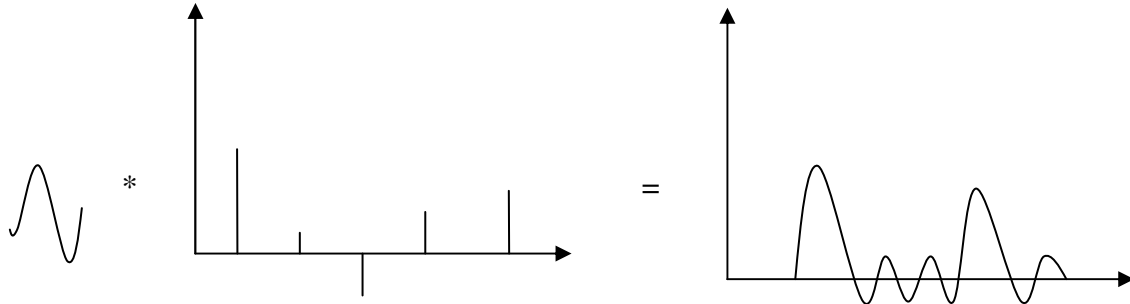


Bölüm 7

AYRIM GÜCÜ VE İNCE AYRIM TEKNİKLERİ

Sismikte önemli bir hedef de ince tabakaları ve stratigrafik yapıları ortaya çıkaracak sismik veriler elde etmektir. Bunun için mümkün olduğu kadar geniş spektrumlu veri elde etmek gerekir. Bilindiği gibi bir sismik kayıt yeryüzünden, bir kaynak vasıtasıyla, gönderilen sinyalle yeraltındaki yansıma katsayıları serisinin konvolusyonu ile oluşur. Yani;



Yansıma katsayısı serisi yeraltındaki hız süreksizliklerini belirler. Yansıma katsayısı (n ve n+1 inci tabakalar arasında) aşağıdaki gibidir:

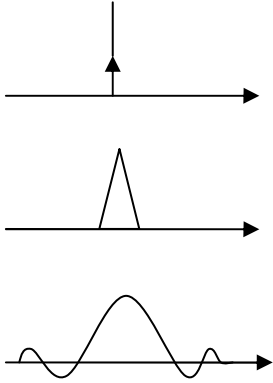
$$R_{n,n+1} = \frac{d_{n+1}V_{n+1} - d_nV_n}{d_{n+1}V_{n+1} + d_nV_n}$$

d yoğunluklar ihmal edilirse;

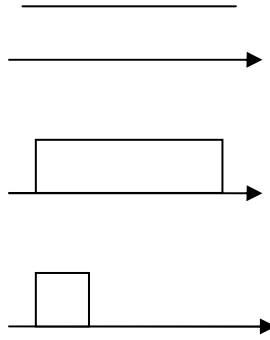
$$R_{n,n+1} \cong \frac{V_{n+1} - V_n}{V_{n+1} + V_n}$$

olur. Görüldüğü gibi sinyal ne kadar spayka (iğnecik) yakınsa kayıt da yansıma katsayısı serisine o kadar yakındır. Yani yeraltının hız süreksizliklerini o kadar iyi belirler. Sinyalin zaman ortamındaki şekli ile frekans ortamındaki genişliği arasında, Fourier dönüşümünden kaynaklanan, ters bir ilişki vardır. Yani zaman artamında dar bir sinyal frekans ortamında geniş bir spektrumu içerir.

Zaman Ortamı



Frekans Ortamı

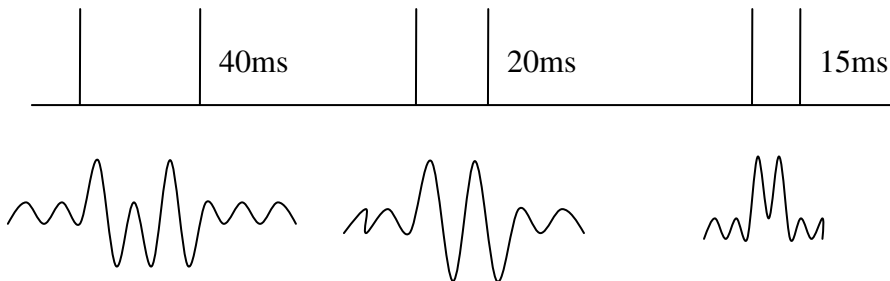


Ayrım gücü düşey ve yatay olarak ikiye ayrılabilir:

7.1. DÜŞEY AYRIM GÜCÜ

Burada şöyle bir soru akla gelebilir. Bir yeraltı tabakasının tabanı ile tavanını birbirinden ayırt edebilmek için gönderilen sinyalin frekansı ne olmalıdır? Diğer bir deyişle gönderilen sinyalin periyodu ile tabaka kalınlığı (zaman cinsinden) arasında nasıl bir ilişki vardır?

Üç ayrı tabaka düşünelim. Bu tabakalarda gidiş-geliş zamanı T nin değeri 40ms, 20ms ve 15ms olsun. 50hertzlik ($f=50$) bir sinyal gönderdiğimizizde, yukarıda belirttiğimiz tabakaların bu sinyale cevabı ne olur?



Görüldüğü gibi gidiş-geliş zaman cinsinden kalınlığı 20ms ve üzerinde olan tabakaların tavan ve tabanlarını birbirinden ayırmak mümkün olabilmektedir ($f=50\text{Hz}$ bir sinyal için). Kalınlığı daha küçük olması halinde ayırım zayıflamaktadır. Bu durumda daha

yüksek frekansta (daha küçük periyotlu) sinyal göndermek gerekecektir. sismik kayıtlarda enerjinin veya enerjinin karekökü ile orantılı olan genliğin azalması da ayırım gücünü etkiler.

Genliğin azalmasına neden olan faktörler:

1. Soğurulma
2. Küresel yayılma
3. Tabakadan tabakaya geçiş
4. Yansıma katsayısı

Bu faktörler genliğin doğal kaybına neden olurlar. Bunları birer birer ele alalım.

7.1.1. Soğurulma:

Kayıpların en önemlisidir. Yüksek ayırım gücünü sınırlayan faktördür. Soğurulma ortamdaki parçacıkların yer değiştirmesinde sürtünme sonucu meydana gelen ısı kaybına dayanır. Üstel bir fonksiyon ile ifade edilir.

$$A_x = A_0 e^{-\alpha d}$$

A_0 = referans noktasındaki genlik.

A_x = referans noktasına x uzaklığındaki genlik.

α = soğurulma katsayısı.

d = O ve x arasındaki mesafe.

d mesafesinde genlikteki kaybı desibel (dB) cinsinden belirtmek istersek:

$$20 \log \left(\frac{A_x}{A_0} \right) = 20 \log e^{-\alpha d} = 20 |\alpha d| \log e = 8.687 \alpha d$$

olur. Soğurulma katsayısı $\alpha = \frac{\pi f}{QV}$ dir. Burada;

f = dalganın frekansı.

Q = dalganın içinde yayıldığı kayaca bağlı bir katsayı.

V = dalganın ortamdaki yayılma hızı.

8.687ad formülünde α yerine $\frac{\pi f}{QV}$ koyarsak;

Tek yol için kayıp dB cinsinden= $27.3 \frac{fd}{QV}$

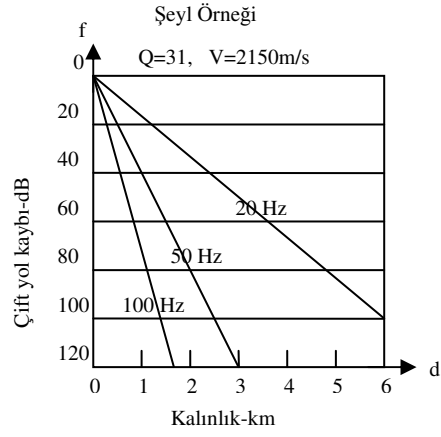
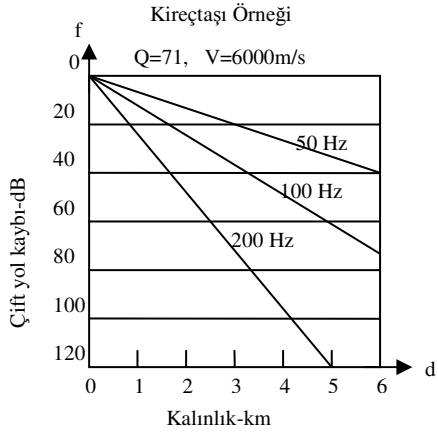
Gidiş-geliş yolu için kayıp= $54.6 \frac{fd}{QV}$ olur.

Çeşitli kayaların hızları ve Q değerleri tablodaki gibidir.

Kayaç	Hız m/sn	Q
Granit	5000	150
Bazalt	5500	70
Kireçtaşı	6000	70
Kumtaşı	4000-4300	22-50
Şeyl	2200-3000	30-70

Decibel(dB)		
Oran(-)	dB	Oran(+)
1	0	1
0.9	1	1.1
0.5	6	2
0.3	10	3
0.1	20	10
0.01	40	100
0.001	60	1000
⋮	⋮	⋮
0.00001	100	100000

Gdiş-geliş yolu için dB cinsinden kayıp $54.6 \frac{fd}{QV}$ formülünde f, d, V, Q değerlerine göre soğurulma kaybına ait iki örneği grafik şeklinde aşağıda gösteriyoruz.



Formülden de görülebileceği gibi dB kaybı frekansla doğru orantılı, uzaklıkla doğru orantılı, Q ve hızla ters orantılıdır.

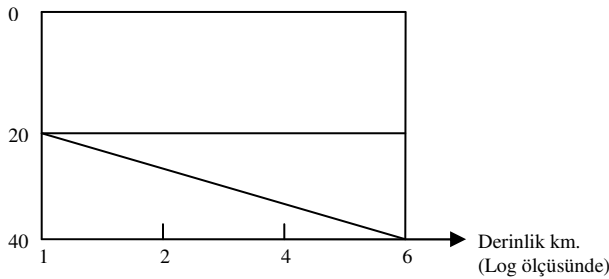
7.1.2. Küresel Yayılma:

Sismik kaynaktan yayılan enerji bir küre yüzeyi üzerine dağılır. Küre yüzeyi de yarıçapın karesi ile orantılı olarak değiştiğinden enerji de yarıçapın karesi ile orantılı olarak azalır. Genlik de enerjinin karekökü ile orantılı olduğundan genlik uzaklıkla orantılı olarak azalır.

X_0 noktasından yayılan dalganın , küresel yayılma sonucu, X_1 noktasındaki dB kaybı:

$$\text{dB kaybı} = 20 \log \left(\frac{X_1}{X_0} \right)$$

olur. Mesafe ikiye katlandığında küresel kayıp 6dB dir. (Örneğin gidiş-gelişteki kayıp, yalnız gidişteki kayıta göre 6 dB fazladır.) Aşağıda küresel kayıba ait bir örnek görülmektedir.

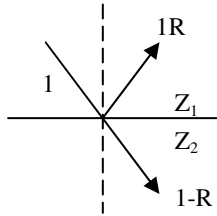


7.1.3. Yansıma Katsayısı Kaybı – Transmisyon Kaybı

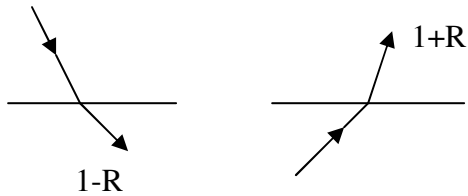
Yüzeydeki alıcıya gelen sinyalin genliği yeraltındaki yansıma yüzeylerinin yansıma katsayılarına bağlıdır. Yansıma katsayısı;

$$\left(\frac{X_1}{X_0} \right)$$

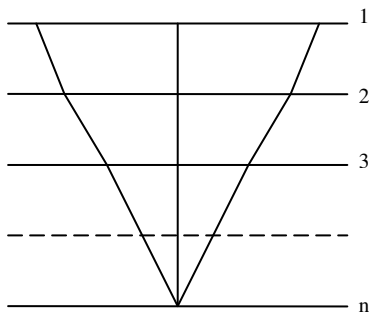
şeklinde. Yansıma yüzeyine gelen dalganın genliği yansıma sonucu R kadar değişir. Yansıma yüzeyine birim genlik gelirse, yansıyan dalganın genliği 1.R olur.



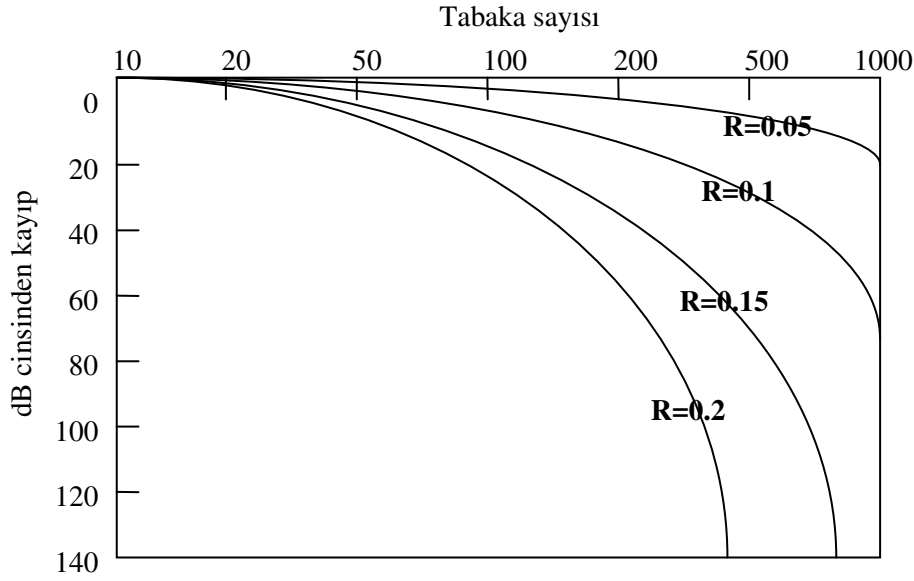
Enerjinin korunumu prensibine göre ikinci ortama geçen dalganın genliği de $1-R$ olur. Aynı arayüzeyden geri dönerken yansıma katsayısı $-R$ olacağından genliğin $1+R$ kadarı ikinci ortamdaki birinci ortama geçer. O halde bir ara yüzeyden aşağıya-yukarıya iki geçişte genlik; $(1-R)(1+R)=1-R^2$ kadar değişir.



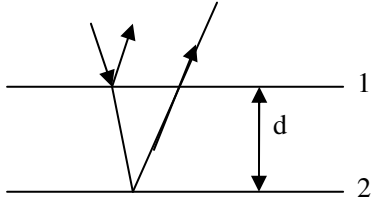
Yansıma katsayısı aynı (R) olan n arayüzey düşünelim. Aşağıdaki şekilde olduğu gibi n tabakadan gidiş-dönüş halinde kayıp: $20\log(1-R^2)^n$ olacaktır.



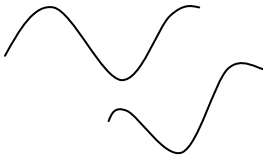
(R) nin ve (n) nin çeşitli değerlerine göre bu kayıp dB cinsinden aşağıda gösterilmiştir.



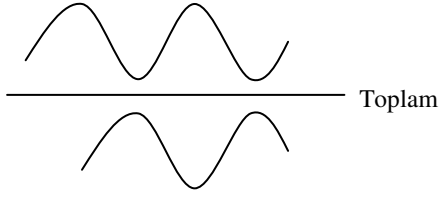
Bunlar dışında bazen genlik kaybına tabaka geometrisi de neden olabilir. Bunu bir örnekle açıklayalım. 1 ve 2 nolu arayüzlerin ayırdığı d kalınlığında bir tabaka olsun.



Birinci arayüzeyden yansıyan dalga ile ikinci arayüzeyden yansıyan dalga arasında yarım dalga boyu $\left(\frac{\lambda}{2}\right)$ kadar fark olsun. (Aşağıdaki Şekil)



Birinin pozitif genliği diğerinin negatif genliğine karşı geldiğinden toplam sıfır olur. birinci arayüzeyden yukarı çıkarken sinyal sıfırlanır.



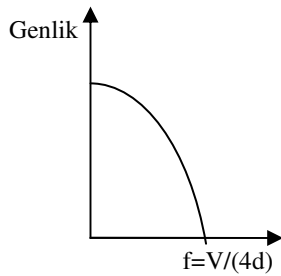
Bu sonucun gerçekleşmesi için $2d = \frac{\lambda}{2}$ olmalıdır. Buradan;

$$4d = \lambda = T \cdot V = \frac{V}{f}$$

çıkar. Formülden (f) frekansı çekersek;

$$f = \frac{V}{4d}$$

elde edilir. f nin bu değeri için genlik sıfırdır.

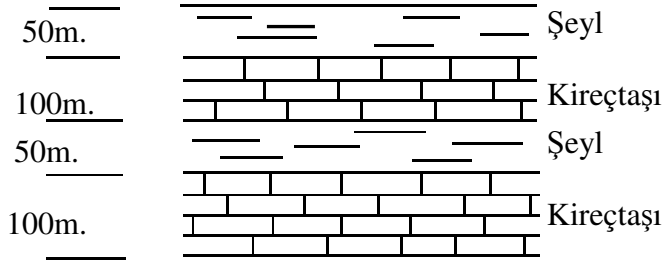


Demek ki $\frac{V}{4d}$ ye eşit frekans tamamen filtreleniyor. Bu şekilde bir tek frekansın filtrelenmesine **notch filtre** denir.

Yüksek ayırım gücü elde etmek için geniş frekans bandında kayıt yapan aletler ve geniş spektrumlu enerji kaynakları gerekir (örneğin dinamit). Fon gürültüsünü azaltmak için de düşey yığma, C.D.P teknikleri kullanılır.

7.1.4. Uygulama

Aşağıdaki stratigrafik kesit veriliyor.



3000m. _____

Şeyl-kireçtaşı ardalanması (şeyl ve kireçtaşı kalınlıkları aynı kalmak şartıyla) 3000 m. derinliğe kadar devam ediyor. 50 Hz lik sinyal gönderildiğine ve şeylde hız $V=2150\text{m/sn}$; $Q=31$, kireçtaşında hız $V=6000\text{m/sn}$; $Q=71$ olduğuna göre:

Soğurulma Kaybı dB olarak

Küresel Yayılma Kaybı dB olarak

Transmisyon Kaybı dB olarak

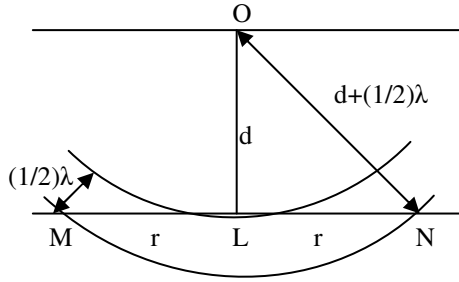
Yansıma Kaybı dB olarak

Toplam Kayıp dB olarak

ne olur? (Metindeki grafikler kullanılacaktır.)

7.2. YANAL AYRIM GÜCÜ

Derinlik arttıkça sismiğin yatay düzlemdeki iki noktayı birbirinden ayırma gücü de o oranda azalır. Bu yanal ayırım gücünü Fresnel zonu kavramı ile açıklayacağız.



Yeryüzünde d derinliğinde bir yansımaya yüzeyi olsun. Sismik dalganın dalga boyu da λ olsun. d ve $d + \frac{1}{2}\lambda$ yarıçaplı çemberler arasındaki fark $\frac{1}{2}\lambda$ dır. Bu iki çember arasında kalan yansımaya yüzeyi parçası MN üzerindeki noktaların farkı $\frac{\lambda}{2}$ den küçüktür veya limit halde $\frac{\lambda}{2}$ ye eşittir. Halbuki $\frac{\lambda}{2}$ den küçük farkla gelen dalgaları birbirinden iyi ayırt etmek mümkün değildir. İşte bu $MN=2r$ mesafesine Fresnel zonu denir. Geometrik olarak:

$$r^2 = \left(d + \frac{\lambda}{2}\right)^2 - d^2 = d^2 + d\lambda + \frac{\lambda^2}{4} - d^2$$

yazılabilir. $d \gg \lambda$ alındığından;

$$r^2 \cong d\lambda = \sqrt{\frac{dV}{f}}; \quad \left(\lambda = \frac{V}{f}\right)$$

$$2r = 2\sqrt{\frac{dV}{f}}$$

çıkar. d derinliğinin fonksiyonu olarak $f=40$ Hz ve $V=3000$ m/sn için, Fresnel zonu aşağıdaki gibi değişir;

Derinlik (metre)	2r(metre)
1000	547
2000	774
4000	1095
8000	1549

Maksimum ayırım gücü için;

- Enerji kaynağı
- Alıcı ve grupları
- Kayıt cihazı
- Arazi parametreleri
- Veri işlem oldukça önemlidir.