

ELASTİK DALGA YAYINIMI

(9. Ders - 2016)

Prof.Dr. Eşref YALÇINKAYA

Geçtiğimiz ders;

- Gerilme-deformasyon bağıntıları
- Elastik sabitler
- Hareket denklemleri ve çözümleri

Bu derste;

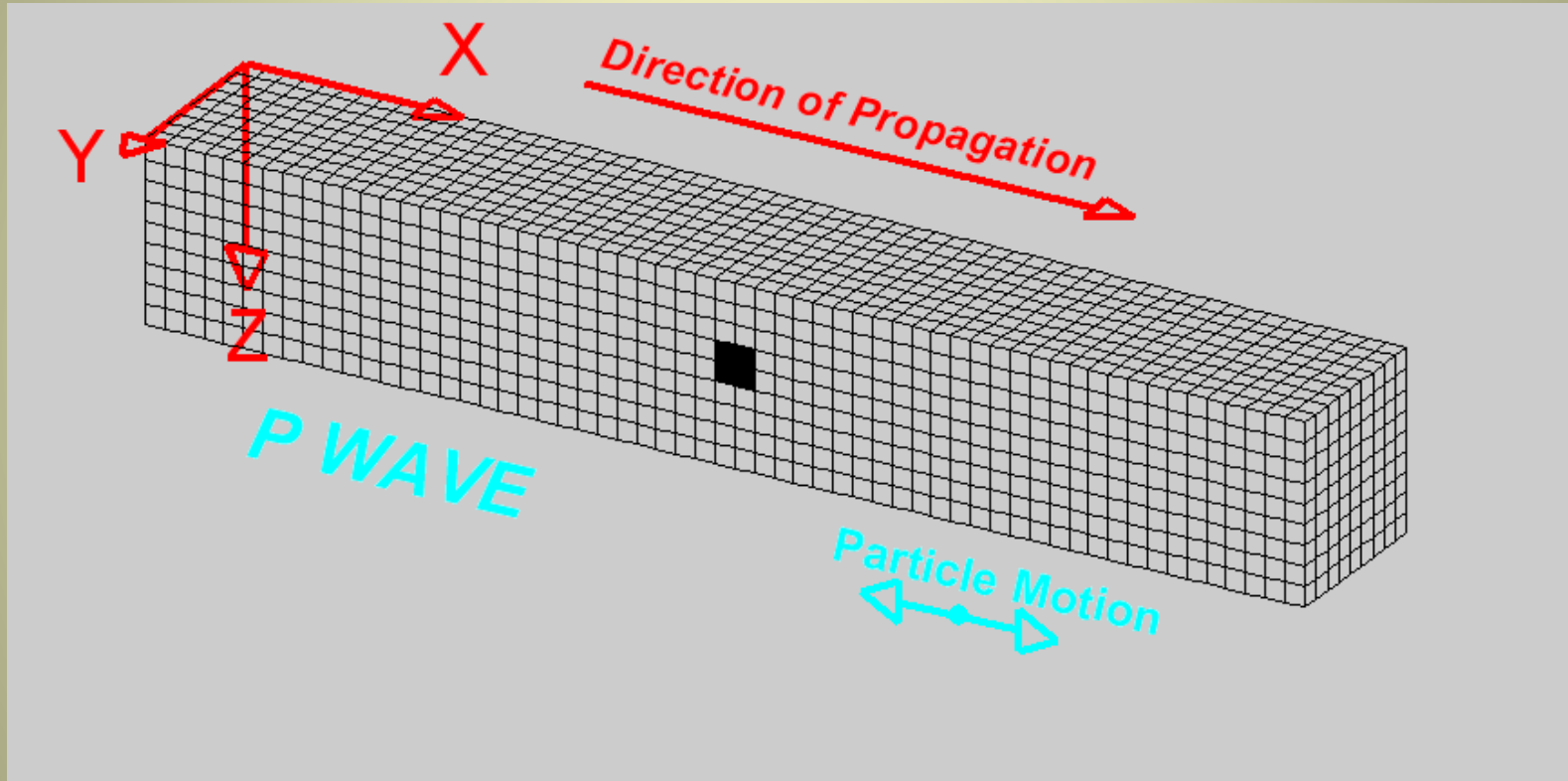
- Cisim dalgaları (P ve S)
- Tabakalı ortamda yayılan sismik dalgalar
- Snell kanunu

P-DALGASI:
$$\frac{\partial^2 \Delta}{\partial t^2} = \frac{\lambda + 2\mu}{\rho} \nabla^2 \Delta$$

Δ ; dilatasyon

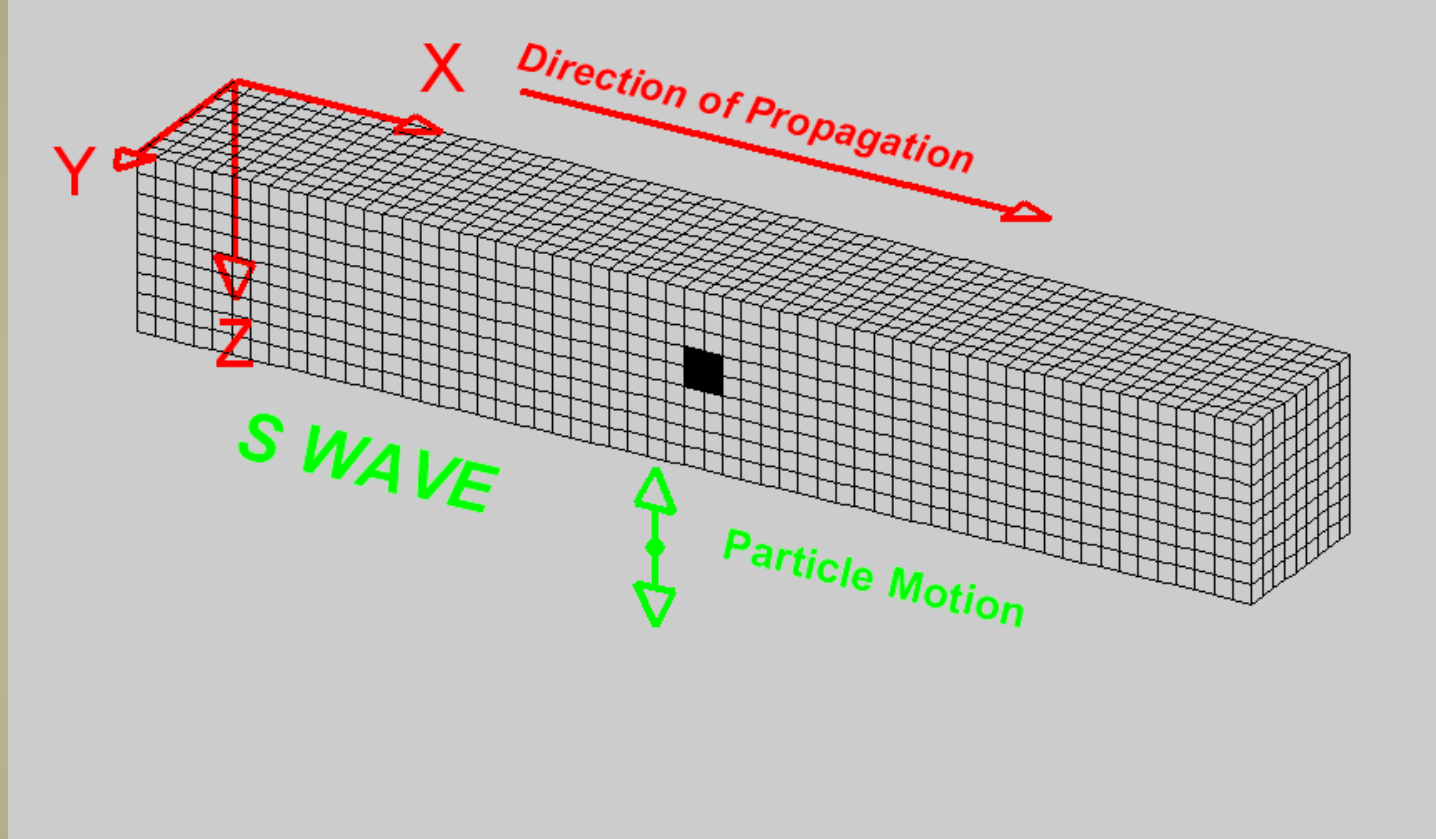
∇ ; laplace operatörü

$$\alpha = \left(\frac{\lambda + 2\mu}{\rho} \right)^{1/2} = \left(\frac{k + \frac{4}{3}\mu}{\rho} \right)^{1/2}$$



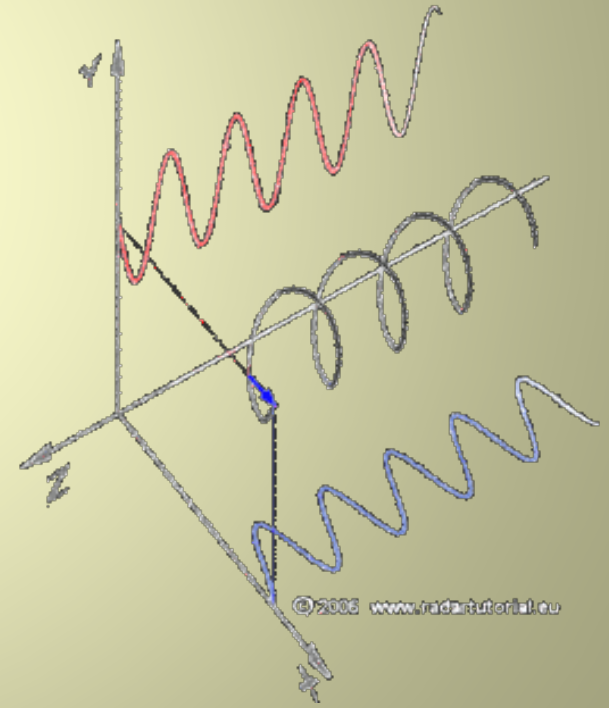
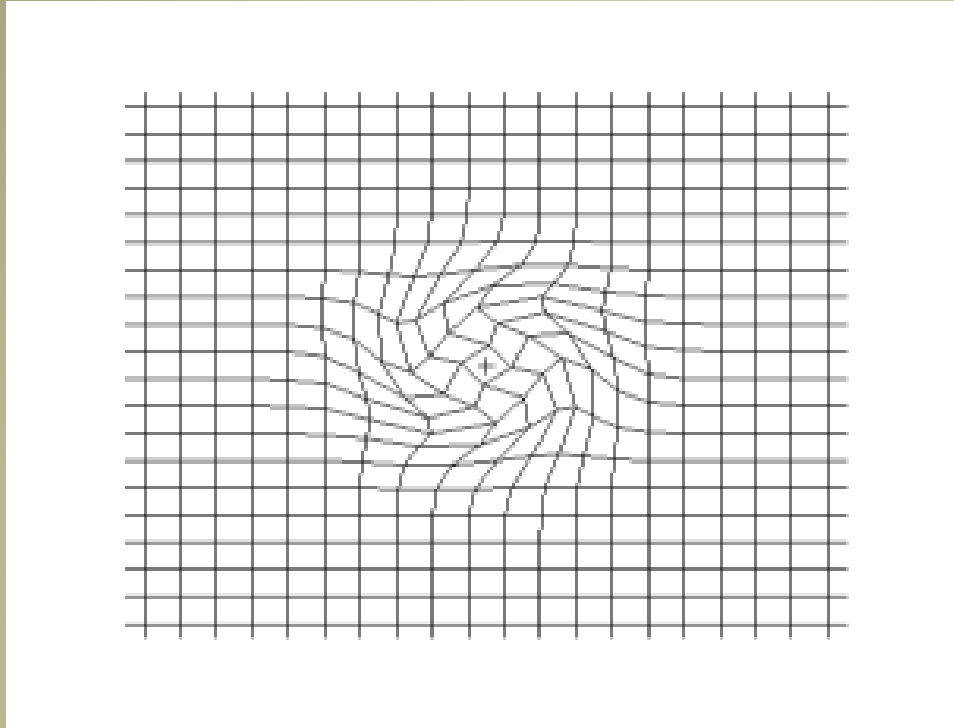
**Tanecik hareketi sıkışma ve genleşme değişimlerinden oluşur.
Tanecik hareketi yayılım yönüne paraleldir.**

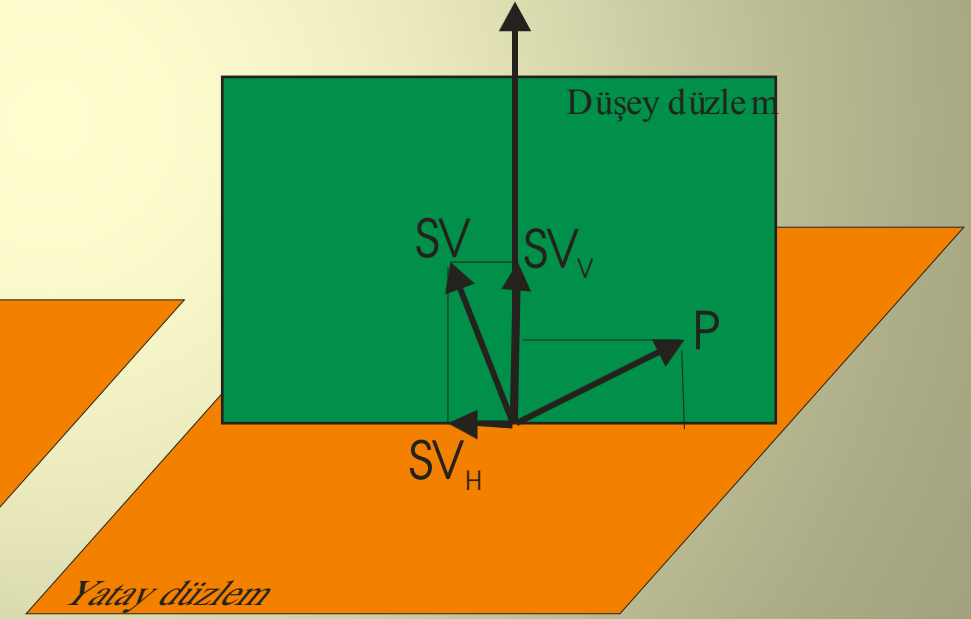
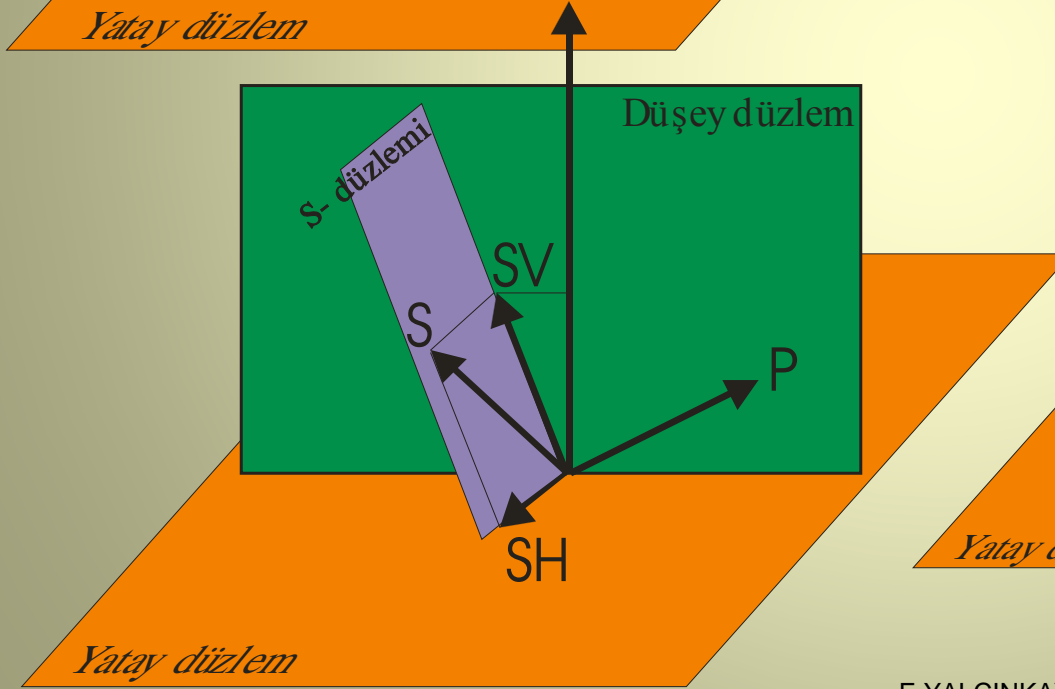
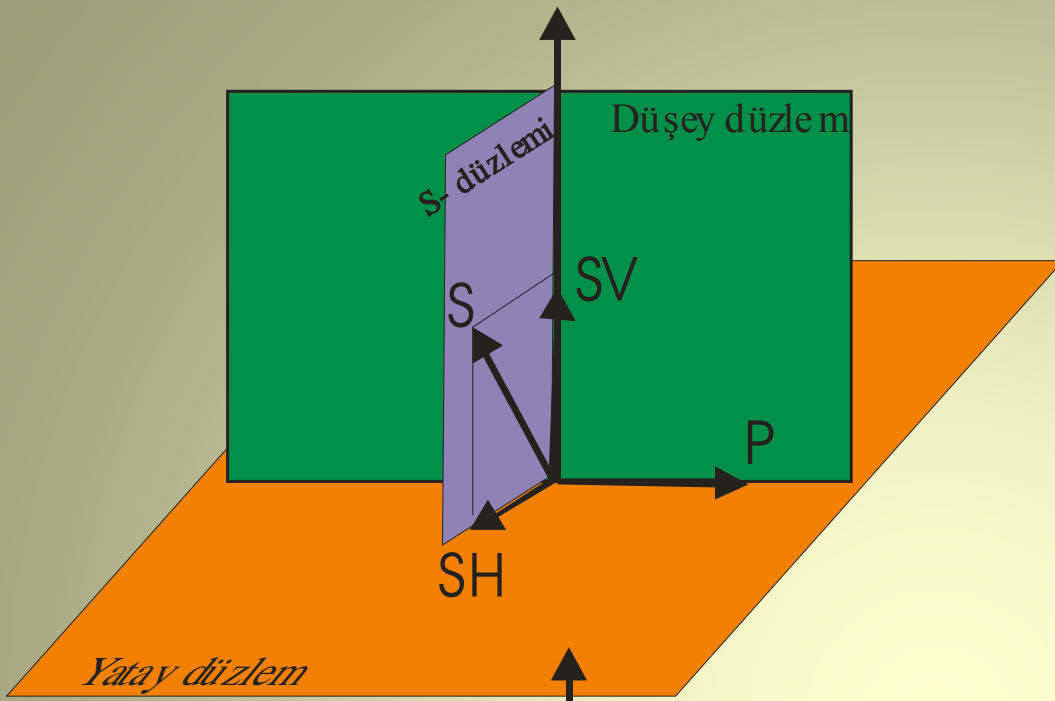
S-DALGASI: $\frac{\partial^2 \theta_x}{\partial t^2} = \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 \theta_x$ θ ; rotasyon ∇ ; laplace operatörü $\beta = \left(\frac{\mu}{\rho} \right)^{1/2}$

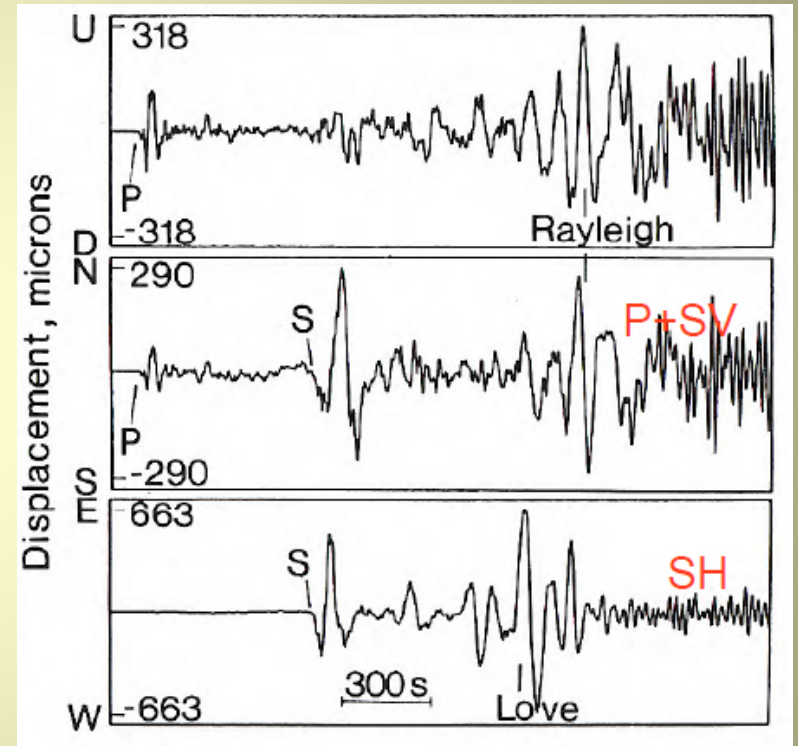
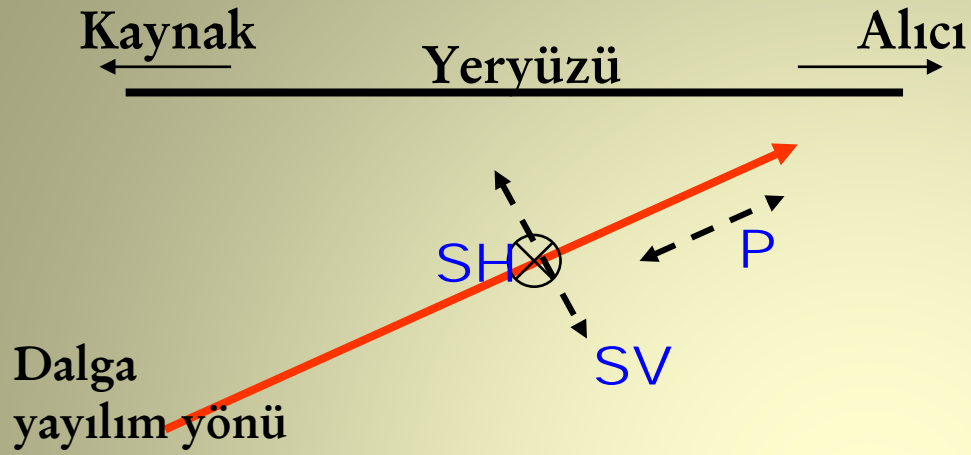


Tanecik hareketi değişen transvers harekettir ve yayılım yönüne diktir. Burada gösterilen transvers hareket düşeydir, fakat her yönde olabilir. Düşey düzlemdeki hareket SV, yatay düzlemdeki SH olarak adlandırılır.

S-DALGASI:



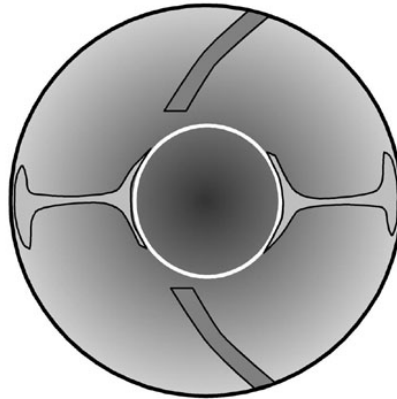




Dalga Türü	Tanecik Hareketi	Tipik Hızlar	Diğer Özellikleri
P, Boyuna dalgalar, Compressional, Primary, Longitudinal	Sıkışma ve açılma yönleri dalga yayılım yönüyle aynıdır. Yani tanecik hareketi, dalga yayılım yönündedir. Bu nedenle tanecik hareketi dalga cephesine dik yöndedir.	Yer kabuğunda V_P ortalama 6 km/s; mantoda 8-14 km/s; çekirdekte 8-11 km/s; suda ~1.5 km/s; havada ~0.3 km/s	P dalgaları en hızlı yayılan dalgalar olup sismogramlar üzerinde ilk görülen dalgalardır. Genellikle genlikleri S ve yüzey dalgalarına göre daha küçük, frekans içerikleri daha yüksektir. P dalgaları bir sıvı veya gaz içinde basınç dalgaları olarak yayılabilirler.
S, Enine dalgalar, Kayma dalgaları, Shear, Secondary, Transverse	Tanecik hareketi, dalga yayılım yönüne dik olan bir düzlem içerisindeydir. Bu nedenle yatay (SH) ve düşey (SV) bileşenlerine ayrılabilir.	Yer kabuğunda V_S ortalama 3.5 km/s; Mantoda 4-8 km/s; iç çekirdekte (katı) 3.5-4.0 km/s	S-dalgaları sıvı veya gaz içinde yayılamazlar. S dalgaları, P dalgalarından daha yavaş, yüzey dalgalarından daha hızlı yayılırlar. Bu nedenle sismogramlarda P dalgalarından sonra, yüzey dalgalarından önce görülürler.

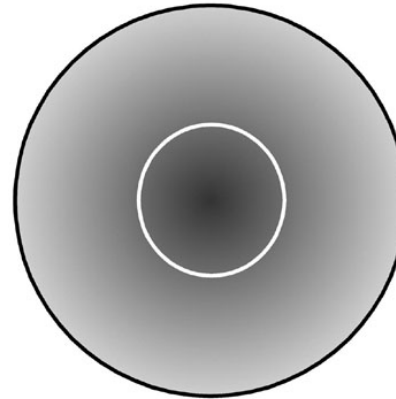
Tabakalı Ortamlarda Yayılan Sismik Dalgalar

Laterally heterogeneous sphere



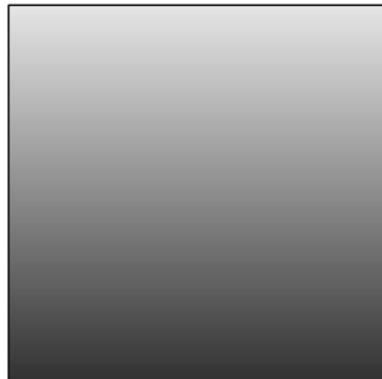
$$v = f(r, \theta, \phi)$$

Laterally homogeneous sphere



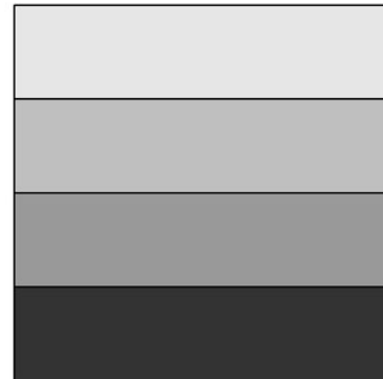
$$v = f(r)$$

Stratified halfspace



$$v = f(z)$$

Layered halfspace



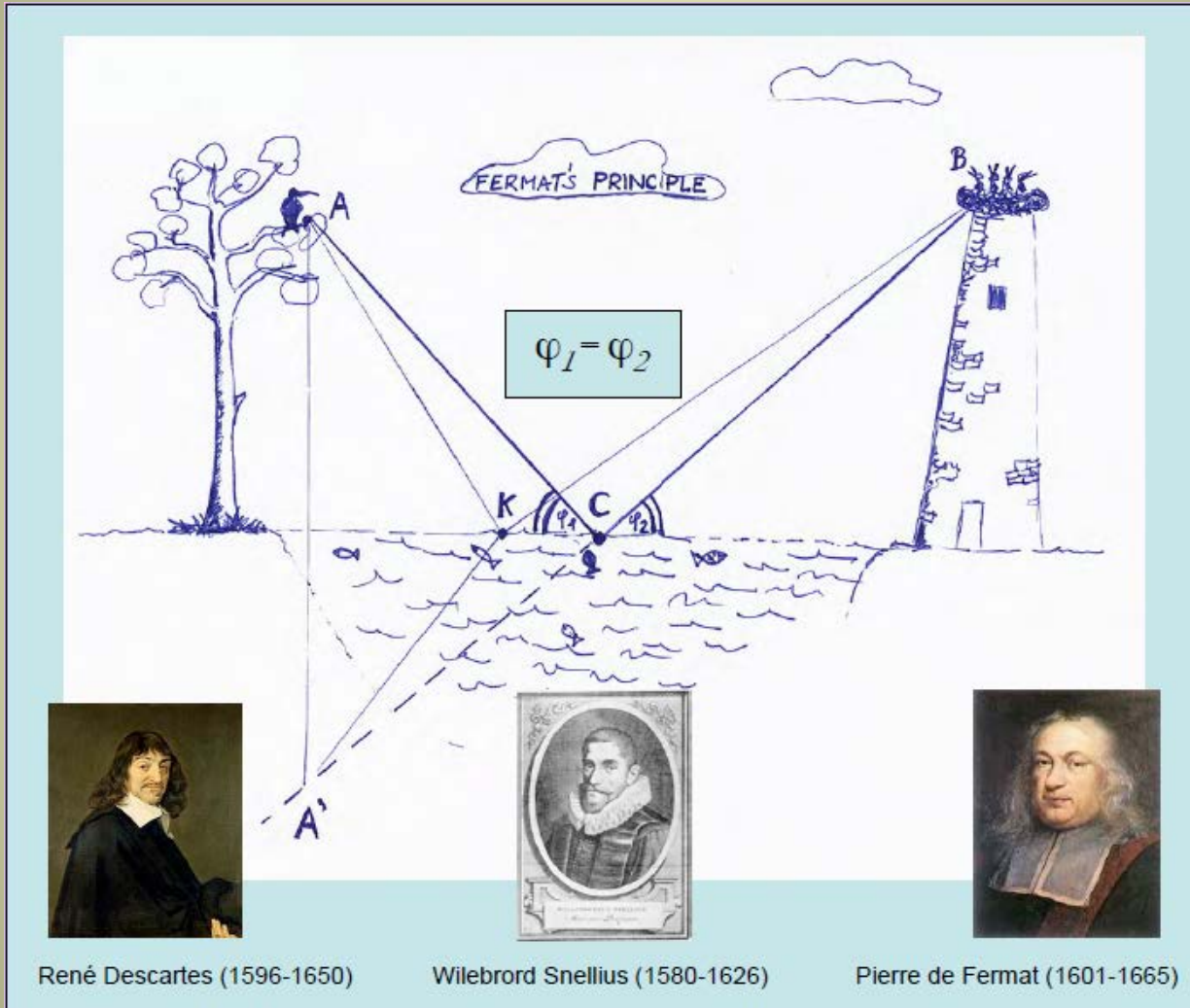
$$v_i = f_i(z)$$

E.YALÇINKAYA

Cisim dalgaları yer içerisinde geometrik optiğin genel dalga yayılma kanunlarına uyarak yayılırlar. Bu kanunların en önemlileri:

- Snell kanunu
- Fermat prensibi
- Huygens prensibi

Fermat prensibine göre dalgalar; iki nokta arasındaki mesafeyi en kısa sürede alabilecekleri yolu seçerler.



Nick Rawlinson

Düzlemsel dalga cepheleri için Huygens prensibi

Huygens prensibine göre dalga cephesi üzerinde bulunan her titreşen nokta yeni bir titreşim kaynağı oluşturur.

Küresel dalga cepheleri için Huygens prensibi

Figure 2.5-16: Huygens' principle for the propagation of a straight wave front.

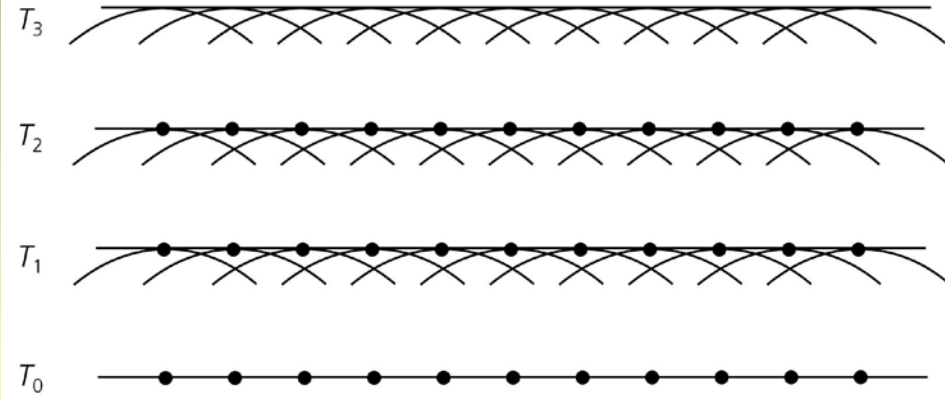
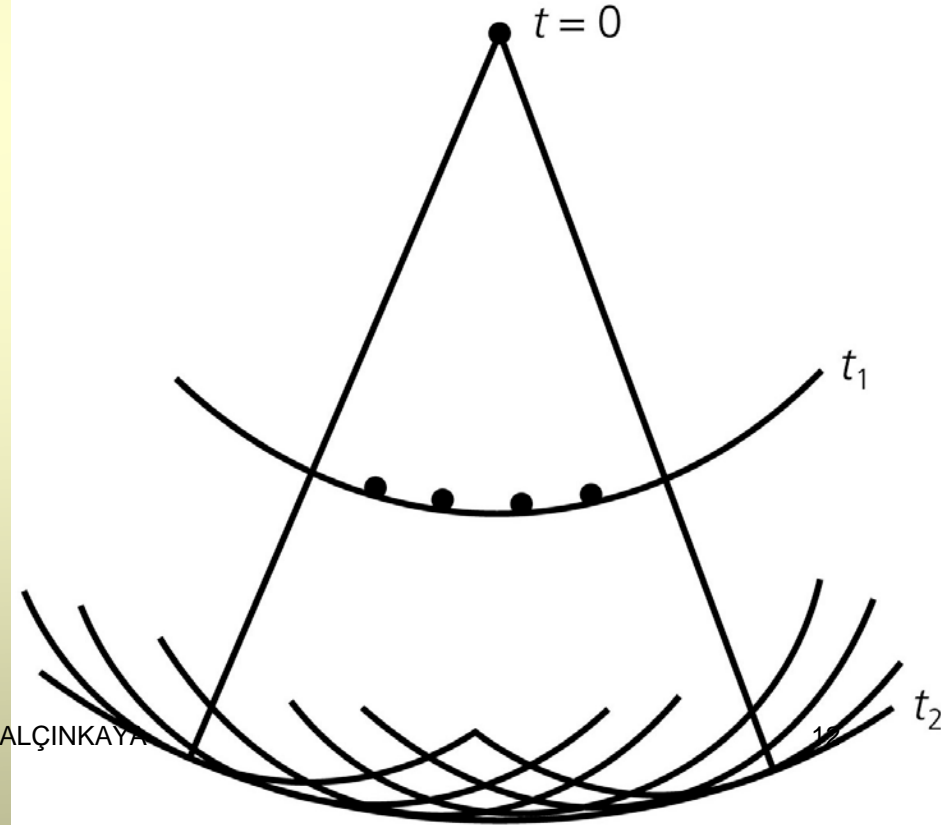
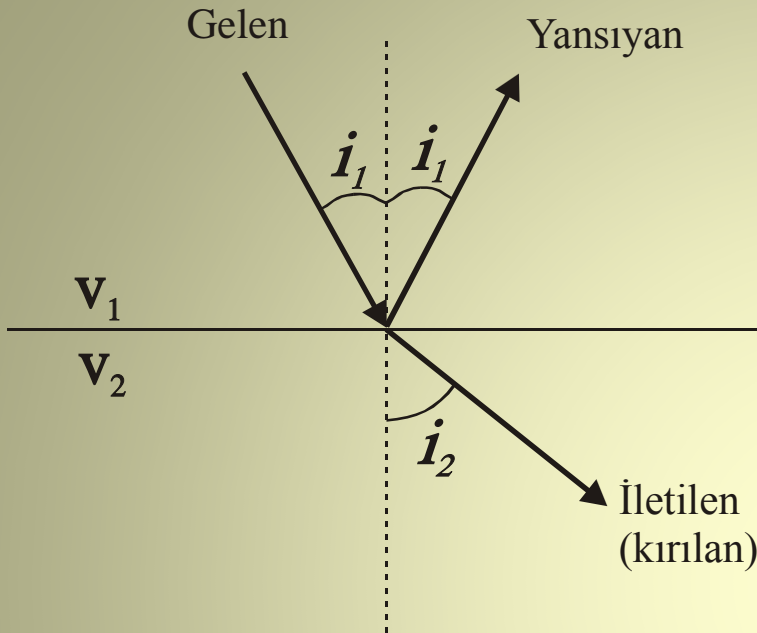


Figure 2.5-15: Huygens' generation of circular wave fronts.

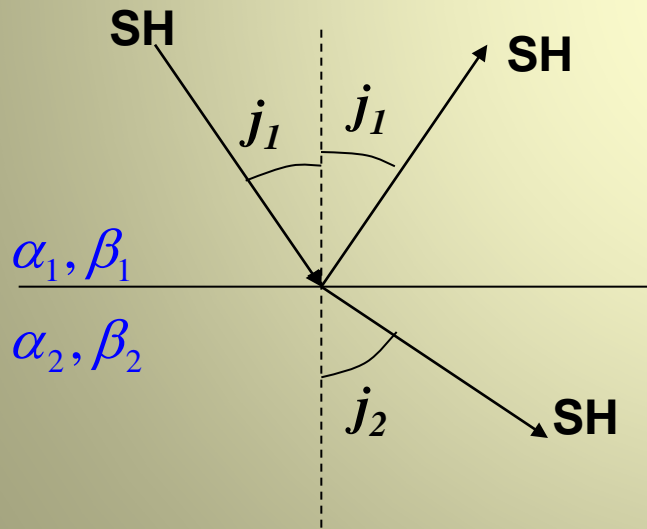
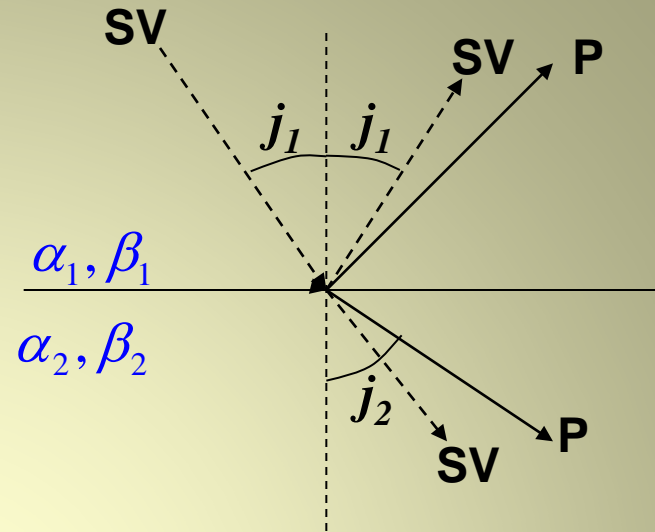
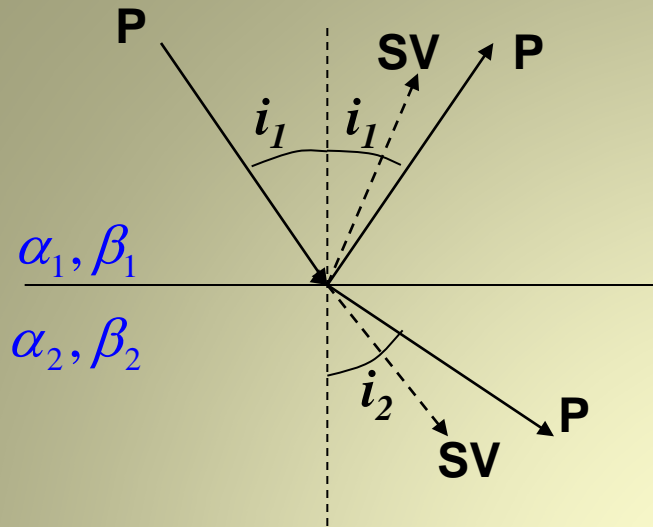




Snell kanunu farklı hızlara sahip tabakalar arasında oluşan bir ara yüzeye gelen sismik dalgaların kırılma ve yansıma kanunlarını tanımlar.

$$\frac{\sin i_1}{v_1} = \frac{\sin i_2}{v_2} = \frac{1}{c} = p$$

Işın parametresi



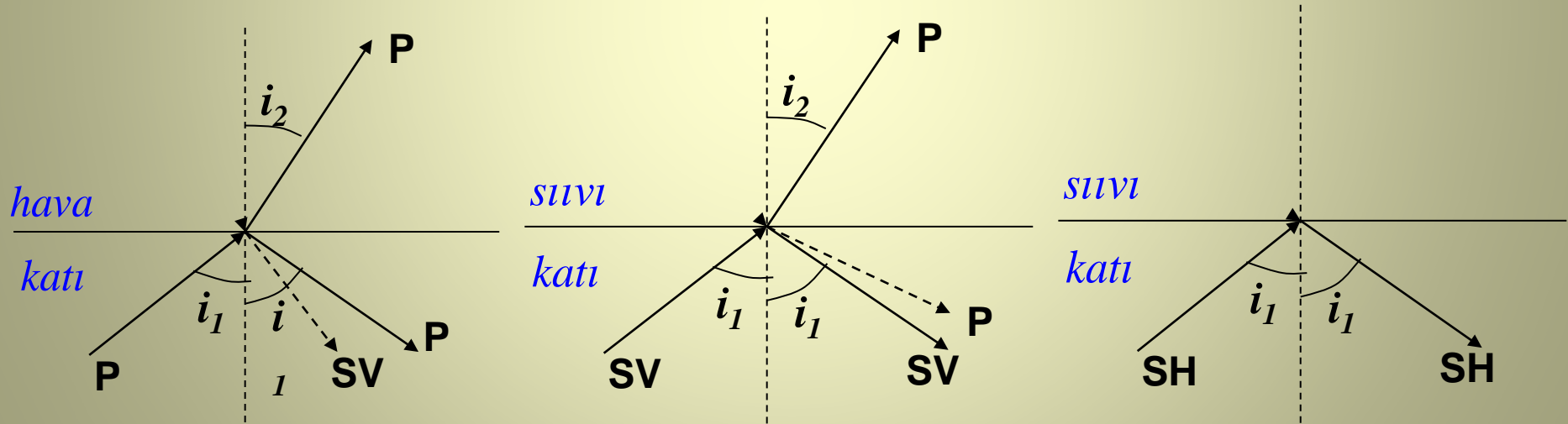
$$\frac{\sin i_1}{\alpha_1} = \frac{\sin i_2}{\alpha_2} = \frac{\sin j_1}{\beta_1} = \frac{\sin j_2}{\beta_2}$$

Bir ara yüzey;

- Serbest yüzey
- Katı-katı sınırı
- Katı-sıvı sınırı

olabilir.

$$\frac{\sin i_1}{\alpha_1} = \frac{\sin i_2}{\alpha_2} = \frac{\sin j_1}{\beta_1} = \frac{\sin j_2}{\beta_2}$$



Kritik açı

İletilen P;
$$\frac{\sin i_1}{\alpha_1} = \frac{\sin i_2}{\alpha_2}$$

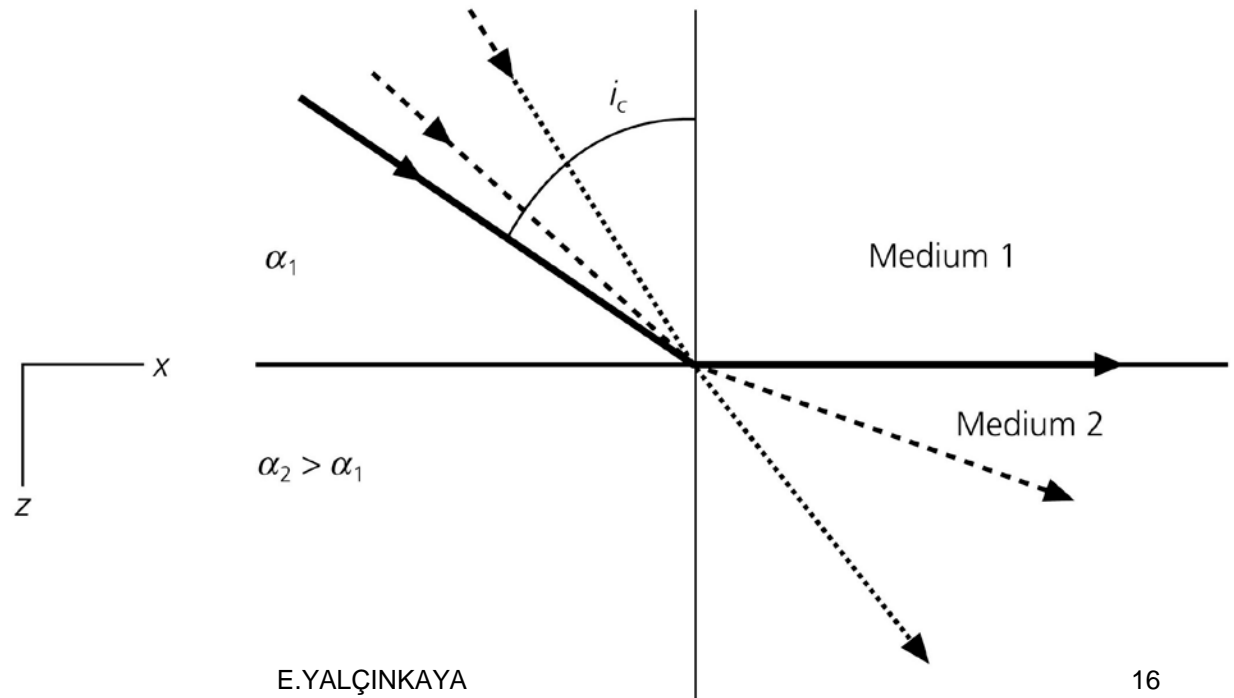
$i_2 = 90^\circ$ olursa;

$$\frac{\sin i_1}{\alpha_1} = \frac{1}{\alpha_2}$$

$$\sin i_c = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

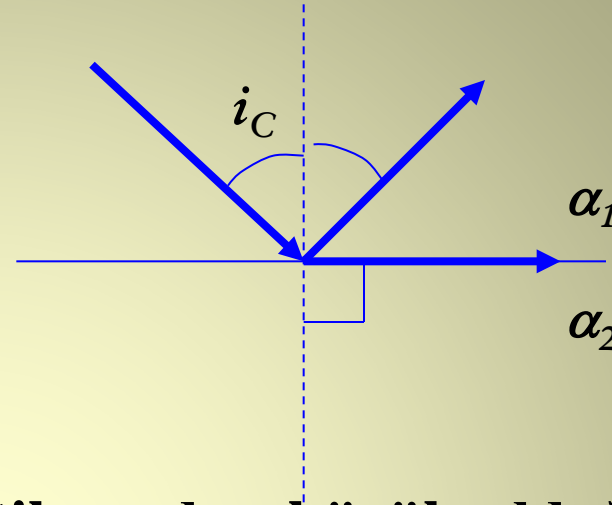
Bir ara yüzeye gelen P dalgası için kritik açı

Figure 2.5-7: Critical angle for *P* waves incident upon a boundary.



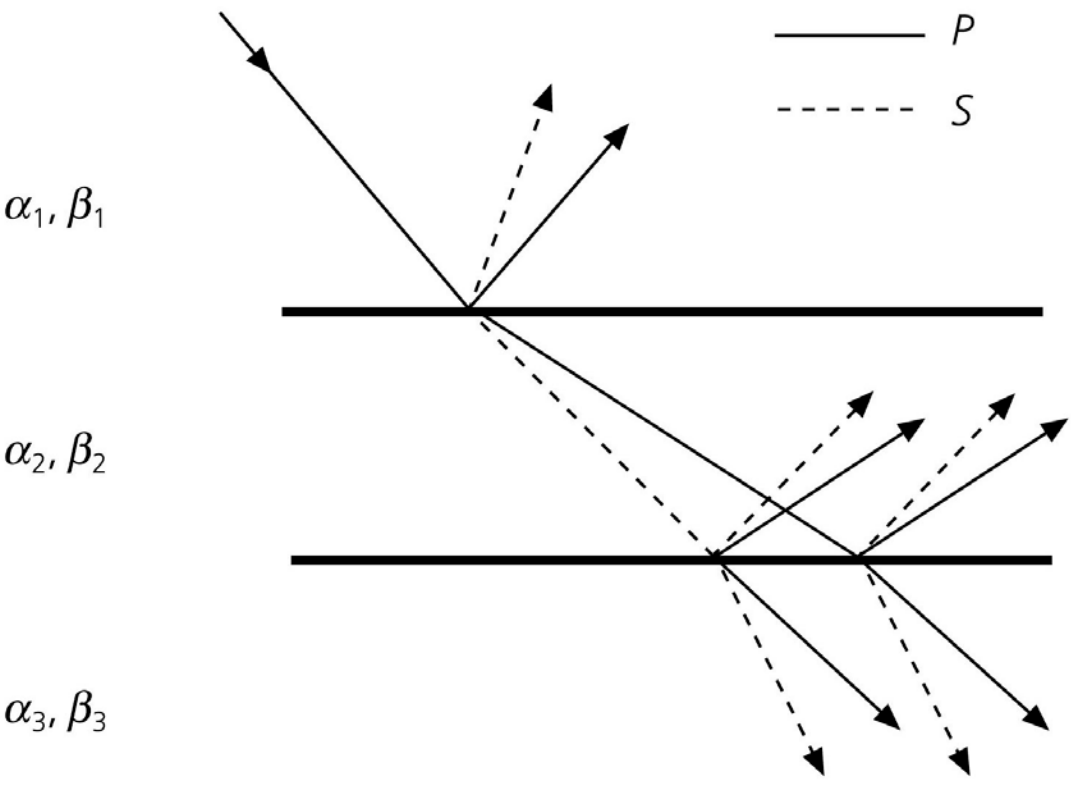
Toplam yansıma;

$$\sin i_c = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

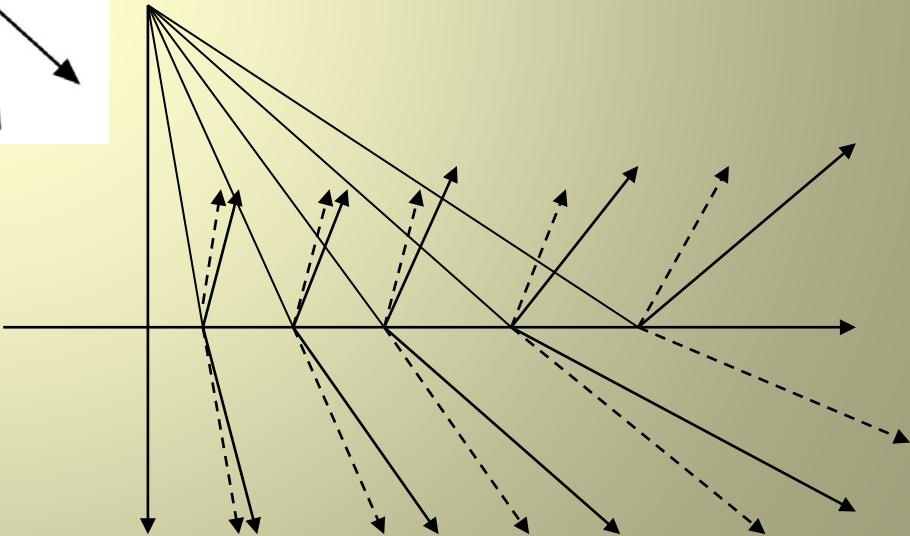


- Gelen dalganın geliş açısı kritik açıdan küçük olduğu sürece dalga hem ikinci ortama iletir hem de birinci ortama geri yansır.
- Gelen dalganın geliş açısı kritik açıya eşit olduğunda iletilen dalga iki tabaka arasındaki ara yüzeyde yayılır.
- Geliş açısı, kritik açıyı aştığında dalga ikinci ortama iletilemez, gelen dalganın tümü birinci ortama geri yansır.

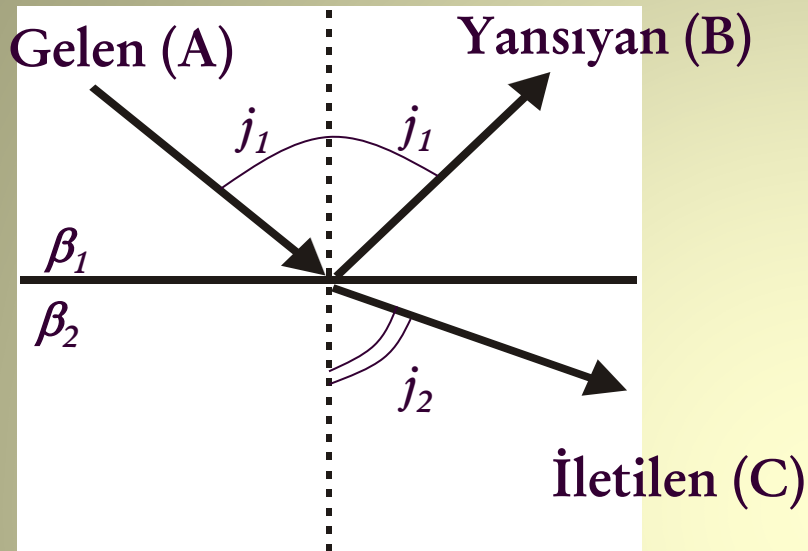
Figure 2.5-10: Transmitted and reflected waves for multiple layers.



Birden çok ara yüzey için kırılan ve yansıyan dalgalar

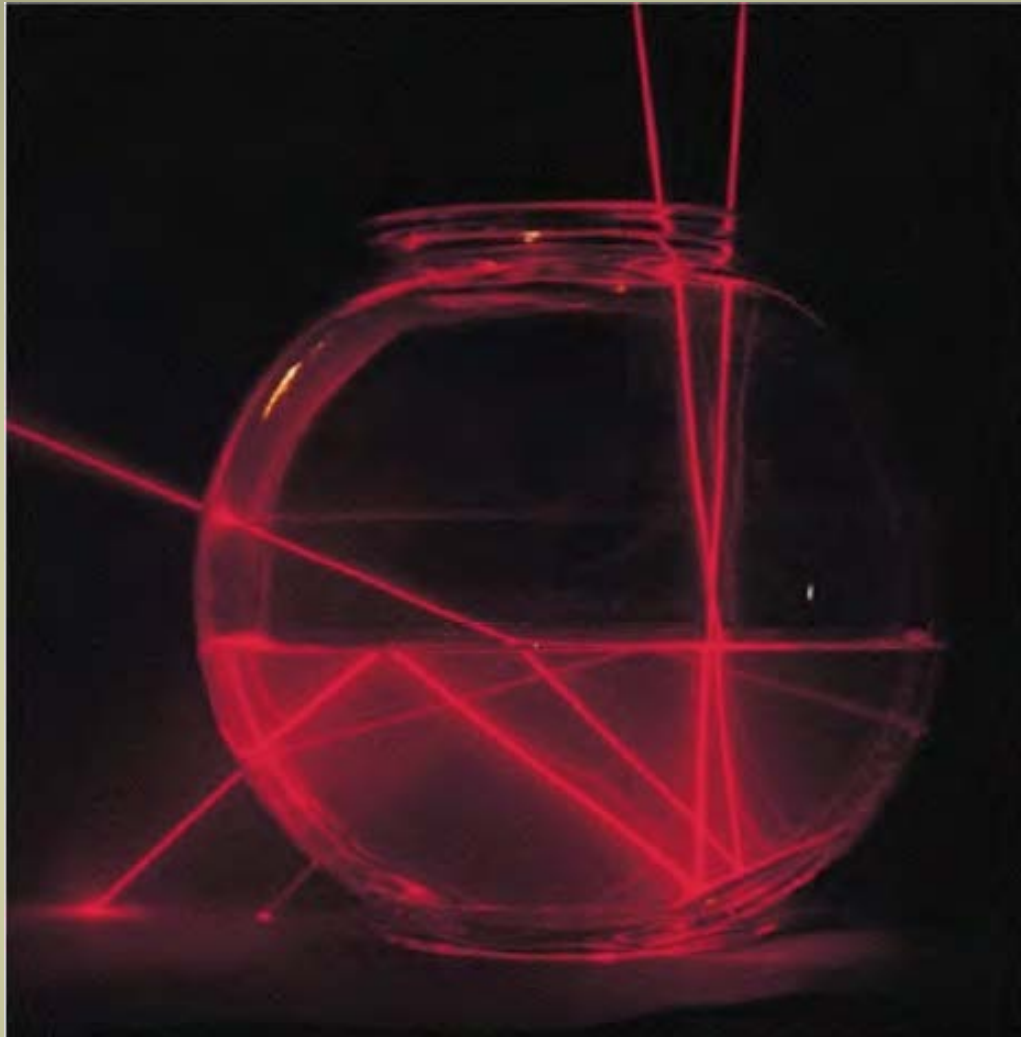


SH dalgası yansıma ileme katsayıları :



$$R_{12} = \frac{B}{A} = \frac{\rho_1 \beta_1 \cos j_1 - \rho_2 \beta_2 \cos j_2}{\rho_1 \beta_1 \cos j_1 + \rho_2 \beta_2 \cos j_2}$$

$$T_{12} = \frac{C}{A} = \frac{2\rho_1 \beta_1 \cos j_1}{\rho_1 \beta_1 \cos j_1 + \rho_2 \beta_2 \cos j_2}$$



<http://www.mines.utah.edu/~ggapps/snell/snell.html>

<http://www.eserc.stonybrook.edu/ProjectJava/snell/>