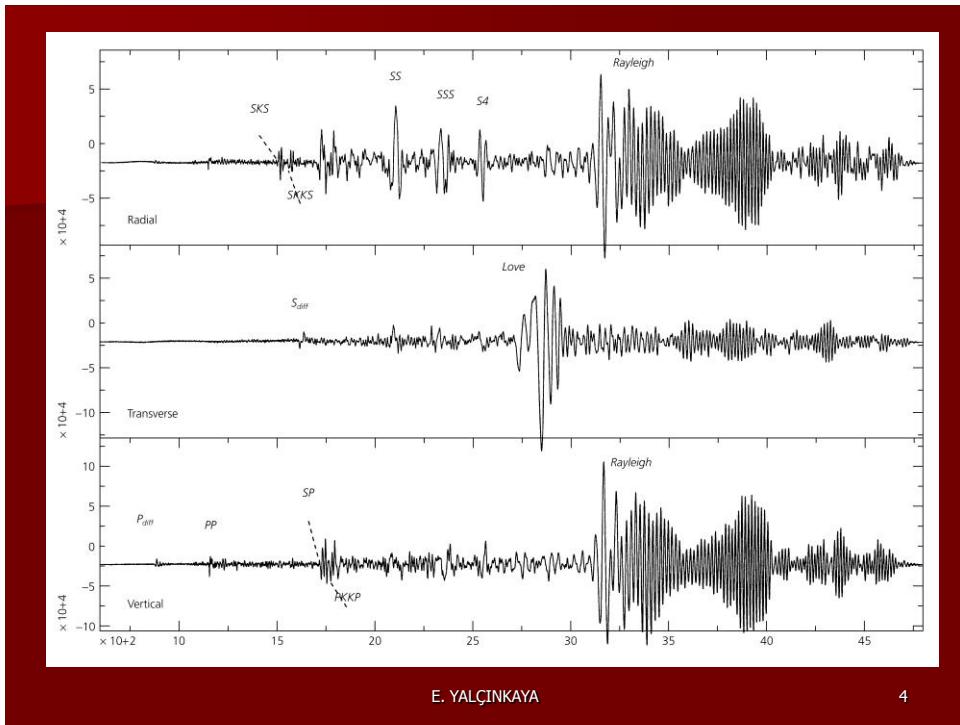
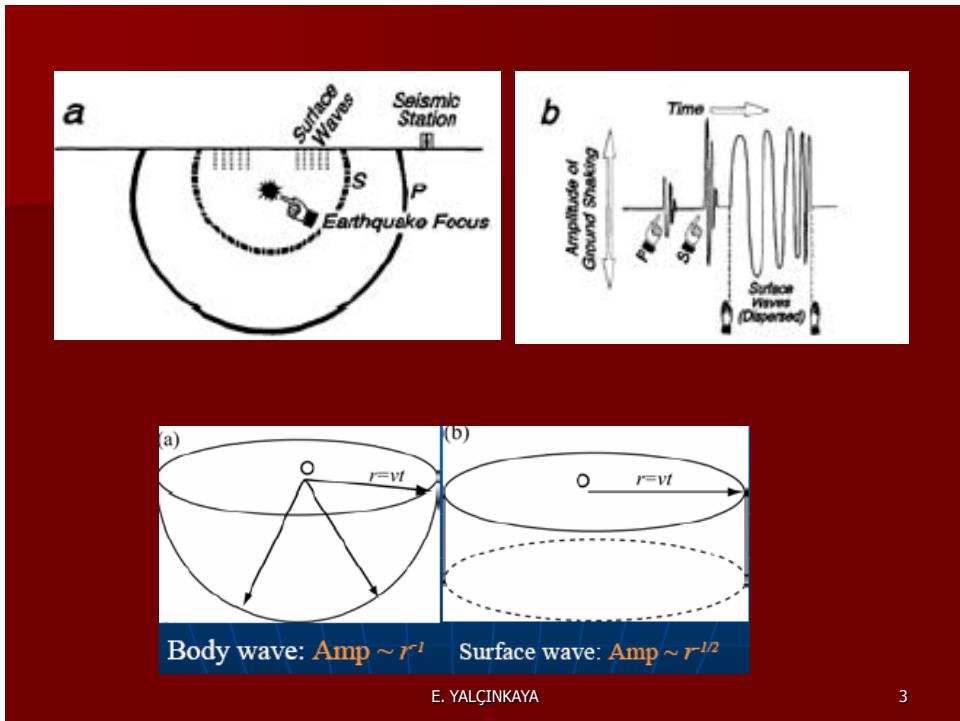


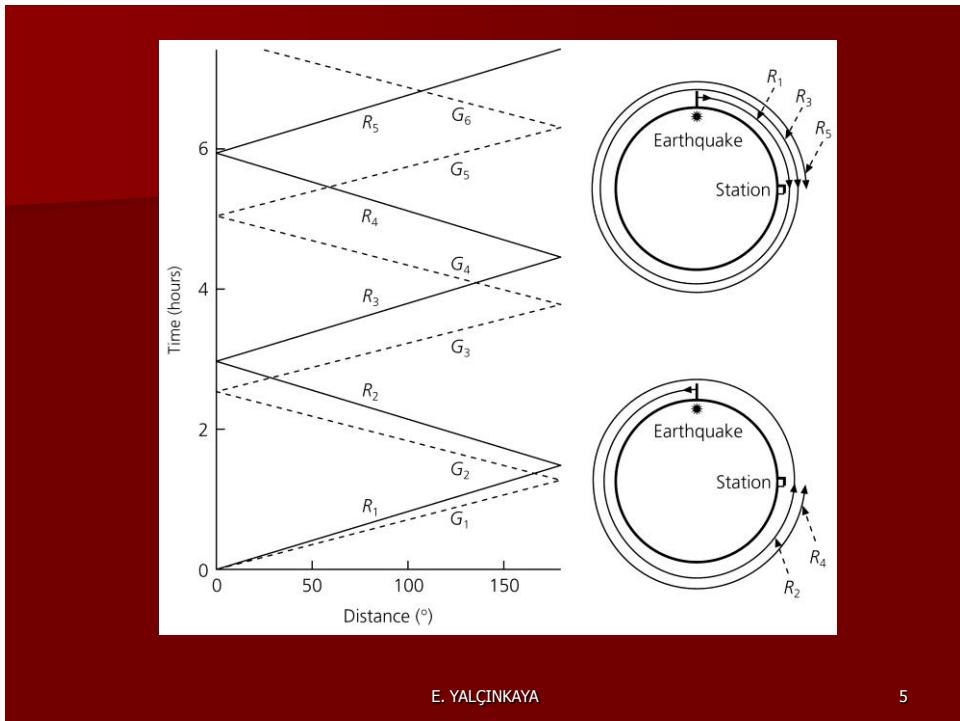
YÜZEY DALGALARI



Doç. Dr. Eşref YALÇINKAYA
(5. Ders)

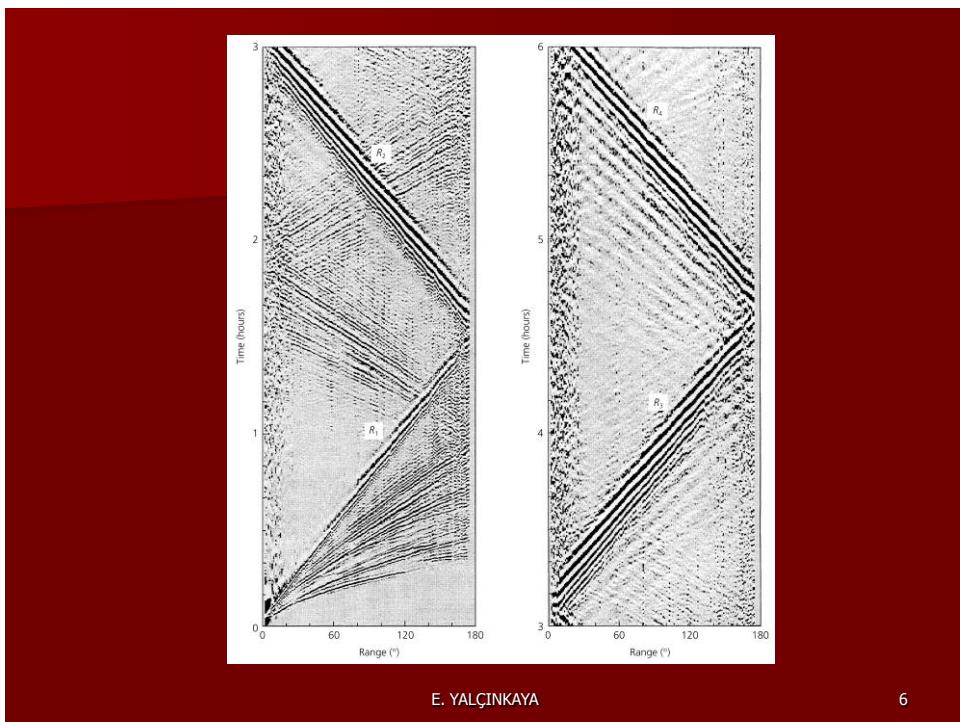
- **Homojen, izotrop ve sınırsız bir elastik ortamda yalnızca cisim dalgalar (P ve S) yayılırlar. Ancak, ortamın sınırlı olması halinde yansıyan ve kırılan cisim dalgaları ile cismin yüzeyinde yayılan (veya sınır yüzeyi boyunca yayılan) yüzey dalgaları bulunur.**
- **Yarı sonsuz, homojen ve izotrop olan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





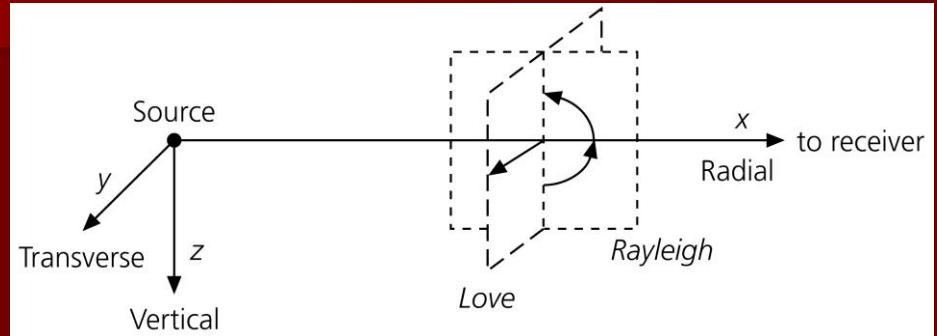
E. YALÇINKAYA

5



E. YALÇINKAYA

6

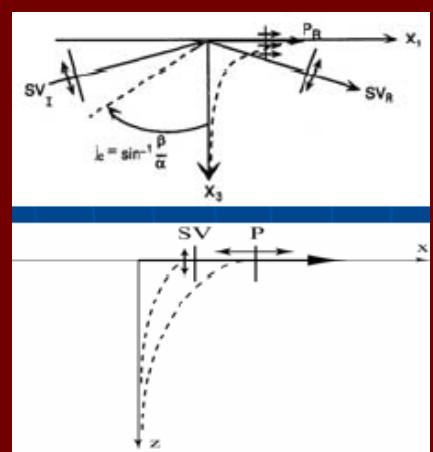


E. YALÇINKAYA

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 ekseni düşey olan bir elips çizer, hareket yayılma doğrultusuna ters yönde (retrograd) bir harekettir. Elipsin küçük ekseninin büyük eksene oranı $1/3$ tür.**

E. YALÇINKAYA

9

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

E. YALÇINKAYA

10

Homojen yarı sonsuz bir ortamda yayılan Rayleigh dalgaları periyod denklemi ;

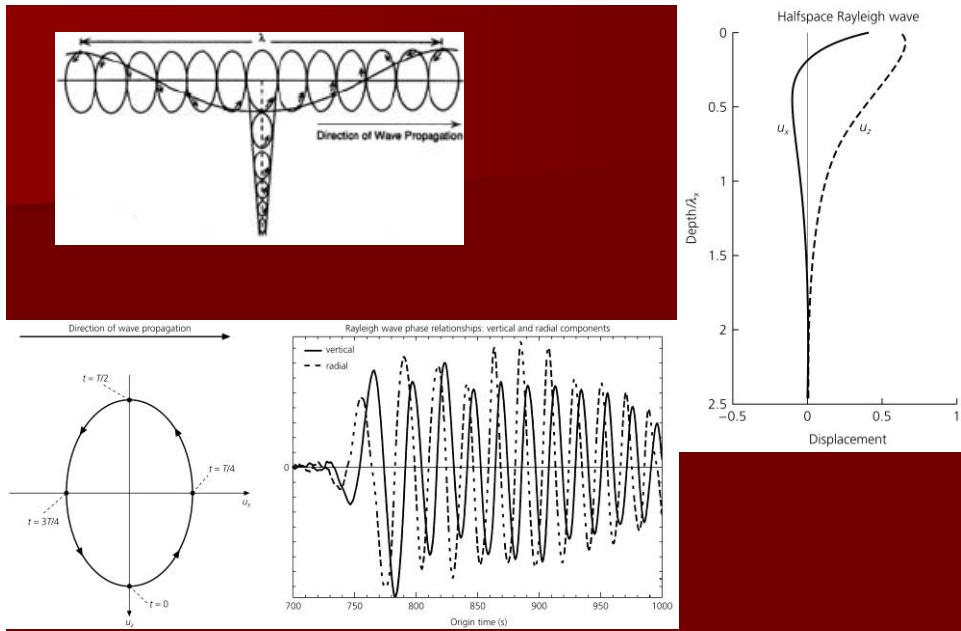
$$\frac{c^6}{\beta^6} - 8 \frac{c^4}{\beta^4} + \frac{56}{3} \frac{c^2}{\beta^2} - \frac{32}{3} = 0$$

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 dalgalarının yüzey tabakası içinde kapanlanması sonucu oluşurlar.



E. YALÇINKAYA

13

Love dalgalarının özelliklerı :

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.

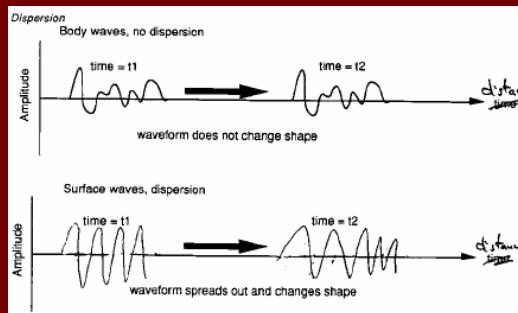
Love dalgaları periyod denklemi ;

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

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

Dispersiyon

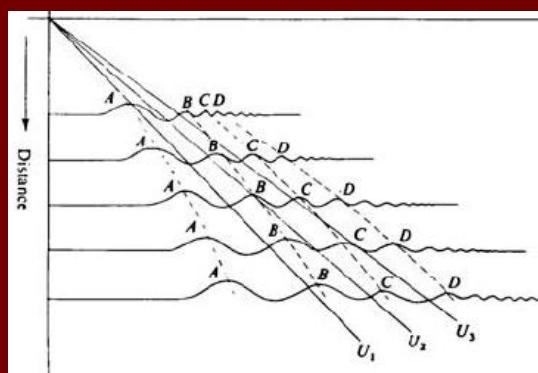
Dalga hızının dalga boyuna (veya frekansına) bağlı olmasına **dispersiyon** denir. Dispersif dalgada dalganın şekli zamanla değişir.



E. YALÇINKAYA

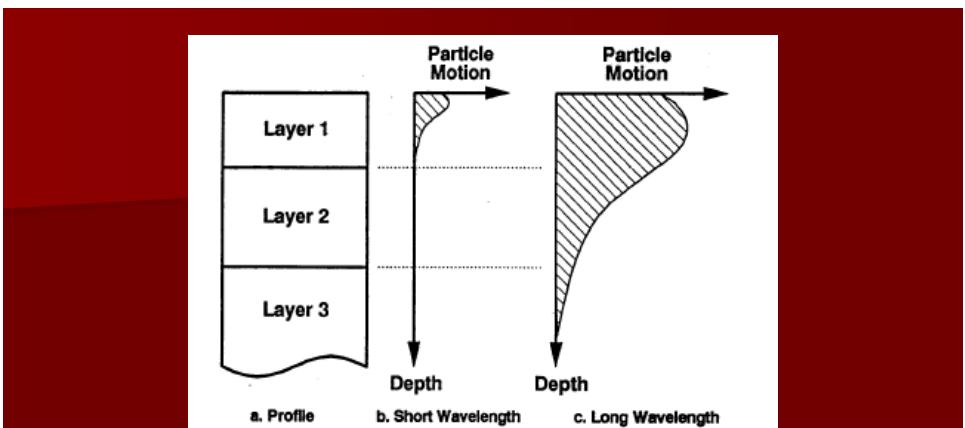
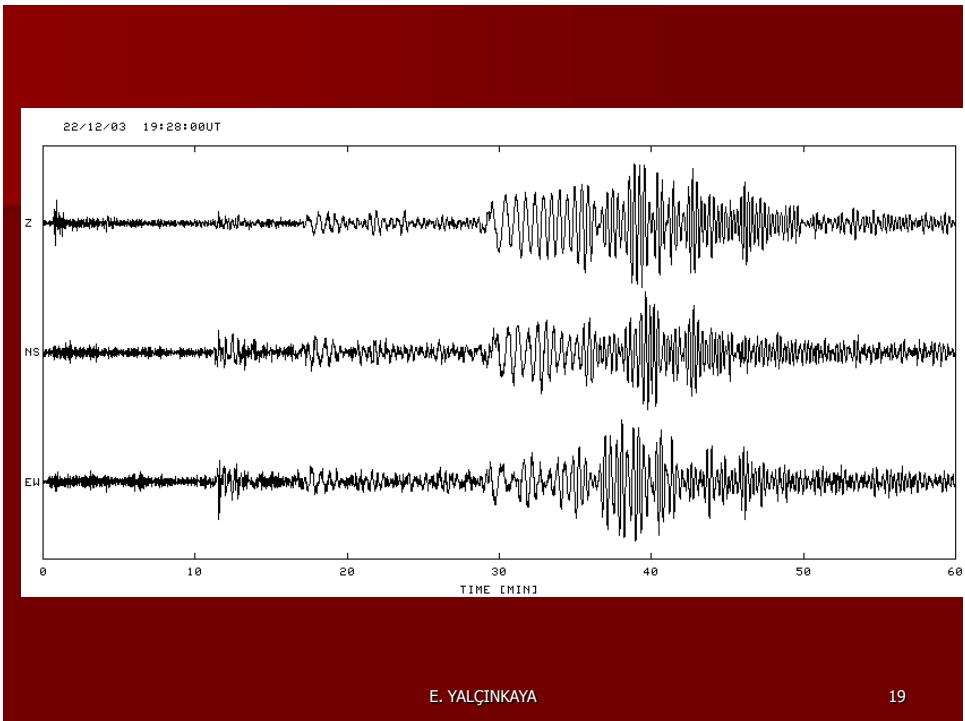
17

Dispersiyon gösteren dagalarda 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

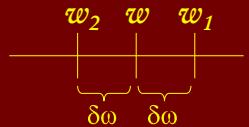


Genel kabul gören bir kural ; yüzey dalgalarının sahip oldukları dalga boyalarının üçte bir derinliğini örnekleyebildikleridir.

Faz hızı, Grup hızı

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

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


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

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

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

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

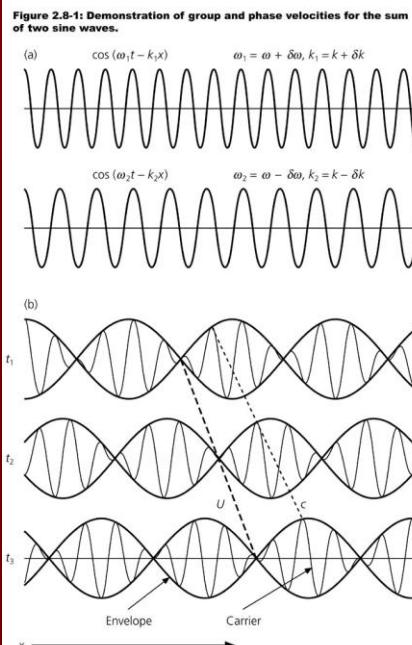
Faz hızı

$$c = \omega / k$$

$$U = \frac{\delta\omega}{\delta k} = \frac{\delta(ck)}{\delta k}$$

$$= c + k \frac{\delta c}{\delta k} = c - \lambda \frac{\delta c}{\delta \lambda}$$

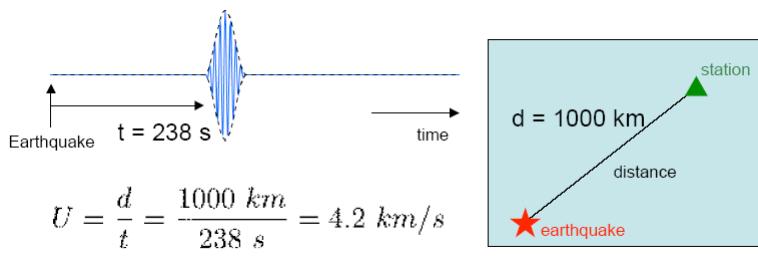
Bir dalga dispersif değilse, farklı dalga boyları aynı faz hızıyla seyahat ederler. Bu durumda $dc/d\lambda=0$, ve faz ve grup hızları eşit olur.



E. YALÇINKAYA

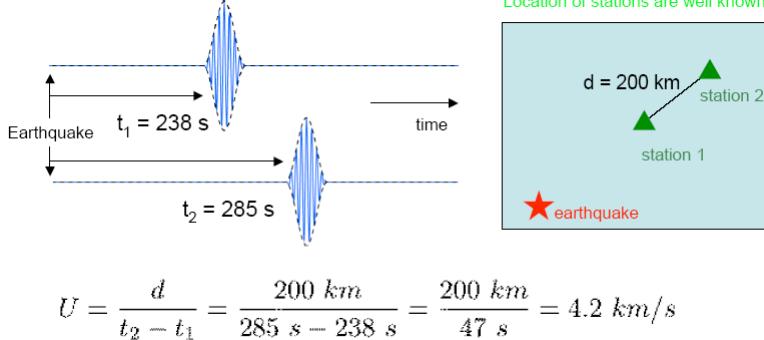
24

Grup hızı ölçümü



E. YALÇINKAYA

25

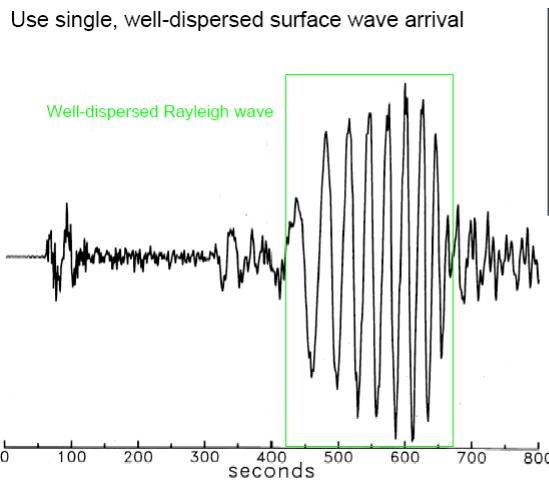


E. YALÇINKAYA

26

Grup hızı dispersiyonu

Dispersiyon : dalgın hızının frekansa bağımlı olması



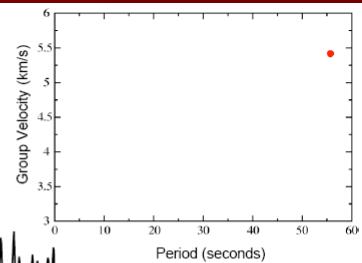
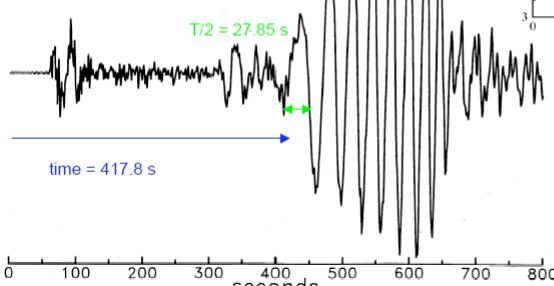
E. YALÇINKAYA

27

Use single, well-dispersed surface wave arrival

$$U \approx \frac{d}{t} \approx \frac{2500 \text{ km}}{417.8 \text{ s}} \approx 5.42 \text{ km/s}$$

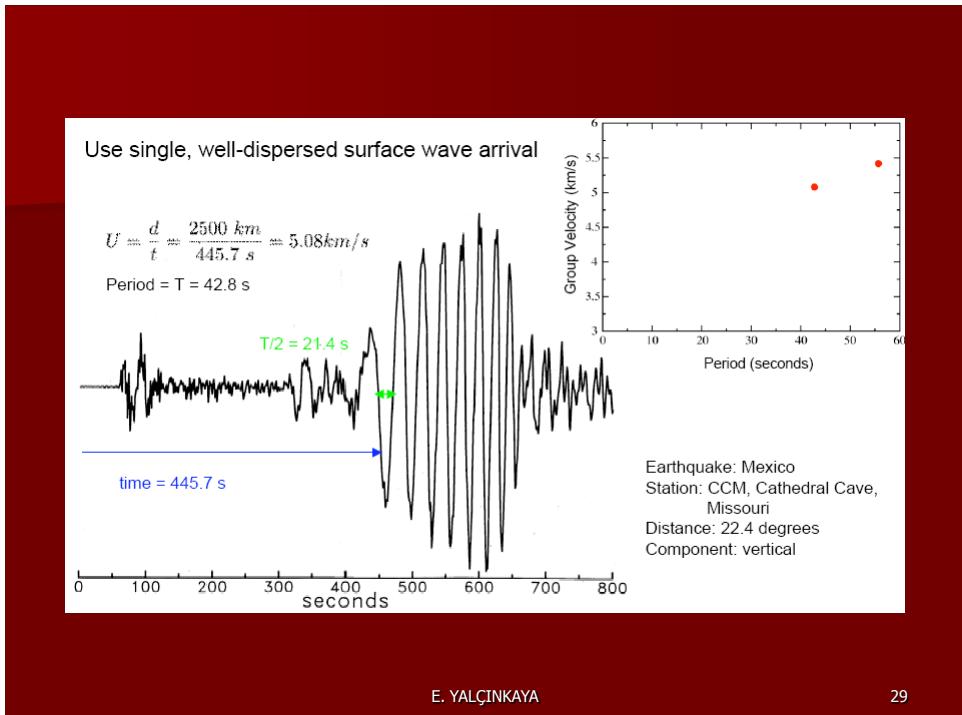
Period = T = 55.7 s



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

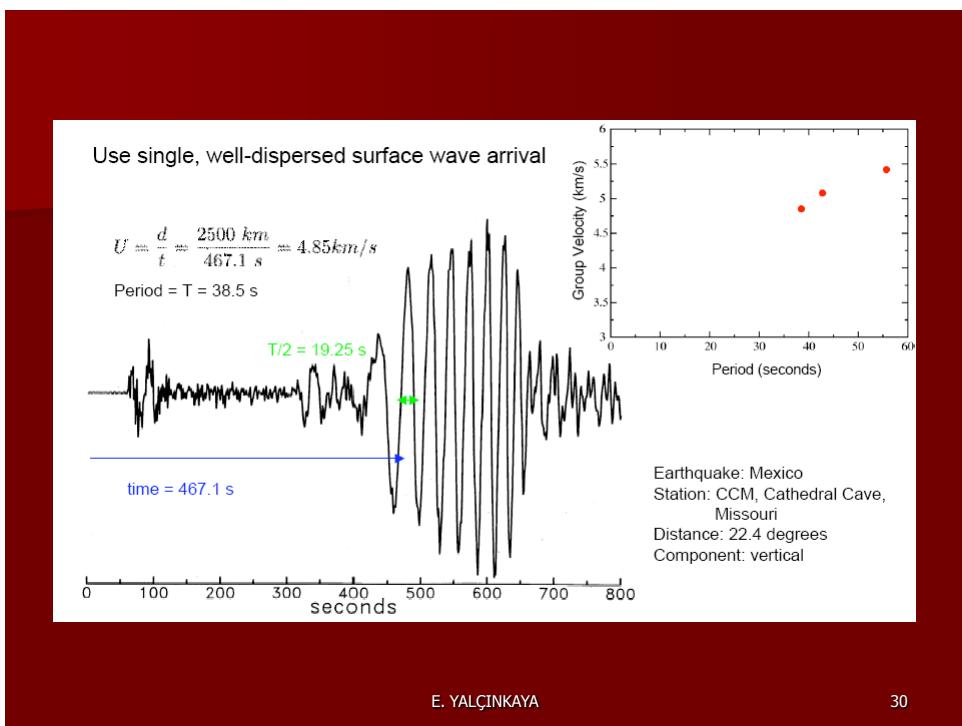
E. YALÇINKAYA

28



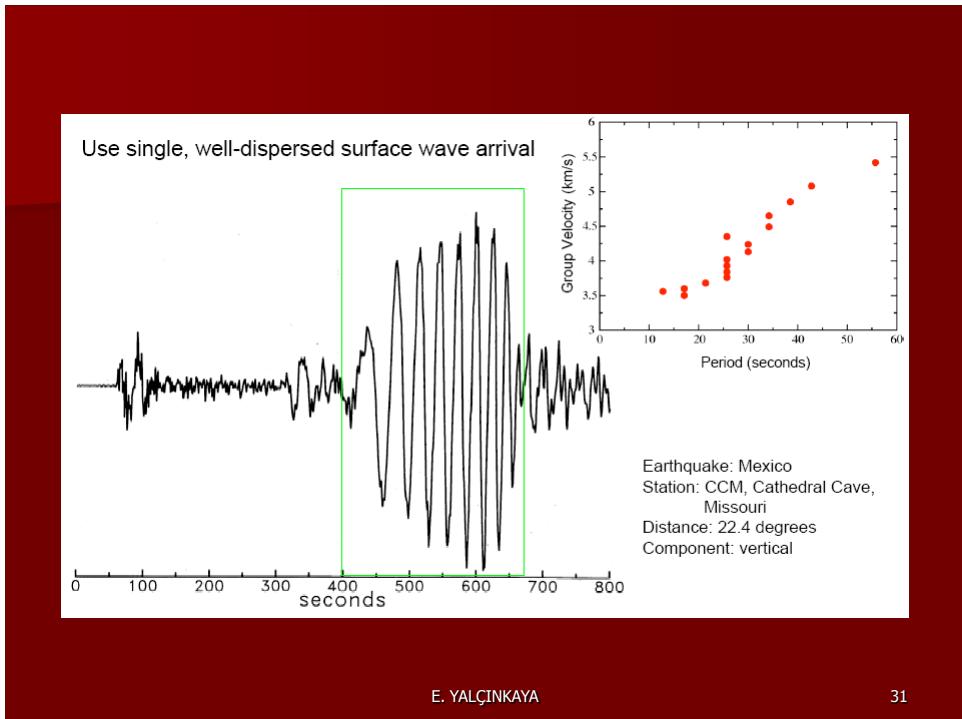
E. YALÇINKAYA

29



E. YALÇINKAYA

30



E. YALÇINKAYA

31

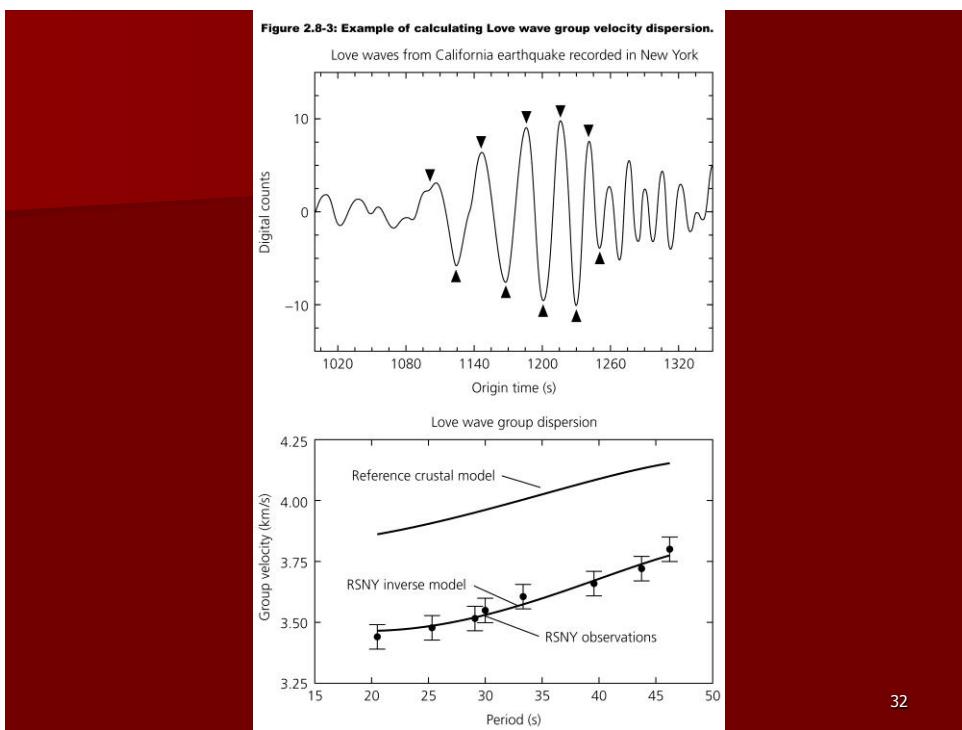
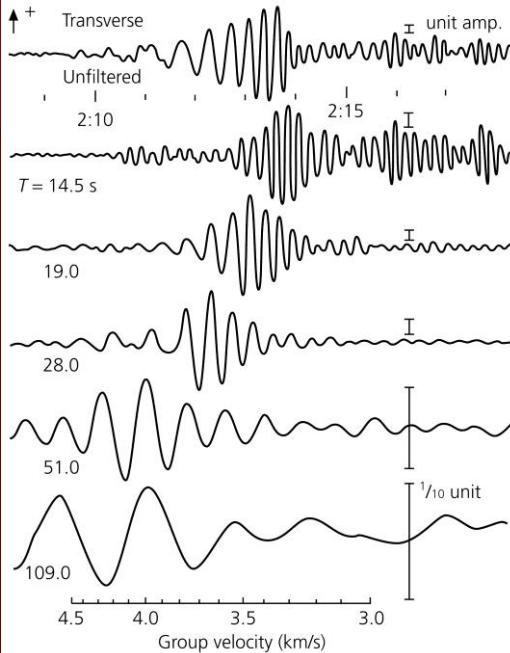
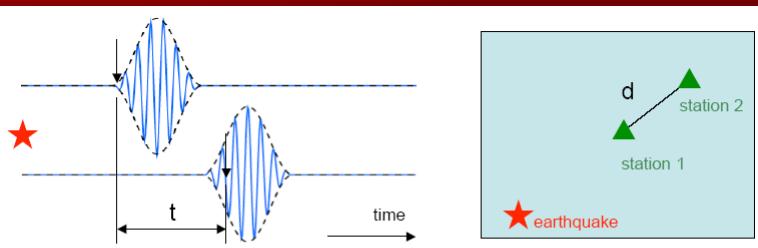


Figure 2.8-4: Example of Love wave group velocity dispersion through bandpass filtering.



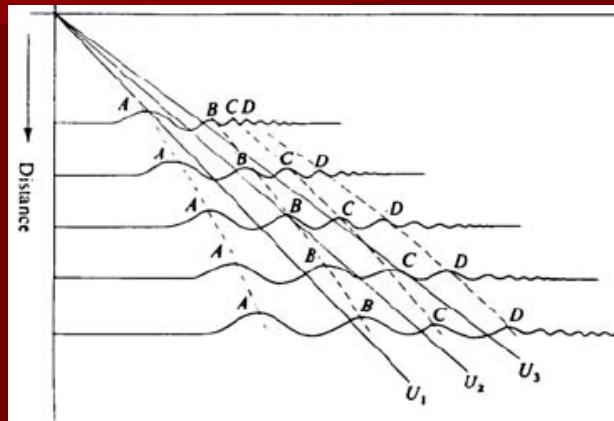
33

Faz hızı ölçümü



$$c = \frac{d}{t}$$

Faz hızı dispersiyonu

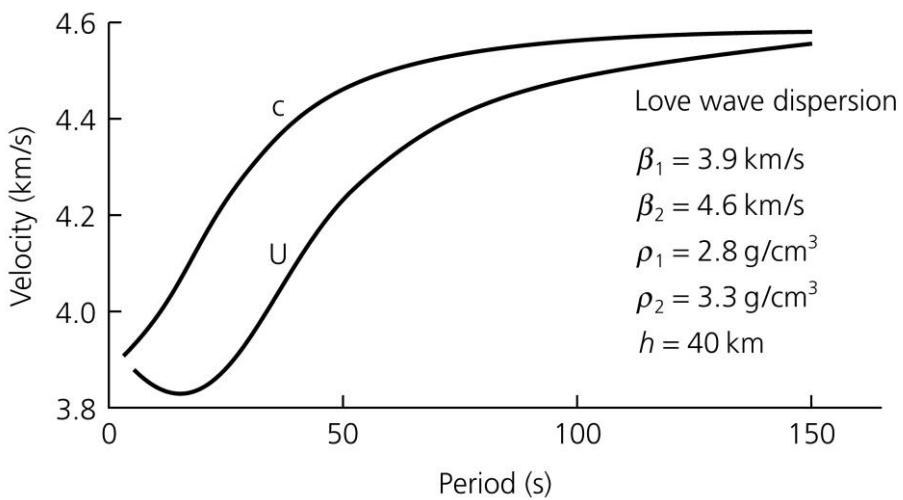


A, B, C ve D fazlarını birleştiren kesikli çizgilerin eğimine dikkat ediniz. A fazı periyodu en büyük ve hızı en büyük olandır. Buna karşı, D fazı periyodu ve hızı en küçük olandır.

E. YALÇINKAYA

35

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

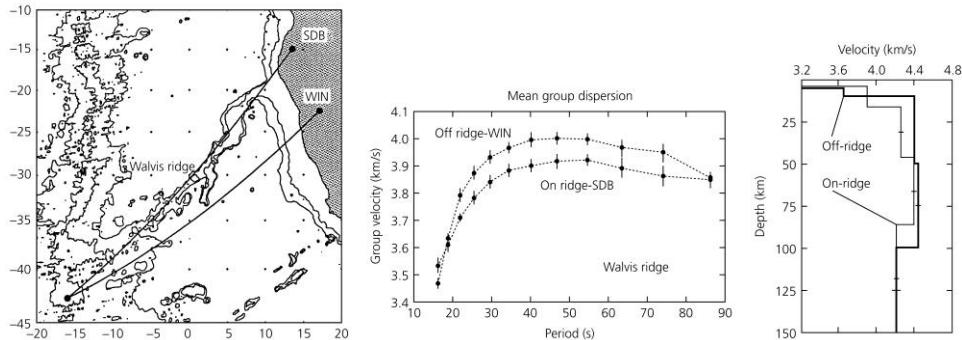


E. YALÇINKAYA

36

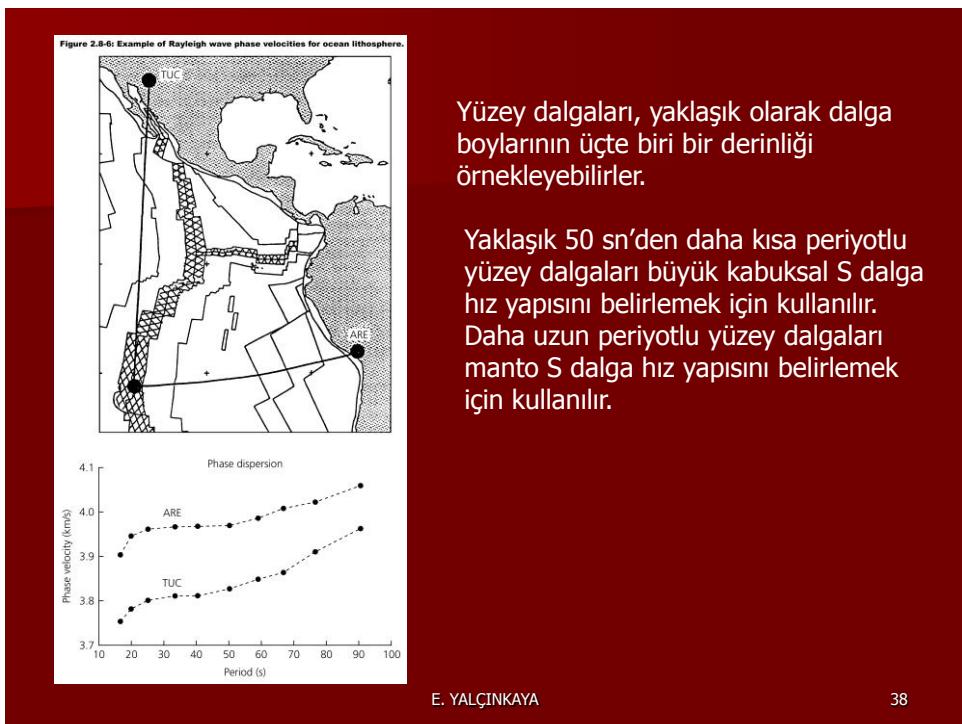


Figure 2.8-5: Rayleigh wave group velocity study of the Walvis ridge.



E. YALÇINKAYA

37



Yüzey dalgaları, yaklaşık olarak dalga boyalarının üçte biri bir derinliği örneklebilirler.

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

