

**ZONGULDAK-KOZLU KIYISI KIYI IZGİSİ
DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Nejat YILMAZ

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Olarak HazırlanmıŐtır**

**ZONGULDAK
Mayıs 2010**

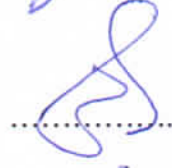
KABUL:

Nejat YILMAZ tarafından hazırlanan “ZONGULDAK-KOZLU KIYISI KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir 06/05/2010.

Başkan: Yrd. Doç. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER (ZKÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih ALTAN (ZKÜ)

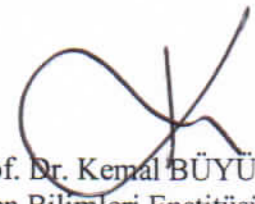


Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehmet ALKAN (ZKÜ)



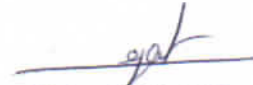
ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım 7./6./2010.



Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”


Nejat YILMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ZONGULDAK KOZLU KIYISI KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Nejat YILMAZ

**Zonguldak Karaelmas Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER
Mayıs 2010, 107 sayfa

Bu çalışmada Zonguldak ili, Kozlu sahilinde kıyı yapıları sonucu oluşan kıyı değişimleri ve sorunları incelenmiştir. Konu ile ilgili olarak Kozlu sahilinin 1950'li yıllardaki durumu öncelikle araştırılmıştır. Kozlu deresi ağzında oluşan oyulma ve yıkılmalar incelenmiş ve buraya yapılan koruma yapılarının son durumu ve eksikleri tespit edilmiş yapılması gerekenler tartışılmıştır. 2004 yılında Zonguldak'ta meydana gelen deniz fırtınası sonucu kıyıda, kıyıdağı çöp döküm alanında ve karayolunda oluşan hasarlar da ayrıca incelenmiştir.

2005 yılında Kozlu kıyısında kıyı çizgisi ölçümleri alınmaya başlanmıştır. 2005 yılı sonunda sahilde yapımına başlanan Kozlu Balıkçı Barınağı'nın yapımı süresince de kıyı çizgisi ölçümlerine devam edilmiş ve Barınak yapımının kıyı çizgisinde meydana getirdiği değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır. En sonuncusu 2008 yılında olmak üzere toplam altı adet kıyı çizgisi ölçümü alınmıştır. Ölçümlere başlamadan önce bölgede istikşaf çalışması ile mevcut arazi durumu göz önüne alınarak planlama yapılmış ve sahil kenarında geçen yol üzerinde iki sabit poligon tespit edilerek bu poligon noktaları kullanılarak kıyı çizgisinin

ÖZET(devam ediyor)

değişimi belirlenmiştir. Kozlu sahilindeki katı madde özelliklerinin belirlenmesi için kıyı çizgisi boyunca belirli aralıklarla katı madde örneklemleri alınmış ve alınan örneklerin granülometrik özellikleri ve değişimi belirlenmiştir.

Ölçümler ve çalışmalar sonucu, Kozlu kıyısı dere ağzında meydana gelen ve Balıkçı Barınağı sonucu kıyıda oluşan değişimler ve yapılması gerekli olan çalışmalar belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kozlu Beldesi, Kıyı Çizgisi, Kıyı Yapıları

Bilim Kodu: 624.02.03

ABSTRACT

M.Sc.Thesis

ANALYSIS OF SHORELINE CHANGE IN ZONGULDAK KOZLU COASTAL ZONE

Nejat YILMAZ

**Zonguldak Karaelmas University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering**

Thesis Advisor: Asst. Prof. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER

May 2010, 107 pages

In this study, coastal changes caused by coastal structures and issues of Kozlu, Zonguldak were examined. Related to the topic, the situation of Kozlu coast in 1950s was initially searched. The scours and decays in the mouth of Kozlu stream were examined and the latest situation and shortcomings of protection structures were identified and what should be done were discussed. And also the damages happened on the coast, garbage dump and roadway caused by the sea storms that happened in Zonguldak in 2004 were examined.

In 2005 Kozlu coast shoreline began to be measured. During the construction of Kozlu Fishermen Shelter which started at the end of 2005 the measurement of coast shoreline had continued and the changes caused by the construction of the shelter were tried to be determined. A total of six measurements were taken where the last one was taken in 2008. before starting the measurements, a planning was done considering the current status of the land with the exploration work in the region and two constant polygons were determined on the road that passes on the coast and by using these polygon points region the changes on the

ABSTRACT (continued)

shoreline were determined. In order to determine the properties of solid materials in Kozlu coast, samples at regular intervals were taken and the granulometric characteristics of and changes at the samples were determined.

As a result of measurements and studies, the changes that happened at the mouth of the Kozlu stream and caused by the construction of the Fishermen Shelter on the coast and required studies were indicated.

Key Words: Kozlu Beldesi, Kıyı Çizgisi, Kıyı Yapıları (Kozlu County, Coast Shoreline, Coast Structures)

Science Code: 624.02.03

TEŞEKKÜR

Yapılan yüksek lisans tez alıőmasında, öncelikle Zonguldak-Kozlu kıyı çizgisi değişimleri incelenmiş, değişime sebep olan etmenler araştırılmıştır. Ayrıca; kıyı yapılarının neden olduğu kıyı çizgisi değişimleri incelenmiş, sürekli değişen kıyılarımızda yapılan kıyı yapılarının araziye uygun şekilde projelendirilmesi ve projelere uyulması gerektiği belirtilmiştir.

Bu alıőma bize, kıyılarımızı en güzel bir şekilde değerlendirmede, kıyılarımıza yapılacak yapıların kalitesinin artırılarak ülkemizin kıyı alanlarını kullanmada yapacağı katkının önemi vurgulanmaktadır.

Yüksek lisans tezi çalıőmasını hazırlarken bana her konuda yardımcı olan sayın danışman hocam Yrd. Doç. Dr. İsmail Hakkı ÖZÖLÇER'e (ZKÜ) teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca hep yanımda olan, bana güven ve sevgi veren, maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiren, bütün zorluklara katlanarak yetişmemde emeği geçen aileme őükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 GENEL.....	1
1.2 ÇALIŞMA SAHASINDAKİ KIYI PROBLEMLERİ.....	3
1.3 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI.....	6
BÖLÜM 2 GENEL BİLGİLER	7
2.1 KIYILARDA KATI MADDE HAREKETİ	7
2.1.1 Genel	7
2.1.2 Dalga Gücü (Enerji Akısı) Modeli.....	8
2.1.3 Bagnold Denklemi (Akıntı Gücü Modeli).....	11
2.1.4 Katı Madde Taşınımı ve Nedenleri.....	13
2.1.5 Kıyıya Paralel Katı Madde Taşınımı	15
2.1.6 Kıyıya Dik Yöndeki Katı Madde Taşınımı	19
2.2 KIYI YAPILARININ NEDEN OLDUĞU KIYI DEĞİŞİMLERİ.....	22
2.2.1 Liman ve Barınaklar.....	23
2.3 KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN MODELLENMESİ.....	24
2.3.1 Genel	24
2.3.2 Tek Çizgi Teorisi (One-Line Model).....	26
2.3.3 Kıyı Çizgisi Değişimi İçin Analitik Metot.....	29

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.3.4 Kıyı Çizgisi Değişimi İçin Sayısal Metot.....	30
2.4 KONU İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	32
2.4.1 Dalga Analizi İle İlgili Çalışmalar.....	32
2.4.2 Dalga Tahmin Modelleri.....	33
2.5 KIYI MORFOLOJİSİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	36
2.5.1 Katı Madde Modellerinin Tanımı.....	36
2.5.2 Kıyı Profili Modeli.....	36
2.5.3 Kıyı Çizgisi Değişim Modeli.....	38
2.5.4 Üç Boyutlu Kıyı Gelişim Modeli.....	38
2.5.5 Kıyı Boyu Katı Madde Debisi İle İlgili Çalışmalar.....	39
2.6 KIYI DOLGULARI VE EROZYON.....	53
2.6.1 Kıyı Bölgesindeki Kaynakların Yok Olmasına Sebep Olan Fiziksel Etmenler.....	54
2.6.2 Kıyı Dolguları ve Erozyon İle İlgili Çalışmalar.....	57
BÖLÜM 3 YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	61
3.1 KOZLU KIYISININ TARİHSEL GELİŞİMİ.....	61
3.2 KOZLU DERESİ ÇIKIŞ AĞZI ÇALIŞMALARI.....	63
3.3 KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	68
3.3.1 Katı Madde Özellikleri.....	68
3.3.2 Dalga Analizi.....	70
3.3.3 Kıyı Çizgisinin Jeodezik Ölçümü.....	74
BÖLÜM 4 BULGULAR VE İRDELEME.....	77
4.1 KOZLU DERESİ ÇIKIŞ AĞZI DEĞERLENDİRİLMESİ.....	77
4.2 KIYI ÇİZGİSİ ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	80
4.2.1 Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimler.....	81
4.2.2 Kıyı Çizgisi Ölçümleri Ve Sonuçları.....	82
BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	95
KAYNAKLAR.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	107

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Tipik kıyı profili.	2
1.2 Kıyı çizgisinin değişiminde etkili olan faktörler.....	3
1.3 Çalışma bölgesi.	4
1.4 Kozlu sahili fırtına sırasında (23 Ocak 2004).	5
1.5 Kozlu içi fırtına sırasında (23 Ocak 2004).....	5
1.6 Kozlu deresi çıkış ağzı (23 Ocak 2004).....	6
2.1 Batmış kıyı boyu katı madde debisi ile dalga gücü arasındaki ilişki	8
2.2 K katsayısının ortalama dane çapı ile değişimi.....	9
2.3 Kıyıya paralel katı madde taşınımında yapıların neden olduğu erozyon ve toplanmalar..	16
2.4 Kıyıda enine taşınım ve bar formasyonu	20
2.5 Sediment hareketinin mevsimlik değişimi.....	22
2.6 Bir liman veya balıkçı barınağındaki sığlaşma sorunu.....	25
2.7 Zaman ve mekan ölçeğinde kıyı hareketleri	26
2.8 Tek çizgi teorisinde kıyı çizgisinin yer değiştirmesi	27
2.9 Kıyı çizgisi ile gelen dalga arasındaki ilişki.	28
2.10 Tek çizgi modelinin sonlu farklarda şematik gösterimi.....	31
2.11 Kıyı profili.....	37
2.12 El Nino'nun sebep olduğu yükselen su seviyesi ve yüksek dalgalar, Pasifik okyanusunun dik kayalık kıyılarında aktif toprak kaymalarına sebep oldu	55
2.13 Bafra Kıyısı'nda önerilen mahmuz sistemi.....	58
3.1 1900 yılı Fransız envanter haritası	62
3.2 Kozlu sahili (1945 Yılı).	63
3.3 Kozlu deresi çıkış ağzı (1 Temmuz 2007).	64
3.4 Kozlu deresi çıkış ağzının durumu (11 Kasım 2007).....	64
3.5 Kozlu Deresi çıkış ağzı projesi.....	66
3.6 Kozlu deresi çıkış ağzı (Şubat 2007).....	66
3.7 Kozlu deresi çıkış ağzı (16 Ağustos 2009).	67
3.8 Kozlu deresi çıkış ağzı ve kıyısından alınan numunelerin granülometrik özellikleri	67
3.9 Elek analizi ve Gradasyon eğrisi.....	69
3.10 Zonguldak Kozlu için kabarma alanı uzunlukları (feç mesafeleri).	71

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.11 NNW-N Etkin yönünde oluşan yıllık en büyük belirgin dalga yüksekliklerinin en büyük değer istatistiği	72
3.12 NNW-N Etkin yönünde oluşan aylık ortalama büyük belirgin dalga yükseklikleri.	72
3.13 Dalga periyodu (T_S) ile dalga Yüksekliği (H_S) arasındaki bağıntı	73
3.14 Total Station.	75
4.1 Kozlu deresi çıkış ağzı genel görünümü (Şubat 2007).	78
4.2 Kozlu deresi çıkış ağzı iç taraf (Haziran 2008).	78
4.3 Kozlu deresi çıkış ağzı dağılan taşlar (Haziran 2008).	79
4.4 Kozlu deresi çıkış ağzı dış taraf (Haziran 2008).	79
4.5 Kozlu deresi çıkış ağzı yayılmış taşlar (Haziran 2008).	80
4.6 1900-2004 mesafe karşılaştırması	81
4.7 1900-2008 mesafe karşılaştırması	82
4.8 Kıyı çizgisi ölçüm sonuçları.	83
4.9 1 ve 2. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	84
4.10 1 ve 3. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	85
4.11 1 ve 4. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	86
4.12 1 ve 5. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	87
4.13 1 ve 6. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	88
4.14 2 ve 3. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	89
4.15 3 ve 4. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	90
4.16 4 ve 5. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	91
4.17 5 ve 6. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.	92
4.18 Kozlu sahilinin en son görünümü (16 Ağustos 2009).	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Kıyı boyunca katı madde taşınımını veren bazı formüller.....	19
2.2 Kıyı boyu katı madde taşınım sınıflandırılması	37
3.1 Elek analizi sonuçları.....	69
3.2 Derin deniz belirgin dalga karakteristikleri.	71
3.3 Kozlu sahili kıyı çizgisi ölçüm tarihleri.....	75
4.1 1 ve 2. ölçüm arasında değişen alanlar.	85
4.2 1 ve 3. ölçüm arasında değişen alanlar.	85
4.3 1 ve 4. ölçüm arasında değişen alanlar.	86
4.4 1 ve 5. ölçüm arasında değişen alanlar.	87
4.5 1 ve 6. ölçüm arasında değişen alanlar.	88
4.6 2 ve 3. ölçüm arasında değişen alanlar.	89
4.7 3 ve 4. ölçüm arasında değişen alanlar.	90
4.8 4 ve 5. ölçüm arasında değişen alanlar.	91
4.9 5 ve 6. ölçüm arasında değişen alanlar.	92

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

a'	: Porozite
D_B	: Berm yüksekliği.
D_C	: Kapanma derinliği.
c	: Konsatrasyon
c_1	: Boyutsuz Katsayı
C_n	: Dalga grup hızı
c_f	: Taban sürtünme katsayısı
C_0	: Açık deniz dalga grup hızı
C_D	: Sürtünme katsayısı
C_g	: Dalga grup hızı
d	: Deniz tabanı ile sakin su seviyesi arasındaki derinlik
D	: Toplam su derinliği; kapanma derinliği; dane çapı; kıyı çizgisinin uzunluğu
dh/dx	: Lokal taban eğimi
E	: Brim kret genişliği ve bir dalga boyundaki toplam enerji
E_0	: Yıllık tek yönden derin deniz dalga enerjisi.
F	: Feç uzunluğu
F_a	: Kıyıboyu yayılma gerilmesi kuvveti
f	: Dalga frekansı
g	: Yerçekimi ivmesi
G	: Orantı sabiti
H	: Dalga yüksekliği
H_0	: Derin su dalga yüksekliği.
H_b	: Kırılma anındaki dalga yüksekliği
H_s	: Belirgin dalga yüksekliği
h	: Lokal su derinliği
i	: Birim genişlikten geçen batmış katı madde miktarı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

I_ℓ	: Kıyıboyu katı madde taşınımının batmış ağırlığı
K	: Kıyıboyu taşınımının batmış ağırlığının kıyıboyu enerji akısı faktörüne oranından elde edilen boyutsuz katsayı
K'	: Bagnold denkleminde boyutsuz katsayı
k	: Dalga sayısı
L	: Dalga boyu
L_0	: Açık deniz dalga boyu
M	: Kumsal eğimi.
m	: Kumsal taban eğimi
P	: Basınç; enerji akısı
P_{ab}	: Kıyı boyu dalga enerji faktörü
P_ℓ	: Dalga enerji akısının kıyıboyu bileşeni
$P(z)$: Düşey yöndeki dağılım
q	: Birim genişlikten geçen hacimsel katı madde miktarı; birim yanal katı madde debisi
Q	: Düz kıyı çizgisinin mansabındaki yıllık ortalama katı madde debisi. (yd^3)
Q_I	: Karadan denize bakıldığında sola doğru kıyıboyu katımadde debisi
Q_ℓ	: Kıyıboyu hacimsel taşınım debisi
R_c	: Kritik debi parametresi
S	: Hacimsel katı madde debisi
T	: Dalga periyodu
T_s	: Belirgin dalga periyodu
t	: Zaman
U	: Rüzgâr hızı.
U_A	: Rüzgâr gerilme faktörü.
U_{mb}	: Kırılma anındaki taneciğin yörüngesel hızı
u_m	: Taban yakınında yörüngesel hızın maksimum yatay bileşeni
v	: y yönündeki hız bileşeni
V	: Ortalama kıyıboyu akıntı hızı

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

V_ℓ	: Lokal kıyı boyu akıntı
w	: Dane çökme hızı; z yönündeki hız bileşeni
x	: Koordinat eksen
y	: Koordinat eksen
z	: Koordinat eksen
Z	: Denizden ölçme noktasının yüksekliği.
α	: Kıyı çizgisi ile gelen dalga arasındaki açı; orantı sabiti
α_0	: Kıyı çizgisi ile açık deniz dalga cephesi arasındaki açı
α_b	: Kıyı çizgisi ile kırılan dalga cephesi arasındaki açı
β	: Sığ suda kırılma anında su derinliğinin dalga yüksekliğine oranı; katsayı; kumsal taban açısı
ε	: Boyutlu katsayı
ϕ	: Potansiyel fonksiyonu
γ	: Akışkanın özgül ağırlığı
γ_b	: Kırılma indeksi
λ	: Boyutsuz sayı
μ	: Akışkanın dinamik viskozitesi; boyutsuz sayı
π	: Sabit (3.14159)
ρ	: Akışkanın özgül kütlesi (Deniz suyu için 1020 kg/m^3)
ρ_s	: Katı maddenin özgül kütlesi (Kuvartz için 2650 kg/m^3)
ξ	: İrribaren sayısı; su parçacığının yörünge eksenine göre düşey yönde yer değiştirmesi; boyutsuz sabit sayı
v_ℓ	: Kırılma bölgesindeki ortalama kıyı boyu akıntı hızı.
κ	: Kırılma anındaki dalga yüksekliğinin su derinliğine oranının yarısı.
w_0	: Derin su dalga açısal frekansı.

BÖLÜM 1

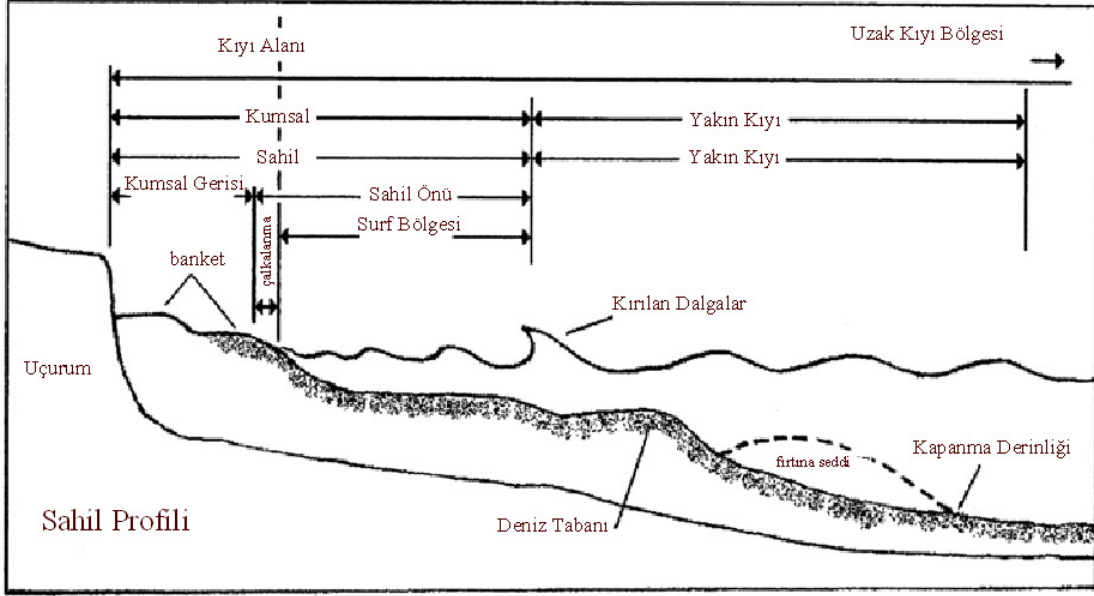
GİRİŞ

1.1 GENEL

İnsanların suya olan vazgeçilmez gereksinimleri yerleşim birimi olarak sulak bölgeler veya kıyı boylarını seçmelerinde temel neden olmuştur. Zamanla sanayinin gelişimi ve ortaya çıkan modern yaşam insanların sahil bölgelerine yerleşmelerinde etkili olmuştur. Bir ülkenin ayakta durması için gerekli olan vazgeçilmez ihtiyaçlarından iki tanesi turizm ve ticarettir. Bir ülkenin turizminin ve ticaretinin gelişmiş olması o ülkenin sahip olduğu liman kentlerinin gelişmiş olmasıyla ilgili olduğu aşikârdır. İnsanların liman kentlerine olan bu ilgisi kıyı bölgelerinde bir yapılaşmayı da beraberinde getirmiştir.

Kumsal ve yakın kıyı bölgesi denizden gelen etkilerin kara parçası ile ilk karşılaştıkları dinamik zondur. Kıyı çizgisi su, hava ve kara parçası üçlemesinin oluşturduğu bir arakesittir (Şekil 1.1). Kıyı alanlarında doğal (iklim değişikliği gibi) ya da yapay nedenlerin (kıyı yapıları gibi) etkisiyle akıntı düzeni değişmekte kıyı boyu ve kıyıya dik sediment taşınımı artmakta bunun sonucunda kıyılarda erozyon (oyulma) ya da yığılma (dolma) meydana gelmektedir. Denge halinde bulunan kıyı bölgeleri yapılaşmaya açılmaları halinde beraberinde kıyısal sorunları da getirmiştir. Kıyı boyunca ve kıyıya dik yapılaşma mevcut olan dengeyi bozmuştur.

İnsanoğlunun kıyı bölgelerine yerleşmesi kaçınılmaz olduğuna göre yapılaşmanın getirdiği kıyı sorunları da halledilmesi gereken problemlerin başında gelir. Kıyıların yapılardan nasıl etkileneceği önceden tahmin edilip yapılaşmanın bu doğrultuda gerçekleştirilmesi gerekir. Aksi durumda yapı amaçlanan işlevi yerine getiremeyeceği gibi aynı zamanda istenmeyen sorunları da ortaya çıkarabilir (Şaşal 2000).



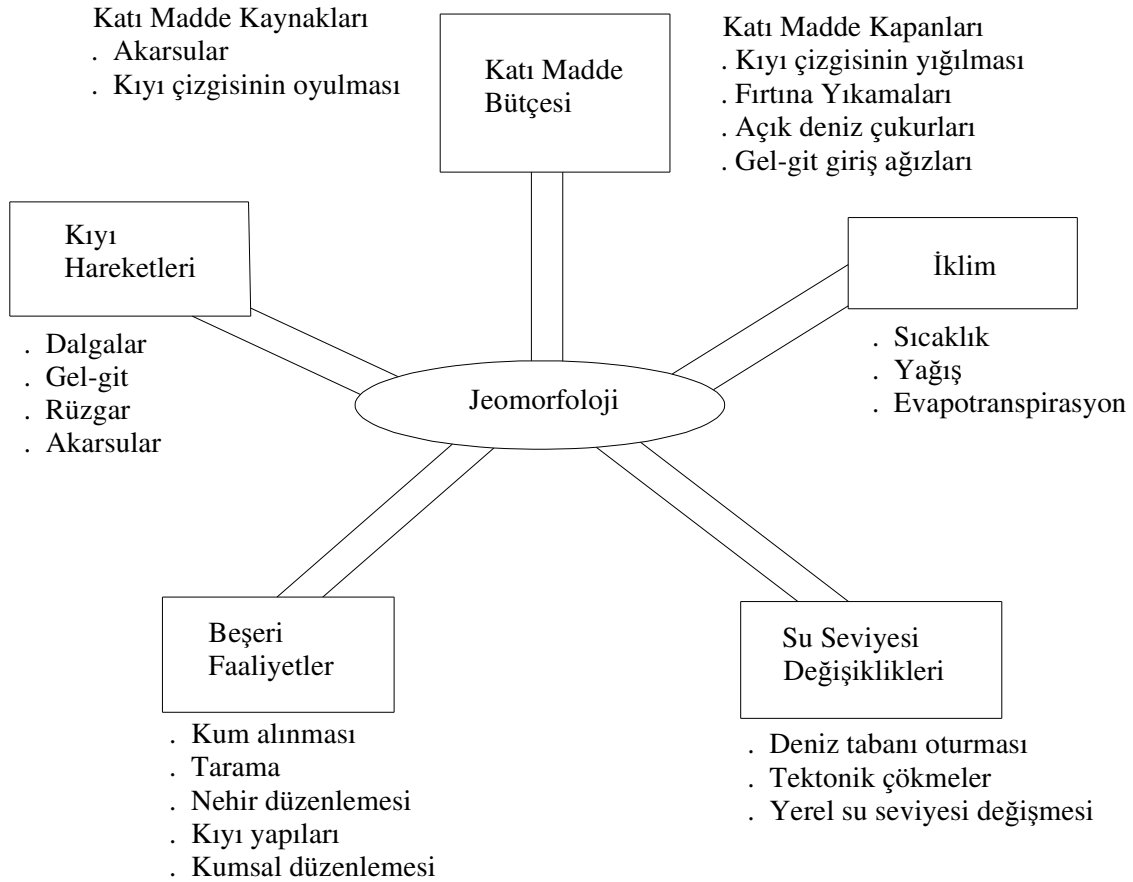
Şekil 1.1 Tipik kıyı profili.

Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler kumsallarda gözle görülür derecede fark edildiğinden kumsallar kıyı mühendisliğinin ilgi alanı içinde daha çok yer işgal etmektedir. Kıyı çizgisi okyanus, deniz veya göl gibi bir su kütlelerinin kara parçası ve atmosferle birleştiği arakesit olarak tanımlanmaktadır. Kıyı bölgesi de kıyı çizgisinin deniz ve kara taraflarında fiziksel hareketlerin olduğu ve sınırları kesin olarak çizilemeyen bölgedir. Bu bölgeyi çeşitli araştırmacılar farklı kısımlara bölerek ele almışlardır. Bu çalışmada yakın kıyı profilinin ve dalga dinamiğinin isimlendirilmesinde CERC (1984) tarafından önerilen tanımlamalar benimsenmiştir (Şekil 1.1).

Dalgalar kıyı bölgesinde oluşan hareketlerin en önemlilerindedir. Denizaltı depremlerinin neden olduğu (tsunami) ile gel-git dalgaları da kıyılarda görülmekle birlikte en etkili olanı rüzgâr dalgalarıdır.

Kıyıda katı madde ya kıyıya dik veya kıyıya paralel yönde gel-git veya kıyıya belli bir açı ile yaklaşan dalgaların meydana getirdiği akıntılarla taşınırlar. Kıyı boyu katı madde, dalganın kırılma anında tabandaki kum taneciği harekete geçirildikten sonra dalga enerjisinin kıyı boyu bileşeninin oluşturduğu akıntıyla taşınmaktadır. Gelen dalganın kıyı ile yaptığı açığa bağlı olarak katı madde taşınımın yönü değişir. Kıyıya gelen dalgaların yönü mevsimden mevsime hatta günden güne değişeceğinden kıyı boyu taşınım farklılık gösterecektir. Katı madde

kaynakları, iklim, rüzgar ve dalgalar ile su seviyesindeki değişiklikler gibi doğal etkiler, kum alınması ve herhangi bir kıyı yapısı yakın kıyı jeomorfolojisini etkileyecektir (Şekil 1.2). Bu nedenle kıyı yapıları tasarlanırken doğal dengeyi bozmayacak şekilde gerçekleştirilmektedir. Aksi takdirde yapı amaçlanan işlevi görmesine rağmen oyulma ve yığılmalara neden olarak etrafına zarar verebilir.



Şekil 1.2 Kıyı çizgisinin değişiminde etkili olan faktörler (Şaşal 2000).

1.2 ÇALIŞMA SAHASINDAKİ KIYI PROBLEMLERİ

Çalışma alanı Zonguldak İlinin Kozlu Beldesi sahilidir. Sahil kenarında ana yol, ana yolun arkasında futbol sahası, benzinlik, kafeterya v.b. yapılaşmalar mevcuttur. İlçenin içinden denize dere dökülmektedir. Dere çalışmamızı yürüttüğümüz kıyı bölgesinin ortasında kalmaktadır (Şekil 1.3). Kozlu Deresi bölgede oluşan erozyon ve kömür taşı atıklarını içeren bir miktar sedimenti denize taşımaktadır. Ancak derenin taşıdığı sediment miktarının, drenaj

alanının küçük olması nedeniyle çıkış ağzını etkileyebilecek mertebede olmadığı görülmüştür (Darama 2004, Kaş vd. 2005). Ayrıca derenin bu şekilde ilçe ortasından denize dökülmesi yapılaşma esnasında derenin getireceği olumsuz etkileri de göz önünde bulundurmayı ve yapılaşmanın bu şartlar altında yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Sahil kenarından geçen ana yol dere üzerinden geçmekte olup, yol yapım aşaması esnasında, derenin yolun geçmesi için inşa edilen köprüye vereceği zararlar göz önünde bulundurularak köprü inşa edilmiştir.



Şekil 1.3 Çalışma bölgesi.

Yörede hâkim olan rüzgâr yönünden gelen dalgalar mevsimlerinde etkisiyle yer yer şiddetini artırarak sahil kenarındaki yola kadar ilerlemiştir. Geçmiş tarihlerde denizde kabarmasıyla birlikte yol ulaşımına kapanmış yol üzerindeki benzinliği, futbol sahasını ve Beldeyi su basmıştır. (Şekil 1.4). Yapılan incelemelerde 1985 yılından itibaren derenin çıkış ağzının sol tarafında 3-4 km mesafede Türkiye Taş Kömürü Kurumu'nun (TTK) işlettiği kömür madeninin taş (lavvar atıkları) atıklarını denize deşarj etmesi ve bu atıkların kıyı boyunca taşınarak Kozlu deresinin ağzını tıkadığı tespit edilmiştir. Dere ağzının bu atıklarla tıkanması nedeniyle yağışlı ve fırtınalı dönemlerde deredeki akım derinliği mansaptan membaya doğru

şişerek Kozlu beldesindeki yerleşim birimlerinin taşkına maruz kalmasına sebep olmuştur (Darama vd. 2005, Özölçer vd. 2010) (Şekil 1.4-1.6). Dere ağzına yapılan yapılar ise büyük oranda hasar görmüş ve işlev göremez duruma gelmişlerdir.



Şekil 1.4 Kozlu sahili fırtına sırasında (23 Ocak 2004).



Şekil 1.5 Kozlu içi fırtına sırasında (23 Ocak 2004).



Şekil 1.6 Kozlu deresi çıkış ağzı (23 Ocak 2004).

1.3 ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışmada Batı Karadeniz Bölgesi Zonguldak ili Kozlu Beldesi sahilinde meydana gelen Kozlu Deresi çıkış ağzı ve kıyı çizgisi değişimleri incelenecektir. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla; ölçümlere başlamadan önce bölgede istikşaf çalışması ile mevcut arazi durumu göz önüne alınarak planlama yapılmıştır. Yapılan istikşaf sonucunda sahil kenarından geçen yol üzerinde, iki sabit poligon tespit edilmiştir. Sabit poligon noktaları kullanılarak kıyı çizgisinin alınımı yapmak amacıyla yeterli aralıklarla sahil kenarında noktalar alınarak baz hattı oluşturulmuştur. Belirli periyotlarla altı ölçüm yapılmış olup bu ölçümler NETCAD (Harita programı)'te karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan ölçümler irdelenerek kıyı çizgisinin değişimi hakkında bir sonuca varılmaya çalışılmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1 KIYILARDA KATI MADDE HAREKETİ

2.1.1 Genel

Kıyı bölgesinde dalgaların ve akıntıların etkisi ile kumsal malzemesi kıyıya paralel veya dik yönde taşınırlar. Bu taşınma işlemi kıyı yapılarının inşa edilmesiyle kendisini daha belirgin ortaya koyacaktır.

Kıyı yapıları taşınan katı maddeyi engelleyerek katı maddenin memba tarafında yığılmaya, mansap tarafında ise oyulmaya sebep olacaktır. Kıyı yapılarını inşa etmeden önce karşılaşılabilecek değişiklikleri önceden kestirmek, taşınan kumsal malzemesinin inşa edilecek olan yapıya verebileceği zararları ortadan kaldırmak, katı madde hareketinin yönü, miktarı ve kıyı çizgisi değişimine etkileri bilinmesi gerekir.

Katı madde miktarının (Q_ϕ veya I_ϕ) belirlenmesi için pek çok çalışma yapılmıştır. Sezgisel olarak elde edilen dalga gücü akısı (veya enerji akısı) yöntemi bağıntıları, arazi deneyleri ile doğrulanıp, CERC (1984) tarafından formüle edilmiştir.

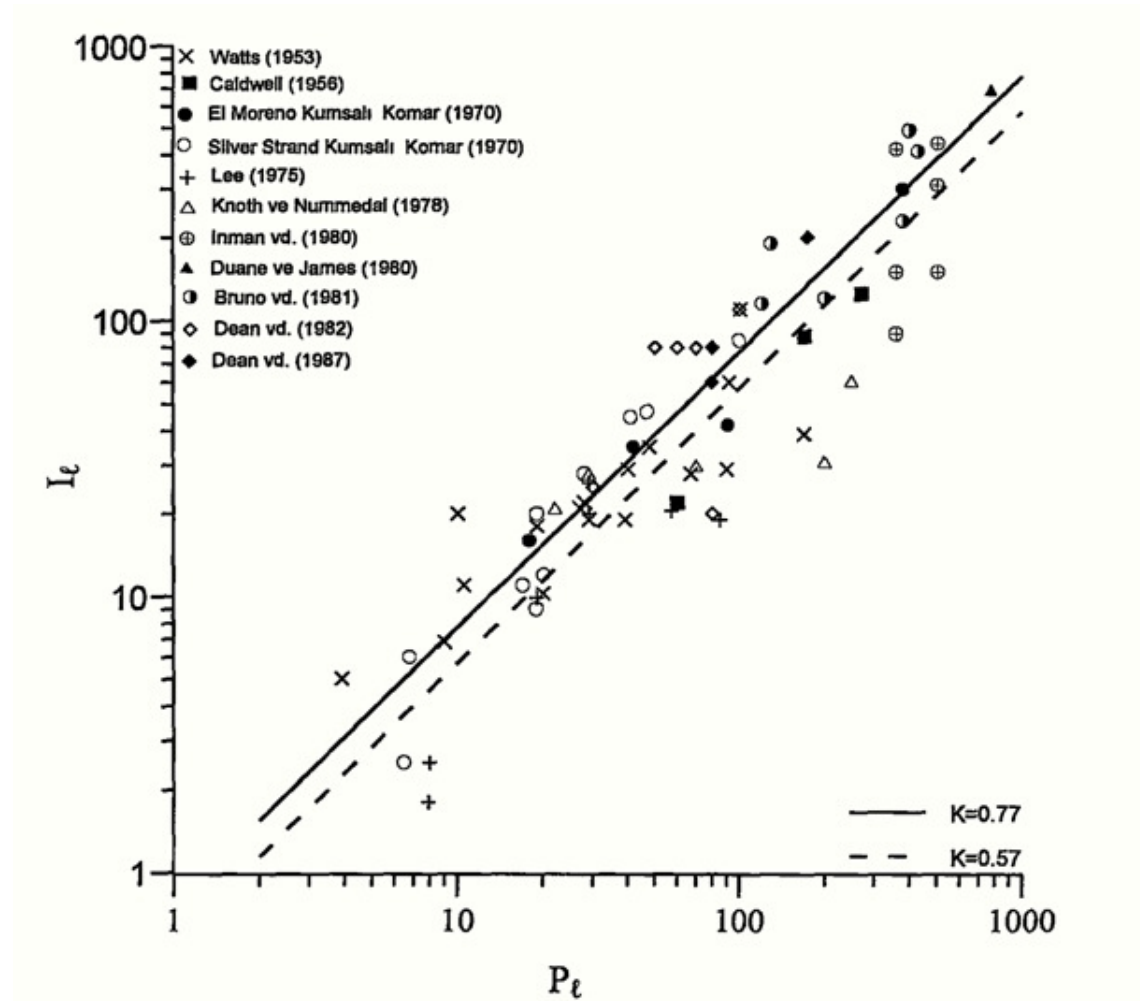
CERC (1984) kıyı boyu katı madde miktarının dört farklı yaklaşım ile elde edileceğini belirtmiştir.

- 1) Yakınlarda bilinen bir yere benzeterek katı madde debisini bulmak.
- 2) Eğer bu mümkün değilse, yakın kıyı bölgesindeki topoğrafik değişimlerden yararlanarak elde etmek
- 3) Enerji akısı (Dalga gücü veya enerjetik) yöntemi ile belirlemek

4) Brüt katı madde taşınımını yıllık ortalama kırılan dalga yüksekliğine bağlı olarak ampirik yöntemle elde etmek.

2.1.2 Dalga Gücü (Enerji Akısı) Modeli

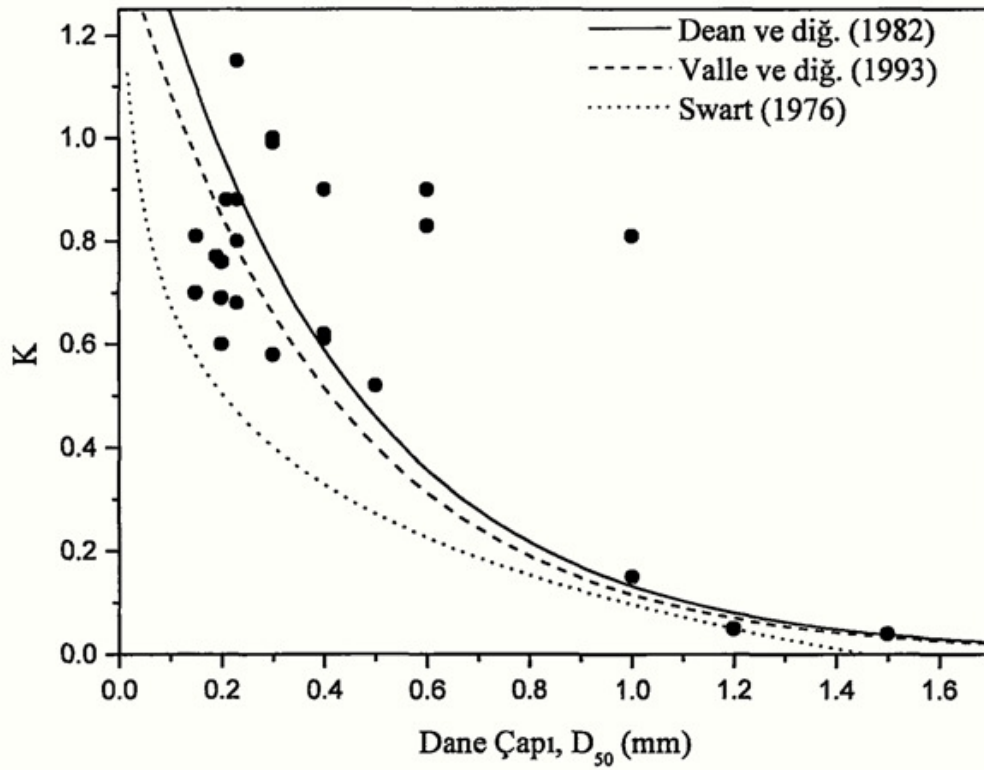
Şekil 2.1’de verildiği gibi batmış kıyı boyu katı madde debisi ile kıyı boyu dalga gücünün doğrusal olarak değiştiği yapılan arazi deneyleri ile gösterilmiştir.



Şekil 2.1 Batmış kıyı boyu katı madde debisi ile dalga gücü arasındaki ilişki (Komar1991).

Buradaki orantı sabiti K üzerinde pek çok çalışma yapılmış ve bunun 0.18 ile 1.63 arasında değiştiği belirlenmiştir (Komar 1998). US Army (1998) Şekil (2.1)'e benzer çeşitli araştırmacıların elde ettiği sonuçları grafikte noktalararak K'yı 0.92, US Army (1992 ise 0.70

olarak bulmuşlardır. Şekil (2.2)'de bazı araştırmacıların K'nın sabit olmayıp dane çapına bağlı olarak değiştiğini göstermişlerdir (Castanho1970, Swart 1976, Dean et al.1982, Bodge and Kraus 1991, Valle et al. 1993). Bir kısım çalışmalar bu sabitin dalga dikliği, kırılma türü, taban eğimine (veya Irribaren parametresi) bağlı olduğu iddiasındadırlar (Özhan 1981, Kamphuis 1991a,1991b). Ancak Komar (1976, 1998) yapılan bunca çalışmaya rağmen K'nın sabit olduğu ve 0.57 ile 0.77 arasında değiştiğini ileri sürmektedir. K katsayısı dalga gücü hesaplanırken dalga yüksekliğinin karelerinin ortalamasının karekökü (rms)değeri alınıyorsa 0.57 ile 0.77 arasında, belirgin dalga yüksekliği alınıyorsa 0.30 ile 0.42 arasında değişmektedir.



Şekil 2.2 K katsayısının ortalama dane çapı ile değişimi.

Kıyı boyu dalga gücü veya enerji akısı

$$P_t = (ECn)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2.1)$$

şeklinindedir. Buradaki tüm değişkenler daha önce tanımlanmıştır. Kıyı boyu batmış katı madde debisi I_ϕ ve hacimsel debi Q_ϕ arasındaki ilişki

$$I_{\ell} = (\rho_s - \rho)g(1 - p)Q_{\ell} \quad (2.2)$$

olarak verilmiştir. Bagnold (1963) batmış katı madde debisini

$$I_{\ell} = KP_{\ell} = K(ECn)_b \text{Sin}\alpha_b \text{Cos}\alpha_b \quad (2.3)$$

şeklinde vermiştir. En son yapılan çalışmalarla K'nın 0.70 olduğu görülmüş ve buna göre

$$I_{\ell} = 0.70P_{\ell} \quad (2.4)$$

olacaktır (Komar 1998). Ortalama dalga enerjisi İkinci Bölüm'de

$$E_b = 1/8\rho g(H_b)^2 \quad (2.5)$$

şeklinde elde edilmiştir. Tek dalga teorisine göre dalga grup hızı

$$C_b = \sqrt{g(h_b + H_b)} \quad (2.6)$$

ile verilmektedir (US Army 1992). Burada b alt indisi kırılma anındaki değerleri göstermek üzere h_b su derinliği, H_b dalga yüksekliği olup kırılma indeksi

$$\gamma_b = h_b / H_b \cong 1 \quad (2.7)$$

Alınarak (2.3) denklemi yeniden düzenlenirse

$$I_{\ell} = 0.044\rho g^{3/2} H^{5/2}_{br} \text{Sin}2\alpha_b \quad (2.8)$$

bulunur. Kumun özgül kütlesi $\rho_s=2650\text{kg/m}^3$ ve porozitesi $\rho=0.4$, deniz suyunun özgül kütlesi $\rho=1020\text{kg/m}^3$ alınarak hacimsel katı madde debisi

$$Q_{\ell} = 2.3 * 10^4 H^{5/2}_{br} \text{Sin}2\alpha_b \quad (2.9)$$

şeklinde bulunur. Burada Q_ϕ (m³/gün), P_ϕ (W/m) birimindedir. Yukarıdaki denklemlerde dalga yüksekliği rms cinsinden alınmıştır. Eğer belirgin dalga yüksekliği alınacak olursa Rayleigh dağılımından

$$H_{bs} / H_{br} \cong 1.41 \quad (2.10)$$

olup yerine yazılırsa belirgin dalga yüksekliğine bağlı olarak

$$I_\ell = 0.018 \rho g^{-3/2} H_{bs}^{5/2} \text{Sin} 2\alpha_b \quad (2.11)$$

bağıntısı veya günlük (m³/gün) hacimsel debi

$$Q_\ell = 0.46 \rho g^{3/2} H_{bs}^{5/2} \text{Sin} \alpha_b \text{Cos} \alpha_b \quad (2.12)$$

$$Q_\ell = 5.1 * 10^3 H_{bs}^{5/2} \text{Sin} 2\alpha_b \quad (2.13)$$

ifadeleri elde edilir.

Bu ifadeler pratikte en yaygın olarak kullanılan denklemlerdir. Kıyı boyu katı madde debisi ise yalnızca dalga parametrelerine bağlı olarak ifadelendirilmiştir ve her ne kadar arazi deneyleri ile uyum sağlasa da ampiriktirler. Denklemler sadece katı madde malzemesi kum olan kıyılar için geçerli olup çakıl ve daha iri malzemeden oluşmuş kıyılarda kullanılmazlar. Bundan dolayı da taşınan katı madde miktarı dane özelliklerinden bağımsızdır. Ayrıca taşınım ne gel-git ne de başka bir mekanizma ile gerçekleşmemekte, sadece dalga etkisi ile meydana gelmektedir.

2.1.3 Bagnold Denklemi (Akıntı Gücü Modeli)

Bagnold (1963), Inman ve Bagnold (1963) dalga ve akıntı etkisinde taşınan batmış katı madde debisi için

$$I_\ell = K'(ECn)_b \frac{\overline{V}_\ell}{U_m} \quad (2.14)$$

bağıntısını vermişlerdir. Burada geçen denklemler 3. bölümde verilmiştir. Komar ve Inman (1970) K' için 0.28 önerirken Kraus et al. (1982) yaptıkları arazi deneyleri ile 0.25 değerini elde etmişlerdir. Doğrusal dalga teorisine göre yörüngesel hızı

$$U_m = \sqrt{2E_b / \rho h_b} = 0.5\sqrt{gH_b} \quad (2.15)$$

ve $K' = 0.25$ alarak dalga kırılma yüksekliğinin rms değeri için batmış kıyı boyu katı madde debisi

$$I_\ell = 0.088\rho g H_{br}^2 \overline{V}_\ell \quad (2.16)$$

bulunur ve belirgin dalga yüksekliği durumunda

$$I_\ell = 0.044\rho g H_{bs}^2 \overline{V}_\ell \quad (2.17)$$

elde edilir. Hacimsel debi ise sırasıyla dalga yüksekliğinin rms değeri ve belirgin dalga yüksekliği değeri için

$$Q_\ell = 0.088H_{br}^2 \overline{V}_\ell \quad (2.18)$$

ve

$$Q_\ell = 0.044H_{bs}^2 \overline{V}_\ell \quad (2.19)$$

olarak bulunur.

Eğer kıyı boyu akıntı sadece yakın kıyıda kırılan dalgalardan ibaret ise ortalama kıyı boyu akıntı;

$$\overline{V}_\ell = 1.17\sqrt{gH_{br}} \text{Sin}\alpha_b \text{Cos}\alpha_b \quad (2.20)$$

ile ifade edilirse batmış kıyı boyu katı madde debisi

$$I_{\ell} = 0.10 \rho g^{3/2} H_{br}^{5/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2.21)$$

sonucuna varılır ki; bu ifade dalga gücü yöntemi ile elde edilen (2.8) denkleminde çok az farklıdır.

Buraya kadar elde edilen kıyı boyu ifadeleri hep kırılma anındaki parametrelere bağlı olarak verilmiştir. Kıyı boyu dalga akısı bazı yaklaşımlar ile üç farklı denklem formunda daha

$$P_{\ell} = 0.05 \rho g^{3/2} H_{s0}^{5/2} \sin 2\alpha_{0b} (\cos \alpha_0)^{1/4} \quad (2.22)$$

$$P_{\ell} = 0.0096 \rho g^2 T H_{s0}^2 \sin \alpha_b \cos \alpha_0 \quad (2.23)$$

$$P_{\ell} = 1.572 \rho g (H_{bs}^3 / T) \sin \alpha_0 \quad (2.24)$$

şeklinde yazılabilir (Galvin and Schweppe 1980, CERC 1984).

2.1.4 Katı Madde Taşınımı ve Nedenleri

Katı madde taşınımı, kıyı ve yakın kıyı bölgelerinin dinamik bir özelliğidir. Dalga ve akıntılarla yakın kıyı bölgesindeki katı maddelerin sürüklenmesi olarak tanımlanır. Kıyıya paralel ve kıyıya dik taşınım olmak üzere iki bileşen vardır. Taşınan malzeme, kıyıboyu taşınımı şeklinde adlandırılır. Kıyıya dik taşınımı öncelikle, dalga dikliği katı madde boyutu ve sahil eğimi tayin eder. Genellikle yüksek diklikteki dalgalar, malzemeyi kıyıdan açığa taşır. Uzun periyotlu düşük diklikteki dalgalar, malzemeyi karaya doğru hareket ettirir. Katı madde taşınımının nedenlerini doğal ve yapay nedenler olarak ayırmak mümkündür.

A. Doğal Nedenler

a. Su Seviyesinin artması: Dünyanın birçok yerinde uzun süreli seviye artışı olur. Bu artış yavaş yavaş meydana gelir. Kısmen kabarma yönü kısmen de daha yüksek su seviyesindeki profil düzeninin sonucu olarak kıyı çizgisinde uzun süreli geri çekilmeler olur.

b. Sahil bölgesinde katı madde miktarındaki değişiklik: Kıyı bölgesindeki nehirlerin kabarması ile katı madde miktarında azalmalar meydana gelir.

c. Fırtına dalgaları: Kıyıda fırtınalar ile oluşan dik dalgalar, kumsalda geçici bir depolanma veya bir bar formasyonu şeklinde açık denizde bir kum taşınımı oluşturur.

d. Dalgalar: Dalga etkisi ile sürüklenen malzemenin depolanması ve taşınması sahili aşındırır. Kum, dalgaların kıyı ile belli bir açı ile kırılması sonucu kıyı boyunca taşınır. Dalgalar ile oluşan bu kıyı boyu akımının katı madde taşıma kapasitesi, sahilin doğal katı madde miktarını aşarsa, kıyı erozyonu son bulur.

B. Yapay Nedenler

a. Yeraltı kaynaklarının nakli sonucu kumun çökmesi: Gaz, petrol, kömür ve yer altı suyu gibi kaynakların nakli sahilin çökmesine neden olur. Bu, deniz seviyesinin artışı gibi bazı etkiler doğurur.

b. Taşınımında malzemenin yolunun kesilmesi: Bu faktör, yapay erozyonun çok önemli bir sebebidir. Liman yapıları ile birlikte kontrol ve tarama kanalları sahildeki malzemenin sürüklenme yolunu kapatır.

c. Kıyılarda dalga enerjisinin toplanması: Açık denizde ve karada yapılan yapılar ile dalga enerjisi buralarda toplanır. Buda kıyı yapısı önündeki kıyı malzemesinin erozyonunda artış ile sonuçlanır.

d. Kıyıda malzeme nakli: Dünyanın birçok bölgesindeki kıyı malzemesinin kazılıp taşınmasından söz edilir. Bu malzeme, yapı tasarımlarında kullanılır. Bu durumda da kıyı taşınımı için malzeme mevcudunu azaltır (Department of the Army 1984).

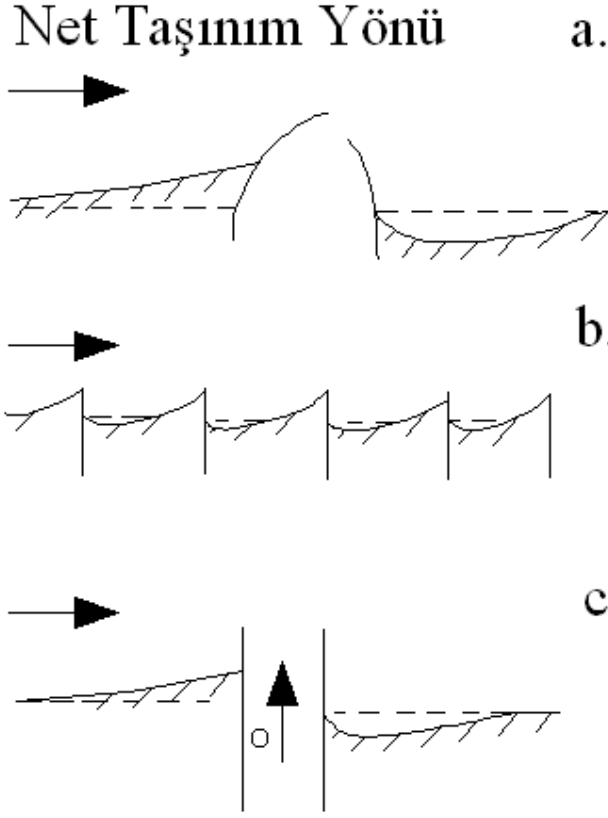
Önsoy ve Yüksek (1993)'te Doğu Karadeniz kıyılarında önemli boyutlara varan kıyı erozyonunun önlenmesi amaçlı ile gerekli koruma yapılarını etüt etmişlerdir. Kıyı erozyonunun nedenlerinin başında malzeme naklinin geldiğini saptamışlardır. Kıyılardan ve kıyıya yakın yerlerden, büyük ölçüde kum ve çakıl malzemesi alınması sonucu, kıyı-deniz dengesi bozulmaktadır. Bozulan bu dengenin sağlanması için doğal bir mücadele veren deniz

bir yandan kıyıda alınmakta olan malzeme bölgelerinin kıyı boyunca dengesini sağlamaya çalışırken, öte yandan deniz içinden çekilen malzeme bölgelerini, kıyıda mevcut malzemeleri sökerek dengelemeye çalışılmakta, dolayısı ile iki türlü erozyona neden olmaktadır (Önsoy 1991).

2.1.5 Kıyıya Paralel Katı Madde Taşınımı

Kıyıya paralel katı madde taşınımı, kırılan dalgalar ile oluşan kıyı boyu akıntısı ve kıyı boyunca dalga enerjisinin bileşkesi ile oluşur. Kıyıya paralel katı madde taşınımının yönü, doğrudan doğruya dalga kretinin kıyı çizgisi ile yaptığı açı ve dalganın yaklaşım yönü ile ilgilidir. Böylece dalga yaklaşımının değişikliği nedeni ile kıyıya paralel taşınımın yönü mevsimden mevsime, günden güne hatta saatten saate değişebilir. Sonuç olarak kıyıya paralel taşınımın yerel kıyı durumuna, enerjiye ve dalga yaklaşım yönüne bağlı olduğu söylenebilir (Department of the Army 1984).

Languet-Higgins (1970)'de Inman and Bagnold (1963)'de kıyıya paralel katı madde taşınımının kıyı boyunca dalgayı yönlendiren kıyıya paralel akımla ilişkisi belirtilmiştir. Kıyıya paralel katı madde taşınımının detaylı olarak ilk modeli Bijker (1971) tarafından yapılmıştır. Bijker modelde sabit eğimli plajda taşınımı ele alırken, dalgalar ve akım durumlarının her ikisini de göz önüne almıştır. Deigaard 1986'da kıyıya paralel akım modeli için kıyısız profili içeren modeli geliştirmiştir. Fredsoe and Deigaard (1992)'de, kıyıya paralel katı madde taşınımında yapıların sebep olduğu erozyon ve toplanmaları şekillerle ifade edilmiştir. Şekil 2.3a'daki limanda soldan sağa doğru net bir kum taşınımı vardır. Başlangıçta liman, kıyıya paralel katı madde taşınımı engeller. Eğer kıyı çok uzun ve düz ise erozyon ve dolmalar devam eder. Sonuçta kıyı çizgisi denize doğru hareket eder. Kum taşınımı soldaki dalgakıranı geçene kadar devam eder. Bu durumda liman girişi sığlaşır ve depo edilecek katı madde hacmini arttırmak için dalgakıran genişletilir. Şekil 2.3b'deki mahmuzlar aşınan kıyı çizgisine uygulanmışlardır. Mahmuzlar kıyıya paralel yöndeki taşınmayı geliştirir, ayrıca suni plaj yapımında da kullanılırlar (Fredsoe et al. 1992).



Şekil 2.3 Kıyıya paralel katı madde taşınımında yapıların neden olduğu erozyon ve toplanmalar (Fredsoe et al. 1992).

Kıyıya paralel yöndeki katı madde taşınımı, başka bir deyişle dalga hareketine dik yöndeki taşınımın modeli, dalga yönündeki taşınım modelinden daha kolaydır. Zamana bağlı katı madde taşınımı, c dalga yayılma hızını, v akım hızını göstermek üzere aşağıdaki denklemde gösterilmiştir.

$$\overline{Q}_y = \int_{z=0}^D (\overline{c}v + \overline{c'v'}) dz \quad (2.25)$$

Denklem 2.25 'deki $\overline{c'v'}$ son terimi belirsiz olduğundan zamana bağlı taşınım basitçe şu şekli alır.

$$\overline{Q}_y = \int_{z=0}^D \overline{c}(z)\overline{v}(z) dz \quad (2.26)$$

Denklem 2.26 prensipte surf bölgesinde ve dışında geçerli olmasına rağmen, hesaplamaların detaylı iki bölge için farklılıklar ortaya çıkarmaktadır. Bu farklılıklar, ekstra türbülans ve dalga kırılması ile beraber çalkantı mekanizmasının \bar{c} ve \bar{v} üzerindeki güçlü etkisinden meydana gelir. $\tilde{u}_\infty(t)$ dalga hareketine ilave edilen sabit akım bileşenleri yani $\bar{u}(z)$ ve $\bar{v}(z)$ 'nin varlığı taban kayma gerilmesini artırır. Bundan dolayı $\bar{c}(z)$ büyüklüğü, sabit dalga hareketi ile karşılaştırılır. Bununla birlikte bu etkiyi ölçen deneysel veriler mevcut değildir.

Surf bölgesi dışındaki zamana bağlı katı madde konsantrasyonları, ya düz olmayan tabanlar için tanımlanan basit eksponansiyel modeller ile ya da çalkantı-difüzyon modelleri ile hesaplanır. Dalga yönüne dik hızlar $\overline{\tilde{u}\tilde{v}} = 0$ olduğundan dolayı dalga yönüne dik modeller, dalga yönündeki modellerden daha kolaydır. Surf bölgesindeki kıyıya paralel katı madde taşınımının modeli, gelecekteki birkaç on yıl için kıyının değişimini kapsar. Kamphuis (1991) de surf bölgesi katı madde taşınım modeline. swash bölgesinde katarak genişletmiştir. Detaylı modeller halen geliştirilirken, surf bölgesinde kıyı boyunca katı madde taşınımının basit yaklaşımları günümüzde de kullanılmaktadır. Bunlardan en tanınmış CERC formülü diye adlandırılır. CERC formülü, sabit zaman için kırılma noktasında kıyı boyunca dalga enerji akısı toplamını bulmaktadır.

$$\rho(s-1)g \int_{x_b}^{rI} \overline{Q_y} dx = I = \frac{K}{16\sqrt{\gamma}} \rho g^{3/2} H_B^{5/2} \sin(2\alpha_b) \quad (2.27)$$

Burada b indisi kırılma noktasını ifade eder. γ , Kırılma noktasında dalga yüksekliğinin su derinliğine oranıdır. α_b , kırılma açısıdır. rI , limit durum yerine geçmektedir. Dalga yüksekliğine bağlı K sabit değeri yaklaşık 0,77 olmaktadır. CERC formülü, kum büyüklüğünü dikkate almamaktadır. Kamphuis (1990)'da laboratuvar ve arazi verilerini dikkate alarak ve boyutsal analize dayanarak, tanecik boyutunu zayıf bir şekilde dikkate alan aşağıdaki formülü geliştirmiştir:

$$\frac{\int_{x_b}^{rI} \overline{Q_y} dx}{H_{b,rms}^3 / T_p} = 2.6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{H_{b,rms}}{L_{op}} \right)^{-1.25} m_b^{0.75} \left(\frac{H_{b,rms}}{d_{50}} \right)^{0.25} \sin^{0.6}(2\alpha_b) \quad (2.28)$$

- m_b : Kırılma noktasında plaj eğimini,
 L_{op} : Pik dalga periyoduna bağlı derin su dalga uzunluğunu,
 $H_{b,rms}$: Kırılan dalga yüksekliklerinin ortalamasının karekökünü,
 α_b : Kırılma açısıdır.

Klasik taşınım modelleri, düz bir taban ve difüzyon değişimi gibi kabullere dayanmaktadır. Deigaard (1986)'da verilen bir topoğrafya için tanecik boyutunu esaslı bir şekilde göz önüne alan bir model geliştirmiştir.

Eğer plajdaki kum daha ince yapıda olur ise. Plaj profili daha düz olmakta, dalgalar spilling tipinde kırılmakta ve katı madde taşıma kapasitesi de daha az olmaktadır (Nielsen 1992).

Kıyıya paralel hareket, dalganın kıyıda kırılması ile süpürülen katı maddenin, dalga enerjisinin kıyıya paralel bileşeni ile ve kırılan dalganın oluşturduğu kıyıya paralel akıntı ile oluşturmaktadır. Kıyıya paralel katı madde taşınımının yönü, dalga yaklaşma yönü ve dalganın kıyı ile yaptığı açiya, şiddeti ise bunlara ilave olarak dalga enerjisi ve süresine bağlıdır (Duranyıldız 1994).

Kıyıya paralel sabit akıntılar, katı madde taşınımını meydana getirirler. Kıyı boyunca taşınım kıyı yapıları için çok önemlidir. Katı madde taşınımını hesaplamak için kurulan bazı denklemler Çizelge 2.1'de özetlenmiştir. Bu denklemlerin çoğunda, denklem (2.29) ile hesaplanabilen enerji akısının kıyıya paralel bileşeni kullanılmaktadır.

$$P_L = \frac{\rho g}{16} (H^2 c_g) \sin 2\alpha \quad (2.29)$$

- P_L : Enerji akısının kıyıya paralel bileşenini,
 H : Dalga yüksekliğini,
 c_g : Dalga grup hızını,
 α : Yaklaşım açısını

göstermektedir (Kapdaşlı 1994).

Çizelge 2.1 Kıyı boyunca katı madde taşınımını veren bazı formüller (Kapdaşlı 1994).

Yazar	Formül
Caldwell(1956)	$Q = 1.20P_L^{0.6}$
Savage(1970)	$Q = 0.219P_L$
Ijima, Sato, Aono, Ishii(1960)	$Q = 0.130P_L$
Ichikava, Ochiai, Tomita, Murobuse(1961)	$Q = 0.131P_L^{0.8}$
Manohar(1962)	$Q = 55.7D^{0.59} \left(\frac{\rho_s - \rho}{\rho} \right)^{-0.41} P_L^{0.91}$
Ijima, Sato, Tanaka(1964)	$Q = 0.060P_L$
Sato(1966)	$Q = 0.120P_L$
Komar, Inman(1970)	$Q = 0.778P_L$
Komar, Inman(1970)	$Q = 0.283 \frac{\bar{v}P_L}{(u_\infty \sin \alpha)_b}$
Das(1972)	$Q = 0.325P_L$
Cerc(1977)	$Q = 0.401P_L$

2.1.6 Kıyıya Dik Yöndeki Katı Madde Taşınımı

Kıyı profili erozyon/depolanma ile dik yöndeki taşınmanın birleşiminden oluşur. Kumlu plajların profili sürekli olarak değişir. Fırtınalardan dolayıda farklılıklar gösterir. Modelleme yapmadan kıyıda enine taşınım hakkında tam bir inceleme yapılamaz.

Kıyı profili yıldan yıla veya her fırtınanın sonunda kayda değer ölçülerde değişim göstermektedir. Kıyı çizgisi yeniden oluşabilmekte, ötelenmekte veya bozulmaktadır. Burada olayın iki boyutlu olduğu, kıyı çizgisine paralel yöndeki taşınımın sıfır olduğu varsayılır.

Kıyı profilinin hesabında aşağıdaki süreklilik denklemini kullanılmaktadır:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{1-n} = \frac{\partial q_{sx}}{\partial x} \quad (2.30)$$

Burada;

h : Taban seviyesini,

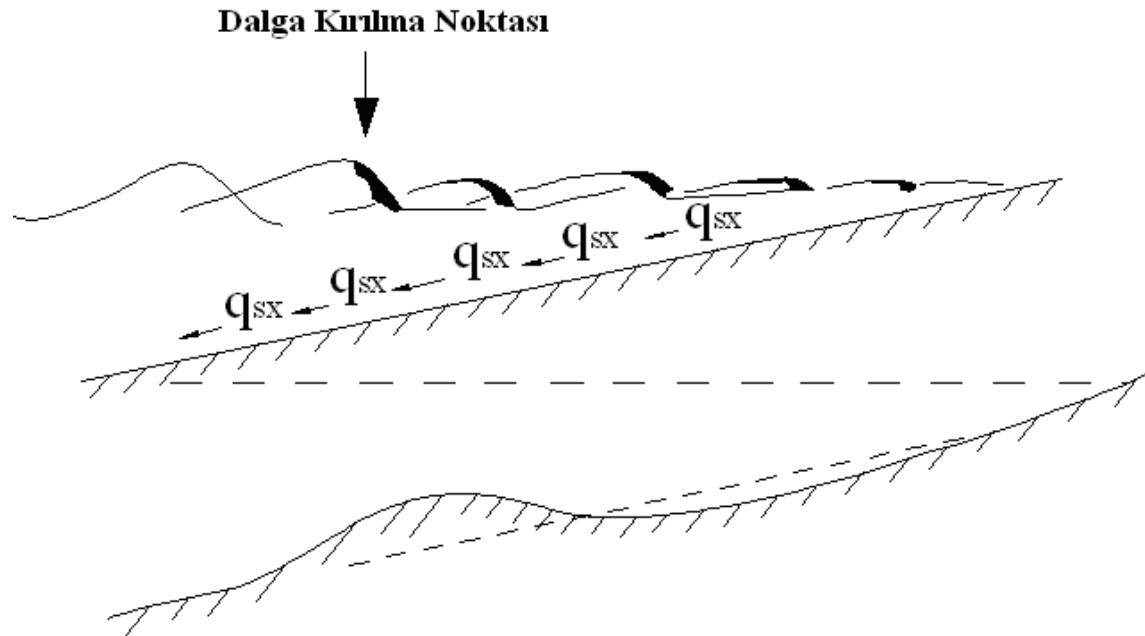
n : Poroziteyi,

q_{sx} : X yönündeki katı madde taşımınıdır.

(2.30) denklemi, sonlu farklar metodu ile çözülebilmektedir. Böylece her bir grid noktası için t anında katı madde taşımını ve $t+\Delta t$ anındaki taban topoğrafyası da hesaplanabilmektedir.

Fredsoe and Deigaard (1992)'de, kırılma noktasında meydana gelen bar oluşumunu göstermişlerdir (Şekil 2.4).

Kıyı profilinin su altında kalan kısmının başlangıç profiline göre yığılmalar gösteren kesit alanlarına 'bar' tanımı yapılır. Kıyıda en yakın barı en dıştaki bardan ayıran en önemli özellikler, yakın kıyı barının yapısının kısa dönemde değişmesi ve kırılma bölgesinde olmasıdır. Ayrıca değişen su seviyesi ve rastgele değişen dalgaya göre sabit olmayan kuvvetlere maruz kalarak laboratuardaki eşleniklere göre daha yatık olmasıdır (Mutlu 1994).



Şekil 2.4 Kıyıda enine taşımın ve bar formasyonu (Fredsoe et al. 1992).

Açık deniz barları, kıyı çizgisine yaklaşan dalgalar nedeni ile oluşurlar ve mühendislik uygulamalarında büyük önem taşırlar. Açık deniz barları, dalgaların kırılma noktasında oluşup, kıyı çizgisine paraleldirler. Bazı kıyılarda bir veya daha çok açık deniz barı oluşabildiği gibi, bazı kıyılarda da hiç oluşmayabilir. Bu durum, esasen katı maddenin dane boyutuna bağlıdır. Daha ince malzeme, formasyonun oluşumu için daha uygundur. Bar formasyonu mekanizması, teorik yaklaşımlar gibi açık değildir. Fakat Carter (1973) gibi araştırmacılar, plajda dalgaların kısmen yansması ile birlikte akıntının kütle taşıması sonucu oluştuğunu belirlemişlerdir (Kapdaşlı 1994).

Swash bölgesi, toplam kıyı boyu taşınımının önemli bölümünü oluşturur. Kıyıya dik yöndeki katı madde taşınımının modeli, plaj değişim modeli için gereklidir. Swash bölgesindeki kayma gerilmesi ve sınır tabaka akımı hakkında bilinenler çok azdır. Bununla birlikte swash bölgesindeki katı madde taşınımı, kum yüzeyine dik su akımı ile oluşur.

Surf bölgesinde ise taban ya düzdür ya da pratikte düz kabul edilir. Surf bölgesinde taban topoğrafyası basit olsa da, bölgedeki akım basit değildir. Bar formasyonlarının çevresi, özel problemler içerir. İki boyutlu bir modelde taban eğiminin sabit ve spilling tipi kırılmada dalga yüksekliğinin su derinliğine oranının sabit kabul edilmesi, surf bölgesinde yapılan en basit kabüllerdir. Denize doğru taban akımını modellemede ana sorun, dip akıntısıdır. Arazi ve laboratuvar verilerine dayanarak şu kriterler saptanmıştır.

$$\text{Plaj aşınması} \quad \frac{\overline{H_0}}{L_0} < 0.0007 \left(\frac{\overline{H_0}}{\omega_0 T} \right)^3 \quad (2.31)$$

$$\text{Plaj toplanması} \quad \frac{\overline{H_0}}{L_0} > 0.0007 \left(\frac{\overline{H_0}}{\omega_0 T} \right)^3 \quad (2.32)$$

Burada;

H_0 : Derin su dalga yüksekliğini,

L_0 : Derin su dalga uzunluğunu,

ω_0 : Derin su dalga açısal frekansını,

T : Dalga periyodunu,

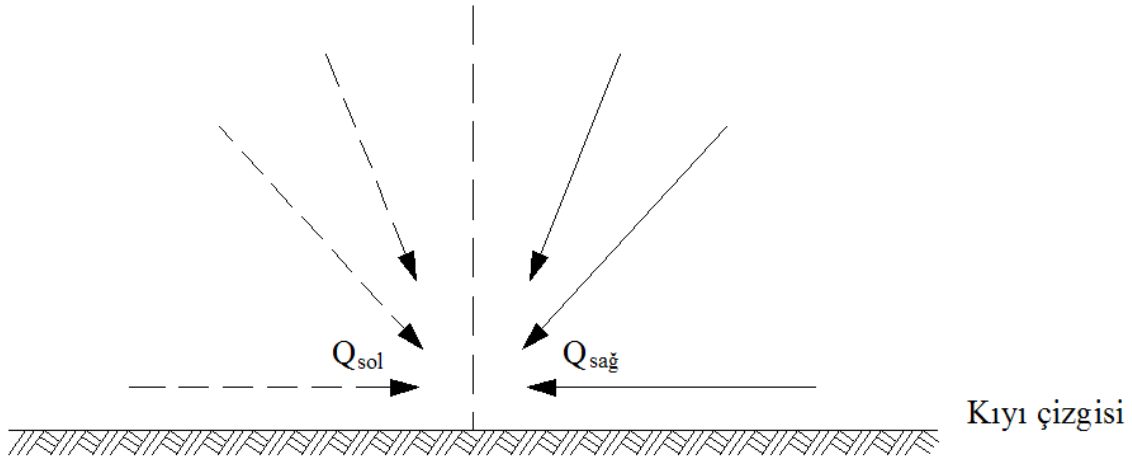
göstermektedir.

Bu denklemlerde ortalama açık deniz dalga yüksekliği ($\overline{H_0}$) kullanılmıştır. Rayleigh dağılımında ortalama dalga yüksekliği H_{rms} ve H_g 'e bağlıdır (Nielsen1992).

$$\overline{H} = 0.886H_{rms} = 0.626H_s \quad (2.33)$$

Kıyıya dik yöndeki katı madde taşınımı, dalga dikliğine (H/L), dane çapına ve kıyı eğimine bağlıdır. Genellikle dik dalgalar açık denize doğru, uzun periyotlu alçak dalgalar ise kıyı çizgisine doğru katı madde taşırlar (Duranyıldız 1994).

2.2 KIYI YAPILARININ NEDEN OLDUĞU KIYI DEĞİŞİMLERİ



Şekil 2.5 Sediment hareketinin mevsimlik değişimi.

Yıl içinde kıyı bölgesine değişik açılardan dalgaların gelmesiyle, her bir dalganın oluşturduğu katı madde taşınımının farklı olması nedeni ile bir bölgedeki yıllık katı madde taşınımı belirlenirken o kıyı bölgesini etkileyen tüm dalgalar dikkate alınmalıdır.

Bir kıyı çizgisi düşünüldüğünde, bu kıyı çizgisine dik doğrultuda bir çizgi çizildiğinde çizginin her bir tarafındaki dalgalar aynı yöne doğru ve diğer yana katı madde taşınımı oluşturacak şekilde davranırlar.

Dalgalar kıyıya rasgele geldiğinden bir dalga etkisiyle bir tarafa taşınan katı madde ters yönde başka bir dalga etkisiyle tam ters yöne taşınabilir. Bu durumda da yıl boyunca katı maddeler bir taraftan diğer tarafa sürekli hareket ederler. Net taşınım;

$$Q_{net} = \pm(Q_{sağ} - Q_{sol})$$

Şeklinde hesaplanır. Net katı madde taşınımının büyük çıkması o kıyı bölgesinin yığılma ve oyulmaya maruz kaldığını gösterir.

Kıyı boyu katı madde hareketine katılan toplam taşınım ise;

$$Q_{toplam} = Q_{sağ} + Q_{sol}$$

eşitliği ile hesaplanır. Q_{net} büyüklüğü o kıyı bölgesindeki deniz tabanındaki hareketliliğin göstergesidir. Bir kıyıda, Q_{net} sıfırdan Q_{toplam} büyük ise o kıyıda aktif birdeniz tabanı, şiddetli bir katı madde taşınımı vardır ve bu durum kıyı yapılarının ömrü açısından önemlidir. Kıyı yapılarının boyutu ve tipi katı madde taşınım miktarı ve yönü göz önüne alınarak yapıldığı takdirde etkin ve uzun ömürlü olur.

2.2.1 Liman ve Barınaklar

Çeşitli maksatlarla yapılan liman (harbour) ve balıkçı barınakları (fishery harbour), yukarıda açıklanan kıyı dengesini bozarak bazı sorunlara yol açmaktadır. Örnek olarak, yukarıda belirtilen yöredeki yıllık net taşınım yönünün batıdan doğuya doğru olduğunu varsayalım.

Kıyıda yapılacak bir yapı sediment hareketine engel olacağından, yapının batı kısmında (updrift, memba) sediment yığılması, malzeme akımı kesileceği için de doğu kısmında (downdrift, mansap) oyulma olur. Batı kısmında yığılan malzeme, burada sığlaşmaya neden olur. Kırılan dalgalar bu malzemeyi asılı (süspansiyon, suspended) hale getirir.

Kırılma sonucu oluşan akıntı ve dalgalar bu asılı malzemeyi, ana mendireğin uç (müzvar, tip) kısmına doğru taşır. Müzvarda kırınımına uğrayan dalgaların yükseklikleri havza içinde giderek azalır. Bir dalganın yüksekliği azaldıkça; hızı, dolayısıyla sediment taşıma kapasitesi de

azalacağından, havzadaki dalgalar sedimenti taşımak için yetersiz kalır ve sediment tabana çökmeye başlar (Şekil 2.6).

2.3 KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN MODELLENMESİ

2.3.1 Genel

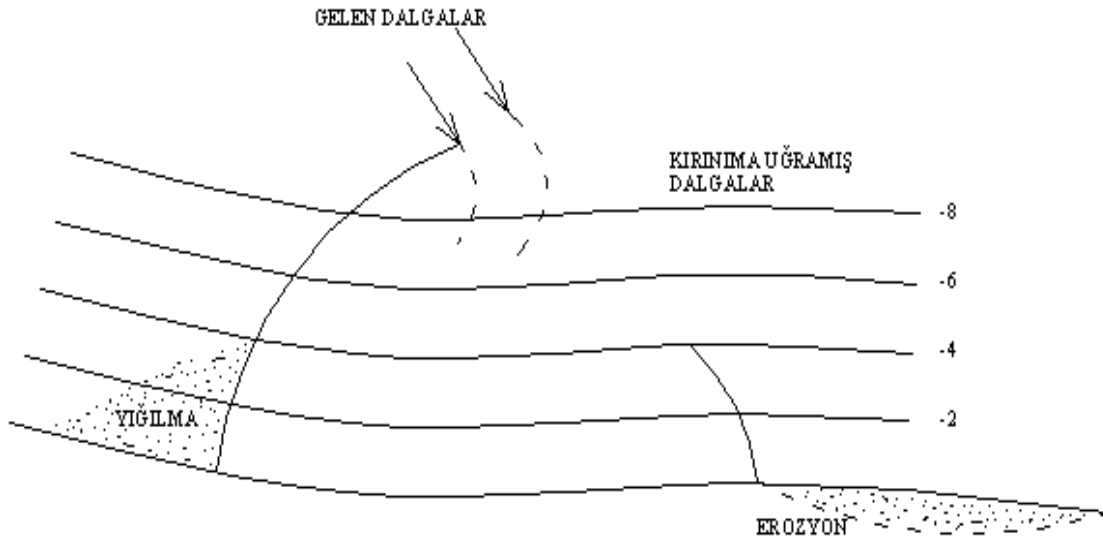
Bir kıyı şeridinde yapı inşa ediliyorsa, yapının hem işlevini yerine getirmesi hem de kıyının korunması gerekir. Rüzgar, dalga, akıntı, su seviyesi, kıyı malzemesinin özelliği ve katı madde kaynağınca kıyıda değişimler meydana gelmektedir. Bunlar kendi içlerinde birbirleriyle etkileştikleri gibi bozulan doğal dengeyi eski haline döndürmeye çalışır. Kıyı çizgisi inşa edilen kıyı yapısına kendini uydurmak isteyecektir.

Yapının bir tarafında oyulmalar meydana gelirken diğer tarafında yığılmalar olacaktır. Gerçekleşen değişiklikler kıyı gerisinde tahribatlara yol açabileceği gibi bazı durumlarda kıyı yapısını amacını göremez hale getirebilir.

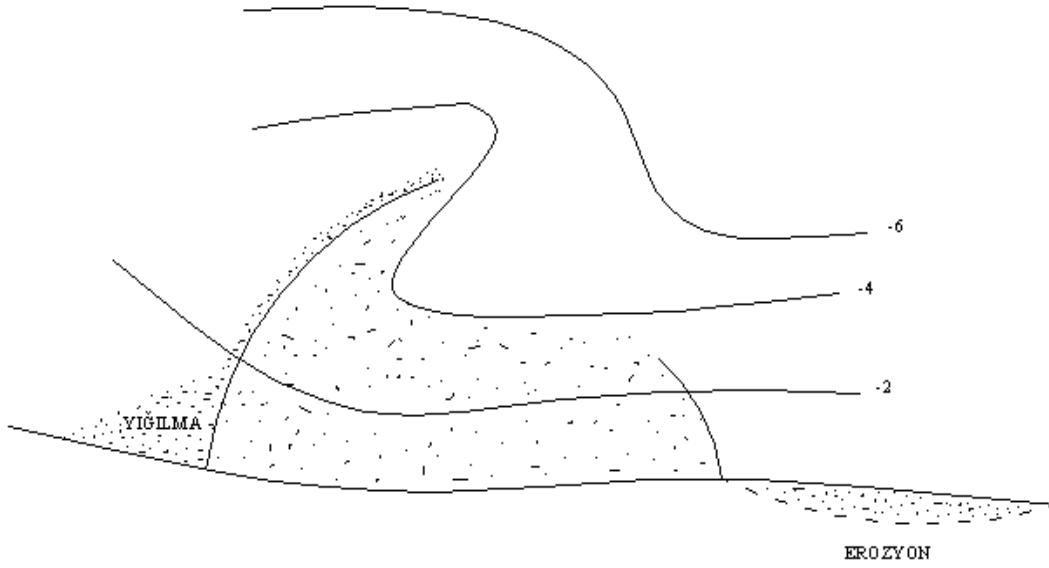
Yakın kıyıda meydana gelen bu değişimler hem mekân, hem de zaman boyutunda değişiklik gösterirken karmaşık bir yapı sergilemektedir. Kıyı çizgisi makro-zaman ve makro-mekan ölçeğinde değişiklik gösterirken; kıyı profili kıyıya dik katı madde taşınımının dominant olduğu durumlarda yani fırtınalar da mezo-mekan, mikro=mezo-zaman ölçeğinde değişmektedir (Larson and Kraus 1989, Kraus 1989).

Bu değişim Şekil (2.7)'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu nedenle kıyı çizgisinin uzun zaman dilimlerinde değişimini belirlemek zor olmasına rağmen, kıyı yapılarının amacını yerine getirmesi için bu tahminin yapılması zaruridir.

Kıyı yapılarının planlanmasında kıyı çizgisinin ve kumsal profilinin değişimi sayısal modellerle nispeten daha kolay belirlenebilirken aynı işi analitik modellerle yapmak daha zor hem daha yetersizdir. Analitik modellerle her ne kadar bir sonuca gidilse de bu sonuçların doğru olup olmadığı arazi ölçümleri ile sınanarak uygulanmalıdır.

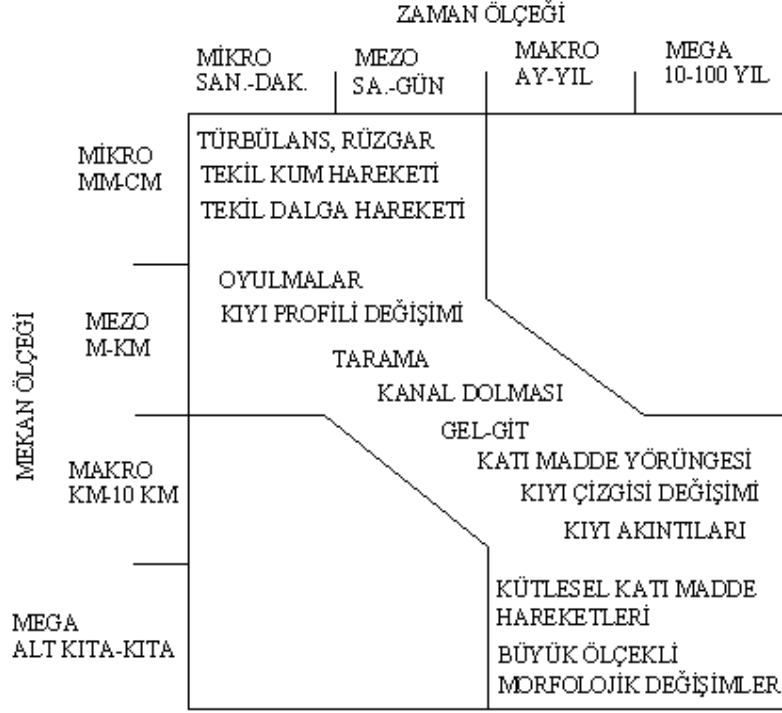


a. Sığlaşma başlangıcı.



b. Havzası dolmuş bir barınak.

Şekil 2.6 Bir liman veya balıkçı barınağındaki sığlaşma sorunu.



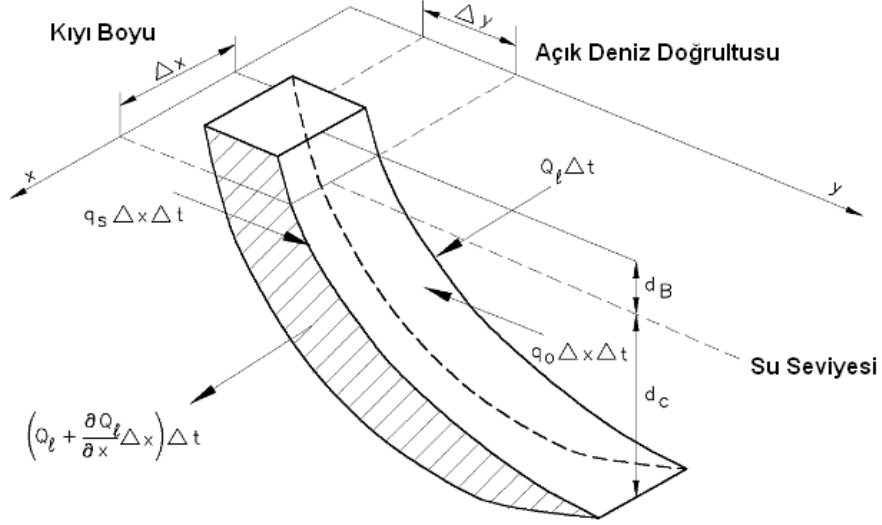
Şekil 2.7 Zaman ve mekan ölçeğinde kıyı hareketleri (Larson and Kraus 1995).

2.3.2 Tek Çizgi Teorisi (One-Line Model)

Kıyı çizgisinin değişimini tahmin için ilk defa 1954 yılında Pelnard-Considerere tarafından Tek Çizgi Teorisi olarak bilinen model önerilmiştir. Teorinin amacı kıyıda uzun dönemli değişimleri belirlemektir. Fırtına ve kıyı diki akıntılar gibi kısa dönemli faktörler ihmal edilebilir kabul edilmektedir. Ayrıca, batimetri çizgilerinin birbirlerine paralel olduğu ve kumsal profilinin denge halini koruduğu varsayılmaktadır. Buna göre kıyı çizgisinin değişimini belirlemek için tek bir çizginin yer değiştirmesini gözlemlemek kafi gelecektir. Bu çizgide kıyı çizgisinin kendisi olarak alınabilir. Modelde kıyı boyu katı madde debisi kıyı çizgisi ile kapanma derinliği denen açık deniz tarafındaki kritik bir derinlik arasında uniform olarak taşınmakta olduğu kabulü de yapılır. Bu kritik derinliğin deniz tarafında bir taşınımın olmadığı varsayılmaktadır (Le Mehaute and Soldate 1977, 1980, Hanson and Kraus 1986). Eğer kumsal profili kendine paralel olarak Δy kadar yer değiştirecek olursa bu değişiklik düzlemde,

$$\Delta A = \Delta y D \quad (2.34)$$

kadar olacaktır (Şekil 2.8). Burada ΔA enkesitteki değişiklik, Δy kıyı çizgisindeki yer değiştirme, D kapama derinliği veya katı maddenin taşınabildiği deniz tarafındaki maksimum derinliktir. Şekil 2.8’de kütle korunumu ilkesinden hareketle



Şekil 2.8 Tek çizgi teorisinde kıyı çizgisinin yer değiştirmesi.

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0 \quad (2.35)$$

diferansiyel denkleme ulaşılır. Burada Q kıyı boyu katı madde debisi, A kumsal profili kesit alanı, x çizgisine paralel koordinat eksen, t zamandır. Bu denklem katı madde debisinde kıyı boyunca meydana gelen değişimin, kıyı çizgisinin zamanla yer değiştirmesi ile dengelendiğini söylemektedir. Eğer kıyı boyu katı madde debisine ilave olarak çizgisel veya noktasal bir katı madde kaynağı veya kuyusunun ($\pm q$) olması durumunda

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} \mp q = 0 \quad (2.36)$$

veya

$$\frac{1}{D} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} \mp q = 0 \quad (2.37)$$

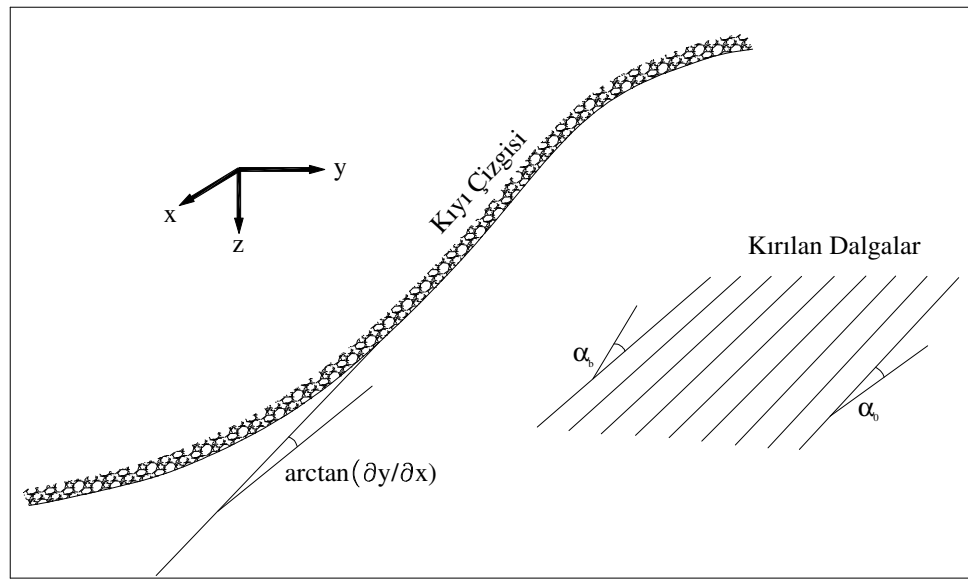
halini alır. Burada bütün amaç y 'nin tespit edilmesidir.(2.37) denklemine göre y yani kıyı çizgisinin yer değiştirmesi kıyı boyu katı madde debisine etki eden tüm faktörlere bağlı olduğu gibi kapanma derinliği D , yanak debi q ile diferansiyel denklemin çözümü için başlangıç v sınır şartlarına bağlıdır. Kapanma derinliği Hallermeier (1979,1983) tarafından

$$D \approx 2.28H - 68.5 \left(\frac{H}{T} \right)^2 \frac{1}{g} \quad (2.38)$$

şeklinde verilmiştir. Doğrusal dalga teorisinden hareketle

$$D \approx 2.28H - 10.5 \frac{H^2}{L} \quad (2.39)$$

Yazılabilir (Kraus1983, Kraus et al. 1984, Hanson and Kraus 1986). Burada kıyı boyu katı madde debisi yerine dördüncü bölümde verilen modellerden herhangi biri yazılabilir. En yaygın kullanılan model olan SPM (CERC 1984) yazılacak olursa, kıyı çizgisinin yer değiştirmesi; dalga yüksekliği, dalga periyodu, dalga geliş açısı ile esme süresine bağlı olacaktır. Burada dalga geliş açısı, kırılan dalga cephesi ile kıyı çizgisi arasındaki açı aşağıdaki gibi olacaktır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Kıyı çizgisi ile gelen dalga arasındaki ilişki.

$$\alpha_b = \alpha_0 - \arctan\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right) \quad (2.40)$$

Yukarıda kütlelin korunumu ilkesinden hareketle elde edilen diferansiyel denklem analitik veya sayısal olarak çözülebilir. Analitik çözümler doğadaki değişiklikleri tanımlamakta yetersiz kalmakla beraber bir fikir vermesi amacıyla kullanılabilirler.

2.3.3 Kıyı Çizgisi Değişimi İçin Analitik Metot

Tek çizgi modelinin analitik metodu yapılırken bazı basitleştirmeler ve kabuller yapılacaktır. Aksi taktirde sonuca gitmek mümkün değildir. Kıyı boyu katı madde taşınımı SPM (CERC 1984) denklemi ile verilsin. Bu denklem aşağıdaki gibi de

$$Q = Q_0 \sin 2\alpha_b \quad (2.41)$$

İfade edilebilir. Burada Q_0 sabit bir dalga yüksekliği, kum malzeme ve K 'nin değeri için sabit olacaktır. α_b açısı yukarıda verilmiştir.

Şayet α_b 'nin çok küçük olduğu ve dolayısıyla $\sin \alpha_b \cong \alpha_b$ yazılarak bu ifade doğrusallaştırılırsa kıyı boyu katı madde debisi

$$Q = Q_0 \left[2 \left(\alpha_0 - \arctan\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right) \right) \right] \quad (2.42)$$

olur. Burada katı madde taşınım debisinin genliği

$$Q_0 = \frac{\rho_s g}{16} H_{sb}^2 C_{gb} \frac{K}{(\rho_s - \rho)g(1-p)} \quad (2.43)$$

ile ifade edilir. Q_0 ile α_0 'ın sabit değeri ve

$$\arctan\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right) \cong \frac{\partial y}{\partial x} \quad (2.44)$$

kabulü yapılarak yukarıda verilen denklem (2.36)'de yerlerine yazılırsa, kıyı çizgisinin değişimi

$$\varepsilon \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\partial y}{\partial t} \quad (2.45)$$

şeklinde bulunur. Burada katsayı

$$\varepsilon = \frac{2Q_0}{D} \quad (2.46)$$

şeklinde (2.45). Denklemi katı cisimlerde ısı iletkenliğini veren ve düfüzyon denklemi denen ikinci mertebeden bir boyutlu diferansiyel bir denklemdir. Bu ifade iki sınır ve bir başlangıç şartı altında çözülebilir. ε katsayısı sabit bir sayı olup boyutludur. Burada katı madde genliği ne kadar büyük ise kıyı çizgisinin değişimi ile ters orantılıdır, yani kapanma derinliğinin büyük değerlerinde değişim daha az olacaktır (Carslaw and Jeager 1959, Larson et al. 1987,1997).

Şayet kıyı boyu katı madde taşınımı x 'in bir fonksiyonu olsaydı

$$\alpha_0 \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} \frac{\partial y}{\partial x} + \varepsilon \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \left(\varepsilon \frac{\partial \alpha_0}{\partial x} \right) \quad (2.47)$$

İfadesi elde edilecekti. Yedinci bölüm'de nehir ağzı ve mahmuz etrafında meydana gelecek kıyı çizgisi değişimi (2.45) denklemi esas alınarak çözüm yapılacaktır.

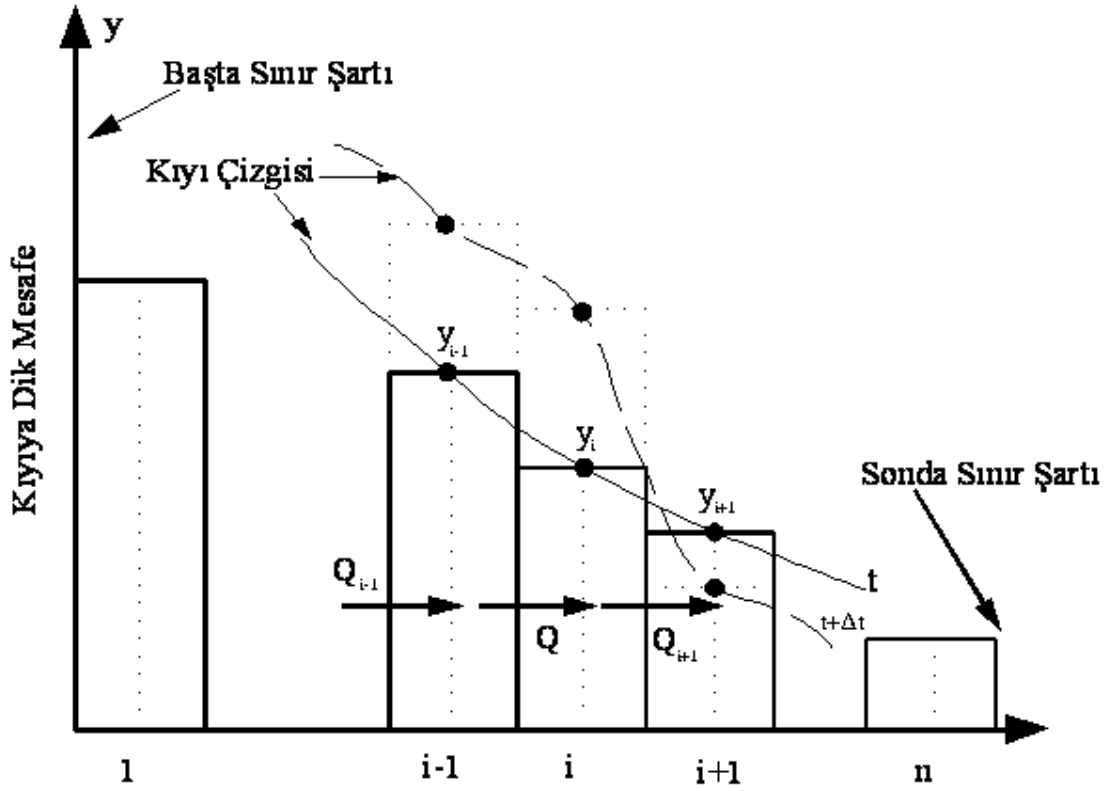
2.3.4 Kıyı Çizgisi Değişimi İçin Sayısal Metot

Pelnaud-Considerere'nin Tek Çizgi Teorisini ortaya attıktan sonra pek çok araştırmacı analitik çözümünün yanı sıra, sayısal olarak modelleme ile çözüme gitmişlerdir (Komar 1983, Hanson and Kraus 1986). Analitik yaklaşım sonuca gidebilmek amacıyla kıyıda etkin olan bir kısım değişkenlerde basitleştirmeler yaparak kabüllere gitmekte ve problemin özgün yapısını zedelemektedir. Sayısal modellemede, analitik yaklaşımla yapılan hiçbir kabüle gerek kalmaksızın, kütleinin korunumu ilkesinden elde edilen (2.35) veya (2.36) denklemi sonlu

farklarla açık veya kapalı şema şeklinde yazılabilir. En genel haliyle (2.36) denkleminin sonlu farklarda açık şema ile ifadesi yazılırsa

$$y_i^{n+1} = y_i^n + \frac{\Delta t}{D\Delta x}(Q_i - Q_{i+1}) + \left(\frac{\Delta t}{D}q\right) \quad (2.48)$$

elde edilir. Burada n zaman adımını, i ise kıyı boyu hücre numarasını, Δx ve Δt ise sırasıyla zaman ve mesafe adımını göstermektedir. (2.48)'de bilinmeyen sadece ifadenin sol tarafında bulunan terim; yani bir sonraki adımda kıyı çizgisinin seçilen eksene göre koordinatı olup bu da bir önceki zaman adımında bilinen değerlerle hesaplanacaktır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Tek çizgi modelinin sonlu farklarda şematik gösterimi.

Başlangıç şartı olarak t=0 anında kıyı çizgisinin seçilen eksen takımına göre pozisyonu; i=1 ve i=n için sınır şartları girilmesi gerekmektedir. Kıyıya dik bir deniz yapısı var ise, bu yapı kıyı boyu katı madde taşınımı bulunduğu noktada bloke ettiği için orada Q=0 seçilen sistemin ucu açık ise örneğin $Q_n=Q_{n-1}$ alınacaktır yani en son noktada debi bir önceki değere eşitlenecektir. Δx ve Δt seçilirken stabilite parametresi

$$R_s = \frac{2K\Delta t H_b^2 C_{gb}}{D(\Delta x)^2} \leq \frac{1}{2} \quad (2.49)$$

verildiği gibi 0.5'ten küçük olmalıdır. Aksi takdirde, peşi sıra gelen kıyı çizgisi koordinatları bir negatif bir pozitif değer olarak kararsız hale gelecektir. Tek-Çizgi Teorisi sonlu farklarda modellenerek çeşitli durumlar için tatminkâr sonuçlara ulaşılmıştır (Price et al.1972, Perlin and Dean 1978, Perlin1979, Le Mehaute and Soldate 1980, Kraus and Harikai 1983).

2.4 KONU İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Sahil bölgelerinin insanlar tarafından yerleşim birimi olarak seçilmesi yapılaşmayı da beraberinde getirmiştir. Kıyı bölgelerindeki bu yapılaşma beraberinde bir takım tedbirlerin alınmasını da zorunlu kılmıştır. Gerek doğal gerekse beşeri faktörler kıyı bölgelerinin değişimine sebep olmaktadır. Kıyı bölgelerine yapılacak yapıların bu değişime olumsuz cevap vermemesi için kıyı bölgelerindeki bu değişikliklerin iyi tespit edilmesi gerekir. Kıyı çizgisi değişimin sağlıklı bir şekilde tespit edilebilmesi için de değişime neden olan sebeplerin iyi belirlenmesi gerekir. Kıyı çizgisinin değişimine sebep olan faktörlerin başında dalgalar gelir. Derin denizden gelen dalgalar, mevsimlik dalgalar, med-cezir neticesinde oluşan dalgalar gibi. Dalgalar beraberinde kıyı çizgisi değişimine neden olan katı madde hareketini gerçekleştirmektedirler. Kıyı boyunca, kıyıya dik katı madde taşınımının miktarının belirlenmesi gerekir.

2.4.1 Dalga Analizi İle İlgili Çalışmalar

Dalga yüksekliklerinin yeterince uzun süreli ölçülmüş değerleri her zaman mevcut değildir. Bu nedenle belirgin dalga yüksekliği ve periyodu meteoroloji istasyonlarında ölçülmüş mevcut rüzgâr verileri ya da varsa dalga ölçüm değerlerinin istatistiksel olarak değerlendirilmesiyle tahmin edilmektedir. Kıyı yapılarının projelendirilmesi veya kıyı gelişiminin belirlenmesinde kullanılan tasarım dalgaları ya ölçülmüş dalga kayıtları değerlendirilerek ya da rüzgâr verilerinden tahmin edilerek elde edilmektedir (Yüksel vd. 1998).

Dalga iklimi; farklı doğrultulardan gelen değişik yükseklik ve periyoda sahip dalgaların meydana gelme frekanslarının belirlenmesidir. Bu bilgi kıyı stabilitesi, erozyonu, kumlanması ve limanların dolması açısından önemlidir.

Dalga şartlarının elde edilebilmesi için iki yöntem vardır:

- Dalga kayıt cihazları kullanılarak doğrudan ölçme.
- Meteorolojik verilerden dolaylı tahmin, yani dalga tahminlerinin rüzgar verileri kullanılarak yapılmasıdır.

Dalga kayıtlarının analizi için ise yine iki yöntem bulunmaktadır (Gourlay and Apelt 1985):

- Her bir dalga kaydının karakteristik dalga yüksekliği ve dalga periyodu parametreleri ile tanımlanmaya çalışılması(kısa dönem dalga istatistiği).
- Belirli bir dönem boyunca karakteristik dalga yüksekliği ve dalga periyodu parametrelerinin meydana gelme frekansının belirlenmesi (uzun dönem dalga istatistiği).

Dalga ölçümü yaparak dalga parametrelerini belirlemenin yanı sıra rüzgâr verilerinden dalga parametrelerini elde etmenin birçok farklı yolu bulunmaktadır. Fakat en uygun yaklaşım elde edilen verilerin kalitesine ve yapılacak çalışmanın amacına göre değişmektedir. Örneğin iki boyutlu sayısal spektral tahmin modeli için detaylı atmosfer basınç alanları gerekirken CERC metodu olarak bilinen dalga tahmin yönteminde istenen girdi oldukça basittir ve bununla beraber elde edilen çıktı oldukça zayıftır. Sadece belirgin dalga yüksekliği ve ortalama dalga yönü elde edilmektedir (Fröhle and Fittschen 1998). Birçok araştırmacı farklı kıyı problemlerini incelemek ve çözmek amacıyla değişik dalga tahmini yöntemlerini uygulamışlardır.

2.4.2 Dalga Tahmin Modelleri

Dalga tahmin modelleri,

- Enerji taşınımı denklemine dayanan dalga tahmin modelleri
- Ampirik tahmin modelleri olarak sınıflandırılmaktadır.

Enerji taşınımı denklemine dayanan modeller birinci, ikinci ve üçüncü nesil olarak sınıflandırılmaktadır. 1950'lerin sonunda Gelci et al. (1957) tarafından ilk model geliştirilmiştir. Fakat geliştirilen bu modelde birçok kaynak fonksiyonuyla ilgili belirsizlikler

mevcuttur. Ancak, Philips (1957) ile Miles (1957)'ın sunduğu dalga gelişim ve Hasselmann (1962) tarafından öne sürülen dalga-dalga etkileşiminden dolayı lineer olmayan enerji transferi teorileriyle dalga gelişim modellemesinin iskeleti oluşturulmaya başlanmıştır (Massel 1996).

Birinci nesil dalga modelleri uzun seneler boyunca uygulanmış ve hala işlevselliğini kaybetmemiştir. Bu model ışın tekniğine dayanmakta ve aynı zamanda sığ su koşullarında da kullanılabilir. Birinci, ikinci ve üçüncü nesil dalga modelleri arasındaki farklılık çözümde kullanılan yöntemlerden kaynaklanmaktadır. İkinci nesil dalga modelleri dalga tahmini için spektrumun şeklinde kısıtlamalar yaparak lineer olmayan dalga girişimi kaynak terimlerinin parametreleştirilmesini kullanmaktadır. Üçüncü nesil dalga modelleri ise daha detaylı lineer olmayan dalga girişimi kaynak terimlerinin parametreleştirilmesini kullanmakta ve spektrumun şeklindeki kısıtlamaları azaltmaktadır (Çevik 2006).

Dünyada birçok üçüncü nesil dalga modeli kullanılmasına karşılık bunların kökeninde WAM dalga modeli (Wamdi 1988) olduğu belirtilmektedir (CEM 2003). Diğer üçüncü nesil dalga modellerine örnek olarak Schwab et al. (1984), Clancy et al. (1986), HISWA modeli (Holthuysen et al 1989), WAVEWATCH modeli (Tolman 1991) ve SWAN modeli (Booij et al. 1996) gösterilebilmektedir.

Dalga tahmin modellerinden bir diğeri de ampirik (deneysel) yöntemlerdir. Bu yöntemlere örnek olarak SPM tahmin grafikleri ve SMB tahmin grafikleri verilmektedir. SPM yöntemi, CERC (1984) tarafından verilen yöntemdir. Bu yöntem SMB metodunun geliştirilmiş halidir. Fakat bu yöntemde unutulmaması gereken önemli nokta diğeri (SMB, JONSWAP) metodlardaki gibi rüzgâr hızının değil rüzgâr gerilme faktörünün kullanılması gerektiğidir. Rüzgâr gerilme faktörü hız boyutunda olmakla birlikte, hız değildir. U m/s olarak rüzgâr hızı olmak üzere U_A aşağıdaki gibidir.

$$U_A = 0.71U^{1.23} \quad (2.50)$$

Dalga tahminlerinde kullanılacak rüzgar hızları meteorolojik rüzgar kayıtlarından ve sinoptik haritalardan elde edilmektedir. Bu hızların denizden 10 m yükseklikte ölçülmüş olmaları

gerekmektedir. Aksi halde Z denizden ölçme noktasının yüksekliği ise aşağıdaki ifade yardımıyla deniz yüzeyinden 10 m yükseklikteki hız bulunmaktadır (Yüksel vd. 1998).

$$U(10) = U(Z) \left(\frac{10}{Z} \right)^{1/2} \quad (2.51)$$

Gelişmekte olan ve tam gelişmiş deniz durumu dalga yüksekliği, periyodu ve esme süresi çizelgede gösterilen ifadelerle verilmiştir. Burada; H_s derin su belirgin dalga yüksekliği, $T_{1/3} = T_s = 0.95 T_m$ belirgin dalga periyodu, U_A rüzgâr gerilme faktörü, F feç uzunluğu ve t rüzgâr esme süresidir.

Diğer bir ampirik dalga tahmin modeli ise SMB yöntemidir. Rüzgâr alanlarından dalgaların belirlenmesi için SMB adıyla bilinen yöntem Kuzey Denizinde yapılan gözlemlere dayanan yarı ampirik bir yöntemdir ve herhangi bir spektrum analizine dayanmaktadır. Bu metod CERC (1977)'de ayrıntılı olarak anlatılmaktadır. CERC (1984)'de bu yöntem yerini Hasselmann vd. (1973) tarafından geliştirilen ve frekans spektrum analizine dayanan JONSWAP yöntemine bırakmıştır (Kamphius 2000).

JONSWAP ve SMB yöntemleri parametrik yöntemlerdir çünkü dalga parametrelerini elde etmek için işlemlerin detaylı fiziğini anlatan tanımlar geliştirmek yerine doğrudan rüzgâr parametrelerini kullanmaktadır. Bu yöntemler sadece dalga yüksekliği ve periyodunu vermelerine karşılık parametrik dalga spektrum tahmini için genişletilebilmektedirler.

Parametrik dalga tahmini feç mesafesi (F), rüzgâr esme süresi (t) ve üreme bölgesindeki suyun derinliğinden (d) dalga yüksekliği ve periyodunu ve (H ve T) elde etmektedir.

SMB yönteminde H_s ve T_s , feç mesafesi (F), rüzgâr esme süresi (t), rüzgâr hızı (U) ve yerçekimi ivmesiyle (g) bağıntılıdır (Yüksel vd. 1998).

$$H_s = f_1(U, t, F, d, g) \quad (2.52)$$

$$T_s = f_2(U, t, F, d, g) \quad (2.53)$$

$$\frac{gH_s}{U^2} = \phi_2 \left(\frac{gF}{U^2}, \frac{gd}{U^2}, \frac{gt}{U} \right) \quad (2.54)$$

$$\frac{gT_s}{U^2} = \phi_2 \left(\frac{gF}{U^2}, \frac{gd}{U^2}, \frac{gt}{U} \right) \quad (2.55)$$

2.5 KIYI MORFOLOJİSİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

2.5.1 Katı Madde Modellerinin Tanımı

Kıyı morfolojisinin gelişimi karmaşık fiziksel işlemleri içermektedir ve matematiksel ifadelerle tam olarak tanımlanamamaktadır. Modelleme ifadeleri, bilinen fiziksel kurullarla bulunan deterministik bağıntılar veya laboratuvar ya da saha ölçümlerine dayanan ampirik formüller olabilmektedir. Kıyı gelişimi basit tek boyutlu sayısal modellerden gelişmiş üç boyutlu modellere kadar değişmektedir. Her tipin uygulanabilirliği, problemin gerektirdiği uzamsal ve zamansal ölçeklere göre değişiklik göstermektedir. Gelişmiş bir 3-D modeli, kıyı profilinin kısa dönem gelişimi çalışmasında kullanılırken, basit bir 1-D modeli kıyı çizgisinin uzun dönem değişiminin zamandan bağımsız simülasyonlarında kullanılmaktadır. Mevcut modeller üç ana kategoride sınıflandırılmaktadır (Yüksel 2005).

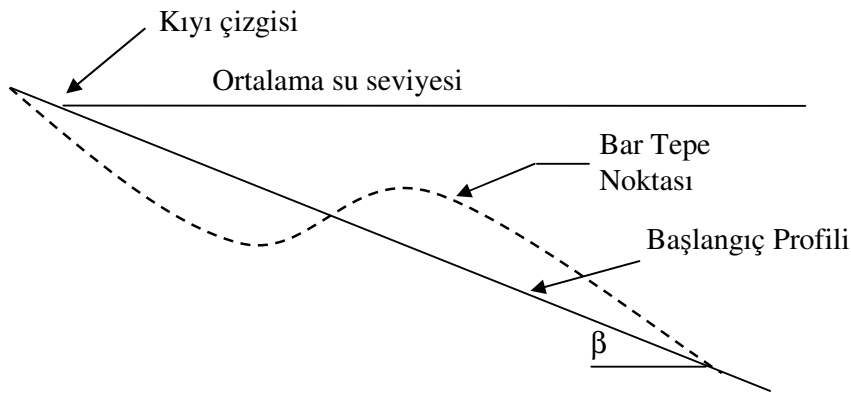
- Kıyı profili modeli
- Kıyı çizgisi değişim modeli
- 3-D kıyı değişim modeli

2.5.2 Kıyı Profili Modeli

Kıyı profili değişim modelleri, fırtına nedeniyle kıyı erozyonu ve yenilenmesi ile dalga hareketine karşı plaj malzemesinin başlangıçtaki davranışını tahmin etmede kullanılmaktadır. Bu tip bir model, kıyı ya dik katı madde hareketi ile oluşan kısa dönem profil gelişimini belirlemektedir. Kıyı boyu doğrultusundaki katı madde taşınım değişimleri dikkate alınmamaktadır (Şekil 2.11). Eşik oluşumu nedeniyle kırılan dalgalara dayanan kıyı profili değişimini tahmin etmekte kullanılan birçok model geliştirilmiştir (Dally and Dean 1984, Kriebel and Dean 1984, Larson and Kraus 1989).

Çizelge 2.2 Kıyı boyu katı madde taşınım sınıflandırılması (Yüksel 2005).

CERC (1984)	Enerji Modeli
Davies ve Kamphius (1985)	Enerji Modeli, tane boyutu ve kıyı eğimini içerir
Sayao,Nairn ve Kamphius (1985)	Enerji modeli,tane boyutu ve kıyı eğimini içerir
Bijker (1971)	Akıntıyla sürüntü ve askı malzemesi konsantrasyonunu esas alır. Hareketin başlangıç kriteri yoktur.
Engelund-Hansen (Swart,1976)	Akıyla sürüntü ve askı malzemesi konsantrasyonunu esas alır. Hareketin başlangıç kriteri yoktur.
Fleming (1977)	Akıntıyla sürüntü ve askı malzemesi konsantrasyonunu esas alır. Hareketin başlangıç kriteri yoktur.
Ackers-White (Van de Graaf ve Van Overeem, 1979)	Hareketin başlangıç kriteri vardır.
Fleming ve Swart (1982)	Dalga ve akıntı şartlarının geniş bir aralığında türetilen harekete başlangıç kriteri vardır.
Nielsen (1985)	Akıntıyla sürüntü ve askı malzemesi konsantrasyonunu esas alır. Hareketin başlangıç kriteri vardır.
Kamphius (1991)	Kıyı eğimi ve taban malzemesi özelliklerini dikkate alır.



Şekil 2.11 Kıyı profili.

2.5.3 Kıyı Çizgisi Değişim Modeli

Kıyı çizgisi değişiminin analitik modeli, zamana ve konuma göre sabit dalga koşulları altında katı madde taşınımı için basitleştirilmiş diferansiyel formdaki süreklilik denkleminin kapalı çözümüdür. Kıyı çizgisi değişiminin ilk matematiksel modeli Pelnard-Consideré'in tek çizgi teorisi ile verilmiştir.

Hanson and Kraus (1985), araştırmalarında sayısal kıyı çizgisi modelinde (tek çizgi) kıyı duvarı etkisini incelemiştir. Araştırmacılar çalışmada tek çizgi modelinin temel denklemleri çerçevesinde kıyı duvarını içeren yeni bir yöntem sunmuşlardır.

Jayakumar and Mahadevan (1993), çalışmalarında tek çizgi model denkleminin çözümü için iki sayısal yöntemden faydalanmışlardır. Bunlar açık ve kapalı sonlu farklar yöntemidir. Ayrıca araştırmacılar kıyı çizgisi gelişiminde, belirli bir düzen izlemeyen dalga yüksekliği, yönü ve periyodu gibi açık deniz parametreleri kombinasyonunun oluşma sırasının etkisinin incelemiştir. Bu çalışmada Hindistan'ın doğu ve batı sahillerinde bulunan Madras ve Beypore limanları yanındaki kıyı çizgisi gelişimi sunulmuş ve kıyı çizgisi gelişimi tahminin de kullanılan tek çizgi benzeşim modelindeki sınırlamalar bekirtilmiştir.

Perlin and Kit (1999b), İsrail'in Ashdod ve Haifa şehirlerinde dalga ölçümü yapmışlar ve elde edilen yüksek kalitedeki yönsel dalga verisinin istatistiksel analiziyle bu verileri İsrail kıyısındaki herhangi bir bölgenin katı madde taşınım hesabında kullanılabilir hale getirmişlerdir.

2.5.4 Üç Boyutlu Kıyı Gelişim Modeli

Üç boyutlu kıyı gelişim modelleri gelişmiş 3-D modellerinden, gelişmiş tek çizgi teorisi modellerine kadar değişiklik göstermektedir. Hidrodinamik ve morfolojik değişimi hesaplayan tam donanımlı 3-D modelleri pek kullanışlı olmamaktadır. 3-D modelleri arasında en kullanışlı yarı 3-D modelleridir. Bunlar yakın kıyı sirkülasyonunu, katı madde taşınımını ve taban değişimlerini belirlemek için geliştirilmiş iki boyutlu düşey modeli (2DV), hız profillerini hesaplayan iki boyutlu yatay modelle (2DH veya kıyı alanı modeli) birleştirmektedir (Briand and Kamphuis 1990, Roelvink et al. 1994). Bu tip bir model, kısa dönemli tahminlerde (1 fırtınadan 1 yıla kadar) kullanılmaktadır ve ayrıca hesaplama;

kapsamlı ve modelin doğrulanması için detaylı bilgilere ihtiyaç duymaktadır. Daha geleneksel bir 3-D model ile, katı madde taşınımı ve kıyı değişimini hesaplamak için iki boyutlu yatay bir modelin (2DH) hesapladığı yakın kıyı akıntı bilgileri kullanılmaktadır.

2.5.5 Kıyı Boyu Katı Madde Debisi İle İlgili Çalışmalar

Bajorunas (1960), kıyıboyu katı madde debisini doğrusal kıyı çizgileri için Göller bölgesinde ölçülen arazi verileri yardımıyla

$$Q = 19E_0 \sin \alpha_0 (1 - e^{-0.0023DCot\alpha_0}) \quad (2.56)$$

şeklinde elde edilmiştir. Burada;

Q : düz kıyı çizgisinin mansabındaki yıllık ortalama katı madde debisi (yd³),

E₀ : yıllık tek yönden derin deniz dalga enerjisi (ft, p/ ft, 10⁶),

α₀ : kıyı çizgisi ile dalga cephesi arasındaki açı,

D : kıyı çizgisinin uzunluğu (mil)'dir.

Savage (1962), daha önce Caldwell ve Watt tarafından araziden elde edilen dataları kullanarak bizzat kendisi laboratuvar çalışması yaparak elde ettiği sonuçları kullanmıştır. Böylece kıyıboyu katı madde debisini

$$Q = 210 * E_i^{0.8} \quad (2.57)$$

bulmuştur. Q, kıyıboyunca taşınan katı madde debisini, E_i ise dalga enerjisi ifade etmektedir. Savage'ye göre katı madde debisini kumsal özellikleri, dalga özellikleri ve laboratuvar deney düzeneği etkilemektedir. Savage deneyler sonucunda kıyıboyu katı madde debisi ile kumsal malzemesi özellikleri arasında kesin bir ilişki kuramayıp, katı madde taşınımının malzeme özgül ağırlığı ile ters orantılı kumsal taban eğimi ile doğru orantılı olduğunu gözlemlemiştir.

Bagnold (1963), birim genişlikten geçen toplam katı madde debisini elde etmeye çalışmıştır. Inman ve Bagnold (1963) katı madde debisini ilk olarak batmış ağırlık türünden

$$I_\ell = (\rho_s - \rho)ga'S = \text{sabit} * P_\ell \quad (2.58)$$

şeklinde verip, Inman and Frautschy (1965) akışkanın katı madde taşıma kapasitesini batmış ağırlık cinsinden

$$i = (\rho_s - \rho)g\nu U \quad (2.59)$$

şeklinde ifade etmişlerdir. İfadelerde ,

- I_ϕ : batmış katı madde debisi,
 i : birim genişlikten geçen batmış katı madde miktarı,
 ρ_s : malzemenin özgül kütlesi,
 ρ : akışkanın özgül kütlesi,
 α : porozite,
 S : hacimsel katı madde debisi,
 P_ϕ : kıyıboyu dalga enerjisi,
 g : yerçekimi ivmesi,
 νU : birim genişlikten birim zamanda geçen hacim olarak katı madde miktarıdır.

Inman et al. (1968), birinci modelde taşınım miktarının enerji akısının kıyıboyu bileşeni ile

$$I_\ell = KP_\ell = K(ECn)_b \text{Sin}\alpha_b \text{Cos}\alpha_b \quad (2.60)$$

$$P_\ell = (ECn)_b \text{Sin}\alpha_b \text{Cos}\alpha_b \quad (2.61)$$

doğrusal değiştiğini göstermişlerdir. İfadelerde;

- K : sabit katsayı,
 E : dalga enerjisi,
 C_n : dalga grup hızı,
 α : dalga cephesi ile kıyı çizgisi arasındaki açı,
 b : kırılma anındaki değerleri simgeler.

İkinci model ise ilk olarak Inman and Bagnold'un 1963 yılında geliştirdiği katı madde debisinin dalga ve akıntı parametrelerine bağlı olan formülasyonudur.

- K' : sabit katsayı
 v_ϕ : kırılma bölgesindeki ortalama kıyıboyu akıntı hızı
 u_m : kırılmadan önce taban yakınında yörüngesel hızın maksimum yatay bileşeni olmak üzere batmış katı madde debisini

$$I_\ell = K'(ECn)_b \text{Cos}\alpha_b \frac{v_\ell}{u_m} \quad (2.62)$$

ile vermişlerdir.

Thronton (1968) Florida Fernandina kumsalında malzeme tane çapının 0.2 mm olarak ölçmüştür. Kumsalda yaptığı ölçümlerde, katı madde debisinin su derinliği ile ters orantılı olarak değiştiği sonucuna varmıştır. Thronton boyutsuz bir büyüklük için katı madde debisi üzerinde ekili parametrelerden;

$$\frac{QH_s}{P_\ell} = f\left(\frac{H_s}{d}\right) \quad (2.63)$$

ampirik ifadeyi vermiştir.

- Q : katı madde debisi,
 H_s : belirgin dalga yüksekliği,
 d : su derinliğidir.

Thronton bu çalışmadan yola çıkarak kırılma bölgesi içinde ve dışında katı madde taşınım debisini kıyıboyu akıntıyı modellemiştir.

Bajorunas (1970), Huron gölünde yaptığı arazi deneyleri sonucunda toplam katı madde debisini

$$Q = 3.9(Pvd(\rho - 1)g^{-1})^{0.5} f(S, D) \quad (2.64)$$

şeklinde vermiştir. Burada;

- P : dalga gücü,
v : ortalama kıyıboyu akıntı hızı,
d : ortalama malzeme tane çapı,
f(S, D) : $(1-e^{-0.04S})$ veya $(1-e^{-0.07D})$ değerlerinden küçük olanı
S : etkili kıyı çizgisi uzunluğu
D : dalga esme süresidir.

Komar and Inman (1970), katı madde taşınımı için önerilen

1) Enerji akısı

2) Kıyıboyu akıntı modellerini karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırmayı Inman et al.(1968) tarafından yapılan arazi deneyi verilerini kullanmışlardır.

Costanho (1970), katı madde debisinin tane boyutuna bağlı olduğunu ileri sürmüştür.

Komar and Inman (1970), çeşitli arazi ölçümlerinden elde ettikleri verileri kullanarak $K=0.77$ ve $K'=0.28$ değerlerini bulmuşlardır.

Komar(1971),

$$v_{\ell} = c_1 u_m \frac{\tan \beta}{c_f} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2.65)$$

denkleminde,

$$\frac{\tan \beta}{c_f} \cos \alpha_b \quad (2.66)$$

değerinin sabit olduğunu gösterirken kıyıboyu katı madde debisinin kıyıya dik yöndeki dağılımını

$$i_{\ell} = c \left(\frac{H}{h} \right)^2 \rho g h v \tan \beta^* \quad (2.67)$$

formülü ile vermiştir. Burada c sabit sayı, H dalga yüksekliği, h su derinliği, v akıntı hızı ve $\tan \beta^*$ lokal taban eğimidir.

Galvin (1972), literatürden derlediği 17 arazi deneylerinden hareketle katı madde debisini,

$$Q = 2H^2 \quad (2.68)$$

gibi çok basit bir formda vermiştir. Karadan denize göre bakan bir gözlemciye göre sağa doğru olan taşınımın r, sola doğru olan 1 alt indisi ile temsil edildiğini varsayarak brüt katı madde taşınımı,

$$Q_g = Q_l + Q_r \quad (2.69)$$

net taşınımı

$$Q_n = Q_l - Q_r \quad (2.70)$$

ve ikisi arasındaki ilişkiyi $\alpha = Q_l / Q_r$ olarak

$$Q_g = Q_n \frac{(1 + \alpha)}{(1 - \alpha)} \quad (2.71)$$

vermiştir.

Dean (1973), katı madde debisini

$$Q_\ell = GE_a \quad (2.72)$$

$$G = 29.7 * 10^3 K_1 \frac{K^{0.5} H_b^{0.5} C_D^{0.5} m \cos \alpha_b}{C_g^{0.5} D^{0.5} \rho_w (\rho_s / \rho_w - 1)^{1.5} (1 - p)} \quad (2.73)$$

formülüyle vermiştir.

- K_1 : katsayı,
 κ : kırılma anındaki dalga yüksekliğinin su derinliğine oranının yarısı,
 H_b : kırılma anındaki dalga yüksekliği,
 C_D : sürtünme katsayısı,
 m : taban eğimi,
 C_g : grup dalga hızı,
 D : tane çapı,
 p : porozite

Komar et al. (1976a), Oregon kıyılarında kıyıboyu taşınımı sıfır veya sıfıra yakın olan 9 mahmuz etrafındaki kıyı değişimlerini incelemişler ve net taşınımın olmamasına rağmen kıyıda çok büyük değişimler olduğunu gözlemlemişlerdir.

Komar (1976b), yakın kıyı bölgesinde dalga etkisinden başka bir akıntı etkisi var ise kıyıboyu katı madde debisini belirlemek için

$$v_t = c_1 u_m \frac{\tan \beta}{c_f} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2.74)$$

denkleminin kullanılmasını tavsiye etmiştir.

Galvin and Vitale (1976), CERC tarafından 1966 ve 1984 yıllarında verilen kıyıboyu katı madde taşınım formüllerinden (SPM) sonrakinin öncekine göre % 83 nisbetinde büyük sonuç verdiğini göstermişlerdir. Bu fark ise bağıntılar elde edilirken kullanılan verilerin farklılığından kaynaklanmaktadır.

Komar (1977), Dean tarafında verilen kıyıboyu katı madde debisindeki katsayının

$$G = 29.7 * 10^3 K_1 \frac{K^{0.5} H_b^{0.5} C_D^{0.5} m \cos \alpha_b}{C_g^{0.5} D^{0.5} \rho_w (\rho_s / \rho_w - 1)^{1.5} (1 - p)} \quad (2.75)$$

hiçbir faktöre bağlı olmadığını pek çok mevcut veriyi kullanarak göstermiştir. Komar (1979) ise kıyıboyu akıntının taban eğiminden bağımsız olduğunu savunmuştur.

Kamphuis and Readshaw (1978), 3-boyutlu hareketli tabanlı kıyı modeli üzerinde yaptıkları bir dizi deney ve boyut analizi neticesinde, kıyıboyu katı madde debisinin kırılma bölgesi içindeki kıyı profiline, kırılma türüne ve enerji sönümlenme oranına bağlı olduğunu saptamışlardır. Bu faktörlerinde Irribaren veya kırılma benzeşim parametresi ξ_b ile gösterilebileceğini söylemişlerdir.

(Battjes 1974), enerji yaklaşımı ile kıyıboyu katı madde debisini

$$Q = K'_p \left(\frac{P_{ab}}{g} \right) = K'_p \left(\frac{C_b F_a}{g} \right) \quad (2.76)$$

$$Q_s = K_t F_a \quad (2.77)$$

K'_p ve K_t : boyutsuz katsayılar
 P_{ab} : kıyıboyu dalga enerji faktörü
 F_a : kıyıboyu yayılma gerilmesi kuvvetidir.

CEM (2003)'de yakın kıyıda taşınan katı madde debisini belirlemek için dört yöntem önermektedir.

- 1) Yakın civarda elde edilen sonuçlardan uyarılama yapmak.
- 2) Kıyı çizgisinin zaman içindeki değişimlerinden taşınan miktarı bulmak.
- 3) Enerji akısı formülünü kullanmak.

Enerji akısı formülü;

$$I_\ell = KP_\ell = K(ECn)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2.78)$$

- 4) Dalga yüksekliği verileri yardımıyla bulmak.

Walton (1980a, 1980b),

$$I_\ell = KP_\ell = K(ECn)_b \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (2.79)$$

formülünde kıyıboyu katı madde debisini elde etmek için ihtiyaç duyulan, kırılma anında dalga cephelerinin kıyı çizgisi ile arasındaki açığı belirlemenin güç olduğunu vurgulamıştır. Bu sebeple kıyıboyu katı madde debisinin, Longuet-Higgins (1970) tarafından verilen kıyıboyu akıntı modelini kullanarak daha kolay hesaplanabildiği bir yöntem vermiştir.

Inman et al. (1980), yaptıkları geniş çaplı arazi ölçümleriyle kıyıboyu katı madde debisini elde etmekte kullanılan yaklaşımların yeniden gözde geçirilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Kraus et al. (1981), Japonya kıyılarında yaptıkları arazi çalışmalarında Komar and Inman (1970) tarafından verilen

$$I_{\ell} = K'(ECn)_b \cos \alpha_b \frac{v_{\ell}}{u_m} \quad (2.80)$$

denklemini kullanarak başarılı sonuçlara ulaşmışlardır.

Kraus et al. (1982), kıyıboyu katı madde debisini bulmak için yaptıkları arazi çalışmaları sonucunda ampirik olan

$$Q = \frac{3.8 * 10^{-4}}{\gamma_b \tan \beta} H_b^2 \bar{V} \quad (2.81)$$

formülünü vermişlerdir. Burada, γ_b kırılma indeksidir.

Deigaard et al. (1986), kıyıboyu katı madde debisini boyutsuz forma yazmışlar ve K katsayısının tane çapı ile değiştiğini ifade etmişlerdir.

Kamphuis et al. (1986),

$$I_{\ell} = KP_{\ell} \quad (2.82)$$

formülünde verilen batmış kıyıboyu katı madde debisi

$$I_{\ell} = KP_{\ell} = 0.77P_{tr} = 0.39P_{ts} \quad (2.83)$$

formülündeki K katsayısının hangi faktöre bağımlı olduğunu araştırmışlardır. Boyut analizi ile sadece dalga ve kumsal parametrelerinin göz önüne alarak katı madde debisini

$$Q_s = f(H, L, d, \rho, \mu, g, \lambda, y, z, t, \rho_s, \lambda_s, D) \quad (2.84)$$

ile vermişlerdir. Burada;

- Q_s : katı madde debisi,
 H : dalga yükü,
 L : dalga boyu,
 d : su derinliği,
 ρ : suyun özgül kütlesi,
 μ : suyun dinamik vizkozitesi,
 g : yerçekimi ivmesi,
 x, y, z : koordinat eksenleri,
 t : zaman,
 ρ_s : katı maddenin özgül kütlesi,
 λ_s : katı maddenin batmış özgül ağırlığı,
 D : katı madde tane çapıdır. Ve boyutsuz halde kütleli katı madde debisi

$$\frac{Q_s}{\frac{1}{2}\rho\frac{H_b^3}{T}\sin 2\alpha_b} = \kappa\left(\frac{H_b}{L_0}, \frac{H_b}{D}\right)\xi_b \quad (2.85)$$

surf benzeşim parametresi

$$\xi_b = \frac{m}{(H_b/L_0)^{1/2}} \quad (2.86)$$

olarak verilir (Battjes 1974). Burada;

T : dalga periyodu,
 α_b : kırılma açısı,
M : kumsal eğimidir.

Deney sonuçlarından,

$$\kappa = 0.002 \frac{H_{bs}}{D} \quad (2.87)$$

elde edilir.

$$\frac{Q_s}{\frac{1}{2} \rho \frac{H_b^3}{T} \sin 2\alpha_b} = \kappa \left(\frac{H_b}{L_0}, \frac{H_b}{D} \right) \xi_b \quad (2.88)$$

denklemi düzenlenecek olursa SI birim sisteminde

$$Q_s = 1.28 \frac{m H_{bs}^{7/2}}{D} \sin 2\alpha_{bs} \quad (2.89)$$

yazılır. SPM denklemi ile bu bağıntı karşılaştırıldığında

$$Q_s = \left(0.01(\gamma)^{1/2} m \frac{H_{bs}}{D} \right) K \quad (2.90)$$

olarak yazılır. Burada;

K_p ve K : Boyutsuz katsayılar.

γ : Kırılma indeksidir.

Deney sonuçlarına dayanarak kumsal eğimi yerine

$$m = 1.8(H_b/D)^{-0.5}$$

yazılırsa katı madde debisi için

$$Q_s = 2.3 \frac{H_{bs}^3}{D^{1/2}} \sin 2\alpha_b \quad (2.91)$$

$$K_p = 0.0018 \left(\gamma \frac{H_{bs}}{D} \right)^{1/2} K \quad (2.92)$$

bağıntıları elde edilir. Yani SPM denklemindeki K katsayısı sabit olmayıp kumsal eğimi, kırılma anındaki dalga yüksekliği, kırılma indeksi ve tane çapının bir fonksiyonu olduğunu öne sürmüşlerdir.

Bodge and Dean (1987), kıyıboyu katı madde debisinin kıyıya dik yöndeki dağılımı için

$$q_y(x) = k_q \frac{1}{h} \frac{d}{dx} (EC_g) V_\ell \left[\frac{dh}{dx} \right]^r \quad (2.93)$$

formülünü vermişlerdir.

$q_y(x)$: birim genişlik için lokal kıyıboyu katı madde debisi,

k_q : boyutlu katsayı,

h : lokal su derinliği,

E : lokal enerji,

I_g : lokal dalga grup hızı,

V_ϕ : lokal kıyıboyu akıntı,

dh/dx : lokal taban eğimi,

r : katsayı (0.5)'dir.

Bodge and Dean kıyıya dik yöndeki katı madde debisinin dağılımının biri kıyı çizgisi üzerinde, diğeri kırılma bölgesinin ortasında olmak üzere iki-modlu olduğunu söylemişlerdir.

Kraus and Dean (1987), kıyıboyu katı madde debisinin düşey yöndeki dağılımı için aşağıdaki formülünü vermişlerdir:

$$P(z) = e^{-\alpha \left(\frac{z}{h} \right)} \quad (2.94)$$

P(z) : düşey yöndeki dağılım,
α : katsayı (1.65),
z : düşey koordinat,
h : lokal derinliktir.

Kraus and Dean (1987), kıyıboyu katı madde debisinin yanal yöndeki dağılımı için dört durumdan söz etmişlerdir.

- 1) Kırılma bölgesinde tek modlu durum,
- 2) İki modlu durum,
- 3) Önemli modu olmayan düz (yatay) durum,
- 4) Kırılma bölgesi dışında geniş pik noktalı durum.

Toplam katı madde debisini,

$$Q = 5.21 * 10^{-4} \left(\frac{VH_b^2}{S} - R_c \right) \quad (2.95)$$

formülü ile ifade etmişlerdir. Formülde;

Q : katı madde debisi,
V : ortalama kıyıboyu akıntı hızı,
S : kumsal eğimi,
R_c : kritik debi parametresi

Sonuçta araştırmalar R_c=2.11m³/s olarak bulmuşlar ve taşınan katı madde debisinin büyük kısmının askı maddesi olduğunu belirlemişlerdir.

Kraus et al. (1988), Kuzey Carolina eyaletinde. Duck isimli bir kasaba yakınlarında gerçekleştirdikleri deneylerine DUCK85 ve SUPERDUCK isimlerini vermiş ve bu deneylerinin sonuçlarının bir kısmını Kraus and Dean (1987) değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada yakın kıyıda kırılma bölgesinin birim genişliği için batmış katı madde debisini

$$i(x, z) = i_0(x)p(h, z) \quad (2.96)$$

formunda vermişlerdir. SUPERDUCK deneylerinin zamansal örnekleme modeli,

$$i_0 = k_0 [\rho^* g^* HV (1 + \alpha_0 dH / dx + \beta_0 S_v / V) + Sabit] \quad (2.97)$$

olduğu sonucuna varmışlardır. Burada,

$p(h, z)$: şekil fonksiyonu,

h : su derinliği,

$$k_0 = 9.4 * 10^{-4},$$

$$\alpha_0 = 20,$$

$$\beta_0 = 1.8,$$

$$Sabit = -3.0 * 10^3 (Nm^{-1}s^{-1}),$$

$$p = e^{-\lambda(z/h)},$$

$$\lambda = 3.6(Duck85),$$

$$\lambda = 2.8(Superduck) \text{ 'dir.}$$

Araştırmacılar bu çalışmayla daha önce öne sürdüklerinin tersine (Kraus and Dean 1987) toplam katı madde içinde taban maddesinin daha büyük kısmı teşkil ettiğini ileri sürmüşlerdir.

Kamphuis (1990, 1991), toplam kıyıboyu katı madde debisini yaptığı laboratuvar çalışmaları ve boyut analizleri neticesinde

$$Q = K\rho \left(\frac{g}{2\pi} \right)^{1.25} H^2 T^{1.5} m^{0.75} D^{-0.25} Sin^{0.6} (2\alpha_b) \quad (2.98)$$

formülü ile vermişlerdir. K belirgin dalga yüksekliği için $1.3 * 10^{-3}$, rms için $2.6 * 10^{-3}$ 'tür.

Kamphuis (1991a), kıyıboyu katı madde debisinin dağılımının kırılma bölgesinde iki modlu olduğunu ve bu dağılımın mevcuttaki hiçbir ifade ile benzeşmediğini tesbit etmiştir.

Komar (1988, 1991b), arazide yapılan tüm çalışmaları bir araya getirerek enerji yaklaşımındaki K katsayısı ile kıyıboyu akıntı modelindeki K' katsayısının değişimini araştırmıştır. K katsayısının son çalışmalarla 0.77 den 0.57 ye indiğini, K' nün ise 0.28 den 0.21 e düştüğünü göstermiştir. Buna ek olarak K katsayısının sabit olup tane çapı, Irribaren parametresi, dalga dikliği, kumsal eğimi gibi kumsal ve dalga özelliklerine bağlı olarak değişmediğini göstermiştir.

Bodge Kraus (1991), kıyıboyu katı madde debisinin SPM ve Bagnold modelleri ile analizinden elde edilen veriler ve bu denklemlerdeki çeşitli değişkenlerin debi üzerindeki etkilerini irdelemiş ve bazı durumlarda sonucun 5 kat fazla değişiklik arzettiğini gözlemişlerdir. Çalışmalar sonunda kıyıboyu katı madde debisi formülünün daha da rafine edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Wanatabe (1992), yaptığı 1440 deney sonucunda SPM denklemindeki K'yı 0.0078 olarak bulmuş. Bagnold denklemindeki K' katsayısını da 0.008 olarak bulmuştur. Bu değer diğerlerine göre çok küçüktür.

Schoonees and Theron (1993, 1994), 35 araştırmacının elde ettiği 273 veriyi değerlendirmiş ve kıyıboyu katı madde debisinin çok zor ölçüldüğü bu çalışmayla göstermiştir. Araştırmacı literatürden derlediği bu verilerden $D_{50} < 1$ mm malzeme için en güvenilir olan 46 adedinin batmış kıyıboyu katı madde debisini

$$I_{\ell} = 0.41P_{\ell s} = 0.81P_{\ell r} \quad (2.99)$$

bulmuş. $D_{50} > 1$ mm malzeme için

$$I = 0.01P_{\ell s} \quad (2.100)$$

olduğu sonucuna varmıştır.

Walton (1994), besleme yapılan bir kıyıdaki kıyı çizgisinin değişimini analitik olarak

$$\frac{\partial y}{\partial t} = E \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \quad (2.101)$$

bağıntısı ile vermiştir.

$$E = \frac{KH_b C_{gb}}{8} \left(\frac{\rho}{\rho_s - \rho} \right) \left(\frac{1}{1-n} \right) \left(\frac{1}{D_B - D_c} \right) \quad (2.102)$$

n : porozite,

D_B : berm yüksekliği,

D_c : kapanma derinliğidir.

White (1994), SPM bağıntısının 4 değişik formdaki denk kıyıboyu katı madde debisinin birbirinden çok farklı sonuçları verdiğini göstermiştir.

Miller (1999), kıyıboyu taşınımın yaklaşık %20'sinin kırılma bölgesinin dışında gerçekleştiğini öne sürerek SPM bağıntısının yapılan arazi ölçümleri ile tam uyuşmadığını dolayısıyla kıyıboyu katı madde debisinin tahmininde *K*'nin sabit olmayıp kumsal ve dalga özelliklerine bağlı olması gerektiğini belirtmiştir.

Wang and Kraus (1999), araştırmacılar toplam katı madde debisi formülündeki *K* katsayısının sabit olmayıp; kırılma türü, türbülans yoğunluğu ve katı madde taşınımının başlangıcına bağlı olduğu kanaatine varmışlardır.

2.6 KIYI DOLGULARI VE EROZYON

Kıyı bölgeleri, kendilerine etkiyen rüzgâr, dalga, akıntı gibi çeşitli dış etmenler ve kendilerini besleyen akarsular gibi kaynakların etkisi altında binlerce yıllık süreçlerde sediment taşınımı açısından dinamik bir dengeye ulaşır. Böylece, kıyılarda önemli ölçüde erozyon (kıyı gerilemesi) veya yığılma (kıyı ilerlemesi) durumlarıyla karşılaşmaz. Bu bölgelerde, kıyı dengesini bozacak bir faktör etkin olmadığı sürece bu denge devam eder. Kıyının dinamik dengesini bozan en önemli faktörler, ya mevsimlerdeki anormal değişimler sonucu büyük fırtınaların oluşması şeklindeki doğal faktörler, ya da çeşitli insan faaliyetleri sonucu meydana gelen yapay (insan yapısı) faktörlerdir. Doğal faktörlerin etkisi onlarca yıllarla ifade

edilebilen uzun sürelerde kendini gösterirken, yapay faktörlerin sonuçları birkaç yıl hatta birkaç aylık kısa sürelerde görülebilmektedir. Kıyı dengesini bozan yapay faktörlerin en önemlileri; kıyidan malzeme alınması, kıyıyı besleyen malzemenin engellenmesi ve bilinçsiz yapılaşma yapılması sonucu kıyının sediment taşınım rejiminin bozulmasıdır. Günümüzde bu olumsuzlukların sebep olduğu problemlerle sıkça karşılaşmaktadır. Liman ve barınak mendireklerinin sebep olduğu erozyon ve liman basenindeki sığlaşma problemleri ile mahmuz ve açık deniz mendireği gibi kıyı yapılarının yol açtığı kıyı değişimi problemleri, bu konuda verilebilecek örneklerin en önemlilerinden ikisidir.

Kıyı dolguları büyük hacimlerdeki kum veya benzeri malzemenin kıyı şeridinde ve denize doğru yerleştirilmesiyle oluşan yapılardır. Deniz kumu kullanılarak yapılan kıyı dolguları, kıyı erozyonuna karşı koymak ve aynı zamanda kumsal kullanımını arttırmak amacıyla dünyada 1930'lardan itibaren giderek yaygınlaşarak uygulanmaktadır. Özellikle sakin ve orta şiddetli dalga iklimine sahip kıyılarda başarılı sonuçlar alınmış, teoride ve uygulamada önemli birikimler sağlanmıştır (Dean 1995). Bu tür kıyı projelerinin ülkemizdeki uygulamaları ise son derece kısıtlıdır. Ülkemizde doğal kum yerine kaya dolgu, beton duvar veya mahmuzlar kullanılmaktadır. Çevreye uyumlu ve doğal görünümlü kum dolguların gelişen çevre bilinciyle beraber giderek artması beklenmektedir.

2.6.1 Kıyı Bölgesindeki Kaynakların Yok Olmasına Sebep Olan Fiziksel Etmenler

a) Dalgalar, Akıntılar ve Fırtına Gelgitleri

Herhangi bir koruması olmayan kıyı bölgelerinin topraklarını kaybetmelerinin ana sebebi erozyondur. Kıyı erozyonu yüksek dalga ve güçlü akıntıya sahip su kütlelerinin hareketi ile baslar (Morton 2003). Kıyı bölgesine gelen dalga büyüdükçe, alıntı hızlanır ve bu iki etmenin hareket ettirdiği katı madde miktarı da artacaktır (Davis and Gerald 2004). Güçlü fırtınaların su seviyesini arttırması ve akıntıları ivmelendirmesi en hızlı ve en kalıcı kayıplara sebep olur. Fırtınalar sırasında oluşan toprak kaybı da fırtına merkezinin kıyıya uzaklığı, dalga özellikleri, fırtınanın yönü, dalga yaklaşım açısı gibi bir çok etkene bağlıdır. En zarar verici kıyı fırtınaları düşük barometrik basınç merkezlerinde oluşan ekstrasitropik (kıs fırtınaları) veya tropik kasırgalardır. Her iki fırtına sistemi birbirinden farklı olsa da, su kütleleri üstündeki etkileri birbirine benzerdir. Her ikisi de yüksek, dik dalgalar ve güçlü akıntılar oluşturur. Kumsalı oluşturan bileşenler ve fırtına özellikleri kumsalların fırtınadan nasıl etkileneceğini

belirler (Morton 2003). Kıyı bölgesindeki kaynakların hareketi için her zaman şiddetli fırtınalara ihtiyaç yoktur, sakin rüzgârlar da kuru kum tanelerini hareket ettirir ve kumullara taşıyabilir. Rüzgar ne kadar şiddetli olursa, tasınan katı madde miktarı o kadar artar. Bitki örtüsünün az olması veya hiç olmaması da rüzgârların sebep olduğu katı madde kaybını arttıran bir özelliktir.

b) Heyelan ve Kayalıkların Geri Çekilmesi

Kıyı bölgelerindeki heyelan, sabit olmayan eğimli bölgelerde dış etmenler yüzünden kara parçasının aşağı doğru yer değiştirmesiyle oluşur (Şekil 2.12). Toprak kaymasına sebep olan temel sebepler;

- (1) fazla eğimli bölgeler,
- (2) fazla yüklü bölgeler,
- (3) depremler ve titreşimler,
- (4) suya doygunluk,
- (5) doğal bitki örtüsünün ortadan kalkmasıdır.



Şekil 2.12 El Nino'nun sebep olduğu yükselen su seviyesi ve yüksek dalgalar, Pasifik okyanusunun dik kayalık kıyılarında aktif toprak kaymalarına sebep oldu (Morton 2003).

Değişik mevsim koşulları, deniz seviyesindeki dalgalanma, kayalıkları oluşturan malzeme, kayalık bölgenin eğimi gibi özellikler kayalıkların toprak kaybını belirleyen özelliklerdir. Sıddetli fırtına ve yağmur miktarının fazla olduğu kış mevsimlerinde kayalıklarda toprak kaybı daha fazla görülmektedir. İnsan etkilerinden cimleri sulamak veya atık sularını yeraltı suyuna eklenmesi ile yapay olarak yeraltı suyu seviyesi yükseltmesi heyelanlara sebep olan etmenlerdir. Kayalıkların geri çekilmesi her zaman çok kötü bir durum değildir, birçok kimyasal ve fiziksel süreçler aşamalı olarak döküntünün birikmesini sağlar.

c) Sediman Bütçesi

Sediman bütçesi kumlu ve çamurlu kıyı bölgeleri için kullanılan bir terimdir. Katı madde kaybını kontrol eden üç ana faktörden (Sediman bütçesi, deniz seviyesi, dalga enerjisi) biridir. Kıyı sistemine eklenen ve kıyı sisteminden uzaklaşan sediman dengesine sediman bütçesi denir. Uzaklaşan madde miktarından daha çok eklenen madde varsa sahil seridi denize doğru genişler. Tam tersi durumda da kıyı seridi ana karaya doğru geriler. Kıyı erozyonu sediman bütçesindeki açığın fiziksel tanımıdır. Sediman bütçesi aynı zamanda geçici veya kalıcı olarak depolanan sediman kaynağıdır. Birikim bölgelerine sediman çukurları denir. Belli bir bölge için sediman bütçesini hesaplamak için bütün sediman kaynaklarını ve çukurlarını göz önünde bulundurmak ve her yıl ne kadar katı madde kaybı veya katkısı olacak hesaba katmak gerekir. Doğru olarak sediman bütçesini belirlemek çok zordur.

d) Deniz Seviyesi Değişimleri ve Çökmeler

Genel olarak deniz seviyesinin her yerde aynı olduğu düşünülür fakat her noktada aynı olmamakla beraber zaman içinde de değişken bir davranış gösterir. Örneğin Pasifik okyanusu, seviyesi Atlas okyanusu seviyesinden daha yüksektir veya ekvatora yakınların bölgelerdeki deniz seviyesi kutuplara yakın bölgelerden yüksektir. Deniz seviyesini etkileyen kalıcı faktörler, osinografik durumlar (akıntılar), meteorolojik durumlar (atmosferik basınç, rüzgar), karasal durum (nehir boşalmaları), jeofiziksel durumlardır (geoid anomalileri). Gelgitler deniz seviyesinde geçici dalgalanmalara sebep olurlar. Binlerce yıllık zaman dilimi içindeki iklim değişimleri deniz seviyesinin değişimine ve bu değişimde kıta büyüklüğündeki buz kütlelerinin erimesine sebep olur. Kıyı bölgesindeki kara parçalarının batması, yükselen deniz seviyesinden kaynaklanan kalıcı çökmelerdir. Bu durum bazı bölgelerde katı madde kaybının en önemli sebeplerindendir. Ne kadar katı madde kaybı olduğu deniz seviyesindeki

yükselmenin hızı ile bağıntılıdır. Kıyı bölgelerindeki batan kara parçaları aynı zamanda erozyonlara da sebep olur (Morton 2003). Her ne kadar deniz seviyesinde yükselme günümüzde yıllık 2.5 mm ise ve bu değer çok etkili gibi görünmese de, önümüzdeki yüzyılda bu değer artacağına dair bir çok belirti vardır. Günümüzde bile bu değer çok üstünde değişim gösteren, yıllık yükselmenin 1 cm yi bulduğu bölgeler vardır. Kıyı eğimi 1:50 olan (1 m'lik dik yükseklik değişime karşı 50 m lik yatay değişim) ve her yıl 10 mm lik deniz seviyesinde yükselme görülen bir bölge ele aldığımızda, deniz seviyesinde 100 yıl sonunda 1 metre yükselme olacaktır. Bu da yatay düzlemde 50 metrelik bir deniz ilerlemesine denk gelir. (Davis and Gerald 2004). Genellikle yapılaşma için kıyı bölgelerin düşünüldüğünde bu sonuç 100 yılsonunda kıyı bölgesindeki birçok yapının denizin içinde kalacağı anlamına gelir.

2.6.2 Kıyı Dolguları ve Erozyon İle İlgili Çalışmalar

Prof. Dr. Ömer YÜKSEK, Samsun'un batısındaki iki kıyıda meydana gelen erozyonu incelemiştir. Bu kıyılardan bir tanesi, Bafra Kıyısı'dır. Kızılırmak üzerinde barajların yapılması sonucu kıyıya gelen sediment miktarının azalması; kıyı dengesinin bozulmasına, kıyı çizgisinin gerilemesine ve daha önce yaklaşık 900 m genişliğinde bir kıyı şeridinin bulunduğu DSİ'nin sulama kanalının stabilitesinin tehlikeye girmesine sebep olduğunu belirlemiştir. Problemi çözmek için çeşitli tip, uzunluk ve aralıklarda mahmuz yapıldığı, ancak her mahmuzun kendi batısındaki kıyıyı korurken doğusundaki kıyıda erozyonun daha da artmasına yol açtığını tespit etmiştir.

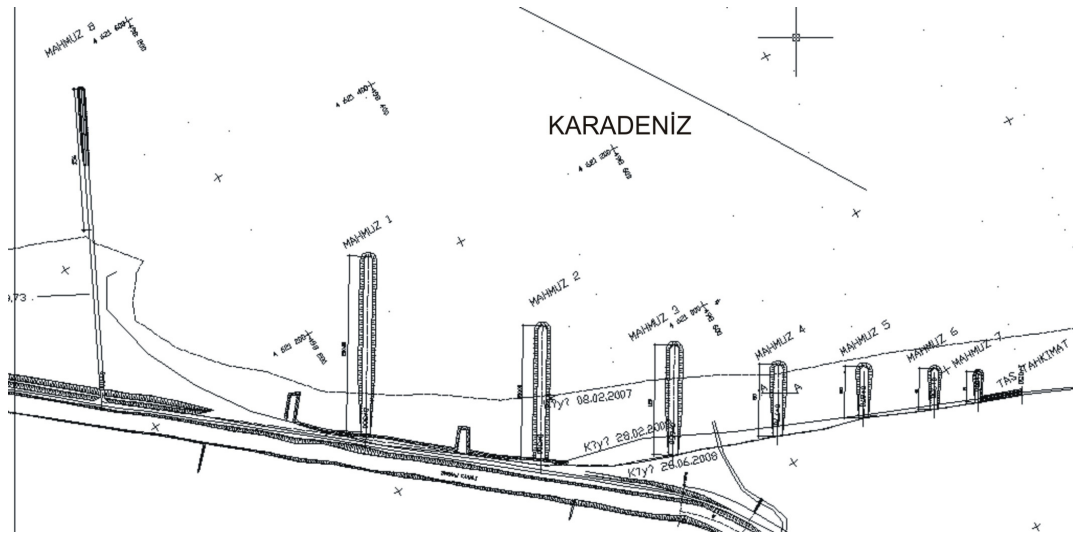
Kıyı erozyonunun olduğu ikinci kıyı ise, Ondokuzmayıs İlçesi'nin Dereköy Kıyısı'dır. Bu kıyıda yapılan iki adet açık deniz mendireği kıyıda dengeyi bozduğunu saptamıştır. Mendireklerle kıyı arasındaki bölgede yığılma olurken, mendireklerin doğu taraflarında meydana gelen şiddetli erozyon, kıyıda arazi ve yerleşimleri tehdit eder hale geldiği sonucuna varmıştır.

İki kıyıda da temel problemin kıyı dengesinin bozulması olduğunu söylemiştir. Bu yörelerde yapılacak çözümlerin, kıyı dengesini tekrar tesis edecek ve yeni sorunlara yol açmayacak şekilde tasarlanması gerektiğini belirtmiştir.

Samsun İli Bafra İlçesi ve Ondokuzmayıs İlçesi Dereköy Beldesi kıyılarında meydana gelen kıyı erozyonunun, kıyının hidrodinamik dengesine yapılan bilinçsiz müdahaleler sonucu

meydana geldiği; Bafra'da DSI'nin sulama kanalının kullanımını, Dereköy'de ise halkın denizden yararlanmasını ve kıyıdaki mülkiyetleri tehdit ettiği sonucuna varmıştır. Erozyonun başlamasına ayrı etmenler sebep olmasına karşın, alınan önlemlerin yetersiz olmasının sebepleri her iki kıyıda da aynı olduğu sonucuna varmıştır. Bu durumun sebebinin, kıyı yapılarının mansaplarındaki rejimi ve dengeyi bozması olarak tespit etmiştir.

Kıyı yörelerini etkileyen faktörlerin (dalga ve akıntılar, kıyı topoğrafyası, taban malzemesi vb) çok değişik olması sebebiyle her yörede geçerli olabilecek bir önlem bulmanın çok zor olduğu, her iki kıyı yöresindeki erozyonu önlemek için, kıyıya ve çevreye dost ve uyumlu önlemler alınması gerektiği sonucuna varmıştır. Ancak, yörenin parametrelerini dikkate alarak yapılacak arazi ve modelleme (matematiksel ve fiziksel) çalışmaları sonucunda erozyonu kontrol edecek ve durduracak önlemlerin alınabileceğini belirlemiştir. Bu kapsamda, erozyon olan yerde yapay kıyı beslemesi yapılması son yıllarda başarıyla uygulanan bir teknik olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, erozyon bölgelerinde batıdan doğuya doğru kısalacak şekilde mahmuz veya açık deniz mendirekleri de yapılabilir demiştir. Örnek olarak seçilen Bafra Kıyısı için önerilen bir mahmuz sisteminin planını Şekil (2.13)'te vermiştir. Mevcut mahmuzların en doğusundakinin doğu tarafından başlanarak mahmuz boyları doğuya doğru kısaltılarak, en doğudaki mahmuzun kıyıya etkisi en aza indirilmiş olacağını tespit etmiştir. Kesin proje için ayrıntılı arazi ve model çalışmaları yapılması gerektiği sonucuna varmıştır.



Şekil 2.13 Bafra Kıyısı'nda önerilen mahmuz sistemi.

Demir vd. (2004), Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan Bandırma'nın Levend sahilinde başlatılmış olan dalgakıran ve kıyı düzenleme projesinde öngörülen beton yapılara alternatif olarak bir kumsal beslemesi sunmuşlardır. Bandırma Körfezi'nin korunaklı yapısı ve Marmara Denizi'nin yumuşak dalga iklimi, kum dolgu için yeterli ön şartları sağlamaktadır. Kum dolgu projesinde yabancı moloz türü malzemeler yerine, açıktan çıkarılan doğal kum kullanılarak kıyı ekolojisine en az düzeyde zarar verilecektir. Böylelikle gelişen şehirlerimizin önemli sorunlarından olan betonlaşmadan kaçınılacaktır. Bu çalışmada, kıyı çizgisinin yanal sediment taşınımıyla değişimi "tek çizgi" yöntemiyle geliştirilen bir bilgisayar modeli ile hesaplamışlardır.

Bandırma'nın Levend sahilinde başlatılmış olan dalgakıran ve kıyı düzenleme projesinde öngörülen beton yapılara alternatif olarak bir kıyı besleme projesi sunmuşlardır. Bandırma Körfezi'nin korunaklı yapısı ve Marmara Denizi'nin yumuşak dalga iklimi, kum dolgu için yeterli ön şartları sağlamaktadır. Kum dolgu projesinde beton ve moloz türü yabancı malzemeler yerine, açıktan çıkarılan doğal kum kullanılarak kıyı ekolojisine en az düzeyde zarar verilecek ve betonlaşmadan kaçınılacaktır. Diğer taraftan, oluşacak kumsal, doğal görünümü ve düzenlenecek sosyal aktiviteleriyle bölgeyi çekici bir hale getirecektir. Yaptıkları fizibilite çalışması sonucunda komşu kumsallarda rastlanan 0.5 mm. etkin dane çaplı ince malzemenin dalga ve morfolojik şartlara uygun olmadığını tespit etmişlerdir. Bunun yerine dolgu alanındaki etkin dane çapı 6 mm. olan yerel malzemeye benzer özellikte sediment kaynaklarını bulunarak dolgunun yapılmasının projedeki net kıyı kazanımı ve proje yarılanma ömrü açısından çok daha kazançlı olacağını saptamışlardır. Elek analizleri, batimetri haritalarının incelenmesi ve denge profili analizleri sonucunda yaklaşık 600 metrelik bir kıyı şeridini kapsayacak şekilde ve morfolojik değişimler sonucunda net 30 m. kıyı genişliği elde etmek için yaklaşık 75,000 m³ dolgu malzemesine ihtiyaç olduğunu hesaplamışlardır. Dolgu yapılacak kıyıya yaklaşık 500 m. uzaklıkta ve 9 m. derinlikte kaynak teşkil edecek su altı tepecikleri tespit etmişlerdir. Hacim hesaplamaları sonucunda bu bölgedeki 40,000 m²'lik bir alanın su yüzeyinden -15 m.'ye kadar taranması halinde yaklaşık 86,500 m³ malzeme elde edilebileceğini ve bunun da gerekli talebi karşılayacağını hesaplamışlardır. Kıyı çizgisinin değişimini hesaplamak için "tek çizgi" yöntemiyle bir bilgisayar modeli geliştirmişlerdir. Kıyı düzenleme projesi dahilinde inşaatı başlamış olan ve 600 m.lik kıyı çizgisinin iki tarafını koruyan taş dolgu mahmuzlara da modellemede yer vererek, kıyının etkin dalga yönüne dik bir konum alması yaklaşık 10 yıl olarak hesaplamışlardır. Mahmuz yapımının şu an ulaştığı 40 m.lik uzunlukta kalması ve etkin dalgaların 20° kuzeykuzeydoğu'dan gelmesi halinde bu

mahmuzun yaklaşık 5 yıl içinde köprüleneceğini hesaplamışlardır. Mahmuz uzunluğunun 65 m.'ye çıkarılması halinde, dolgu malzemesinin mahmuz kompartmanının hiçbir zaman dışına taşmayacağını belirlemişlerdir.

BÖLÜM 3

YAPILAN ÇALIŞMALAR

3.1 KOZLU KIYISININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Kıta içi su kaynaklarından olan nehirler ile kıyı bölgelerindeki su kaynaklarının birleştiği nehir ağızları sahip oldukları hassas doğal dengeleri nedeniyle korunmaları en zor olan bölgelerdir. Bu bölgelerde denizden kaynaklanan dalga, akıntı ve gel-git gibi hidrodinamik etkilerle birlikte nehirden kaynaklanan hidrodinamik etkiler özellikle fırtınalı periyotlarda nehir ağızlarının karmaşık ve çözümü zor hidrodinamik yapısını oluşturmaktadır.

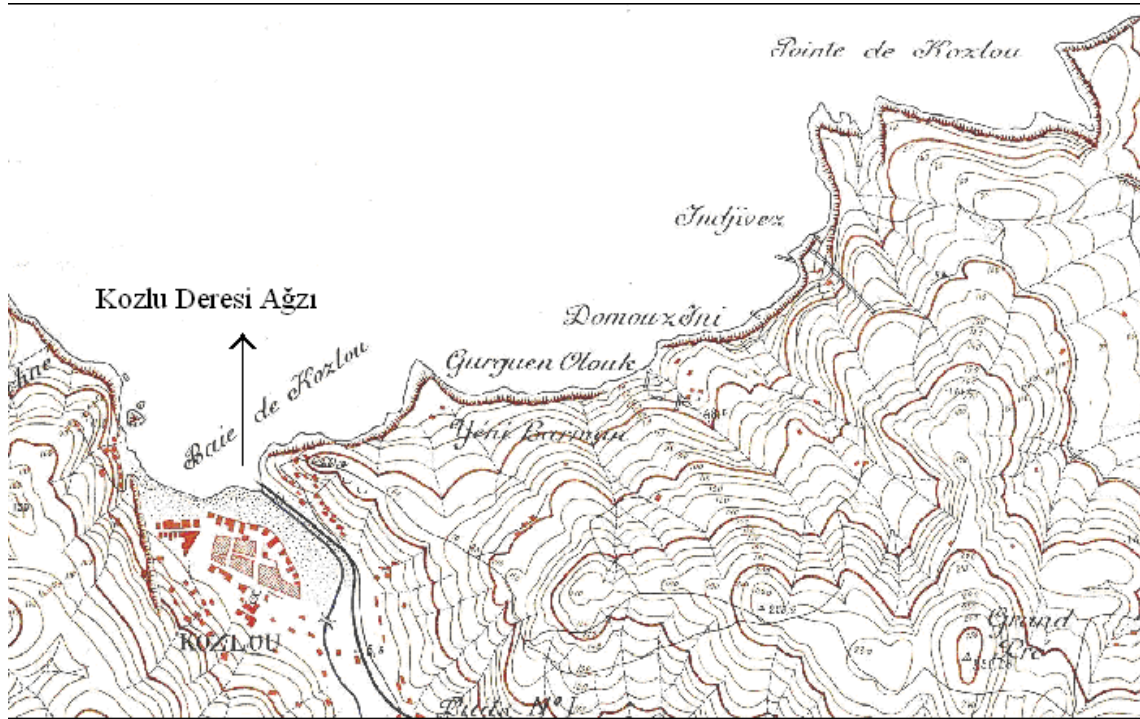
Kumsal kıyı alanlarına dökülen nehir ve dereler taşıdıkları sediment ile nehir ağzında ve bitişik kıyılarda morfolojik yapıyı büyük ölçüde etkilemektedirler. Bu nedenle derenin taşıdığı sediment miktarında meydana gelen olumsuz değişiklikler nehir ağzında ve bitişik kıyı bölgelerinin yapısını olumsuz olarak doğrudan etkilemektedir. Günümüzde, denize dökülen akarsu ve dereler üzerine inşa edilen baraj ve benzeri depolama yapılarının meydana getirdiği olumsuz etkiler özellikle kıyı bölgeleri için çözümü zor problemler oluşturmaktadır. Bu problemlerin kökten çözümü mümkün olmamakla birlikte problem ortaya çıkmadan önce alınacak kararlarla önlenmesi veya minimize edilmesi mümkündür. Bu olumsuz koşulları ortadan kaldırmak veya hafifletmek için oluşturulacak çözüm hem doğal dengeyi hem de sürdürülebilir kalkınmayı göz önünde bulunduracak biçimde olmalıdır. Böyle bir çözüm ise ancak iyi bir izleme çalışmasının yapılarak sağlıklı verilerin elde edilmesine dayanır.

İnsanoğlunun içindeki kıyı sevgisi, kıyılara doğru akın etmesine ve kıyıların hem yerleşim hem de kullanım açısından ilgi odağı haline gelmesine sebep olmuştur. Kıyılar, özellikle son 50 yılda, tüm dünyada gelişmenin odağı haline gelmiştir. Kumsal kıyılar dinlenme ve eğlenme alanı olarak ilgi çekmektedir. Bu da zaman içerisinde mevcut kıyıların insanların ihtiyaçlarına cevap verememesi sonucu kıyıların doldurularak ihtiyaçların karşılanması yoluna gidilmiştir. Bazı yerleşim yerlerinde şehir atıkları, fabrika atıkları, hafriyat atıkları'nın

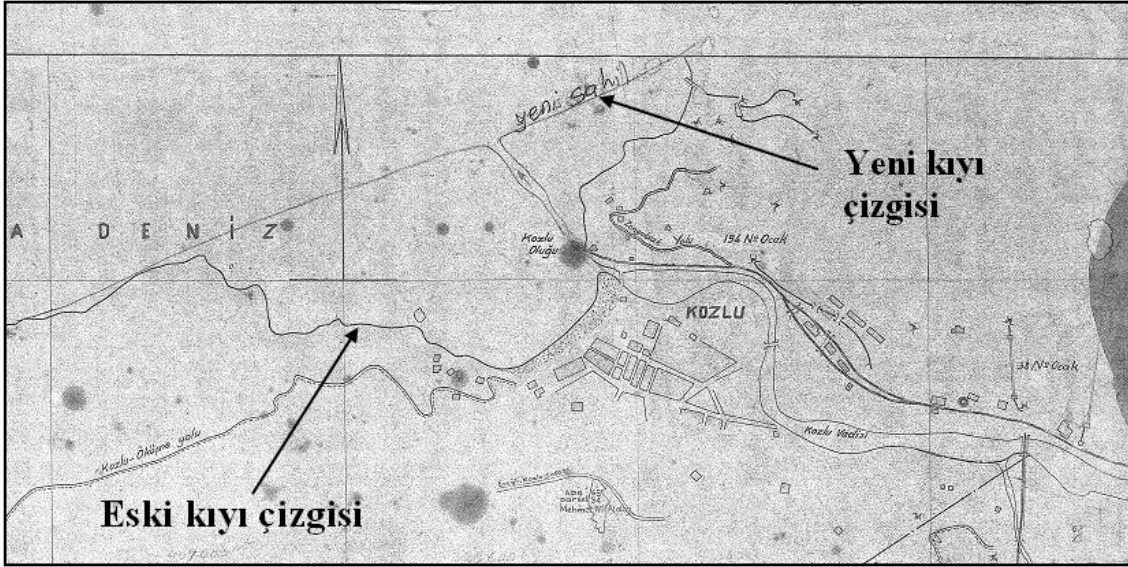
denize dökülmesi kıyı bölgelerimizin olumsuz değişmesine neden olduğu gibi ileride telafisi güç durumlar ortaya çıkmaktadır.

Zonguldak Kozlu sahiline yıllardır şehir atıklarının, hafriyat atıklarının dökülmesi kıyının genişlemesine neden olmuştur. Kozlunun içinden geçen derenin denize döküldüğü yerin sol tarafına hafriyat atıkları dökülerek dolgu yapılmış önceleri oto sanayisi olarak kullanılan alan şu anda boşaltılarak ağaçlandırılma yoluna gidilmiştir. Emniyet Müdürlüğünün arkasına şehir atıklarının dökülmesi bu bölgede kıyı denize doğru genişlediği gibi kullanılmayan ölü bir alan oluşmuştur. Bu bölgede arazi çalışmalarımız sırasında atıklarda iç yanmaların olduğu görülmüştür.

Kozlu Kıyısının eski tarihlere ait durumu öncelikle araştırılmıştır. 1890'lı yılların sonuna doğru Fransızlar tarafından üretilen ve mühendislik yapıları ve liman detaylarının da işlenmiş olduğu 1:10000 ölçekli envanter harita elde edilmiş ve Şekil 3.1'de verilmiştir (Kutoğlu ve diğ., 2010). Ayrıca 1945 yılına ait Türkiye Taş Kömürü Kurumundan elde edilen bir diğer harita da Şekil 3.2'de gösterilmiştir. İki harita arasında çok büyük farklar bulunmamaktadır. Esas farklar tespitlerimize göre 1945 yılından sonra görülmeye başlanmıştır.



Şekil 3.1 1900 yılı Fransız envanter haritası (Kutoğlu vd. 2010).



Şekil 3.2 Kozlu sahili (1945 Yılı).

3.2 KOZLU DERESİ ÇIKIŞ AĞZI ÇALIŞMALARI

Kozlu Deresi ağzında kumlanma ve dere ağzı yapılarının fırtınalar ile harabolması söz konusudur (Şekil 3.3-3.4). Kozlu Deresi bölgede oluşan erozyon ve kömür taşı atıklarını içeren bir miktar sedimenti denize taşımaktadır. Ancak derenin taşıdığı sediment miktarının, drenaj alanının küçük olması nedeniyle çıkış ağzını etkileyebilecek mertebede olmadığı tespit edilmiştir (Darara 2004, Kaş vd. 2005). Ancak tarafımızdan yapılan incelemelerde 1985 yılından itibaren derenin çıkış ağzının sol tarafında 3-4 km mesafede Türkiye Taş Kömürü Kurumu'nun (TTK) işlettiği kömür madeninin taş (lavvar atıkları) atıklarını denize deşarj etmesi ve bu atıkların kıyı boyunca taşınarak Kozlu deresinin ağzını tıkadığı tespit edilmiştir. Dere ağzının bu atıklarla tıkanması nedeniyle yağışlı ve fırtınalı dönemlerde deredeki akım derinliği mansaptan membaya doğru şişerek Kozlu beldesindeki yerleşim birimlerinin taşkına maruz kalmasına sebep olmuştur (Darara vd. 2005, Özölçer vd. 2005).

Bilimsel kayıtlarda çok az bulunan fakat tarafımızdan elde edilen yerel bilgilere göre Kozlu beldesini su basması olayı daha önceki çeşitli zamanlarda büyüklüğüne bakılmaksızın birçok defa yaşanmıştır. Bu problemin çözümü için, DSİ tarafından boyutları fiziksel model deneyleri ile belirlenen iki adet mahmuz 1991 yılında dere çıkış ağzına yapılmıştır. Ancak 1995 yılındaki fırtınayla bu mahmuzlar tahrip olmuştur (Darara vd. 2005).



Şekil 3.3 Kozlu deresi çıkış ağzı (1 Temmuz 2007).



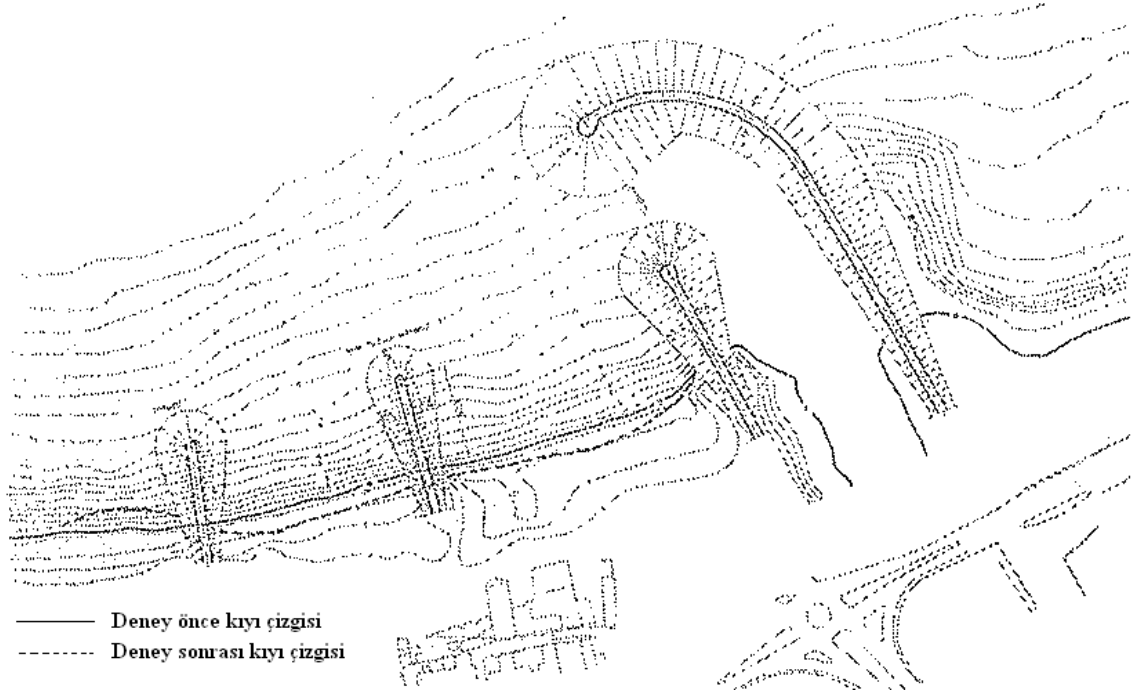
Şekil 3.4 Kozlu deresi çıkış ağzının durumu (11 Kasım 2007).

Bu nedenle, dere ağızı için 1996 yılında yeniden bir fiziksel model çalışması yapılmıştır. Hidrolik model çalışmaları sonucunda yeniden tasarlanan çıkış ağızı mahmuzları arazide tahrip olan eski mahmuzların tamir edilerek yeni formlarına uyarlanmaları ile yapılmıştır. Ancak bu çalışmanın da bir kısmını oluşturmakta olan, Ocak 2004 tarihinde, Batı Karadeniz de meydana gelen kuvvetli fırtına ile 8-10 m yüksekliğindeki dalgalar tekrar Kozlu bölgesi kıyı yapılarının tahrip olmasına neden olmuştur. Derenin sol tarafındaki kıyı çizgisi yaklaşık 40 m civarında denize doğru ötelenmiş ve bölgedeki batimetri tamamen değişmiştir (Darama vd. 2005).

Bu sonuçtan sonra DSİ tarafından Kozlu Deresi için yeni bir model çalışması daha yapılması yoluna gidilmiştir. Model çalışmalarında DLH Genel Müdürlüğünün Kozlu deresinin çıkış ağzının sağ tarafına yapmayı planladığı balıkçı barınağının da olumlu veya olumsuz etkilerini de göz önüne alınmıştır (Darama vd. 2005, Kaş vd. 2005). Yapılan gözlemlerde balıkçı barınağının tasarlanan konumuyla derenin çıkış ağzına herhangi bir olumsuz etkisinin olmayacağı tespit edilmiştir. Kuzey-Kuzey Batı yönünden gelen dalgaların taşıdığı kumunda derenin ağzını tamamen tıkadığı görülmüştür. Deneysel çalışma sonucu oluşturulan proje Şekil 3.5’de verilmiştir (Darama vd. 2005).

Yapılan bu proje çalışmasından sonra dere çıkış ağzında bazı düzenlemeler gerçekleştirilmiştir. Ancak yapılan düzenlemelerin Şekil 3.5’de gösterildiği şekilde inşa edilmediği ve sol taraftaki iki mahmuzun ise hiç yapılmadığı arazide tespit edilmiştir. Planlanan bu iki mahmuzun inşasının yapılmadığının fiziksel kanıtları dere ağzının Haziran 2008 ve Ağustos 2009 yıllarında çekilen fotoğraflarında görülmektedir (Şekil 3.6-3.7).

Kozlu deresi denize birleşim yerinde ve kıyısındanki sedimentin kum ve çakıl karışımında meydana gelmesinden dolayı bu bölgelerden numuneler alınıp elek analizleri yaptırılmış ve sonuçları ise Şekil 3.8’de verilmiştir. Bu şekilde verilen üç adet numunenin gronülometrik eğrileri incelendiğinde taban malzemesinin iri kum ve çakıldan oluştuğu görülmektedir. (Darama vd. 2005).



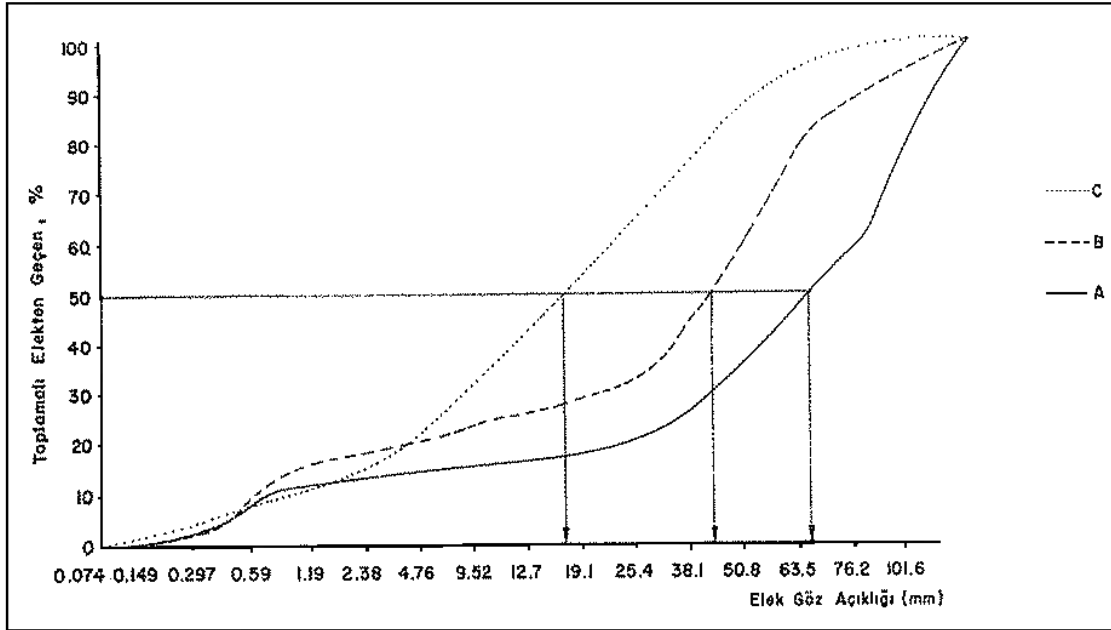
Şekil 3.5 Kozlu Deresi çıkış ağızı projesi (Darama vd. 2005).



Şekil 3.6 Kozlu deresi çıkış ağızı (Şubat 2007).



Şekil 3.7 Kozlu deresi çıkış ağzı (16 Ağustos 2009).



Şekil 3.8 Kozlu deresi çıkış ağzı ve kıyısından alınan numunelerin granülometrik özellikleri (Darama vd. 2005).

3.3 KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİ İLE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

3.3.1 Katı Madde Özellikleri

Zonguldak ili Kozlu sahilindeki katı madde özelliklerinin belirlenmesi için kıyı çizgisi boyunca belirli aralıklarla yedi örnek alınmıştır. Alınan örneklerin granülometrik özellikleri belirlenmiştir. Kumun granülometrik özelliklerinin belirlenmesi için Zonguldak Karaelmas Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Geoteknik laboratuvarında elek analizi deneyleri yapılmıştır. Elek analizi tamamen kuru numunelerle yapılmaktadır. Bu nedenle deneylere başlamadan önce kumun kurutulması sağlanmıştır. Yapılan deneyler neticesinde kumun granülometrik özellikleri ve değişimi belirtilmiştir.

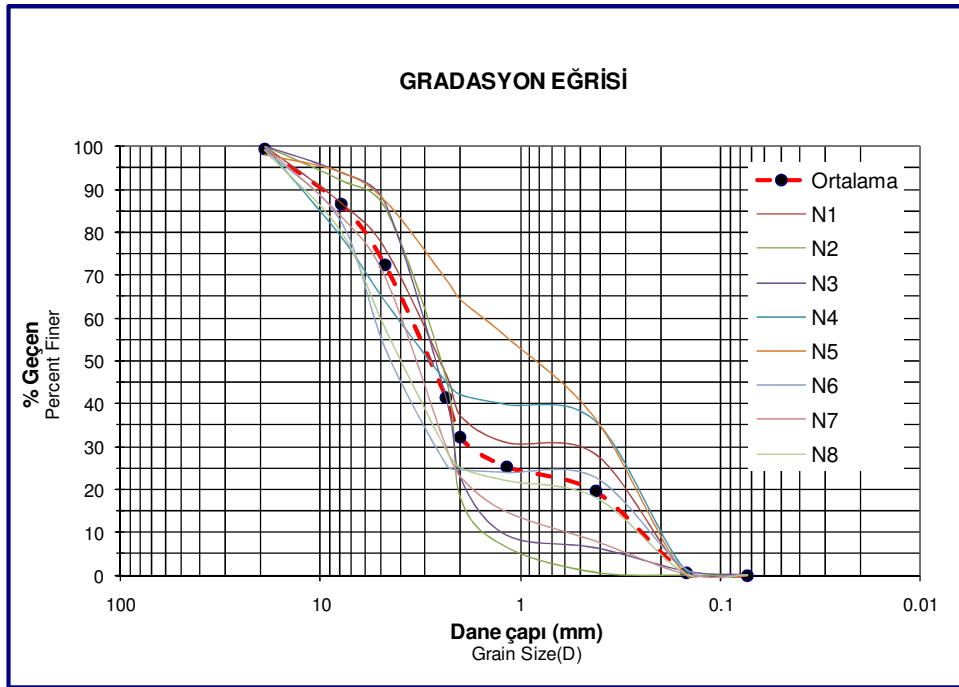
Araziden gelen zemin numuneleri 105°C'de 24 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutulan malzemeler arazideki zemini tam modelleyebilmesi için 2 kg'dan fazla alınarak elek analizine tabi tutulmuştur (TS 1900). Deneyde kullanılan Elekler sırası ile 3/4", 5/16", 4, 8, 10, 16, 40, 100 ve 200 nolu eleklerdir. Çakıl miktarının hesaplanması için 3/4"(19.05 mm) ile 4(4.75 mm) numaralı elek arası, kum miktarı içinde 4 ile 200 (0.074 mm) nolu elek arası kullanılmıştır. 8 adet zemin numunesinin elek analizi sonucunda 200 nolu elek altı % 0.5'den küçük çıkmaktadır. Silt veya kil olarak nitelendirdiğimiz bu elek altı malzeme bu tür zeminlerde görülmemektedir.

Yapılan Elek analizlerinden, zemin numunelerine ait Çakıl miktarı % 12.7 ile % 47.3 arasında değişmektedir. Yapılan deney sonuçları Çizelge 3.1 ve Şekil 3.9'da sunulmuştur. Birleştirilmiş zemin sınıflamasına göre, alınan numunelerdeki malzemelerin kötü derecelenmiş kumlu zemin sınıfı olan (SP) grubuna girdiği tespit edilmiştir. Malzemenin kötü derecelenmiş kum miktarının, en küçük % 52.7 ile % 87.3 arasında değiştiği görülmüştür.

Zemin numunelerinin dane birim hacim ağırlıkları (γ_s) için kurutulmuş malzemenin 4 nolu elekten elenmiş kısımlarından yaklaşık 100 gram alınarak 250 ml'lik piknometre kullanılarak deney yapılmıştır (TS 1900). Yapılan piknometre deneylerinden malzemenin dane birim hacim ağırlığının 2.62 ile 2.45 gr/cm³ aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Malzemelerin görsel incelenmesinde karışımın içinde kömür atıklarının bulunduğu ve bu malzemenin özellikle birim hacim ağırlığını 2.45 gr/cm³'lere kadar düşürdüğü gözlenmiştir.

Çizelge 3.1 Elek analizi sonuçları.

ELEK ANALİZİ						
SEIVE ANALYSIS						
Numunenin gel. yer Location			Deneyi yapan Tested by			
Numune No Sample No			Laboratuvar No Laboratory No			
Kuyu sondaj no Boring No			Tarih Date			
Derinlik (m) Depth			Alınan Toprak Ağırlığı(g) Mass of oven dry specimen			2295.10
1	2	3	4	5	6	7
Elek No Sieve No	Elek Aralığı Sieve opening (mm)	Elekte kalan Retained on S. (gr)	Kalan Retained on S. (%)	T. Kalan Cumulative % Ret. (%)	Toplam geçen Percent Finer (%)	Açıklamalar Explanation
3/4"	19.05	0	0	0	99.6	
5/16"	7.94	303.00	13.2	13.2	86.5	
4	4.75	249.00	10.8	24.1	72.3	
8	2.36	670.60	29.2	53.3	41.5	
10	2.00	220.70	9.6	62.9	32.0	
16	1.18	141.20	6.2	69.0	25.4	
40	0.42	64.10	2.8	71.8	19.5	
100	0.15	636.00	27.7	99.5	0.5	
200	0.07	9.90	0.4	100.0	0.032	
Pan		0.30	0.0	100.0	0.0	
D ₁₀	0.25 mm	Moloz (%) Boulder	0.4		Likit Limit(LL) Liquid Limit	0.00
D ₃₀	1.70 mm	Çakıl (%) Gravel	27.7		Plastik Limit(PL) Plastic Limit	0.00
D ₆₀	3.59 mm	Kum (%) Sand	72.2		PI Plasticity Index	0.00
C _u	14.36	Silt+Kil(%) Silt+Clay	0.0		Zemin Cinsi Description of Soil	SP
C _c	3.22					
D50	2.86 mm	D84	7.25 mm			
D85	7.52 mm	D16	0.35 mm			



Şekil 3.9 Elek analizi ve Gradasyon eğrisi.

3.3.2 Dalga Analizi

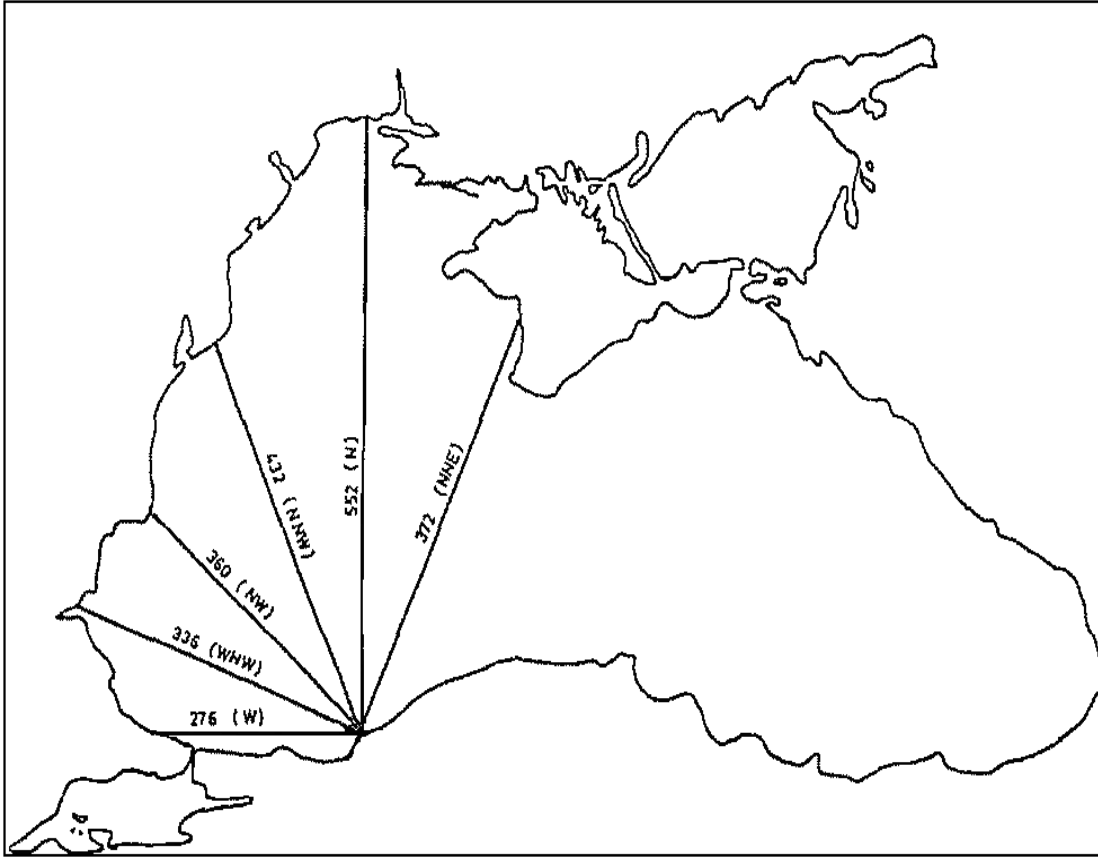
Dalga verileri, kıyı yapılarının projelendirilmesinde hayati bir öneme sahiptir. Buna karşın ölçümlerdeki güçlükler nedeniyle, yeterince sıklıkta ve uzunlukta veri mevcut değildir. Bu sorunu ortadan kaldırabilmek için son yıllarda dalga ölçümüne daha fazla önem verilmektedir.

Liman içi çalkantı ve stabilite deneyleri için kullanılacak dalga verileri farklı tekerrür süreleri dikkate alınarak belirlenir. Liman içi çalkantı çalışmalarında 25 yıllık tekerrür süreli dalgalar, stabilite çalışmalarında ise 75 yıllık tekerrür süreli dalgalar dikkate alınır. Bunun nedeni liman içi çalkantıları için dikkate alınan dalga yüksekliğinden daha büyük dalgaların gelmesi durumunda kısa süreliğine liman içi gemi faaliyetlerinin durdurulmasının genel liman işletmesi açısından önemli derecede bir sorun oluşturmamasıdır. Bunun yanında limanlarda son yıllarda verilmekte olan ve zorunlu hale getirilen romörkür ve kılavuz kaptan hizmetleri liman içi çalkantı değerlerinin yüksek olduğu durumlarda da gemilerin güvenli biçimde çalışmalarına olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada, Kozlu Beldesine ait dalga verileri, "Türkiye Kıyıları Rüzgâra ve Derin Deniz Dalga Atlası" adlı kaynaktan alınmıştır. Proje kapsamında, proje alanına en yakın koordinatlara sahip olan 41 50° Kuzey Enlem (N) ve 31 70° Doğu Boylamının (E) dalga verileri dikkate alınmıştır.

Kozlu deresinin Karadenizde konumu ve Kozlu'da dalga yapabilecek feç mesafeleri ve rüzgar yönleri Şekil 3.10'da verilmiştir. (STF Mühendislik, 1995). Bu tablodan da görülebileceği gibi en büyük feç mesafelerini N, NNW ve NNE yönleri oluşturmakta olup en büyük dalgaların bu yönlerden gelmesi beklenmektedir.

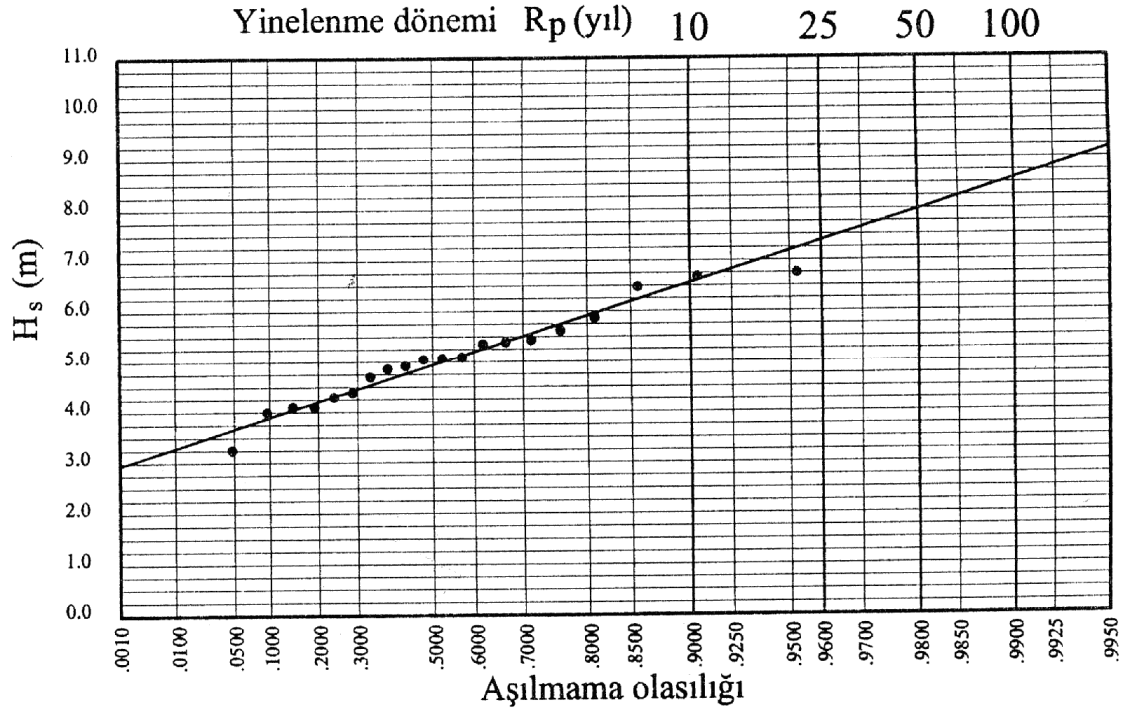
Bu bilgilere göre yapılan değerlendirmelerde Kozlu bölgesi için etkin dalga yönünün NNW ve N olduğu kabul edilmiş (Özhan ve Abdallah 1999) ve son zamanlarda yapılan ölçümler ve gözlemlerle de bu kabulün doğru olduğunu göstermiştir. Özhan ve Abdalla'nın (1999) Türkiye kıyıları için rüzgar ve derin deniz dalga atlasından elde edilen bilgilere göre Kozlu yöresinde NNW-N etken yönünden gelen en etkin dalgaların derin deniz dalga istatistiği Çizelge 3.2 de özetlenmiştir. Bu tabloda verilen değerler Özhan ve Abdalla'nın (1999) hazırladığı derin deniz dalga atlasından elde edilen ve Şekil 3.11, 3.12 ve 3.13'de verilen grafiklerden elde edilmiştir.



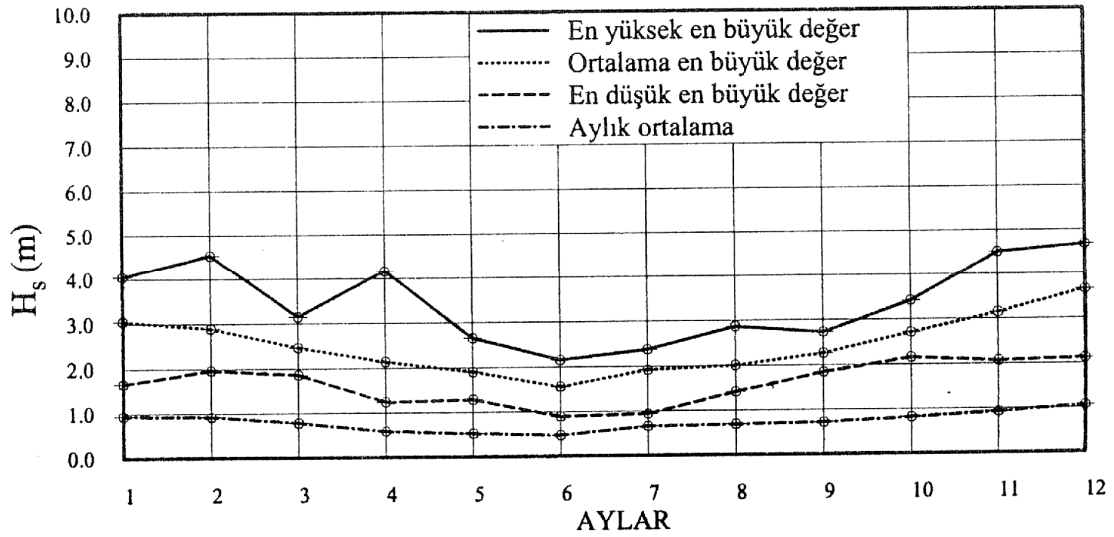
Şekil 3.10 Zonguldak Kozlu için kabarma alanı uzunlukları (feç mesafeleri).

Çizelge 3.2 Derin deniz belirgin dalga karakteristikleri.

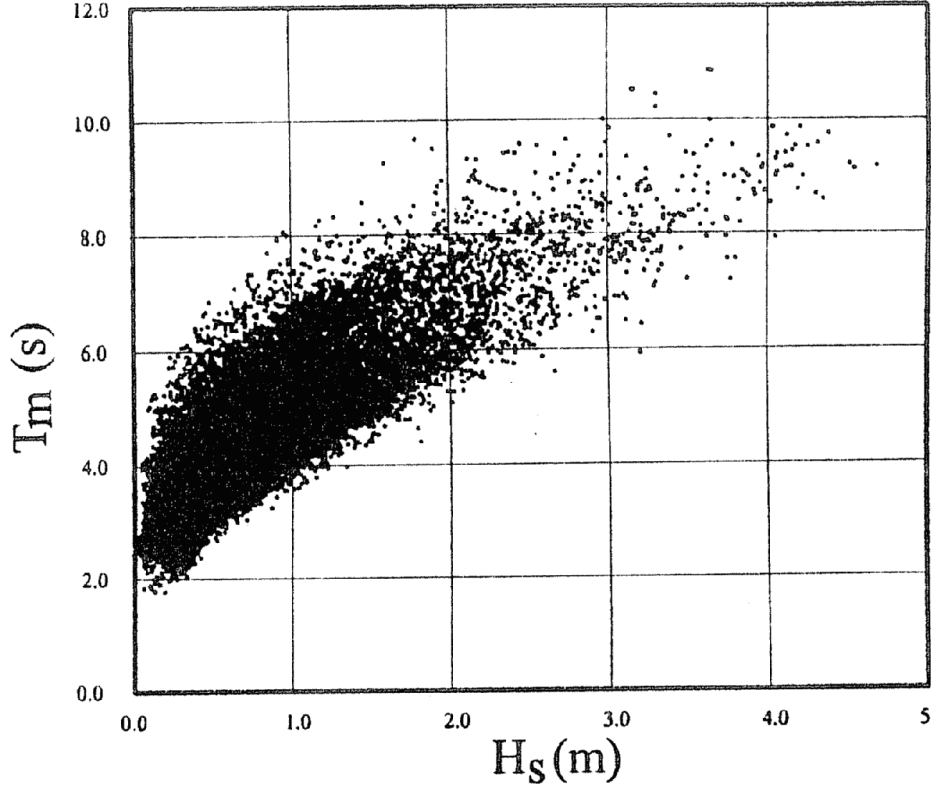
Yineleme Dönemi (yıl)	1	5	10	25
H_s (m) Dalga Yüksekliği	3	5	6.5	7
T_s (sn) Dalga Periyodu	8	10.2	11	11



Şekil 3.11 NNW-N Etkin yönünde oluşan yıllık en büyük belirgin dalga yüksekliklerinin en büyük değer istatistiği (Özhan ve Abdalla 1999).



Şekil 3.12 NNW-N Etkin yönünde oluşan aylık ortalama büyük belirgin dalga yükseklikleri (Özhan ve Abdalla 1999).



Şekil 3.13 Dalga periyodu (T_s) ile dalga Yüksekliği (H_s) arasındaki bağıntı (Özhan ve Abdalla 1999).

Kıyı kesiminin bu bölgesi özellikle en etkin yön diliminin NNW-N olan ve yükseklikleri 4 ila 8 metre arasında değişen dalgaların etkisi altında olduğu tespit edilmiştir (Özhan ve Abdallah 1999). Çizelge 3.2’ de verilen dalga yükseklikleri Şekil 3.11’de belirtildiği gibi yıllık en büyük belirgin dalga yüksekliklerinin en büyük değerler istatistiğinden çıkarılmıştır. Şekilde görüldüğü gibi 10 yıllık yinelenme dönemine kadar gözlemlenen derin deniz dalga yüksekliklerinin yıllık en büyük değerlerin en küçük kareler yöntemine göre (least square) regresyon analizi sonucunda doğrusal değişimi olasılık kâğıdına (probability paper) çizilerek verilmiştir. Bu doğrunun eğiminin değiştirilmeden uzatılmasıyla yinelenme döneminin 10 yıldan büyük olduğu durumlarda oluşabilecek dalga yüksekliklerinin tahmininin yapılabilmesi mümkün olmuştur. Bu işlem akarsular için elde edilen anahtar eğrisinin logaritmik yöntemle uzatılarak taşkın sırasında oluşacak seviyeye göre debinin tahmini yöntemiyle eşdeğerlilik göstermektedir.

Şekil 3.12’de Şekil 3.11’deki doğruyu oluşturmak için kullanılan en yüksek en büyük değerin yanı sıra aylık ortalama en büyük değer, en düşük en büyük değer ve aylık ortalama dalga yüksekliği değerlerinin zamana göre değişimi görülmektedir. Bu durumda kıyı boyu kum taşınımı sonucunda Kozlu deresi denize çıkış ağzının tıkanmaması için yapılacak olan bir model çalışmasında oluşturulacak dalgaların yüksekliğinin 4.0 m ile 5.0 m arasında olması gerekmektedir. Bu büyüklükte dalgaların oluşma olasılığı ve süresi yinelenme süreleri daha büyük olan ve yükseklikleri fazla olan dalgalara göre kıyı çizgisindeki değişimlere daha etkili olacaktır.

Çizelge 3.2’de verilen dalga periyotları Şekil 3.13’de verilen verilerin dağılım bandının ortalama değerine eşit olacak şekilde elde edilmiştir. Bu şekilde 5.0 m den büyük dalga yükseklikleri için fazla miktarda veri olmadığı için $H > 5.0m$ yüksekliğindeki dalgaların periyotları Şekil 3.13’de verildiği gibi bandın ortalama değerinden geçen eğrinin uzatılmasıyla elde edilmiştir.

3.3.3 Kıyı Çizgisinin Jeodezik Ölçümü

Çalışmadaki arazi koşulları birçok zorluklar içermektedir. Gerek alım yapmak için zemine tesis edilecek noktaların yerlerinin belirlenmesi, gerekse barınak inşaatının çalışmaları engellememesi için başlangıçta bir plan oluşturulmuştur. Arazi çalışmalarımız ekip ile birlikte yürütülmüş olup ekip arkadaşlarımız yer yer su içerisinde çalışmışlardır. Ekipler arasındaki iletişim telsizler yardımı ile sağlanmıştır. Kıyı çizgisindeki değişimlerin belirlenmesi amacıyla Total Station (Şekil 3.14) ile 10 m’de bir olmak üzere sahil boyunca bir ağ oluşturulmuştur. Toplamda altı ölçüm yapılmış olup bu ölçümler NETCAD (Harita programı)’de karşılaştırılarak incelenmiştir. Kıyı çizgisinin zaman içerisinde ne şekilde geliştiğinin tesbitine çalışılmıştır. Ölçümler local olup kıyı çizgisi değişimi farklı tarihlerde yapılan kıyı çizgisi ölçümlerinin kendi aralarındaki farklılıklar gözlemlenmiştir. Her ölçüm bir bütün olarak değerlendirilip referans olan poligon noktalarına dayandırılarak alımı yapılmıştır. Yörede hâkim olan rüzgâr yönünden gelen dalgalar mevsimlerinde etkisiyle yer yer şiddetini artırarak sahil kenarındaki yola kadar ilerlemiştir. Geçmiş tarihlerde denizde kabarmasıyla birlikte yol ulaşımına kapanmış yol üzerindeki benzinliği, futbol sahasını su basmıştır. Yaşanan bu tehlikelerden sonra planlanan Zonguldak Kozlu Balıkçı Barınağı yapımına başlanmıştır. Barınak ölçümünü yaptığımız kıyı şeridi üzerine planlanmıştır.



Şekil 3.14 Total Station.

Çizelge 3.3 Kozlu sahili kıyı çizgisi ölçüm tarihleri.

Ölçüm No	Ölçüm Tarihi
1	06.05.2004
2	18.07.2005
3	09.09.2006
4	04.04.2007
5	21.06.2007
6	24.05.2008

BÖLÜM 4

BULGULAR VE İRDELEME

4.1 KOZLU DERESİ ÇIKIŞ AĞZI DEĞERLENDİRİLMESİ

Dere ağzında birikmelerin devam ettiği ve dere ağzına yapılan koruma yapılarının tamamen hasar gördüğü tespit edilmektedir. Arazide yapılan incelemelerde Kozlu Deresi ağzındaki problemin çözülmediği açık olarak görülmektedir.

Yapılmış olan koruma yapılarının gelişigüzel yapıldığı, projelerde belirtilen değerlerin göz ardı edildiği ve kesitlerin son derece yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Kesit üzerinde herhangi bir filtre kuralına riayet edilmediği ve dağılan taşlardan koruma tabakası taş ağırlığının ya yanlış hesaplandığı ya da projeye uyulmadan yapıldığı da anlaşılmaktadır (Şekil 4.1-4.5).

Sonuç itibarı ile Kozlu Deresi çıkış ağzı ile ilgili yeni bir çalışma yapılmasının gerektiği anlaşılmaktadır. Yapılan çalışmanın arazi üzerinde birebir uygulanmasına da dikkat edilmelidir. Arazideki gözlemlerden anlaşıldığı üzere bölgede sadece Kuzey-Kuzey-Batı yönünün değil aynı zamanda Kuzey ve Kuzey-Kuzey-Doğu yönünden gelen dalgaların da hayli etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışmalar esnasında bu durumda göz önünde bulundurulmalıdır. Dere ağzının tıkanmasına derenin barınak tarafından gelen kumlarında etkili olabileceği görülmektedir. Ancak barınak yapımından sonra bu kısmın etkisi çok azalmıştır.

Yeni yapılar tasarlanırken mevcut yapılardan daha uzun olmaları gerektiği arazide yapılan incelemelerden de görülmektedir.



Şekil 4.1 Kozlu deresi çıkış ağzı genel görünümü (Şubat 2007).



Şekil 4.2 Kozlu deresi çıkış ağzı iç taraf (Haziran 2008).



Şekil 4.3 Kozlu deresi çıkış ağızı dağılan taşlar (Haziran 2008).



Şekil 4.4 Kozlu deresi çıkış ağızı dış taraf (Haziran 2008).



Şekil 4.5 Kozlu deresi çıkış ağzı yayılmış taşlar (Haziran 2008).

4.2 KIYI ÇİZGİSİ ÖLÇÜMLERİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Kıyı alanlarında yapılaşmanın artması beraberinde kıyısız sorunları da getirmektedir. İnşa edilecek kıyı yapılarının tehlike arz etmemesi, işlevini yerine getirmesi gerekir. Kıyının, yapıya vereceği tepkilerin önceden belirlenip yapının uygun bir şekilde inşa edilmesi yapı ömrünün uzamasında ve yapı kalitesinde etkili olacaktır. Bu amaçla; kıyı çizgisi değişimlerinin belirlenmesi kıyı yapılarının inşa edilmesinde, insan yaşam kalitesinin artırılmasında önem arz etmektedir.

Kozlu Batı Karadeniz Bölgesinde yer alan Zonguldak ilinin ilçesi olup kıyı çizgisi ölçümlerimiz bu ilçede yapılmıştır. Kozlu sahili kenarında ana yol olup yol arkasında yapılaşmalar mevcuttur. Geçmiş yıllarda kabaran dalgalar, sahil kenarındaki yolu ulaşımaya kapatmış yol arkasındaki benzinlik, futbol sahası gibi yapıları da su basmıştır. Kıyı çizgisi ölçümlerimiz belirli periyotlarda olup 3. ölçümden sonra kıyı çizgisinin ortasında balıkçı barınağı inşaatına başlanmıştır. İnşaat esnasında mendirek yolunu betonlamak için kıyından toprak alınmış kıyı şeridini bozmuştur. 3. ölçümden sonra almış olduğumuz ölçümlerde kıyı

çizgisinin bir kısmı tahrip olmuş ölçümlerimiz bu yerlerde eksiktir. Değerlendirmelerimiz bu veriler göz önünde bulundurularak yapılacaktır.

4.2.1 Kıyı Çizgisinde Meydana Gelen Değişimler

Engelibeli arazi yapısından dolayı Zonguldak'ta yerleşim kıyı kesimlerinde yoğunlaşmıştır. Bölgede taşkömürü madenciliği 150 yıldan beri sürdürülmekte ve yeraltından her yıl ortalama 2.5-3 milyon ton taşkömürü çıkarılmaktadır. Cumhuriyet dönemi boyunca kömür işletmelerinin devletleştirilmesinden sonra havzanın endüstriyel açıdan önemi daha da artmıştır. Ancak; şehrin güney kısmının yoğun ormanlık ve hırçın bir topografyaya sahip olması nedeniyle, yerleşim için tek alternatif olarak dağlık alanlar ve kıyı kesimi ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda kömürün nakli için gerekli olan limanlar şehir için önemli bir rol oynamıştır. Liman ihtiyacını karşılamak amacı ile dolgu alanları oluşturulmuş ve bu kısımlarda inşaat çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca şehrin çöp döküm alanı yine kıyı kesiminde dolgu şeklinde gerçekleştirilmiştir (Kutoğlu vd. 2010).

1890'lı yılların sonuna doğru Fransızlar tarafından üretilen ve mühendislik yapıları ve liman detaylarının da işlenmiş olduğu 1:10000 ölçekli envanter haritasının günümüz Koordinat sistemine dönüştürülerek, güncel QuickBird Uydu görüntüsü ile karşılaştırmalı olarak kıyı değişimlerinin gösterildiği Şekiller 4.6 ve 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.6 1900-2004 mesafe karşılaştırması (Kutoğlu vd. 2010).



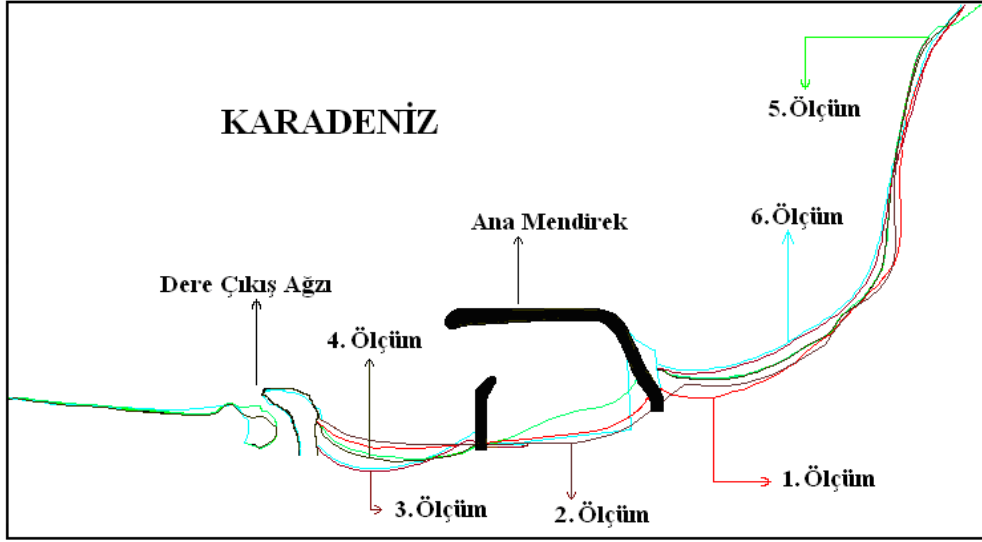
Şekil 4.7 1900-2008 mesafe karşılaştırması (Kutoğlu vd. 2010).

Şekil 4.7’den de açıkça görüldüğü üzere Zonguldak Merkez ve Kozlu beldesinde kıyı kesimindeki dolgu alanları net bir biçimde seçilebilmektedir. Şekle göre geçen zaman içerisinde Kozlu beldesi kıyı kesiminde 20 metreden 450 metreye kadar varan dolgular olduğu görülmektedir.

Şekil 4.7’de 1900 yılı haritası ile 2008 İkonos uydu görüntüsü karşılaştırılmış halde gözükmemektedir. Şekil incelendiğinde 2004-2008 yılları arası en önemli değişim Kozlu Balıkçı Barınağı’nın yapılmış olması olarak gözükmemektedir (Kutoğlu vd. 2010). Zonguldak merkezindeki bu kıyı değişiminin büyük bir kısmının da Kozlu sahilinde meydana geldiği anlaşılmaktadır.

4.2.2 Kıyı Çizgisi Ölçümleri Ve Sonuçları

Şekil 4.6 ve 4.7’de verilen harita ve uydu görüntüleri dışında altı farklı tarihte Total Station aleti ile Kozlu sahilinde kıyı çizgileri ölçülmüştür (Çizelge 3.3). Farklı tarihlerde sahilde yapılan bu ölçümlerden kıyı çizgisinin zamanla değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Araziye yapılan ölçümlerden elde edilen veriler Nectad haritacılık yazılımı kullanılarak birleştirilmiş ve farklı dönemlere ait kıyı çizgileri şekilde görüldüğü gibi belirlenmiştir (Şekil 4.8).



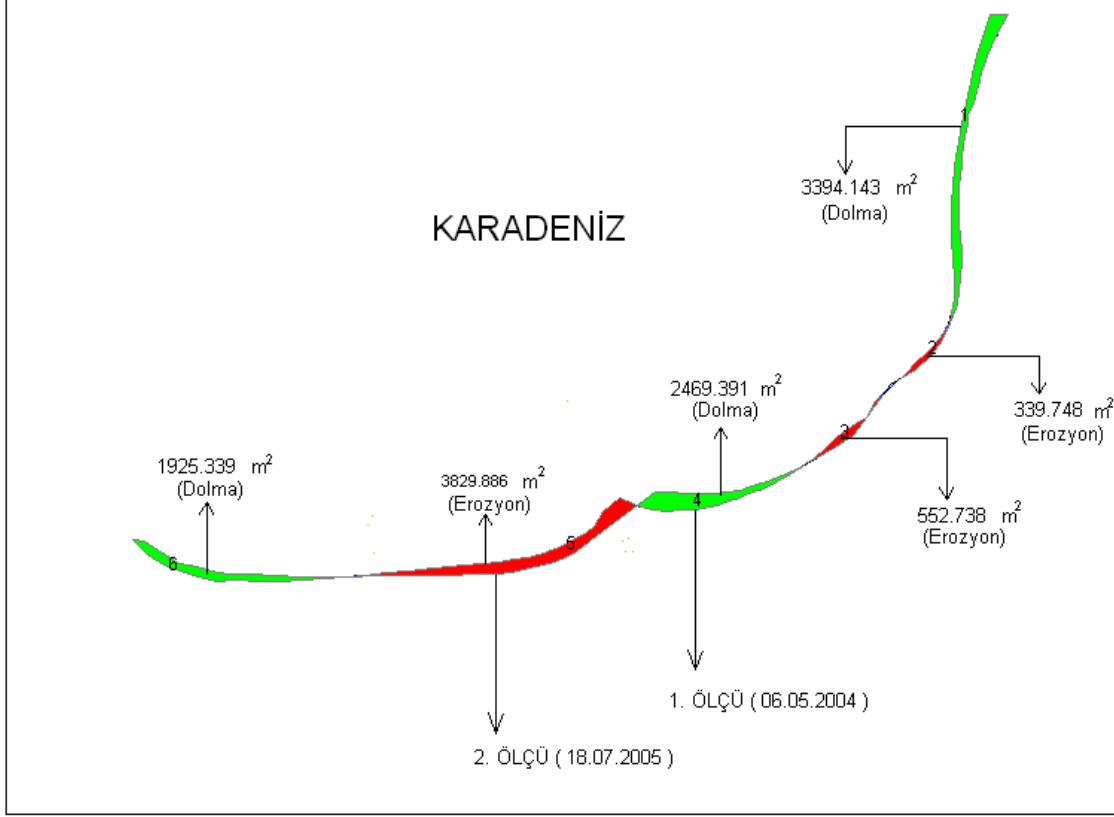
Şekil 4.8 Kıyı çizgisi ölçüm sonuçları.

3. ölçümden sonra barınak inşaatına başlanması kıyı çizgisinin bütünlüğünü bozmuştur. Barınak inşaatı esnasında kıyıdan kum alınması kıyı yapılarının kıyı çizgisini bozduğunun bir göstergesidir. Bu da kıyı çizgisinin belirlenmesinin önemli olduğunu göstermektedir.

Kıyı çizgisinin değişimi mendirek inşa edilmeden önce incelendiğinde; 1.ve 2. ölçümler karşılaştırılırsa kıyı çizgisinin deniz tarafına doğru geliştiğini, 3. ölçüm göz önüne alındığında mendireğin kuzeydoğu tarafında denize doğru, mendireğin batı tarafında ise kozlu deresine kadar karaya doğru geliştiği sonucuna varıyoruz. Mendireğin kuzeydoğusundaki denize doğru kıyı çizgisindeki değişim yer yer 31 m'den 42 m'ye kadar gözlemlenmiştir. Mendireğin batısındaki kıyı çizgisi değişimi ise 1. ölçüm ile 2. ölçüm karşılaştırıldığında 11 m denize doğru, 2. ölçüm ile 3. ölçüm karşılaştırıldığında 52 m'ye varan karaya doğru değişimler olduğu gözlemlenmiştir.

Kıyı çizgisinin değişimi mendirek inşa edildikten sonra incelendiğinde; 4. ve 5. ölçümler karşılaştırıldığında mendireğin kuzeydoğusunda 27 m'ye varan kara tarafına doğru kıyı çizgisinde değişimler olurken bu değişim belli bir yerde sıfırlanıp 6 m'ye varan denize doğru değişimler olduğu gözlemlenmiştir. 5. ölçüm ile 6. ölçüm karşılaştırıldığında mendireğin kuzeydoğusunda 22 m'ye varan denize doğru değişimler gözlemlenmiştir. Mendireğin batısında kozlu deresine kadar 25 m'ye varan karaya doğru değişimler gözlemlendiği gibi 22 m'ye varan denize doğru değişimler gözlemlenmiştir. Kozlu deresinin batısında genel itibariyle kıyı çizgisi değişimi denize doğru gerçekleşmiş yani dolma meydana gelmiştir.

Kıyı çizgisindeki değişimleri alanlarla ifade etmek gerekirse;

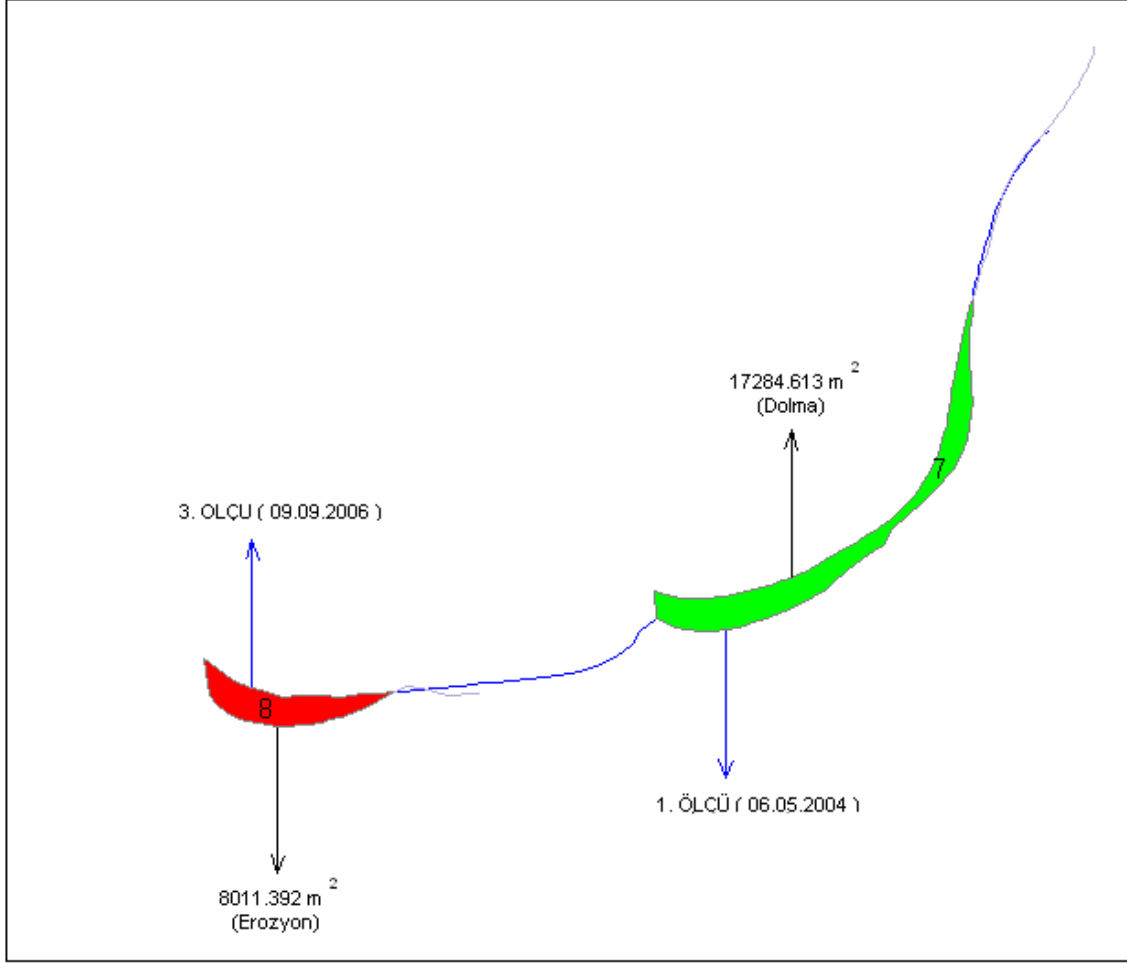


Şekil 4.9 1 ve 2. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

1 ve 2. ölçümler karşılaştırıldığında 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.9). 1 numaralı alanda 3394.143 m² dolgu, 2 numaralı alanda 339.748 m² erozyon, 3 numaralı alanda 552.738 m² erozyon, 4 numaralı alanda 2469.391 m² dolgu, 5 numaralı alanda 3829.886 m² erozyon ve 6 numaralı alanda 1925.339 m² dolgunun gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 1 ve 2. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
1	3394.143	Dolma	Şekil (4.9)
2	339.748	Erozyon	Şekil (4.9)
3	552.738	Erozyon	Şekil (4.9)
4	2469.391	Dolma	Şekil (4.9)
5	3829.886	Erozyon	Şekil (4.9)
6	1925.339	Dolma	Şekil (4.9)

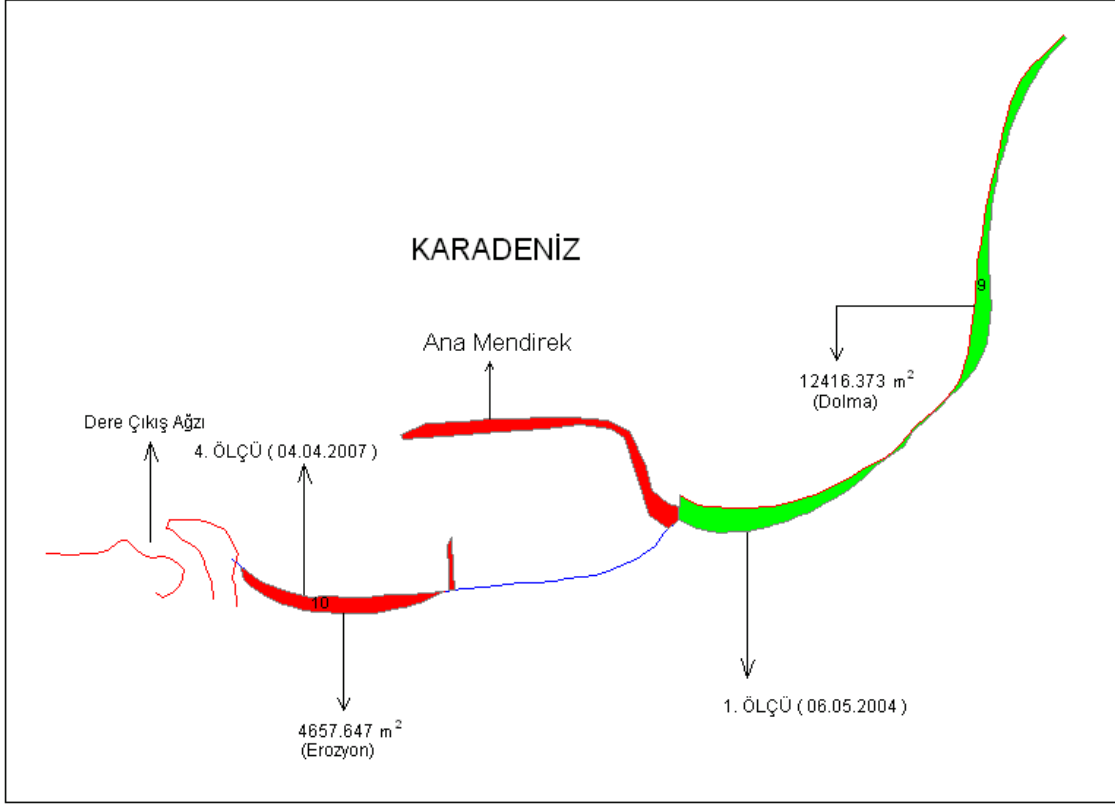


Şekil 4.10 1 ve 3. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

1.ve 3. ölçümler karşılaştırıldığında 7 ve 8 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.10). 7 numaralı alan 17284.613 m² dolguya maruz kalırken, 8 numaralı alan 8011.392 m² erozyona uğradığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 1 ve 3. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
7	17284.613	Dolma	Şekil (4.10)
8	8011.392	Erozyon	Şekil (4.10)

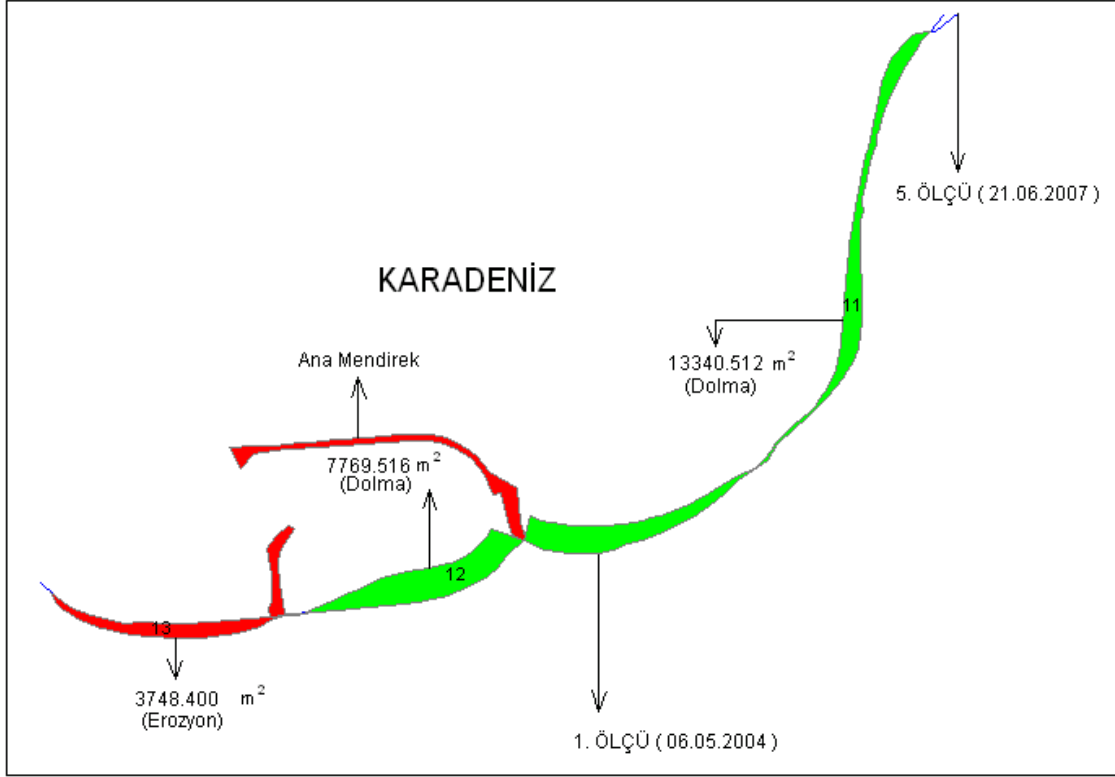


Şekil 4.11 1 ve 4. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

1 ve 4. ölçümler karşılaştırıldığında 9 ve 10 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.11). 9 numaralı alanda 12416.373 m² dolgu gerçekleşirken 10 numaralı alanda 4657.647 m² erozyonun olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 1 ve 4. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
9	12416.373	Dolma	Şekil (4.11)
10	4657.647	Erozyon	Şekil (4.11)

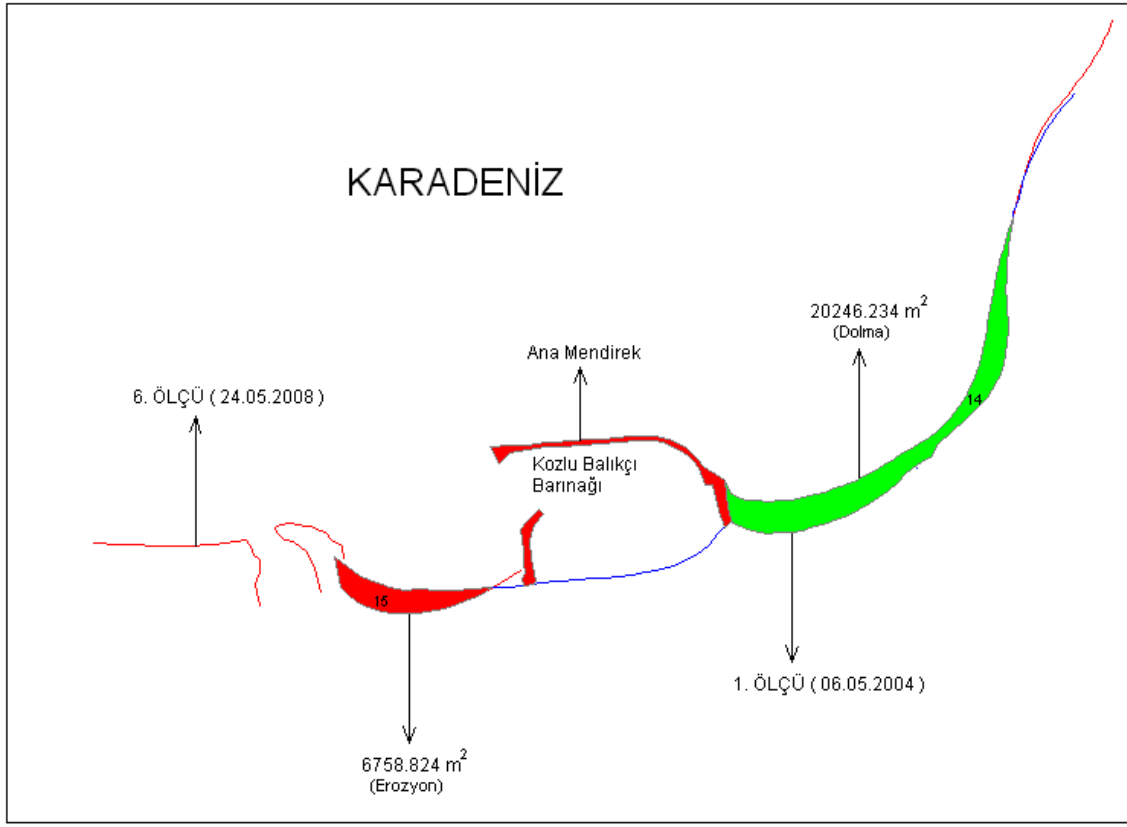


Şekil 4.12 1 ve 5. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

1 ve 5. ölçümler karşılaştırıldığında 11, 12 ve 13 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.12). 11 numaralı alanda 13340.512 m² dolgu, 12 numaralı alanda 7769.516 m² dolgu ve 13 numaralı alanda 3748.400 m² erozyonun olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 1 ve 5. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
11	13340.512	Dolma	Şekil (4.12)
12	7769.516	Dolma	Şekil (4.12)
13	3748.400	Erozyon	Şekil (4.12)

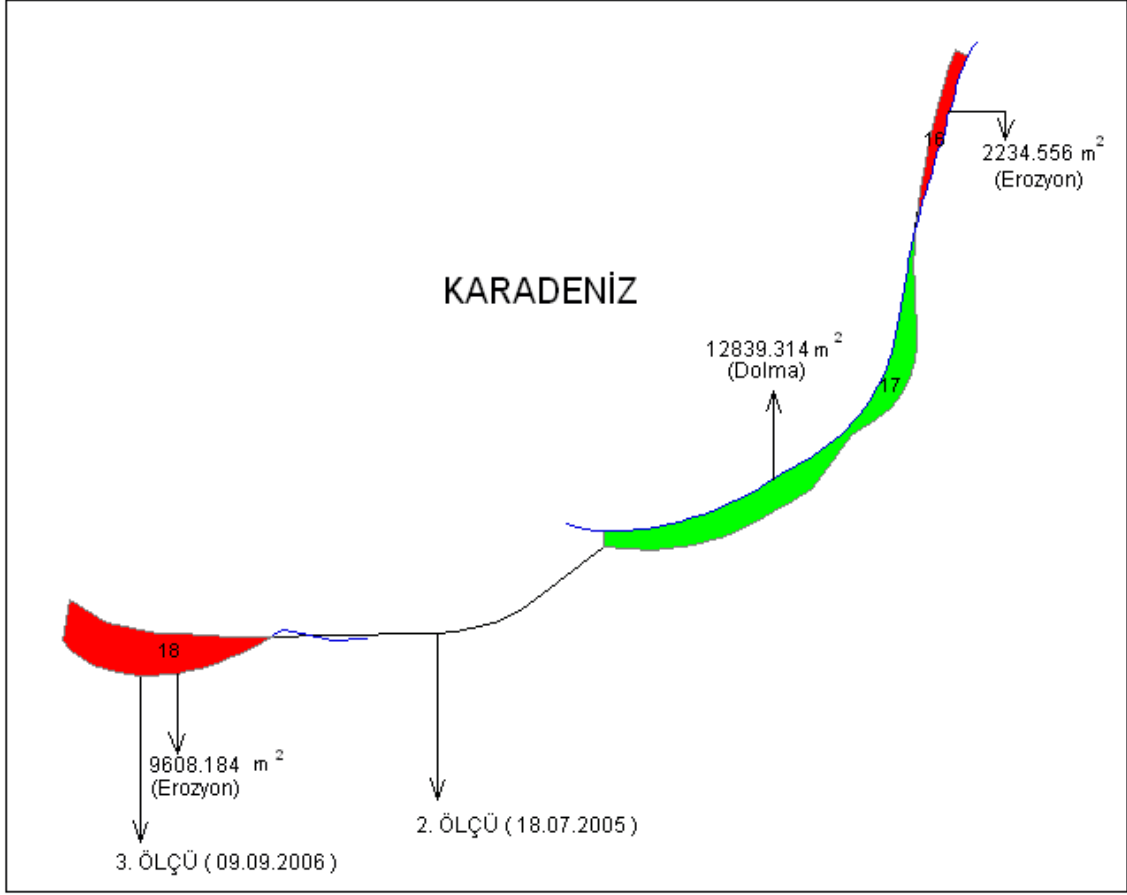


Şekil 4.13 1 ve 6. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

1.ve 6. ölçümler karşılaştırıldığında 14 ve 15 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.13). 14 numaralı alan da 20246.234 m² dolgu gerçekleşirken, 15 numaralı alan da 6758.824 m² erozyonun olduğu sonuçlarına varılmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 1 ve 6. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
14	20246.234	Dolma	Şekil (4.13)
15	6758.824	Erozyon	Şekil (4.13)

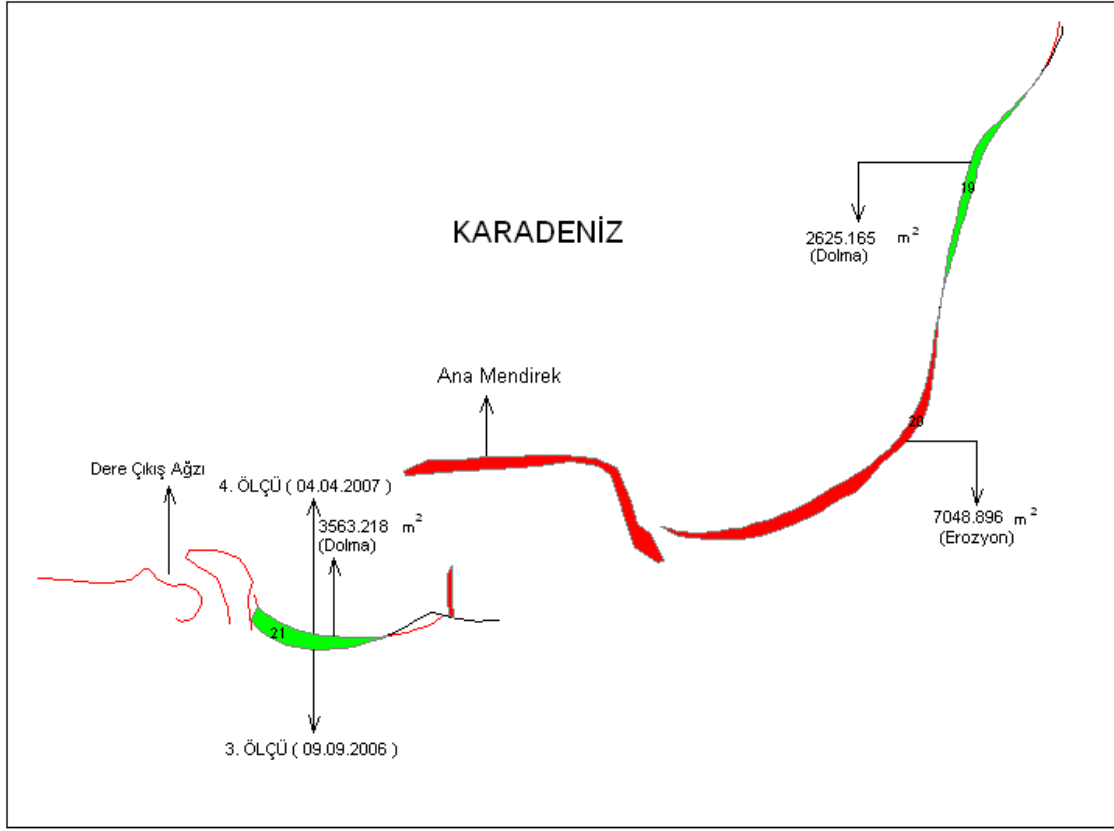


Şekil 4.14 2 ve 3. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

2 ve 3. ölçümler karşılaştırıldığında 16, 17 ve 18 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.14). 16 numaralı alanda 2234.556 m^2 erozyon, 17 numaralı alanda 12839.314 m^2 dolgu ve 18 numaralı alanda 9608.184 m^2 erozyonun olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 2 ve 3. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m^2)	Değişim Şekli	Şekil No
16	2234.556	Erozyon	Şekil (4.14)
17	12839.314	Dolma	Şekil (4.14)
18	9608.184	Erozyon	Şekil (4.14)

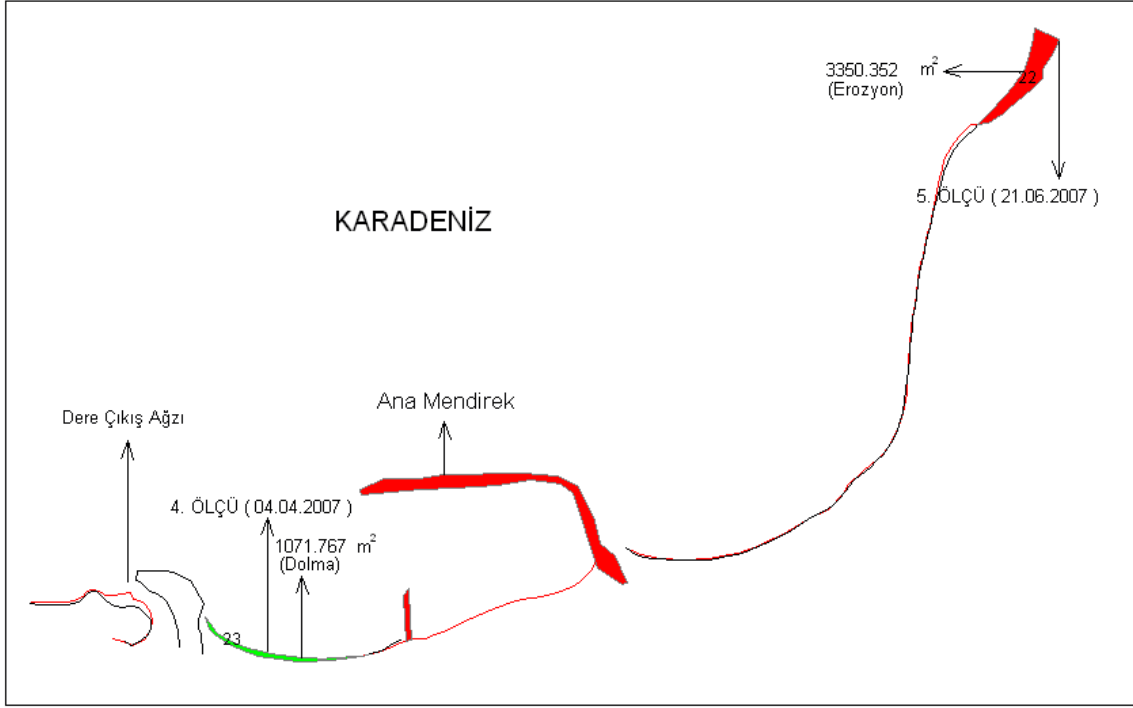


Şekil 4.15 3 ve 4. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

3 ve 4. ölçümler karşılaştırıldığında 19, 20 ve 21 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.15). 19 numaralı alanda 2625.165 m^2 dolgu, 20 numaralı alanda 7048.896 m^2 erozyon ve 21 numaralı alanda 3563.218 m^2 dolgunun olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 3 ve 4. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m^2)	Değişim Şekli	Şekil No
19	2625.165	Dolma	Şekil (4.18)
20	7048.896	Erozyon	Şekil (4.18)
21	3563.218	Dolma	Şekil (4.18)

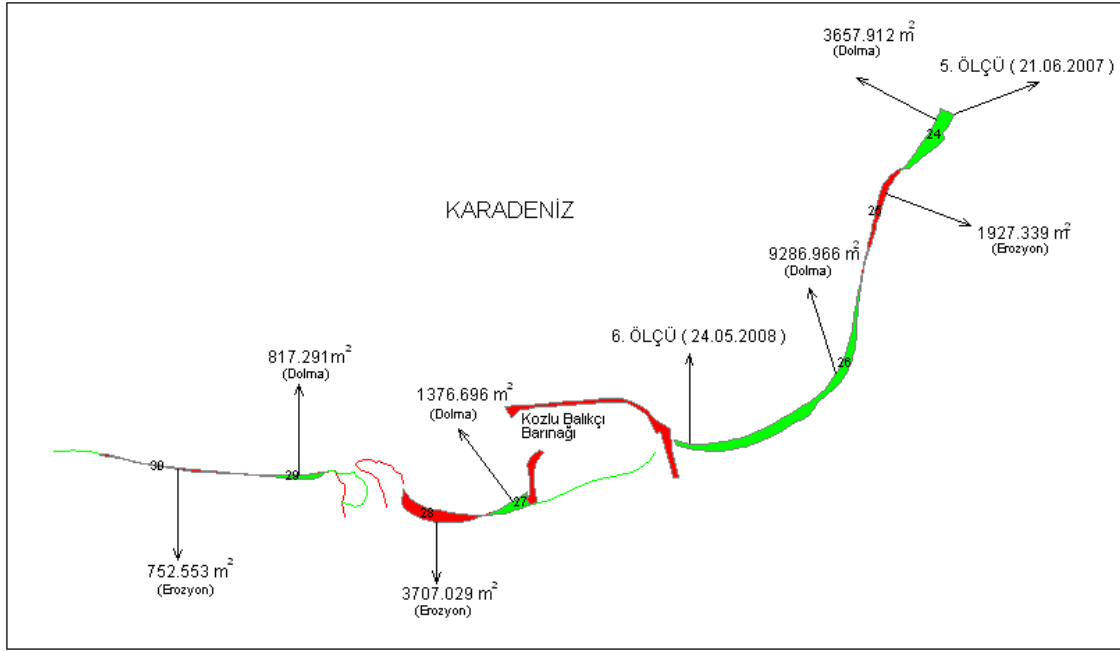


Şekil 4.16 4 ve 5. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

4 ve 5. ölçümler karşılaştırıldığında 22 ve 23 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.16). 22 numaralı alanda 3350.352 m² erozyon ve 23 numaralı alanda 1071.767 m² dolgunun olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 4 ve 5. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
22	3350.352	Erozyon	Şekil (4.21)
23	1071.767	Dolma	Şekil (4.21)



Şekil 4.17 5 ve 6. ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.

5. ve 6. ölçümler karşılaştırıldığında 24, 25, 26, 27, 28, 29 ve 30 numaralı alanların değişikliğe uğradığı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.17). 24 numaralı alanda 3657.912 m² dolgu, 26 numaralı alanda 9286.966 m² dolgu, 27 numaralı alanda 1376.696 m² dolgu, 29 numaralı alanda 817.291 m² dolgu gerçekleşirken, 25 numaralı alanda 1927.339 m² erozyon, 28 numaralı alanda 3707.029 m² erozyon ve 30 numaralı alanda da 752.553 m² erozyonun gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 5 ve 6. ölçüm arasında değişen alanlar.

Alan No	Değişen Alan (m ²)	Değişim Şekli	Şekil No
24	3657.912	Dolma	Şekil (4.23)
25	1927.339	Erozyon	Şekil (4.23)
26	9286.966	Dolma	Şekil (4.23)
27	1376.696	Dolma	Şekil (4.23)
28	3707.029	Erozyon	Şekil (4.23)
29	817.291	Dolma	Şekil (4.23)
30	752.553	Erozyon	Şekil (4.23)

Sahilin en son fotoğrafı Şekil 4.18’de verilmiştir. En son fotoğraftaki görüntü ile ölçüm sonuçları da örtüşmüştür.



Şekil 4.18 Kozlu sahilinin en son görünümü (16 Ağustos 2009).

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnsanoğlunun yaşam alanı olarak kıyı bölgelerini seçmesi, özellikle çalışma bölgemizde de olduğu gibi dik yamaçlı ve engebeli arazi bölgelerini seçmeleri beraberinde yapılaşmanın daha titiz bir şekilde uygulanmasını da gerektirmektedir. Gerek sosyal yaşam tesisleri gerekse kıyı koruma yapıları olsun kıyının yapılacak olan yapılara tepkisinin önceden belirlenmesi önemli konulardandır.

Çalışmamızın sonuçlarına göre, Kozlu deresi ağzındaki birikmelerin, dere ağzındaki kıyı yapılarının projesine uygun olarak yapılmaması, projeninde planlanırken bölge şartlarının göz ardı edilerek planlanması sonucu olduğu kanısına varılmıştır. Kozlu deresine yeni bir çalışma yapılması gerekmektedir. Yapılacak çalışmada proje tasarlanırken araziye gidilerek dalga şartları, zemin cinsi gibi yapılacak yapıyı etkileyecek kriterler göz önünde bulundurularak planlanması gerekmektedir. Böylece yapılacak yapı hem uzun ömürlü olacak hem de işlevini yerine getirecektir. Ayrıca projenin sahada uygulanmasının da sıkı şekilde kontrolü gereklidir.

Zonguldak ilinin engebeli arazi yapısına sahip olması, ilde yıllardır taşkömürü madenciliği yapılmış olması yerleşim alanı olarak kıyı bölgelerinin ve yamaçların seçilmesinde etkili olmuştur. Bölgede çıkarılan taşkömürü ekonomik açıdan öneme sahip olup kömürün nakli için kıyı şeridinin yapılaşmasına vesile olmuştur. Kömür naklini gerçekleştirmek için yapılan limanın inşaatı esnasında dolgu alanları oluşturulmuştur. Yeraltı kaynakları bir ülkenin zenginliğidir. Ancak bu bölgede çıkarılan taşkömürünün nakli için yapılan liman sadece gemi giriş çıkışları için değil aynı zaman da insanların sosyal yaşamlarını gerçekleştirebileceği güzel ve temiz bir çevre haline getirilmelidir.

Balıkçı Barınağı yapımından önce dengede olan kıyı çizgisi barınak yapımı sonrası bozulmuştur. Barınağın bir tarafı dolarken diğer tarafı aşınmış ve tahkimat yapılmak zorunda kalmıştır. Bir kıyı yapısı yapılırken bu tür erozyon, dolma ve sığlaşma durumları iyi

incelenerek projeler yapılmalıdır. Balıkçı barınağı yapımı ile Zonguldak ve Kozlu'ya ait güzel bir sahilde yok edilmiş olmaktadır. Hemen yakında Kilimli de Balıkçı Barınağı mevcut iken insanların denizden yararlandığı bir sahile yeni bir barınak yapılması yanlış bir tercih olmuştur.

Sahil kenarları bölgelerin bir güzelliğidir. Bu doğal güzelliklerden istifade edebildiğimiz derecede iyi istifade etmemiz gerekir. Kıyı şeridinde dolgu yapılması gerekiyorsa amacına uygun yapılması gerekir. Çalışma bölgemizde kıyı şeridinin şehrin çöp döküm alanı olarak da kullanıldığı görülmüştür. Son yıldan itibaren bu alana artık çöp dökümü yapılmamaktadır. Ancak bu sahanın olduğu gibi bırakılmayıp islah edilmesi ve azami derecede tesirlerinin azaltılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Bagnold R A** (1963) *Mechanics of Marine Sedimentation*, In *The Sea*, Ed. Hill, M. N., Wiley Interscience, Newyork, 507-528
- Bailard J A** (1984) A Simplified Model for Longshore Sediment Transport, *Proc. Of 19th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Houston, Texas, 1454-1469.
- Bajorunas L** (1960) Littoral Transport in the Great Lakes, *Proc. Of 7th Conf. On Coastal Eng.*, ASCE, Hague, The Netherlands, 326-341.
- Bajorunas L** (1970) Littoral Transport and Energy Relationships, *Proc. of 12th Conf. On Coastal Eng.*, ASCE, Washington, D.C., 787-798.
- Battjes J A** (1974) Surf Similarity, *Proc. Of 14th Conf. On Coastal Eng.*, ASCE, Copenhagen, 466-480.
- Bijker E W** (1968) Littoral Drift As Function of Waves and Currents, *Proc. of 11th Conf. On Coastal Eng.*, ASCE, London, England, 415-435.
- Bijker E W** (1971) Longshore Transport Computations, *Journal of Waterways, Harbors, and Coastal Eng. Division, Proc. of ASCE*, 97, 687-701.
- Bodge R B and Dean R G** (1987) Short-Term Impoundment of Longshore Transport, *Proc. of Coastal Sediments '87*, ASCE, 468-483.
- Bodge R B and Kraus N C** (1991) Critical Examination of Longshore Transport Rate Magnitude, *Proc. of Coastal Sediments '91*, ASCE, 139-155.
- Booij N, Holthuysen L H and Ris R C** The Swan Wave Model for Shallow Water, *Proc. 25th Int. Conf. On Co. Eng.*, ASCE, Orlando, (1996), pp: 668-676
- Briand M H G and Kamphuis J W** A Micro Computer Based Quasi 3-D Sediment Transport Model, *Proc. 22nd Int. Coastal Eng. Conf.*, ASCE, (1990), pp: 2159-2172
- Carslaw H S and Jaeger J C** (1959) *Conduction of Heat in Solids*, Oxford University Pres, London.
- Castanho J** (1970) Influence of Grain Size on Littoral Drift, *Proc. of 12th Conf. on Coastal Eng.*, ASCE, Washington, D.C., 891-897.
- CERC** (1977) *Shore Protection Manuel*, Co. Eng. Res. Center, U. S. Corps of Eng., Vicksburg.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- CERC** (1984) *Shore Protection Manuel*, Co. Eng. Res. Center, U. S. Corps of Eng., Vicksburg.
- CERC** (1998) *Shore Protection Manuel*, Co. Eng. Res. Center, U. S. Corps of Eng., Vicksburg
- Clancy R M, Kaitala J E and Zambreski L F** (1986) The Fleet Numerical Oceanography Center Global Spectral Ocean Wave Model, *Bull. Am. Met. Soc.*, Vol 67, No 5, pp: 498-512.
- Coastal Engineering Manual (CEM)** (2003) *U.S. Army Corps of Engineers*, Coastal Engineering Research Center.
- Çevik E** (2006) *Kıyı Mühendisliğinde İstatistik Yöntemler*, Ders Notları, İstanbul.
- Dally W R and Dean R G** (1984) Suspended Sediment Transport and Beach Profile Evolution, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, Vol 110, No. 1, pp: 15-33
- Darama Y** (2004) Zonguldak Kozlu Deresi Karadenize Çıkış Ağızı ve Sol Sahil Kıyı Koruma Mahmuzları Model Raporu, *DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı*, Yayın No. Hİ-71.
- Darama Y, Kaş İ ve Kökpınar M A** (2005) Kozlu Deresi Karadeniz'e Çıkış Ağızı Rehabilitasyonu, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 5. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, Cilt 2, s. 223-254, 5-7 Mayıs 2005 Bodrum.
- Das M M** (1972) Suspended Sediment and Longshore Sediment Transport Data Review, *Proc. of 13th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Vancouver, Canada, pp.1027-1045.
- Davies M H and Kamphius J W** (1985) Littoral Transport Rate, *Proc. Canadian Coastal Conference*, St John's, pp 223-240.
- Davis R and Fitz Gerald D** (2004) *Beaches and Coasts*, Blackwell Science Ltd. MA, USA.
- Dean R G** (1973) Heuristic Models of Sand Transport in the Surf Zone, *Proc. of Conf, on Eng. Dynamics*, Australia, 208-214.
- Dean R G, Berek E P, Gable C G and Seymour R J** (1982) Longshore Transport Determined by An Efficient Trap, *Proc. of 18th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Cape Town, Rep. Of South Africa, 954-968.
- Dean R G** (1995) *Cross-shore Sediment Tarnsport Processes, in Advance Series on Ocean Engineering*, Eds. Liu, F. And Philip, L., Vol. 1, World Scientific Publication, Singapore. pp.159-220.
- Deigaard R, Fredsoe J and Hedegaard B** (1986a) Mathematical Model for Littoral Drift, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, 112, pp.351-369.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Demir H, Otay E N, Work P and Börekçi O** (2004) Impacts og Dredging on Shoreline Change, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, Vol. 130, No. 4, pp.170-178.
- Duranyıldız İ** (1994) Bir Kıyı Yapısının Tasarımında Bilgisayar Desteği, *İnşaat mühendisliğinde bilgisayar kullanımı sempozyumu*, İTÜ, İstanbul, s. 125.
- Fleming C A** (1977) The Development and Application of a Mathematical Sediment Transport Model, Ph.d. Thesis (unpublished), University of Reading.
- Fleming C A ve Swart D H** (1982) Nee Framework for Prediction of Longshore Currents, *Proc. 18th International Conference on Coastal Engineering*, Cape Town, Vol II, Chapter 99, pp. 1640-1658.
- Fredsoe J and Deigaard R** (1992) *Mechanics of Coastal Sediment Transport*, Denmark, p. 319, p. 326.
- Fröhle P and Fittschen T** (1998) Analysis of Directional Wave Data for the Assessment of Sediment Transport Processes, *3rd International Conference on Hydro-Science and Engineering*, August 31- September 3, Brandenburg University of Technology at Cottbus, Cottbus/Berlin, Germany.
- Galvin C. J Jr** (1972) A Gross Longshore Transport Rate Formula, *Proc. of 13th Conf. On Coastal Eng.*, ASCE, Vancouver, B.C., Canada, 953-970.
- Galvin C and Vitale P** (1976) Longshore Transport Prediction-SPM 1973 Equation, *Proc. of 15th Coastal Eng. Conf.*, Honolulu, Hawaii, 1133-1148.
- Galvin C and Schweppe C R** (1980) The SPM Energy Flux Method for Predicting Longshore Transport Rate, Tech. Paper. No:80-4, *US Army Corps of Eng.*, CERC, Fort Belvoir, Virginia.
- Gelci R, Cazale H and Vassel J** (1957) Prevision de la Houle. La Methode des Densities Spectroangulaires (Prediction of Waves. The Method of Frequency- Directional Spectral Densities), *Bull. Infor. Comite Central Oceanogr. d'Etude Cotes*, 9:416-435.
- Gourley M R and Apelt C J** (1985) *Coastal Hydraulics and Sediment Transport in a Coastal System*, Dept. Of Civil Eng., Univ. Of Queensland Pres, Australia.
- Greer M N and Madsen O S** (1978) Longshore Sediment Transport Data: A Review, *Proc. of 16th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Hamburg, Germany, 1563-1576.
- Hallermeier R J** (1978) Uses for a Calculated Limit Depth to Beach Erosion, *Proc. of 16th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Hamburg, Germany, 1493-1512.
- Hallermeier R J** (1983) Sand Transport Limits in Coastal Structure Design, *Proc. of Coastal Struc. 83 Conf.*, ASCE, 703-716.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Hanson H ve Kraus N C** (1985) Seawall Constraint in Shoreline Numerical Model, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering (ASCE)*, Vol. 111, No. 6, 1079-1083,
- Hanson H and Kraus N C** (1986a) Forecast of Shoreline Change Behind Multiple *Coastal Structures, Coastal Eng. In Japan*, 29, 195-213.
- Hanson H and Kraus N C** (1986b) Seawall Boundary Condition in Numerical Models of Shoreline Evolution, *Technical Report*, CERC-86-3, US Army Corps of Engineers, Washington, D. C.
- Hasselmann K** (1962) On the Nonlinear Energy Transfer in a Gravity Wave Spectrum, Part 1. General Theory. *Jour. Fluid Mech.*, 12:481-500.
- Holthuisen L H, Booij N and Herbers T H C** (1989) A Prediction Model for Stationary, Short-Crested Waves in Shallow Water with Ambient Currents, *Co. Eng.*, Vol 13, pp. 23-54.
- Inman D. L and Frautschy J D** (1965) Littoral Processes and the Development of Shorelines, *Proc. of 10th Coastal Eng. Conf., ASCE*, Santa Barbara, 511-536.
- Inman D L, Komar P D and Bowen A J** (1968) Longshore Transport of Sand, *Proc. of 11th Coastal Eng. Conf., ASCE*, London, 298-306.
- Inman D L and Bagnold R A** (1963) *Littoral Processes*, In *The Sea*, Ed. Hill, M. N., Wiley-Interscience, Newyork. pp. 529-553
- Inman D L, Zampol J A, White T E, Hanes D M, Waldorf B W and Kastens K A** (1980) Field Measurements of Sand Motion in the Surf Zone, *Proc. of 17th Coastal Eng. Conf., ASCE*, Sydney, 1215-1234.
- Jayakumar and Mahadevan R** (1993) Numerical Simulation of Shoreline Evolution Using a One Line Model, *Journal of Coastal Research*, Vol. 9, No. 4, 915-923.
- Kamphuis J W and Redshaw J S** (1978) A Model Study of Alongshore Sediment Transport Rate, *Proc. of 16th Coastal Eng. Conf., ASCE*, Hamburg, 1656-1674.
- Kamphuis J W, Davies M H, Nairn R B and Sayao O J** (1986) Calculation of Littoral Sand Transport, *Coastal Eng.*, 10,1-21.
- Kamphuis J W** (1990) Littoral Transport Rate, *Proc. of 22nd Int. Coastal Eng. Conf., ASCE*, Deft, The Netherlands, 2402-2415.
- Kamphuis J W** (1991) Along Shore Sediment Transport Rate, *J. Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, Vol 117, pp 624-640.
- Kamphuis J W** (1991a) Alongshore Sediment Transport Rate Distribution, *Proc. of Coastal Sediment '91*, ASCE, Seattle, WA, 170-183.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kamphuis J W** (1991b) Alongshore Sediment Transport Rate, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, 117, 624-640.
- Kamphuis J W** (2000) *Introduction to Coastal Engineering and Management*, Adv. Ser. On ocean Eng., Vol. 16, World Scientific.
- Kapdaşlı S** (1994) *Coastal Sediment Transport*, DSİ Yaz Okulu, İTÜ, İstanbul.
- Kaş İ, Kayatürk Ş T, Akman S ve Çelik H Ç** (2005) DSİ Tarfından Deniz-Akarsu Birleşim Yerlerinde Yapılan Kıyı Koruma Çalışmaları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 5. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, Cilt 2, 335-348, 5-7 Mayıs 2005 Bodrum.
- Komar P D and Inman D L** (1970) Longshore Sand Transport on Beaches, *Journal of Geophysical Research*, 75, 5914-5927.
- Komar P D** (1971) The Mechanics of Sand Transport on Beaches, *Journal of Geophysical Research*, 76, 713-721.
- Komar P D** (1976a) *Beach Processes and Sedimentation*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Komar P D** (1976b) Longshore Currents and Sand Transport on Beaches, *Proc. of Ocean Eng. Conf. III*, ASCE, 333-354.
- Komar P D** (1977) Beach Sand Transport: Distribution and Total Drift, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, 103, pp. 225-239.
- Komar P D** (1983) Computer Models of Shoreline Changes, in *CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion*, Ed. Komar, P. D., CRC Pres Inc., Boca Raton, Florida.
- Komar P D** (1988) Environmental Controls on Littoral Sand Transport, *Proc. of 21st Int. Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Costa del Sol-Malaga, Spain, pp.1238-1252.
- Komar P D, Lizarraga- Arciniega J S and Terich T A** (1976) Oregon Coast Shoreline Changes Due to Jetties, *Journal of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division, Proc. of ASCE*. 102, pp.13-30.
- Komar P D** (1991) Littoral Sediment Transport, in *Handbook of Coastal and Ocean Eng.*, Vol. 2, pp. 681-710, Ed. Herbich, J. B., Gulf Publishing Comp.
- Komar P D** (1998) *Beach Processes and Sedimentation*, 2nd Ed., Prentice-Hall Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Kraus N C, Farinato R S and Kiyoshi H** (1981) Field Experiments on Longshore Sand Transport in the Surf Zone, *Coastal Eng. In Japan*, 24, 171-194.
- Kraus N C and Harikai S** (1983) Numerical Model of the Shoreline Change at Oarai Beach, *Coastal Eng.*, 7, pp. 1-28.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kraus N C, Isobe M, Igarashi H, Sasaki T O and Horikawa K** (1982) Field Experiments on Longshore Sand Transport in the Surf Zone, *Proc. of 18th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Cape Town, Rep. Of South Africa, pp. 969-988.
- Kraus N C** (1983) Application of Shoreline Prediction Model, *Proc. of Coastal Struc. '83 Conf.*, ASCE, pp.632-645.
- Kraus N C, Hanson H and Harikai S** (1984) Shoreline Change at Oarai Beach; Past, Present and Future, *Proc. of 19th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Houston, Texas, pp. 2107-2123.
- Kraus N C and Dean R G** (1987) Longshore Sediment Transport Rate Distribution Measured by Trap, *Proc. of Coastal Sediments '87*, ASCE, 881-896.
- Kraus N C, Gingerich K J and Rosati J D** (1988) Toward and Improved Empirical Formula for Longshore Sand Transport, *Proc. of 21st Int. Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Costa del Sol-Malaga, Spain, pp. 1182-1195.
- Kraus N C** (1989) Beach Change Modelling and the Coastal Planning Process, *Proc. of Coastal Zones '89*, ASCE, 553-563.
- Kriebel D L ve Dean R G** (1984) Beach and Dune Response to Severe Storms, *Proc. 19th Int. Coastal Engrg. Conf.*, ASCE, pp: 1584-1599.
- Kutoğlu H Ő, Akçin H, GrmŐ K S, Oruç M, Őngel S ve ŐimŐek Ő** (2010) Zonguldak-Kozlu Kıyısı Kıyı Yapıları ve Kıyı Çizgisi Sorunları, *Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi*, Trabzon, 2010.
- Larson M, Hanson H and Kraus N C** (1987) Analytical Solutions of he One-Line Model of Shoreline Change, *Technical Report*, CERC-87-15, US Army Corps of Engineers, Vicksburg, Mississippi.
- Larson M and Kraus N C** (1989) SBEACH: Numerical Model for Simulating Storm Induced Beach Change, *Technical Report CERC-89-9*, Coast. Eng. Res. Center, U.S. Army Eng. Waterway Experiment Station, Vicksburg, Miss,
- Larson M and Kraus N C** (1995) Prediction of Cross-Shore Sediment Transport at Different Spatial and Temporal Scales, *Marine Geology*, 126, 111-127.
- Larson M, Hanson H and Kraus N C** (1997) Analytical Solutions of One-Line Model for Shoreline Change Near Coastal Structures, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, 123, pp.180-191.
- Le Mehaute B and Soldate M** (1977) Mathematical Modeling of Shoreline Evolution, *Miscellaneous Report*, MR 77-10, *US Army Corps of Engineers*, CERC, Vicksburg, Mississippi.
- Le Mehaute B and Soldate M** (1980) A Numerical Model for Predicting Shoreline Changes, *Miscellaneous Report*, MR 80-6, *US Army Corps of Engineers*, CERC, Vicksburg, Mississippi.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Longuet-Higgins M S** (1970) Longshore Currents Generated By Obliquely Incident Waves, Part 1, *Journal of Geophysical Research*, 75, pp.6778-6789.
- Massel S R** (1996) Ocean Surface Waves: Their Physics and Prediction, *Advanced Series on Ocean Engineering*, Vol. 11, World Scientific.
- Miles J W** (1957) On the Generation of Surface Waves by Shear Flows, *Jour. Fluid Mech.*, 3:185-204,
- Miller H C** (1999) Field Measurements of Longshore Sediment Transport During Storms, *Coastal Eng.*, 36, 301-321.
- Morton R** (2003) *An Overview of Coastal Land Loss: With Emphasis on the Southeastern United States*, U.S. Geological and Watershed Studies, St Petersburg, FL.
- Mutlu T** (1994) *Yakın kıyı bar oluşumu ile batık dalgakıranlar arasında işlevsel benzeşimin araştırılması*, M.Sc. Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Nielsen P** (1985) *Short Manual of Coastal Bottom Boundary Layers and Sediment Transport*, Technical Memorandum T. M. 85/1, Public Works Department, N.S.W., Denmark.
- Nielsen P** (1992) *Coastal Bottom Boundary Layers and Sediment Transport*, USA, pp. 278-292.
- Önsoy H ve Yüksek Ö** (1991) Karadeniz’de kıyı ve liman sorunları ve çözüm önerileri, *Karadeniz’in ekolojik sorunları ve ekonomik değerlendirme olanakları sempozyumu*, İstanbul.
- Önsoy H ve Yüksek Ö** (1993) Doğu Karadeniz’de Deniz Erozyonuna Karşı Koruma ve Yapay Plajlar İçin Kıyıya Dik Yapıların Etüdü, *KTÜ-DPT Projesi*, Trabzon.
- Özhan E** (1981) Rüzgar Dalgalarının Kısa Dönem İstatistiksel Özellikleri, Enerji Spektrumu ve Dalga Tahminleri, *ODTÜ Kıyı ve Liman Araştırma Merkezi* ,Rapor No 25.
- Özhan E and Abdalla S** (1999) Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası, ODTÜ, İnşaat Müh. Bölümü, Deniz Müh. Araştırma Merkezi, Ankara.
- Özölçer İ H, Çapar Ö, Yıldırım Y ve Öztürk B** (2005) Zonguldak Kıyılarının Kıyı Yönetimi Açısından İncelenmesi, 5. *Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu*, 541-556, Bodrum, 2005.
- Özölçer İ H, Yılmaz N, Alkan M, Aksoy B, Yıldırım Y ve Çapar Ö F** (2010) “Zonguldak-Kozlu Kıyısı Kıyı Yapıları ve Kıyı Çizgisi Sorunları”, *Türkiye’nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi*, Trabzon, 2010 (Kabul Edildi).
- Perlin M and Dean R G** (1978) Prediction of Beach Planforms with Littoral Controls, *Proc. of 16th Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Hamburg, Germany, 1818-1837.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Perlin M** (1979) Predicting Beach Planforms in the Lee of a Breakwater, *Proc. of Coastal Struc. Conf. '79, ASCE*, 792-808.
- Perlin A and Kit E** (1999) Longshore Sediment Transport on Mediterranean Coast of Israel, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, Vol.125,No.2,80-87.
- Philips O M** (1957) On the Generation of Waves by Turbulent Wind, *Jour. Fluid Mech.*, 2:417-445.
- Price W A, Tomlinson K W and Willis D H** (1972) Predicting Changes in the Plan Shape of Beaches, *Proc. of 13th Coastal Eng. Conf., ASCE*, 1321-1329.
- Roelvink J A, Walstra D J ve Chen Z** (1994) Morphological Modelling of Keta Lagoon Case, *Proc. 25th Int. Conf. On Coast. Eng.*, Orlando, FL, ASCE, pp: 3222-3236.
- Savage R P** (1962) Laboratory Determination of Littoral-Transport Rates, *Journal of the Waterways and Harbors Division, Proc. of ASCE*, 88, 69-92.
- Savage R P** (1970) Laboratory Determination of Littoral Transport Rates, *Journal of Waterways and Harbors Division, Proc. Of ASCE*, 88, 69-92.
- Sayao O F S J, Nairn R B ve Kamphuis J W** (1985) Dimensional Analysis of Littoral Transport, *Proc. Canadian Coastal Conf.*, St John's.
- Schoonees J S and Theron A K** (1993) Review of Field-Data Base for Longshore Sediment Transport, *Coastal Eng.*, 19, 1-25.
- Schoonees J S and Theron A K** (1994) Accuracy and Capability of The SPM Longshore Transport Formula, *Proc. of 24th Int. Coastal Eng. Conf., ASCE*, Kobe, Japan, 2595-2609.
- Schwab D J, Bennett J R, Liu P C and Donelan M A** (1984) Application of a Simple Wave Prediction Model Lake Erie, *J. Geoph. Res.*, Vol 89, C3, 3586-3592,
- U. S. Department of the Army** (1984) *Shore Protection Manuel*, Vol 1, Washington,
- STF Mühendislik** (1995) Zonguldak-Kozlu Deresi Deniz'e Çıkış Yapısı İnşaatı, *Mevcut Proje ve Dökümanların Değerlendirme Raporu*.
- Swart D H** (1976) *Coastal Sediment Transport, Computation of Longshore Transport*, Delft Hydraulics, The Netherlands, Report R968,
- Şaşal M** (2000) *Kıyıboyu Katımadde Taşınım Modelleriyle Doğu Karadeniz Bölgesinde Kıyı Çizgisi Değişimlerinin İncelenmesi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (unpublished), Aralık 2000.
- Thronton E B** (1968) A Field Investigation of Sand Transport in the Surf Zone, *Proc. of 11th Coastal Eng. Conf., ASCE*, Lisbon, 335-351.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Tolman H L** (1991) A Third Generation Model for Wind Waves on Slowly Varying, Unsteady and Inhomogeneous Depths and Currents, *J. Phys. Oceanog.*, Vol 21, 6, 782-797,
- US Army** (1992) *Engineering and Design: Coastal Littoral Transport*, Eng. Manual, 1110-2-1502, Corps of Eng., Washington, D. C.
- US Army** (1998) *Longshore Sediment Transport*, in *Coastal Engineering Manual*, Part III, Chp. 2, Corps of Eng., Washington, D. C. (Draft Ed.).
- Ünsal İ** (1994) *Shore Protection-Coastal Sediment Mechanics*, DSİ Yaz Okulu, İTÜ, İstanbul,
- Valle R del, Medina R and Losada M A** (1993) Dependence of K on Grain Size, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, 119, 568-574.
- Van der Graff and Van der Oeverem** (1979) Evaluation of Sediment Transport Formulae in Coastal Engineering Practice, *Coastal Eng.*, Vol 3, s. 1-32.
- Yüksel Y** (2005) *Deniz Tabanı Hidrodinamiği ve Kıyı Morfolojisi (Planlama ve Tasarım)*, Deniz Mühendisliği Serisi-No 2, Arıkan Basım Yayım, İstanbul,
- Yüksel Y, Çevik E ve Çelikoğlu Y** (1988) *Kıyı ve Liman Mühendisliği*, TMMOB, İMO Ankara Şubesi, Ankara,
- Walton T L** (1984) Shoreline Solution for Tapered Beach Fill, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Eng.*, ASCE, 120, 651-655.
- Walton T L** (1980a) Littoral Sand Transport From Longshore Currents, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Division, Proc. of ASCE*, 106, 483-487.
- Walton T L** (1980b) Computation of Longshore Energy Flux Using LEO Current Observations, *Coastal Eng. Tech. Aid (CETA)*, No:80-3, US Army Corps of Eng., CERC, Fort Belvoir, Virginia.
- Wamdi** (1988) The WAM Model: a Third Generation Ocean Wave Prediction Model, *J. Phys. Oceanog.*, Vol 18, 1775-1810,
- Wanatabe A** (1992) Total Rate and Distribution of Longshore Sand Transport, *Proc. of 23rd Coastal Eng. Conf.*, ASCE, 2528-2541.
- Wang P and Kraus N C** (1999) Longshore Sediment Transport Rate Measured by Short-Term Impoundment, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Division, Proc. of ASCE*, 125, 118-126.
- White T E** (1994) Field Tests of Radiation-Stress Estimators of Longshore Sediment-Transport, *Proc. of 24th Int. Coastal Eng. Conf.*, ASCE, Kobe, Japan, 2799-2812.

ÖZGEÇMİŞ

Nejat YILMAZ 1982’de Çankırı’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı. Çankırı Yabancı Dil Ağırlıklı Lise’sinden mezun olduktan sonra 2002 yılında Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeodezi ve Fotoğrametri Mühendisliği Bölümüne girdi; 2006’da mezun olduktan sonra 2007’de ZKÜ Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde Yüksek Lisansa başladı; 2009 yılında TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi)’da Harita Mühendisi olarak göreve başladı; halen 2007 yılında girdiği ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans programını sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Esentepe Mah.Esentepe Cad. PK: 50
37200 KASTAMONU-TEİAŞ
Tel : 0 - 366 - 214 64 88 /169
Fax : 0 - 366 - 214 44 22
E-Posta : necatyil18@hotmail.com

Nejat YILMAZ