

# KIYI VE LİMAN YAPILARI

## INS-449

DR. ÖĞR. ÜYESİ KAĞAN CEBE

### DERS-9

- DALGA KIRILMASI
- DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI

### KAYNAKLAR:

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

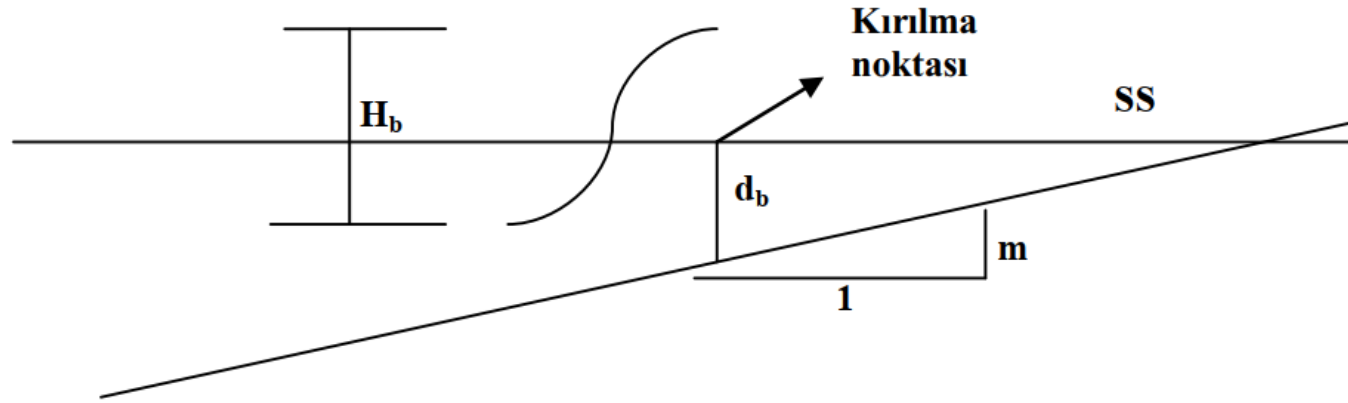
# DALGA KIRILMASI

Yerçekimi etkisiyle su parçacıklarının dalgadan ayrılması olayına "dalga kırılması" denir.

Burada önemli olan nokta, dalga sırtındaki parçacık hızının ( $u$ ) dalga hızından ( $C$ ) daha küçük olmasıdır.

Sırttaki parçacık hızı, belli bir periyot için dalga yüksekliği ile ilişkilidir. Böylece, dalga yükseklikleri arttıkça bu hız, sonunda dalga hızına eşit olur. Tam bu anda dalga dengesini kaybederek kırılır.

Dalga sığlaşan bölgeye yaklaştıkça artan parçacık hızı, azalan dalga hızına bir noktada eşit olacaktır ve bu durum, dalganın kırılmasına neden olur.



# DALGA KIRILMASI

Maksimum dalga yüksekliği maksimum dalga dikliği ile sınırlıdır. Maksimum dalga dikliğine kadar dalga stabil kalır.

Dalgalar maksimum dalga yüksekliğine ulaştıklarında stabiliteleri bozularak kırılırlar.

Tabiatta yapılan gözlemlerde bu sınırın aşağıdaki gibi olduğu görülmüştür:

$$\left( \frac{H_b}{d_b} \right)_{\max} = 0.78 - 0.86$$

Bu eşitlik, düzgün bir tabandaki ideal dalganın kırılma durumunu vermektedir. Gerçekte ara ve sığ su derinliklerinde kırılma olayını dalga yüksekliği (H), dalga periyodu (T), derinlik (d) ve taban eğimi ( $m=\tan\beta$ ) belirler.



## DALGA KIRILMASI

Kırılma noktasına kadar ki su hareketi, yalnızca bir salınım şeklindedir. Bu noktadan sonra ise bir kütle taşınımı söz konusudur.

Kıyıdaki kum hareketinin büyük bir kısmı, kırılma noktası ile kıyı arasında (sörf bölgesinde) oluşur. Bu nedenle, kırılma yüksekliği ve kırılma noktasındaki dalga açısı (kırılma açısı,  $\alpha$ ), kıyı boyu sediment taşınım rejiminde çok önemli parametrelerdir.

Dalgakıran ve rıhtım gibi derin sularda yapılacak yapıların üzerine etkiyen kuvvetin belirlenmesinde de kırılma derinliği ile yapı derinliğinin ilişkisi çok önemlidir.



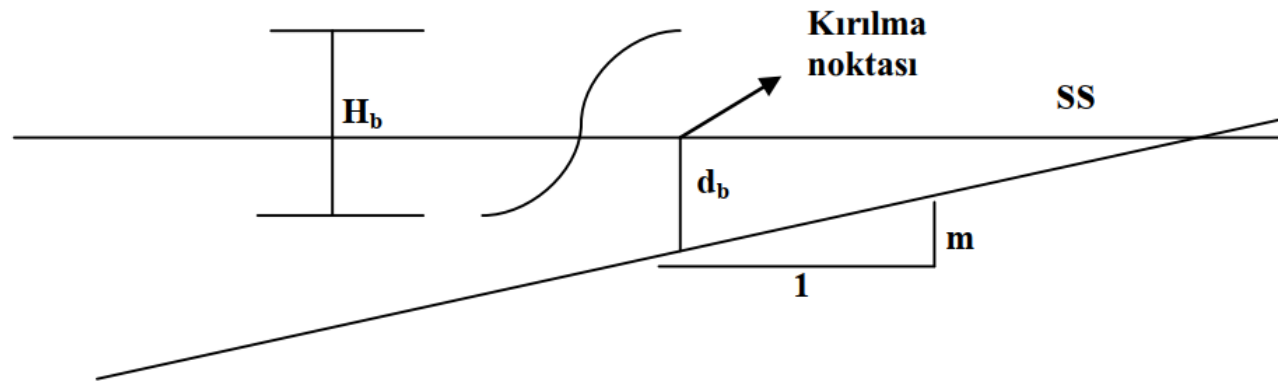
# DALGA KIRILMASI

Bu konuda pek çok araştırma ve gözlem yapılmış olmasına rağmen eğimli bir sahilde dalga kırılma mekanizması henüz çözülebilmemiş değildir. Bu nedenle kırılma derinliği ( $d_b$ ) ve kırılma yüksekliği ( $H_b$ )'nin tahmini için arazide ve laboratuarda büyük miktarda verilerin kullanılmasıyla diyagramlar düzenlenmiştir.

Kırılma yüksekliğinin kırılma derinliğine oranı "kırılma indisi" ( $\phi$ ,  $f_i$ ) olarak adlandırılır. Kırılma indisini etkileyen parametreler aşağıda sıralanmıştır:

$$\phi = \frac{H_b}{d_b} = f\left(m, \frac{H_0}{L_0}, \alpha\right)$$

- Kıyı eğimi ( $m$ ),
- Derin deniz dalga dikliği ( $H_0/L_0$ ),
- Derin deniz yaklaşım açısı ( $\alpha_0$ )'dır.



# DALGA KIRILMASI

Kırılmadan önceki dalga yüksekliği,  $H_b$ , sapma ve sığlaşma etkisi ile değişmiş olan deniz dalga yüksekliğidir.

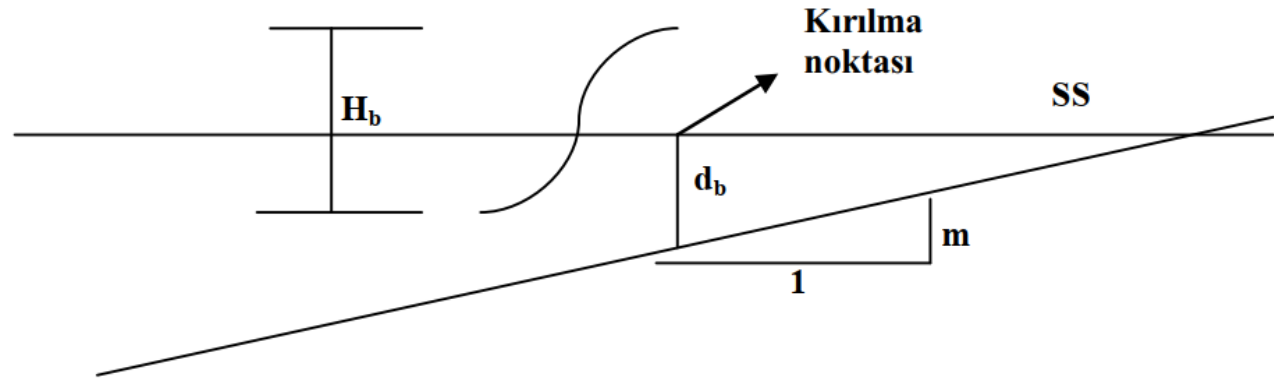
$$H'_0 = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$$

$H_b$ : dalga kırılma yüksekliği

$K_r$ : sapma katsayısı

$K_s$ : sığlaşma katsayısı

$H_0$ : derin deniz dalga yüksekliği



# DALGA KIRILMASI

Kırılmadan önceki dalga yüksekliği,  $H_b$ , sapma ve sığlaşma etkisi ile değişmiş olan deniz dalga yüksekliğidir.

$$\varphi = \frac{H_b}{d_b} = b - a \frac{H_0}{L_0}$$

$$a = 5(1 - e^{-43m})$$

$$b = \frac{1.12}{(1 + e^{-60m})}$$

Goda tarafından hazırlanan diyagramlara göre dalga kırılma yüksekliği:

$$H_b = \left(\frac{H'_0}{T}\right)^2 + 0.8m^{0.125} \cdot T^{0.5} \cdot (H'_0)^{0.75} + 0.785 \cdot 10^{-3} \cdot T^2$$

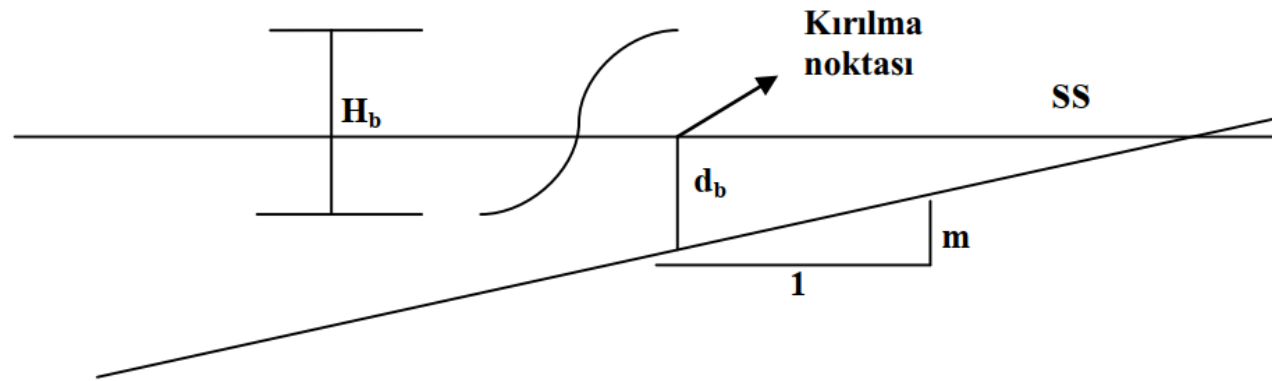
$H_b$ : dalga kırılma yüksekliği

$d_b$ : dalga kırılma derinliği

$H_0$ : derin deniz dalga yüksekliği

$L_0$ : derin deniz dalga boyu

$m$ : deniz tabanı eğimi ( $\tan B$ )



# DALGA KIRILMASI

Dalga kırılma derinliğini ve yüksekliğini hesaplamak için kullanılan yöntemlerden biri aşağıda verilmiştir:

1.  $d_b$  için bir  $d_1$  seçilir,
2.  $d_1$ 'e bağlı olarak  $L_1$  hesaplanır,
3.  $L_1$ 'den  $K_r$  ve  $K_s$  hesaplanır,
4.  $H'_0 = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$  hesaplanır,
5.  $H_b = (H'_0/T)^2 + 0,8 \cdot m^{0,125} \cdot T^{0,5} \cdot (H'_0)^{0,75} + 0,785 \cdot 10^{-3} \cdot T^2$  formülünden  $H_b$  hesaplanır,
6.  $\varphi = \frac{H_b}{d_b} = b - a \frac{H_0}{L_0}$  formülünden  $d_2$  hesaplanır.
7.  $d_1 = d_2$  ise  $d_b = d_1$  alınır ve kırılma anındaki dalga yüksekliği, hesaplanan  $H_b$  olur,
8.  $d_1 \neq d_2$  ise  $d_1 = d_2$  alınır ve işlemler baştan itibaren  $d_1 = d_2$  oluncaya kadar tekrar edilir.



## DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Düz paralel eş derinlik eğrileri durumunda;  $m=1/20$ ,  $H_0=3$  m,  $T=7$ s,  $\alpha_0=28^\circ$  ise, bu dalganın kırıldığı andaki dalga yüksekliğini ( $H_b$ ), su derinliğini ( $d_b$ ) ve geliş açısını ( $\alpha_1$ ) %5 < hata ile bulunuz.

$$L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \cdot 7^2 = 76.44m$$

1.  $d_1=4$ m seçilsin.  $d/L_0 = 4 / 76.44 = 0.0523$     GWT     $\tanh kd=0.554$ ,  $K_s=1.01$

2.  $L_1=L_0 \times \tanh kd = 76.44 \times 0.554 = 42,34$ m

3.  $H'_0 = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$        $\alpha_1 = \arcsin \left[ \frac{L_1}{L_0} \sin \alpha_0 \right] = \arcsin \left[ \frac{42.34}{76.44} \sin 28 \right] = 14.67^\circ$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = \sqrt{\frac{\cos 28}{\cos 14.67}} = \sqrt{0.9127} = 0.9553$$

4.  $H'_0 = 3 \cdot 0.9553 \cdot 1.01 = 2.895$ m

## DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Düz paralel eş derinlik eğrileri durumunda;  $m=1/20$ ,  $H_0=3$  m,  $T=7$ s,  $\alpha_0=28^\circ$  ise, bu dalganın kırıldığı andaki dalga yüksekliğini ( $H_b$ ), su derinliğini ( $d_b$ ) ve geliş açısını ( $\alpha_1$ ) %5 < hata ile bulunuz.

$$5. \quad H_b = (H_0/T)^2 + 0,8 \cdot m^{0,125} \cdot T^{0,5} \cdot (H_0)^{0,75} + 0,785 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 = 3.44 \text{ m}$$

$$6. \quad \varphi = \frac{H_b}{d_b} = b - a \frac{H_0}{L_0} \quad a = 5(1 - e^{-43m}) = 5(1 - e^{-43 \times 0.05}) = 4.418$$

$$b = \frac{1.12}{(1 + e^{-60m})} = \frac{1.12}{(1 + e^{-60 \times 0.05})} = 1.067$$

$$\varphi = \frac{H_b}{d_b} = 1.067 - 4.418 \frac{3}{76.44} = 0.894 \quad \frac{3.44}{d_b} = 0.894 \quad d_b = 3.848 \text{ m}$$

$$7. \quad \text{Hata} = (4 - 3.848)/4 = 0.033 < 0.05 \text{ UYGUN} \quad H_b = 3.44, \quad d_b = 3.848 \text{ m}$$

# DALGA KIRILMASI

## CERC Yöntemi:

$d_b$  ve  $H_b$ 'yi hesaplamak için (CEM, 2004)'de verilen grafiklerden yararlanabiliriz:

Bu grafiklerde

$$H'_0 = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$$

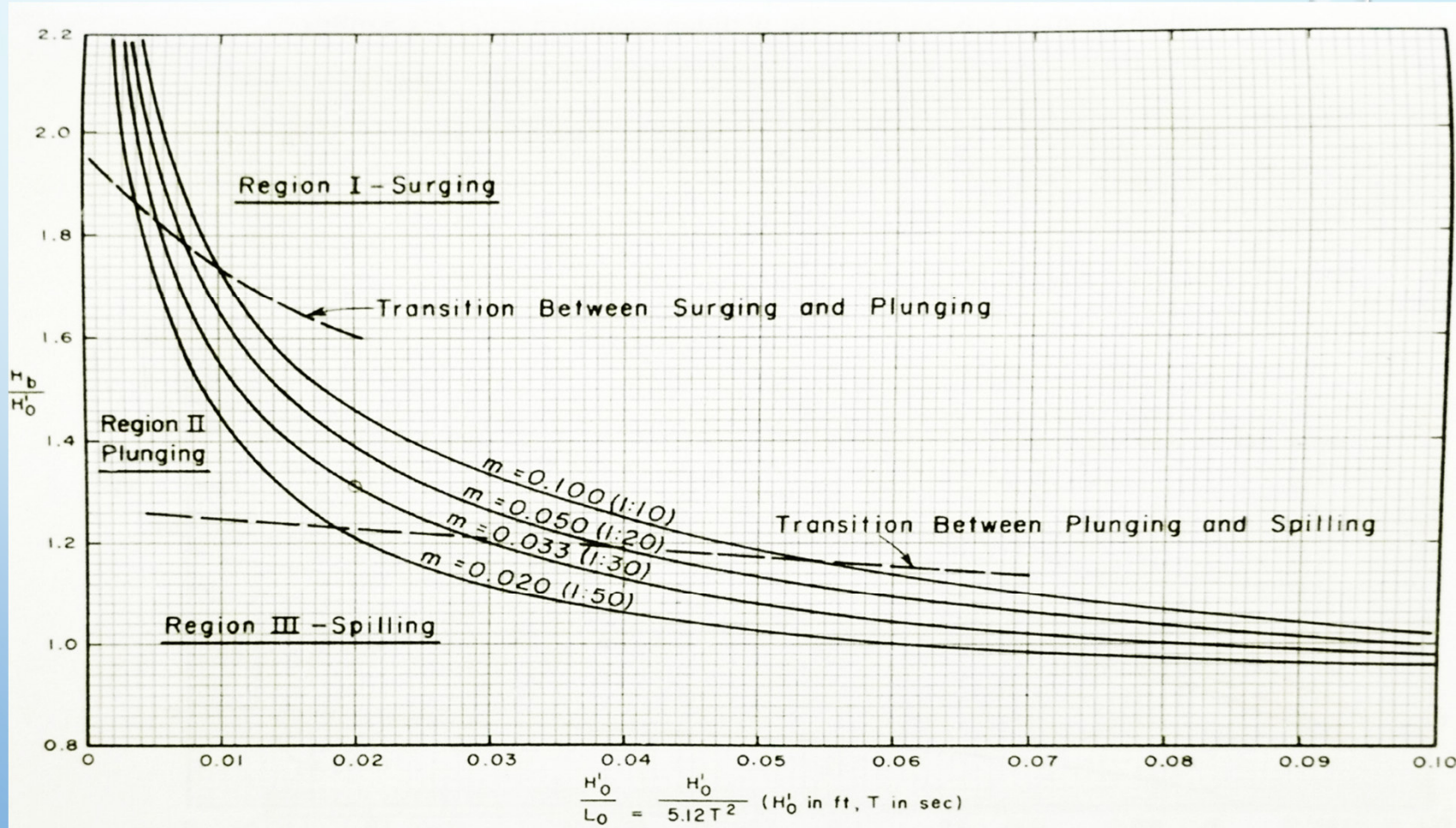


Figure 9.6 Breaker Height index versus deepwater wave steepness

**CERC**  
**Yöntemi:**

9.7'de

$d_b/H_b$  oranı

$H_b/gT^2$ 'ye bağlı  
verilmiştir.

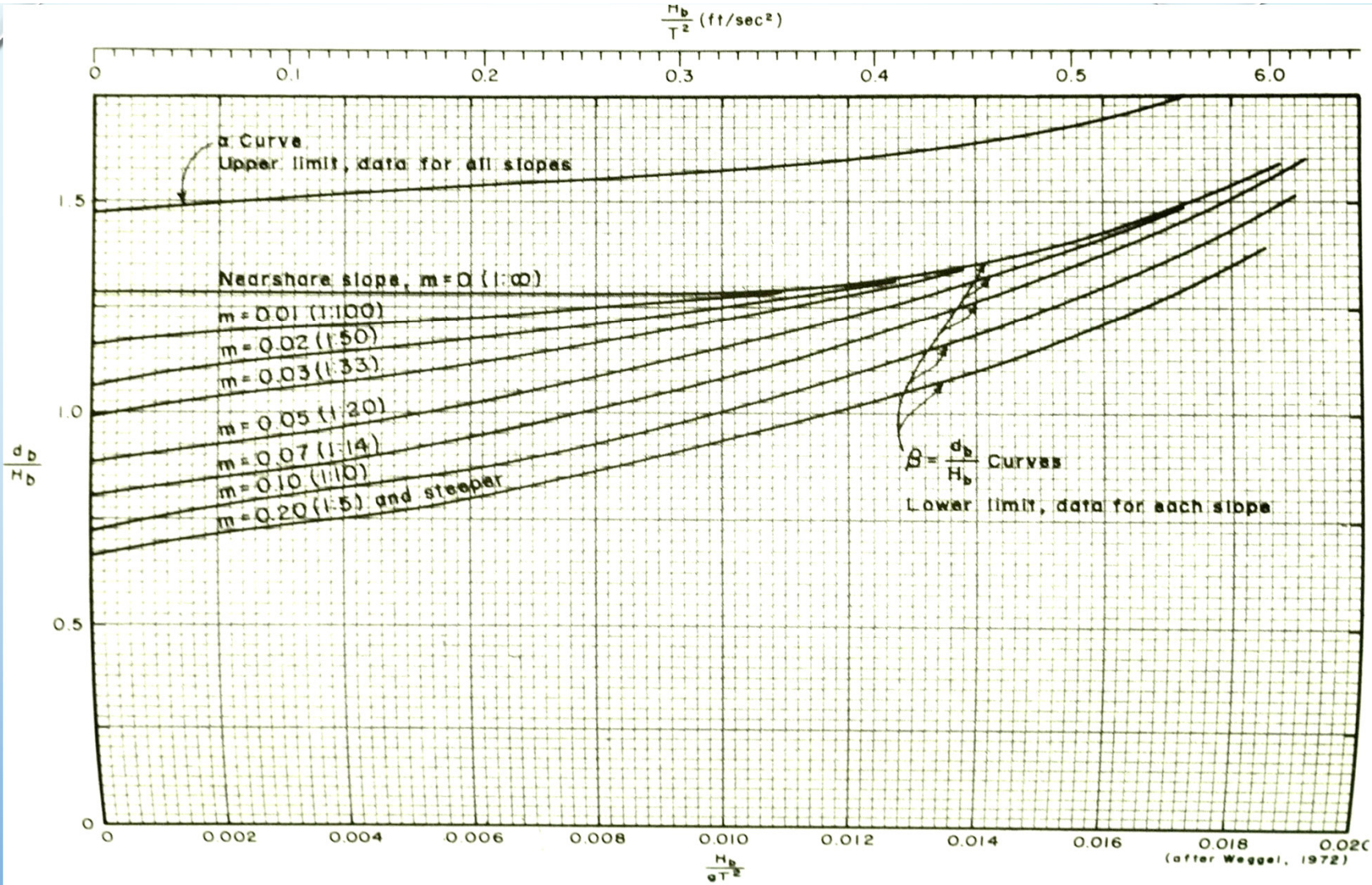


Figure 9.7 Dimensionless depth at breaking versus breaker steepness

## CERC Yöntemi:

$H_b$  biliniyorsa

$H'_0$  bulmak için

Fig 9.8 kullanılır.

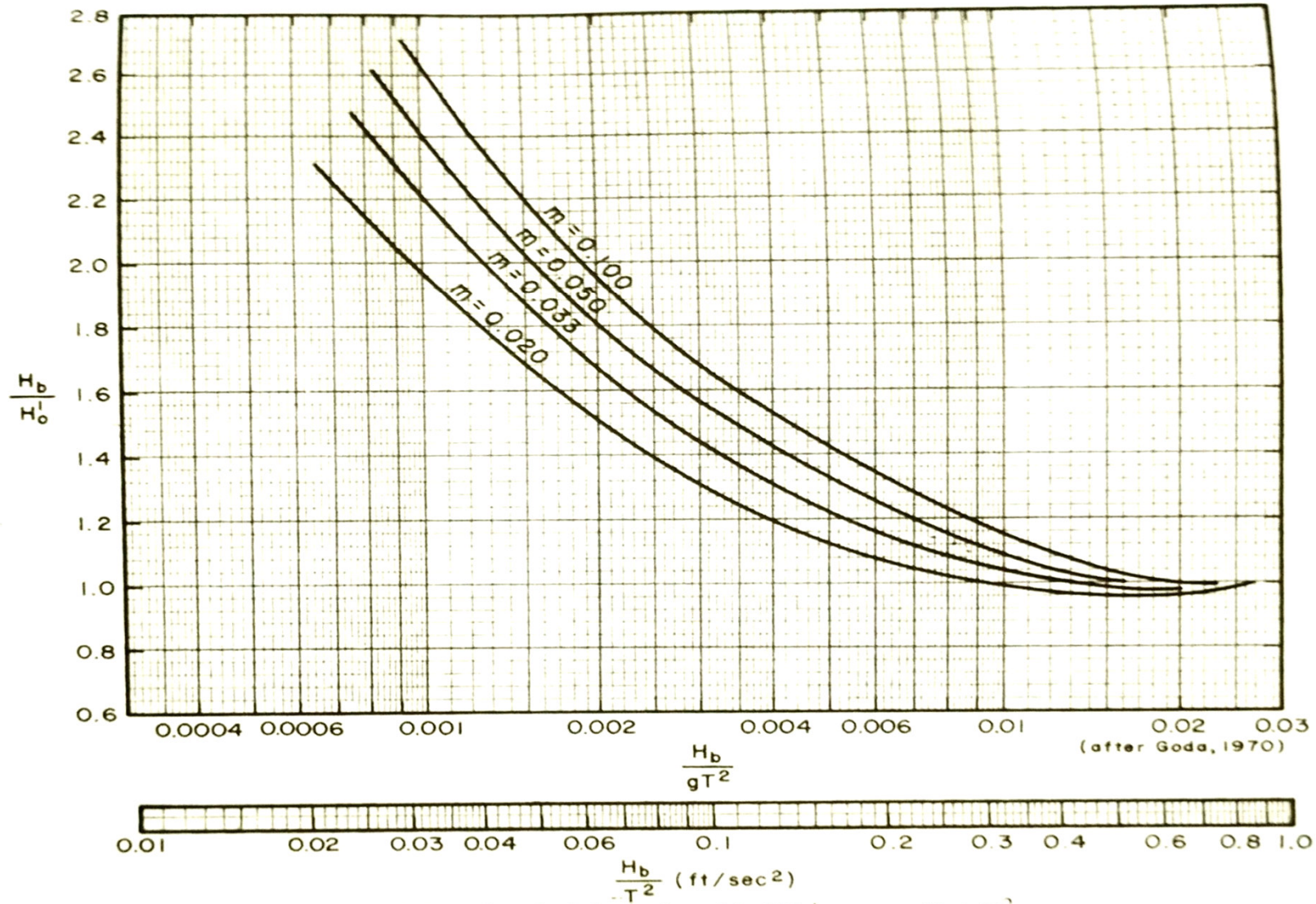


Figure 9.8 Breaker height index  $H_b/H'_0$  versus  $H_b/gT^2$

# DALGA KIRILMASI

Dalga kırılma derinliğini ve yüksekliğini hesaplamak için kullanılan CERC yöntemi aşağıda verilmiştir:

1.  $d_b$  için bir  $d_1$  seçilir,
2.  $d_1$ 'e bağlı olarak  $L_1$  hesaplanır,
3.  $L_1$ 'den  $K_r$  ve  $K_s$  hesaplanır,
4.  $H'_0 = H_0 \cdot K_r \cdot K_s$  hesaplanır,
5. Fig. 9.6'dan  $H_b$  hesaplanır,
6.  $\frac{H_b}{g \cdot T^2}$  hesaplanır ve Fig. 9.7'den formülünden  $d_2$  hesaplanır.
7.  $d_1=d_2$  ise  $d_b=d_1$  alınır ve kırılma anındaki dalga yüksekliği, hesaplanan  $H_b$  olur,
8.  $d_1 \neq d_2$  ise  $d_1=d_2$  alınır ve işlemler baştan itibaren  $d_1=d_2$  oluncaya kadar tekrar edilir.

# DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Derin deniz dalga yüksekliği  $H_0=4m$  ve periyodu  $T=7.2s$  olan dalgalar,  $m=1/30$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında  $\alpha_b=30^\circ$  yaklaşma açısı ile kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve kırılma anındaki dalga yüksekliğini ( $H_b$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

$$L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \cdot 7.2^2 = 81m$$

Deneme – Yanılma :

$$1) d_b=4m, \quad d_b/H_b=1 \quad \frac{d_b}{L_0} = 0.05 \rightarrow GWT \quad \tanh kd = 0.531$$

$$L = L_0 \cdot \tanh kd = 81 \times 0.531 = 43.01m$$

$$\alpha_1 = \arcsin \left[ \frac{L_1}{L_0} \sin \alpha_0 \right] = \arcsin \left[ \frac{43.01}{81} \sin 30 \right] = 15.4^\circ$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = \sqrt{\frac{\cos 30}{\cos 15.4}} = 0.948$$

$$H'_0 = H_0 \cdot K_r = 4 \times 0.948 = 3.8m \quad \frac{H'_0}{L_0} = 0.047$$

$$Fig. 9.6, \quad H_b = 1.10 \times H'_0 = 1.10 \times 3.8 = 4.18m$$

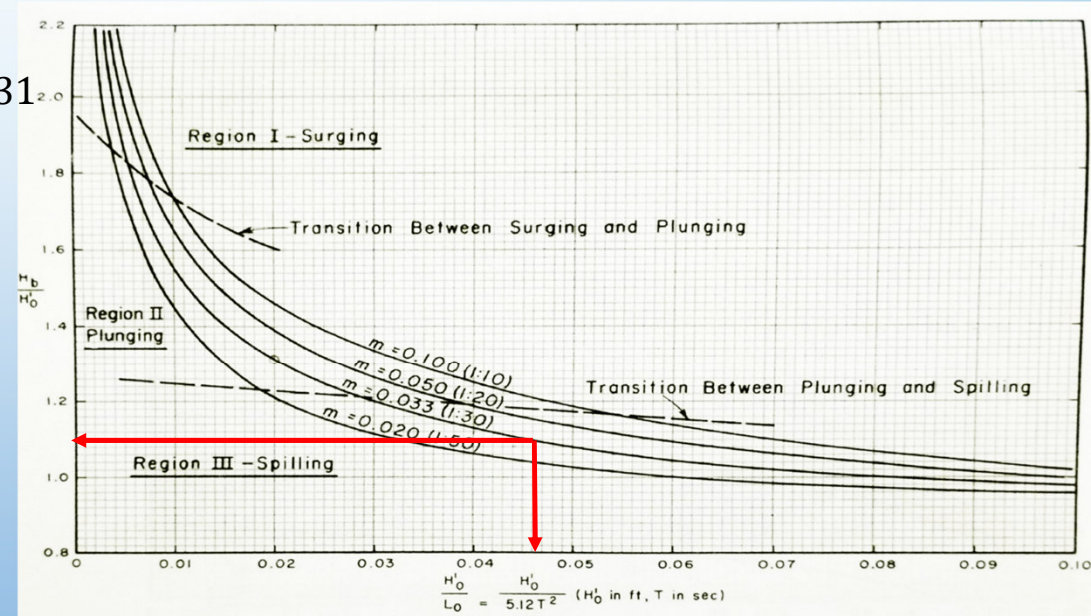


Figure 9.6 Breaker Height index versus deepwater wave steepness

# DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Derin deniz dalga yüksekliği  $H_0=4m$  ve periyodu  $T=7.2s$  olan dalgalar,  $m=1/30$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında  $\alpha_b=30^\circ$  yaklaşma açısı ile kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve kırılma anındaki dalga yüksekliğini ( $H_b$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

Deneme – Yanılma :

$$1) \frac{H_b}{g \cdot T^2} = \frac{4.18}{9.81 \cdot 7.2^2} = 0.0082$$

$$\text{Fig. 9.7, } \frac{d_b}{H_b} = 1.15,$$

$$d_b = 1.15 \times 4.18 = 4.81m \neq 4m$$

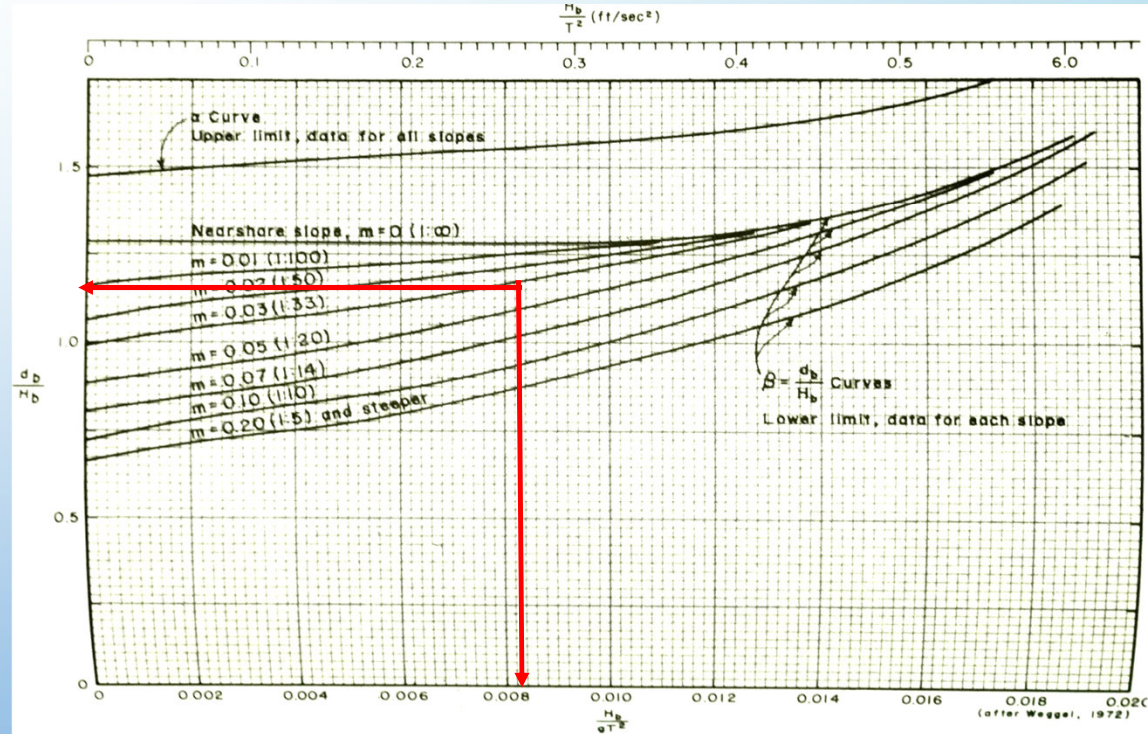


Figure 9.7 Dimensionless depth at breaking versus breaker steepness



# DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Derin deniz dalga yüksekliği  $H_0=4\text{m}$  ve periyodu  $T=7.2\text{s}$  olan dalgalar,  $m=1/30$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında  $\alpha_b=30^\circ$  yaklaşma açısı ile kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve kırılma anındaki dalga yüksekliğini ( $H_b$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

Deneme – Yanılma :

$$2) d_b=4.18\text{m} \quad \frac{d_b}{L_0} = 0.059 \rightarrow GWT \quad \tanh kd = 0.571$$

$$L = L_0 \cdot \tanh kd = 81 \times 0.571 = 46.251\text{m}$$

$$\alpha_1 = \arcsin \left[ \frac{L_1}{L_0} \sin \alpha_0 \right] = \arcsin \left[ \frac{46.251}{81} \sin 30 \right] = 16.6^\circ$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = \sqrt{\frac{\cos 30}{\cos 16.6}} = 0.950$$

$$H'_0 = H_0 \cdot K_r = 4 \times 0.950 = 3.8\text{m} \quad \frac{H'_0}{L_0} = 0.047$$

$$\text{Fig. 9.6,} \quad H_b = 1.10 \times H'_0 = 1.10 \times 3.8 = 4.18\text{m}$$

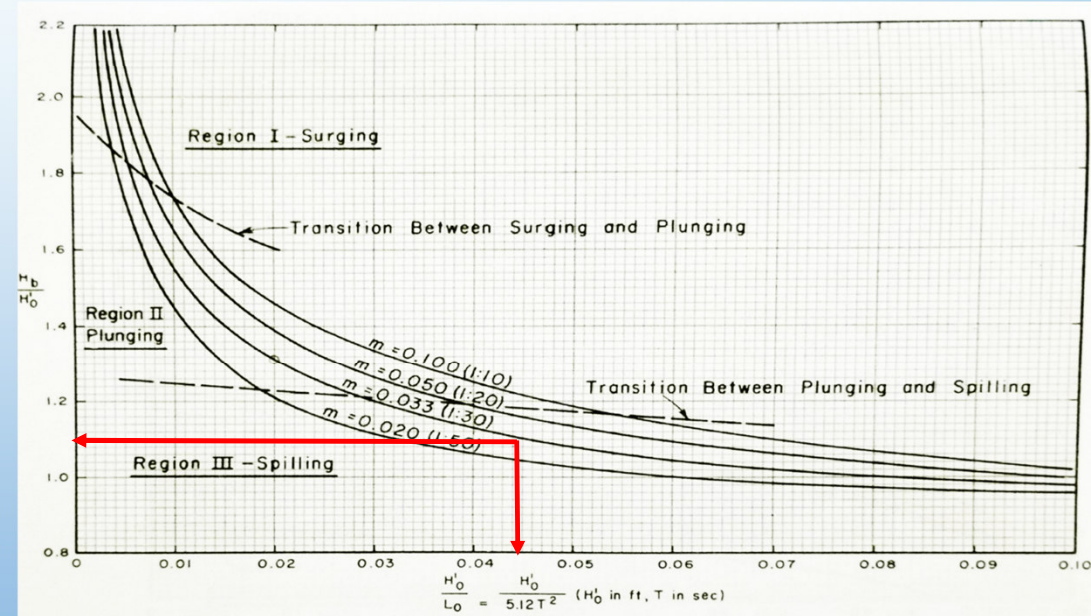


Figure 9.6 Breaker Height index versus deepwater wave steepness

# DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Derin deniz dalga yüksekliği  $H_0=4m$  ve periyodu  $T=7.2s$  olan dalgalar,  $m=1/30$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında  $\alpha_b=30^\circ$  yaklaşma açısı ile kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve kırılma anındaki dalga yüksekliğini ( $H_b$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

Deneme – Yanılma :

$$2) \frac{H_b}{g \cdot T^2} = \frac{4.18}{9.81 \cdot 7.2^2} = 0.0082$$

Fig. 9.7,  $\frac{d_b}{H_b} = 1.15,$

$$d_b = 1.15 \times 4.18 = 4.81m = 4.81m$$

$$H_b = 4.18m$$

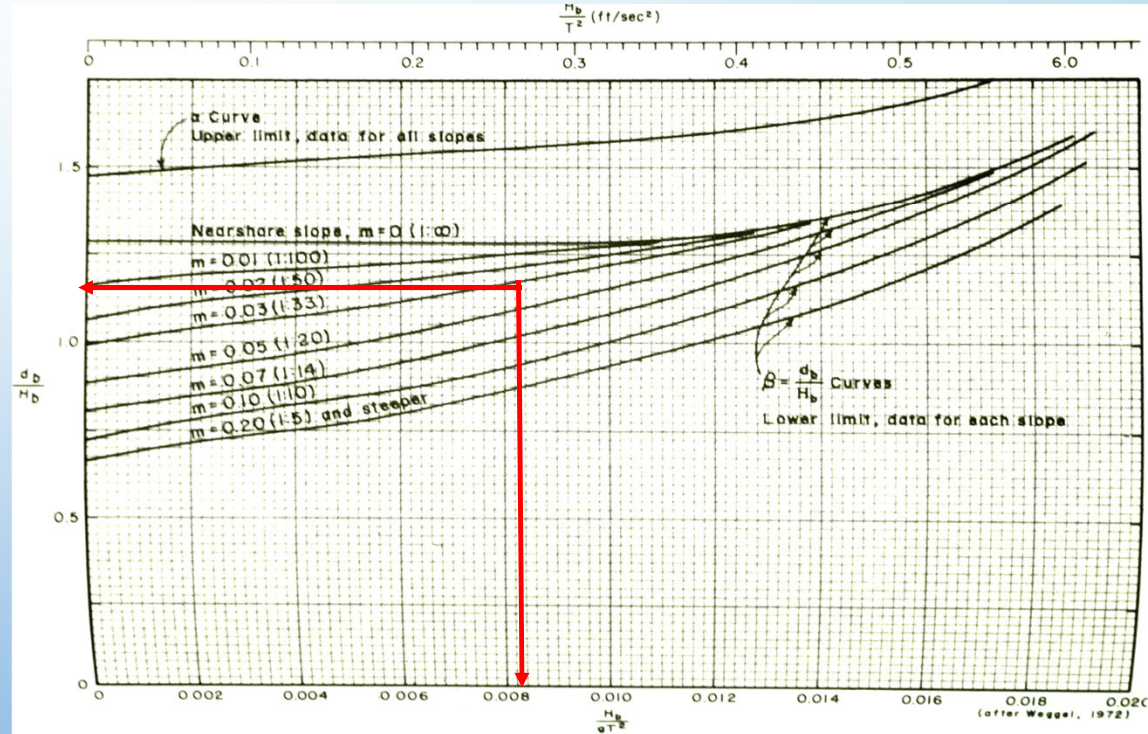


Figure 9.7 Dimensionless depth at breaking versus breaker steepness

# DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Kırılma anındaki yüksekliği  $H_b=4m$  ve periyodu  $T=9s$  olan dalgalar,  $m=1/33$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma anındaki açısı  $\alpha_b=20^\circ$  olduğuna göre dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve derin sudaki dalga yüksekliğini ( $H_0$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

$$L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \cdot 9^2 = 126.36m$$

$$\frac{H_b}{g \cdot T^2} = \frac{4}{9.81 \cdot 9^2} = 0.005$$

$m = \frac{1}{33}$  için şekil 9.7'den,

$$\frac{d_b}{H_b} = 1.11 \rightarrow d_b = 4.44m$$

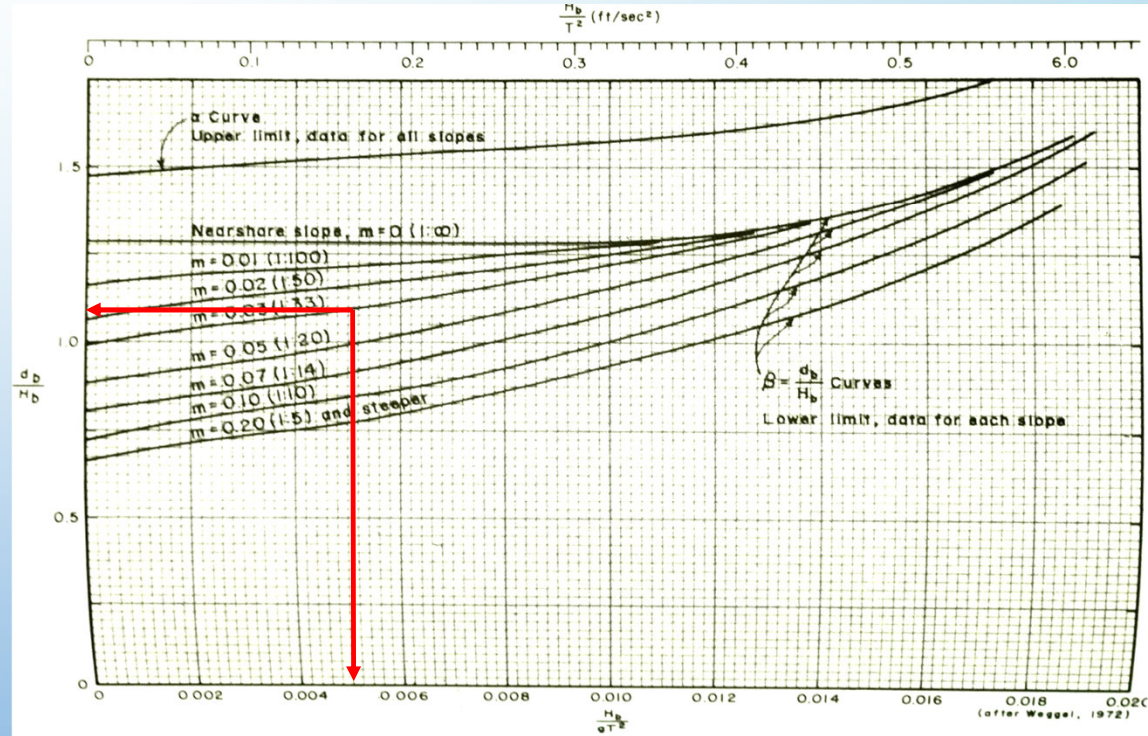


Figure 9.7 Dimensionless depth at breaking versus breaker steepness

# DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Kırılma anındaki yüksekliği  $H_b=4m$  ve periyodu  $T=9s$  olan dalgalar,  $m=1/33$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma anındaki açısı  $\alpha_b=20^\circ$  olduğuna göre dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve derin sudaki dalga yüksekliğini ( $H_0$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

$$\frac{H_b}{g \cdot T^2} = \frac{4}{9.81 \cdot 9^2} = 0.005$$

$m = \frac{1}{33}$  için şekil 9.8'den,

$$\frac{H_b}{H_0^1} = 1.18 \rightarrow H_0^1 = 3.39m$$

$$\frac{d_b}{L_0} = \frac{4.44}{126.36} = 0.035, GWT \text{ den}$$

$$\frac{d_b}{L_b} = 0.07735, L_b = 57.40m$$

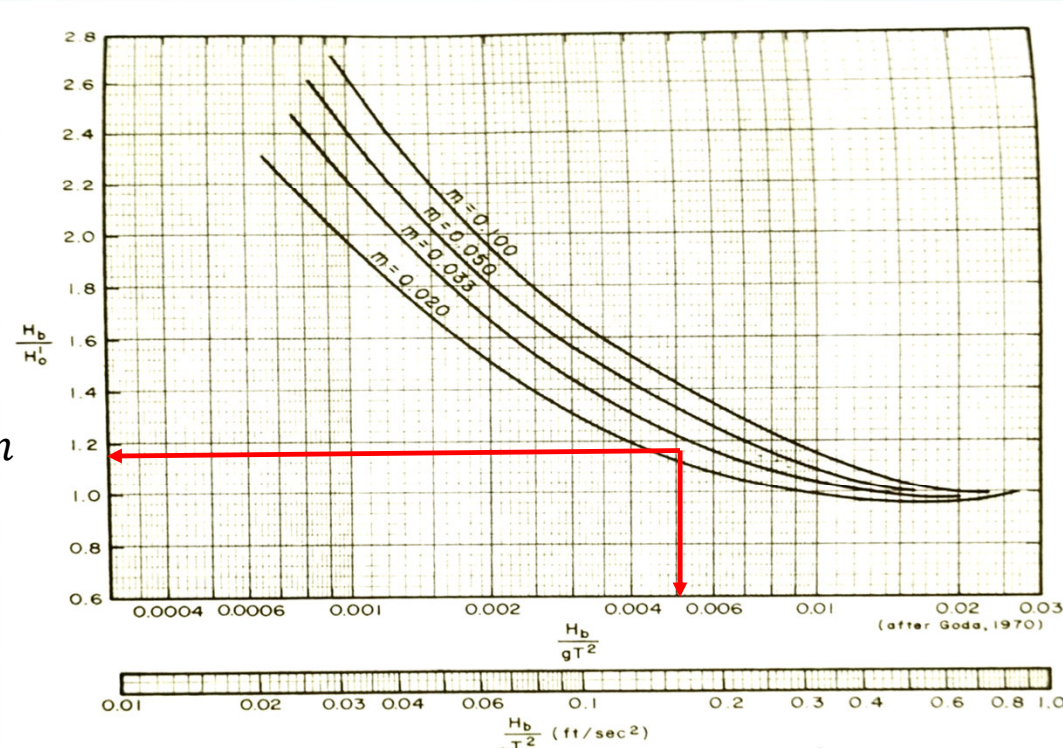


Figure 9.8 Breaker height index  $H_b / H_0^1$  versus  $H_b / gT^2$

## DALGA KIRILMASI

**Örnek:** Kırılma anındaki yüksekliği  $H_b=4m$  ve periyodu  $T=9s$  olan dalgalar,  $m=1/33$  olan üniform taban eğimine sahip olan kıta sahanlığında kıyıya doğru ilerlemektedir. Dalganın kırılma anındaki açısı  $\alpha_b=20^\circ$  olduğuna göre dalganın kırılma derinliğini ( $d_b$ ) ve derin sudaki dalga yüksekliğini ( $H_0$ ) bulunuz. ( $K_s=1$ )

Snell yasası:

$$\frac{\sin\alpha_0}{\sin\alpha_b} = \frac{L_0}{L_b} = \frac{126.36}{57.40} \quad \alpha_0 = 48.84^\circ \quad K_{rb} = \sqrt{\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha_b}} = \sqrt{\frac{\cos 48.84}{\cos 20}} = 0.837$$

$$H'_0 = H_0 \cdot K_{rb}$$

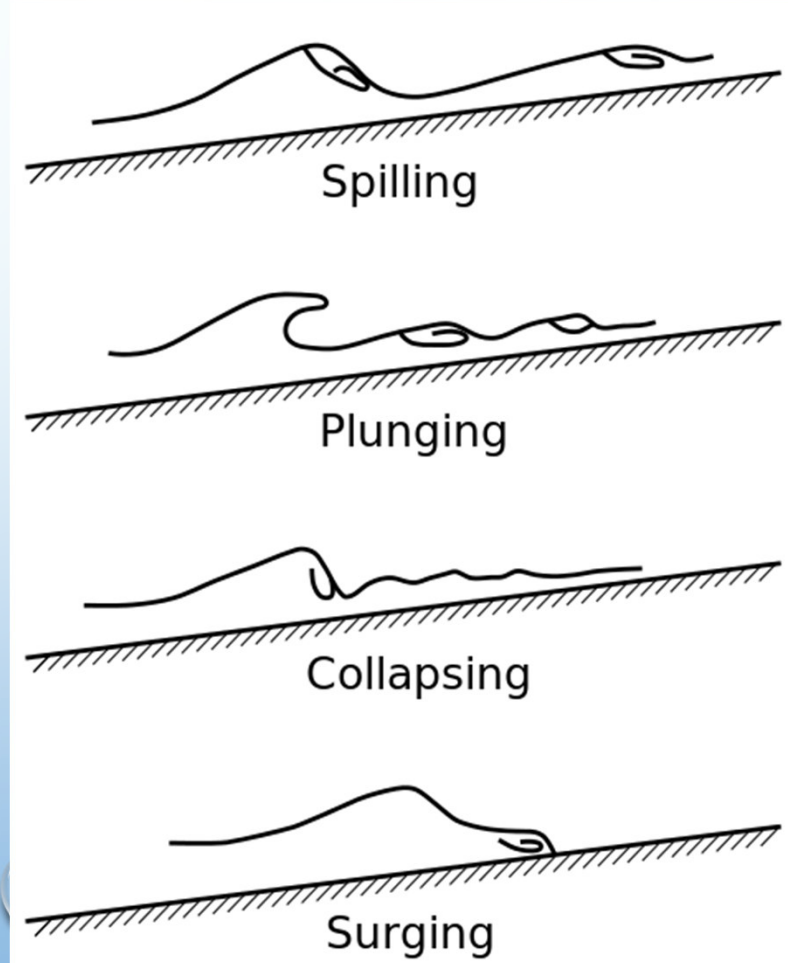
$$3.39 = H_0 \cdot 0.837$$

$$H_0 = \frac{3.39}{0.837} = 4.05m$$

# DALGA KIRILMASI

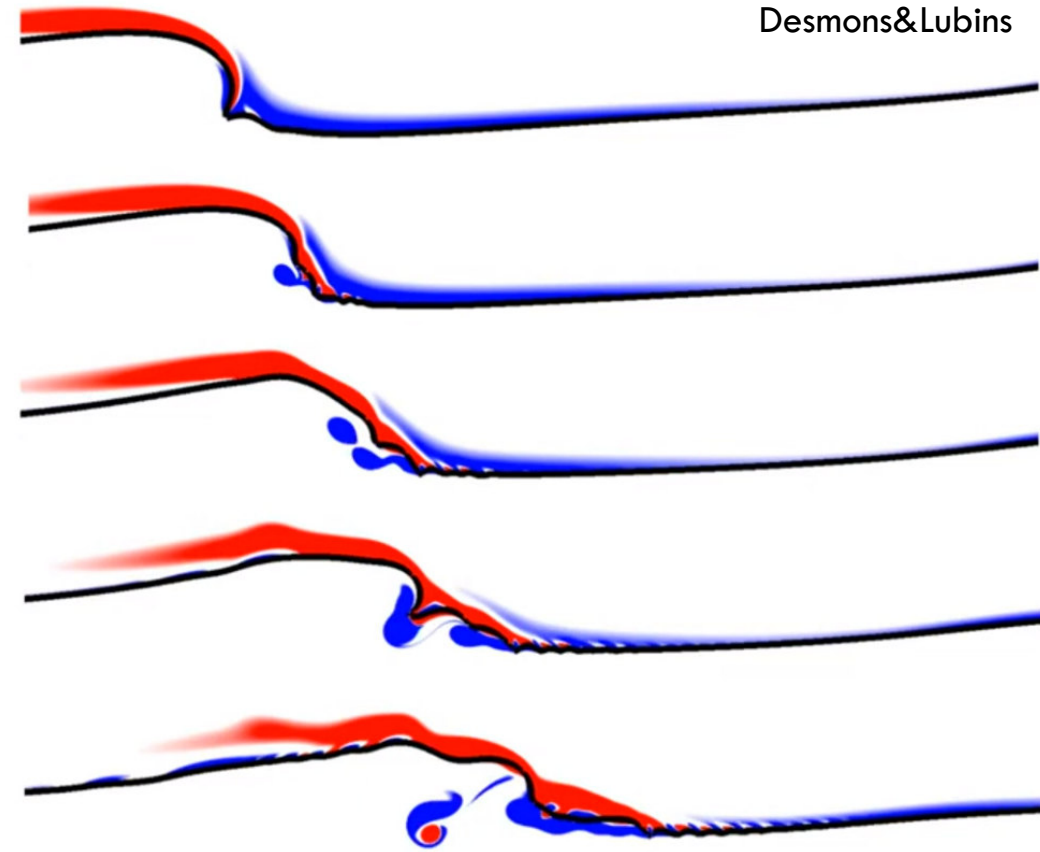
Sıg suda 4 tip kırılma tarif edilmiştir. Bunlar:

- Taşarak Kırılma (Spilling):
- Dalarak Kırılma (Plunging):
- Çökerek Kırılma (Collapsing):
- Şişerek Kırılma (Surging):



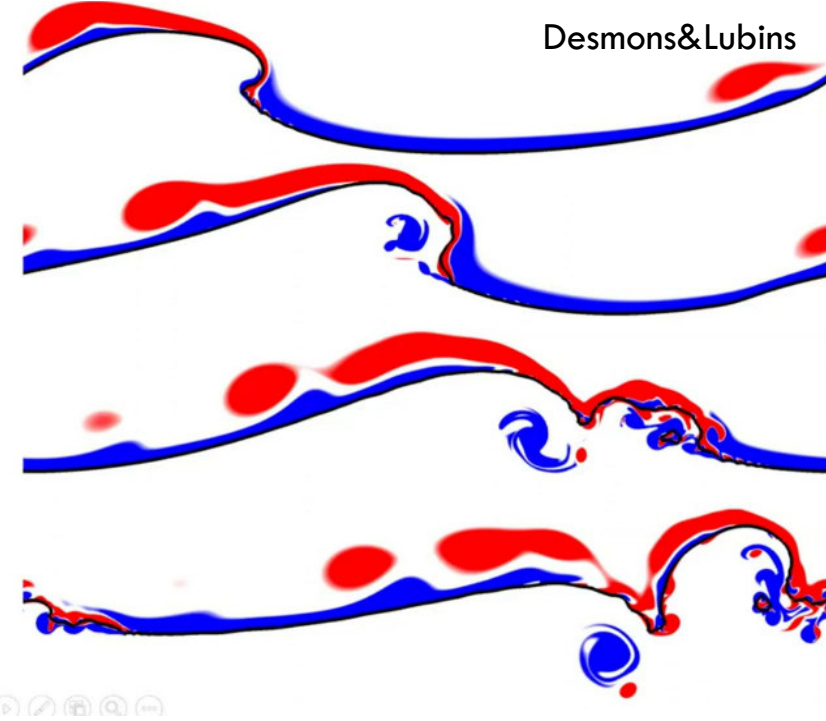
### a. Taşarak Kırılma (Spilling):

Deniz tabanı düzgün bir eğime sahip olduğunda dalga tepesi kararsız hale gelene kadar dikleşir ve kırılma dalga cephesinde sürekli olarak köpüklerin aşağı akması biçiminde görülür. Bu olay, dalga kıyıya yaklaştıkça devam eder dalganın kayboluşuna kadar sürer. Bu kırılma, düzgün eğimler üzerinde sığlaşan ve nispeten yüksek dikliğe sahip dalgalarca oluşturulur. Taşarak kırılan dalgalar diğer dalgalardan daha uzun sürede kırılır.



## **b. Dalarak Kırılma (Plunging):**

Deniz tabanı dik olduğunda veya bir resif veya kum barından olduğu gibi ani derinlik değişikliklerine sahip olduğunda meydana gelir. Dalganın tepesi, taşarak kırılan bir dalgadan çok daha dik hale gelir. Dalga dikliğinin artması ile dalga tepesi öne doğru bükülür ve dalganın ön yüzü konkav biçimini alarak dalar ve kırılır. Dalga, şiddetli bir çarpma ile enerjisinin çoğunu bir kerede serbest bırakarak dalganın çukurunun üzerine düşer. Dalarak kırılan dalgalar, taşarak kırılan dalgalardan daha fazla enerjiyle kırılır.





### c. Çökerek Kırılma (Collapsing):

Buradaki kırılma biçimi dalarak ve şişerek kırılmanın arasında oluşmaktadır. Dalga tepesi asla tam olarak kırılmaz, ancak dalganın alt yüzü daha dikleşir ve çökerek köpikle sonuçlanır.



# DALGA KIRILMASI

## d. Şişerek Kırılma (Surging):

Bu tip kırılma dalga dikliğinin az ve taban eğiminin çok fazla görüldüğü sahillerde oluşur. Dalga tepesi, dalmadan önce dalarak kırılmaya benzer şekilde bir pik değere ulaşır ve dalga tabanı sahil yüzeyi üzerinde hızlıca şişerek yükselir ve sonunda kırılır. Dalganın ön yüzü ve tepesi, çok az köpük veya kabarcıkla nispeten pürüzsüz kalır, bu da çok dar bir sörf bölgesiyle sonuçlanır. Şişerek kırılma, yansıtıcı plaj durumlarının tipik bir örneğidir. Daha dik kumsallarda, dalganın enerjisi dipten denize geri yansıtılarak duran dalgalara neden olabilir.

## DALGA KIRILMASI

Kırılma tipinin belirlenmesi için aşağıda verilen boyutsuz kırılma parametresi (Irribarren sayısı,  $\xi$ ) kullanılmaktadır:

$$\xi = \frac{m}{\sqrt{H_0/L_0}} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_0/L_0}}$$

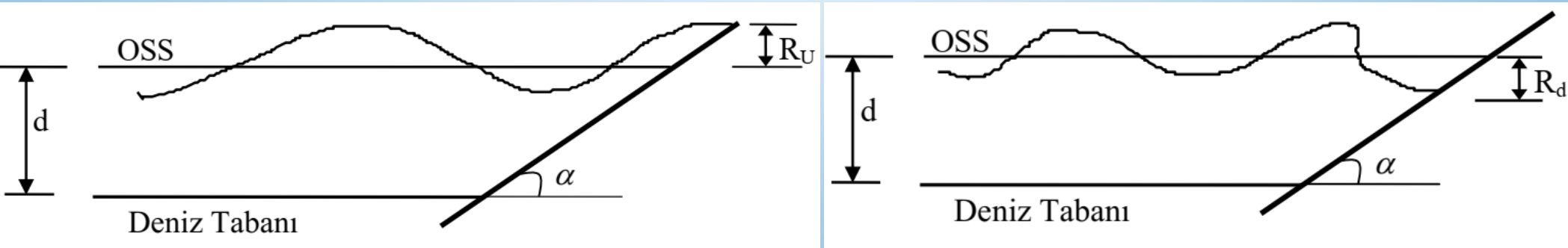
<b>Kırılma Tipi</b>	<b>Irribarren Sayısı</b>	<b>Eğim</b>
Taşarak (spilling)	$\xi < 0.5$	(Düz sahiller)
Dalarak (plunging)	$0.5 < \xi < 2.5$	
Çökerek (collapsing)	$2.5 < \xi < 3.4$	
Şişerek (surging)	$3.4 < \xi$	(Dik eğimli sahiller)

# DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI

## (WAVE RUN-UP, RUN-DOWN, OVERTOPPING)

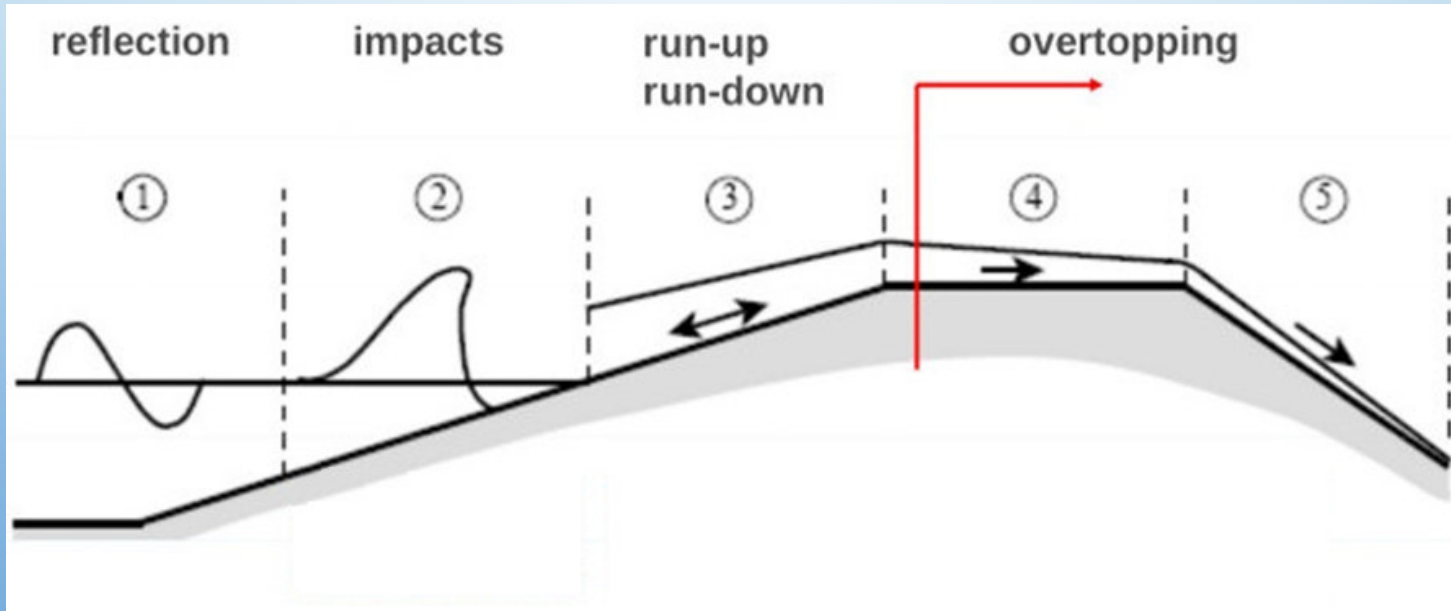
Dalgalar, bir kıyı yapısı ile karşılaştıklarında kinetik enerjileri potansiyel enerjiye veya sürtünme ile ısıya dönüşüncüye kadar yapı yüzeyi üzerinde tırmanır.

Dalganın yapı üzerinde tırmanabileceği en üst seviyeye "**tırmanma yüksekliği**" ( $R_u$ ) adı verilir. En yüksek tırmanma seviyesinden sonra dalga yerçekiminin etkisiyle çekilmeye başlayacaktır. Bu çekilme miktarına da "**dalga çekilmesi**" ( $R_d$ ) adı verilir.



# DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI (WAVE RUN-UP, RUN-DOWN, OVERTOPPING)

Yapının projelendirilmesi sırasında yapının yüksekliğini belirlemek için tırmanma yüksekliği (veya aşma hacmi) hakkında bilgiye ihtiyaç vardır. Mesela, proje kriterleri, eğer dalga aşmasına izin vermiyorsa yapı yüksekliği; su derinliği ve tırmanma seviyesi toplamından büyük olmalıdır ( $d + R_u$ ). Bunun yanında, çok büyük çaptaki dalga aşmaları, hem yapının dengesini tehlikeye sokabilir ve hem de yapı arkasındaki araziye (veya yolu) deniz taşkınlarına maruz bırakabilir.



# DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI

## (WAVE RUN-UP, RUN-DOWN, OVERTOPPING)

Eğimli yüzeyler üzerinde yer alan tırmanma olayı deneysel olarak incelenmiş ve çeşitli eğimler için değişik değerler elde edilmiştir.

Bu verileri ve Iribaren Sayısını ( $\xi$ ) kullanarak  $(d/H) > 3$  olan derin sular ve sürekli düzgün yüzeyler için yandaki sonuçlara varılmıştır:

$$\xi = \frac{\tan \beta}{\sqrt{H/L_0}} \leq 2.7 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = \xi$$

$$2.7 < \xi \leq 4.0 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = -0.308\xi + 3.53$$

$$\xi > 4.0 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = 2.3$$

Yüzey pürüzlülüğü, dalga tırmanmasını azaltır. Geçirimli yüzeylere sahip taş dolgu dalgakıranlar için dalga tırmanması şu formülle hesaplanabilir:

$$\frac{R_u}{H} = \frac{a\xi}{1+b\xi}$$

Burada, a ve b, yapının pürüzlülüğüne ve geçirimsizliğine bağlı katsayılardır. Kırma taş (ocak taşı) ile kaplı dalgakıranlar için  $a \cong 0,8$  ve  $b \cong 0,5$  değerleri alınabilir.

Tırmanmaya ilişkin yukarıda verilen eşitlikler, yapıya dik olarak gelen dalgalar için geçerlidir.

# DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI

## (WAVE RUN-UP, RUN-DOWN, OVERTOPPING)

Eğer dalga, yapıya bir açı ile geliyorsa tırmanma, yapıya dik gelen bileşenin büyüklüğüne bağlı olarak azalacaktır. Bu açının belli bir değerine kadar ( $\alpha' < 60^\circ$ ) tırmanmada bir azalmanın olmayacağı varsayılır.

Tırmanma sırasında enerjinin bir kısmı yapı yüzeyi tarafından yansıtılır. Geçirimsiz, sürekli yüzeyler için yansımaya katsayıları şu şekilde verilmektedir:

$\alpha' > 60^\circ$  durumunda  $C_r = 1.0$

$\alpha' < 60^\circ$  durumunda

$$\xi \leq 2.8 \text{ ise } \Rightarrow C_r = 0.1 \cdot \xi^2$$

$$\xi > 2.8 \text{ ise } \Rightarrow C_r = 0.86$$

Taşdolgu dalgakıranlar için bu yansımaya katsayıları 0.5 ile çarpılmalıdır.

# DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI

## (WAVE RUN-UP, RUN-DOWN, OVERTOPPING)

**Örnek:** 3 m yüksekliğe ve 7 s periyoda sahip bir dalga grubu kırılmadan bir dalgakıranla karşılaşmakta ve enerjisini dalgakıranın palyesinde tırmanarak sönmülemektedir. Bu dalgakıran palyesinin şev eğiminin 2/3 ve 1/6 olması durumları için beton yüzey ve taş dolgu yüzey için tırmanma yüksekliklerini ayrı ayrı hesaplayınız.

$$L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \cdot 7^2 = 76.44m$$

m=2/3 için

$$\xi = \frac{m}{\sqrt{H/L_0}} = \frac{2/3}{\sqrt{3/76.44}} = 3.36$$

Beton yüzey için

$$\frac{R_U}{H} = -0.308 \cdot \xi + 3.53 = 2.49 \quad R_U = 2.49 \cdot 3 = 7.47m$$

$$\xi = \frac{\tan \beta}{\sqrt{H/L_0}} \leq 2.7 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = \xi$$

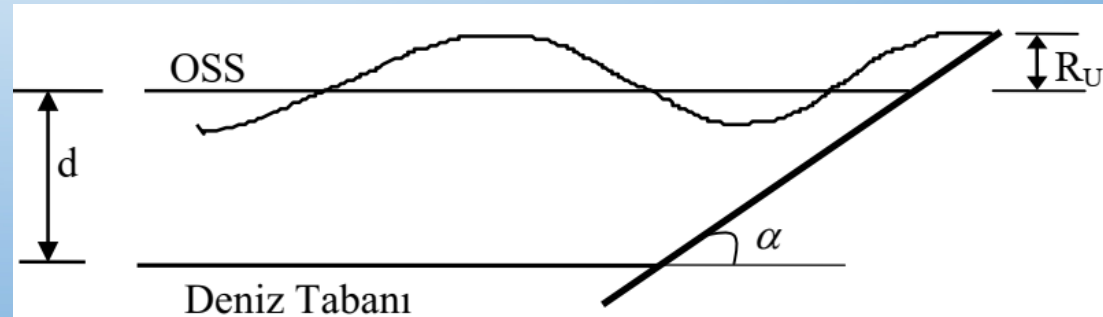
$$2.7 < \xi \leq 4.0 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = -0.308\xi + 3.53$$

$$\xi > 4.0 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = 2.3$$

Taş dolgu yüzey için

$$\frac{R_U}{H} = \frac{a \cdot \xi}{1 + b \cdot \xi} \quad a \cong 0,8 \text{ ve } b \cong 0,5$$

$$\frac{R_U}{H} = \frac{0.8 \cdot 3.36}{1 + 0.5 \cdot 3.36} = 1.003 \quad R_U = 1.003 \cdot 3 = 3m$$





# DALGA TIRMANMASI, ÇEKİLMESİ VE AŞMASI

## (WAVE RUN-UP, RUN-DOWN, OVERTOPPING)

**Örnek:** 3 m yüksekliğe ve 7 s periyoda sahip bir dalga grubu kırılmadan bir dalgakıranla karşılaşmakta ve enerjisini dalgakıranın palyesinde tırmanarak sönmülemektedir. Bu dalgakıran palyesinin şev eğiminin 2/3 ve 1/6 olması durumları için beton yüzey ve taş dolgu yüzey için tırmanma yüksekliklerini ayrı ayrı hesaplayınız.

$$L_0 = 1.56 T^2 = 1.56 \cdot 7^2 = 76.44m$$

m=1/6 için

$$\xi = \frac{m}{\sqrt{H/L_0}} = \frac{1/6}{\sqrt{3/76.44}} = 0.841$$

Beton yüzey için

$$\frac{R_U}{H} = \xi = 0.841 \quad R_U = 0.841 \cdot 3 = 2.52m$$

Taş dolgu yüzey için

$$\frac{R_U}{H} = \frac{a \cdot \xi}{1 + b \cdot \xi} \quad a \cong 0,8 \text{ ve} \\ b \cong 0,5$$

$$\frac{R_U}{H} = \frac{0.8 \cdot 0.841}{1 + 0.5 \cdot 0.841} = 0.474 \quad R_U = 0.474 \cdot 3 = 1.42m$$

$$\xi = \frac{\tan \beta}{\sqrt{H/L_0}} \leq 2.7 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = \xi$$

$$2.7 < \xi \leq 4.0 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = -0.308\xi + 3.53$$

$$\xi > 4.0 \Rightarrow \frac{R_u}{H} = 2.3$$

$$\xi = \frac{m}{\sqrt{H/L_0}} = \frac{1/6}{\sqrt{3/76.44}} = 0.841$$