

# *Klasik ve Batık Dalgakıranların Performanslarının Karşılaştırılması*

*Sedat Kapdaşlı, Tarkan Mutlu ve Erdem Ünal*

*İTÜ İnşaat Fakültesi, Hidrolik Anabilim Dalı, Maslak, İstanbul*

## Öz

Dünyanın pek çok bölgesinde jeomorfolojik yapısı kayalıklardan (Karadeniz, Ege sahilleri vb.) ve kumsallardan oluşup da içinde kayalıklar bulunan sahiller vardır. Bu noktalardaki dalga özellikleri, kıyı çizgisi ve karşılıklı etkileşimleri incelendiğinde bu kayaların (resiflerin) bir batık dalgakıran gibi çalıştığı, bunun yanında kum sahillerde özellikle fırtına koşullarında görülen bar formasyonlarının da benzer işlevi gördüğü gözlemlenmiştir. Performans değerlerinin niceliksel olarak belirlenebilmesi için 2-boyutlu dalga kanalı (düzenli ve düzensiz dalga) ve niteliksel olarak belirlenmesi için de 3-boyutlu basen deneyleri (düzenli dalga) yapılmış ve makro ölçekte bu yapıların klasik yapılara olan üstünlüğü vurgulanmıştır. Ayrıca kısmi dalga enerjisinin geçişine izin verildiği durumlarda bu tip yapıların çevresel, ekolojik, fiziksel ve estetik maliyet açısından klasik yapılara olan üstünlüğü ifade edilmiştir.

## 1. Giriş

Kıyı bölgesinin korunması ve kronik erozyon probleminin çözülmesi amacı ile kıyı duvarları, açıkdenizde ayrıntı dalgakıranlar, mahmuzlar, kıyı kaplamaları ve yüzer dalgakıranlar gibi pek çok farklı tipte kıyı yapısı inşa edilmiştir. Bunlara, sahip oldukları yüksek maliyet ve neden oldukları negatif çevresel etkilerden dolayı "Konvansiyonel Yapılar" ismi verilir. Son yıllarda mühendisler ve bilim adamları yeni tip bir paket çözümün arayışına girmişler ve buna da sosyal kitle örgütlerinin ve çevre konusunda gittikçe bilinçlenen halkın baskısı sebep olmuştur. Bir yanda insanlar için son derece önemli olan kıyı bölgesini koruma altına alırken diğer taraftan bu önlemlerin sonucunda kıyı bölgesinde görülebilecek etkilerin minimuma indirilmesi gerektiği bu nedenle ortaya çıkmıştır.

İstanbul Teknik Üniversitesi Hidrolik Laboratuvarında seksenli yılların sonundan itibaren bu konu ile ilgili çalışmalar sürekli hızlanarak devam etmektedir, (Mutlu,T,1994). Batık dalgakıranların performanslarının düzenli ve düzensiz dalgalar altında incelenmesi, klasik dalgakıranların performansları ile karşılaştırılması ve kıyı koruma çalışmalarında alabileceği etkin rolün araştırılması bu çalışmalardan bir tanesidir. Yeni bir yapı tipinin tasarlanması veya mevcut bir yapının iyileştirilerek inşa edilmesi aşamasında en önemli nokta, doğal stabil bir kıyı şeridinin her türlü deniz koşulunda mevcut etkilere karşı davranışının anlaşılmasıdır. Böylelikle tasarımdaki temel hedef doğal sisteme yapılacak etkinin minimuma indirilmesidir, (Kapdaşlı,S,1992).

## 2. Neden Batık Dalgakıran ?

Doğal sistem yakından incelendiğinde pek çok sürecin doğa tarafından minimum enerji ile gerçekleştirildiği hemen farkedilebilir. Öyleyse en efektif ve uygun çözüm yöntemlerinin yine bu doğal sürecin içinde bulunduğu gibi bir sonuca da varılabilir. Uygun ve efektif bir tasarım

ile minimum çevresel etki, bu tasarımdan olan beklentilerimiz ise bu sürecin mutlaka gözönüne alınması gerekir.

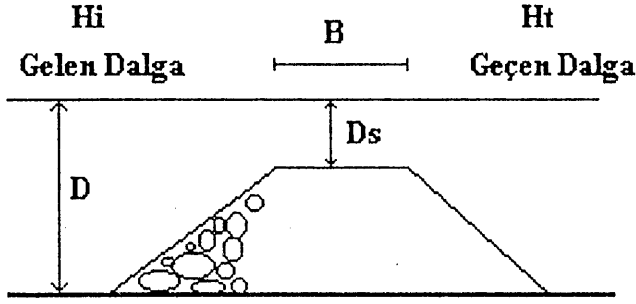
Batık dalgakıranlar tepe kotu sakin su seviyesinin altında olan bariyerlerdir. Açık denizden gelen dalgaları kırmaya zorlayarak enerjisini azaltır ve kalan enerjinin bir kısmını yansıtarak bir kısmını da kıyı bölgesindeki doğal sürecin devamı için kara tarafına geçmesine izin vererek fonksiyonlarını yerine getirirler. Batık dalgakıranlar liman ağızlarındaki yaklaşım kanallarının siltlenmelerinin önlenmesinde, kronik erozyona karşı kıyı korunmasında ve suni balık çiftliklerinin oluşturulması gibi pek çok farklı amaç için kullanılabilir. Özellikle gel-git etkilerinin az olduğu kıyı bölgelerinde çevresel etkisi minimum olan bu yapılar fırtına dalgalarının oluşturduğu kıyı erozyonuna karşı kullanılabilirler. Bundan başka bu yapıları etkin ve tercih edilir kılan pek çok sebep vardır. Ekonomik açıdan, kret kotu düşük olduğu ve dökme taş yapıların maliyetlerinin kret kotunun karesi ile değiştiği düşünülürse bu yapıların ne kadar ekonomik olduğu açığa çıkar. Gelen dalga enerjisinin bir kısmının kara tarafına geçmesine izin verdiği için, ki bu bir tasarım parametresidir, yakın kıyı bölgesindeki su sirkülasyonu engellenmez ve bölgesel su kalitesi ile ekolojik sürecin devamı için uygun ortamı korur. Kret kotu su altında olduğu için estetik açıdan hiç bir problem çıkarmaz ve bu sayede kıyının rekreasyon değeri tehlikeye girmemiş olur. Bu durum özellikle turizme açık kıyı bölgeleri için son derece önemlidir. Çok katmanlı bir yapısı olmadığı için en sert deniz koşullarında dahi görevini yapar ve kolayca beslenebilir. Bu sıralanan özelliklerin tamamı klasik dalgakıranlara karşı sayılabilecek üstünlükleridir.

### 3. Deneysel Çalışma

Batık dalgakıranların dalga etkisi altındaki performanslarının belirlenmesi hakkındaki en güvenilir bilgiler laboratuvar modellerinden elde edilen verilerdir, (Van Der Meer, J.W.,1991). Bu dalgakıranların performanslarını geçen dalga yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı olan, geçiş katsayısı ( $K_T=H_T/H_I$ ) cinsinden veren pek çok yarı amprik teori vardır. Bu teorik analizlerin hepsi basitleştirici kabuller altında yapılmaktadır. Örneğin yapı kret kotu sakin su seviyesinde iken teoriler geçiş katsayısını sıfır olarak belirlerken gerçekte yapı üzerinden aşma olduğu için bu boyutsuz sayı sıfır olmaz. Bu ve bunun gibi pek çok nedenle çalışmalar fiziksel modelleme bazında devam etmektedir.

### 4. Deneysel Düzenegi

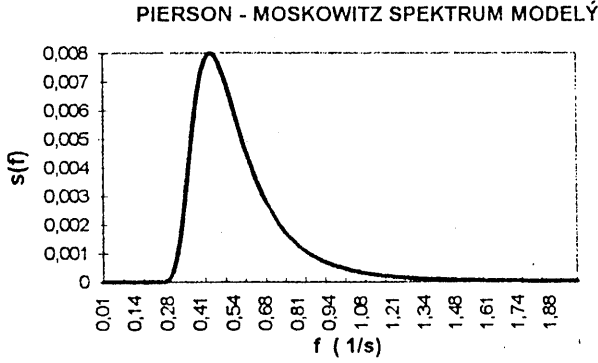
Model deneylerinin hepsi İstanbul Teknik Üniversitesi Hidrolik Laboratuvarındaki düzeneklerde gerçekleştirilmiştir. 2-Boyutlu model deneyleri 24 m uzunluğunda, 1 m genişliğinde ve 1 m derinliğindeki dalga kanalında düzenli ve düzensiz dalgalar altında gerçekleştirilmiştir. Dalga kayıtları için HRLM CLE3 C30 tipi bir dalga monitörüne bağlı ikiz elektrodlar yapının memba ve mansap tarafında teşkil edilmiş olup buradan gelen analog sürekli sinyaller Pcl-812-Pg tip bir analog-dijital dönüştürücü kart üzerinden geçirilerek kesikli dijital sinyallere dönüştürülerek çalışma grubumuzun üretimi olan yazılımlar ile istatistiksel analize tabi tutulmuşlardır, (Ünal,E.,1996). Şekil 1’de verilen model üzerinden yapının fiziksel performansına ait değerler ölçülerek şekil 3 ve şekil 4’de verilmiştir. Burada B kret genişliği, D topuktaki su derinliği, Ds kret üzerindeki su yüksekliği, H<sub>i</sub> açıkdenizden gelen dalga yüksekliği ve H<sub>t</sub> ise yapının kara tarafına aktarılan dalga enerjisi ile oluşan dalga yüksekliğidir.



Şekil 1. Batık Dalgakıran Enkesiti

Dalga kanallarında 2-Boyutlu düzensiz dalgalar ile yapılan deneylerde  $S(f)$  Pierson - Moskowitz Spektrum modeli kullanılmıştır (1). Bu spektrum modeli tam gelişmiş deniz koşulları için geçerlidir (Şekil 2). Burada verilen  $f_0$  spektral pik'e karşı gelen değerdir.

$$S(f) = \frac{\alpha \cdot g^2}{(2 \cdot \pi)^4} \cdot f^{-3} \cdot e^{(-1.25(\frac{f}{f_0})^{-4})} \quad (1)$$



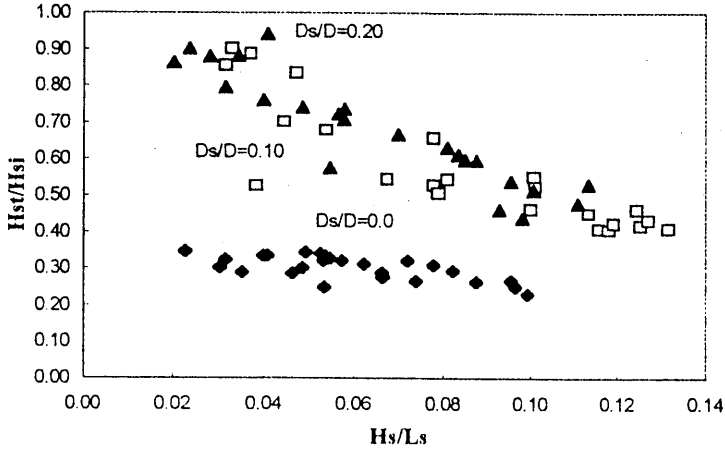
Şekil 2. Pierson-Moskowitz Spektrumu.

3-Boyutlu model deneyleri ise büyük dalga baseninde yapılmıştır. Basende yapılan deneylerde dalgakıran arkasındaki kıyı bölgesinin hidrodinamik yapısı incelenmiş ve benzer dalga durumları için batık dalgakıranın yerleştirildiği ve yerleştirilmediği koşullarda kıyı boyu katımadde hareket süreci polisilen malzeme ile izlenmiştir (şekil 5).

### 5. Denev Sonuqları

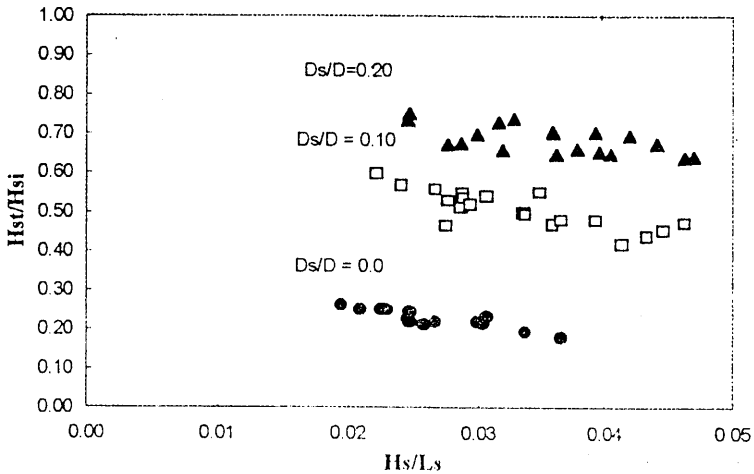
Düzenli dalgalar (Şekil 3) ve düzensiz dalgalar (Şekil 4) altında yapılan 2-Boyutlu deneylerin sonuçları farklı batıklık oranları için ilgili grafiklerde verilmiştir. Burada  $H_{si}$ , gelen dalgalar için belirgin dalga yüksekliği,  $H_{st}$ , yapı arkasına geçen dalgalar için belirgin dalga yüksekliği  $L_s$ , gelen dalganın boyu,  $K_T = H_{st}/H_{si}$  dalga aktarma sayısı olup geçen dalga

yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranıdır. Yapılan deneylerde artan dalga dikliği, dalga boyu ve dalga yüksekliği için dalga aktarma katsayısının arttığı gözlemlenmiştir. Başka bir deyişle uzun dalgalar yapı üzerinden daha kolay geçmektedir. Diğer taraftan fırtına koşullarını tarif eden kısa peryotlarda dalga aktarma katsayısı azalmaktadır. Bu ise fırtına koşullarında dalgakıranın performansının arttığını ifade etmektedir. Ayrıca dalgakıranın batıklık oranı azaldıkça dalga aktarma performansı da hızla artmaktadır. Bunun nedeni, ilgili batıklık oranının azalması ile gelen dalganın yapı ile olan etkileşiminin artması ve hatta belli bir değerden sonra kırılmaya başlamasıdır. Bu noktada performans daha hızlı artacaktır. Bu parametrenin tasarım aşamasındaki seçilecek değeri tamamen mühendisin inisiyatifinde olup yapılacak kıyı korumaya bağlı olarak seçilir.



Şekil 3. Düzenli dalga deney sonuçları

Düzenli dalgalardan ayrı olarak Pierson-Moskowitz spektrumuna bağlı olarak yapılan düzensiz dalga deney sonuçlarında ise farklı olarak geçiş katsayılarının azaldığı ve farklı batıklık oranları için aktarma katsayılarının arası geçiş bölgesi daha keskin olarak görülmektedir.

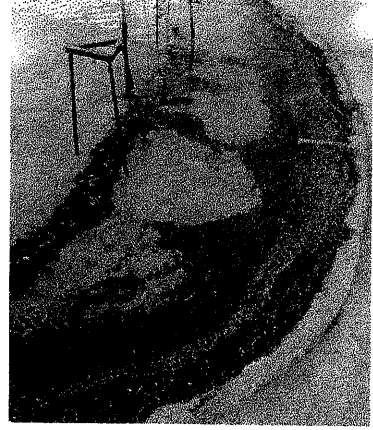


Şekil 4. Düzensiz dalga deney sonuçları

3-Boyutlu basen deneylerinde ise kıyı bölgesinin hidrodinamik karakteri incelenmiştir. Söz konusu batık dalgakıran yapısının fiziksel performansı düzenli dalgalar altında, kıyı bölgesini erozyon etkilerine karşı koruma etkinliği açısından incelenmiştir. Bu amaçla önce kıyı bölgesine başlangıç hali olarak belli bir bant kalınlığında polisilen malzeme yerleştirilmiş (Şekil 5a), daha sonra batık dalgakıranın etkinliğinin görülmesi açısından bu yapı varken ve yokken seri deneyler gerçekleştirilmiştir (Şekil 5b).



Şekil 5a. Deney başlangıç koşulu



Şekil 5b. Yapı korumalı deney sonu

Yapının konulmadığı alternatifte kıyı bölgesindeki malzeme yüksek dalgalarda kıyı boyu tamamen taşınırken, yapının bulunduğu alternatifte kı çizgisi belli bir formu almış ancak kısa sürede denge konumuna ulaşarak kararlı bir yapı göstermiş bu hal için erozyon fenomeni görülmemiştir.

### Sonuç

Konvansiyonel yapılardan farklı olarak, denenen tüm modellerde filtre tabakası olmadığı ve tek tip taş boyutundan teşkil edildiği için, bu yapılarda göçme sonucu hizmet dışı kalma sorunu kesinlikle yoktur. Çok büyük ve uzun süreli fırtınalarda eğer malzeme kaybı olursa, yapının yeni malzemeyle kolayca beslenebilir olması ayrı bir avantajdır. Yakın kıyı bölgesindeki hidrodinamik ve ekolojik süreci etkileyen sirkülasyonu engellemediği için de oldukça efektif bir yapıdır. Tepe kotu su altında olduğu için, ayrıca bir estetik kaygısı olmadığından, özellikle turistik bölgelerde efektif olarak kullanılabilir.

Yapının boyutlandırılması açısından oldukça önemli olan taş büyüklüğünün belirlenmesi çalışmalarına ise çalışma grubumuz tarafından halen devam edilmektedir.

### Semboller

- S(f) : Frekans spektrumu
- H<sub>s1</sub> : Gelen dalga
- H<sub>s2</sub> : Geçen dalga
- L<sub>s</sub> : Dalga boyu

B : Yapı kret genişliği  
 $\alpha$  : Katsayı  
D : Topuk su derinliği  
Ds : Kretteki su yükü  
g : Yerçekimi ivmesi  
f : Frekans  
f<sub>o</sub> : Pik frekans  
Ds/D : Batıklık oranı  
Hs/Ls : Dalga dikliği

### Kaynaklar

Kapdaşlı, S. Kıyıların Doğal Yapısını Bozmayan Düşük Maliyetli Kıyı Koruma Yapıları. İ.T.Ü. Su ve Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Uygulama-Araştırma Merkezi., 1992.

Mutlu, T. Yakın Kıyı Bar Oluşumu ile Batık Dalgakıranlar Arasında İşlevsel Benzeşimin Araştırılması. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi., Haziran, 1994.

Ünal, E. Düzenli ve Düzensiz Dalgaların Etkisiyle Şev Üzerindeki İri Danelerin Harekete Başlaması. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şubat, 1996.

Van Der Meer, J.W., Stability and Transmission at Low Crested Structures. Publication no.453. Delft Hydraulics, Mayıs, 1991.