

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIYI KORUMASINDA AÇIKDENİZ DALGAKIRANLARIN ETÜDÜ VE
DEREKÖY (SAMSUN) ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Serkan BAKKALOĞLU

**HAZİRAN 2006
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KIYI KORUMASINDA AÇIKDENİZ DALGAKIRANLARIN ETÜDÜ VE
DEREKÖY (SAMSUN) ÖRNEĞİ**

İnş. Müh. Serkan BAKKALOĞLU

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08/05/2006
Tezin Savunma Tarihi : 12/06/2006**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hızır ÖNSOY
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer YÜKSEK
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mithat VICİL**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

Trabzon 2006

ÖNSÖZ

Araştırma konusunun seçiminde ve yürütülmesinde bana yol gösteren, hiçbir zaman yardımlarını esirgemeyen danışmanım ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Hızır ÖNSOY' a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmalarım süresince gerekli olan yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Ömer YÜKSEK' e, Arş. Gör. Murat KANKAL'a ve İnş. Müh. Adem AKPINAR'a şükranlarımı sunarım.

Araştırma çalışmalarımda bana destek veren proje başmühendisi Mustafa YILMAZ, yapım başmühendisi Berna ÜNAL nezdinde Eski DLH (Samsun Ulaştırma Bölge Müdürlüğü) yetkililerine teşekkürlerimi sunarım.

Serkan BAKKALOĞLU

Trabzon 2006

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
	<u>No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	
VI	
SUMMARY.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	X
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yapılan Çalışmaların Amaç ve Kapsamı.....	2
1.3. Literatür Çalışması.....	2
1.4. Dalga Mekaniği.....	10
1.4.1. Basit Dalga Profili	10
1.4.2. Dalgaların Değişime Uğraması (Dalgaların Transformasyonu)	11
1.4.2.1. Dalga Sığlaşması	12
1.4.2.2. Dalga Sapması	12
1.4.2.3. Dalga Kırınımı	13
1.4.2.4. Dalga Yansıması	14
1.4.2.5. Dalga Kırılması.....	14
1.5. Sediment (Katı Madde) Rejimi	15
1.5.1. Akarsuların Taşdığı Katı Madde	15
1.5.2. Kıyılarda Katı Madde Taşınımı	17
1.5.3. Katı Madde Taşınımını Etkileyen Faktörler	17
1.5.3.1. Dalgalar	18
1.5.3.2. Akıntılar	18
1.5.3.3. Gel-gitler	18
1.5.3.4. Rüzgarlar	19
1.5.3.5. Diğer Faktörler	19
1.5.4. Kıyı Hidrodinamik Dengesi	19

1. 5. 5.	Kıyıya Dik Taşınım	20
1. 5. 5. 1.	Tabanda Hareketin Başlaması	20
1. 5. 5. 2.	Katı Madde Taşınım Bölgesinin Sınırı	21
1. 5. 5. 3.	Kıyıya Dik Taşınım Debisi	21
1. 5. 6.	Kıyı Boyu (Kıyıya Paralel) Taşınım	22
1. 5. 6. 1.	Kıyı Boyu Taşınım Debisi	23
1. 6.	Kıyı Koruma Yapıları	24
1. 6. 1.	Liman ve Barınaklar	24
1. 6. 2.	Mahmuzlar	25
1. 6. 3.	Açık Deniz Mendirekleri	27
1. 6. 4.	Kıyı Perdeleri	28
1. 6. 5.	Kıyı Duvarları	28
1. 6. 6.	Kıyı Kaplamaları (Tahkimatları)	28
1. 6. 6. 1.	Taş tahkimatlarında malzemenin temel nitelikleri	29
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	30
2. 1.	Çalışma Alanının Tanıtımı	30
2. 2.	Arazi Çalışmaları.....	32
2. 2. 1.	Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının daha önceki literatür çalışmalarına göre değerlendirilmesi.....	32
2. 2. 1. 1.	Seiji, Uda ve Tanaka'nın yapmış olduğu araştırmaya göre Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının durumu.....	32
2. 2. 1. 2.	Dally ve Pope' un yapmış olduğu araştırmaya göre Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının durumu.....	33
2. 2. 1. 3.	Nir'in yapmış olduğu araştırmaya göre Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının durumu.....	34
2. 2. 2.	Açıkdeniz dalgakıranlarının korudukları bölgedeki malzeme miktarlarının değişimi.....	35
2. 2. 1. 1.	MEB Kampı Ve PTT Kampı Önündeki Kıyı Şeridinin 01.04.2004–03.08.2004 Tarihleri Arasındaki Değişimi.....	35
2. 2. 2. 2.	PTT kampı ve sağlık kampı önündeki kıyı şeridinin 01.04.2004–03.08.2004 tarihleri arasındaki değişimi.....	36
3.	BULGULAR VE İRDELEME.....	38
3. 1.	MEB kampı ve PTT kampı önünde bulunan açıkdeniz dalgakıranının ölçüm tarihleri itibariyle tutmuş olduğu malzeme miktarları... ..	38

3. 2.	PTT kampı ve sağlık kampı önünden, yani iki dalgakıran arasındaki bölgede ölçüm tarihleri itibariyle erozyona uğramış malzeme miktarları.....	38
3. 3.	Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının korudukları alan ve bu alanda tutulan malzeme miktarı.....	39
4.	SONUÇLAR.....	41
5.	ÖNERİLER.....	42
6.	KAYNAKLAR.....	43
7.	EKLER.....	45

ÖZET

Bu çalışmada açıkdeniz dalgakıranlarının kıyı değişimindeki rolü etüt edilmiştir. Ülkemizde sahil oluşturmak amacı ile ilk kez Samsun'un Dereköy beldesinde iki adet açıkdeniz dalgakıranı DLH tarafından inşa edilmiştir. Bu dalgakıranların, bir yıllık süreçteki kıyı kum hareketine etkileri incelenerek sahildeki değişim gözlemlenmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmaktadır.

Çalışmanın birinci bölümünde araştırma konusu ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve bu konu üzerinde yapılan çalışmalar aktarılmıştır.

İkinci bölümde, yapılan arazi çalışmaları anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, arazi çalışmalarından elde edilen bulgular verilmiştir.

Dördüncü bölümde sonuçlar, beşinci bölümde öneriler verilerek araştırma sonuçları özetlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Kıyı Koruması, Açıkdeniz Dalgakıranları, Kıyı Yığılması, Erozyon

SUMMARY

A Study on Offshore Breakwaters and a Case Study in Samsun

In this study, the effect of offshore breakwaters on coastal variation is studied. Two offshore breakwaters were constructed on Samsun Derekoy coasts, which were the first offshore breakwaters in Turkey. One-yearly field observations were carried out around their coastal area and the bathymetric variation were measured.

The study comprises five chapters.

In the first chapter, the scope of the study is introduced and a literature review is presented.

The performed observation studies are given in the second chapter.

In the third chapter, the results of the field study are given.

The conclusions and recommendations are presented in the fourth and fifth chapters, respectively.

Key Words: Coastal Protection, Offshore Breakwaters, Coastal Accretion, Erosion

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Balıkçı barınağının neden olduğu erozyon.....	10
Şekil 2.	Erozyonu önlemek için önerilen seri mahmuzlar.....	10
Şekil 3.	Sinüs dalgasının tanımı	11
Şekil 4.	Dalgaların bir engel etrafında kırınımı	13
Şekil 5.	Kıyı hidrodinamik dengesi	20
Şekil 6.	Bir liman veya balıkçı barınağında sığlaşma başlangıcı	25
Şekil 7.	Bir liman veya balıkçı barınağında sığlaşma sonucu havzanın dolması.....	25
Şekil 8.	Üç adet düz mahmuzdan oluşan mahmuz sisteminin kıyıya etkisi	26
Şekil 9.	Bir açık deniz mendireğinin kıyıya etkisi	27
Şekil 10.	Yatık yüzeyli kıyı tahkimatı	29
Şekil 11.	Samsun Dereköy Balıkçı Barınağı, T Mahmuz ve Offshore Tipi Dalgakıran Sahil Tahkimatı	31
Şekil 12.	01.04.2004 - 03.08.2004 tarihleri arasındaki kıyı çizgisinin değişimi..	35
Şekil 13.	Hesap üçgeni.....	35
Şekil 14.	01.04.2004 - 03.08.2004 tarihleri arasındaki kıyı çizgisinin değişimi..	36
Şekil 15.	Hesap üçgeni.....	37
Şekil 16.	Koruma alanının görünümü.....	39
Ek Şekil 1.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 03.08.2004).....	45
Ek Şekil 2.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 02.11.2004).....	46
Ek Şekil 3.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.12.2004).....	47
Ek Şekil 4.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 13.01.2005).....	48
Ek Şekil 5.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 12.04.2005).....	49

Ek Şekil 6.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 11.05.2005).....	50
Ek Şekil 7.	MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.06.2005).....	51
Ek Şekil 8.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 03.08.2004).....	52
Ek Şekil 9.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 02.11.2004).....	53
Ek Şekil 10.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.12.2004).....	54
Ek Şekil 11.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 13.01.2005).....	55
Ek Şekil 12.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 12.04.2005).....	56
Ek Şekil 13.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 11.05.2005).....	57
Ek Şekil 14.	PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.06.2005).....	58
Ek Şekil 15.	Samsun-Dereköy açıkdeniz mendirekleri mahmuz arkası kıyı kum hareketi takip planı	65

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. İlgili ölçüm tarihleri itibariyle tutulan malzeme miktarları.....	38
Tablo 2. İlgili ölçüm tarihleri itibariyle erozyona uğrayan malzeme miktarları..	39

SEMBOLLER DİZİNİ

a	: Dalga genliği
B	: Açıkdeniz dalgakıran uzunluğu
C_g	: Dalga grup hızı
d	: Dane çapı
d	: İlgili noktadaki su derinliği
d_b	: Kırılma noktasındaki su derinliği
d_1	: 1 bölgesinin su derinliği
d'	: Taban malzemesinin taşınabileceği maksimum derinlik
D	: Sediment taşınımındaki ortalama tane çapı
D_{50}	: Bir dalga geçişi sırasında hareket ettirilebilecek tanenin ortalama çapı
E	: Dalga enerjisi
f	: Bir fonksiyonun ifadesi
f_i	: İ fırtınasının bir yıl içinde görölme yüzdesi
g	: Yerçekimi ivmesi
G	: Dalgakıranlar aralığı
h	: Ortalama katı madde biriktirme yüksekliği
H	: Kum tutma miktarları (H_1, H_2, H_3, H_4)
H_0/L_0	: Dalga dikliği
H	: İlgili noktadaki dalga yüksekliği
H	: Difraksiyona maruz kalmış dalga yüksekliği
H_b	: Kırılma noktasındaki dalga yüksekliği
H_i	: Gelen dalga yüksekliği
H_o	: Derin deniz dalga yüksekliği
j	: Akarsuyun taban eğimi
K_r	: Sapma katsayısı
K_s	: Sığlaşma katsayısı
L	: Yapı üzerindeki dalga uzunluğu
L_g	: Mahmuz aralığı
L_x	: Mahmuz uzunluğu
L	: Dalga boyu

L_0	: Derin deniz dalga boyu
L_1	: 1 bölgesinin dalga boyu
m	: Taban eğimi
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
PTT	: Posta ve Telgraf Teşkilatı
P	: Birim boydaki bir dalga tepesinin sahip olduğu enerji akısı
t	: Zaman
T	: Dalga periyodu
u	: Rüzgar hızı
Q_s	: Katı madde taşınım debisi
Q_{net}	: Net katı madde taşınım debisi
$Q_{sağ-sol}$: Sağdan sola katı madde taşınım debisi
$Q_{sol-sağ}$: Soldan sağa katı madde taşınım debisi
Q_{toplam}	: Toplam katı madde taşınım debisi
x	: Yatay eksen boyunca alınan mesafe
X	: Dalgakıranların kıyıdan başlangıç uzaklığı
X_s/X	: Tombolo genişliğinin başlangıç açıklığına oranı
V	: Akımın ortalama hızı
α	: Dalga geliş açısı ve değişimleri ($\alpha_0, \dots, \alpha_n$)
α_0	: Derin deniz dalga açısı
α_1	: 1 bölgesinin dalga açısı
ρ	: Akışkanın özgül ağırlığı
ρ_s	: Katı madde taşınımındaki taneciğin özgül ağırlığı
ν	: Akışkanın kinematik viskozitesi
γ	: Suyun özgül ağırlığı
η	: Dalga profiline bağlı bir değişken
δ	: Dalga dikliği

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Deniz ve sahil boyu ulaşım kolaylıkları, gıda ve geçim kaynağı olan balıkçılığın gelişmesi, ayrıca dinlenme ve turizm açısından sağlamış olduğu faydalar düşünüldüğü zaman; kıyılar, insanlar için cazibe merkezleri olmuştur. Bunun doğal bir sonucu olarak da insanların yoğun ilgisine ve yerleşimine neden olmakta, kullanımları hızla artmaktadır. Buna bağlı olarak, çeşitli deniz ve kıyı yapılarına (liman, barınak, kıyı dolgusu, tahkimat v.b.) gereksinim doğmaktadır. Bu yapılar rasyonel planlanmadıkları zaman, çoğu kez kıyıda oluşan hidrodinamik dengeyi bozmakta ve kıyılarda aşınma veya yığılmaya sebep olmaktadır. Örneğin; turizm açısından son derece önemli bir yerleşim merkezi olan Alanya'nın Yalı plajında başlayan kıyı erozyonu halen devam etmektedir [1]. Söz konusu erozyon, geçtiğimiz yıllarda inşa edilen balıkçı barınağının bitirilmesinden sonra başlamıştır. Kıyı boyu akıntısını engelleyen bu yapı nedeniyle, Alanya Yalı plajındaki doğal denge bozulmuş ve yeterli sediment gelmemesi ile de deniz karaya doğru ilerlemeye başlamıştır. Çünkü; Kleopatra Plajının güneyine yapılan balıkçı barınağı, güneyden kuzeye doğru hareket eden kıyı boyu akıntısını engelleyerek, söz konusu plaja sediment taşınımını azaltmış ve erozyonun başlamasına neden olmuştur. Özellikle turizm açısından çok önemli olan plajlarımızın bu tür insan hataları sonucu kaybedilmemesi için, kıyı çizgisinde yapılması planlanan her türlü aktivitenin detaylı olarak incelendikten sonra yapılarına izin verilmesi gerekliliğini gösteren önemli bir örnektir. Bu konuyla ilgili bir başka örnek ise; Yunanistan'ın kuzeyinde Aghia Marina Plataniyas sahilinde yapılan balıkçı barınağının neden olduğu erozyondur. Konuyla yakından ilgisi olduğundan, daha ileride detaylı olarak incelenecektir.

Samsun Dereköy'de yapılan incelemeler sonucunda görüldü ki, bu ve benzeri istenmeyen durumları önlemek amacıyla birçok kıyı koruma yapıları denenmekte ve bunlar üzerindeki çalışmalar hızla sürdürülmektedir. İlk olarak kıyıya paralel yapılarla koruma yöntemleri geliştirilmiş, daha sonra kıyıya dik ve bağlantılı koruma yapıları üzerinde çalışmalar yapılmıştır. İlerleyen zaman içerisinde estetik görünümünün de etkisi ve daha verimli olduğu düşünülen kıyı ile bağlantısı olmayan açık deniz mendirekleri (off-shore) üzerinde yoğunlaşmaya başlanmasına neden olmuştur. Özellikle kıyıların kullanıma müsait

olan kısımlarının dış etkilerden dolayı tahrip olması, diğer taraftan nehirler tarafından denizlere taşınan katı maddelerin kıyıya doğru çekilmesi ve depolanması, günümüz kıyı mühendisliğinin önemli ilgi alanlarından biri olmuştur.

Bu çalışmada Samsun Dereköy mevkiinde bulunan açıkdeniz mendirekleri incelendi ve yapımı itibariyle geçen bir yıllık süreçteki kıyı çizgisinin değişimi tablo haline getirildi.

1.2. Yapılan Çalışmaların Amaç ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, açıkdeniz dalgakıranlarının kıyı değişimindeki rolünü etüt etmek ve Samsun'un Dereköy beldesindeki uygulamalarıyla karşılaştırmaktır.

Burada; balıkçı barınağının yapımı ile başlayan ve bunun sonucu olarak da kıyı şeridinde başlayan erozyonun önlenmesi için, balıkçı barınağından kamplara doğru T mahmuzlar yapılmıştır. Fakat bu tahkimatlardan sonra da MEB Kampı, PTT Kampı, Sağlık Bakanlığı Kampı ve Maliye Bakanlığı Kamplarının önlerinde bulunan plaj kısmında ciddi tahribatlar olmuş, deniz bu kampların dış çevre duvarını yıkacak kadar karaya doğru ilerlemiştir. Bu tahribatı önlemek ve erozyona uğrayan plajı tekrar geri kazanmak maksadı ile bu bölgede 2 adet açıkdeniz mendireği (off-shore) tahkimatı yapılmıştır. Çalışmalar bu mendirekler üzerinden yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlar benzeri çalışmalar için de kullanılabilir.

1.3. Literatür Çalışması

Kıyı koruması ve geliştirilmesi amacıyla, 1960'lı yıllardan itibaren birçok ülkede kıyıya bağlantısı olmayan ve deniz içerisinde genelde kıyıya paralel yapılar gündeme gelmiştir. Bu yapıların uygulamaları ve araştırma çalışmaları devam etmektedir. Çalışmalar özellikle açıkdeniz (okyanusa kıyısı olan ülkeler) tahribatına maruz gelişmiş ülkelerde (Japonya, İtalya, Avustralya, Hollanda, İsrail, ABD) hızla devam etmektedir. Kıyı mühendisliği problemlerinin birçok parametreye bağlı olması ve bu parametrelerin birbirleri ile olan ilişkilerinin karmaşıklığı, matematiksel modelleme açısından zorluklara neden olmaktadır. Bu nedenle kıyı ile ilgili problemlerde çoğunlukla fiziksel modelleme yolu ile çözüm aranmaktadır. Yapılan çalışmalar, sayısal ve fiziksel

modelleme yöntemlerinin, genel olarak yaklaşık ve belirli sınırlar içerisinde çözümler üretebildiğini göstermiştir.

Konuyla ilgili yapılmış olan bazı çalışmalar ;

Seiji ve diğerleri [2], Japonya'da inşa edilmiş olan 2500 açıkdeniz dalgakıranından 1552' si üzerinde geniş çaplı bir araştırma yapmışlardır. Bu çalışma, genel olarak uygulanmış olan bu tür yapılar üzerinde büyük bir istatistiksel çalışma olması açısından genel tasarımlar için önemli ipuçları verebilmektedir. Seri olarak inşa edilmiş dalgakıranlar arasındaki aralık ile kıyıdan uzaklık arasında ilişki şöyle ifade edilmiştir ;

$$G/X < 0,8$$

(1)

$$0,8 \leq G/X < 1,3$$

(2)

$$G/X \geq 1,3$$

(3)

Burada,

G: dalgakıran aralığı,

X: dalgakıranların kıyıdan başlangıçtaki uzaklığını göstermektedir.

- (1) durumunda; dalgakıranlar aralığı karşısındaki kıyı bölümünde erozyon meydana gelmeyeceği,
- (2) durumunda; muhtemel erozyon olabileceği,
- (3) durumunda; ise sahilde mutlaka erozyon meydana geleceği belirtilmektedir.

Çalışmada ayrıca, Japonya'daki açıkdeniz dalgakıranlarının uzunluklarının 50–100 m, başlangıç dalgakıran su derinliğinin 1-5 m, yapının kıyıdan uzaklığının 20-160 m, deniz seviyesinden yüksekliğinin 1-3 m, yapı genişliğinin ise 2-8 m arasında inşa edilmiş olduğu belirtilmektedir.

Dally ve Pope [3], tek ve seri olarak açıkdeniz dalgakıranlarına karşı kıyı çizgisi tepkisinin kontrolü için, deneysel ve arazi ölçümlerinden elde ettikleri verilerden yararlanarak çeşitli tavsiyelerde bulunmuşlardır. Dalgakıran uzunluğunun kıyıdanaçıklığına oranının limitlerini, korunmuş olan kıyının uzunluğu ve istenen şeklini esas alarak, aşağıdaki önerilerde bulunmaktadır.

Kıyı çizgisinin dalgakırana ulaşması (tombolo oluşması) için;

Tek bir açıkdeniz dalgakıranı olması durumunda:

$$B/X \geq 1,5$$

(4)

Seri dalgakıran olması durumunda:

$$B/X = 1,5$$

(5)

ve

$$L \leq G \leq B$$

(6)

olmalıdır. Burada,

B: açıkdeniz mendireği uzunluğu,

X: açıkdeniz dalgakıranın kıyıdan başlangıçtaki uzaklığı,

L: yapı üzerindeki dalga uzunluğu,

G: dalgakıran aralığı.

Kıyı çizgisinin dil şeklinde dalgakırana doğru ilerlemesi durumu, tek ve seri dalgakıranlar için;

$$0,5 < B/X < 0,67$$

(7)

olarak belirlenir.

Kıyı çizgisinde düzgün (üniform) bir koruma elde edebilmek için; açıkdeniz dalgakıranların, dalga kırılma bölgesi ile kıyı arasını oluşturan bölge dışında yapılmasının gerektiğini vurguladılar. Kıyı çizgisine ulaşmadan önce, kırınım ve sapmaya uğrayan dalgaların, kıyıya düzgün şekilde ulaşabilmesi için;

$$B/X < 0,125$$

(8)

oranını tavsiye etmişlerdir.

Nir [4], İsrail kıyılarında, kıyı koruma amacıyla 1960'dan sonra yapılmaya başlanan açıkdeniz dalgakıranlarının uygulama alanları üzerinde çalışma yapmış ve 9 ayrı bölgedeki uygulamalarını zamana bağlı olarak incelemiştir. Bu kıyılarda kum hareketine bağlı olarak, ortalama 6 yıl içerisinde, kıyı çizgisi dalgakıranla birleşmekte ve maksimum kum tutulması meydana gelmektedir. Prototipler üzerinde yapılan ölçümler sonucu, dalgakıranlar arkasında ortalama katı madde biriktirme yüksekliği (h) ile kıyıdan başlangıç uzaklığının (X) dalgakıran uzunluğuna (B) oranı arasındaki bağlantıyı;

$$h = 1,786 - 0,809 * X / B$$

(9)

olarak belirlemiştir.

Açıkdeniz dalgakıranları, koruma alanlarında katı madde tutulmasına neden olurken, hakim dalga geliş yönü istikametindeki kıyı çizgisinde erozyona yol açmaktadır. Bunun için, açıkdeniz dalgakıranlarının inşa edilmesi durumunda, kıyıboyu katımadde hareketine engel olacağından, erozyon olacak kıyı tarafına yapay besleme yapılmasını veya yapının katımadde taşınımını tam olarak engellemeyecek şekilde planlanmasını tavsiye etmektedir.

Birben [5], Doğu Karadeniz kıyılarına ait dalga parametreleri ve katımadde özelliklerini kullanarak, kıyı korumasında açıkdeniz dalgakıran parametrelerinin ölçütlerini araştırmıştır.

* Fiziksel model çalışmaları esas alınarak, sayısal model çalışmaları ile birlikte değerlendirmeler yapılmalıdır.

* Açıkdeniz dalgakıranların katımadde biriktirme oranı değişimi üzerindeki en önemli etkenlerinden biri, dalgakıranların kıyıdan uzaklığıdır. Dalgakıranlar kıyıdan uzaklaştıkça, koruma alanındaki katımadde biriktirme oranı azalmaktadır. Dalgakıranların kıyıdan uzaklığının toplam dalgakıran uzunluğuna yaklaşık eşit olduğu durumda (kapanma oranı: $X / (2B + G) = 1$) dalgakıranlar, dalgaların neden olduğu katımadde hareketini önleyemez duruma gelmektedir.

* Katımadde biriktirme oranı üzerine etki eden en önemli etkenlerden biri de dalgakıran boyudur. Dalgakıran boyu küçüldükçe, koruma alanında katımadde biriktirme oranı büyümekte, tersi durumda ise biriktirme oranı azalmaktadır.

* Dalgakıran aralığı, koruma alanı içerisinde katımadde biriktirme oranı üzerindeki etkisi, diğer parametrelerin yanında çok az olduğu sonucunu elde etmiştir. Dalgakıran aralığı, seri tasarımda önemli bir faktördür. Bir yöre için tasarlanan seri dalgakıranların bir sistem şeklinde çalışabilmesi için, belirli sınırlar içerisinde olması gerekir. Bu sınırlar dikkate alınarak dalgakıran aralığı $0,75 < B/G < 1,25$ sınırları arasında seçilmelidir

* Dalgakıran parametrelerinden dalgakıran boyu ve kıyıdan uzaklığı diğer parametrelere bağlı kalmaksızın biriktirme oranını doğrudan etkileyebilmektedir. Bu açıdan kıyı koruma yapıları tasarımında bu iki temel unsur diğer parametreler yanında öncelikli olarak dikkate alınmalıdır.

Özölçer [6], kıyıya dik yapıların kıyı değişimine etkilerini araştırmıştır.

* Dolma miktarını etkileyen parametrelerin başında geldiği düşünülen mahmuz boyunu araştırmış ve inceleme sonuçlarına göre, hem düz hem de T mahmuzları için ayrı ayrı mahmuz boyunun artmasının, mahmuzların koruma bölgesi içerisindeki dolma miktarını azalttığı sonucuna varmıştır.

* Korunması gerekli kıyı uzunluğu arttıkça, uzun başlığa sahip geniş aralıklı mahmuzlar tercih edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

* T mahmuzları için mahmuz aralığının, başlık uzunluğunda bağlı olarak, en fazla mahmuz uzunluğunun iki katına ($L_g/L_x=2,0$) kadar dolma miktarı parametresinin arttığı, daha sonra azaldığı sonucunu elde etmiş ve bu değer in ortalama bir değer olduğunu belirtmiştir. Düz mahmuz durumunda ise; mahmuz aralığının, mahmuz uzunluğunun $L_g/L_x=1,7$ katına kadar dolmanın sabit kaldığı, daha sonra azaldığını belirtmiştir.

* Korunması gerekli kıyı şeridi büyükse, T mahmuzların kullanılması; küçükse, düz mahmuzların kullanılmasının uygun ve ekonomik olacağını belirtmiştir.

Seeling ve Walton [7], dalgakıranlar arasından dalga geçişi sırasında tabanda oluşacak hızın, dalgakıranların stabilitesi ve kum tutma miktarı üzerindeki etkisini incelemiştir. Prototip üzerinde yaptıkları saha çalışması neticesinde, dalgakıranlar arasındaki dalga geçişi sırasında oluşan hızın 0,15 m/sn den daha az olması durumunda, katı madde tutmaya başladığını, bunun üzerindeki hızlarda ise katı maddenin açığa doğru taşındığını, bunun ise dalgakıran tabanında oyulmalara neden olacağını ve yapının stabilitesinin bozulacağını savunmuşlardır. Tasarım sırasında dalgakıranlar arası hızın belirtilen değerden daha az olacak şekilde planlanmasını tavsiye etmektedirler.

McCormick ve diğerleri [8,9], açıkdeniz dalgakıranların kıyı çizgisi üzerinde yaptığı değişikliği deneysel olarak incelemiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre, kıyı çizgisinin dalgakıranla birleşmesi durumu veya dil şeklini alması durumlarını ve bunların sınır şartlarını aşağıdaki şekilde belirtmişlerdir;

* Kıyı çizgisi kapanma oranı (X_s/X : tombolo genişliğinin başlangıç açıklığına oranı) ile dalga dikliğinin eğime oranı ($\varepsilon = (H_o/L_o)/m$) arasındaki ilişkiden $0,38 < \varepsilon_o < 0,83$ değerleri arasında kıyı çizgisinin dalgakıranla birleşeceğini, bu değerlerin dışında kıyı çizgisinin dil şeklinde olacağını,

* Başlangıç kıyı uzaklığının kıyı üzerindeki etkisini, $X/B > 0,6$ durumunda dil şeklinde, $X/B < 0,6$ durumunda ise tombolo oluşacağını,

* Dalgaların geliş açısına göre kıyı çizgisi değişimini; $15 < \alpha_o < 60$ arasında dil şeklinde oluşacağını, $\alpha_o = 45$ 'de ise kıyı çizgisinin dalgakıran ile birleşeceğini belirtmişlerdir.

Shinohara ve Tsubaki [10], deneysel modelleme ile açıkdeniz dalgakıranlarının kum tutulmasına etkisini incelemiştir. Deneylerinde iki adet dalga dikliğini ($\delta = H/L : 0,0192 ; 0,0461$) kullanmışlardır. Dalgakıran parametrelerini (X/B oranını)

0,5 ile 2,5 arasında, taban eğimini $m = 1/15$, dane çapını $d = 0,3mm$, gelme açısını $\alpha_o = 0$ olarak seçmişlerdir. Deneyler sonucunda şu sonuçlara varmışlardır;

* Kıyıda katımadde hareketinin ve kıyı çizgisi değişiminin esas nedeni dalgaların kırınımıdır. Kırınım ise açıkdeniz dalgakıranının konumuna önemli ölçüde bağlıdır.

* Kıyı çizgisi, X/B oranı 0,5 durumunda boynuz şeklinde, bu oran büyüdükçe kıyı çizgisi dil şeklini almakta, oran 2,5'e yaklaştığında ise gittikçe yayılarak eski şekline dönmektedir.

* Katımadde birikmesi, su seviyesinin altında dalgakırana doğru boynuz şeklinde ilerlemekte ve dalgakıran arkasında ölü bir bölge oluşturmaktadır.

* Kış profili durumunda, yani dalga dikliğinin büyük olduğu durumda, yaz profili durumundan daha fazla katımadde biriktirmesi oluşmaktadır. Yaz profilinde, X/B oranı değişimi kum biriktirilmesi üzerinde fazla bir etki yapmazken, kış profilinde oran 1 ile 2 arasında en büyük değerlere ulaşmakta, diğer durumlarda önceki profile benzer şekilde biriktirme yapmaktadır.

Sawaragi ve diğerleri [11], yaptıkları deneysel çalışmalar sonucunda, açıkdeniz dalgakıranlarının fonksiyonunu kıyıboyu akımı kontrol altına alarak, katımadde taşınımı kontrol eden yapılar olarak tarif etmişlerdir.

Elde ettikleri sonuçları aşağıdaki gibi özetlemişlerdir;

* Dalgakıranlar, kıyıya açılı veya dik gelen dalgaları kırınımına uğratarak dalga yüksekliklerinin ve kıyıboyu akıntılarının azalmasına neden olur.

* Kıyıboyu akıntılarının devam etmesine rağmen, kıyıboyu taşınan katımadde miktarının büyük bir kısmı dalgakıranlar arkasında tutulur. Bu miktar yapı sayısı ile orantılı olarak artar.

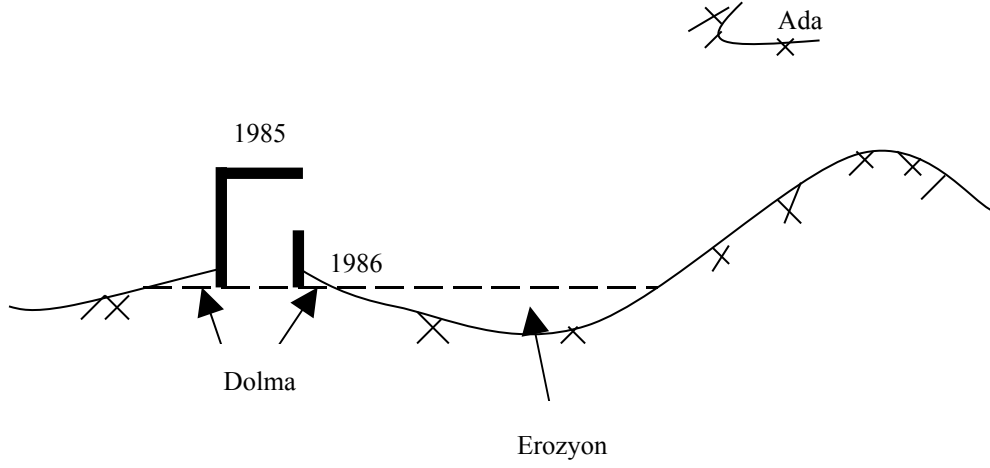
Sliti ve Viguiet [12], Tunus Körfezi güney kıyılarını koruma amacıyla yapılan açıkdeniz dalgakıranlarının işlevlerini yerinde inceleyerek etüdünü yapmışlardır. Tunus kıyılarına katımadde taşıyan nehirler üzerinde yapılan barajlar sonucunda taşınan katımadde miktarı azalınca, kıyıda belirgin şekilde kıyı çizgisi gerilemesi problemi gözlenmiştir. Kıyıdaki bu erozyonu önlemek amacıyla birçok yerde açıkdeniz dalgakıranı inşa edilmiştir. Bu kıyılarda 75 gün ile 19 ay içerisinde kıyı çizgisinin yapı ile birleştiği gözlenmiş, yapıların koruduğu alanın büyümesi ile tutulan kum miktarı artmıştır. X/B oranı 1 olduğunda maksimum kum tutulması gözlenmiş, $X/B > 1/3$ durumunda ise tombolo oluşmuştur.

Birben ve diğerleri [13], açıkdeniz dalgakıran parametreleri ve dalga parametrelerinin sediment yığılmasına etkilerini deneysel ve sayısal çalışmalar yaparak incelemişlerdir. Bütün çalışmalarından şu sonuçlara varmışlardır;

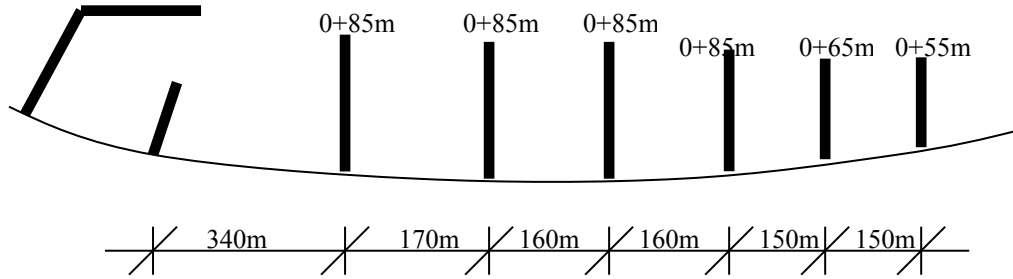
* Yığılma üzerindeki dalga parametrelerinin etkileri birbirleriyle farklı sonuçlar verir.

* Dalgakıran uzunluğu ve kıyı çizgisine olan uzaklık diğer dalgakıran parametrelerine bağlı kalmaksızın yığılma miktarı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu bakış açısından, bu ana bileşenler (dalgakıran uzunluğu ve kıyı çizgisine uzaklığı) açıkdeniz dalgakıranlarının tasarımında öncelikli olarak dikkate alınmalıdırlar.

Moutzouris [14], Yunanistan'ın kuzeyinde Aghia Marina Plataniyas sahilinde 1985'de tamamlanan balıkçı barınağının neden olduğu kıyı erozyonu sorununu incelemiştir (Şekil 1). Yapmış olduğu laboratuvar çalışması neticesinde erozyon olan sahilde 6 adet seri kıyıya dik mahmuz inşa edilmesini önermiştir (Şekil 2). Önerilen mahmuzlar inşa edildikten sonra yapılan gözlemlerde model sonucu hesaplanan değerler ile uygulama sonucu oluşan değerlerin birbirine uygun olduğunu belirlemiştir.



Şekil 1. Balıkçı barınağının neden olduğu erozyon

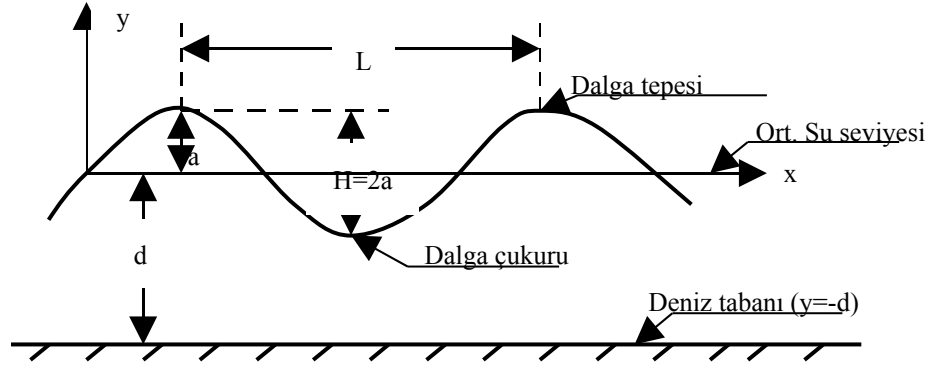


Şekil 2. Erozyonu önlemek için önerilen seri mahmuzlar

1.4. Dalga Mekaniği

1.4.1. Basit Dalga Profili

Dalga problemlerini çözmeye yönelik teorik uygulamaya yönelik bir dalga formu kullanılmaktadır. Bu idealize edilmiş dalgaya, trigonometrik sinüs fonksiyonu ile aynı yapıda olduğundan “sinüzoidal dalga” denilmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Sinüs dalgasının tanımı

Sinüs dalgasında, dalga şekli veya profili, durgun su seviyesinden düşey mesafenin (η), zamanın (t) ve yerin (x) fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır.

$$\eta = a * \sin \left[2\pi \left(\frac{x}{L} - \frac{t}{T} \right) \right]$$

(10)

Burada;

η : Dalga profiline bağlı bir değişken

x : Yatay eksen boyunca alınan mesafe (m)

t : Zaman (sn)

T : Dalga periyodu (sn)

a ve L : Sırasıyla dalga genliği (m) ve dalga boyu (m)'dur.

1.4.2. Dalgaların Değişime Uğraması (Dalga Transformasyonu)

Dalgalar, derin sulardan kıyıya doğru hareketleri sırasında taban topografyası, adalar, dalgakıranlar, vb. nedenlerden dolayı değişime uğramaktadırlar. Böylece, dalgaların yüksekliği, uzunluğu, hızı ve yönü değişmekte, periyodu ise sabit kalmaktadır. Dalga yayılma yönü, dalga cephesine dik yönde “dalga ortogonalleri” ile tanımlanmaktadır. Dalga cephesi, ortogonal yönünde C hızı ile yayılmaktadır. Açık denizde üretilen dalgalar, kıyıya doğru ilerlerken derin deniz sınırından ($d/L_0=0.5$) itibaren aşağıdaki değişikliklere maruz kalmaktadırlar [15].

1.4.2.1. Dalga Sığlaşması

Dalgalar, taban sürtünmesi nedeniyle sığlaşmaya maruz kalmaktadırlar. Sığlaşma sonucu dalga yüksekliği açık denizden itibaren azalmaya başlamakta, ancak çok sığ bölgelerde artmaktadır. Sığlaşma etkisiyle dalga yüksekliğinde oluşan değişim, “sığlaşma katsayısı” (K_s) ile ifade edilmekte ve herhangi bir noktadaki dalga yüksekliği aşağıdaki gibi belirlenmektedir;

$$H = H_o * K_r * K_s \quad (11)$$

Burada; H ve H_o sırasıyla ilgili noktadaki ve derin denizdeki dalga yükseklikleri, K_r ve K_s ise sırasıyla sapma ve sığlaşma katsayılarıdır.

Sığlaşma katsayısı GWT’da, d/L_o oranına bağlı ($K_s = H/H'$) olarak verilmektedir.

1.4.2.2. Dalga Sapması

Dalgaların tabana temas etmeleri sonucu dalga sapması oluşmaktadır. Dalgalar geçiş bölgesine ($1/25 < d/L < 1/2$) girdiklerinde daha derinde bulunan dalganın bir kısmı sığdakine kıyasla daha hızlı hareket etmekte ve dalga cephesinin taban konturlarına paralel duruma gelmesini sağlamaktadır. Böylelikle, düzgün ve paralel taban eşderinlik eğrilerine (kontur) sahip bir kıyıda, sapma nedeniyle dalga ortogonalı kıyıya dik olmaya çalışmaktadır. Dalga ortogonalı ile kıyıya dik doğrultu (veya dalga cephesi ile kıyı) arasındaki açı (α) kıyıya yaklaştıkça küçülmektedir. Karışık topoğrafyaya sahip kıyılardaki sapma probleminin çözümü, geliştirilen sayısal yöntemler ve bilgisayarlar yardımıyla yapılmaktadır.

Derin denizdeki dalga açısı (α_o) ve dalga periyodu (T) dolayısıyla dalga boyu $L_o = 1,56 * T^2$ bilindiğine göre, sığ bir bölgedeki (1 bölgesi) dalga açısı ile sapma katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanabilmektedir;

$$\alpha_1 = \text{ArcSin} \left(\frac{L_1}{L_o} * \text{Sin} \alpha_o \right) \text{ veya } \alpha_1 = \text{ArcSin} \left[\text{Tanh} (2\pi d_1 / L_1) * \text{Sin} \alpha_o \right] \quad (12)$$

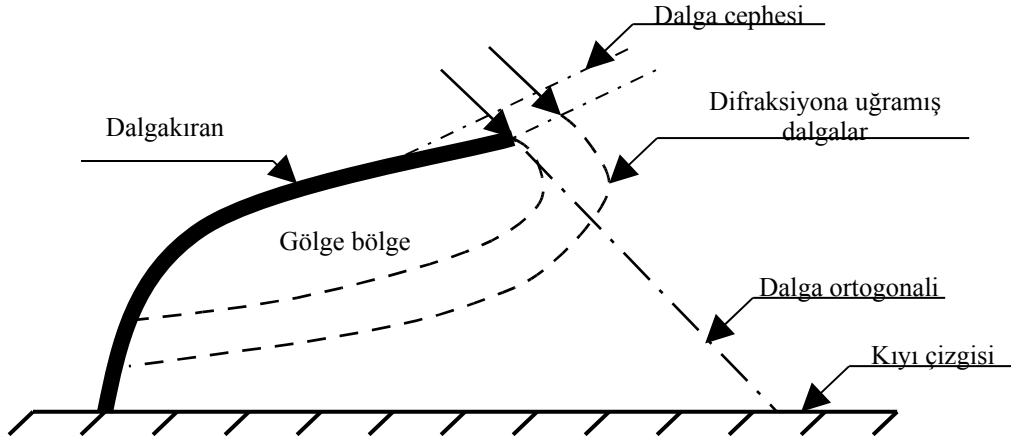
$$K_r = \left(\frac{\text{Cos} \alpha_o}{\text{Cos} \alpha_1} \right)^{0,5}$$

(13)

Burada; L_1 , d_1 ve α_1 sırasıyla 1 bölgesinin dalga boyu, su derinliği ve dalga açısıdır. L_0 ve α_0 ise sırasıyla derin deniz dalga boyu ve dalga açısı, K_r ise sapma katsayısı'dır.

1.4.2.3. Dalga Kırınımı

Su dalgalarında görülen difraksiyon olayı, aynen diğer dalgalarda, ses ve ışık dalgalarında olduğu gibidir. Bu süreçte dalga enerjisi, yanıl olarak (dalga ilerleme yönüne dik) durgun su bölgesi yönünde taşınmaktadır. Difraksiyon olayı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir(Şekil 4).



Şekil 4. Dalgaların bir engel etrafında kırınımı

Şekilde görüldüğü gibi dalgalar, gölge bölgeye doğrudan ilerleyemezler. Bununla beraber dalga hareketiyle gölge bölgeye yana doğru enerji taşınımı başlar. Bu bölgede oluşan dalgalar, “difraksiyona uğramış dalgalar” olarak tanımlanmaktadır. Difraksiyona uğramış dalga yüksekliği ile gelen dalga yüksekliği arasındaki orana “difraksiyon katsayısı” adı verilmektedir.

$$K_d = H / H_i \quad (14)$$

Burada;

H :Difraksiyona maruz kalmış dalga yüksekliği

K_d :Difraksiyon katsayısı

H_i :Gelen dalga yüksekliği' dir.

1.4.2.4. Dalga Yansıması

Dalgaların bir engel ile karşılaşması sonucunda dalga yansıması oluşmaktadır. Engeller, kıyıdaki dik kayalıklar, deniz tabanındaki ani yükselişler vb. şeklinde doğal olabildiği gibi, kıyı duvarları, dalgakıranlar vb. gibi yapay mühendislik yapıları şeklinde de olabilmektedir. Yansıyan ve ilerleyen dalga yükseklikleri arasındaki orana “yansıma katsayısı (C_r)” adı verilmektedir. Yansıma katsayısı, 0-1 arasında değişen bir katsayıdır.

Dalga yansıması sonucu, ilerleyen ve yansıyan dalgalar birbirine eklenmektedir (süperpoze olmaktadır). Düşey veya düşeye yakın yüzeylerden yansıyan dalgalar ile ilerleyen dalgaların süperpozisyonu sonucu, dalga yüksekliği ilerleyen dalganın 1.9 katına kadar çıkabilmektedir. Özellikle dik yüzeyli kıyı duvarlarından yansıyan dalgaların duvar temelini oyması ve liman içinde dik yüzeyli rıhtım ve iskelelerden yansıyan dalgaların liman içi çalkantılara yol açması durumlarında büyük sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu sebeple, dik yüzeyli duvar yapımından kaçınılmalı; liman içi çalkantısını azaltmak için de dalga enerjisini yutan (absorbe eden) yapısal önlemler alınmalıdır.

1.4.2.5. Dalga Kırılması

Yerçekimi etkisiyle su parçacıklarının dalgadan ayrılması olayına “dalga kırılması” denilmektedir. Burada önemli olan nokta, dalga sırtındaki parçacık hızının (u) dalga hızından (C) daha küçük olmasıdır. Sırttaki parçacık hızı, belli bir periyot için dalga yüksekliği ile ilişkilidir. Böylece, dalga yükseklikleri arttıkça bu hız, sonunda dalga hızına eşit olmakta ve tam bu anda dalga dengesini kaybederek kırılmaktadır. Ayrıca, dalganın sığlaşan bölgeye yaklaşması sonucu artan parçacık hızı, azalan dalga hızına eşit olmakta ve bu durum, dalganın kırılmasına neden olmaktadır.

Kırılma noktasına kadar olan su hareketi, yalnızca bir salınım şeklindedir. Bu noktadan sonra ise bir kütle taşınımı söz konusudur. Kıyıdaki kum hareketinin büyük bir kısmı, kırılma noktası ile kıyı arasında (sörf bölgesinde) oluşmaktadır. Bu nedenle, kırılma yüksekliği ve kırılma noktasındaki dalga açısı (kırılma açısı, α_b), kıyı boyu sediment taşınım rejiminde çok önemli parametre durumundadırlar. Ayrıca, dalgakıran ve rıhtım gibi derin sularda yapılacak yapıların üzerine etkiyen kuvvetin belirlenmesinde de kırılma derinliği ile yapı derinliğinin ilişkisi çok önemlidir. Dalganın kırıldığı andaki dalga yüksekliğine “kırılma yüksekliği (H_b)”, su derinliğine de “kırılma derinliği (d_b)” adı

verilmektedir. Derin denizdeki yüksekliği H_0 , periyodu T olan bir dalganın, eğimi $m=\tan\beta$ olan bir kıyıda ilerlerken kırılma derinliği ve yüksekliği aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

- * Bir kırılma derinliği $(d_b)_1$ tahmin edilir.
- * Bu derinliğe karşılık gelen L_1 ve K_s , GWT'den bulunur.
- * K_r hesaplanır.
- * Aşağıdaki eşitliklerden H_b ve d_b hesaplanır.

$$H'_0 = H_0 * K_r * K_s$$

(15)

$$H_b = \left(H'_0 / T \right)^2 + 0,8 * m^{0,125} * T^{0,5} * \left(H'_0 \right)^{0,75} + 0,785 * 10^{-3} * T^2$$

(16)

$$a = 43,751 * \left(1 - e^{-19m} \right)$$

(17)

$$b = \frac{1,56}{1 + e^{-19,5m}}$$

(18)

$$d_b = \frac{H_b}{b - a * \left(H_b / g * T^2 \right)}$$

(19)

* Hesaplanan d_b değeri, ilk adımdaki $(d_b)_1$ değerine eşit veya yeterince yakın ise (en fazla %5 rölatif hata kabul edilmektedir) H_b ve d_b değerleri doğrudur, değilse yeteri yakınlık sağlanıncaya kadar yeni bir kırılma derinliği seçilerek işlemlere devam edilir [15].

1.5. Sediment (Katı Madde) Rejimi

1.5.1. Akarsuların Taşıdığı Katı Madde

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan çeşitli akarsular, eğimlerinin büyük olmasından dolayı çok miktarda sediment taşımaktadırlar. Akarsularda katı madde taşınımına etki eden çok sayıda değişken bulunmaktadır. Katı madde debisini (Q) hesaplarken etkisi olduğu bilinen değişkenler;

$$Q_s = f(\rho, \rho_s, v, d, H, R, V, j) \quad (20)$$

şeklinde bir fonksiyon ile ifade edilebilmektedir. Bu tip fonksiyonel bağıntıların genelde sol tarafındaki değer bağımlı değişken, sağ tarafındaki değerler ise bağımsız değişkenler olmaktadır. Ancak bu değişkenlerden hangisinin bağımlı, hangisinin bağımsız olduğuna akarsu sisteminin şekline göre karar verilmektedir. Burada ;

Q_s	: Katı madde taşınım debisi	(ton/gün)
f	: Bir fonksiyonun ifadesi	
ρ	: Akışkanın özgül ağırlığı	(ton/m ³)
ρ_s	: Katı madde taşınımındaki taneciğin özgül ağırlığı	(ton/m ³)
ν	: Akışkanın kinematik viskozitesi	(m ² /sn)
D	: Katı madde taşınımındaki ortalama tane çapı	(mm)
H	: Akımın su yüksekliği	(m)
R	: Akımın hidrolik yarıçapı	
V	: Akımın ortalama hızı	(m / s)
J	: Akarsuyun taban eğimi	

şeklinindedir. Burada katı madde debisini hesaplamak için, her şart altında geçerli olan bir yöntem henüz geliştirilememiştir. Yalnız Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün Türkiye'deki tüm havzalarda yaptığı gözlemlere dayanarak geliştirdiği formül yardımıyla sediment taşınım debileri hesaplanabilmektedir.

$$Q_s = 14.153 * 10^{(1.26016 * \log A)}$$

(21)

Burada; Q_s katı madde taşınım debisi (ton/yıl), A havza alanı (km²)'dir.

Ayrıca Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye akarsularında katı madde gözlem istasyonu (SGİ) ve akım gözlem istasyonu (AGİ) kurularak katı madde ve akım ölçümleri yapılmaktadır. Buradan elde edilen akım ve sediment konsantrasyonu verileri kullanılarak akarsular için sediment anahtar eğrileri elde edilmekte, sediment taşınımları hesaplanarak yayınlanmaktadır. Gözlem yapılan istasyonlardaki akım ile sediment miktarı arasında logaritmik bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin genel denklemi;

$$\log Q_s = \log a + b * \log Q$$

(22)

veya

$$Q_s = a * Q^b$$

(23)

şeklindedir. Burada; Q_s sediment taşınım debisi (ton/gün), Q su akımının debisi (m^3/s), a ve b ise akarsu istasyonunun özelliklerine göre değişen katsayılarıdır.

1.5.2. Kıyılarda Katı Madde Taşınımı

Kıyılarda meydana gelen değişimler; rüzgarlar, dalgalar, gelgitler, sediment tanecikleri ve diğer olayların kıyı bölgesinde meydana getirecekleri karşılıklı etkileşimler sonucu meydana gelmektedir. Kıyıya gelen veya kıyıdan çıkan katı madde miktarına göre, kıyı kesimlerinde erozyon veya birikme olayları meydana gelecek veya kıyı bölgesi değişikliğe uğramayacaktır. Kıyı mühendisliğinin önündeki en büyük hedef, kıyıdan çıkan veya kıyıya giren sediment miktarının dengede tutulması ve dengeli bir kıyı şeridinin oluşturulmasıdır.

Kıyı mühendisliğini ilgilendiren bir çok konuda karşılaşılan problemlerden birisi de inşa edilen kıyı yapısı ile kıyının tabi dengesi arasında oluşan etkileşimi belirlemektir. Kıyı yapıları, sediment hareketi bakımından oldukça değişken bir özelliğe sahip olan kıyı bölgesinin tabanına oturmaktadır. Kıyı yapıları projelendirilirken, yapının inşa edileceği kıyı bölgesindeki katı madde taşınımının yönü, miktarı ve mevsimlik değişimleri dikkate alınabilecek en önemli konulardan birisidir. Belirtilen bu parametrelerin iyi araştırılmaması durumunda çok ciddi problemlerle karşılaşabilmektedir. Çıkabilecek muhtemel bu problemler, ya kıyı yapılarının görevlerini yerine getirmelerine engel olmakta, (örneğin, liman ve balıkçı barınaklarının dolması), ya da direkt yapının stabilitesini tehlikeye sokmaktadır (örnek olarak, karayollarında meydana gelen tahribatlar).

Kıyı katı madde hareketiyle ilgili dikkate alınması gereken bir diğer konu da, kıyıda bulunan katı maddelerden yararlanma yollarının araştırılmasıdır. Kıyı boyunca yapılacak çeşitli yapılar (mahmuzlar ve açık deniz mendirekleri vb.) yardımıyla geniş plaj alanları oluşturulabilmektedir. İnşa edilecek bu yapıların plan ve projelendirilmesinde, katı madde taşınım mekanizmasının iyi bilinmesi gerekmektedir [15].

1.5.3. Katı Madde Taşınımını Etkileyen Faktörler

Kıyılarda meydana gelen katı madde hareketinin önemli bir kısmı, yakın kıyı bölgesinde oluşmaktadır. Açık denizden gelen dalgaların, kırılma anından itibaren oluşan,

akım şartları (türbülanslar, kayma gerilmeleri vb.) kıyı alanı içinde katı madde taşınımına neden olmaktadır. Akım şartlarını doğuran en önemli faktörler şunlardır;

1.5.3.1. Dalgalar

Kıyıda meydana gelebilecek değişimleri doğuran en önemli etmen, su dalgalarıdır. Açık denizde su yüzeyine iletilen rüzgar enerjisi, dalgaların oluşumuna sebep olacak dalga enerjisine dönüşmektedir. Dalgalar kıyıya yaklaştıkça, deniz tabanı ile su kütlelerinin karşılıklı etkileşimi sonucunda sediment hareketine neden olmaktadır ve bunun sonucunda da dalga enerjisini kaybederek sönmülmektedirler. Dalga enerjisinin büyük bir bölümü katı madde hareketi yoluyla sönmülenirken, diğer kısmı da dalga tırmanması sonucunda potansiyel enerjiye dönüşmektedir.

1.5.3.2. Akıntılar

Kırılma bölgesine yaklaşan dalgaların doğurduğu taban hareketinin şiddetlenmesi sonucunda dalgalar şiddetli yerel akıntıları meydana getirmektedirler. Dalga akıntılarının dışında, gel-git akıntıları, yoğunluk akımları ve büyük ölçekli deniz akıntıları da ortaya çıkmaktadır. Bu akımlar, hız ve yön bakımından büyük değişiklikler göstermekle birlikte, belli bir zaman dilimi dikkate alındığında ihmal edilebilmektedirler. Bu şekilde akıntılarının kararlı oldukları kabul edilmektedir. Akıntılarının meydana getireceği katı madde hareketi bu varsayımlar altında incelenmektedir.

1.5.3.3. Gel-gitler

Gel-gitler; dünya, ay ve güneşin birbirleri üzerinde oluşturdukları çekim etkisi sonucunda su seviyesinde meydana gelen değişimlerdir. Gel-git olayı okyanuslarda büyük bir öneme sahiptir. Türkiye kıyılarında meydana gelen gel-git olayları katı madde taşınımında önemli bir etkiye sahip değildir.

1.5.3.4. Rüzgarlar

Kıyı bölgesinde oluşan rüzgarlar, kumları sahilden uzağa sürükleyip kum tepelikleri oluşturarak kıyılar üzerinde etkili olurlar. Rüzgarlar vasıtasıyla, daha çok ince malzeme sürüklenmektedir. İri malzeme ise kıyıda kalmaktadır.

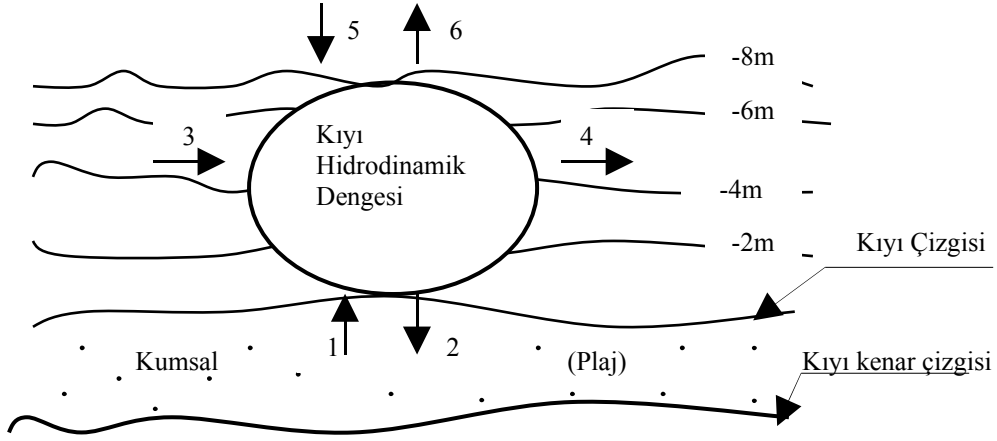
1.5.3.5. Diğer faktörler

Kıyı boyu sediment taşınımını etkileyen diğer önemli faktörler; bölgenin jeolojisi, taban malzemesinin yapısı ve canlıların kıyıda yaptıkları değişikliklerdir.

1.5.4. Kıyı Hidrodinamik Dengesi

Kıyı bölgesindeki katı maddelerin en büyük kaynağı, karalarda oluşan erozyon ve kayaların parçalanması sonucu meydana gelen malzemelerdir. Bu malzemeler, akarsular yardımıyla kıyıya kadar taşınmaktadır. Bunun dışında, özellikle büyük fırtınalar sonucu, sert kayalardan ayrılan malzemeler de kıyı malzemesi için kaynak oluşturmaktadır. Açık denizden kıyıya doğru gelen katı maddelerin önemi ise daha azdır.

Değişik kaynaklardan denize ulaşan katı maddeler kıyı bölgesinde sürekli olarak hareket halinde olduklarından, herhangi bir kıyı bölgesi için, bu yörenin katı madde kaynağı olarak komşu kıyılar dikkate alınabilmektedir. Kıyıdaki malzemeler, başka bir kıyı yöresine veya açık denizlere taşınabilmektedir. Bunun sonucu olarak ilgili yörede malzeme kaybı olmaktadır. Özellikle ülkemizde kıyılardan ve denizden, kum-çakıl alımı malzeme kaybına neden olmaktadır. Bir kıyı bölgesine giren ve çıkan malzemeler, Şekil 5'te bir kıyı hidrodinamik dengesi şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 5. Kıyı hidrodinamik dengesi

Yukarıdaki döngüde 1 numaralı ok akarsuların getirdiği katı maddeleri (+), 2 numaralı ok kıyıda ve açıktan çekilen kum-çakıl malzemesini (-), 3 numaralı ok komşu kıyı yörelerinden gelen katı maddeleri (+), 4 numaralı ok komşu kıyı yörelerine giden katı maddeleri (-), 5 numaralı ok açık denizden gelen katı maddeleri (+), 6 numaralı ok ise açık denize giden katı maddeleri (-) temsil etmektedir. Kıyı bölgesine kaynak olan malzemeler (+), yöreden uzaklaşan malzemeler ise (-) işaretleriyle ifade edilmektedir. İlgili kıyı bölgesinin özelliklerine göre başka kaynak veya kayıplar oluşabilmektedir. Kıyı yöresi, kaynak ve kayıpların durumuna göre üç değişik özelliğe sahiptir;

a) Kaynakların kayıplardan fazla olması durumunda yığılma

b) Kaynakların kayıplardan az olması halinde oyulma

c) Kaynaklara kayıpların eşit olması halinde denge durumu söz konusudur ve optimum durum olarak adlandırılmaktadır. Kıyı mühendisliğinde bu üçüncü durum dikkate alınarak, bu özelliğin oluşturulmasına çalışılmaktadır.

1.5.5. Kıyıya Dik Taşınım

1.5.5.1. Tabanda Hareketin Başlaması

Hareketin başlangıç şartlarını belirlemek amacıyla yapılan araştırmalar, kum taneciklerini hareket ettirmek için gerekli olan taban kayma gerilmelerinin (ve dolayısıyla tabandaki hızların), silt ve çakıl için gerekli olandan daha az olduğunu ve ortalama bir kum taneciği için 0.3m/sn'lik bir hızın yeterli olabileceğini göstermiştir. Dalga hareketleri

sonucunda meydana gelecek su hareketlerinin hızları, küçük genlikli dalga teorisi yardımıyla kolayca hesaplanabilmektedir. Bu teori yardımıyla, bir dalga geçişi sırasında hareket ettirilebilecek tanelerin ortalama çapı (m);

$$D_{50} = \left[\frac{0,2839 * H}{T * Sinh (2\pi d / L)} \right]^2 \quad (24)$$

eşitliğiyle hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte görüleceği gibi, D_{50} değeri, dalga yüksekliğinin (H) karesiyle orantılı olarak değişmektedir. Örneğin, $H = 2 m$ için D_{50} değeri, $H = 1 m$ için hesaplanan değer 4 katı; $H = 4 m$ için ise, hesaplanan değer 16 katı olmaktadır.

1.5.5.2. Katı Madde Taşınım Bölgesinin Sınırı

Sediment taneciklerinin kıyıdan ne kadar uzağa veya hangi derinliklere kadar taşınabileceği konusunda yapılan araştırmalar, taban topografyasının (batimetrisinin), sediment taneciklerinin çapının ve dalga şartlarının bu konuda etkili olduğunu göstermektedir [16,17]. Normalde, malzeme taşınımının kıyıya paralel en derin taban kotuna kadar olduğu kabul edilmektedir. Son yıllarda geliştirilen ve başarıyla uygulanan başka bir yaklaşıma göre taban malzemesinin taşınabileceği maksimum derinlik şu eşitlikle hesaplanmaktadır;

$$d' = 2,28 * H_0 - (6,897 * H_0^2) / T^2 \quad (25)$$

Bu ifade; H_0 derin deniz dalga yüksekliği (m), T derin deniz dalga periyodu (sn), d' ise taban malzemesinin taşınabileceği maksimum derinlik (m)'dir.

1.5.5.3. Kıyıya Dik Taşınım Debisi

Kıyıya dik malzeme taşınım debisi hakkında yapılan araştırmalar sonucunda bir formül henüz geliştirilememiştir. Bu olaya etkiyen parametrelerin fazlalığı ve parametrelerin hızlı değişebilirliği bu çalışmalardan kesin sonuç alınmasını engellemektedir.

1.5.6. Kıyı Boyu (Kıyıya Paralel) Taşınım

Dalga enerjisinin kıyıya paralel bileşeninin neden olduğu ve yönü kıyıya paralel olan sediment taşınımına “kıyı boyu taşınım” adı verilmektedir. Derin denizde kıyıyla belirli bir açı (α_0) yapan dalgalar, sapma etkisi sonucunda kıyıya yaklaştıkça kıyıya dik hale gelme eğilimindedirler. Ancak, belli bir derinliğe geldiklerinde kırıldıklarından, kırılma anında genellikle bir açı (α_b) yapmaktadırlar (genelde $\alpha_b < \alpha_0$ ’dır). Bu nedenle, bu dalgaların hem kıyıya paralel ve hem de kıyıya dik bir enerjileri söz konusudur.

Kıyıya paralel enerji bileşeni, kıyıya yakın bölgelerde bir su kütlesi hareketine neden olmaktadır. Bu harekete “kıyı boyu akıntısı” adı verilmektedir. Kıyı boyu katı madde taşınımını doğuran esas etmen bu kıyı boyu akıntılarıdır. Bir kıyı bölgesinde, belli bir dönemde taşınan toplam sediment miktarına “sediment taşınım debisi” denilmektedir. Pratik olarak, 1 yılda taşınan toplam sediment miktarı dikkate alınmaktadır. Fakat, bu 1 yıllık dönemde oluşan dalgaların karakteristikleri (yükseklik, periyot, yön, fırtına süresi vb.) çok değişken olduğundan, her bir dalganın ve fırtınanın neden olacağı taşınım miktarı farklı olacaktır. Bu sebepten dolayı, her yönden gelen dalgaların taşınımını ayrı ayrı dikkate alınarak, 1 yıllık dönemdeki katı madde taşınım miktarı hesaplanmaktadır.

Kıyıdan denize doğru bakıldığında sağ ve sol taraf tanımları yapıldığında yıl içinde sağdan gelen dalgalar, sağdan sola katı madde taşınımına neden olmaktadır ve bu taşınım $Q_{sağ-sol}$ olarak ifade edilmektedir. Benzer şekilde yıl içindeki soldan sağa katı madde taşınım miktarı ise $Q_{sol-sağ}$ olarak tanımlanmaktadır. Yıl içinde dalgaların geliş yönlerinin rasgele değiştiği düşünüldüğünde bir dalga etkisi ile bir tarafa doğru giden katı maddeler aksi yönde bir dalgada tam tersi yönde taşınabilmektedirler. Bunun sonucunda yıl sonunda bir tarafa doğru olan taşınım diğerine göre fazla olduğunda taşınan kumların bir kısmının geri dönmedikleri görülebilmektedir. Buna “net katı madde taşınımı” adı verilmekte ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$Q_{net} = \mp (Q_{sağ-sol} - Q_{sol-sağ}) \quad (26)$$

Bu ifadenin pozitif çıkması net taşınımın sağdan sola, negatif çıkması ise soldan sağa doğru olduğunu göstermektedir.

Diğer taraftan göz alınan kıyıda, kıyı boyu katı madde hareketine katılan katı maddenin miktarı “toplam kıyı boyu katı madde taşınımı” olarak tanımlanmakta ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$Q_{toplam} = (Q_{sağ-sol} + Q_{sol-sağ})$$

(27)

Toplam katı madde taşınımının büyüklüğü o kıyıdaki deniz tabanının hareketliliğinin bir göstergesi olmaktadır. Örneğin bir kıyıda Q_{net} sıfır olsa bile Q_{toplam} 'ın büyük olması o kıyıda öngörülecek kıyı yapılarının şiddetli bir katı madde hareketinin etkisi altında kalacağını ve stabil olmayan bir deniz tabanı üzerine oturacağını göstermektedir.

1.5.6.1. Kıyı Boyu Taşınım Debisi

Belirli bir dalga geçişi sırasında taşınacak katı madde miktarını hesap etmek için başlıca üç yöntemden yararlanılmaktadır;

a) Yakın veya benzer özellik gösteren kıyılardaki ölçülmüş gerçek taşınım debilerinin, yerel şartları da dikkate almak suretiyle, kıyı yöresine uygulanması en iyi yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntemin uygulanmasında iyi bir mühendislik yorumu ve tecrübenin yanı sıra, güvenilir ölçülmüş değerler dikkate alınması gerekmektedir.

b) Eğer yakın bölgelerde yapılmış ölçüm yoksa, söz konusu kıyı yöresinin topoğrafyasında zamanla meydana gelen değişimler yardımıyla debi tahminleri yapılabilmektedir. Derinlik haritaları ve tarama kayıtlarının verileri bu amaçla kullanılabilir önemli birer bilgi kaynağıdır. Ayrıca, mahmuz gibi bir kıyı yapısının memba tarafındaki yığılma miktarı ölçülerek, o yörenin taşıma debisi tahmin edilebilmektedir.

c) Yukarıda belirtilen yöntemlerden her ikisi de kullanılamıyorsa, ölçülmüş veya tahmin edilmiş dalga verilerini kullanarak ve bu amaçla geliştirilmiş yöntemlerden (enerji akısı yöntemi gibi) yararlanarak taşınım debisi tahmin edilebilmektedir. Uygulamada çoğu kez bu yöntem kullanılmaktadır. Yöntemin doğruluğu, büyük ölçüde kıyıdaki dalga şartlarının doğru tahmin edilmesine ve ölçülmesine bağlıdır. Açık denizde, birim boydaki bir dalga tepesinin sahip olduğu enerji akısı;

$$P = E * C_g = \frac{\gamma * H^2 * C_g}{8}$$

(28)

eşitliğiyle hesaplanmaktadır. Bu bağıntıdaki; E dalga enerjisi, H dalga yüksekliği, γ suyun özgül ağırlığı, C_g ise dalga grup hızı'dır ($C_g = n * C$).

Belirgin dalga yüksekliğinin (H_o) kullanılması halinde, enerji akısının kıyıya paralel bileşeni aşağıdaki ifade yardımıyla bulunmaktadır;

$$P_{1s} = \frac{\gamma * H_{sb}^2 * C_b * \sin(2\alpha_b)}{16}$$

(29)

Bu eşitlikteki 1, s ve b indisleri, sırasıyla kıyı boyu, belirgin dalga ve kırılma noktası anlamına gelmektedir. Kıyı boyu enerji akısı ile katı madde debisi (Q , m³/yıl) arasındaki ilişki ise şöyledir;

$$Q = 1290 * P_{1s}$$

(30)

Bu durumda, bir i fırtınasının neden olacağı taşınım miktarı (Q_i) şöyle hesaplanır;

$$Q_i = f_i * Q$$

(31)

Bu ifadedeki f_i değeri i fırtınasının bir yıl içinde görülme yüzdesidir [15].

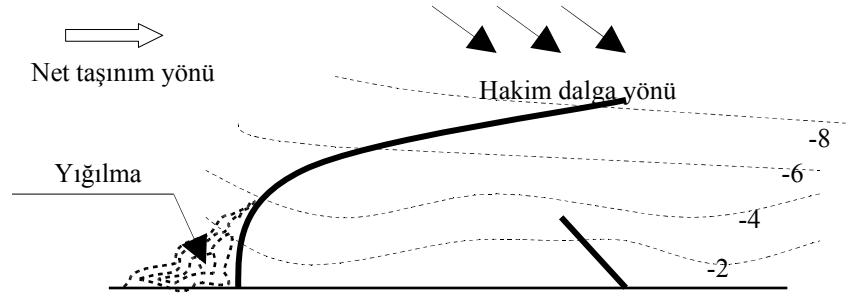
1.6. Kıyı Koruma Yapıları

1.6.1. Liman ve Barınaklar

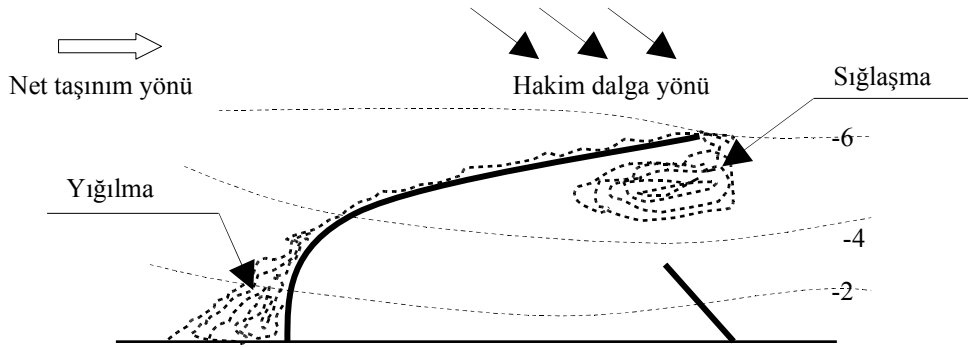
Kıyıları toplumlar tarafından çeşitli şekilde kullanılmakla birlikte en geniş kullanımı deniz ticareti, turizm ve balıkçılık gibi amaçlarla olmaktadır. Bu faaliyetlere katılan gemiler ve küçük tekneler (yatlar, balıkçı tekneleri vb.) dalga ve akıntı etkilerine karşı korunmak amacıyla korunmuş bölgelere ihtiyaç duymaktadır. Bu tip tabii veya yapay olarak korunmuş bölgelere “barınak” adı verilmektedir.

Diğer taraftan korunmuş bölgelerde eğer gemilerin çeşitli ihtiyaçları karşılanıyorsa, bakım ve onarımları yapılıyor ve inşa edilebiliyorlarsa, yükleme-boşaltma işlemi gerçekleştirilebiliyorsa ve depolama imkanları mevcutsa bu tip bölgelere “liman” adı verilmektedir. Limanlar tabii, yarı tabii ve yapay olarak korunmuş olmak üzere üç ayrı şekilde olabilirler. Hangi şekilde olursa olsun bir kıyı parçasının liman veya barınak olarak adlandırılabilmesi için her türlü dalga etkilerine ve akıntılara karşı korunmuş olması gerekmektedir [15].

Çeşitli maksatlarla yapılan liman ve balıkçı barınakları kıyı dengesini bozarak bazı sorunlara yol açmaktadırlar. Örnek olarak, yıllık taşınım yönünün batıdan doğuya doğru olduğu bir yörede kıyıda yapılacak bir yapı sediment hareketine engel olacağından, yapının batı kısmında sediment yığılması, malzeme akışı kesileceği için de doğu kısmında oyulma oluşacaktır. Kırılan dalgalar bu malzemeyi asılı hale getirecek ve kırılma sonucu oluşan akıntı ve dalgalar bu asılı malzemeyi, ana mendireğin uç (müzvar) kısmına doğru taşıyacaktır. Müzvarda kırınımına uğrayan dalgaların yükseklikleri havza içinde giderek azalacaktır. Bir dalganın yüksekliği azaldıkça; hızı, dolayısıyla sediment taşıma kapasitesi de azalacağından, havzadaki dalgalar sedimenti taşımak için yetersiz kalacak ve sediment tabana çökelmeye başlayacaktır (Şekil 6, Şekil 7).



Şekil 6. Bir liman veya balıkçı barınağında sığlaşma başlangıcı

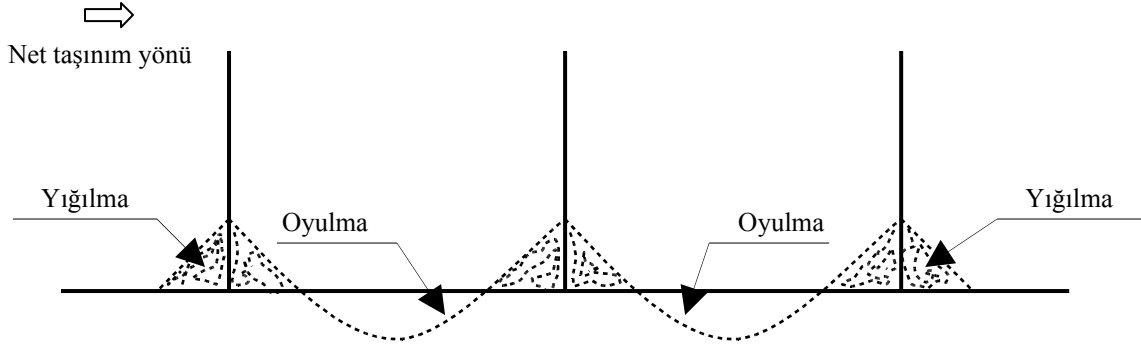


Şekil 7. Bir liman veya balıkçı barınağında sığlaşma sonucu havzanın dolması

1.6.2. Mahmuzlar

Kıyılarda inşa edilen mahmuzlar kıyı boyunca katı madde hareketini engellemek, miktarını azaltmak, kıyıda meydana gelen erozyonu önlemek ve yeni bir kıyı çizgisi veya koruyucu kumsal yaratmak amacıyla genellikle kıyıya dik olarak inşa edilen kıyı yapılarıdır. Mahmuzlar da, tıpkı liman ve barınaklarda olduğu gibi, memba taraflarında

sediment yığılmasına neden olurken, mansap taraflarında oyulmalara yol açmaktadırlar. Ayrıntılı arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucu, bir yöre için en uygun mahmuz tipi, konumu ve büyüklüğü belirlenmelidir. Çoğu defa, birden fazla mahmuzdan oluşan bir mahmuz sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Bir mahmuz sisteminin kıyıya etkisi Şekil 8’de şematik olarak gösterilmiştir [15].



Şekil 8. Üç adet düz mahmuzdan oluşan mahmuz sisteminin kıyıya etkisi

Kıyı çizgisi boyunca oluşan katı madde taşınımını ile mahmuzlar arasındaki etkileşim oldukça karmaşık yapıya sahiptir. Bu nedenle genel geçerli projelendirme yöntemleri ortaya koymak mümkün değildir. Öte yandan yine de genel anlamda bazı esaslar bulunmaktadır. Bu esasları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür;

a) Mahmuzlar sadece kıyı boyu sediment taşınımını engellemek amacıyla kullanılabilirler.

b) Mahmuzların civarındaki ve aralarındaki kıyının şekli kıyı boyu katı madde taşınımının miktarına ve yönüne bağlıdır.

c) Mahmuzların katı maddenin geldiği tarafında bir yığılma meydana gelir ve kıyı profili yeniden tabii dengesini sağlamaya çalışır.

d) Dalga tarafından mahmuzlar arasına itilen su kütlesi mahmuzların kenarından rip akıntısı olarak açık denize döner.

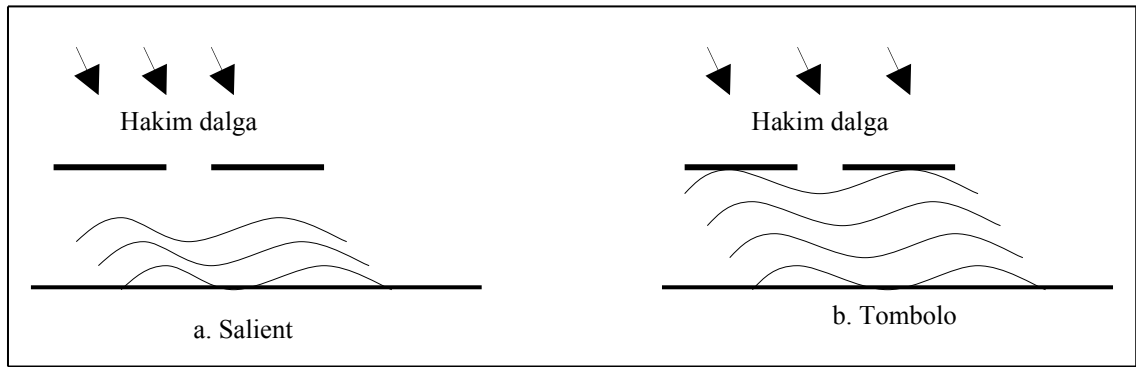
e) Mahmuzlardan geçen katı madde miktarı, mahmuzun boyutlarına ve dalga iklimine bağlıdır.

f) Mahmuz tarafından katı madde hareketi engellendiği için mahmuzun arka tarafındaki kıyı şeridinde tabii denge tamamen bozulur ve yeni denge koşulları oluşuncaya kadar değişim devam eder.

1.6.3. Açıkdeniz Mendirekleri

Kıyıların, dışarıdan yapılan müdahaleler sonucu bozulan dengesinin neticesi olarak erozyona uğrayan ve değişen kıyı çizgisinin korunması ve gelişmesini sağlamak amacıyla kullanılan açık deniz mendireklerinin önemi diğer yapıların çeşitli olumsuzluk ve dezavantajları sonucu son yıllarda büyük ölçüde artmıştır. Açıkdeniz mendirekleri kıyıyla bağlantısı olmayan ve genellikle kıyıya paralel yapılardır. Bu yapılar mahmuzlar gibi tek tek ya da bir seri halinde yapılabilmektedir. Bu yapıların ilk örnekleri ABD, Japonya, İsrail ve İtalya'da yapılmıştır.

Bu yapılar, gelen dalga enerjisini kırdığından, kendileriyle kıyı arasında ilerleyen dalgaların sediment taşıma kapasitesini azaltmaktadır ve bunun sonucunda dalgalar, taşıdıkları sedimenti yapı ile kıyı arasında bırakarak burada kum yığılmasına neden olmaktadır(salient). Bu yığılmanın kıyıya kadar ulaşması sonucunda mendirekle kıyı birleşmektedir(tombolo). Kıyı çizgisindeki değişim ve mendireklerin arkasında katı madde yığılmasının hesabı için çeşitli öneriler yapılmıştır. Genel olarak, kıyıdan uzaklık, mendirek boyu ve aralığı arasındaki ilişkilerin etkin olduğu söylenebilmektedir. Kıyıdan uzaklığın mendirek boyuna oranı 1'den küçük olduğu durumlarda tombolo oluşması muhtemeldir. Kıyıdan uzaklığın mendirek boyuna oranının büyümesi kıyıdaki değişimi azaltmaktadır. Açık deniz mendirekleri, bir veya birden fazla inşa edilebilmektedirler. Optimum projelendirme için arazi ve laboratuvar çalışmaları gerekli olmaktadır. Bir açık deniz mendireğinin neden olduğu kıyı değişimi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. Bir açık deniz mendireğinin kıyıya etkisi

1.6.4. Kıyı Perdeleri

Kıyı perdeleri; beton, çelik perde ve gergili çelik perde olmak üzere, şevli veya düşey yüzlü olarak inşa edilebilmektedirler. Perdeler düşey yüzlü yapıldıklarında yapı önündeki su derinliği eğer proje dalga yüksekliğinin iki katından az ise topuk noktası anroşmanla koruma altına alınmalıdır.

1.6.5. Kıyı Duvarları

Kıyı duvarları, beton veya taş dolgu malzemeden yapılmaktadır. Beton duvarlar genellikle eğrisel veya basamaklı yüzeye sahipken, taş dolgu duvarlar düz ve eğik yüzeyli olarak inşa edilmektedirler. Ancak bu yapılar rijit olduğundan dinamik dalga kuvvetlerine karşı daha esnek olan taş dolgu duvarlar inşa edilmektedir. Bu yapıların şev eğimleri dalga şartlarına bağlı olarak 1/1,5 ile 1/3 arasında değişebilmektedir. Kesitlerinin çekirdek kısmında ocak artığı (0-200 kg), dışa doğru ise daha iri malzemeler kullanılmaktadır.

1.6.6. Kıyı Kaplamaları (Tahkimatları)

Kıyı duvarları (istinat duvarı) ve kıyı tahkimatları, kıyıya paralel koruyucu yapılardır. Ancak, bu yapılar, yansıma nedeniyle dalga enerjilerini sönmüleyemedikleri için kıyı erozyonunu önleyememektedirler. Ayrıca, halkın kıyıyla olan ilişkilerini kesmeleri nedeniyle, fonksiyonel olmaktan uzaktırlar. Tüm bu olumsuz etkileri nedeniyle, modern kıyı mühendisliğinde kıyıya paralel yapılardan mümkün olduğunca kaçınılmaktadır. Bunun yerine, kıyıya dik yapılar (mahmuzlar) veya açık deniz mendirekleri tercih edilmektedir. Kıyı tahkimatları, ancak çok acil ve kısa süreli projeler için tercih edilmektedirler.

Kıyı kaplamaları (tahkimatlar) beton veya taş dolgudan yapılan eğik ve düz yüzeyli koruma yapılarıdır. Genel olarak iki esas tip kaplama söz konusudur [15].

a) Rijit kaplamalar

Rijit bir yapı olarak yerinde dökme betondan inşa edilen kaplamalar çok iyi bir koruma sağlarlar. Bununla beraber yapım sırasında inşa sahasının sudan arındırılması

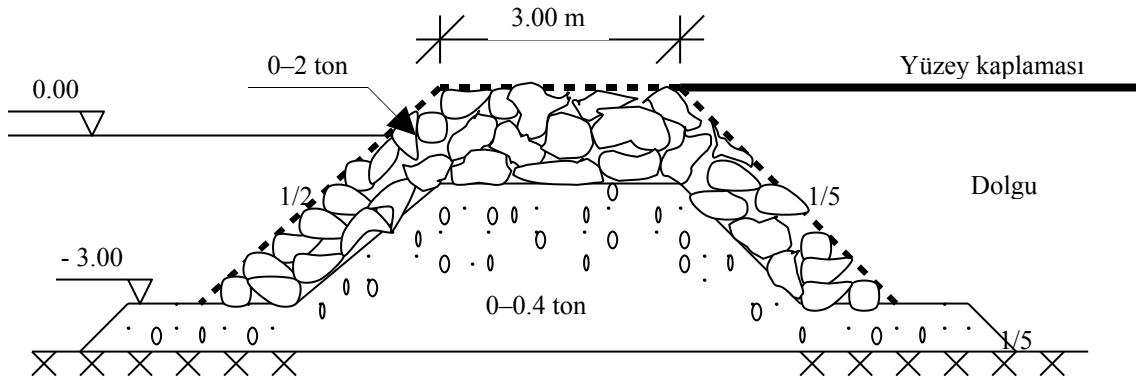
gerektiğinden yapım güçlüğü söz konusu olmaktadır. Bu nedenle pek tercih edilmemektedirler.

b) Esnek kaplamalar

Daha esnek olan bu kaplama, taç ve hazır beton elemanlardan oluşturulabilir. Hem iyi koruma sağlamaları ve hem de dinamik dalga etkilerine karşı az da olsa şekil değiştirerek yıkılmamaları vb. sebeplerle daha çok tercih edilmektedirler. Bunların özellikle dökme taş olanları küçük oturma ve çökmelerden zarar görmezler. Esnek kaplamaların en yaygın olarak kullanılanı taş dolgu tahkimatlarıdır. Bu yapıların iç kısmına ocak artığı gibi ince malzeme, dalgalarla temas eden dış kısmına ise iri taş blokları konur, şev eğimleri dalga şartlarına göre 1/1,5 ile 1/3 arasındadır (Şekil 10). Esnek kaplamaların diğer bir türü ise bütün blokların birbirine bağlanmasıyla elde edilir. Bu tür yapıların stabilitesi, tek tek blokların stabilitesinden çok bağlantı teknolojisinin kalitesine bağlıdır. Her iki tipte de alttan kaldırma basıncını drenajla düşürmek gerekir. Özellikle hazır beton plaklar alt su basıncı ile kalkabilirler.

1.6.6.1. Taş Tahkimatlarında Malzemenin Temel Nitelikleri

Taş tahkimat işlerinde kullanılacak taşlar, homojen sık kristallerden teşekkül eden, sağlam, sert, aşınma ve don, su, hava tesirlerine yeteri kadar dayanıklı, pratik olarak emme özelliği olmayan, “çatlak, yarık ve çürük damarlar” bulundurmeyen taşlardır. Yapının deniz, göl, nehir vs yerlerde yapılmasına bağlı olarak taşların; dalgalara, deniz suyuna, sülfatlı sulara kimyasal vb etkilere dayanıklı olması gereklidir [18].



Şekil 10. Yatık yüzeyli kıyı tahkimatı

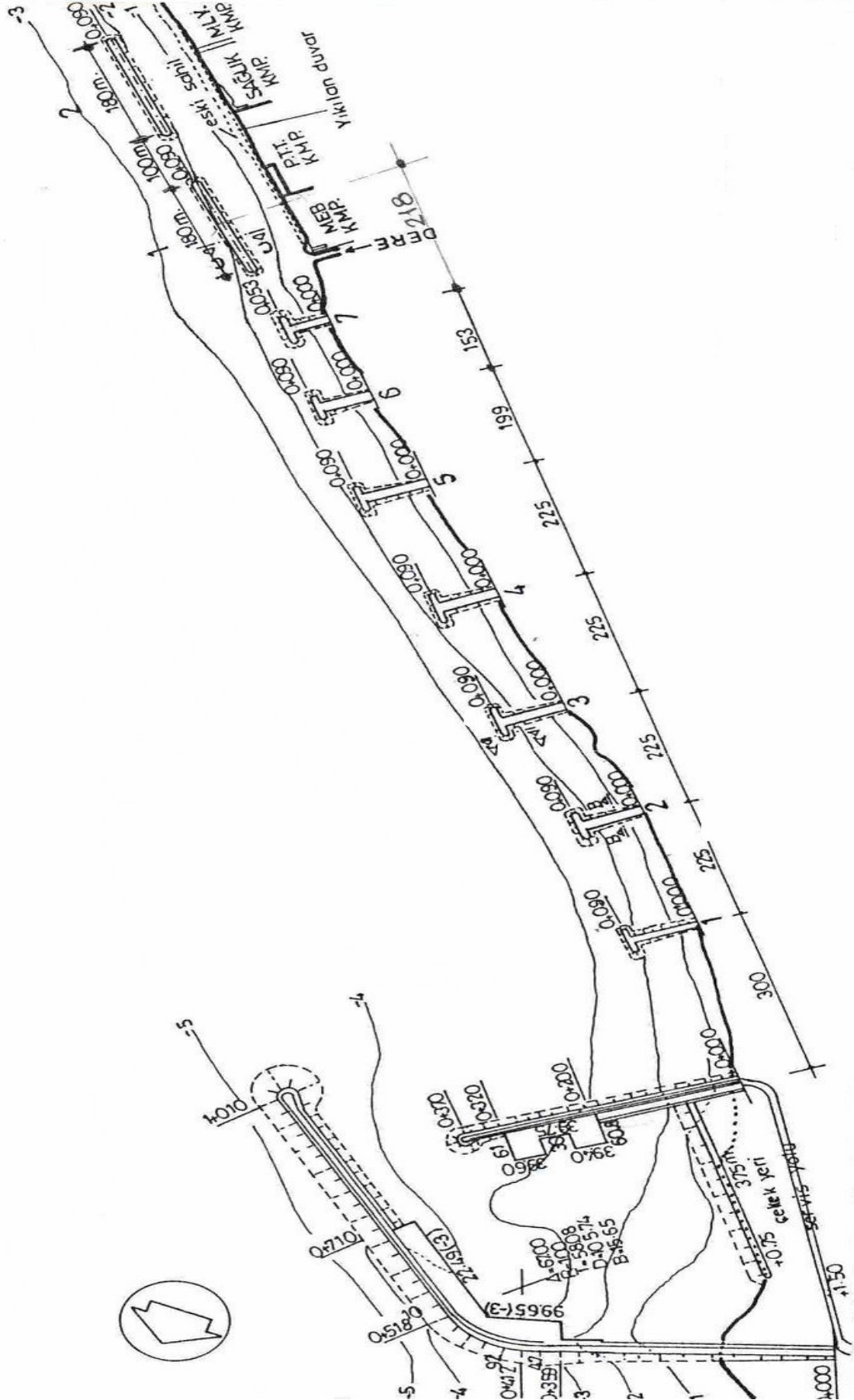
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Burada; balıkçı barınağının yapımı ile başlayan ve bunun sonucu olarak da kıyı şeridinde başlayan erozyonun giderilmesi için, balıkçı barınağı ile açıkdeniz dalgakıranlarının bulunduğu kamplara kadar olan yaklaşık 1600m uzunluğundaki sahil şeridine, 7 adet T mahmuz yapılmıştır. Fakat bu tahkimatlardan sonra da MEB Kampı, PTT Kampı, Sağlık Bakanlığı Kampı ve Maliye Bakanlığı Kampının önlerinde bulunan plaj kısmında ciddi tahribatlar olmuş, deniz bu kampların dış çevre duvarını yıkacak kadar karaya doğru ilerlemiştir. Bu tahribatı önlemek ve erozyona uğrayan plajı tekrar geri kazanmak maksadı ile 2 adet açıkdeniz mendireği (off-shore) tahkimatı yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda mendireklerin hemen kum tutmaya başladığı ve eski plajın tekrardan oluştuğu, fakat mendireklerin arasındaki bölgenin karşısında olan PTT ve Sağlık Bakanlığı kampları arasındaki bölgede kum tutmanın aksine oyulmaların devam ettiği görülmüştür. Ayrıca bu tahkimatlar neticesinde sahil şeridinde erozyon devam etmektedir. Bunun giderilebilmesi ile ilgili bir çözüm önerisi de öneriler kısmında verilmiştir. Ama şu da görmezden gelinmemelidir ki bu tür yapıları yapmadan önce kesinlikle matematiksel ve literatür çalışmalarının dışında deneysel çalışmalar da yapılmalıdır. Ve bu deneysel çalışmaların ışığı altında bu tür imalatlar yapılmalıdır.

Samsun Dereköy'de yapılan inceleme ve araştırmalardan edinilen sonuç; başka yerlerde yapılmış olan benzeri proje ve imalatların bir fikir verebileceğini fakat coğrafi şartlar düşünüldüğünde kesinlikle bire bir örtüşmeyeceğini göstermektedir. Bundan dolayı tahkimatın yapılacağı bölge şartları göz önünde bulundurularak, laboratuvar çalışmaları yapıldıktan sonra imalat aşamasına geçilmelidir.

Samsun Dereköy'de yapılan balıkçı barınağı, T mahmuzlar ve açıkdeniz dalgakıranları şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. Samsun Dereköy Balıkçı Barınağı, T Mahmuz ve Off-Shore Tipi Dalgakıran Sahil Tahkimatı

2.2. Arazi Çalışmaları

Yapımına 2004 yılı mayıs ayında başlanan ve kısa sürede bitirilen 2 adet açıkdeniz dalgakıran için ilki imalata başlamadan önce olmak üzere 2005 yılı haziran ayına kadar toplam sekiz ölçüm yapılmıştır. Ölçümler; topoğrafik olarak yapılmış olup, kıyı çizgisinin bu bir yıllık zaman dilimindeki değişimini göstermektedir.

Bu çalışmada, yapılmış olan ölçümler grafik haline getirilerek kıyı çizgisinin değişimi incelendi ve açıkdeniz dalgakıranlarının kum tutma miktarları yaklaşık olarak hesaplandı. Ayrıca, açıkdeniz dalgakıranları üzerinde yapılmış olan önemli çalışmaların ışığı altında da Samsun Dereköy açıkdeniz dalgakıranların kumlanma etüdü yapılmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda oluşan grafikler aşağıda gösterilmişlerdir. Çalışma bu grafikler üzerinden yürütülmüştür.

2.2.1. Dereköy açıkdeniz dalgakıranların daha önceki literatür çalışmalarına göre değerlendirilmesi

2.2.1.1. Seiji, Uda ve Tanaka'nın yapmış olduğu araştırmaya göre Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının durumu

$$G/X < 0,8$$

(1)

$$0,8 \leq G/X < 1,3$$

(2)

$$G/X \geq 1,3$$

(3)

Dereköy açıkdeniz dalgakıranları için; $G = 100 m$ $X = 90 m$

Burada;

G: dalgakıran aralığı,

X: dalgakıranların kıyıdan başlangıçtaki uzaklığıdır.

$$G/X = 100/90 = 1,11 \text{ bu durumda,}$$

$$0,8 < G/X = 1,11 < 1,3$$

(2)

olur.

Seiji, Uda ve Tanaka, bu durumda dalgakıranlar arasında muhtemel erozyon olabileceğini belirtmiştir.

Yapılan gözlemler neticesinde de dalgakıranlar arasında kumlanma olmadığı gibi az da olsa oyulmalar olmuştur. Tabii şunu da belirtmek gerekir ki bu bölgede kampların olduğu bölümde T mahmuzların yapılmasıyla birlikte ciddi tahribatlar oluşmuştu. Dalgakıranlar, korudukları bölgede kumlanma oluşturmuşlardır. Fakat dalgakıranlar arasında kum birikmediği ölçüm sonuçlarından da görülmektedir.

2.2.1.2. Dally ve Pope' un yapmış olduğu araştırmaya göre Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının durumu

* Kıyı çizgisinin dalgakırana ulaşması için;

Seri dalgakıran olması durumunda:

$$B/X = 1,5$$

(5)

ve

$$L \leq G \leq B \quad (6)$$

olmalıdır.

Burada;

L: yapı üzerindeki dalga uzunluğu,

G: dalgakıran aralığıdır.

Dereköy dalgakıranları için;

$B = 180 m$, $X = 90 m$, $L = 60 - 70 m$, $G = 100 m$ ' dir.

$$B/X = 180/90 = 2 \quad (5)$$

$$L = 70 m < G = 100 m < B = 180 m \quad (6)$$

olur.

* Kıyı çizgisinin dil şeklinde dalgakırana ilerlemesi için;

$$0,5 < B/X < 0,67 \quad (7)$$

olarak belirlemişlerdir.

Dereköy dalgakıranları için bu oran $B/X=2$ 'dir.

* Ayrıca, kıyı çizgisine ulaşmadan önce kırınım, sapmaya uğrayan dalgaların kıyıya düzgün şekilde ulaşabilmesi için;

$$B/X=0,125 \quad (8)$$

oranını tavsiye etmişlerdir.

Dereköy dalgakıranları için de bu oran sağlanmamıştır.

Dally ve Pope' un çalışmasına göre Dereköy dalgakıranlarının uzunluklarının daha kısa olabileceği değerlendirilebilir. Fakat bunun yanı sıra $B/X=1,5$ olmadığı halde kıyı çizgisi dalgakıranlara doğru dil şeklinde ilerlemiştir.

2.2.1.3. Nir'in yapmış olduğu araştırmaya göre Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının durumu;

Bu çalışmada Nir, dalgakıranlar arkasında ortalama katımadde biriktirme yüksekliği (h) ile kıyıdan başlangıç uzaklığının (X) dalgakıran uzunluğuna (B) oranı arasındaki bağlantıyı;

$$h=1,786-0,809 * X/B \quad (9)$$

olarak belirlemiştir.

Dereköy dalgakıranları için; $B=180 m$, $X=90 m$ 'dir.

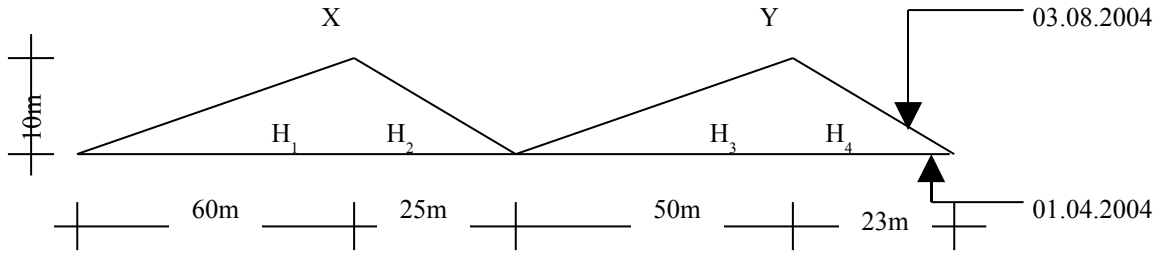
$$h=1,786-0,809 * 90/180 \Rightarrow h=1,3815 m \text{ olur.}$$

Yapılan gözlemler sonucunda, Nir'in bu formülü Dereköy dalgakıranları içinde kısmen geçerli olduğu tespit edilmiştir.

2.2.2. Açıkdeniz dalgakıranların korudukları bölgedeki malzeme miktarlarının değişimi

2.2.2.1. MEB Kampı Ve PTT Kampı Önündeki Kıyı Şeridinin 01.04.2004–03.08.2004 Tarihleri Arasındaki Değişimi

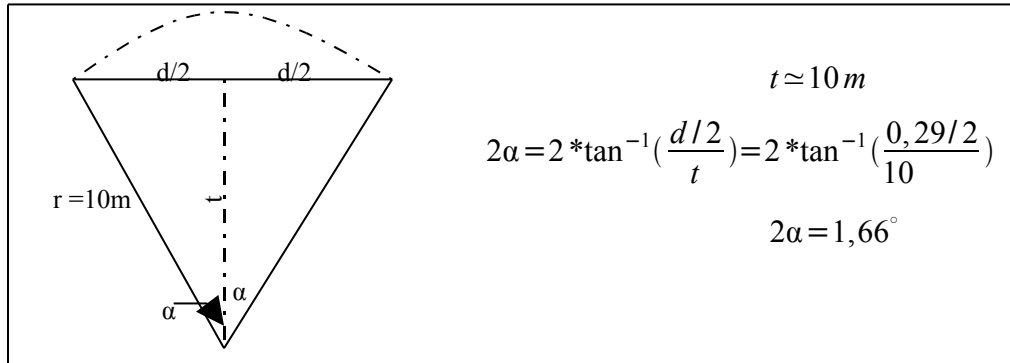
Burada 01.04.2004 – 03.08.2004 tarihleri arasında kıyıda biriken malzeme miktarı hesaplanmıştır. Aşağıdaki şekil ekler bölümünde bulunmaktadır. Buraya hesap yöntemini göstermek amacıyla sadeleştirilerek alınmıştır. Hesaplar, şekil üzerinden aşağıdaki gibi yapılmıştır:



Şekil 12. 01.04.2004 - 03.08.2004 tarihleri arasındaki kıyı çizgisinin değişimi

X ve Y noktalarındaki derinlik: $d = 10/35 * 1 = 0,29 m$

Burada d; X ve Y noktalarında tutulan malzemenin yüksekliğidir. Bir başka ifade ile 01.04.2004 tarihinde bu noktalarındaki su derinliği de denebilir. Bu değer hesaplanırken alınan veriler, ekler bölümünde mahmuz arkası kıyı kum hareketi takip planında verilmiştir.



Şekil 13. Hesap üçgeni

Burada;

r : ölçüm tarihi itibarı ile kıyı çizgisinin dalgakıranlara doğru olan değişimi (m),

t : şekil 12'de hesap için kullanılan bir değerdir ve yaklaşık olarak (r) değerine eşittir.

H_1 , H_2 , H_3 ve H_4 kum tutma miktarları (m^3) aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$H_1 = \frac{\pi * r^2 * h}{3} * \frac{2 * \alpha}{360} = \frac{\pi * 100 * 60}{3} * \frac{1,66}{360} = 29 m^3 \quad (h=60m)$$

$$H_2 = \frac{\pi * r^2 * h}{3} * \frac{2 * \alpha}{360} = \frac{\pi * 100 * 25}{3} * \frac{1,66}{360} = 12 m^3 \quad (h=25m)$$

$$H_3 = \frac{\pi * r^2 * h}{3} * \frac{2 * \alpha}{360} = \frac{\pi * 100 * 50}{3} * \frac{1,66}{360} = 24 m^3 \quad (h=50m)$$

$$H_4 = \frac{\pi * r^2 * h}{3} * \frac{2 * \alpha}{360} = \frac{\pi * 100 * 23}{3} * \frac{1,66}{360} = 11 m^3 \quad (h=23m)$$

$H = H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = 29 + 12 + 24 + 11 = 76 m^3$ kum MEB ve PTT kampları önünde birikmiştir.

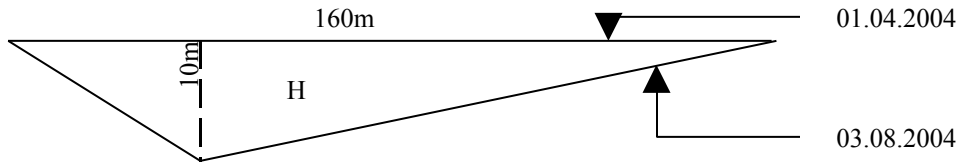
Burada;

H: toplam kum tutma miktarı (m^3)'tür.

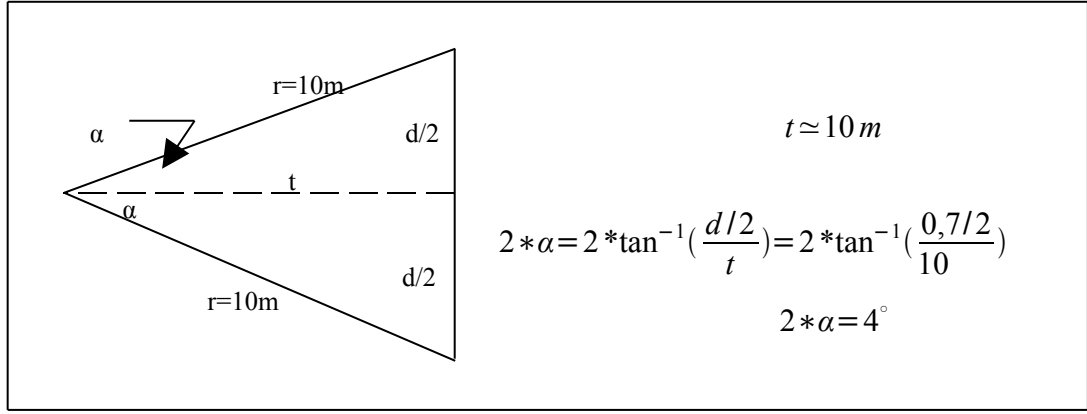
Ölçüm tarihleri itibarı ile kıyı şeridindeki değişimler yukarıda anlatılan hesap yöntemi ile hesaplanarak bulgular bölümünde verilmiştir.

2.2.2.2. PTT kampı ve sağlık kampı önündeki kıyı şeridinin 01.04.2004–03.08.2004 tarihleri arasındaki değişimi

Burada ise 01.04.2004 – 03.08.2004 tarihleri arasında bu bölgede erozyona uğrayan malzeme miktarı hesaplanmıştır. Aşağıdaki şekil ekler bölümünde bulunmaktadır. Buraya hesap yöntemini göstermek amacıyla sadeleştirilerek alınmıştır. Hesaplar, şekil üzerinden aşağıdaki gibi yapılmıştır:



Şekil 14. 01.04.2004 - 03.08.2004 tarihleri arasındaki kıyı çizgisinin değişimi



Şekil 15. Hesap üçgeni

Kıyı önü derinliği: $d \simeq 0,7 m$

Burada;

r: erozyona uğrayan kıyının değişimi (m),

t : şekil 14'de hesap için kullanılan bir değerdir ve yaklaşık olarak (r) değerine eşittir.

Erozyona uğrayan kum miktarı (H, m³) aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$H = \frac{\pi * r^2 * h}{3} * \frac{2 * \alpha}{360} = \frac{\pi * 10^2 * 160}{3} * \frac{4}{360} = 186 m^3 \quad \text{kum PTT ve Sağlık kampı}$$

önünden erozyona uğramıştır.

Ölçüm tarihleri itibarı ile kıyı şeridindeki değişimler, yukarıda anlatılan hesap yöntemi ile hesaplanarak bulgular bölümünde verilmiştir.

3. BULGULAR VE İRDELEME

3.1. MEB kampı ve PTT kampı önünde bulunan açıkdeniz dalgakıranının ölçüm tarihleri itibariyle tutmuş olduğu malzeme miktarları

Tablo 1’de verilen değerler, ölçüm tarihi itibarı ile kıyıdaki toplam yığılma miktarlarını göstermektedirler. Bu değerler yapılan çalışmalar bölümünde Şekil 12 ve Şekil 13’te anlatılan hesaplama yöntemine göre elde edilmiştirler.

Tablo 1. İlgili Ölçüm Tarihleri İtibariyle Tutulan Malzeme Miktarları

Ölçümler	Tutulan malzeme miktarı (m ³)
01.04.2004	0 (kıyı çizgisi)
03.08.2004	76
02.11.2004	1599
06.12.2004	1766
13.01.2005	2658
12.04.2005	4653
11.05.2005	5561
06.06.2005	2546

Tablo 1’de verilen verilerden son ölçüm değerinin düşük olmasının nedeni, buradan malzeme çekilmiş olmasıdır. Bundan daha önce bahsedildi. Bu ölçümün alınma nedeni MEB kampını satın alan kişinin buradan ne kadar malzeme çektiğini görmek içindir. Görüldüğü gibi yaklaşık olarak 3015 m³ malzeme çekilmiştir.

3.2. PTT kampı ve sağlık kampı önünden, yani iki dalgakıran arasındaki bölgede ölçüm tarihleri itibariyle erozyona uğramış malzeme miktarları

Tablo 2’de verilen değerler, ölçüm tarihi itibarı ile kıyıdaki toplam erozyona uğrayan malzeme miktarlarını göstermektedirler. Bu değerler yapılan çalışmalar bölümünde Şekil 14 ve Şekil 15’te anlatılan hesaplama yöntemine göre elde edilmiştirler.

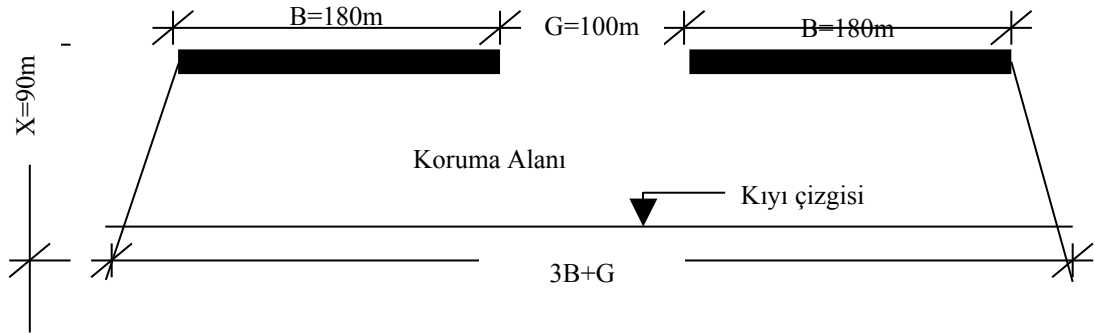
Tablo 2. İlgili Ölçüm Tarihleri İtibariyle Erozyona Uğrayan Malzeme Miktarları

Ölçümler	Tutulan malzeme miktarı (m ³)
01.04.2004	0 (kıyı çizgisi)
03.08.2004	186
02.11.2004	17
06.12.2004	593
13.01.2005	32
12.04.2005	559
11.05.2005	499
06.06.2005	600

Tablo 2’den de görüldüğü gibi bu bölgedeki oyulmalar devamlı değildir. Bazı ölçümlerde yığılmaların da olduğu görülmektedir.

3.3. Dereköy açıkdeniz dalgakıranlarının korudukları alan ve bu alanda tutulan malzeme miktarı

Dalgakıran arkasında kalan bölge koruma alanı olarak alınmıştır (Şekil 16). Bu koruma bölgesi dalgakıranların arkasında kalan kıyı çizgisi ile dalgakıran boyunun yarı uzunluğu kadar geniş alınması ile elde edilmiştir. Dalgakıranların ve aralığın toplam uzunluğu $(2B+G)$ iken, kıyı çizgisinden alınan uzunluk ise $(3B+G)$ ‘dir. Böylece koruma alanı $(5B+2G)*X/2$ şeklinde elde edilir.



Şekil 16. Koruma alanının görünümü

* Açıkdeniz dalgakıranlarının korudukları alan;

$$(5B+2G) * X/2 = [(5*180 + 2*100) * 90/2] = 49500 m^2$$

* Koruma alanının hacmi;

$$49500 m^2 * d = 1,2 m = 59400 m^3 \text{ 'tür. Burada;}$$

d: dalgakıranlar arkasındaki ortalama su derinliğidir.

* 01.04.2004 – 11.05.2005 tarihleri arasında koruma alanında tutulan malzeme miktarı;

$$5561 * 2 - 600 = 10522 m^3$$

* Toplam biriktirme miktarının, dalgakıranların koruma alanı hacmine bölünerek boyutsuz katı madde biriktirme oranı R ;

$$10522 m^3 / 59400 m^3 = 0.177 \text{ olarak elde edilir.}$$

* 1 yıl sonra, 1 m² alanda $10522/49500 = 0,21 m^3$ malzeme tutulmuştur.

4. SONUÇLAR

* Dereköy açıkdeniz dalgakıranları için yapılan bu çalışma neticesinde görüldü ki; dalgakıranlar ilk 5 ayda 1600m³ kum yığılmasına neden olmuş ve bir yıl içinde, dalgakıranla sahil dil şeklinde birleşmiştir (Tombolo).

* Dereköy açıkdeniz dalgakıranları arasında kalan bölgede ise istenilen birikme olmadığı gibi oyulmalar (erozyon) olmuştur.

* Açıkdeniz dalgakıranları üzerinde yapılan çalışmalar gösteriyor ki; Dereköy'de yapılan dalgakıranların kıyıdan uzaklığı gereğinden fazla olmuştur. Ayrıca dalgakıranların boyları da çok fazla seçilmiştir. Dalgakıranın kıyıdan uzaklığı ve boyu fazla olduğundan hem koruma alanına giren malzeme miktarı azalmıştır, hem de yapı maliyeti artmıştır.

* Ayrıca balıkçı barınağı yapımıyla başlayıp açıkdeniz dalgakıranların yapımına kadar devam eden imalatlar neticesinde dalgakıranlardan sonraki sahil şeridinde (Maliye Bakanlığı kampından Samsun'a doğru olan sahil şeridinde) erozyon meydana gelmiştir.

* Yapılan bu çalışma neticesinde ulaşılan en önemli sonuç; bu tür imalatların yapımından önce iyi bir ön çalışma yapılmasının gerekli olduğudur. Yapılan yanlış imalatlar hem ülkemiz kaynaklarının tükenmesine hem de telafisi zor ve çok daha maliyetli olan kıyı dengesinin bozulmasına neden olmaktadır.

5. ÖNERİLER

* Açıkdeniz dalgakıranları üzerine yapılmış olan bütün çalışmalardan, dalgakıran parametreleri olan; kıyıdan uzaklık (X), boyu (B) ve aralarındaki mesafeler (G) arasında aşağıdaki gibi bir bağıntı kurulabilir:

$$B = 1,2 * G = 1,5 * X \text{ olur.}$$

Bu bağıntıya göre dalgakıranlar arasında erozyon olma ihtimali olabilir. Böyle bir durumda oyulma olan bölgelerin yapay besleme yöntemleri ile doldurulması tavsiye edilmektedir.

* Samsun Dereköy’de yapılan dalgakıranların kıyıdan uzaklıkları 70 m, dalgakıran boyları 105 m ve aralarındaki mesafe 90 m olmalıydı.

* Erozyon olan bölge yapay olarak beslenmelidir.

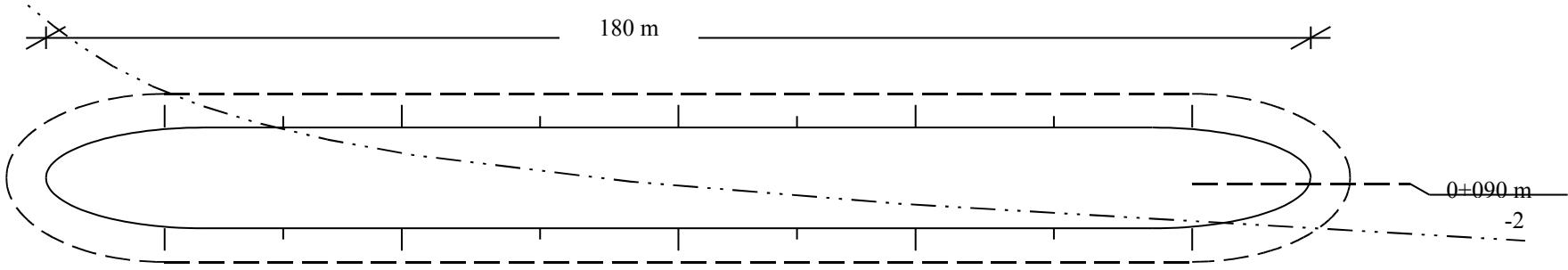
* Erozyona uğrayan yazlık bölgesi için kısa zamanda gerekli tedbirler alınmalıdır. Yazlıkların olduğu bölgedeki oyulmaları önlemek için burada üçlü düz mahmuz sistemi uygulanabilir. Birinci mahmuzun kıyıdan uzaklığı 70 m ve açıkdeniz dalgakıranının merkezine uzaklığı 220 m, ikinci mahmuzun kıyıdan uzaklığı 50 m ve ilk mahmuza olan mesafesi 120 m, üçüncü mahmuzun ise kıyıdan uzaklığı 40 m ve ikinci mahmuza olan mesafesi 110 m olmalıdır. Böyle bir mahmuz sistemi ile bölgedeki erozyon durdurulabilir.

6. KAYNAKLAR

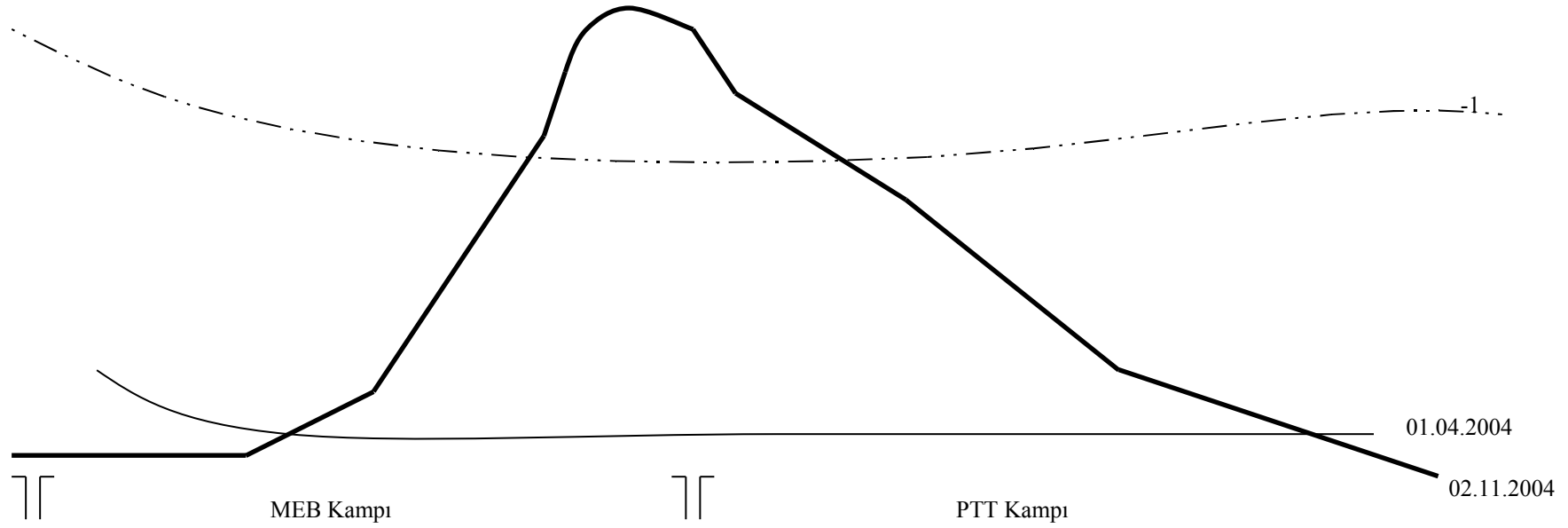
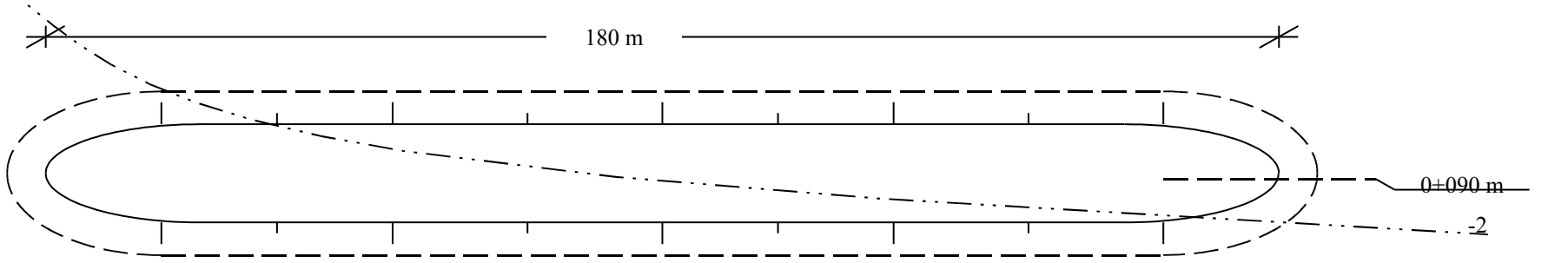
1. Yaşar, U., Uçkaç, Ş., Gürhan, G. ve Eronat, H., Alanya Plaj Erozyonu, 5. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, Mayıs 2005, Bodrum, Bildiriler Kitabı, Cilt II, 445-449
2. Seiji, M., Uda, T. ve Tanaka, S., Statistical Study on the Effect and Stability of Detached Breakwaters, Coastal Engineering in Japan, 30, 1 (1987), 131–141.
3. Dally, W.R. ve Pope, J., Detached Breakwaters for Shore Protection, Technical Report, CERC 86-1, CERC, 1986.
4. Nir, Y., Offshore Artificial Structure and Their Influence on the Israel and Sinai Mediterranean Beaches, Procc. 18th Int. Conference on Coastal Engineering, ASCE, 1982, 1857–1855.
5. Birben, A.R., Açıkdeniz Dalgakıranlarının Katımadde Biriktirme Oranına Etkisinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
6. Özölçer, İ.H., Kıyı Korunmasında Mahmuzların Etkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1998.
7. Seeling, W.N. ve Walton, T.L., Estimation of Flow Through Offshore Breakwater Gaps Generated by Wave Overtopping, Coastal Engineering Technical Aid, CERC 80-8, CERC, VA, 1980.
8. Chasten, M.A., Rosati, J.D., McCormick, J.W. ve Randall, R.E., Engineering Design Guidance for Detached Breakwaters as Shoreline Stabilization Structures, Technical Report, CERC 93-19, CERC , 1993.
9. McCormick, M.E., Equilibrium Shoreline Response to Breakwaters, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, 119, 6 (1993), ASCE.
10. Shinohara, K. ve Tsubaki, T., Model Study on the Change of Shoreline of Sandy Beach by the Offshore Breakwater, Procc. Int. Conference on Coastal Engineering, Vol. 1, ASCE, 1996, 550-563.
11. Sawaragi, T., Deguci, I. Ve Kim, G.Y., Function of Detached Breakwater to Control Longshore Sediment Transport, Proc. 22nd. Int. Conference on Coastal Engineering, ASCE, 1990, 2603-2615.
12. Sliti, M. Ve Viguier, C., Etude <in situ> du fonctionnement des brise-lames de protection du littoral sud du petit golfe de Tunis, La Houille Blanche, 5 (1992), 349-359.
13. Birben, A., Özölçer, İ.H., Karasu, S. and Komurcu, M.I, Investigation of The Effects of Offshore Breakwater Parameters on Sediment Accumulation, Ocean Engineering, Article in Press, 2006.

14. 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, March 9–11, 1992, 303–319.
15. Yüksek, Ö., Kıyı Mühendisliği, KTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü Ders Notları.
16. Kömürcü, M., Kıyıya Dik Katımadde Hareketi Sonucu Oluşan Bar Parametrelerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2004.
17. Kömürcü, M.I., Özölçer, I.H., Yüksek, Ö. and Karasu, S., Determination of Bar Parameters Caused by Cross-shore Sediment Movement, Ocean Engineering, Article in Press, 2006.
18. Akpınar, A., Çil, A., Doğu Karadeniz Kıyı Yapıları Etüdü ve Fatsa Karayolu Tahkimatı Modellemesi, Bitirme Çalışması, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2004.

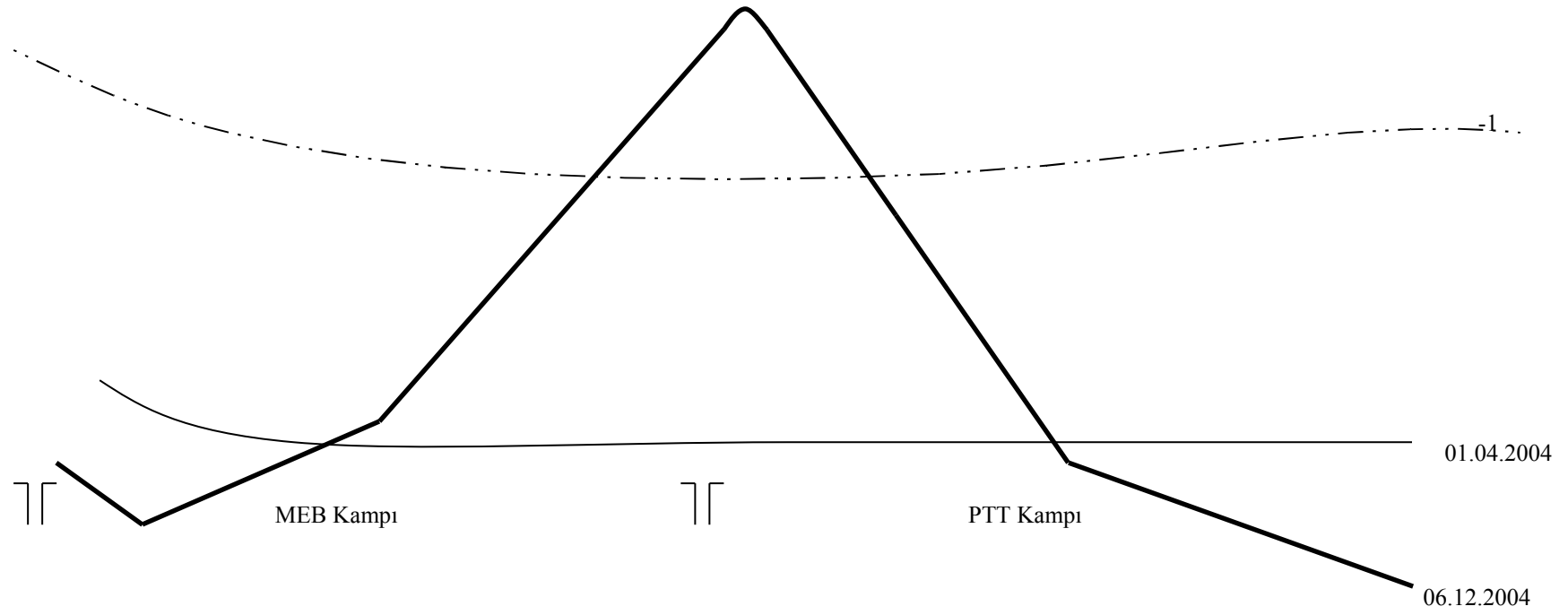
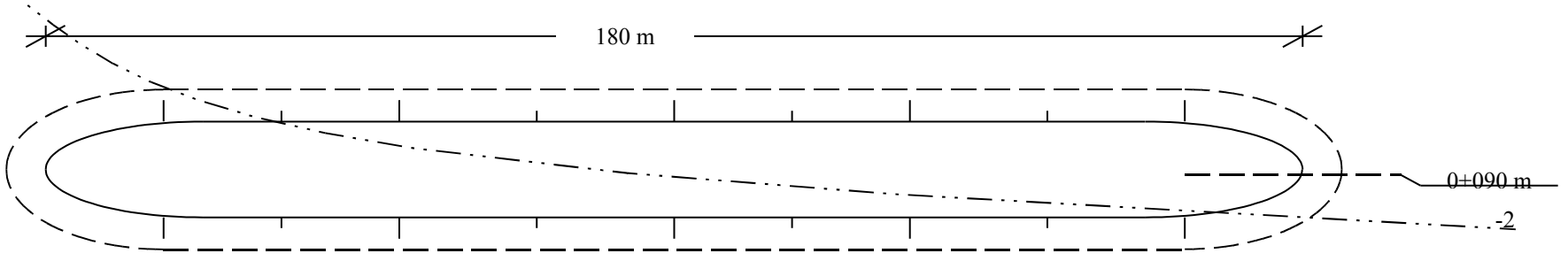
EKLER



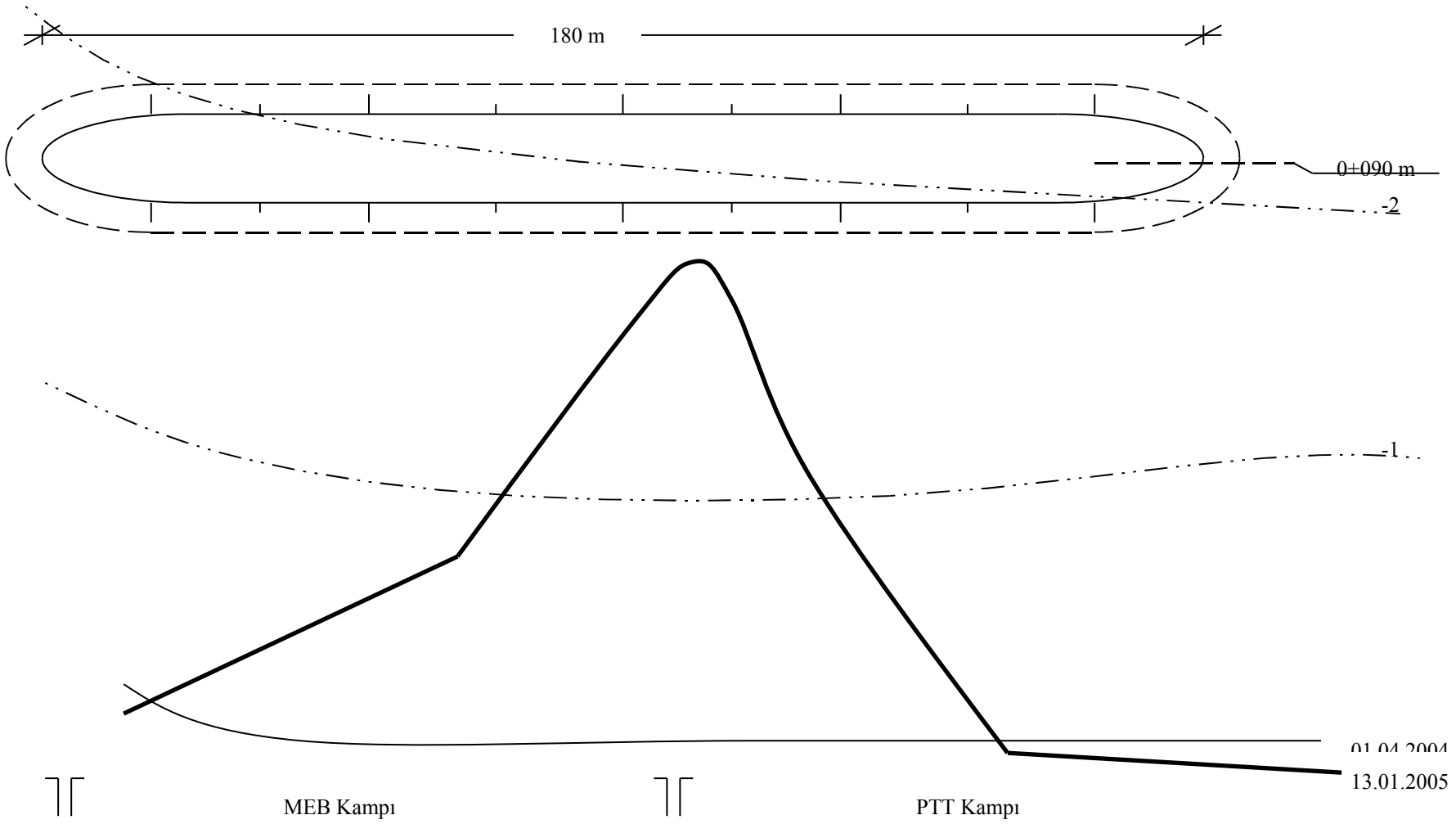
Ek Şekil 1. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 03.08.2004)



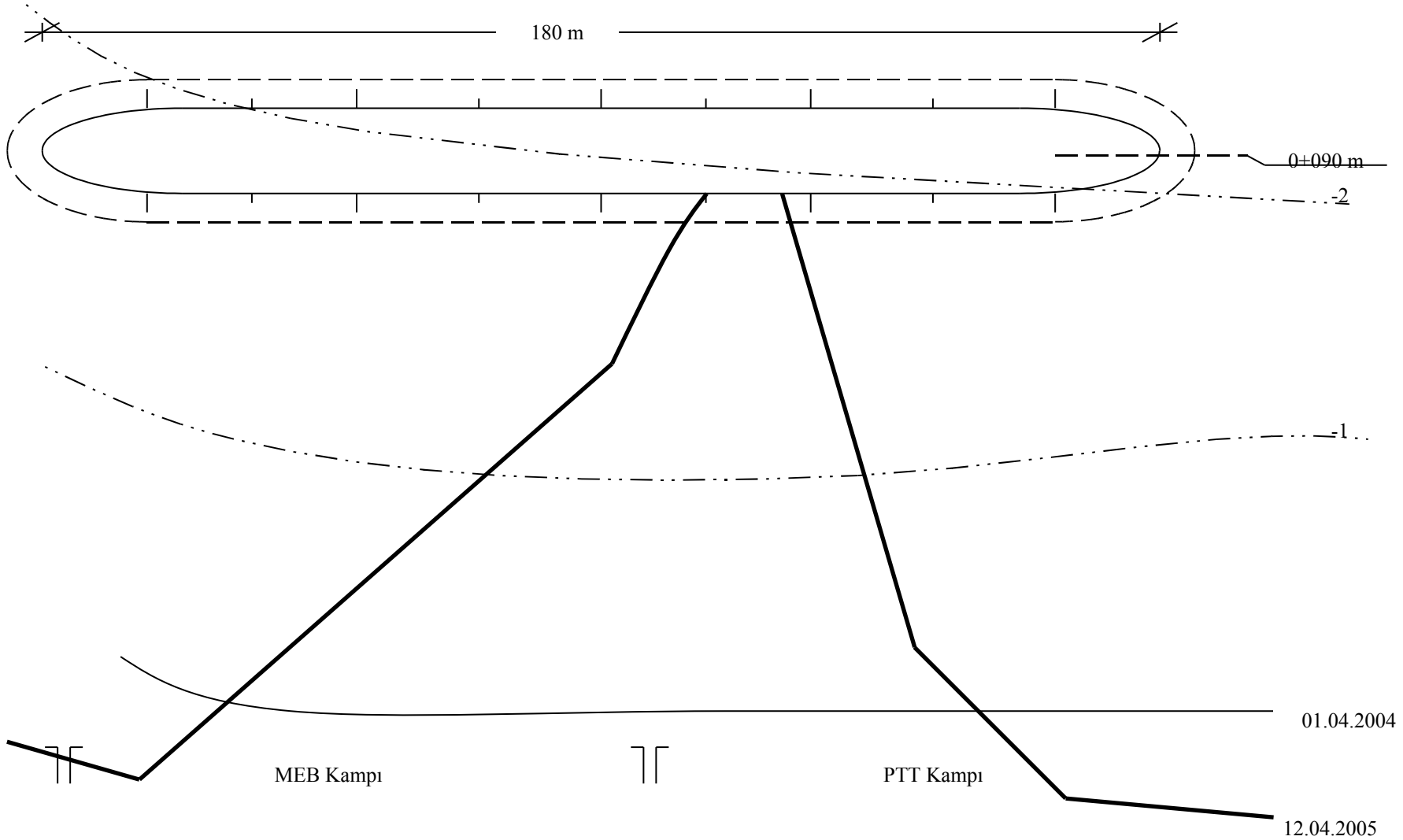
Ek Şekil 2. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 02.11.2004)



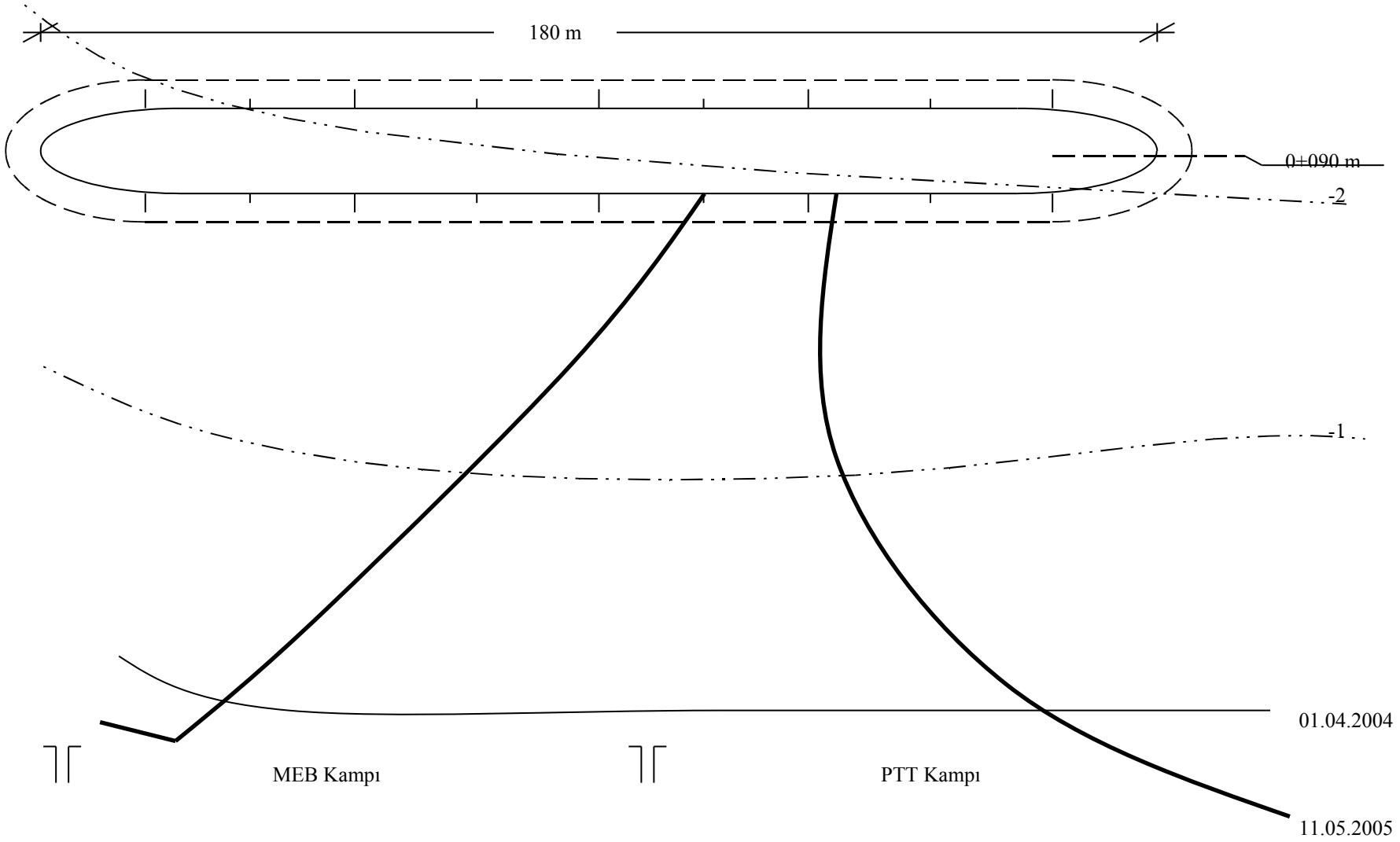
Ek Şekil 3. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.12.2004)



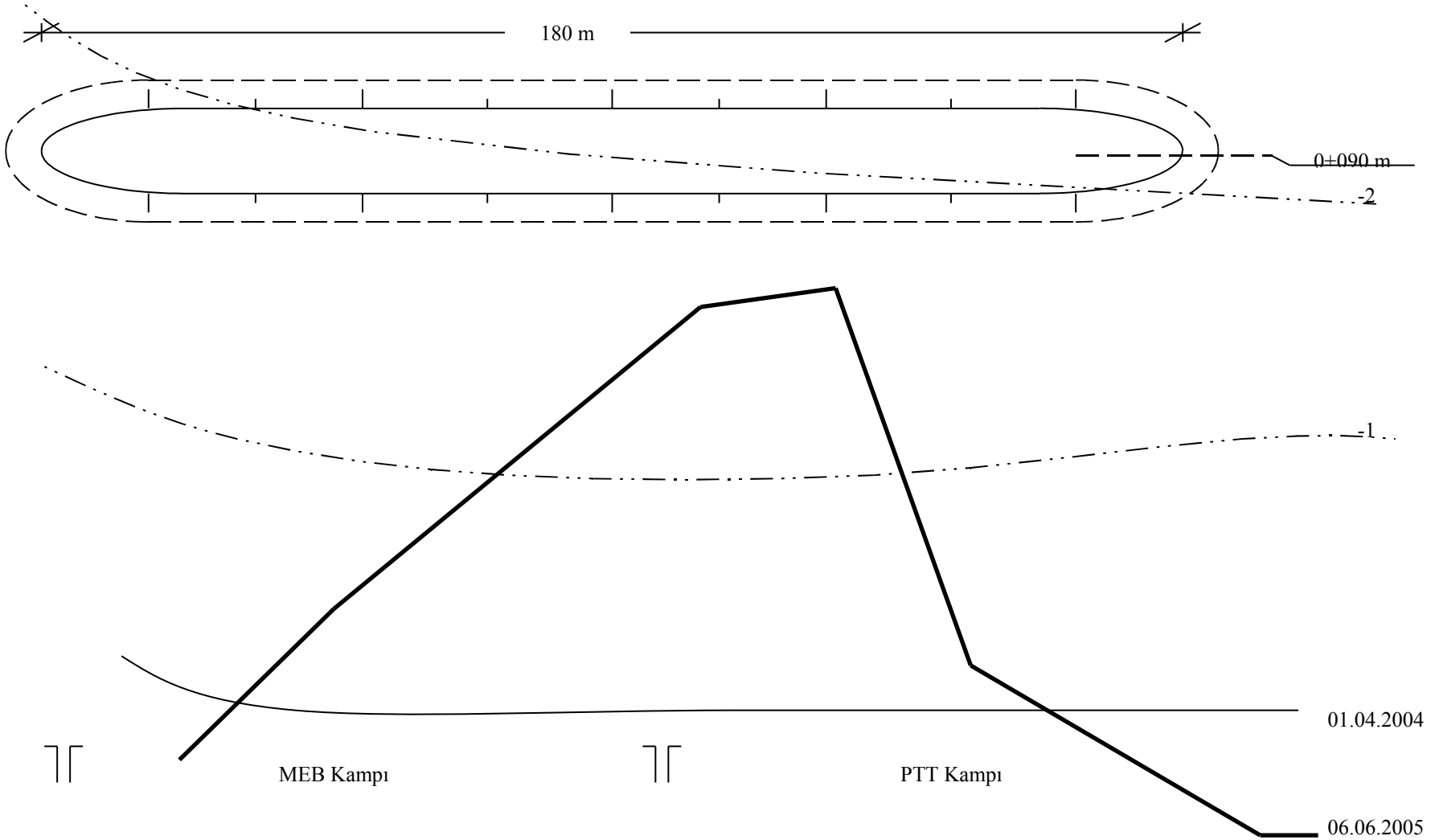
Ek Şekil 4. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 13.01.2005)



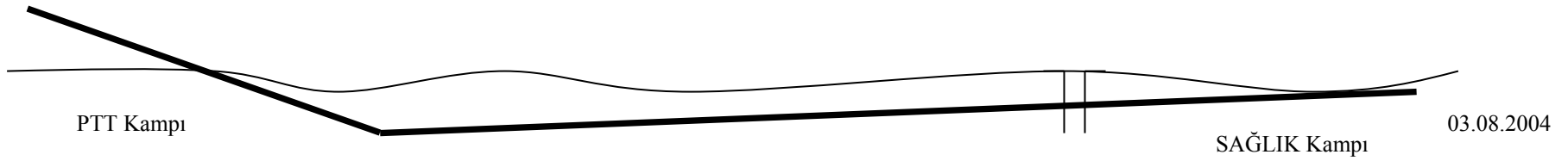
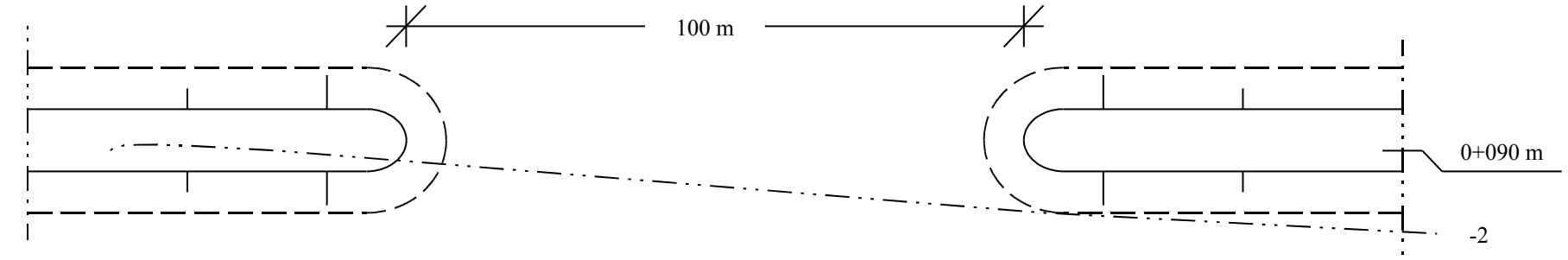
Ek Şekil 5. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 12.04.2005)



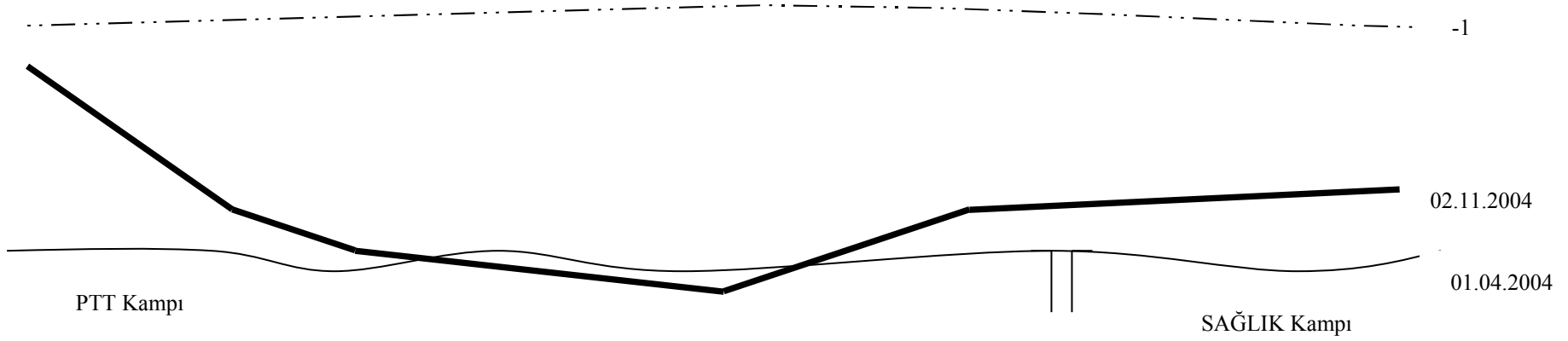
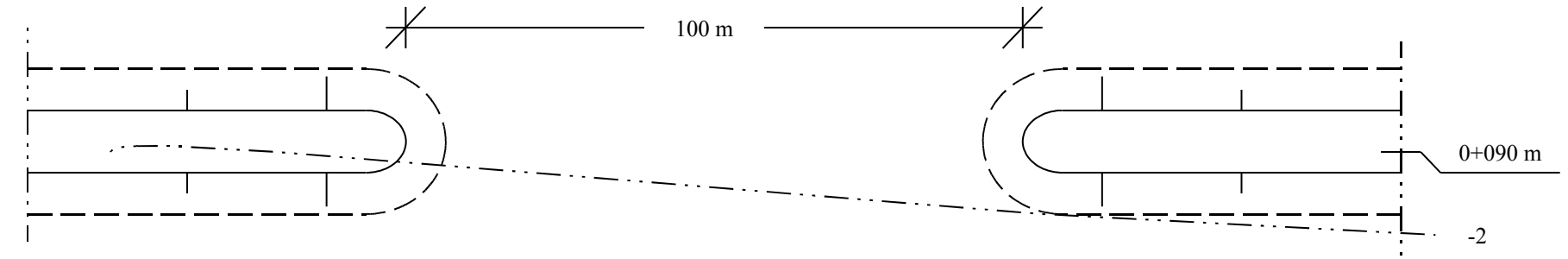
Ek Şekil 6. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 11.05.2005)



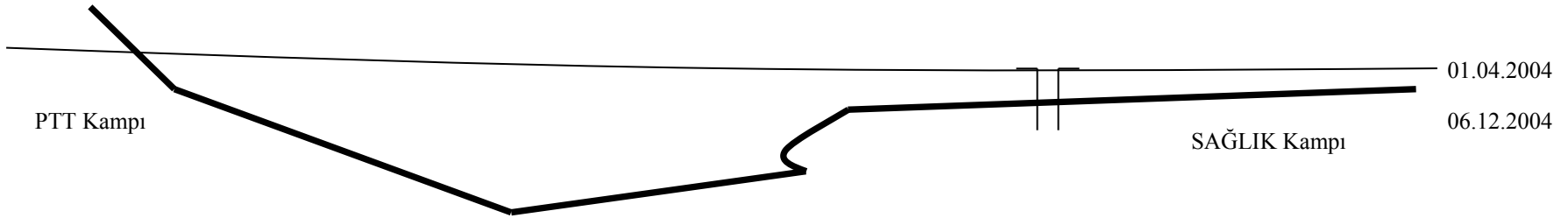
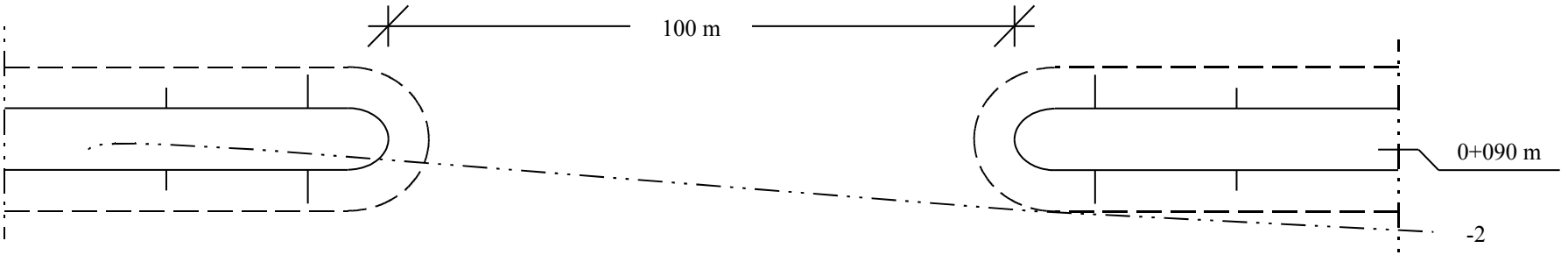
Ek Şekil 7. MEB kampı ve PTT kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.06.2005)



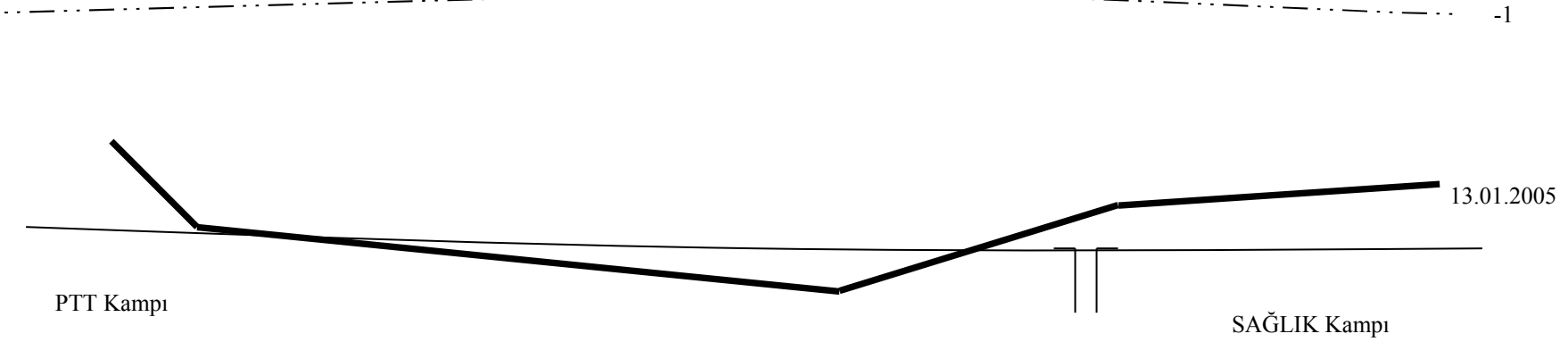
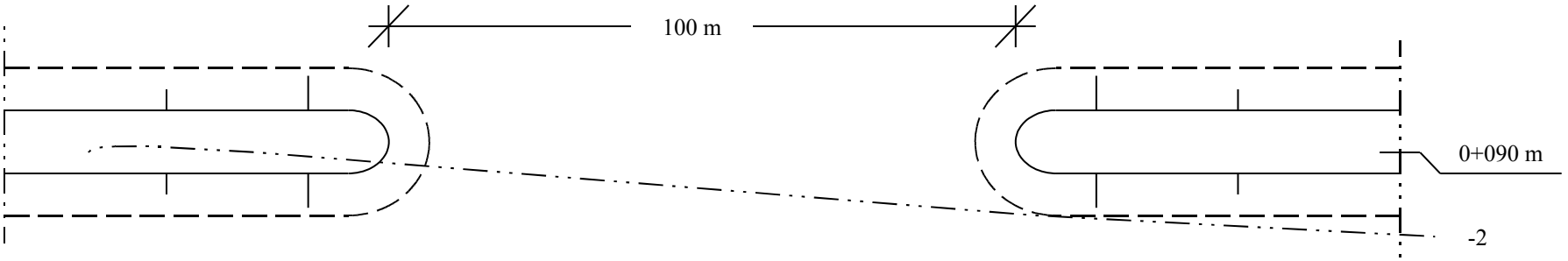
Ek Şekil 8. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 03.08.2004)



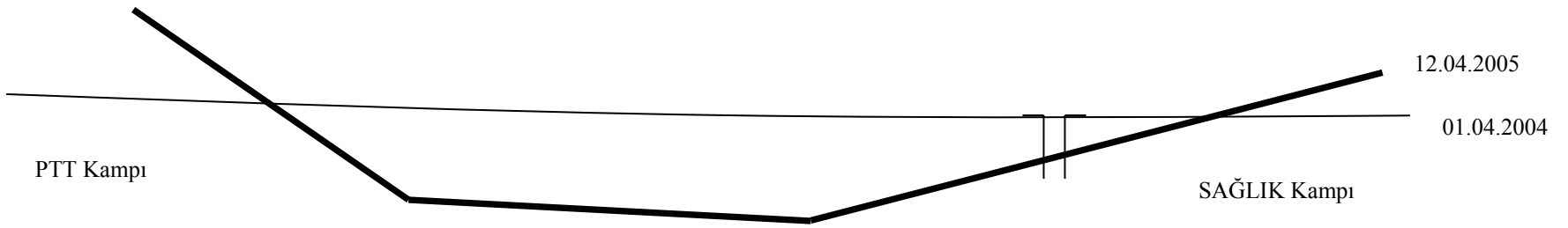
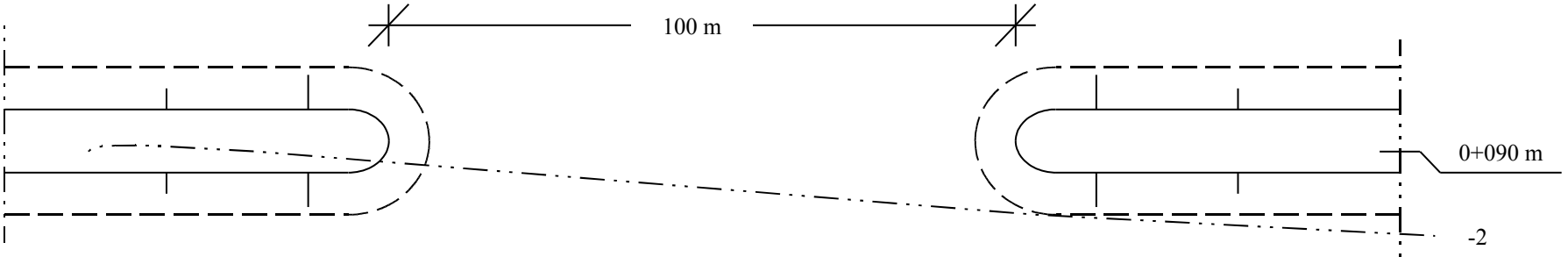
Ek Şekil 9. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 02.11.2004)



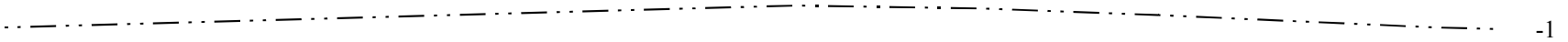
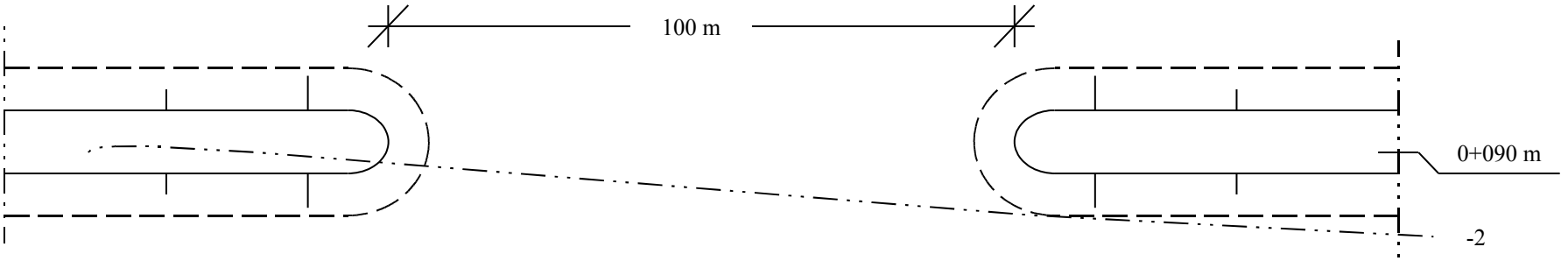
Ek Şekil 10. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.12.2004)



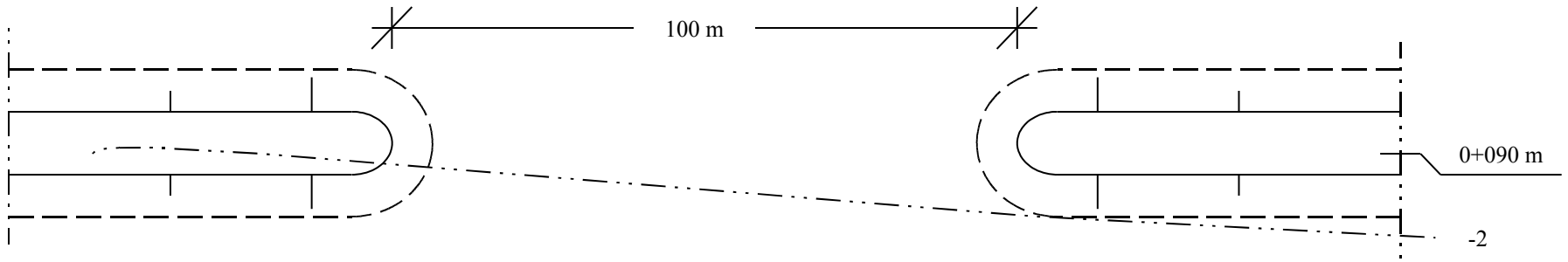
Ek Şekil 11. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 13.01.2005)



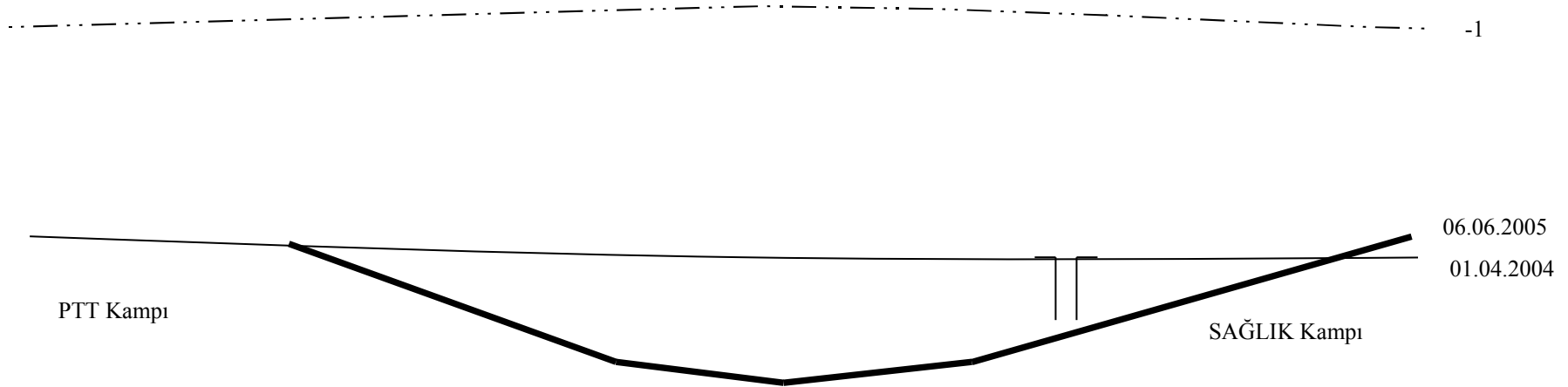
Ek Şekil 12. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 12.04.2005)



Ek Şekil 13. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 11.05.2005)



58



Ek Şekil 14. PTT kampı ve SAĞLIK kampı önündeki kıyı şeridinin değişimi (01.04.2004 – 06.06.2005)



Resim 1. Açıkdeniz dalgakıranlarının bitiminden sonra oyulmaya maruz kalan bölge



Resim 2. Açıkdeniz dalgakıranlarının kıyıda görünümü



Resim 3. Maliye kampı önü ve açıkdeniz dalgakıranlarının bitim bölgesi



Resim 4. Maliye kampı önü ve yazlıkların önünde oyulmaya maruz kalan bölge



Resim 5. Maliye kampı önünden bir görünüm



Resim 6. Açıkdeniz dalgakıranları ile kıyı şeridinin birleşimi



Resim 7. Açıkdeniz dalgakıranlarından kampların görünümü



Resim 8. Açıkdeniz dalgakıranlarından sağlık ve maliye kamplarının görünümü



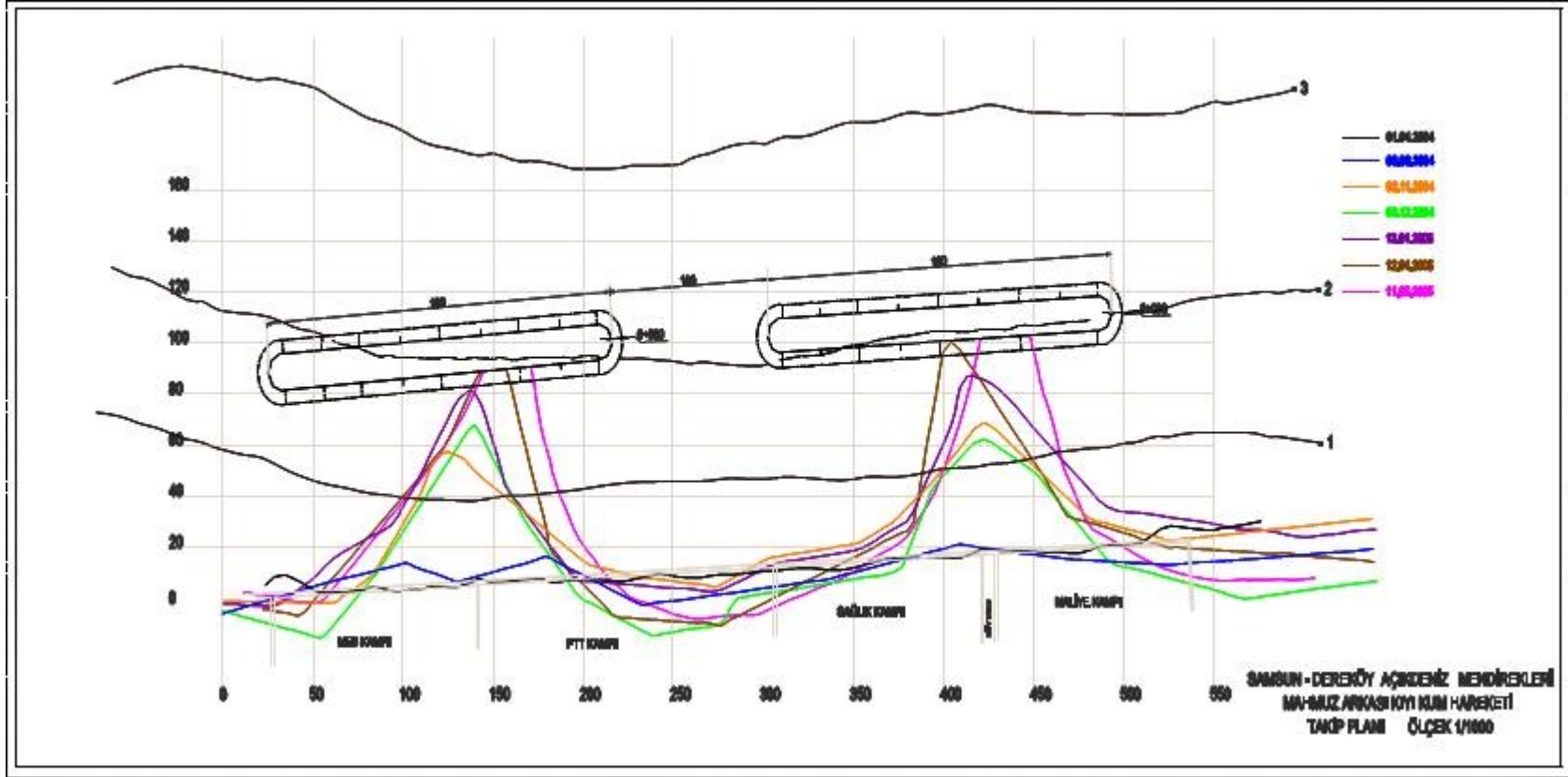
Resim 9. Açıkdeniz dalgakıranlarının bitiminden sonra oyulmaya maruz kalan bölge



Resim 10. Sağlık ve maliye kampları önündeki açıkdeniz dalgakıranları



Resim 11. T mahmuzların yapımından dolayı yıkılan ve kampların önünde bulunan çevre duvarı



Şekil 15. Samsun-Dereköy açıklarında üç farklı sondaj noktasında (1, 2, 3) gerçekleştirilen kum hareketi ölçümlerinin zamanla değişimini gösteren grafik. Grafikte, her nokta için farklı renklerle boyanmış seriler (örneğin 01.04.2004, 02.04.2004, 03.04.2004) kullanılmıştır. Y-ekseni derinliği (0-160) ve X-ekseni zamanı (0-550) göstermektedir. Üstte sondaj tüpleri ve ölçüm noktalarının planı da görülmektedir.

ÖZGEÇMİŞ

Serkan BAKKALOĞLU, 1980 yılında Trabzon'un Of ilçesinde doğdu. İlkokulu Of Merkez İlköğretim Okulu, ortaokulu Of Şehit Ahmet Türkkan Lisesi ve liseyi Trabzon Lisesi'nde tamamladı. 1997 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünü kazandı ve bu bölümden 2001 yılında mezun oldu. 2004 yılından itibaren konut inşaatı sektöründe faaliyet göstermektedir.