

Bölüm 1

GENEL BİLGİLER

Sismik, dalgaların yansıma ve kırılmalarından yararlanarak yeraltı tabakalarının derinlik ve eğimini belirler. Kullanılan fizik parametre hızdır. Bilindiği gibi sismik ve sismolojide kullanılan dalgalar hacim ve yüzey dalgaları olmak üzere ikiye ayrılırlar. Hacim dalgaları P ve S dalgalarıdır. Sismikte bu dalgalar ve özellikle, daha hızlı olduğu ve önce geldiği için, P dalgaları kullanılır. P dalgalarının hızı, Lamé parametreleri cinsinden izleyen bağıntı ile verilir.

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$

S dalgalarının hızı ise;

$$V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

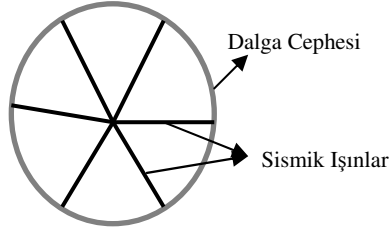
'dır. Dalgaların bir ortamda yayılması kısmi türevli bir denklem olan dalga denklemini sağlar.

P dalgası için, üç boyutta dalga denklemi aşağıdaki şekildedir.

$$\frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial z^2} = \frac{1}{V_p^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2}$$

1.1. DALGA CEPHESİ

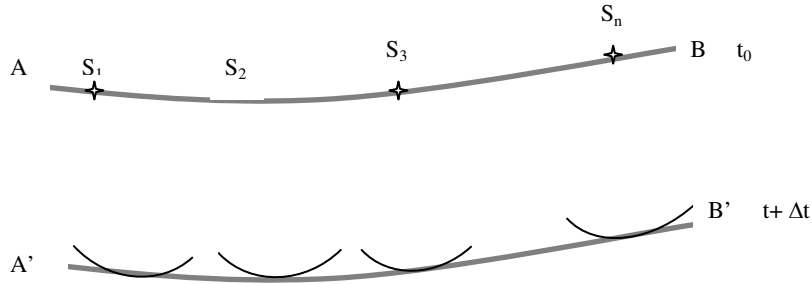
Herhangi bir anda titreşimlerin ulaştığı noktaların oluşturduğu yüzeye dalga cephesi denir. Homojen, izotrop bir ortamda (hız her doğrultuda sabit) dalga cephesi küre yüzeyi şeklindedir. Sudaki halkalar dalga cephesine örnek olarak gösterilebilir. Dalga yayılımı geometrisi söz konusu olduğunda sismik ışınlarla çalışmak daha kolay olabilir. Sismik ışın dalga cephesine diktir.



Dalga Cephesi ve Sismik Işımlar.

1.2. HUYGENS PRENSİBİ

Huygens Prensibi dalga cephesi üzerindeki her noktanın yeni bir kaynak gibi davrandığını ifade eder. Bu prensibe göre aşağıdaki gibi bir AB dalga cephesi üzerindeki S_1, S_2, S_3, \dots noktaları yeni birer kaynak oluşturdıklarına göre; t_0 anındaki dalga cephesi AB , $t_0 + \Delta t$ anında S_1, S_2, S_3, \dots den çıkar ve Δt yarı çaplı yeni dalga cephelerinin zarfı olan ; $A'B'$ ne dönüşür.



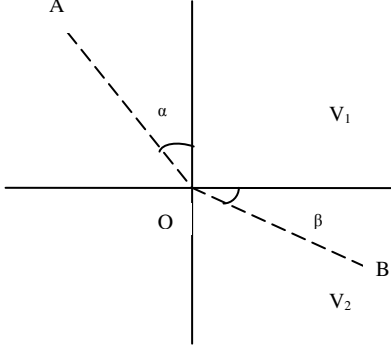
Dalga Cephesi ve Zarfı.

1.3. FERMAT PRENSİBİ

Fermat Prensibine göre kaynaktan çıkan her ışının (dalga cephesine dik) başka bir noktaya ulaşması için geçen zaman minimumdur. Homojen bir ortamda bu yol bir doğrudur. Eğer ışın farklı ortamlardan geçer ise bu yol bir doğru olmaz.

V_1 ve V_2 hızında iki ortam olsun. A' 'dan B' 'ye ulaşmak için minimum zamanda alınan yol AOB ; aşağıdaki denklem ile verilen Snell Bağıntısını sağlar. Diğer bir deyişle Snell Kanunu, Fermat Prensibinin bir sonucudur.

$$\frac{\sin \alpha}{V_1} = \frac{\sin \beta}{V_2}$$



1.4. ENERJİ

Ortamdaki bir noktaya ulaşan bir dalganın enerji yoğunluğu, bu nokta civarında birim hacme düşen enerji miktarıdır. Küresel, harmonik bir P dalgası olsun. Dalganın geçişinde ortamdaki partikül yer değiştirmesi aşağıdaki denklemlerle verilir;

$$u = A \cos(\omega t + \phi) .$$

Bu denklemlerde A; genlik, ϕ ise fazdır. Yerdeğiştirme miktarı u olduğuna göre partikülün hızı

$\frac{\partial u}{\partial t}$ 'den bulunur. Bu partikülün içerdiği kinetik enerji ise;

$$dL = \frac{1}{2} (\rho dv) \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2$$

'dir. Birim hacimdeki kinetik enerjiyi bulmak için dL 'yi dv 'ye bölmek yeterlidir.

$$\frac{dL}{dv} = \frac{1}{2} \rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 ,$$

$$\frac{dL}{dv} = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \phi)$$

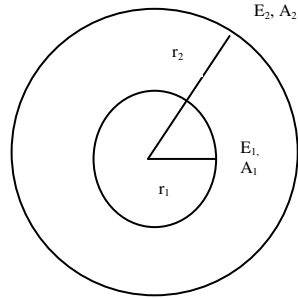
Partikülün ileri geri hareketinde kinetik enerji-potansiyel enerji dönüşümü olur. Fakat enerjinin korunumu prensibine göre toplam enerji değişmez ve bu enerji yukarıdaki formülden;

$$E = \frac{1}{2} \rho \omega^2 A^2$$

şeklinde bulunur. Görüldüğü gibi enerji E; genliğin karesi A^2 ile orantılıdır ($A \cos(\omega t + \phi)$ dalgasının genliği A'dır). Bir noktadan çıkan enerji de küre yüzeyine dağıldığına göre uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır. O halde;

$$\frac{E_2}{E_1} = \left[\frac{A_2}{A_1} \right]^2 = \left[\frac{r_1}{r_2} \right]^2$$

olur. Bu genlik ve enerji azalmasına küresel yayılma denir.



Küresel Yayılma.

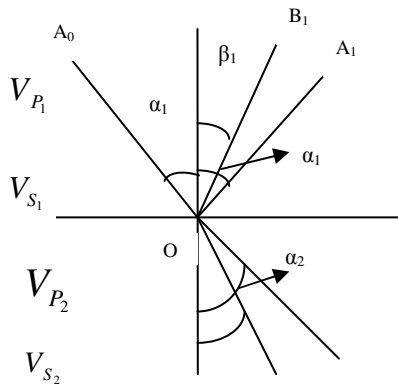
1.4.1. Ara Yüzeyde Enerjinin Dağılımı

Elastik ortamda P ve S dalgalarının yayıldığını biliyoruz. Bir arayüzeyle ayrılan iki ortamın P ve S dalga hızları V_{P_1} , V_{S_1} , V_{P_2} , V_{S_2} olsun. A_0 genliğinde bir P dalgası arayüzeye normalle α_1 açısı yapacak şekilde gelsin. Bu P dalgası arayüzeye gelince yansıma ve kırılmaya

uğrar. Birinci ortamda P ve S dalgaları olarak iki dalgaya ayrılarak yansır. İkinci ortamda da genlikleri A_2 ve B_2 olan iki P ve S dalgaları şeklinde kırılır. A_0 genliği ile gelen dalganın A_1 ve B_1 genlikli iki P ve S dalgası şeklinde yansıdığını biliyoruz. Bu yansıma ve kırılmalar için Snell Kanunu geçerlidir ve;

$$\frac{\sin \alpha_1}{V_{P_1}} = \frac{\sin \beta_1}{V_{S_1}} = \frac{\sin \alpha_2}{V_{P_2}} = \frac{\sin \beta_2}{V_{S_2}}$$

yazılabilir.



Elastik Ortamda P ve S Dalgalarının Yayılması.

A_1 , B_1 , A_2 , B_2 genliklerini bulmak için 4 denkleme ihtiyaç vardır. Sınır şartları kullanılarak yazılan bu denklem sistemine **Zoeppritz Denklemleri** denir. $\alpha_1=0$ halinde yani ışın arayüzeye dik olarak gelirse yansıyan ve kırılan S dalgaları oluşmaz. Bu durumda Zoeppritz denklem sistemi;

$$A_1 + A_2 = A_0,$$

$$Z_1 A_1 - Z_2 A_2 = -Z_1 A_0$$

şeklinde basite indirgenir. Burada;

$$Z_1 = \rho_1 V_{P_1},$$

$$Z_2 = \rho_2 V_{P_2}$$

'dir ve $Z = \rho V$ değerine ρ ; yoğunluk olmak üzere, **ortamın akustik empedansı** denir.

Yukardaki bağıntılardan yararlanılarak;

$$\frac{A_1}{A_0} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1},$$

$$\frac{A_2}{A_0} = \frac{2Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

elde edilir.

$$\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = R_{1,2}$$

Yansıma katsayısı adını alır. $A_0=1$ alırsak yansıyan dalganın genliği;

$$A_1 = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1}$$

olur. Bu değer $Z_2 > Z_1$ veya $Z_2 < Z_1$ oluşuna göre -1 ile +1 arasında değişir. Kalan miktar (enerjinin korunma prensibine göre) ikinci ortama kırılarak geçer. Kırılarak geçen dalganın genliği A_2 'dir. $A_1 + A_2 = 1$ olduğu görülebilir. Işın arayüzeye eğimli geldiği takdirde yansıma katsayısı geliş açısına bağlı olur. Geliş açısı belli bir değerden büyükse, gelen dalga ikinci ortama geçemez. Tam yansıma olur. Açının sınır değerine kritik açı denir. Kritik açının değeri;

$$\frac{\sin \alpha_1}{V_1} = \frac{\sin \alpha_2}{V_2}$$

Snell bağıntısından bulunur. Kritik α_1 değeri $\sin \alpha_2 = 1$ konularak elde edilen değerdir. Yukardaki bağıntılardan tam yansıma için $V_2 > V_1$ olması gerektiği görülmektedir.

Bu genel bilgileri verdikten sonra çeşitli jeolojik ortamların Pdalgası hızlarını görelim.

Jeolojik Ortam	Hız
Yüzeyde altere zon	300-1800m/sn
Su	1400-1700m/sn
Islak kum	600-1800m/sn
Kil	900-2800m/sn
Marn	1800-3800m/sn
Jips	3100-3600m/sn
Kumtaşı	1800-4000m/sn
Marno-kalker	3000-4700m/sn
Kalker	3000-6000m/sn
Kayatuzu	4300-7000m/sn
Granit	4600-6000m/sn
Metamorfik kaya	3000-7000m/sn

Sismik Metodlar ikiye ayrılır:

1. Sismik Refraksiyon (Kırılma)
2. Sismik Refleksiyon (Yansıma)