

# KIYI VE LİMAN YAPILARI

## INS-449

DR. ÖĞR. ÜYESİ KAĞAN CEBE

### DERS-8

- KIRINIM (DÖNME-DIFFRACTION)
- YANSIMA (REFLECTION)

### KAYNAKLAR:

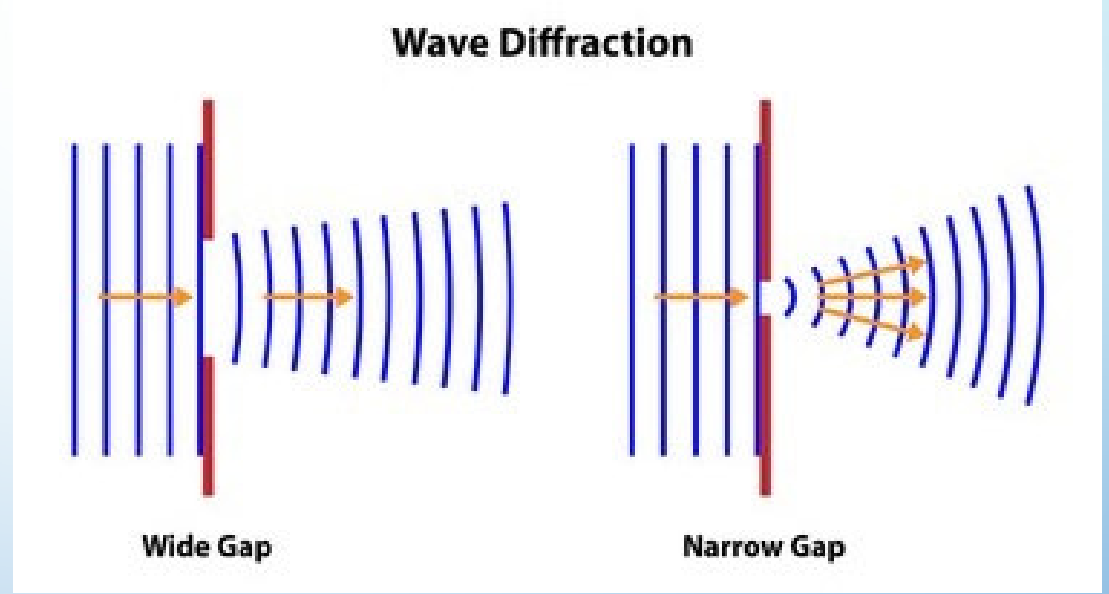
- YÜKSEL, Y. & ÇEVİK, E. KIYI MÜHENDİSLİĞİ, BETA YAY.
- ERGİN, A. COASTAL ENGINEERING, METU PRESS.
- BURSA ULUDAĞ ÜN. KIYI VE LİMAN YAPILARI DERS NOTLARI

## KIRINIM (DIFFRACTION)

Kırınım (dönme) dalgaların karşılaştıkları bazı engelleri dolanarak geçmeleri anlamında kullanılan bir terimdir.

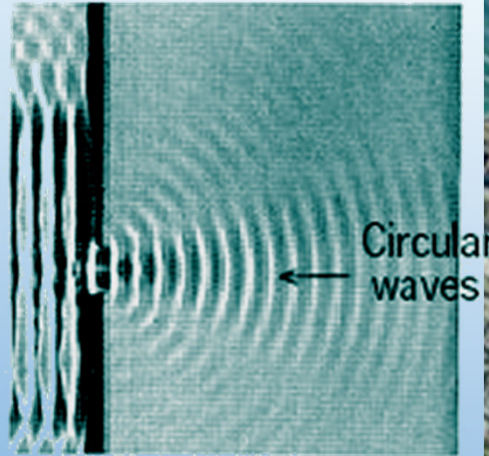
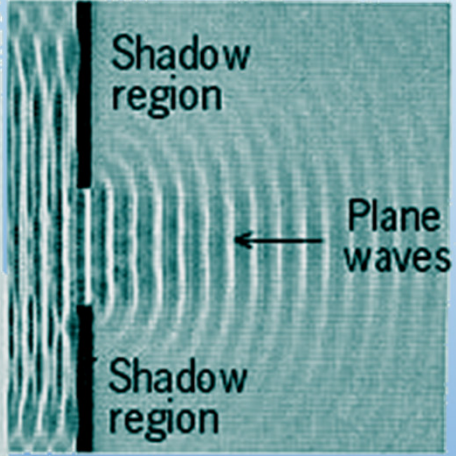
Kırınım, dalgaların küçük aralıklardan (yarıklardan), engellerden veya keskin kenarlı yerlerden geçişi ile oluşur. Dalgalar böyle yerlerden geçerken doğrusal olan yollarından saparlar.

Derin su dalgalarında görülen kırınım olayı, aynen diğer dalgalarda, ses ve ışık dalgalarında olduğu gibidir. Bu süreçte dalga enerjisi, yanal olarak (lateral=dalga ilerleme yönüne dik) durgun su bölgesi yönünde taşınır.



## KIRINIM (DIFFRACTION)

Dalgaların ilerleme yönü üzerinde bir engel bulunuyorsa, engelin arka kısmında bir durgun bir su alanı oluşur. Dalgalar, “gölge bölgeye” (shadow region) doğrudan ilerleyemezler. Eğer engel üzerinde bir açıklık ya da engelin sona erdiği bir nokta bulunuyorsa, dalgalar bu noktada kırınıma uğrar ve dalga hareketi buradan itibaren genişleyerek durgun bölgeye ilerlemeye devam eder.



## KIRINIM (DIFFRACTION)

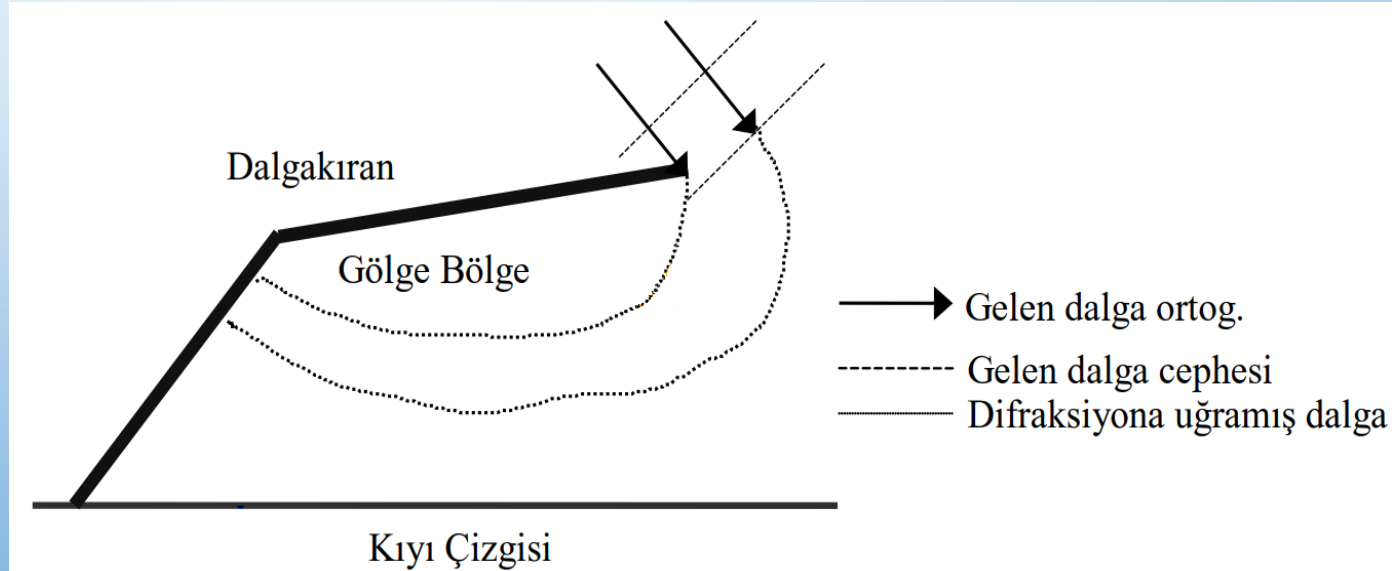
Kırınım olayı, Şekil 1.7'de şematik olarak gösterilmiştir. Dalga hareketiyle gölge bölgeye, A-B düzlemi üzerinde, yana doğru enerji taşınımı başlar. Bu bölgede oluşan dalgalar, «kırınımına uğramış dalgalar» olarak tanımlanır. Kırınımına uğramış dalga yüksekliği ile gelen dalga yüksekliği arasındaki orana «kırınım (difraksiyon) katsayısı» denir.

$$K_d = \frac{H}{H_i}$$

Kd : kırınım katsayısı

H: kırınımına uğramış d. yüksekliği

H<sub>i</sub>: gelen dalga yüksekliği



# KIRINIM (DIFFRACTION)

Kırınım katsayısı hesaplama adımlar:

- Dalgakıran ucuna gelen dalga yüksekliği ( $H_i$ ) hesaplanır.
- Dalgakıran ucuna gelen dalga boyu ( $L_i$ ) hesaplanır.
- Dalga yüksekliğinin istendiği noktanın dalgakıran ucuna mesafesi ( $r$ ) hesaplanır.
- Dalga yüksekliğinin istendiği noktanın dalgakıran uç noktası ile açısı ( $\alpha_d$ ) hesaplanır.
- $r/L_i$  oranı hesaplanır.
- Kırınım tablosu ya da dalga yaklaşma açısına ( $\beta_{app}$ ) göre düzenlenmiş grafikler kullanılarak  $K_d$  hesaplanır.

## KIRINIM (DIFFRACTION)

Bir dalgakıran sonucu oluşan kırınım katsayıları tablo yardımı ile bulunabilir. Tabloda; kırınım katsayısını bulabilmek için dalga ve dalgakıran ile ilgili bazı verilere sahip olmak gerekir:

$\theta_0$  ve  $\theta$ , : Gelen dalganın uzantısının ve kırınım katsayısı istenen noktanın dalgakıranla yaptığı açılar,

$r$ , kırınım katsayısı istenen noktanın dalgakıran ucuna (müzvarına) uzaklığı

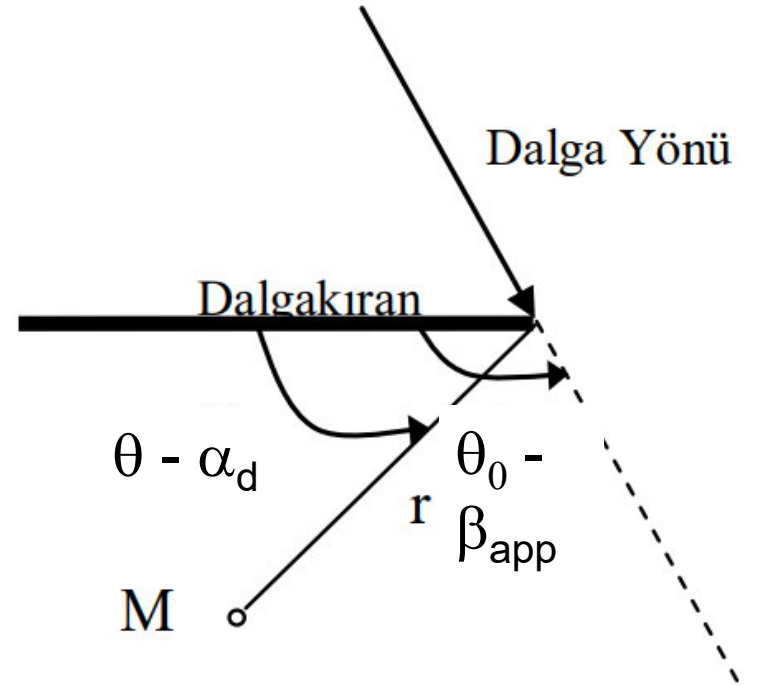
$L$ , dalgakıran müzvarındaki dalga boyudur.

$K_d$  : kırınım katsayısı

$H$ : kırınıma uğramış d. yüksekliği

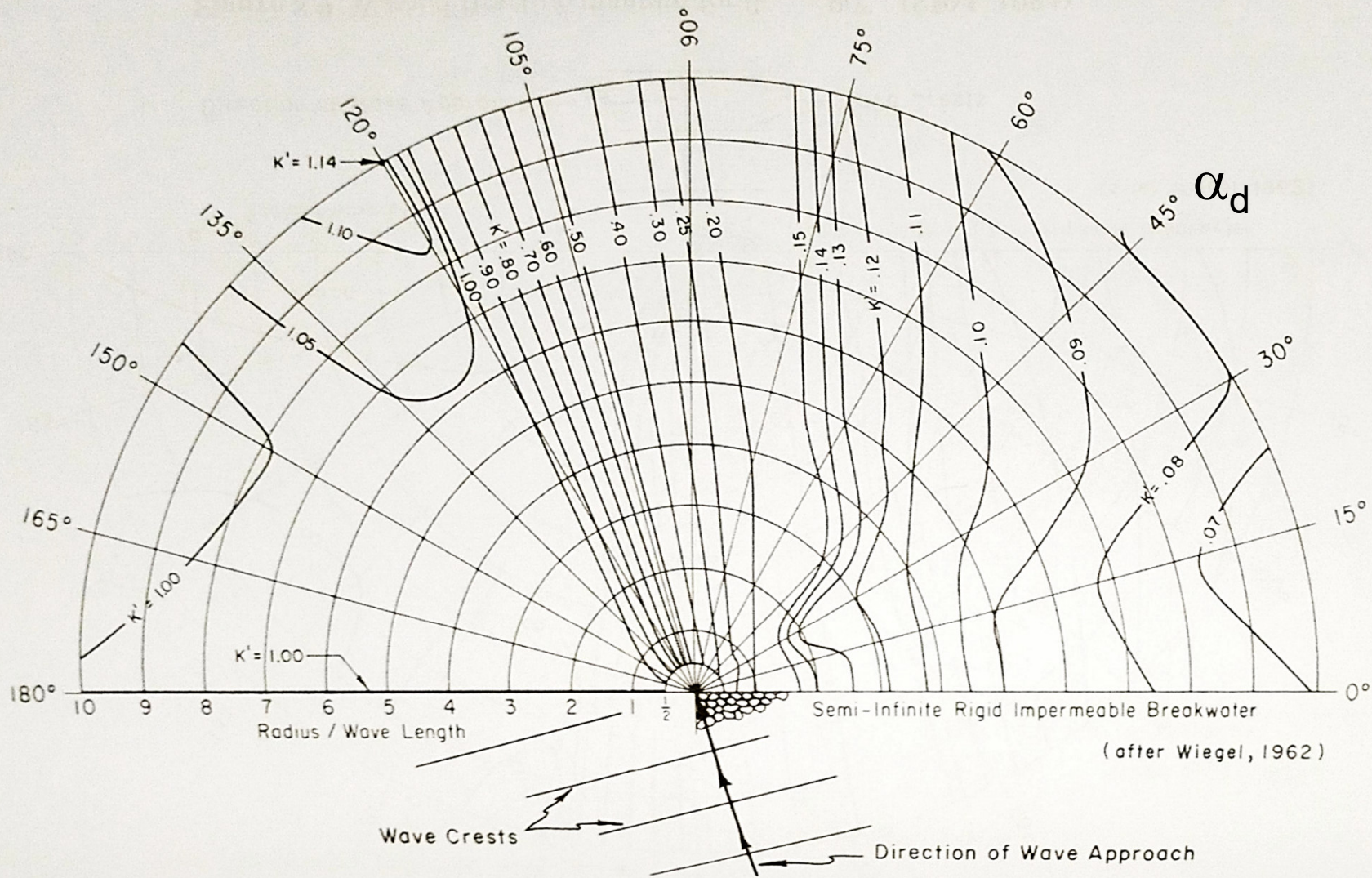
$H_i$ : gelen dalga yüksekliği

$$K_d = \frac{H}{H_i}$$



# KIRINIM (DIFFRACTION)

r/L	$\theta^{\circ}$												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$\Theta_0 = 15^{\circ}$													
½	0,49	0,79	0,83	0,90	0,97	1,01	1,03	1,02	1,01	0,99	0,99	1,00	1,00
1	0,38	0,73	0,83	0,95	1,04	1,04	0,99	0,98	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00
2	0,21	0,68	0,86	1,05	1,03	0,97	1,02	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,13	0,63	0,99	1,04	1,03	1,02	0,99	0,99	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00
10	0,35	0,58	1,10	1,05	0,98	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$\Theta_0 = 30^{\circ}$													
½	0,61	0,63	0,68	0,76	0,87	0,97	1,03	1,05	1,03	1,01	0,99	0,95	1,00
1	0,50	0,53	0,63	0,78	0,95	1,06	1,05	0,98	0,98	1,01	1,01	0,97	1,00
2	0,40	0,44	0,59	0,84	1,07	1,03	0,96	1,02	0,98	1,01	0,99	0,95	1,00
5	0,27	0,32	0,55	1,00	1,04	1,04	1,02	0,99	0,99	1,00	1,01	0,97	1,00
10	0,20	0,24	0,54	1,12	1,06	0,97	0,99	1,01	1,00	1,00	1,00	0,98	1,00
$\Theta_0 = 45^{\circ}$													
½	0,49	0,50	0,55	0,63	0,73	0,85	0,96	1,04	1,06	1,04	1,00	0,99	1,00
1	0,38	0,40	0,47	0,59	0,76	0,95	1,07	1,06	0,98	0,97	1,01	1,01	1,00
2	0,29	0,31	0,39	0,56	0,83	1,08	1,04	0,96	1,03	0,98	1,01	1,00	1,00
5	0,18	0,20	0,29	0,54	1,01	1,04	1,05	1,03	1,00	0,99	1,01	1,00	1,00
10	0,13	0,15	0,22	0,53	1,13	1,07	0,96	0,98	1,02	0,99	1,00	1,00	1,00
$\Theta_0 = 60^{\circ}$													



**Figure 8.10** Wave diffraction diagram for  $\beta_{app} = 105^\circ$  (SPM, 1984)



## KIRINIM (DIFFRACTION)

**Örnek:** düz ve paralel konturlar durumunda  $T=9.69s$   $H_0=4m$  ve dalga ortogonalinin batimetri çizgisi ile yaptığı açı  $\alpha_0=40^\circ$ 'dir. C ile D noktaları arasındaki mesafe  $|CD|=230m$ , taban topoğrafyasının eğimi  $m=1/50$  olduğuna ve liman içerisinde derinlik sabit ve  $d_c$ 'ye eşit olduğuna göre C ve D noktalarındaki dalga yüksekliklerini hesaplayınız.

$$L_0 = 1.56T^2 = 1.56 \times 9.69^2 = 146.47m$$

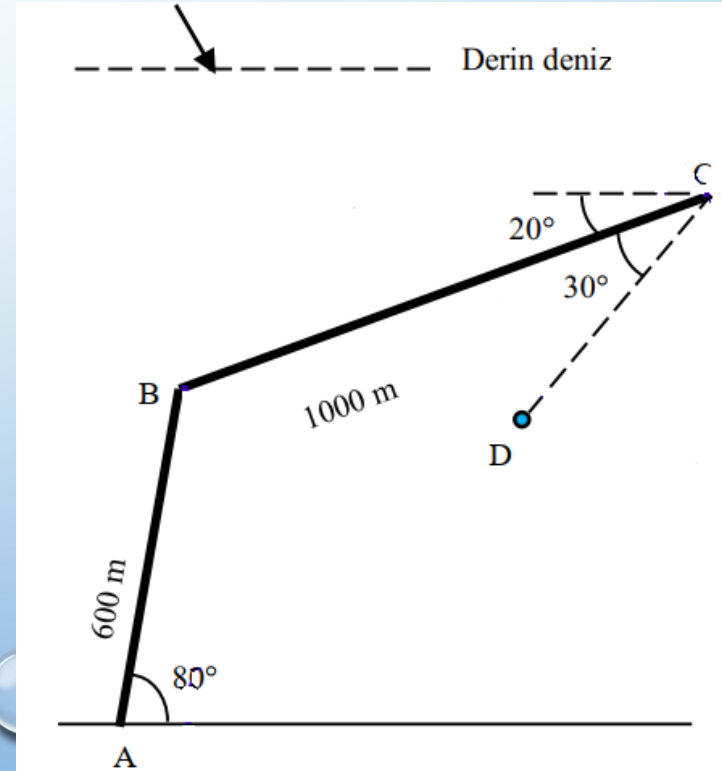
$$d_B = 600 \sin 80^\circ \frac{1}{50} = 11.81m$$

$$d_C = d_B + 1000 \sin 20^\circ \frac{1}{50} = 18.65m$$

$$H_C = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$$

$$\frac{d_C}{L_0} = \frac{18.65}{146.47} = 0.127 \rightarrow GWT: K_s = 0.9178$$

$$GWT: \frac{d_C}{L_C} = 0.164 \rightarrow L_C = 113.78m$$



## KIRINIM (DIFFRACTION)

**Örnek:**  $\alpha_C = \arcsin\left(\frac{L_C}{L_0} \sin\alpha_0\right) = \arcsin\left(\frac{113.78}{146.47} \sin 40\right) = 29.95^\circ$

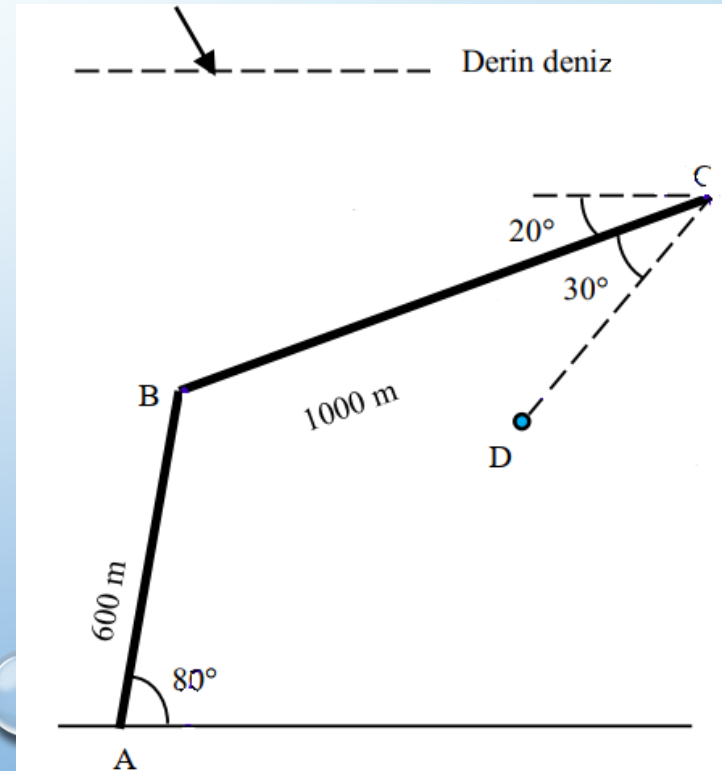
$$K_r = \sqrt{\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha_C}} = \sqrt{\frac{\cos 40}{\cos 29.95}} = 0.9403$$

$$H_C = H_0 \cdot K_r \cdot K_s = 4 \cdot 0.9403 \cdot 0.9178 = 3.45 \text{ m}$$

*Kırınım tablosu için gerekli değişkenler:*

$$\frac{r}{L} = \frac{230}{113.78} \approx 2 \quad \theta_0 = 30 + 40 + 29.95 \approx 100^\circ$$

$$\theta = 30^\circ$$



# KIRINIM (DIFFRACTION)

**Örnek:**  $\frac{r}{L} = \frac{230}{113.78} \approx 2$      $\theta_0 = 30 + 40 + 29.95 \approx 100^\circ$      $\theta = 30^\circ \longrightarrow K_d = 0.147$

$K_d = \frac{H}{H_i}$      $0.147 = \frac{H}{3.45}$      $H_D = 0.506m$

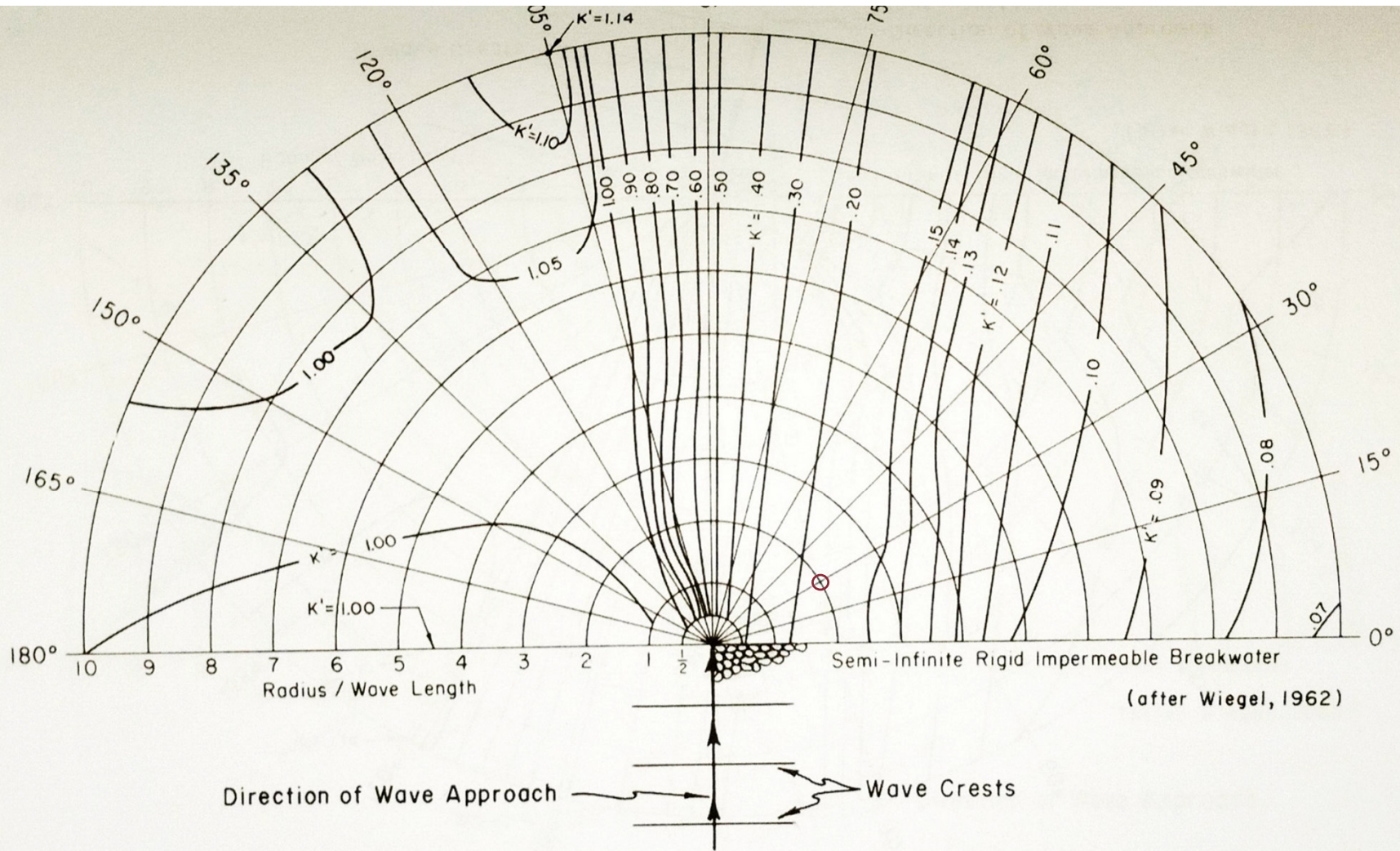
r/L	$\theta^\circ$												
	0	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
$\Theta_0 = 90^\circ$													
½	0,31	0,31	0,33	0,36	0,41	0,49	0,59	0,71	0,85	0,96	1,03	1,03	1,00
1	0,22	0,23	0,24	0,28	0,33	0,42	0,56	0,75	0,96	1,07	1,05	0,99	1,00
2	0,16	0,16	0,18	0,20	0,26	0,35	0,54	0,69	1,08	1,04	0,96	1,02	1,00
5	0,10	0,10	0,11	0,13	0,16	0,27	0,53	1,01	1,04	1,05	1,02	0,99	1,00
10	0,07	0,07	0,08	0,09	0,13	0,20	0,52	1,14	1,07	0,96	0,99	1,01	1,00
$\Theta_0 = 105^\circ$													
½	0,28	0,28	0,29	0,32	0,35	0,41	0,49	0,59	0,72	0,85	0,97	1,01	1,00
1	0,20	0,20	0,24	0,23	0,27	0,33	0,42	0,56	0,75	0,95	1,06	1,04	1,00
2	0,14	0,14	0,13	0,17	0,20	0,25	0,35	0,54	0,83	1,08	1,03	0,97	1,00
5	0,09	0,09	0,10	0,11	0,13	0,17	0,27	0,52	1,02	1,04	1,04	1,02	1,00
10	0,07	0,06	0,08	0,08	0,09	0,12	0,20	0,52	1,14	1,07	0,97	0,99	1,00

**Örnek:**

$$\frac{r}{L} = \frac{230}{113.78} \approx 2$$

$$K_d = \frac{H}{H_i}$$

$$\beta_{app} \approx 100^\circ$$



**Figure 8.9** Wave diffraction diagram for  $\beta_{app} = 90^\circ$  (SPM, 1984)

**Örnek:**

$$\frac{r}{L} = \frac{230}{113.78} \approx 2$$

$$K_d = \frac{H}{H_i}$$

$$\beta_{app} \approx 100^\circ$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$K_d = 0.147$$

$$0.147 = \frac{H}{3.45}$$

$$H_D = 0.506m$$

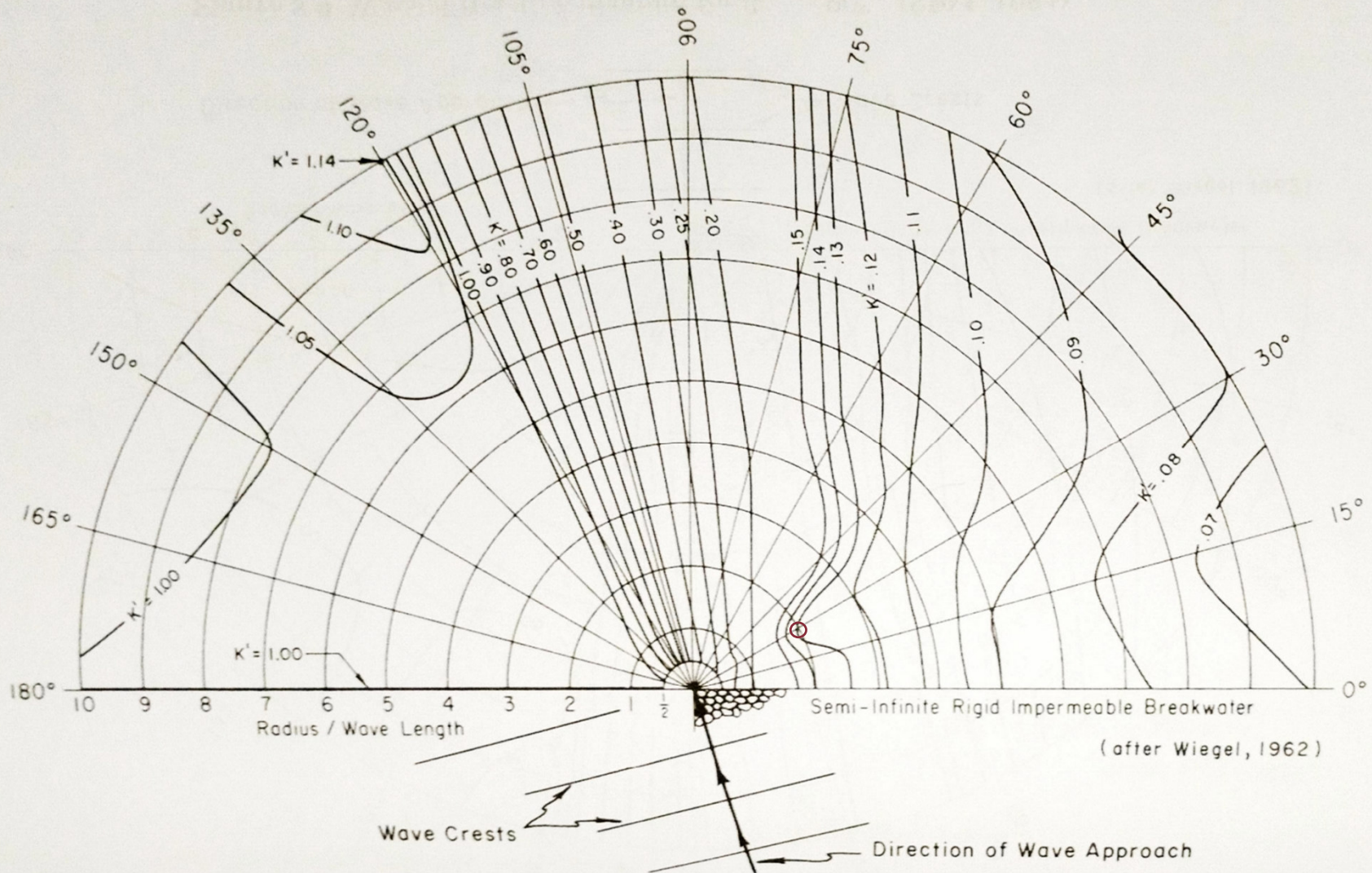
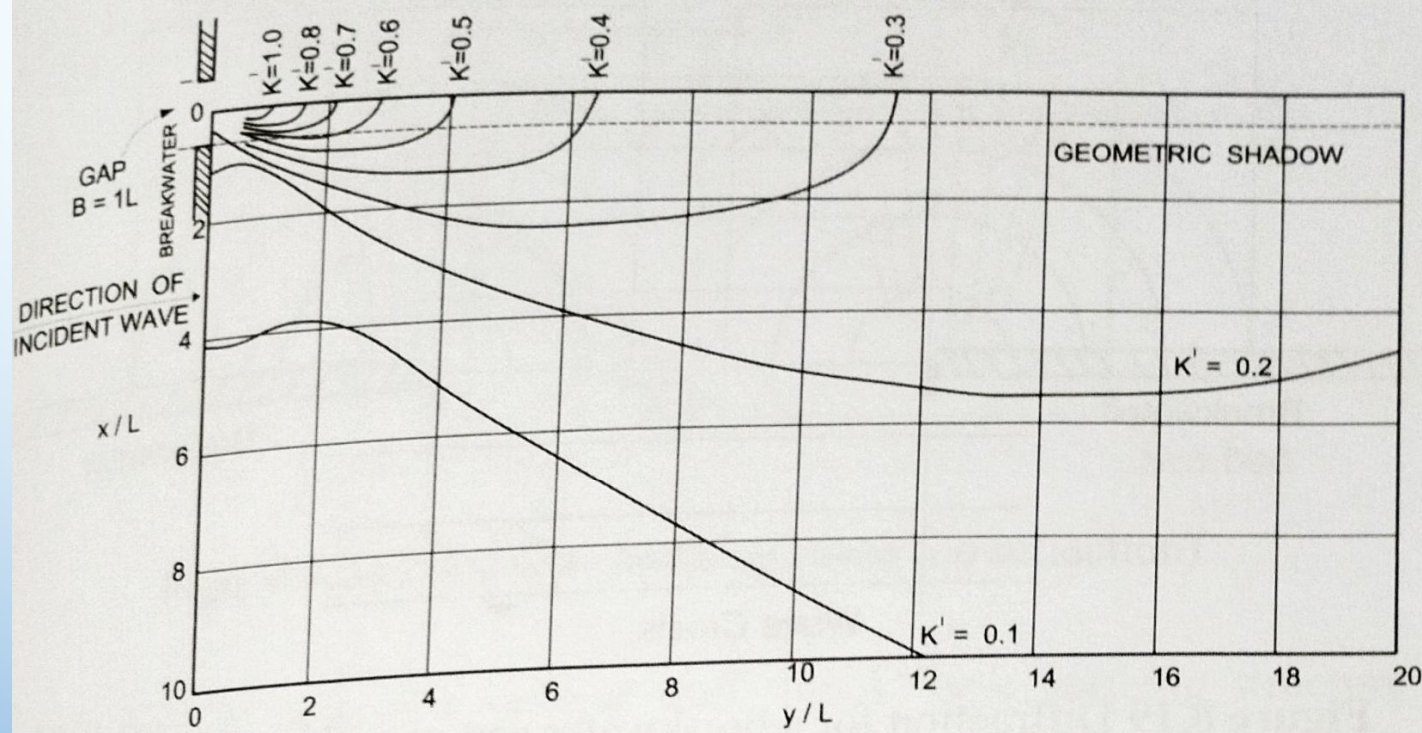


Figure 8.10 Wave diffraction diagram for  $\beta_{app} = 105^\circ$  (SPM, 1984)

## KIRINIM (DIFFRACTION)

Eğer kırınım iki dalgakıranın arasındaki açıklıktan gerçekleşiyorsa:

- Açıklık ( $B$ ) ile dalgakıranın gelen dalganın boyunun ( $L$ ) oranı hesaplanır.
- $B/L$  oranına göre hazırlanan grafik üzerinden  $x/L$  ve  $y/L$  oranına göre kırınım katsayısı  $K_d$  okunur.
- Grafikte  $x$  ve  $y$  mesafesi açıklık ortasından hesaplanır.



**Figure 8.17** Contours of equal diffraction coefficient gap width=1 wave length ( $B/L=1$ ) (SPM, 1984)

## YANSIMA (REFLECTION)

Dalgalar, bir engel ile karşılaştıklarında dalga yansıması oluşur. Engeller, kıyıdaki dik kayalıklar, deniz tabanındaki ani yükselişler, kumsal eğimi vb. şekilde doğal olabildiği gibi, kıyı duvarları, dalgakıranlar vb. gibi yapay mühendislik yapıları şeklinde de olabilir. Yansıyan ve ilerleyen dalga yükseklikleri arasındaki orana “yansımaya katsayısı” ( $C_r$ ) adı verilir:

$$C_r = \frac{H_r}{H_i}$$

$C_r$  : yansımaya katsayısı

$H_r$ : yansıyan d. yüksekliği

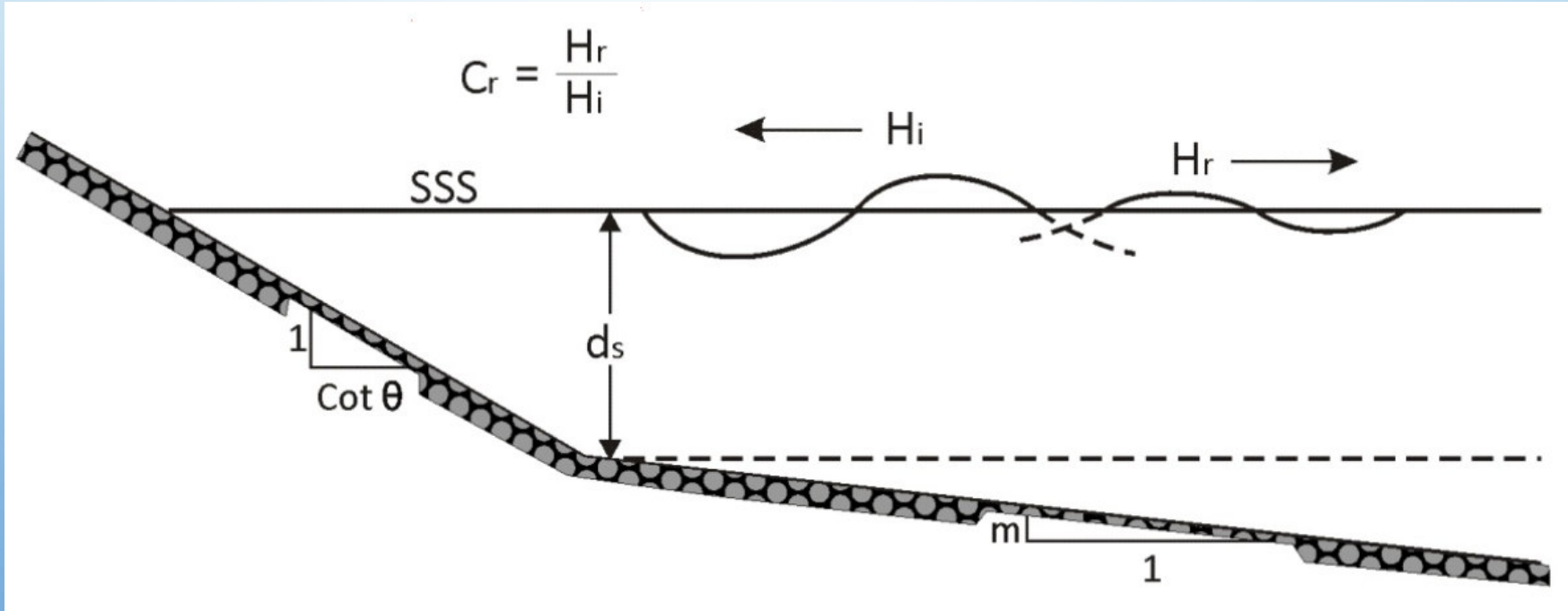
$H_i$ : gelen dalga yüksekliği



## YANSIMA (REFLECTION)

Dalga yansımaları, yapı veya kumsal eğimine, yüzey pürüzlülüğüne, poroziteye ve gelen dalga dikliğine ( $H/L$ ) bağlıdır. Yansımada kullanılan terimler, Şekil'de gösterilmiştir.

$C_r$  : yansımaya katsayısı,  $H_r$ : yansıyan d. Yüksekliği,  $H_i$ : gelen dalga yüksekliği





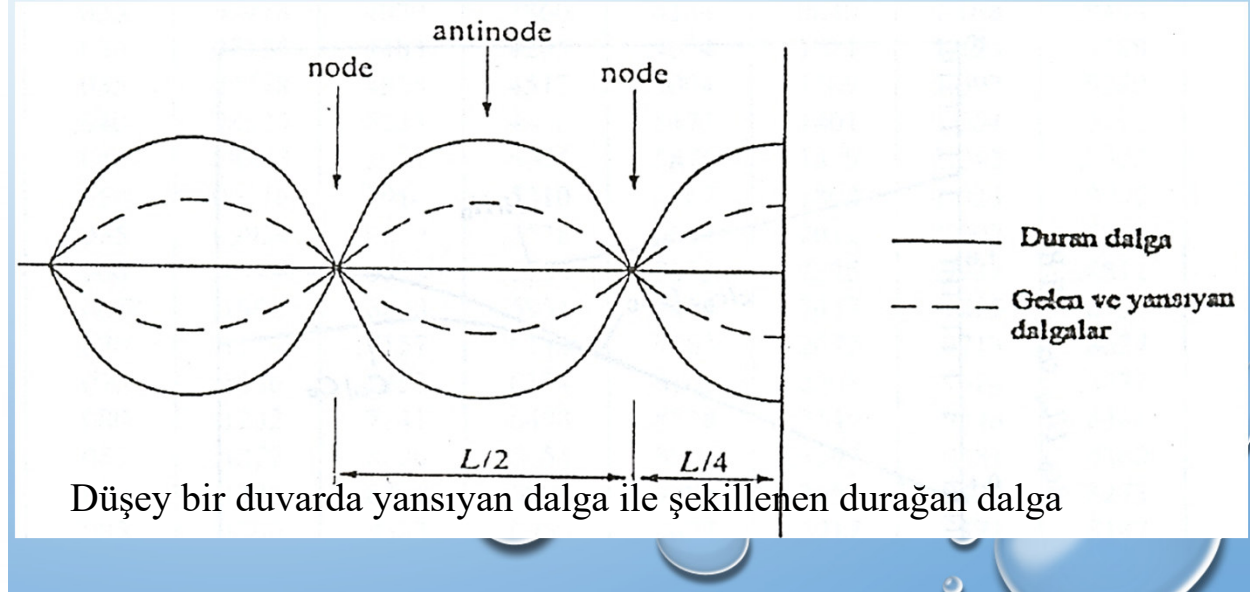
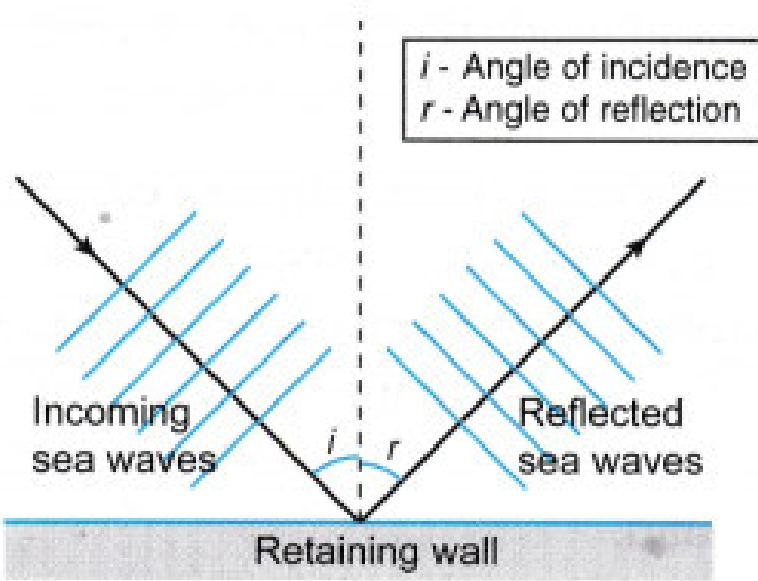
# YANSIMA (REFLECTION)

Gelen dalga, yansıtma yüzeyinin normali ile bir açı yapıyorsa, yansıyan dalga aynı açı ile yansır.

$$i = r$$

Yansımada katsayısı  $C_r$ ,  $[0,1]$  değerleri arasında değişir. Tam bir yansımada  $C_r=1$  olur. Böyle bir durumda iki dalga süperpoze edilir ve elde edilen duran dalga "Klapoti" olarak adlandırılır.

Yansımada dalga boyu, periyot ve dalga hızı değişmez.



## YANSIMA (REFLECTION)

Yansımada yansıyan dalga, gelen dalganın tam tersi yönde hareket etmektedir. Gelen dalganın dalga yüksekliği  $2a$  ise yansıyan dalganın yüksekliği yansımada katsayısı  $C_r$  oranında azalacaktır.

Bu durumda gelen dalga ve yansıyan dalganın girişimiyle ortaya çıkan dalga profili:

$$\eta_s = a \sin(kx - \omega t) + C_r a \sin(kx + \omega t)$$

$$\eta_s = (1 + C_r) a \sin kx \cdot \cos \omega t - (1 - C_r) a \cos kx \cdot \sin \omega t$$

Minimum değeri:

$$\eta_{s,min} = (1 - C_r) a$$

Maksimum değeri:

$$\eta_{s,max} = (1 + C_r) a$$

$$C_r = \frac{H_r}{H_i}$$

## YANSIMA (REFLECTION)

Yansımaya katsayısı  $C_r$  aşağıdaki denklem ile hesaplanabilir (Battjes 1974).

$$C_r = \frac{a \cdot \xi^2}{b + \xi^2}$$

$a$ ,  $b$  katsayıları kıyı yapı geometrisine ve dalgaların düzenli olup olmamasına bağlı olarak Tablo'dan alınabilir.

Yapı	a	b
Düzgün yüzey ve düzenli dalga	1.0	5.5
Düzgün yüzey ve düzensiz dalga	1.1	5.7
Taş dolgu yüzey dalgakıran	0.6	6.6
Dolos dolgu yüzey dalgakıran ve düzenli dalga	0.56	10.0
Tetrapod dolgu yüzey dalgakıran ve düzensiz dalga	0.48	9.6
Kumsal	0.5	5.5

$\xi$  (ksi) Irribaren katsayısı: Kıyı eğimi ve gelen dalga özelliklerine bağlıdır.

$$\xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_i}{L_0}}}$$

$\tan\theta$  : yapı yada kıyı eğimi,  $H_i$ : gelen dalga yüksekliği

$L_0$ : açık deniz dalga boyu

## YANSIMA (REFLECTION)

**Örnek:** Düz paralel eş derinlik eğrileri durumunda açık denizden kıyıya doğru ilerleyen bir dalga grubu kıyıda taş dolgu dalga kırana çarpmıştır. Yansıyan dalga yüksekliğini hesaplayınız. (Gelen dalga yüksekliği  $H_i=2$  m, dalga periyodu  $T=9,26$  s, dalgakıran yüzey eğimi  $m=2/3$ )

$$C_r = \frac{H_r}{H_i} \quad C_r = \frac{a \cdot \xi^2}{b + \xi^2} \quad \xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_i}{L_0}}} \quad L_0 = 1.56T^2 = 1.56 \times 9.26^2 = 133.78m$$

$$\xi = \frac{2/3}{\sqrt{\frac{2}{133.78}}} = 5.45$$

Yapı	a	b
Düzgün yüzey ve düzenli dalga	1.0	5.5
Düzgün yüzey ve düzensiz dalga	1.1	5.7
Taş dolgu yüzey dalgakıran	0.6	6.6
Dolos dolgu yüzey dalgakıran ve düzenli dalga	0.56	10.0
Tetrapod dolgu yüzey dalgakıran ve düzensiz dalga	0.48	9.6
Kumsal	0.5	5.5

$$C_r = \frac{0.6 \cdot 5.45^2}{6.6 + 5.45^2} = 0.49$$

$$0.49 = \frac{H_r}{2}$$

$$H_r = 2 \times 0.49 = 0.98m$$