

19340

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DÜZENLİ DALGALARIN YÜZEN DALGAKIRANLARDAN

AKTARILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Atilla BAYRAM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 10 Haziran 1991

Tezin Savunulduğu Tarih : 5 Temmuz 1991

Tez Danışmanı : Doç.Dr.Sedat KAPDAŞLI

Diğer Jüri Üyeleri : Prof.Dr.Cevat ERKEK

Prof.Dr.Necati
AĞIRALIOĞLU

TEMMUZ 1991



KAPAK RESMİ

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde, her aşamada yakın ilgi ve desteğini gördüğüm değerli Hocam Sayın Doç.Dr. Sedat KAPDAŞLI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, Laboratuarda deney düzeneğinin hazırlanmasında ve ileriki aşamalarda yardımcı olan başta İnş.Y. Teknikeri Lemi ERTİT olmak üzere Hidrolik Laboratuvarı çalışanlarına ve bu tezi titizlikle daktilo eden Oya YENİBAKIR'a teşekkür ederim.

İnş.Müh. Atilla BAYRAM

NOTASYON

<u>Sembol</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Boyut</u>
a	Dalga genliği	[m]
h	Su derinliği	[m]
f	Dalga frekansı (1/T)	[sn ⁻¹]
g	Yerçekimi ivmesi	[m/sn ²]
H _i	Gelen dalga yüksekliği	[m]
H _T	Aktarma dalgası yüksekliği	[m]
k	Dalga sayısı ($\frac{2\pi}{L}$)	[-]
L	Dalgaboyu	[m]
C _T	Aktarma katsayısı (C _T = H _t /H _i)	
t	Zaman	[sn]
ρ	Suyun özgül kütlesi	[t.sn ² /m ⁴]
w _i	Açısal frekans (2πf)	[sn ⁻¹]
ℓ	Plak boyu	[m]
w	Plağın birim uzunluğunun ağırlığı	[t/m]
ℓ _b	Balast uzunluğu	[m]
w _b	Plağın birim boyundaki balastın ağırlığı	[t/m]
w _d	Plağın birim boyunun yerdeğiştirmesi	[m]
γ _{bw}	Plak malzemesinin özgül ağırlığı	[t/m ³]
e	Plağın su üstünde kalan kısmı	[m]
S.S.S.	Sakin su seviyesi	[-]

İÇİNDEKİLER

NOTASYON	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1. GİRİŞ	
1.1. Genel Bilgi	1
1.2. Yüzen Dalgakıranlar ve Sınıflandırılması	2
1.2.a. Kutu Tipi Dalgakıranlar	3
1.2.b. Ponton (Duba)Tipi Dalgakıranlar ...	4
1.2.c. Yüzen Palet Tipi Dalgakıranlar.....	8
1.2.d. Bağlı Şamandıra Tipi Dalgakıranlar	12
1.3. Çalışmanın Amacı	15
1.4. Bugüne Kadar Yapılmış Olan Çalışmalar.....	16
BÖLÜM 2. KONUYA TEORİK YAKLAŞIM	27
2.1. Dinamik Benzerlik	27
2.2. Dalga Yüksekliğinin Küçültülmesi.....	29
BÖLÜM 3. HİDROLİK MODEL VE ÖLÇME SİSTEMİ.....	33
3.1. Dalgakıran Olarak Ele Alınan Kesit	33
3.2. Ölçüm Sistemi ve Kalibrasyon İşlemi	35
BÖLÜM 4. DENEYLER	38
4.1. Dalga Kanalı	38
4.2. Dalga Üreticisi ve Teorisi	38
4.3. Dalga Yutucuları	38
BÖLÜM 5. DENEY SONUÇLARININ ELDE EDİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	46
5.1. Dalga Kayıtlarının Değerlendirilmesi.....	46
5.2. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	46
BÖLÜM 6. ELDE EDİLEN SONUÇLAR	59
KAYNAKLAR	62
EK.....	64
ÖZGEÇMİŞ	72

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No.

<u>Şekil</u>	<u>Açıklama</u>	
Şekil 1.1.	Kutu tipi dalgakıranların genel görünümleri	4
Şekil 1.2.	Washington'da Olimpia Limanı için tasarlanmış ponton tipi yüzen dalgakıranın modeli	5
Şekil 1.3.	Washington'da Oak Limanı için uygulanmış ikiz ponton'un modeli	6
Şekil 1.4.	Olimpia Limanı için tasarlanmış tek ponton tipi yüzen dalgakıran modeli deneyleri sonucunda W/L rölatif dalgakıran genişliğinin C_T aktarma katsayısı ile değişimini veren grafik	7
Şekil 1.5.	Çift ponton tipi yüzen dalgakıranın şematik şekli.	7
Şekil 1.6.	Çift ponton tipi yüzen dalgakıran için, rölatif su derinliğinin çeşitli rölatif batmışlık d_2/d_1 değerlerine bağlı olarak aktarma katsayısı ile değişimini veren grafik.	8
Şekil 1.7.	Wave-Maze tipi dalgakıranların genel görünüşü.	9
Şekil 1.8.	Goodyear tipi yüzen dalgakıranlarda kullanılan lastik modüllerin düzeni	10
Şekil 1.9.	Wave-Guard tipi yüzen dalgakıranın şematik şekli	11
Şekil 1.10.	Wave-Maze tipi, Goodyear ve Wave-Guard tipi yüzen dalgakıranlar için L/W (Dalgaboyunun yapı genişliğine oranı) nın C_T aktarma katsayısı ile değişimi.	12
Şekil 1.11.	Bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıranın genel görünüşü	13
Şekil 1.12.	Bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıranın plan ve kesiti.	14

Şekil 1.13.	Düzenli dalga etkisi altında eğimli yüzen dalgakıranlar için ℓ/L oranının çeşitli dalga dikliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi	24
Şekil 1.14.	$2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi	25
Şekil 1.15	$H_1=1.8$ m dalga yüksekliği değeri için bağlantı halatı yerinin değişiminin aktarma katsayısına etkisi	26
Şekil 1.16	Tabanda açıklık olması halinde $2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga dikliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi	26
Şekil 2.1.	Eğimli yüzen dalgakıranın geometrik şekli	30
Şekil 3.1.	Deneylerde kullanılan $\ell=1.46$ m boyundaki dalgakıran modelinin geometrik özellikleri	34
Şekil 3.2.	Deneylerde kullanılan $\ell=1.00$ m boyundaki dalgakıran modelinin geometrik özellikleri	34
Şekil 3.3.	Deneylerde kullanılan elektrod	36
Şekil 3.4.	Deneylerde kullanılan ölçü aletleri	36
Şekil 3.5.	Elektrodun kalibrasyon eğrisi	37
Şekil 3.6.	Devre şeması	38
Şekil 4.1.	Dalga kanalının plan ve kesiti	40
Şekil 4.2.	Farklı uç tipteki dalga üreticileri	41
Şekil 4.3.	Dalga motoru ve paleti	44
Şekil 5.1.	$2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliği değerlerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.46$ m, $h=0.33$ m)	47
Şekil 5.2.	Tabanda 7.5 cm lik açıklık olması hali için $2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliği değerlerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell= 1.46$ m, $h=0.33$ m)	49
Şekil 5.3.	Bağlantı halatı uzunluğunun aktarma katsayısına etkisi ($T=0.71$ sn)	52

Şekil 5.4.	Tabanda açıklık olmaması hali için ℓ/L değerinin farklı dalga dikliklerinde aktarma katsayısı ile değişimini veren grafik ($\ell=1.46$ m, $h=0.33$ m)	53
Şekil 5.5.	Tabanda açıklık olması hali için ℓ/L değerinin çeşitli dalga dikliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.46$ m, $h=0.33$ m)	54
Şekil 5.6.	$2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00$ m, $h=0.26$ m)	55
Şekil 5.7.	Tabanda 7.5 cm lik açıklık olması hali için $2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00$ m, $h=0.26$ m)	56
Şekil 5.8.	$2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00$ m, $h=0.33$ m)	57
Şekil 5.9.	Tabanda 7.5 cm açıklık olması hali için $2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00$ m, $h=0.33$ m)	58
Şekil 6.1.	Yapının sığ su ve geçiş bölgesinde inşaa edilmesi halinde çeşitli dalga dikliklerinde dalgakıran boyunun dalga boyuna oranının aktarma katsayısı ile değişimi.	61

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Açıklama</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1-	Bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıranların uygulanabileceği minimum su derinliği değerleri	5
Tablo 1.2-	Amerika'nın Büyük Okyanus'taki kuzey-batı kıyıları boyunca inşaa edilmiş yüzen dalgakıranların karakteristik değerleri	18
Tablo 1.3-	Dalga yüksekliğinin % 50 küçültülmesi için periyodun limit değerleri	25
Tablo 2.1-	Froude Benzeşiminde çeşitli fiziksel büyüklüklerin ifadesi	28
Tablo 3.1-	Modelde kullanılan dalgakıranın geometrik özellikleri	33
Tablo 4.1-	Deney kanalı karakteristikleri	39
Tablo 4.2-	Dalga üreticisi tipine bağlı (λ)g de değerlerini veren tablo.	42
Tablo 5.1-	Tabandaki açıklığın aktarma katsayısı üzerine etkisi	48
Tablo A.5.2.1-	Düzenli dalga etkisinde dalgakıranın tabana oturması hali için yapılan testin sonuçları ($h=0.33m$, $\lambda=1.46m$)	65
Tablo A.5.2.2-	Düzenli dalga etkisinde tabanda açıklık olması hali için yapılan testin sonuçları ($h=0.33m$, $\lambda=1.46m$, % 22 açıklık)	66
Tablo A.5.2.3-	Bağlantı halatı uzunluğunun aktarma katsayısına etkisi için yapılan testin sonuçları ($h=0.33m$, $T=0.71sn$)	67
Tablo A.5.2.4-	Düzenli dalga etkisinde dalgakıranın tabana oturması hali için yapılan testin sonuçları ($h=0.33m$, $\lambda=1.00m$)	68
Tablo A.5.2.5-	Düzenli dalga etkisinde tabanda açıklık olması hali için yapılan testin sonuçları ($h=0.26m$, $\lambda=1.00m$)	69
Tablo A.5.2.6-	Düzenli dalga etkisinde dalgakıranın tabana oturması hali için yapılan testin sonuçları ($h=0.33m$, $\lambda=1.00m$)	70
Tablo A.5.2.7-	Düzenli dalga etkisinde tabanda açıklık olması hali için yapılan testin sonuçları ($h=0.33m$, $\lambda=1.00m$)	71

ÖZET

Bu çalışmada, günümüzde özellikle küçük yat limanlarının veya küçük ticari gemilerin korunması için düşünülen limanlarda uygulanan eğimli yüzen dalgakıranların dalga etkisine karşı davranışı incelenmiştir. Bu amaçla İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Hidrolik Laboratuvarında 23.2 m boyunda, 1.00 x 0.55 m enkesitli bir dalga kanalında iki boyutlu model deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde yüzen dalgakıranlar ile ilgili genel bilgi verilerek bu tür yapıların diğer masif tip yapılara göre avantaj ve dezavantajları ele alınmıştır. Ayrıca bu bölümde çalışmanın amacı ve bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar hakkında detaylı bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde ise dinamik benzerlik koşulları kullanılarak boyut analizi yardımıyla eğimli yüzen dalgakıranlardan dalgaların aktarılması olayında etkili olan parametreler belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde deneylerde kullanılacak dalgakıran modelinin geometrik özellikleri ve deneylerde kullanılan ölçü aletleri hakkında genel bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise deneyin yapıldığı dalga kanalının özellikleri ve dalga yutucuların teşkili ile ilgili bilgiler verilerek dalga üreticisi ve teorisi hakkında detaylı bilgi sunulmuştur.

Beşinci bölümde deneylerden elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve sonuçlar belirtilmiştir.

TRANSMISSION OF REGULAR WAVES THROUGH FLOATING BREAKWATER

SUMMARY

The basic purpose of installing a breakwater is to protect a part of shoreline or moored vessels from significant incident wave energy and to reduce the height of incident waves to a compatible level in the shelter area. The first application of floating structure for the reduction of surface gravity wave was considered by Joly in 1905. During the Normandy invasion of World War II, two different types of wave barriers were developed by Great Britain for off-loading of men and materials. One of these developments was a portable barge type unit which was floated into position and sunk at a specific location by filling sea water. The second one was a true floating breakwater which had a circular cross section.

The increase in number of private pleasure craft and small commercial vessels has generated a demand for additional sheltered areas. And many naturally locations along coastlines have reached full capacity to accomodate of vessels. Additionally, at many of these locations, site parameters such as deep water or poor bottom conditions necessiate a floating structure. Research engineers and scientists knew the potential for floating breakwaters in certain areas and research interest has been directed towards this subject in last decades.

The rouble-mound breakwaters has been widely applied to reduce surface water waves for many years. They are constructed of graded rock as a fixed pervious gravity structure. They are very expensive in water depth greater than about 6.0 m. This structure reduces incident wave reflection and wave breaking over it and viscous losses as water particles interact with the breakwater. Common type cross section is trapezoidal the construction coast increases with the depth of water at a site.

The maintanance coast of breakwaters is more than floating breakwaters especially when the structure affected large wave. And armour unit fragility is common type of damages. In addition it acts as a pervious vertical barrier to shoreline process. This may interrupt longshore transport inducing local silt and some scour problems or may seperate circulation and cause water

pollution within a marina. Floating structure has multiple use potential for these reasons that alternative breakwater designs are of interest for small boat marina application.

Floating breakwaters attenuate surface water through the mechanisms of reflection, destruction of water particle orbital motions and viscous damping. As a wave attacks the structure, some energy will be reflected, some dissipated, some will induce breakwater motions and some will pass beneath the structure. The induced body motions will subsequently generate waves and the restraint of body motion will be provided by the mooring system. In theory the structure should provide greater wave attenuation in deep water waves as a greater percentage of the wave's average kinetic energy is located in the upper region of the water column with which the breakwater interacts.

An attractive benefit of floating breakwaters is that their cost is relatively insensitive to water depth at a site. As the structures are buoyant, the breakwater is mobile which may facilitate realignment or removal if desired. Of importance for marina application is the dual use potential of a floating breakwater. This may permit the structure to act as a both pier and breakwater. As the breakwater does not extend the full depth of water, interruption of littoral processes and local circulation would not be anticipated.

The aim of this research is to evaluate the performance of sloping float (or inclined pontoon) breakwaters with respect to expected wave climate in marinas. The results of this two dimensional model study are for regular waves of intermediate water depths. Wave height in a specific site is a multi-variable phenomenon and there is not a universal equation to describe it. That's why the degree of the wave protection will be assumed by the engineer within the acceptable bounds.

In chapter 1; the main problem is analysed and some information is given about the state-of the-art of floating breakwaters. They can be categorized into groups of;

- a- Box type
- b- Pontoon type
- c- Mat type
- d- Tethered type

The present problem can be grouped into pontoon type floating breakwater. The inclined pontoon breakwater is a wave barrier that consist of a row of moored, flat slabs or panels whose mass distribution is such that in

still water each panel rests with one end on the bottom and the other end protruding above the water surface [11].

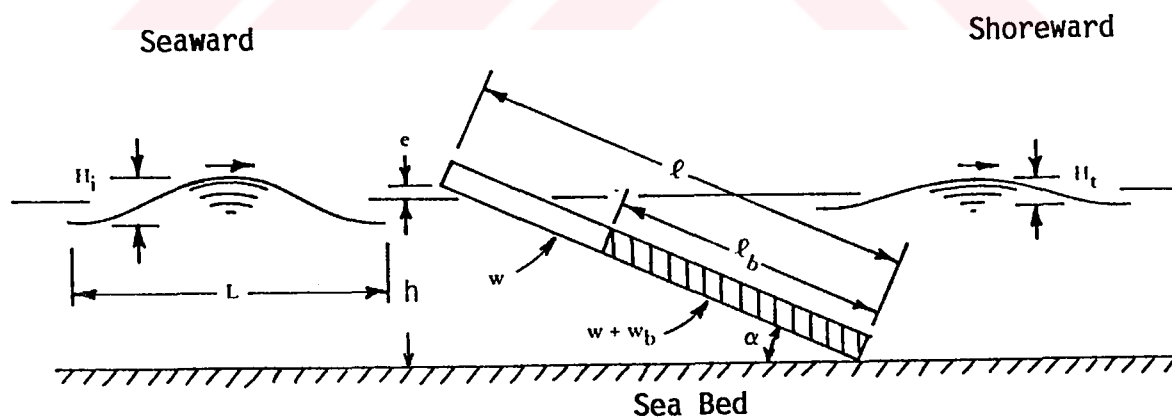
Chapter 1 includes also earlier studies given in detail which are relevant to this problem.

In Chapter 2; Some information is given about dynamic similarity following figures illustrates the two dimensional case found in a laboratory wave flume. In addition to two-dimensionality, other assumptions are as follows:

1- The thickness of the float is unimportant in the sense that the mass of float, the mass of the internal ballast and hydrodynamic forces are considered to be distributed uniformly over a plane that coincides with the lower surface.

2- The restraint such as a mooring that maintains the general location of the float in the presence of waves has no effect on wave transmission.

3- The incident waves are regular; that is they form a single frequency, constant-amplitude wave train.



For the conditions assumed, it is expected that the height of the waves in the lee of the structure (H_t) depends primarily upon the values of the following independent variables;

H_i = height of incident waves

L = length of incident waves

h = depth of water

ℓ = length of structure
 w = weight of a unit length of float
 ℓ_b = ballasted length
 w_b = weight of internal ballast in a unit length of float
 w_d = Displacement of a unit length of float.

Using dimensional analysis an expression for wave attenuation is derived in terms of non-dimensional quantities as following;

$$C_T = f\left(\frac{\ell}{L}, \frac{\ell}{h}, \frac{H_i}{L}, \frac{\ell_b}{\ell}, \frac{w_b}{w}\right)$$

As seen above equation, the value of C_T depends upon the wave-length to the length of the float, the depth of water relative to the length of the float, the height-length ratio or steepness of waves and distribution of mass of the ballasted float. ℓ_b/ℓ and w_b/w has been chosen dimensional constant of the breakwater tested. Therefore the above equation is re-written as follows.

$$C_T = f\left(\frac{H_i}{L}, \frac{h}{L}\right)$$

In chapter 3; Hydraulic model and the model equipment are described. For the purpose of the present study the two sloping breakwaters selected for testing each 1.46 and 1.00 m in length, both 0.96 m in width and 0.06 m in depth which were constructed of P.V.C.

In chapter 4; a description of wave flume, detailed information on the wave generator, wave absorbers and the measurement of wave profiles on the shoreward and seaward direction is presented.

The wave flume has a total length of 23.2 m 1.00x0.55 m cross section. It has a rigid steel bed and the sides are lined with glass panels for the entire length of the flume for observation of the processes inside the flume. The wave generator is of flap type. The movement of the flap about hinge creates regular waves. The eccentricity of the rotating arm of flap can be adjusted to produce waves of desired height, and by adjusting motor stroke, waves of desired period can be produced. Waves generated by this facility will have wave period ranging from 0.5 to 1.0 sec. and wave height up to 12 cm.

Two wave probes, one at the seaward side and the other at the shoreward side of the floating breakwater were used to measure incident and transmitted waves. The wave probes were calibrated in still water by raising and lowering them by known heights and noting the corresponding deflection of the needle in the strip chart recorder.

The wave length, L , of the incident wave was computed from Airy theory relationship,

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh(kh)$$

where,

g = gravitation constant

h = water depth below SWL

T = wave period

k = wave number ($= \frac{2\pi}{L}$)

The transmitted wave height, H_t , was measured directly from the wave record obtained shoreward of the breakwater.

In chapter 5; the results of the experimental studies are presented. These are as follows;

1- The controlling factor of the wave transmission is the inclination of the breakwater in its rest position.

2- Transmitted wave heights are consistently lower for the 1.00 m sloping float breakwater and transmission response of both structures is strongly depend on relative depth.

3- Coefficients of transmission are relatively insensitive to wave height.

4- Sloping float breakwater's wave attenuation performance consistently increases as the wave period decreases.

5- During model tests three different type of mooring line length have been carried out for wave attenuation performance. It is seen that coefficients of transmission increases more (about +0.10 ~ 0.15) as the mooring line length decreases.

6- Based on two dimensional model tests for periodic waves and certain assumptions, the sloping float breakwater appears to have promise for shallow and intermediate water depths.

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

1.1. GENEL BİLGİ

Kıyıların ve iç su yollarının mümkün olan gelişmesi o bölgedeki dalga ikliminin bir fonksiyonudur. Dalgakıranlar kıyı boyunca belirli bir alanın dalga etkisine karşı korunması için tasarlanan yapılardır. Bir bölgede dalgakıran inşaa etmenin temel amacı kıyının bir kısmını veya kıyıda demirlemiş olan gemileri etkin dalga enerjisinin oluşturabileceği zararlara karşı korumak ve bu bölgede etkin dalga yüksekliğini kabul edilebilir bir sınıra indirmektir. Günümüzde özel yatların ve küçük ticari gemilerin sayısındaki artış bunların demirleyip, servis hizmetleri alabilecekleri ilave koruma bölgelerine ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Kıyı boyunca doğal korunma bölgeleri bugün artık tam kapasitelerine ulaşmış bulunmaktadır. Bu ise burada yaşayan tekne sahiplerini teknelerini nasıl ve nerede koruma altına alabileceği problemi ile karşı karşıya bırakmaktadır. Bunun çözümü ise doğanın koruma sağlayamadığı yerlerde yapay koruma bölgelerinin oluşturulması ile mümkün olmaktadır.

Bu çalışma, küçük yat limanlarında tekneler için kabul edilebilecek salınım seviyelerinin belirlenmesini ve tahmin edilen bir dalga iklimine göre eğimli yüzen dalgakıranların performans değerlerinin tahmin edilmesini amaçlamaktadır. Bir marina içerisinde kabul edilebilir maksimum dalga yüksekliğini belirlemek için evrensel bir bağıntı mevcut olmayıp korumanın derecesi proje mühendisinin kabul edebileceği zarar ve risk değerlerinin fonksiyonudur.

Günümüzde yüzey dalgalarının etkisini azaltmak için taşdolgu dalgakıranlar inşaa edilmektedir. Bu tür yapılar değişik boyuttaki taşların veya özel hazırlanmış betonarme blokların dereceli bir şekilde üst üste dizilmesiyle inşaa edilen geçirimli sabit yapılardır. Çok iyi koruma sağlamaları sebebiyle bu yapılar bugün dünyanın her yerinde kıyılarda uygulanmaktadır. Taşdolgu dalgakıranlar gelen dalganın yüksekliğini, taşlarla su partikülleri arasındaki etkileşimden dolayı oluşan viskoz kayıplarla, kırılma ve yansıtma yoluyla azaltırlar. Fakat bu tür yapılar kesitlerinin trapez şeklinde olması ve toplam maliyetlerinin uygulanacakları yerdeki su derinliği ile artması, sağlam zemine ihtiyaç göstermeleri, kıyı boyunca katı madde taşınımı işlemini düşey bir duvar gibi davranarak etkilemeleri, ekolojik denge üzerinde olumsuz etkileri, yersel oyulma ve marina içerisinde su kalitesinin bozulmasına sebep olmaları gibi birçok nedenlerle etkili bir koruma yapısı olamamaktadır. Bu sebeplerle alternatif bir çözüm olan yüzen dalgakıranlar koruma yapısı olarak önem kazanmaktadır.

1.2. YÜZEN DALGAKIRANLAR VE SINIFLANDIRILMASI

Jones, Richey ve Nece çalışmalarında bugüne kadar tasarlanmış 60'a yakın yüzen dalgakıran tipinden bahsetmektedirler[1] . Bu değişik tipler arasındaki geometrik ve fonksiyonel benzerlikler yüzen dalgakıranların temel dört sınıfa ayrılabilmesini sağlamaktadır. Bu tipler:

- a- Kutu tipi
- b- Ponton tipi (veya duba tipi)
- c- Yüzen palet tipi
- d- Bağlı şamandıra tip

olmak üzere sınıflandırılmaktadır [2].

Yüzen dalgakıranlar şekil olarak belli bir su kesimli ve dalganın yalnız yapının üst kısmıyla etkileştiği

yapılardır. Bu yapılar yüzey dalgalarının enerjisini viskoz sürtünme ve su parçacıklarının dairesel hareketini bozarak, dalga ile farklı fazda hareket ederek ve dalganın bir kısmını geri yansıtarak azaltırlar. Dalga katarı yapı üzerine etkidiği anda enerjinin bir kısmı geri yansıtılır, bir kısmı yapı tarafından sönümlendirilir ve bir kısmı ise yapı altından geçerek koruma bölgesine girer. Teorik olarak, derin sularda ($h/L > 1/2$) dalga enerjisinin büyük bir bölümü su yüzeyine yakın yapı ile etkileştiği bölgede yeraldığı için yüzen dalgakıranlar iyi bir koruma sağlarlar.

Burada yukarıda sınıflandırılan temel tiplerin avantaj, dezavantaj ve kullanıldıkları yerler kısaca ele alınacaktır.

1.2.a. Kutu Tipi Yüzen Dalgakıranlar

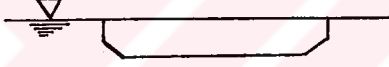
Birçok kutu tipi yüzen dalgakıranlar modüler elemanlardan yapılırlar. Bu modüller ya oynak (flexibl) bileşimlidir veya monoblok şekilde hareket edebilmesi için öngerilmeli olarak yapılırlar. Yapının büyüyen boyutlarıyla beraber ağırlığı da artacağından yapıyı çelikten yapma yoluna da gidilebilmektedir. Ve yapıyı istenen su kesimi derinliğinde yüzdürebilmek için kum ve kaya gibi malzemelerle balastlama her zaman düşünülen çözümdür. Bu tip dalgakıranların avantajları ise şöyle sıralanabilir:

- a. Yapının ekonomik ömrü 50 yıl ile sınırlıdır.
- b. Dalgakıran, geçici gemi demirleme ve balıkçılık hizmetleri için bir iskele görevini de görmekte kullanılabilmektedir.
- c. Şeklinin basit olması inşasını kolaylaştırmaktadır.
- d. Kendisinden beklenen görevi yerine getirebilmektedir.
- e. Sınırlı dalga iklimi durumunda (feç veya süre limitli) etkin olmaktadır.

Dezavantajları ise;

- Yüzen palet tipi dalgakıranlarla karşılaştırıldıklarında daha yüksek bir maliyete sahip olmaları
- Bakım masraflarının yüksek olması
- İyi bir şekilde dizayn edilmemesi durumunda, modüllerin birbirleriyle olan bağlantısında problem yaratmasıdır[2].

Kutu tipi yüzen dalgakıranların genel görünümü aşağıda Şekil 1.1 deki gibidir.

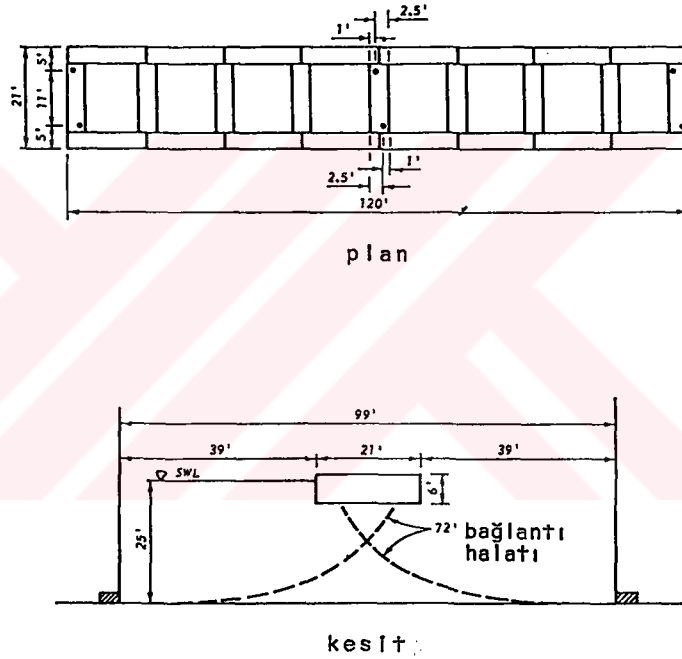
Tip	Görünüm	Açıklama
Betonarme plak		Daha çok betonarme plaklar kullanılarak yapılmaktadır.
Mavna		Standart mavna boyutları
	Kesit	60x10x3.50 m ve 50x8x3.25 m

Şekil 1.1. Kutu tipi yüzen dalgakıranların genel görünüşleri [2].

1.2.b. Ponton Tipi Yüzen Dalgakıranlar

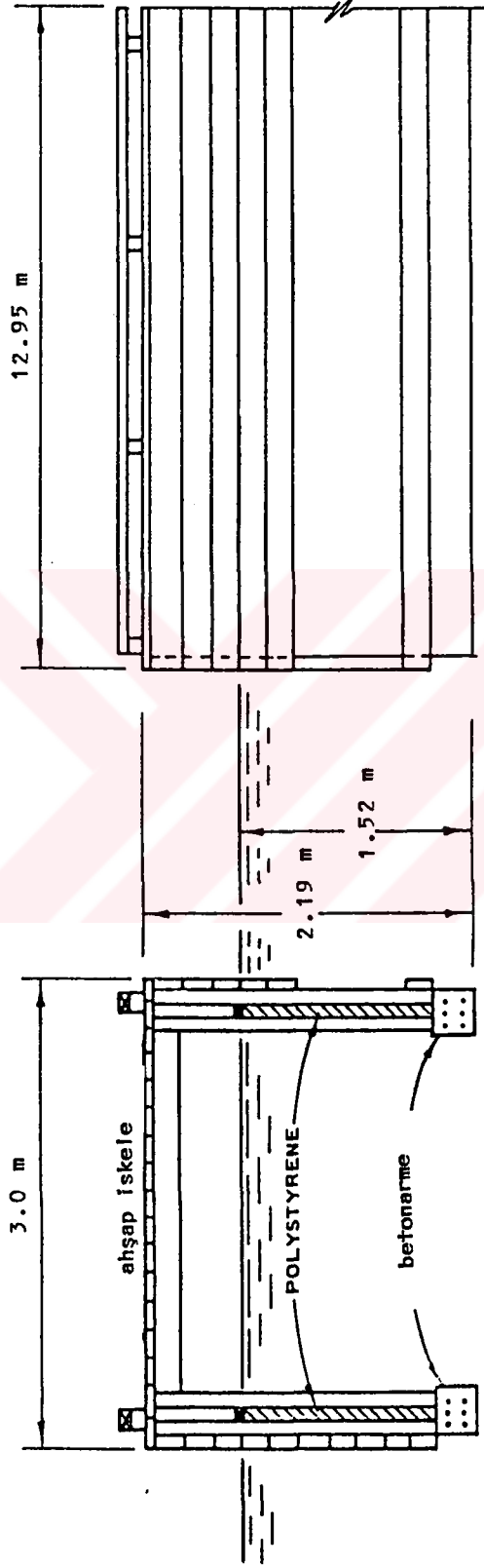
Prizmatik şekilli olarak yapılan bu tip yapılar (tek ponton, çift ponton v.s.) yüzen dalgakıranların en basit tiplerini oluştururlar. Şekil 1.2 de Washington' da Olimpia limanı için tasarlanan ponton tipi (Alaska tipi veya ladder tipi olarakta bilinen) dalgakıranın resmi görülmektedir. Şekil 1.3 te ise küçük ve daha ucuz bir tip olan ikiz ponton (Catamaran tip olarakta isimlendirilir) dalgakıran görülmektedir. Bu tip prizmatik şekilli dalgakıranlar asıl görevinin yanı sıra iskele olarak balık tutmak, üzerinde yükleme ve boşaltma yapmak ve

küçük tekneleri bağlamak gibi ilave fonksiyonlarda yerine getirirler. Ponton tipi dalgakıranlarda aktarma katsayısının belirlenmesinde eğrilik yarıçapı, su kesimi derinliği gibi parametrelerin etkili olduğu bilindiği halde yapı genişliğinin gelen dalganın dalga boyuna oranı olan W/L nin etkisini Carver (1979 da) Washington da Olimpia limanı için tasarlanan yapı üzerinde araştırmıştır[4]. Şekil 1.4 te farklı yapı genişlikleri için C_T aktarma katsayısı değerlerini veren grafik görülmektedir.

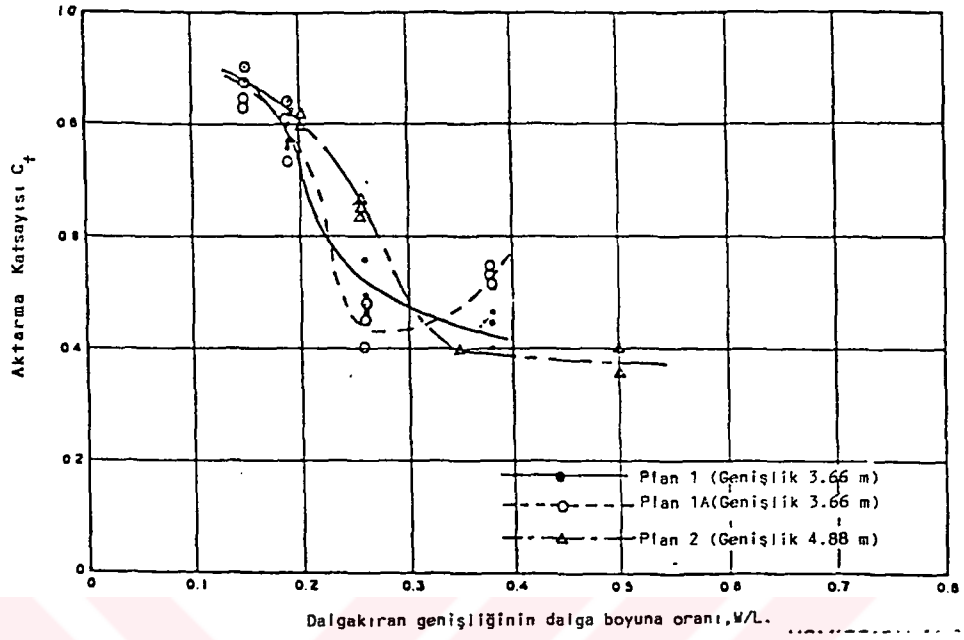


Şekil 1.2. Washington'da Olimpia Limanı için tasarlanan ponton tipi yüzen dalgakıran modeli [3].

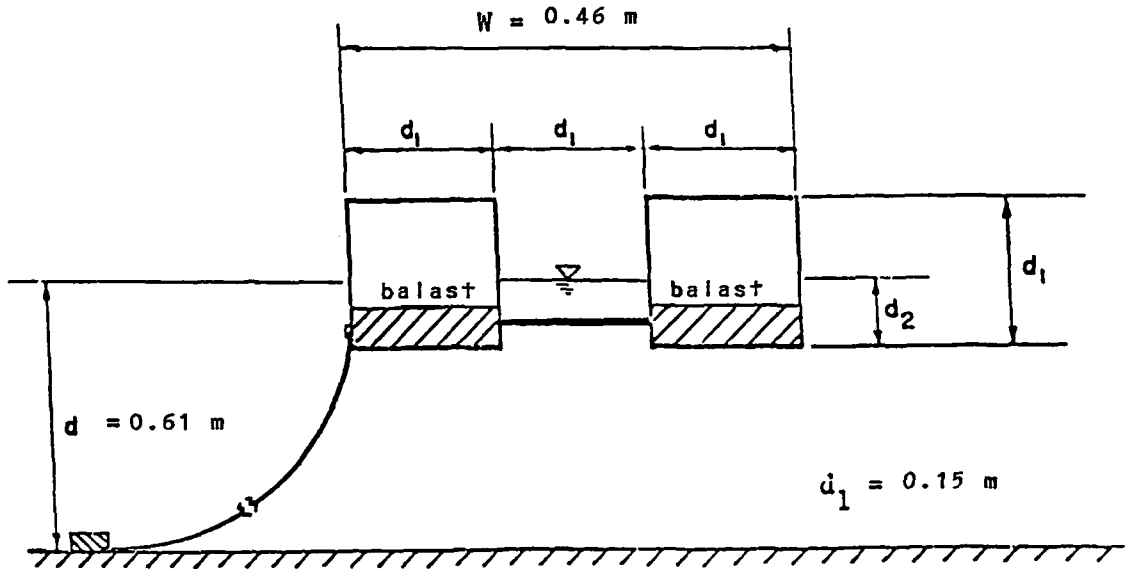
Tek ponton tipin bir alternatifi olan çift ponton tipi ise birbirlerine rijid bağlı dikdörtgen kesitli iki betonarme kütleden teşkil edilmiş olup (Şekil 1.5) iki ponton arasındaki boşluk ise türbülanslı dalga enerjisinin bu arada sönmülendirilmesi amacıyla düşünülmüştür.



Şekil 1.3. Washington'da Oak Limanı için uygulanmış ikiz penton'un modeli [4].

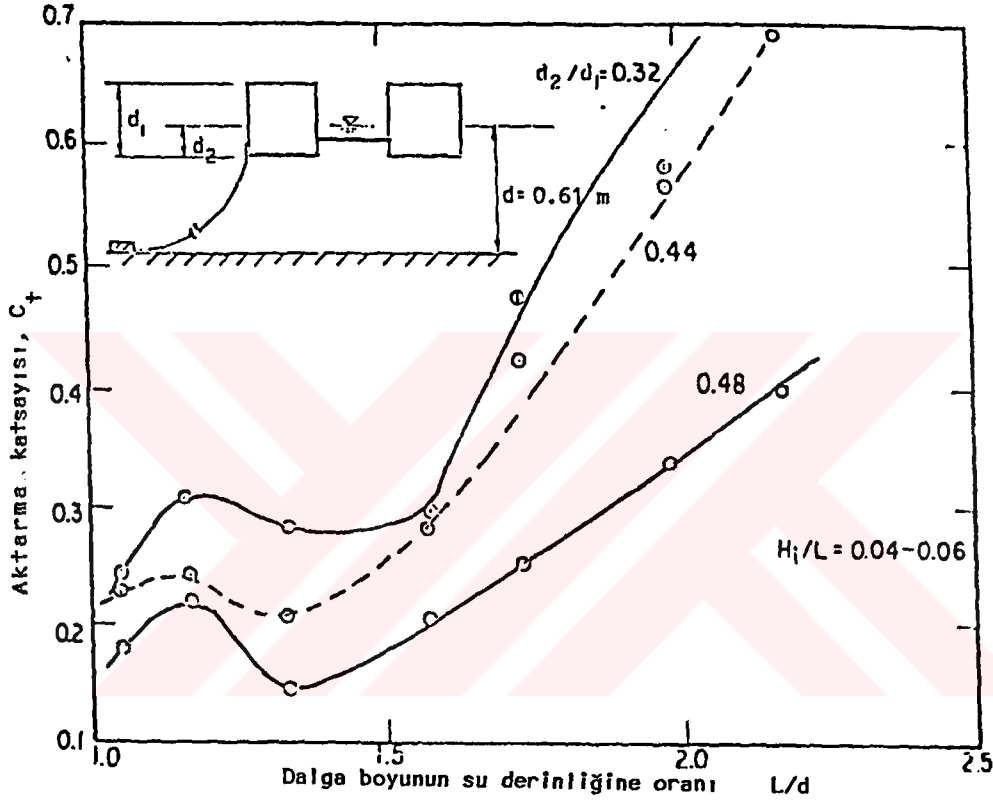


Şekil 1.4. Olimpia Limanı için tasarlanmış tek ponton tipi yüzen dalgakıran modeli deneyleri sonucunda W/L rölatif dalgakıran genişliğinin C_t aktarma katsayısı ile değişimini veren grafik [4].



Şekil 1.5. Çift ponton tipi yüzen dalgakıranın şematik şekli [5].

Ofuya yaptığı deneylerde çift ponton tipi yüzen dalgakıranların dalga etkisine karşı davranışını incelemiş ve yapının farklı su kesimi derinliklerinde L/d (Gelen dalganın dalga boyu/su derinliği) oranına bağlı olarak aktarma katsayılarını C_T , bir grafikte vermiştir (Şekil 1.6).



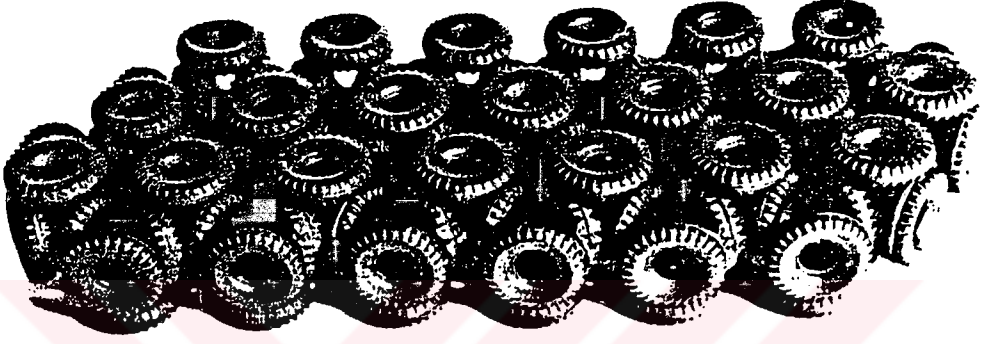
Şekil 1.6. Çift ponton tipi Yüzen Dalgakıran için, rölatif su derinliğinin çeşitli rölatif batmışlık d_2/d_1 değerlerine bağlı olarak aktarma katsayısı ile değişimini veren grafik [5].

1.2.c. Yüzen Palet Tipi Dalgakıranlar

Kullanılmış çok fazla sayıda otomobil ve kamyon lastiklerinin çeşitli şekillerde bir araya getirilmesiyle oluşturulan koruma yapılarıdır. Geçtiğimiz 20 yıl içerisinde kıyı mühendisleri iyi bir dalga kırıcı olduğu için kıyı koruma yapılarının projelendirilmesinde eski otomobil lastiklerini kullanmışlardır. Stitt ve Noble, "Wave Maze" olarak bilinen yüzen dalgakıran tipini geliştirmişler

ve patentini almışlardır. Goodyear tekerlek ve lastik şirketi ise su geçirmez şekilde biribirleriyle bağlantılı eski otomobil lastiklerini kullanarak modüler bir yüzen dalgakıran tipi geliştirmişlerdir. Bu iki tipin fotoğrafları Şekil 1.7 ve Şekil 1.8 de görülmektedir.

Üst



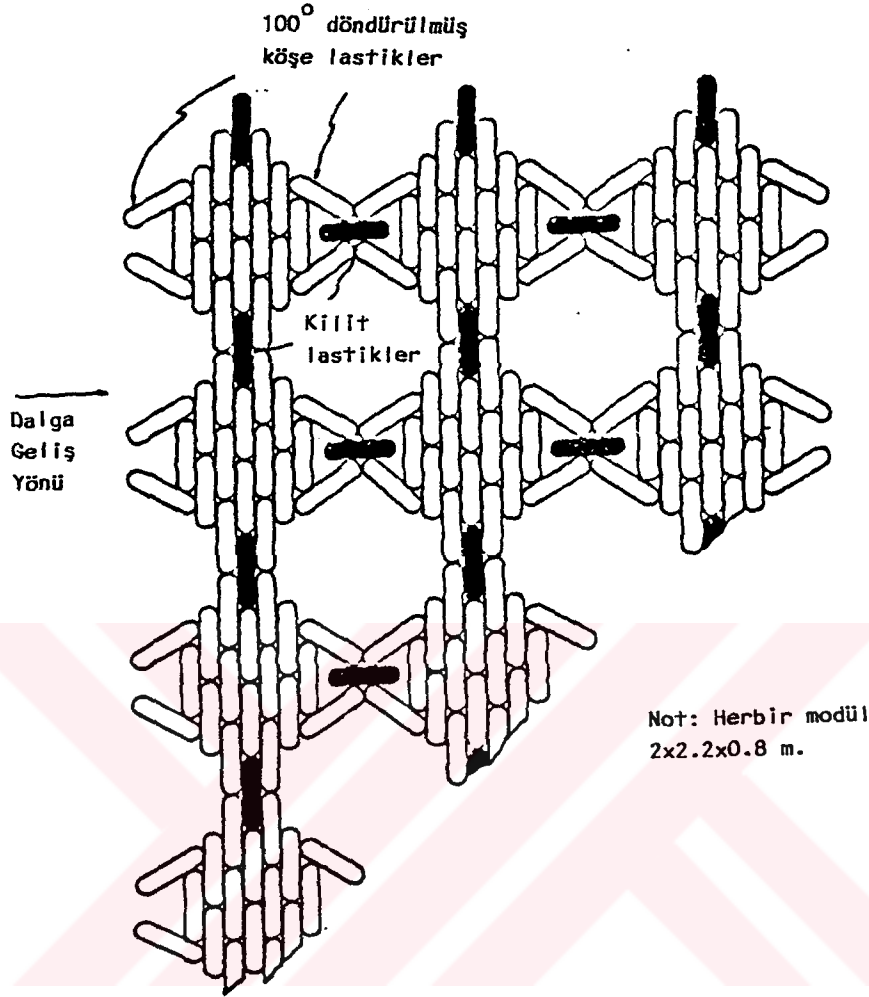
Alt

Şekil 1.7. Wave-Maze Tipi yüzen dalgakıranların genel görünümü[6].

Harms ve Bender [6] diğer tiplerden rijitliği ve kullanılmış lastiklerin diziliş düzeni farklı olan Wave-Guard tipi yüzen dalgakıran olarak bilinen bir model geliştirmişlerdir. Bu tipte yapısal olarak masif kütleler kullanılmıştır. Şekil 1.9 da görüldüğü gibi bu tipte birim alandaki lastiklerin sayısı fazla olduğu için boşluk oranı diğer tiplerden daha azdır. Böylece diğer türlere göre aynı oranda dalgaya karşı koruma sağlayabilmek için planda daha küçük alanlı bir yapı teşkili mümkün olmaktadır.

Yüzen palet tipi dalgakıranların avantajları şöyle sıralanabilir:

- a- Diğer tiplere göre daha düşük maliyetinin olması
- b- Kolayca imal edilmesi ve gerektiğinde bakım için veya buz etkisinden korunması gerektiğinde sökülebilmek



Şekil 1.8. Goodyear tipi yüzen dalgakıranlarda lastik modüllerin düzeni[6].

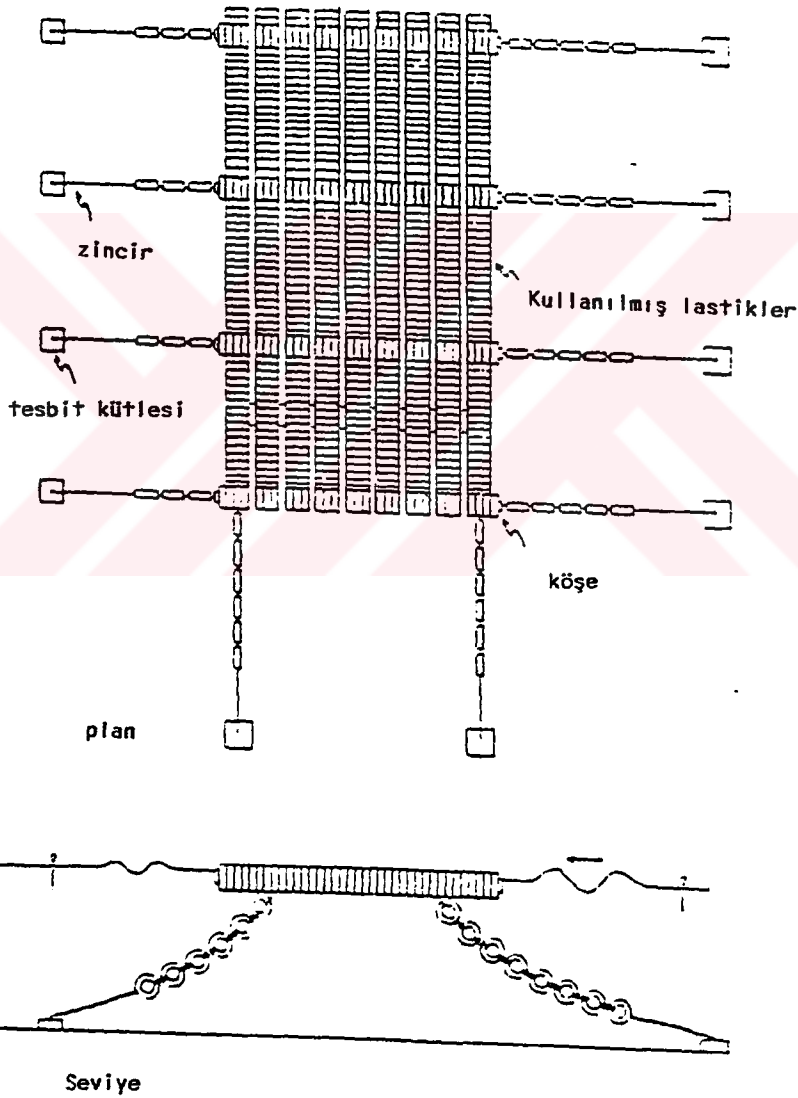
Özelliği olması

- c- Az sayıda ekip ve malzeme ile inşaa edilebilmesi
- d- Bağlantı halatlarındaki kuvvetlerin kutu tipi yüzen dalgakıranlardan daha az olması
- e- Kutu tipi yüzen dalgakırandakinden daha az miktarda dalgayı geri yansıtma özelliğinin olması.

Dezavantajları ise;

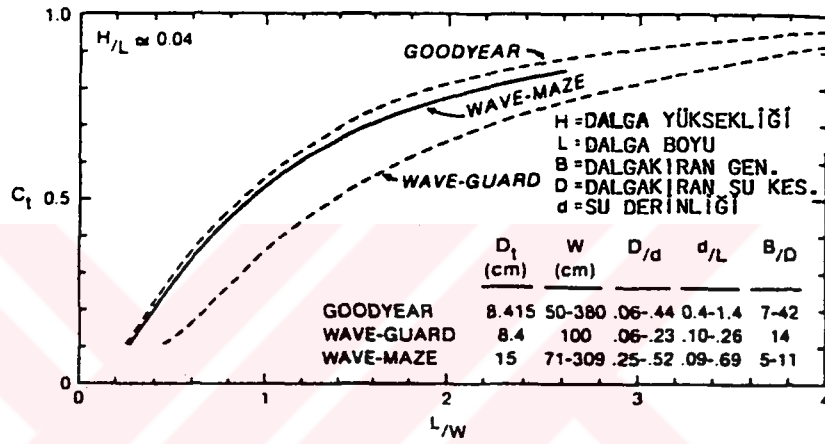
- a- Tekerleklerin iç kısmında silt, kum gibi yabancı maddelerin birikmesi sonucu yapının kolayca batabilmesi riskinin olması

- b- Ekonomik ömrünün tam olarak bilinmemesi, yeterli bakım şartları altında iyi projelendirilmiş bir yapı için ekonomik ömür 15-20 yıl arasında tahmin edilebilmektedir.
- c- Tecrübeler göstermiştir ki bu yapılar yumuşak iklim bölgelerinde etkili olabilmekte (yani dalga yüksekliği 0.9 m civarında, periyodu ise 3 sn gibi küçük değerlerde olan dalga iklimlerinde).



Şekil 1.9. Wave Guard tipi yüzen dalgakıranın şematik şekli [6].

Şekil 1.10 da Goodyear, Wave-Maze ve Wave Guard tiplerinin performanslarının karşılaştırılması görülmektedir. Buradan görüldüğü gibi projelendirme için dikkat edilecek nokta L/W (dalga boyunun-dalgakıran genişliğine oranı) oranının ekstrapolasyonu olup, en son projelendirme model veya prototip deneylerinin sonucuna göre yapılmaktadır.

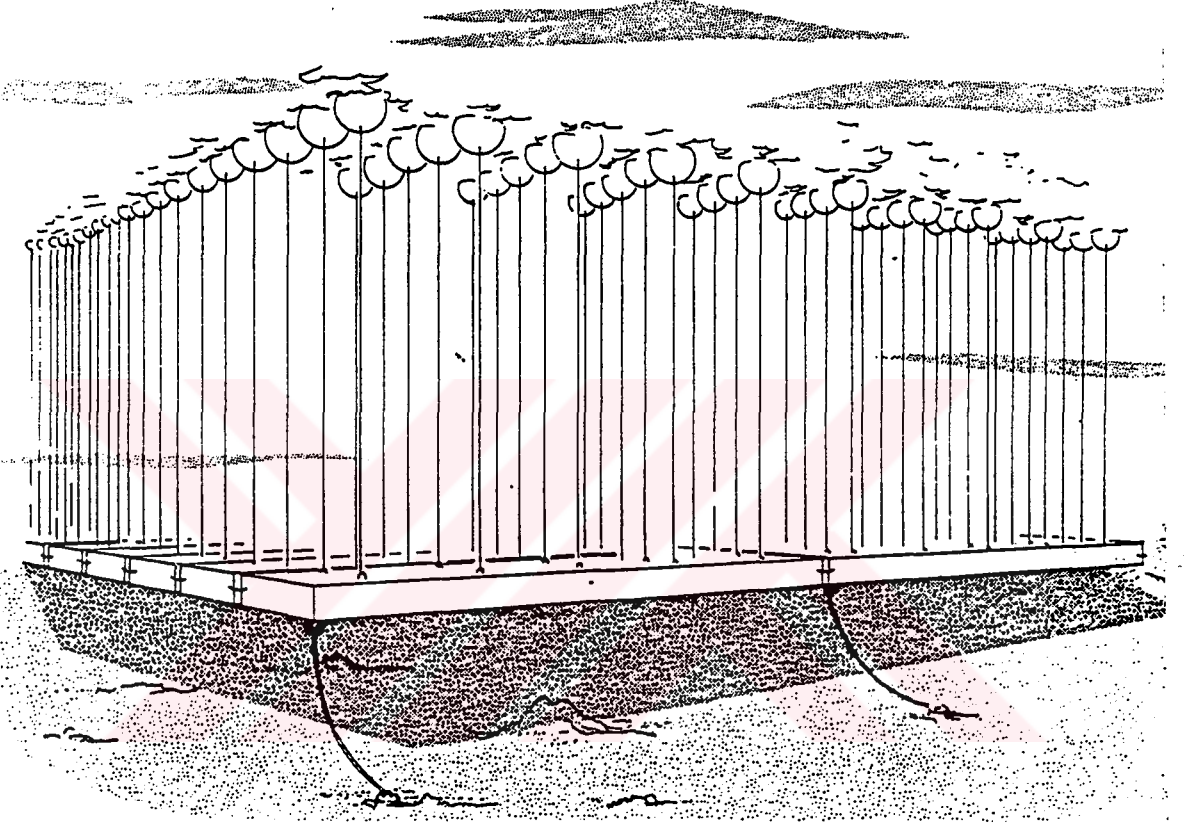


Şekil 1.10. Wave Maze tipi, Goodyear ve Wave Guard tipi yüzen dalgakıranlar için L/W (Dalgaboyunun yapı genişliğine oranı)nın C_T aktarma katsayısı ile değişimi [2].

1.2.d. Bağlı Şamandıra Tipi Yüzen Dalgakıranlar

Bu tip yüzen dalgakıranlar karakteristik boyutu dalga yüksekliğine eşit çok sayıda yüzen şamandıralardan teşkil edilirler. Bu şamandıralar birbirlerinden ayrı olarak bazen yüzer durumda bazen de tümüyle suya batık durumda bulunurlar. İlk olarak bu tip yapılar şamandıra çapının birkaç katı derinliğe sahip sularda uygulanmış daha sonraları ise sığ sular için tabana oturan bir balast ünitesi ile birlikte teşkil edilmişlerdir. Bu balast ünitesi şamandıraları yatayda yüzer durumda tutabilecek şekilde betonarme bloklardan, çelik çerçevelerden veya sal gibi yapılardan oluşmaktadır. Şekil 1.11 de görüldüğü

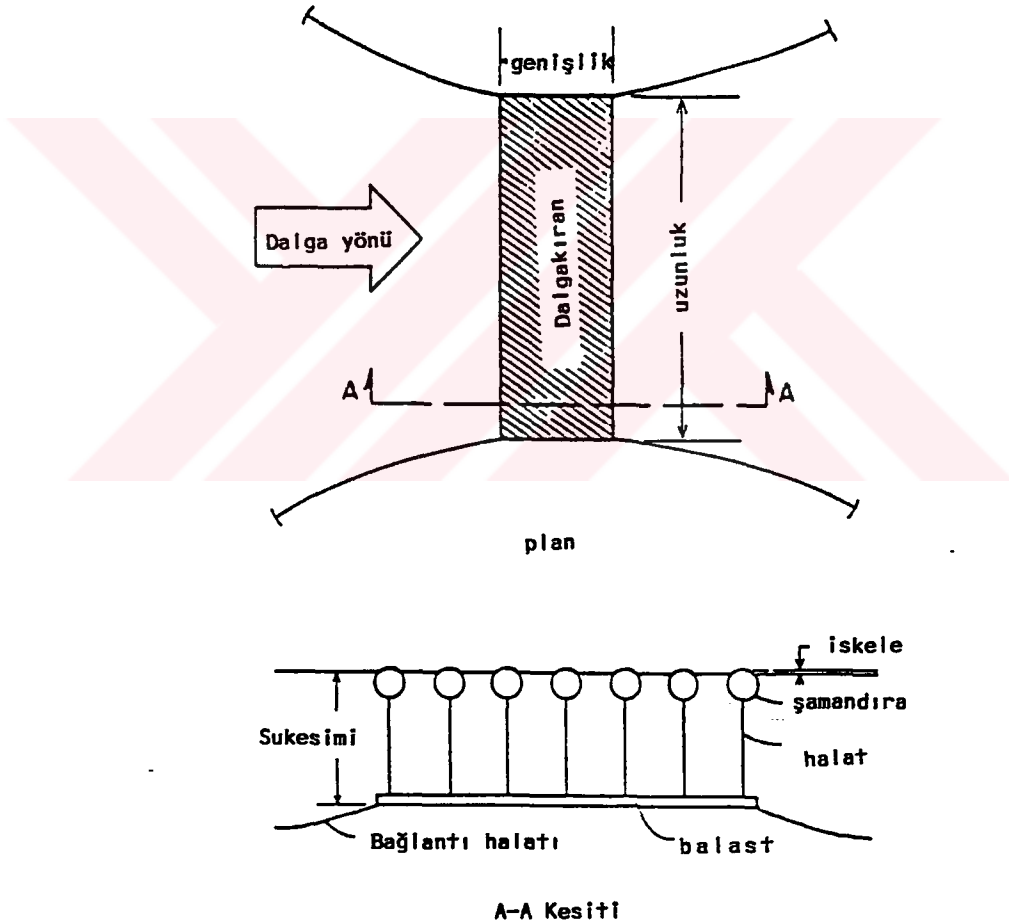
gibi balast ünitesi büyük bir kütle şeklinde, yüzer durumda ve tabana bağlantı halatlarıyla bağlı olarak yüzmektedir. Bu halatlar şamandıraları denizin çalkantılı durumlarında ve gel-git zamanlarında yatay bir pozisyonda tutmaya yararlar.



Şekil 1.11. Bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıranın genel görünüşü [7].

Tamamen deniz tabanına dayalı şekilde ise yukarıda anlatılan tip yapıya ilave kütleler bağlanarak yapının deniz tabanına bütünüyle değmesi sağlanır. Düşük su seviyelerinde yapı yarı batmış durumda ve yüksek su seviyelerinde ise tamamen batmış durumda yüzmektedir. Yüzen küresel şamandıraların salınımlarının doğal frekansı sarkaç olayında olduğu gibi şamandıranın bağlı olduğu ipin uzunluğunun karekökü ile doğru orantılıdır. Şekil 1.12 de tipik bir bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıran planı ve kesiti görülmektedir.

Verilen bir dalga ikliminde dalga yüksekliğinin amaçlanan bir seviyeye düşürülmesi için gerekli şamandıra sayısı bu şamandıraların boyutlarıyla doğru orantılıdır. Derin su durumunda ise sistem, şamandıraların bağlı olduğu iplerin boyu etkin dalga boyunun dörtte biri uzunluğunda, yapı deniz tabanından yaklaşık şamandıra çapının iki katı yükseklikte iken ve küresel şamandıralar ağırlıkça mümkün merteye hafif iken optimum şekilde hizmet verebilmektedir[2].



Şekil 1.12. Bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıranın plan ve kesiti[6].

Bu tip dalgakıranların uygulanabileceği minimum su derinliği değerleri çeşitli deniz durumları için Tablo 1.1 de verilmiştir.

Tablo 1.1- Bağlı şamandıra tipi yüzen dalgakıranların uygulanabileceği minimum su derinliği değerleri[2] .

Deniz Durumu	Etkin Dalga Peryodu (sn)	Optimum Bağlantı Uzunluğu (m)	Minimum Su Derinliği(m)
2-1/2	4	2.44	6.10
3	5	3.96	8.23
2-1/2	6	5.49	10.67
4	7	7.62	13.41
5	8	10.06	16.26
5	9	12.50	20.42
6	10	15.54	24.69
6	11	18.90	29.26
6	12	25.56	34.44

Yukarıda kısaca değinilen yüzen dalgakıranlar derin sularda, yapı dalga ile etkileşeceğine dalga ile birlikte hareket edip yükseldiğinden dolayı genelde etkili bir koruma yapamazlar. Yani bu tip dalgakıranlar sığ sularda daha etkili olup iyi bir koruma sağlarlar. Bu nedenle dalgakıran tipi seçilmeden önce uygulanacağı bölgedeki dalga iklimi iyi bir şekilde analiz edilmelidir.

Bu tür yapıların en önemli özelliği toplam maliyetlerinin inşaa edilecekleri yerdeki su derinliğinden bağımsız olmasıdır. Ayrıca yapı istenildiği anda sökülüp bir başka yere götürülebilmesi, marina uygulamaları için hem dalgakıran hem de iskele görevi görmesi, kıyı boyunca katı madde taşınımı işlemini ve yerel su sirkülasyonunu etkilemediği için taş dolgu dalgakıranlardan daha kullanışlıdır.

1.3. ÇALIŞMANIN AMACI

Bugüne kadar yüzen dalgakıranların performansını belirlemek için birçok teorik model çalışmaları yapılmıştır.

Fakat yapının dalga etkisi altında davranışını etkileyen çok sayıda parametrenin oluşu sebebiyle analitik bir çözüm elde etmek için birtakım kabul ve basitleştirmelerin yapılması gerekmektedir. Bu yüzden hala fiziksel modelleme en etkin yöntem olmaya devam etmektedir. Ayrıca modelleme özel yapılar için performans verileri sağlamakla beraber, teorik modellerin kalibrasyonu ve geliştirilmesi için gerekli bilgileri elde etmemize yardımcı olmaktadır.

Bir modelden elde edilen sonuçlar aynı zamanda benzer geometrik ve dinamik özelliklere sahip farklı ölçekteki modellerin performansları hakkında da bilgi verir. Sonuçların prototip'e uygulanabilirliğinden emin olmak için model ile prototip arasında tam bir benzerlik sağlanmalıdır. Çünkü prototip için gerekli bilgilerin modelden elde edilmesi ancak bu benzerliğin sağlanmasıyla mümkündür.

Bu çalışma günümüzde pekçok uygulaması olan eğimli ponton tipi yüzen dalgakıranların geçiş bölgesi dalgaları etkisi altında performansını belirlemeyi amaçlamaktadır. Prototip ile model arasındaki geometrik ve dinamik benzerlik koşullarından yararlanılarak yapıya ait aktarma katsayıları belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuçta mevcut yapının performansının tam olarak anlaşılması sağlanmış olacak ve geliştirilecek yeni dizayn'lar için ise birtakım riskleri azaltacak ipuçları elde edilebilecektir.

1.4. BUGÜNE KADAR YAPILMIŞ OLAN ÇALIŞMALAR

Dalga etkisine karşı koruma yapısı olarak yüzen dalgakıranların kullanılması özellikle son yıllarda çokça görülmektedir. Ve bu konuda doğal olarakta laboratuvar çalışmalarınada daha büyük önem verilmektedir.

Hudson ve arkadaşlarının [8] sundukları rapor kıyı mühendisliğinde hidrolik modellerin kullanılması ve uygulanması hususunda kapsamlı bir bilgi vermektedir. Bu raporda Hudson yüzen dalgakıranların modellerinin 1/27 ile 1/6 (model/prototip) arasındaki ölçeklerde modellenmesinin prototip performans değerlerinin tahmininde iyi sonuçlar vereceğini belirtmektedir.

Baird ve Ross [9] un 1982 yılında sundukları raporda ise Amerika'nın doğu kıyıları boyunca inşaa edilmiş yüzen dalgakıranların mevcut işletme koşulları altında durumları ile ilgili bilgiler verilmektedir. Bu rapordaki bilgiler yapı sahiplerine yöneltilen sorulardan elde edilen cevaplardan derlenmiş, raporda 21 mevcut yapı hakkında bilgiler verilmiş olup, bu 21 yapıdan 19 u küçük yat limanlarını dalga etkisine karşı korumak için yapılmıştır. Bu yapılardan 15 i tahmin edilen en kötü yıllık fırtına etkisine maruz kalmış ve bu sırada yapılara yüksekliği 1.5 m ye varan dalgalar etkimıştır. Yapıyı deniz tabanına bağlayan tesbit kütlelerindeki arıza oranı ise çok az olup sadece yüksek gel-git durumlarında birkaç kez tesbit kütlelerinde hasar tesbit edilmiştir.

Richey [10], 1982 yılında sunduğu raporda Amerika'nın Büyük Okyanusta kuzey batı kıyıları boyunca kurulmuş olan 11 değişik tip yüzen dalgakıran tiplerinde karşılaşılan problemler ve bunların proje kriterleri, projenin istenen performansı sağlayıp sağlayamadığı hakkında bilgiler mevcuttur. Bu bilgiler aşağıda Tablo 1.2 deki gibi derlendiğinde farklı şartlarda uygulanan çeşitli tipteki yapıların birbirine göre üstünlük ve zayıf yönleri açıkça görülmektedir.

Bu tablonun iyi bir şekilde irdelenmesinden de görülebileceği gibi, proje mühendisinin karşılaştığı en büyük problem, boyutlandırmada kullanılacak dalga iklimi verilerinin eksikliği ve bunları tam tahmin etmek için eldeki mevcut metodların yetersizliği olmaktadır.

Tablo 1.2- Amerika'nın Büyük Okyanustaki kuzeybatı kıyıları boyunca inşaa edilmiş yüzen dalgakıranların karakteristik değerleri.

İsim	Amaç	Peç boyu	Rüzgar	Karakteristik	Bağlantı Halelatı	Performans	Sonuç
Ketchikan, Alaska (1979)	390 adet zevk ve balıkçı tek- nesini bar- ındırma amaçlı.	Güneydoğu: 8km Kuzeybatı: ∞ Yüzye Dalgası kıran yönü: Güneydoğu- Kuzeybatı	Yüzye dal- galarına paralel 70-80km/sa. hızda Plk dağır, 110 km/saat	Dalgakıran Alaska Katanaron tipi B=7.01 m d=1.93 m L=293.5m ve kıyıya paralel yerleşti- rilmiş	Liman tara- fında her 18 m de bir beton blok- lara 18 ton luk bağlantı bloklarına bağlanmakta limanın di- şında ise 60t luk bloklara yapı bağlan- makta	.Beklenen sonuç elde edilmiş .Normal dalgalar altında yüksek aktama katsayıları tesbit edilmiş. .Dalgakıranın suya batık kesimlerinde deniz canlıları yuvalanmış .Projede 45.72 cm derinlikli su kesimi planlanmasına rağmen 25 cm derinlikli su kesimi gözlenmiş	Bölgedeki mevcut su derinliği için bu tip yüzen dalgakıran uygundur.
Sitka, Alaska (1973)	Güçlü duraklara ve balık tomizleme amaçlı	H = 1.2 m (Kuzeybatı)	110 km/saat	Alaska- Katanaron 0.9x1.5x5.5m boyutlarında içi boş kutu kesitli betonarme elemanlardan yapılma d=1.07 m L=209 m	12-29 tonluk beton bloklara demirlenmiştir.	.Swell dalgaları dal- galarını doğrudan geçmektedir. .Deniz canlılarının yuvalanması problemi görülmüştür. .Kullanmak için istenen amaç sağlanmıştır.	.7 yıl boyunca yeterli koruma sağlanmıştır. .Çok az bakım prob- lemi ortaya çık- mıştır. .Yoldan geçenler dalgakıranı kolayca yaklaşıp biliyorlar.
Tanakee Springs, Alaska (1972)	Zevk, geçici demirleme ve balıkçı- lık	Fırtına kış mevsiminde 96 112km/saat şiddetinde esmektedir.		Alaska- Katanaron tipi, 0.9x1.5x4.5m boyutlarında içi boş be- tonarme elemanlar- dan yapılmış- tır.	18m boyundaki modüller 2.54cm lik zincirlerle 26 tonluk beton bloklara bağlanmıştır.	.Ancasına ulaşmıştır.	.8 yıl boyunca sadece bir kez bakım görülmüştür.

Tablo 1.2- (Devam)

İsim	Amaç	Peç Boyu	Rüzgar	Karakteristik	Bağlantı Hali	Performans	Sonuç
Auke Körfezi, Lincoln Alaska (1980)	Yaz mevsiminde geçici demirleme, balıkçılık ve zevk amaçlı	10 km		$\phi=48\text{cm}$ lik petrol borusunun kullanılmasıyla oluşturulmuştur.		Hiçbir veri yok.	Dalgakıran yeni bir malzeme kullanılarak yapılmıştır.
Friday Washington (1972)	Turizm, balıkçılık amaçlı	Giney:doğu:1.8km Kuzey:doğu:3.6km	Rüzgar hızı 80km/saat pik rüzgar hızı 102km/saat	1.5x1.5x3.0m boyutlarında polyoletin penton	15m lik ara mesafelerle 18 çift bağlantı halatı uygulanmıştır.	.Gemilerin ayrılması dalgı aktarması üzerinde etkili olmaktadır. .Yüksek bakım masrafları ortaya çıkmıştır. .Rüzgar dalgalarının aktarma yükseklığı 0.3m tesbit edilmiştir.	.Beklenildiğinden daha az iyi sonuç vermiştir. .Fabrikasyon problemi ile karşılaşmıştır.
Friday Lincoln (Washington) Univ. Oceanografi Lab.) (1979)	Üniversitenin araştırma amaçlı çalışmaları için desteklenmesi amaçlı	Doğu:6.3 m H _s =0.9 m T _s =3.5 sn.	Rüzgar hızı 23km/saat 0.75km/saat akıntı hızı mevcuttur.	İkinci katlı keson tipinde 1.37x4.57 m enkesit alanlı		.Beklenilen hizmeti yerine getirmiştir. .Bazı deniz canlıları yuvalama yapmaktadır. Fakat bu canlılar birkaç yüz metre uzakta Friday limanındaki canlılardan farklıdır.	.Bu bölge için uygun tiptir.
Blaine, Washington (1981)	Lincoln 840 gemi için demirleme ve balıkçılık hizmetlerini vermek için planlanmıştır	Giney:2.7km Giney:doğu:3.7km	Elde rüzgar kaydı mevcut değil Yaklaşık 90km/saat lik rüzgar hızı esas alınmıştır	Yapı 1.37 boyutlarında betonarme keson tip olarak yapılmıştır.		Yapı raporun hazırlandığı sırada halen inşaa halindedir.	Uygulanacağı yerde iyi sonuç vereceği tahmin edilmektedir.

Tablo 1.2- (Devam)

İsim	Amaç	Feç Boyu	Rizgar	Karakteristik	Bağlantı İllatı	Performans	Sonuç
Langley, Washington (1979)	Çiçici demirleme	Kuzeybatı: 22 km Doğu-Kuzeydoğu: 7.4 km	Elde: rizgar verileri mevcut değildir.			Yapı kısa dalga boyulu dalgalarda iyi bir koruma sağlamakta fakat düşük frekanslı dalgalarda çok miktarda enerji aktarılmaktadır. Tam bir sonuç elde edilmüştür.	Bölgedeki feçin uzunluğu ve dalga frekansı bu tip yüzen çalgakızanlar için kabul edilen limit değerlerden büyüktür.
Everett, Washington (1979)	Küçük teknelerin asarılma- diği büyük bir limanı koruma ve tekne çal- kantılarını azaltma amaçlıdır.	Güneybatı: 2.8 km Kuzeybatı: 7.4 km	Elde: hiçbir rizgar verisi yoktur.			.İşletme ve tekne sahipleri memnun- luklarını ifade etmektedirler. .11'0.6m den büyük dalga yükseklik- lerinde büyük aktarma katsayı- ları görülmekte- dir.	Yapı 11-1.2 m dalga yüksekli- ğine maruz kalmış ve hasar görmüştür.
Orchard, Washington (1925)							
Carras- Washington (1979)	Zevk, geçici barınma ve amaçlıdır.	Doğu: 16.7 km		Yapı 0.9x3x3.6 m boyutlarında ve d=0.45 m su kesimli betonarme kesen tiptedir		.İyi koruma sağla- maktadır. .Dalgalara yakın yüksek hızda geçen teknelerin oluşturdığı dalgalara sarsıntı yaratmaktadır.	Tam istenen sonuç elde edilmüştür.

Bazı bölgelerde dalgakıran yakınından geçen teknele-
rin oluşturduğu çalkantıların etkisinin rüzgar dalgaların-
dan daha büyük boyutlara ulaşması bu çalkantı olayı hak-
kında daha fazla bilgi edinilmesi için model deneylerine
ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır.

Betonarme keson ve Alaska-Catamaran tipi yüzen dal-
gakıranlar hem efektiflik hemde bakım masrafları yönünden
diğer tiplere göre üstündürler. Goodyear tipi yüzen dal-
gakıranlar ise dalga yüksekliğinin pek fazla olmadığı ve
feç mesafesinin kısa olduğu bölgelerde etkindir.

Bağlantı halatında dalga yükü sebebiyle hasar meyda-
na gelme durumu bugüne kadar karşılaşılmamış bir durumdur.
Fakat halatın kullanım ömrünü uzatmak için büyük zincirler
kullanmak ve katodik koruma yoluna gitmek daima faydalı
olacaktır.

Bazı dalgakıran boyutlarında standartlaşmaya gitmek
hem projelendirme hem de fabrikasyon yönünden olumlu so-
nuçlar verecektir.

Eğimli yüzen dalgakıranlar özellikle Amerika'da Ordu
Mühendislik İşleri Birimi (American Naval Facilities
Command) tarafından hazırlanan konteyner boşaltma ve ta-
şıma operasyonu çerçevesinde konteyner gemilerini yükleme
ve boşaltma sırasında bu işin yapıldığı kıyıdan açığıtaki
bölgede koruma düşüncesiyle tasarlanmıştır. Bu yapıların
yapıldığı bölgede su derinliği 6 m ile 18 m arasında de-
ğişebilmekte olup eğimli yüzen dalgakıranlar genellikle
konteyner gemilerine yük getiren veya gelen yükü sahile
taşıyan mavnaları ve dalga periyodunun 2sn ile 3sn arasın-
da değiştiği durumlarda bile dalgalardan etkilenen gemi-
leri korumak için uygulanmaktadır.

Eğimli yüzen dalgakıran, dikdörtgen şekilli bir pa-
nel veya blok şeklinde, bir ucu deniz tabanına değecek
şekilde balastlanmış (su, kum v.s. malzemelerle) bir ucu

ise su yüzeyinde kısmen görülebilen deniz tabanına bağlı yapılardır. Bu yapılar içi boş olacak şekilde çelikten yapılmış bir tank veya ince bir betonarme plak şeklinde de olabilmektedirler, Amerika'da Ammi Ponton ve Navy Lightered ponton tipi olarak bilinen çelik panoların kaynaklanması ile teşkil edilen tank biçimli yapılarda mevcuttur. Özellikle su ile balastlanabilen Ammi ponton tipi yüzen dalgakıranlar gerektiğinde kıyıdan açıkta kurulacağı zaman hemen deniz suyu ile doldurulup kolayca monte edilebilmesi sebebiyle taşınabilir dalgakıran olma özelliklerine de sahiptir.

Eğimli yüzen dalgakıran kavramı ilk olarak LT.D.A. Patrick isimli bir araştırmacı tarafından 1951 yılında ortaya konmuştur[6]. Patrick California Üniversitesi Hidrolik Laboratuvarında bir dalga kanalında eğimli yüzen dalgakıranların düzenli dalgalara karşı davranışını incelemiş ve aktarma katsayısı değerlerini belirlemiştir. Bu çalışmada Patrick sırasıyla 9 m, 14 m ve 18 m prototip su derinliklerinde, 53 m prototip uzunluklu bir eğimli yüzen dalgakıran modeli kurmuştur. Fakat bu çalışmada dalgakıranın tam bir modeli yapılmamış, olayda etkili değişik parametrelerin ve bağlantı durumlarının dalgakıran üzerindeki etkisi araştırılmamıştır. Deneyler sonucunda ℓ/L oranının farklı değerleri için H_i/L nin sırasıyla 0.02, 0.04, 0.06 değerlerini olması durumlarında C_T aktarma katsayısı değerlerini, model de bağlantı halatının dalgakıranın üst kısmına yakın ve tam orta noktada olması durumları için bir grafikte vermiştir (Şekil 1.13).

Şekilden görüldüğü gibi $H_i/L = 0.04$ eğrisi azalan dalga dikliğini göstermekte olup $\ell/L = 0.8$ değeri için bu eğriden $C_T = 0.2$ gibi iyi bir sonuç elde edilmektedir. Bu ise dalganın enerjisinin % 4 ünün yapı arkasına geçirildiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

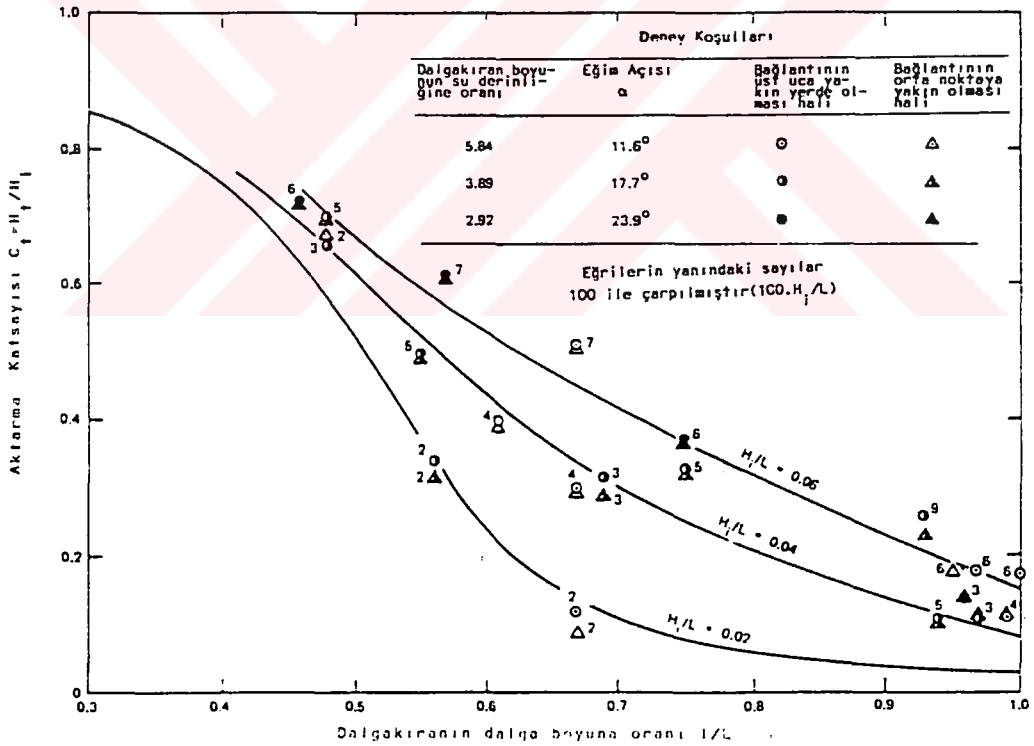
D.B.Jones [11] raporunda uygun boyutlarda birçok eğimli yüzen dalgakıran deneylerinden elde ettiği

verilere göre, gelen dalganın dalga boyunun su derinliğinin 4 katı olması durumunda dalgakıran gelen dalganın enerjisinin % 96 sını azalttığını belirtmektedir. Jones daha sonra yaptığı deneysel çalışmalarla 27 m prototip uzunluklu bir dalgakıran modeli ile alarak Patrick'in kullandığı dalga verileri ile modelini denemiş ve gelen dalga yüksekliğinin yarısına eşit yükseklikte dalgaların yapı arkasında oluştuğunu tesbit etmiştir (yani $C_T=0.5$). Test sonuçları Tablo 1.3 de verilmiştir. Bu tablonun pratik bakımdan tek faydası benzer tipte tasarlanacak yapılar için su derinliğinin ve dalga periyodunun esas olarak alınması durumunda yapılacak koruma hakkında ön bilgi vermesidir.

Raichlen [12] ise yaptığı deneylerde 1.10 m boyunda, 0.90 m genişliğinde ve 0.06 m kalınlığında bir dalgakıran modeli kullanmıştır. Raichlen'in çalışmasının temel amacı yapının sığ su bölgesinde inşaa edilmesi durumunda bağlantı halatı yerinin, yapının tabandan bir miktar yukarıda olması halinin aktarma katsayısına olan etkisini araştırmak ve bağlantı halatında oluşan kuvvetleri belirlemektir. Deneyler sonucunda Şekil 1.14 de görüldüğü gibi bağlantı halatı yapının üst ucundan 9.14 m (veya 30 feet prototip) mesafede olması durumunda değişik dalga yüksekliklerine bağlı olarak C_T aktarma katsayısının değişimini veren bir grafik elde edilmiştir. Şekil 1.15 te ise gelen dalganın yüksekliği 1.83 m (veya 16 feet prototip) olması halinde yapının farklı iki noktaran bağlanması durumları için C_T aktarma katsayılarını veren grafik görülmektedir.

Ayrıca Raichlen dalgakıran altına 1.44 m (veya 4.75 feet prototip) yükseklikte bir blok yerleştirerek yapıyı yükseltip bu durum için C_T aktarma katsayısı değerlerini belirlemiştir. Şekil 1.16 da bunun grafiği görülmektedir. Bu deneyler sonucunda ise şu yorumlar yapılmıştır:

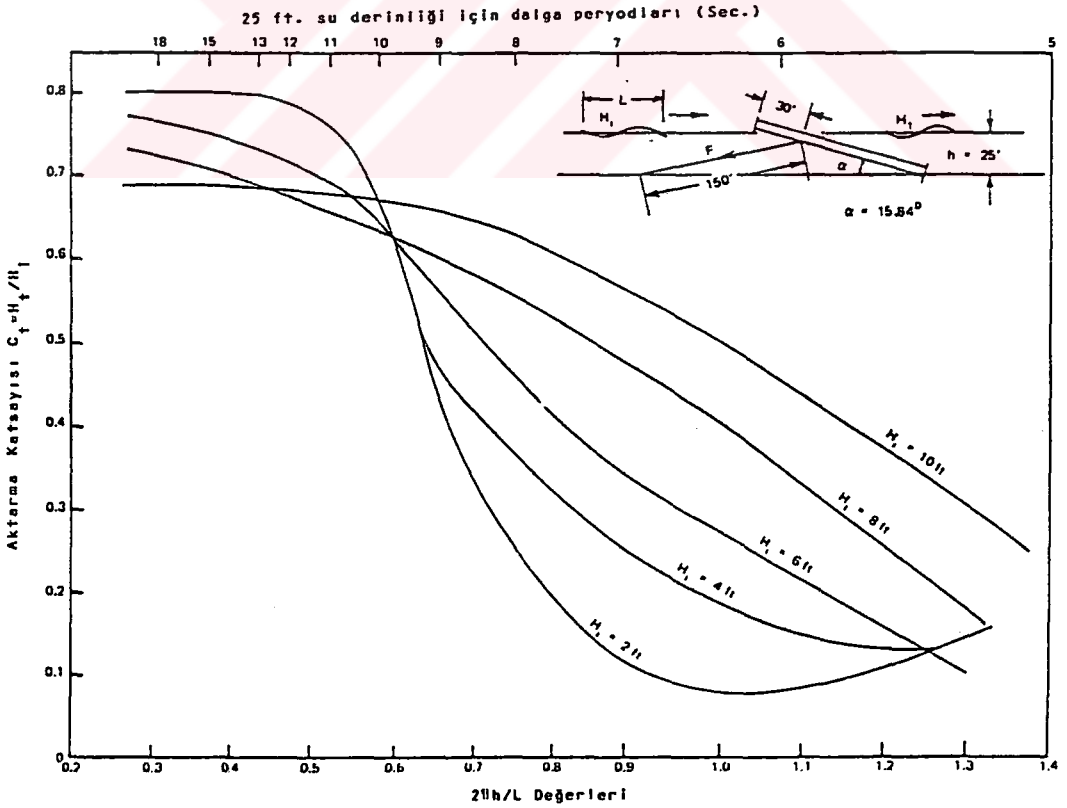
- (1) Eğimli yüzen dalgakıranlar eğim açısının 20° den küçük olması durumunda çok iyi koruma sağlayabilmektedirler.
- (2) Tabanda açıklık olması durumunda beklenildiği gibi aktarma katsayısında sabit dalga yüksekliklerinde artan dalga periyodu ile birlikte bir artma gözlemiştir.
- (3) Şekil 1.14 deki grafiğin incelenmesinden de görüleceği gibi bağlantı halatının yerinin değişiminin aktarma katsayısı üzerinde hiçbir etkisi olmamaktadır.



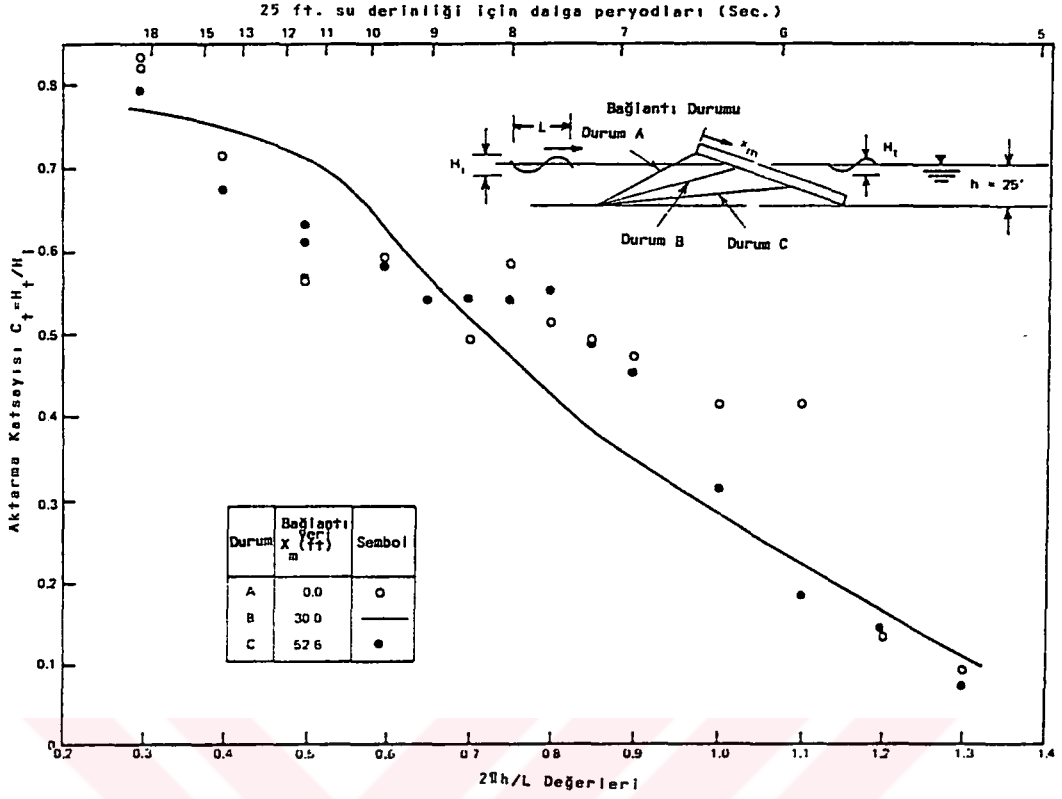
Şekil 1.13. Düzenli dalga etkisi altında yüzen dalgakıranlar için l/L oranının çeşitli dalga dikliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi [11].

Tablo 1.3- % 50 dalga azaltılması için dalga peryodunun limit değerleri [11].

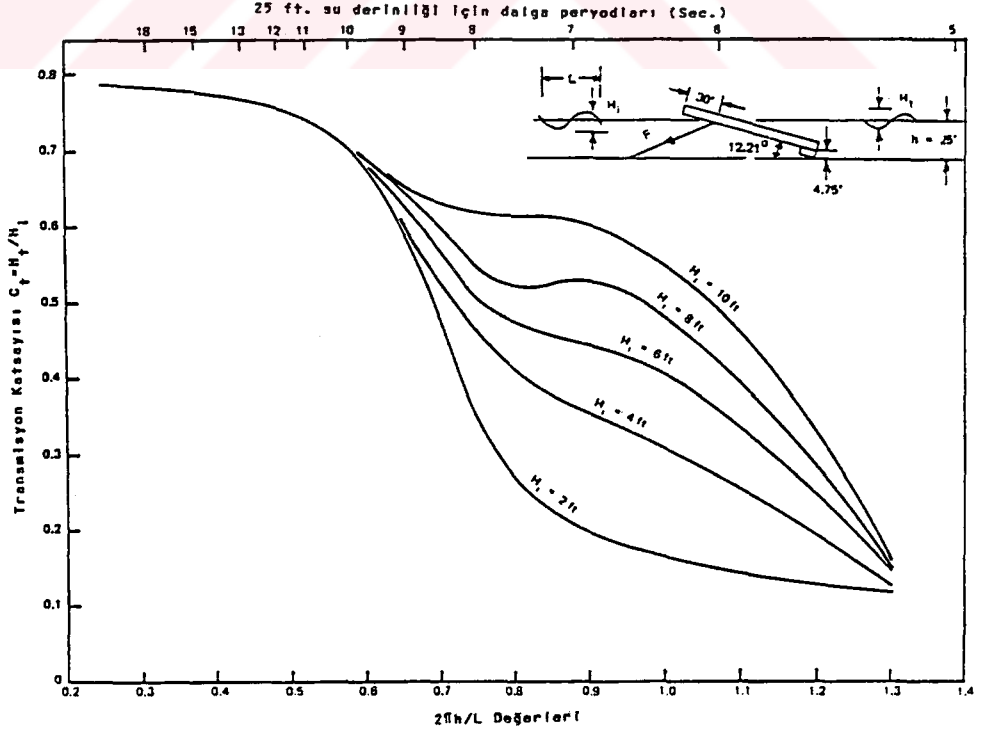
Su derinliği h (m)	$C_T=0.50$ ve $l=27.43$ m için Maksimum dalga peryodu değerleri (sn)			ℓ/h Değerleri
	$H_i=1.10$ m	$H_i=1.95$ m	$H_i=2.65$ m	
7.62	7.6	6.9	6.3	3.60
9.14	7.0	6.4	6.0	3.00
10.67	6.6	6.1	5.7	2.57



Şekil 1.14. $2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi [12].



Şekil 1.15. $H_i = 1.8$ m dalga yüksekliği değeri için bağlantı hâlatı yerinin değişiminin aktarma katsayısına etkisi [12].



Şekil 1.16. Tabanda açıklık olması halinde $2\pi h/L$ değerinin çeşitli dalga yüksekliklerinde aktarma katsayısı ile değişimi [12].

BÖLÜM 2

2. KONUYA TEORİK YAKLAŞIM

2.1. DİNAMİK BENZERLİK

Benzerlik ilkeleri hidrolik model çalışmalarının geçerliliğinin temelini teşkil etmektedir. Bu ilkelerin uygun bir şekilde seçilmesi modelin araştırma hakkında doğru ve faydalı bilgi vermesini tamamiyle etkiler.

Tam bir modelleme için model ile prototip arasında dinamik benzerliğin sağlanması gerekir. Dinamik benzerlik temelde geometrik ve kinematik benzerliği içermektedir. Geometrik benzerlik, model ile prototip üzerinde seçilen bütün karşılıklı boyutlar arasında $L_r = L_m/L_p$ (L_m : Modeldeki herhangi bir boyut, L_p = Prototipteki herhangi bir boyut olmak üzere) şeklinde sabit bir oranın teşkili ile sağlanır. Geometrik olarak benzeşik model ile prototip ele alındığında; Model üzerinde herhangi bir noktada hız V_m , prototipte bu noktanın karşılığı olan noktadaki hız V_p ise, böyle her noktada yazılabilecek V_m , V_p çifti için hesaplanan $V_r = V_m/V_p$ oranı sabit ise model ile prototip arasında kinematik benzerlikten söz edilir. Kinematik benzer iki sistemde ise; Model ile prototip üzerinde birbirlerine karşı gelen noktalarda etkiyen çeşitli kuvvetler arasında sabit bir $F_r = F_m/F_p$ oranı mevcut ise bu iki sistem dinamik benzerdir denir. Ve F_r ise kuvvet ölçeği olarak adlandırılır.

Boyutsuz model kanunlarının yardımıyla akımın hareketini kontrol eden kuvvetlerin oranı cinsinden kinematik benzerlik koşulu; dinamik metod, diferansiyel denklem metodu ve boyut analizi metodlarından biri kullanılarak elde edilebilir.

Yüzey dalgalarının etkisine maruz bir yüzen dalgakıran için dinamik benzerlik koşulunda sistemde atalet, yerçekimi, viskoz kayma, yüzey gerilimi, elastik ve basınç kuvvetleri etkindir. Fakat modellemede bütün bu kuvvetlerin etkisini ele almak mümkün olamayacağından olayda büyük oranda etkili basınç, atalet ve ağırlık kuvvetleri gözönüne alınmaktadır. Pratikte Froude benzeşimi (modeldeki ağırlık kuvvetlerinin atalet kuvvetlerine oranı şeklinde yazılır) aynı zamanda model ile prototip arasındaki basınç kuvvetlerinin benzerliğini de temsil ettiğinden serbest yüzeyle akımların modellenmesinde uygulanmaktadır. İhmal edilen diğer kuvvetler ise test sonuçları ile doğadaki prototipin davranışı arasında birtakım sapmaların ortaya çıkmasına sebep olur, dinamik benzerlikten kaynaklanan bu sapmalar ölçek etkisi olarak adlandırılır. Yüzen dalgakıranların modellerinde deney sonuçlarındaki ilave sapmalar yapının ve bağlantı halatının elastik özelliklerinin modelde tam olarak gerçekleştirilmemesi sebebiyle de ortaya çıkmaktadır. Fakat bunların prototipin davranışını bütünüyle etkilemediği varsayımı gözönüne alınarak ihmali mümkün olmaktadır. Froude benzeşimi ile çeşitli büyüklüklerin model ölçeği cinsinden ifadeleri aşağıdaki Tablo 2.1'de verilmektedir.

Tablo 2.1. Froude benzeşiminde çeşitli fiziksel büyüklüklerin ifadesi.

Büyüklük	Ölçek
Uzunluk	$L_r = L_m/L_p$
Dalga Peryodu	$T_r = L_r^{1/2}$
Dalga Basıncı	$P_r = L_r$
Birim Genişliğine Etkiyen Kuvvet	$F_r = L_r^3 \cdot \gamma_r$
Ağırlık	$W_r = L_r^3 \cdot p_r$
Birim genişlik debisi	$q_r = L_r^{3/2}$

Boyut analizinin esasını boyut homojenliği ilkesi oluşturur. Fiziksel olayı ifade ederken kullanılan matematiksel denklemlerin sağlaması gereken bir koşul, bu denklemlerin içerdiği bütün terimlerin boyutlarının aynı olması ilkesidir. Buna boyut homojenliği denir. Bu özelliği sağlayan bir denklem, Buckingham pi teoremi yardımıyla boyutsuz sayılardan oluşan bir denklem ile ifade edilebilir. Yani n adet boyutlu A_i büyüklüğü arasındaki

$$f(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) = 0 \quad (2.1.1)$$

şeklindeki bir bağıntı daima $m = n - r$ adet boyutsuz π_i büyüklüğü arasındaki

$$F(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_m) = 0 \quad (2.1.2)$$

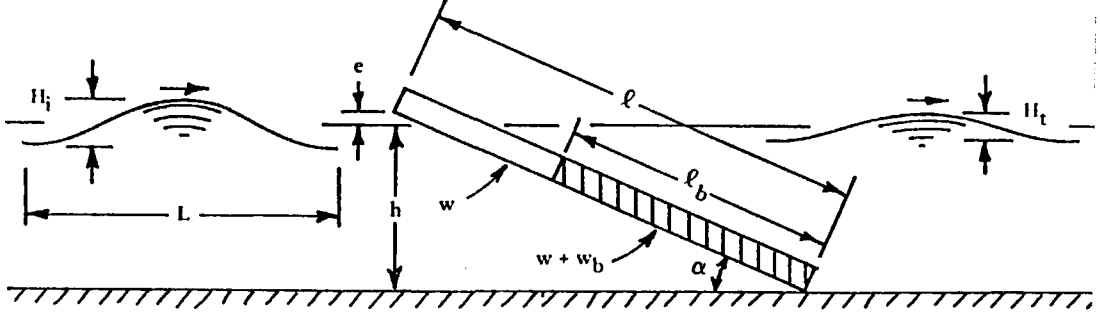
şeklinde bir bağıntı haline dönüştürülebilir. Burada r, A_i büyüklüklerinde görülen temel boyutların sayısıdır. ($r < 3$). Buckingham'ın P_i teoremi hakkında ayrıntılı bilgi temel Hidrolik kitaplarında detaylıca verilmiştir [13].

2.2. DALGA YÜKSEKLİĞİNİN KÜÇÜLTÜLMESİ

Dalga'nın yapı arkasına aktarılması işlemi, olayda etkili parametrelerin ele alınmasıyla tanımlanacaktır. Şekil 2.1 de bir dalga kanalı içerisinde eğimli yüzen dalgakıranın şekli görülmekte olup sistemin iki boyutlu olduğu kabulü ile beraber aşağıdaki basitleştirmeler de yapılacaktır. Bunlar:

- a. Plajın kalınlığı ihmal edilebilecek kadar küçüktür ve yapının ağırlığı, balast malzemesinin ağırlığı, kaldırma kuvveti ve hidrodinamik kuvvetlerin plak yüzeyi üzerinde üniform olarak dağıldığı kabul edilecektir.
- b. Bağlantı halatının dalga aktarması üzerinde bir etkisi olmadığı kabul edilecektir.

- c- Yapıya etkiyen dalgaların sabit genlikli, tek frekanslı düzenli dalgalar olduğu kabul edilecektir.



Şekil 2.1. Eğimli yüzen dalgakıranın geometrik şekli.

Bu kabullerin ışığı altında H_T aktarma dalgası yüksekliği aşağıdaki bağımsız değişkenlerin fonksiyonudur. Matematiksel formda bu bağımlılık şöyle gösterilebilir.

$$H_T = f(H_i, L, h, l, w, l_b, w_b, w_d, g) \quad (2.2.1)$$

Statik denge durumunda l_b, w_b, l, w, w_d ve h birbirlerinden bağımsız olduğu için yukarıdaki denklemde l_b yerine plakanın yatayla yaptığı açı olan α da yazılabilir.

Plakanın su ile balastlanması durumunda $w_b \approx w_d$ olduğundan yukarıdaki ifade de w_d düşer. Yukarıdaki denklem C_T aktarma katsayısı (aktarma dalgası yüksekliğinin gelen dalga yüksekliğine oranı) cinsinden yazılırsa:

$$C_T = f(H_i, L, h, l, w, l_b, w_b, g) \quad (2.2.2)$$

Burada bilinmeyen 8 değişken, 3 temel büyüklük cinsinden yazıldığında boyutsuz büyüklüklerin sayısı $m=n-r = 8-3=5$ olacaktır. Ana büyüklükler L, w, g seçilirse, diğer beş boyutsuz π i sayıları sırasıyla,

$$\pi_1 : (L)^{x_1} \cdot (w)^{y_1} \cdot (g)^{z_1} \cdot H_1 = 0$$

$$(L)^{x_1} \cdot (ML^{-1})^{y_1} \cdot (LT^{-2})^{z_1} \cdot (L)^1 = 0$$

$$M \rightarrow 0 = y_1$$

$$L \rightarrow 0 = x_1 - y_1 - z_1 - 1 = 0$$

$$T \rightarrow 0 = -2z_1$$

$$\pi_1 = \frac{H_1}{L}$$

$$\pi_2 : (L)^{x_1} \cdot (w)^{y_1} \cdot (g)^{z_1} \cdot (h) = 0$$

$$y_1 = 0$$

$$x_1 = -1$$

$$z_1 = 0$$

$$\pi_2 = \frac{h}{L}$$

ve diğer boyutsuz i sayıları ise;

$$\pi_3 = \frac{\ell_b}{\ell}$$

$$\pi_4 = \frac{\ell}{L}$$

$$\pi_5 = \frac{w_b}{w}$$

şeklinde elde edilirler. Buradan:

$$C_T = f\left(\frac{\ell_b}{\ell}, \frac{h}{L}, \frac{H_1}{L}, \frac{\ell_b}{L}, \frac{w_b}{w}\right) \quad (2.2.3)$$

görüldüğü gibi C_T aktarma katsayısı beş boyutsuz sayıya bağlı olmaktadır. Bunlar sırasıyla plak boyunun gelen dalganın dalga boyuna oranına, su derinliğinin dalga boyuna oranına, dalga dikliğine, plak boyunun dalga

boyuna oranına ve balast malzemesinin ağırlığının toplam ağırlığa oranı şeklinde ifade edilir. Bu ifadede ℓ_b , w_b , w , ℓ bir dalgakıran için deneyde sabit değerler olduğundan C_T aktarma katsayısı

$$C_T = f \left(\frac{H_i}{L}, \frac{h}{L} \right) \quad (2.2.4)$$

ye bağlı olarak verilebilir.

BÖLÜM 3

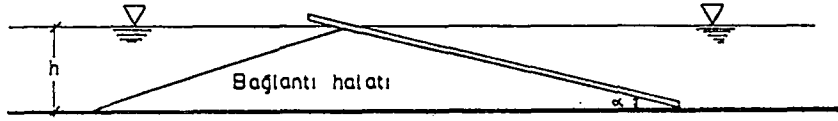
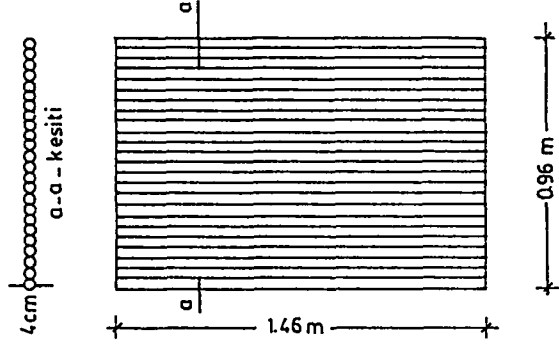
3. HİDROLİK MODEL VE ÖLÇME SİSTEMİ

3.1. DALGAKIRAN OLARAK ELE ALINAN KESİT

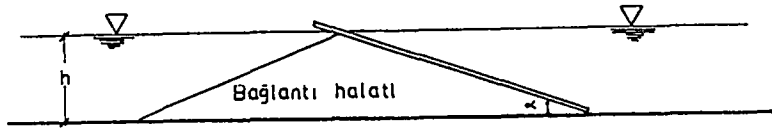
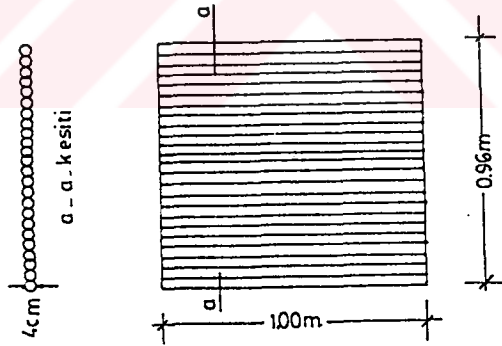
Deneylerde kullanılacak olan dalgakıran modeli P.V.C tipi 4 cm çapındaki içi boş dairesel kesitli borulardan üretilmiştir. Deneyler biri 1.46 x 0.96 x 0.04 m diğeri ise 1.00 x 0.96 x 0.04 m boyutlarında farklı iki model kullanılarak yapılmıştır. Modelin gerçek geometrik boyutları sırasıyla Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 de görülmektedir. Model kanal tabanına 1 mm kalınlıklı çelik tel ile iki noktadan bağlanmıştır. Burada bağlantıların sürtünmesiz olduğu ve tel'in elastikliğinin sıfır olarak alınabileceği varsayılmıştır ve modelin bir ucunun istenilen açı da kanal tabanına oturması için balast malzemesi olarak su kullanılmıştır. Aşağıda Tablo 3.1 de deneyde kullanılan modellerin balastlı ve boş ağırlık değerleri verilmiştir.

Tablo 3.1- Model de Kullanılan dalgakıranın geometrik özellikleri

Dalgakıran Modelinin Boyut, m	Ağırlık, kg		
	Balast	Boş	Toplam
1.46	33	14.5	47.5
1.00	20.5	9.00	29.5



Şekil 3.1. Deneylerde kullanılan $l=1.46$ m boyundaki dalgakıran modelinin geometrik özellikleri.



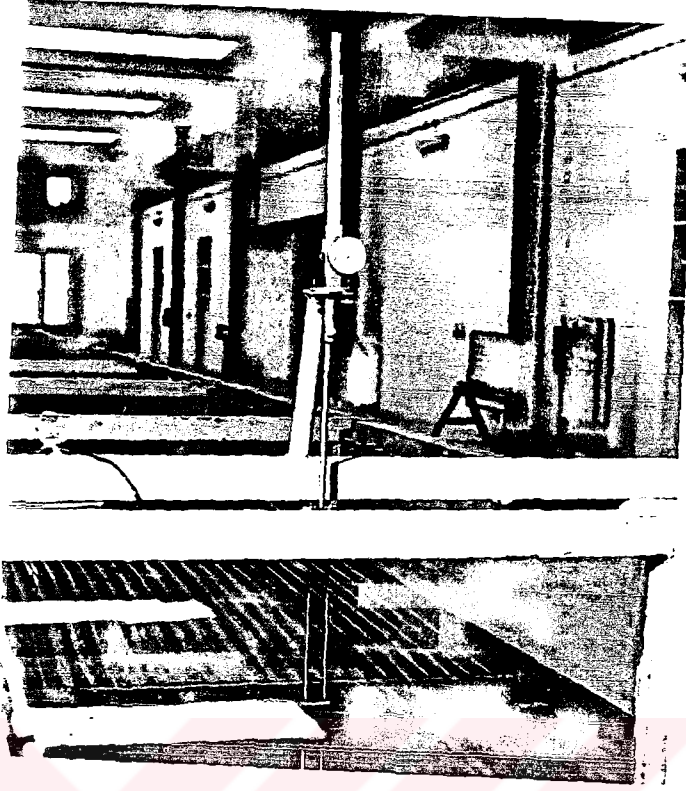
Şekil 3.2. Deneylerde kullanılan $l=1.00$ m boyundaki dalgakıran modelinin geometrik özellikleri.

3.2. ÖLÇÜM SİSTEMİ VE KALİBRASYON İŞLEMİ

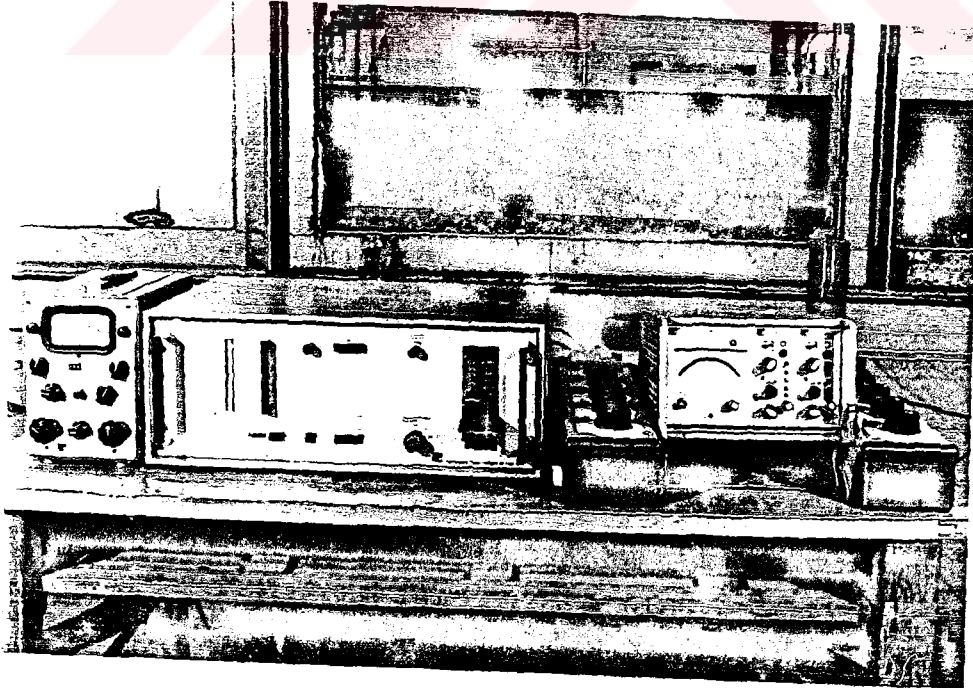
Deneyler sırasında kanalda iki tane dalga elektrodu kullanılmıştır. Bunlardan birincisi dalga yüksekliğini ölçmek amacıyla paletin önüne 5.0 m mesafeye yerleştirilmiştir.

İkinci dalga elektrodu ise dalgakıranın arkasına geçen aktarma dalgası yüksekliklerini ölçmek amacıyla kanalın başlangıç kesimine göre 10 m mesafeye konulmuştur. Bu elektrodun fotoğrafı ve genel olarak kullanılan ölçüm aletlerinin resimleri sırasıyla Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 te görülmektedir. Elektrodların çalışma prensibi elektriksel direnç yöntemine dayanmaktadır.ve bunlar prınçten imal edilmiş iki elektrod olup, devrenin elektrodlar arasındaki su tabakası ile kaplanması sağlanmıştır. Prensip olarak, elektrodların suya batma miktarları arttıkça (deneyler sırasında elektrodlar hareketsiz olduklarından, dalga tepeleri geçerken) devreyi tamamlayan direnç azalmakta, elektrod devresine sabit gerilim uygulandığı takdirde de devreden geçen akım artmaktadır. Akım salınımlarının kaydedilmesi suretiyle derinlik değişimleri belirlenebilmektedir. Doğal olarak elektrodların kalibrajının yapılması (muhtelif batmalara karşı gelen akım şiddetlerinin belirlenmesi) gerekmektedir. Örnek olarak bir kalibrasyon sonunda çeşitli elektrod batma derinliklerine karşı gelen dalga yüksekliklerini veren grafik Şekil 3.5 te verilmiştir.

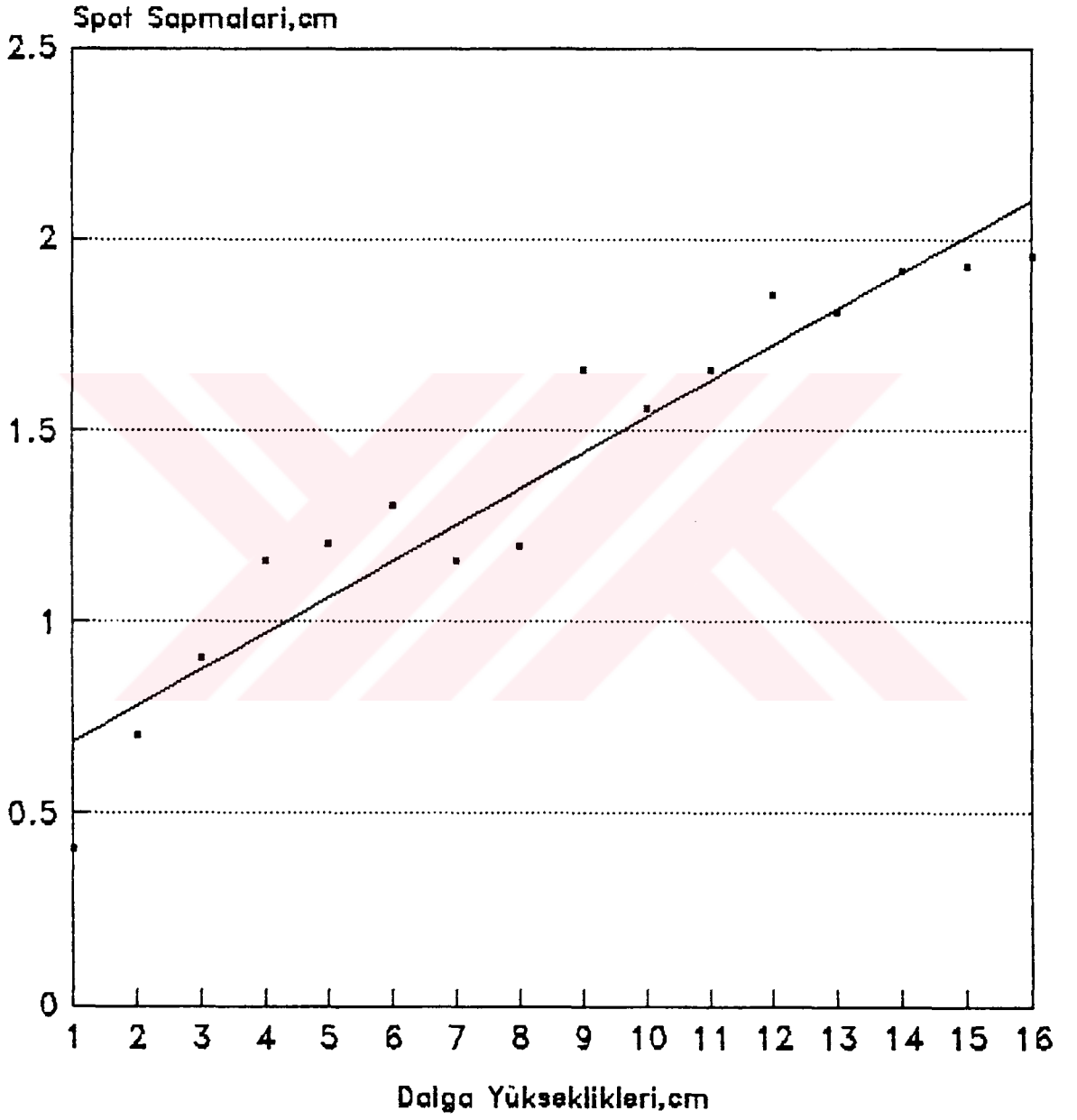
Elektrodlardan alınan sinyaller ilk olarak HOTTINGER KWS 273A2 tipi bir amplifikatörle yükseltilmekte, bundan sonra HOTTINGER AF-4 UV-G tipi bir ossilografla kaydedilmektedir. Dalga yüksekliklerinin kaydı sırasında, kayıt kağıdına belirli zaman aralıklarıyla düşey zaman çizgileri çizdirilebilmektedir. Bu şekilde dalga periyodlarının da ölçülmesi mümkün olmaktadır. Şekil 3.6 da ise genel olarak devre şemasının şekli verilmiştir.



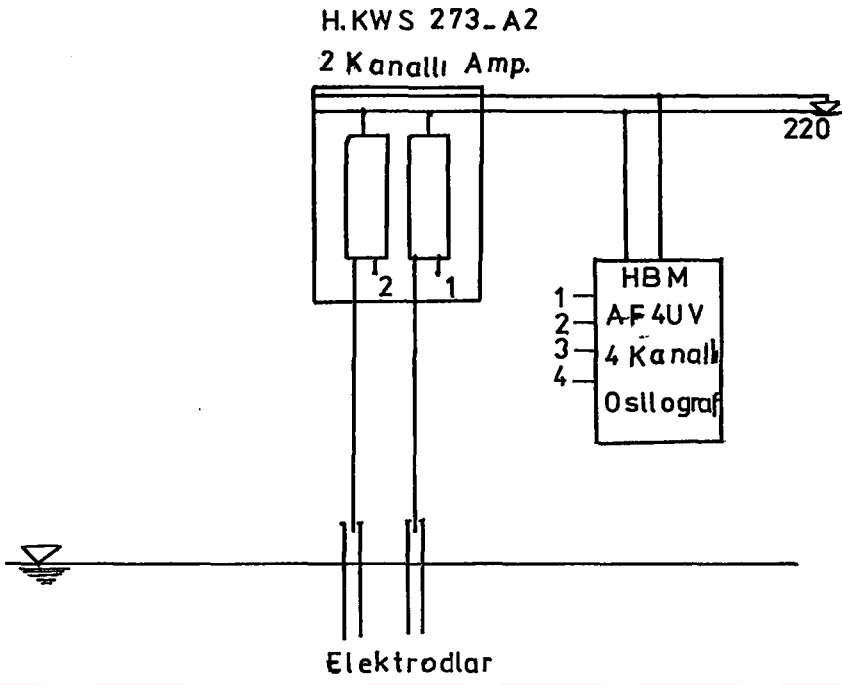
Şekil 3.3. Deneylerde kullanılan elektrod.



Şekil 3.4. Deneylerde kullanılan ölçü aletleri.



Şekil 3.5. Dalga elektrodunun kalibrasyon eğrisi.



Şekil 3.6. Devre Şeması.

BÖLÜM 4

4.1. DALGA KANALI

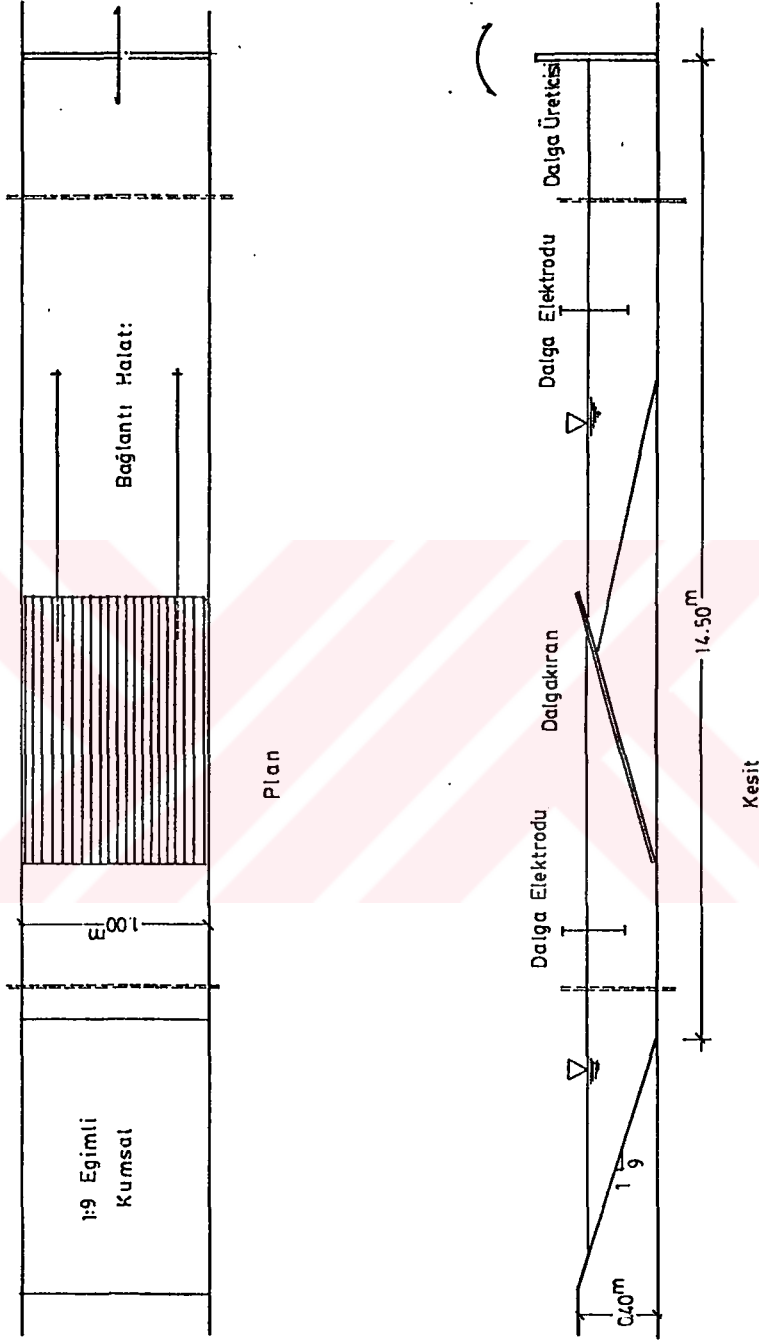
Deneyler boyutları aşağıda Tablo 4.1 de verilen duvarları cam olan bir dalga kanalında yapılmıştır. Kanal genişliğinin sınırlı olması model ölçeği ve test işlemini sınırlayıcı tek etken olmuştur. Kanalin plan ve profili deneylerde kullanılan ekipman Şekil 4.1 de gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Deney Kanalı Karakteristikleri

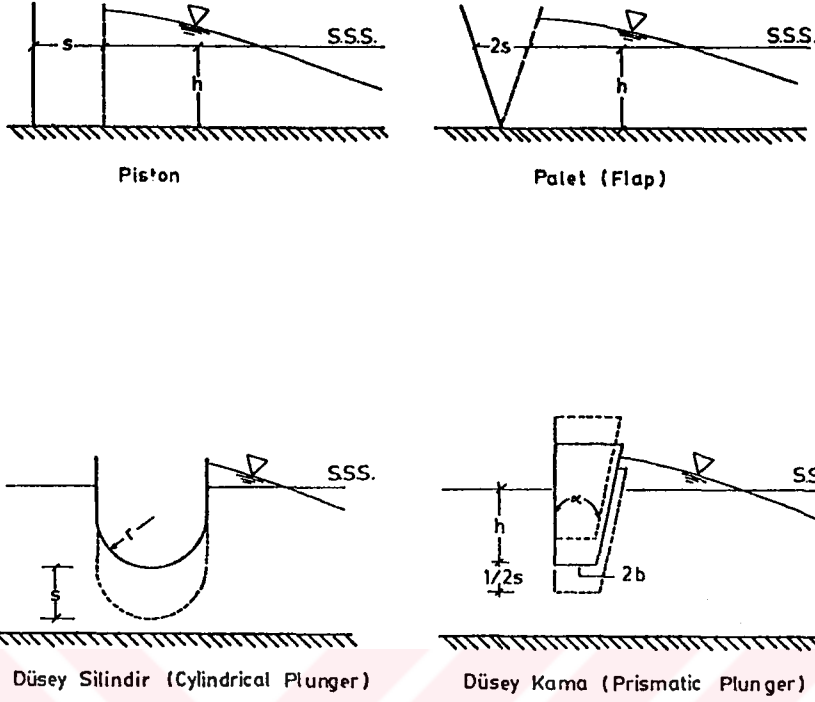
Etkili çalışma uzunluğu	: 14.50 m
Genişlik	: 1.00 m
Derinlik	: 0.55 m
Test Derinliği	: 0.40 m

4.2. DALGA ÜRETİCİSİ VE TEORİSİ

Kıyı yapılarının stabilitesinde rüzgarın meydana getirdiği kısa periyodlu dalgaların oluşturduğu dinamik kuvvetler etkindir. Test koşullarında bu dalgalar bir dalga kanalındaki suyun periyodik yerdeğiştirmesiyle oluşturulur. Dalgalar dalga kanalı içerisinde düşey bir kama veya silindirik bir plakanın düşey doğrultuda hareketi ile (prismatic plunger), düşeyde yerleştirilmiş bir plağın yatay doğrultuda hareketi ile (padle tipi) veya bir ucu tabandan bağlı düşey bir plağın krank vasıtasıyla yatay doğrultuda hareket ettirilmesiyle üretilirler. Bu üç tipin şematik şekli Şekil 4.2 de görülmektedir.



Şekil 4.1.1. Dalga kanalının plan ve kesiti.



Şekil 4.2. Farklı üç tipteki dalga üreticileri [8].

Bir dalga üreticisinin ürettiği dalganın teorik olarak yüksekliği, yarım dalga periyodu süresince dalga paletinin yer değiştirdiği hacmin bu süre içerisinde oluşan sünizoidal dalganın hacmine eşitliği yazılarak belirlenebilir.

$$H = \frac{2\pi}{L} \cdot \bar{V}_w \quad (4.2.1)$$

Bu ifadede $\bar{V}_w$, yarım dalga periyodu süresince dalga üreticisinin birim boyunun yer değiştirdiği suyun hacmidir. Bu ise:

$$\bar{V}_w = s \cdot (\ell_c)_g - \Delta \bar{W}_w \quad (4.2.2)$$

şeklinde yazılır.

Bu ifadede, s - dalga motorunun stork'u, $(\ell_c)_g$ -dalga üreticisinin karakteristik bir boyutu, ve $\Delta \bar{W}_w$ - ise tabandan ve yanlardan sızan suyun hacmidir. Böylece yukarıdaki

denklem,

$$H = \frac{2\pi}{L} \left| s(\ell_c)g - \Delta \bar{W}_w \right| \quad (4.2.3)$$

şeklını alır. Burada sızan suyun hacmi $\Delta \bar{W}_w$ ihmal edilebilir. Galuin (1964) te $(\ell_c)g$ dalga üreticisinin karakteristik boyu için herbir dalga üreticisi tipi için aşağıdaki Tablo 4.1 deki değerleri vermiştir [8].

Tablo 4.1- Dalga üreticisi tipine bağlı olarak $(\ell_c)g$ değerlerini veren tablo [8].

Dalga üreticisi tipi	$(\ell_c)g$ (m)
Piston tipi	h
Palet	h
Düşey silindir	r
Düşey kama	b+h.tan α .

Bu terimlerden s, r, b, h ve α Şekil 4.2 den kolayca görülebilmektedir. Galuin (1964) yaptığı deneylerde, tabandan bağlı tip (flap type) hariç diğer tüm tiplerden elde edilen sonuçlarla Denklem 4.2.3. ten elde edilen değerler arasında iyi bir uyum olduğunu göstermiştir[8]. Ursell, Dean ve Yu (1958) yaptıkları çalışmada tabandan bağlı tip dalga üreticisi (flap type) için $2\pi h/L < 1$ değerlerinde denklem 4.2.3 ün iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir[8].

Dalga üreticisinin sahip olması gerekli güç dalga teorisinden şöyle yazılabilir.

$$\text{Dalga Gücü} = \frac{\text{Grup hızı} \times \text{dalga enerjisi}}{\text{Dalga boyu}} = \frac{C_g E}{L} \quad (4.2.4)$$

buradan dalga üreticisinin birim (m) boyu için gerekli güç beygirgücü cinsinden,

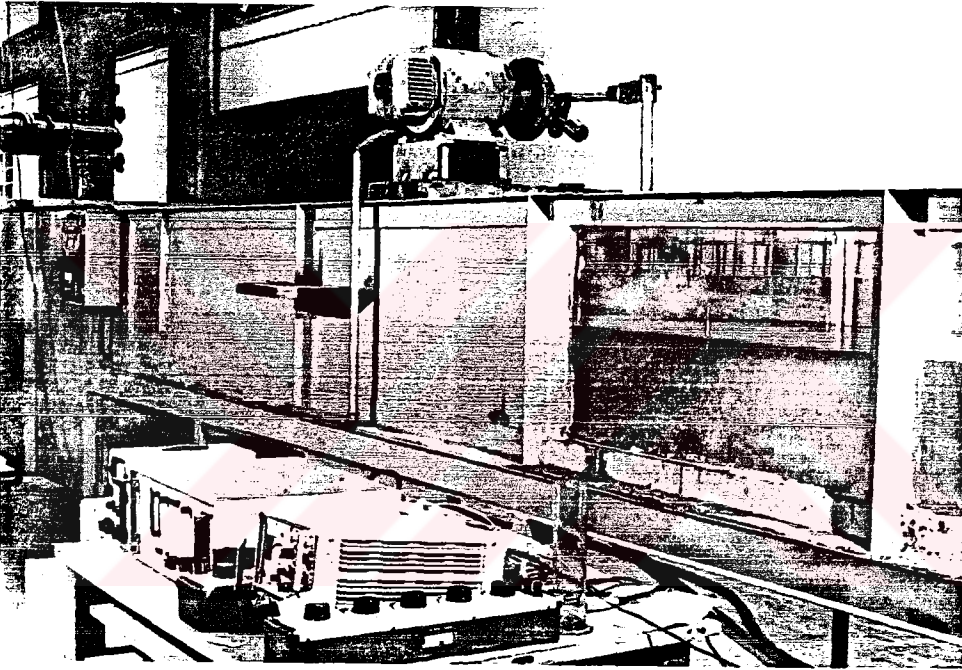
$$\text{Güç} = \frac{k}{550} \cdot \frac{1}{16} \cdot \gamma_{su} \cdot H^2 \cdot V \cdot \left(1 + \frac{\frac{4\pi d}{L}}{\sinh \frac{4\pi d}{L}}\right) \quad (4.2.5)$$

yazılabilir. Bu ifadede k dalga üreticisinin cinsine bağlı bir katsayı olup, tabana bağlı palet tipi (flap type) ve silindirik tipi (prismatic plunger) için 2 alınabilmektedir[8].

Dalga üreticisini çalıştırmak için gerekli beygir gücünün hesabı, yukarıdaki denklem 4.2.5 ile hesaplanan dalga gücü formülü hariç, büyük ölçüde dalga üreticisinin tipine bağlı olarak değiştiği için oldukça zordur. Motor beygir gücünün dalga beygir gücüne oranı üreticinin tipine, sızmaya, sürtünme, dalga periyodu ve üreticinin ataletine bağlı olarak değişebilmektedir.

Model dalgaları, dalga kanalında kanalın baş tarafına yerleştirilmiş 0.96 m x 0.55 m boyutlarındaki bir paletin, bir doğru akım motoruyla, taban mafsallı etrafında döndürülmesiyle üretilmiştir (Şekil 4.3). Palet 15.B.B. lik bir doğru akım motoruna bağlı, bir krank-biyel mekanizması ile hareket ettirilmektedir. Laboratuarda mevcut alternatif akım, bir güç redresörü ile üretilmektedir.

Redresör motora geçen akımın ve buna bağlı olarak motorun dönme hızının ayarlanmasıyla, dalga periyodları; krankbiyel mekanizmasının eksantrikliğin değiştirilmesi suretiyle de dalga yükseklikleri ayarlanabilmektedir. Eksantrikliğin ayarlanmasıyla maksimum 12 cm yüksekliğe kadar dalga üretilebilmektedir.



Şekil 4.3. Dalga motoru ve paleti

4.3. DALGA YUTUCULARI

Test işlemi sırasında üretilen dalgaların kanalın ön ve arkasındaki düşey yüzeylere çarparak geri yansımalarını önlemek için kanalın başına ve sonuna dalga yutucuları teşkil edilmiştir.

Dalga paletinin memba tarafına, altta çapları 10~15 cm arasında değişen bloklar üstte ise yine çapları 2~3 cm arasında değişen çakıl parçacıkları trapez kesitli olarak 1:3 eğimde dalga yutucu olarak düzenlenmiştir. Mansap tarafında ise 40 cm yükseklikten tek tarafa 1/9 eğimlikum serilerek dalgaların geri yansıması önlenmiştir.



BÖLÜM 5

5. DENEY SONUÇLARININ ELDE EDİLMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. DALGA KAYITLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Deneyler sırasında iki elektrodla aynı anda kayıtlar alınmıştır. I.elektrod gelen dalga yüksekliğini kaydetmek amacıyla kullanılmıştır. II.elektrod ise dalgakıran arkasındaki aktarma dalgalarını kaydetmiştir. Dalgakıran arkasındaki aktarma dalgaları düzenli olmadığından bunları karakterize eden dalga yüksekliği H_s etkin dalga yüksekliği olarak kabul edilmiştir. Bu nedenle seri içerisindeki H_{max} değeri bulunmuş ve;

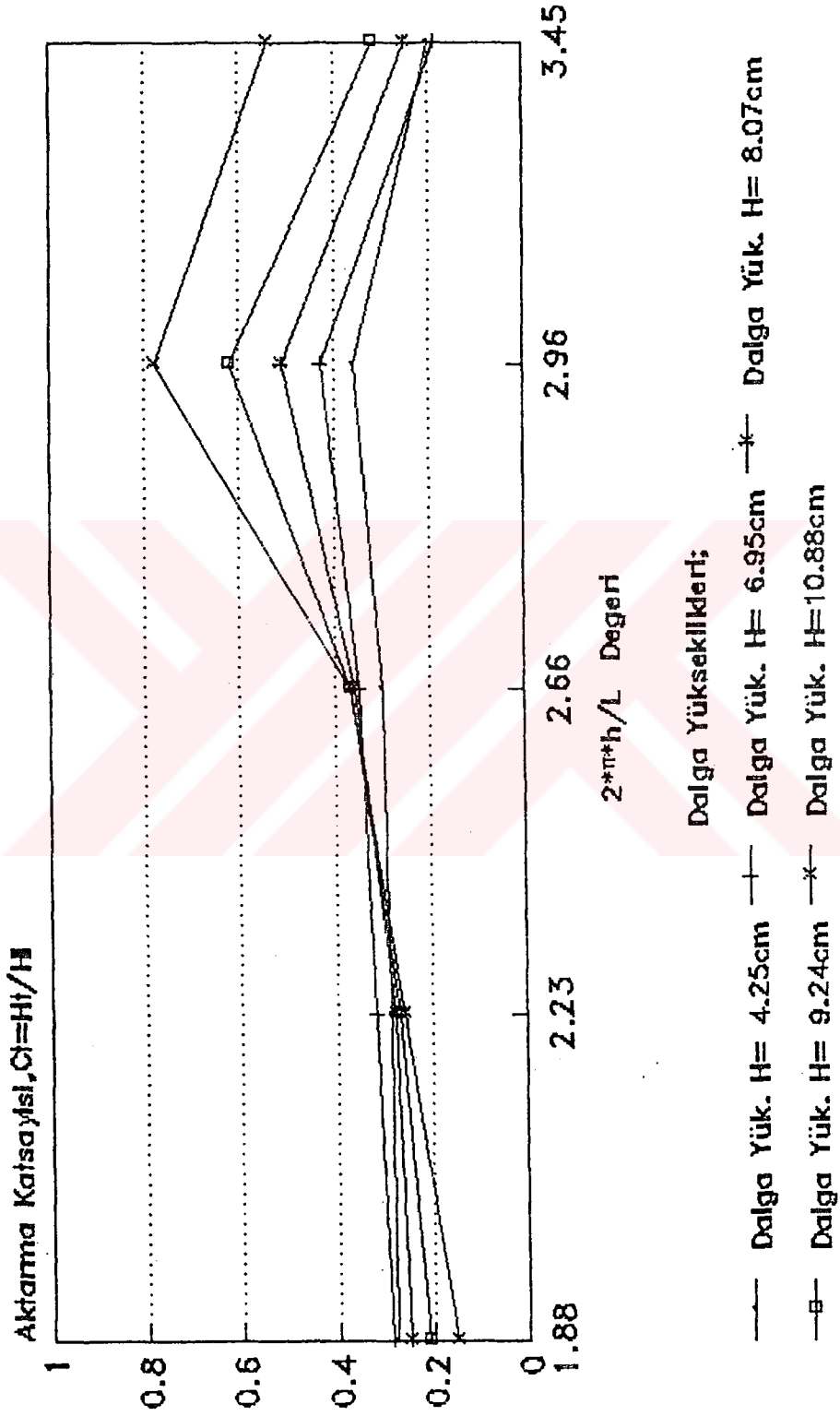
$$H_{max} = 1.69 H_s \quad (5.1.1)$$

bağıntısı kullanılarak H_s hesaplanmıştır[14].

5.2. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.2.a. $2\pi h/L$ Değerinin Aktarma Katsayısına Etkisi

Daha önce de Bölüm 3 te belirtildiği gibi deneyler iki farklı plak boyu için yapılmıştır. Birinci grup deneylerde ($\ell = 1.46$ m plaka boyu için) 0.33 m su derinliğinde dalga periyodunun 0.86 ~ 0.62 sn'ler arasındaki değerleri ile dalga yüksekliğinin 4.25 ~ 10.88 cm arasındaki değerleri için plağın kanal tabanına oturması hali ele alınarak 25 deney yapılmıştır. Deney sonuçları Ek'te tabloA. 5.2.1 de verilmiş olup grafiği ise Şekil 5.1 de görülmektedir. Bu grafiğe bakıldığında $2\pi h/L$ değerlerinin artan değerleri ile birlikte aktarma katsayısında da bir artış



Şekil 5.1. $2\pi h/L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\lambda=1.46\text{ m}$, $h=0.33\text{ m}$)

gözlenmektedir. $2\pi h/L$ nin 2.96 dan büyük değerlerinde ise (yani derin su durumunda) aktarma katsayısında bir azalma gözlenmiştir.

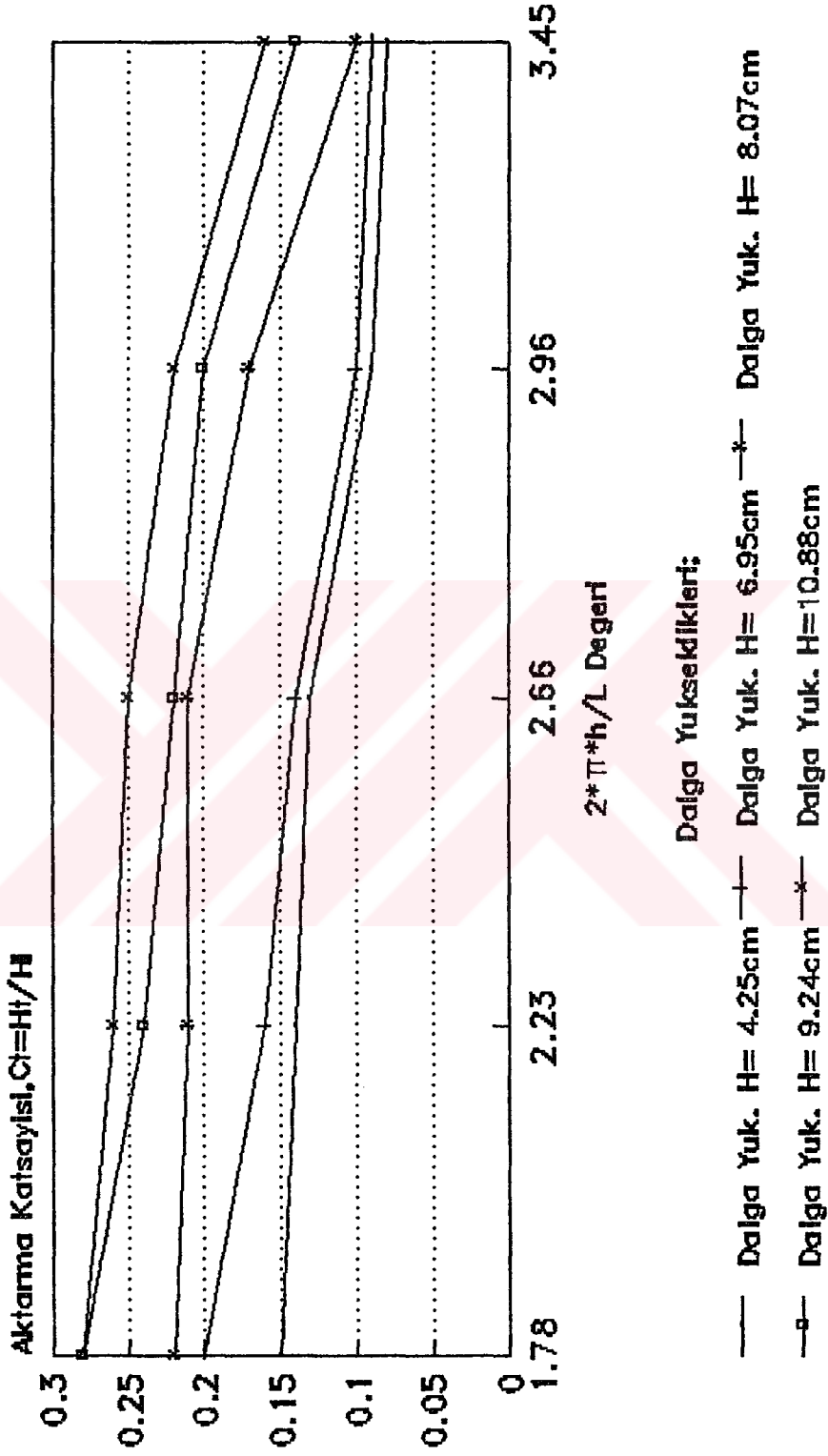
5.2.b. Tabanda Açıklık Olması Halinde Aktarma Katsayısının Değişimi

Tabanda 7.5 cm yüksekliğinde bir açıklık olması halinde (yani % 22 lik bir boşluk) $\ell = 1.46$ m plak boyu için, 0.33 m su derinliğinde kısım 5.2.a daki dalga iklimi değerleri kullanılarak 25 deney yapılmıştır. Bu deneyin sonuçları Ek. Tablo A5.2.2 de ve grafik halinde Şekil 5.2 de görülmektedir. Bu grafikten de görüldüğü gibi geçiş bölgesinde h/L rölatif derinlik değeri arttıkça azalan dalga yüksekliği ile beraber aktarma katsayısı da azalmaktadır. Fakat bu durum tabanda açıklık olmaması hali ile karşılaştırıldığında geçiş bölgesi içinde tabanda açıklık bulunması hali aktarma katsayısı açısından daha küçük değerler vermektedir. Bu iki halin karşılaştırılması aşağıda Tablo 5.1 de verilmiştir.

Tablo 5.1- Tabandaki açıklığın aktarma katsayısı üzerine etkisi (7.5 cm açıklık için)

Dalga Yüksekliği cm	C_T^* nin değişimi				
	$T=0.86$ sn	$T=0.78$ sn	$T=0.71$ sn	$T=0.67$ sn	$T=0.62$ sn
4.25	-0.13	-0.15	-0.17	-0.27	+0.12
6.95	-0.09	-0.16	-0.21	-0.33	-0.10
8.07	-0.03	-0.07	-0.15	-0.34	-0.15
9.24	+0.07	-0.03	-0.15	-0.42	-0.18
10.88	+0.13	0.00	-0.08	-0.56	-0.38

* - sembolü aktarma katsayısı değerinin tabanda açıklık bulunması halinin tabanda açıklık bulunmaması halinden büyük olması durumunu göstermektedir.



Şekil 5.2. Tabanda 7.5 cm lik açıklık olması hali için $2\pi h/L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\lambda = 1.46$ m, $h = 0.33$ m)

5.2.c. Bağlantı Halatı Boyunun Aktarma Katsayısına Etkisi

Plağı kanal tabanına bağlayan bağlantı halatı boyunun aktarma katsayısına etkisini araştırmak için $h=0.35$ m su derinliğinde, sabit $T = 0.71$ sn periyodu için bağlantı halatı boyunun sırasıyla 1.81, 2.00 ve 2.23 m olması ve dalga yüksekliğinin 4.25~10.88 cm değerleri arasında değişmesi durumu ele alınarak deneyler yapılmıştır. Bu deneyin sonuçları Tablo halinde Ek.A.5.2.3 grafiği ise Şekil 5.3 te verilmiştir. Bu grafik incelendiğinde görülmektedir ki bağlantı halatı boyu kısaldıkça aktarma katsayısı değeri de artmaktadır. Fakat bu artış çok büyük mertebelerde değildir.

5.2.d. Dalga Dikliğinin Aktarma Katsayısına Etkisi

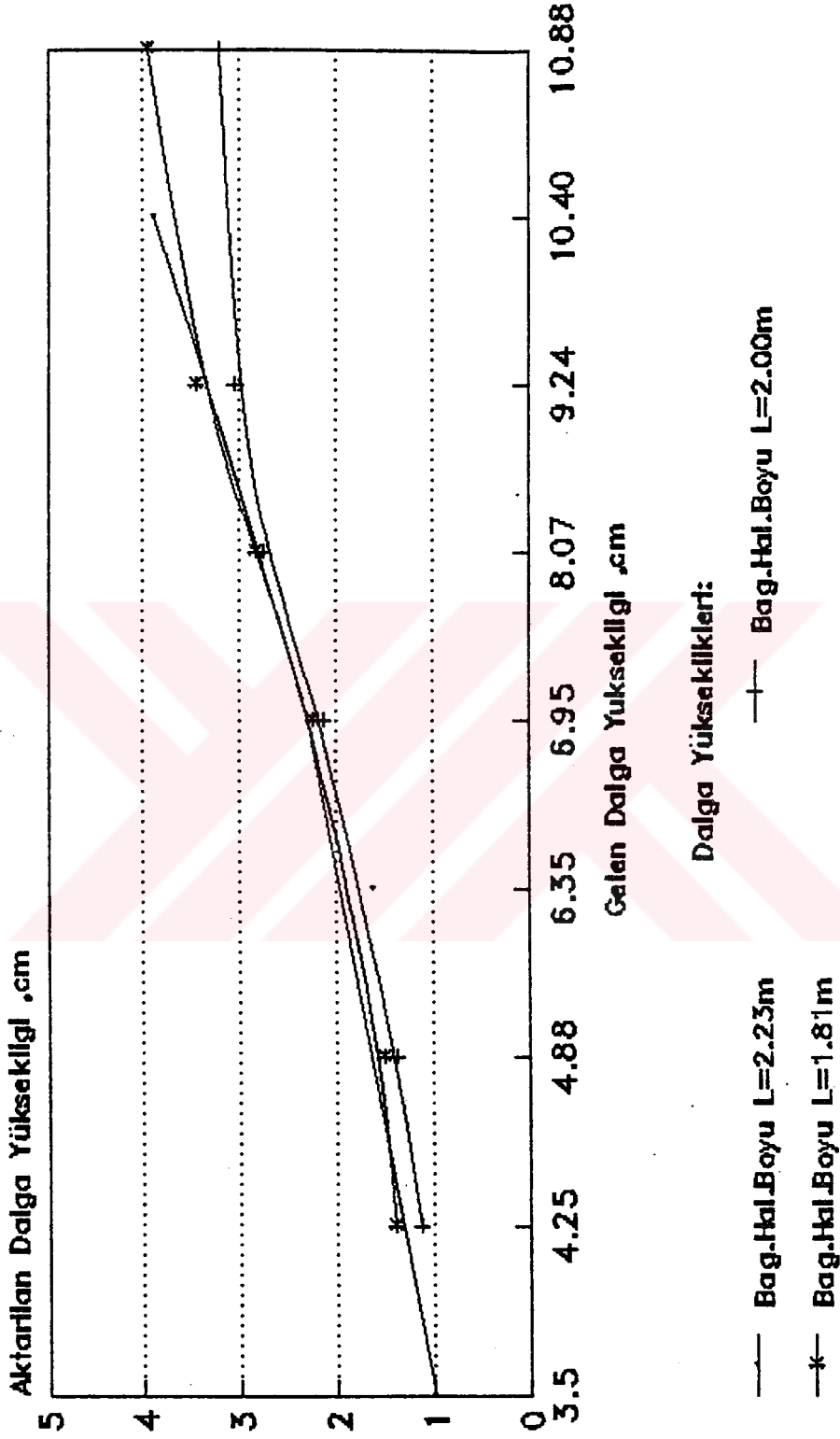
Tabanda açıklık olmaması ve % 22 açıklık olması için ℓ/L oranının çeşitli dalga dikliklerinde aktarma katsayıları ile değişimi sırasıyla Şekil 5.4 ve Şekil 5.5 te verilmiştir. Grafiklerin incelenmesinden görüldüğü üzere tabanda açıklık olmaması halinde dalga dikliğinin $H_1/L=10$ olması durumunda ℓ/L nin küçük değerleri için iyi bir koruma sağlanabilmektedir. Tabanda % 22 boşluk olması halinde ise $H_1/L = 6.00$ değeri için ℓ/L nin büyük değerlerinde çok iyi bir koruma sağlanmaktadır.

5.2.e. Plak Boyunun Aktarma Katsayısı Üzerine Etkisi

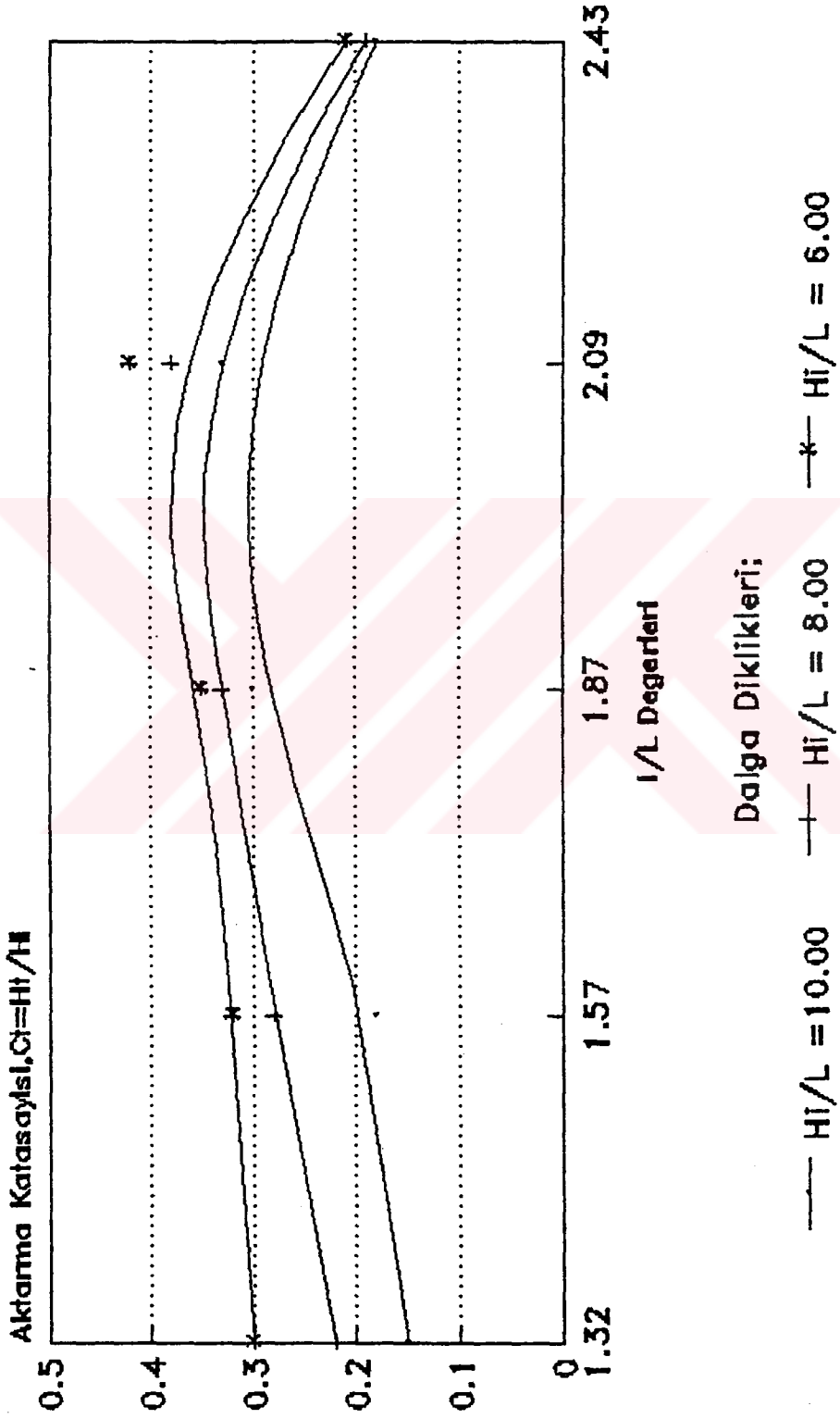
Plak boyunun aktarma olayı açısından etkisini incelemek için ikinci grup deneyler $\ell= 1.00$ m plak boyu için yapılmıştır. Bu deneylerde su derinliklerinin sırasıyla 0.26 m ve 0.33 m olması durumları için dalga yüksekliğinin 2.00~10.25 cm arasında değişimi ele alınarak 70 deney yapılmıştır. Bu deney sonuçları Ek'te Tablo A.5.2.4 - Tablo A.5.2.7 de verilmiştir. Su derinliğinin 0.26 m değeri için plağın tabana tam oturması ve tabanda % 29

açıklık bulunması hallerinde $2\pi h/L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi Şekil 5.6 ve Şekil 5.7 de verilmiştir. 0.33 m su derinliği için ise yine aynı durumda tabana tam oturma olması ve tabanda % 22 açıklık olması hallerinde $2\pi h/L$ boyutsuz değerinin aktarma katsayısı ile değişimi Şekil 5.8 ve Şekil 5.9 da verilmiştir. Bu şekillerin incelenmesinden de görüldüğü gibi plağın tabana tam oturması durumunda plak boyunun kısalması halinde aktarma katsayısı değeri bir miktar azalmaktadır. Tabanda % 22 açıklık olması durumunda da yine grafiklerin karşılaştırılmasından görüleceği gibi aktarma katsayısı bir miktar ikinci durum için azalmaktadır.

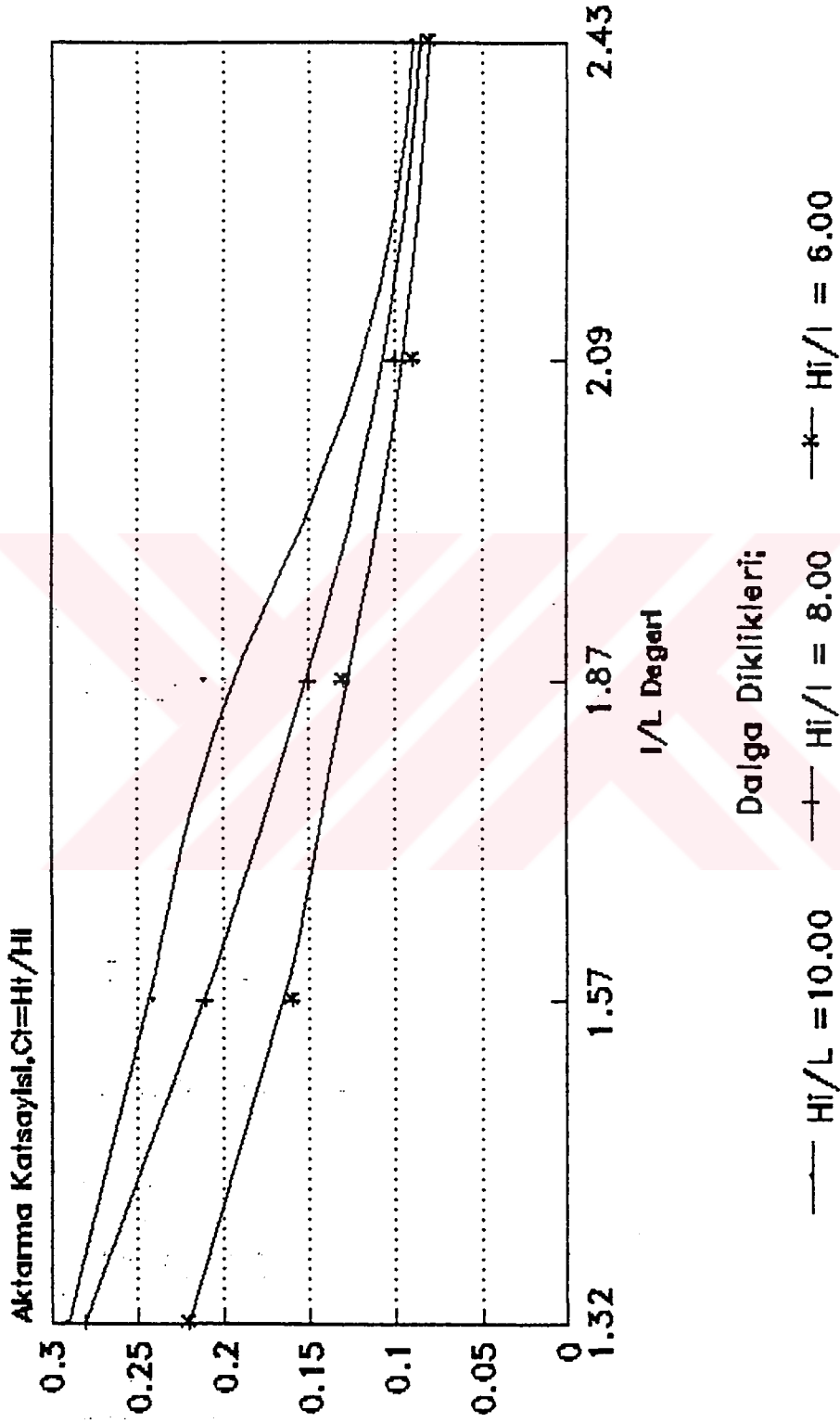




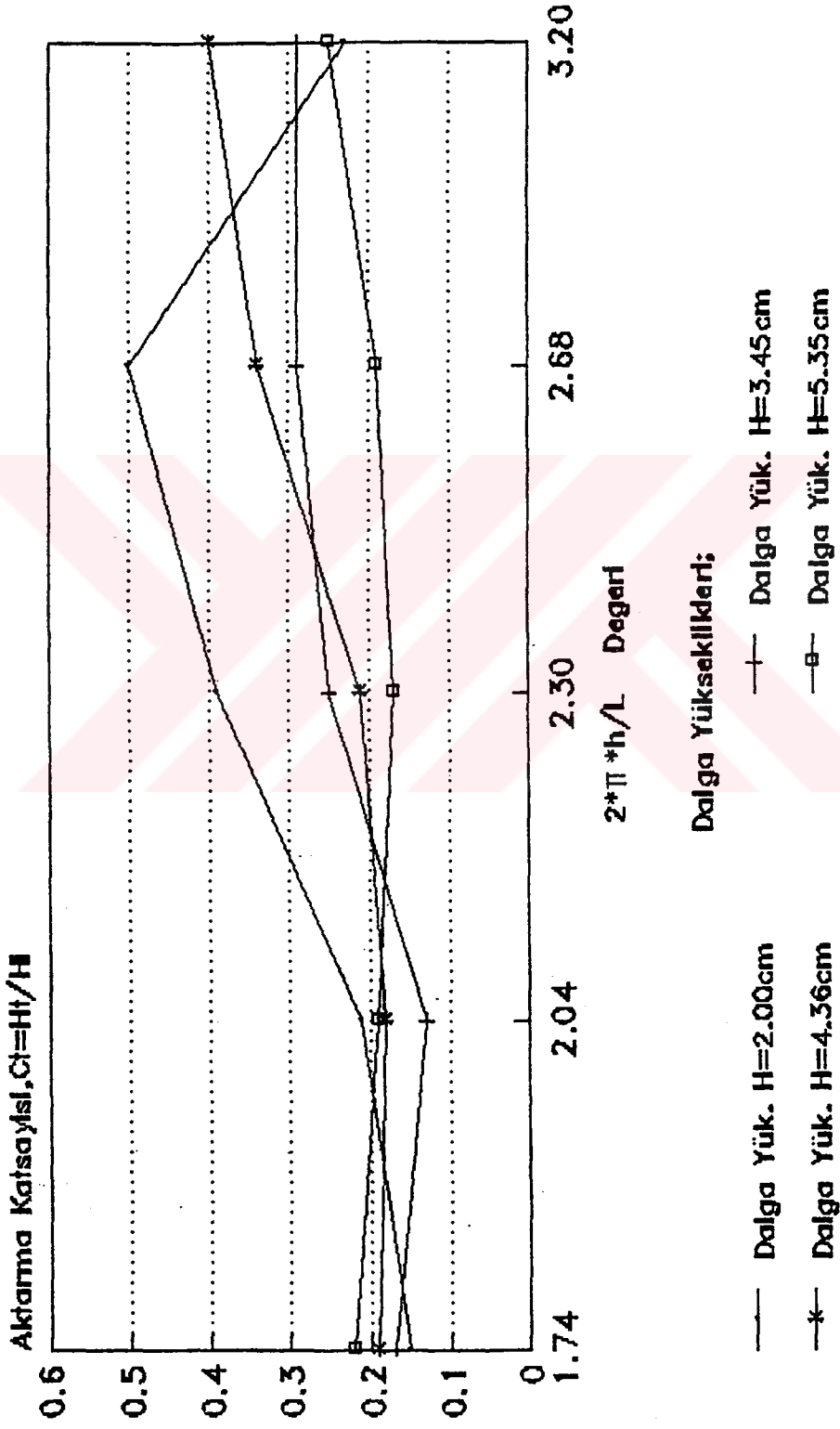
Şekil 5.3. Bağlantı halatı uzunluğunun aktarma katsayısına etkisi ($T=0.71sn$).



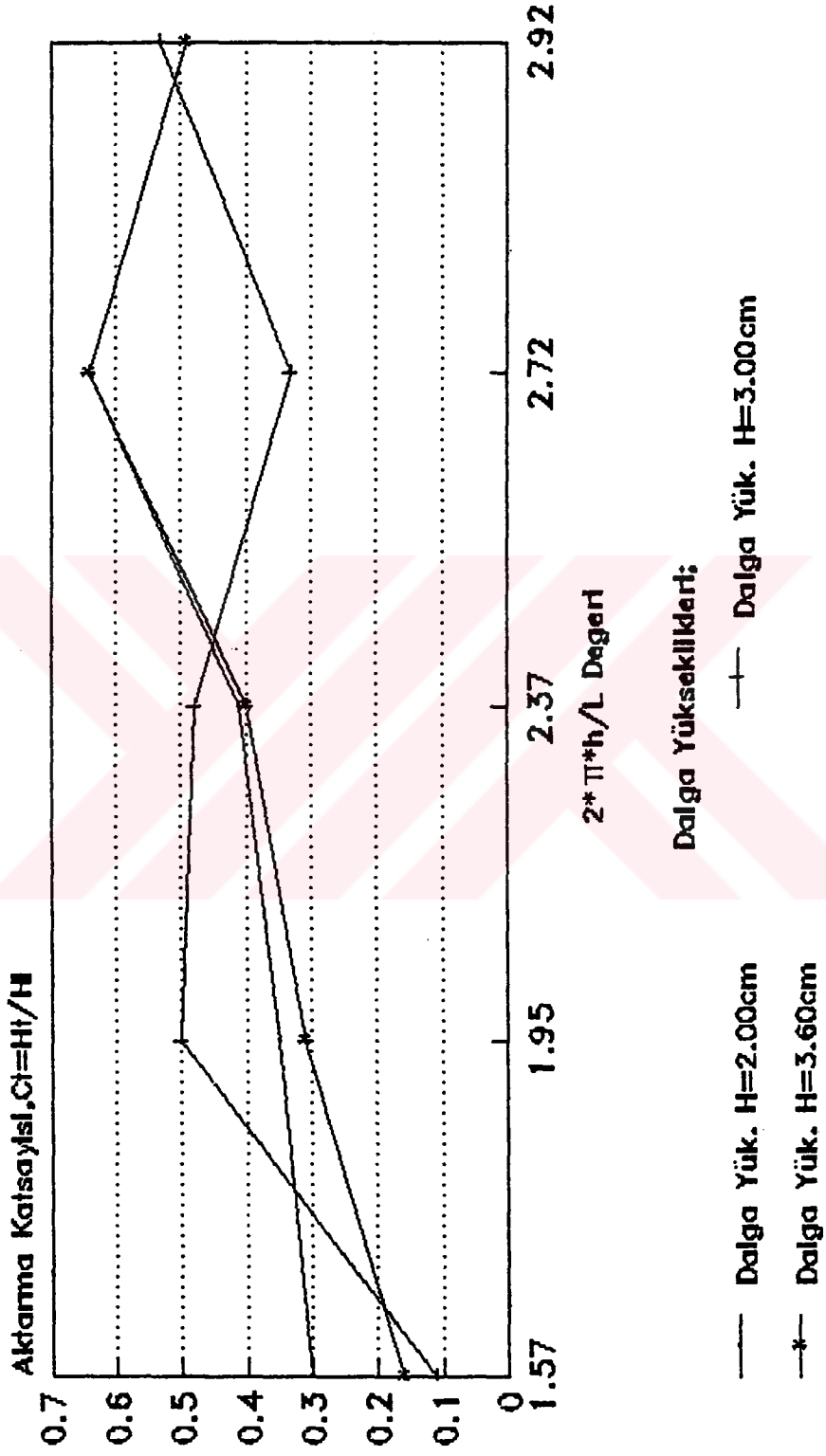
Şekil 5.4. Tabanda açıklık olmaması hali için ℓ/L değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.46$ m, $h=0.33$ m)



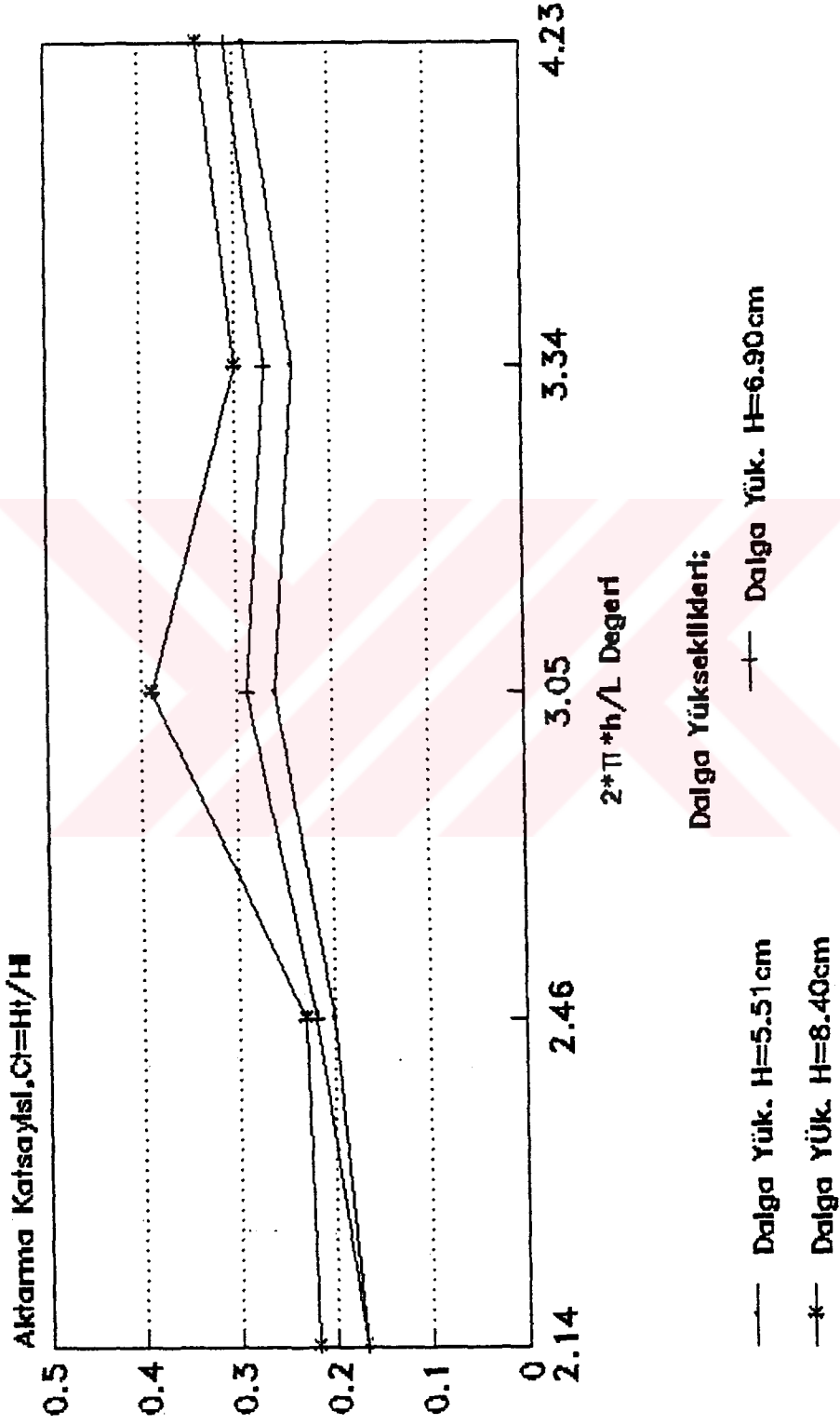
Şekil 5.5. Tabanda açıklık olması hali için ℓ/L değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.46$ m, $h=0.33$ m, $\theta=22$ açıklık durumu).



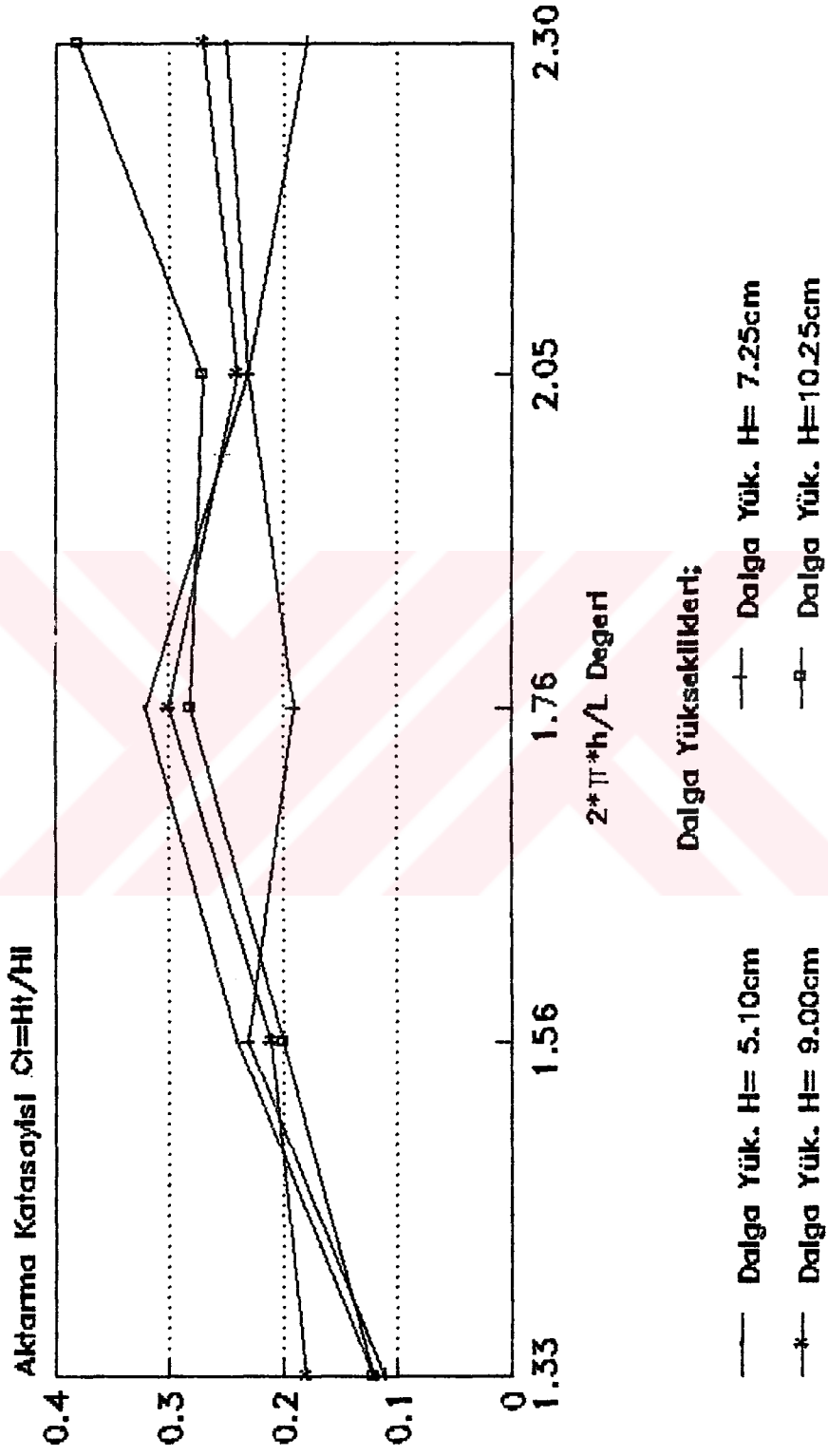
Şekil 5.6. $2 \pi h / L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell = 1.00 \text{ m}$, $h = 0.26 \text{ m}$).



Şekil 5.7. Tabanda 7.5 cm açıklık olması halı için $2\pi h/L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00\text{ m}$, $h=0.26\text{ m}$).



Şekil 5.8. $2\pi h/L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00\text{ m}$, $h=0.33\text{ m}$).



Şekil 5.9. Tabanda 7.5 cm açıklık olması hali için $2\pi h/L$ değerinin aktarma katsayısı ile değişimi ($\ell=1.00$ m, $h=0.33$ m).

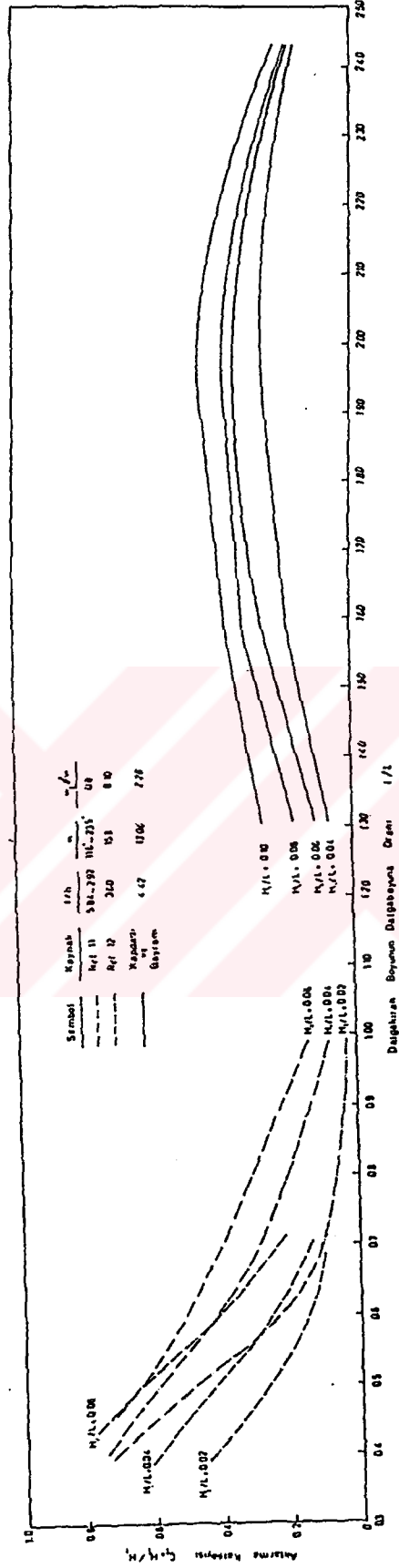
BÖLÜM 6

6. ELDE EDİLEN SONUÇLAR

İki farklı dalgakıran boyu için ($\ell = 1.46$ m ve $\ell = 1.00$ m), 10° den 18° ye kadar değişen eğim açılarında geçiş bölgesi dalga iklimi kullanılarak yapılan deneylerden şu sonuçlar gözlenmiştir:

- 1- Dalga aktarma olayını etkileyen faktörlerden en önemlisi yapının deniz tabanı ile yaptığı açı değerinin değişimidir.
- 2- Referans [12] de belirtilen çalışmada yapıldığı gibi yapının deniz tabanına bir noktadan veya bu çalışmada olduğu gibi iki noktadan bağlanması durumlarında dalga aktarma katsayısında reel olarak pek fazla bir değişme gözlenmemiştir. Fakat bu bağlantı şeklinin değişiminin sadece bağlantı halatındaki kuvvetlerde bir değişim yaratacaktır.
- 3- Dalga aktarma katsayısı açısından plak boyunun etkisi araştırıldığında kısa plak boyunda (yani $\ell = 1.00$ m) diğerine göre daha küçük aktarma katsayıları kaydedilmiştir. Fakat her iki durumda da aktarma katsayısı rölatif derinliğe (yani $2\pi h/L$) veya dalga peryoduna bağlıdır.
- 4- Dalga aktarma katsayısı sabit dalga peryodu durumunda ($H = 3.5$ cm veya $H = 3.84$ cm) dalga yüksekliğini çok az etkilemiştir.
- 5- Dalga aktarma katsayısı azalan dalga peryodu ile artmaktadır.

- 6- Düzenli dalga etkisi altında iki boyutlu model deneyleri sonucunda görülmüştür. ki (Referans [12] deki çalışma da birlikte ele alındığında) eğimli ponton tipi yüzen dalgakıranlar sığ ve geçiş bölgesi sularında oldukça iyi bir koruma sağlamaktadırlar.
- 7- Sabit periyod etkisinde ($T=0.71$ sn) bağlantı halatının sırasıyla 1.83 m, 2.00 m ve 2.23 m uzunluğunda olması durumlarında halat boyunun aktarma katsayısı üzerindeki etkisi incelenmiştir ve halat boyunun kısalmasıyla aktarma katsayısının arttığı görülmüştür.
- 8- Yapının tabana tam olarak oturması ve tabandan 7.5cm yükseltilmesi durumlarında dalga aktarma katsayısı açısından ikinci durumda birinciye göre merteye olarak $0.10 \sim 0.20$ lık bir artış sözkonusu olmaktadır.
- 9- Gelen dalgaların dalga boyunun su derinliğine oranının 2.4 olması halinde gelen dalga enerjisinin % 80 inin geri yansıtıldığı ve iyi bir koruma sağlandığı görülmüştür ($H_1/L = 6.00$ sabit değeri için).
- 10- Bu çalışma sonuçları ile beraber referans [11] ve [12] deki deney sonuçları kullanılarak çeşitli dalga diklikleri için dalgakıran boyunun gelen dalganın dalga boyuna oranının aktarma katsayısı ile değişimi için Şekil 6.1 deki grafik düzenlenmiştir. Bu grafiğin pratik olarak faydası yapının sığ su bölgesinde veya geçiş bölgesinde uygulanması halinde seçilen bir dalga iklimine göre dalgakıran boyunun aktarma katsayısına etkisinin net bir biçimde vermesidir.



Şekil 6.1. Yapının sığ su ve geçiş bölgesinde inşaa edilmesi halinde çeşitli dalga dıklıklarında dalgakıran boyunun dalga boyuna oranının aktarma katsayısı ile değişimi.

KAYNAKLAR

- [1] NECE, R.E., and RICHEY, E.P., "Wave Transmission Tests of Floating Breakwater for Oak Harbor, Washington", Technical Report No.32, University of Washington, Seattle, Washington, 1972.
- [2] MC CARTNEY, BRUCE, "Floating Breakwater Design", Journal of Waterway Port, Coastal and Ocean Engineering, Vol.III, No.2, March, 1975.
- [3] CARVER, R.D., "Floating Breakwater Wave Attenuation Tests For East Bay Marina Olympia Harbor, Washington", Technical Report HL-79-13, U.S. Army Engineering Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss., 1979.
- [4] JONES, D.B., "Wave Transmission and Mooring Force Tests of Flooting Breakwater Oak Harbor", U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss.April, 1971.
- [5] OFUYA, A.O., "On Floating Breakwaters", Research Report No.CE-60, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada, Nov., 1968.
- [6] HALES, Z. LYNDEL, "Floating Breakwaters, State-of-the-Art Literature Review", U.S.Army Coastal Engineering Research Center, Fort Belvoir, Va. 1981.
- [7] JONES, D.B., "An Assesment of Transportable Breakwaters with Reference to the Container off-loading and Transfer System (COTS)", Civil Engineering Laboratory, Naval Construction Battalion Center, Port Hueneme, California, September, 1978.
- [8] HUDSON, R.Y, et al, "Coastal Hydraulic Models", Special Report No.5, U.S. Army Coastal Engineering Research Center, Fort Belvoir, Va. 1979.
- [9] BAIRD, A.V. and ROSS, N.W., "Field Experience With Flooting Breakwaters in Eastren United States", MR 92-4, U.S. Army Coastal Engineering Research Center, Fort Belvoir, Va., July, 1982.
- [10] RICHEY, E.P., "Floating Breakwater Field Experience, West Coast", U.S.Army Coastal Engineering Research Center, Fort Belvoir, Va, July, 1982.

- [11] JONES, D.B., "Sloping Float Breakwater: Interim Data Summary", Civil Engineering, Laboratory, Naval Construction Batalion Center, Port Huneme, California, January, 1980.
- [12] RAICHLEN, F., "Experiment on Inclined Pontoon Breakwater in Water Waves", U.S. Navy Civil Engineering Laboratory, Port Hueneme, California, Nov., 1976.
- [13] SÜMER, B.M., ÜNSAL, İ., BAYAZIT, M., "Hidrolik", Birsen Yayınevi, İstanbul, Eylül 1983.
- [14] CORPS OF ENGINEERS, "Shore Protection Manual", U.S. Army Waterways Experiment Station, 1984.





Tablo A5.2.1- Düzenli dalga etkisinde dalgakıranın
tabana oturması hali ($h=0.33\text{m}$, $\ell=1.46\text{ m}$)

Peryod,sn	Dalga yüksek. cm	Aktarma Dalgası Yüksekliği,cm	Aktarma Katsayısı, C_T	L,m
0.86	4.25	1.19	0.28	1.102
	6.95	2.01	0.29	
	8.07	2.02	0.25	
	9.24	1.94	0.21	
	10.88	1.63	0.15	
0.78	4.25	1.23	0.29	0.93
	6.95	2.22	0.32	
	8.07	2.26	0.28	
	9.24	2.49	0.27	
	10.88	2.83	0.26	
0.71	4.25	1.28	0.30	0.78
	6.95	2.43	0.35	
	8.07	2.91	0.36	
	9.24	3.42	0.37	
	10.88	4.03	0.37	
0.67	4.25	1.53	0.36	0.70
	6.95	2.99	0.43	
	8.07	4.12	0.51	
	9.24	5.73	0.62	
	10.88	8.49	0.78	
0.62	4.25	0.85	0.20	0.60
	6.95	1.32	0.19	
	8.07	2.02	0.25	
	9.24	2.96	0.32	
	10.88	5.88	0.54	

Tablo A5.2.2- Düzenli dalga etkisinde tabanda açıklık olması hali ($h = 0.33\text{m}$, $\lambda = 1.46\text{ m}$)

Peryod,sn	Dalga yüksekli. cm	Aktarma Dalgası Yüksekliği,cm	Aktarma Katsayısı, C_T	L ,m
0.86	4.25	0.63	0.15	1.102
	6.95	1.40	0.20	
	8.07	1.77	0.22	
	9.24	2.62	0.28	
	10.88	3.01	0.28	
0.78	4.25	0.60	0.14	0.93
	6.95	1.11	0.16	
	8.07	1.69	0.21	
	9.24	2.22	0.24	
	10.88	2.83	0.26	
0.71	4.25	0.55	0.13	0.78
	6.95	0.97	0.14	
	8.07	1.69	0.21	
	9.24	2.03	0.22	
	10.88	2.72	0.25	
0.67	4.25	0.38	0.09	0.70
	6.95	0.70	0.10	
	8.07	1.37	0.17	
	9.24	1.85	0.20	
	10.88	2.39	0.22	
0.62	4.25	0.34	0.08	0.60
	6.95	0.63	0.09	
	8.07	0.81	0.10	
	9.24	1.29	0.14	
	10.88	1.74	0.16	

Tablo A.5.2.3- Bağlantı halatı uzunluğunun etkisi için yapılan testler ($h=0.35\text{cm}$, $T=0.71\text{sn}$)

Aktarma Dalgası Yüksekliği ve Aktarma Katsayısı Değerleri

Gelen Dalga Yüksekliği, cm

. Bağlantı Halatı Boyu $\ell = 2.23\text{ m}$ iken

H_1 , cm
3.50
6.35
10.40

H_T , cm	C_T
0.99	0.28
1.61	0.25
3.89	0.37

. Bağlantı Halatı Boyu $\ell = 1.81\text{ m}$ iken

4.25
4.88
6.95
8.07
9.24
10.88

1.40
1.51
2.84
2.83
3.45
3.94

. Bağlantı Halatı Boyu, $\ell = 2.00\text{ m}$ iken

4.25
4.88
6.95
8.07
9.24
10.88

1.13
1.38
2.13
2.76
3.05
3.21

0.27
0.28
0.31
0.34
0.33
0.30

Tablo A.5.2.4- Düzenli dalga etkisinde dalgakıranın
Tabana oturması hali ($h=0.26m$, $\lambda=1.00m$)

Peryod,sn	Dalga Yüksekli. cm	Aktarma Dalgası Yüksekliği,cm	Aktarma Katsayısı	L,m
0.80	2.00	0.30	0.15	0.94
	3.45	0.60	0.17	
	4.36	0.85	0.19	
	5.35	1.17	0.22	
0.73	2.00	0.42	0.21	0.80
	3.45	0.44	0.13	
	4.36	0.78	0.18	
	5.35	1.00	0.19	
0.68	2.00	0.78	0.39	0.71
	3.45	0.85	0.25	
	4.36	0.93	0.21	
	5.35	0.93	0.17	
0.63	2.00	1.00	0.50	0.61
	3.45	1.00	0.29	
	4.36	1.50	0.34	
	5.35	1.01	0.19	
0.57	2.00	0.45	0.23	0.51
	3.45	1.00	0.29	
	4.36	1.76	0.40	
	5.35	1.33	0.25	

Tablo A.5.2.5- Düzenli dalga etkisinde tabanda açıklık olması hali ($h=0.26\text{m}$, $\ell=1.00\text{ m}$)

Peryod, sn	Dalga Yüksekli. cm	Aktarma Dalgası Yüksekliği, cm	Aktarma Katsayısı	L, m
0.85	2.00	0.60	0.30	1.04
	3.00	0.32	0.11	
	3.60	0.56	0.16	
0.75	2.00	0.69	0.35	0.84
	3.00	1.49	0.50	
	3.60	1.11	0.31	
0.67	2.00	0.82	0.41	0.69
	3.00	1.43	0.48	
	3.60	1.43	0.40	
0.62	2.00	1.27	0.64	0.60
	3.00	0.97	0.33	
	3.60	2.29	0.64	
0.60	2.00	0.97	0.49	0.56
	3.00	1.59	0.53	
	3.60	1.76	0.49	

Tablo A.5.2.6- Düzenli dalga etkisinde dalgakıranın
Tabana Oturması Hali ($h=0.33\text{m}$, $\ell=1.00\text{ m}$)

Peryod,sn	Dalga Yüksekli. cm	Aktarma Dalgası Yüksekliği,cm	Aktarma Katsayısı	L, m
0.80	5.51	0.93	0.7	0.97
	6.90	1.18	0.17	
	8.40	1.84	0.22	
0.74	5.51	1.10	0.20	0.84
	6.90	1.52	0.22	
	8.40	1.97	0.23	
0.66	5.51	1.43	0.26	0.68
	6.90	2.00	0.29	
	8.40	3.26	0.39	
0.63	5.51	1.32	0.24	0.62
	6.90	1.86	0.27	
	8.40	2.50	0.30	
0.56	5.51	1.60	0.29	0.49
	6.90	2.14	0.31	
	8.40	2.87	0.34	

Tablo A.5.2.7- Düzenli dalga etkisinde tahanda açıklık olması hali ($h=0.33\text{m}$, $\ell=1.00\text{ m}$)

Peryod,sn	Dalga Yüksekli. cm	Aktarma Dalgası Yüksekliği, cm	Aktarma Katsayısı	L, m
1.08	5.10	0.59	0.12	1.56
	7.25	0.78	0.11	
	9.00	1.65	0.18	
	10.25	1.19	0.12	
0.97	5.10	1.23	0.24	1.33
	7.25	1.65	0.23	
	9.00	1.87	0.21	
	10.25	2 .08	0.20	
0.90	5.10	1.65	0.32	1.18
	7.25	1.35	0.19	
	9.00	2.73	0.30	
	10.25	2.74	0.28	
0.82	5.10	1.18	0.23	1.01
	7.25	1.65	0.23	
	9.00	2.17	0.24	
	10.25	2.72	0.27	
0.77	5.10	1.30	0.25	0.90
	7.25	1.34	0.18	
	9.00	2.44	0.27	
	10.25	3.94	0.38	

ÖZGEÇMİŞ

Atila BAYRAM 1967'de Diyarbakır'da doğmuş, Lise öğrenimini Diyarbakır Lisesi'nde tamamlamıştır. 1984 te Dokuz Eylül Üniversitesi Denizli Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne girmiş ve 1988 yılında bitirmiştir. Aynı yıl İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Hidrolik Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başlamıştır.

Halen bulunduğu görevine devam etmektedir.

