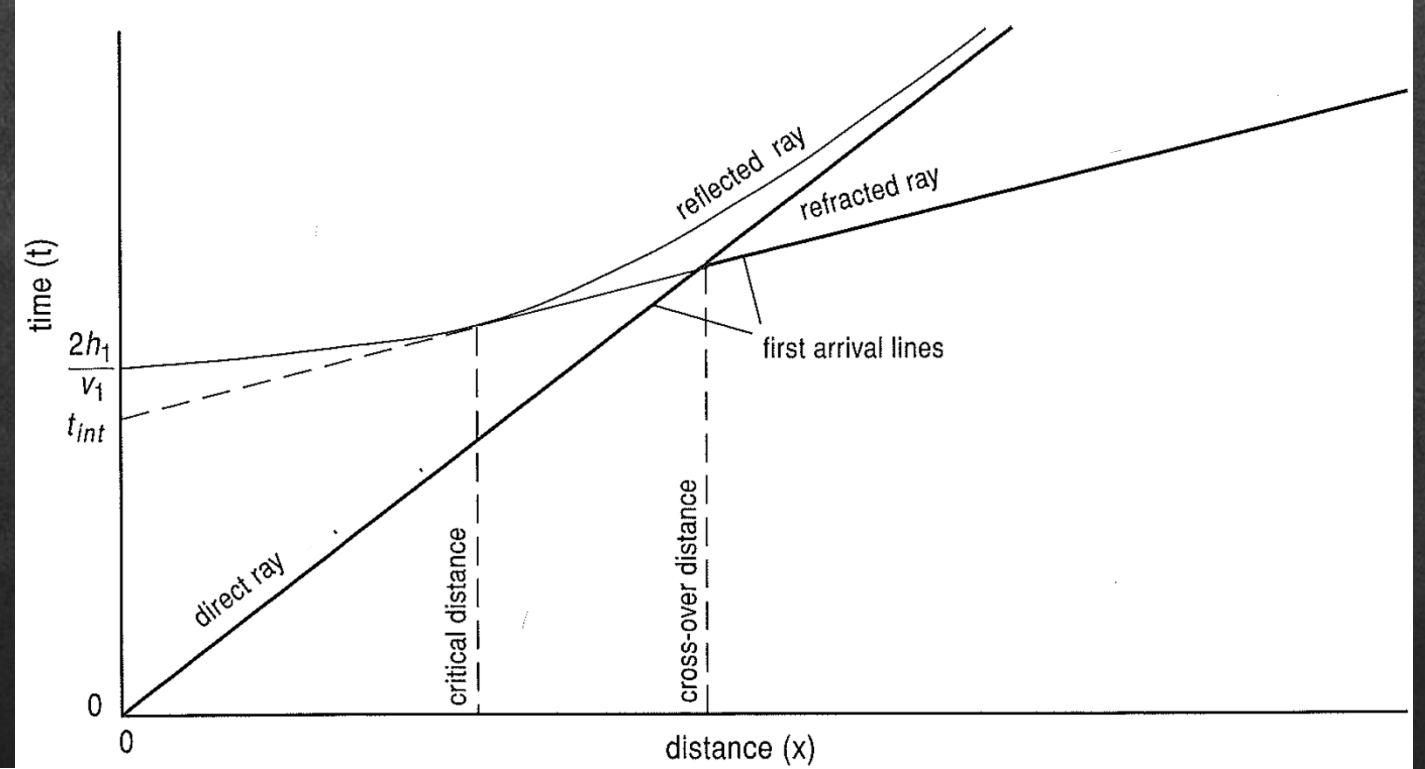
# KIRILMA VS. YANSIMA

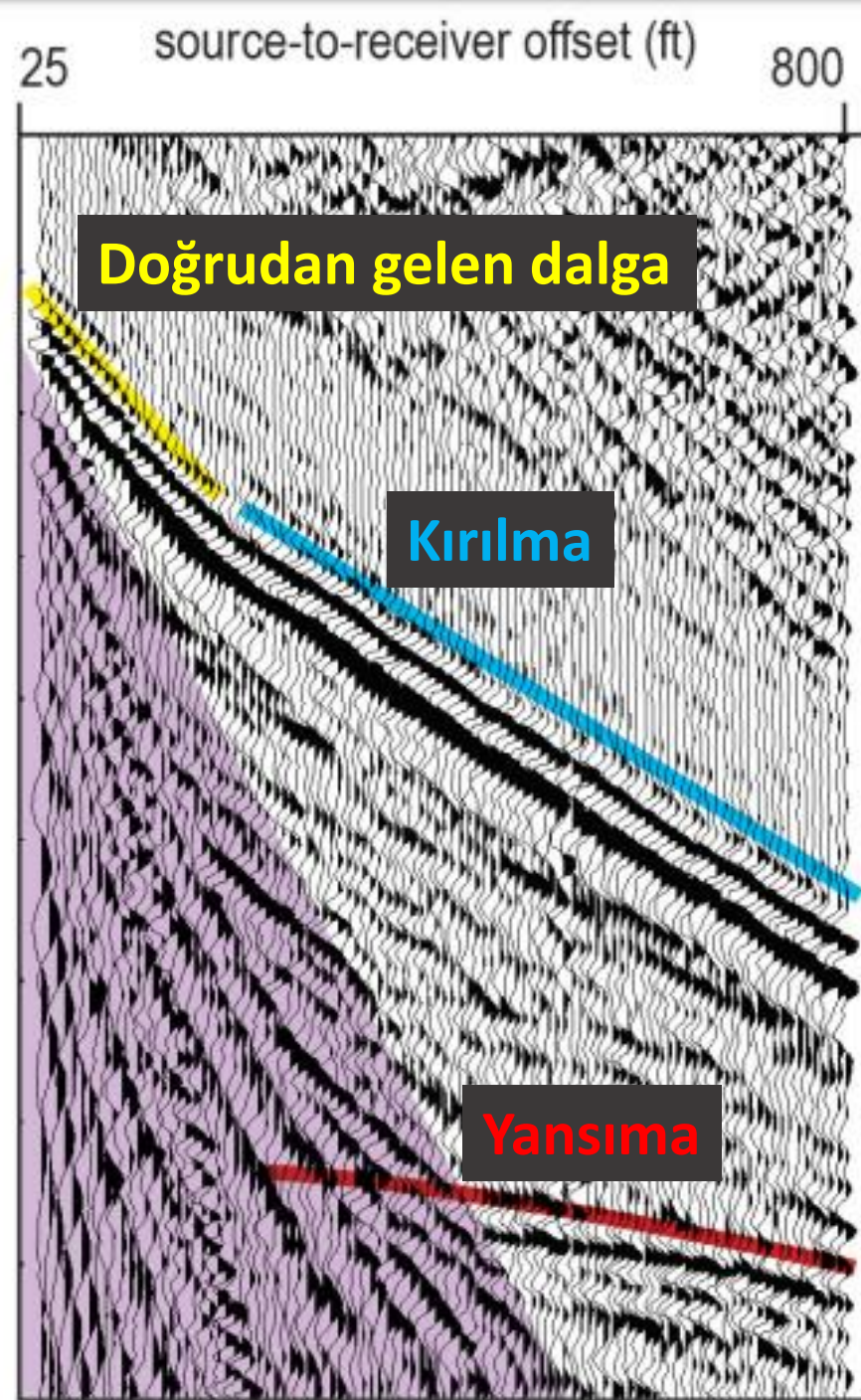
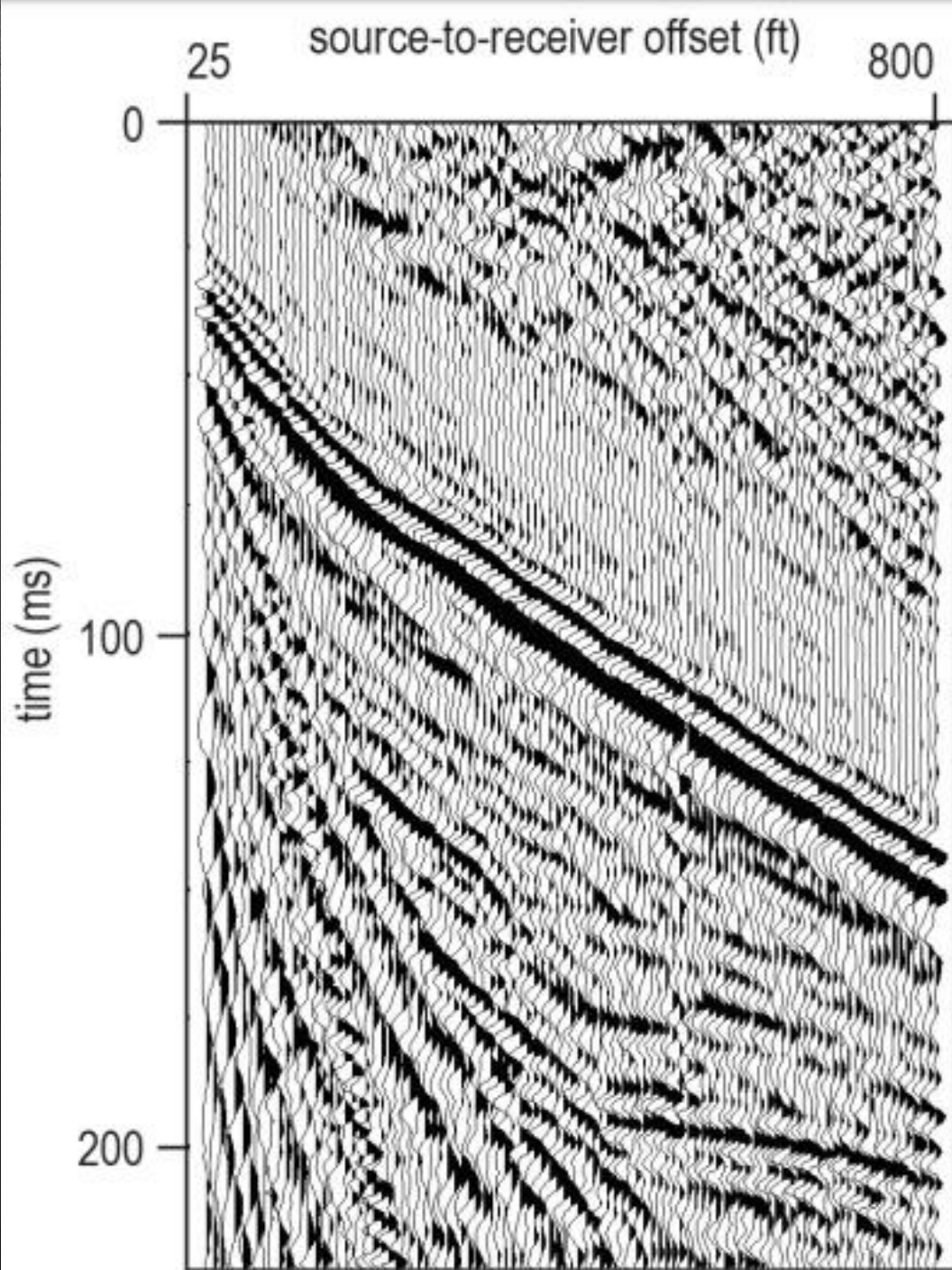
	KIRILMA	YANSIMA
HEDEF	~30 metreden sıg, yataya yakın ara yüzeyler	~15 metreden daha derindeki yatay veya eğimli ara yüzeyler, mağara veya tüneller
GEREKLİ SAHA KOŞULLARI	İlgilenilen derinliğin ~5 katından büyük boyutta tercihen asfaltsız saha	YOK
DÜŞEY ÇÖZÜNÜRLÜK	Derinliğin %10-20 si	Derinliğin %5-10 u
YANAL ÇÖZÜNÜRLÜK	Jeofon aralığının ~1/2 si	Jeofon aralığının ~1/2 si
ETKİN ARAŞTIRMA DERİNLİĞİ	Atış-jeofon aralığının 1/5 – 1/4 ü	>15 metre
VERİ İŞLEM	Veri işlem aşaması daha kolaydır	Veri işlem bilgisayar işlemcisinin (CPU) yoğun çalışmasına neden olabilir. Veri boyutu tek bir arazide 400 Gb olabilir. *
UYGULAMA ALANI	Derinlik ve kalınlık belirleme, sismik dalga hızlarının ve elastik parametrelerin belirlenmesi, arama ve mühendislik çalışmaları.	Petrol ve maden arama, fay hattı ve jeolojik yapıların belirlenmesi

\*Dünyanın toplam CPU işlem zamanının ~%30'u sadece yansima verisinin işlenmesi için harcanmaktadır!

# ZAMAN-UZAKLIK (t-x) GRAFIĞİ

- Yüksek ve düşük hız bu grafikten nasıl anlaşılır?
- **Doğrudan gelen** dalganın grafiği neden bir doğrudur?
- Neden **doğrudan gelen** dalganın grafiği orijinden başlamak zorundadır?
- **Kırılan** dalganın grafiği neden bir doğrudur?
- Neden **kırılan** dalganın grafiği orijinden başlamaz?
- Neden **yansıyan** dalganın grafiği orijinden başlamak zorundadır?
- **Yansıyan** dalganın grafiği neden doğrudan gelene asimptotiktir?

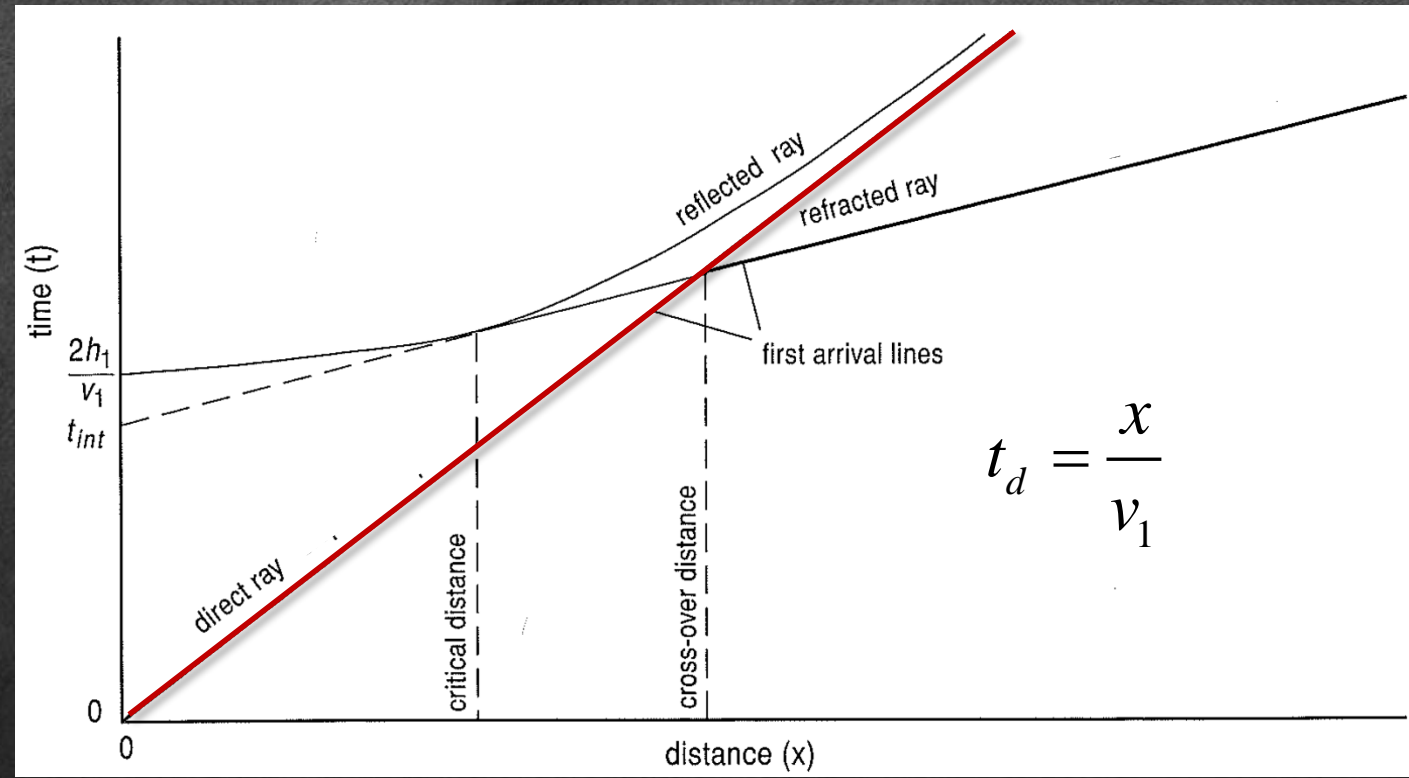






# t-x GRAFIĞİ

- Doğrudan gelen dalganın grafiği neden bir doğrudur?
- Neden doğrudan gelen dalganın grafiği orijinden başlamak zorundadır?



Kaynak

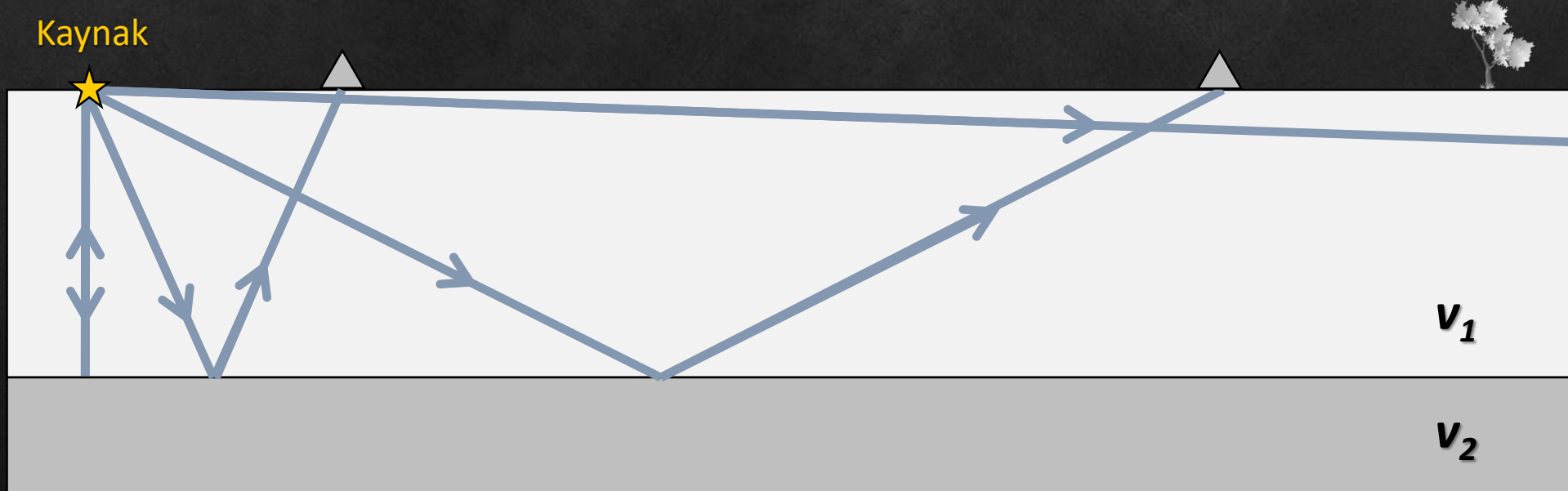
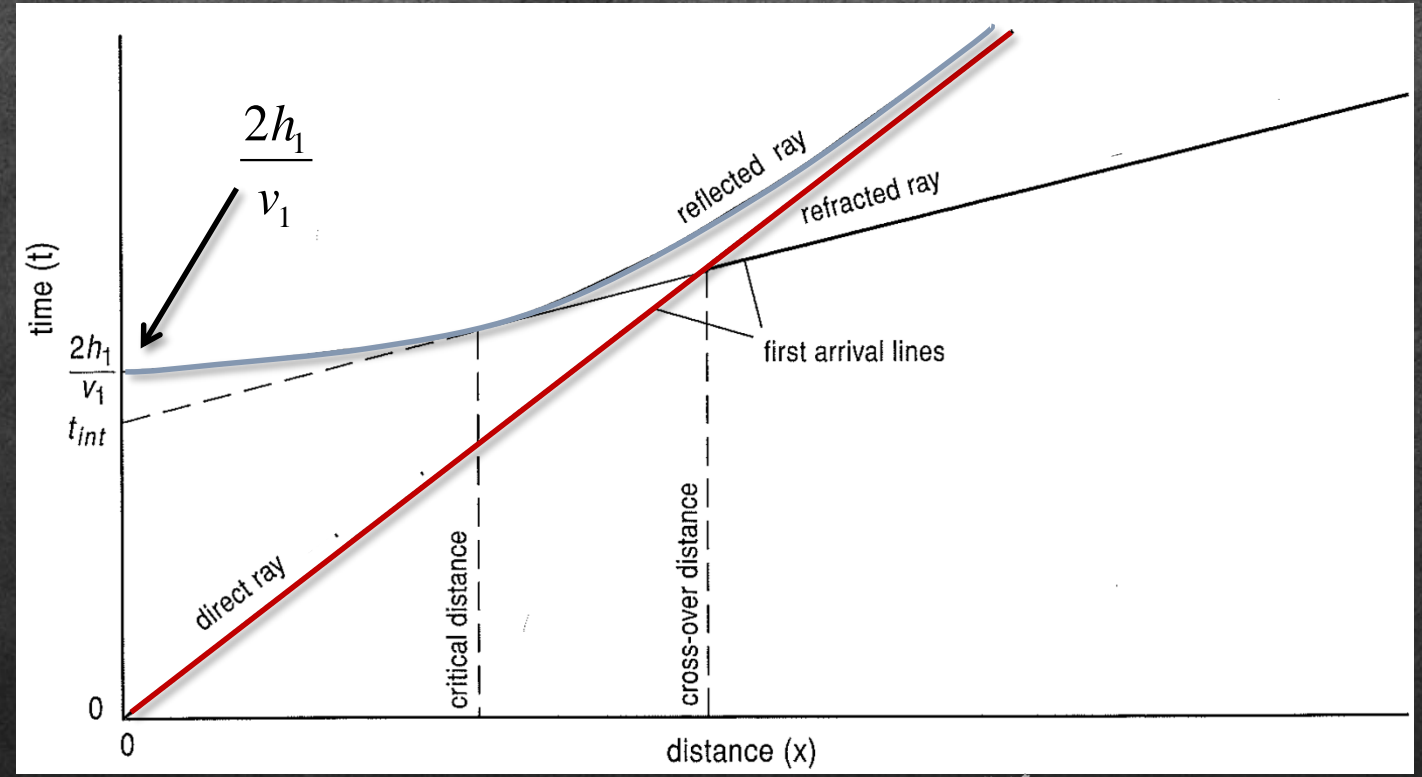


$v_1$

$v_2$

# t-x GRAFIĞİ

- Neden **yansıyan** dalganın grafiği orijinden başlamak zorundadır?
- **Yansıyan** dalganın grafiği neden doğrudan gelene asimptotiktir?



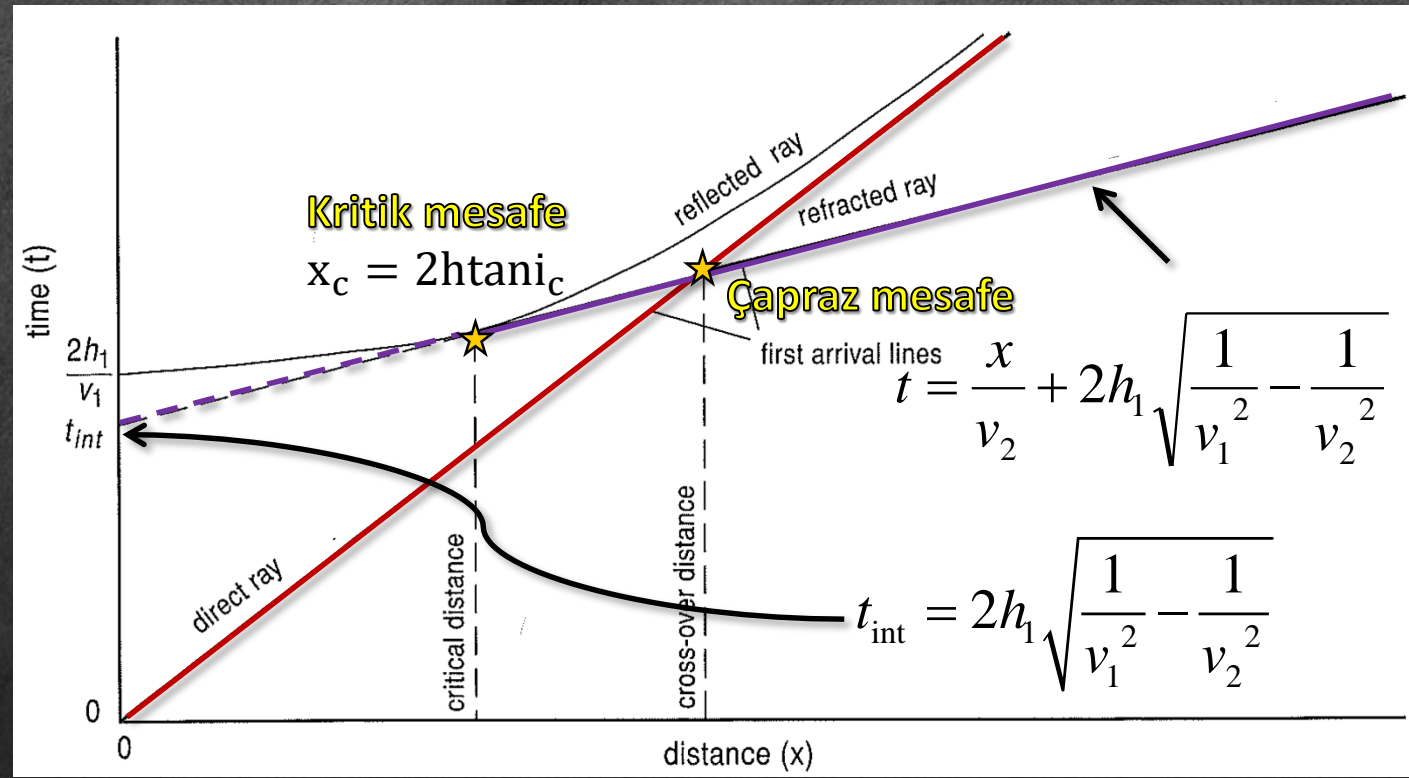
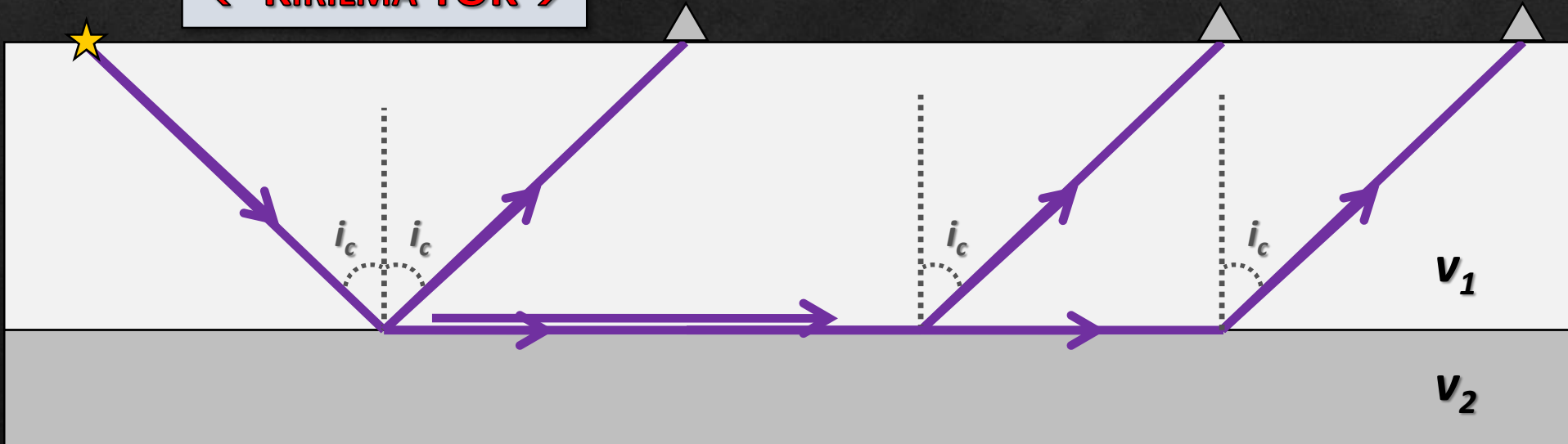
# t-x GRAFIĞİ

- **Kırılan** dalganın grafiği neden bir doğrudur?
- Neden **kırılan** dalganın grafiği orijinden başlamaz?

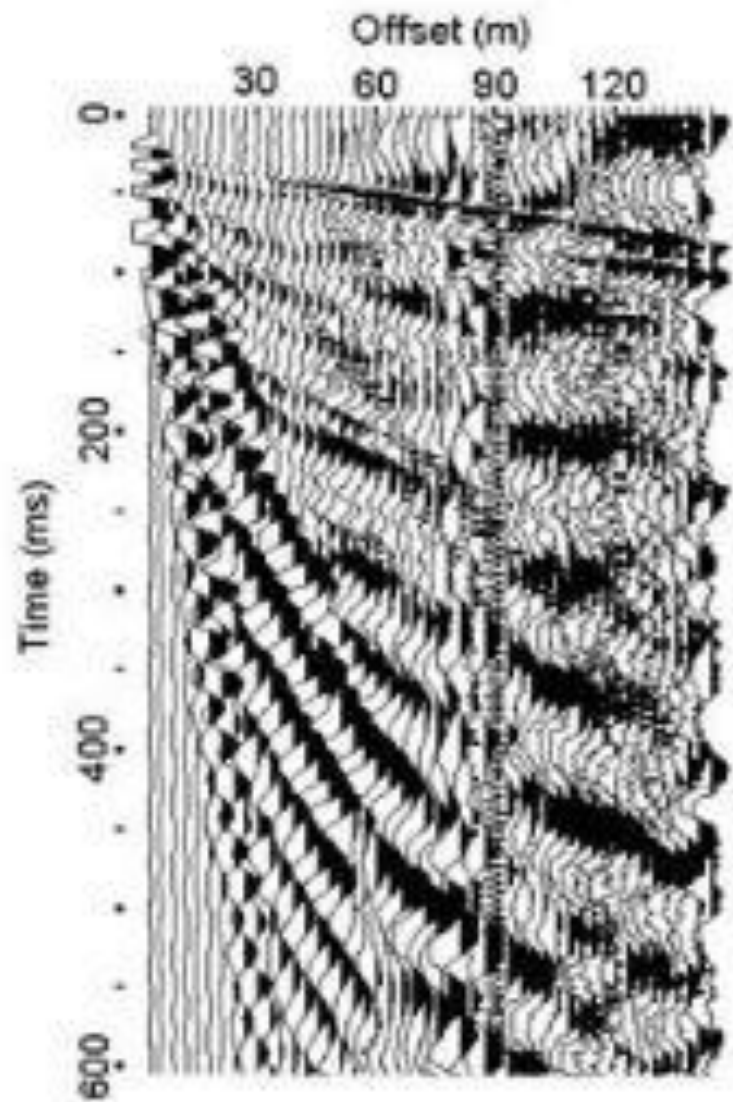
**Çapraz mesafeden sonra kaydedilmeye başlar**

**“KRİTİK MESAFE”**

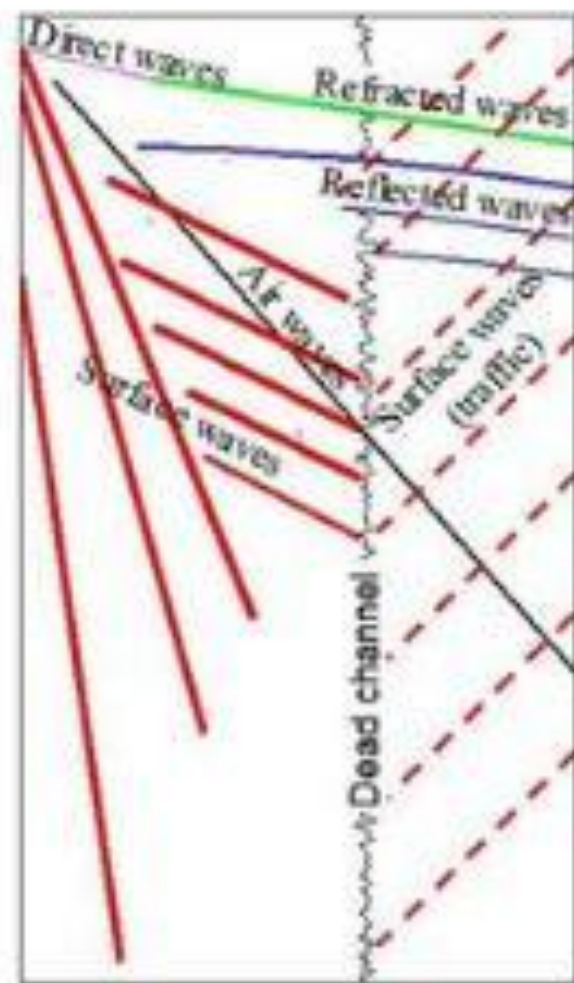
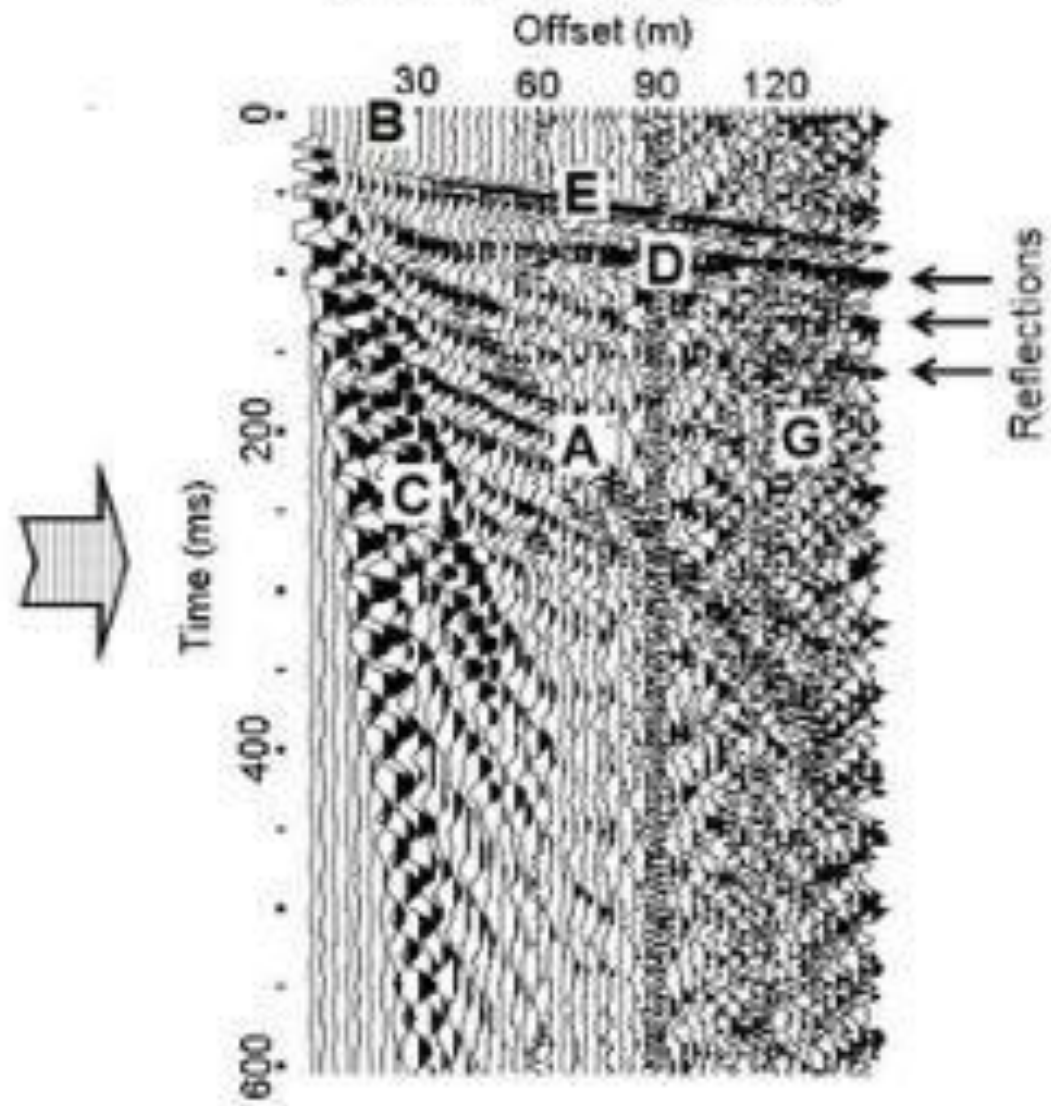
**← KIRILMA YOK →**

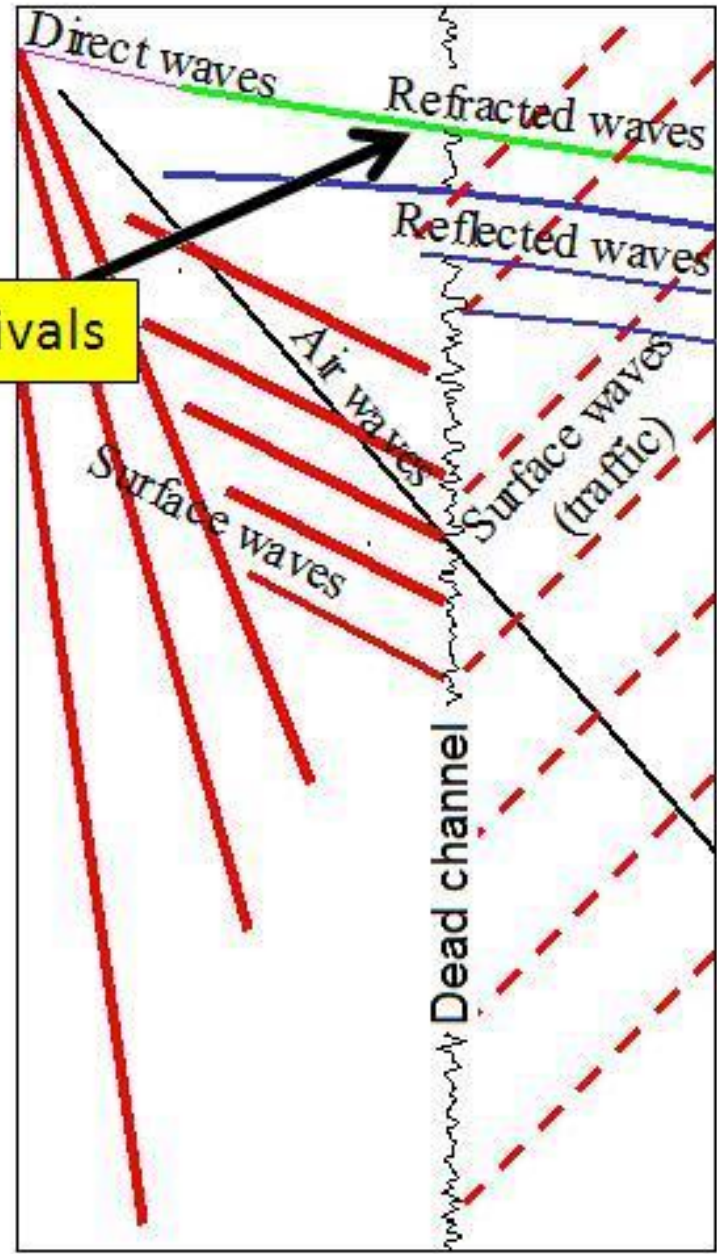
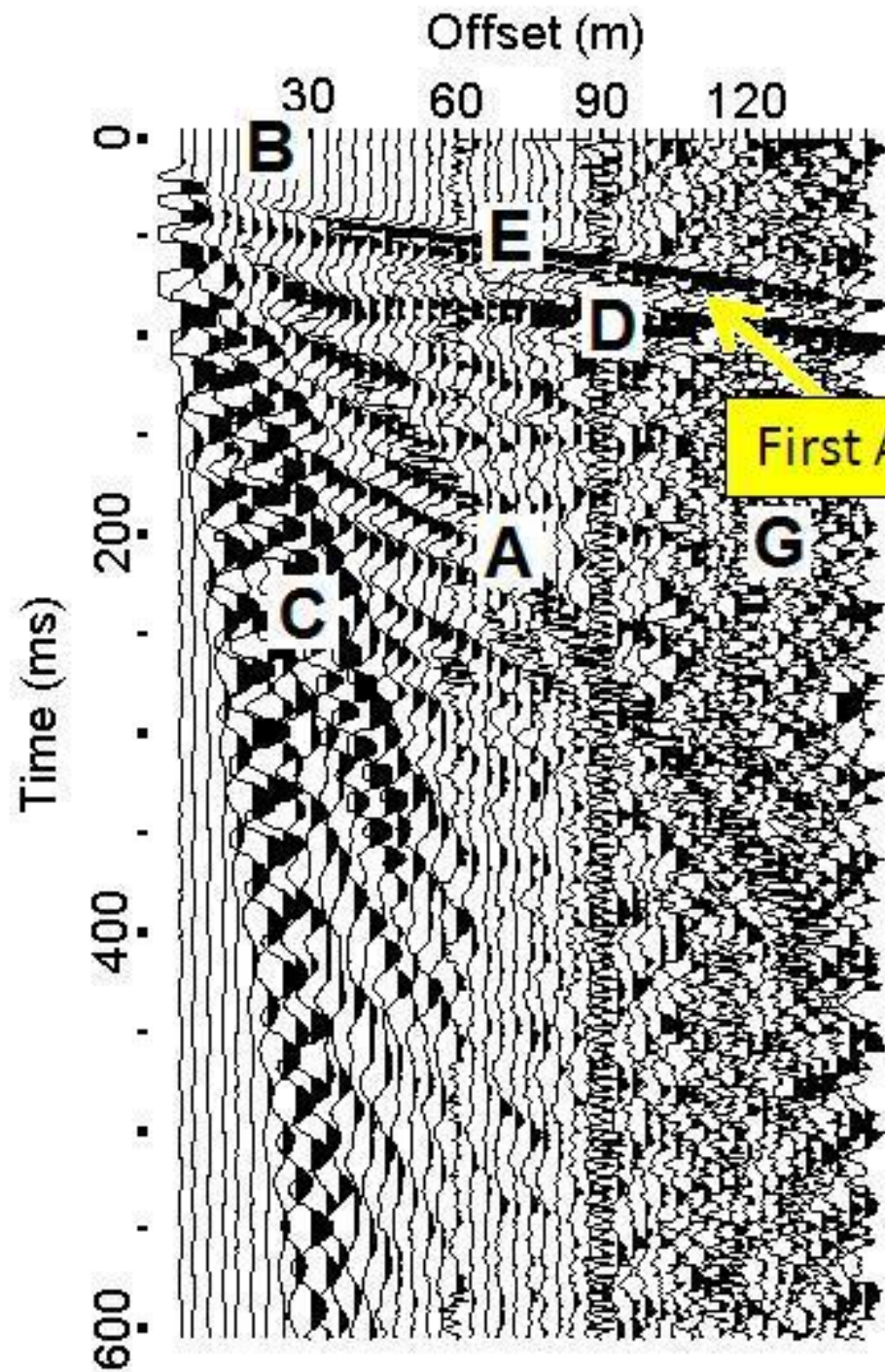


RAW



Band-Pass Filtering  
(10-20-100-150 Hz)

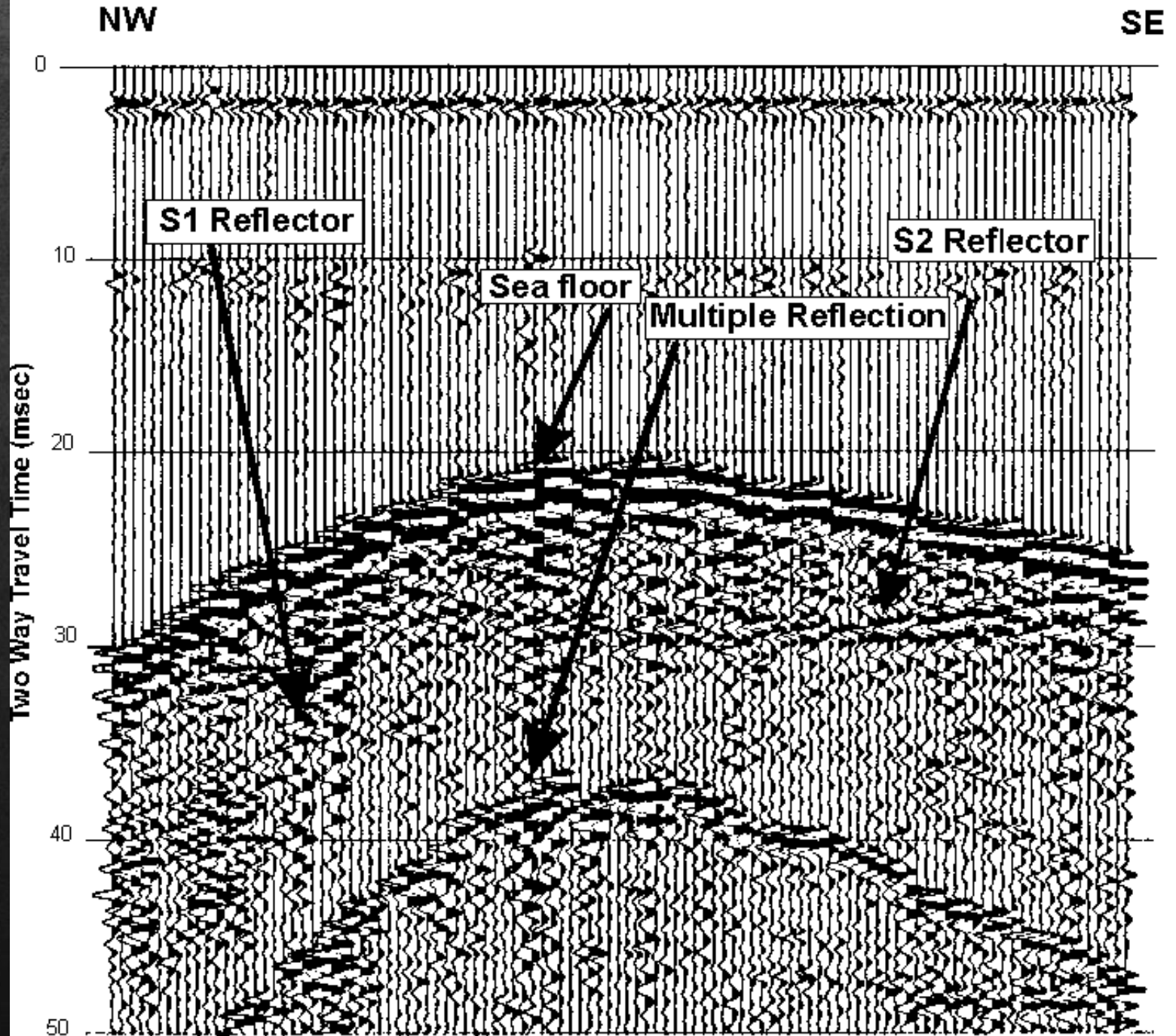




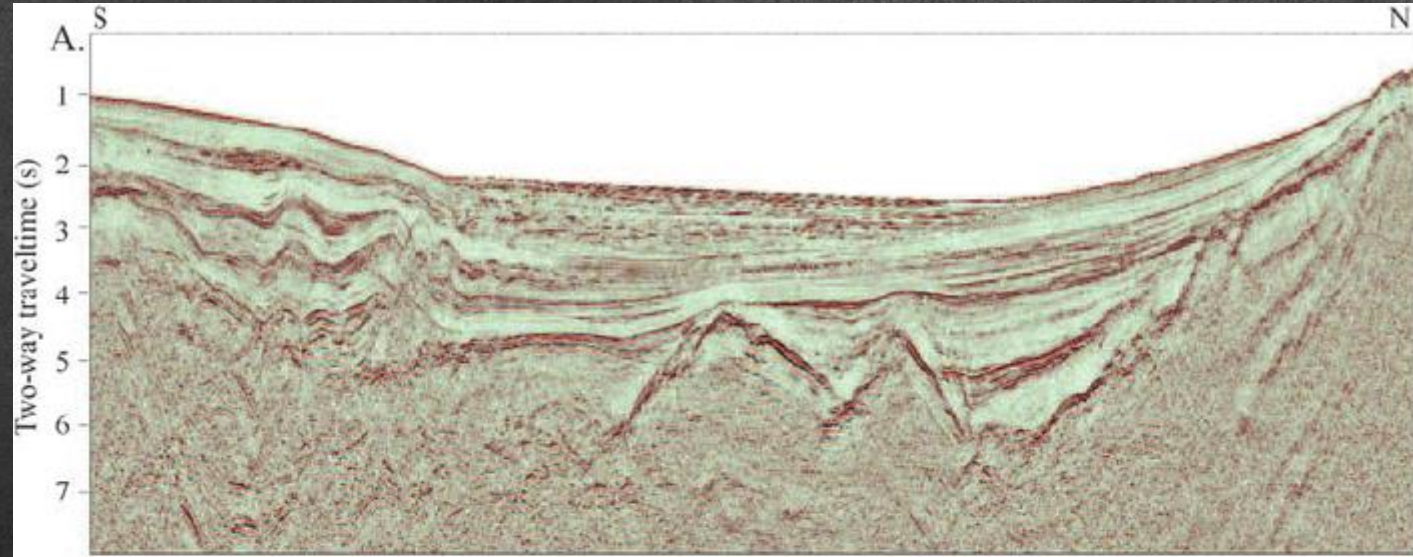
# YANSIMA SİSMİĞİ

Gerçek jeolojik kesitlere çok benzeyen sonuçlar üretir.

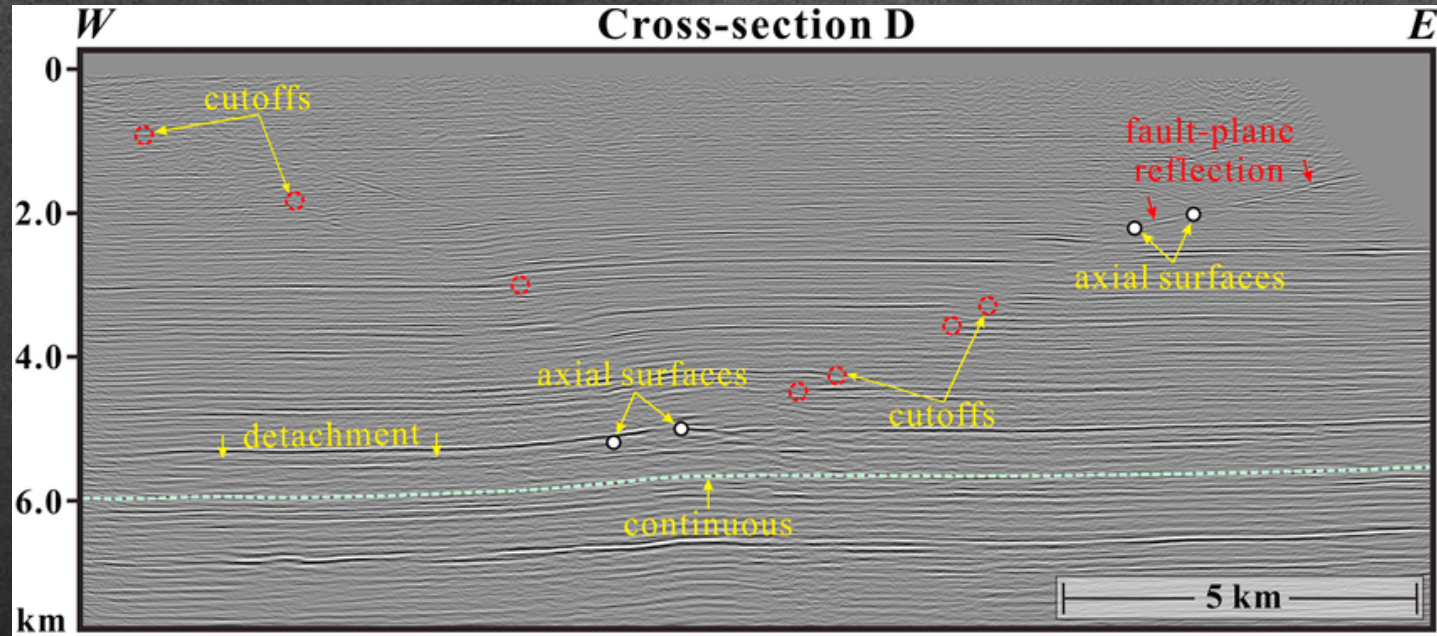
Karmaşık görünen sismik kayıt çok çeşitli veri işlem aşamalarından sonra yorumlanır.



# YANSIMA SİSMİĞİ



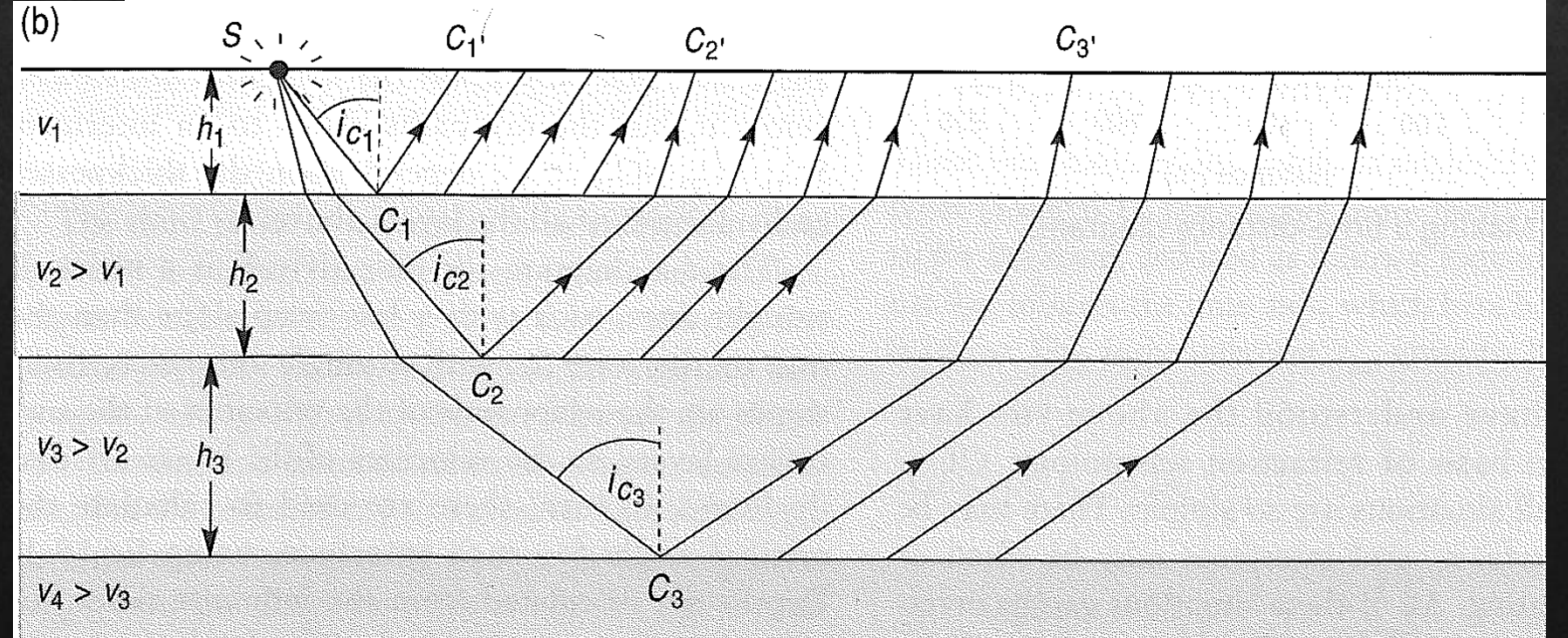
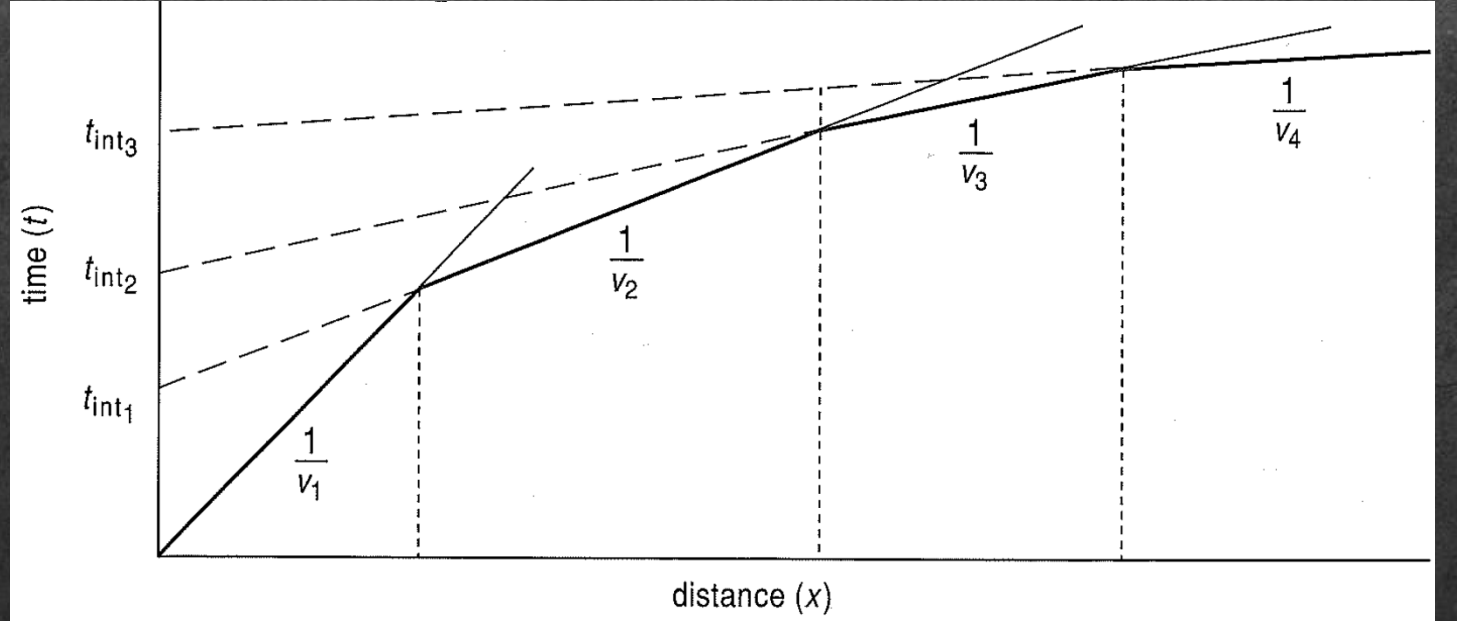
# YANSIMA SİSMİĞİ





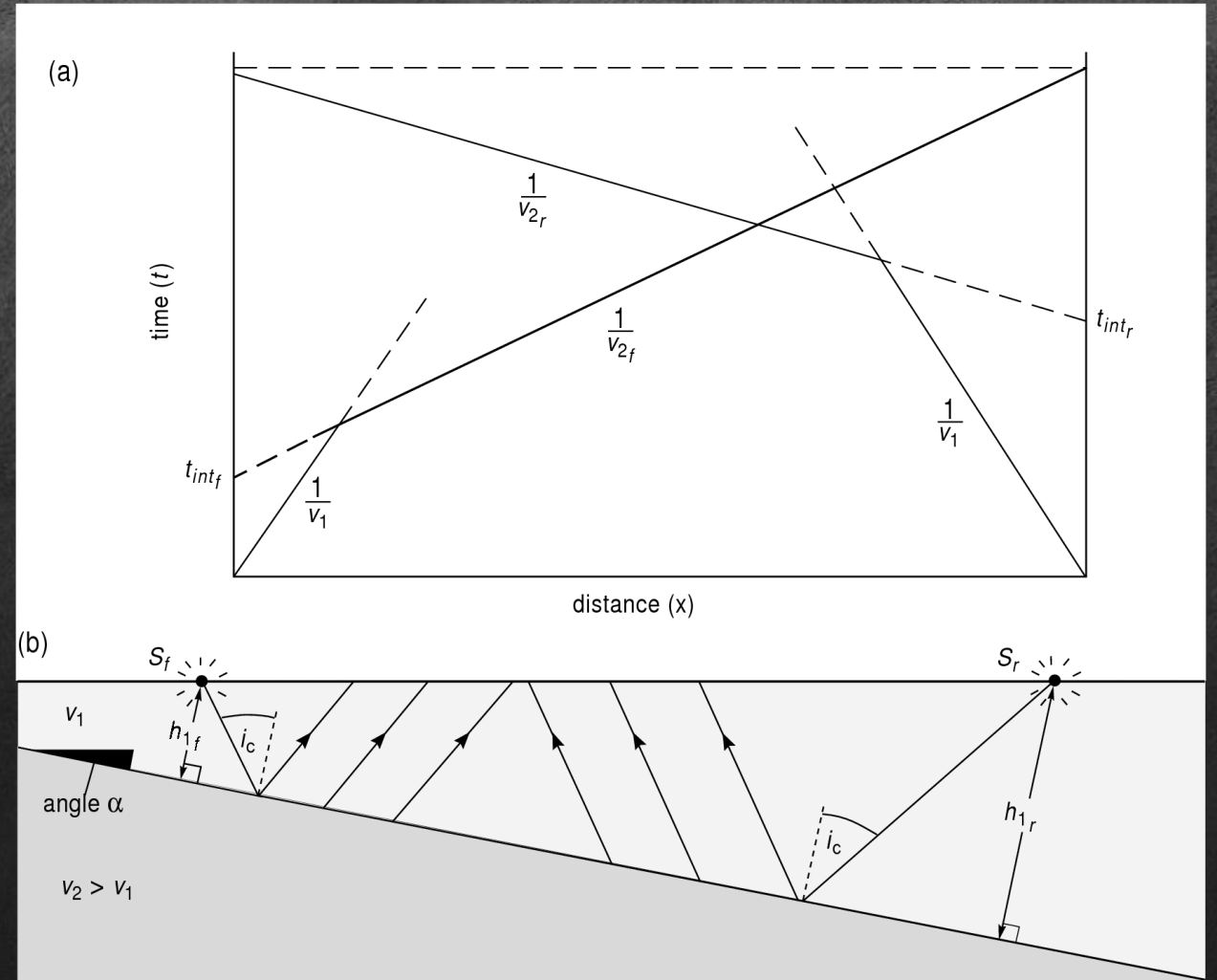
# ÇOK TABAKALI ORTAM KIRILMA SİSMİĞİ

Tabakaların hızları **doğrudan gelen** ve **kırılan** dalgaların grafiklerinden (eğimlerden) kolayca belirlenir.



# EĞİMLİ ARAYÜZEY KIRILMA SİSMİĞİ

- Eğimli tabaka durumunda t-x grafiğinin görünümü aynı yatay tabakaya benzer.
- Eğimlerden hesaplanan hızlara **görünür hız** denir.
- Tabaka eğimini belirlemek için **düz** ve **ters atış** gereklidir.
- *Kırılan dalga grafiğinin düşey eksenini kestiği  $t_{int}$  zamanı düz ve ters atışta farklı olması farklı **atış altı kalınlıklarını** ifade eder, **tabaka eğimlidir**.*



# DÜŞÜK HIZLI TABAKA KIRILMA SİSMİĞİ

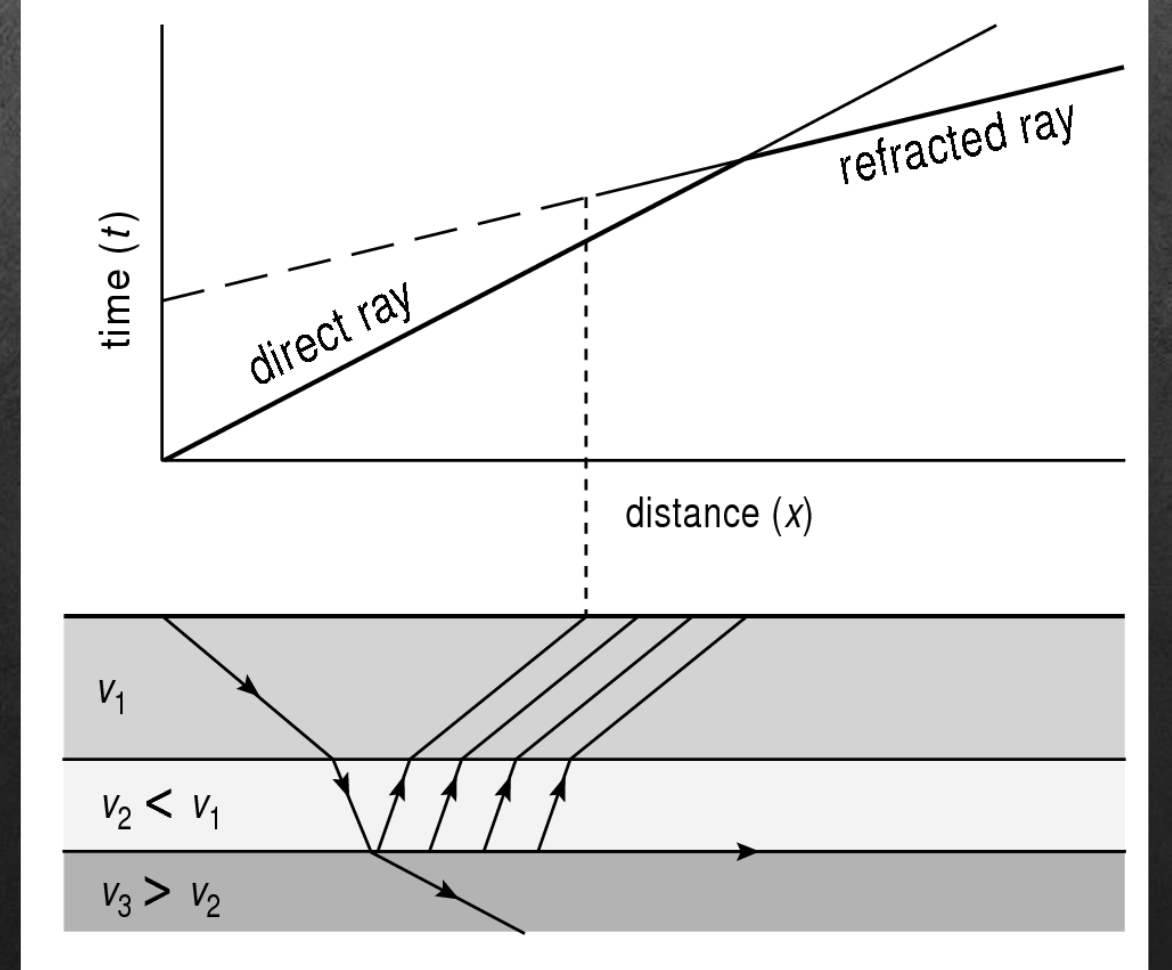
- Altta düşük hızlı bir tabaka varsa kritik kırılma olmaz, kırılan dalgalar normale yaklaşır.
- t-x grafiği iki tabakalı gibi yorumlanır.

## Düşük hız zonu olabilecek durumlar:

- Kil altında kum
- Volkanik kayalar altında sedimanter kayalar
- Kireçtaşı altında kumtaşı

## Çözüm: Jeoloji verisi!

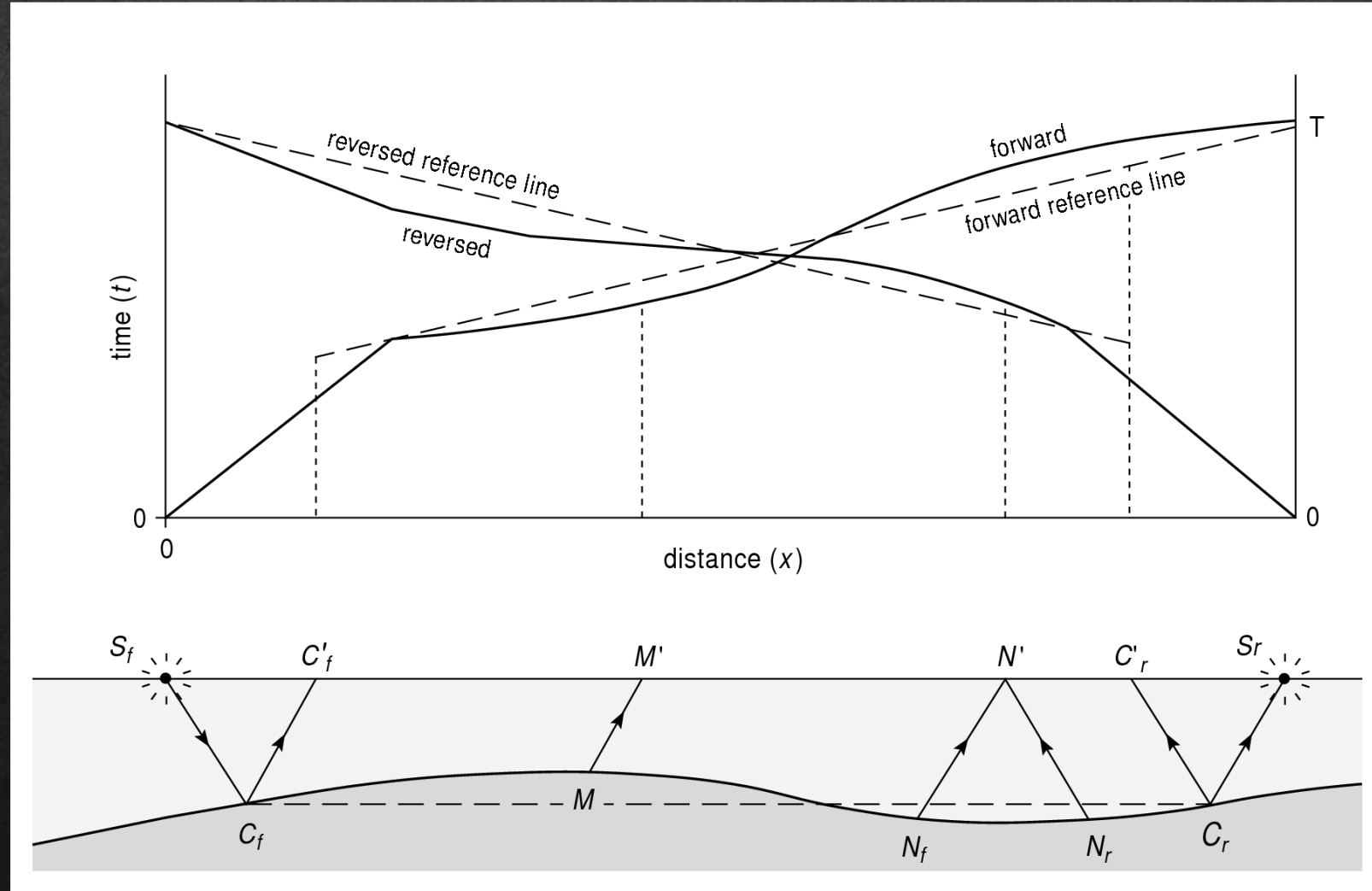
- Sondaj
- Jeolojik kesitler
- Jeolojik haritalar



# ONDÜLE (KIVRIMLI) ARAYÜZEY

## KIRILMA SİSMİĞİ

- t-x grafiği doğrusal değildir.
- Bu durumda uygulanacak özel hesaplama yöntemleri vardır.



# SİSMİK KAYNAKLAR

KAYNAK TİPİ	KARADA
<i>Darbe</i>	Balyoz Ağırlık düşürme
<i>Patlama</i>	Dinamit Primacord
<i>Titreşim</i>	Vibratör



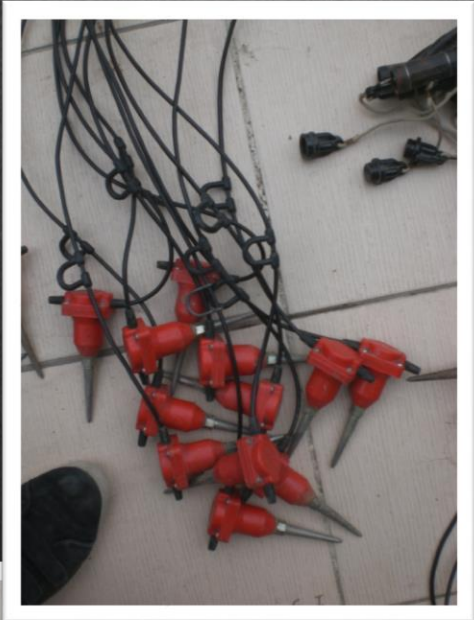
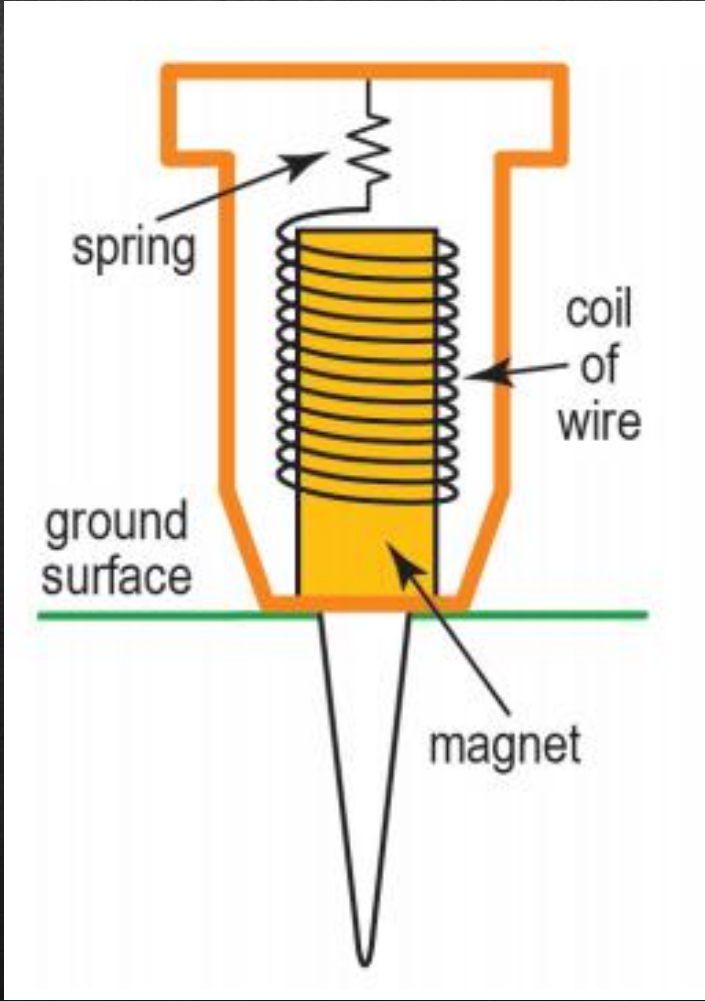
# SİSMİK KAYNAKLAR

KAYNAK TİPİ	DENİZDE
<i>Darbe</i>	
<i>Patlama</i>	Hava tabancası (Airgun) Su buharı şoku Sparker Flekzotir Maksipuls Akuapuls
<i>Titreşim</i>	Multipulse Geochirp

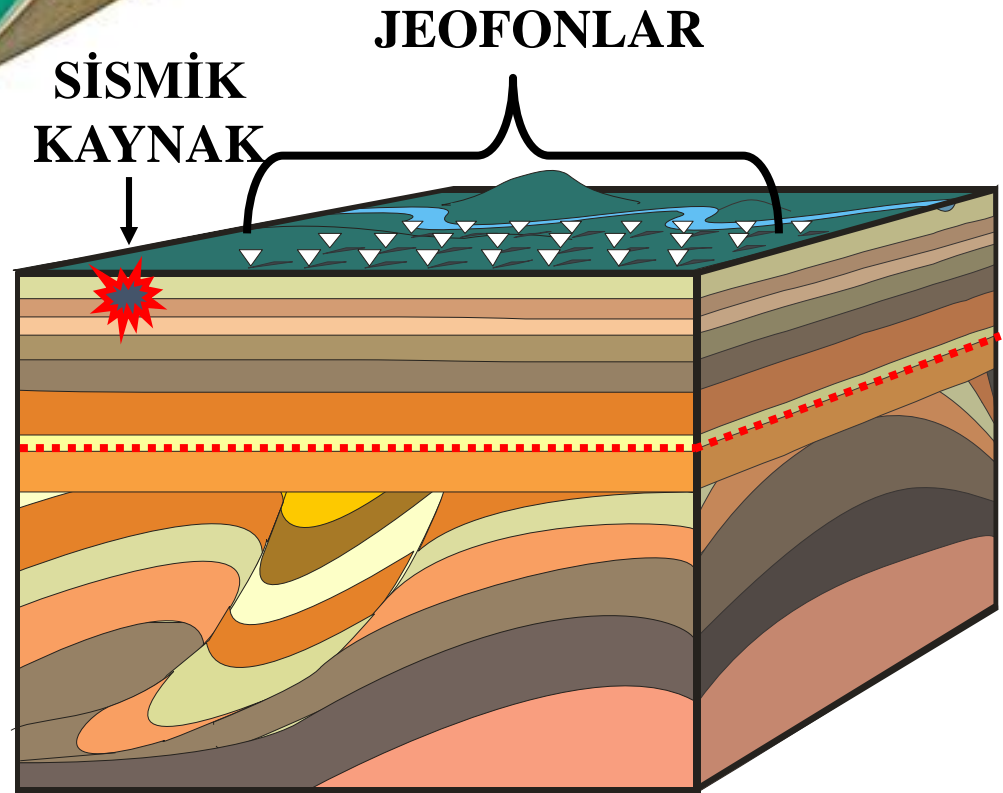
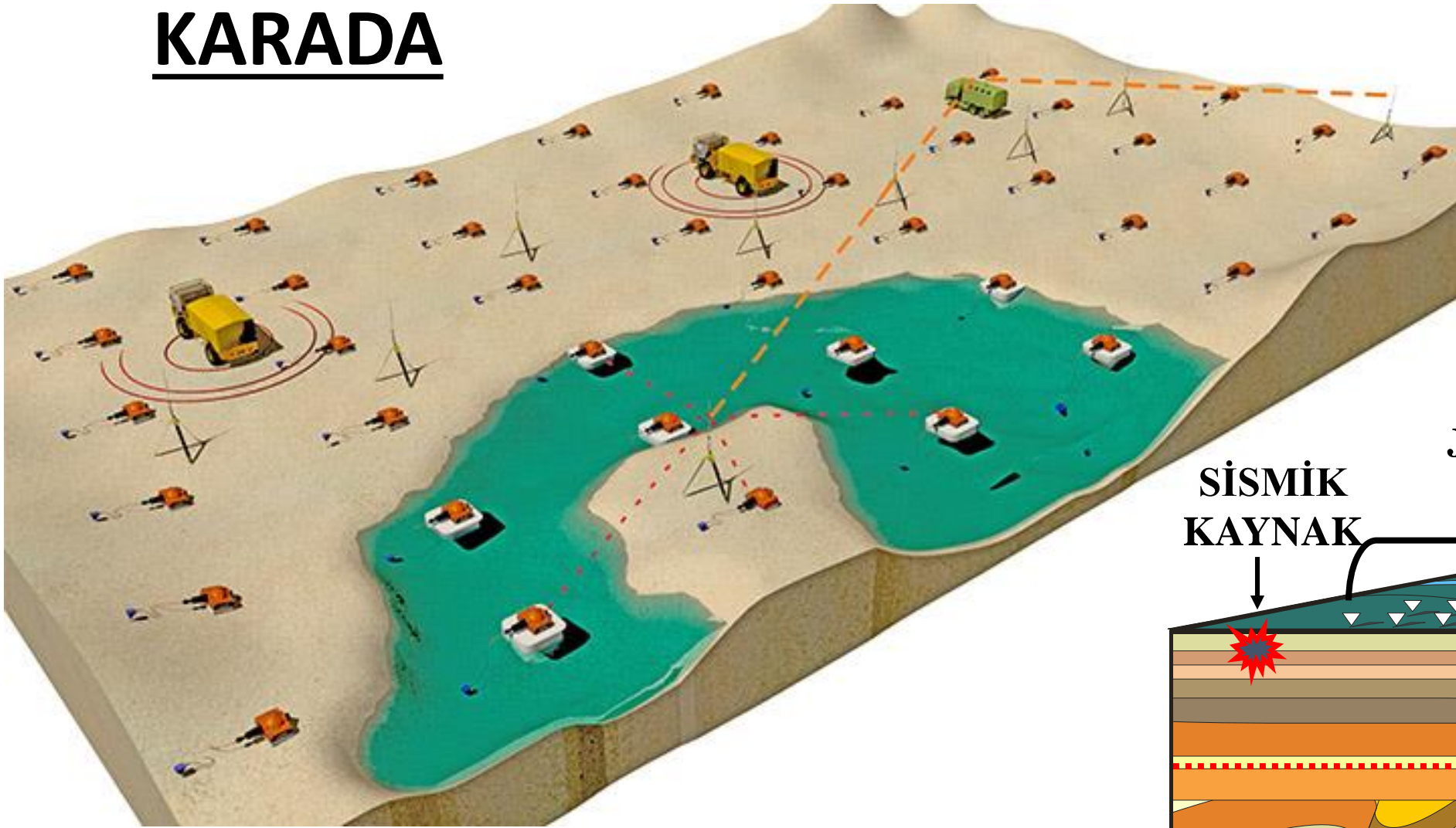


# SISMİK ALICILAR – KARADA

## JEOFON

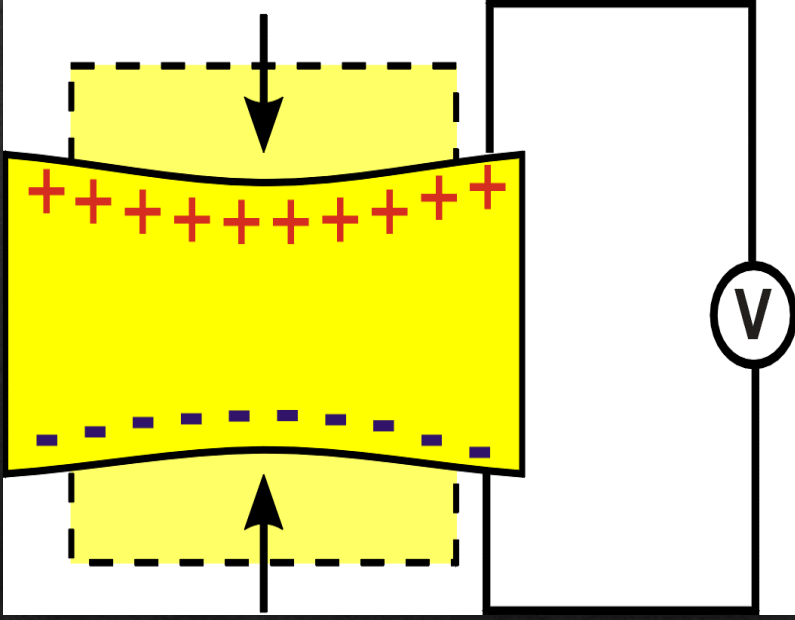


# KARADA

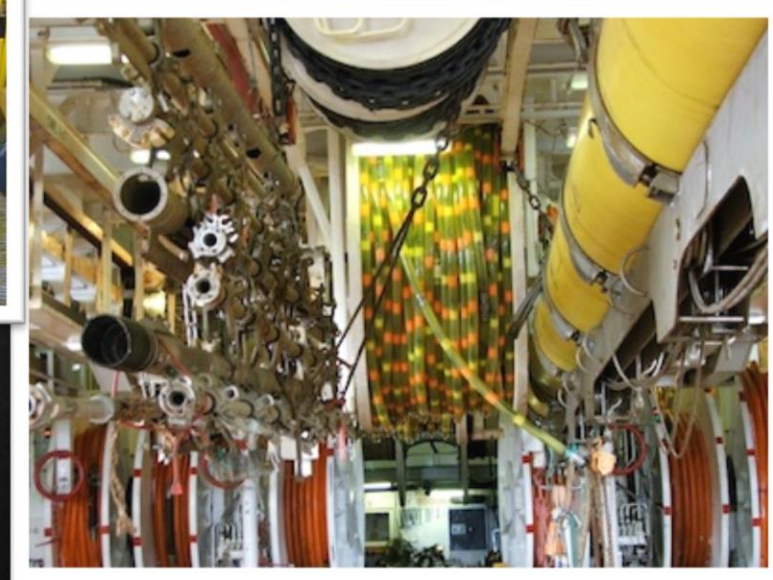




# SİSMİK ALICILAR – DENİZDE HİDROFON



Piezoelektrik etkinin prensibi:  
Basınç değişimine bağlı voltaj  
değişimi



# DENİZDE

# HİDROFONLAR

Energy source

Acoustic receiver array

SİSMİK  
KAYNAK

Acoustic energy  
reflected from  
subsurface layers

