

KIYI VE LİMAN YAPILARI

INS-449

DR. ÖĞR. ÜYESİ KAĞAN CEBE

DERS-2

- DALGALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRMASI
- DALGA TEORİLERİ

KAYNAKLAR:

- YÜKSEL, Y. & ÇEVİK, E. KIYI MÜHENDİSLİĞİ, BETA YAY.
- ERGİN, A. COASTAL ENGINEERING, METU PRESS.

DALGALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

Büyük su kütlelerinin en önemli özelliği su yüzeyinin salınım yapan bir karaktere sahip olmasıdır. Bu salınımların doğası, nasıl meydana geldiklerine bağlıdır. Denizlerimizde en sık görülen salınım tipi diğer salınımlara göre kısa periyotlu olan rüzgar dalgalarıdır.

Rüzgar dalgaları, rüzgar yolu ile hareket eden havanın denize aktarılan enerjisinin su ortamında yayılma biçimidir. Okyanus, deniz ve göllerde her zaman görülen bu dalga tipi küçük genlikli dalgalar sınıfında değerlendirilir.



DALGALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

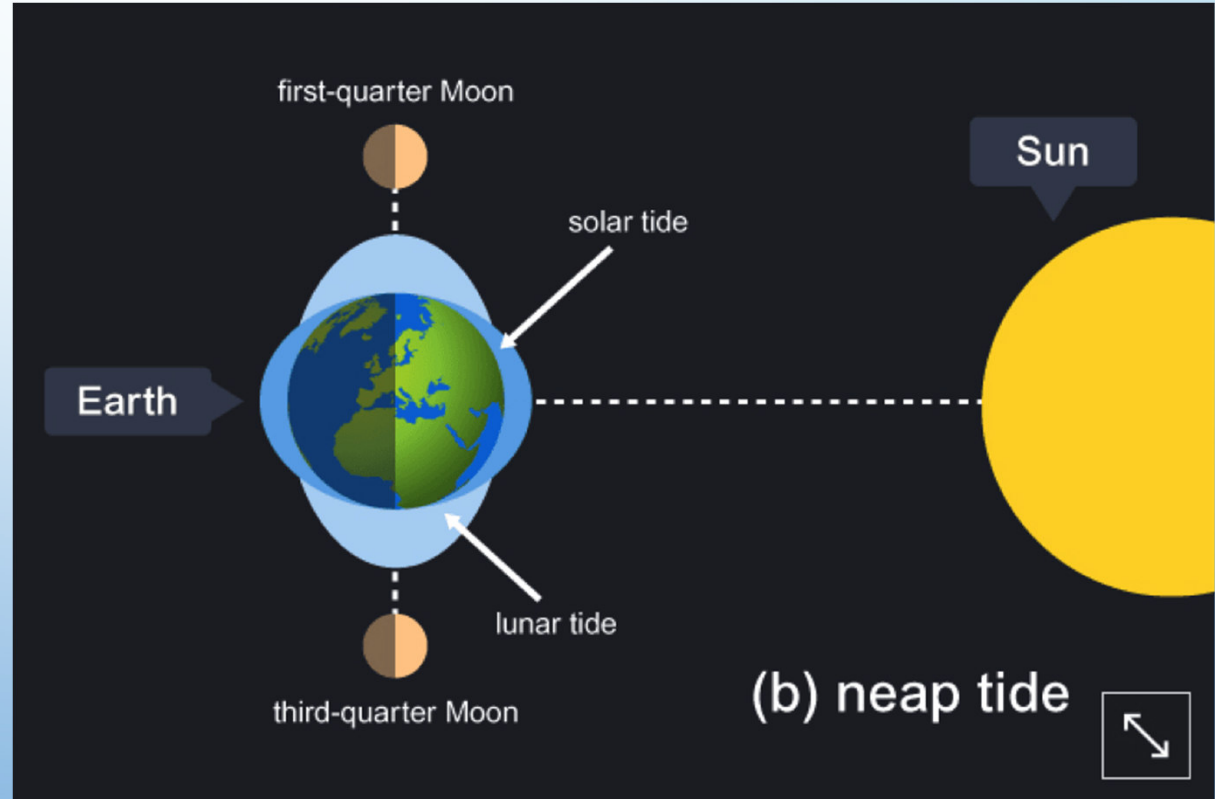
Rüzgar dalgaları rüzgar hızının 1m/s'yi aşması durumunda oluşmaya başlar. Rüzgar durgun yüzey üstünde esmeye başladığında başlangıçta boyları 5-10cm ve yükseklikleri 1-2cm olan dalgacıklar oluşmakta, rüzgar etkisinin devam etmesiyle dalgaların yükseklikleri, boyları ve periyotları artmaktadır.



Rüzgar etkisiyle suyun durgun hali bozulduktan sonra dalgacığın rüzgâra karşı ve ona ters yönde oluşan sırtları arasındaki basınç farkı oluşmaktadır. Bu basınç farkından dolayı rüzgarın enerjisi su yüzeyine geçer. Enerjisinin artması ile büyüyen ve güçlenen dalgacıklar hareket etmeye başlar ve rüzgar dalgalarını oluşturur.

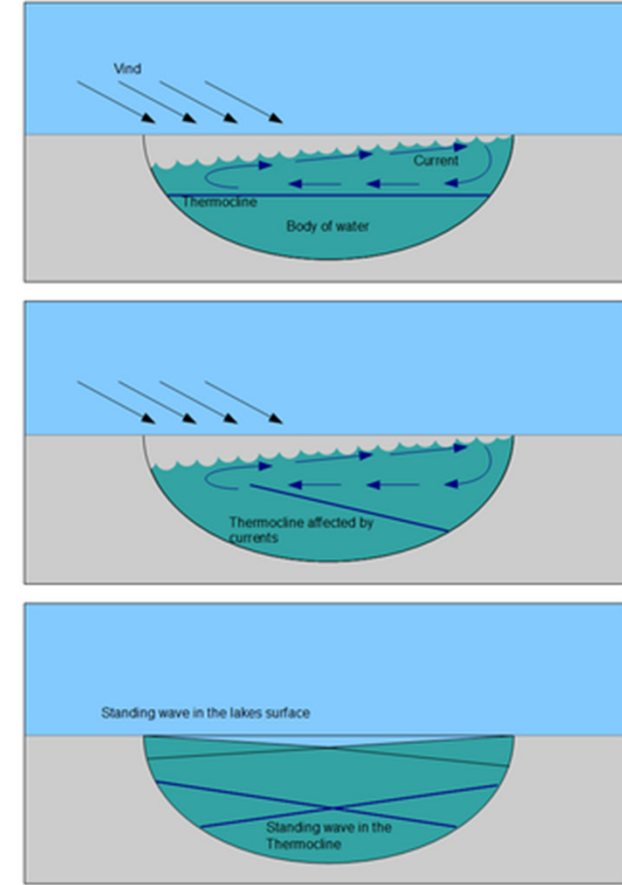
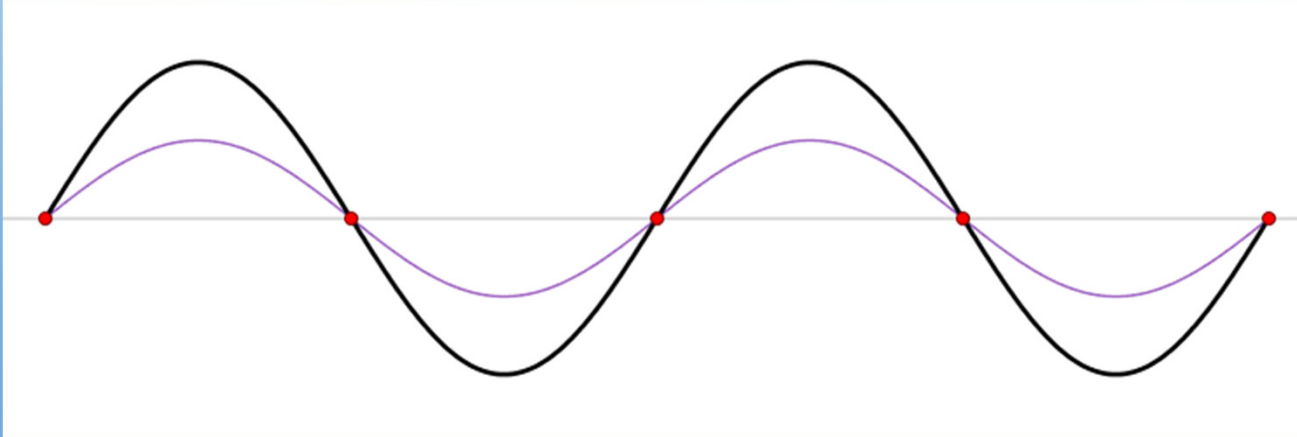
DALGALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

Diğer bir salınım türü ise güneş ve ayın kütle çekiminden kaynaklı ortaya çıkan **Gel-git dalgalarıdır**. Bu dalgalar kıyıda deniz seviyesinin çok yavaş olarak alçalıp yükselmesi ile kendini gösterir. Periyodu her zaman rüzgardan olayı oluşan dalgalardan çok daha uzundur. Dalga yüksekliği ise su kütlesine bağlıdır.



DALGALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

Kapalı ya da yarı kapalı su kütleleri üzerinde kısa zaman ölçeğinde çok şiddetli esen rüzgarlar, **Says (Seiche)** adı verilen salınım sebep olurlar. Duran dalga olarak da adlandırılan bu harekette dalganın tepe ve çukur noktaları sabit duruyormuş gibi bir salınım ortaya çıkar. Sayşlar, göllerde, rezervuarlarda, yüzme havuzlarında, koylarda, limanlarda kısa süren şiddetli rüzgarlardan sonra gözlemlenebilir.

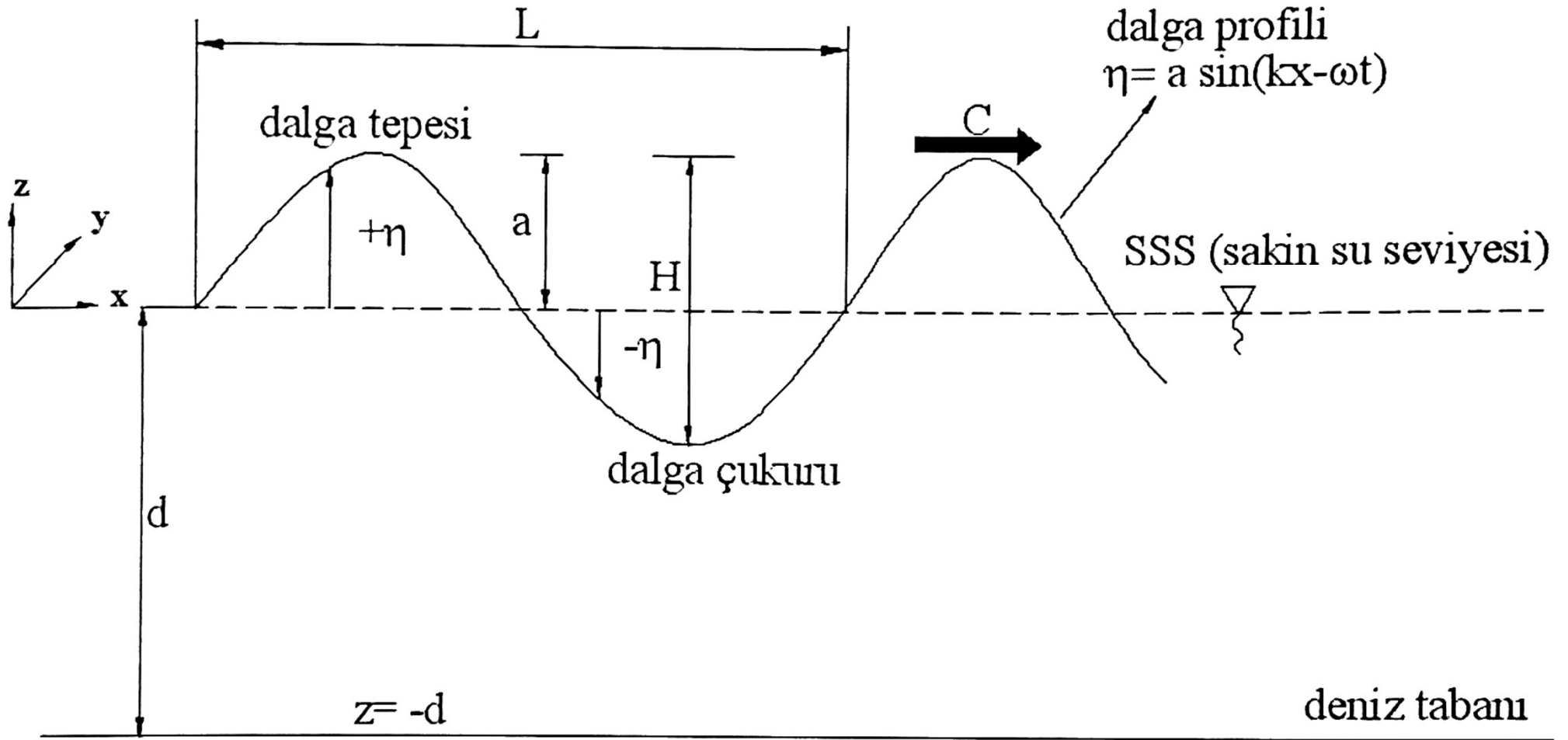


DALGALARIN ÖZELLİKLERİ VE SINIFLANDIRILMASI

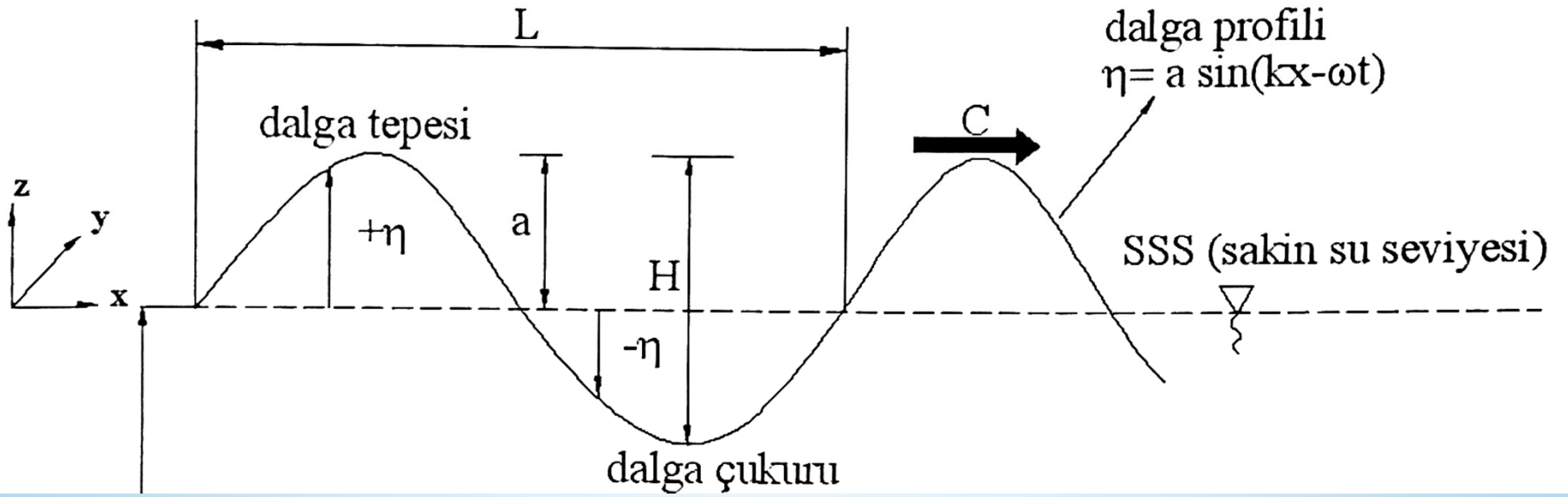
Çok bilinen diğer bir salınım türü de **Tsunami**'dir. Deprem ile ortaya çıkan bir fay kırılması, zemin çökmesi, volkan patlaması ya da meteor düşmesi sebebiyle su ortamına geçen enerjinin oluşturduğu bu salınım, uzun periyodu dalgalar oluşturur. Ortaya çıkan enerjiye ve etkilediği su kütlesine bağlı olarak çok büyük genliğe sahip dalgalar oluşturup can ve mal kayıplarına sebep olabilir.



2011 Fukuşima



Şekil 1.3 Sinüzoidal bir dalgada dalga karakteristiklerinin gösterimi



Dalga Tepesi: Dalga profilinin en üst noktası

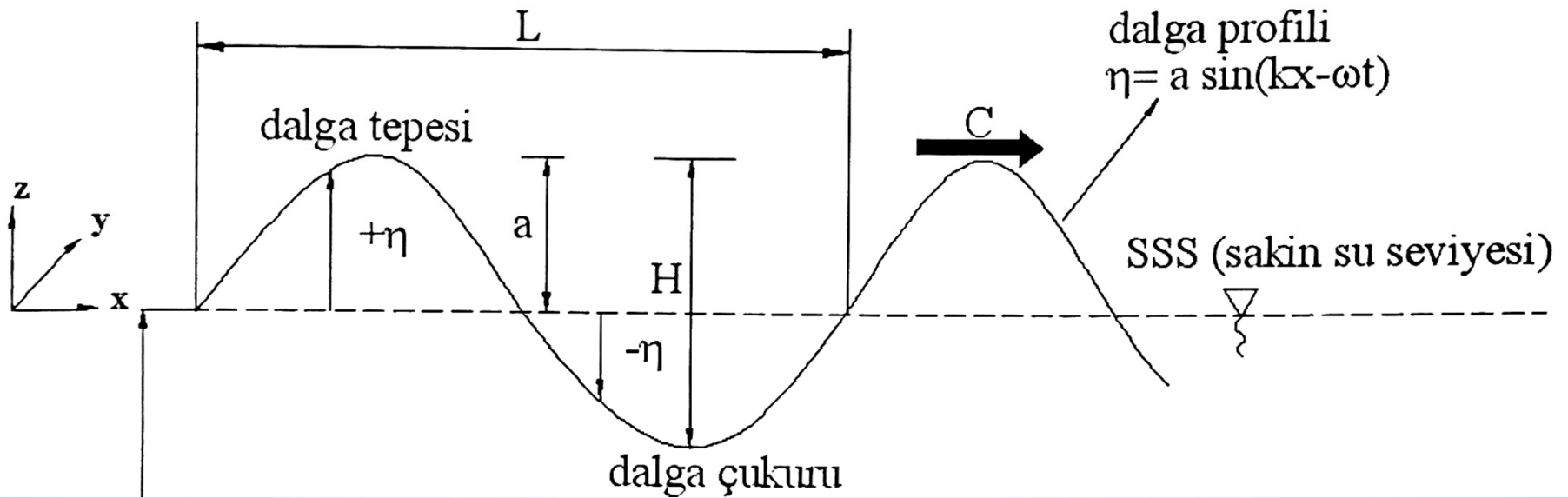
Dalga Çukuru: Dalga profilinin en alt noktası

Dalga Boyu (L): Ardışık iki dalga tepesinin veya çukurunun arasındaki yatay mesafe

Dalga Yüksekliği (H): Ardışık iki dalga tepesinin veya çukurunun arasındaki düşey mesafe

Dalga Numarası ($k = 2\pi/L$): Birim yataya uzunluktaki dalga boyunun 2π ile çarpımı

Genlik (a): sakin su seviyesinden dalga tepesine ya da çukuruna olan düşey mesafe (sinüzoidal dalga için dalga yüksekliğinin yarısı)

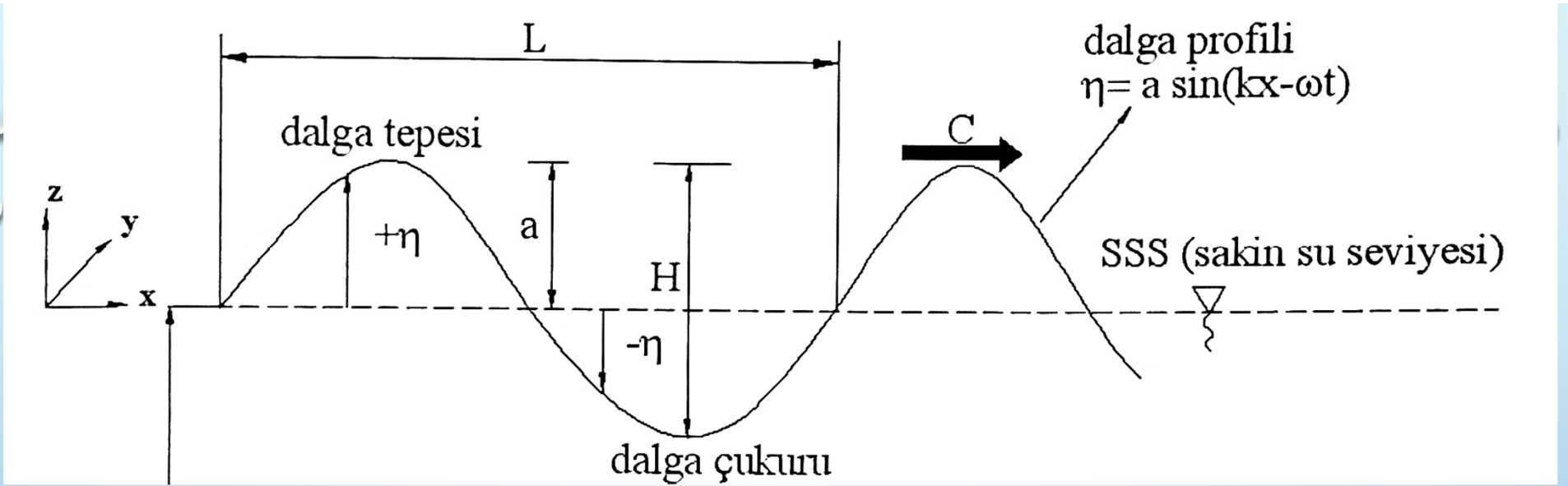


Periyot (T): Aynı kesitten ardışık iki tepe ya da çukurun geçmesi için gereken zaman aralığı (sn)

Dalga Frekansı ($f=1/T$): Verilen bir noktada birim zamanda geçen dalga sayısı

Açısal Frekans ($\omega=2\pi/T$) Birim zamanda geçen dalga sayısının 2π ile çarpımı

Dalga Yayılma Hızı ($c=L/T$): Dalga formunun sabit bir eksen takımına göre yayılma hızı. Bir dalga periyodu süresince bir dalga boyu kadar hareket ettiğinden dalga boyunun periyoda oranıdır (m/s)



Dalga Profli (η) : Su yüzeyinin zamana ve konuma bağlı olarak sakin su seviyesine (SSS) göre düşey deplasmanıdır.

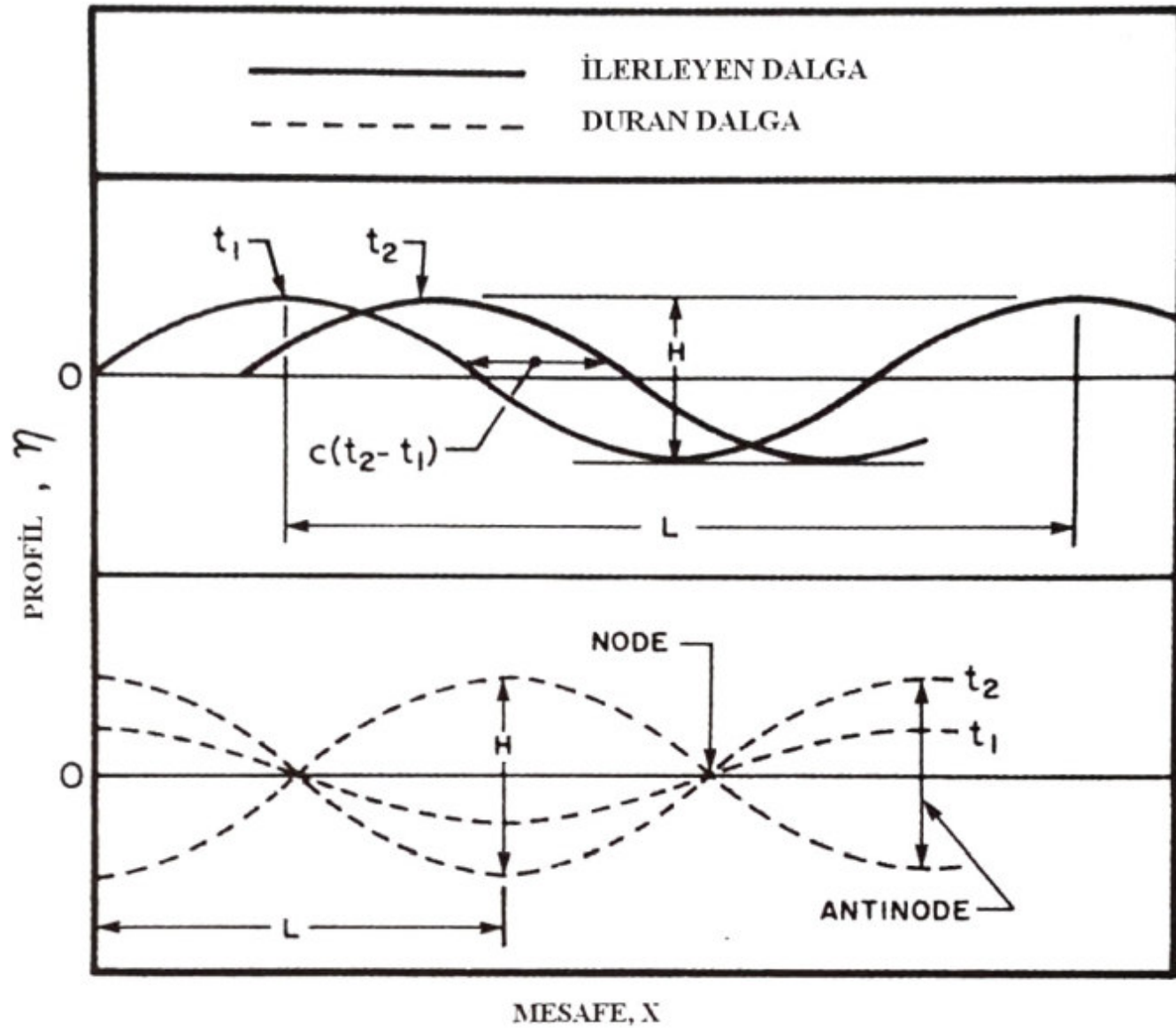
Dalga profili sinüs veya kosinüs formuna göre tanımlanacak olursa;

$$\eta = a \sin(kx - \omega t)$$

$$\eta = a \cos(kx - \omega t)$$

İlerleyen Dalgalar: Dalgaların profili akışkana göreceli olarak x yönünde hareket etmektedir. Bir dalganın tepesi ya da çukuru bir dalganın periyodu içerisinde bir dalganın boyunca bütün noktalarda oluşmaktadır. Dalganın karakteristikleri dalganın ile aynı hızda ve doğrultuda hareket eden bir gözlemci için sabit kalır.

Duran Dalgalar: Duran dalgada su yüzeyi sabit noktalar arasında ilerlemeden düşey olarak yer değiştirir. Duran dalgalar, aynı genlik ve periyotta fakat ters doğrultuda ilerleyen iki dalganın süperpozisyonu olarak dikkate alınır bu nedenle yatayda net hareket sıfırdır sadece düşey salınım vardır.



DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI

1) OLUŞUM SEBEPLERİNE GÖRE:

Rüzgar Dalgaları: rüzgarın etkisiyle oluşur ve hareket ederler. Rüzgarın şiddeti ve süresine göre yükseklikleri artar. Maksimum yüksekliğe ulaşmış ya da gelişiyor olabilirler.

Soluğan Dalga (ölüdeniz- swell): Dalgayı üreten rüzgarın etkisi altında bulunmayan yani üretildiği alanın dışına çıkmış olan ve küçülme eğilimi gösteren uzun dalgalardır. Daha düzenli rüzgar dalgalarına göre daha uzun süre özelliklerini korurlar. Profilleri daha düzgün ve sırtları uzundur.

Surf Salınımı: Bir dalga gurubunda değişen dalga yüksekliği sebebiyle su seviyesinde uzun periyotlu yavaş salınımlar oluşur. Bunlara surf salınımı adı verilir.

Sayş: Göl gibi kapalı ya da yarı kapalı su kütleleri üzerinde kısa zaman ölçeğinde çok şiddetli esen rüzgarlar, Sayş (Seiche) adı verilen salınımına sebep olurlar.

Tsunami: Deprem ile ortaya çıkan bir fay kırılması, zemin çökmesi, volkan patlaması ya da meteor düşmesi sebebiyle su ortamına geçen enerjinin oluşturduğu bu salınım, uzun periyotlu dalgalar oluşturur.

Gel-Git: Güneş ve ayın kütle çekiminden kaynaklı ortaya çıkan uzun periyotlu dalgalardır.

DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI

Tablo 1.1. Dalga tipleri ve oluşum sebepleri (Gourlay ve Apelt, 1985)

Dalga tipi	Periyot	Sebep
Rüzgar dalgası (ağırlık dalgaları)	≤ 15 s	Rüzgâr gerilmesi
Ölü deniz dalgası, Soluğan (Swell)	≤ 30 s	Rüzgâr dalgası
Surf salınımı (Surf beat)	1-5 dak	Dalga grubu
Seiche	2-40 dak	Ani rüzgâr değişimi
Çalkantı	2-40 dak	Tsunami, surf salınımı
Tsunami	5-60 dak	Deprem
Gel-git	12-24 saat	Güneş ve ay çekimi
Fırtına kabarması (Storm surge)	1-30 gün	Rüzgâr gerilmesi ve atmosfer basıncındaki azalma

DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI

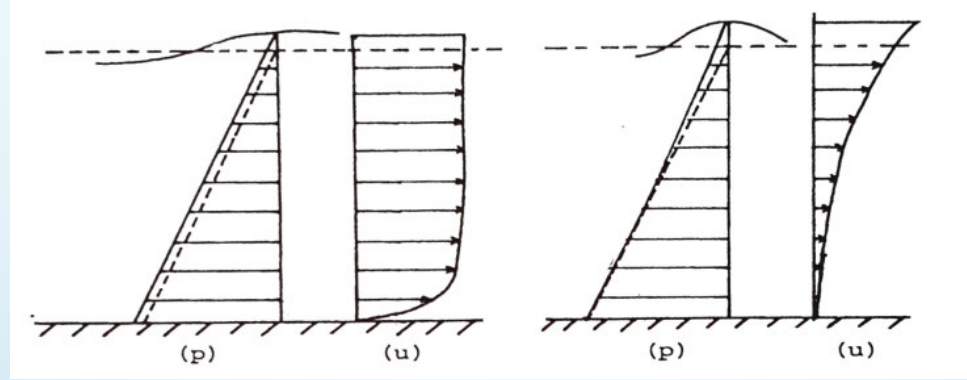
2) GÖRECELİ DERİNLİĞE GÖRE (d/L)

Sığ su derinliği (d) ile dalga boyu (L) oranına göreceli derinlik adı verilir. Küçük genlikli dalga teorisinin çeşitli dalga karakteristiklerinin kullanımında (d/L) oranının belli değerler alması durumunda parametreler basitleşmektedir. Bu sebeple dalgaları (d/L) oranına göre de sınıflandırmak mümkündür.

$d/L < 1/20$	Sığ su dalgası
$1/20 < d/L < 1/2$	Geçiş derinliği dalgası
$1/2 < d/L$	Derin su dalgası

Uzun dalga ve kısa dalga için basınç (p) ve yatay hız (u) profilleri farklıdır.

1) GÖRECELİ DERİNLİĞE GÖRE (d/L)



Tablo 1.2 Uzun ve kısa dalga özellikleri

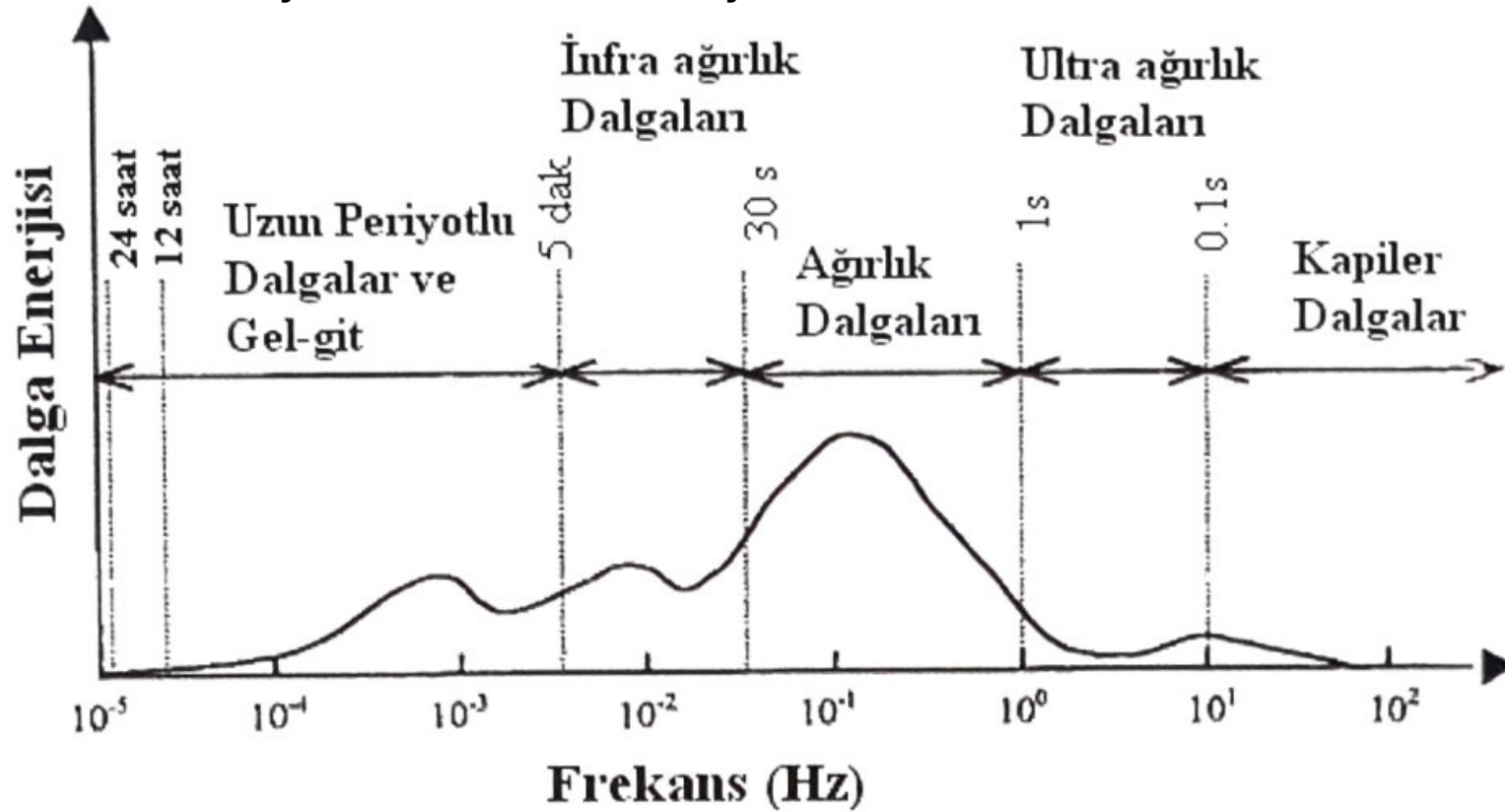
Akım Özellikleri	Tedrici Değişken Kararsız Akım ve Uzun Dalga	Ani Değişken Kararsız Akım ve Kısa Dalga
Akım çizgisinin düşeydeki eğriliği	Zayıf	Kuvvetli
Düşey ivme	Önemsiz	Önemli
Basınç dağılımı	Yaklaşık olarak hidrostatik	Hidrostatik basınç dağılımından sapar
Hız dağılımı	Yaklaşık olarak üniform (taban sınır tabakası dışında)	Üniform olmayan dağılım
Taban direnci	Önemli	Önemsiz (sığ su şartları hariç)

3. PERİYOTLARINA (YA DA FREKANS) GÖRE

Dalgaları periyotlarına göre sınıflandıracak olursak küçük periyotlara sahip küçük dalgalara kapier dalga ya da dalgacık (ripple) adı verilir. Bunların periyotları 0,1sn ve boyları 1,5cm civarındadır. Bu dalgacıklar yüzeysel gerilim etkisinde oluşur ve viskoz etkiler ile çabuk sönümlenirler.

Ağırlık dalgaları rüzgar etkisinde gelişir ve 1-30sn arasında periyotlara sahip olabilirler.

Gelgit dalgaları en uzun periyotlu dalgalardır. Bunlar 12-24saat periyota sahiptir. Bu dalgaların yükseklikleri 1m-10m arasında değişir.



4. DİKLİKLERİNE GÖRE

Dalga yüksekliği ve dalga boyu oranına (H/L) dalga dikliği adı verilir. Buna göre:

$H/L <$ küçük genlikli dalgalar

$H/L >$ sonlu genlikli (non-linear) dalgalar

Küçük genlikli dalgalar, küçük dalgalar, lineer dalgalar, sinüzoidal dalgalar, airy dalgaları, basit harmonik dalgalar, 1.mertebe Stokes dalgaları olarak adlandırılır.

5. YÜKSEKLİK, BOY VE DERİNLİĞE GÖRE

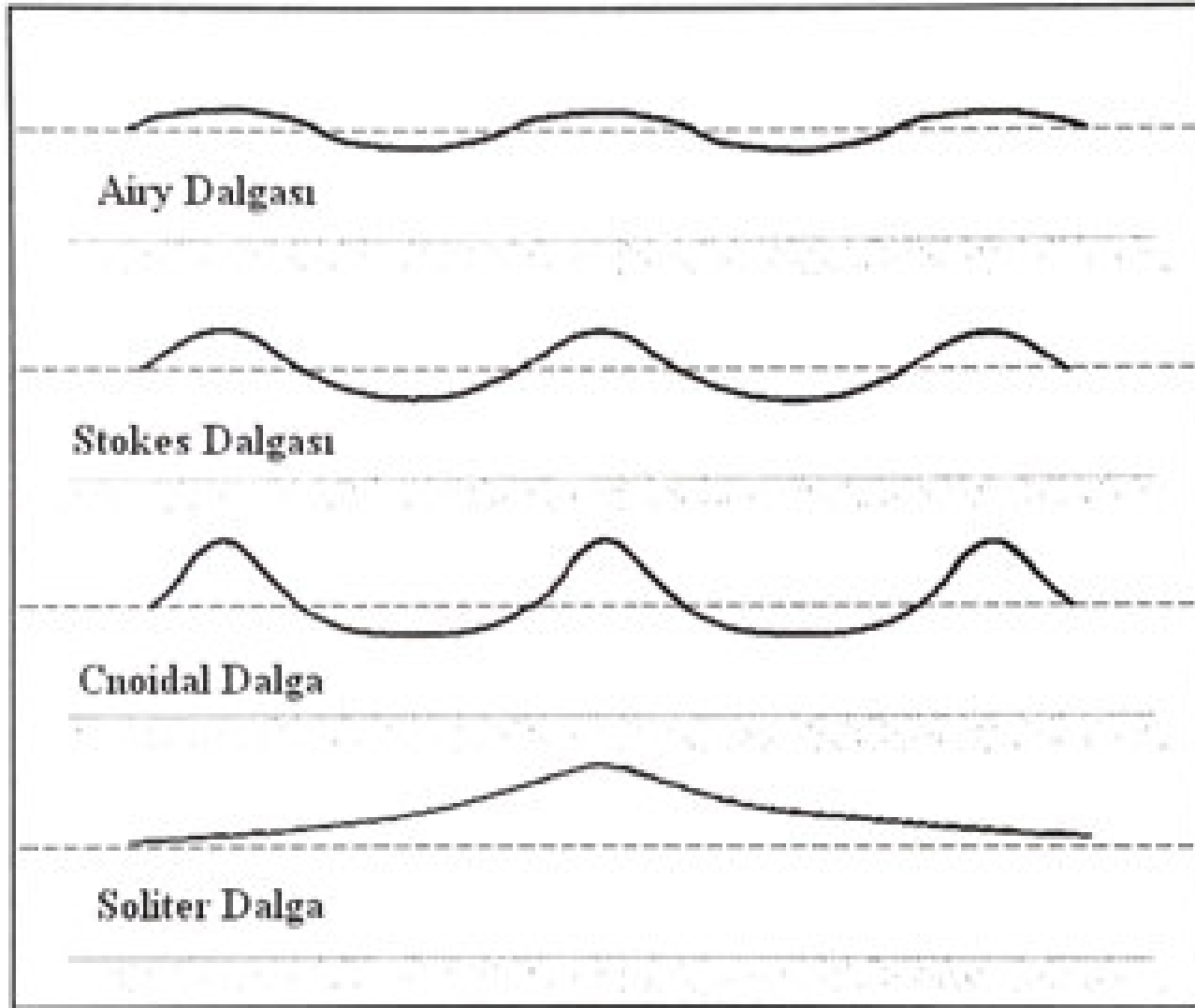
Yatayda ilerleyen dalga genellikle H, L ve d parametreleri ile ifade edilir. Bu parametreler ile oluşturulan boyutsuz Ursell parametresi veya Stokes parametresi ile sınıflandırma mümkündür.

Sığ sulardaki uzun ve yüksek dalgalar büyük Ursell parametresine sahiptir.

$$U = \left(\frac{L}{d}\right)^2 \left(\frac{H}{d}\right) = \frac{HL^2}{d^3}$$

DALGA TEORİLERİ

Periyodik dalgalar karmaşık matematiksel denklemler ile ifade edilebilirler. Eğer dalga yüksekliği, dalga boyu ve su derinliğine oranla küçükse, matematiksel ifade lineer formda tarif edilebilir. Bu tür dalgalara Lineer Dalga ya da Airy Dalga olarak adlandırılır. Bu tür dalgalar sinüzoidal formdadır. Küçük genlikli dalgalara uygulanan lineer dalga teorisi diğerlerine göre daha basit ve anlaşılırdır. Lineer dalga teorisinin en önemli avantajı süperpoze edilebilme imkanı vardır. Ancak büyük genlikli dalgalarda görülen dalga tepesi ve çukurundaki asimetri ve kütle taşınımı bu teori ile açıklanamaz.



Şekil 1.7 Bazı lineer olmayan ve lineer dalga tipleri

DALGA TEORİLERİ

Genellikle dalga teorilerinde şu kabuller yapılır;

- 1- Hareket iki boyutlu, yani bir düzlem içindedir, yani dalga yüksekliği dalga ilerleme doğrultusuna dik doğrultuda sabittir,
- 2- Dalgalar aynı formda ilerlerler,
- 3- Akışkan homojendir, su sıkıştırılmaz, sürtünme kuvvetleri, yüzey gerilmesi, ve türbülans etkileri ihmal edilir,
- 4- Su partikülleri kapalı çember veya elips biçiminde düşey yörünge çizerler,
- 5- Bir dalga periyodunda (her bir salınım sonunda) partiküller (zerrecikler) yörünge hareketlerini tamamlarlar,
- 6- Su partikülleri yalnız çekim kuvvetlerinden etkilenirler, yüzeysel gerilme ihmal edilir,
- 7- Taban geçirimsiz ve yatayıdır ya da çok küçük eğimlidir, yani bir periyot boyunca derinlik değişimi belirgin değildir.

DALGA TEORİLERİ

H/d ve d/L oranına göre dalga hesaplarında uygulanabilecek teori yandaki grafikte gösterilmektedir.

