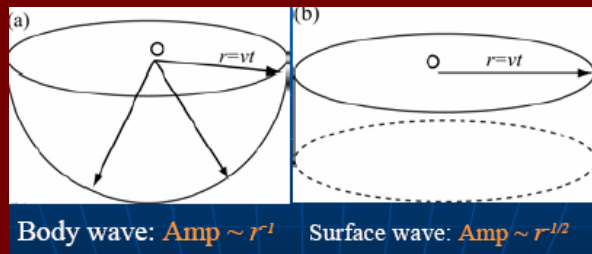
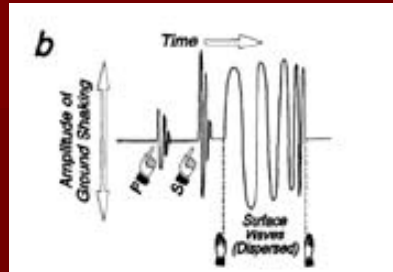
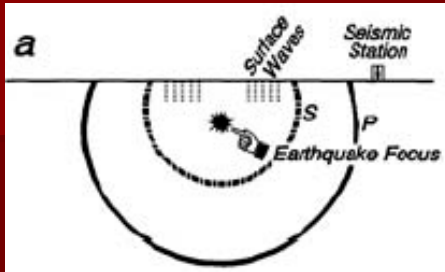


YÜZEY DALGALARI



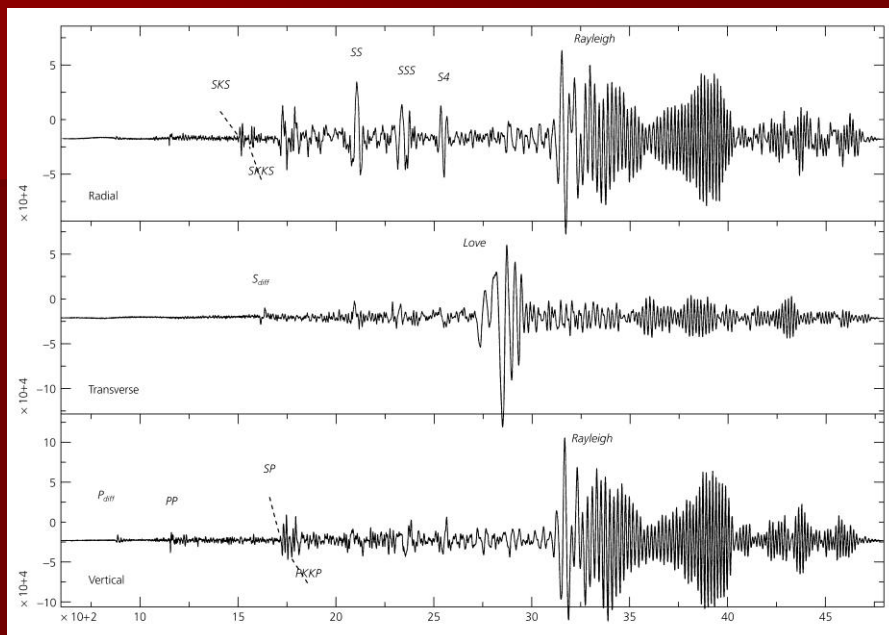
Doç. Dr. Eşref YALÇINKAYA
(5. Ders)

- Homojen, izotrop ve sınırsız bir elastik ortamda yalnızca **cisim dalgalar (P ve S)** yayılırlar. Ancak, ortamın sınırlı olması halinde yansıyan ve kırılan cisim dalgaları ile cismin yüzeyinde yayılan (veya sınır yüzeyi boyunca yayılan) yüzey dalgaları bulunur.
- Yarı sonsuz, homojen ve izotrop olan bir elastik ortamın yüzeyinde **Rayleigh** dalgaları, tabakalı bir ortamda ise hem Rayleigh hem de **Love** yüzey dalgaları meydana gelirler.



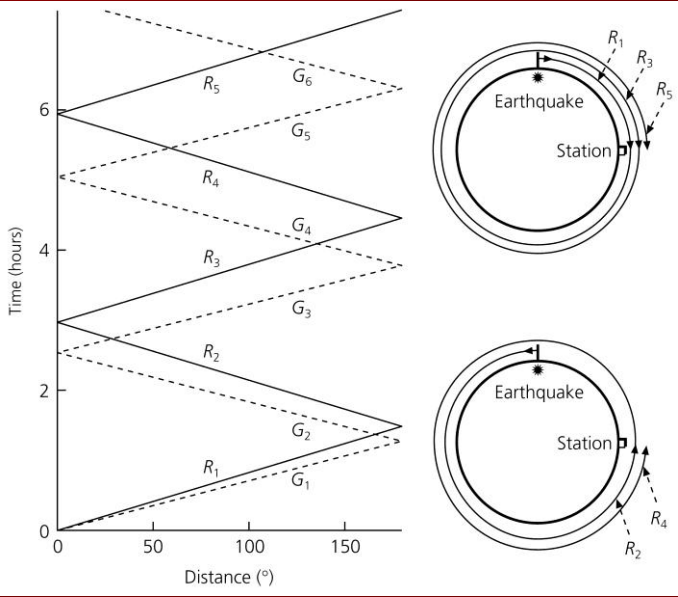
E. YALÇINKAYA

3



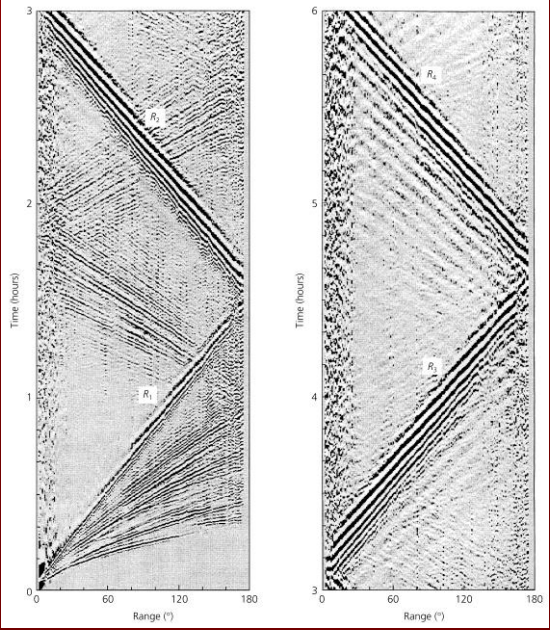
E. YALÇINKAYA

4



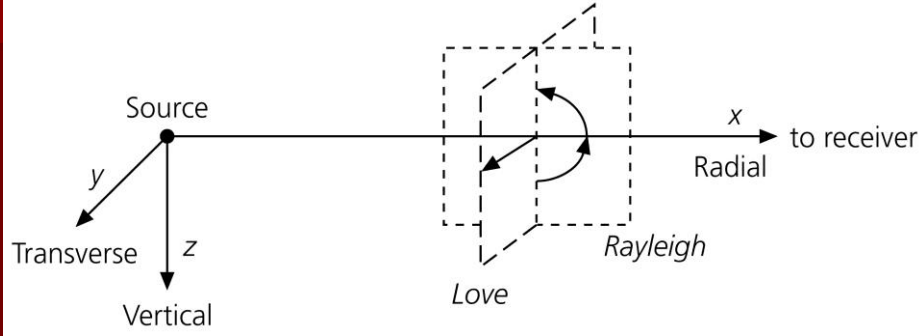
E. YALÇINKAYA

5



E. YALÇINKAYA

6

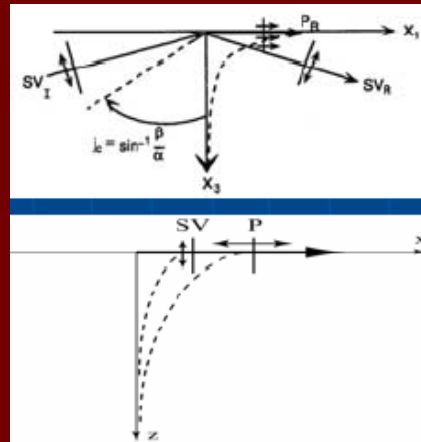


E. YALÇINKAYA

7

Rayleigh dalgaları

- Rayleigh dalgaları, P ve SV dalgalarının yerin serbest yüzeyinde girişimleri sonucu oluşurlar.



E. YALÇINKAYA

8

Rayleigh dalgalarının özellikleri:

1. Yarı sonsuz homojen bir ortamın serbest yüzeyinde veya tabakalı bir ortamda meydana gelebilirler.
2. Dalgaların yayılması sırasında tanecik hareketi büyük eksen dikey olan bir elips çizer, hareket yayılma doğrultusuna ters yönde (retrograd) bir harekettir. Elipsin küçük ekseninin büyük eksenine oranı $1/3$ tür.

E. YALÇINKAYA

9

3. Hareketin genliği derinlik ile üstel olarak azalır.
4. Hareketin hem dikey hem de yayılma doğrultusunda yatay bileşeni vardır, dolayısı ile hem dikey hem de yatay bileşen sismograflarında kayıt edilirler.
5. Yarı sonsuz homojen bir ortamda oluşan Rayleigh dalgaları dispersiyon göstermezler, fakat tabakalı bir ortamda meydana gelen Rayleigh dalgaları dispersiyon gösterirler.

E. YALÇINKAYA

10

Homojen yarı sonsuz bir ortamda yayılan Rayleigh dalgaları periyod denklemi ;

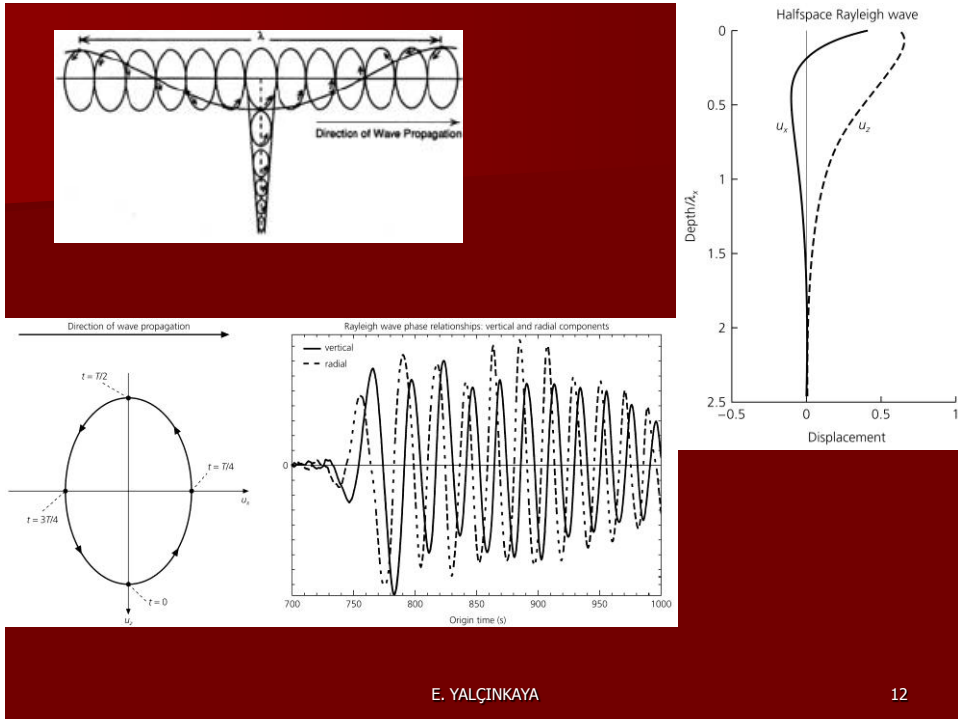
$$\frac{c^6}{\beta^6} - 8 \frac{c^4}{\beta^4} + \frac{56}{3} \frac{c^2}{\beta^2} - \frac{32}{3} = 0$$

Homojen yarı sonsuz bir ortamda yayılan Rayleigh dalga hızı;

$$c_R = 0.92\beta$$

E. YALÇINKAYA

11



E. YALÇINKAYA

12

Love dalgaları

- Love dalgaları, **SH** dalgalalarının yüzey tabakası içinde kapanlanması sonucu oluşurlar.



E. YALÇINKAYA

13

Love dalgalarının özellikleri :

1. **Sadece tabakalı ortamda oluşabilirler.**
2. **Yatay yönde polarize olmuş SH dalgalarından meydana gelirler.**
3. **Hareketin düşey ve yayılma doğrultusunda yatay bileşeni yoktur.**
4. **Yalnızca yatay bileşen sismograflarda kaydedilebilirler.**

E. YALÇINKAYA

14

5. Daima dispersiyon gösterirler, yani periyot arttıkça hız artar.

6. Love dalgalarının hızı Rayleigh dalgalarının hızından büyük S dalgalarının hızından küçüktür. Sismogramlarda S dalgalarından sonra, Rayleigh dalgalarından önce görülürler.

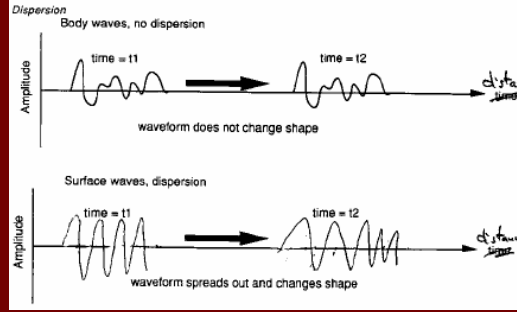
Love dalgaları periyod denklemi ;

$$\mu_2 \left[1 - \frac{c^2}{\beta_2^2} \right]^{1/2} - \mu_1 \left[\frac{c^2}{\beta_1^2} - 1 \right]^{1/2} \tan kH \left[\left(\frac{c^2}{\beta_1^2} - 1 \right)^{1/2} \right] = 0$$

Görüldüğü gibi periyod denklemi dalga sayısına ($k = 2\pi / \lambda$) dalga boyuna yani frekansa veya periyoda bağlıdır.

Dispersiyon

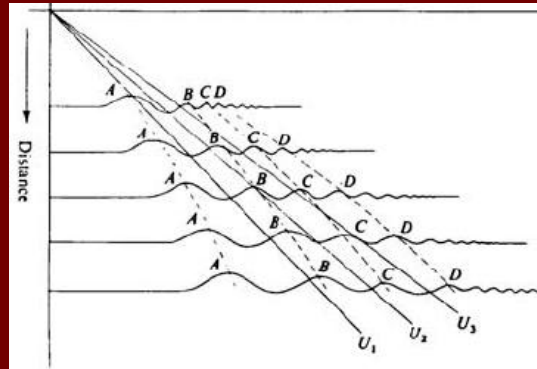
Dalga hızının dalga boyuna (veya frekansına) bağlı olmasına **dispersiyon** denir. Dispersif dalgada dalganın şekli zamanla değişir.



E. YALÇINKAYA

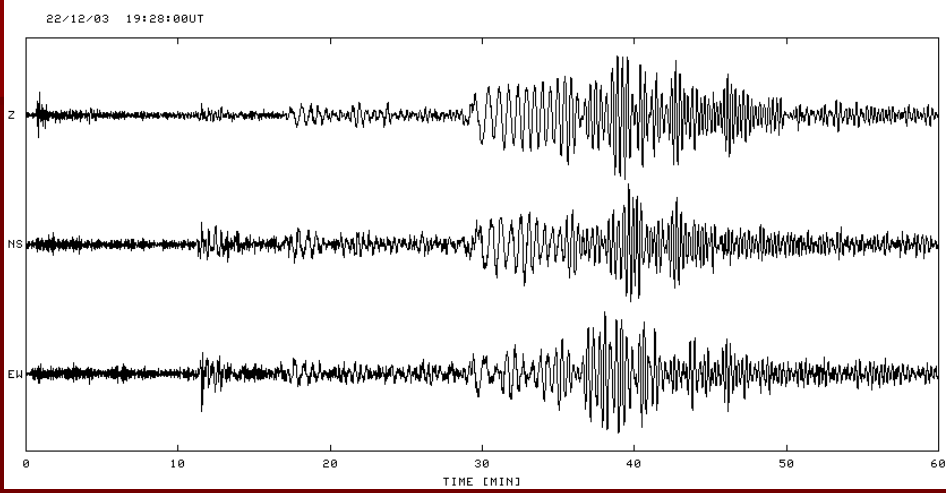
17

Dispersiyon gösteren dalgalarda bütün dalga grubu aynı zamanda istasyona ulaşmaz. Kural olarak dalga boyu en büyük olanlar daha hızlı yayılırlar, dolayısı ile istasyona daha önce gelirler.



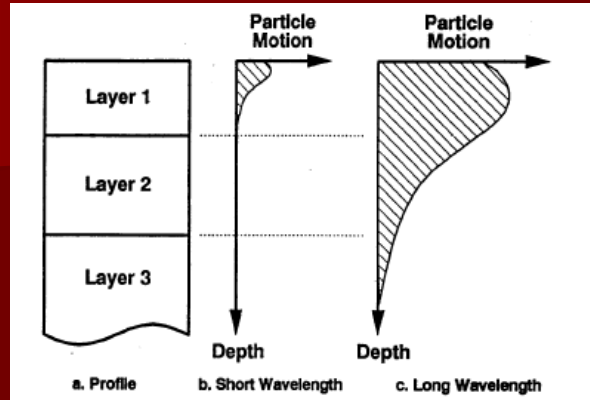
E. YALÇINKAYA

18



E. YALÇINKAYA

19



Genel kabul gören bir kural ; yüzey dalgalarının sahip oldukları dalga boylarının üçte bir derinliğini örnekleyebildikleridir.

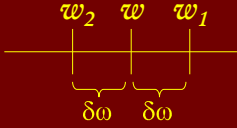
E. YALÇINKAYA

20

Faz hızı, Grup hızı

Açısal frekansları ve dalga sayıları arasında küçük farklar bulunan iki harmonik dalganın toplamını düşünelim :

$$u(x, t) = \cos(\omega_1 t - k_1 x) + \cos(\omega_2 t - k_2 x)$$



$$\begin{aligned} \omega_1 &= \omega + \delta\omega, & \omega_2 &= \omega - \delta\omega, & \omega &\gg \delta\omega \\ k_1 &= k + \delta k, & k_2 &= k - \delta k, & k &\gg \delta k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u(x, t) &= \cos(\omega t + \delta\omega t - kx - \delta kx) \\ &\quad + \cos(\omega t - \delta\omega t - kx + \delta kx) \\ &= 2 \cos(\omega t - kx) \cos(\delta\omega t - \delta kx) \end{aligned}$$

E. YALÇINKAYA

21

$$u(x, t) = 2 \cos(\omega t - kx) \cos(\delta\omega t - \delta kx)$$

Böylece toplam, iki kosinüs fonksiyonunun çarpımı şekline gelir. Argümanlarına bakıldığında her ikisi de yayılan dalgadır. $\delta\omega$, ω 'dan daha küçük olduğundan ikinci terim daha küçük bir frekansa sahiptir ve birinciye göre zamanla daha yavaş değişir.

Benzer olarak δk , k 'dan daha küçük olduğundan ikinci terim birinciye göre uzay boyutunda da daha yavaş değişir.

E. YALÇINKAYA

22

<http://webphysics.davidson.edu/applets/Superposition/GroupVelocity.html>

http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/sines/GroupVelocity.h

E. YALÇINKAYA

23

Grup hızı

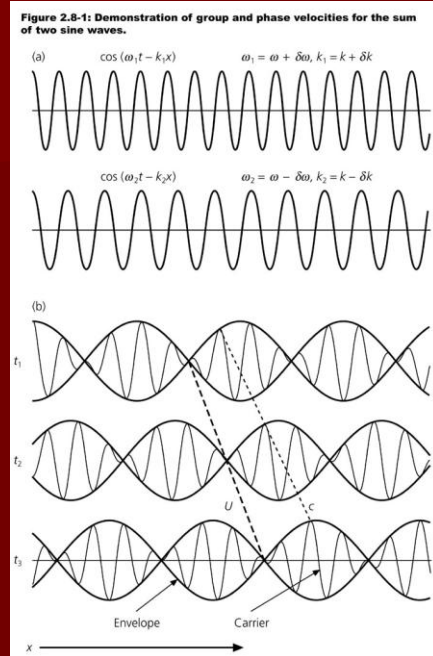
$$U = \delta\omega / \delta k$$

Faz hızı

$$c = \omega / k$$

$$U = \frac{\delta\omega}{\delta k} = \frac{\delta(ck)}{\delta k}$$
$$= c + k \frac{\delta c}{\delta k} = c - \lambda \frac{\delta c}{\delta \lambda}$$

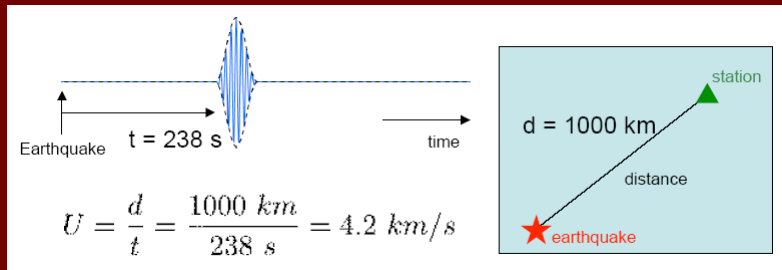
Bir dalga dispersif değilse, farklı dalga boyları aynı faz hızıyla seyahat ederler. Bu durumda $dc/d\lambda=0$, ve faz ve grup hızları eşit olur.



E. YALÇINKAYA

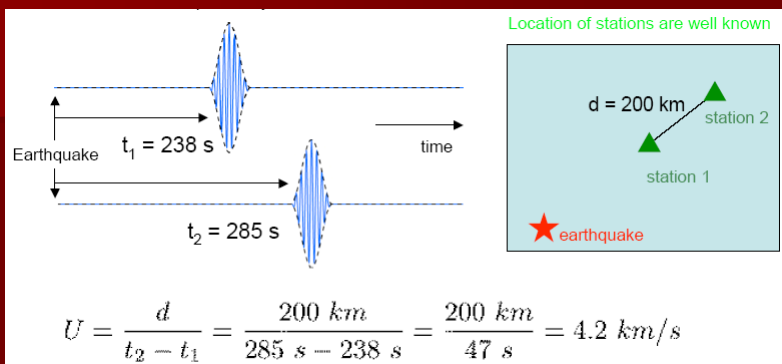
24

Grup hızı ölçümü



E. YALÇINKAYA

25



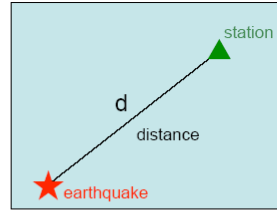
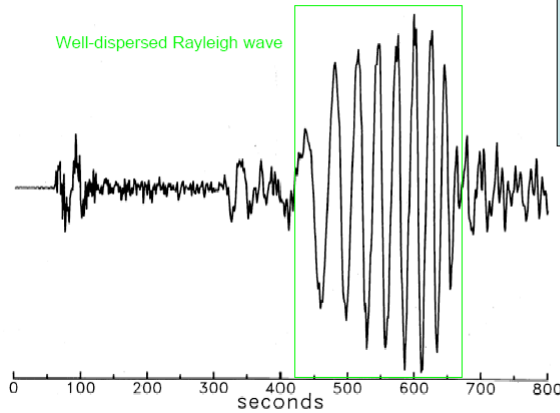
E. YALÇINKAYA

26

Grup hızı dispersiyonu

Dispersiyon : dalga hızının frekansa bağımlı olması

Use single, well-dispersed surface wave arrival

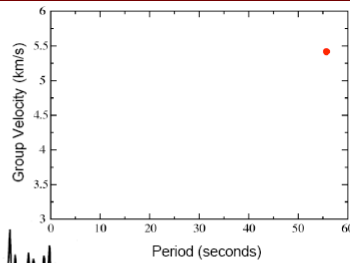
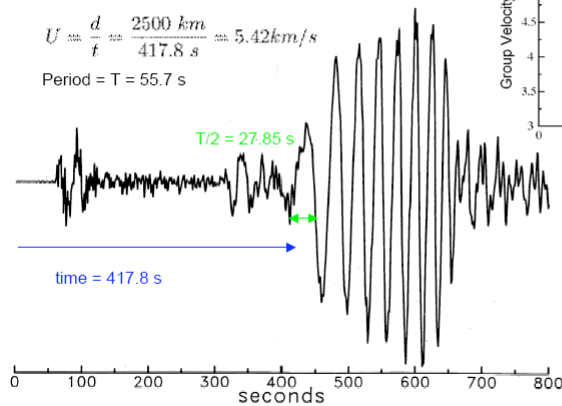


Earthquake: Mexico
Station: CCM, Cathedral Cave,
Missouri
Distance: 22.4 degrees
Component: vertical

E. YALÇINKAYA

27

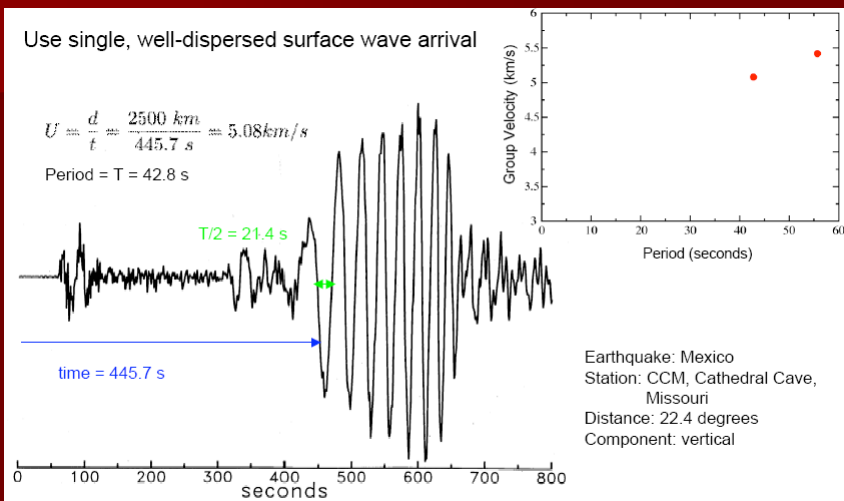
Use single, well-dispersed surface wave arrival



Earthquake: Mexico
Station: CCM, Cathedral Cave,
Missouri
Distance: 22.4 degrees
Component: vertical

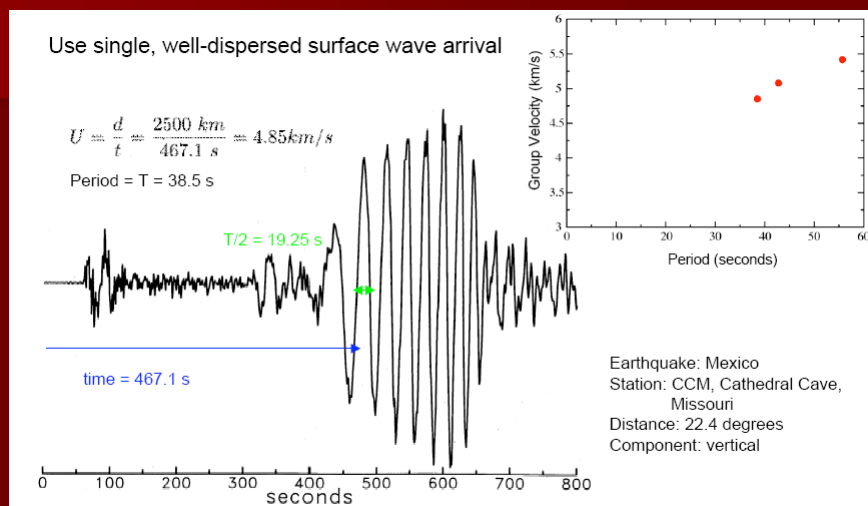
E. YALÇINKAYA

28



E. YALÇINKAYA

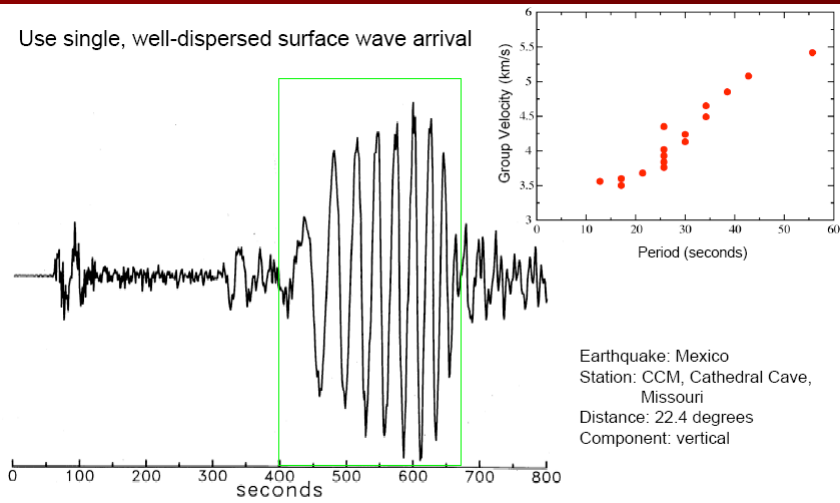
29



E. YALÇINKAYA

30

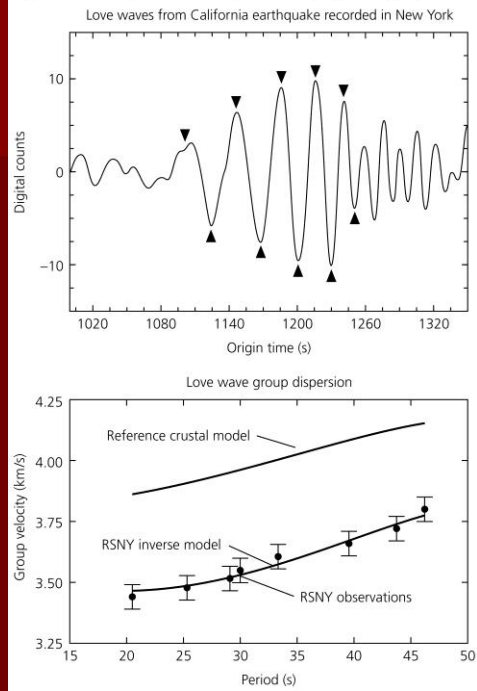
Use single, well-dispersed surface wave arrival



E. YALÇINKAYA

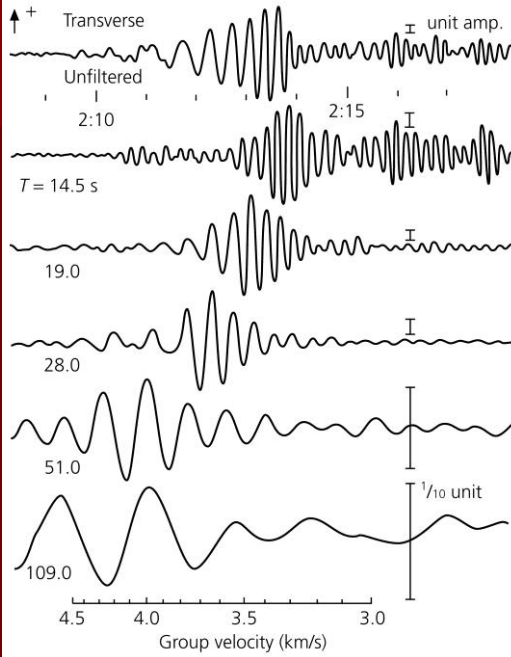
31

Figure 2.8-3: Example of calculating Love wave group velocity dispersion.



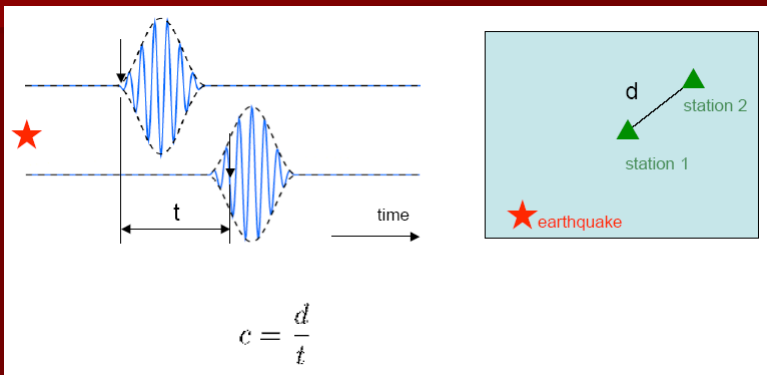
32

Figure 2.8-4: Example of Love wave group velocity dispersion through bandpass filtering.



33

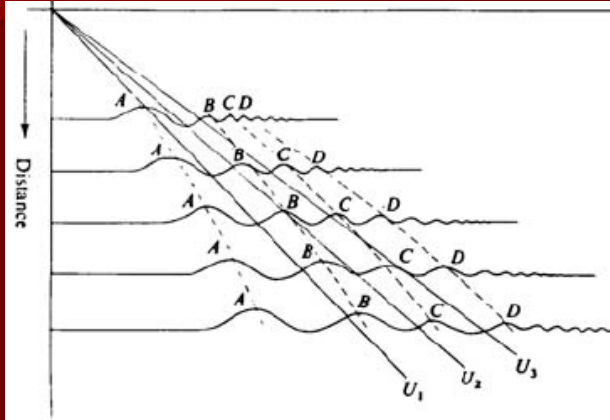
Faz hızı ölçümü



E. YALÇINKAYA

34

Faz hızı dispersiyonu

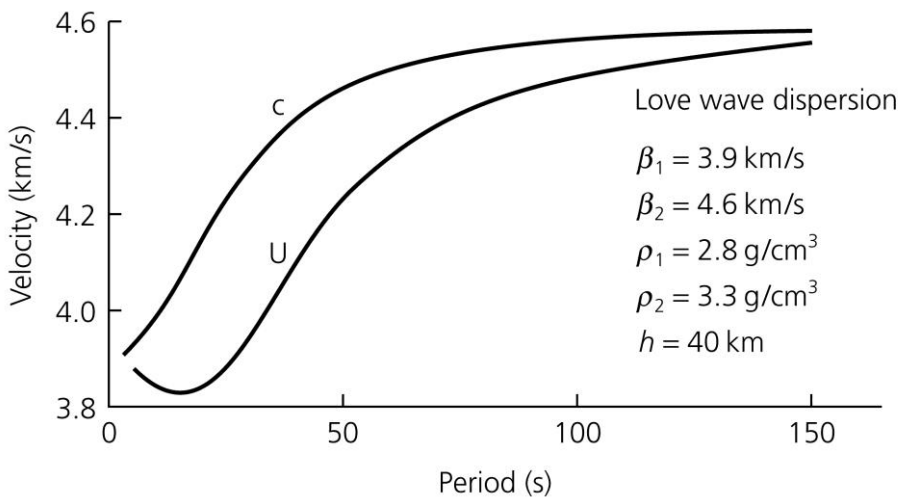


A, B, C ve D fazlarını birleştiren kesikli çizgilerin eğimine dikkat ediniz. A fazı periyodu en büyük ve hızı en büyük olanıdır. Buna karşı, D fazı periyodu ve hızı en küçük olanıdır.

E. YALÇINKAYA

35

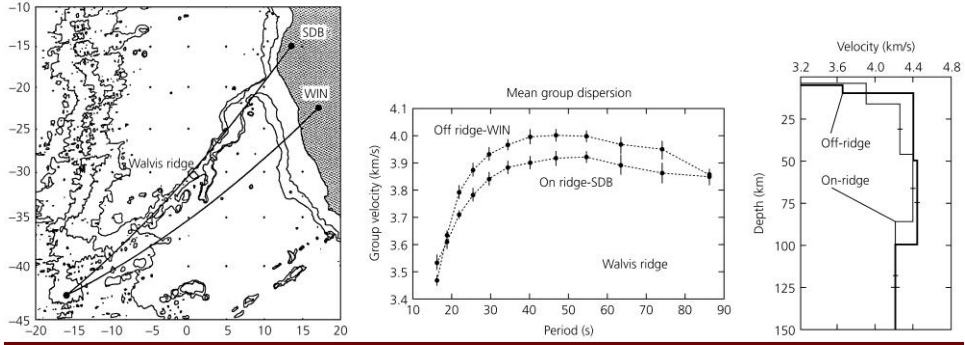
Figure 2.8-2: Fundamental mode Love wave group and phase velocities.



E. YALÇINKAYA

36

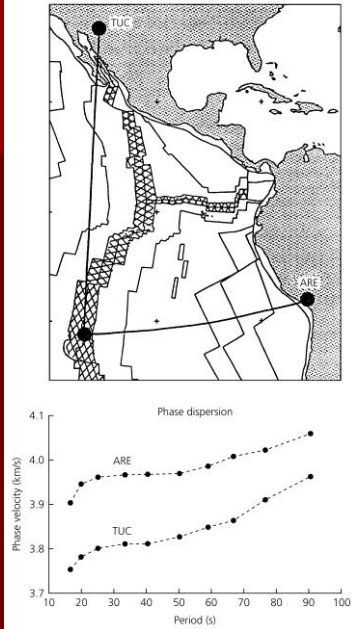
Figure 2.8-5: Rayleigh wave group velocity study of the Walvis ridge.



E. YALÇINKAYA

37

Figure 2.8-6: Example of Rayleigh wave phase velocities for ocean lithosphere.

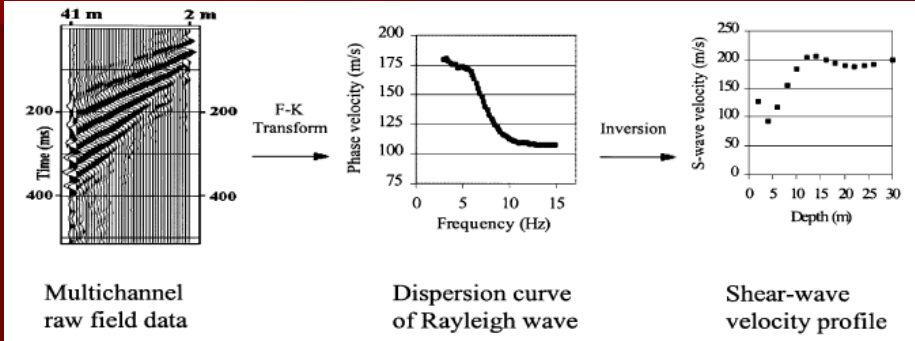


Yüzey dalgaları, yaklaşık olarak dalga boylarının üçte biri bir derinliği örnekleyebilirler.

Yaklaşık 50 sn'den daha kısa periyotlu yüzey dalgaları büyük kabuksal S dalga hız yapısını belirlemek için kullanılır. Daha uzun periyotlu yüzey dalgaları manto S dalga hız yapısını belirlemek için kullanılır.

E. YALÇINKAYA

38



E. YALÇINKAYA

39

Bitti

E. YALÇINKAYA

40