

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÇİFTLİ PERFORE KIYI DUVARLARINDA HİDROLİK
PERFORMANS**

İnş. Müh. Tolga OK

**FBE İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Kıyı ve Liman Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Esin Çevik

İSTANBUL, 2006

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	iii
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ	ix
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
2. KIYI DUVARLARI	5
2.1 Giriş	5
2.2 Kıyı Duvarlarının Sınıflandırılması	6
2.3 Kıyı Duvarlarında Tasarım Sırasında İzlenecek Yollar.....	13
2.4 Kıyı Duvarlarının Hidrolik Performansı.....	14
2.4.1 Dalga Tırmanması	16
2.4.2 Dalga Aşması	17
2.4.3 Dalga İletimi.....	18
2.4.4 Dalga Yansıması.....	19
2.4.4.1 Düşey ve Poroz Olmayan Duvarlarda Yansıma.....	19
2.4.4.2 Pürüzsüz ve Porozitesiz Şevli Yapılarda Yansıma.....	20
2.4.4.3 Tam Pürüzlü ve Porozitesiz Eğimli Yapılarda Yansıma	20
2.4.4.4 Basit Pürüzlü Poroziteli Eğimli Yapılarda Yansıma	20
3. PERFORE KIYI YAPILARINDA YANSIMA VERİMLİLİĞİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	21
3.1 Tekli veya Çoklu Perfore Duvarlar	21
3.2 Geçirgen Yüzeyli Kesonlar	23
3.3 Kıyı Yapılarında Yansımaların Azaltılması.....	24
3.4 Yansıma Özellikleri	25
3.4.1 Düşey Duvarlardan Yansıma	26
3.4.2 Basit Perfore Duvarlardan Yansıma	27
3.4.2.1 Tek Perfore Duvar	27
3.4.3 Boşluklu Bölmeler ve Çoklu Perfore Duvarlardan Yansıma.....	28
3.4.3.1 Boşluklu Bölmeler ve Çiftli Perfore Duvarlar	28
3.4.3.2 Boşluklu Beton Bloklar.....	322
3.4.4 Taş Anroşmanlı Eğimli Yapılardan Yansıma	322
4. HİDROLİK MODEL DENEYLERİ	35

4.1	Hidrolik Model Tasarımı	35
4.2	Deney Sistemi ve Ölçüm Yöntemleri	25
4.2.1	Dalga Kanalı.....	36
4.2.2	Deneyde Kullanılan Ekipmanlar	39
4.2.3	Deney Ölçüm Yöntemleri	41
4.2.3.1	Dalga Ölçümleri	41
4.2.3.2	Yansıma Hesapları.....	44
4.3	Boyut Analizi	44
5.	DENEYSEL ÇALIŞMA ve SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	49
6.	SONUÇLAR	68
KAYNAKLAR.....		70
EKLER		73
Ek 1		73
ÖZGEÇMİŞ.....		75

SİMGE LİSTESİ

I_{rp}	Boyutsuz Iribarren parametresi
α	Yapı eğim açısı
ρ	Akışkanın özgül kütlesi
ξ_p	Surf parametresi
ΔD_{n50}	Nominal taş çapı
a,b	Eğimli yapılar için Seeling (1983) tarafından verilen yansıma katsayısı formülündeki sabit sayılar
B	Arka arkaya yerleştirilen iki duvar arasındaki mesafe
B/L	Rölatif açıklık oranı
d	Su derinliği
e	Perfore yapıdaki iki yatay eleman arasındaki mesafe
E_d	Kaybolan dalga enerjisi
E_i	Gelen dalga enerjisi
E_r	Yansıyan dalga enerjisi
E_t	İletilen dalga enerjisi
f	Dalga frekansı
g	Yerçekimi ivmesi
H_i	Gelen dalga yüksekliği
H_i/d	Rölatif dalga yüksekliği
H_i/L	Dalga dikliği
H_r	Yansıyan dalga yüksekliği
H_r/H_i	Yansıma katsayısı
H_s	Belirgin dalga yüksekliği
H_t	İletilen dalga yüksekliği
H_t/d	Rölatif iletilen dalga yüksekliği
$H_t^{aşan}$	Dalga aşmasından kaynaklanan iletilen dalga yüksekliği
$H_t^{nüfuz}$	Dalganın yapıya nüfuz etmesi ile iletilen dalga yüksekliği
H_t/H_i	İletim katsayısı
Hz	Veri alma sıklığı
H_{10}	Aşma olasılığı %10'u geçen dalgaların ortalama yüksekliği
k_c	McBride ve diğ. (1994)'nin geliştirdiği perfore keson ve perfore duvarın yansıma performansını tanımlayan formüldeki sabit sayılar
k_x	McBride ve diğ. (1994)'nin geliştirdiği perfore keson ve perfore duvarın yansıma performansını tanımlayan formüldeki sabit sayılar
k_y	McBride ve diğ. (1994)'nin geliştirdiği perfore keson ve perfore duvarın yansıma performansını tanımlayan formüldeki sabit sayılar
$K_{aşan}$	Aşan dalga yüksekliği ile hesaplanan dalga iletim katsayısı
$K_{nüfuz}$	Yapıya nüfuz eden dalga yüksekliği ile hesaplanan dalga iletim katsayısı
K_d	Debi katsayısı
K_r	Yansıma katsayısı
K_t	İletim katsayısı

L	Dalga boyu
L_i	Gelen dalga boyu
L_0	Derin su dalga boyu
N	Dalga adedi
m	Kıyı eğimi
P	Yapının Porozitesi
Q	Birim duvar uzunluğu için dalga debisi, $m^3/s/m$
R	Ortalama tırmanma seviyesi
R_c	Kret hava payı
R_c/H	Rölatif kret hava payı
R_d	Yapı üzerinde dalganın çekilme mesafesi
R_s	Belirgin tırmanma seviyesi
R_u	Yapı üzerinde dalganın tırmanma mesafesi
R_2	Dalgaların %2'sinin geçtiği tırmanma seviyesi
s	Perfore yapıdaki boşluklar arasındaki mesafe
S_0	Derin deniz dalga dikliği, H_0/L_0
S_p	Dalga dikliği
T	Dalga periyodu
T_m	Ortalama dalga periyodu
T_p	Spektrumun pik periyodu

KISALTMA LİSTESİ

CEM	Coastal Engineering Manual
CEMM	Coastal Erosion Management Manual
FFT	Fast Fourier Transform (Hızlı Frouier Dönüşümü)
SSS	Sakin Su Seviyesi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Düşey ve dairesel kıyı duvarları (Besley, 1999).....	1
Şekil 1.2 Oostende, Belçika’da dalga aşmasını seyreden turistler [2].....	2
Şekil 1.3 Marine Drive’de dalga aşması (Scarborough, İngiltere 2002) [2].....	2
Şekil 1.4 Dalga aşması sonucunda kıyı duvarına yakın insanların davranışları [2].....	3
Şekil 1.5 Dalga aşması sonucunda araç kullanım tehlikesi [2].....	4
Şekil 2.1 Kıyı duvarlarının sınıflandırılması (Thomas ve Hall, 1992).....	6
Şekil 2.2 Tipik düşey kıyı duvarları (CEM, 2001).....	7
Şekil 2.3 Tipik eğimli kıyı duvarları (CEM, 2001).....	8
Şekil 2.4 Tipik taş dolgulu kıyı duvarları (CEM, 2001).....	9
Şekil 2.5 Kıyı duvarlarına örnekler.....	10
Şekil 2.5 Devam.....	11
Şekil 2.5 Devam.....	12
Şekil 2.5 Devam.....	13
Şekil 2.6 Dalganın kıyı duvarına tırmanması ve çekilmesi (Thomas ve Hall, 1992).....	14
Şekil 2.7 Kıyı duvarı üzerinde yansıyan ve aşan dalga (Thomas ve Hall, 1992).....	15
Şekil 3.1 Tekli ve çiftli perfore duvarlar (Allop ve Hettiarachchi (1988, 1989)).....	21
Şekil 3.2 Tek bölmede dalga sönümlenmesi (Allsop vd., 1985, 1994).....	22
Şekil 3.3 Tam genişlikli boşluklu keson (Canel, 1994).....	23
Şekil 3.4 Bir kısmı su altında olan keson üzerinde kazıklı rıhtım (Allsop, 1990).....	25
Şekil 3.5 Rölatif hava payı yüksekliğinin yansıma üzerine etkisi (Allsop vd., 1994).....	26
Şekil 3.6 Tek perfore duvarın yansıma özellikleri, sayısal ve fiziksel model sonuçlarının karşılaştırması (Allsop ve Kalmus, 1985).....	28
Şekil 3.7 İkili perfore duvar için sayısal model sonuçları (Bennett vd.,1992).....	29
Şekil 3.8 Çiftli perfore duvarlarda ölçülen yansımalar (Allsop vd., 1985, 1990, 1993).....	29
Şekil 3.9 Çiftli perfore duvarlar için sayısal model tarafından tahmin edilen yansımalar (Allsop vd., 1985, 1990, 1993).....	30
Şekil 3.10 Çiftli ve üçlü perfore duvarlarda ve perfore kesonlardan yansımalar (Allsop vd., 1994).....	32
Şekil 3.11 Düz ve anroşmanlı eğimlerin yansıma özellikleri (Seelig, 1983).....	33
Şekil 3.12 Büyük kaya anroşmanların yansıma üzerindeki etkisi (Allsop ve Channel, 1989).....	34
Şekil 4.1 Genel görünüm.....	36
Şekil 4.2 Dalga kanalı plan ve kesit görünüşleri.....	37
Şekil 4.3 Redresör ve eksantrik.....	38
Şekil 4.4 Şev üzerindeki dalga sönümlendiricileri.....	39
Şekil 4.5 Dalga üreticinin arkasındaki dalga sönümlendiricileri.....	39
Şekil 4.6 Dalga monitörü.....	40
Şekil 4.7 Pleksiglassdan yapılmış dairesel perfore kıyı duvarı modeli.....	41
Şekil 4.8 Düşey bir duvarda yansıyan dalga ile şekillenen duran dalga.....	42
Şekil 5.1 $P(40+26)$ poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L_i açıklık oranı ile değişimi.....	50
Şekil 5.2 $P(40+26)$ poroziteli çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	51
Şekil 5.3 $P(40+26)$ poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	53
Şekil 5.4 $P(40+26)$ poroziteli çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	53
Şekil 5.5 $P(40+20)$ poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	54

Şekil 5.6 $P(40\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	54
Şekil 5.7 $P(26\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	55
Şekil 5.8 $P(26\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi.....	55
Şekil 5.9 40% poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+26\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi	56
Şekil 5.10 26% poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+26\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi	57
Şekil 5.11 40% poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi	57
Şekil 5.12 20% poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi	58
Şekil 5.13 26% poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(26\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi	58
Şekil 5.14 20% poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(26\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi	59
Şekil 5.15 40% poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+26\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi	60
Şekil 5.16 26% poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+26\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi	60
Şekil 5.17 40% poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi	61
Şekil 5.18 20% poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(40\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi	61
Şekil 5.19 26% poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(26\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi	62
Şekil 5.20 20% poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(26\%+20\%)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi	62
Şekil 5.21 40% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi	63
Şekil 5.22 26% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi	64
Şekil 5.23 20% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi	64
Şekil 5.24 Gelen dalga yüksekliği, H_i için 40% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi	65
Şekil 5.25 Gelen dalga yüksekliği, H_i için 26% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi	66
Şekil 5.26 Gelen dalga yüksekliği, H_i için 20% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi	66
Şekil 5.27 Gelen dalga yüksekliği, H_i için 40% poroziteli+Geçirimsiz, 26% poroziteli+Geçirimsiz, 20% poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarlarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi	67

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Kırılma tipleri.....	16
Çizelge 3.1 Denklem (3.3)'de deneyi yapılan duvar konfigürasyonları için katsayılar.....	31
Çizelge 4.1 Dalga kanalında gelen dalga karakteristikleri.....	43
Çizelge 4.2 Yapılan deneysel çalışmadaki etkili parametreler.....	45
Çizelge 5.1 P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda üretilen dalga karakteristikleri	50
Çizelge 5.2 P(%40+%20) ve P(%26+%20) poroziteli çiftli duvarda üretilen dalga karakteristikleri ve duvar açıklıkları	52

ÖNSÖZ

Bütün çalışmalarım sırasında benden yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Esin ÇEVİK'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bütün çalışmalarım esnasında benimle yakından ilgilenen, her zaman bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Sayın Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL'e teşekkürlerimi sunarım.

Yakınlığını, sıcaklığını ve yardımseverliğini sürekli hissettiğim en büyük destekçilerimden biri olan, Kıyı-Liman Mühendisliğinde yüksek lisans yapan, Çevre Mühendisi tez arkadaşım Bahar ÖZÖĞÜT'e sonsuz teşekkür ederim.

Manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen eşim Gülşah OK'a, annem Nurgün OK'a ve babam Mürsel OK'a teşekkür ederim.

Benim için her türlü fedakarlığı yapan, bütün çalışmam boyunca desteklerini esirgemeyen iş ortağım İnşaat Mühendisi Recai DABAKOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu tezin yazım aşamasında yardımcı olan, gece gündüz demeden vefakarlık örneği gösteren Bilgisayar Teknolojisi ve Bilişim Sistemleri Bölümü öğrencisi kardeşim Ayça OK'a teşekkür ederim.

Deney çalışmam esnasında bana yardımcı olan Asistan arkadaşlarıma ve Yıldız Teknik Üniversitesi Hidrolik ve Kıyı-Liman Laboratuvarı personeline teşekkür ederim.

ÖZET

Limanların güvenliği ve kıyıların korunması amacıyla inşa edilen pek çok kıyı yapısı porozitelidir. Yıllar boyunca taş dolgu tipinde yapılmış poroziteli yapılar yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, düşey poroziteli yapılar, hidrolik performansları hakkında çok kısıtlı bilgi olmasından dolayı nadiren kullanılmışlardır.

Düşey yüzölçümlü duvarlara sahip kıyı yapıları, yüzeye çarpan dalgalar nedeniyle tırmanma, aşma veya yansıma gibi dalga hareketlerine maruz kalırlar. Dalgalar bu hareketleri sonucunda gerek yapı önünde ve arkasında gerekse yapı üzerinde çeşitli tehlikelere sebep olmaktadır. Bu durumlar liman girişlerinde küçük teknelerin manevralarını, yanaşma hareketlerini ve liman içindeki yolcu/yük indirip bindirme gibi faaliyetleri zorlaştırmaktadır. Ayrıca kıyı koruma yapılarının arkasında mevcut karayolunda seyreden araçları veya trenlerdeki sürücü ve yolcuları tehdit etmektedir. Düşey kıyı duvarlarının yansıma ve aşma gibi olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla perfore kıyı duvarları alternatifleri mevcuttur.

Bu çalışmanın amacı; düzenli ve kırılmayan dalga şartları altında ve farklı dalga karakteristiklerinde çiftli perfore duvarların hidrolik performansının araştırılmasıdır. Duvarların hidrolik performansı duvarların geçirimsizliği, yansıma özelliği ve üstten aşma olarak dikkate alınmaktadır. Ancak bu çalışmada duvarlarda üstten aşma etkisi ihmal edilerek sadece yansıma ve iletim açısından değerlendirme yapılabilmesi için duvarlar yeterli yükseklikte yapılmıştır.

DeneySEL çalışma sonucunda; duvar çiftlerinin yansıyan ve iletilen dalga yükseklikleri ölçülerek yansıma ve iletim katsayıları elde edilmiştir. Böylece farklı poroziteye sahip kıyı duvar çiftlerinin farklı yerleştirme ve dalga şartları altında performansları değerlendirilmiştir. Çiftli perfore duvarların yansıma ve iletim verimliliğinde rölatif dalga yüksekliği, (H_i/d), yapı porozitesi, (P) ve rölatif açıklık oranı, (B/L_i) en etkili parametreler olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Çiftli perfore duvarlar, hidrolik performans, dalga yansıması, dalga iletimi.

ABSTRACT

Many coastal structures constructed for the purpose of harbour securing and shore protection are porous. For many years, rubble-mound type porous structures are extensively used. However, vertical permeable structures are seldom used due to limited information on the hydraulic performances.

The seawall structures which have vertical faced walls are exposed to wave actions such as runup, overtopping or reflection. After these actions, waves cause various hazards both forward and back of structure and upon of structure. These situations cause navigation problems for vessels and worsens mooring conditions, cargo/passenger movements in the harbour basins. Furthermore, other hazards affect drivers and passengers in road vehicles or trains back to shore protection facilities. There are some alternatives of perforated seawalls to reduce of reflection and overtopping on vertical seawalls.

This study is an investigation of hydraulic performance of double perforated walls with regular and nonbreaking wave conditions and different wave characteristics. The hydraulic performance of walls consider such as wall permeability, attribute of reflection and overtopping. Wave overtopping is neglected in this study, but walls have satisfying height for evaluating on reflection and transmission.

Consequently, the reflection and transmission coefficients came out with evaluating reflection and transmission wave height of double waves. Thus, the performances of double seawalls which have different porosity are appreciated under different locations and wave conditions. Tests have revealed that the most effective parameters for the reflection and transmission performance of the double perforated vertical walls are the relative wave height, (H_i/d), the structure porosity, (P) and relative screen spacing, (B/L_i).

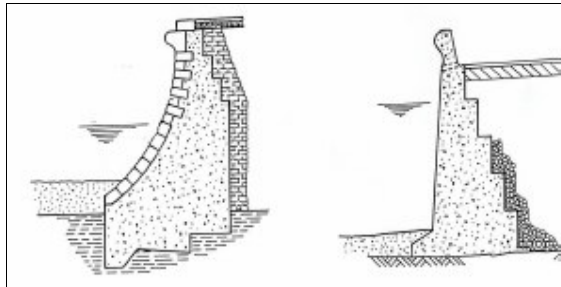
Key words: Double perforated vertical walls, hydraulic performance, wave reflection, wave transmission.

1. GİRİŞ

Yüzyıllardır insanoğlunun geçim ve yaşam kaynağı olan kıyı alanları, doğal süreçler ve çeşitli kullanım amaçlarıyla yapılaşmalar sonucunda değişime uğramaktadır. Bu değişimler sonucunda doğal dengenin bozulması ile tabi ki yine insanlar zarar görmektedir. Son yıllarda su seviyelerinde ve fırtına oluşum oranlarındaki artış ile kıyı yapıları giderek önem kazanmaktadır. Kıyı alanlarında yaşayan insanların da gün geçtikçe bilinçlenmesi sonucunda kıyı yapılarının tasarımında daha güvenilir yöntemler kullanılması gereği doğmuştur. Duvar yüksekliğinin çok fazla arttırılmadan dalga aşmasını azaltmak için kıyı duvarlarına yapısal özellikler kazandırılması için çaba gösterilmektedir.

Kıyı duvarı, araç ya da yaya yolu gibi bir hizmet için kullanılıyorsa veya kıyı duvarının arka tarafında kuvvetli bir aşmanın sebep olabileceği çalkantının istenmediği yat limanı gibi bir faaliyet söz konusu ise, dalga aşması büyük hasarlara sebep olabilir.

İngiltere ve Avrupa kıyılarında bulunan pek çok kentsel altyapı dik kıyı duvarları tarafından dalga aşmasına ve erozyona karşı korunmaktadır. Bu yapılar genellikle düşey veya düşeye yakın şekilde, bazen de bir topuk basamağı ile olmaktadır. Ayrıca Şekil 1.1’de görüldüğü gibi bu duvarlar, kıyı boyunca uzanan demir yolları veya kara yollarını da korumaktadır, bu da güney İngiltere ile İtalya kıyılarında ve dünyada çeşitli limanlarda görülen yamaç koruması şeklinde olmaktadır.



Şekil 1.1 Düşey ve dairesel kıyı duvarları (Besley, 1999)

Genel olarak kıyı duvarlarının dalgaların aşmasını azalttığı kabul edilmektedir, ancak kıyı duvarları her zaman aşmayı durduramamaktadır. Fırtına durumlarında dalgalar zaman zaman kıyı duvarlarını aşmaktadır, bu bazen sık sık, bazen de şiddetli şekilde olmaktadır.

Bu süreçler önemli ölçüde halkın ilgisini çekebilmektedir, Şekil 1.2’de Oostende’de (Belçika), Şekil 1.3’de Marine Drive, Scarborough’da (İngiltere) turistler fırtınayı seyrederken görülmektedir.



Şekil 1.2 Oostende, Belçika’da dalga aşmasını seyreden turistler [2]



Şekil 1.3 Marine Drive’de dalga aşması (Scarborough, İngiltere 2002) [2]

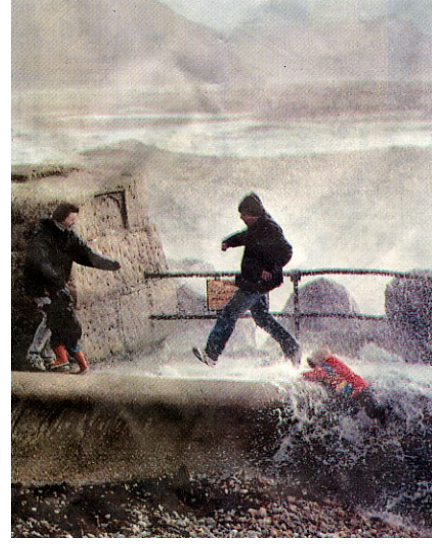
Kış mevsimlerindeki fırtınalarda dalgaların aşması yerel su baskınlarına ve/veya kıyı duvarına yakın insanlar için felaketlere yol açabilmektedir. Yayılar için en ciddi felaketler şunlar olabilir (Şekil 1.4 a, b, c).

- Doğrudan yaralanmaya sebep olabilecek dalgalar
- Geri dönüş akımı etkisiyle kişiyi kıyı duvarından denize atabilecek dalgalar
- Kişinin sert bir nesneye doğru geri düşmesine sebep olabilecek dalgalar

Daha hafif etkiler ise ıslanmak ve üşütmek (kendisi de potansiyel bir tehliktir) veya sel korkusu yaşamaktır.



a)



b)



c)

Şekil 1.4 Dalga aşması sonucunda kıyı duvarına yakın insanların davranışları [2]

Dalga aşmasının diğer tehlikeli etkileri ise yolda seyreden araçları veya trenlerdeki sürücü ve yolcuları tehdit etmesidir. Şekil 1.5’de bir sürücünün aşan bir dalgadan korunmak için direksiyonu kırdığı görülmektedir. Bu konuda Kimura vd. (2000) Japonya’da bir kıyı otoyolundaki kazalarla ilgili çalışması oldukça ilgi çekicidir.

Dünyada meydana gelen iklim değişiklikleri deniz seviyesinin yükselmesine ve hatta daha ciddi fırtınalara sebep olmaktadır. Kıyı yönetimiyle ilgilenen pek çok araştırmacı dalga aşması felaketlerinin yaşanacağı yerlerin sayısında artış olacağının farkındadır. İnsanların önemli bir

kesimi iklim değişikliği ve su baskınlarının farkında olmasına rağmen kıyı duvarından aşmanın yol açtığı tehlike ile bunların oluşma sıklıklarının farkında değildirler.



Şekil 1.5 Dalga aşması sonucunda araç kullanım tehlikesi [2]

Aslında pek az insan İngiltere’de 1999-2002 yılları arasında dalgaların aşmasına ve ilgili süreçlere bağlı olarak 12 kişinin, İtalya’da ise son 20 yılda yaklaşık 60 kişinin öldüğünü bilmektedir.

Limanların güvenliği ve kıyıların korunması amacıyla inşa edilen pek çok kıyı yapısı porozitelidir. Bu yapılar esas olarak dalga enerjisini yansıtmak ve/veya sönümlemek suretiyle korunma sağlamaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Yıllar boyunca taş dolgu tipinde yapılmış poroziteli yapılar yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak, düşey poroziteli yapılar, hidrolik performansları hakkında çok kısıtlı bilgi olmasından dolayı nadiren kullanılmışlardır. Genel olarak, düzenli veya düzensiz olmasına bakılmaksızın dalgalar geçirimli yapılarıyla yansıtılmış, iletilmiş veya sönümlenmiştir.

Düşey yüzölçümlü kıyı yapıları, yüzeye çarpan dalgalar nedeniyle tırmanma, aşma veya yansıma gibi dalga hareketlerine maruz kalırlar. Dalgalar bu hareketleri sonucunda gerek yapı önünde ve arkasında gerekse yapı üzerinde çeşitli etkilere sebep olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı düşey yüzölçümlü kıyı yapılarının yansıma ile iletim verimliliği açısından hidrolik performansının araştırılmasıdır.

2. KIYI DUVARLARI

2.1 Giriş

Kıyı duvarları kıyıya paralel olarak inşa edilen kıyı yapılarıdır. Bir kıyı duvarının ilk amacı arkasındaki karayı dalga ve akıntı etkilerinden korumak ya da kıyının istikrarlı bir şekilde kullanılmasını sağlamaktır. Kıyı duvarları her çeşit kıyıda kullanılabilirler, ancak uygulamalar farklılıklar gösterebilir.

- **Sert veya yarı-sert yapılar** : Yamaç dibinde inşa edilirler. Dalga enerjisini sönmülemeye veya yansıtmaya yönelik olarak tasarlanırlar.
- **Yumuşak yapılar** : Kıyı profilinin yukarısına inşa edilirler. Bu durumda dalga enerjisini dağıtabilirler ve kıyının doğal dinamik ortamında değişmesine izin verirler.

Kıyı duvarları ;

- Sert (Ahşap veya beton konsol tipi yapılar),
- Yarı sert (Liman inşaatında kullanılan içi dolu suya batmış keson tipi yapılar) veya
- Esnek (Taş-kaya yapılar)

olarak sınıflandırılabilir.

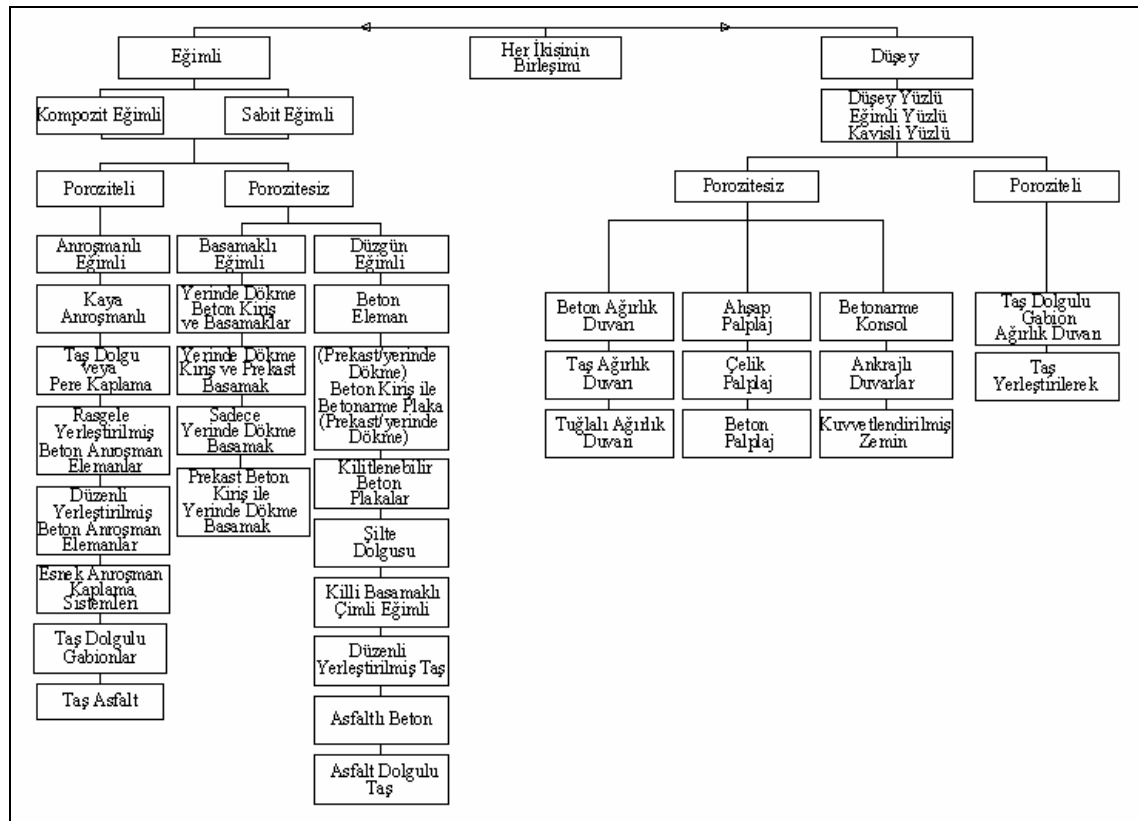
Bunlardan herhangi birinin seçimi; kıyının yakın kıyı koşullarına, mevcut malzeme ve çevre etkileri gibi özelliklere bağlıdır. Esnek yapıların seçilmesi genellikle uzun dönem (pasif) erozyon miktarının tahmin edilmesinin zor olduğu durumlarda daha uygundur (örneğin bu yapılar bulunduğu yere yerleştirilip sabitlenebilir, ya da yeri değiştirilebilir ve malzemeler tekrar kullanılabilir). Ayrıca kıyı duvarları için bir takım yüzey profilleri de, farklı dalga iklimlerinde kullanılmak üzere mevcuttur.

Kıyı duvarları arkalarındaki kara alanını korumakla beraber önlerindeki kıyıyı koruyamazlar. Eğer erozyonun sebebi katı madde miktarında bir eksiklik ise kıyı duvarının kurulması plajın karaya doğru gerilemesini durduracaktır, fakat bu kıyının zararına olacaktır; örneğin plaj yok

olacak veya geriye çok küçük bir plaj kalacaktır. Bir kıyı duvarının inşa edilmesi aynı zamanda katı maddelerin karaya doğru yığılan kaynağını önleyerek ve kıyı sisteminden ayırmak suretiyle de erozyona katkı yapacaktır. Durum bu olsa da olmasa da, kıyı duvarlarının mekanın estetiği ve doğal özelliği üzerindeki etkisi değerlendirilmeli ve mülkiyeti korunmanın değeriyle karşılaştırılmalıdır (CEMM, 2003).

2.2 Kıyı Duvarlarının Sınıflandırılması

Kıyı duvarları temelde düşey, eğimli, poroziteli ve porozitesiz olmak üzere dört ana sınıfa ayrılmaktadır. Ancak en yaygın olarak kullanılan duvar tipleri dikkate alındığında Şekil 2.1’de görüldüğü üzere sınıflandırılabilir. Sınıflandırma genellikle kıyı duvarının ön yüzünün aldığı şekle göre yapılırsa da yapının çekirdeği de eşit derecede önemli bir bileşendir.



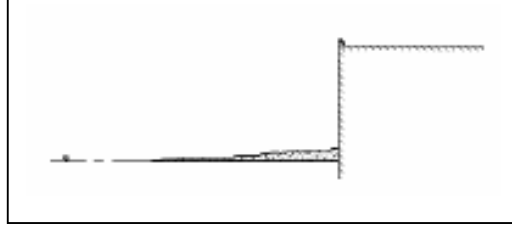
Şekil 2.1 Kıyı duvarlarının sınıflandırılması (Thomas ve Hall, 1992)

Kıyı duvarlarının farklı bir sınıflandırılması ise (CERC, 2001) tarafından

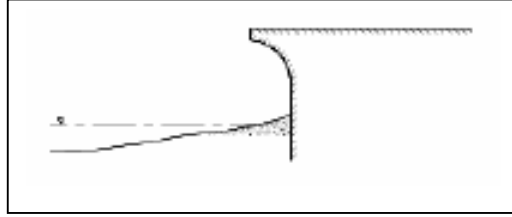
- a) Düşey
b) Eğimli

c) Taş dolgulu

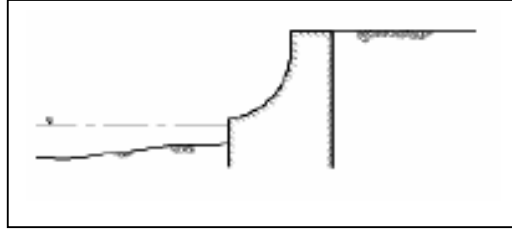
olmak üzere üç ana sınıfta yapılmıştır. Bu üç ana sınıfın altında Şekil 2.2 düşey yüzlü kıyı duvarlarını, Şekil 2.3 eğimli kıyı duvarlarını ve Şekil 2.4 taş dolgulu kıyı duvarlarını detaylı olarak göstermektedir.



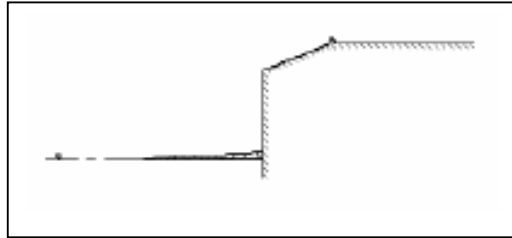
a) Düşey yüzlü kıyı duvarı



b) Saptırcılı düşey yüzlü kıyı duvarı

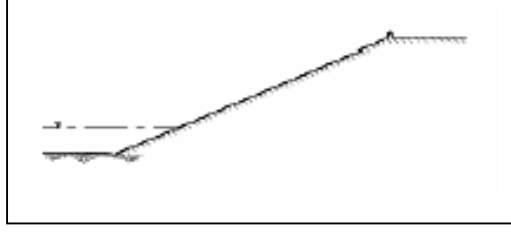


c) Kavisli düşey yüzlü kıyı duvarı

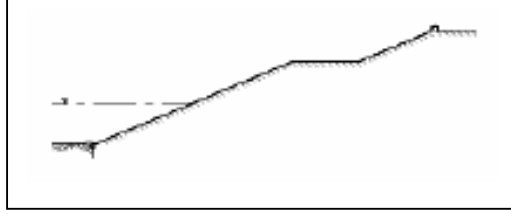


d) Eğimli düşey yüzlü kıyı duvarı

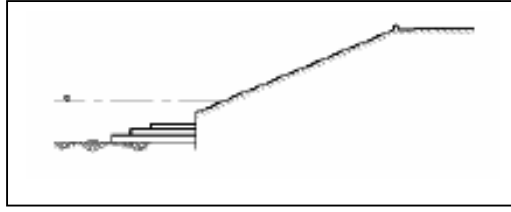
Şekil 2.2 Tipik düşey kıyı duvarları (CEM, 2001)



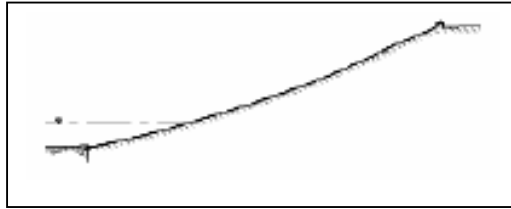
a) Tek eğimli düz kıyı duvarları



b) Çok eğimli kıyı duvarları

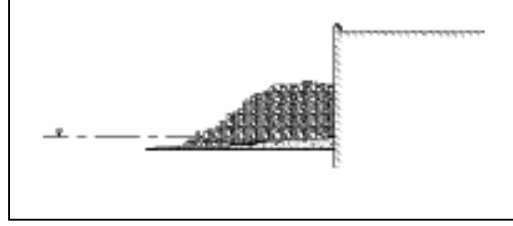


c) Tek eğimli basamaklı kıyı duvarları

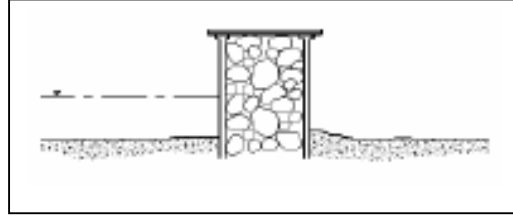


d) Tek eğimli kavisli kıyı duvarları

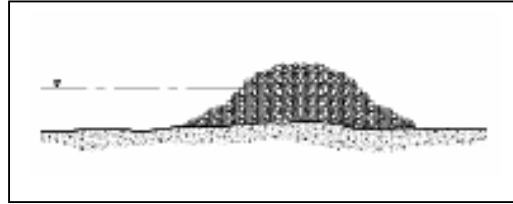
Şekil 2.3 Tipik eğimli kıyı duvarları (CEM, 2001)



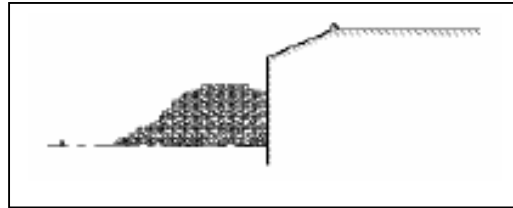
a) Taş dolgulu düşey yüzlü kıyı duvarı



b) Keson kıyı duvarı



c) Taş dolgulu kıyı duvarı



d) Taş dolgulu eğimli düşey yüzlü kıyı duvarı

Şekil 2.4 Tipik taş dolgulu kıyı duvarları (CEM, 2001)

Bu bölümde bahsedilen çeşitli kıyı duvar tiplerine dünyadan örnekler Şekil 2.5’de verilmektedir. Şekil 2.5 a, b, c düşey, Şekil 2.5 d, e, f, g, h eğimli ve Şekil 2.5 ı, j ise kompozit tipli kıyı duvarlarına örneklerdir.



a) Kavisli kıyı duvarı (Great Highway, San Francisco, CA) [5]



b) Düşey-yüzlü kıyı duvarı [4]

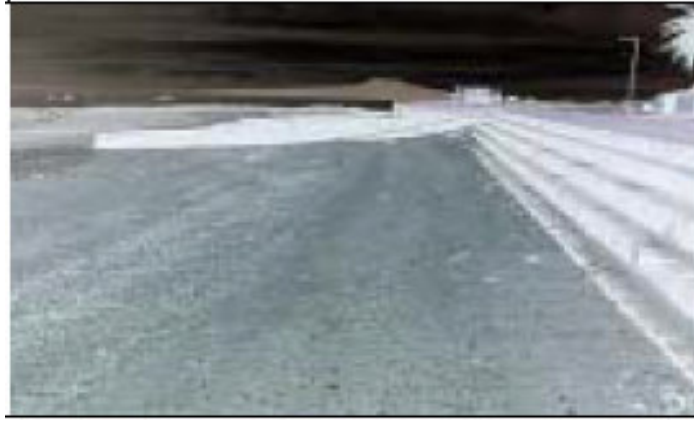


c) Düşey yüzlü kıyı duvarı (Tamaki Estuary) [1]

Şekil 2.5 Kıyı duvarlarına örnekler



d) Taş dolgulu (Anroşmanlı) kıyı duvarı [3]



e) Basamaklı kıyı duvarı (Bucklands Beach) [1]



f) Eğimli ve anroşmanlı kıyı duvarı (Kohimarama) [1]



g) Eğimli kıyı duvarı (Cheltenham Beach) [1]



h) Basamaklı ve kavisli kıyı duvarı (Uk, 2003) [5]



ı) Kavisli ve anroşmanlı kıyı duvarı (Via Gaviota, Aptos) [5]



j) Kavisli ve anroşmanlı kıyı duvarı (Galv) [5]

Şekil 2.5 Devam

2.3 Kıyı Duvarlarında Tasarım Sırasında İzlenecek Yollar

Kıyı erozyonu gibi, problemlerin çözümünde ilk akla gelen genellikle bir yapının inşa edilmesidir. Zorunlu bir acil çözümde koruma yapısı olarak kıyı duvarları tercih edilir, ancak yapının aktif olan kıyı bandında, sağlıklı biçimde hizmet verecek stabiliteye sahip olması gerekmektedir. Bu tip yapılar masif ya da beton bloklu, palplanş, taş dolgu şeklinde oluşturulurlar. Düşey ya da düşeye yakın duvarlar dalga enerjisinin yansımaya sebep olurlar. Duvar önünde artan yörüngesel hızlar erozyona neden olmaktadır. Bunun için duvarın topuğu korunmalıdır. Eğimli yapılar dalga enerjisini sönmölendirecek biçimde yapılsalar dahi, kum tabanda erozyon görülebilmektedir. Çünkü kum tabanda kıyılarda fırtına ve normal profil oluşumlarının bu tip yapılarda etkileşimleri söz konusu olmaktadır. Dalga aşması durumunda duvar gerisinde de erozyon meydana gelebilir. Bu tip yapılar kayma kuvveti ve dönme momentine karşı stabilite sağlanacak şekilde tasarlanmalıdır. Düşey duvar biçiminde imal edilenler dalga enerjisini absorbe edemezler, dalga yansımaya karşı koyabilmek amacıyla eğrisel biçimde ya da basamaklı olarak yüzey oluşturulmaktadır. İnşası dikkat isteyen bu tip yapılar ne yazık ki çoğu kez küçük yükleniciler tarafından inşa edilirler. Tasarım sırasında izlenecek yol aşağıdaki gibidir (Yüksel, 2005).

- Su seviyesi değişimleri belirlenmeli,
- Dalga yüksekliği belirlenmeli,
- Uygun duvar tipi belirlenmeli,

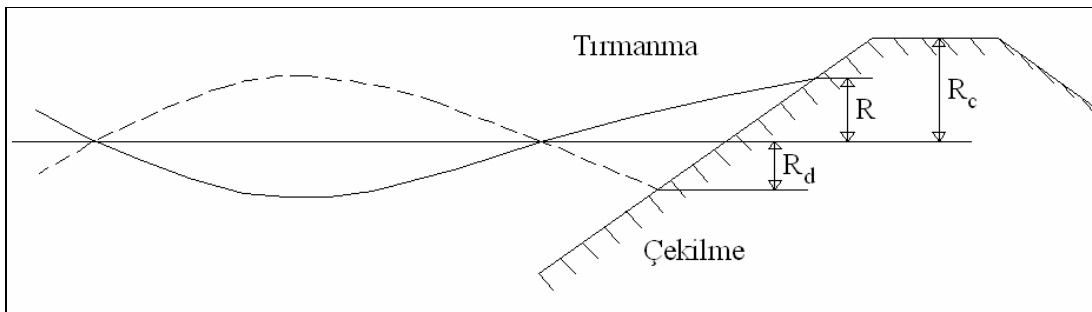
- Temel yapısı tasarlanmalı,
- Kret kotunu belirlemek için tırmanma yüksekliği hesaplanmalı,
- Düşük kretli yapılarda olası üstten aşma miktarı hesaplanmalı,
- Drenaj sistemi planlanmalı,
- Menfez, kanal gibi yapı elemanları ile yerel olarak üstten aşan ya da tırmanan suyun drene edilmesi sağlanmalı,
- Topuk koruması yapılmalı,
- Filtre ve alt tabaka tasarımı yapılmalı,
- Geri dolgu malzemesinin yeterince stabil olması sağlanmalı,
- Alternatif maliyet analizi yapılmalıdır.

2.4 Kıyı Duvarlarının Hidrolik Performansı

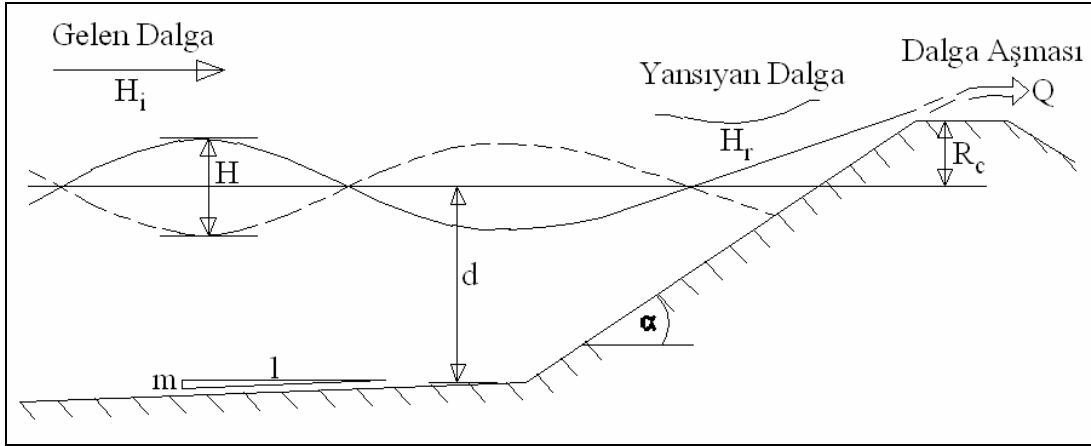
Dalgalar bir kıyı duvarıyla karşılaştıklarında enerjilerini iki temel şekilde kaybederler. Bunlar enerji kaybı ve yansımadır.

Enerji kaybı, suyun kıyı duvarının pürüzlü yüzeyindeki gözeneklerden içeri girip çıkmasıyla ve dalga kırılması nedeniyle oluşan türbülans ile harcanması olarak tanımlanabilir. Hidrolik performans, yukarıda bahsedilen işlemlerin meydana geldiği kıyı duvarındaki etkilerle ilgilidir. Kıyı mühendisliği açısından en önemli etkiler şunlardır;

- Dalga tırmanması (Şekil 2.6)
- Dalga aşması (Şekil 2.7)
- Dalga iletimi
- Dalga yansıması (Şekil 2.7)



Şekil 2.6 Dalganın kıyı duvarına tırmanması ve çekilmesi (Thomas ve Hall, 1992)



Şekil 2.7 Kıyı duvarı üzerinde yansıyan ve aşan dalga (Thomas ve Hall, 1992)

Dalgaların tırmanma, aşma, yansıma ve iletimi aşağıda açıklanan faktörlerden etkilenmektedir;

- Duvarın yapısal formu ve özellikleri; yüksekliği, eğimi, şekli, pürüzlülüğü ve porozitesi
- Kıyı önü eğimi ve seviyesi
- Su seviyesi
- Su derinliği
- Dalga koşulları (yükseklik, periyot)
- Dalga yönü

Dalganın bir kıyıda ya da kıyı duvarı şevinde davranışı açıklanırken kıyı mühendisleri, surf parametresi olarak bilinen boyutsuz Iribarren (I_r) parametresini kullanmaktadırlar. Bu boyutsuz parametre, şev üzerinde kırılan dalganın şiddetini ve şeklini sınıflandırmak amacıyla yaygın olarak kullanılmakta ve ayrıca dalga tırmanması ve yansıması hesaplarında da kullanılabilir. Düzenli dalga koşullarında Iribarren sayısı, I_r şöyle tanımlanmaktadır;

$$I_r = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{(H / L_o)}} \quad (2.1)$$

α , yapının eğim açısı

H , yapıya gelen dalga yüksekliği

L_0 , derin su dalga boyu, $gT^2/2\pi$ ile verilen

T , dalga periyodu

Pürüzsüz, pürüzlü/poroz şevler için I_{rp} sayısının bazı değerleri ile dalga kırılması Çizelge 2.1’de açıklanmıştır.

Çizelge 2.1 Kırılma tipleri

Kırılma tipi	Limit değerler	
	Pürüzsüz şev	Pürüzlü/poroz şev
Plunging	$I_{rp} < 2.5$	$I_{rp} < 2.0$
Plunging/collapsing	$2.5 < I_{rp} < 3.2$	$2.0 < I_{rp} < 2.6$
Collapsing/surging	$3.2 < I_{rp} < 3.4$	$2.6 < I_{rp} < 3.1$
Surging	$3.4 < I_{rp}$	$3.1 < I_{rp}$

Ancak düzensiz dalga şartları için geliştirilmiş Iribarren sayısı, I_{rp} kullanılması gerektiği burada hatırlatılmalıdır.

2.4.1 Dalga Tırmanması

Sakin su seviyesine bağlı olarak bir kıyı duvarı üzerindeki dalgaların maksimum ve minimum seviyelere ulaşması olayı, tırmanma (R) ve çekilme (R_d) olarak tanımlanmaktadır. Tırmanma seviyesi kret hava payını, R_c , geçmesi durumunda dalga aşması meydana gelmektedir.

Düzensiz dalga şartlarında, tırmanma seviyesi dalgalar arasında farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle tipik deniz durumunun özelliklerine göre tırmanmanın ölçüsünü belirlemek çok önemlidir. Üç farklı tırmanma değeri şu şekilde açıklanabilir;

- R , ortalama tırmanma seviyesi (aynı zamanda düzenli dalgaların tırmanması)
- R_s , belirgin tırmanma seviyesi (belirgin dalga yüksekliğine, H_s , benzeyen) en yükseğe tırmanan dalgaların 1/3’ünün ortalaması

- R_2 , dalgaların %2'sinin geçtiği tırmanma seviyesi (Hollanda'da kret seviyesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır ve çok küçük miktarda aşma değerleri olduğu farz edilmektedir).

2.4.2 Dalga Aşması

Dalga aşması en uygun şekilde birim duvar uzunluğunu aşan debi olarak ($m^3/s/m$ birimi ile Q ile gösterilen) tanımlanmaktadır. Belli bir kret seviyesi, saikin su seviyesi ve dalga şartı için Q , ortalama debi olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca aşmaya neden olan dalga sayısı da bazı uygulamalarda kullanılabilir (Thomas ve Hall, 1992).

Kıyı duvarı tasarımını yapan kıyı mühendisleri çoğunlukla aşmayı verilen tasarım dalgası ve su seviyesine göre, belli bir miktarda ya da oranda sınırlandırmak isterler. Kabul edilebilir aşma değerleri için Owen (1980)'in önerilerinden sıklıkla yararlanılmaktadır. Owen (1980) aşağıdaki durumları göz önünde bulundurmuştur;

- Kıyı duvarının arka yüzü ve kronman duvarının stabilitesi
- Kıyı duvarının arkasındaki drenaj kanallarının debi kapasitesi
- Kıyı duvarı arkasındaki sel sularının toplandığı depolar için mevcut hacim hesabı
- Kıyı duvarının gerisindeki bireylere, araçlara ve binalara hasar veya zarar verme olasılığı.

Kıyı duvarlarında dalga aşmasının iki fazda olduğu ifade edilmektedir. Bunlar, püskürme ve kütleli dalga aşmasıdır (Bu iki olay arasındaki farklılıklar kesin olarak açıklanamamıştır). Her iki durumda da dalga etkisi sonucunda kıyı duvarı üzerinden geçen su miktarı söz konusudur. Genel olarak kütleli aşma sebebiyle aşan su hacmi, bazı durumlarda şiddetli püskürme olayları meydana gelmesine rağmen püskürmeden çok daha büyüktür. Hidrolik model deneylerinde (yüzeysel gerilim etkilerine bağlı olan) püskürme doğru olarak benzeştirilememektedir.

Rüzgarın oluşturduğu püskürme nedeniyle kıyı duvarını aşan su hacimlerinin belirlenme yöntemi için çok az kaynak mevcuttur. Tasarımı yapacak olan mühendis, püskürme durumu için çok hassas olmayan bir duvar yapmaya yönelik deneyler üzerinde çalışmalıdır.

Farklı kıyı duvarlarındaki aşma miktarlarının hesaplanması için tahmin yöntemleri oldukça çeşitlilikler göstermektedir. Bazı düşey veya kavisli duvarlar, bazı pürüzsüz/porozitesiz ve pürüzlü veya anroşmanlı şevli yapılar için sadece düzenli dalga deneylerine dayalı yöntemler mevcuttur. Düzensiz dalga deneylerine dayanan tahmin yöntemleri sadece porozitesiz eğimler ve basamaklı kıyı duvarları için mevcuttur (Allsop vd., 2003).

2.4.3 Dalga İletimi

Dalga iletimi, iletilen dalganın yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı veya iletilen dalga enerjisinin gelen dalga enerjisine oranının karekökü olarak tanımlanan iletim katsayısı (K_t) ile karakterize edilmektedir.

$$K_t = \frac{H_t}{H_i} = \sqrt{\frac{E_t}{E_i}} \quad (2.2)$$

Burada H_t iletilen ve H_i gelen dalga yükseklikleri, E_t ve E_i ise sırasıyla iletilen ve gelen dalga enerjileridir. Dalga aşması ($K_{aşan}$) ve dalganın nüfuz etmesi ($K_{nüfuz}$) ile oluşan dalga iletimi için özel iletim katsayıları tanımlanabilmektedir. Fakat uygulamada, aşan dalga ve nüfuz eden dalgalarından kaynaklanan dalga yüksekliğini ($H_t^{aşan}$ ile $H_t^{nüfuz}$) birbirinden ayırt etmek çok zordur. Bu nedenle genel uygulamada K_t ' yi hesaplamak için Denklem 2.2'de verilen formül kullanılmaktadır (CEM, 2003).

Kıyı yapılarının korudukları bölgedeki faaliyetlerin önemine bağlı olarak, yapı arkasına dalga iletimini önleyici çalışmalar önem kazanmaktadır. Mesela yat limanları, konteyner elleçleme faaliyetleri gibi dalga iletiminin hiçbir şekilde istenmediği durumlar bulunmaktadır. Fakat dalga iletiminin tamamen engellenmesi inşaat maliyetlerinin çok yüksek olmasına sebep olacaktır. Diğer bir taraftan kıyı koruması için inşa edilen ardışık dalgakıranlarda bir miktar dalga iletimine, arka tarafta muskaların oluşması için, müsaade edilmektedir. Bu nedenle, farklı tipteki koruma yapılarının dalga iletim katsayıları hakkında doğru bilgi edinebilmek için hidrolik model deneyleri yapılmaktadır.

2.4.4 Dalga Yansıması

Gelen ve yansıyan dalgaların birbirleriyle etkileşimi, genellikle yapı önündeki denizde, küçük deniz araçlarına oldukça büyük zarar veren, dik ve kararsız dalgalar sebebiyle, bir karmaşaya neden olmaktadır. Yansıyan dalgalar, daha önce şiddetli dalga hareketlerine karşı bir koruma yapılmış olan bir liman alanı içine yayılabilirler. Bu etkiler, pik yörüngesel hızların artmasına sebep olarak, taban malzemesinin hareketliliğini arttırmaktadır. Yansıma, açılı gelen dalgaların etkisi ile kıyı akıntılarını ve buna bağlı olarak da katı madde taşınımını arttıracaktır. Tüm kıyı yapıları, gelen dalga enerjisinin bir kısmını yansıtırlar. Bu olay yansıma katsayısı, K_r , ile açıklanmaktadır. Bu yansıma katsayısı yansıyan dalga yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı ya da yansıyan dalga enerjisinin gelen dalga enerjisinin oranının kareköküne eşittir.

$$K_r = H_r / H_i = \sqrt{(E_r / E_i)} \quad (2.3)$$

Düzensiz dalgalar göz önüne alındığında yansıma katsayıları, K_r , gelen ve yansıyan dalga enerjilerini temsil etmek için gelen ve yansıyan belirgin dalga yükseklikleri kullanılarak açıklanabilmektedir (Goda, 2000).

2.4.4.1 Düşey ve Poroz Olmayan Duvarlarda Yansıma

Derin denizdeki düşey, eğimli, kavisli ve diğer porozitesiz tipteki dik eğimli kıyı duvarları gelen dalga enerjisinin %100'ünü yansıtırlar ($K_r=1.0$). Ancak dalga kırılmasına neden olacak kadar yeterince sığ suda dalgalar, şevde ya da duvar üzerinde kırılacağından yansımadan çok önemli enerji kaybı meydana gelecektir. Eğer dalgalar derinlik etkisiyle tam olarak değişmeden bir duvara ulaşıyorlarsa, birim yansıma katsayısı alınmalıdır. Duvar pürüzlülüğünün veya duvar üzerindeki olukların, dalga ile karşılaştırıldığında yeterince büyük olması durumunda, bu yansımayı önemli derecede azaltmaları mümkündür (Tasarım dalga yüksekliğinin H_{10} 'dan büyük olması durumunda) (CEM, 2003).

2.4.4.2 Pürüzsüz ve Porozitesiz Şevli Yapılarda Yansım

Porozitesiz ve şevli yüzeye sahip kıyı duvarları, dalga dikliği ve duvar eğimine bağlı olarak, düşey duvara göre daha az yansımaya neden olurlar. Porozitesiz eğimli yapılardaki dalga yansımalarının tahmininde en uygun bilgiler Seelig (1983) tarafından ortaya konmuştur. Seelig (1983) aşağıdaki ifadenin kullanımını tavsiye etmektedir:

$$K_r = \frac{aIr^2}{Ir^2 + b} \quad (2.4)$$

1:6 veya daha dik ve pürüzsüz eğimler için $a = 1.0$, $b = 5.5$ değerleri alınmaktadır (CEM, 2003).

2.4.4.3 Tam Pürüzlü ve Porozitesiz Eğimli Yapılarda Yansım

Genel olarak pürüzlü ve geçirgen olmayan eğimin yine ona benzer pürüzlü olmayan bir eğimden çok daha az dalga enerjisini yansıtacağına inanılmaktadır. Pratikte ise model deneylerde ölçülen azalmaların daha az olduğu kanıtlanmıştır. Öyleyse belirli model deneyleri olmadıkça kullanılan K_r değerlerinin düz bir eğime göre daha az olması gerektiği düşünülebilir (CEM, 2003).

2.4.4.4 Basit Pürüzlü Poroziteli Eğimli Yapılarda Yansım

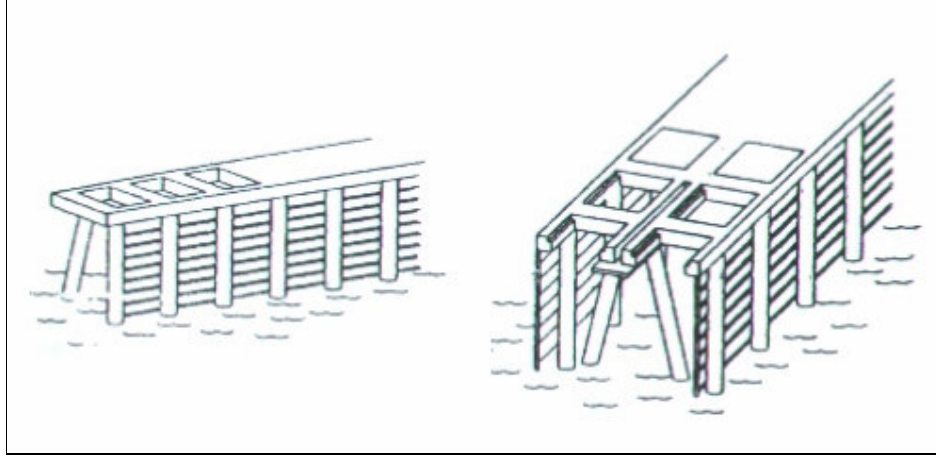
Düzensiz dalga deney sonuçlarının son değerlendirmeleri Allsop (1990) tarafından, a ve b katsayılarına alternatif değerler üretmek için Denklem (2.4) kullanılmıştır. Bazı deney verileri çok farklı yollarla elde edilmektedir bu yüzden bazı konfigürasyon analizlerinde kullanılan Ir sayısı değeri Ir_p ile verilmektedir (Denklem (2.5, 2.6)) (CEM, 2003).

$$Ir_p = \frac{\tan \alpha}{S_p^{1/2}} \quad (2.5)$$

$$S_p = \frac{2\pi H_s}{gT_p^2} \quad (2.6)$$

3. PERFORE KIYI YAPILARINDA YANSIMA VERİMLİLİĞİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Düşey bir yüzeyden dalga yansımalarını azaltmanın yolu, duvar üzerinde enerjinin kaybına neden olan boşlukların olması veya eğimli olması ile sağlanabilir. Allop ve Hettiarachchi (1988, 1989) tarafından incelenen bazı yapı tipleri boşluklar veya bölmeler içerirken, düşey bir duvarın ana özelliklerini de kaybetmemişlerdir. Bu bölme veya boşluklar duvarın yüzeyine entegre edilebilir, veya duvarda ayrı bir bölme oluşturulabilir. Bunlar düşey duvarın önüne geçirgen bir perfore duvar (veya duvarları) eklemek şartıyla yapılabilir (Şekil 3.1). Buna alternatif olarak, duvar açık bir çelik veya ahşap kazık kafesi içinde bulunan koruyucu tabakayı oluşturan kaya veya beton blok ünitelerden oluşabilir (Allsop, 1995).



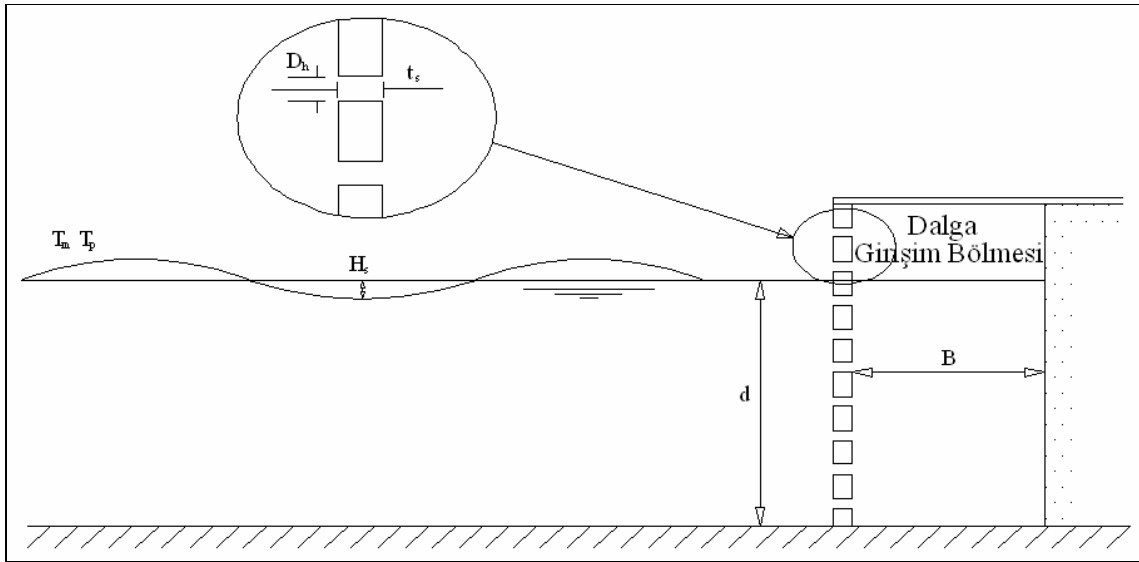
Şekil 3.1 Tekli ve çiftli perfore duvarlar (Allop ve Hettiarachchi (1988, 1989))

3.1 Tekli veya Çoklu Perfore Duvarlar

Limanlarda kullanılan en basit dalga sönümleyici düşey duvarlar, aralarında küçük açıklıklar olan çelik veya ahşap kazıklar, beton veya ahşap sütunlar gibi elemanlardır (Şekil 3.1). Kazık çerçeve, dalgaların ve şamandıraya bağlanan teknelerin neden olduğu dalganın yükünü de taşımaktadır. Yükleri taşıması için bu kazıkların kullanılması aynı yapıda iki veya daha fazla perfore duvarın olmasına da izin verebilir. Tekli veya çoklu perfore duvarlara pratik örnekler Noble (1979), Weckman (1983) ve Gardener ve Townend (1988) tarafından tanımlanmıştır.

Tek bir perfore duvar tek başına gelen dalga enerjisinin ancak rölatif olarak az bir kısmını sönümlendirmektedir. Çoğu yansıtılmakta veya iletilmektedir.

Genel kullanımda en basit çoklu perfore duvarlar, geçirimli bir ön duvarı geçirimsiz bir duvardan Şekil 3.2’de gösterilen B boşluğuyla ayıran yapılardır. Gelen dalga boyu olan L_i ’nin yaklaşık olarak % 25’ine denk gelen bir boşluk için, ön duvardan içeri geçen dalgalar arka yüzeyden yansıyarak tekrar ön duvara geri dönmektedir. Allsop ve Kalmus (1985), Allsop ve Steele (1990), Allsop ve Beresford (1993), Allsop ve McBride (1994), Allsop vd. (1994a) tarafından perfore duvarların yansıma özelliklerinin sayısal modellemesi için yapılan laboratuvar deneyleri, en düşük K_r değerlerinin genellikle 0.15 ile 0.25 arasında verildiğini ortaya koymuşlardır.



Şekil 3.2 Tek bölmede dalga sönümlemesi (Allsop vd., 1985, 1994)

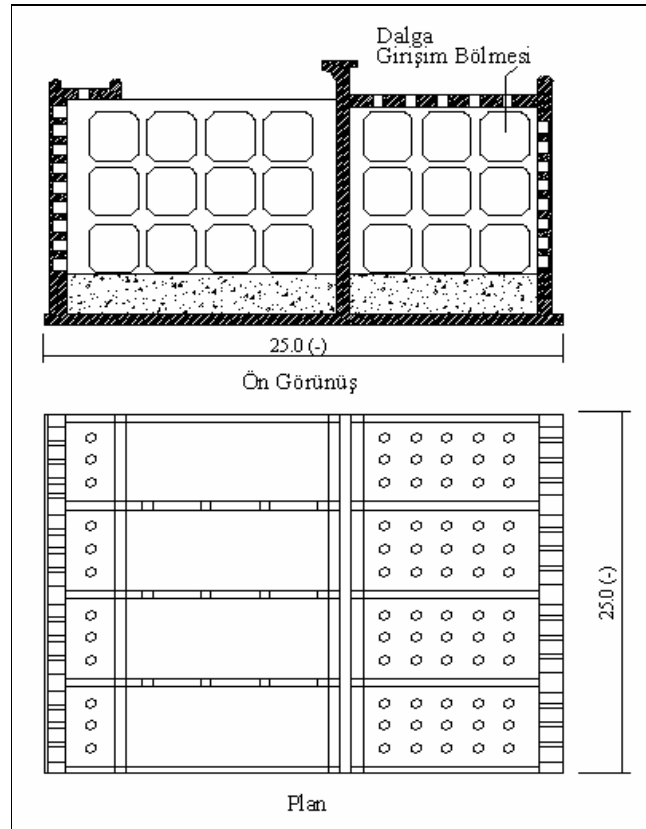
Normal yansıma performansı $K_r < 0.40$ için, $B / L_i = 0.12 - 0.30$ olduğu durumlarda perfore duvar porozitesi $P = \% 15$ ile $\% 25$ arasında olmaktadır. Yüzeydeki deliklerin sayısı ile perfore duvarın kalınlığının, K_r 'yi etkilediğine dair bazı kanıtlar bulunmuştur. Allsop vd. (1994a) tarafından yapılan çalışmalarda delik konfigürasyonunun etkisinin, perfore duvar açıklık oranı B / L_i veya porozitesi P 'den çok daha az etkili olduğu ifade edilmiştir.

Üç veya daha fazla perfore duvar ile ilgili tartışmalar ve deneysel çalışmalar yapılmış olmasına rağmen pratik uygulamaları oldukça azdır. Noble (1979) ile Weckman vd., (1983) ABD’de iki veya daha fazla çoklu perfore duvar kullanarak dalga sönümleyici yapılar inşa

etme ve kullanma konusuna eğilmişlerdir, fakat bunun karmaşıklığı nedeniyle ABD’de veya başka yerlerde bundan başka çok az sayıda referans vardır.

3.2 Geçirgen Yüzeyli Kesonlar

En basit dalga sönümleyici kesonlar yukarıda tanımlanan çiftli perfore duvar ile aynı prensibe göre çalışmaktadır. Kaymaya karşı koymak için ağırlık kullanılması yapının en az iki bölmeyi bir araya getirmesine yol açmaktadır, burada deniz suyu dalgalar halinde perfore bir ön yüzeye çarpar, ve ikinci bölmede de kayma veya devrilmeye karşı yeterli ağırlığın olmasını sağlamak için kum, kaya veya beton balastla doldurulur. Denize bakan yüzeyinden yatay veya düşey deliklerden, veya dairesel ya da dikdörtgen deliklerden sızma olabilir. Girişim bölmesinin genişliği yine gelen dalga boyunun 0.50 ile 0.25’idir, bu da yansımanın sönümlenebilmesi için ideal olandır. Enerji kaybını arttırmak için iki veya daha fazla girişim bölmesi kullanılabilir.



Şekil 3.3 Tam genişlikli boşluklu keson (Canel, 1994)

Tanimota ve Goda (1991a; 1991b) çiftli silindirik kesonlar ve yatay eksen yarı-silindirler de dahil, bir takım perfore kesonlar tanımlamışlardır. Canel (1994) alternatif bir dikdörtgen perfore keson şeklinin detaylarını vermişlerdir, burada ana enerji kaybı bölmesi kesonun tam genişliğine eşittir, ve denge bölmesi taban üzerinde oluşmuştur. Bu ilke Dieppe’de (Fransa) kullanılan kesonlarda genişletilmiştir. Burada Şekil 3.3’de görülen ikinci bir perfore bölme liman alanı içindedir. Tek bölmeli kesonun benzer fakat daha basit bir şekli Allsop ve Steele (1990) ile Allsop ve Beresford (1993) tarafından Cardiff Körfezi’ndeki yeni liman için denenmiştir. Bu tip yapılar, gel-git seviyesinin yüksek olduğu, fakat dalga yüksekliğinin ve dolayısıyla dalga kuvvetlerinin rölatif olarak küçük olduğu yerlerde muhtemelen en uygun çözümdür.

3.3 Kıyı Yapılarında Yansımaların Azaltılması

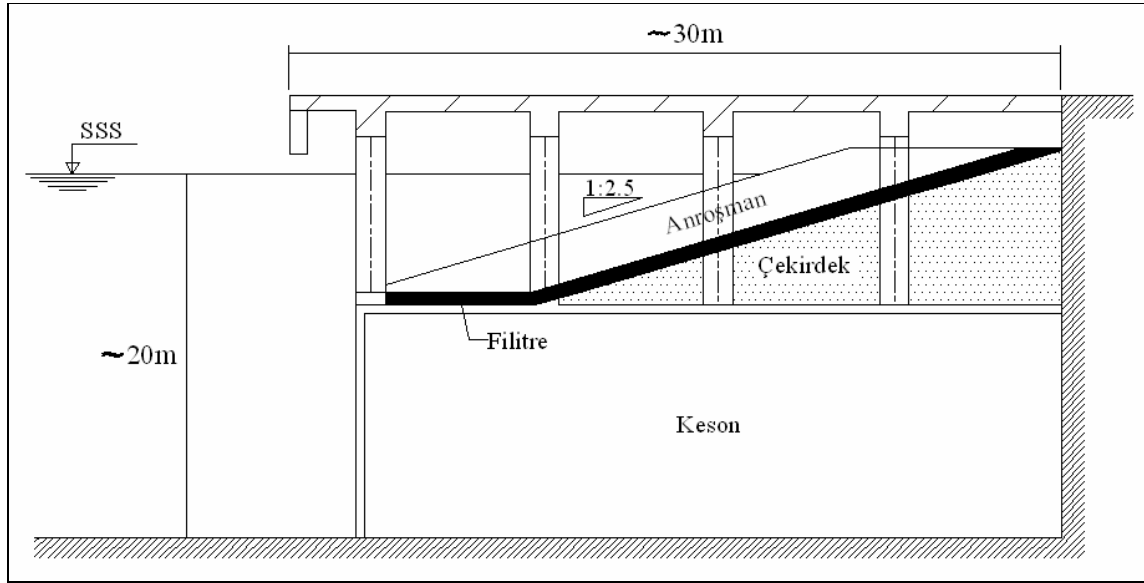
Enerjiyi yansıtmak yerine enerji kaybının sağlanması için mevcut bir yapının şeklini değiştirmeye yarayacak çok az pratik yöntem vardır. En basit değişiklik muhtemelen mevcut duvarın önüne bir perfore duvarın eklenmesidir. Perfore duvarlar bir dalgakıran veya kıyı duvarı ve/veya kazıklar tarafından desteklenmelidir. Yansıma performansı perfore duvarın duvardan olan uzaklığı, B ve duvar porozitesi, P tarafından belirlenmektedir.

Buna çok benzer bir değişiklik, kıyı duvarının önüne boşluklu beton kafes sütunlar eklemek suretiyle de yapılabilir. Bunlar doğrudan mevcut duvara bağlı olabilirler. Yine yansıma performansı boşluklu blokların performansı olacaktır.

Alternatif olarak, duvarın denize bakan yüzüne anroşman dolgu da oluşturulabilir. Bu dolgu kaya veya prekast beton elemanlardan yapılabilir (dolosse ve tetrapod gibi). Bu çözüm genel olarak dalga yansımalarını azaltmakta etkili olmakla beraber, koruyucunun tepesi ve su seviyesinin bazı kombinasyonlarında dalgaların duvardan aşmasını arttırabilir. Eğim yapılması da denizciler tarafından pek tercih edilmemektedir, çünkü suyun içindeki batık elemanlar/yapılar denizciler için tehlike arz edebilmektedir.

Bir rıhtım alanını gerektiği yerde, kazıklar tarafından desteklenen koruyucu eğim platformu üzerine inşa edilebilir. Bu tasarım taş dolgudan oluşan bir şevin dalga sönümleyici özellikleriyle düşey yüzeyli bir yapının pek çok pratik avantajını bir araya getirir. Allsop’un

(1990) sunduğu çalışmalar böyle bir yapının yansımaya özelliklerinin koruyuculu bir eğiminkilere çok benzer özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 3.4 Bir kısmı su altında olan keson üzerinde kazıklı rıhtım (Allsop, 1990)

Daha karmaşık bir alternatif Şekil 3.4’de gösterilmiştir. Burada anroşman ile oluşturulmuş şevin bir kısmı su altında olan keson üzerinde inşa edilmiştir. Kesonun kullanımı ihtiyaç duyulan eğimin uzunluğunu azaltmıştır, ve gereken kazıkların uzunluğunu da azaltmıştır, dolayısıyla rıhtım döşemesinin deprem yükleri altındaki stabilitesini önemli ölçüde artırmaktadır. Ne var ki böyle yapılardan yansımalar dalgalar ile karmaşık girişimlerden etkilenirler: yerel su derinliği, keson ve şev eğimleri, ve kret gibi. Bu nedenle bu şekildeki bir yapının yansımaya özellikleri sadece basit ampirik yöntemler ile karşılaştırmak suretiyle önceden tahmin edilemez.

3.4 Yansımaya Özellikleri

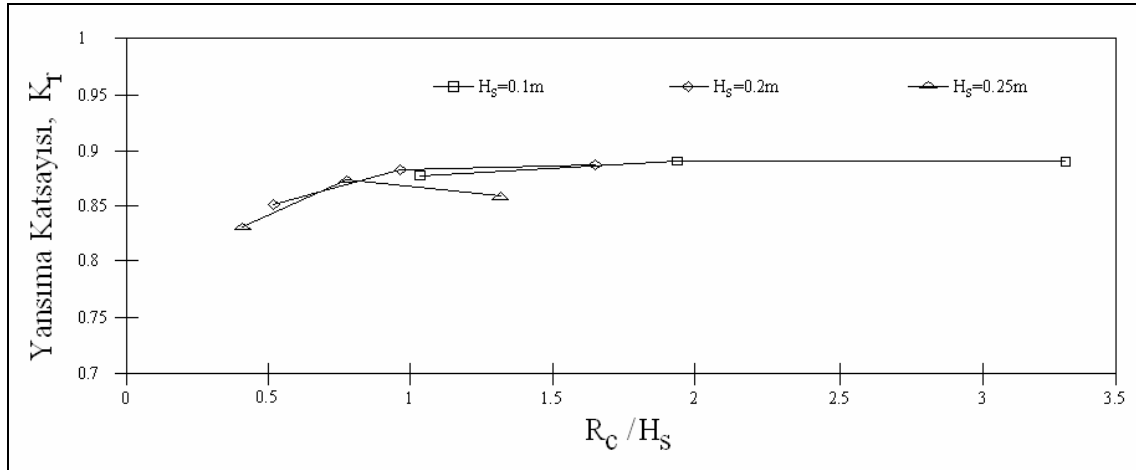
Çeşitli yapıların yansımaya özellikleri; biçim, porozite, şev eğimi, iç akım bölmeleri veya boşlukların olup olmaması ve dalganın yapıyı aşma derecesi gibi parametrelerle belirlenir. Belli koşullar altındaki gerçek yansımaya performansı; gelen dalga yüksekliği (H_s), ortalama veya pik dalga periyotları (T_m ve T_p), spektrum şekli ve yerel su derinliği (d) gibi parametrelerden etkilenmektedir. Bunlar arasında en önemlileri dalganın dikliği ve yerel dalga boyudur.

Pek çok dalgakıranın ve benzeri kıyı yapılarının yansımaya özellikleri, düzenli veya düzensiz dalga koşulları altında yapılan hidrolik deneyler sonucu tespit edilmektedir. Yansıyan dalgalar dalgaların geldiği tarafa yerleştirilen dalga ölçerler yardımıyla hesaplanmaktadır. Düzensiz dalgalarındaki çoğu ölçümde, üç dalga ölçerden oluşan sistemler kullanılmaktadır, dalga ölçerler genellikle yapıdan 1-2 dalga boyu uzağa yerleştirilmektedir. Bunlar belli bir yapıdaki ve çeşitli dalga koşullarındaki dalga yansımalarının doğru olarak belirlenmesini sağlamaktadır. Ancak modelin sonuçlarını etkileyebilecek önemli model veya ölçek etkilerini bertaraf etmek için modelin gerçekçi bir boyutta yapılması gerekmektedir.

Matematik modellerdeki son gelişmeler çeşitli yapı tipleri için hidrolik performans değerlendirmelerinin daha hızlı yapılmasını ve güvenilir olmasını sağlamaktadır. Bu modellerin çok azının sonuçları gerçek verilerle karşılaştırılarak geçerliliği ispatlanmıştır. Sonuçta pek çok tahmin modelleri, fiziksel model veya doğadaki yansımaya ölçümleri ile elde edilmiş ampirik formüllere dayanmaktadır.

3.4.1 Düşey Duvarlardan Yansımaya

Allsop vd.'nin, (1994) yapmış oldukları yansımaya ölçümlerinin sonuçları, rölatif su seviyesinin biraz etkili olduğunu ve dalganın dikliğinin ise daha az etkili olduğunu göstermiştir. Pek çok durumda K_r 0.85 ile 0.90 arasındadır, burada gelen dalga yüksekliği veya periyodun rölatif olarak az etkili olduğu, rölatif hava payı yüksekliğinin, Şekil 3.5'de gösterildiği gibi, daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.



Şekil 3.5 Rölatif hava payı yüksekliğinin yansımaya üzerine etkisi (Allsop vd., 1994)

Su seviyesinin arttırılması daha düşük hava payına neden olmaktadır. Dolayısı ile üstten aşmanın artması yansımaları azaltmaktadır. Bu da Şekil 3.5’de gösterildiği gibi, K_r ’nin değerlerinin R_c / H_s düzeylerini düşürmesi sonucunu doğurmuştur. Çok basit bir tahmin yöntemi ise (3.1) ve (3.2) ifadeleri ile verilmektedir.

$$K_r = 0.79 + 0.121R_c / H_s \quad R_c / H_s < 1.0 \text{ olduğu durumlarda} \quad (3.1)$$

$$K_r = 0.90 \quad R_c / H_s > 1.0 \text{ olduğu durumlarda} \quad (3.2)$$

3.4.2 Basit Perfore Duvarlardan Yansım

En basit perfore duvar düşey perfore plakalardan ya da basit sıra halindeki elemanlardan oluşmaktadır. Böyle duvarlar kazık dizileri tarafından oluşturulabilir, bazı araştırmacılar bu konfigürasyona çok önem vermişlerdir. Uygulamada kazıkları bu şekilde aralarında küçük sabit boşluklar bırakarak çakmak çok zor ve pahalı olduğundan tüm pratik uygulamalarda perfore duvarları kazıklar üzerindeki çerçevelere bağlanmak suretiyle oluşturulmaktadır.

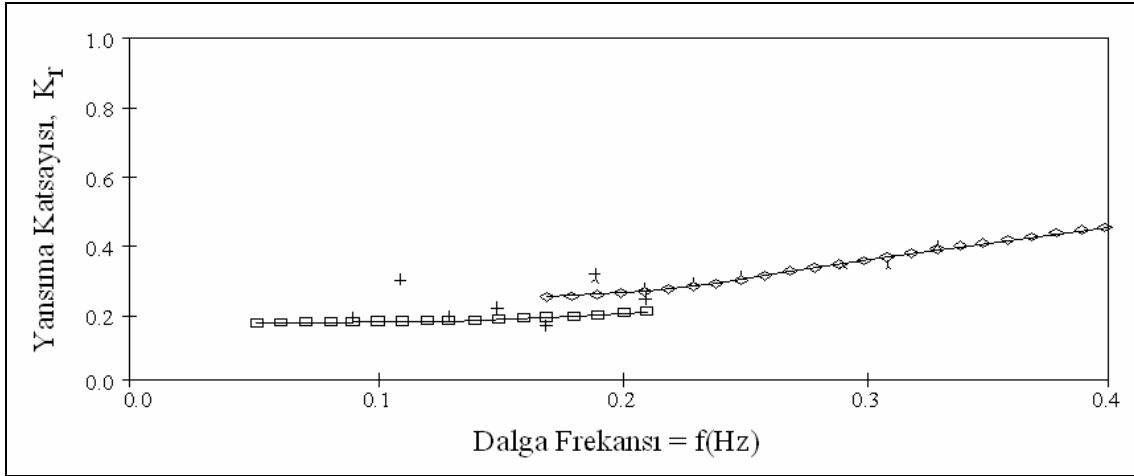
Perfore duvarların yansım ve iletim performansları üzerinde geniş çalışmalar yapılmıştır, ancak bunlar genellikle dalga etkilerinin sayısal modellerini geliştirmeye yönelik çalışmalar şeklinde olmuştur. Ancak, bu modellerin pek azı gerçekte uygulanmıştır. En yeni çalışmalar Hagiwara (1984), Bennet vd. (1992) ve Losada vd. (1993) tarafından tartışılmıştır.

McBride ve Allsop’un (1993) düşey dalgakıranlar üzerine yapılan bir Avrupa Birliği Projesindeki (MCS projesi) çalışmalar çeşitli deneylerin verilerini bir araya getirmiştir, ve Bennet vd.’nin (1992) ve daha sonra McBride vd.’nin (1994) geliştirdiği sayısal modelleri kullanarak yapılan tahminleri deney sonuçları ile karşılaştırmışlardır.

3.4.2.1 Tek Perfore Duvar

Bennet vd.’nin (1992) geliştirdiği sayısal model BARRIER I tek bir poroziteli düşey perfore duvarın iletim ve yansım performansını tahmin etmek için kullanılabilir. Model, poroziteli ön perfore duvarın her iki yüzündeki akışı tanımlamak için, perfore duvar üzerindeki hız ve sürekliliğe bağlı koşullar ile poroziteli perfore duvarı geçen akışın koşullarını karşılaştırarak, viskozitesiz doğrusal teoriyi kullanmıştır.

Modelin gelişimi sırasında, bu modelin tahmin ettiği yansımalar Allsop ve Kalmus'un (1985) fiziksel model deney sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır, bu karşılaştırmalar da perfore duvar debi katsayısı K_q 'yi hesaplamak için kullanılmıştır. K_r 'nin $P = \% 21$ porozitesine sahip tek bir perfore duvar için f sıklığına karşı örnek ölçümleri, Şekil 3.6'da sayısal model kullanılarak aynı dalga koşulları için yapılan tahminlere karşılık tek tek noktalar olarak gösterilmiştir. İki tahmin çizgisi farklı dalga spektrumları için eşleşmektedir.

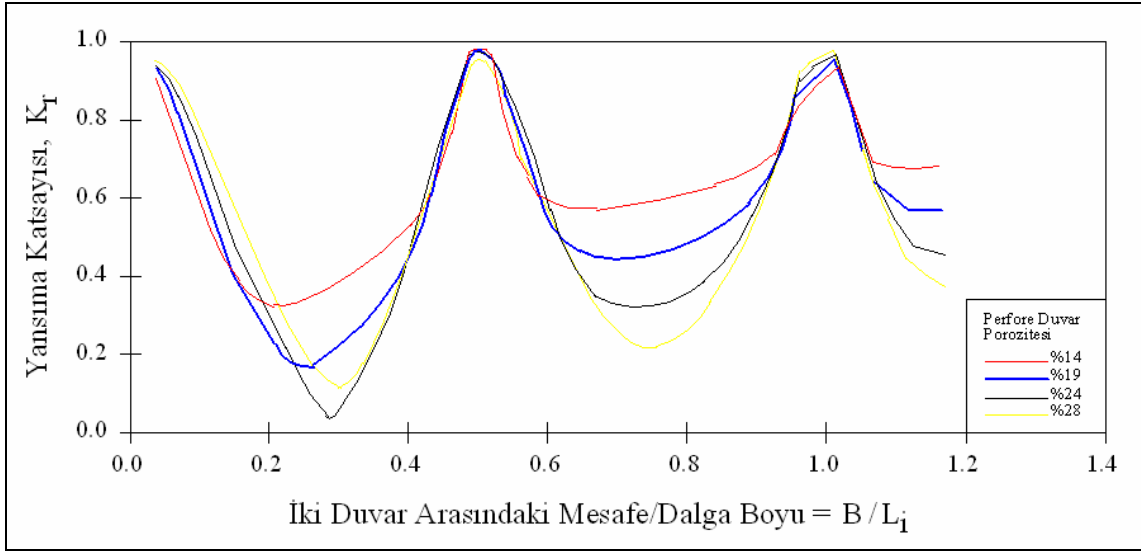


Şekil 3.6 Tek perfore duvarın yansımaya özellikleri, sayısal ve fiziksel model sonuçlarının karşılaştırması (Allsop ve Kalmus, 1985)

3.4.3 Boşluklu Bölmeler ve Çoklu Perfore Duvarlardan Yansımaya

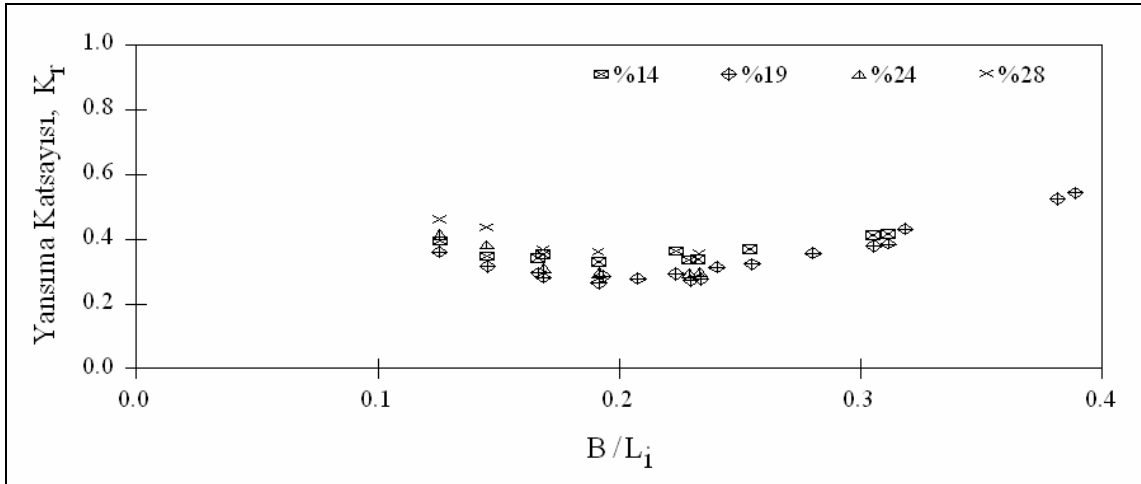
3.4.3.1 Boşluklu Bölmeler ve Çiftli Perfore Duvarlar

İki boyutlu dalga kanallarında çeşitli porozitelere ve boşluklara sahip çiftli perfore duvarlarda yansımaya özellikleri Allsop ve Hettirarachchi tarafından (1988, 1989) ortaya konulmuştur. Bu şekildeki ölçümlerin genel eğilimi Bennett'in çiftli perfore duvardan yansımaları da kapsayacak şekilde geliştirilen sayısal modelde iyi şekilde tanımlanmıştır. Bu geliştirilen model, BARRIER II, rölatif perfore duvarlar arasındaki mesafe/dalga boyunun beklenen etkisini tekrar ürettiği gibi, porozitenin etkisini de yeniden tanımlamıştır. $P = \% 14 - \% 28$ porozitesi için elde edilen sayısal model tahminleri Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Burada K_r rölatif perfore duvar açıklık oranına, B / L_i , karşı işaretlenmiştir. Hesaplamalar en düşük yansımaya katsayılarının $B / L_i = 0.25$ ve 0.75 , en yükseklerinin ise $B / L_i = 0.5$ ve 1.0 düzeyinde oluştuğunu göstermiştir.



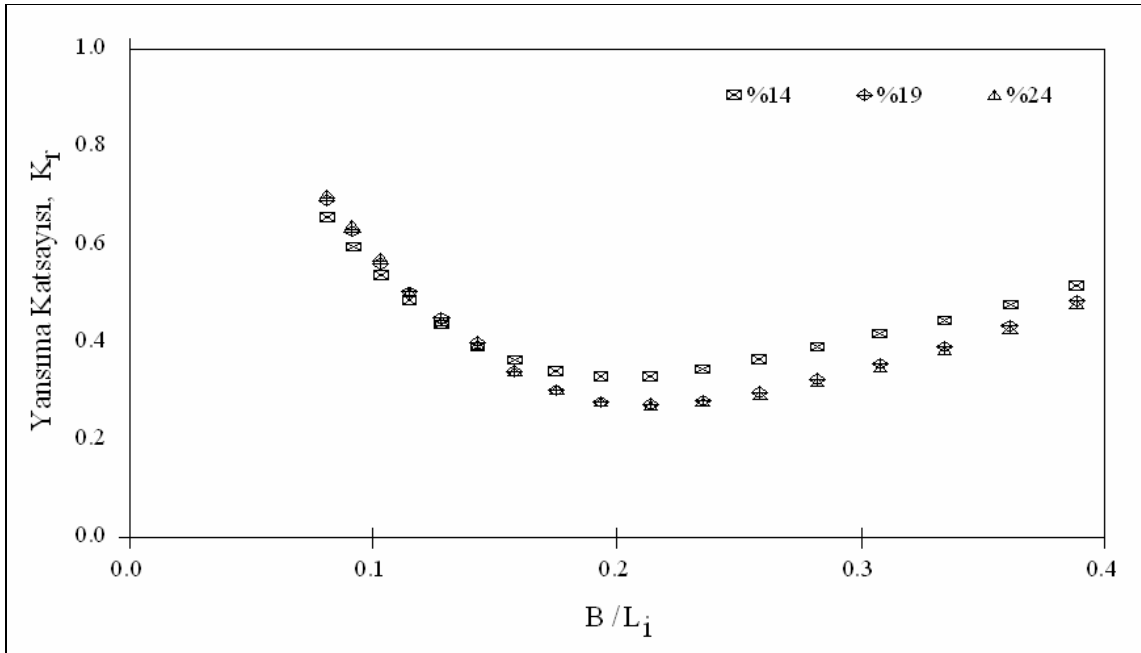
Şekil 3.7 İkili perfore duvar için sayısal model sonuçları (Bennett vd., 1992)

Şekil 3.7'de çalışılan rölatif açıklık oranının, B / L_i , uygulamada olacağından çok daha geniştir. Kıyı mühendisliğinde inşaat maliyetinin yüksek olması ve limanlardaki yer kısıtlılığı bu yapıların mümkün olduğu kadar küçük olmasını gerektirmektedir. B minimumda olmalı, dolayısıyla tüm yapının genişliği de asgaride tutulmalıdır. Dolayısıyla esas ilgi alanı $0.1 > B / L_i > 0.3$ aralığında yoğunlaşmakta ve yansım özelliklerinin elde edildiği en pratik örnekler bu aralıkta yer almaktadır.



Şekil 3.8 Çiftli perfore duvarlarda ölçülen yansımalar (Allsop vd., 1985, 1990, 1993)

Çiftli perfore duvarlardan ve perfore keson dalgakıranlardan yansımalar Plymouth ve Cardiff limanları için Allsop ve Kalmus (1985), Allsop ve Steele (1990) ve Allsop ve Beresford (1993) tarafından ölçülmüştür. Örnek sonuçlar Şekil 3.8’de gösterilmiştir ve sayısal model kullanarak ona eşdeğer bir tahmin de Şekil 3.9’da verilmektedir. Dikkate alınan porozite aralıklarının ($P = \% 15 - \% 30$) üzerindeki düzeylerde yansıma performansı oldukça iyi tanımlanmıştır. Çiftli perfore duvarlar için fiziksel süreçlerin bazıları, özellikle perfore ön duvar üzerindeki dalga girişimini etkileyen bu şekildeki sayısal modellerde tekrar üretilmemektedir. Bu modeller fiziksel model deneylerine göre hesaplanabilse de, örneğin debi katsayısı K_d ’yi ayarlamak gibi, basit ampirik yöntemlerin uygun tahminler verebileceği pek çok durum mevcuttur.



Şekil 3.9 Çiftli perfore duvarlar için sayısal model tarafından tahmin edilen yansımalar (Allsop vd., 1985, 1990, 1993)

Bir veya iki girişim bölmesine sahip kesonların son yapılan parametrik deneylerinin Allsop ve McBride (1994) ve Allsop vd. (1994) tarafından ortaya koyulan sonuçları, yukarıda açıklanan yansıma karakterlerine uygundur. Sonuçların elde edilebildiği aralığı $0.06 < B / L_i < 0.4$ olarak genişletmişlerdir. Bu deneylerin ve Cardiff kesonun deneylerinin Şekil 3.10’da bir arada verilen sonuçları da iki bölme oluşturmak için $\% 20$ ’lik iki perfore duvarın kullanılmasının, tek bir perfore duvar ve bir arka duvardan oluşan tek bir geleneksel dağıtım duvarından çok da iyi sonuç vermediğini göstermiştir.

McBride vd.'nin (1994) geliştirdiği ve Allsop vd.'nin (1994) de tartıştığı yeni bir tahmin ifadesi, perfore keson ve perfore duvarın yansıma performansını (3.3) ifadesinde tanımlamaktadır.

$$K_r = \sin \left\{ k_c \left[\left(B_w / L_i \right) - k_x \right]^2 \right\} + k_y \quad (3.3)$$

k_c , eğri şeklini belirler; düşük değerler (600) ‘u’ biçiminde bir eğri ortaya çıkarır, yüksek değerler ise (900) daha dik ‘v’ şeklinde eğriler ortaya çıkarır,

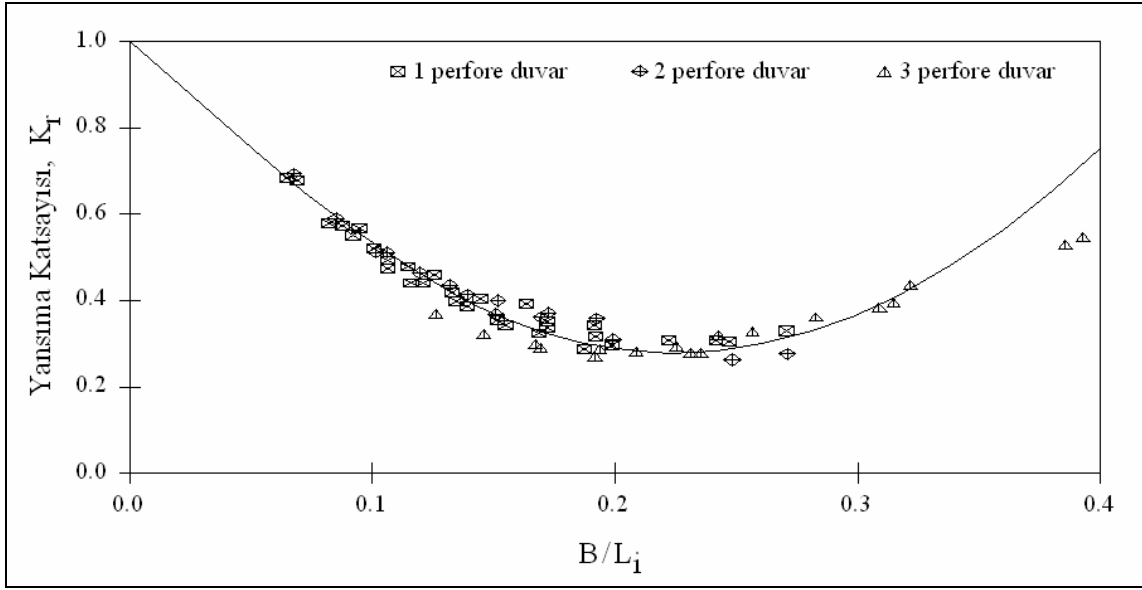
k_x , en düşük noktada en düşük K_r değerine karşılık gelen B / L_i değerini belirler,

k_y , en düşük K_r değerini verir.

Allsop vd.'nin (1994) test ettiği diğer değişiklikler benzer eğriler üretmek için analiz edilmiştir, ve denklem (3.3) için katsayılar da elde edilerek Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1 Denklem (3.3)’de deneyi yapılan duvar konfigürasyonları için katsayılar

Perfore Duvar	Delik Çapı	Eğri	K_c	K_x	K_y
Tek	Perfore duvar kalınlığı	1	910	0.23	0.28
Tek	2x(perfore duvar kalınlığı)	2	780	0.22	0.32
Çift	Perfore duvar kalınlığı	3	750	0.25	0.27
Çift	2x(perfore duvar kalınlığı)	4	750	0.25	0.28



Şekil 3.10 Çiftli ve üçlü perfore duvarlarda ve perfore kesonlardan yansımalar (Allsop vd., 1994)

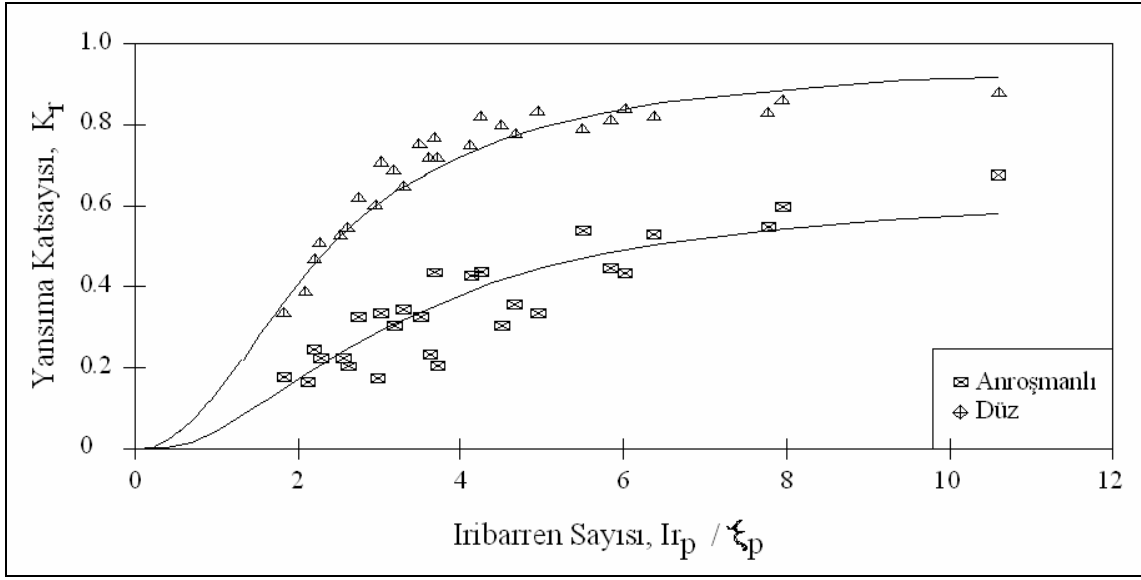
3.4.3.2 Boşluklu Beton Bloklar

Boşluklu beton blok çeşitlerinin yansıma özellikleri, çiftli perfore duvarlarınkilerle rölatif olarak benzerdir. Hiçbir genel yöntem yoktur, böylece her bir yapı tipinin yansıma özellikleri kendilerini geliştirenler tarafından gerçekleştirilen fiziksel model ölçümlerine dayalı olarak verilmektedir. Yansıma katsayıları daha önce iki ve üç bileşenli perfore duvarlar için gösterilenlere oldukça yakındır.

3.4.4 Taş Anroşmanlı Eğimli Yapılardan Yansıma

Eğimli yapılardan yansıma düşey yapılardan daha az şiddetli olmaktadır. Anroşmanlı ve pürüzsüz eğimlerin yansıma özellikleri eğim üzerinde dalga'nın kırılmasına bağlıdır, ve surf parametresi veya $\xi_p = Ir_p = (\tan \alpha / s_p)^{0.5}$, $s_p = 2\pi H_s / g T_p^2$ olarak tanımlanan ξ_p veya Ir_p Iribarren sayısıyla ilgilidir.

Pürüzsüz veya anroşmanlı eğimli yapılardan yansımalar Seelig (1983) tarafından geliştirilen (2.4) denklemi ifade ile verilmiştir.



Şekil 3.11 Düz ve anroşmanlı eğimlerin yansıma özellikleri (Seelig, 1983)

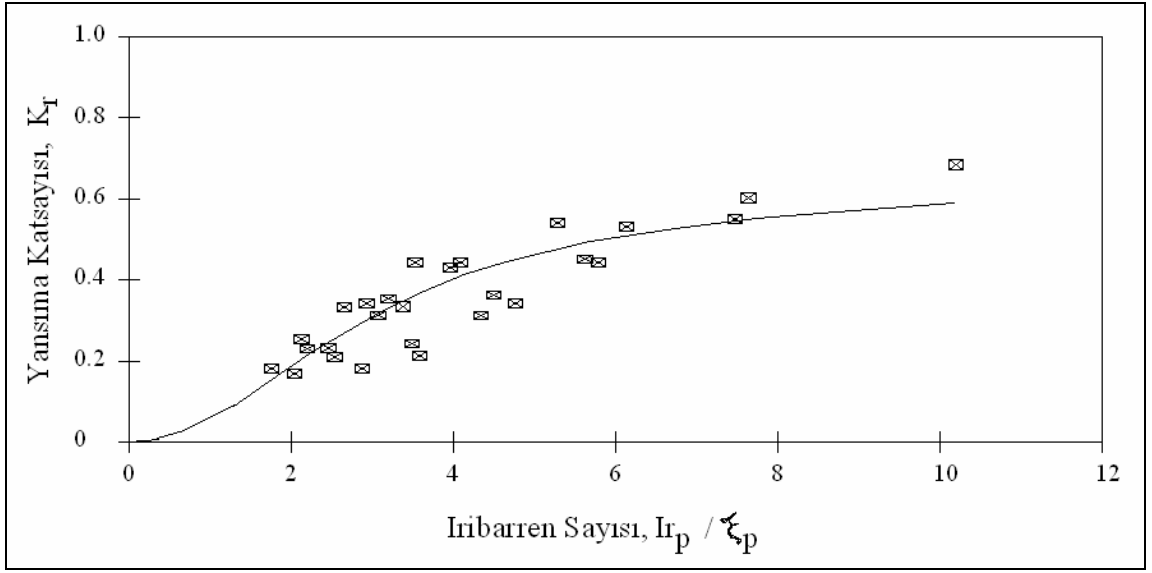
Bu denklem daha sonra Allsop (1990) tarafından düzensiz dalgalar için uyarlanmıştır. Allsop ve Channel'in (1989) yapmış olduğu deneyler ve Allsop (1990) tarafından sunulan çalışmada pürüzsüz ve anroşmanlı şevler için a ve b katsayılarını türetmiştir, burada dalga koşulları $0.004 < s_p < 0.052$ ve $0.6 < H_s / \Delta D_{n50} < 1.9$ dur.

Şekil 3.11'deki düz ve anroşmanlı şevler için ifadeler sırasıyla denklem (3.4) ve (3.5)'de verilmiştir:

$$K_r = 0.96 \xi_p^{-2} / (4.80 + \xi_p^{-2}) \quad (3.4)$$

$$K_r = 0.64 \xi_p^{-2} / (8.85 + \xi_p^{-2}) \quad (3.5)$$

Allsop ve Channel (1989) koruyucu tabakada kullanılan eleman boyutu ile elemanların tek veya çift tabaka olarak yerleştirilmesinin etkisini de ortaya çıkarmışlardır. Daha büyük anroşmanlı tabakalar için denklem (2.3)'de $a = 0.64$ ve $b = 7.22$ olan şevlerden yansımalar Şekil 3.12'de gösterilmiştir.



Şekil 3.12 Büyük kaya anroşmanların yansıma üzerindeki etkisi (Allsop ve Channel, 1989)

4. HİDROLİK MODEL DENEYLERİ

4.1 Hidrolik Model Tasarımı

Kıyı yapılarının planlanması ve tasarımındaki problemlerin teorik çözümlerinin tam olarak yapılabilmesinin neredeyse imkansız olmasından dolayı hidrolik modelleme bu tip yapıların tasarım ve planlaması için bir çözüm yöntemidir.

Hidrolik modellemede amaç, modeli yapılan elemanların doğada gösterdikleri davranışların aynısını laboratuvar ortamında oluşturup gözlemlemektir. Model ve prototip arasındaki benzerlik üç şartın sağlanması ile mümkündür. Bunlar; geometrik, kinematik ve dinamik benzerliklerdir. Geometrik benzerlik modeldeki ve prototipteki karşılıklı uzunlukların belirli oran veya oranlarda olmasıdır. Kinematik benzerlik ise model ve prototip etrafındaki akışkanın veya katı cisimlerin, homolog noktalardaki hız ve ivmelerinin belirli oranlarda olması neredeyse imkansızdır. Bu nedenle modelde hakim olan kuvvetlere bağlı olarak çeşitli modelleme kuralları geliştirilmiştir.

Model çalışmalarında ölçek ne kadar büyürse, sonuçlardaki hassasiyet de o derece fazla olur. Fakat büyük ölçekli modellerin de bazı dezavantajları söz konusudur. Bunlar işletme ve inşaat masraflarının artması ve gerekli sürenin uzamasıdır. Diğer taraftan ölçeğin çok küçük olması durumunda yüzey gerilimi ve sürtünme kuvvetleri dalga hareketini etkileyebilir. Bu nedenle model ölçeği prototipin boyutlarına ve mümkün olan deney ekipmanlarının hassasiyetine göre belirlenmelidir.

4.2 Deney Sistemi ve Ölçüm Yöntemleri

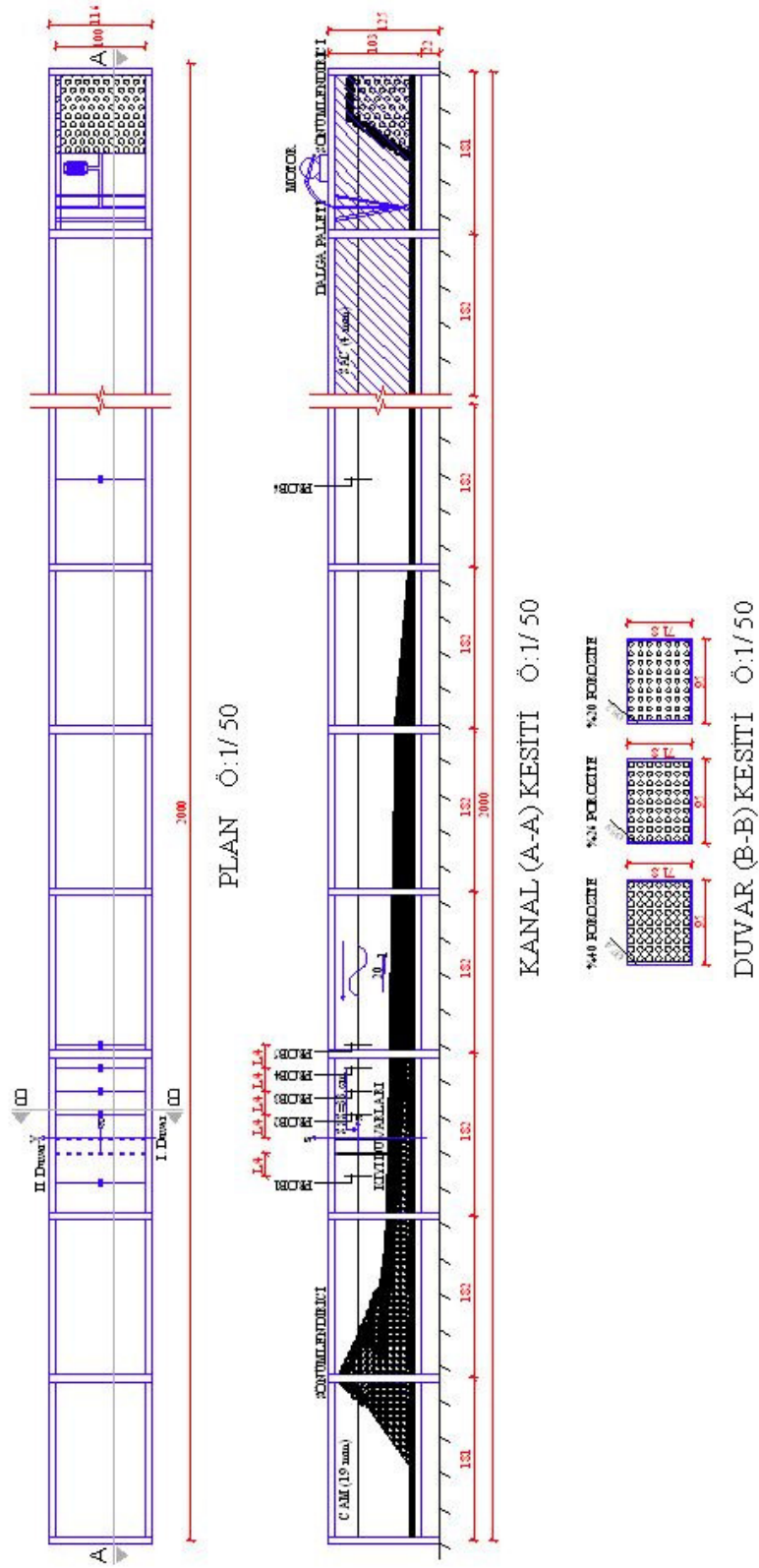
Bu bölümde deney sisteminin kurulması, ölçme teknikleri ve yapılan deneylerden bahsedilecektir. Deneyler Yıldız Teknik Üniversitesi Hidrolik ve Kıyı-Liman Laboratuvarında kurulu olan iki-boyutlu düzenli dalga kanalında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Genel görünüm

4.2.1 Dalga Kanalı

Çiftli perfore yapıların hidrolik performans deneylerinin yapıldığı dalga kanalı, 1 m genişliğinde, 1 m yüksekliğinde ve 20 m uzunluğunda iki boyutludur. Kanalin 14 m uzunluğu boyunca her iki kenarı 19 mm kalınlığında camdan olup, 6 m uzunluğu ise 4 mm kalınlığında sacdan yapılmıştır. Kanal tabanında 1/20 oranında eğim bulunmaktadır (Şekil 4.2).



Dalgalar, 1/20 eğimli tabanın bitiminde 9.5 m mesafede olan ve bir eksantrik yardımı ile doğru akım motorunun miline bağlanan tabana mafsallı bir palet ile üretilmiştir. İstenilen yükseklik ve periyottaki dalgalar, bu doğru akım motoruna giden akımı düzenleyen ve kumanda eden redresör ve eksantrik yardımıyla üretilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Redresör ve eksantrik

İstenilen dalga yüksekliği eksantriğin içinde bulunan ölçekteki rakamlara göre aşağı yukarı hareketle ve istenilen dalga periyodu ise eksantriğin hemen arkasındaki duvara monte edilmiş olan redresör yardımıyla paletin devri ayarlanarak elde edilmektedir.

Kanalda oluşan yansımaları en aza indirmek için kanalın her iki tarafına dalga sönümlendiricileri yerleştirilmiştir (Şekil 4.4- Şekil 4.5).



Şekil 4.4 Şev üzerindeki dalga sönümlendiricileri



Şekil 4.5 Dalga üreticinin arkasındaki dalga sönümlendiricileri

4.2.2 Deneyde Kullanılan Ekipmanlar

Dalga kanalında üretilen dalgalar ikiz çubuk elektrotlu (prob) bir sistem yardımıyla ve CLE3 C30 model 8 çıkışlı bir dalga monitörü ile ölçülmüştür (Şekil 4.6).

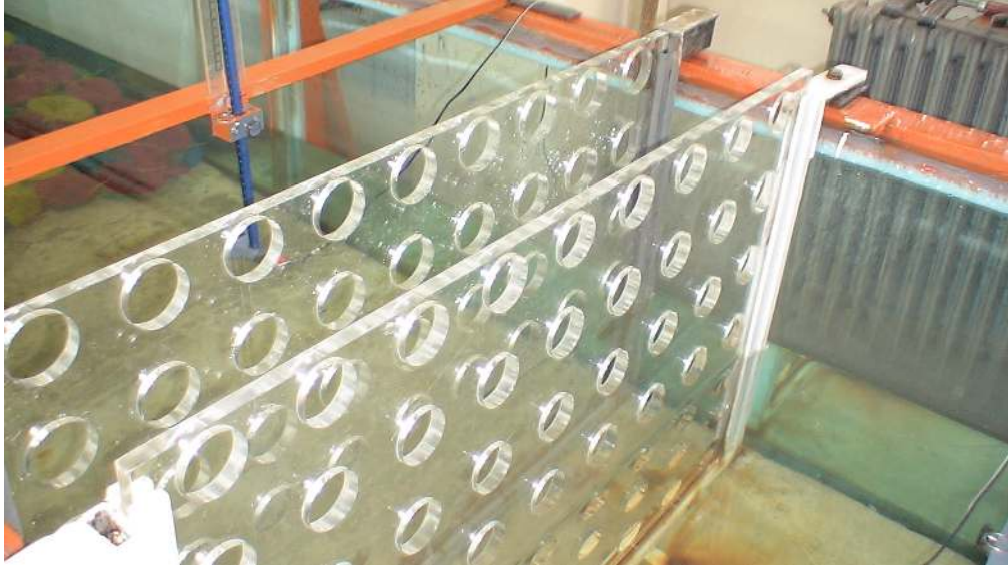


Şekil 4.6 Dalga monitörü

Bu sistemin çalışması elektrotlar arasındaki suyun devreyi tamamlaması ve su seviyesinin alçalıp yükselmesi sırasında direncin değişmesi prensibine dayanmaktadır. Dalga monitörü vasıtasıyla yapılan ölçümler HRWaveData - veri eldesi ve analizi yazılım programının 3.0 sürümü kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

HRWaveData, hidrolik modeller için kullanılan analog veri sinyallerinin elde edilmesi ve analizi için tasarlanmış bir programlar bütünüdür. Bu program özellikle dalga ölçüm problemleri için uygun olan bir kalibrasyon yöntemini, bir analiz paketleri takımı ve sınırlı sayıdaki parametrelerin gerçek zamanlı analizleri ile veri elde etme yöntemini kapsamaktadır. Bu analiz paketleri spektral ve istatistik analiz yöntemlerini ayrıca yansıma analiz yöntemi ile bir çıktı veri değerlendirme yöntemini içermektedir.

Düşey perfore kıyı duvarların hidrolik performansında yansıma ve iletimi ölçmenin amaçlandığı deneylerde, düşey perfore duvar modeli olarak üç farklı porozitede 150 mm kalınlığında pleksiglassdan yapılmış plakalar kullanılmıştır. Perfore duvarların poroziteleri %40, %26 ve %20 olarak seçilmiştir. Pleksiglass model düzeneğindeki poroziteyi sağlayan boşluklar dairesel olarak seçilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Pleksiglassdan yapılmış dairesel perfore kıyı duvarı modeli

4.2.3 Deney Ölçüm Yöntemleri

4.2.3.1 Dalga Ölçümleri

Ortalama dalga yükseklikleri ve dalga periyodunun elde edildiği HRWaveData, temel analiz yöntemi dalga spektrumu ve bununla ilişkili spektral parametreleri üretmek olan bir spektrum analiz programıdır. İstatistik analiz yöntemi su seviyesinin sıfırı aşağı kesme yöntemi temeline dayanmaktadır. Spektrum analizi, ölçülen kalibre edilmiş belli zaman serilerindeki verileri, buna karşılık gelen spektrumu elde etmek için frekans alanına dönüştürmektedir. Bu spektrum lineer sistemler için güçlü bir analiz aracıdır. Çünkü çoğu sıklıkla kullanılan tasarım parametreleri bu yöntemle doğrudan hesaplanabilmektedir.

Spektrumu hesaplamak için Hızlı Fourier Dönüşüm (Fast Fourier Transform, FFT) algoritması kullanılmaktadır. FFT, N sayıdaki veri değerlerinin zamansal kayıtlarını alır ve örnekleme frekansını ikiye bölmek için sıfır aralığının üzerine eşit olarak yerleştirilmiş frekanslara sahip farklı (ayrık, kesikli, discrete) $N/2$ sayıdaki sinüs dalgasına eşitler.

Dalga kanalında, kanalın kısıtlı uzunluğundan kaynaklanan geri-yansımaları önleyebilmek için kanalın her iki tarafında sönümlendiriciler kullanılmıştır. Fakat düşey bir duvarla çalışılmasından ötürü oluşacak yansımaların ölçüm sonuçlarını etkilememesi için HRWaveData programının tavsiye ettiği en düşük süre esas alınarak program çalıştırılmıştır.

Şekil 4.8 Düşey bir duvarda yansıyan dalga ile şekillenen duran dalga (Yüksel vd., 1998)

Çizelge 4.1 Dalga kanalında gelen dalga karakteristikleri

No	Dalga periyodu, T(sn)	Dalga Yüksekliği, H_i (cm)	Gelen Dalga Boyu, L_i (cm)	Gelen Dalga Dikliği, H_i/L_i (-)
1	0.8	8.8	106	0.08
2	0.9	7.6	119	0.06
3	0.9	9	119	0.08
4	0.9	10.4	123	0.08
5	1.0	7.4	136	0.05
6	1.0	8.5	136	0.06
7	1.0	10.1	136	0.07
8	1.0	13.6	147	0.09
9	1.0	12.3	152	0.08
10	1.1	14.7	165	0.09
11	1.1	8.3	165	0.05
12	1.2	12.7	172	0.07
13	1.2	8.2	180	0.05
14	1.2	11.3	172	0.07
15	1.2	14.8	180	0.08
16	1.2	9.1	180	0.05
17	1.2	16.2	189	0.09
18	1.3	14	198	0.07
19	1.3	4.9	198	0.02
20	1.3	7.2	209	0.03
21	1.4	4.9	221	0.02
22	1.4	12.1	221	0.05
23	1.5	13.3	234	0.06
24	1.5	4.8	250	0.02
25	1.5	6.2	234	0.03
26	1.5	8.4	234	0.04
27	1.5	9.5	234	0.04
28	1.5	11.3	234	0.05
29	1.5	15.1	250	0.06
30	1.5	17.3	250	0.07
31	1.5	17.6	250	0.07
32	1.6	15.1	268	0.06
33	1.6	4.9	268	0.02
34	1.6	14.9	268	0.06
35	1.7	3.5	290	0.01
36	1.7	10.1	290	0.03
37	1.7	13.3	290	0.05
38	1.8	3.9	290	0.01
39	1.8	7.3	290	0.03
40	1.8	8.5	316	0.03
41	1.9	9.5	316	0.03
42	2.0	4	350	0.01
43	2.0	7	350	0.02
44	2.0	16.7	350	0.05
45	2.1	7.6	350	0.02
46	2.1	10.6	350	0.03
47	2.1	12.4	350	0.04
48	2.2	14.3	396	0.04
49	2.2	15	396	0.04

4.2.3.2 Yansima Hesapları

Çiftli perfore duvarların hidrolik performans hesaplamalarında gerekli yansima katsayıları, doğrudan HRWaveData programında mevcut olan bir hazır hesap yöntemi ile yapılmıştır. Yansima analizi, aralarındaki mesafe belli olan ve hepsi aynı su derinliğinde bulunan 4 prob da ölçülen dalga yüksekliklerine göre yapılmaktadır. Belirlenen prob aralıkları için geçerli frekans aralığı bu yöntemde gösterilmekte ayrıca gelen ve yansıyan dalga spektrumu gibi yansima katsayısı da hesaplanmaktadır.

Yansima analizi yöntemi için kullanılan teori, ağırlıklı katsayılar kullanılarak isteğe göre belirlenen sayıda ve herhangi bir şekilde dizilen dalga ölçerler vasıtasıyla yüzey su değişimlerinin zaman serileri kullanılarak yansıyan ve gelen dalgaları ayırt etmek için en küçük kareler yöntemi kullanan Isaacson (1991) yaklaşımına dayanmaktadır.

Ölçümde elde edilen verilerin zaman serileri, her biri bir öncekinin %50'sinin üzerine getirilen veri blok sayılarına bölünmektedir. Yansima analiz yöntemindeki ortalama sayı, her bir bloktaki veri noktaları sayısıdır. Tüm bu FFT'lerden alınan bir ortalama ve her bir veri bloğu için bir FFT analizi yapılmaktadır. Yansima analizi, gelen ve yansıyan dalga spektrum enerjisini ve yansima katsayısını, geçerli frekans aralığı üzerine yayılan frekanslardan hesaplamaktadır. Aynı zamanda yansıyan ve gelen dalga enerjileri oranı ile yansima katsayısını hesaplamaktadır.

4.3 Boyut Analizi

Ölçü birimlerine tabi olan fiziksel büyüklüklere boyutlu büyüklükler (hız, ağırlık vs.), ölçü birimlerinden tamamen bağımsız olan büyüklüklere ise boyutsuz büyüklükler (açı gibi) denir. Ancak bilindiği gibi tabiatta bütün olaylar insanların kurmuş olduğu birim sistemlerinden bağımsız olarak meydana geldiği için, boyut analizinin amacı bir fiziksel olaya etki eden birçok parametreyi boyutsuz sayılarla ifade etmektir (Yüksel, 2005).

İkili perfore düşey kıyı duvarlarında dalga yansıması ve iletimini kapsayan hidrolik performansın araştırıldığı bu çalışmada etkili parametreler Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Yapılan deneysel çalışmadaki etkili parametreler

	Parametre	Sembol	Birim	Boyut
Akımı karakterize eden değişkenler	Gelen dalga yüksekliği	H_i	m	L
	Yansıyan dalga yüksekliği	H_r	m	L
	İletilen dalga yüksekliği	H_t	m	L
	Dalga boyu	L	m	L
	Su derinliği	d	m	L
Akışkanı karakterize eden değişken	Akışkanın özgül kütlesi	ρ	kg/m^3	ML^{-3}
Yapıyı karakterize eden değişkenler	Yapı porozitesi	P	m/m	-
	İki duvar arasındaki mesafe	B	m	L
Diğer değişkenler	Yerçekimi ivmesi	g	m/s^2	LT^{-2}

Bu deneysel çalışmada etkili olan değişkenlerin sayısını azaltmak ve bağımsız değişkenleri boyutsuz formda elde etmek için yukarıdaki değişkenlerden ρ , g ve H_i tekrarlanan değişkenler olarak seçilmiştir. Burada boyut analizi için Buckingham π teoremi uygulanmıştır. Bu yöntemle göre fiziksel sistemdeki etkili parametreler şöyle sıralanmıştır:

$$f(H_i, H_r, H_t, L, d, \rho, g, P, B) = 0 \quad (4.1)$$

Burada 9 adet değişken ve 3 adet ana boyut (ρ , g ve H_i) olduğu için 6 adet boyutsuz parametre elde edilecektir.

$$f_1(\pi_1, \pi_2, \pi_3, \pi_4, \pi_5, \pi_6) = 0 \quad (4.2)$$

$$\pi_1 = \rho^{x_1} g^{y_1} H_i^{z_1} H_r \quad (4.3)$$

$$\pi_2 = \rho^{x_2} g^{y_2} H_i^{z_2} H_t \quad (4.4)$$

$$\pi_3 = \rho^{x_3} g^{y_3} H_i^{z_3} L \quad (4.5)$$

$$\pi_4 = \rho^{x_4} g^{y_4} H_i^{z_4} d \quad (4.6)$$

$$\pi_5 = \rho^{x_5} g^{y_5} H_i^{z_5} B \quad (4.7)$$

$$\pi_6 = P \text{ (P, parametresi boyutsuz olduğu için)} \quad (4.8)$$

Her parametreyi temsil eden boyutlar bağıntıda yerine yazılır.

π_1 için,

$$M^0 L^0 T^0 = (M / L^{-3})^{x_1} (LT^{-2})^{y_1} L^{z_1} L \quad (4.9)$$

Bu eşitlikten x_1 , y_1 ve z_1 sayıları hesaplanarak π_1 elde edilmiştir.

$$\text{Buna göre } \pi_1 = \frac{H_r}{H_i} \quad (4.10)$$

π_2 için,

$$M^0 L^0 T^0 = (M / L^{-3})^{x_2} (LT^{-2})^{y_2} L^{z_2} L \quad (4.11)$$

$$\text{Buna göre } \pi_2 = \frac{H_t}{H_i} \quad (4.12)$$

π_3 için,

$$M^0 L^0 T^0 = (M / L^{-3})^{x_3} (LT^{-2})^{y_3} L^{z_3} L \quad (4.13)$$

$$\text{Buna göre } \pi_3 = \frac{L_i}{H_i} \quad (4.14)$$

π_4 için,

$$M^0 L^0 T^0 = (M / L^{-3})^{x_4} (LT^{-2})^{y_4} L^{z_4} L \quad (4.15)$$

$$\text{Buna göre } \pi_4 = \frac{d}{H_i} \quad (4.16)$$

π_5 için

$$M^0 L^0 T^0 = (M / L^{-3})^{x_5} (LT^{-2})^{y_5} L^{z_5} L \quad (4.17)$$

$$\text{Buna göre } \pi_5 = \frac{B}{H_i} \quad (4.18)$$

$$\pi_6 = P \quad (4.19)$$

Böylece yukarıdaki işlemler sonucunda çiftli perfore düşey kıyı duvarlarında dalga iletimi ve yansımaları içeren hidrolik performans için etkili olan boyutsuz parametreler bulunmuştur.

$$f\left(\frac{H_r}{H_i}, \frac{H_t}{H_i}, \frac{L_i}{H_i}, \frac{d}{H_i}, \frac{B}{H_i}, P\right)$$

Bu ifadenin düzenlenmesi ve boyutsuz büyüklüklerin kendi aralarında bazı işlemlere tutulmaları ile aşağıdaki ifadeler elde edilir ;

$$\frac{H_r}{H_i} = f_2\left(\frac{H_t}{H_i}, \frac{L_i}{H_i}, \frac{d}{H_i}, \frac{B}{H_i}, P\right)$$

$$\frac{H_t}{H_i} = f_3\left(\frac{H_r}{H_i}, \frac{L_i}{H_i}, \frac{d}{H_i}, \frac{B}{H_i}, P\right)$$

$$\frac{H_r}{H_i} = f_4\left(\frac{H_t}{H_i}, \frac{B}{L_i}, \frac{d}{H_i}, P\right) = f_4\left(\frac{H_t}{H_i}, \frac{B}{L_i}, \frac{H_i}{d}, P\right)$$

$$\frac{H_t}{H_i} = f_5\left(\frac{H_r}{H_i}, \frac{B}{L_i}, \frac{d}{H_i}, P\right) = f_5\left(\frac{H_r}{H_i}, \frac{B}{L_i}, \frac{H_i}{d}, P\right)$$

Buradaki boyutsuz parametreler sırasıyla;

$$\frac{H_r}{H_i}, \text{ yansıma katsayısı, } K_r$$

$$\frac{H_t}{H_i}, \text{ iletim katsayısı, } K_t$$

$$\frac{H_i}{d}, \text{ rölatif dalga yüksekliği}$$

$$\frac{B}{L_i}, \text{ rölatif açıklık oranı}$$

P , yapının porozitesi

Boyut analizinden görüldüğü gibi çok sayıda değişkenin etkili olduğu bu problemde elde edilen anlamlı boyutsuzlar kullanılarak bir seri deneysel çalışma ile çiftli perfore düşey duvarlardaki yansıma ve iletim performansları incelenecektir.

5. DENEYSEL ÇALIŞMA ve SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmanın amacı; kırılmayan dalga şartları altında ve farklı dalga karakteristiklerinde çiftli perfore duvarların düzenli dalga şartlarında hidrolik performansının araştırılmasıdır. Duvarların hidrolik performansı duvarların geçirimsizliği, yansıma özelliği ve üstten aşma olarak dikkate alınmaktadır. Ancak bu çalışmada duvarlarda üstten aşma etkisi ihmal edilerek sadece yansıma ve iletim açısından değerlendirme yapılabilmesi için duvarlar yeterli yükseklikte yapılmıştır.

Deneylerde taban eğimi ve su derinliği sabit tutularak farklı porozitelere sahip çiftli kıyı duvarlarının çeşitli yerleştirme kombinasyonları için duvarlar arasındaki mesafe rölatif açıklık oranı dikkate alınarak değiştirilmiştir, gelen dalga boyu, L_i ile boyutsuzlaştırılmıştır. Çeşitli periyot ve yükseklikteki dalgalar için rölatif açıklık oranlarında, B/L_i , iletilen ve yansıyan dalga ölçümleri yapılmıştır. Dolayısıyla tüm deneylerde oluşturulan tek farklılık, kıyı duvar modellerindeki poroziteler ve iki duvar arasındaki mesafelerdir.

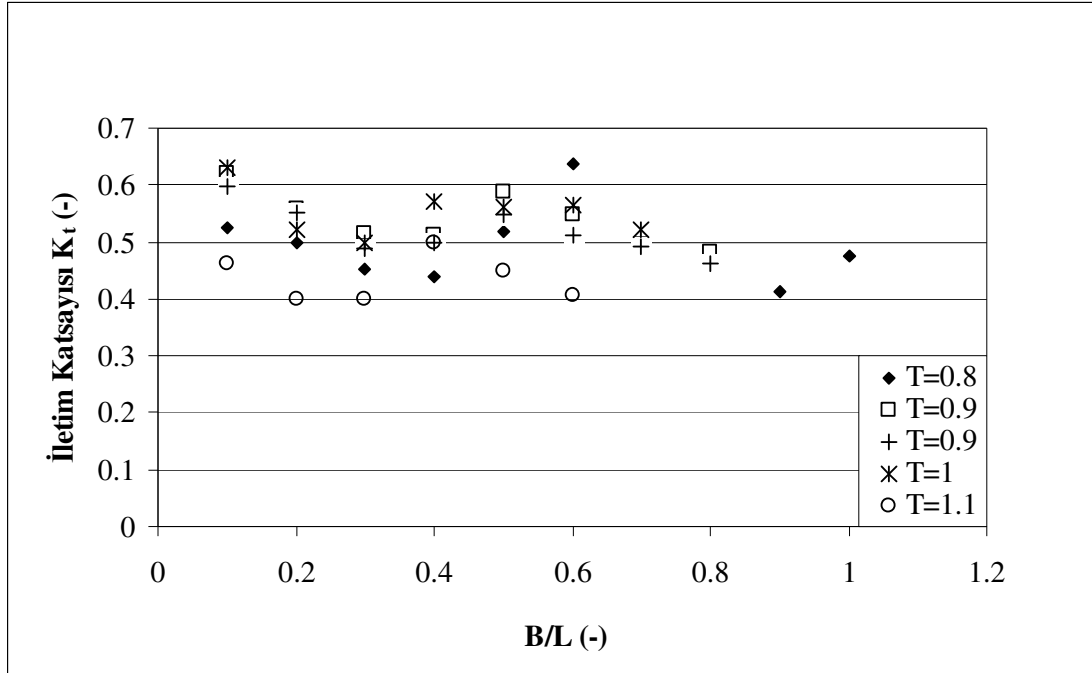
Birinci tip yerleştirmede sırasıyla %40 - %26, ikinci tip yerleştirmede %40 - %20, üçüncü tip yerleştirmede %26 - %20 poroziteli duvarlar, dördüncü tip yerleştirmede %40 poroziteli – geçirimsiz duvar, beşinci tip yerleştirmede %26 poroziteli – geçirimsiz duvar ve son olarak altıncı tip yerleştirmede %20 poroziteli – geçirimsiz duvar kullanılarak perfore duvar çiftleri kombinasyonları oluşturulmuştur. Tüm yerleştirme alternatiflerinde I. duvar büyük poroziteli II. duvar ise küçük poroziteli ya da geçirimsiz olarak seçilmiştir.

Rölatif açıklık oranının, B/L_i , hidrolik performans üzerine etkisinin araştırılması aşamasında dalga kanalının uzunluğunun deney şartlarını sınırlaması nedeniyle, daha küçük dalga boyları veren dalga şartları seçilmiştir. I. duvar yerinde sabit tutularak II. duvar diğerinden uzaklaştırılarak farklı rölatif açıklık oranları Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi elde edilmiştir.

Çizelge 5.1 P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda üretilen dalga karakteristikleri

T_{bar} (sn)	H_{bar} (cm)	L_0 (m)	L_i (m)	B									
				$0.1L_i$	$0.2L_i$	$0.3L_i$	$0.4L_i$	$0.5L_i$	$0.6L_i$	$0.7L_i$	$0.8L_i$	$0.9L_i$	$1.0L_i$
0.8	8.8	1.11	1.06	0.11	0.21	0.32	0.42	0.53	0.64	0.74	0.85	0.95	1.06
0.9	7.6	1.29	1.21	0.12	0.24	0.36	0.48	0.6	0.73	0.84	0.95	1.07	
0.9	9	1.29	1.21	0.12	0.24	0.36	0.48	0.6	0.73	0.84	0.95	1.07	
0.9	10.4	1.32	1.21	0.12	0.24	0.36	0.48	0.6	0.73	0.84	0.95	1.07	
1.0	8.5	1.47	1.42	0.14	0.28	0.43	0.57	0.68	0.85	0.95	1.09		
1.0	7.4	1.5	1.42	0.14	0.28	0.43	0.57	0.68	0.85	0.95	1.09		
1.0	10.1	1.51	1.42	0.14	0.28	0.43	0.57	0.68	0.85	0.95	1.09		
1.0	13.6	1.66	1.42	0.14	0.28	0.43	0.57	0.68	0.85	0.95	1.09		
1.1	14.7	1.89	1.65	0.17	0.33	0.5	0.66	0.83	0.99				
1.1	8.3	1.9	1.65	0.17	0.33	0.5	0.66	0.83	0.99				

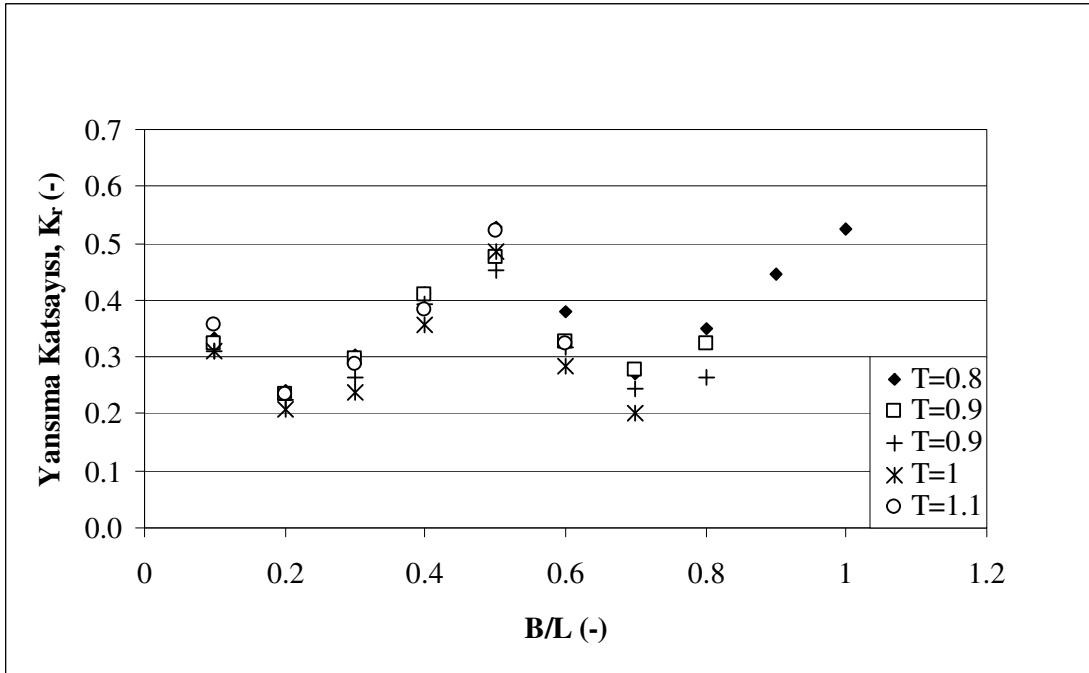
Bu sebeple, Çizelge 5.1’de $T = 0.8, 0.9, 0.9, 1.0, 1.1$ sn periyotlu dalgalar için duvar önündeki dalga boyları hesaplanarak 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 B/L_i rölatif açıklık oranları için iletim ve yansıma katsayıları ölçülmüştür. Şekil 5.1’de görüldüğü gibi iletim katsayıları, B/L_i rölatif açıklık oranının yaklaşık $\approx 0.2 - 0.3$ değerlerinde azalmakta daha sonra artan B/L_i rölatif açıklık oranı ile artmakta ve yine B/L_i rölatif açıklık oranının $\approx 0.6 - 0.7$ değerlerinde azaldığı görülmektedir.

Şekil 5.1 P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L_i açıklık oranı ile değişimi

Duvar açıklığının yansımaya üzerine etkisi ise Şekil 5.2’de incelenmektedir. Şekilden dalga iletiminde olduğu gibi B/L_i rölatif açıklık oranının yaklaşık 0.2 ile 0.7 değerlerinde minimum olduğu görülmektedir.

B/L_i rölatif açıklık oranı dikkate alındığında; uygulamada inşaat maliyetinin yüksek olması ve limanlardaki yer kısıtlılığı bu yapıların mümkün olduğu kadar küçük olmasını gerektirmektedir. Bu nedenle iki duvar arasındaki mesafe B minimumda olmalı, dolayısıyla tüm yapının genişliği de asgaride tutulmalıdır.

Bu özellik dikkate alındığında diğer deneylerin $0.1 < B/L_i < 0.4$ aralığında yapılması uygun görülmüştür.



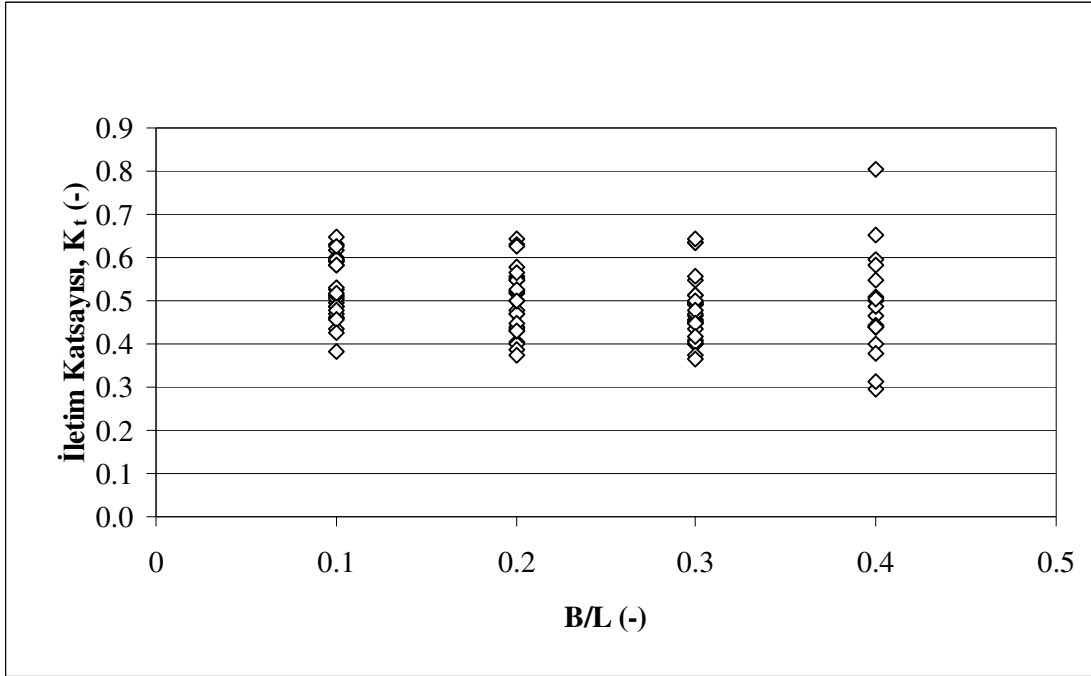
Şekil 5.2 P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda yansımaya katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi

B/L_i rölatif açıklık oranları, diğer iki kombinasyon P(%40+%20) ve P(%26+%20) için; $0.1 < B/L_i < 0.4$ aralığında Çizelge 5.2’de seçilmiştir.

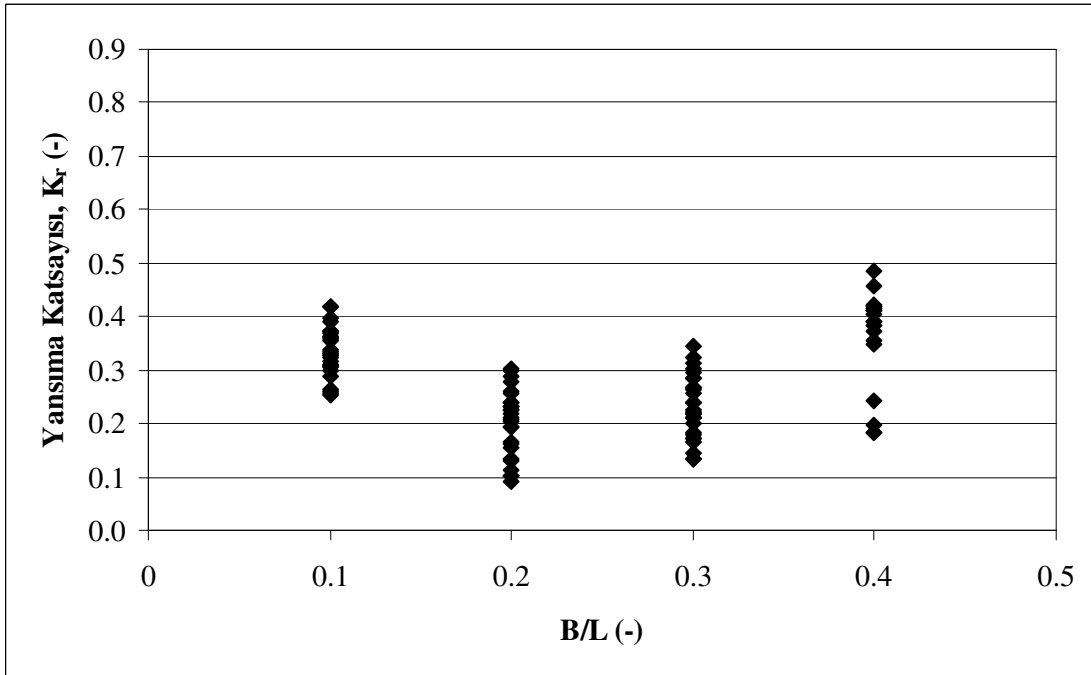
Çizelge 5.2 P(%40+%20) ve P(%26+%20) poroziteli çiftli duvarda üretilen dalga karakteristikleri ve duvar açıklıkları

L _o (m)	L _i (m)	T _{bar} (sn)	H _{bar} (cm)	B															
				0.1				0.2				0.3				0.4			
				K _r	H _r	H _t	K _t	K _r	H _r	H _t	K _t	K _r	H _r	H _t	K _t	K _r	H _r	H _t	K _t
1.11	1.06	0.8	8.8	0.33	3.3	4.6	0.52	0.24	2.3	4.4	0.50	0.30	2.9	4.0	0.45	0.41	4.0	3.8	0.44
1.29	1.19	0.9	7.6	0.32	3.1	4.7	0.62	0.23	2.3	4.2	0.56	0.30	2.9	3.9	0.51	0.41	4.1	3.9	0.51
1.29	1.19	0.9	9.0	0.33	4.0	5.4	0.60	0.21	2.6	4.9	0.55	0.27	3.3	4.4	0.49	0.35	4.3	4.5	0.50
1.32	1.23	0.9	10.4	0.31	4.4	6.1	0.59	0.22	3.1	5.4	0.52	0.26	3.7	4.8	0.46	0.39	5.4	4.8	0.47
1.47	1.36	1.0	8.5	0.31	3.6	5.3	0.63	0.21	2.4	4.4	0.52	0.24	2.8	4.2	0.50	0.36	4.1	4.8	0.65
1.50	1.36	1.0	7.4	0.30	2.9	4.5	0.60	0.19	1.8	4.0	0.55	0.26	2.4	3.8	0.51	0.39	3.7	4.1	0.49
1.51	1.36	1.0	10.1	0.30	4.0	6.0	0.59	0.19	2.6	5.3	0.52	0.22	2.8	4.6	0.46	0.37	4.9	5.6	0.55
1.66	1.47	1.0	13.6	0.37	6.2	6.3	0.46	0.22	3.8	5.5	0.40	0.27	4.6	5.5	0.40	0.42	7.0	6.0	0.44
1.89	1.65	1.1	14.7	0.36	6.2	6.8	0.46	0.23	4.0	5.9	0.40	0.29	5.1	5.9	0.40	0.38	6.6	7.3	0.60
1.90	1.65	1.1	8.3	0.36	3.7	4.8	0.58	0.24	2.4	4.5	0.55	0.14	1.4	4.0	0.49	0.18	1.7	4.4	0.30
2.08	1.72	1.2	12.7	0.40	5.9	6.5	0.51	0.23	3.3	5.5	0.43	0.21	3.1	5.7	0.45	0.40	6.0	6.7	0.81
2.12	1.72	1.2	11.3	0.37	4.2	5.6	0.50	0.26	2.9	5.3	0.47	0.17	1.9	4.6	0.41	0.20	2.2	5.1	0.40
2.15	1.80	1.2	8.2	0.35	3.0	4.4	0.53	0.23	2.0	3.9	0.48	0.13	1.1	3.7	0.45	0.24	2.0	4.1	0.50
2.21	1.80	1.2	14.8	0.42	7.3	6.9	0.47	0.26	4.7	6.3	0.43	0.28	4.8	5.9	0.40	0.46	7.7	6.6	0.58
2.31	1.89	1.2	16.2	0.42	7.1	7.1	0.43	0.30	5.1	6.3	0.39	0.18	3.0	6.1	0.38	0.18	2.8	6.6	0.44
2.50	1.98	1.3	14.0	0.34	5.0	6.8	0.49	0.29	3.9	6.2	0.44	0.35	4.8	6.1	0.43	0.48	7.1	7.2	0.44
2.62	1.98	1.3	4.9	0.37	2.2	3.1	0.65	0.28	1.5	3.1	0.64	0.31	1.8	3.1	0.64	0.41	2.4	3.4	0.38
2.66	2.09	1.3	7.2	0.39	3.3	4.2	0.59	0.30	2.4	4.1	0.58	0.32	2.6	3.9	0.55	0.42	3.7	4.4	0.31
2.93	2.21	1.4	12.1	0.36	3.8	6.1	0.50	0.15	1.5	5.7	0.47	0.17	1.7	5.7	0.47				
2.97	2.21	1.4	4.9	0.31	1.3	3.1	0.63	0.13	0.1	3.1	0.63	0.13	0.6	3.1	0.63				
3.72	2.50	1.5	4.8	0.26	1.1	2.8	0.58	0.10	0.5	3.0	0.63	0.21	1.0	3.1	0.64				
3.39	2.34	1.5	6.2	0.25	1.3	3.2	0.51	0.09	0.5	3.5	0.57	0.22	1.2	3.5	0.56				
3.42	2.34	1.5	8.4	0.26	1.8	4.1	0.49	0.10	0.7	4.2	0.50	0.17	1.3	4.2	0.50				
3.37	2.34	1.5	9.5	0.26	1.9	4.9	0.52	0.13	1.0	5.0	0.53	0.24	2.1	4.8	0.50				
3.44	2.34	1.5	11.3	0.29	2.8	5.4	0.48	0.11	1.1	5.6	0.50	0.22	2.1	5.4	0.48				
3.30	2.34	1.5	13.3	0.32	3.6	6.1	0.46	0.16	1.8	6.0	0.45	0.18	2.0	6.0	0.45				
3.51	2.50	1.5	15.1	0.33	3.9	6.4	0.43	0.16	2.0	6.5	0.43	0.20	2.5	6.3	0.42				
3.52	2.50	1.5	17.6	0.33	4.1	6.7	0.38	0.20	2.5	6.6	0.38	0.22	2.7	6.4	0.36				

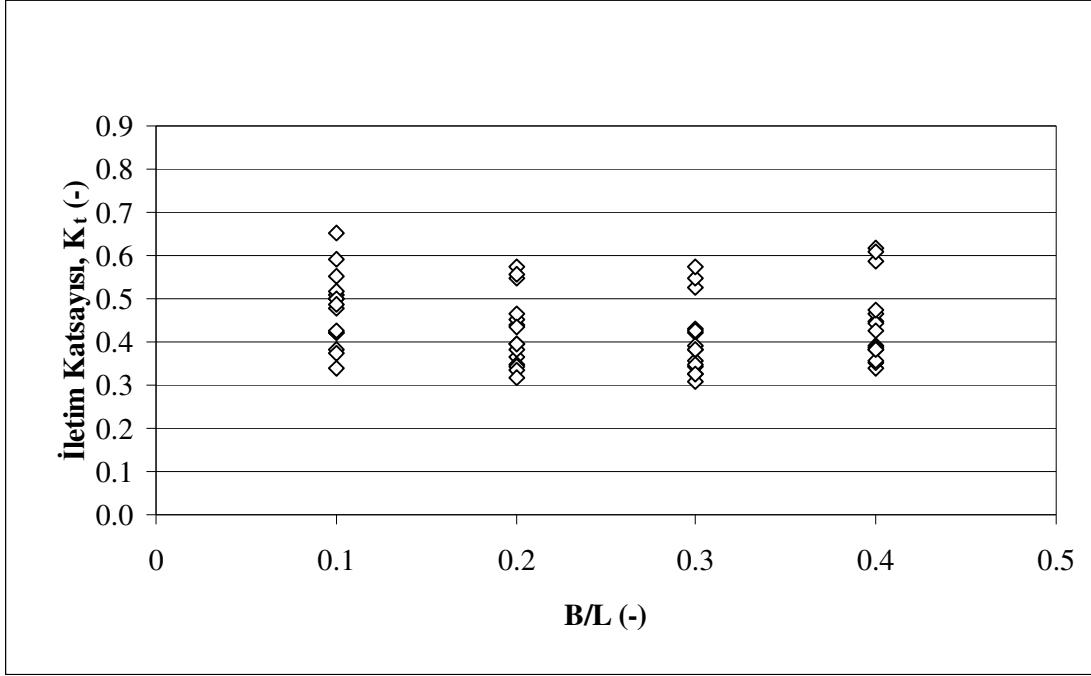
Dolayısıyla Şekil 5.3'den Şekil 5.8'e kadar üç farklı alternatif yerleştirme P(%40+%26), P(%40+%20) ve P(%26+%20) için B/L_i rölatif açıklık oranına karşılık iletim ve yansım katsayıları grafikleri verilmiştir. Her birinde B/L_i rölatif açıklık oranının 0.3 değerinde minimum iletim ve minimum yansım görülmele birlikte, açıklık oranının yansım üzerine etkisi çok daha belirgindir.



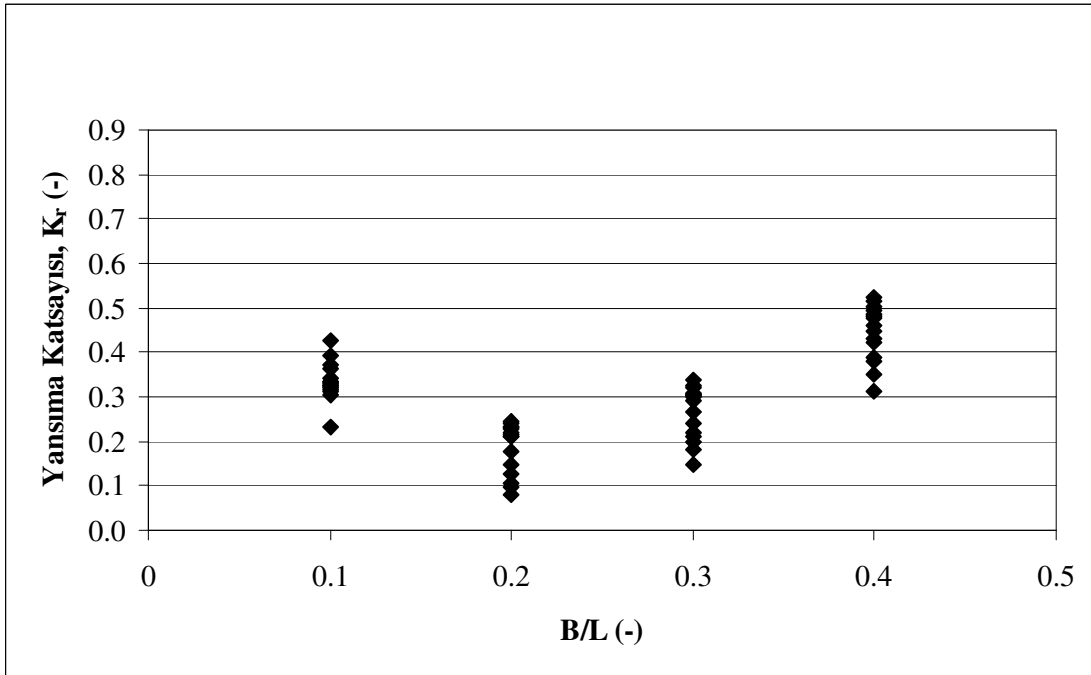
Şekil 5.3 P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L , rölatif açıklık oranı ile değişimi



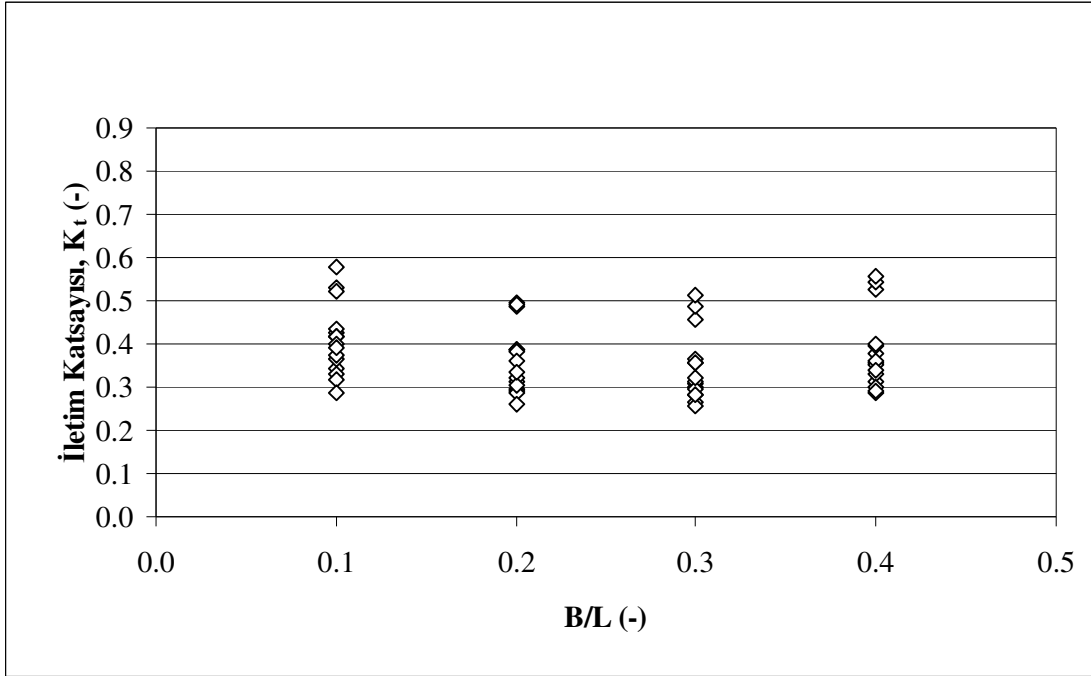
Şekil 5.4 P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda yansım katsayısının, K_r , B/L , rölatif açıklık oranı ile değişimi



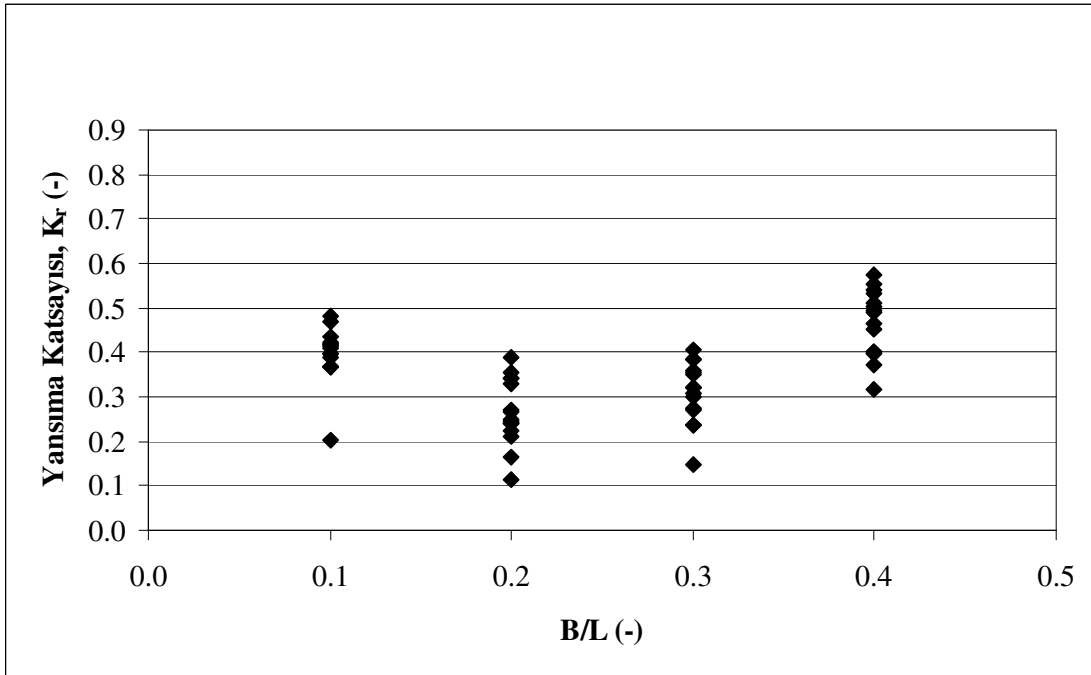
Şekil 5.5 P(%40+%20) poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi



Şekil 5.6 P(%40+%20) poroziteli çiftli duvarda yansımada katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi



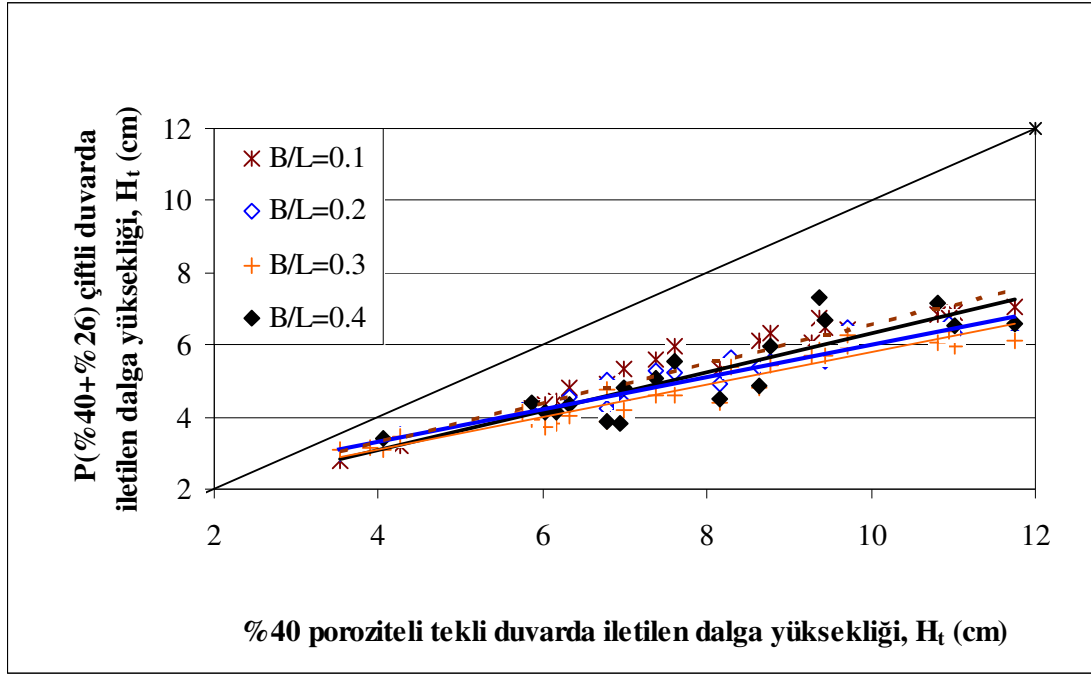
Şekil 5.7 P(%26+%20) poroziteli çiftli duvarda iletim katsayısının, K_t , B/L , rölatif açıklık oranı ile değişimi



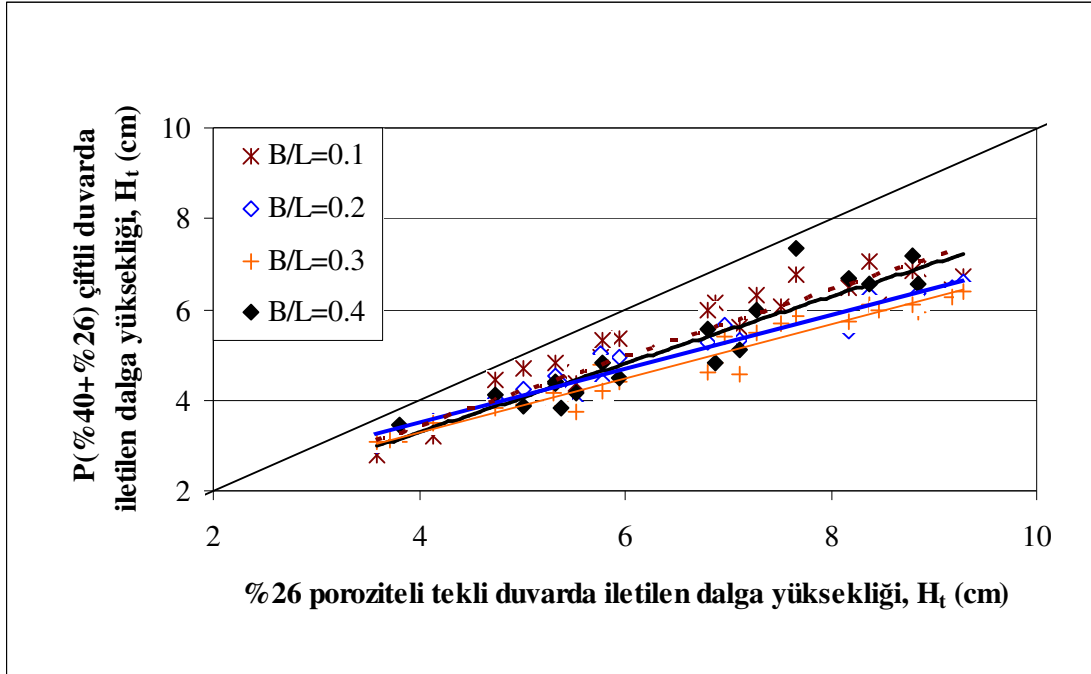
Şekil 5.8 P(%26+%20) poroziteli çiftli duvarda yansım katsayısının, K_r , B/L , rölatif açıklık oranı ile değişimi

Bu bölümde dalgaların Şekil 5.9 ve Şekil 5.10'da %40 ve %26 poroziteye sahip tekli perfore duvarların çiftli kullanımları $P(\%40+\%26)$, Şekil 5.11 ve Şekil 5.12'de %40 ve %20 poroziteye sahip tekli perfore duvarların çiftli kullanımları $P(\%40+\%20)$ ve Şekil 5.13 ve Şekil 5.14'de %26 ve %20 poroziteye sahip tekli perfore duvarların çiftli kullanımları $P(\%26+\%20)$ durumlarında dalga iletimi verimliliğini nasıl etkiledikleri araştırılmıştır.

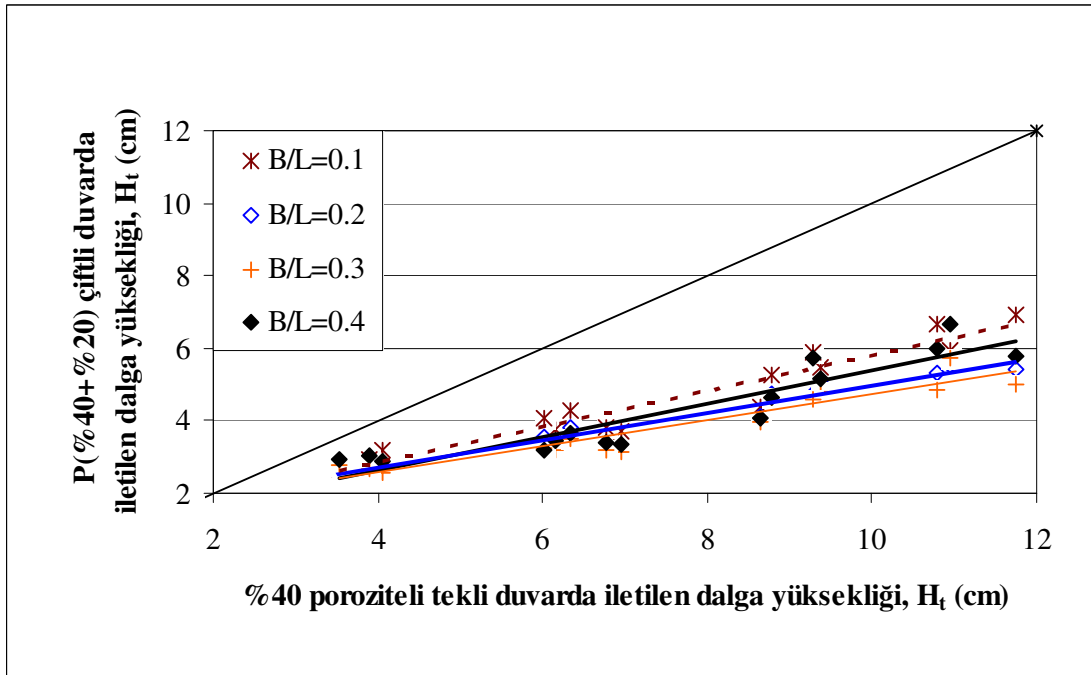
Yine burada $B/L_i = 0.1 - 0.2 - 0.3$ ve 0.4 olmak üzere farklı rölatif açıklık oranları için deneyler tekrarlanmıştır. Deneylerden çiftli duvarların tekli duvarlara göre iletimi daha çok azalttığı ve en az iletimin çiftli duvarlarda $B/L_i = 0.3$ rölatif açıklık oranında olduğu görülmektedir.



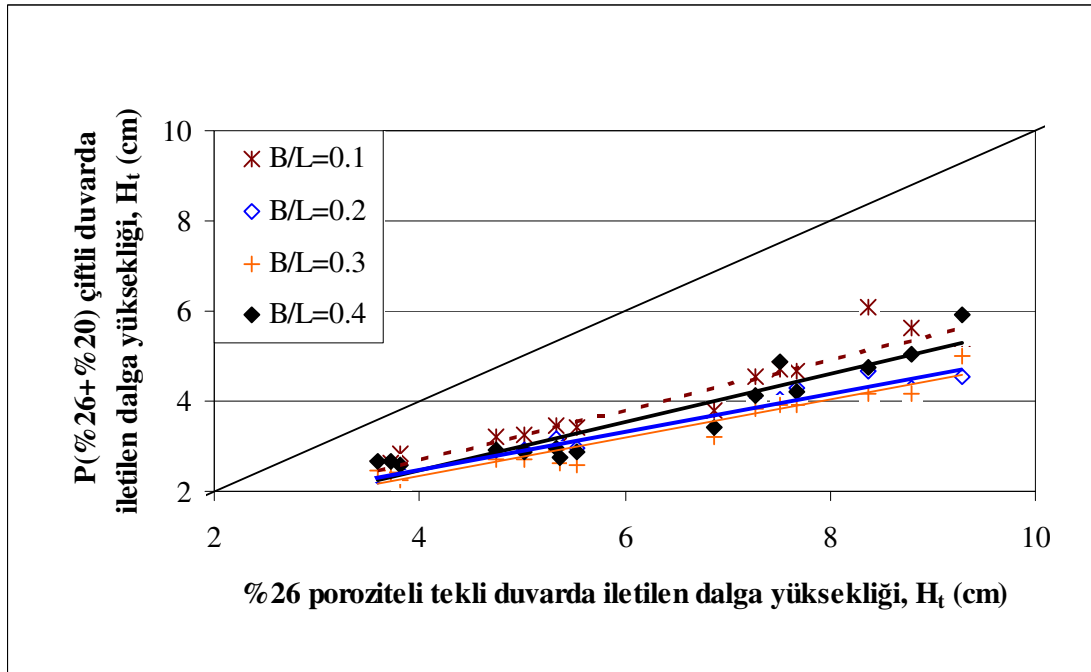
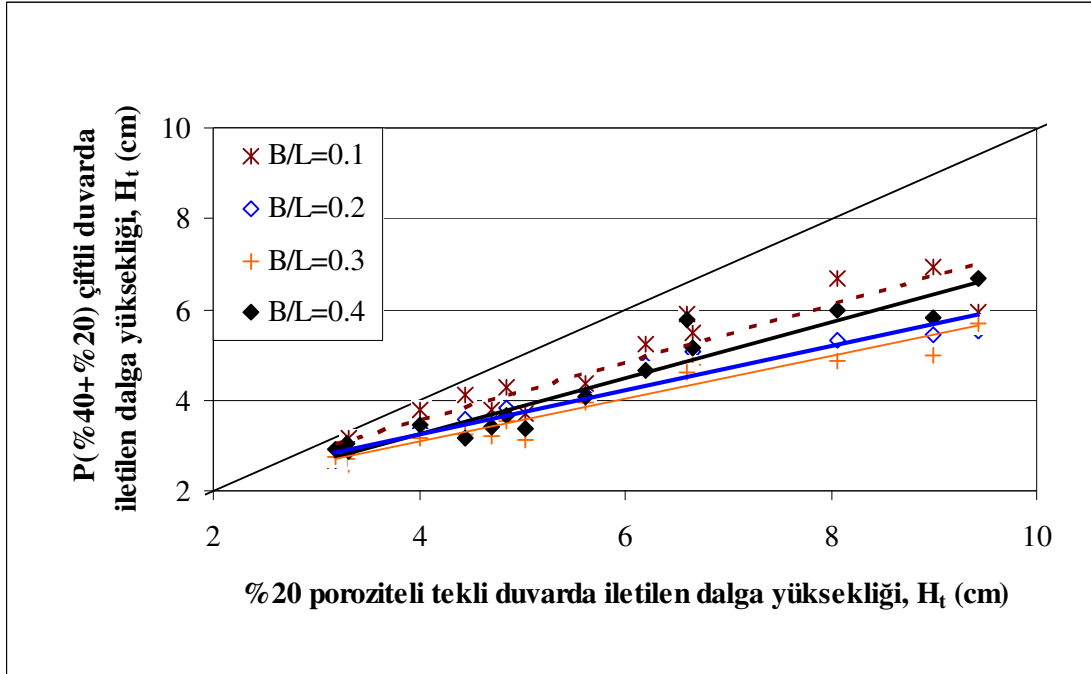
Şekil 5.9 %40 poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(\%40+\%26)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi

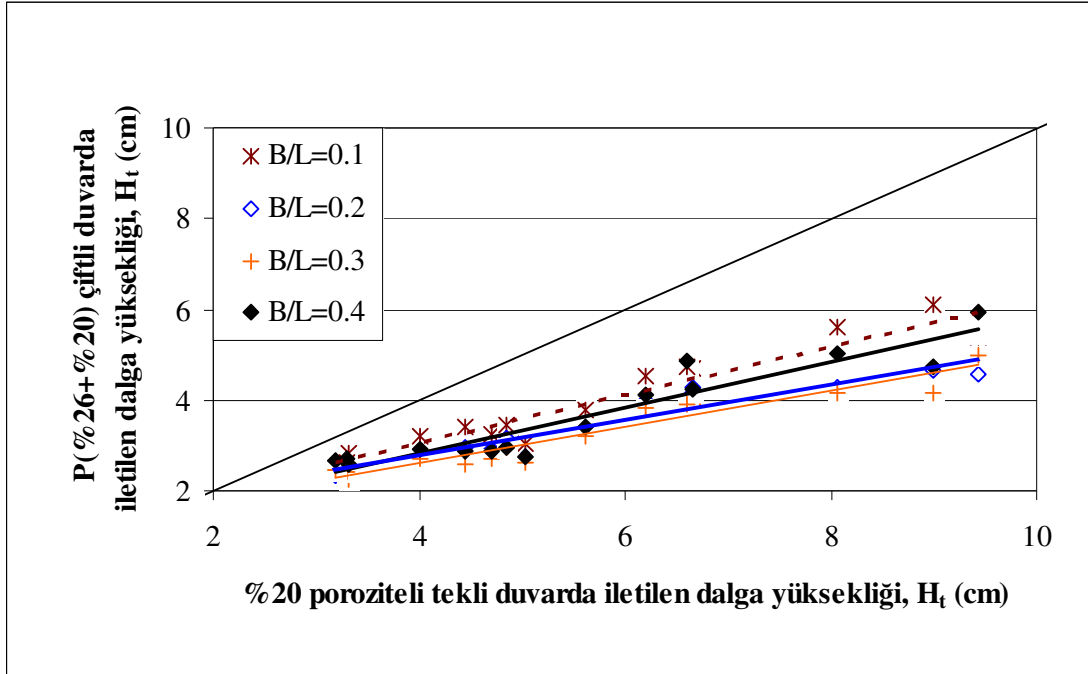


Şekil 5.10 %26 poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi



Şekil 5.11 %40 poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık P(%40+%20) poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi



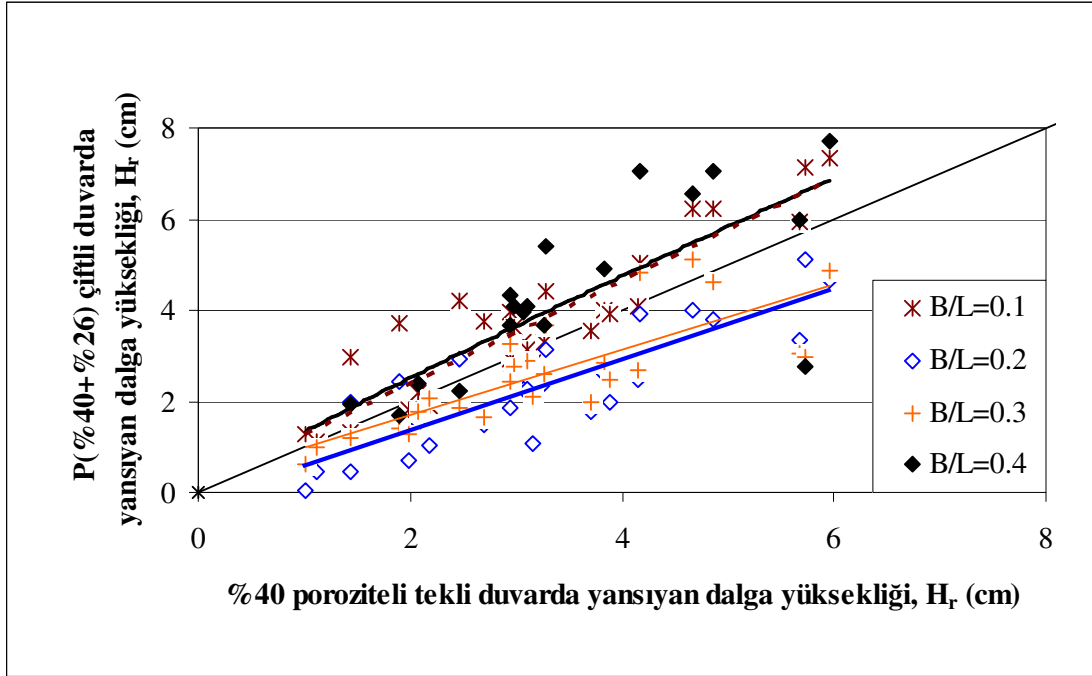


Şekil 5.14 %20 poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık P(%26+%20) poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi

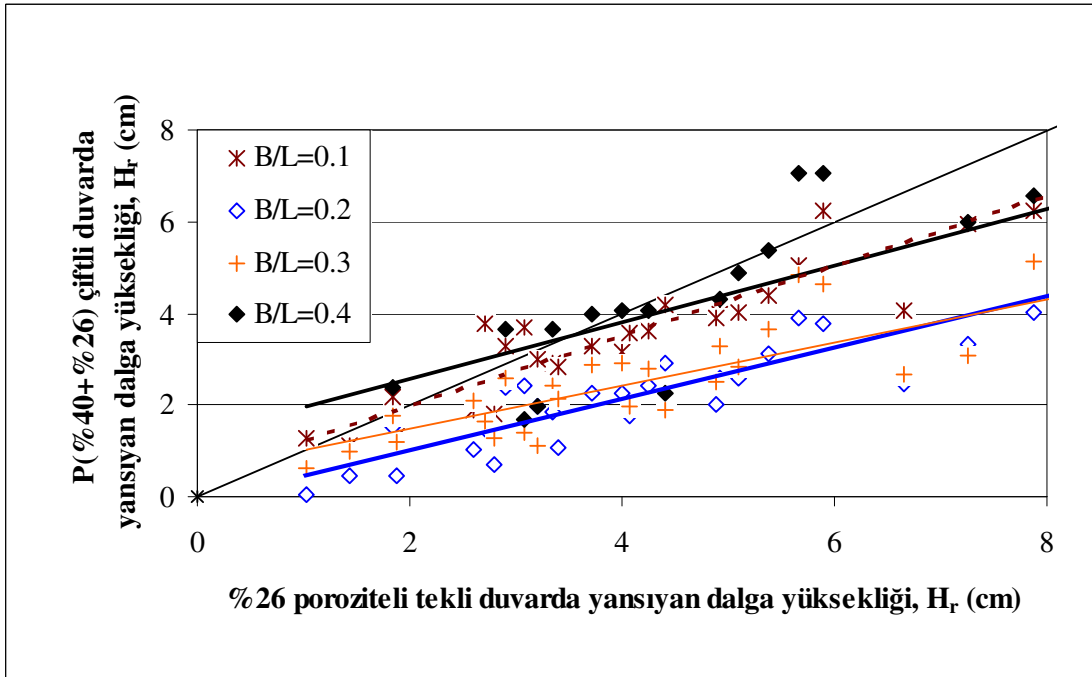
Bu bölümde dalgaların Şekil 5.15 ve Şekil 5.16'da %40 ve %26 poroziteye sahip tekli perfore duvarların çiftli kullanımları P(%40+%26), Şekil 5.17 ve Şekil 5.18'de %40 ve %20 poroziteye sahip tekli perfore duvarların çiftli kullanımları P(%40+%20) ve Şekil 5.19 ve Şekil 5.20'de %26 ve %20 poroziteye sahip tekli perfore duvarların çiftli kullanımları P(%26+%20) durumlarında dalga yansıma verimliliğini nasıl etkiledikleri araştırılmıştır.

Yine burada $B/L_i = 0.1 - 0.2 - 0.3$ ve 0.4 olmak üzere farklı rölatif açıklık oranları için deneyler tekrarlanmıştır.

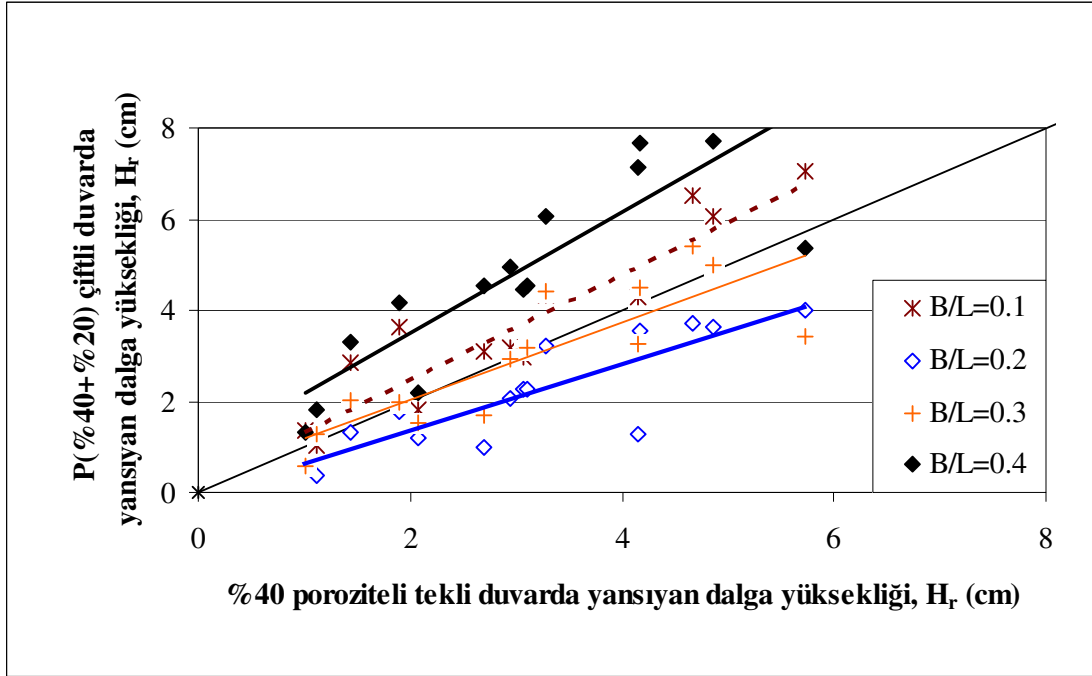
%40, %26 ve %20 tekli perfore duvarların çiftli kullanımları P(%40+%26), P(%40+%20), P(%26+%20) ile ayrı ayrı yansıma verimliliği incelendiğinde $B/L_i = 0.1 - 0.4$ rölatif açıklık oranlarında yansıma miktarları artarken $B/L_i = 0.2 - 0.3$ rölatif açıklık oranlarında yansıma miktarları azaldığı görülmektedir. En düşük yansıma miktarının ise $B/L_i = 0.2$ rölatif açıklık oranında meydana geldiği belirgin bir şekilde görülmektedir. Ayrıca Şekil 5.17 ve 5.18'den görüldüğü gibi B/L_i rölatif açıklık oranı yansımayı artırma ya da azaltma üzerine oldukça etkili olduğu anlaşılmaktadır.



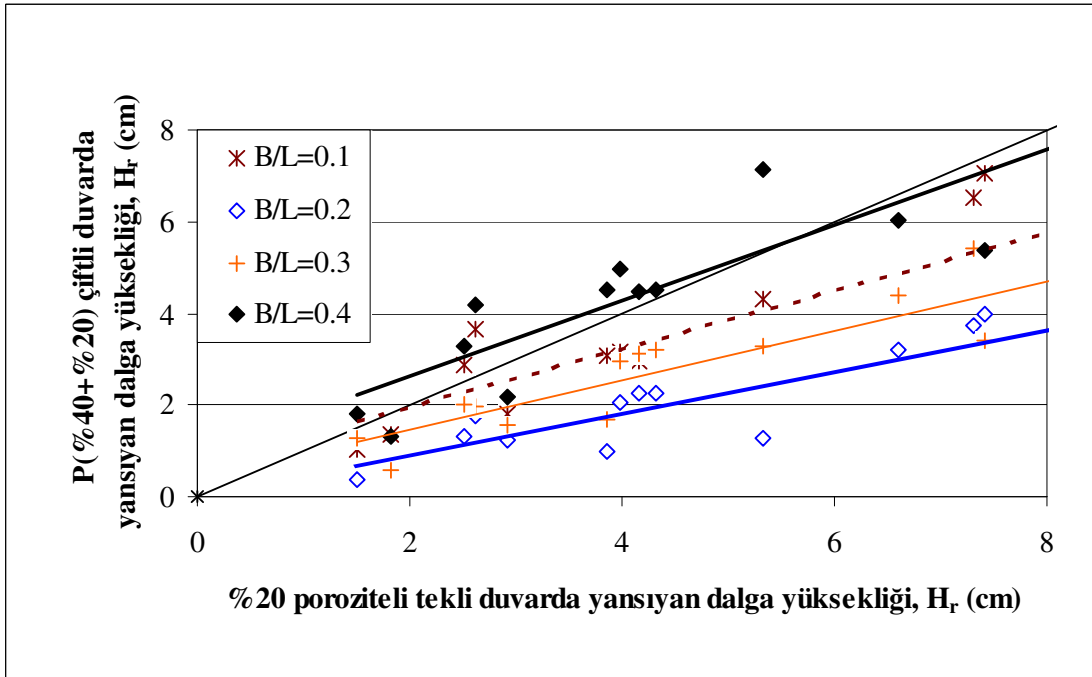
Şekil 5.15 %40 poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi



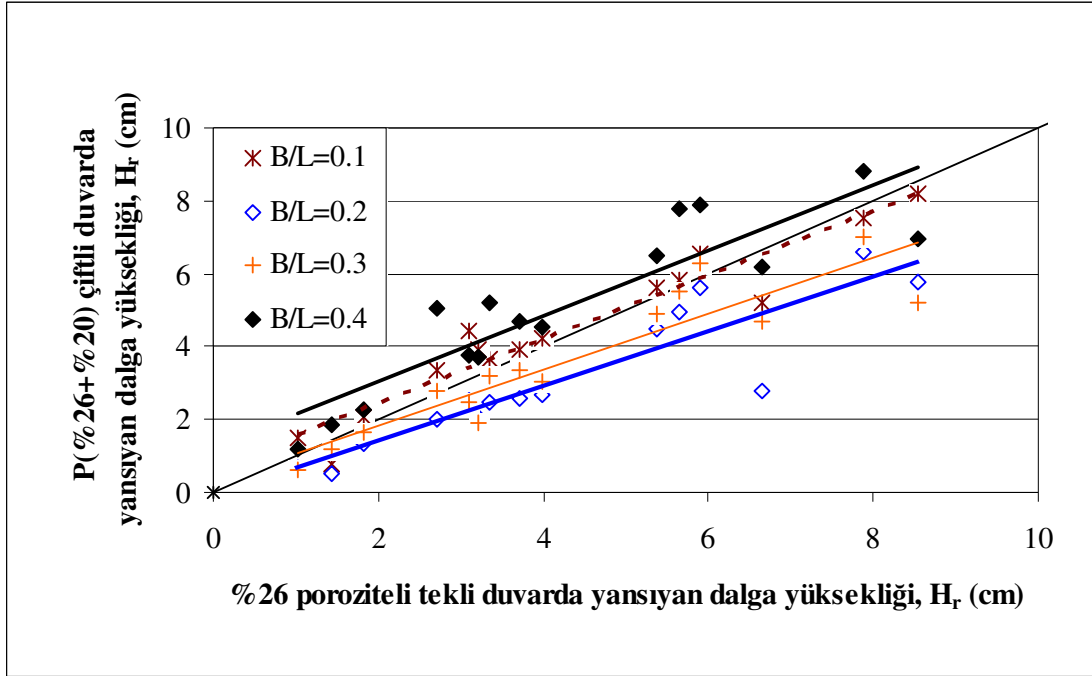
Şekil 5.16 %26 poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık P(%40+%26) poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi



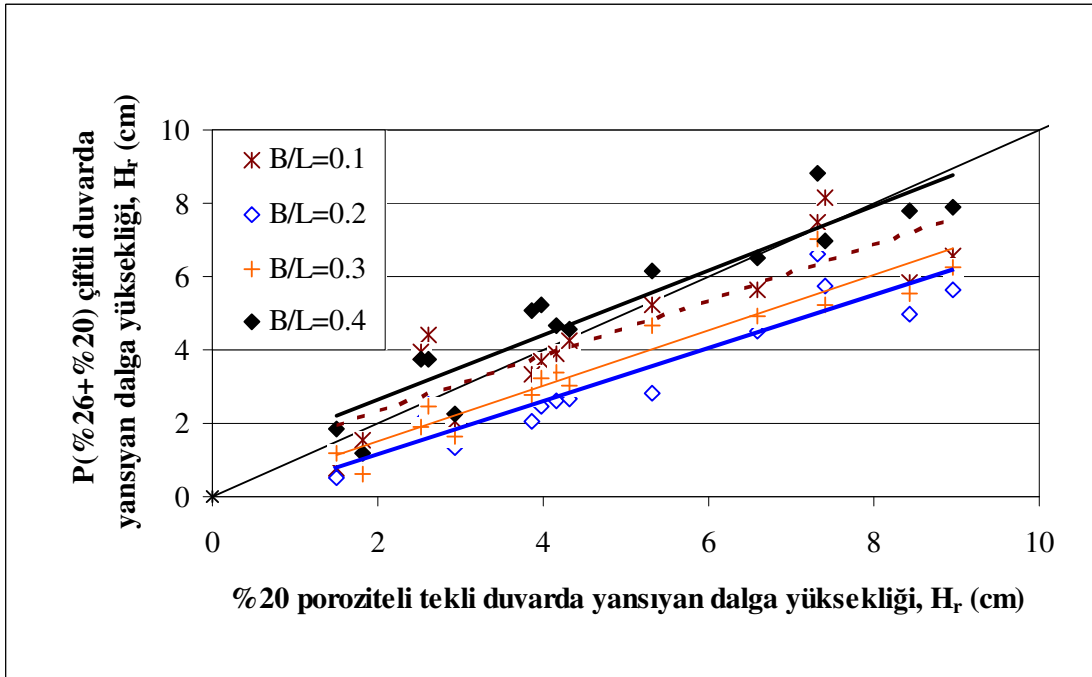
Şekil 5.17 %40 poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık P(%40+%20) poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi



Şekil 5.18 %20 poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık P(%40+%20) poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi



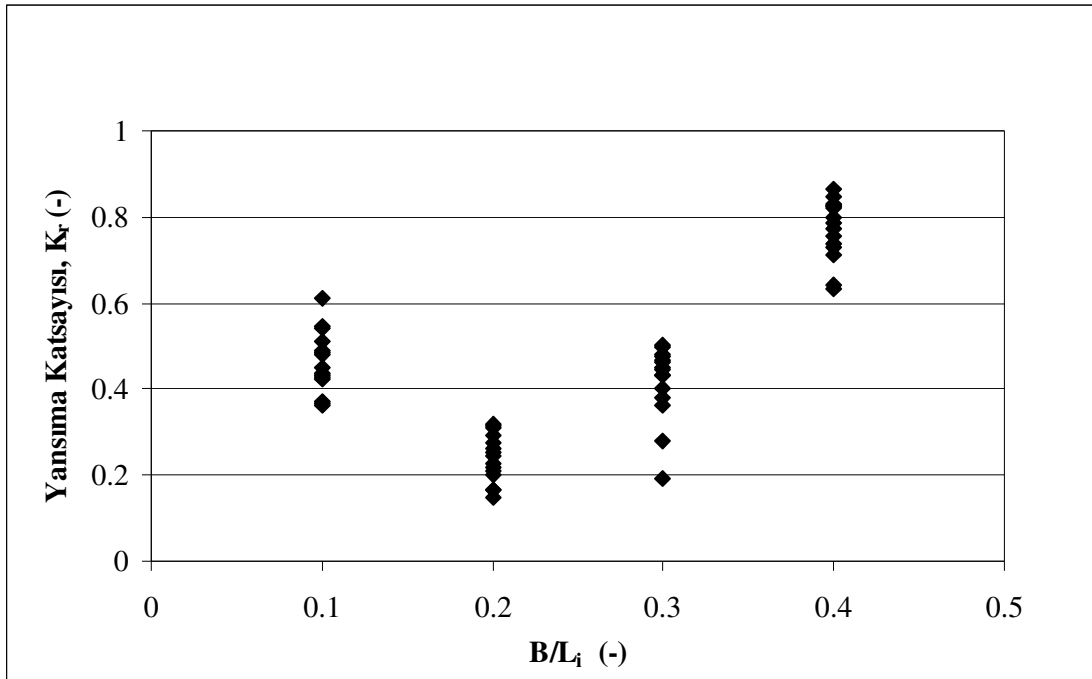
Şekil 5.19 %26 poroziteli tekli duvarda iletilen dalga yüksekliğine karşılık $P(\%26+\%20)$ poroziteli çiftli duvarda iletilen dalga yüksekliği değişimi



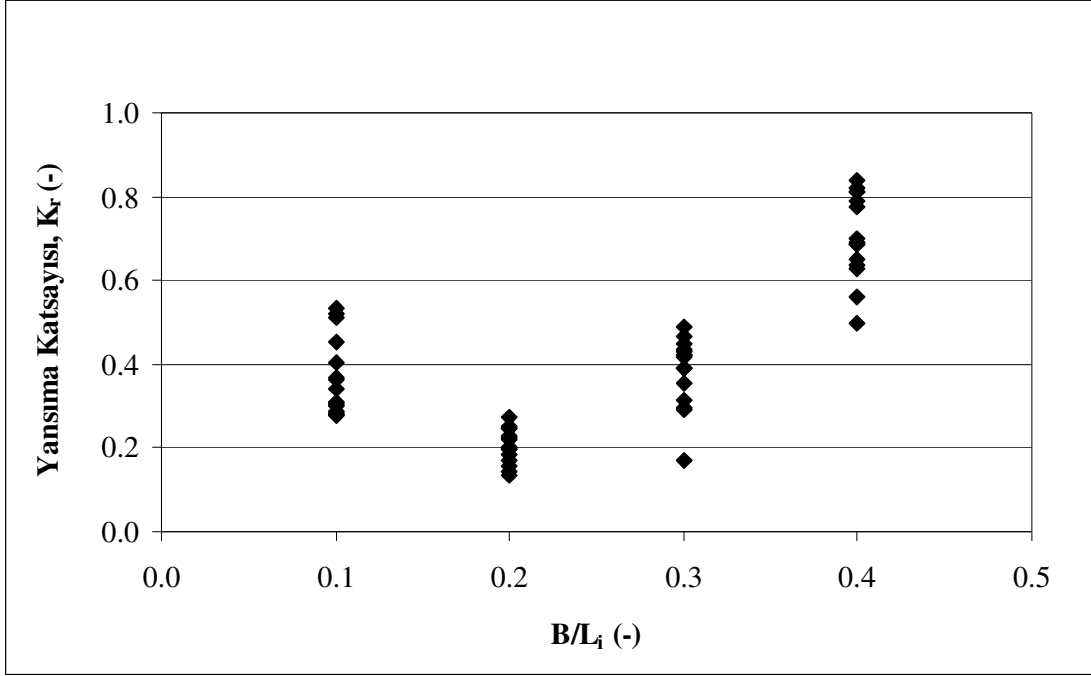
Şekil 5.20 %20 poroziteli tekli duvarda yansıyan dalga yüksekliğine karşılık $P(\%26+\%20)$ poroziteli çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği değişimi

Şekil 5.21, 5.22 ve 5.23 sırasıyla %40, %26, %20 poroziteye sahip duvarların geçirimsiz duvarla kombinasyonlarının yansıma verimliliğinin B/L_i rölâtif açıklık oranı ile değişimini göstermektedir.

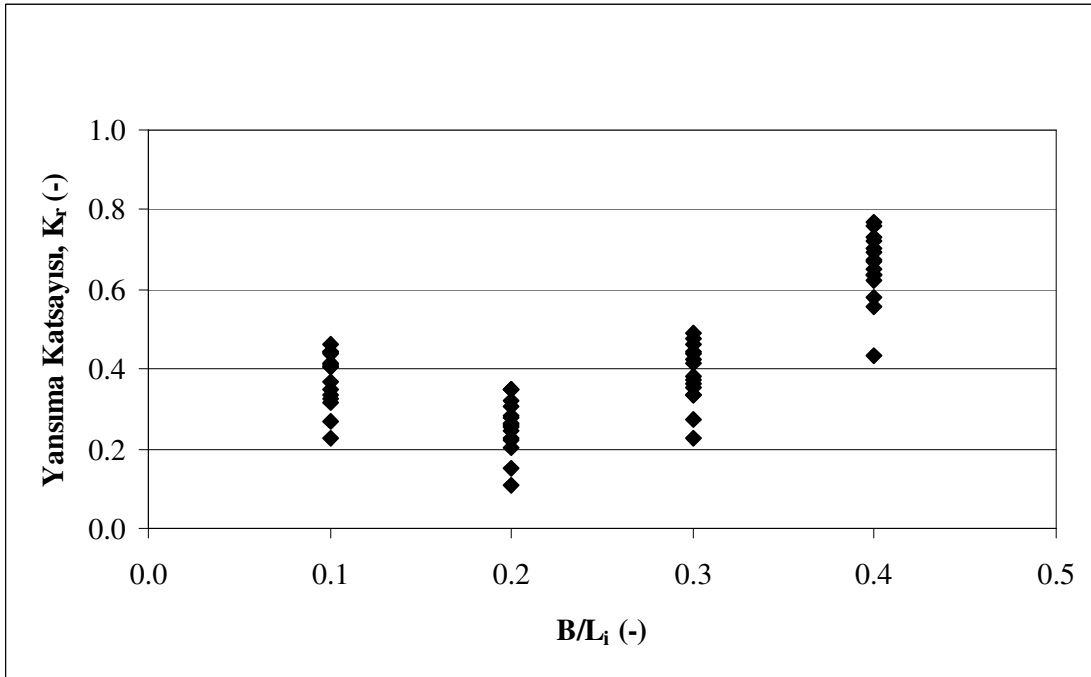
$0.1 < B/L_i < 0.4$ aralığında yapılan deneylerde üç farklı porozitedeki duvarların yansıma üzerinde etkili olduğu ve yansıyan dalga yüksekliğini azalttığı görülmektedir. En az yansımanın çiftli duvarların her üç kombinasyonu için de $B/L_i = 0.2$ rölâtif açıklık oranında olduğu görülmektedir (Şekil 5.21, 5.22 ve 5.23).



Şekil 5.21 %40 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölâtif açıklık oranı ile değişimi



Şekil 5.22 %26 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi



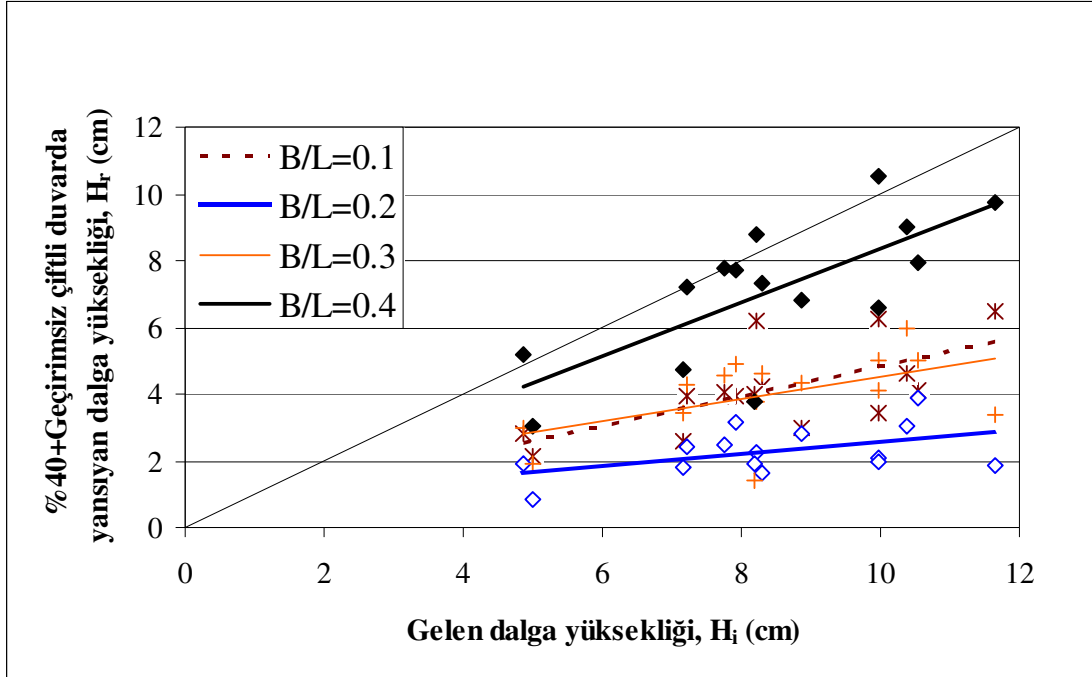
Şekil 5.23 %20 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıma katsayısının, K_r , B/L_i rölatif açıklık oranı ile değişimi

Şekil 5.24, 5.25 ve 5.26'da gelen dalga yüksekliğine karşılık, sırasıyla %40+Geçirimsiz, %26+Geçirimsiz ve %20+Geçirimsiz üç farklı kombinasyona sahip çiftli duvarlarda yansıyan dalga yüksekliklerinin B/L_i rölafif açıklık oranı ile değişimi gösterilmiştir. Burada $B/L_i = 0.1, 0.2, 0.3$ ve 0.4 olmak üzere farklı rölafif açıklık oranları için deneyler tekrarlanmıştır.

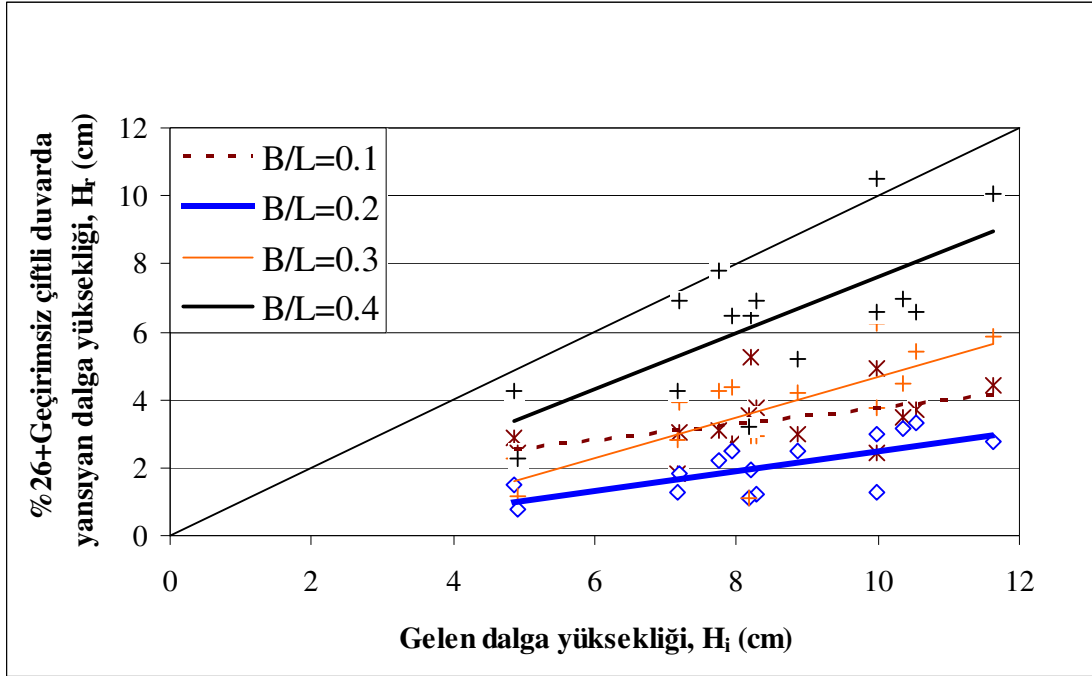
Üç farklı poroziteye sahip çiftli duvarlarda gelen dalga yüksekliklerinin B/L_i rölafif açıklık oranı ile yansıma etkileri incelendiğinde, yansıma azaltma etkilerine göre $B/L_i=0.2$, $B/L_i=0.1$, $B/L_i=0.3$, $B/L_i=0.4$ şeklinde sıralanabilir.

Gelen dalga yüksekliğinin artması ile yansıyan dalga yüksekliğinin de artış gösterdiği görülmekte fakat bu artışın doğru orantılı olarak devam etmediği görülmektedir.

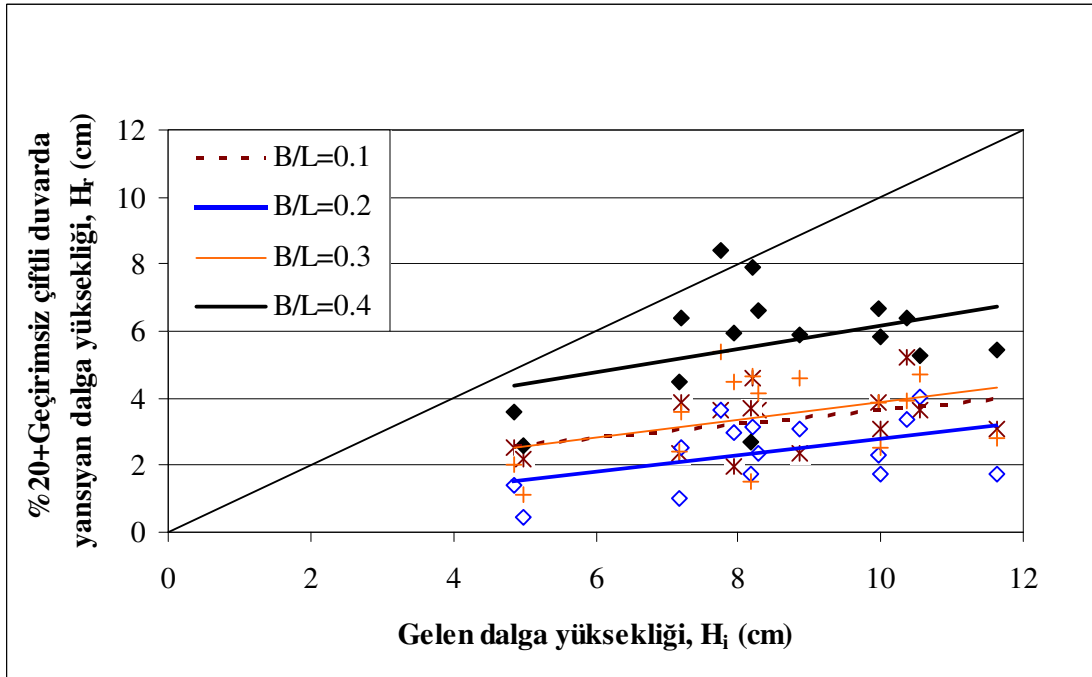
En az yansımanın çiftli duvarlarda $B/L_i = 0.2$ rölafif açıklık oranında olduğu ve en fazla yansımanın $B/L_i = 0.4$ rölafif açıklık oranında olduğu elde edilmiştir.



Şekil 5.24 Gelen dalga yüksekliği, H_i için %40 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi



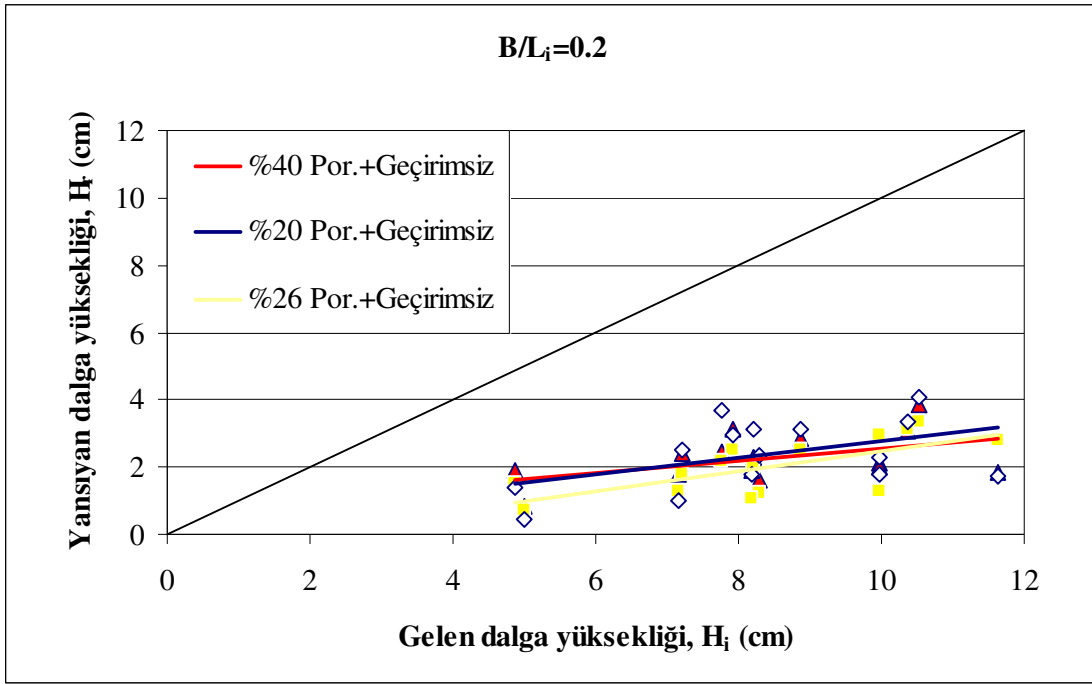
Şekil 5.25 Gelen dalga yüksekliği, H_i için %26 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi



Şekil 5.26 Gelen dalga yüksekliği, H_i için %20 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi

$B/L_i = 0.2$ rölâtif açıklık oranında %40, %26, %20 poroziteye sahip duvarların geçirimsiz duvarla kombinasyonlarının yansıyan dalga yüksekliklerine etkileri Şekil 5.27’de bir arada gösterilmiştir. Buna göre %26+Geçirimsiz duvar çiftinin %40+Geçirimsiz ve %20+Geçirimsiz duvar çiftlerine göre $B/L_i = 0.2$ rölâtif açıklık oranında daha az bir yansımaya neden olduğu daha açık görülmektedir.

Şekil 5.27’e göre $B/L_i = 0.2$ rölâtif açıklık oranında poroziteli duvarların geçirimsiz duvarla kombinasyonlarının yansımayı azaltma etkilerine göre verimlilikleri %26 poroziteli+Geçirimsiz > %20 poroziteli+Geçirimsiz > %40 poroziteli+Geçirimsiz şeklinde sıralanabilir.



Şekil 5.27 Gelen dalga yüksekliği, H_i için %40 poroziteli+Geçirimsiz, %26 poroziteli+Geçirimsiz, %20 poroziteli+Geçirimsiz çiftli duvarlarda yansıyan dalga yüksekliği, H_r değişimi

6. SONUÇLAR

Maliyetlerinin çok yüksek ve çevresel etkilerinin ise son derece önemli olduğu kıyı yapıları kendisinden beklenen maksimum faydayı sağlayacak şekilde tasarlanıp inşa edilmelidirler.

Çiftli perfore duvarların yansıma ve iletim açısından hidrolik performansının değerlendirilebilmesi için %40, %26, %20 ve geçirimsiz olmak üzere dört farklı duvar tipinin çeşitli çiftli kombinasyonları için toplam 465 adet deney yapılmıştır. Bu deneylerde duvar çiftlerinin yansıyan ve iletilen dalga yükseklikleri ölçülerek yansıma ve iletim katsayıları elde edilmiştir. Böylece farklı poroziteye sahip kıyı duvar çiftlerinin farklı yerleştirme ve dalga şartları altında performansları değerlendirilmiştir. Bu deneyler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. İki duvar arasındaki açıklık $0.1L_i$ 'den L_i 'ye kadar kademeli olarak arttırılarak iletim ve yansıma katsayıları elde edilmiştir. Rölatif açıklık oranının $\approx 0.2 - 0.3$ değerlerine kadar iletim katsayısı azalmakta daha sonra artarak $\approx 0.6 - 0.7$ değerlerinde tekrar minimuma ulaştıktan sonra yine artmaktadır.
2. Yansıma katsayısı da benzeri şekilde 0.2 değerinde minimuma ulaştıktan sonra yine artmakta ve 0.7 değerinde yine minimumdan geçerek artmaktadır.
3. B/L_i rölatif açıklık oranı dikkate alındığında; uygulamada inşaat maliyetinin yüksek olması ve limanlardaki yer kısıtlılığı açısından çiftli perfore yapıların mümkün olduğu kadar küçük olması ve iki duvar arasındaki mesafe B minimumda olması sonucuna varılmaktadır. Diğer deneylerin $0.1 < B/L_i < 0.4$ aralığında yapılması uygun görülmüştür.
4. Üç farklı alternatif yerleştirme $P(\%40+\%26)$, $P(\%40+\%20)$ ve $P(\%26+\%20)$ için B/L_i rölatif açıklık oranına karşılık iletim ve yansıma katsayıları incelendiğinde her birinde B/L_i rölatif açıklık oranının 0.3 değerinde minimum iletim ve minimum yansıma olduğu görülmüştür. Açıklık oranının yansıma üzerine etkisi çok daha belirgin olduğu sonucuna varılmaktadır.
5. %40, %26 ve %20 tekli perfore duvarların çiftli kullanımları $P(\%40+\%26)$, $P(\%40+\%20)$, $P(\%26+\%20)$ durumlarında dalga iletimi verimliliği $B/L_i = 0.1 - 0.2 - 0.3$ ve 0.4 olmak üzere farklı rölatif açıklık oranları için çiftli duvarların tekli duvarlara göre iletimi daha çok azalttığı ve en az iletimin çiftli duvarlarda $B/L_i = 0.3$ rölatif açıklık oranında olduğu görülmektedir.

6. %40, %26 ve %20 tekli perfore duvarların çiftli kullanımları $P(\%40+\%26)$, $P(\%40+\%20)$, $P(\%26+\%20)$ ile ayrı ayrı yansıma verimliliği incelendiğinde $B/L_i = 0.1 - 0.4$ rölafif açıklık oranlarında yansıma miktarları artarken $B/L_i = 0.2 - 0.3$ rölafif açıklık oranlarında yansıma miktarları azaldığı görölmektedir. En düşük yansıma miktarının ise $B/L_i = 0.2$ rölafif açıklık oranında meydana geldiği belirgin bir şekilde görölmektedir.
7. $0.1 < B/L_i < 0.4$ aralığında yapılan deneylerde sırasıyla %40, %26, %20 poroziteye sahip duvarların geçirimsiz duvarla kombinasyonlarının yansıma üzerinde etkili olduğu ve yansıyan dalga yüksekliğini azalttığı görölmektedir. En az yansımanın çiftli duvarların her üç kombinasyonu için de $B/L_i = 0.2$ rölafif açıklık oranında olduğu görölmektedir.
8. Gelen dalga yüksekliğine karşılık, sırasıyla %40+Geçirimsiz, %26+Geçirimsiz ve %20+Geçirimsiz üç farklı kombinasyona sahip çiftli duvarlarda yansıyan dalga yüksekliklerinin B/L_i rölafif açıklık oranı ile değişimi incelendiğinde yansıma azaltma etkilerine göre $B/L_i=0.2$, $B/L_i=0.1$, $B/L_i=0.3$, $B/L_i=0.4$ şeklinde sıralanabilir sonucuna varılmaktadır. Gelen dalga yüksekliğinin artması ile yansıyan dalga yüksekliğinin de artış gösterdiği görölmekte fakat bu artışın doğru orantılı olarak devam etmediği görölmektedir. En az yansımanın çiftli duvarlarda $B/L_i = 0.2$ rölafif açıklık oranında olduğu ve en fazla yansımanın $B/L_i = 0.4$ rölafif açıklık oranında olduğu elde edilmiştir.
9. $B/L_i = 0.2$ rölafif açıklık oranında poroziteli duvarların geçirimsiz duvarla kombinasyonlarının yansımayı azaltma etkilerine göre verimlilikleri %26 poroziteli+Geçirimsiz > %20 poroziteli+Geçirimsiz > %40 poroziteli+Geçirimsiz şeklinde sıralanabilir sonucuna varılmaktadır.

KAYNAKLAR

Allsop, N.W.H., (1995), Vertical walls and breakwaters: Optimization to improve vessel safety and wave disturbance by reducing wave reflections, Wave Forces on Inclined and Vertical Structures, ASCE, New York

Allsop, W., Bruce, T., Pearson, J., Alderson, J. ve Pullen T., (2003), “Violent overtopping at the coast, when are we safe?” Int. Conf. on Coastal Management 2003, ICE Brighton

Allsop, N.W.H. ve Hettiarachchi, S.S.L., (1988), Reflection from coastal structures, Proc. 21st ICCE, ASCE, Malaga, pp 782-794

Allsop, N.W.H., McBride M.W., ve Colombo, D., (1994), The reflection performance of vertical walls and ‘low reflection’ alternatives-results of random wave flume tests, Paper to the 3rd MCS Project Workshop, Emmelord

Allsop, N.W.H. ve Steele, A.A.J., (1990), Cardiff Bay Barrage Design Study-Repot 2a: Performans of wave screen breakwater, Report EX2124 HR Wallingford

Bennett, G.S., McIver, P., ve Smallman, J.V., (1992), A mathematical model of a slotted wave screen breakwater, Coastal Enginnering, Vol 18, Elsevier, 1992

Bergmann, H ve Oumeraci, H., 1999, Hydraulic performance of perforated structures, Proceedings of Coastal and Port Structures’99, Capetown, pp. 1340-1349.

Besley, P., (1999), “Overtopping of seawalls – design and assessment manual”, R&D Technical Report W 178, ISBN 1 85705 069 X, Environment Agency, Bristol.

Franco, C. ve Franco, L., Overtopping formulas for caisson breakwaters with nonbreaking 3d waves, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol. 125, No. 2, March/April

Fugazza, M. Ve Natale, L., (1992), Hyraulic design of perforated breakwaters, Jounal of Waterways Port Coastal Ocean Eng., 118:1-14

Goda, Y., 2000. Random Seas and Design of Maritime Structures. World Scientific, Singapore.

Günbak, A.R., (1979), Rouble mound breakwaters, Report 1, Norwegian Institute of Technology

Hartmann, (1969), Das Stabgitter in instationärer Strömungsbewegung. Technical Report Heft 69, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Berlin

Kondo, H. ve Sato, I., (1964), A study on the required elevation of breakwater crown, Hokkaido Development Bureau, Civil Engineering Institute, Monthly report 117, pp1-15 (in Japanese)

Owen, M.W., (1980), “Design of seawalls allowing for overtopping”, HR Wallingford, Report EX924.

- Seelig, W.N., (1983), wave reflection from coastal structures, Proc. Coastal Structures, ASCE, Arlington
- Simm, J.D.(Editor), (1991), “Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering”, CIRIA special publication 83, CUR Report 154.
- Suh, K.D., Choi, J.C., Kim, B.H., Park, W.S., Lee, K.S., (2001)., Reflection of irregular waves from perforated-wall caisson breakwaters, Coast. Engrg.,44, 141-151.
- Suh, K.D., Park, J.K. ve Park, W.S., (2006a), Wave reflection from partially-perforated-wall caisson breakwater, Ocean Engrg., 33(2), 264-280
- Suh, K.D. ve Park, W.S., (1995), Wave reflection from perforated-wall caisson breakwaters, Coastal Engineering, 26, 177-193.
- Suh, K.D., Shin, S. ve Cox, D.T., (2006b), Hydrodynamic Characteristics of Pile-Supported Vertical Wall Breakwaters, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engrg., 132(2), 83-96.
- Tanimoto vd., (1976), An experimental investigation of wave reflevtin., overtopping and wave forces for several types of breakwaters and seawalls, Tech. Note OfPort and Harbour Res. Ins. 246, 38p(in Japanese)
- Thomas, R. S. ve Hall, B., (1992), “Seawall Design”, CIRIA, London.
- Wiegel, R.L., (1960), Transmission of waves past a rigid vertical thin barrier, Journal of Waterways and Harbors Division, Vol.86, No.WW1, pp.1-12, ASCE
- Yüksel, Y., (2005), Deniz Tabanı Hidrodinamiği ve Kıyı Morfolojisi, Arıkan Yayınevi, İstanbul
- Yüksel, Y., Çevik E., Çelikoğlu Y., (1998), Kıyı ve Liman Mühendisliği, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Ankara
- Yüksel, Y., (2005), Teori ve Çözümlü Problemler İle Bilgisayar Uygulamalı Akışkanlar Mekaniği ve Hidrolik, Arıkan Yayınevi, İstanbul

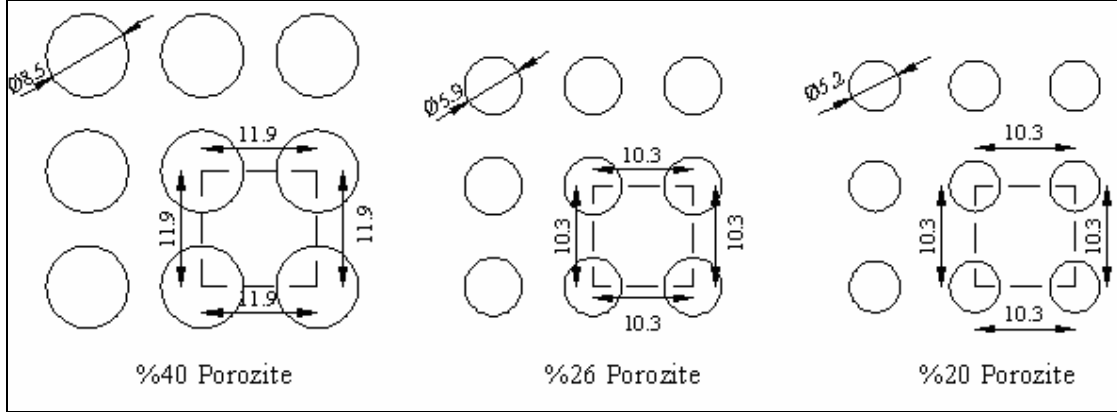
İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] http://www.arc.govt.nz/library/h21873_2.pdf
- [2] <http://www.hrwallingford.co.uk/downloads/projects/overtopping/pdfs>
- [3] <http://www.surfrider.org/seawall/photo.asp>
- [4] <http://www.williambarcroft.ne-lincs.sch.uk/seadefences3.html>
- [5] <http://www.nobleconsultants.com/civil/seawalls.html>

EKLER

Ek 1 Porozitenin Hesaplanması

Poroziteler hesaplanırken duvarda boşluk olarak bulunacak daire eksenleri arasındaki uzaklıklar eşit tutularak, eksenler arasındaki mesafe bir karenin kenarını oluşturacak şekilde hesaplanmıştır. Bu durumda porozite, daire alanı/kare alanı oranı olarak hesaplanmıştır. Birimler cm'dir.



% 40 porozite için

$$\text{Dairenin Alanı : } A_d = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 8.5^2}{4} = 56.72 \text{ cm}^2$$

$$\text{Karenin Alanı : } A_k = a \times b = 11.9 \times 11.9 = 141.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{Porozite : } P = \frac{A_d}{A_k} = \frac{56.72}{141.6} = 0.40$$

% 26 porozite için

$$\text{Dairenin Alanı : } A_d = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 5.9^2}{4} = 27.33 \text{ cm}^2$$

$$\text{Karenin Alanı : } A_k = a \times b = 10.3 \times 10.3 = 106.09 \text{ cm}^2$$

$$\text{Porozite : } P = \frac{A_d}{A_k} = \frac{27.33}{106.09} = 0.26$$

% 20 porozite için

$$\text{Dairenin Alanı : } A_d = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \times 5.2^2}{4} = 21.23 \text{ cm}^2$$

$$\text{Karenin Alanı : } A_k = a \times b = 10.3 \times 10.3 = 106.09 \text{ cm}^2$$

$$\text{Porozite : } P = \frac{A_d}{A_k} = \frac{21.23}{106.09} = 0.20$$

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi	31.01.1976	
Doğum Yeri	İzmit/Kocaeli	
Lise	1991-1994	İzmit Lisesi
Lisans	1995-1997	Doğu Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
	1997-2001	Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü
Çalıştığı kurumlar	2001-2002	Yapıgüç & Acar İnşaat Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.
	2002-Devam ediyor	Proteknik Mühendislik Sanayi ve Ticaret Ltd. Sti.