

33629

KARADENİZ TEKNİK UNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

KIYI KORUMASINDA VE PLAJ TEŞKİLİNDE DÜZ VE T MAHMUZLARIN
OPTİMUM DİZAYNI VE DOĞU KARADENİZ BÖLGESİNDE UYGULANMASI

İnş. Müh. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"İnşaat Yüksek Mühendisi"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.05.1993

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14.07.1993

Tezin Danışmanı: Doç. Dr. Hızır ÖNSOY

Hızır Önsöy

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ali KALENDER

Ali Kalender

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Ömer YUKSEK

Ömer Yüksek

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Temel SAVASKAN

Temel Savaskan

Haziran - 1993

TRABZON

ÖNSÖZ

Bu tezde düz ve 'T' mahmuzların optimum dizaynı araştırılmış ve Doğu Karadeniz de önemli ölçüde kıyı tahribatı yaşanmasından dolayı, yine bu bölgede bunların uygulaması bir hidrolik modelle birlikte laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

Araştırma konumun seçimi ve yürütülmesi sırasında yol gösteren, her türlü yardımı esirgemeyen danışman hocam sayın Doç Dr. Hızır ÖNSOY' a şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmam süresince çok büyük yardımlarını gördüğüm sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer YÜKSEK' e, değerli katkılarından ötürü sayın Araştırma Görevlileri Ali Remzi BİRBEN, Osman UÇUNCU, Murat MUVAFIK ve Ömer İskender TULUK' a şükranlarımı sunarım.

Deneyisel çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Hidrolik Laboratuvarı Elemanları sayın Temel TOSUN, Namık Kemal KARABEKİR ve İsmail KAZAZ' a teşekkür ederim.

Son olarak bugünlere ulaşmamda en büyük pay sahibi olan anneme, babama ve kardeşime içten teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 1993 TRABZON

İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SEMBOLLER	vi
ÖZET	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2 Koruyucu Kıyı Duvarları	1
1.2.1 Kıyı Duvarları	4
1.2.2 Açık Deniz Mendirekleri	4
1.2.3 Mahmuzlar	4
1.2.3.1 Mahmuzların İşlevi	4
1.2.3.2 Mahmuzların Çinsleri	9
1.2.3.2.1 Kullanılan Malzemeye Göre	9
1.2.3.2.1.1 Ahşap Mahmuzlar	9
1.2.3.2.1.2 Çelik Mahmuzlar	9
1.2.3.2.1.3 Beton Mahmuzlar	10
1.2.3.2.1.4 Asfalt Mahmuzlar	10
1.2.3.2.1.5 Taş Mahmuzlar	10
1.2.3.2.2 İşlevlerine Göre	11
1.2.3.2.2.1 Geçirimli Mahmuzlar	11
1.2.3.2.2.2 Yüksek ve Alçak Mahmuzlar	11
1.2.3.2.2.3 Ayarlanabilen Mahmuzlar	11
1.2.3.3 Mahmuz Taş Ağırlıklarının Belirlenmesi	12
BÖLÜM 2. LİTERATÜR TARAMASI	14
2.1 Çalışmaların Kısaça Açıklanması	14
2.2 Elde Edilen Sonuçlar	19
BÖLÜM 3. DOĞU KARADENİZ DALGA İKLİMİ VE SEDİMENT REJİMİ ..	20
3.1 Dalga İklimi	20
3.1.1 Dalga Verilerinin Elde Edilmesi	20
3.1.2 Elde Edilen Verilerin Analizi	22
3.2 Sediment Rejimi	23

3.2.1 Akarsuların Taşıdığı Sediment	23
3.2.2 Kıyı Boyu Sediment Taşınımı	25
3.2.3 Tabanda Hareketin Başlaması	25
3.2.4 Sediment Daneciklerinin Fiziksel Özellikleri ..	26
BÖLÜM 4. YAPI ÜNÜNDEKİ DALGA HAREKETLERİ	27
4.1 Giriş	27
4.2 Dalga Mekaniği	27
4.2.1 Basit Dalga Profili	27
4.2.2 Dalga Boyu ve Dalga Hızı	29
4.2.3 Derin Deniz Dalgaları	30
4.2.4 Dalgaların Sınıflandırılması	31
4.2.5 Dalgaların Kıyıya Yaklaşırken Uğradığı Değişimler	32
4.2.5.1 Dalga Kırılması	32
4.2.5.2 Dalga Kırınımı	34
4.2.5.3 Dalga Sığlaşması	36
4.2.5.4 Dalga Sapması	36
4.2.5.5 Dalga Yansıması	38
4.3 Kıyı Çizgisi Değişiminin Matematik İfadesi	40
BÖLÜM 5. MODEL ÇALIŞMALARI	43
5.1 Giriş	43
5.2 Modelin Kurulması	43
5.2.1 Model Ölçeğinin Seçimi	43
5.2.2 Model Havuzunun Özellikleri	46
5.3 Deneylerde İzlenen Yöntem	46
BÖLÜM 6. YAPILAN DENEYLER VE SONUÇLARI	48
6.1 Deneyler ve Açıklaması	48
6.1.1 Birinci Deney	52
6.1.2 İkinci Deney	52
6.1.3 Üçüncü Deney	53
6.1.4 Dördüncü Deney	53
6.1.5 Beşinci Deney	55
6.1.6 Altıncı Deney	55
6.1.7 Yedinci Deney	56
6.1.8 Sekizinci Deney	57

6.1.9 Dokuzuncu Deney	57
6.1.10 Onuncu Deney	57
6.2 Mahmuz Aralığının Dolmaya Etkisi	59
6.2.1 Bölgelere Göre Alanal Dolma Yüksekliğinin Değişimi	59
6.2.1.1 Düz Mahmuzlarda	59
6.2.1.2 T Mahmuzlarında	62
6.2.2 Aralığa Göre Dolma Yüksekliği ve Miktarlarının Değişimi	64
6.2.2.1 Düz Mahmuzlarda	64
6.2.2.2 T Mahmuzlarında	66
6.2.3 Dolma Miktarının Dalga Yüksekliği ve Aralıkla Değişimi	68
6.3 Mahmuz Boyunun Dolmaya Etkisi	70
6.3.1 Düz Mahmuzlarda	72
6.3.2 T Mahmuzlarda	72
6.4 Düz ve T Mahmuzlarının Dolmaya Etkisinin Karşılaştırılması	72
BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER	76
KAYNAKLAR	78
EKLER	80
Deney Verileri/Tablolar/Eş Dolma Eğriler	81
ÖZGEÇMİŞ.....	95

SEMBOLLER

A	: Havza Alanı
A', a	: Boyutsuz Katsayılar
b	: Kırılma Noktasını Gösteren İndis
b	: Boyutsuz Katsayı
C _r	: Yansıma Katsayısı
d	: Sediment Dane Çapı
d ₅₀	: Ortalama Sediment Dane Çapı
g	: Yerçekimi İvmesi
h	: Su Derinliği
h _b	: Kırılma Derinliği
h _i	: i Bölgesinin Dolma Yüksekliği
h ₁ , h ₂	: Kum Yükseklikleri
h'	: Sediment Taşınımın Etkin Olduğu Derinlik
H	: Dalga Yüksekliği
H ₀	: Derin Deniz Dalga Yüksekliği
H _{1/3}	: Belirgin Dalga Yüksekliği
H _b	: Kırılma Yüksekliği
H _T	: Kırınımın Uğramamış Dalga Yüksekliği
H _D	: Kırınımdan Sonraki Dalga Yüksekliği
H _s	: Sığlaşmadan Sonraki Dalga Yüksekliği
H _r	: Yansıyan Dalga Yüksekliği
i	: Dilim Numarası
K ₁ , K ₂ , K ₃	: Boyutsuz Katsayılar
K _s	: Sığlaşma Katsayısı
K _r	: Sapma Katsayısı
K _d	: Kırınım Katsayısı
L	: Dalga Boyu
L _b	: Mahmuz Boy Uzunluğu
L _g	: Mahmuz Aralığı
L _x	: Mahmuz Boyu
L ₀	: Derin Deniz Dalga Boyu
L _m	: Modeldeki Geometrik Uzunluk
L _p	: Doğadaki Geometrik Uzunluk
m	: Deniz Tabanı Eğimi
n	: Zamandaki Artış Değişkeni

Q_i	: Dolma Miktarı
Q_i	: i Diliminden Çıkan Debi
Q_t	: Boyutsuz Dolma Miktarı
R_i	: Boyutsuz Alansal Dolma Yüksekliği
T	: Dalga Periyodu
T_m	: Modeldeki Periyod
T_p	: Doğadaki Periyod
$T_{1/3}$: Belirgin Dalga Periyodu
y	: Kıyıya Dik Eksen
Y_i^n	: Başlangıç Anında i Diliminin Kıyı Çizgisi Ordinatı
Y_i^{n+1}	: Başlangıçtan t Süre Sonra i Diliminin Kıyı Çizgisi Ordinatı
x	: Kıyıya Paralel Eksen
α	: Dalgaların Kıyıyla Yaptığı Açısı
β	: Deniz Tabanının Yatayla Yaptığı Açısı
Δ	: Değişim Gösteren İşaret
∂	: Kısmi Türev İşareti
λ	: Model Ölçeği
Δh	: Dolma Yüksekliği
Δt	: Zamandaki Artış Miktarı
ΔY_i	: Kıyı Çizgisinde Δt Süresince Oluşan Değişim
Δx	: Dilim Genişliği

ÖZET

Günümüzde Doğu Karadeniz kıyıları önemli ölçüde deniz tahribatına uğramaktadır. Fiziki nedenlerle kıyı boyunu takibeden karayolunun sürekli olarak aşınması, hem tehlike oluşturmakta hem de devamlı olarak yolların onarılmasını gerektirmektedir. Bunları önlemek için Doğu Karadeniz sahillerinin bir çok yerinde inşa edilen kıyıya paralel taş dolgu yapılar olayı geçici olarak çözmeye rağmen, bu sefer de halkın denizle olan ilişkisini engellemektedir. Bu ise çarpık bir sonuçtur.

İşte bu sebepler gözönüne alınarak, bu tezde, hem kıyıyı korumak hem de kıyı boyu oluşan sediment taşınımını da gözönüne alarak yapay kum kapanları ve plajlar oluşturmak amacıyla kıyıya dik yapıların (düz ve T mahmuzları) Doğu Karadeniz kıyılarına etkileri ve dizaynları incelenmiştir.

Çalışma 7 bölümden ve bir ek bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde, çalışmanın amacı ve yapıların genel özellikleri anlatılmıştır.

İkinci bölümde, dünyada bu konu ile ilgili yapılmış araştırmaların incelendiği kısa bir literatür taraması verilmiştir.

Üçüncü bölümde, Doğu Karadeniz' in dalga iklimi ve sediment rejimi incelenerek, verilerin elde edilişi gösterilmiştir.

Dördüncü bölümde, kısaca dalga mekaniği hakkında bilgi verilmiştir ve kıyı çizgisi değişiminin matematik modeli üzerinde incelemeler yapılmıştır.

Beşinci bölümde, modeller hakkında kısa bilgi verilmiş, model ölçeğinin seçimi ve deney düzeneği anlatılmıştır.

Altıncı bölümde, yapılan deneyler anlatılmış ve alınan sonuçların değerlendirilişi gösterilmiştir.

Yedinci bölümde, sonuçlar ve öneriler açıklanmıştır.

SUMMARY

Eastern Black Sea Coasts have been seriously exposed to erosion. One of the most important problems related to sea invasion is the destruction of highway. This situation very often causes stopping the normal traffic flow. In order to solve this problem, on several coasts, revetments have been built, however, these structures have prevented people-sea connection.

Taking into consideration the above situation, in this thesis, in order to protect the coasts as well as to constitute sand traps and artificial beaches, the designing criteria of groins and T groins and the impacts of these structures on Eastern Black Sea Coasts are investigated.

The study includes seven chapters and an appendix.

In the first chapter, the aim of the study and general properties of the structures are given.

In the second chapter, a literature review is presented.

In the third chapter, wave climate and sediment regime in Eastern Black Sea Region are presented.

In the fourth chapter, wave mechanics is summarized and a mathematical model related to shoreline changes is introduced.

In the fifth chapter, the modelling techniques is summarized and the model basin is introduced.

In the sixth chapter, the model studies are presented and the model test results are evaluated.

In the last chapter, conclusions and proposals are given.

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu tezin amacı, kıyıya dik yapılar olan mahmuzların optimum dizaynını belirlemektir. Bu iş için de Doğu Karadeniz Bölgesi örnek bölge olarak alınmış ve çalışmalar buna göre yapılmıştır.

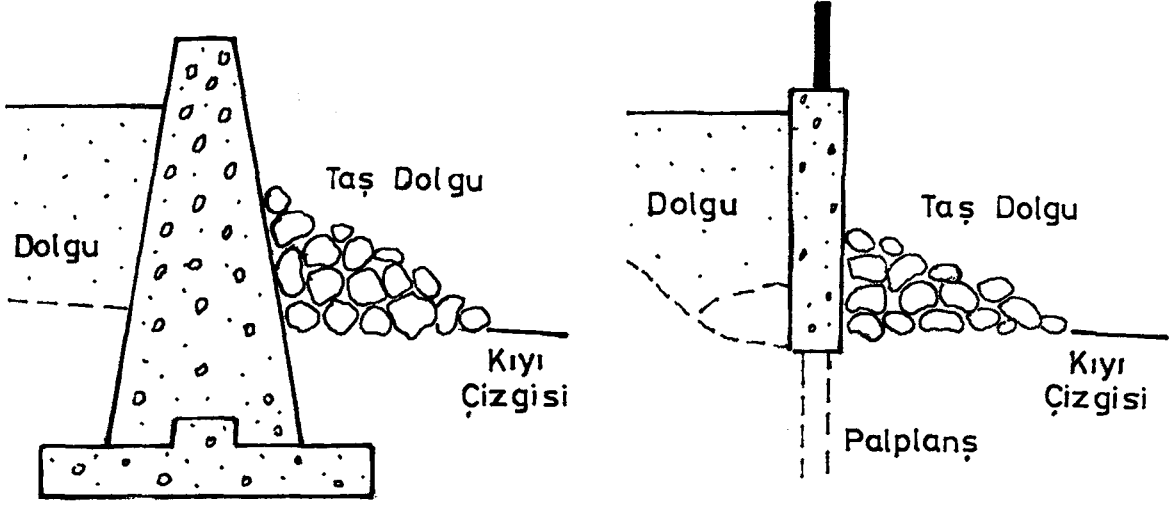
Öncelikle Doğu Karadeniz'in dalga iklimi ve sediment rejimi araştırılmıştır. Buradan elde edilen genel bilgilerle model çalışmaları yapılmıştır. Daha sonra kıyı çizgisinin matematik modeli incelenmiştir. Kıyıda inşa edilen yapıların kıyı hidrodinamik dengesini nasıl etkilediği matematik modelle araştırılmış, bunun yeterli olmadığı görülerek model deneylerinin yapılmasına karar verilmiştir.

Model çalışmaları 12*30 metre ebadındaki deney havuzunda yapılmıştır. Model ölçeği bu boyutlara en uygun olacak şekilde 1/50 olarak seçilmiştir. Deneyde, Doğu Karadeniz Bölgesi'nin özelliklerine göre dalga analizi yapılmış ve elde edilen veriler kullanılmıştır.

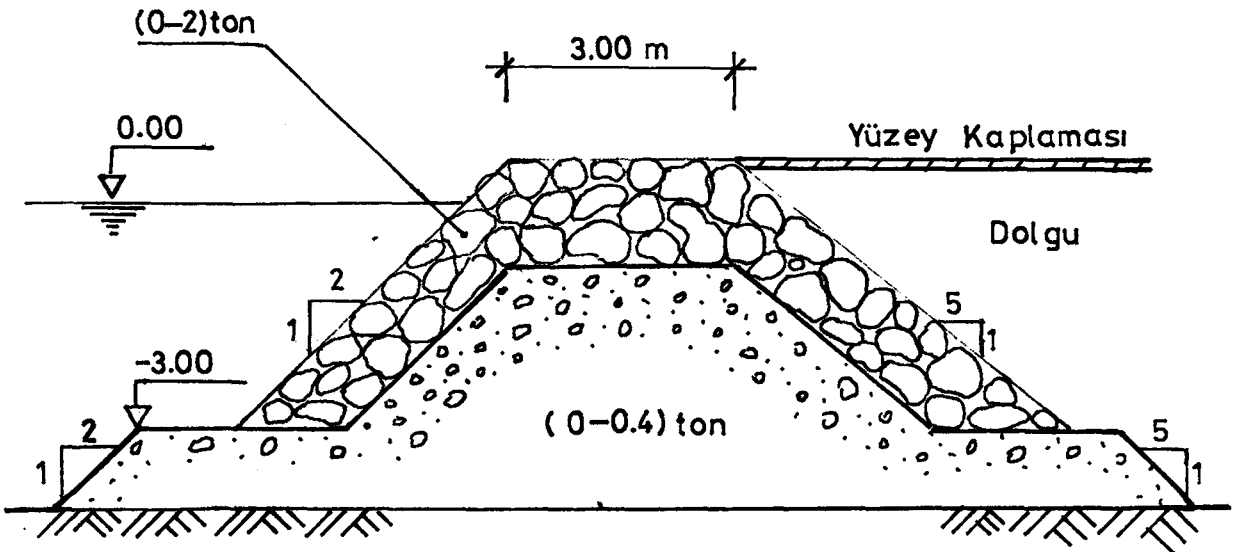
Bu bilgiler ışığında kıyıyla açı yapan dalgalarla mahmuzların dolması incelenmiştir. Kıyıya çok az bir miktar kum bırakarak sediment taşınımı sağlanmaya çalışılmıştır. Dolma miktarı ile mahmuz boyu ve mahmuz aralığı arasındaki ilişki araştırılmıştır.

1.2 Koruyucu Kıyı Yapıları

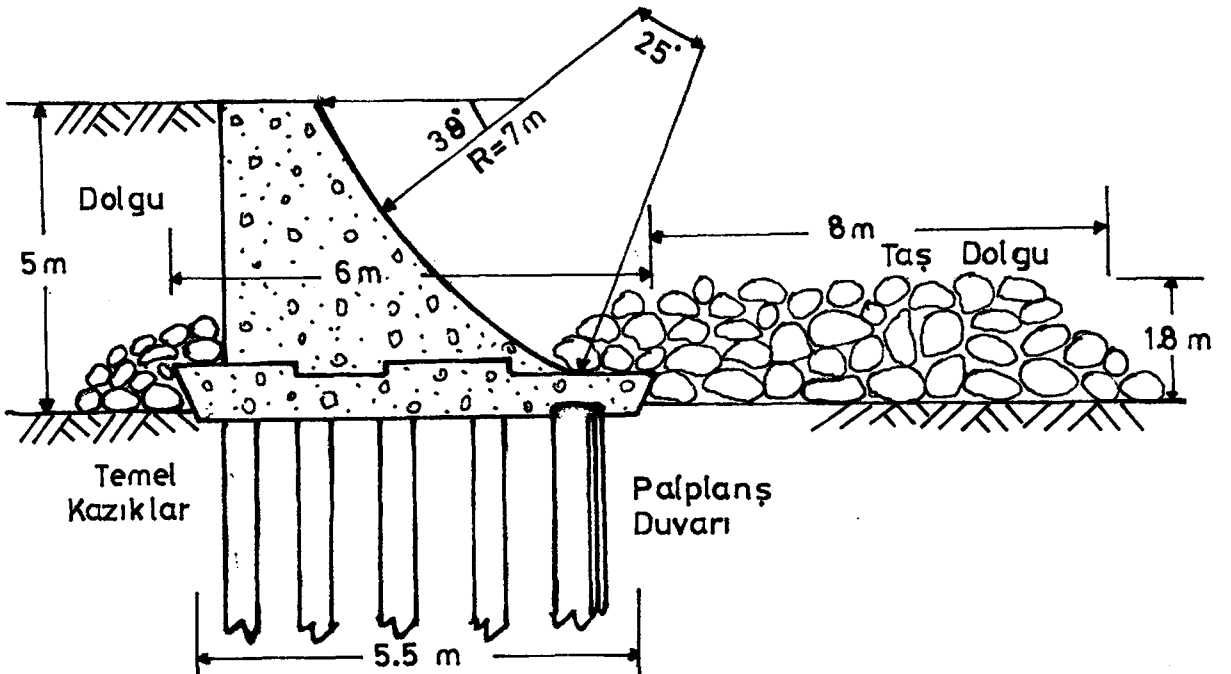
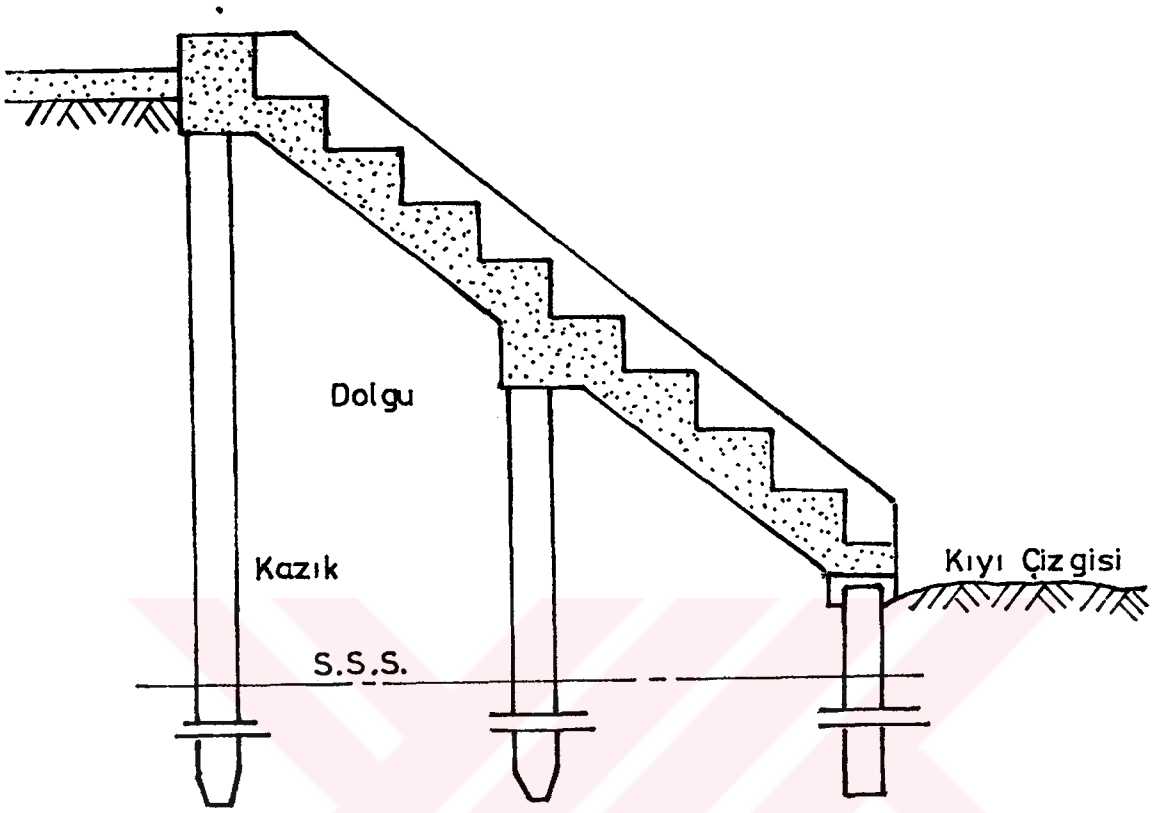
Genelde "koruyucu kıyı yapıları" diye isimlendirilen önlemler, deniz dalgalarının yıkıcı etkilerinden sahili ve arkalarındaki araziye korumak amacıyla kıyıya paralel veya dik olarak inşa edilirler(1,2,3). Koruyucu kıyı yapıları



Şekil 1.1 Dik Yüzeyle Kıyı Duvarı



Şekil 1.2 Yatık Yüzeyle Kıyı Duvarı



kıyı duvarları, açık deniz mendirekleri ve mahmuzlar olmak üzere üç'e ayrılır. Burada bunlar hakkında kısa bir bilgi verilecektir(3).

1.2.1 Kıyı Duvarları

Bu duvarlar, önünde koruyucu kumsallar bulunmayan özellikle arazinin kıymetli olduğu kıyı yerleşim bölgelerinde ve kıyı karayolunun korunmasında kullanılırlar. Bununla beraber, tam arkalarındaki bölgelerin korunmasını sağladıklarından bitişik bölgeler için de bazı koruyucu önlemlerin alınması gerekebilir.

Malzeme olarak genellikle taş dolgu (ocak taşı) kısmende beton seçilmektedir. Yörenin özelliklerine ve koruma amaçlarına bağlı olarak genelde dört ayrı tip kıyı duvarı yapılmaktadır. Bunlar;

- a) Dik yüzeyli kıyı duvarları (Şekil 1.1).
- b) Yatık yüzeyli kıyı duvarları (Şekil 1.2).
- c) Basamaklı kıyı duvarları (Şekil 1.3).
- d) Dairesel yüzeyli kıyı duvarlarıdır (Şekil 1.4).

1.2.2 Açık Deniz Mendirekleri

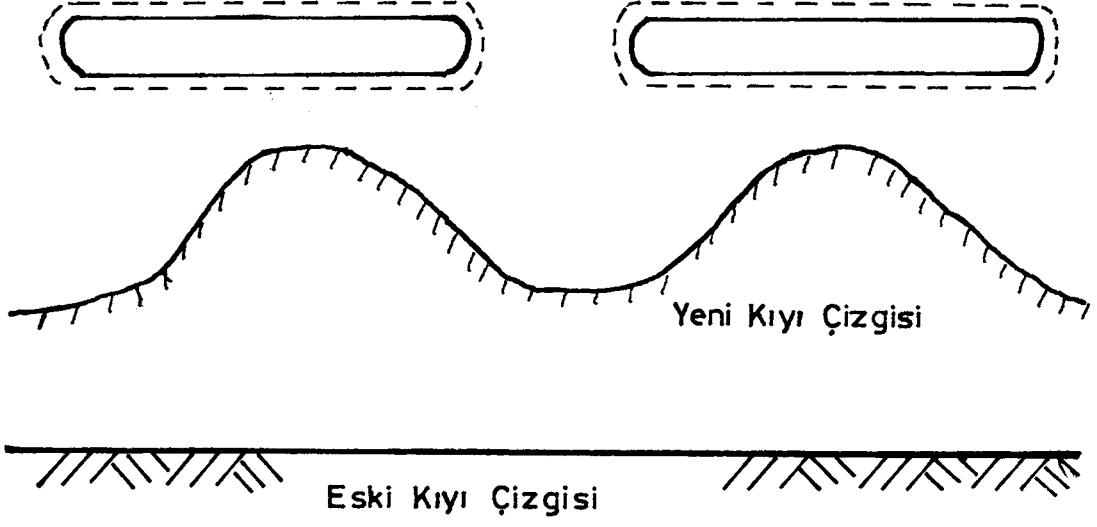
Gerek plaj yerlerinin genişletilmesi gerekse koruyucu kıyı yapısı olarak son yıllarda uygulanmakta olan kıyıya paralel ortalama 2-5 metre arasında değişen derinliklerde inşa edilen açık deniz mendirekleridir. Bu yapıların ilk örnekleri ABD, Japonya, İsrail ve İtalya'dadır. İşlevi T mahmuzlarına benzer olup aradaki fark T mahmuzlarının kıyı ile irtibatlandırılmış olmasıdır (Şekil 1.5).

1.2.3 Mahmuzlar

1.2.3.1 Mahmuzların İşlevi

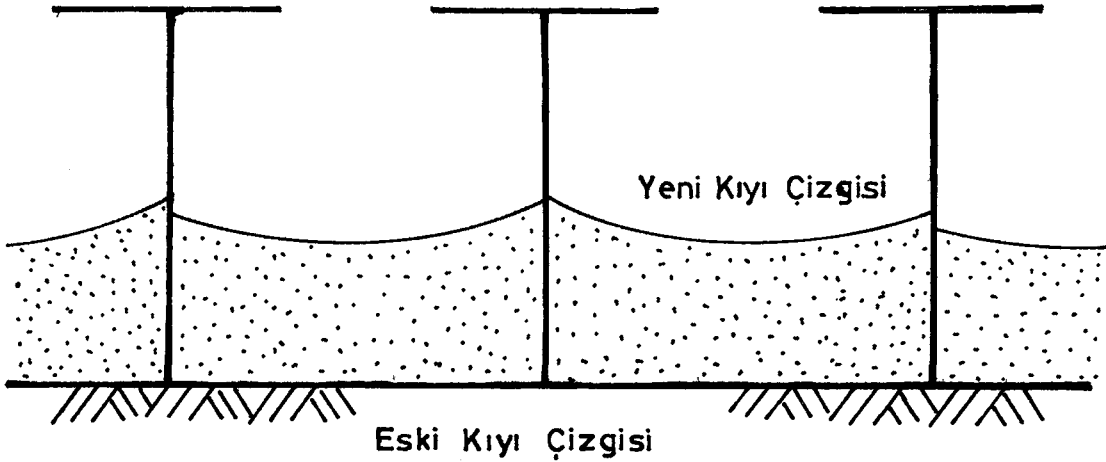
Mahmuz, kıyısal sürüklenmenin önüne geçerek sahili eski durumuna getirmek, meydana gelen erozyonu önlemek veya korunan bir sahil meydana getirmek için dizayn edilen bir sahil koruma yapısıdır(4). Dünyada inşa edilmiş olan

Açık Deniz Mendireği



Şekil 1.5 Açık Deniz Mendirekleri

Malzeme Hareketi



Şekil 1.6 T Mahmuzları

mahmuzların yönlendirilme durumlarına göre bir çok işlevleri vardır. Bunlar özetle aşağıdaki gibi sıralanabilir:

a) Kıyıda hareket halindeki malzemeyi tutarak, mevcut plajı denge halinde tutarlar.

b) Yüksek plajlarda, plajın ilk durumunu meydana getiren ince malzemelere göre daha kalın malzemeleri tutup, plajın daha yukarı kısımlarında biriktirilmesini sağlar.

c) Memba tarafındaki malzeme hareketini azaltıp, liman ve balıkçı barınaklarının dolmalarını önler.

d) Etkin dalga kretleri üzerinde, düzgün plajların meydana gelmesini sağlarlar.

Mahmuz yapılarının uzunluğu denizde hareket eden malzemenin büyüklüğüyle ters orantılı, buna karşılık, deniz gel-git'leri ve dalga yükseklikleriyle orantılı olarak boyutlandırılır(3).

Bir mahmuz inşa edilirken, mahmuzun kıyıya olan bağlantısı sağlam yapılmalı ve en az 6 metre kara içine girmelidir. Mahmuzlar öyle yerleştirmelidir ki, verilecek açıklıklarda, kıyıda ve kıyıya doğru mevcut malzeme hareketinin yapıların uçlarını aşıp, dışarı çıkmamalıdır. Bu durumda dalgaların doğrultusu, gelişimi ve malzeme hareketi dikkate alınacak en büyük faktörlerdir.

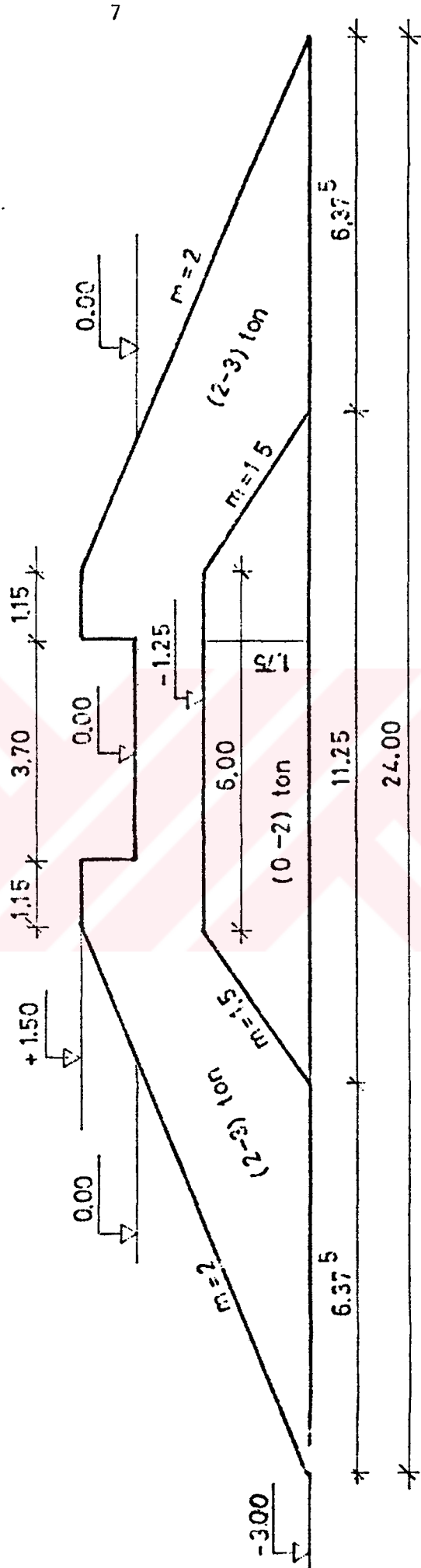
Mahmuzların uzunlukları ortalama 30-100 metre civarında değişir. Ortalama açıklıkları ise yaklaşık olarak,

$$L_g = (1 - 3) \cdot L_x \quad (1.1)$$

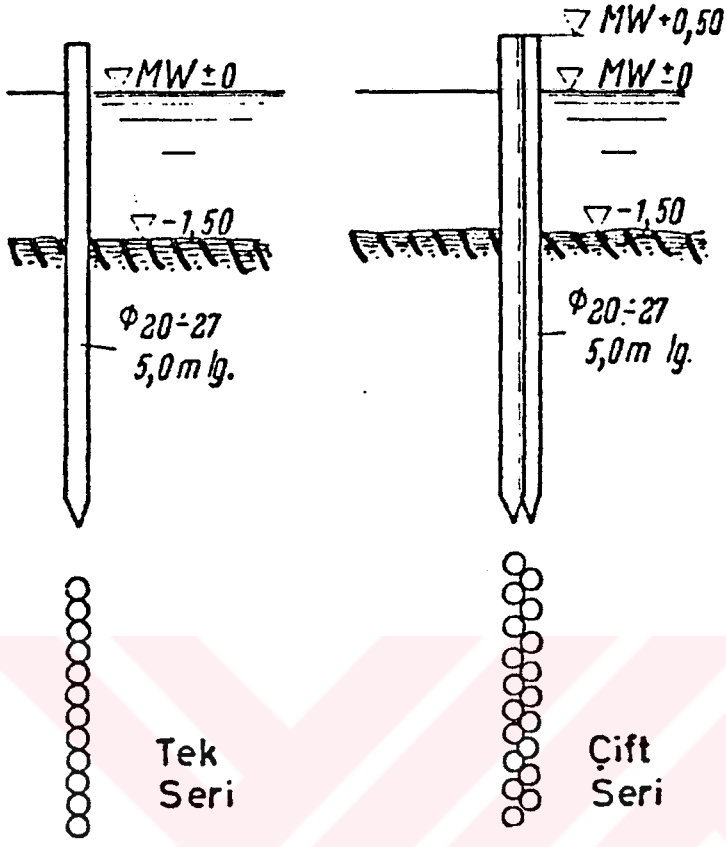
kadar alınır. "T" mahmuzları ise kıyı malzemesini her iki tarafından tutar ve düz mahmuzlara oranla daha iyi bir koruma sağlarlar.

Kıyının uzun bir kesimini korumak için beraber işleyen bir dizi mahmuza "mahmuz sistemi" adı verilebilir. Mahmuzlar gerek yapısal, gerek işlevsel olarak dalgakıranlardan farklıdır. Dalgakıranlar daha ağır ve büyük elemanlardan meydana gelmiş olup daha geniş ve yüksektirler.

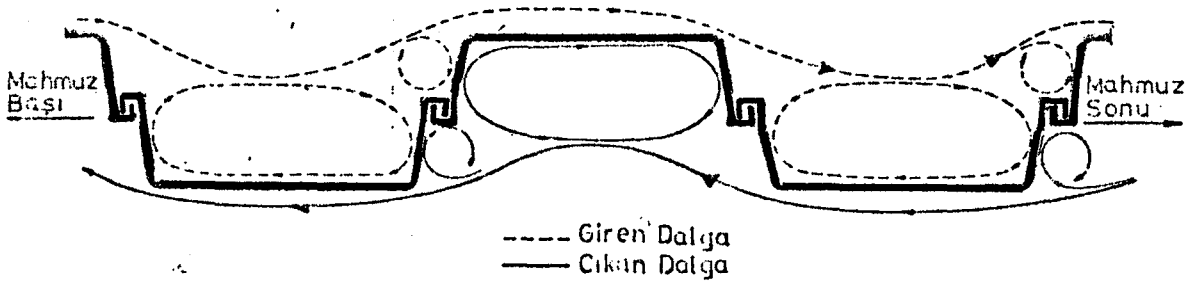
Bir mahmuzun uzunluğu kıyısal taşınma oranını belirler ve mahmuzun çalışma şekli yanyana bulunan mahmuzlar arasındaki açıklığın belirlenmesinde kullanılır. Mahmuzlarda kıyıya doğru taşınım artarken, açığa doğru taşınım azalır



Sekil 1.7 Btu Mahmuudun Enkesiti



Şekil 1.8 Bir Ahşap Mahmuz Görünüsü



Şekil 1.9 Bir Çelik Mahmuz Görünüşü

ve kıyının aşağıya doğru taşınması bir nevi önlenir. BU durum kıyıya doğru taşınan kumların bir tepecik oluşturmamasına, neden olur (Şekil 1.6).

1.2.3.2 Mahmuzların Cinsleri

Bu tezde etüd edilen mahmuz çeşidi taş mahmuzlar olmasına karşın diğer mahmuz cinsleri hakkında da genel bilgiler verilmiştir(2,3,5).

1.2.3.2.1 Kullanılan malzemenin Cinsine Göre

1.2.3.2.1.1 Ahşap Mahmuzlar

Ahşap mahmuzların yaygın olarak kullanılan bir tipi yuvarlak kazıklar ve kalaslar tarafından desteklenmiş palplanşların oluşturduğu bir yapı alanıdır. Bazı geçirgen ahşap mahmuzlar, kalaslar arasında mesafe bırakılarak inşa edilirler. Yuvarlak ahşap kazıkların çapı en az 30 cm olmalıdır. Temel kazıklarına civatalanmış yatay kiriş ve kalaslar 20-25 cm arasında olmalıdır. Palplanşlar genellikle bindirme veya geçme tipindedir. Ahşaptan maksimum oranda faydalanabilmek için ahşap katranlanarak kullanılır (Şekil 1.8).

1.2.3.2.1.2 Çelik Mahmuzlar

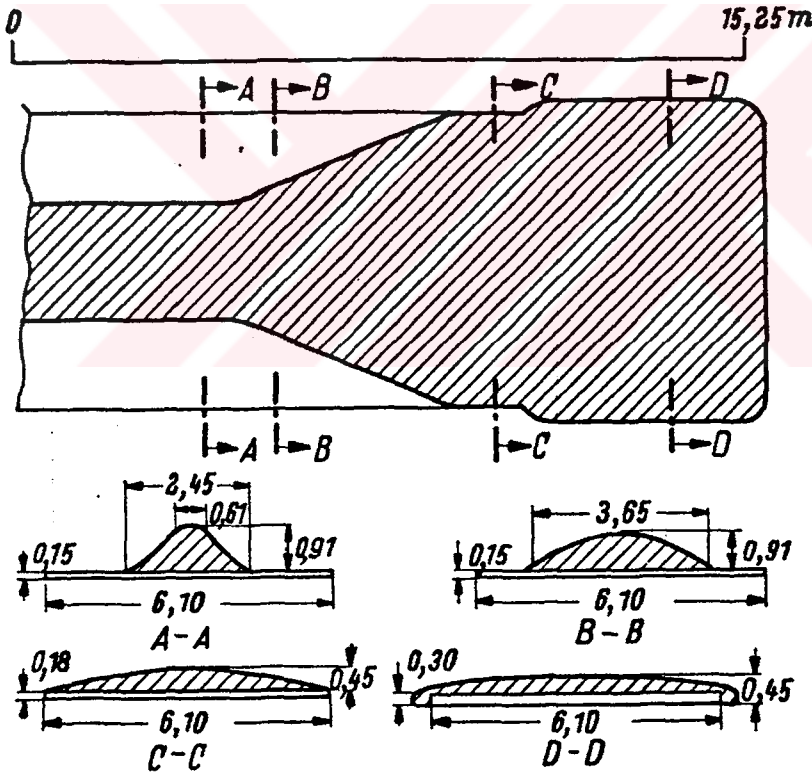
Çelik palplanşlı mahmuzlar, "Z" tipi, kemer tipi ve düz olarak inşa edilmektedirler. Bazıları kazıklarda delik açılarak geçirgen şekle sokulur. Palplanşların birbirine kenetlenme tipi kum geçirmez biçimde olmalıdır. Palplanşların tipinin seçilmesi yüzeysel kuvvetlere dayanıklılığına bağlıdır. Kuvvetlerin küçük olduğu yerlerde "Z" tipi kazıklar kullanılmalıdır. Ahşap-çelik mahmuzlar yatay ahşaplarla veya palplanşların tepesi boyunca çelik kalaslarla inşa edilirler ve düşey ahşap kazıklarla desteklenirler (Şekil 1.9).

1.2.3.2.1.3 Beton mahmuzlar

Önceleri mahmuzlarda beton blokların kullanımı yapıdan kum geçmesine izin veren geçirgen tipteki yapılar şeklindeydi. Son zamanlarda beton veya çelik kazıklar arasına yerleştirilen prefabrik beton elemanlarla yapılan mahmuzlar kum geçmesine izin vermektedirler.

1.2.3.2.1.4 Asfalt Mahmuzlar

Fazla kullanım alanı bulunmamasına rağmen asfalt malzemeden oluşan mahmuzlarda vardır(5). Bunların uygulamaları daha çok Amerika Birleşik Devletleri'nde görülmektedir (Şekil 1.10).



Şekil 1.10 Bir Asfalt Mahmuzun Boy ve Enkesitleri

1.2.3.2.1.5 Taş Mahmuzlar

Çekirdek etrafında yerleştirilmiş ince bir filtre malzemesi üzerine taş blokların yerleştirilmesi suretiyle inşa edilen tiplerdir. Proje dalgasına karşı denge için

yeterli büyüklükte olmalıdır. Taş mahmuzların geçirimsizliği bir problem olmaktadır. Bu yüzden çekirdekle taşlar arasındaki geçirimsizliği sağlamak için beton veya asfalt malzeme doldurulabilir. Böylece dalga tesirlerine karşı stabilitesi artırılmış olur. Yahut, çekirdek malzemesinin çok iyi filtre edilmesi veya granülametrisinin çok iyi ayarlanması gerekir.

1.2.3.2.2 İşlevlerine Göre

1.2.3.2.2.1 Geçirimli Mahmuzlar

Kıyasal etkenlerin bir kısmı ile malzemeler mahmuz arasından geçer ve mahmuzun her iki yanında kum birikmesine neden olur. Zemin çizgisinin altındaki geçirgenlik derecesi mahmuz modelini ve kum birikme miktarını etkiler. Genellikle mahmuzlardan geçen kum miktarı mahmuzun yükseklik ve uzunluk ölçülerine uygun olarak ekonomik bir şekilde ayarlanabilir.

1.2.3.2.2.2 Yüksek ve Alçak Mahmuzlar

Mahmuzun alt kısmına doğru sürüklenen kum miktarının önemli ve gerekli olmadığı durumlarda mahmuz tarafından etkilenen zonda hareket eden kumun tam bir şekilde hareketini önlemek amacıyla yüksek yapılabilirler. Ayrıca mahmuz, yüksek gelgitteki dalgalarla, fırtınada meydana gelen dalgaların mahmuzun üzerine çıkmasına imkan vermek amacıyla alçak yapılabilir. Bu gibi alçak mahmuzlar geçirgen mahmuzlara benzer bir amaçla kullanılmaktadır.

1.2.3.2.2.3 Ayarlanabilen Mahmuzlar

Bu mahmuzlar kazıklar arasındaki hareketli panellerden meydana gelmektedir. Bu paneller sahil seviyesinin altında (genellikle 0.3-0.6 m) özel bir yükseklikteki mahmuzu elde etmek için eklenebilir veya çıkarılabilir. Böylece sahilin aşağıya doğru sürüklenmesine ve mahmuzun üzerinden bir kısım kumun geçmesine müsaade edilir. İşlemlerinin zor olması bunların dezavantajlarıdır.

1.2.3.3 Mahmuz Taş Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu çalışmada mahmuzların stabiliteleri önem taşımadığından, sadece mahmuz taş ağırlığını veren ve dünya da geçerli olan üç adet formül verilmiştir. Bunlardan uygun olan bir tanesi hesaplamalarda kullanılabilir(4,5,6).

Irribarren'in verdiği ampirik formül:

$$W = \frac{K_1 \cdot \gamma_r \cdot H^3}{(\gamma_r - 1)^3 \cdot (\cos \alpha - \sin \alpha)^3} \quad (1.2)$$

olarak verilmiştir.

Hudson'a göre;

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{K_2 \cdot (\gamma_r - \gamma_f) \cdot \cot \alpha} \quad (1.3)$$

olarak verilmiştir. Burada;

- W : Kullanılması gereken taş malzemenin ağırlığı (kg)
- K₁ : Kaya dolgu malzemesi için bir katsayı (15)
- K₂ : Bir katsayı (3 ≤ K ≤ 4)
- γ_r : Kullanılacak malzemenin birim ağırlığı (t/m³)
- H : Proje dalgası yüksekliği (m)
- α : Taban açısı
- γ_f : Deniz suyunun yoğunluğudur. (1.0 t/m³)

Diğer bir yöntem ise Larras'ın kidir. Burada:

$$W = 0.175^3 \cdot \frac{H^3 \cdot \gamma_s \cdot \gamma_w^3}{\sin^3(45 - \alpha) \cdot (\gamma_s - \gamma_w)^3} \cdot \left[\frac{2 \cdot \pi \cdot d' / L}{\sin(2 \cdot \pi \cdot d' / L)} \right]^3 \quad (1.4)$$

Burada;

- W : Taş ağırlığı (kg)
- H : Dalga yüksekliği (m)
- α : Şev açısı
- γ_s : Taşın özgül ağırlığı (kg/m³)
- γ_w : Suyun özgül ağırlığı (kg/m³)
- L : Dalga boyu (m)
- d' : H/2'yi göstermektedir.

Sonuç olarak kıyı koruyucu yapıların projelendirilmesinde en önemli şey, güvenilir yöresel bilgiler olmasıdır. Projelendirmeye temel olabilecek herhangi bir ön tasarı ortaya koymadan önce yöreye ilişkin hakim rüzgarlar, ekstrem dalgalar, kumsal oluşumlar, en az 10 m derinliğe kadar kıyı topoğrafyası hakkında mümkün olan en geniş bilgi toplanmalıdır. Koruyucu kıyı yapısı olarak hangi tip seçilirse seçilsin büyük fırtınalar esnasında az çok hasar görmesi kaçınılmazdır. Dolayısıyla bunların periyodik bakımı mutlaka yapılmalıdır.



BÖLÜM 2

LİTERATUR TARAMASI

Dünyada, mahmuz aralıkları, boyları, açıları gibi özelliklerin belirlenmesi için çeşitli araştırmalar ve deneyler yapılmaktadır. Gezegenimizde denizlerin karalardan daha fazla yer kapladığı ve denizlerle ilgili yüzlerce sorunun da bulunduğu gözönüne alınırsa bu araştırmaların gerekliliği ortaya çıkar. Bu bölümde, yapılan araştırmalar hakkında özet bir bilgi verilerek sonuçları açıklanmıştır.

2.1 Çalışmaların Kısa Açıklanması

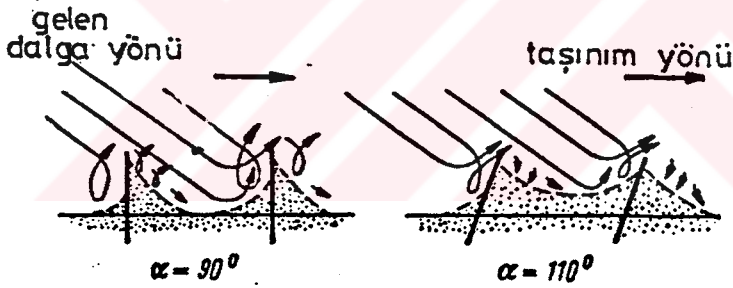
Manuojian ve Migniot (7). Fransa Merkez Hidrolik Laboratuvarında, Anglet deniz kıyısındaki aşınma ve gerilemeleri önlemek için araştırmalar yapmışlardır. Çalışmalar sonucunda, kıyılarda koruma yapılmadığı takdirde, bazı yerlerde 150 m'ye varabilecek gerilemeler olabileceği anlaşılmış ve çözüm olarak düz ve T mahmuzlarıyla kıyıların korunması kararlaştırılmıştır. Ayrıca mahmuz araları yılda 210 000 m³ malzemeyle (70 000 m³ iri çakıl + 140 000 m³ kalın kum) doldurulacak ve böylelikle erozyon durdurulabilecektir.

Price ve Tomlinson (8), zamanla değişmeyen durgun kıyılarda düz mahmuzların etkilerini incelemişlerdir. Geçirgen ve geçirgen olmayan mahmuzları ele almışlar ve mahmuz aralıklarının Lx, 1.5·Lx ve 2·Lx olması halinde kıyıda oluşabilecek değişiklikleri araştırmışlardır.

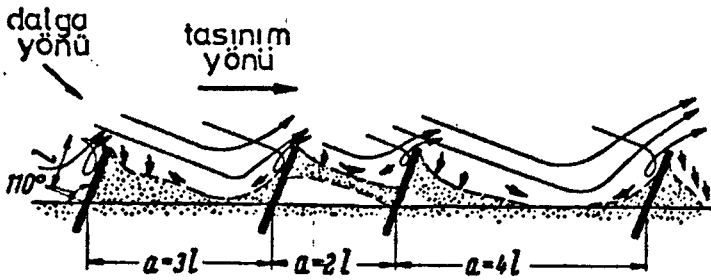
Ishihara ve Sawaragi (9), mahmuz kullanılan kıyıların stabilitesi hakkında araştırmalar yapmışlardır. Burada söz konusu olan yer Japonya'nın Tokushima kentinde yaklaşık 8 km uzunluğundaki Imuza ve Sakano kıyılarıdır. Bu araştırmada geçirgen olmayan mahmuzları kübik beton bloklar, geçirgen mahmuzlar için hexaleg bloklar kullanmışlardır. Buradan elde

edilen sonuçlara göre, "T" tipi mahmuzlar kıyı boyu taşınım yönünün önemli değişikliğe neden olduğu kıyılarda stabilite için etkili sonuçlar vermektedir. Uzun "T" mahmuzları kıyı şekillerini düzenlemek için inşa edilebilir. Mahmuz yapılacak sahilin şartları iyi bilinirse mahmuzlarla depolanabilecek kum miktarları tahmin edilebilir. Yöreye göre mahmuzların depolama kapasitesi değişir. Çünkü kıyı boyu sediment taşınımı yöreden yöreye değişebilir.

Nagai ve Magens (5), düz mahmuzlar üzerine genel bir çalışma yapmışlardır. Yaptıkları model deneylerinde mahmuz açıları, mahmuz aralıkları ve kum birikme şekillerini incelemişlerdir. Nagai değişik mahmuz aralıkları için mahmuz aralıklarında kum birikmelerini incelemiştir (Şekil 2.1 ve 2.2). Magens kum birikme şekline göre mahmuz aralığı ile ilgili bir formül vermiştir (Şekil 2.3).

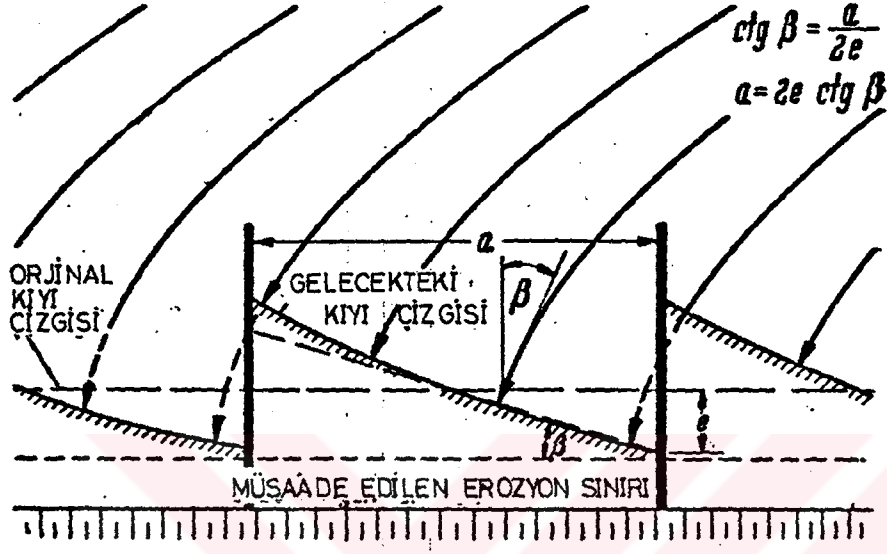


Şekil 2.1 Nagai'ye Göre Açılı Mahmuzlar Arası Kum Birikmesi

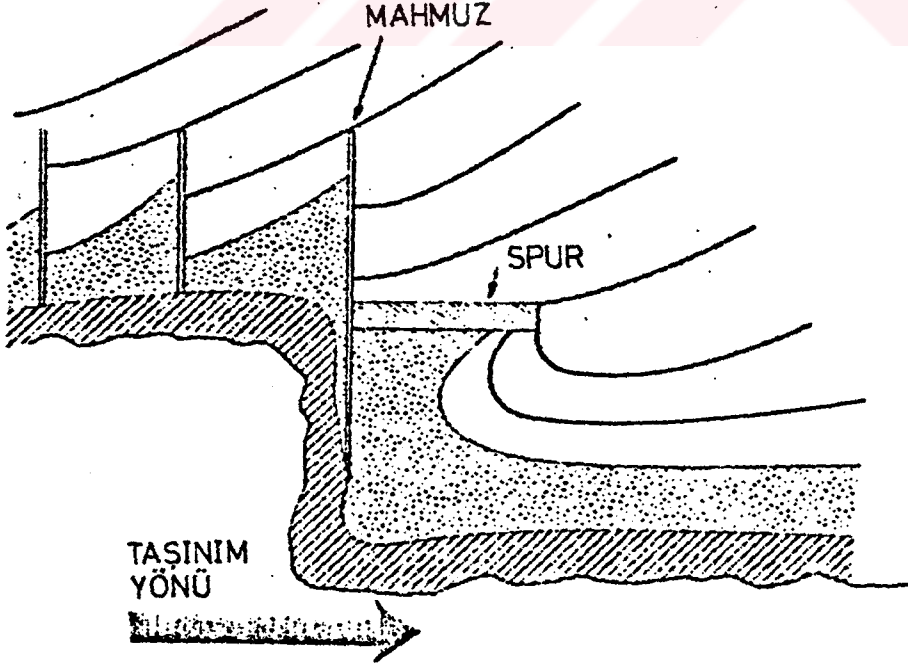


Şekil 2.2 Nagai'ye Göre Değişik Aralıklar İçin Kum Birikmesi

Anderson, Hardaway ve Gunn (10), Virginia'nın Chesapeake y da 5 km uzunluğundaki kıyıda mahmuzlar ve spur denilen yıya az çok paralel yapıların kıyıya etkilerini celemişlerdir. Spur sayesinde kıyıda oluşan olumlu liemeyi bulmuşlardır(Şekil 2.4).

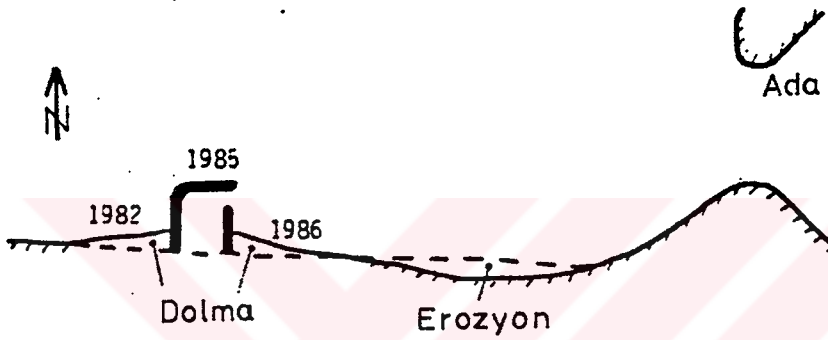


Şekil 2.3 Magens'e Göre Mahmuz Aralığı

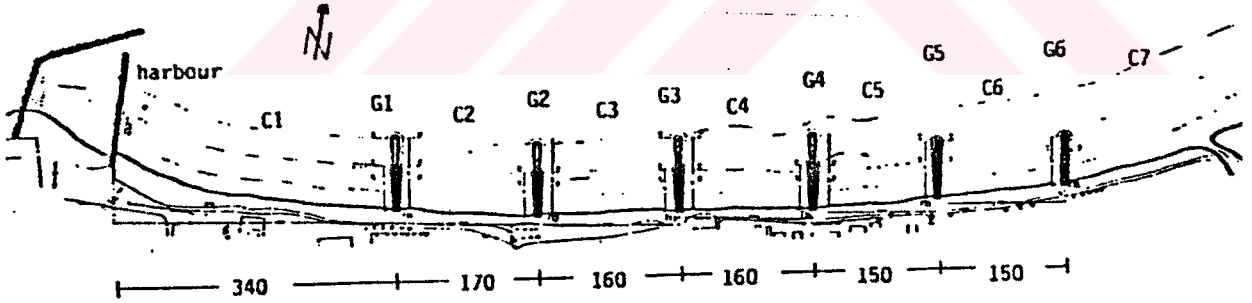


Şekil 2.4 Mahmuzlar ve Spur'un Kıyıya Etkisi

Moutzouris (11). Yunanistan'ın kuzeyinde Aghia Marina Plataniyas sahilinde 1985'de tamamlanan balıkçı barınağının neden olduğu kıyı erozyonu sorununu incelemiştir (Şekil 2.5, 2.6). Yapılan laboratuvar çalışması neticesinde erozyon olan sahilde 6 adet seri kıyıya dik mahmuz inşa edilmesini önermiştir. Önerilen mahmuzlar inşa edildikten sonra yapılan gözlemlerde, model sonucu hesaplanan değerler ile uygulama sonucu oluşan değerlerin birbirine uygun olduğunu belirledi.



Şekil 2.5 Balıkçı Barınağının Neden Olduğu Erozyon



MAHMUZ	UZUNLUK	DERİNLİK	TEPE YÜKSEKLİĞİ
G1	85	-3,0	+1,0 +1,5
G2	85	-3,0	+1,0 +1,5
G3	85	-3,0	+1,0 +1,5
G4	85	-2,7	+1,0 +1,5
G5	65	-2,0	+1,0 +1,5
G6	55	-1,8	+1,0

Şekil 2.6 Mahmuzlarla Erozyonun Önlenmesi

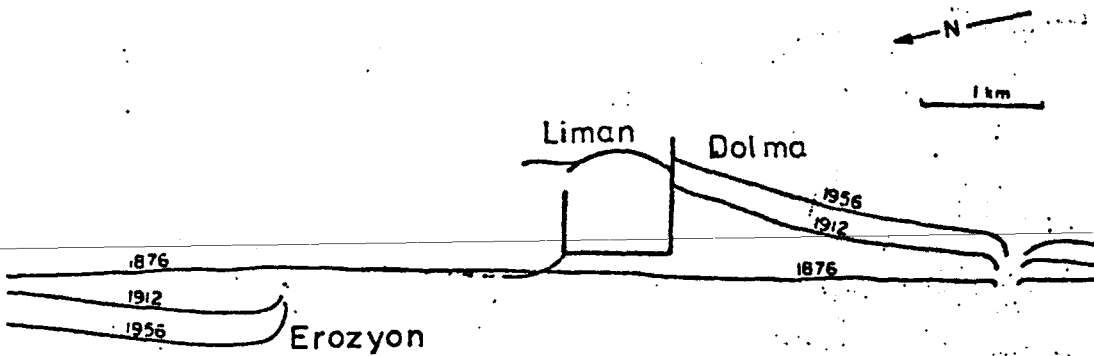
Barcelo (12), mahmuz sistemlerinin hidrolik davranışlarını deneysel olarak inceledi. Mahmuz aralıkları ile kıyıda kum tutma problemini, erozyon problemini çeşitli boyutsuz sayılara bağlı olarak gösterdi. Kıyı normali ile 5, 10 ve 20 derecelerle gelen dalga serileri denedi ve bunların kum tutma olayındaki etkisini gösterdi. Sediment debisini aşağıdaki eşitlikle inceledi:

$$Q_{lit} = k \cdot H_0^2 \cdot C_0 \quad (2.1)$$

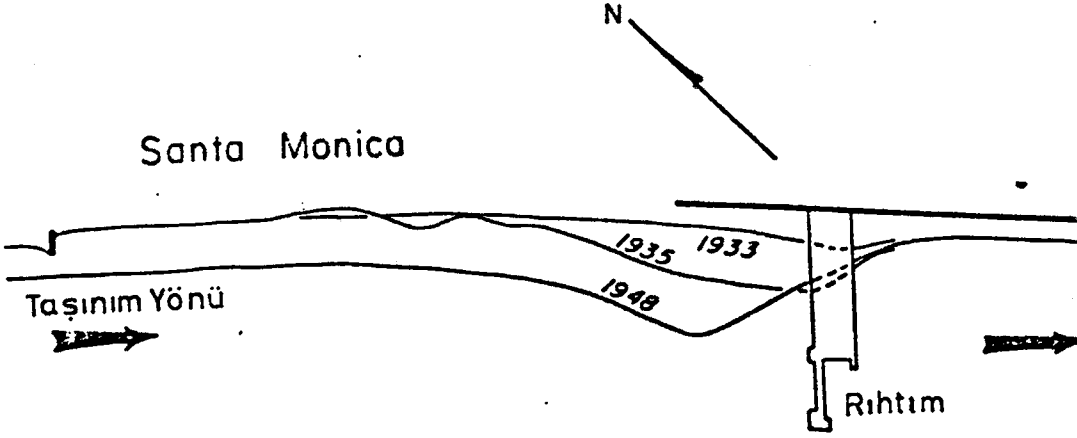
Buradaki denklemin açının etkisiyle aşağıdaki biçime dönüştüğünü gösterdi:

$$Q_{lit} = 0.03 \cdot H_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha_0 \quad (2.2)$$

Komar (13), dalgakıran ve mendirek gibi yapıların kıyı erozyonuna etkisini inceledi. Bengal Körfezi, California, Florida ve Tillamook Körfezi kıyılarında katı madde hareketinin miktarı ve bu kıyılarda yapılan barınak, dalgakıran ve mahmuzların dolma süreçlerini, yıllık katı madde hareketine göre inceledi. Sahile yapılan liman ve mahmuz gibi yapıların kıyıda katı madde hareketini engellediği ve bu hareketin mansab tarafında erozyona sebep olduğunu, bu erozyonun kıyının eski dinamik dengesine ancak 10 ila 20 yıl arasında tekrar ulaşabildiğini gözlemlerine dayanarak ortaya koydu (Şekil 2.7-2.8).



Şekil 2.7 Barınak Sonucu Kıyı Değişimi



Şekil 2.8 Mendirek Sonucu Kıyı Değişimi

2.1 Elde Edilen Sonuçlar

Bir kıyı yöresine bir yapı yapıldığında kıyının dengesi değişmekte ve kıyı çizgisi etkilenmektedir. Hiç bir yapı olmayan kıyılar ise denge halindedir.

Bir kıyı bölgesine yapı inşa edileceği zaman, bölgenin şartları dikkatli bir biçimde incelenmelidir. Kıyıda hakim dalga yönü ve buna bağlı olarak da sediment taşınım yönü çok önemlidir. Eğer kıyıda bir yapı varsa, sediment taşınımının etkin olduğu yapının memba tarafı dolmaya ve yapının mansap tarafı ise erozyona maruz kalacaktır. Bu durum seri halde inşa edilen yapılarda daha değişik sonuçlar verir.

BÖLÜM 3

DOĞU KARADENİZ DALGA İKLİMİ VE SEDİMENT REJİMİ

3.1 Dalga İklimi

3.1.1 Dalga Verilerinin Elde Edilmesi

Doğu Karadeniz'de katı madde hareketini oluşturan en önemli faktör dalgalar olduğundan, yörenin uzun süreli dalga değerlerinin (dalga iklimi) analizi gereklidir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yapılmış olan dalga ölçüm sonuçları yeterli olmadığından, dalga verilerini tahmin etmek için rüzgar verilerinin kullanılması gerekmektedir.

Dalga değerlerini tahmin etmek için kullanılacak rüzgar verileri, ya meteorolojik rüzgar verilerinden, veya sinoptik rüzgar haritalarından elde edilebilir. Bu iki yöntemden elde edilen veriler, SMB yöntemiyle belirgin dalga yüksekliği ve periyoduna dönüştürülmüştür. Burada Trabzon, Rize, Ordu, Giresun ve Hopa yörelerinin verileri kullanılmıştır (14,15).

Meteorolojik rüzgar verilerinde Trabzon için gözlem süresi 16, Rize'ninki 2 ve diğer yörelerinki 5 yıllıktır. Belirgin dalga yüksekliği 0.30 m'den büyük fırtınaları doğuracak rüzgarlar dikkate alınmıştır.

Sinoptik harita verilerinin gözlem süresi 10 yıldır. Bu süre içinde hızı 10 knottan (yaklaşık 5 m/sn) büyük olan rüzgarlar dikkate alınmıştır. Fırtına süreleri 6 saat alınmıştır. Tüm yörelerde, gözönüne alınan bütün yörelerdeki efektif feç uzunlukları yeterince büyük olduğundan (minimum 45.7 deniz mili), dalga değerleri fırtına süresiyle sınırlandırılmıştır. Ordu ve Giresun için aynı veriler kullanılmıştır.

Belirtilen 5 yörede, dalga gelmesi olası tüm yönler için tahmin edilen belirgin dalga yükseklikleri ($H_{1/3}$) ve belirgin

dalga periyodları ($T_{1/3}$) değerlendirilerek, sonuçlar Tablo 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, ve 2.5'de verilmiştir. Bu tablolarda, her bir yöre için tahmin edilen maksimum ve ortalama dalga değerleri verilmiştir. S sinoptik harita tahminlerini, M meteorolojik rüzgar tahminlerini göstermektedir.

Tablo 3.1 Trabzon Yöresi Dalga Analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H_{max} (m)	H_{ort} (m)	T_{max} (sn)	T_{ort} (sn)
ENE	S	25	6.92	0.84	10.3	5.50
	M	79	1.16	4.30	4.30	3.10
NE	S	28	6.92	1.11	10.3	5.50
	M	18	0.98	0.67	4.00	3.20
NNE	S	33	6.92	0.88	10.3	5.30
	M	20	0.76	0.50	3.40	2.80
N	S	64	6.92	1.21	10.3	4.50
	M	—	—	—	—	—
NNW	S	24	6.92	2.34	10.3	5.80
	M	—	—	—	—	—
NW	S	35	2.62	1.39	6.50	4.60
	M	29	1.83	0.97	5.50	3.90
WNW	S	13	2.10	1.29	5.70	4.40
	M	279	2.07	0.79	5.80	3.30

Tablo 3.2 Rize Yöresi Dalga Analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H_{max} (m)	H_{ort} (m)	T_{max} (sn)	T_{ort} (sn)
NE	S	—	—	—	—	—
	M	9	0.49	0.31	2.81	2.22
NNE	S	—	—	—	—	—
	M	19	0.63	0.35	3.19	2.31
N	S	—	—	—	—	—
	M	17	0.46	0.26	2.72	2.01
NNW	S	—	—	—	—	—
	M	32	0.44	0.26	2.69	2.00
NW	S	—	—	—	—	—
	M	2	0.33	0.30	2.28	2.17

Tablo 3.3 Ordu Yöresi Dalga Analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H _{max} (m)	H _{ort} (m)	T _{max} (sn)	T _{ort} (sn)
ENE	S	22	4.82	1.03	8.60	5.10
	M	—	—	—	—	—
NE	S	24	5.39	1.12	9.30	5.60
	M	—	—	—	—	—
NNE	S	17	4.82	0.96	8.60	5.00
	M	—	—	—	—	—
N	S	62	5.33	1.35	9.00	5.50
	M	25	0.91	0.63	3.80	3.10
NNW	S	22	2.62	1.93	6.50	5.30
	M	27	1.16	0.64	4.30	3.10
NW	S	38	2.01	1.67	5.60	5.00
	M	18	1.04	0.67	3.40	3.00
WNW	S	16	1.95	1.59	5.50	5.50
	M	—	—	—	—	—

Tablo 3.4 Giresun Yöresi Dalga Analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H _{max} (m)	H _{ort} (m)	T _{max} (sn)	T _{ort} (sn)
ENE	S	22	4.82	1.03	8.60	5.10
	M	—	—	—	—	—
NE	S	24	5.39	1.12	9.30	5.60
	M	18	0.79	0.46	3.50	2.70
NNE	S	17	4.82	0.96	8.60	5.00
	M	12	0.91	0.52	3.80	2.80
N	S	62	5.33	1.35	9.00	5.50
	M	—	—	—	—	—
NNW	S	22	2.62	1.93	6.50	5.30
	M	6	1.10	0.53	4.20	2.80
NW	S	38	2.21	1.67	5.60	5.00
	M	5	0.46	0.38	2.70	2.50
WNW	S	16	1.95	1.59	5.50	4.50
	M	27	1.00	0.55	4.00	2.90

3.1.2 Elde Edilen Verilerin Analizi

Tabloların değerlendirilmesinden sonra ortaya sinoptik harita verilerinin dalga değerlerinin rüzgar verilerinden elde edilen dalga değerlerinden büyük olduğu sonucu

Tablo 3.5 Hopa Yöresi Dalga Analizi

YÖN	S/M	Veri Sayısı	H _{max} (m)	H _{ort} (m)	T _{max} (sn)	T _{ort} (sn)
ENE	S	6	2.65	1.83	6.50	5.20
	M	—	—	—	—	—
NE	S	21	6.92	1.52	10.3	6.00
	M	—	—	—	—	—
NNE	S	17	3.08	1.03	7.00	5.50
	M	—	—	—	—	—
N	S	54	6.92	1.57	10.3	4.80
	M	—	—	—	—	—
NNW	S	32	6.92	1.97	10.3	5.40
	M	—	—	—	—	—
NW	S	50	3.14	1.47	7.20	4.70
	M	—	—	—	—	—
WNW	S	25	6.92	1.70	10.3	5.00
	M	21	1.65	0.63	5.10	3.00
W	S	11	3.08	1.52	7.00	4.80
	M	10	1.22	0.73	4.40	3.30

çıkmaktadır. Bundan dolayı hesaplarda sinoptik harita verileri kullanılacaktır. Görüldüğü gibi, Doğu Karadeniz'de etkin dalga yönleri N, NNW ve NW'dir. Genel olarak yörede batı yönünden gelen dalgaların etkin olduğu söylenebilir. O halde, kıyı boyu sediment taşınım yönü batıdan doğuya doğru olmaktadır. Tüm yöreler için ortalama belirgin dalga yükseklikleri 1.5-2.0 m, belirgin dalga periyodları ise 4.5-5.5 sn'ye arasında bulunmaktadır.

3.2 Sediment Rejimi

3.2.1 Akarsuların Taşdığı Sediment

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan çeşitli akarsular, eğimleri büyük olmasından dolayı çok miktarda sediment taşımaktadırlar (14,16,17). Bir akarsuyun taşıdığı sediment debisi, akışkan ve sediment özellikleriyle, akım şartlarına bağlıdır.

$$Q = f (v . \rho . d . \rho_s . h . r . v . j) \quad (3.1)$$

Burada:

- Q : Sediment taşınım debisi,
d : Dane çapı,
j : Akarsuyun taban eğimi,
ρ : Akışkanın özgül ağırlığı
v : Akışkanın viskozitesi
h : Akımın su yüksekliği,
r : Akımın hidrolik yarıçapı,
v : Akımın ortalama hızı

şeklindedir. Burada sediment debisini hesaplamak için, her şart altında geçerli olan bir yöntem henüz geliştirememiştir. Yalnız EİE Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'deki tüm havzalarda yaptığı gözlemlere dayanarak geliştirdiği formül yardımıyla sediment taşımı, debileri tahmin edilebilir(17).

$$Q = 14.153 \cdot 10^1 \cdot 26016 \cdot \log A \quad (3.2)$$

Burada:

- Q : Sediment debisi (ton/yıl)
A : Havza alanıdır (km²).

Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesi'nde gözlem yapılan 7 akarsuyun verilerine göre elde edilen bir denklem aşağıda verilmiştir.

$$Q = a \cdot Q_{ort}^b \quad (3.3)$$

Burada:

Q : Sediment taşının debisi (ton/gün)
 Q_{ort} : Günlük ortalama akım debisi (m^3/sn)
 a ve b : Regresyon katsayılarıdır.

Doğu Karadeniz'de ölçüm yapılan 7 akarsu için her iki yöntemle hesaplanan sediment debileri (Q_1 ve Q_2). Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Çeşitli Akarsular İçin Sediment Debileri

Akarsu Adı	Veri Sayısı	Q_{ort} (m^3/sn)	A (km^2)	Q_2 (ton/yıl)	Q_1 (ton/yıl)
Harait Der.	177	26.08	2750	158073	313232
İyidere	196	28.05	855	44174	71894
Melet Ç.	156	11.22	1024	48816	90246
Aksu Der.	8	13.77	728	17851	58681
Hala Der.	10	12.05	242	14674	14647
Solaklı D.	11	14.70	568	27587	42960
Hemşin Der.	13	8.76	276	7902	17254

3.2.2 Kıyı Boyu Sediment Taşınımı

Bir kıyı yöresinde, kıyıya dik gelen dalgalar kıyıya dik taşınımına neden olurken, kıyıyla bir açı yaparak gelen dalgalar hem kıyıya dik, hem de kıyı boyu taşınım oluştururlar. Kıyıya dik taşınım miktarı, kıyı boyu taşınım miktarına oranla çok küçüktür. Kış aylarında taşınım yönü kıyıdan uzaklaşacak şekilde olur ki, bu da oyulmaya neden olur ve sahil diktir. Yaz mevsiminde de taşınım kıyıya doğrudur ve malzeme yığılması sonucu yatık profiller oluşur.

3.2.3 Tabanda Hareketin Başlaması

Deniz tabanındaki bir sediment daneciğini, bir dalga geçişi sırasında harekete geçiren etmen, akış hızı nedeniyle tabanda oluşan kayma gerilmesidir(14). Kum danecikleri için hareketi başlatan hız,

$$U_{\max} = [8 \cdot (\rho_s / \rho - 1) \cdot g \cdot d_{50}]^{0.5} \quad (3.4)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Burada;

- U_{\max} : Tabandaki akışkan hızı (m/sn),
 g : Yerçekimi ivmesi (m/sn²),
 d_{50} : Sediment daneciğinin ortalama çapı (m),
 ρ_s : Kum daneciğinin özgül ağırlığı (t/m³),
 ρ : Suyun özgül ağırlığıdır (t/m³).

Bir dalga geçişi sırasında deniz tabanında oluşan hız,

$$U_{\max} = \frac{H}{T} \cdot \frac{\pi}{\sinh(2 \cdot \pi \cdot h/L)} \quad (3.5)$$

eşitliğiyle hesaplanır. Burada;

- T : Dalga periyodu (sn),
 H : Dalga yüksekliği (m),
 h : Su derinliği (m),
 L : Dalga boyudur (m).

Bu iki denklem birbirine eşitlenir ve $= 2.65$, $= 1.025$ ve $g = 9.81$ yazılırsa, buradan hareket ettirilecek malzemenin ortalama çapı,

$$d_{50} = \left(\frac{0.2816 \cdot H}{T \cdot \sinh(2 \cdot \pi \cdot h/L)} \right)^2 \quad (3.7)$$

eşitliği elde edilir.

3.2.4 Sediment Daneciklerinin Fiziksel Özellikleri

Doğu Karadeniz Bölgesindeki kıyıların taban malzemesinin özelliklerini bulmak için yapılan incelemelerden sonra, taban malzemesinin özgül ağırlığı 2.55-2.70 t/m³ arasındaki kumdan oluştuğu ve ortalama dane çapı $d_{50} = 0.33$ mm olduğu belirlenmiştir (14).

BÖLÜM 4

YAPI ÜNÜNDEKİ DALGA HAREKETLERİ

4.1 Giriş

Denizlerde ve göllerde görülen dalgalar daha ziyade rüzgar ve tides (med-cezir) gibi tabii güçlerden meydana gelirler. Dolayısıyla meydana geldikleri olaya göre rüzgar dalgaları ve tidal dalgalar diye isimlendirilirler. Rüzgar dalgaları atmosferdeki havanın akımı sonucu, geniş su yüzeylerindeki sürtünme ve hava basıncı sonunda oluşmakta; tidal dalgalar ise, ay, güneş ve dünyanın karşılıklı çekim güçleri neticesinde oluşmaktadır. Bunların haricinde su altındaki volkanik patlamalar ve deniz altı depremleri tarafından da dalgalar oluşur. Bunlar genellikle çok sık görülmezler, fakat tehlikeli olabilirler.

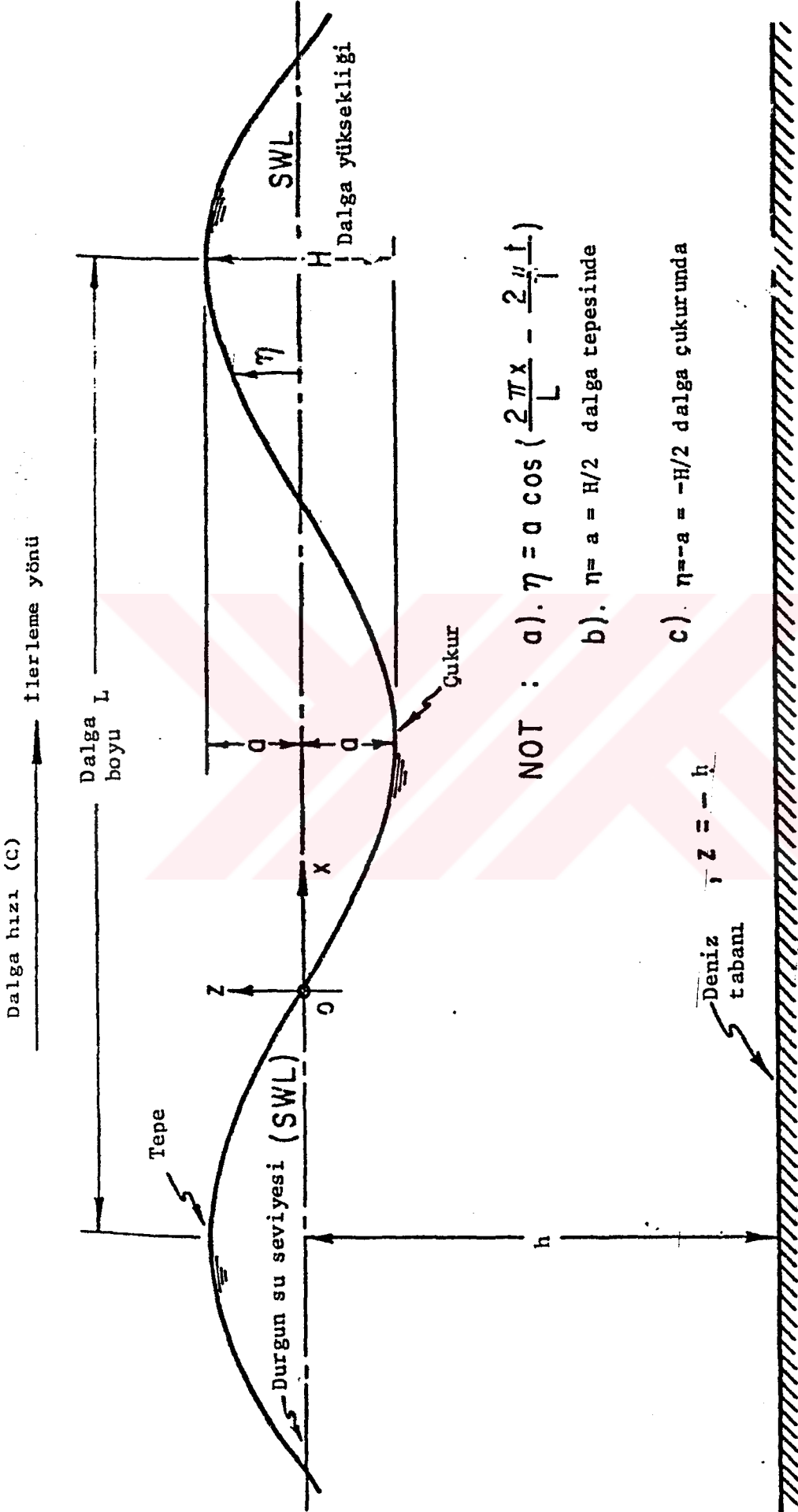
Açık denizlerde oluşan bu tür dalgalar, belirli periyodlarla kıyıya doğru yayılırlar. Bu yayılma esnasında çok karmaşık bir dalga kombinezonu oluşturarak kıyıya ulaşırlar. Bazı yaklaşımlarla ve mühendislik sınırları içinde kalmak şartı ile çok karmaşık olan deniz dalgaları basitleştirilebilir(3,14).

4.2 Dalga Mekaniği

4.2.1 Basit Dalga Profili

Dalga problemlerini çözmeye teorikte uygulamaya yönelik bir dalga formu kullanılır. Bu idealize edilmiş dalgaya SINUZOIDAL DALGA denir. Çünkü bu dalga profili trigonometrik sinüs fonksiyonu (veya cosinüs) ile aynı yapıdadır(18,19).

Değişik su seviyelerinde dalga profili, su yüzeyinin



Şekil 4.1 Sinüs Dalgası Tanımı

düsey hareketini belirler. Dalga profili zamanın ve boyutun bir fonksiyonudur. Sünizoidal dalga profili,

$$\eta = a \cdot \sin 2\pi \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \quad (4.1)$$

eşitliği ile verilir. Burada,

- η : Dalga profiline bağlı bir değişken
- x : Yatay eksen boyunca alınan mesafe (m)
- t : Zaman (sn)
- a : Dalga genişliği (m)
- L : Dalga boyu (m)
- T : Dalga periyodu (sn) olarak verilmiştir.

4.2.2 Dalga Boyu ve Dalga Hızı

Dalga boyu, dalga periyodu ve su derinliği arasındaki ilişki,

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (4.2)$$

ifadesi ile verilmektedir. Burada,

- d : sakin su derinliği (m),
- g : yerçekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/sn}^2$) dir.

Denklemin (4.2) bir implitid (kapalı) denklem olduğundan, denklemin her iki tarafında bilinmeyen olan L yer almaktadır. T ve d değerleri yerlerine yazıldığında L tatonmanla veya bilgisayar yardımıyla bulunabilir. Yada Ek A.3' den yararlanılarak belirlenir. Dalga hızı,

$$C = \frac{L}{T} \quad (4.3)$$

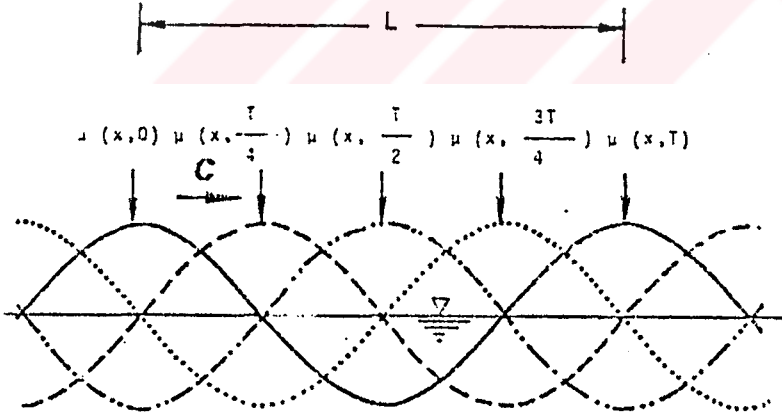
dir.

Burada denklem (4.2), denklem (4.3)' de yerine yazılırsa,

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (4.4)$$

$$C = \left[\frac{gL}{2\pi} \cdot \tanh \left(\frac{2\pi h}{L} \right) \right]^{1/2} \quad (4.5)$$

eşitliği elde edilir.



Şekil 4.2. İlerleyen Dalga Profili

4.2.3 Derin Deniz Dalgaları

Derin deniz dalgalarının iki önemli parametresi, belirgin dalga yüksekliği ($H_{1/3}$) ve belirgin dalga periyodu

($T_{1/3}$) dur. Derin denizde üretilen dalgalar, kıyıya doğru yaklaşırken çeşitli etkenler nedeniyle değişime maruz kalırlar. Bu değişimin başladığı derinlik, "derin deniz sınırı" olarak adlandırılır. Derin deniz sınırının açığındaki dalgalar herhangi bir değişime uğramazken, bu sınırdan kıyıya doğru ilerlerken çeşitli değişikliklerle karşılaşılırlar. Bu değişiklikler dalga yönü ve yüksekliğinde olur; dalga periyodu sabit kalır.

Derin deniz sınırı, deniz derinliğinin dalga boyunun yarısına eşit olduğu yerdir.

$$h/L_0 = 0.5 \quad (4.6)$$

$$L_0 = 1.56 \cdot T^2 \quad (4.7)$$

$$h = 0.78 \cdot T^2 \quad (4.8)$$

Burada,

- h : derin deniz sınırı derinliği (m),
 L_0 : derin deniz dalga boyu (m),
 T : dalga periyodu (sn) şeklindedir.

4.2.4 Dalgaların Sınıflandırılması

Deniz dalgaları bir çok farklı kriterlere göre sınıflandırılabilir. Burada;

- A) Su derinliğine göre ,(küçük genlikli dalgalar, yani ağırlık dalgaları, daha çok bu sınıfa göre sınıflandırılırlar.)
- B) Dalga yüksekliğine göre,
- C) Dalga yüksekliği, dalga boyu ve dalga derinliğine göre,
- D) Dalga hareketinin karakteristiklerine (a, T ve L) göre,
- E) Dalga üreten kuvvetlere göre.

4.2.5 Dalgaların Kıyıya Yaklaşırken Uğradığı Değişimler

Dalgalar derin sulardan sığ sulara doğru hareket ederken taban topoğrafyasının değişiminden ve bir takım doğal ve yapay engellerden etkilenirler. Bu değişimler, dalga mekaniğini ve sediment taşınım hareketini önemli ölçüde etkiler.

4.2.5.1 Dalga Kırılması

Kıyıya yaklaşan dalgalar, belli bir derinlikte kırılır. Kırılma anındaki su derinliğine " kırılma derinliği" (h_b), dalga yüksekliğine de " kırılma yüksekliği" (H_b) denir. Kırılma indisi,

$$\gamma = \frac{h_b}{H_b} \quad (4.9)$$

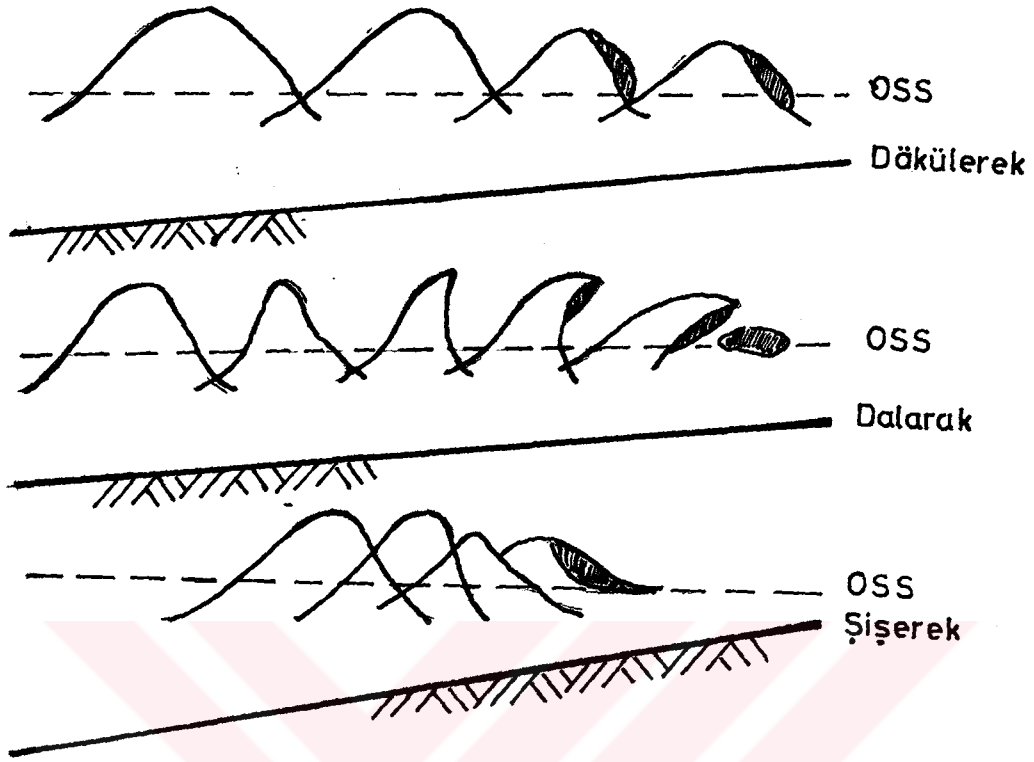
buradan

$$\gamma = \frac{1}{b - a \cdot H_b / (g \cdot T^2)} \quad (4.10)$$

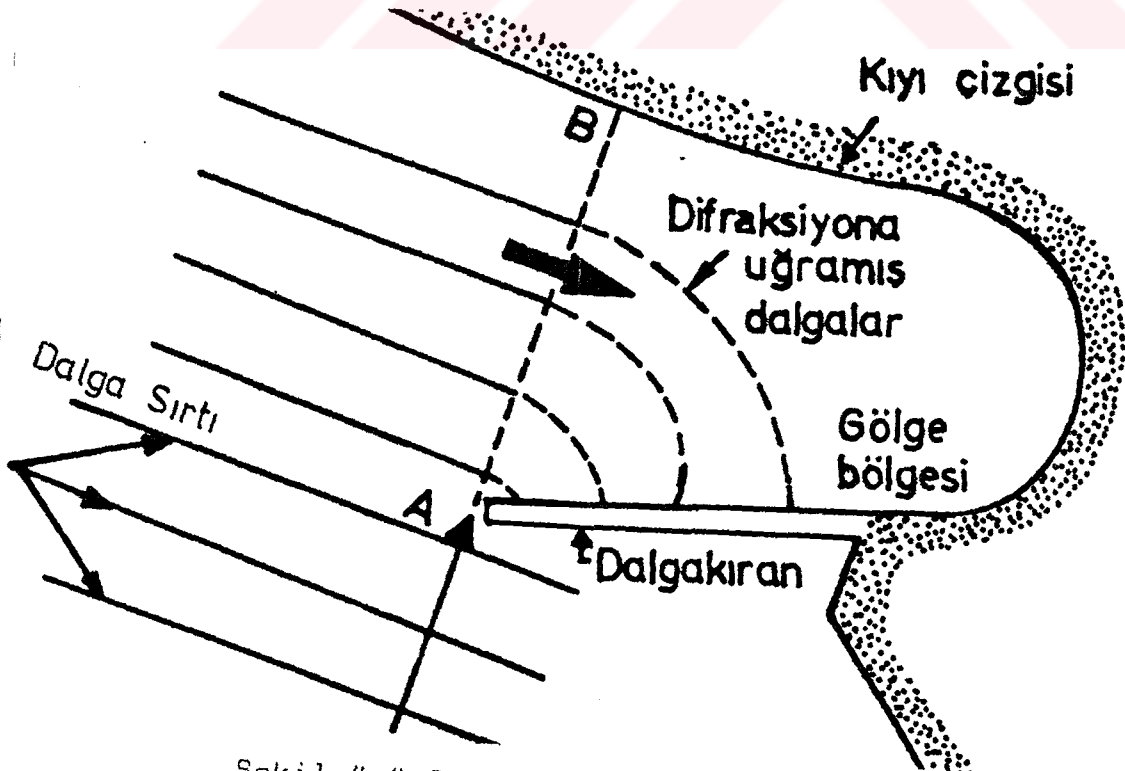
$$a = 1.36 \cdot g (1 - e^{-19m}) \quad (4.11)$$

$$b = \frac{1.56}{(1 + e^{-19.5m})} \quad (4.12)$$

$$H_b = H_0 / (3.3 \cdot \sqrt[3]{(H_0/L_0)}) \quad (4.13)$$



Sekil 4.3 Dalga Kırılma Tipleri



Sekil 4.4 Şematik Dalga Kırınımı

Burada,

- H_0 : derin deniz dalga yüksekliği (m),
 L_0 : derin deniz dalga boyu (m),
 T : dalga periyodu (sn),
 g : yerçekimi ivmesi (m/sn^2),
 m : deniz taban eğimidir.

şeklinde tanımlanır. Kırılma noktasına kadarki su hareketi, yalnızca bir salınım şeklindedir. Bu noktadan sonra ise bir kütle taşınımı söz konusudur. Kıyıdaki kum hareketinin büyük bir kısmı, kırılma noktasındaki dalga açısı (kırılma açısı, α_b), kıyı boyu sediment taşınım rejiminde çok önemli parametrelerdir.

4.2.5.2 Dalga Kırınımı

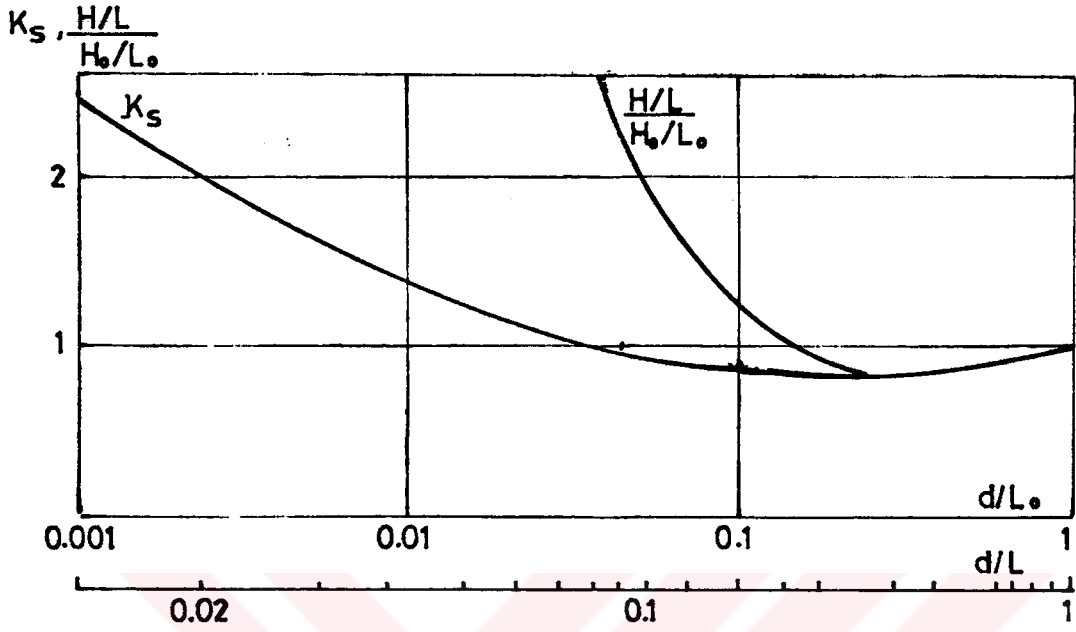
Dalgalar herhangi bir kıyı veya kıyı ötesi engelle karşılaşmalarında, kırınıma uğrarlar. Kırınım sonucu dalgaların yönü değişir, yüksekliğide azalır. Burada,

$$K_D = H_D / H_T \quad (4.14)$$

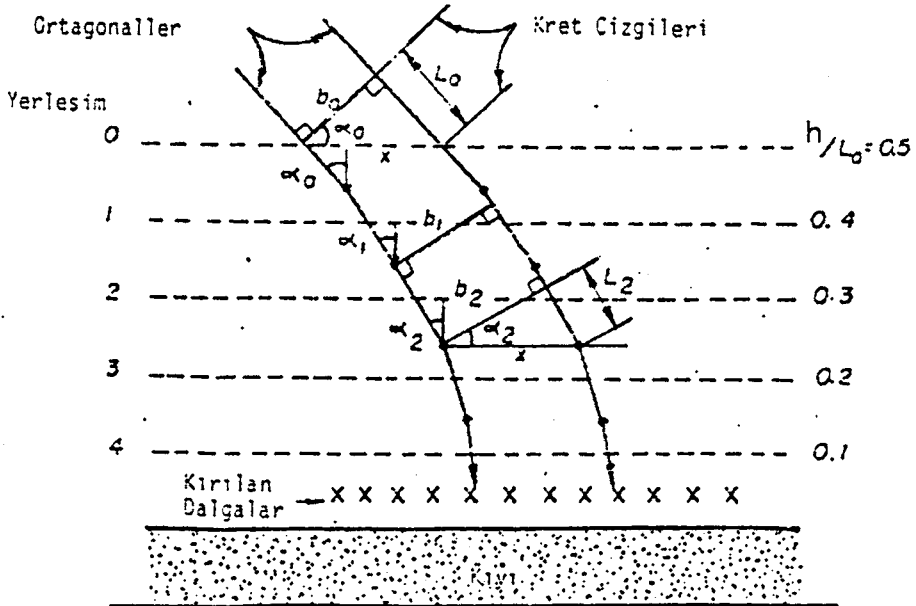
- K_D : Kırınım katsayısı,
 H_T : Kırınıma uğramamış dalga yüksekliği,
 H : Kırınımdan sonraki dalga yüksekliğidir.

Kırınım olayının analitik olarak incelenebilmesi basit koşullar altında yapılabilir.

- Su derinliği üniform olmalıdır.
- Küçük genlikli dalga teorisi uygulanabilir olmalıdır.



Şekil 4.5 K_s 'nin h/L_0 'a Bağlı Olarak Değişimi



Şekil 4.6 Paralel Konturlar Üzerinde Dalga Sapması

4.2.5.3 Dalga Sığlaşması

Derinliğin azalması nedeniyle,dalgalar tabandan etkilenir. Bu etkilenme sonucu,dalga yüksekliğinde çoğu kez azalma,bazen de artış meydana gelir.Sığlaşma sonucu oluşan dalga yüksekliği şöyle hesaplanır:

$$H_B = H_0 \cdot K_B \quad (4.15)$$

Burada;

H_B : Sığlaşmadan sonraki dalga yüksekliği (m).

H_0 : Derin denizdeki dalga yüksekliği (m).

K_B : Sığlaşma katsayısıdır.

$$K_B = \left[\tanh\left(\frac{2\pi h}{L}\right) \right]^{-0.5} \cdot \left[1 + \frac{4\pi h/L}{\cosh(4\pi h/L)} \right]^{-0.5} \quad (4.16)$$

K_B katsayısı h/L_0 değerine bağlı olarak aşağıdaki sekilden veya Ağırlık Dalgaları Tablolarından (GWT) alınabilir.

4.2.5.4 Dalga Sapması

Dalgaların deniz tabanına temas etmesi sonucu dalga sapması oluşur.Dalgalar geçiş bölgesi derinliğine($1/20 < h/L < 1/2$) girdiklerinde derinde bulunan dalga sığdakine kıyasla daha hızlı hareket eder ve dalga cephesinin taban konturlarına paralel gelmesini sağlar.

Geçiş bölgesi su derinliğindeki dalga uzunluğu hızı denklem (4.2) ve (4.4)' te verilmiştir. Her iki denklemde de dalga periyodu (T) sabittir. Buna göre T periyodlu bir dalganın hızı geçiş bölgesi için sadece su derinliğine bağlıdır.Çünkü derin su koşulu($h/L=1/2$) için $\tanh 2\pi h/L=1$ 'dir.

$$C_0 = \frac{2T}{2\pi} \quad (4.17)$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1.56T^2 \quad (4.18)$$

verilen bir T için C_0 ve L_0 en büyük değerlerdir. Dalga hızı ve uzunluğu su derinliğinin azalmasına bağlı olarak azalmaktadır.

$$\frac{C}{C_0} = \frac{L}{L_0} = \tanh \frac{2\pi h}{L} \quad (4.19)$$

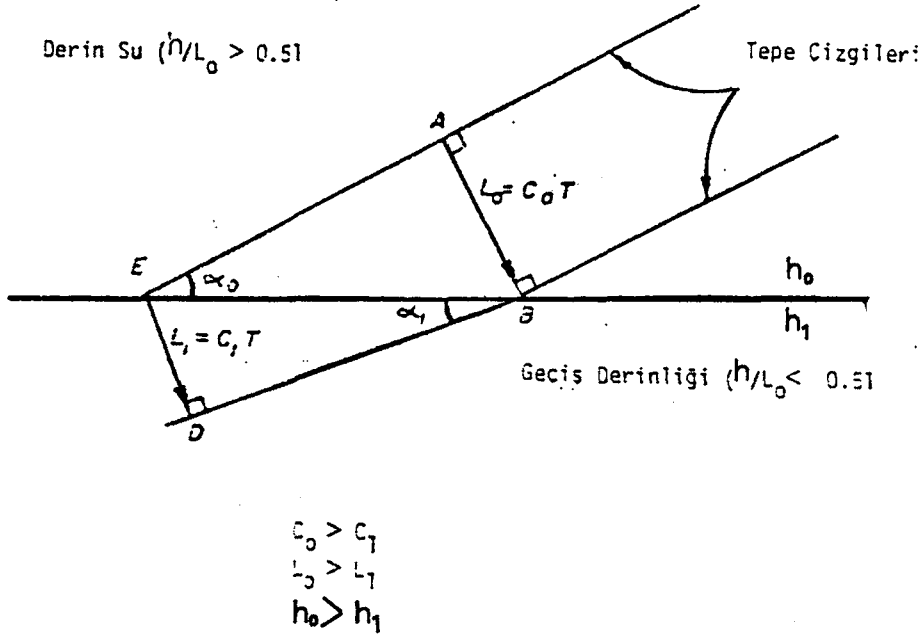
Snell Yasasına göre (Şekil 4.7)'den

$$\sin \alpha_0 = \frac{L_0}{BE} \quad (4.20)$$

$$\sin \alpha_1 = \frac{L_1}{BE} \quad (4.21)$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_0} = \frac{L_1}{L_0} = \frac{C_1}{C_0} = \tanh \frac{2\pi h_1}{L_1} \quad (4.22)$$

eşitliği yazılabilir. Snell Yasası olarak bilinen bu ifade dalga sapmasının hesabı için temel denklemi oluşturmaktadır.



Şekil 4.7 Snell Yasasının Geometrik Tanımı

4.2.5.5 Dalga Yansıması

Dalgalar bir engel ile karşılaştıklarında yansımaya uğrarlar. Engeller kıyıdaki dik kayalıklar, deniz tabanındaki yükseklikler v.b. şeklinde doğal olabildiği gibi kıyı duvarları, mendirekler, rıhtım duvarları v.b. gibi yapay yapılar şeklinde de karşımıza çıkabilir.

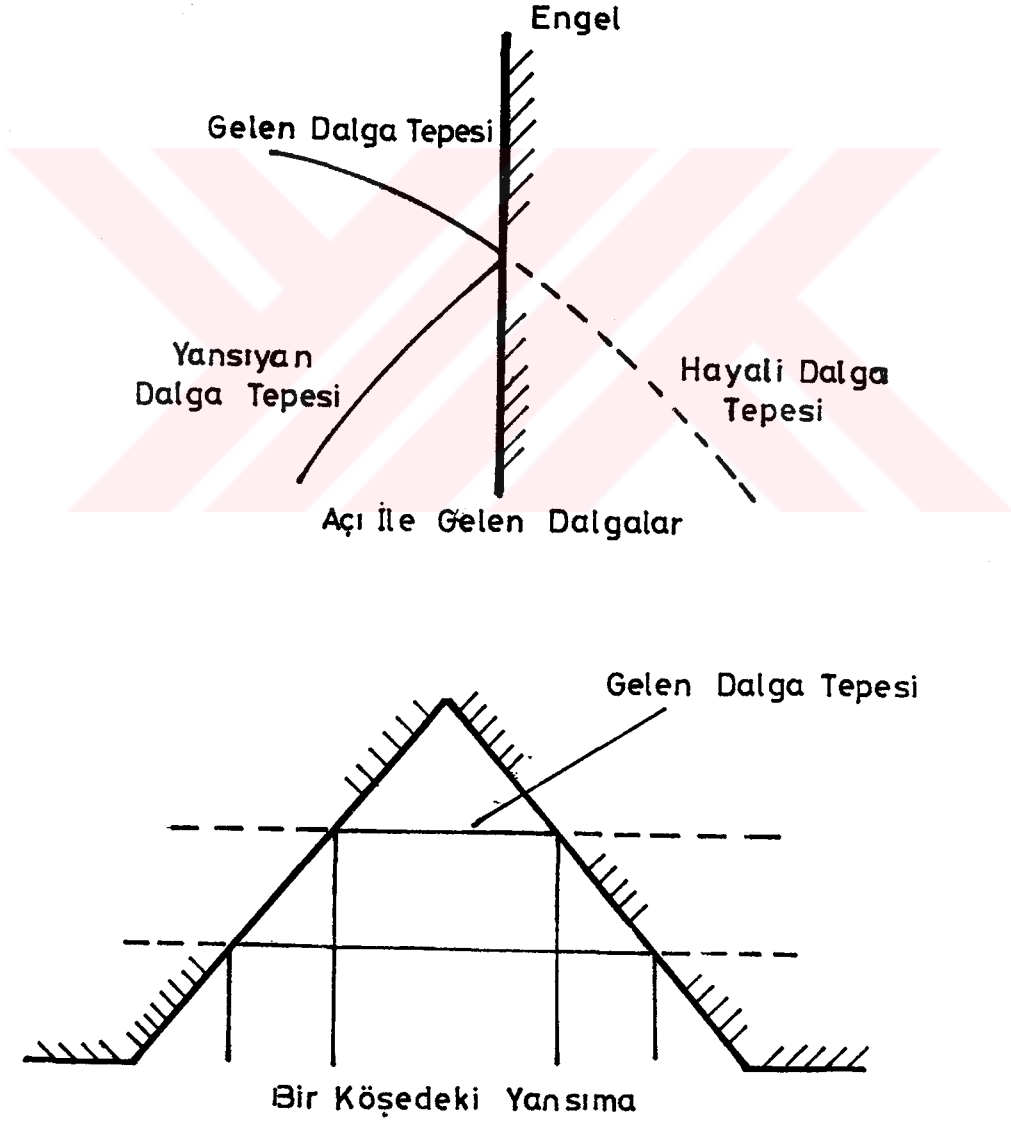
Yansıma katsayısı:

$$C_r = \frac{H_r}{H_i} \quad (4.23)$$

ile ifade edilmiştir. Burada,

H_r : Yansıyan dalga yüksekliği (m),
 H_i : Gelen dalga yüksekliği (m)'dir.

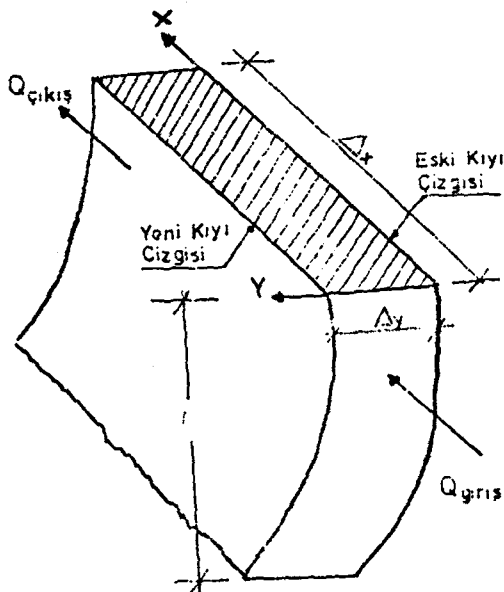
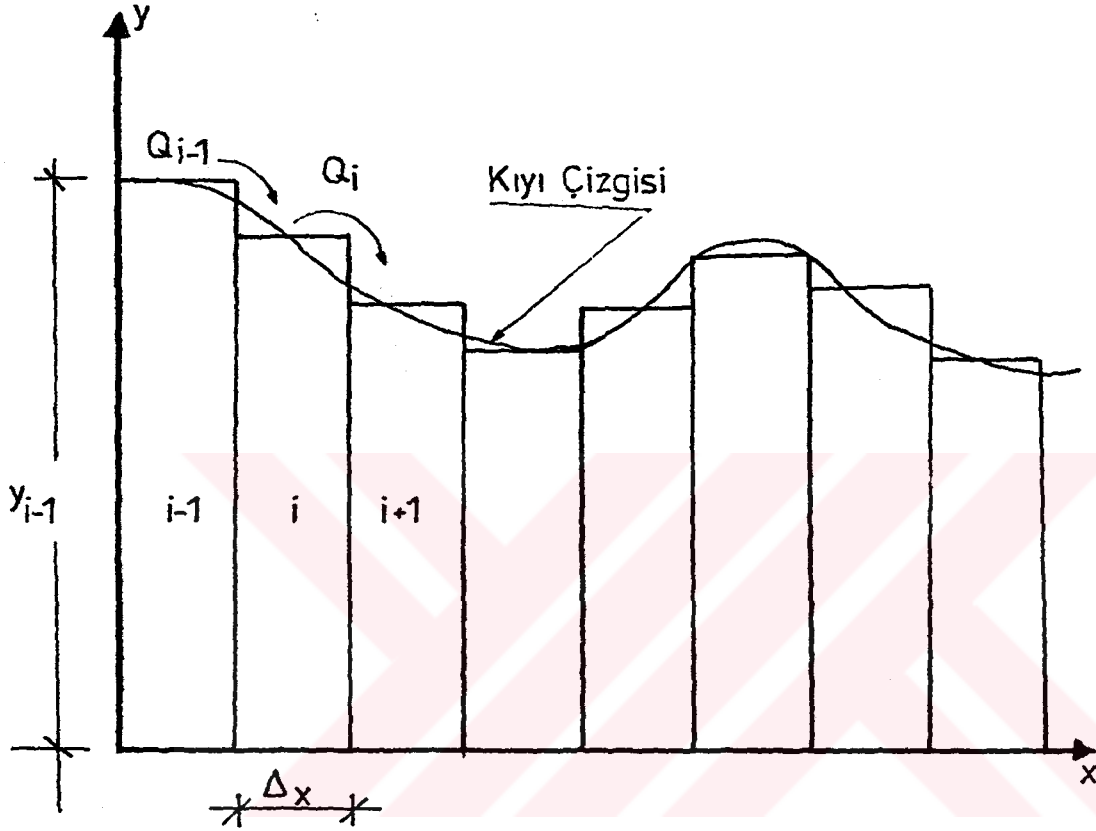
Yansıma katsayısı C_r , 0 ile 1 arasında değişir. Tam yansıma anında $C_r = 1$ olur. Yansıma sonucu, engelin enerji yayma özelliği ve dalganın yapıyla yaptığı açığa bağlı olarak üç değişik tipte dalga oluşur. Bunlar, yansıyan dalgalar, kısmen yansıyan dalgalar ve kısa tepeli dalgalardır.



Şekil 4.8 Dalga Yansımasının Şematik Tanımı

4.3 Kıyı Çizgisi Değişiminin Matematiksel İfadesi

Burada denklemin elde edilmesi ve çözümü uzun uzun anlatılmayacaktır. Daha önce yapılmış olan çalışmalardan alınan sonuçlar gösterilecektir (14,20,21).



Şekil 4.9 Süreklilik Denklemi

Aşağıda süreklilik denkleminin genel ifadesi verilmiştir.

$$\frac{\partial y}{\partial t} = - \frac{1}{h'} \cdot \left(\frac{\partial Q}{\partial x} \right) \quad (4.24)$$

bu denklemin çözümü yapılrsa,

$$Y_i^{n+1} = Y_i^n + A' \cdot (Q_{i-1} - Q_i) \quad (4.25)$$

$$A' = \Delta t / (h' \cdot \Delta x) \quad (4.26)$$

$$\Delta Y_i = Y_i^{n+1} - Y_i^n = A' (Q_{i-1} - Q_i) \quad (4.27)$$

bulunur. Burada;

i : x doğrultusu boyunca dilim artış indisi,

n : zamandaki artış değişkeni,

Δt : zamandaki artış miktarı

Y_i^n : başlangıç anında i diliminin kıyı çizgisi ordinatı,

Y_i^{n+1} : başlangıçtan t süre sonra i diliminin kıyı çizgisi ordinatı,

Δx : dilim genişliği

Q_i : i diliminden çıkan debidir.

Sediment taşınımının etkin olduğu derinlik,

$$h' = 2.28 H_0 - 6.987 H_0^2 / T^2 \quad (4.28)$$

Burada kıyı boyu sediment taşınım debisi ise,

$$Q_i = [H_i^2 h_i^{0.5}]_b \cdot \left[\frac{K_1}{11.6} \sin 2\alpha_i - \frac{K_2}{5.80} \cos \alpha_i \frac{H_i - H_{i-1}}{x \tan \beta_i} \right]_b \quad (4.29)$$

olarak verilmiştir.

4.29 eşitliği, herhangi iki $i-1$ ve i dilimleri arasında yazılır ve bu değer 4.21'de yerine konulursa, kıyı çizgisinde bir Δt süresince oluşan değişim şu şekilde hesaplanır:

$$Y_i = Y_i^{n+1} - Y_i^n$$

$$= \frac{t}{h' \cdot x} [r - c] \quad (4.30)$$

Burada:

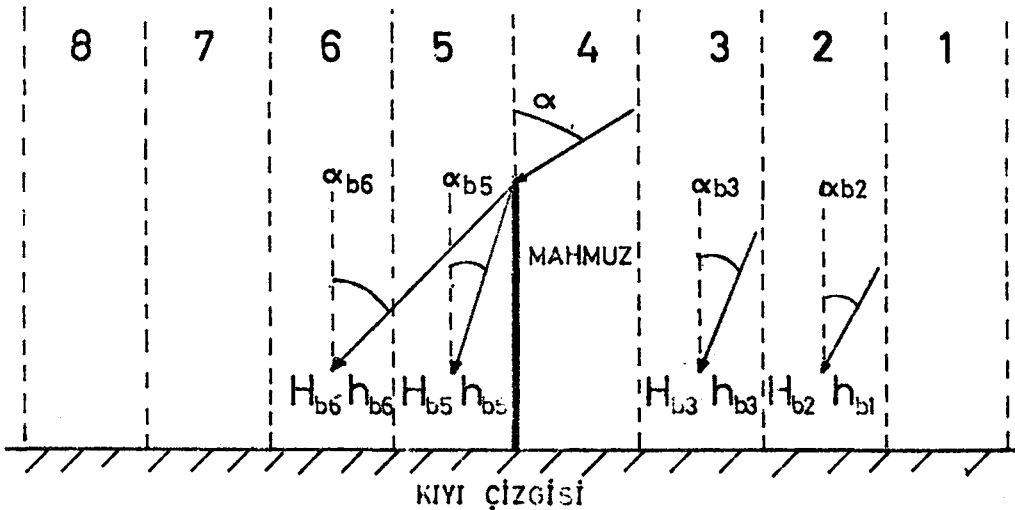
$$r = (H_{2i-1}^2 h_{i-1}^{0.5}) \left(\frac{K_1}{11.6} \sin 2\alpha_{i-1} - \frac{K_2}{5.80} \cos \alpha_{i-1} \frac{H_{i-1} - H_{i-2}}{x \tan \beta_i} \right) \quad (4.31)$$

$$c = (H_i^2 h_i^{0.5}) \left(\frac{K_1}{11.6} \sin 2\alpha_i - \frac{K_2}{5.80} \cos \alpha_i \frac{H_i - H_{i-1}}{x \tan \beta_i} \right) \quad (4.32)$$

Burada dilimler arası taban eğimleri birbirine çok yakın olacağından,

$$\tan \beta_{i-1} = \tan \beta_i$$

alınabilir. Böylelikle kıyı çizgisi değişimini etkileyen parametrelerin H_b ve α_b olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10 Kıyı Çizgisi Dilimleri

BÖLÜM 5

MODEL ÇALIŞMALARI

5.1 Giriş

Dünyada çeşitli yerlerde kıyı ile ilgili problemlerin araştırılması ve çözümü modelleme çalışmalarıyla yaygın olarak yapılmaktadır. Model çalışmalarında bazı hatalar oluşmasına rağmen, çoğu problemin çözümünde başarıyla uygulanmaktadır.

Modelleme yaparken ölçeğin 1/50-1/150 arasında olmasının uygun olacağı görülmektedir. Bölgede dalga ölçüm istasyonları olmadığından gereken dalga yükseklikleri ve periyodları rüzgar verilerinden SMB yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır. Hakim dalga yönleri NNW, NW ve N olarak bulunmuştur (15).

İncelemeler sonucunda taban malzemesinin ortalama çapı 0.33 mm ve özgül ağırlığı 2.65 t/m^3 olarak bulunmuştur. Ayrıca deniz tabanının ortalama eğimi 1/30 olarak alınmıştır.

5.2 Modelin Kurulması

5.2.1 Model Ölçeğinin Seçimi

Gerçekte mevcut olan bir problemi laboratuvarında incelemek için çeşitli büyüklüklerin (uzunluk, kuvvet, zaman v.b.) belli ölçekler de küçültülmesi gerekir. Burada bütün geometrik büyüklükler için:

$$\frac{L_m}{L_p} = \lambda \quad (5.1)$$

alınmıştır. Burada,

- L_m : Modeldeki geometrik uzunluk,
 L_p : Doğadaki geometrik uzunluk,
 λ : Seçilen model ölçeği

dalga periyodu için:

$$\frac{T_m}{T_p} = \sqrt{\lambda} \quad (5.2)$$

hacimler için:

$$\frac{V_m}{V_p} = \lambda^3 \quad (5.3)$$

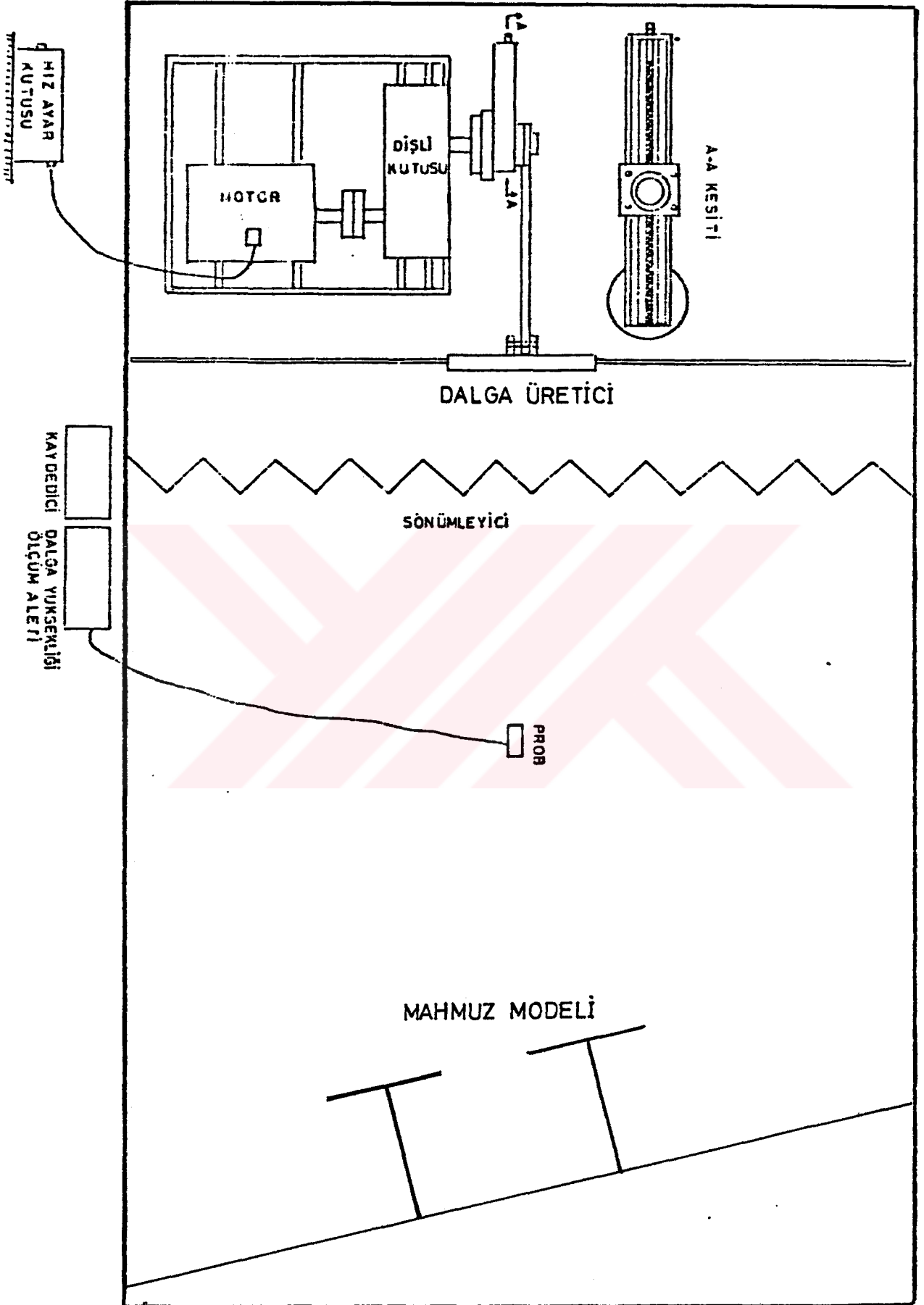
ağırlıklar için:

$$\frac{W_m}{W_p} = \lambda^3 \quad (5.4)$$

olarak alınmıştır. Bunlar gözönüne alınarak yapılan deneylerde ölçek 1/50 olarak seçilmiştir. Yapılan çalışmalar distorsiyonsuz modelle çalışmanın uygun olacağını ortaya koymuştur. Deneylerde kullanılan malzemenin ortalama çapı 0.16 mm'dir. Burada verilen formüllere göre:

$$\frac{L_m}{L_p} = \frac{1}{50} = \lambda \quad (5.5)$$

$$\frac{T_m}{T_p} = \sqrt{\lambda} = 0.1414 \quad (5.6)$$



Şekil 5.1. Deney Havuzu Donanımı

$$T_p = \frac{T_m}{0.1414} \quad (5.7)$$

olarak bulunmuştur. Üçüncü bölümde incelenen Doğu Karadeniz dalga iklimi değerlerinden elde edilen sonuçlarla periyod ortalama olarak 5.3 sn olarak seçilmiş ve buradan,

$$5.3 = \frac{T_m}{0.1414} \quad (5.8)$$

formülden T_m çekildiğinde, $T_m = 0.75$ sn olarak bulunmuştur. Deney düzeneğinin ortalama olarak 10 saat çalıştırılması kararlaştırılmış ve buradan, $T_m = 10$ iken $T_p = 70.7$ saate karşılık geldiği bulunmuştur. Daha sonra dalga yüksekliği üçüncü bölümdeki verilere uygun olarak $H_D = 2.5$ m seçilmiştir.

5.2.2 Model Havuzunun Özellikleri

Deneylerin gerçekleştirildiği havuz 30 m boyunda 12 m eninde ve 1.2 m derinliğindedir. Havuz kenarında iki adet fleksiğlas bulunmaktadır. Havuzun bir ucunda dalga üretici sistem ve palet bulunmaktadır.

Havuzda kayış kasnak sistemli bir dalga motoru ve palet sistemi vardır. Motorun gücü 23 Hp ve dönüş hızı 970 devir/dakika'dır. Kasnak sistemi yardımıyla periyod ayarlanabilmektedir. Ayrıca motorun flanşına bağlı bir kol üzerinde oluşturulan vidalı bir sistem yardımıyla dalga yüksekliği ayarlanabilmektedir. Dalga yüksekliğini ölçmek için elektronik bir alet de bulunmaktadır (Şekil 5.1).

5.3 Deneylerde İzlenen Yöntem

Prototipde ölçülen çeşitli kıyı profillerini temsil edebilecek bir kıyı oluşturulmuştur. Mahmuzları oluşturmak için 50-100 gramlık taşlar kullanılmıştır. Çünkü araştırmamız stabiliteyi içermediğinden taş boyutları önemli değildir. Taşlar fotoğraf çekimini kolaylaştırmak için maviye

boyanmıştır. Daha sonra bir karelaj sistemi oluşturulmuştur. Karelerin boyutları havuzda 25*25 cm gerçekte ise 12.5*12.5 m'dir. Bu karelaj sayesinde deneyden önce ve deneyden sonra mahmuzlar çevresindeki kum derinlikleri ölçülmüş ve dolma miktarları aşağıdaki gibi hesaplanmıştır;

$$\Delta h = h_2 - h_1 \quad (5.9)$$

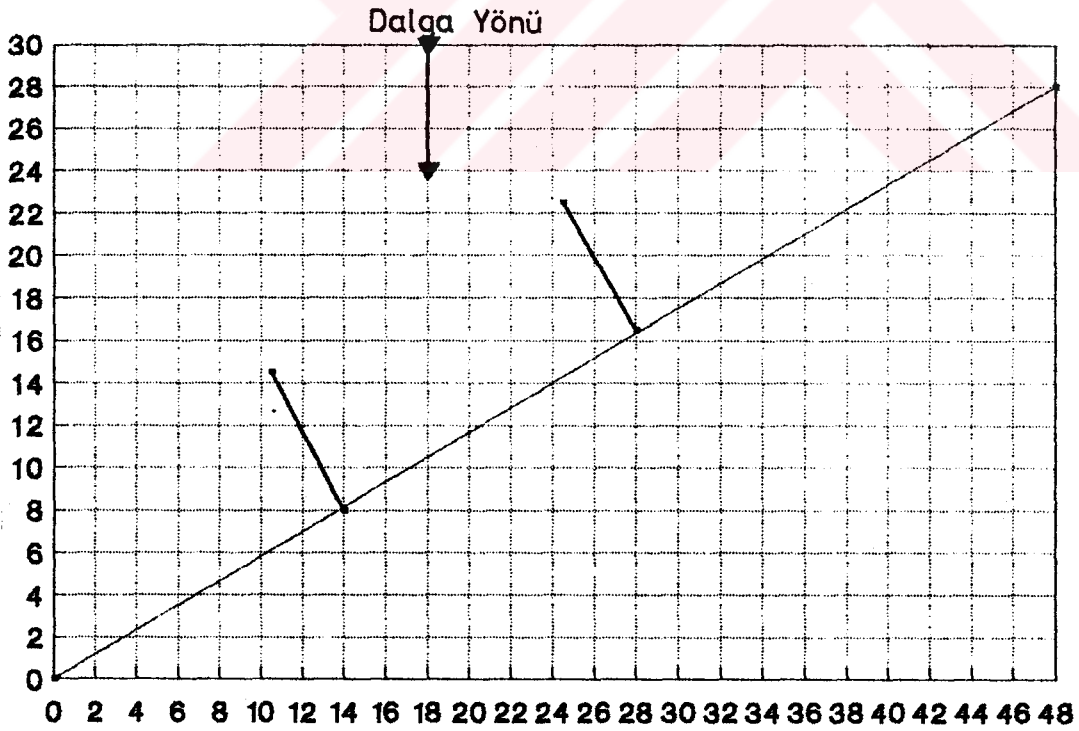
Burada,

Δh : Dolma miktarı (mm),

h_1 : Deney öncesi ölçülen kum yüksekliği (mm),

h_2 : Deney sonrası ölçülen kum yüksekliği (mm)

olarak verilmiştir. Şekil 5.2'de havuzda kurulan ölçüm ağı sistemi gösterilmiştir.



Şekil 5.2 ölçüm Ağı

BÖLÜM 6

YAPILAN DENEYLER VE SONUÇLARI

Bu bölümde, bir önceki bölümde verilen deney düzeneği ile yapılan deneyler ve bunların değerlendirilmeleri verilmiştir. Deneyler kıyı normali ile $\alpha = 30^\circ$ yapan dalga durumu için yapılmıştır. Burada 5 adet "düz" mahmuz ve 5 adet "T" mahmuzu serisinden olmak üzere 10 adet deney gerçekleştirilmiş ve sonuçları irdelenmiştir.

6.1 Deneyler ve Açıklanması

Burada esas olarak $L_x=75$ m mahmuz boyu seçilmiş ve bu mahmuz boyu için mahmuz aralığı (L_g) araştırılmıştır. Daha sonra bir adet de $L_x=100$ m için deney yapılmış ve $L_x=75$ ile karşılaştırılmıştır. Deney programı tablo 6.1'de verilmiştir.

Sırasıyla mahmuz aralıkları $L_g=L_x \cdot (1, 1.5, 2, 2.25, 2.5)$ olarak deneyler gerçekleştirilmiş, her deney sonrası ölçümler alınarak deniz tabanı için eş yükselti eğrileri çizilmiştir (Ek A.5, ..., A.14). Bunlardan sonra sonuçların değerlendirilmesinde kullanılmak üzere, mahmuzların etrafında 6 adet bölge oluşturulmuştur. Her bölge birbirine eşit olarak seçilmiş ve her deneyde orantılı olarak artırılmıştır. Oluşan bölgeler şekil 6.1'de gösterilmiştir.

Bölgeler tesbit edildikten sonra her bir bölgedeki toplam dolma yüksekliği h_i 'ler tesbit edilmiştir. Daha sonra bölgenin dolma miktarı Q_i ,

$$Q_i = h_i \cdot z \quad (6.1)$$

formülünden bulunmuştur. Burada;

Q_i : i bölgesinin dolma miktarı (m^3),

z : oluşturulan karelerden bir tanesinin alanı ($156.25 m^2$),

h_i : i bölgesinin toplam dolma yüksekliği (m)

Q_i 'ler hesaplandıktan sonra boyutsuz alansal dolma yüksekliği;

$$R_i = \frac{h_j}{H_0} \quad (6.2)$$

$$h_j = \frac{h_i \cdot z}{A_i} \quad (6.3)$$

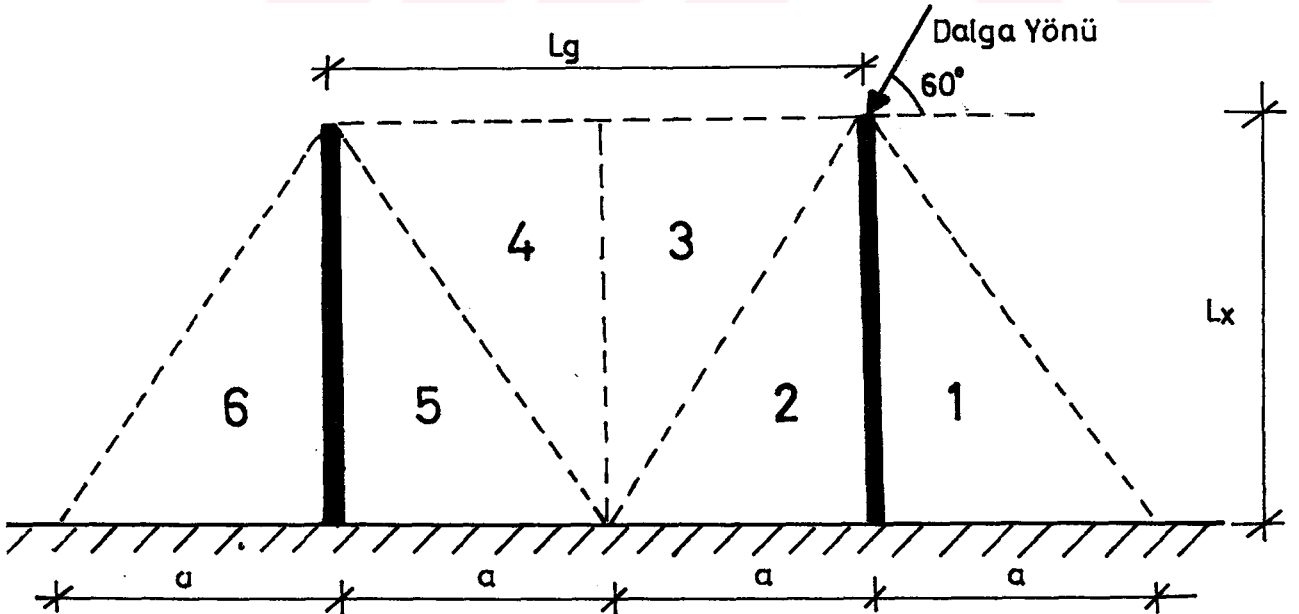
burada:

h_j : alansal dolma yüksekliği,

H_0 : derin deniz dalga yüksekliği (m),

A_i : i bölgesinin alanı (m^2)

şeklindedir.



Şekil 6.1 Ölçüm Bölgeleri

Tablo 6.1 Yapılan Deneyler

Deney No	Mah. Türü	Mahmuz Boyu L_x (m)	Mahmuz Aralığı L_g (m)	Mahmuz Baş Uzunluğu L_b (m)
1	Düz	75	75	—
2	Düz	75	112.50	—
3	Düz	75	150	—
4	Düz	75	168.75	—
5	Düz	100	200	—
6	T	75	112.50	37.50
7	T	75	150	37.50
8	T	75	168.75	37.50
9	T	75	187.50	37.50
10	T	100	225	50

Bundan sonra her bir bölgeye ait boyutsuz dolma katsayısı bulunmuştur.

$$Q_t = \frac{Q_i}{A_i \cdot h_m} \quad (6.4)$$

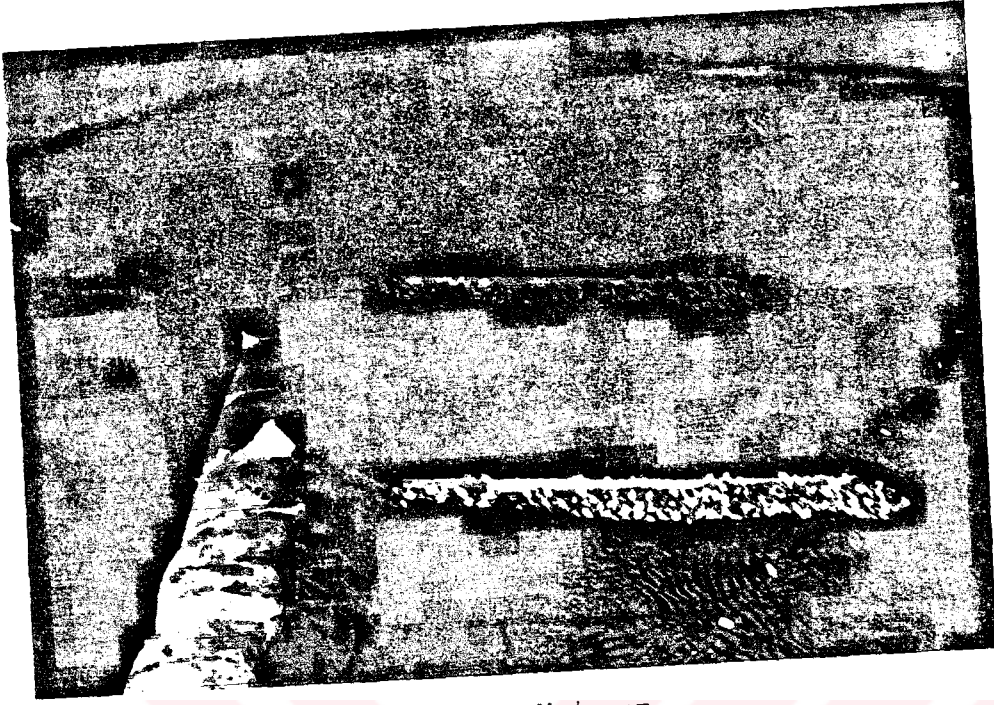
Burada,

- Q_t : boyutsuz dolma katsayısı,
- Q_i : i bölgesinin dolma miktarı (m^3),
- A_i : i bölgesinin alanı (m^2),
- h_m : mendirek önü derinliği (m)

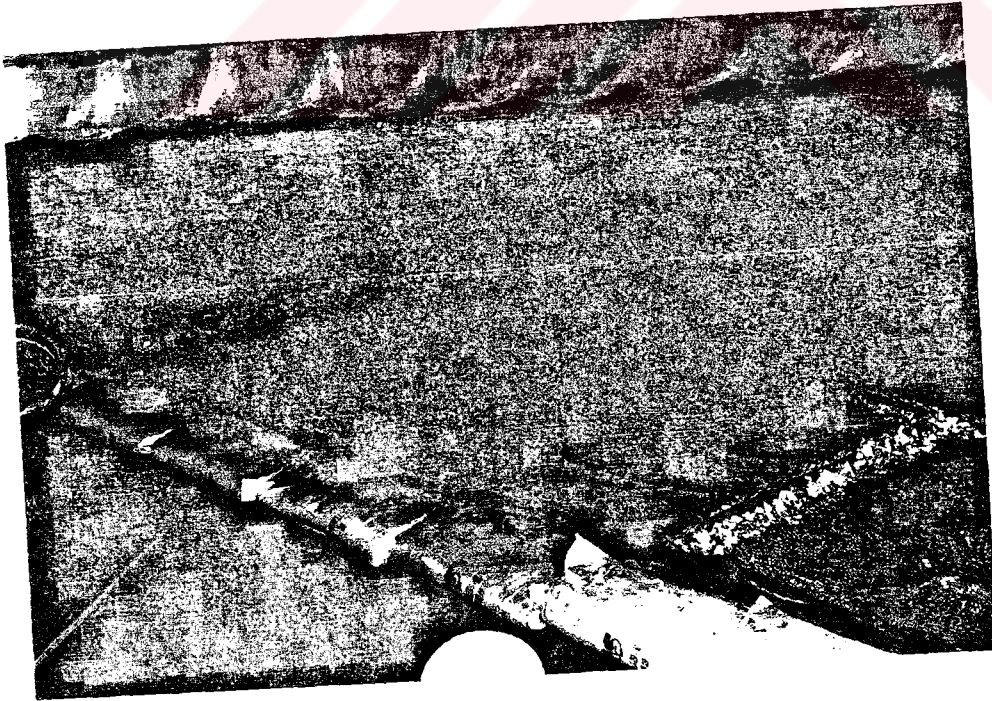
olarak verilmiştir.

Bu veriler elde edildikten sonra, değerlendirmelerde kullanılmak üzere, her deney için genel toplamları bulunmuş ve tablo 6.12'de verilmiştir.

Araştırmadaki esas amaç, örnek bölge seçilen Doğu Karadeniz bölgesinin periyod (T), dalga yüksekliği (H), dalga yönü ve deniz tabanı eğimi gibi çok genel verileri kullanarak optimum mahmuz aralıklarının belirlenmesidir. Bu arada ufak da olsa bir mahmuz boyu karşılaştırılması yapılmıştır.



Fotoğraf 6.1 Düz Mahmuz



Fotoğraf 6.2 T Mahmuzu

6.1.1 Birinci Deney

Bu deney serisine düz mahmuzlarla başlandı. $L_x=75$ m için $L_g=75$ m olarak düzenlendi ve deney yapıldı. Çeşitli bölgelerdeki dolma ve oyulmalar belirlendi. Sonuçlar tablo 6.3'de verilmiştir.

Tablo 6.3 Birinci Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	1.45	1406.25	226.56	0.16	0.064	0.064
2	2.55	1406.25	398.44	0.28	0.112	0.112
3	0.85	1406.25	132.81	0.09	0.036	0.036
4	-3.25	1406.25	-507.81	-0.36	-0.144	-0.144
5	-0.60	1406.25	-93.75	-0.07	-0.028	-0.028
6	0.75	1406.25	117.19	0.08	0.032	0.032
TOP.	1.75	8437.5	273.44	0.032	0.013	0.013

Deney sonunda beklediğimiz şekilde oluşumlar meydana geldi. R_i ve h_i değerlerini bölgelere göre incelersek, 1, 2, 3 ve 6'ncı bölgelerde artış, 4, 5'inci bölgelerde azalma görürüz.

6.1.2 İkinci Deney

Deneyde $L_x=75$ m ve $L_g=112.5$ m'dir. R_i değerlerini incelersek, 1, 3, ve 5'de artış olduğunu, 2, 4 ve 6'ncı bölgelerde azalma olduğunu görürüz. Genel R_i toplamında da bir azalma göze çarpmaktadır.

Tablo 6.4 İkinci Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	6.75	2109.375	1054.69	0.50	0.20	0.20
2	-1.4	2109.375	-218.75	-0.10	-0.04	-0.04
3	0.35	2109.375	54.69	0.03	0.012	0.012
4	-9.8	2109.375	-1531.25	-0.73	-0.29	-0.29
5	2.10	2109.375	328.13	0.16	0.064	0.064
6	-1.9	2109.375	-296.88	-0.14	-0.056	-0.056
TOP.	-3.90	12656.25	-609.37	-0.05	-0.02	-0.02

6.1.3 Üçüncü Deney

Burada $L_x=75$ m, $L_g=150$ m olarak alınmıştır. Toplam R_i 'de, ikinci deneydeki azalma artarak devam etmiştir. 1, 2 ve 5'inci bölgelerde artış, 3, 4 ve 6'ıncı bölgelerde azalma görülüyor. Buradaki azalmalarda deney esnasında besleme yapılmamasının etkisi vardır.

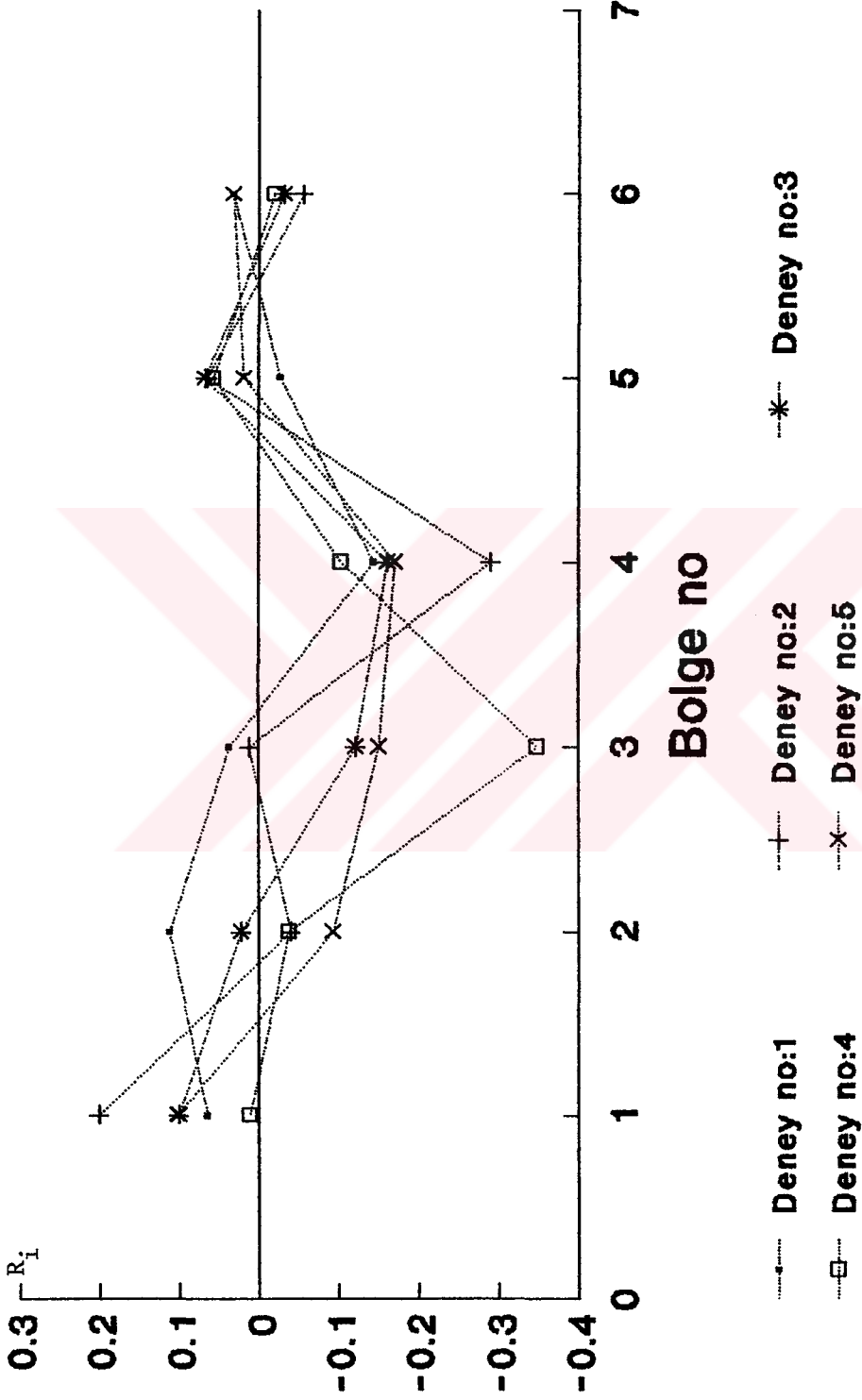
6.1.4 Dördüncü Deney

Burada aralık artırılmış ve $L_g=168.75$ m olarak alınmıştır. Toplam R_i 'de yine bir azalma olmuştur. 1 ve 5'inci bölgelerde artma, 2, 3, 4 ve 6'ıncı bölgelerde azalma görülüyor.

Buraya kadarki yapılan deneylerde $L_x=75$ m olarak alınmıştır. Bölgeleri genel olarak incelersek, en çok artışın birinci bölgeye rast geldiğini görüyoruz. Ayrıca kıyı boyu sediment taşınımında olduğu durumda birinci bölgenin mahmuz aralığından bağımsız olarak çalıştığını görüyoruz. Genel olarak 3 ve 4'üncü bölgelerde azalmalar göze çarpıyor. 5'inci bölgede aralığın artmasıyla bir artış ve 2'inci bölgede ise bir azalış söz konusudur. Bu da kıyı boyu taşınım olmadığı durumda aralığın artışıyla beraber ikinci bölgedeki birikimin oyulup 5'inci bölgeye taşındığını göstermektedir.

Tablo 6.5 Üçüncü Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	4.50	2812.50	703.125	0.25	0.10	0.10
2	1.00	2812.50	156.25	0.056	0.022	0.022
3	-5.50	2812.50	-859.375	-0.306	-0.122	-0.122
4	-7.25	2812.50	-1132.81	-0.403	-0.161	-0.161
5	3.00	2812.50	468.75	0.167	0.067	0.067
6	-1.40	2812.50	-218.75	-0.078	-0.031	-0.031
TOP.	-5.65	16875	-882.81	-0.052	-0.021	-0.021



Şekil 6.2 Düz Mahmuzlarda R_i Değerlerinin Bölgelere Göre Değişimi

Tablo 6.6 Dördüncü Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	0.55	3164.06	85.94	0.027	0.011	0.011
2	-1.95	3164.06	-304.69	-0.096	-0.038	-0.038
3	-17.65	3164.06	-2757.81	-0.870	-0.348	-0.348
4	-5.25	3164.06	-820.31	-0.260	-0.104	-0.104
5	2.90	3164.06	453.13	0.140	0.056	0.056
6	-1.05	3164.06	-164.06	-0.050	-0.020	-0.020
TOP.	-22.45	18984.36	-3507.80	-0.185	-0.074	-0.074

6.1.5 Beşinci Deney

Burada, ilk dört deney incelendikten sonra $L_x=100$ m ve $L_g=200$ m olmak üzere boyutlar seçilerek deney gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçlarına göre 1, 5 ve 6'ncı bölgelerde beklenen artış ve 2, 3 ve 4'üncü bölgelerde ise beklenen azalma görülmüştür. Toplam R_i değerlerinde de bir azalma vardır.

Tablo 6.6 Beşinci Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	8.15	5000	1273.44	0.255	0.102	0.0764
2	-7.50	5000	-1171.88	-0.234	-0.0936	-0.0704
3	-12.05	5000	-1882.81	-0.377	-0.1508	-0.113
4	-13.70	5000	-2140.63	-0.428	-0.171	-0.129
5	1.45	5000	226.56	0.045	0.018	0.0136
6	2.50	5000	390.63	0.078	0.0312	0.0235
TOP.	-21.15	30000	-3304.69	-0.110	-0.044	-0.033

6.1.6 Altıncı Deney

Bu deney serisi "T" mahmuzları ile ilgili deney serisidir. Mahmuz boyu $L_x=75$ m, mahmuz aralığı $L_g=112.5$ m ve mahmuz başlığının uzunluğu $L_b=37.5$ m olarak alınmıştır.

Toplam dolma yüksekliği (h_i) pozitiftir. Olayı bölge bölge incelersek, en büyük artmadan başlayarak sıralama yapılrsa 1, 2 ve 6 nolu bölgeler ortaya çıkar. En büyük azalmadan başlarsak, 4, 5 ve 3 nolu bölgelerin azalmaya maruz kaldığı görülür. 3 ve 4'üncü bölgeler zaten genel erozyonun meydana gelmiş olduğu bölgelerdir.

Tablo 6.7 Altıncı Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	8.85	2109.375	1382.81	0.66	0.264	0.264
2	4.30	2109.375	671.88	0.32	0.128	0.128
3	-1.75	2109.375	-273.44	-0.13	-0.052	-0.052
4	-3.45	2109.375	-539.06	-0.26	-0.104	-0.104
5	-3.40	2109.375	-531.25	-0.25	-0.101	-0.101
6	3.70	2109.375	578.125	0.27	0.108	0.108
TOP.	8.25	12656.25	1289.065	0.102	0.0407	0.0407

6.1.7 Yedinci Deney

Bu seride $L_x=75$ m, $L_g=150$ m ve $L_b=37.5$ m alınarak deney gerçekleştirilmiştir. Artma görülen bölgeler 1, 2, 6 ve 5'inci, azalma olan bölgeler ise sırasıyla 3 ve 4'üncü bölgelerdir. Bir önceki deneye bakılarak burada fazla olarak, 5'inci bölgede negatifden pozitifte geçiş vardır ve 1'inci bölgede de artış aynı kalmıştır.

Tablo 6.8 Yedinci Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	11.75	2812.50	1835.94	0.65	0.26	0.26
2	1.800	2812.50	281.25	0.10	0.04	0.04
3	-4.75	2812.50	-742.19	-0.26	-0.106	-0.106
4	-3.75	2812.50	-585.94	-0.208	-0.083	-0.083
5	0.100	2812.50	15.63	0.005	0.0022	0.0022
6	1.150	2812.50	179.69	0.064	0.026	0.026
TOP.	6.30	16875	984.38	0.0583	0.023	0.023

6.1.8 Sekizinci Deney

Bu deneyde $L_x=75$ m, $L_g=168.75$ m ve $L_b=37.5$ m alınmıştır. Bir önceki deneye göre fazladan 3'üncü bölgede bir artış olduğu gözükmiştir. Sıralama yapılırsa 3, 1, 6, 2 ve 5'de artış, 4'de ise erozyon olmuştur. 5'inci bölgede öncekine göre pozitif bir artış görülüyor.

Tablo 6.9 Sekizinci Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	2.30	3164.06	359.38	0.110	0.045	0.045
2	1.40	3164.06	218.75	0.069	0.028	0.028
3	2.80	3164.06	437.50	0.138	0.055	0.055
4	-4.15	3164.06	-648.44	-0.205	-0.082	-0.082
5	1.10	3164.06	171.88	0.054	0.022	0.022
6	1.55	3164.06	242.19	0.077	0.031	0.031
TOP.	5.00	18984.36	781.26	0.041	0.0164	0.0164

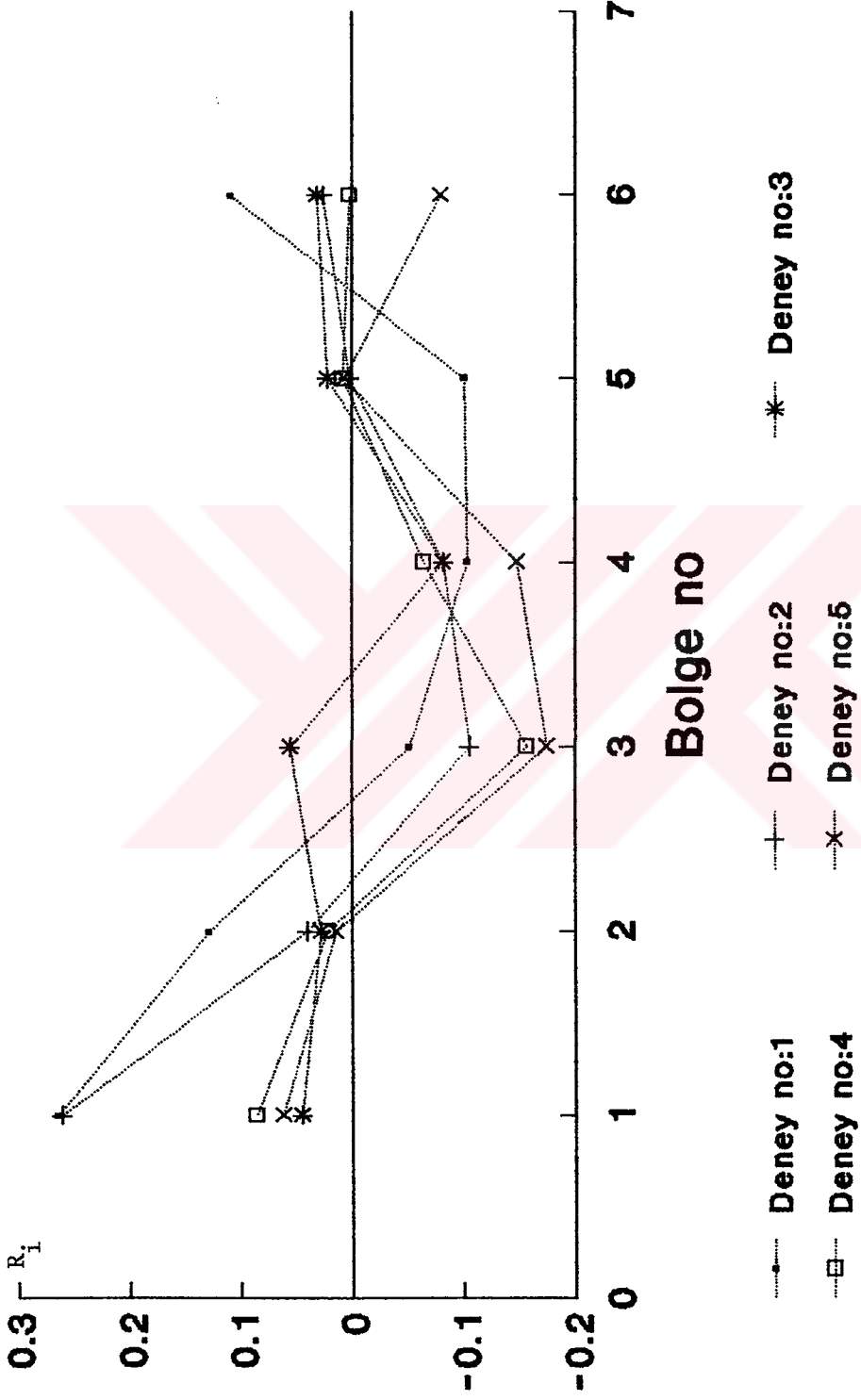
6.1.9 Dokuzuncu Deney

Deney boyutları olarak $L_x=75$ m, $L_g=187.5$ m ve $L_b=37.5$ m seçilmiştir. Burada toplam dolma miktarının negatif bölgeye geçtiğini görüyoruz. Her ne kadar 1, 2, 5 ve 6'ıncı bölgeler pozitifse de 3 ve 4'üncü bölgelerdeki oyulmalar genel toplamı negatif yapmaktadır.

Yapılan 4 adet $L_x=75$ m olan "T" mahmuzu deneyleri incelenirse, 1, 2, 5 ve 6'ıncı bölgeler genel dolma bölgeleri ve 3, 4 bölgeleri ise erozyon bölgeleri olarak görülmektedir. Şekil 6.5'e bakarak 5'inci bölgede R_i değeri L_g/L_x ile artmakta, 1, 2 ve 6'ıncı bölgelerde ise pozitif bölgede kaldığı görülür. Genel bir şey söylemek istersek, $L_g/L_x=2.25$ civarında ekstrem değerlerin oluştuğunu söyleyebiliriz.

6.1.10 Onuncu Deney

$L_x=75$ m olan ilk dört adet "T" mahmuzu deneyi incelendikten sonra $L_g/L_x=2.25$ 'e karşılık gelen $L_x=100$ m,



Şekil 6.3 T Mahmuzlarında R_i Değerlerinin Bölgelere Göre Değişimi

$L_g=225$ m ve $L_b=50$ m olan "T" mahmuzu deneyi onuncu deney olarak gerçekleştirilmiştir. Genel h_i değeri negatif değerde olmuştur. 1, 2 ve 5 bölgelerinde artma, 3, 4 ve 6 bölgelerinde ise erozyon görülmüştür. Burada $L_x=75$ m'ye göre R_i değerinde bir azalma görülmektedir.

Tablo 6.10 Dokuzuncu Deney Sonuçları

Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	4.85	3515.63	757.81	0.216	0.086	0.086
2	1.25	3515.63	195.31	0.055	0.022	0.022
3	-8.85	3515.63	-1382.81	-0.390	-0.157	-0.157
4	-3.65	3515.63	-570.31	-0.162	-0.065	-0.065
5	0.45	3515.63	70.31	0.019	0.008	0.008
6	0.10	3515.63	15.63	0.004	0.002	0.002
TOP.	-5.85	21093.75	914.063	-0.043	-0.0173	-0.0173

Tablo 6.11 Onuncu Deney Sonuçları

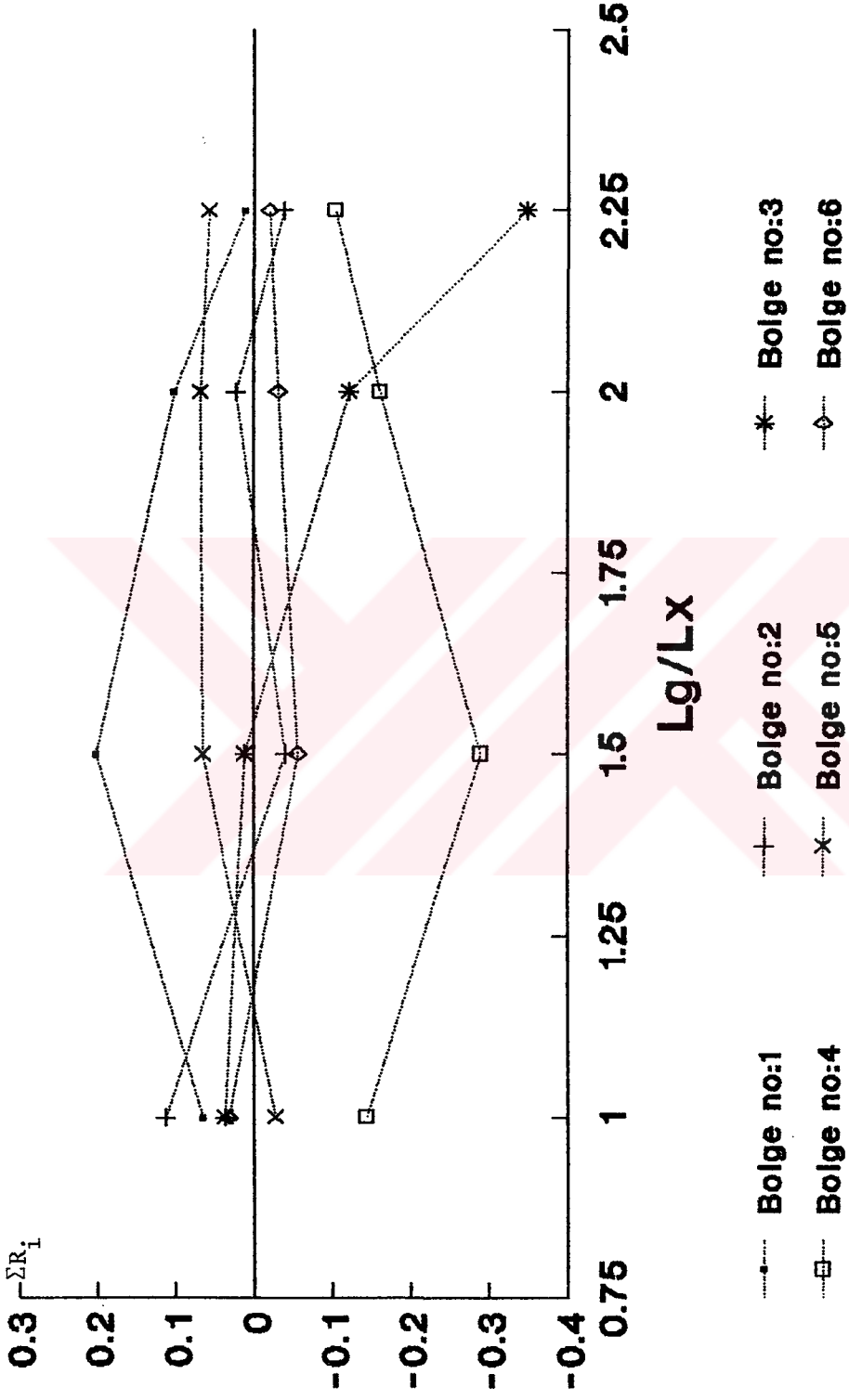
Bölge No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_i (m)	R_i	Q_t
1	6.15	6250	960.94	0.154	0.062	0.046
2	1.35	6250	210.94	0.033	0.014	0.010
3	-17.5	6250	-2734.38	-0.438	-0.175	-0.130
4	-14.75	6250	-2304.69	-0.369	-0.148	-0.110
5	0.70	6250	109.38	0.018	0.007	0.0053
6	-7.95	6250	-1241.19	-0.199	-0.080	-0.060
TOP.	-32	37500	-5000	-0.133	-0.0533	-0.040

6.2 Mahmuz Aralığının Dolmaya Etkisi

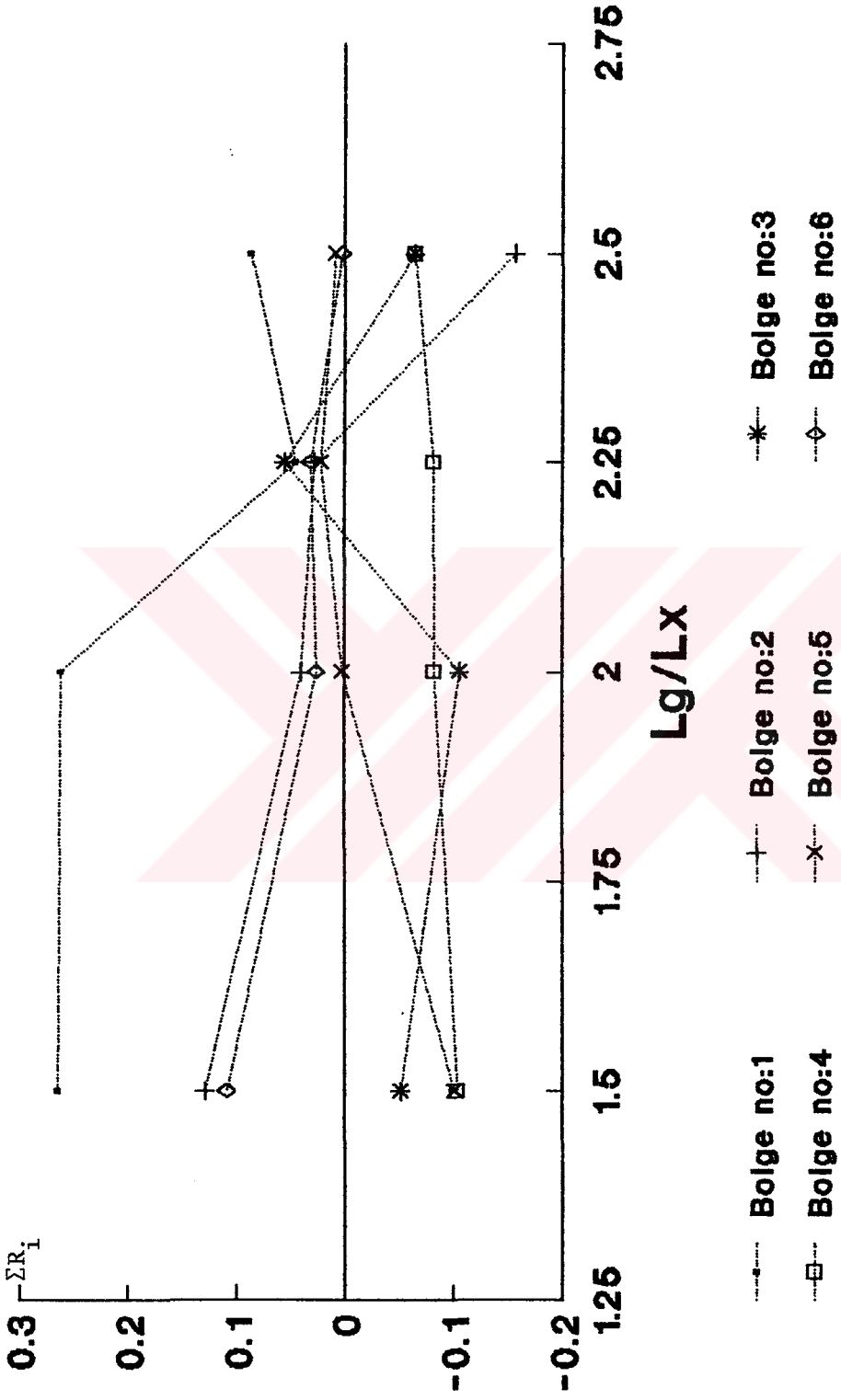
6.2.1 Bölgelere Göre Boyutsuz Alanal Dolma Yüksekliğinin Değişimi

6.2.1.1 Düz Mahmuzlarda

Bu kısımda ilk önce düz mahmuzları ele alır ve Şekil 6.4'e de bakarak aralığın alanal dolma miktarına (R_i)



Şekil 6.4 Düz Mahmuzlarda R_i Değerlerinin Lg/Lx 'e Göre Değişimi

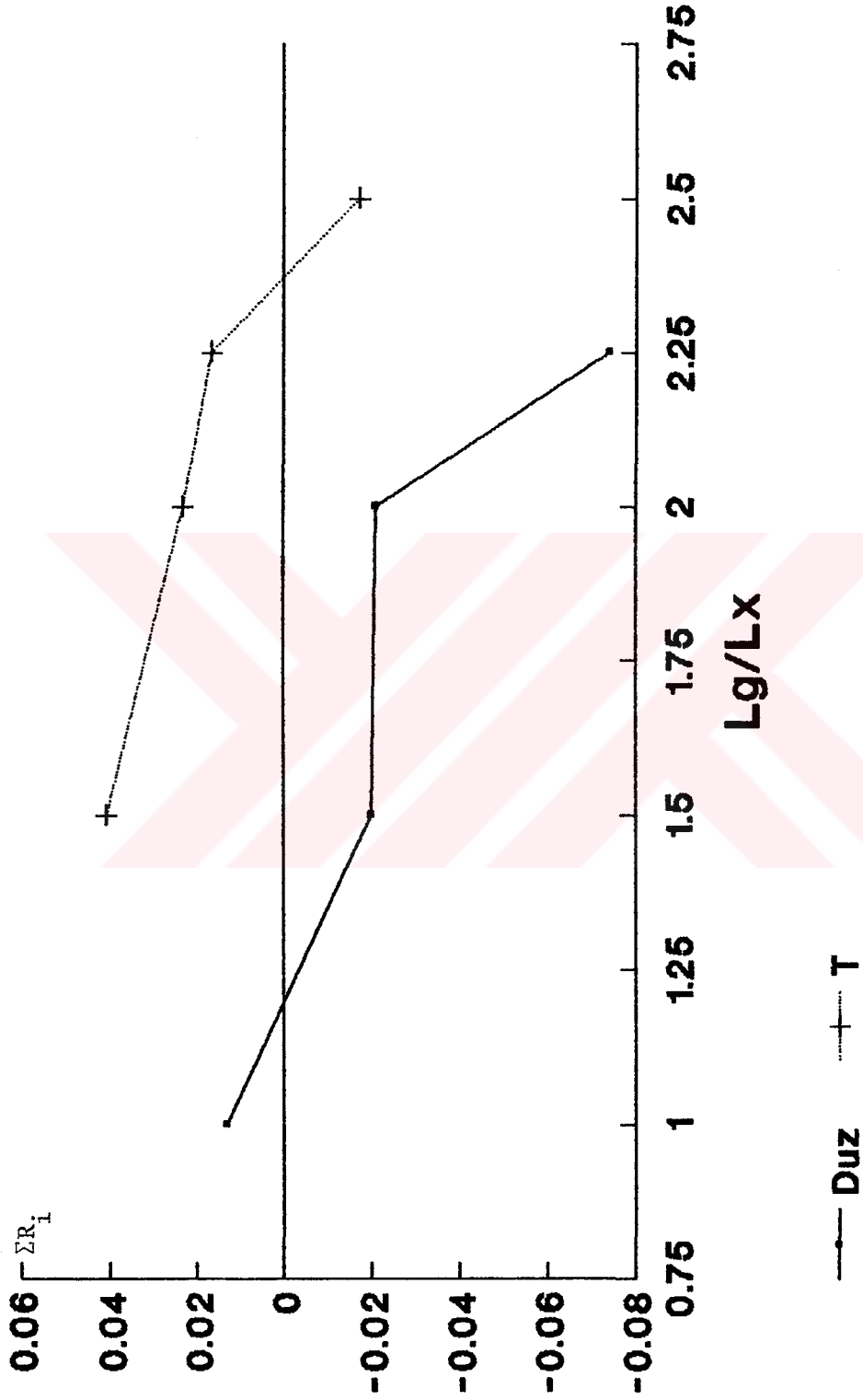


Şekil 6.5 T Mahmuzlarında R_i Değerlerinin Lg/Lx' e Göre Değişimi

etkisini değerlendirirsek şu sonuçlar ortaya çıkar. L_g/L_x 'in artmasıyla devamlı artış gösteren iki bölge 1 ve 5'inci bölgelerdir. 2 bölgesinde bir miktar aşınma olup daha sonra artış ve $L_g/L_x=2$ 'den sonra tekrar azalış görülmektedir. 3'üncü bölgede, R_i değeri sürekli bir azalım göstermektedir. 4'üncü bölgede ise R_i $L_g/L_x=1.5$ 'e kadar azalıp sonra artış göstermektedir. 6 bölgesi önce bir miktar azalıp sonra sabit kalmaktadır. Sonuçlardan 1 bölgesinin aralıktan bağımsız, 6 bölgesinin aralığa kıyı boyu sediment taşınımının yoğun olduğu yerlerde bağımlı olduğunu görüyoruz. Esas önemli olan arada kalan 2, 3, 4 ve 5'inci bölgelerdir. Burada 5 bölgesinde etkin dalga ynnnde etkisiyle devamlı surette bir dolma oluşmaktadır.

6.2.1.2 T Mahmuzlarında

"T" mahmuzlarının sonuçlarını şekil 6.5'e bakarak değerlendirirsek şu sonuçlar ortaya çıkar. Burada L_g/L_x 'in değişimi ile artış gösteren 5 bölgesi vardır. 5'inci bölge düz mahmuzlardaki duruma benzer bir durum ortaya koymaktadır. 1'inci bölge burada da aralıktan bağımsız bir görüntü çizmektedir. 2'inci bölge önce bir miktar azalmasına rağmen $L_g/L_x=2.25$ 'e kadar pozitif kalmaktadır. Bu sonuç $L_g/L_x=2.25$ değerinin kritik bir değer olduğunu ve bu değerden sonra mahmuzların ayrı ayrı çalışmaya başladığını göstermektedir. nk yapılan araştırmalarda görülmüştür ki, tek başına bir mahmuzun, dalga yönüyle ilgili olarak, sediment taşınımının olduğu menba tarafı dolmakta, 2 numaralı bölgeye karşılık gelen mansap tarafı ise erozyona maruz kalmaktadır. 3'üncü bölge negatif bölgede bir sabitlik göstermektedir. 4'üncü bölgede genel bir erozyona maruzdur. Ancak $L_g/L_x=2.25$ değerine kadar azda olsa bir artış göstererek pozitif bölgeye çıkmış ve sonra düşüşe geçmiştir. 6'ıncı bölge ise pozitif bölgededir ve deneyde kıyı boyu sediment taşınımı dikkate alınmadığından mahmuz aralığından bağımsız bir görüntü çizmektedir.



Şekil 6.6 Düz ve T Mahmuzlarında Toplam Alansal Dolma Yüksekliğinin L_g/L_x 'ile Değişimi

6.2.2 Aralığa Göre Dolma Yüksekliği ve Miktarının Değişimi

6.2.2.1 Düz Mahmuzlarda

Şekil 6.6' e bakarsak, toplam boyutsuz dolma yüksekliğinin L_g/L_x ile önce bir miktar azaldığını, sonra sabitleştğini ve $L_g/L_x=2$ değerinden sonra büyük bir azalım gösterdiği dikkati çeker. Bu değerden sonra taşınım yetersizleşmekte ve dolma durmaktadır. Grafik 6.7'da, toplam dolma miktarının L_g/L_x ile değişiminden bir doğru elde edilmiştir. Burada,

$$\frac{\Sigma Q_i}{\Sigma A_i \cdot h_m} = 0.0724 - 0.0582 \cdot (L_g/L_x) \quad (6.5)$$

olarak bulunmuştur. Burada,

- ΣQ_i : toplam dolma miktarı (m^3),
- ΣA_i : bölgelerin toplam alanı (m^2),
- h_m : mahmuz önü derinliği (m),
- L_g : mahmuz aralığı (m),
- L_x : mahmuz boyu (m)

şeklinde verilmiştir. Denklemi biraz düzenlersek,

$$\Sigma Q_i = \Sigma A_i \cdot h_m \cdot (0.0724 - 0.0582 \cdot L_g/L_x) \quad (6.6)$$

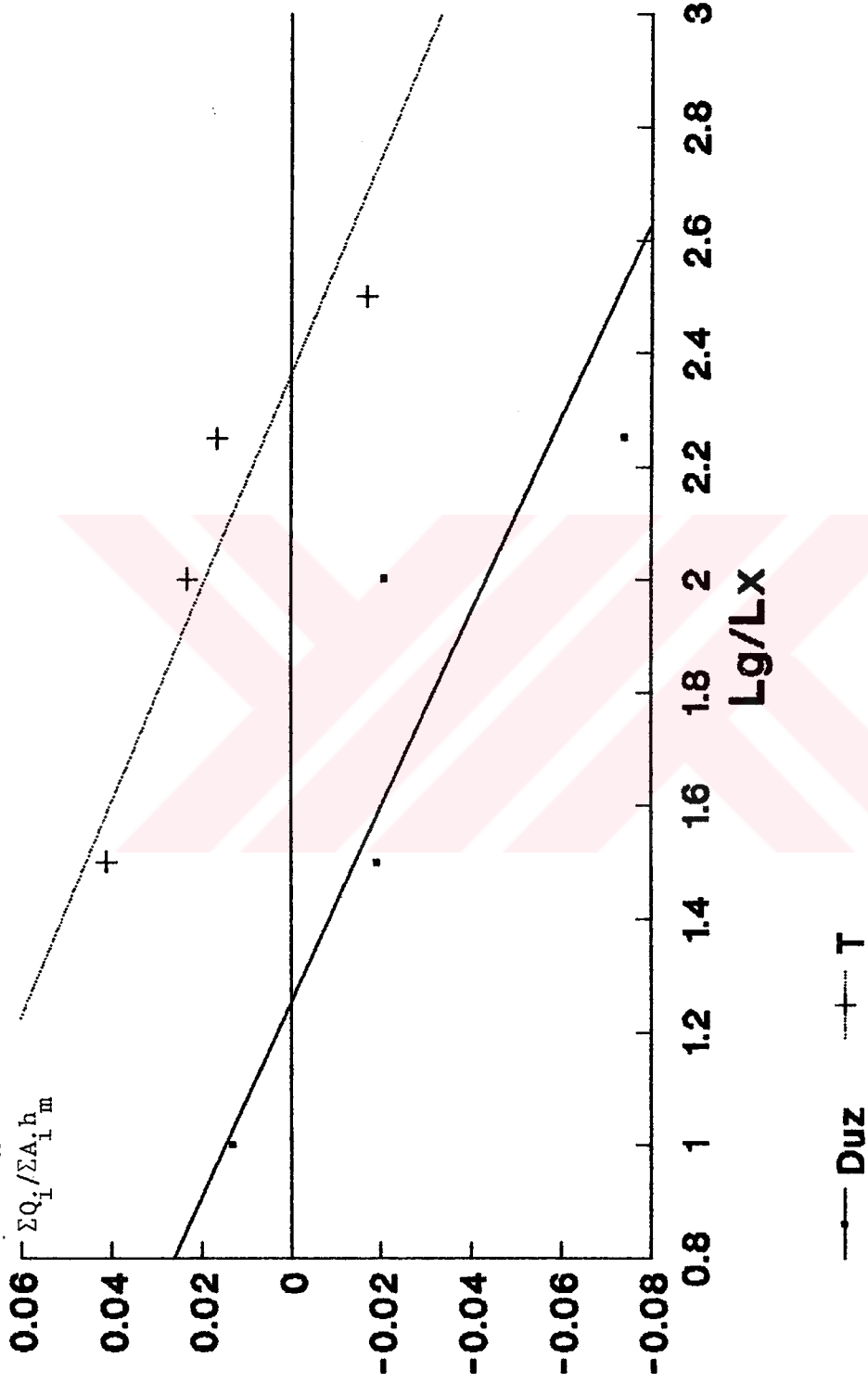
$$C = 0.0724 - 0.0582 \cdot L_g/L_x \quad (6.7)$$

yazarsak,

$$\Sigma A_i = 1.5 \cdot L_g \cdot L_x \quad (6.8)$$

şeklinde yerlerine yazarsak,

$$\Sigma Q_i = 1.5 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot C \quad (6.9)$$



Şekil 6.7 Düz ve T Mahmuzların Toplam Dolma Miktarının Lg/Lx ile Değişimi

$$\Sigma Q_i = h_i \cdot 156.25 \quad (6.10)$$

bu iki denklemi birbirine eşitlersek,

$$\Sigma h_i \cdot 156.25 = 1.5 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot C \quad (6.11)$$

$$\Sigma h_i = 0.0096 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot C \quad (6.12)$$

şeklinde bir denklem elde edilmiş olur. Bu denklemden de yola çıkarak,

$$\Sigma h_i = \frac{\Sigma R_i \cdot A_i \cdot H_0}{156.25} \quad (6.13)$$

burada (6.12) ve (6.13) denklemlerini birbirlerine eşitler ve,

$$A_i = L_g \cdot L_x / 4 \quad (6.14)$$

değerini de burada yerine yazarsak,

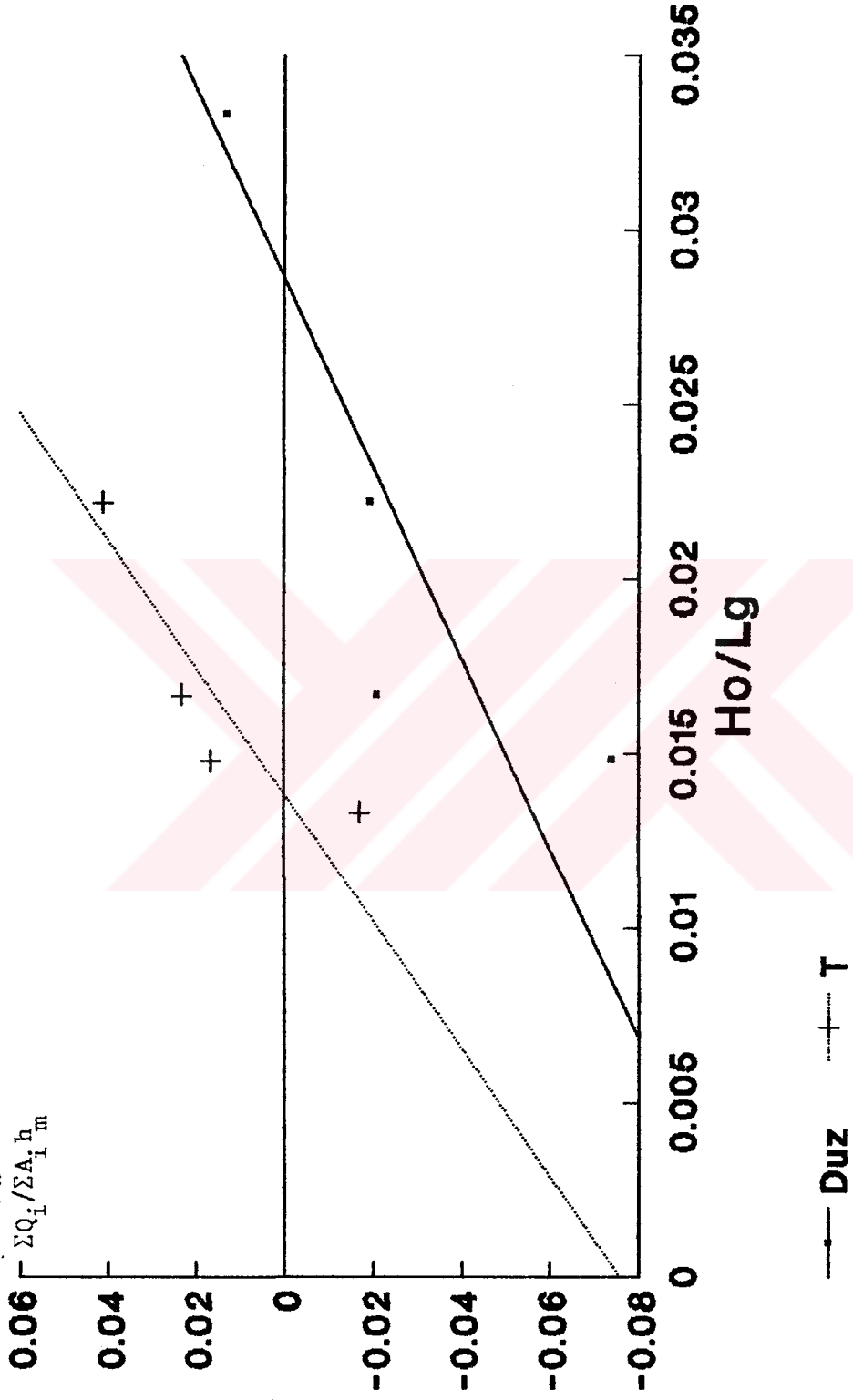
$$\frac{\Sigma R_i \cdot L_g \cdot L_x \cdot H_0}{4 \cdot 156.25} = 0.0096 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot C \quad (6.15)$$

$$\Sigma R_i = 6 \cdot h_m / H_0 \cdot C \quad (6.16)$$

şeklinde elde edilmiş olur. Denklemlere göre, toplam dolma miktarı ve yüksekliği L_x 'nin kendisiyle, L_g 'nin karesiyle doğru orantılı ve toplam alansal dolma yüksekliğinin de L_g ile doğru, L_x ile ters orantılı olarak değiştiklerini görürüz.

6.2.2.2 T Mahmuzlarında

Burada alansal dolma yüksekliğinin düz mahmuzlara nazaran oldukça yüksek olduğu görülüyor (Şekil 6.6). Toplam R_i , $L_g/L_x=1.5-2.25$ arası az bir miktar azalmasına rağmen pozitif bölgede kalmakta ve 2.25 değerinden sonra hızlı bir



Şekil 6.8 Düz ve T Mahmuzlarında Toplam Dolma Miktarının H_o/L_g ile Değişimi

düşüşle negatif bölgeye geçmektedir. Bu değerden sonra mahmuzlar bir sistem olarak çalışmaktan uzaklaşmaktadır. Toplam dolma miktarının L_g/L_x ile değişiminden bir doğru elde

edilmiştir (Şekil 6.7). Burada,

$$\frac{\sum Q_i}{\sum A_i \cdot H_0} = 0.1244 - 0.05275 \cdot L_g/L_x \quad (6.17)$$

şeklinde bir denklem elde edilir. Düz mahmuzlar için yapılan işlemler burada da tekrarlanırsa, aşağıdaki denklemler elde edilir.

$$D = 0.1244 - 0.05275 \cdot L_g/L_x \quad (6.18)$$

$$\sum Q_i = 1.5 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot D \quad (6.19)$$

$$\sum h_i = 0.0096 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot D \quad (6.20)$$

$$\sum R_i = 6 \cdot h_m / H_0 \cdot D \quad (6.21)$$

Burada da toplam dolma miktarı ve yüksekliği, L_x 'nin kendisiyle, L_g 'nin karesiyle doğru orantılı olarak, alansal dolma yüksekliği L_g ve L_x ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

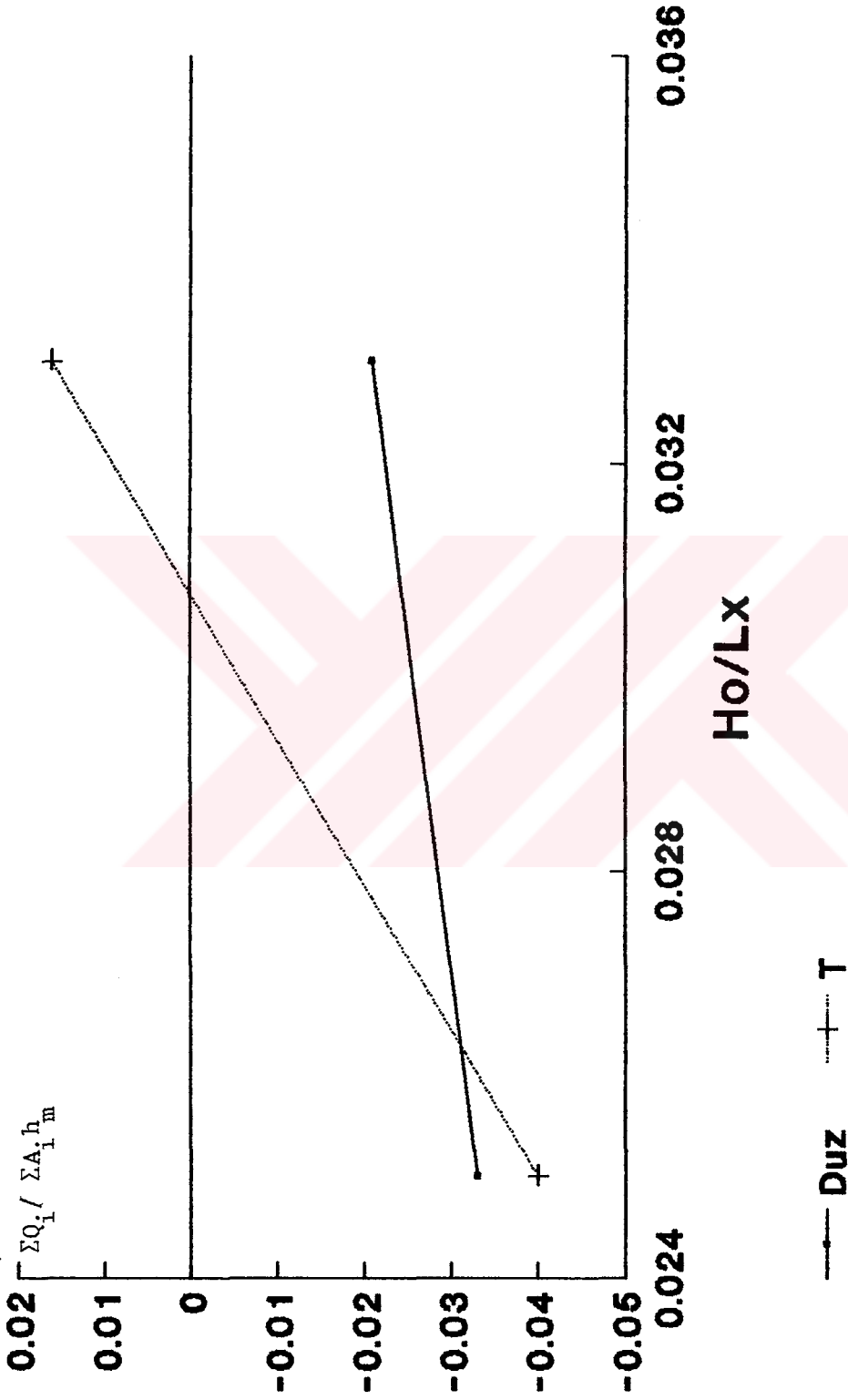
6.2.3 Dolma Miktarının Dalga Yüksekliği ve Aralıkla Değişimi

Şekil 6.8'de görülmekte olduğu gibi, her iki cinsten de H_0/L_g arttıkça artış göstermektedir. H_0/L_g 'nin artması demek, H_0 değeri deneylerde değişmediğine göre, L_g değerinin küçülmesi demektir.

Bu verilerden elde edilen doğrunun denklemi ise düz mahmuzlarda,

$$\frac{\sum Q_i}{\sum A_i \cdot h_m} = -0.1063 + 3.783 \cdot H_0/L_g \quad (6.22)$$

olarak bulunur ve.



Şekil 6.9 Düz ve T Mahmuzların Toplam Dolma Miktarının H_0/L_x ile Değişimi

$$E = -0.1063 + 3.783 \cdot H_0 / L_g \quad (6.23)$$

şeklinde yerine yazılırsa,

$$\Sigma Q_i = 1.5 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot E \quad (6.24)$$

elde edilir. "T" mahmuzlarında ise,

$$\frac{\Sigma Q_i}{\Sigma A_i \cdot h_m} = -0.0754 + 5.46 \cdot H_0 / L_g \quad (6.25)$$

bulunur ve

$$F = -0.0754 + 5.46 \cdot H_0 / L_g \quad (6.26)$$

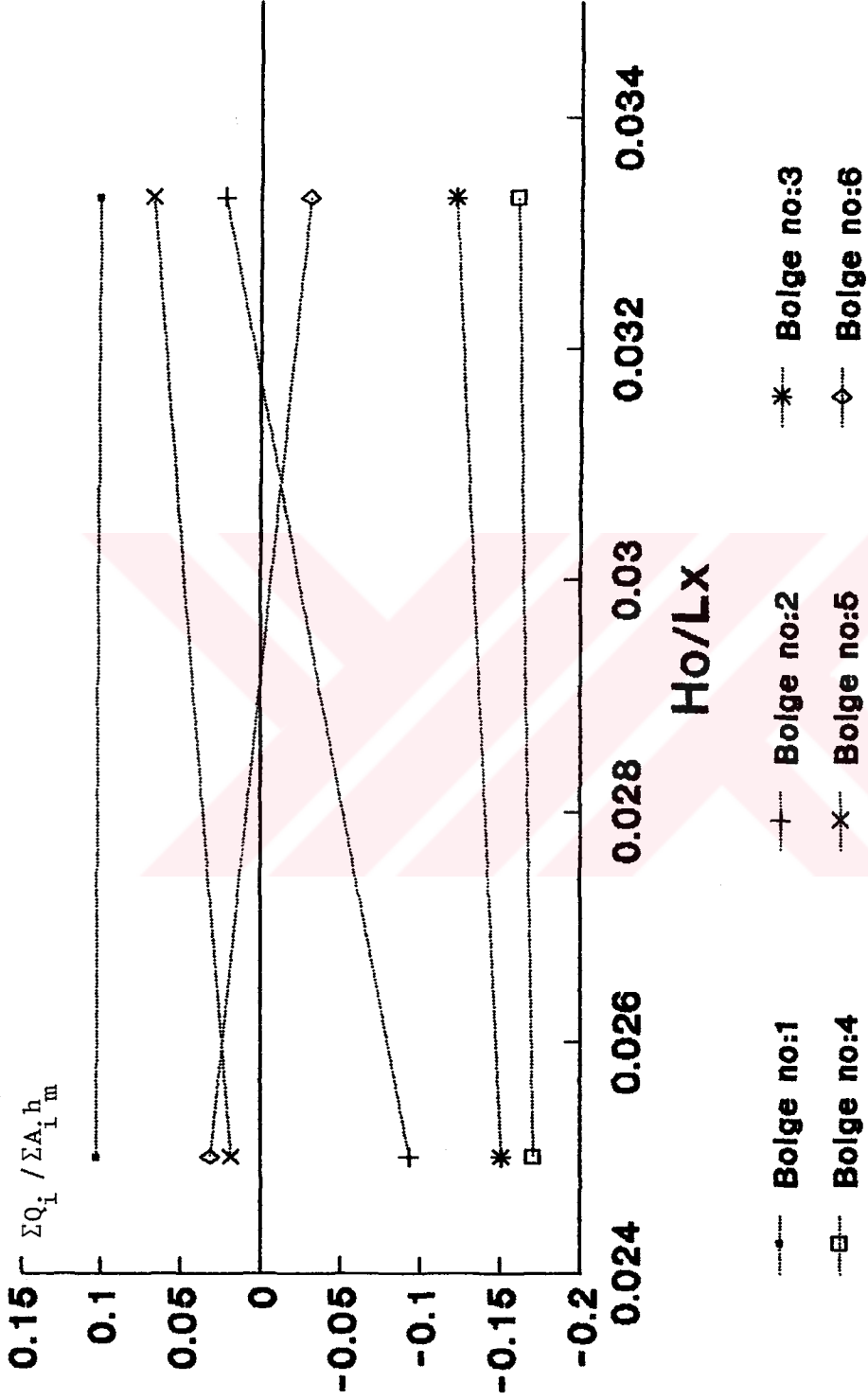
şeklinde yerine yazılırsa,

$$\Sigma Q_i = 1.5 \cdot L_g \cdot L_x \cdot h_m \cdot F \quad (6.27)$$

olarak elde edilir.

6.3 Mahmuz Boyunun Dolmaya Etkisi

Bu araştırmada, 4 adet $L_x=75$ m düz ve 4 adet $L_x=75$ m "T" olmak üzere deneyler yapıp aralığın dolmaya etkisi incelenmiştir. Bunlara ilaveten $L_x=75$ m'lik mahmuzlarda kritik nokta olarak görülen, düz mahmuzlarda $L_g/L_x=2$ ve "T" mahmuzlarında $L_g/L_x=2.25$ değerini sağlayacak şekilde, düz mahmuz için $L_x=100$ m ve $L_g=200$ m, "T" mahmuzunu için $L_x=100$ m ve $L_g=225$ m alınarak birer adet daha deney yapılmıştır. Burda mahmuz boyunun dolmayı nasıl etkilediği çok kaba bir şekilde de olsa görülmek istenmiştir. Burda yapılan birer adet deney pek güvenilir olmasa da en azından bize bir fikir verebilir.



Şekil 6.10 Düz Mahmuzlarda Bölgelere Göre Dolma Miktarının H_0/L_x İle Değişimi

6.3.1 Düz Mahmuzlarda

Burada, ilk önce $L_x=75$ m ve $L_g=150$ m'ye karşılık gelen üçüncü deneyle $L_x=100$ m ve $L_g=200$ m olan beşinci deneyin incelenmiştir (Şekil 6.10). Grafiğe göre mahmuz boyu 75 m'den 100 m'ye çıkınca, 1 bölgesinde sabit sayılabilecek küçük bir artma ve 6 bölgesinde biraz daha fazla bir artma görülmektedir. Boy artışı bu bölgeleri olumlu yönde etkilemiştir. 2, 3, 4 ve 5'inci bölgelerde ise erozyon oluşmuş, sadece 5 bölgesi pozitif bölgede kalmış, diğerleri negatif bölgeye düşmüşlerdir. Şekil 6.9'de toplam dolma miktarının H_0/L_x ile değişimi çizilmiş, fakat yapılan deney sayısı denklem çıkartmaya elverişli olmadığından buradan bir denklem çıkarılmamıştır. Ancak burada mahmuz boyu ile dolmanın azaldığı görülmektedir.

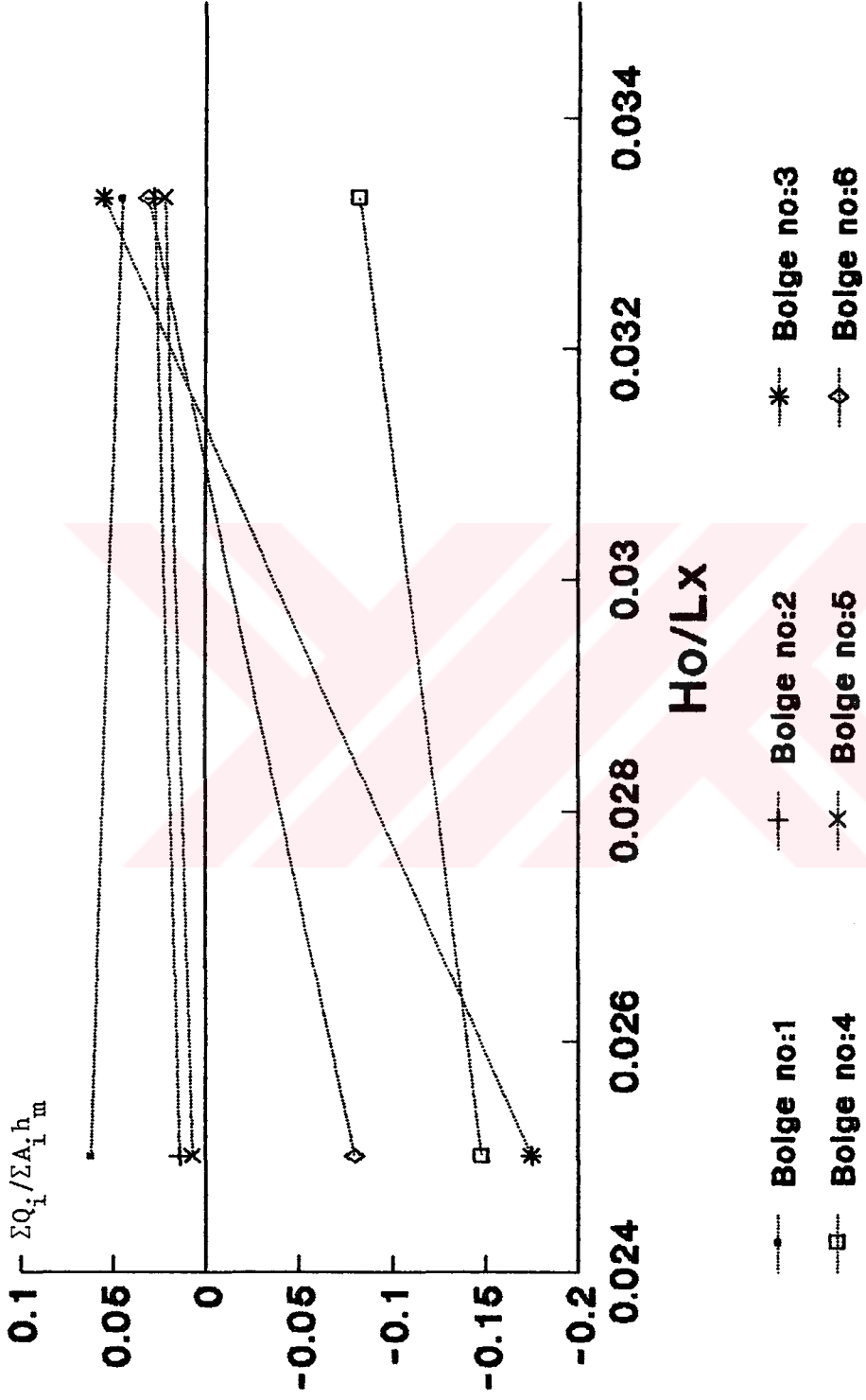
6.3.2 T Mahmuzlarında

Grafik 6.10'a bakarsak, burada 1 bölgesi yine sabit sayılabilecek bir artış göstermiştir. Geri kalan 2, 3, 4, 5 ve 6'ıncı bölgeler ise erozyona maruz kalmıştır. 2 ve 5'inci bölgeler küçük bir azalış göstermiş ve pozitif bölgede kalmışlardır. 3, 4 ve 6'ıncı bölgeler negatif bölgeye geçmişlerdir. Grafik 6.8'e göre, "T" mahmuzunda da mahmuz boyuyla beraber azalma göze çarpmaktadır.

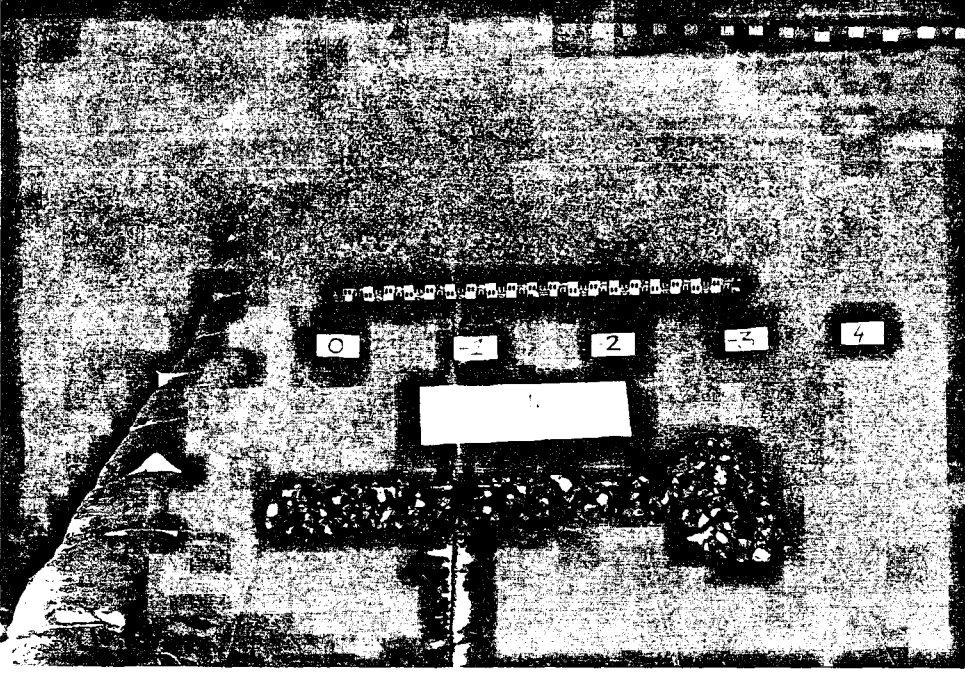
Sonuç olarak, çok büyük bir etki yapmamakla beraber mahmuz boyunun 25 m olarak artması dolmayı olumsuz etkilemiştir. Burada tabiki kıyı boyu sediment taşınımında etkisi vardır. Sediment taşınımının yoğun olduğu yerlerde mahmuz boyları daha uzun olabilir.

6.4 Düz ve T Mahmuzların Dolmaya Etkieinin Karşılaştırılması

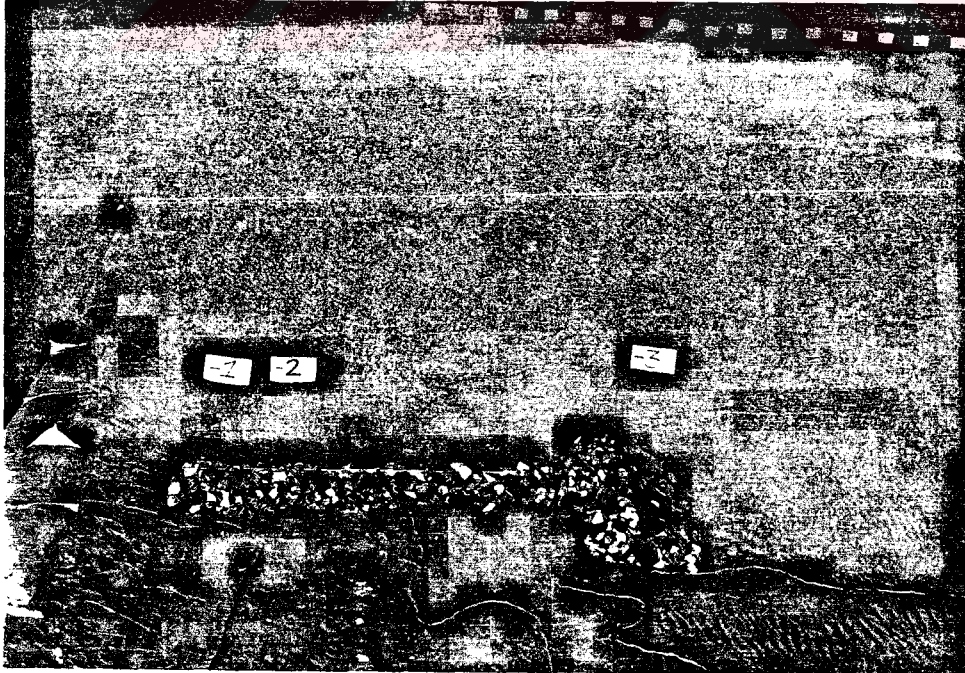
Yapılan çalışmada, mahmuz boy ve aralığının araştırılması yanında, düz ve "T" mahmuzlarının birbirlerine göre üstünlükleri de araştırılmıştır. Tablo 6.12, Şekil 6.6 ve 6.7'yi gözönüne alırsak, "T" mahmuzlarının $L_g/L_x=2.25$ değerine kadar pozitif bölgede kaldığını, oysa düz mahmuz



Şekil 6.11 I Mâhmuzlarında Bölgelere Göre Dolma Miktarının H_0/L_x ile Değişimi



Fotoğraf 6.3 Deney Öncesi T Mahmuzu



Fotoğraf 6.4 Deney Sonrası T Mahmuzu

değerlerinin $L_g/L_x=1.2-1.25$ arasında bir yerden sonra negatif bölgeye indiğini görürüz. Burada yaklaşık bir değer verirsek "T" mahmuzu, $R_i=0.4$ ve $Q_i=0.065$ değerleri kadar düz mahmuzlardan fazla görünmektedir.

Tablo 6.12 Deney Sonuçlarının Toplam Değerleri

Deney No	h_i (m)	A_i (m ²)	Q_i (m ³)	h_j (m)	R_i	Q_i
						$A_i \cdot h_m$
1	1.75	8437.50	273.44	0.032	0.013	0.013
2	-3.90	12656.25	-609.37	-0.050	-0.020	-0.020
3	-5.65	16875.00	-882.81	-0.0523	-0.021	-0.021
4	-22.45	18984.375	-3507.8	-0.185	-0.074	-0.074
5	-21.15	30000.00	-3304.69	-0.110	-0.044	-0.033
6	8.25	12656.25	1289.065	0.102	0.0407	0.0407
7	6.30	16875.00	984.380	0.0583	0.023	0.023
8	5.00	18984.36	781.260	0.041	0.0164	0.0164
9	-5.85	21093.78	-914.06	-0.043	-0.0173	-0.0173
10	-32.00	37500.00	-5000.0	-0.1333	-0.0533	-0.040

BÖLÜM 7

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada düz ve T mahmuzlarının kıyı bölgesine etkileri incelenmiş ve çalışma için örnek olarak Doğu Karadeniz Bölgesi seçilmiştir. İncelemede, teorik bir matematik model verilmişse de, çalışmanın asıl amacı model çalışmasıdır. Öncelikle örnek seçilen Doğu Karadeniz Bölgesi'nin şartları incelenmiş ve en genel haldeki veriler elde edilmiştir. Dalga periyodu $T=5.3$ sn, derin deniz dalga yüksekliği $H_0=2.5$ m, taban eğimi $1/30$ ve hakim dalga yönü olarak da NW kullanılmıştır. Bölge için en uygun mahmuz çeşidi ve boyutları araştırılmıştır. Burada her ne kadar Doğu Karadeniz Bölgesi için inceleme yapılmışsa da elde edilen sonuçların başka bölgelerde de kullanılacağı ve faydalı olacağı düşünülmüştür. Çalışmadan elde edilen birtakım sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Yapılan çalışmaya göre düz mahmuzlara nazaran T mahmuzları daha iyi sonuçlar vermektedir. T mahmuzlarında dolmalar daha hızlı ve fazla erozyon ise daha azdır. Ayrıca T mahmuzları suni besleme yapılmasına daha elverişlidir.

2. Değerlendirmelere göre optimum dolma sağlanması için mahmuz boyu ile mahmuz aralığı arasında bir ilişkinin olması gerektiği anlaşılmıştır. Bu oran düz mahmuzlarda,

$$L_g = (1 - 1.25) \cdot L_x$$

ve "T" mahmuzlarında ise,

$$L_g = (1.5 - 2.30) \cdot L_x$$

kadardır. Bu aralıkların maksimum değerlerinden sonra erozyon çok büyük değerlere ulaşmaktadır.

3. Kıyı yapıları için kıyı boyu sediment akışı önemli bir etkidir. Kıyı boyu taşınım yoğun olduğu yerlerde veya dere ağızlarında yapılacak olan mahmuzlarda dolma çabuk ve etkili olmaktadır.

4. Bir kıyı yapısı oluşturulurken o bölgenin şartları çok iyi incelenmeli ve ona göre davranılmalıdır. Aksi halde yapımızın kıyının dengmesini alt üst etmesi kaçınılmazdır. Bir yerde oluşturduğumuz koruma, daha ilerde bir yerde erozyona sebep olabilir.

5. Sediment akışının yetersiz olduğu yerlerde mahmuzlar arasına suni besleme yapmak uygun olacaktır.

6. Mahmuzlar dizayn edilirken, olaylar ayrı ayrı ele alınmamalı, bir mahmuz sisteminin yapımı şeklinde düşünölmelidir.

7. Bir kıyı yapısı inşa edilmeden önce, şartlar müsait olursa bir model çalışmasıyla beraber proje yapılırsa çok daha iyi sonuçlar elde edilir. Aksi halde yanlış projelendirmeler kıyımızın dengmesini bozacaktır.

Buradaki deneyler kıyı normali ile 30° yapan dalga durumu için yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir. İlerki çalışmalarda bir kaç değişik açı için deneyler yapılabilir ve çalışma ilerletilebilir. Ayrıca mahmuz boyu ve mahmuz başlığının dolmaya etkisi araştırılabilir.

Sonuç olarak saydığımız maddeler, inşa edilecek bir mahmuz sistemi için gözönüne alınması gerekli olan ölçütlerdir. Bunların gözönüne alınması durumunda kıyımızın korunmasını ve yapay sahil oluşmasının hızlanması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bilgin, R., Ertas, B., Doğu Karadeniz Sahil Tahkimat Projesi, Ara Rapor No:1 ve 2, K.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Laboratuvarı, Trabzon, 1986.
2. Bilgin, R., Ertas, B., Doğu Karadeniz Sahil Tahkimat Projesi, Sonuç Raporu, K.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü Hidrolik Laboratuvarı, Trabzon, 1986.
3. Turan, U., Tek Sıra Kaplamalı Taş Taş Dolgu Kıyı Koruma Yapı Tiplerinin Belirlenmesi ve Stabilitelerinin Tayini, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1990.
4. Önsay, H., Yüksek, Ö., Doğu Karadeniz'de Deniz Erozyonuna Karşı Koruma ve Yapay Plajlar İçin Kıyıya Dik Yapıların Etüdü, K.T.Ü.-DPT Araştırma Projesi, Mayıs 1993, Trabzon
5. Press, H., Seewasserstrassen und Seehafen, Verlag von Wilhelm Ernst und Sohn, Berlin-München, 1962.
6. Özkan, E., Günbak, A.R., Introduction to Coastal and Harbour Engineering, Ders Notları, ODTÜ, Ankara, 1985.
7. Manoujjan, S., Migniot, C., Un Exemple de Difficultes de la Protection du Littoral Contre L'erosion Marine: le cas de la cote d'Anglet (Pyrenees Atlantiques), La Houille Blanche 5(1979) 280-290.
8. Price, W.A., Tomlinson, K.W., The Effect of Groynes on Stable Beaches, Hydraulic Research Station, Wallingford Great Britain, Coastal Engineering Vol:1, (1968) 518-526.
9. Ishihara, T., Sawaragi, T., Stability of Beaches Using Groins, Coastal Engineering, Vol:1, (1964) 299-309.
10. Anderson, G.I., Hardaway, C.S., Gunn, J.R., Beach Response to Spurs and Groins, Coastal Structures'83, (1983), 727-739.
11. Moutzouris, C.I., Observation of the Post-Construction Performance of a System of Groins Along on Eroding Beach", Coastal Engineering Practice '92, Long Beach, California, Marc 9-11, (1992) 303-319.
12. Barcelo, J.P., Experimental Study of Hydraulic Behaviour of Groyne System, Coastal Engineering, Vol:1, (1968) 526-547.

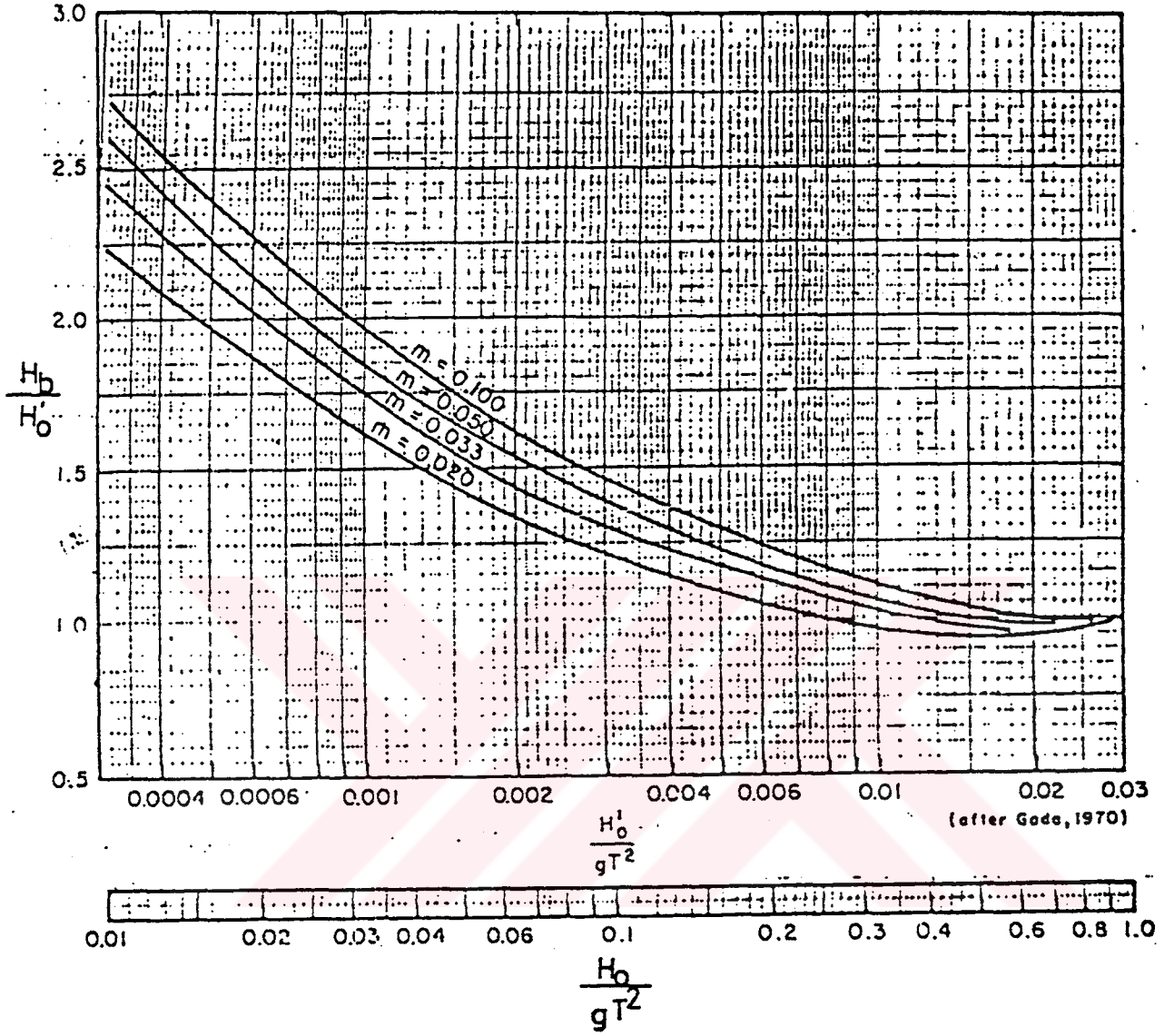
13. Komar, P.D., Coastal Erosion in Response to the Construction of Jetties and Breakwaters, CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion, (1983) 191-204.
14. Yüksek, Ö., Balıkçı Barınaklarının Dolma Sürecinin Araştırılması ve Uygun Proje Ölçütlerinin Geliştirilmesi", Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1992.
15. Çam, T., Doğu Karadeniz'de Dalga Tahmini ve Tasarım Dalgası Özelliklerinin Belirlenmesi , Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1986.
16. Orhan, F., Doğu Karadeniz Akarsularında Sürüntü Maddesi Hareketi ve Miktarının Etüdü , Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1992.
17. EİE Genel Müdürlüğü, Türkiye Akarsularında Sediment Gözlemleri ve Sediment Taşınım Miktarları EİE Yayın No:87-44, Ankara, 1987.
18. CERC. Shore Protection Manuel, Chapter4, Littoral Processes, Washington, 1987.
19. Bilgin, R., Kıyı Hidroliği Ders Notları, K.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 1988.
20. Hanson, H., Kraus, N.C., GENESIS: Generalized Model for Simulating Shoreline Change . Report 1, Technical Reference, Cerc, Mississippi. (1989) 25-57.
21. Hanson, H., GENESIS: Generalized Shoreline Change Numerical Model. Journal of Coastal Research. Vol:5. No:1, (1989) 1-27.



E K L E R

Ek A.1 DeneYlerde Kullanılan Veriler

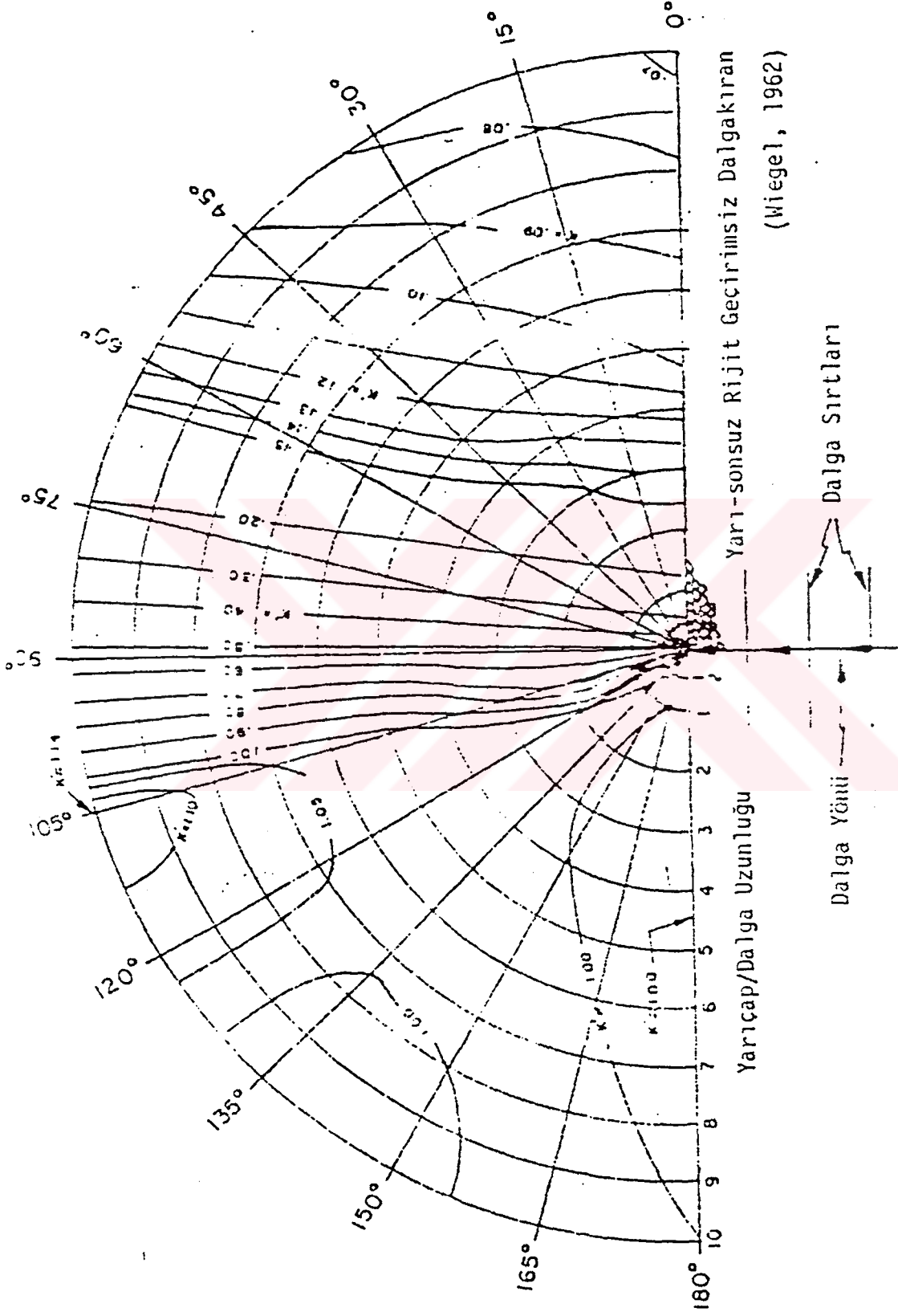
DeneY No	L_g (m)	L_x (m)	L_b (m)	H_0 (m)	h_m (m)	L_g	H_0	H_0
						L_x	L_g	L_x
1	75	75	—	2.5	2.5	1.0	0.033	0.033
2	112.50	75	—	2.5	2.5	1.5	0.022	0.033
3	150	75	—	2.5	2.5	2.0	0.0167	0.033
4	168.75	75	—	2.5	2.5	2.25	0.0148	0.033
5	200	100	37.50	2.5	3.33	2.0	0.0125	0.025
6	112.50	75	37.50	2.5	2.5	1.5	0.022	0.033
7	150	75	37.50	2.5	2.5	2.0	0.0167	0.033
8	168.75	75	37.50	2.5	2.5	2.25	0.0148	0.033
9	187.50	75	37.50	2.5	2.5	2.5	0.013	0.033
10	225	100	50.00	2.5	3.33	2.25	0.011	0.025



Ek A.2. Derin Su Dalga Dikliğine (H_0/gT^2) Karşılık
Kırılma Yüksekliği İndeksi (H_b/H_0)

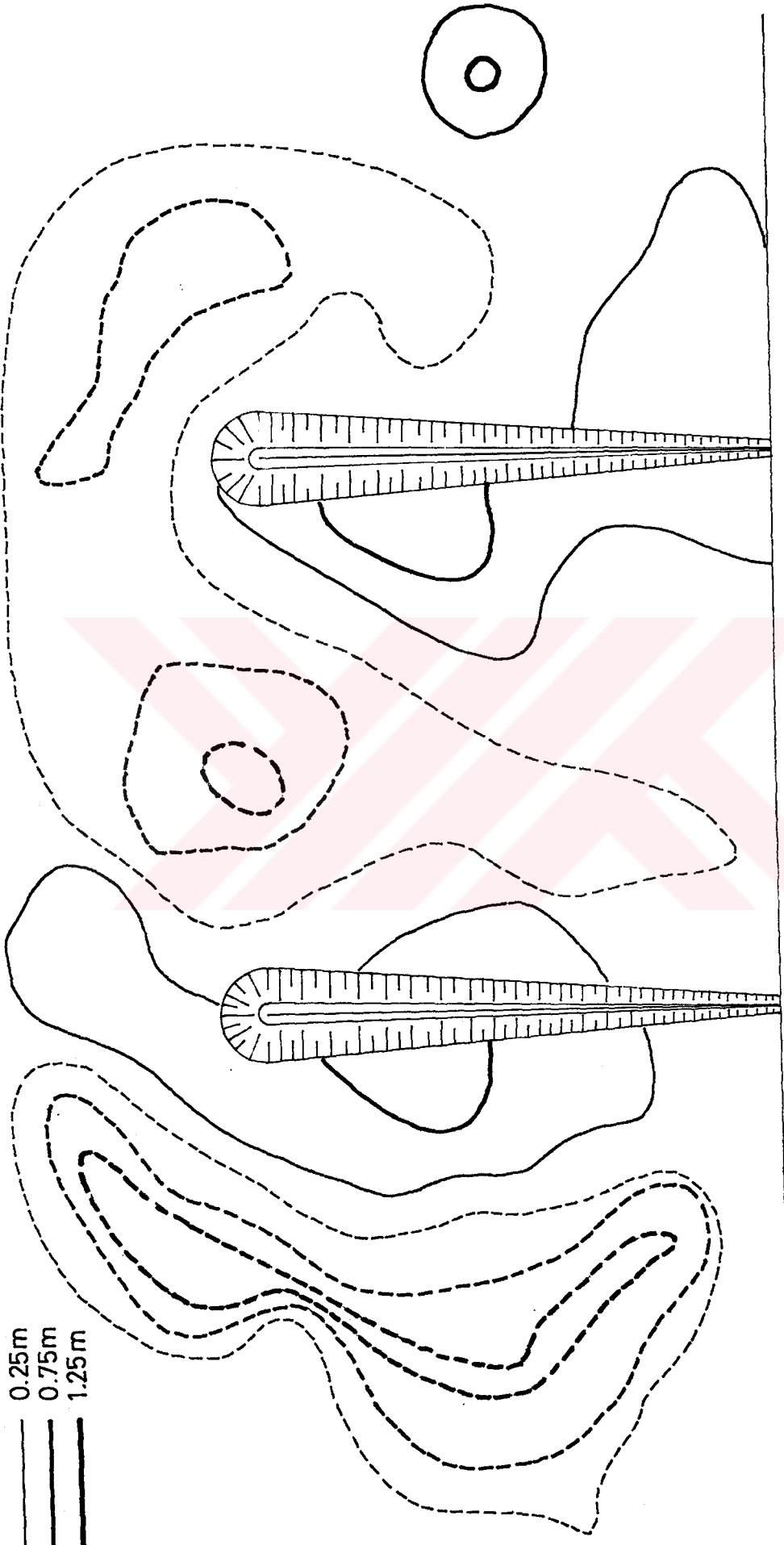
Ek A.3. Ağırlık Dalgaları Tablosu

$\frac{h}{L_0}$	$\tanh \frac{2\pi h}{L}$	$\frac{h}{L}$	$\frac{2\pi h}{L}$	$\sinh \frac{2\pi h}{L}$	$\cosh \frac{2\pi h}{L}$	$\frac{4\pi h/L}{\sinh 4\pi h/L}$	$\frac{H}{H_0}$
0.00	0.000	0.0000	0.000	0.000	1.00	1.000	—
01	248	0403	253	256	03	0.958	1.44
02	347	0576	362	370	07	918	23
03	420	0714	448	463	10	877	12
04	480	0833	523	548	14	839	06
0.05	0.531	0.0942	0.592	0.627	1.10	0.800	1.02
06	575	104	655	703	22	763	0.993
07	614	114	716	778	27	725	971
08	649	123	774	854	31	690	955
09	681	132	831	0.930	36	654	942
0.10	0.709	0.141	0.886	1.01	1.42	0.621	0.933
11	735	150	940	08	48	587	926
12	759	158	0.994	16	54	555	920
13	780	166	1.05	25	60	524	917
14	800	175	10	33	67	494	915
0.15	0.818	0.183	1.15	1.42	1.74	0.465	0.913
16	835	192	20	52	82	437	913
17	850	200	26	61	90	410	913
18	864	208	31	72	1.99	384	914
19	877	217	36	82	2.08	359	916
0.20	0.888	0.225	1.41	1.94	2.18	0.335	0.918
21	899	234	47	2.06	28	313	920
22	909	242	52	18	40	291	923
23	918	251	58	31	52	270	926
24	926	259	63	45	65	251	929
0.25	0.933	0.268	1.68	2.60	2.78	0.233	0.932
26	940	277	74	76	293	215	936
27	946	285	79	2.92	3.09	199	939
28	952	294	85	3.10	25	183	942
29	957	303	90	28	43	169	946
0.30	0.961	0.312	1.96	3.48	3.62	0.155	0.949
31	965	321	2.02	69	3.83	143	952
32	969	330	08	3.92	4.04	131	955
33	972	339	13	4.16	28	120	958
34	975	349	19	41	52	110	961
0.35	0.978	0.358	2.25	4.68	4.79	0.100	0.964
36	980	367	31	4.91	5.07	091	967
37	982	377	37	5.28	37	083	969
38	984	386	42	61	5.70	075	972
39	986	396	48	5.96	6.04	068	974
0.40	0.988	0.405	2.54	6.33	6.41	0.064	0.976
41	989	414	50	6.72	6.80	057	978
42	990	424	66	7.15	7.22	052	980
43	991	434	72	7.60	7.66	047	982
44	992	443	79	8.08	8.14	042	983
0.45	0.993	0.453	2.85	8.58	8.64	0.038	0.985
46	994	463	91	9.13	9.19	035	986
47	995	472	2.97	9.71	9.76	031	987
48	996	482	3.03	10.3	10.4	028	988
49	996	492	09	11.0	11.0	026	990
0.50	0.996	0.502	3.15	11.7	11.7	0.023	0.990

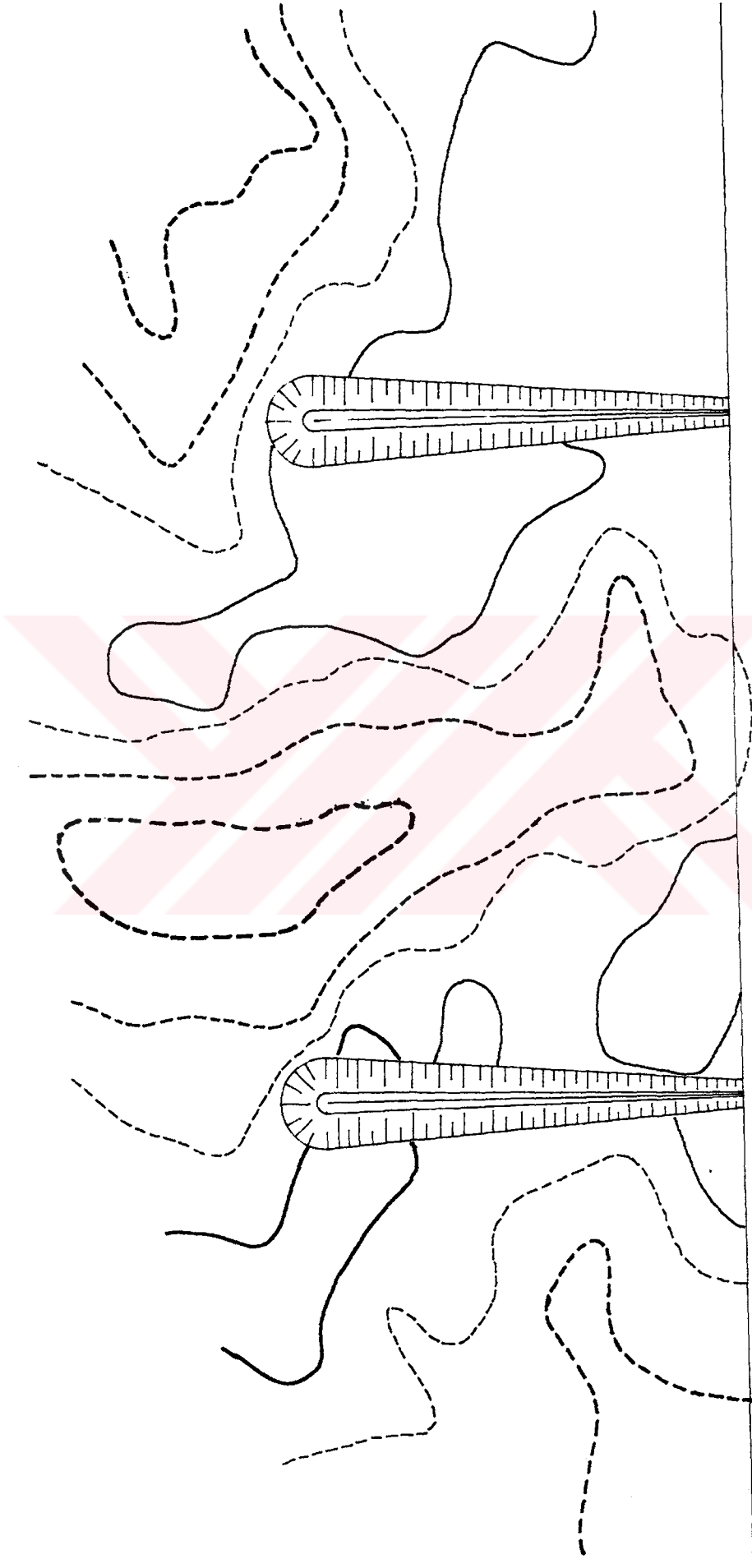


Ek A.4. Dalga Kırınım Diyagramı (Dalga açısı 90°)

- 1.25 m
- 0.75 m
- 0.25 m
- 0.25 m
- 0.75 m
- 1.25 m



Ek A.5. Birinci Deneş



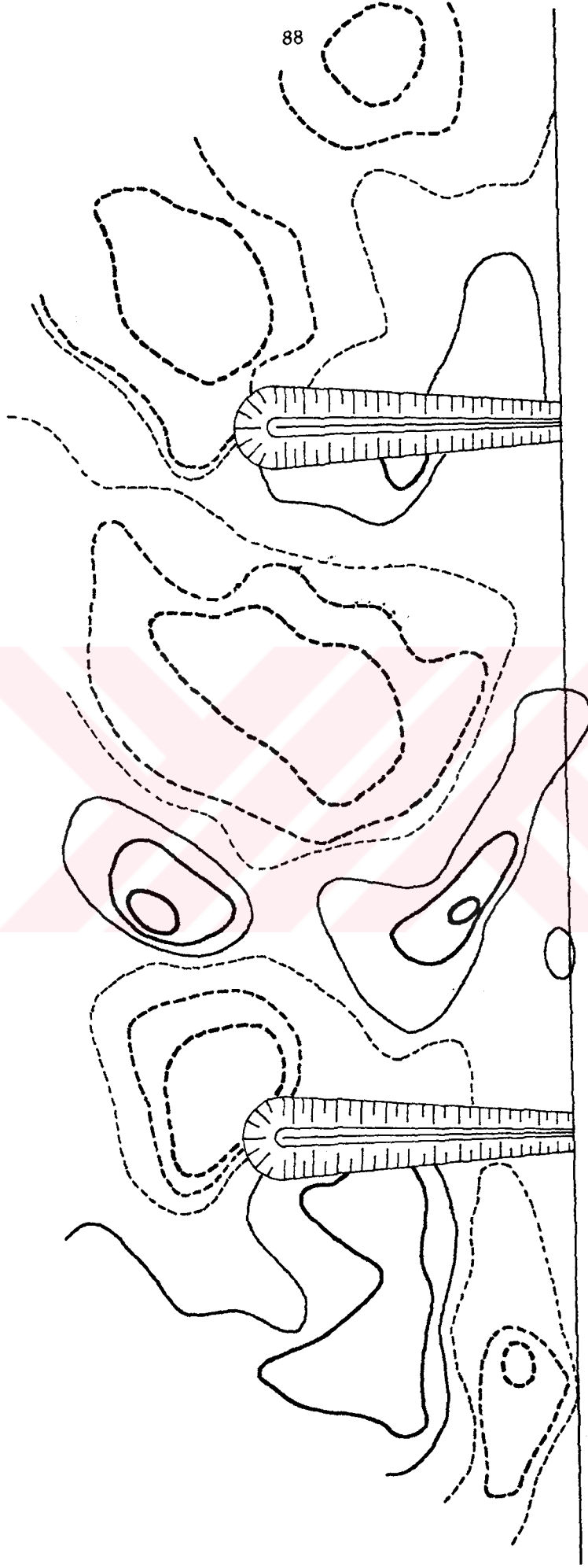
Ek A.6. İkinci Deneş

0 10 20 30 m



Ek.A.7. Üçüncü Denev

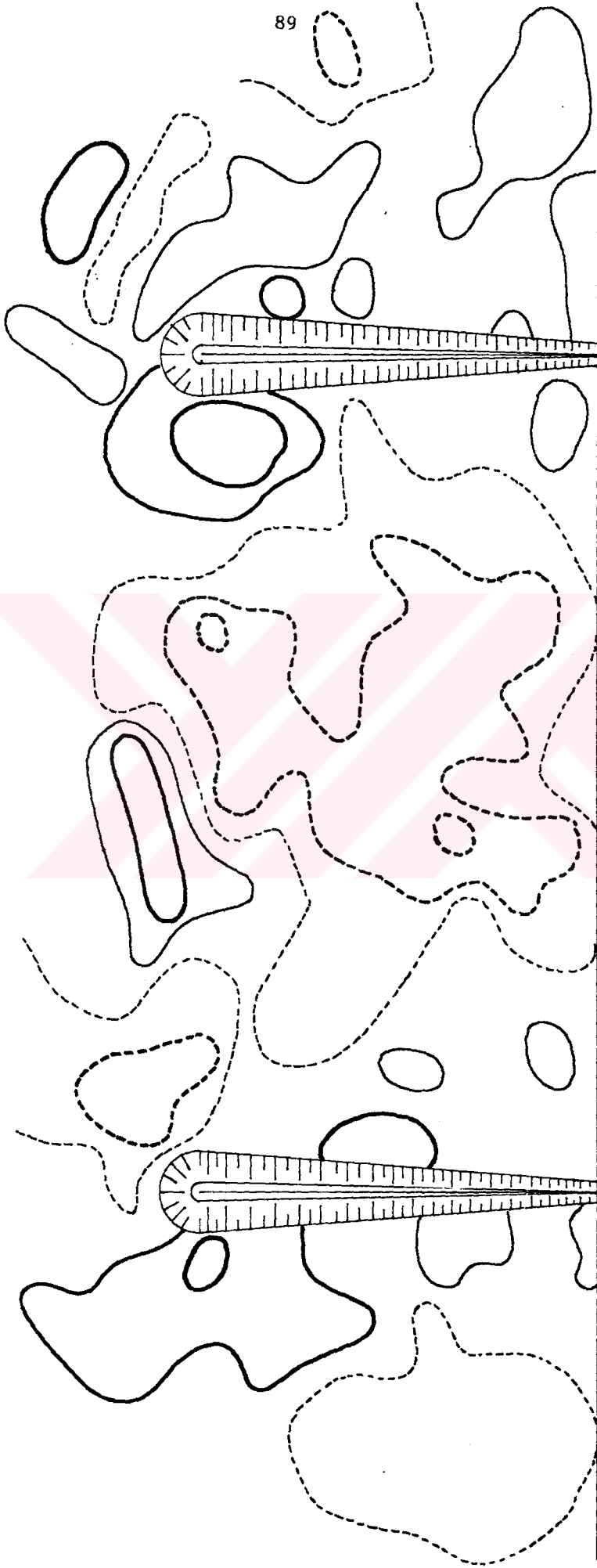
0 10 20 30 m.



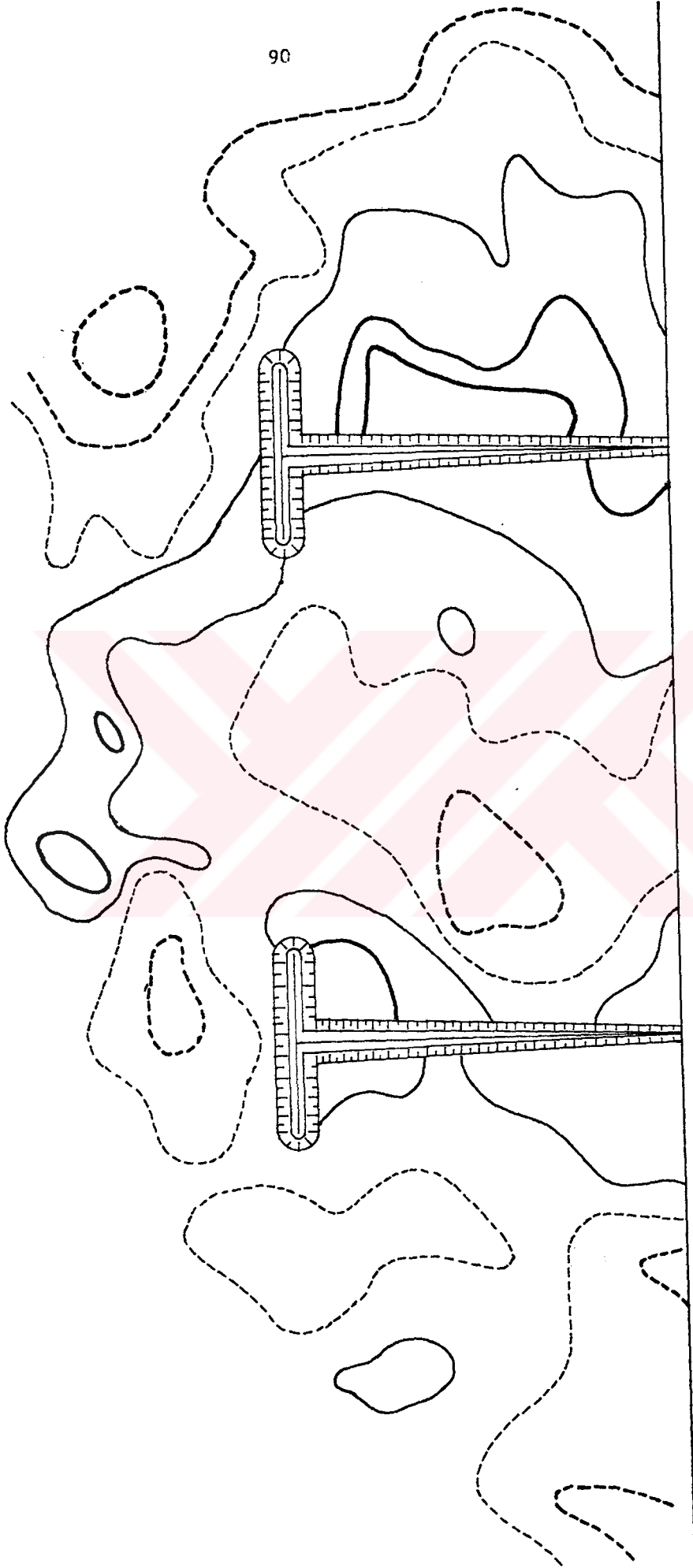
88

Ek A.8. Dördüncü Deneý

0 10 20 30 m

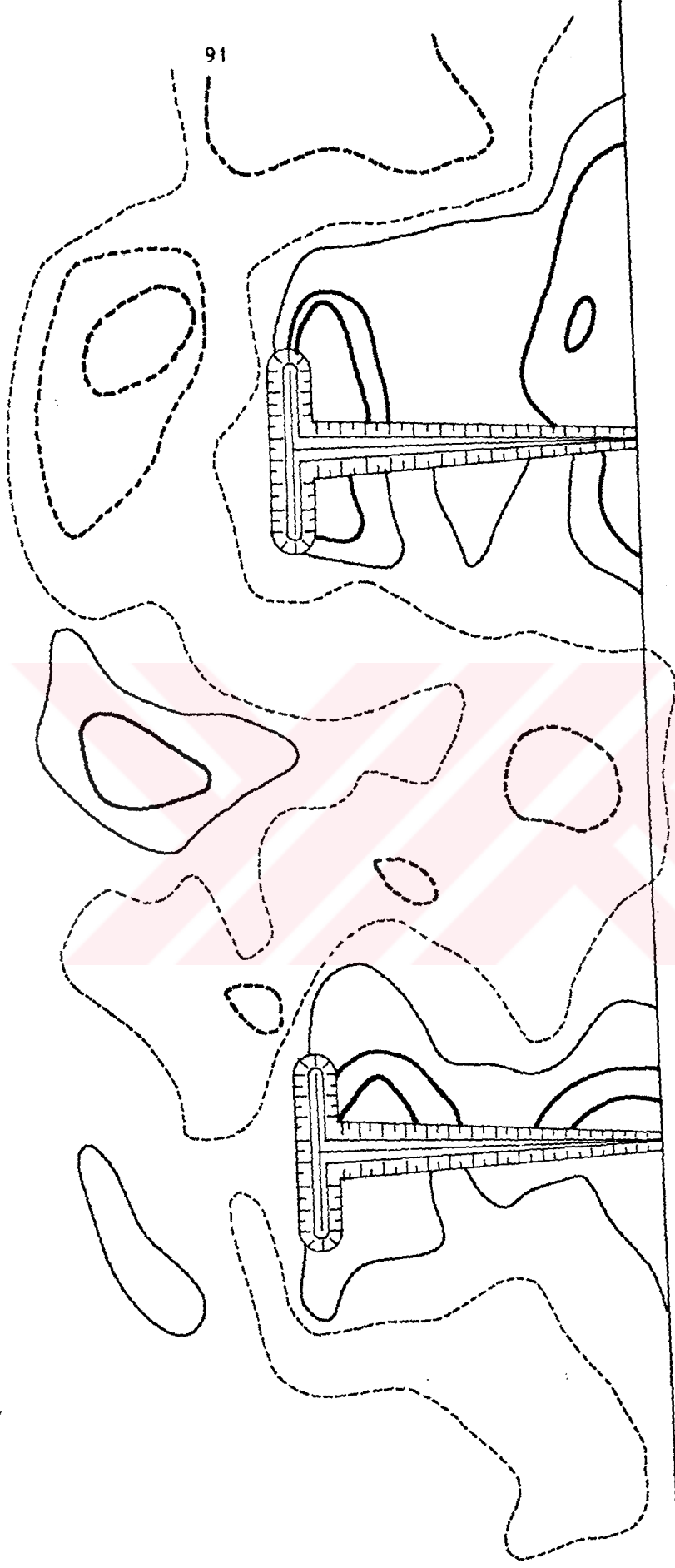


Ek A.9. Beşinci Deney



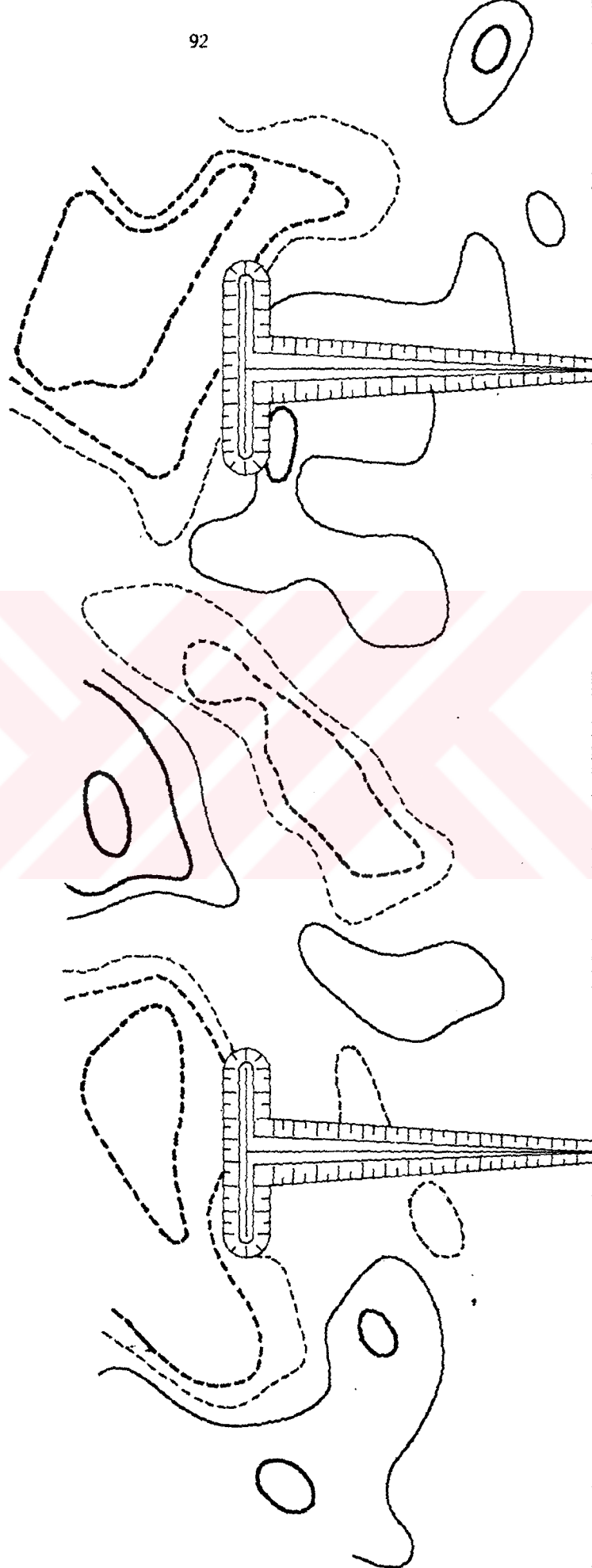
Ek A.10. Altıncı Deneç





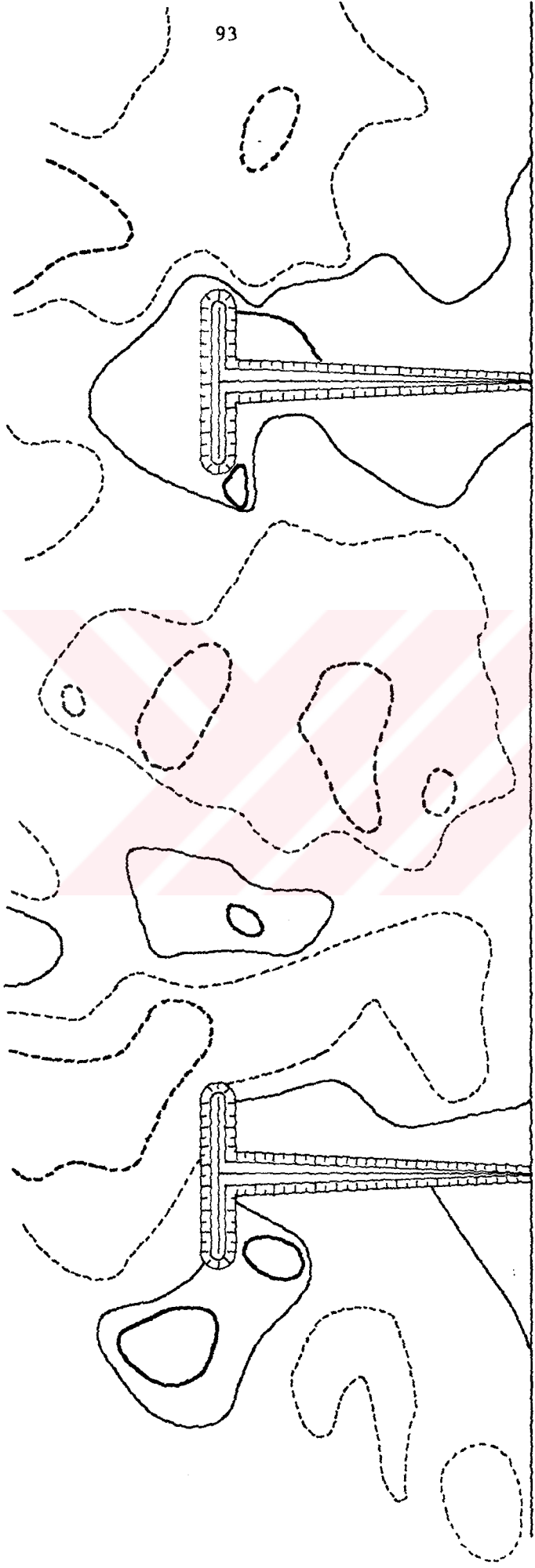
91

Ek.A.11. Yedinci Dencey

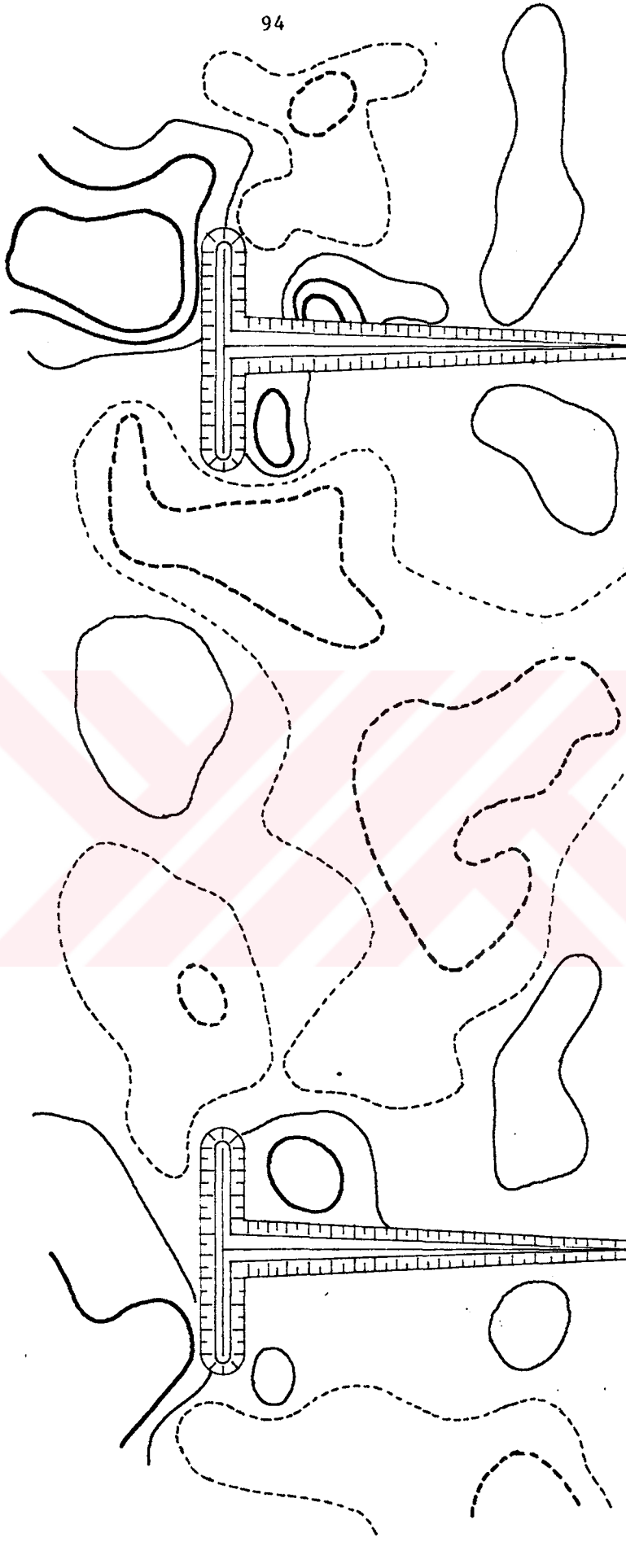


Ek A.12. Sekizinci Deneş

0 10 20 30 m



Ek A.13. Dokuzuncu Deney



Ek A.14. Onuncu Dency

0 10 20 30 m

ÖZGEÇMİŞ

1969 yılında Çorum' da doğdu. İlkokulu Bahçelievler İlkokulu'nda, Ortaokulu Eti Ortaokulunda ve liseyi Çorum Atatürk Lisesi' nde 1986 yılında bitirdi. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girdi. 1990 yılında mezun oldu ve ilk beş arasına girerek sınavsız yüksek lisans hakkını elde etti. Açılan sınavı kazanarak Kasım 1991 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı ve halen bu görevini sürdürmektedir. İngilizce bilmektedir.

