

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KIYI ALANLARI YÖNETİMİ VE MORFOLOJİK  
DEĞERLENDİRME:  
TERKOS KIYI ALANI ÖRNEĞİ**

**İnşaat Müh. Tayfun Cihan RAKICI**

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez danışmanı : Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL (YTÜ)**

**İSTANBUL, 2008**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	v
KISALTIMA LİSTESİ .....	vi
ŞEKİL LİSTESİ .....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	ix
ÖNSÖZ .....	x
ÖZET .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. KIYI ALANLARI YÖNETİMİ .....	1
1.1 Giriş .....	1
1.1.1 Kıyı Alanlarının Politik Tanımı .....	1
1.1.2 Kıyı Alanlarının Bilimsel Tanımı .....	1
1.2 Kıyı Alanlarında Fiziksel ve Kurumsal Altyapılar .....	2
1.2.1 Kıyı Alanlarında Fiziksel Altyapı .....	2
1.2.1.1 Planlama ve Kıyı Koruma Önlemleri .....	2
1.2.1.2 Kıyı Koruma Çalışmaları .....	4
1.2.1.3 Morfolojik Modelleme .....	10
1.2.1.4 Katı Madde Taşınımı ve Morfoloji .....	12
1.2.2 Kurumsal Altyapı .....	12
1.2.2.1 Sosyo Ekonomik Alt Sistem .....	13
1.2.2.2 Kıyı Sistemindeki Kullanıcı Faydaları .....	15
1.2.2.3 Sosyo-ekonomik Durum .....	18
1.2.2.3.1 Kıyı Alanları Yönetimine Dahil Olan Kurumlar .....	18
1.2.2.4 Yasal ve Kurumsal Durum .....	19
1.2.2.5 Ekonomik Durum .....	20
1.2.2.6 Pazarlama Sistemi .....	21
1.2.2.7 Refah Ekonomisi .....	22
1.2.2.8 Kar Maliyet Analizi .....	23
1.2.2.9 Ekonomik ve Finansal Analiz .....	24
1.2.2.10 Sosyo-ekonomik Faaliyetlerin Sunulması .....	25
1.2.2.11 Sektörel ve Bölgesel Sunum .....	25
1.2.2.12 Çevresel Etki .....	26
1.2.2.13 Toplumsal Durum .....	27
1.2.2.14 Politik Durum .....	29
1.2.2.14.1 Politika ve Sistem Analizi .....	30
1.2.2.14.1.1 Alternatif Yönetim Stratejilerinin Geliştirilmesi .....	30
2. KIYI ALANLARINDA UZAKTAN ALGILAMA .....	37

2.1	Uzaktan Algılama .....	37
2.2	Kıyı Alanlarında Kullanılan Uzaktan Algılayıcılar .....	39
2.2.1	Uydular .....	39
2.2.2	Radardlar .....	40
2.3	Uzaktan Algılama Bileşenleri .....	41
2.3.1	Verinin İşlenmesi: .....	43
2.3.2	Veri Elde Etme .....	43
2.3.2.1	Aktif ve Pasif Uzaktan Algılama .....	43
2.3.3	Algılayıcı Sistemler .....	43
2.4	Uydu Yörüngeleri ve Tarama Alanı .....	44
2.5	Görsel Yorumlama .....	45
2.5.1	Elektromanyetik Enerji .....	45
2.5.2	Elektromanyetik Spektrum .....	45
2.6	Enerji Kaynağı ve Hedefle Etkileşim .....	46
2.6.1	Spektral İmza .....	47
2.6.2	Dijital Görüntü .....	48
2.6.2.1	Dijital Görüntünün Özellikleri .....	48
2.7	Görüntü Elde Etme .....	50
2.7.1	Ön İşleme .....	51
2.7.1.1	Düzeltilmeler .....	51
2.8	Görüntü dönüşümleri .....	53
2.9	Sınıflandırma .....	53
3.	TERKOS GÖLÜ JEOMORFOLOJİSİ .....	54
3.1	Topoğrafik Yapı .....	54
3.2	Terkos Havzasının Eşyüksekti Analizi .....	61
3.3	Terkos Havzasının Eğim Analizi .....	62
3.4	Terkos Havzasının Yöneliş (Bakı) Analizi .....	64
4.	TERKOS KIYI MORFOLOJİSİNİN SAYISAL MODELİ .....	68
4.1	Terkos Kıyı Alanının Konumu .....	68
4.2	Terkos Kıyı Alanında Rüzgar ve Dalga İklimi .....	70
4.2.1	Terkos Rüzgar İklimi .....	71
4.2.2	Terkos Dalga İklimi .....	72
4.3	Kıyı Çizgisi Saha Verilerinin (Uydu Görüntülerinin) Değerlendirilmesi .....	75
4.4	Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımının Modellenmesi .....	80
4.4.1	CERC Yöntemi ile Kıyı Boyu Katı Madde Taşınım Hesabı .....	80
4.4.2	Sayısal Model ile Katı Madde Taşınım Hesabı .....	85
4.4.3	Sayısal Model ve CERC (1984) Yönteminin Değerlendirilmesi .....	88
4.5	Kıyı Çizgisinin Modellenmesi .....	88
4.5.1	LITLINE ile Terkos Kıyı Çizgisi Değişiminin Modellenmesi .....	90
4.5.2	Terkos Kıyı Alanı Modelinin (LITLINE) Kalibrasyonu .....	90
4.5.3	Terkos Kıyı Morfolojisinin Sayısal Modelinin Sonuçları .....	92
5.	SONUÇLAR .....	94
EKLER	.....	99
Ek 1	Şekil Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'na göre rüzgar iklimi (Özhan ve Abdalla, 1999) .....	99

Ek 2	Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'na göre dalga iklimi (Özhan ve Abdalla, 1999) .....	100
Ek 3	Terkos Gölü ie Karadeniz'in en yakın olduğu ve geri çekilmenin en fazla olduğu bölge .....	101
Ek 4	Terkos kıyı alanının modellenmesi sonucu oluşan kıyı çizgisi.....	102
KAYNAKLAR.....		103
ÖZGEÇMİŞ.....		104

## SİMGE LİSTESİ

$d_{50}$	Katı madde tanelerinin %50'sinin geçtiği çap
E	Gelen enerji
f	$H_0$ yüksekliğinde $\theta_0$ açısına sahip dalganın bir yılda kıyıya etki etme yüzdesi
$f(\theta_0)$	Yön terimi
H	Dalga yüksekliği
$h_{act}$	Aktif derinlik
$h_c$	Kapama derinliği
$H_s$	Belirgin dalga yüksekliği
İ	İletim
k	Pürüzlülük katsayısı
N	Fırtına süresi
Q	Kıyı boyu katı madde taşınım debisi
$Q_{sağ-sol}$	Sağdan sola taşınan kıyı boyu katı madde debisi
$Q_{sol-sağ}$	Soldan sağa taşınan kıyı boyu katı madde debisi
$Q_{net}$	Kıyı boyu net katı madde taşınım debisi
$Q_{top}$	Toplam katı madde taşınım debisi
t	Zaman
T	Dalga periyodu
Ya	Yansıtılan enerji
Yu	Yutulan enerji
$\Delta t$	Zaman aralığı
$\Delta x$	Kıyı çizgisi değişim miktarı
$\theta_0$	Derin deniz dalga geliş açısı
$\sigma_g$	Malzemenin geometrik standart sapması

## KISALTIMA LİSTESİ

BKAY	Bütünleşik Kıyı Alanı Yönetimi
CERC	Coastal Engineering Research Center
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
DHI	Denmark Hydraulic Institute
DLH	Demiryolları, Limanlar ve Havameydanları
EC	European Comission
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
G	Güney
GB	Güney Batı
GD	Güney Dogu
GPS	Global Positioning System
GSMH	Gayrisafi Milli Hasıla
IMCO	Inter-governmental Maritime Consultative Organization
KAY	Kıyı Alanları Yönetimi
N	North
NE	North East
NNE	North North East
NNW	North North West
NW	North West
RADAR	Radio Detecting And Ranging
RS	Remote Sensing
SPM	Shore Protection Manual
UN	United Nations
1-D	1 Dimensional
2DH	2 Dimensional Horizontal
3-D	3 Dimensional

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Kumul topuğu kaplaması .....	8
Şekil 2.1 Tarihte kullanılan ilk uzaktan algılayıcılar.....	38
Şekil 2.2 Kuşların uzaktan algılama için çektiği hava fotoğrafları .....	38
Şekil 2.3 Radar sistemi kullanılarak çıkarılan arazi profili .....	40
Şekil 2.4 Uzaktan algılama yöntemiyle oluşturulan fotoğraflar.....	41
Şekil 2.5 Uzaktan algılama bileşenleri .....	42
Şekil 2.6 Aktif ve pasif uzaktan algılamanın çalışma şekli.....	43
Şekil 2.7 Algılayıcı platformlar .....	44
Şekil 2.8 Dört çeşit yörünge sistemi bulunmaktadır.....	44
Şekil 2.9 Elektro manyetik spektrumun dalga boyları .....	46
Şekil 2.10 Yüzeye gelen enerjinin yüzey ile etkileşimi .....	46
Şekil 2.11 Yeryüzündeki bazı maddelerin spektral yansımaları .....	47
Şekil 2.12 Pikseller ve dijital değerlendirme.....	48
Şekil 2.13 (1) 2 bitlik görüntü ve (2) 8 bitlik görüntü.....	49
Şekil 2.14 Üç farklı çözünürlükteki uydu görüntüleri.....	50
Şekil 2.15 Deprem öncesi ve sonrası İzmit körfezi.....	50
Şekil 2.16 Doğal ve yapay renkli görüntüler.....	51
Şekil 2.17 Görüntülerdeki hata çeşitleri .....	52
Şekil 2.18 Geometrik düzeltme işlemi .....	52
Şekil 2.19 Görüntülerin sınıflandırılması .....	53
Şekil 3.1 İstanbul İline ve Terkos Havzasına batıdan-doğuya uydudan genel bir bakış.....	54
Şekil 3.2 Terkos havzası ana jeomorfolojik şekilleri analizi grafiği.....	55
Şekil 3.3 Ormanlı Köyü'nden güneybatıya Istranca (Yıldız) dağlarına bakış .....	58
Şekil 3.4 Tayakadın Köyündeki kumlu, çakıllı, milli örtü formasyonlarına bakış .....	59
Şekil 3.5 Ormanlı Köyünden Terkos Gölü batısındaki bataklık ve sazlık taban araziye ile kuzeyindeki kumul sırtlarına bakış .....	59
Şekil 3.6 Terkos Gölü falezlerine ve kıyı kordonuna kuzeye bakış.....	60
Şekil 3.7 Terkos Gölü ( <a href="http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi14/isletme.htm">http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi14/isletme.htm</a> ) .....	60
Şekil 3.8 Terkos havzası eşyükselti analizi grafiği .....	62
Şekil 3.9 Terkos havzası eğim analizi grafiği.....	63
Şekil 3.10 Terkos havzasının yöneliş (bakı) analizi grafiği .....	65
Şekil 3.11 İstanbul İlinin uydu görüntüsü (Karadeniz üzerinden güneybatıya doğru genel bir bakış) (NASA verilerine göre; Aydingöz, 2003'den).....	66

Şekil 3.12 İstanbul'un 1/500.000 ölçekli genelleştirilmiş jeomorfoloji haritası (Erinç v.d. 1984'den kısmen alınmıştır).....	66
Şekil 3.14 Büyük İstanbul içme ve kullanma suyu projesi ( <i>DSİ'den</i> ).....	67
Şekil 3.15 Terkos gölü ve drenajı (İnandık, 1965'den).....	67
Şekil 4.1 Terkos Gölü havzasının konumu (Google,2006).....	68
Şekil 4.2 Terkos Gölü Karadeniz kıyı şeridindeki erozyon.....	69
Şekil 4.3 Tekos kıyı şeridindeki erozyonun yol açtığı hasarlar.....	69
Şekil 4.4 Terkos kıyı şeridinin batıdan doğuya doğru görünüşü (Ok ile gösterilenler kıyıda oluşan muskaldır).....	70
Şekil 4.5 Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'ndan elde edilen eklenik rüzgar hızı aşılma olasılığı grafiği .....	71
Şekil 4.6 ECMWF verileri kullanılarak Terkos kıyı alanında ölçülen rüzgar şiddetlerinden elde edilen rüzgar gülü.....	72
Şekil 4.7 Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlasından elde edilen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri eklenik aşılma olasılığı grafiği .....	73
Şekil 4.8 MIKE 21 sayısal modelinden elde edilen dalga gülü.....	73
Şekil 4.9 Terkos kıyı alanı için sayısal modelden elde edilen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri eklenik aşılma olasılığı.....	74
Şekil 4.10 IRS1-C, 1996 görüntüsü.....	76
Şekil 4.11 IRS1-D 2000 görüntüsü .....	77
Şekil 4.12 IKONOS, 2003 görüntüsü.....	77
Şekil 4.13 IKONOS, 2006 görüntüsü.....	78
Şekil 4.14 Terkos kıyı çizgisinin değişiminin uydu görüntüleriyle saptanması.....	79
Şekil 4.15 Modelde kullanılan 2003 yılı Terkos kıyı alanı çizgisi ve profillerin başlangıç yerleri.....	86
Şekil 4.16 Terkos kıyı çizgisinde kullanılan kıyıya dik 1. profil .....	87
Şekil 4.17 Terkos kıyı çizgisinde kullanılan kıyıya dik 2. profil .....	87
Şekil 4.18 Litline modelinin kalibrasyonu için düzeltilmiş kıyı çizgisi .....	91
Şekil 4.19 Terkos'ta kıyıya yakın kum alımı yapan gemiler oklarla gösterilmiştir. ....	93
Şekil 4.20 Terkos kıyı alanında yapılan tahkimat ve kıyıya etkisi.....	93

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1 İnsan ve doğa kaynaklı erozyonun nedenleri .....	3
Çizelge 1.2 Kıyı koruma yapılarının örnek alındığı doğal yapılar ile karşılaştırılması .....	4
Çizelge 1.3 Literatürde yer alan çevresel fonksiyonlar .....	14
Çizelge 1.4 Kıyı bölgelerinde üretilen ürün ve hizmetler .....	17
Çizelge 3.1 Terkos havzası ana jeomorfolojik birimleri analizi tablosu .....	56
Çizelge 3.2 Terkos havzası eşyükselti analizi tablosu.....	61
Çizelge 3.3 Terkos havzası eğim analizi tablosu.....	63
Çizelge 3.4 Terkos havzasının yöneliş (bakı) analizinin tablosu .....	65
Çizelge 4.1 Uzun dönem derin deniz belirgin dalga yüksekliği olasılık denklemleri ( Şekil 4.9'a göre).....	75
Çizelge 4.2 Terkos bölgesinde dalgaların yönlere göre bir yıl içinde oluşma süreleri ve oluşma yüzdeleri.....	75
Çizelge 4.3 CERC (1984) metodu ile hesaplanan yönlere göre katı madde taşınım miktarları83	
Çizelge 4.4 CERC (1984) metodu ile hesaplanan yönlere göre katı madde taşınım miktarları ( ENE, E, ESE, WNW) .....	84
Çizelge 4.5 Sayısal modellemede kullanılan bazı parametreler .....	88
Çizelge 4.6 CERC yöntemi ve Litdrift yazılımında hesaplanan yıllık katı madde taşınımları	88
Çizelge 4.6 Kalibrasyonlar öncesi ve sonrası yıllık katı madde taşınım miktarları .....	91

## ÖNSÖZ

Lisans, yüksek lisans ve tez çalışmam süresince tecrübesini, bilgisini ve desteğini esirgemeyen, önerilerine ve bilgi birikimine her zaman ihtiyaç duyacağım tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL'e tüm kalbimle teşekkürlerimi sunuyorum.

Kendisine her danıştığım da sorularıma samimiyetle çözüm arayan, lisans ve yüksek lisans öğrenimin süresince her zaman destek olan Sayın Prof. Dr. Esin Çevik'e tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince her zaman bilgisini paylaşan, yardımını hiçbir zaman esirgemeyen hocam H.Anıl ARI'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Tüm hayatım boyunca bana her konuda destek olan, sevgi ve desteklerini bana her zaman hissettiren aileme minnetlerimi sunuyor, bu tezi onlara ithaf ediyorum.

Ağustos 2008

T.Cihan RAKICI

## ÖZET

Kıyı alanları ve kaynakları ülkelerin en değerli doğal varlıkları arasındadır. Birleşmiş Milletler (BM,1992) kararlarına göre kıyısı olan devletler kıyı alanlarını ve kaynaklarını sürdürülebilir kalkınma anlayışına uygun bir şekilde kullanması konusunda yükümlüdürler. Kıyısı bulunan her ülke kendi menfaat ve geleceği için bu zenginliklerden sürdürülebilir bir şekilde yararlanmalıdır.

Kıyı alanlarında balıkçılık, liman faaliyetleri, gemi taşımacılığı, turizm ve ekolojik sistem gibi korunması gereken hassas dengeler bulunmaktadır. Ülkemizde kıyı alanı yönetiminin öneminin hala farkına varılamaması, sürdürülebilir kalkınma planlarının yapılmaması, kanuni eksiklikler ve denetleme kurumlarının yetersiz kalması gibi nedenler yüzünden kıyı alanlarımız ciddi tehlike altındadır. Bu tez çalışmasında kıyı alanlarının yönetimi ve gerekli sistemleri açığanmış ve etkin bir kıyı alanı yönetim planının oluşturulması gereken İstanbul'un önemli içme suyu kaynaklarından biri olan Terkos Gölü Havzası'ndaki kıyı çizgisi değişimindeki sorun ortaya konularak sayısal model ile desteklenmiştir.

Birinci bölümde, kıyı alanlarının tanımı yapılarak kıyı alanlarındaki kurumsal ve fiziksel altyapılar açıklanmıştır.

Uzaktan algılama sistemleriyle yeryüzündeki değişimler hızlı ve doğru şekilde belirlenerek problemler kolayca saptanabilir. İkinci bölümde, uzaktan algılama yöntemleri ve kıyı alanlarındaki kullanım amaçları belirtilmiştir.

Ülkemizde erozyona uğrayan kıyıları içerisinde büyük öneme sahip olan ve bütünleşik kıyı alanı yönetim planıyla korunması gereken Terkos Gölü Havzası'nın jeomorfolojisinden üçüncü bölümde bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde ise Terkos Gölü kıyı alanında uzaktan algılama yöntemi kullanılarak kıyı erozyon saptanmış ve Terkos kıyı morfolojisinin sayısal modeli oluşturulmuştur.

Son bölümde ise kıyı alanlarının yönetiminin ülkemiz için önemine vurgu yapılarak Terkos Gölü'nün su kaynağı olarak sürdürülebilir bir şekilde kullanılmaya devam edilebilmesi ve bu kıyı alanında etkin bir kıyı yönetim planının oluşturulması gerekliliği ortaya konulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kıyı alanları yönetimi, uzaktan algılama, kıyı çizgisi değişimi, kıyı boyu katı madde taşınımı, erozyon, Terkos kıyı alanı

## ABSTRACT

Coastal areas and sources are among the most valuable natural wealth of the countries. According to UN's determination (1992) countries those have coasts are liable to use coastal zones and sources conformable to sustainable development apprehension. Every country that has coasts must get the advantage of this wealth sustainable for their own benefit and future.

There are sensitive counterpoises at coast areas such as fishing, port facilities, tourism and ecological system that must be protected. In our country coastal areas are under serious danger due to inconsideration of importance of coastal zone management, not to actualize sustainable development plans, legal deficiencies and insufficient control establishments. In this thesis coastal zone management and necessary systems has been explained. The problem in coastline change of Terkos Lake Basin, which is one of the most important drinking water source in Istanbul needing to have an efficient coastal zone management plan, has been demonstrated and supported with a numerical model.

On the first section; description of coastal zone has been done, institutional and physical infrastructures have been explained.

On the second section; remote sensing methods and their usage purposes at coastal zones have been pointed out. Problems can be easily determined via remote sensing systems by defining the changes on the earth fast and correctly.

On the third section; geomorphology of Terkos Lake Basin which has been pointed out which has great importance among the coasts that erosion has occurred in our country and that needs to be protected with an integrated coastal zone management.

On the forth section; coast erosion has been determined at Terkos Lake coastal zone by applying remote sensing method and numerical model of Terkos coast morphology has been composed.

Finally, importance of coastal zone management for our country has been underlined an necessity of an effective coastal zone management for Terkos Lake coast has been presented in order to keep continue to use as a sustainable water source.

**Keywords:** Coastal zone management, remote sensing, shoreline change, longshore sediment transport, erosion, Terkos coastal zone

## **1. KIYI ALANLARI YÖNETİMİ**

### **1.1 Giriş**

Kıyı alanları yönetimindeki amaç dinamik, çok-disiplinli, yenilenen süreçler süresince kıyı alanlarında sürdürülebilir kalkınmayı sağlamaktır. Kıyı alanı yönetiminde veri toplama, planlama, karar alma, uygulamaların takibi ve idare gibi döngüleri bulunmaktadır.

Günümüzde kıyı alanlarında Bütünleşik Kıyı Alanı Yönetimi (BKAY) benimsenmeye başlanmıştır. BKAY tanımı içindeki 'Bütünleşik' kavramı; amaçların ve ayrıca bu amaçlara ulaşmak için gerek duyulan bileşenlerin bütünleştirilmesini ifade eder. Tüm uygun politika alanları, sektörleri ve idare seviyelerinin bütünleştirilmesi amaçlanmaktadır. 'Bütünleşik' kavramı; hedef alınan bölgenin karasal ve denizel bileşenlerinin zaman ve yer olarak bütünleştirilmesi anlamındadır.

#### **1.1.1 Kıyı Alanlarının Politik Tanımı**

Kıyı alanlarının tanımları uzmanlık alanlarına göre çeşitli gruplarca farklı şekilde yapılabilmektedir. Kıyı alanlarının kanunlardaki tanımları aşağıda detaylıca verilmiştir.

**Kıyı:** Kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasında kalan alandır.

**Kıyı Çizgisi:** Deniz, göl ve akarsularda, suyun taşkın durumları dışında kara parçasına değdiği noktaların birleşmesinden oluşan meteorolojik olaylara göre değişen doğal çizgidir. Tabii ve suni göllerde Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğüne belirlenen maksimum su kotu kıyı çizgisini belirler.

**Kıyı Kenar Çizgisi:** Deniz, tabii ve suni göl ve akarsuların, alçak basık kıyı özelliği gösteren kesimlerinde kıyı çizgisinden sonra kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu kumsal ve kıyı kumullarından oluşan kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık ve benzeri alanların doğal sınırı; dar-yüksek kıyı özelliği gösteren yerlerde ise şev ya da falezin üst sınırıdır.

#### **1.1.2 Kıyı Alanlarının Bilimsel Tanımı**

Kıyı deniz ile karanın birleştiği yerdir. Kıyıyı şekillendiren doğal süreçler oldukça dinamik bir yapıya sahip olmakla beraber, zaman ve mekana göre de değişmektedir. Bu nedenle bu hat,

gel-gitlerin alçalıp yükselmesi ve fırtınalar nedeniyle sürekli değişmekte ve kara ile deniz arasında bir etkileşim bölgesi yaratmaktadır. Kumsallar, mangrovlar, mercanlar gibi yapıları içeren bu etkileşim bölgesinin en önemli parçası, kıyı çevrelerine tatlı su ve katı madde taşıyan nehirlerdir ( Alder, Kay, 1999).

## **1.2 Kıyı Alanlarında Fiziksel ve Kurumsal Altyapılar**

Fiziksel ve kurumsal altyapılar insanların doğal sistemlere olan müdahalesiyle ilgilidir. Fiziksel altyapılar özellikle kıyı yapılarının planlanmasına ve kıyı koruma uygulamalarına odaklanmıştır. Kurumsal altyapı ise esas olarak idari ve hukuki usullerle ilgilenmektedir.

### **1.2.1 Kıyı Alanlarında Fiziksel Altyapı**

#### **1.2.1.1 Planlama ve Kıyı Koruma Önlemleri**

Limanlar çoğunlukla karaların iç kısımlarına kadar ilerleyen nehir kanallarının deniz ile bağlantılı olduğu nehir ağızlarına kurulmaktadır. Bu gibi durumlarda kıyı yapılarının amacı kanal girişlerindeki kumlanmadan (kıyı boyu katı madde taşınımı ve nehirlerin taşıdığı katı madde) veya dalga etkisinden korumaktır.

Liman yeri seçimi diğer etkilerle birlikte önceden belirlenmediği zaman, en uygun yerleşim hem kıyı boyu katı madde taşınımının hem de dalga etkisinin en küçük olduğu yer olacaktır. Gerçekte bu gibi yerleri bulmak oldukça zor olmaktadır. Genellikle karaya doğru gelişime uygun ve iç bağlantı yolları bulunan bir arazinin kullanılabilirliği daha önemlidir. Limanları kıyı boyu katı madde taşınımından ve dalga etkilerinden korumak için dalgakıran inşa etmek ekseriyetle zorunluluk haline gelmiştir.

İnsan yapımı yapılar ve aktif olarak insanların kumsal malzemesini alarak neden olduğu erozyonlar, doğal kuvvetlerin bir kıyı alanı üzerinde sebep olduğu erozyon miktarını arttırmaktadır. Tablo 1.1’de doğa ve insan kaynaklı erozyon gözden geçirilmiştir. Yapay beslemeden başka bütün kıyı koruma işlemleri ardışık kumsallarda ters etki oluşturabilmektedir. Burada vurgulanmak istenen, kıyı bölgelerindeki inşaat faaliyetleri ilk önce profesyonel yollarla incelenip gözden geçirilmelidir. Doğal ekosistem içerisinde kıyı alanlarında erozyon olduğu gibi yığılma ve birikme süreçleri de vardır. Gerçekte doğada var olmayan hiçbir koruma yöntemi insanlar tarafından başlatılmamıştır. Tablo 1.2’de doğanın

korucu özellikleri ve bunların eş değeri insan yapımı örnekleri verilmiştir.

Çizelge 1.1 İnsan ve doğa kaynaklı erozyonun nedenleri

Doğa	İnsan
Deniz seviyesinin artması	Barajlar, kanallar ve diğer kıyı yapılarının neden olduğu yükselme ve gel-gitlerin yığılması
Çıkıntı yapan burunlar, sığ kayalıklar ve kayaların neden olduğu aşağı kıyı erozyonu	Kıyı duvarları, dalgakıranlar, jettüler vb. lerin neden olduğu aşağı kıyı erozyonu
Gel-gite bağlı girişler ve nehirlerin dışa akışı nedeniyle kıyı boyu taşınımın engellenmesi	İnsan yapımı yapı girişleri nedeniyle kıyı boyu taşınımın engellenmesi
Sürüklenme miktarının hızla artması nedeniyle kıyı şeridi şeklinin değişimi	Denizde yapılan dolgunun çıkıntı yapan boyutunun yerel kıyı çizgisi şeklini temelden değiştirmesi
Nehir çıkışlarına taşınan katı maddenin kıyıya taşınmasının bariyerlerle engellenmesi, su taşkınları dolayısıyla çıkış yerlerinin değişimi, erozyonlar, tektonik hareketler vb.	Savak malzemesi sağlamadan nehirlerle set çekmek, suyu ve katı madde akışını azaltan sulama projeleri, kumsallardan inşaat ve diğer amaçlarla malzeme çıkarılması

Bir erozyon-aşınma probleminde çözüm için üç temel seçenek vardır: a) hiçbir şey yapmamak. b) tehlikedeki yapıların yerinin değiştirilmesi. c) olumlu düzeltici önlemler. Üçüncü çözüm doğrudan kıyıyı koruyan yapıları içermektedir, bu yapılar dalgayı durdurur ve enerjisini harcar, toprak eğimini kaymaya karşı korurlar. Hiçbir şey yapmamak, genellikle farklı alternatifleri değerlendirmek için yardımcı karardır. Çünkü çoğu çözüm tatminkar yatırımları gerektirir, bu çözümü (a) kullanarak potansiyel kayıpları tahmin etmek tercih edilebilir. Bazen yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmış yapıların yerini değiştirmek, kıyı koruma işleminin maliyetine göre daha az maliyetle yapılabilir. İstenilen geri çekilme dikkatlice değerlendirilmelidir. Çünkü bir yapıyı hareket ettirmek gibi hatırı sayılır bir harcama, istenilen geri çekme sonradan yetersiz kalırsa boşa gitmiş olur.

Erozyona uğrayan kıyı bölgesini koruma ve yenileme işlemi, çalışma prensiplerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

1. Kumun yapay olarak tedarik edilmesi (kıyı yenileme),

2. Dalgaları erozyona uğrayabilecek katı maddeye ulaşmasını önleyen yapılar; perde duvarlar, kıyı duvarları, kaplamalar ve açık deniz dalgakıranları,
3. Kıyı boyu taşınımı yavaşça azaltan yapılar, mahmuzlar (katı maddeyi tutarlar) veya açık deniz dalgakıranları (kıyı bölgesinde dalga enerjisini azaltırlar).

Çizelge 1.2 Kıyı koruma yapılarının örnek alındığı doğal yapılar ile karşılaştırılması

<b>Doğa</b>	<b>İnsan</b>
Kıyı kayalıkları	Kıyı duvarı
Sığ kayalıklar	Batık perde duvar ve ya taş dolgu dalgakıran
Kayalık adalar	Açık deniz dalgakıranları
Doğal burunlar	Kıyı çizgisine dik veya belli bir açıdaki dalgakıranlar
Kıyıya dik kayalıklar	Mahmuzlar
Deniz tabanı bitki örtüsü	Taban şilteleri
Deniz yüzeyinde bitki örtüsü	Yüzen dalgakıran
Kumul	Set
<b>Doğadaki kıyıya katı madde taşınımı</b>	<b>İnsan kaynaklı katı madde taşınımı</b>
Rüzgar akıntısı	-
Nehirler	Karadaki kaynaklardan kıyı yenileme (yapay besleme)
Kıyı erozyonu	
Kıyı boyu akıntısı	-
Deniz dibi taşınımı	Açık deniz kaynaklarından yapay besleme
Gel-gite bağlı girişlerde doğal kum geçişleri	Gel-gite bağlı girişlerde mekanizma ile kum geçişi

### 1.2.1.2 Kıyı Koruma Çalışmaları

Bu bölümde farklı tipte kıyı koruma çalışmalarına değinilmektedir. İnsan yapımı değişiklikler (kıyı koruma çalışmaları) gereklidir çünkü kumsallar erozyona uğramaktadır. Aslında biriken kumsallar nadir güncel sorunlardır (kumsalların yığılarak genişlediği durumlarda , deniz geri çekildiğinden uğrak dinlenme yerleri çekiciliğini kaybetmektedirler). Burada üzerinde durulan nokta yapılarda kendi inşaat detaylarındaki değişikliklerden çok, çeşitli insan yapımı değişikliklerin morfolojik neticeleridir.

## **Sıfır Seçenek**

Problemlerden kaçınmanın en ucuz ve en kolay yolu hiçbir şey yapmamak ve sorunlu araziye terk etmektir. Genelde bu durum tercih edilir değildir.

## **Yapay Kumsal Beslemesi**

Erozyona uğrayan kumsalda en basit ve en güvenilir koruma yöntemi diğer kaynaklardan kum sağlamaktır. Yapay beslemeyi gerçekleştirmek için bu gibi çeşitli soruların cevaplanması gerekmektedir; ne çeşit besleme yapılması ve hangi çapta malzeme kullanılması gerekmekte, sağlanacak katı madde miktarı ne kadardır, katı maddenin nereden alınması gerekmektedir.

Kumsal besleme işlemleri farklı üç sınıfta değerlendirilebilir;

- Kum stoğu yapmak;
- Gerekli olan yerlere doğrudan kum yerleştirmek;
- Sürekli besleme yapmak;

Kum stoğu kıyı bölgesinde katı madde taşınımına kaynak olması için belirli miktardaki kumu kumsala yerleştirme işlemidir (ve sonuçta aşağı kıyı kumsallarına fayda sağlamaktadır). Kum stoğu metodunun, erozyona uğramış katı madde miktarını bir kaç seferde telafi etmek zorunda olsa da birçok başarılı örnekleri mevcuttur. Doğrudan kum yerleştirme yönteminde, dolgu malzemesi bütün kıyının uzağından alındığı için kum stoğu yönteminden farklıdır.

Sürekli besleme yöntemi genellikle kumu by-pass (kumun birikme tarafından erozyon tarafına hidrolik veya mekanik yolla taşınması) etmek için kullanılır. Günümüzde birçok kıyı alanının geri kazanılmasında bu yöntem kullanılmaktadır. Ayrıca sabit ya da yüzen bitkiler sayesinde bu yöntemle beslenerek oluşturulan kumsallardaki katı maddenin tutulması sağlanmaktadır.

Kumsal beslemede genellikle ilk iki seçenek tercih edilir, üçüncü seçenek ise kıyı boyu katı madde taşınımını engellemek için liman girişlerinde by-pass yapmak için kullanılır.

Erozyon miktarını azaltmak için, ödünç kumun tane çapı doğal kumun çapından büyük olmalıdır. Bununla birlikte, tane çapları arasındaki farklılık çok büyük olmamalıdır çünkü kabul edilemez dik eğimin gelişmesine ve/ veya kaba kumun azalan hareketliliği sonucunda aşağı kıyı kumsalının erozyonuna sebep olabilir.

Sağlanan katı madde miktarı kıyı boyu katı madde taşınımının eğim oranıyla yakından

ilgilidir. Kıyı boyu kayıplar, besleme süresi ve kum hacminin düzenlenmesi belirli kıyılara sağlanan toplam hacmin belirlenmesinde ve kumsal profilini dengede tutmak için gereklidir. Ödünç kum açık denizden, karadan ya da korunaklı su alanlarından karşılanabilir. Bazen ödünç kum, yerel kazı projelerinden başka amaçlar için çıkarılan kumlardan, örnek olarak inşaat ve liman genişletmesi için yapılan kazı çalışmalarından elde edilen kumlardan sağlanabilir. Diğer bir kaynak sağlama yolu yakın kumsalda birikmiş kumu kazarak almaktır. Çoğunlukla, bir kumsaldaki erozyon diğer bir kumsaldaki birikmeyle birlikte gerçekleşir. Bir liman ağzının iki tarafındaki birikme ve erozyon hali buna bir örnektir.

Kumsallardan veya kazı işlerinden kum elde edilemediği zamanlar, gerekli malzeme açık denizden temin edilebilir. Bu tip malzeme kıyıda yeterince uzaktan seçilmelidir. Kıyı çizgisinden yeterince uzaktan (birkaç mil) kum alınması bölgedeki ardışık kıyı alanlarını etkilememektedir.

Katı madde kara yolu taşınımı ile de sağlanabilir. Yavaşça erozyona uğrayan kumsallar için kumu karadan devamlı taşımak aşırı pahalı olabilir. Kıyı koruma için bir kumlu denizden takviye etmek daha ekonomik olabilir. Kumulları alçaltıp genişletmek suretiyle onları daha kalıcı yapmak ve gelecekteki kum kayıplarını en aza indirmek için kumul şekilleri değiştirilir. Kum ileriye hareket ettirerek kumul tepesini yükseltmek zorunda kalınabilir. Bir başka taraftan da bütün kıyı çizgisi geri çekilişi azaltılmalıdır. Kıyı beslemenin farklı ve gerçek faydası yenilemeden sonra doğal kıyı gelişiminin gerçekleşmesidir.

Kıyı beslemenin diğer dikkati çeken faydası maliyetidir. Genellikle insanların kıyı korumak için yaptığı diğer işlerden daha az maliyette yapılır. Geçici bir çözüm olduğu halde yapay kıyı beslemenin dezavantajı, eğer besleme sürekli değilse durum tekrar edecektir. Örnek olarak, 1952 yılından beri her yıl Hollanda kıyılarına yaklaşık 0.8 milyon metreküp kum konulmuştur (Roelse, 1985). 1990 yılından itibaren Hollanda da yıllık ortalama 6 milyon metreküp kıyı besleme yapılmıştır.

### **Mahmuzlar**

Kıyı boyu katı madde taşınımından dolayı erozyona uğrayan kumsalları denge haline getirmek için kullanılan çok etkili bir yapıdır. Mahmuzlar kırılma bölgesine kadar uzatılmalı ve etkili olabilmesi için üst kotu sahin su seviyesinin üzerinde olmalıdır. Genellikle kıyı boyu katı madde taşınımının kısmi olarak kesilmesi stabil kumsal meydana getirmek için yeterli olabilir, bundan sonra daha alçak ve kısa mahmuzların inşası kabul edilebilir.

Mahmuzların yerleştirilmesinde, mahmuzlar arası mesafeler, mahmuzların yüksekliği, uzunlukları ve dalga geliş açısına göre hizalama ilişkileri ayrıca önemlidir. Mahmuzlar arasında kalan kıyı, yaklaşmakta olan dalga tepesine daha fazla veya daha az paralel hale gelir. Kumsallar oldukça geniş açıklıklı mahmuzlar sayesinde gelen dalga tepesine neredeyse paralel hale gelirler. Bazen mahmuzlar kıyı boyunca boylarına yakın uzunluktaki aralıklarla yerleştirilebilirler. Mahmuzların inşaatı pahalı olması nedeniyle, uygun aralıklarla yerleştirmek önemli hale gelmiştir. Ancak, mahmuzların yerleştirmesinde kesin bir kural yoktur. Mahmuz inşaatları ile ilgili detaylar SPM’de verilmiştir (1984).

Bir sıra mahmuzun kıyı çizgisinin aşağı kıyı bölgesindeki etkisi nedir? Mahmuzlarla korunan alan erozyona uğramayacak ancak kıyı boyu taşınım engellenecektir. Bu yüzden son mahmuzdan sonra aşağı kıyı şiddetli erozyona uğrayacaktır. Mahmuzlar erozyon probleminin yerini basitçe değiştirmeye yararlar.

Mahmuz inşaa etmek hala yararlı bir çözüm olabilmektedir. Kumsalın bir parçasının erozyona karşı stabilite problemine yoğunlaşılmasıyla, diğer ardışık alanlarda az da olsa erozyona neden olunabilir. Ayrıca mahmuzlar kıyıya dik katı madde taşınımına veya açığa katı madde taşınımına biraz engel olabilmektedir.

### **Sıra Kazıklar**

Mahmuzların değişik bir şekli de sıra kazıklardır. Bir sıra kazık kırılma bölgesine kadar uzatılır, kazıklar bir ya iki kazık çapı aralıklarla çakılır. Kıyı boyu akıntısı sıra kazıklardan geçebilmektedir, fakat kazıklar arasındaki katı maddenin sürtünmesi arttığı için bu durum kıyı boyu akıntısının azalmasına neden olur. Mahmuzların neden olduğu istenmeyen durum olan, kıyı boyunca taşınan katı maddeyi kısmen tutmakta fakat sıra kazık mahmuzun azalttığı kıyı boyu akıntı hızları nedeniyle daha az katı madde taşınmasına neden olmaktadır. Ayrıca, sıra kazıklar kıyıya dik katı madde taşınmasını engellemezler.

### **Kıyı Duvarları**

Kıyı duvarları kıyı çizisine paralel tasarlanırlar, kıyıya dik açığa doğru katı madde taşınımını engellemek için inşaa edilirler. Kıyı duvarlarının özel bir halinde, kıyı erozyonunu sınırlandırmak için bir sıra kum tepesi ile tasarlanmasındır. Bir başka düşey kıyı duvarı da

setlerdir. Setler kıyı gerisinde malzeme bulunmayan ve kum tepelerinin kıyıyı koruyamayacak kadar küçük olduğu yerlerde kara alanını korumak için kullanılırlar.

Düşey yüzlü setin topuğunun yakınında oluşacak erozyonun maksimum derinliğini tahmin etmek yapının tasarımı için çok önemlidir. Yansıma katsayısının yüksek olması nedeniyle kıyı duvarının önünde daha fazla türbülans olacağından yapının topuğu erozyona uğrayacaktır. Topuktaki erozyon miktarının tahmini için kıyı duvarının eğimi önemli bir parametredir. Genellikle düşey yüzlü duvar önündeki erozyon miktarı eğimli duvarın ön yüzündeki erozyon miktarından daha azdır. Bu olayın meydana gelmesinin muhtemel nedeni, düşey yüzlü duvarın önünde oluşan duran dalga formu ve antinode'ların altında düşük taban hızların oluşmasıdır. Duvar doğrultusu duvar önündeki yersel dinamik kuvvetlerin artmasına neden olabilmektedir. Yapının tasarımı sırasında bu dinamik kuvvetlerin önemi kıyı morfolojisinin etkisinden daha önemli olabilmektedir.

Dünyada düşey yüzlü kıyı duvarları yapılmaya başlandığından itibaren, kıyı koruma problemlerini tam anlamıyla çözmek için kıyı duvarı yapımı tavsiye edilmemiştir. Bu yapılar kıyı korumada başarısız olabilir ve hatta daha büyük sorunlara yol açabilirler.

### **Kaplamalar**

Sıklıkla kullanılan kıyı duvarlarının farklı bir çeşidinde kumul topuğu kaplamalarıdır. Şekil 1.1'te bu tip yapıların tasarımları görülmektedir.

Kumul topuğu kaplamaları kumulları özellikle erozyondan korumak için yapılırlar. Ancak bu sistemin kıyı duvarlarına benzer dezavantajları vardır. Korunmuş kıyı sistemi ya da kumulun topuğunun önünde aşırı erozyonun oluşması sistemin aniden çökmesine sebep olabilir.



Şekil 1.1 Kumul topuğu kaplaması

### **Açık Deniz Dalgakıranları**

Kıyı duvarları ve kaplamalar sadece kumsalın önünde veya arkasında inşa edilen yapılardır. Kimi zaman açık denizde yan yana sıralı kıyıya paralel ayırık dalga kıran inşaa etmek daha iyi bir çözüm sağlamaktadır. Ayırık dalgakıranlar karayla bağlantılı olmamakla birlikte, kıyı çizgisinden uzak bağımsız yapılardır.

Bu gibi yapılar kıyı alanının gelişimini ne şekilde değiştirirler? Bir sıra ayırık dalgakıran kıyı boyu akıntısı ya da mahmuzlar gibi katı madde taşınımını doğrudan etkilememektedir. Ayırık dalgakıranlar aralarında kalan dalga şeklini değiştirerek, akıntı yönünü, kıyı boyu taşınımı ve kıyıya dik taşınımı etkilerler. Dalgakıran arkasındaki dalgaların yükseklikleri kırılma ve ayrıca dönme nedeniyle azalmasından dolayı, dalgakıranın arkasındaki yukarı kıyıda taşınan kum miktarı azalır.

Belirli koşullar altında açık deniz dalgakıranlarının arkasındaki kum birikimi dalgakıranlara ulaşana kadar yığılabılır ve tıpkı dünyanın çeşitli yerlerinde adaların ana kara ile birleşmesini sağlayan tombololar, kumullar ve kum tepeleri gibi kumsalların oluşmasını sağlayabilirler. Bu belirli koşullar; dalga iklimi, dalgakıran uzunlukları, ayırık dalgakıranlar arası genişlikler ve orjinal kıyıya olan mesafeleri içermektedir. Eğer birikme dalgakıranına kadar ulaşırsa dalgakıran arkasındaki kıyı boyu taşınım tamamıyla kesilir. Bu durum yüzen atıkların koylarda birikmesini sağlayarak plajların su kalitesinin azalmasına neden olur. Diğer taraftan, kıyı dalgakıranlara doğru biriktiğinde (birikmenin dalgakıranına tam ulaşmadığı durumda) kıyı boyu akıntısının şiddeti yerel dik eğimli plajlara sebep olarak yüzmeye gidenler için tehlike yaratırlar.

### **Biriktirilmiş Kumsallar**

Bu tip kumsallar düşük kretli açık deniz dalgakıranları (yada eşiklerle) ve plaj dolgusu ile birlikte oluşturulur. Bu alternatif durumda kumsalda dalga etkilerine karşı geniş bir tampon bölge oluşturur ve dinlenme, eğlenme gibi alanlar sağlanır. Açık deniz (batık) dalgakıranlar tehlikeli olduğundan, insanların bu tip dalgakıranların olduğu alanlara yaklaşması engellenmelidir.

Tutulan plaj kumunun geçişini engellemek için yapılan eşiklerde, filtre örtü ya da sınıflandırılmış taş çekirdeği kullanılır. Dalga tırmanma bölgesindeki yapı, oyulmalara karşı sağlam olmalı ve tırmanan dalganın kumsal dolgusunu erozyona uğratmasını engellemelidir.

Genellikle biriktirilmiş plajlar düzenli şekilde tekrar doldurulur çünkü bu bölgelerde katı madde kayıpları oluşabilmektedir. Bu tip kumsallar açık deniz eğimlerinin yumuşak olduğu kıyıdan makul uzaklıkta eşik kullanımına uygun sığ suda inşa edilebilmektedir. Normal kumsal beslemesi bu alternatiften daha çok tercih edilmektedir. Bu alternatif daha yapaydır. Kumsal kaynağı için sadece sınırlı miktarda kum bulunduğu, açık deniz dalgakıranı ya da deniz dibinde eşik yapılarak bu tip kumsallar oluşturulur

### **Birikme Kontrolü**

Erozyona uğrayan kumsallar ve kumsalları dengede tutmak için alınacak önlemlerler dikkatlice değerlendirilmelidir. Bütün kıyı problemleri sadece erozyon kaynaklı değildir. Bazen büyümenin zararlı olabileceği bölgelerde kum birikimi kontrol edilmelidir. Bu aşırı birikime en iyi örnek, dalgakıran sonunda tarama yapılmış liman ağzı girişindeki kum geçişi hareketidir. Dalgakıranda kum geçişi miktarını tahmin etmek için tek çizgi teorisi kullanılır. Bu istenmeyen kum hareketinden korunmak için düzenli ve devamlı tarama genellikle zorunludur.

### **1.2.1.3 Morfolojik Modelleme**

#### **1.2.1.3.1 Bir Boyutlu (1-D) Morfolojik Model Kavramı**

Kıyı boyu değişimi, kıyı boyu katı madde taşınımında kıyı çizgisinin değişimine sebep olabilir. Tek boyutlu kıyı çizgisi modelinin temeli, tek-çizgi teorisi, yersel kıyı boyu taşınımının belirlenmesini sağlamaktadır. Kırılan dalgalarla belirlenen bu miktar, sadece yersel dalga geliş açısına bağlıdır. Coastal Engineering Research Center (CERC 1984) formülü kıyı boyu katı madde taşınımının miktarını belirlemek için kullanılabilir. Bu yaklaşım kıyı çizgisini tek çizgi halinde şematize etmeyi gerektirmektedir. Bu çizginin gelişimi, katı madde taşınımı, dalga geliş açısı ve kütlenin korunumu prensibinin uygulanmasıyla değerlendirilerek, kıyı boyu taşınım gradyanı tarafından belirlenir. Kıyı-açık deniz arasındaki katı madde taşınımından olan kum kaybı ya da kum sağlamadan (kıyı besleme) dolayı yeniden şekillenen kıyı profilini, kütlenin korunumu prensibindeki ek terimler düzenlenerek ifade edilir. Bu kategorideki modellerin genel sınır koşulları sadece dalga kırılmasından dolayı kıyı boyu katı madde taşınımıdır. Bu modelle doğru bir şekilde şematize edilen kıyı profilinin değişimi çizgisi elde edilir ve dalgaların kıyıya geliş açısı ve kıyı çizgisinin eğriliği göreceli olarak küçük olması gerekir.

## **Yarı İki Boyutlu (2-D) Morfolojik Modeller**

Önceki bölümdeki tek boyutlu modele iki veya daha fazla kıyı çizgisi eklendiğinde iki boyutlu model ortaya çıkmaktadır. Örneğin iki boyutlu modelde kumsal ve iç kıyı bölgesi vardır. Kıyı boyu katı madde taşınım modeli için kullanılan formülasyon, iki katmanda şematize edilmiş kıyı bölgesindeki kum değişimi (kıyı-açık deniz taşınımı) için verilmiştir. Bu formülasyon kıyı-açık deniz katı madde taşınımını ve gerçek profil ile denge profili arasındaki farkı ifade etmektedir.

Kıyı boyu akıntısını ve katı madde taşınım dağılımını (normal seviyeden kıyı çizgisine) dahil etmek için çok çizgili modeller geliştirilmiştir. Bu gibi modellerde kıyı profili bir dizi çizgi ile ifade edilmektedir. Kıyı boyu akıntısı, rastgele bir dalga alanında dalga kırılma analizi ve enerji dağılımı ifadesinin gerilme akısının teorisinde kullanılmasıyla hesaplanır. Etkili dalga ve akıntının sebep olduğu katı madde taşınım miktarı uygun bir teori ile hesaplanabilir. Her bir alan için su ve kum dengesi analizi batimetri değişimlerine uygundur. Kıyı profili üzerine dalga tırmanmasının neden olduğu kıyı-açık deniz katı madde taşınım modeli; katı madde bütçesi eşitliğini dikkate almaktadır. Tek çizgi modeli temel ilkelerine uygun çok çizgili yaklaşımın avantajı; tek çizgi modeline göre gel-git etkisinin hesabını daha gerçekçi yoldan vermektedir.

### **1.2.1.3.3 İki Boyutlu (2-D) Morfolojik Modeller (İki çizgi yaklaşımı)**

#### **Gel-git Akıntısı**

Gel-git akıntısı, iki boyutlu sığ sudaki hareket ve süreklilik denklemlerinin sayısal çözümüyle modellenmektedir. 2DH adlı model (iki boyutlu yatay) sıklıkla uygulanır ve katı madde taşınımını veren formülle birlikte, gel-git nedenli batimetri değişikliklerini hesaplamak için kullanılmaktadır. Örneğin model akıntı alanını tanımlamak için önemlidir ve kırılma bölgesi dışındaki katı madde taşınımı ile ilişkilendirilmiştir. Açık deniz-kıyı arasındaki kum taşınımının negatif olduğu bölgede kumsal sürekli geri çekilecektir.

#### **Dalga Nedenli Akıntı**

Dalgalar kıyıya yaklaşırken kıyıdaki momentumu da değiştirir. Gerilme akısı teorisi, akıntıya neden olan dalga kuvvetlerinin katkısıyla ifade edilir. Eğer dalga yayılım alanı (örneğin

kırılma ve sapma hesabıyla) biliniyorsa, dalga kuvvetlerinin etki alanları hesaplanabilir. Rüzgar ve gel-git nedeniyle de bu kuvvetler oluşabilmektedir. Gel-git etkisi, gel-git modellenmesi üzerinden türetilir. Artan kuvvetlerin taban kayma gerilmesi ile dengelenmesi 2DH (iki boyutlu yatay) dalga nedenli akıntı modeline uyum sağlamaktadır.

#### **1.2.1.4 Katı Madde Taşınımı ve Morfoloji**

Dalga etkileri ve ilave akıntılar ( gel-git,rüzgar vb. sebepli) bir model içinde tanımlanabilir. Katı madde taşınım miktarı değişimi taban şeklinin değişmesine sebep olabilir. Taşınım miktarı değişimini son hali ile taban değişiklikleri belirlenebilir. Bu döngüdeki işlemler, yeni dalga hesaplamaları ve 2 boyutlu yatay (2DH) morfolojik modelde akım alanı değişiminin bulunması için batimetri değişimi hesabıdır.

#### **1.2.2 Kurumsal Altyapı**

Etkili bir kıyı koruma ve çevre yönetimi için kontrol sistemleri gereklidir. Sistemler gerektiği zamanlarda kullanılmak üzere, kıyı alanı yönetimi için açık ve kesin hedefleri, denetleme gelişmelerini, uygun kısa dönemli ve uzun dönemli önlemleri içermelidirler. Temel olarak, aşağıdaki dört maddede bu sistem tanımlanır:

- Politik sistem, kıyı alanı yönetiminde uzun vadeli hedefleri tanımlar ve çeşitli senaryoların analizi için uygulanacak kriterleri belirler;
- Yasama sistemi, uluslararası kuralların yönetimi, bu tutumun yürütülmesi için ulusal kanunlar ve bölgesel/ yerel düzenlemeleri yapar;
- Mali sistem, gerekli kaynakları sağlar;
- Yürütme sistemi, kıyı alanı yönetimi için ilgili tüm faaliyetlerin sorumluluklarının kapsamını tanımlar.

Farklı tarihsel gelişmeler, mali koşullar, sosyal ve idari kültürler nedeniyle her ülke farklı bir kontrol sistemi geliştirir. Kontrol sisteminin verimliliği kıyı alanının yönetimi başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için önemlidir. Sistemin özelliklerinin ve sorumluluklarının kıyı alanlarının yönetilmesinde söz sahibi olanlar tarafından kabul ettirilmesi gerekmektedir.

### 1.2.2.1 Sosyo Ekonomik Alt Sistem

Sosyo ekonomik alt sistem faydaların, anlaşmazlıkların ve çıkarların çeşitliliğini inceler. Bütün doğal çevreler gibi kıyı bölgelerinin ve küçük adaların insanlar için sosyal ve ekonomik refah sağlayan çeşitli fonksiyonları ve işlevleri vardır. İnsanların mutluluğu doğrudan ya da dolaylı olarak denizcilik veya kıyı sistemleri sayesinde doğal çevrenin faydalarına ulaşabilmeleriyle sağlanmaktadır. Kara alanları ile okyanuslar arasındaki geçiş bölgesi olarak yer alan kıyı bölgeleri, alan olarak küçük olmasına karşın içerisinde mercan kayalıkları, mangrovlar, kumsallar, sulak alanlar gibi farklı ekosistemleri barındıran çok çeşitli fonksiyonlara sahip olan bölgelerdir. Bu fonksiyonların yoğunluğu ve dünyadaki yerleşimleri sayesinde kıyı bölgeleri ve küçük adalar, insanlar için cazip yaşam ve çalışma alanları olmaktadır. Tahminlere göre gelecekte dünya nüfusunun %50-70'i kıyı bölgelerinde yaşayacaktır. Kıyı bölgelerindeki sosyo-ekonomik gelişme eşi benzeri görülmemiş şekilde artmakta ve bu gelişme sayesinde bu alanlardaki yaşayan nüfus artmaktadır.

Genel olarak çevresel fonksiyonların insanlık yararına sunduğu ürün ve hizmetlerin kapasitesi, sürdürülebilir davranışlara ihtiyaç duymaktadır. Sürdürülebilir davranışlar düzenleyici fonksiyonlar, kullanıcı ve üretici fonksiyonları, bilgi fonksiyonları olarak sınıflandırılabilir. (De Groot, 1992; Vellinga vd., 1994) Tablo 5.1'de doğal çevrenin literatürde tespit edilmiş fonksiyonlarına genel bir bakış verilmektedir. Birkaç istisna dışında (zararlı kozmik etkilere karşı koruma gibi), bu fonksiyonların hepsi kıyı alanları ve küçük adalarla alakalıdır. Verilen kıyı alanında en önemli fonksiyonlar ekolojik karakteristiklere bağlıdır, sosyo-ekonomik durumlar ve kıyı alanı yönetimi tartışılmaktadır.

Kıyı bölgeleri, bilinçsiz kullanım ve doğal sistemlerden fazlaca finansal kaynak sağlamak amacıyla kara alanlarının ve kaynakların sınırsızca genişletilmesi etkileri altında kalmaktadır. Bu aşırı kullanım tarım alanlarının ve yönetilen ekosistemlerin artmasına neden olmaktadır. Aşırı kullanım sadece kaynak stoklarının ya da akışının tükenmesine neden olmamakta ayrıca diğer fonksiyonların bütün potansiyellerinin kullanımının yetersiz kalmasına sebep olmaktadır.

Herhangi bir kıyı sisteminin fonksiyonlarının performansı kıyı halkının farklı iş kolları tarafından değerlendirilebilir, çünkü kaynakların sağladığı fonksiyonların değerlerinin tesbiti insanların bakış açılarına göre sınıflandırılır. Ancak kıyı sistemi üzerinde iç ve dış etkilerden dolayı bir ya da daha fazla fonksiyon istenilen performansı göstermediği zaman ihtilaflar ortaya çıkmaktadır. Örneğin mangrovlar suyu temizleme kapasitelerinin üzerindeki bir kirlilik

içinde kalırlarsa yada uygunsuz bir şekilde ortamdan alınır, balıklara besin sağlama ve oradaki balıkçılık gibi fonksiyonların etkilenmesine sebep olacaktır. Sürdürülebilir koruma sayesinde kıyı alanlarının fonksiyonları uzun zaman periyodunda yüksek ekonomik geri dönüş sağlamaktadır. Çizelge 1.3'te literatürde yer alan çevresel fonksiyonların genel özeti anlatılmaktadır.

Çizelge 1.3 Literatürde yer alan çevresel fonksiyonlar

<b>Düzenleyici fonksiyonlar</b>	<b>Kullanıcılar ve Üretim Fonksiyonlar</b>
Zararlı kozmik etkilere karşı koruma	<b>Fayda sağladığı alanlar</b>
Yersel ve küresel enerji dengesini düzenleme	İnsanlara mesken ve yerleşme alanı sağlama
Atmosferin kimyasal bileşimini düzenleme	Tarım faaliyetleri, ürün yetiştiriciliği, hayvancılık
Okyanusların kimyasal bileşimini düzenleme	Enerji çevrimi
Yerel ve küresel iklimi düzenleme (hidrolojik döngü dahil)	Dinlenme ve turizm
Yağış suyunu düzenleme ve taşkınları önleme	Doğal koruma
Su havzaları ve yeraltı suyu yenilenmesi	<b>Sağladığı ürünler</b>
Biyolojik ve genetik çeşitlilikleri barındırma	Oksijen
Erozyonu önleme ve katı madde kontrolü	Su sağlama (içme, sulama, endüstri)
Yüzey toprağını düzenleme ve verimini arttırmak	Meyve ve besleyici içecekler sağlama
Güneş enerjisini karşılama ve biyo-kütle üretimi	Genetik kaynak sağlama
Organik maddeleri depolama ve yenileme	Tıbbi (iyileştirici) kaynak sağlama
Gıda depolama ve yenileme	Tekstil için hammadde kaynağı sağlama
İnsan atıklarının depolama ve yenileme	İnşaat, bina ve endüstri için hammadde
Biyolojik kontrol sistemlerini düzenleme	Biyokimyasallar (yakıt ve ilaçlardan başka)
Göç ve yavrulama alanlarını barındırma	Yakıt ve enerji sağlama
	Dekoratif (süsleyici) kaynak sağlama

Kıyı alanları yönetiminde sürdürülebilirlik; kıyı sisteminin kendi kendini düzenlemesinin doğru olduğunun farkına varmakla başlar. Kaynakların aşırı kullanımı, kirlilik, plansız yapılaşma, şehirleşme gibi olumsuz etkiler temel kaynakların elde edilmesini sağlayan fonksiyonların çalışmasını engelleyerek, kaynakların ekonomik değerlerinin azalmasına neden olmaktadır. Böylece kıyı sistemlerinin korunması olumsuz şekilde etkilenmektedir. Sürdürebilir olmayan gelişme en sonunda denize karşı koruma, çeşitli türler için yaşam alanı, insanlar için besin kaynağı gibi doğal sistemlerin bozulmasına neden olabilmekte ve insan sağlığı için önemli tehlikelerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

### 1.2.2.2 Kıyı Sistemindeki Kullanıcı Faydaları

Genelde sosyal sistemin sınırları ile bu doğal sistemin sınırları örtüşmemektedir. Kıyı bölgesi dışında kalan faaliyetler, kıyı bölgesi içindeki değişikliklerden etkilenebilmektedir. Kıyı erozyonu nedeniyle artan tuzlanma miktarı, düşük seviyedeki iç bölgelerde bulunan tarım arazilerini de etkilemektedir. Plajların kaybı ardışık alanları etkileyerek aynı kayıpların yaşanmasına neden olabilmektedir.

Sosyal sistem sınırlarını bir çizgi ile tanımlamak mümkün değildir. Sosyal sistemin sınırları, ulusal ve bölgesel kalkınma planlarında tanımlandığı gibi, kıyı ve iç bölgelerde şimdiki ve gelecekteki, sosyal ve ekonomik faaliyetlerin analizlerine dayandırılması gerekmektedir.

Geniş bir şekilde ifade etmek gerekirse; kıyı bölgelerinde gelişmenin esas amacı insanlık refahını arttırmak ve desteklemektir. Refah seviyesi ürünlerin ortaya çıkması gibi ekonomik terimlerle ölçülmektedir.

Burada üründen kasıt, toplumdaki bireyleri memnun eden nihai ürün ve hizmetlerdir. Gelişmenin planlanmasında diğer bir kriter, 'önem olmak' olabilir. Örneğin toplumdaki gruplar arasında ya da şimdiki ve gelecek nesiller için gelir dağılımı ve işsizlik oranı önemli bir kriterdir.

Kıyı bölgelerindeki doğal kaynaklar, ürün ve hizmet üretimi için iş gücü ve sermayenin bir araya gelmesi ile kullanılmaktadır. İnsanlar yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklara ihtiyaç duymaktadır.

Yenilenebilir kaynaklar; sistemin uygun zaman aralıklarıyla yeniden üretim yaparak oluşturduğu kaynaklardır. Balık nüfusunun tükenip yeniden artması ya da organik atıkların çürümesini örnek olarak verebiliriz.

Yenilenemeyen kaynaklar; uygun zaman aralığı içinde sistem tarafından tekrar üretilenemeyerek yeniden yerine konulamayan kaynaklardır. Bu tip kaynaklara deniz tabanından minerallerin çıkarılması ve bu minerallerin tekrar oluşmamasını örnek olarak verebiliriz.

Kıyı ve deniz kaynaklarının korunmasının engellenmesine neden olabilecek talepler, kıyı alanları yönetimi için sorun teşkil etmektedir. Kaynaklara olan ihtiyaçlar doğrudan tüketicilerin faaliyetleri ile ilgidir. Örnek olarak tarımsal faaliyetler için arazi ihtiyacını verebiliriz. Fakat insanlara arazi sağlamak amacı ile değerli kaynaklar harcanmamalıdır. Örneğin deniz balıklarının yumurtladığı ve küçük balıkların geliştiği alanlar olan lagünleri arazi ihtiyacı için karasallaştırmak büyük bir hatadır.

Kıyı bölgelerindeki kaynaklar hava, kara, su bileşenlerini içermektedir. Bu bölümlerde kaynaklar dört ana sınıfa ayrılabilir:

- **Arazi:** Tarımsal, balıkçılık, deniz canlıları (kültür) yetiştiriciliği, endüstri, yenileme, barınma vb. gibi faaliyetler için arazileri içermektedir. Arazi kullanılabilirliğini belirten tipik ölçütler yüzey alanı, uzunluk, yükseklik, derinlik (navigasyon derinliği) olarak ifade edilir.
- **Abiyotik (cansız) mineraller:** Bu kategorideki kaynaklar, bina mineralleri (kum ve çakıl), petrol ve gaz, maden kaynağı ve suyu içermektedir. Ayrıca belli bir kalitedeki hava da bu kategoriye dahil edilebilir.
- **Biyotik (canlı) kaynaklar:** Protein ve karbonhidrat elde etmek amacıyla fauna ve flora alanları biyotik (canlı) kaynaklarını oluşturmaktadır.
- **Soğurma ve arıtma kapasitesi:** Çevresel süreç ve tüketici faaliyetleri sonucu yukarıda ifade edilen kıyı alanları kaynaklarının üçü; soğurma, saklama, çürütme, yayılma ve atıkların taşınımı kapasitesini belirler.

Kıyı bölgeleri geçmişten günümüze kadar büyük toplumsal ve ekonomik faaliyetlerin olduğu ana üretim alanları olmuşlardır. Farklı kullanıcıların faydaları;

- Temel faydalar ; yiyecek üretimi, su sağlama, enerji sağlama
- Toplumsal faydalar; barınacak yer, rekreasyon (dinlenme-eğlence) alanı
- Ekonomik faydalar; taşıma, madencilik, endüstriyel, madencilik
- Kamu faydaları; genel taşımacılık, savunma, atıksu arıtma şeklinde özetlenebilir.

Çizelge 1.4'te gösterilen ürünlerin ve hizmetlerin kıyı bölgesi sistemine bir takım etkileri olmaktadır. Balık türlerini tüketmek veya su kalitesini düşürmek, bitki ve hayvanların yaşam alanlarını değiştirmek gibi etkiler örnek olarak verilebilir. Atık suların kontrolsüzce atılması ya da petrolün doğaya karışması gibi etkiler kalıcı zararlara neden olabilmektedir.

Çizelge 1.4 Kıyı bölgelerinde üretilen ürün ve hizmetler

<b>ÜRÜNLER</b>	
<b>Yenilenebilir kaynaklardan sağlanan</b>	<b>Yenilenemez kaynaklardan sağlanan</b>
Balıklar ve kabuklu denizel canlılar	Petrol ve gaz
Dalga ve gel-git enerjisi	Mineraller, kum ve çakıllar
Kumullardan zemin suyu	
Gel-gite bağlı sulama ile pirinç	
<b>HİZMETLER</b>	
<b>Yenilenebilir kaynaklardan sağlanan</b>	<b>Yenilenemez kaynaklardan sağlanan</b>
Deniz taşımacılığı	Radyoaktif atıklar, ağır metaller, plastikler gibi dikkatli kullanılması gereken maddeler,
Açık denizde inşaat işleri için alan, boru hatları ve kablolar	Şehir ve liman gelişimi için inşaat alanı
Organik olarak parçalanabilen maddelerin kullanımı	
Yüzme, yelkencilik, dalış gibi dinlence-eğlence faaliyetleri	-

Çeşitli faaliyetler için kullanılan alanlar için şimdiki ve gelecekteki durumun tanımlanması gerekmektedir (ürünler ve hizmetler ve onların ekonomik ve sosyal değerleri gibi). Bu gibi verilerin etkin olarak kullanılması için güncel veri tabanları geliştirilmektedir. Sistemin kullanıcıları için ürün ve hizmetlerin üretimi doğrudan (özel şirketler/ kamu kurumları) ve dolaylı (kamu kurumları) faydaların ve maliyetlerin ortaya çıkmasını sağlar. Kıyı bölgeleri sisteminde kamu ve özel işletmeler mevcuttur.

Özel işletmeler:

- Besin üretimi: tarım ve balıkçılık
- Endüstri: taşımacılık, madencilik, endüstriyel faaliyetler, su, enerji kaynağı
- Ticaret hizmetleri: iskan, rekreasyon, taşımacılık

Kamu:

- Devlet hizmetleri: su, enerji, atık arıtma, barınma, toplu taşıma, savunma

Kıyı alanları sistemleriyle ilgili bir üst topluluk bölgesel, ulusal ve uluslararası (devletler) teşekküllerdir. Genellikle sistemin kullanılmasında balıkçılık ve atıkların kullanılması gibi anlaşmazlıklar oluşur. Kullanıcıların ilgisini dengelemek için anlaşmazlıklar açık hale

getirilmelidir. Öncelikli düzenlemeler temel ekonomik ölçütler, doğal değerleri koruma, devlet uygulamaları ( askeri faaliyetler için yer ayırma gibi) için yapılabilir.

Siyasi analizler kıyı alanları yönetimi için karar vermeyi sağlayacak verileri içermez. Bu analizler bölgesel, ulusal gelir ve istihdam gibi sistemdeki kullanıcıların ve üst sistemdekilerin seçimlerinin sonuçlarını gösteren bilgileri içermektedir.

### **1.2.2.3 Sosyo-ekonomik Durum**

#### **1.2.2.3.1 Kıyı Alanları Yönetimine Dahil Olan Kurumlar**

Özel ve kamu olmak üzere bir çok kurum kıyı alanlarındaki kaynakların planlamasında etkin rol oynamaktadır. Devlet kademeleri aşağıdaki çeşitli nedenlerden dolayı planlamanın süreçlerine katılırlar:

- Kaynakların bir çoğu kamu yararınaadır. Ana besin ve hizmetlerin sağlanmasında her bireyin doğal kaynaklara ulaşabilmesini sağlamak esas ilkedir. Bu da aşırı avlanma ya da doğal kaynakların aşırı kullanılmasına yol açabilmekte ve kaynakların tükenmesine neden olabilmektedir.
- Kaynakların aşırı kullanımı diğer kaynakların kullanımlarını ters şekilde etkileyebilir. Eğer bu etkiler hesaba katılmazsa daha uygunsuz durumlarda ortaya çıkabilmektedir. Atıkların denize dökülmesi ile balıkçılık ve rekreasyon alanı üzerinde olumsuz etkilerin oluşmasını bu dış etkilere örnek olarak verebiliriz. Devlet müdahalesi bu gibi dış etkilerin azalması ya da önlenmesi için gereklidir.
- Sosyo-ekonomik sistemlerde ‘temiz çevre’ gibi olanakları sağlamak zor olabilir. Bu gibi ihtiyaçlar için harcama yapmaya gönüllü toplumlara tanzim etmek zordur. İnsanlar kendilerinin hakettiklerini düşündükleri kaynaklar için harcama yapmaya gönüllü olmamaktadırlar. Temiz içme suyu gibi temel insanlık ihtiyaçlarını sağlarken ücret alınmaması bu fikirlere dayanmaktadır.
- Balıkçılık ve madencilik işleri gibi üretimler birbirlerinin tamamlayıcısı olabilmektedir. Genellikle üretim ve hizmetlerin dağıtılmasında tarafsızlığı sağlamak için devlet müdahalesi zorunludur.

Bir çok devlet kademesi karar verme aşamasında sürece dahil olmaktadır. Ulusal düzeyde geniş katılımıla çeşitli bakanlıklar sürece dahil olmaktadır (balıkçılık, taşımacılık, madencilik, çevre vb. gibi). Kıyı bölgelerinin kalkınması, valilikler, bölgesel su yönetimleri gibi daha alt kademeleride ilgilendirmektedir.

Karar alma süreci bu nedenlerden dolayı oldukça karmaşıktır. Bu idari kademeler ‘kıyı bölgesi idaresi’ gibi tek bir merci ile kendi yetkilerini paylaşmaktan kaçınmaktadırlar. Bunun yanında balıkçılar, petrol endüstrisi, armatörler gibi kıyı alanları sisteminin kullanıcılarını temsil eden konu ile ilgili bir çok özel teşkilat bulunmaktadır. Özel dernekler toplumların fikirlerine ve politik sisteme daha fazla etki ederek çevre koruması için artan bir rol üstlenmişlerdir.

#### **1.2.2.4 Yasal ve Kurumsal Durum**

Kaynakların yönetilmesi için uygun kanuni ve kurumsal çerçeveleri oluşturmak gerektirmektedir. Planlama önlemleri ve stratejiler yaptırım gücü olan kanunlar ve düzenlemeler olmadan faydasız hale gelirler. Şeffaf altyapı organizasyonları kıyı bölgeleri yönetiminde bulunmazlarsa kaynaklar doğru yönetilemez.

Kanuni çerçeveler mülkiyet haklarının ve kaynakların yönetilmesi için yetkili mercilerin tarifini yapmalıdır. Kıyı alanları için yapılan düzenlemeler (kirlilik ve mesuliyet hakkındaki uygulamalar gibi) yürürlüğe konmalıdır.

Kıyı alanı bir bölge içinde bulunsa bile bu alanın yönetimi için sadece tek bir idare yetkilendirilmemiştir. Kıyı alanları özellikleri itibarıyla ulusal ve bölgesel yönetimlerin sorumluluk alanlarına girecek kadar önemli bölgelerdir. Çeşitli bölgeler ve ülkeleri ilgilendiren bir kıyı alanı için durum daha karmaşık hale gelmektedir. Kuzey denizindeki balık kaynakları idaresi Avrupa komisyonunun (EC) sorumluluğundadır. Avlanma düzenlemeleri sayesinde en uygun ve sürdürülebilir verim elde edilmektedir. Kıyı alanları yönetiminde tipik problem kara-deniz sınırı değişiklikleri için yetki belirlenmesidir. Bir çok ülkede denizler vilayet makamlarının idaresi altındadır. ABD’de kıyı alanları yönetimi kanunu kıyı bölgeleri için kanuni çerçeveleri belirler ve kıyı eyaletlerinde kıyı alanları yönetim planlarını oluşturmaktadır. İngiltere’deki kıyı alanları yönetimi ise düzenli olmakla beraber tam tanımlanmamıştır. Denizin korunması tarım bakanlığına bağlıdır. İngiltere’de özel teşebbüs olan ulusal vakıflar, kıyı alanlarının genişlemesini ve değerlendirilmesini sağlamaktadırlar.

Görevleri ve sorumlulukları dağıtan kanuni çerçeveleri oluşturmak kurumsal bir sorundur. Mümkün olan çözümler: uluslararası konseyler ( IMCO gibi, Uluslararası denizcilik istişare konseyi) ve anlaşmalar, tüm sorumlulukların var olan bir kuruma devredilmesi, yeni bir

kurumun oluşturulması ya da ilgili bir kuruma temel sorumlulukların verilmesidir.

Kurumsal değişiklikler genellikle çok yavaş olmakta ve kıyı alanlarının yönetimini iyileştirmek için uygun bir yol değildir. Kıyı alanları yönetimini etkin hale getirmenin esas yolu siyasal çözümlerdir.

#### 1.2.2.5 Ekonomik Durum

Kıyı bölgelerinde kalkınma için ekonomik analizler, aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı önemlidir;

- Mikro ekonomik analizler; sistem kullanıcıların davranışlarını inceler. Atıkların atılmasında endüstrinin uygulamaları analiz edilir.
- Maliyet-fayda analizi ve finansal analiz; önerilen kalkınma stratejileri için ekonomik fizibilite ve finansal kapasiteyi inceler.
- Makro ekonomik analizler; proje alanında ulusal ve bölgesel ekonomik faaliyetleri elde edilir.

Sosyo ekonomik kalkınma toplumun genel olarak ilerlemesi, halkın huzur ve sağlık seviyesinin yüksek olmasına dayandırılmaktadır. Kalkınmada 'ekonomi' ürün ve hizmetlerin maddi yararları, 'sosyal' kısımda ise bu yararların bütün sosyo-kültürel özellikleri incelenmektedir.

Kalkınma ile ekonomik büyümenin arasındaki temel ilişki ekonomik göstergelerle ifade edilir. Kalkınma kişi başına düşen gayrisafi milli hasıla (GSMH) gibi göstergelerle ifade edilmektedir. Bu gibi parametrelerin çeşitli eksiklikleri vardır. Üretilen hizmet ve ürünler için çevreyi etkileyecek kullanımı ve gelir dağılımının olumsuz etkileri gibi bilgileri içermemektedir.

Ekonomi, sınırlı sayıdaki verimli kaynaklardan elde edilen ürün ve hizmetleri kullanırken alternatifler arasından seçimler yapan insan davranışlarını incelemektedir. Buradaki önem kavram ise kısıtlı kaynaklar, insan ihtiyaçları ve seçimlerin yaratacağı problemlerdir.

Kaynaklar genellikle üç sınıfa ayrılır:

- Doğal kaynaklar; kara, su, madenler, petrol ve biyolojik kaynaklar,
- İş kaynakları; fiziksel (emek) ve zihinsel insan gücü,

- Sermaye kaynakları; iş ve sermayenin verimliliğini arttırıcı hizmetlere yatırımlar.

Doğal kaynaklar, kalkınma sürecinde esas ürün kaynağı olarak hammadde, gıda ve geniş hizmet çeşitleri (insan atıklarının ayrıştırılması, eğlence ve kültür alanları bulundurmak gibi) sağlayan ana girdilerdir.

Özel ormancılık veya balıkçılık gibi bazı doğal kaynaklar mülkiyet sahiplerini tanımlamaktadır. Bu gibi doğal kaynakların kullanılmasından elde edilen faydalar genellikle pazarlama sistemi içerisinde tahsis edilmiştir. Diğer doğal kaynakların sahibi toplumdur ve kullanımları açık kurallara tabi değildir. Bu kaynaklardan elde edilen faydaların kullanılması çoğunlukla pazarlama sistemi dışında gerçekleşmektedir. Doğal kaynaklardan elde edilen ürünler ve faydalar kamusaldır. Kaynakların geliştirilmesi ve yönetilmesi resmi makamlar tarafından yapılmalıdır.

Doğal kaynak stoklarının istismarı sonucunda bazı kaynaklar tükenmektedir. Balıkçılık ve yenilenebilir enerji tekrar elde edilebilir, fakat yenilenemez doğal kaynaklar olan madenler aşırı kullanım sonucu tükenmektedir.

Ekonomik kalkınmanın planlanmasında doğal kaynaklara erişebilmek başlıca etken faktördür. Tükenebilir kaynakların kalkındırılması için kademeli olarak yedek girdilere ve farklı ekonomik faaliyetlere gerek duyulmaktadır.

Balıkçılık ve tarımcılık gibi yenilenebilir kaynakların kalkınması için üretimde ve gelirlerde önemli düzenlemeler yapılmalıdır. Kirlenme ve uygunsuz verim planlamaları gibi nedenlerden dolayı doğal kaynak stokları geri dönülemez şekilde tükenilmektedir.

#### **1.2.2.6 Pazarlama Sistemi**

Çeşitli faaliyetler için kaynakları tahsis etmenin amacı insanların en temel ihtiyaçlarından (gıda, barınma gibi) lüks ihtiyaçlarına kadar olan her şeyi karşılamaktır. Kıyı alanlarında kıt kaynakların dağıtılmasında verilen kararlar problem olabilmektedir.

Kaynak sahipleri, üreticiler ve tüketiciler karar verme aşamasında rol alan üç gruptur. Bu gruplar arasındaki kurumsal bağlar pazar sistemi tarafından kurulmaktadır. Pazarda geri besleme mekanizması ile fiyatı belirlenen kaynakların, ürünlerin alım ve satımı

gerçekleştirilmektedir.

Talep ve tedarik fiyat belirlemede etkin fonksiyonlardır. Daha yüksek fiyatlar üreticilerin üretim miktarını arttırmak için harekete geçirmekte, tüketicilerin ise satın alma isteklerini düşürmektedir. Üreticilerin ve tüketicilerin bu davranışları fiyat dengesini ve üretim sınırlarını belirlemektedir.

Risklerden sakınma, rekabet eksikliği (tekellilik) ve hükümet müdahalesi gibi durumlar üreticilerin davranışlarını etkilemektedir. Üreticileri ve tüketicileri korumak, ihracatı teşvik etmek için temel gıda ürünlerinde ve ihracat ürünlerinde garantili fiyat uygulaması ve üretimdeki dalgalanmaların azaltılması ile sağlanmaktadır.

### **1.2.2.7 Refah Ekonomisi**

Tüketiciler ürün ve hizmetleri satın aldığı anda gerçekte üretim için ihtiyaç duyulan kaynakların tahsis edilmesini seçmektedirler. Bazı durumlarda piyasa tüketicilerin isteklerini tam olarak karşılayamaz.

Kamu hizmetlerinin üretilmesi ve fiyatlandırılması devlete aittir. Şehir parkları ve eğitim gibi hizmetler bu sınıfa girmektedir. Piyasa başarısızlığına örnek olarak kirlilik dolayısıyla tüketicilerin memnuniyetsizliği verilmektedir. İnsanların refahı dış fiziksel etkilerden etkilenmektedir. Piyasa sistemi dışındaki fiziksel dış etkiler insanların refahını etkilemektedir. Bu nedenden dolayı, ekonomistler dış etkiler kelimesini kullanarak refah üzerindeki bu etkileri ifade etmektedir.

Bu gibi durumlarda kaynakların dağıtımının düzenlenmesi devlet tarafından yapılmalıdır. Piyasa mekanizmasına dahil olmayan refah bu şekilde sağlanmış olunur. Bu müdahaleler kişisel olmakla beraber politik tercihlerle yakından ilgilidir.

Devlet müdahalesi ile kaynaklardan elde edilen faydaların toplum içindeki gruplara yeniden dağıtılması sağlanır. Bireyler arasında ve bölgeler arasındaki gelir dağılımları bu gibi devlet müdahaleleriyle düzenlenmektedir. Refahı tanımlayan ekonomik terimler içerisinde, gelir dağılımı değişimlerinin nedenleri dikkate alınmamaktadır. Bütün bireyler için marjinal faydalar eşit olduğunda gelir dağılımı en uygun halde olmaktadır. Bu da ancak bireylerin memnuniyetini değerlendirirken aynı düzeyde ölçütlerin kullanılmasını gerektirmektedir. Teoride ve pratikte bunun uygulanması imkansızdır. İdeal bir gelir dağılımını oluşturmak için

ekonomi sisteminin net cevapları bulunmamaktadır.

Ortak payda belirlendiğinde ekonomik ilkeler, halkın bakış açısına göre kaynakların en uygun şekilde dağıtılmasının sağlanmasına katkı yapabilmektedir. Kaynakların dağıtılması adalet ve etik kavramlarına dayandırılrsa bile, bu dağıtım oranlarının politik süreçlerle belirlendiğini unutmamak gerekir.

#### **1.2.2.8 Kar Maliyet Analizi**

Kar maliyet analizi, kamuyu ilgilendiren kararların alınmasında kullanılan araçlardan biridir. Kamu projelerinin objektif olmayan etkileri dahil tüm fayda ve maliyetleri kar maliyet analizi ile değerlendirilmektedir. Kar maliyet analizinin ana ilkeleri ve problemleri aşağıdaki birkaç soruyla kısaca incelenmektedir:

1. Hangi karlar ve maliyetler dikkate alınmaktadır?

İlgili yönleriyle alakalı olarak:

Bölgesel, ulusal ya da sınırları aşan etkileri değerlendiriliyor mu?

Planlar, plan alanının dışındaki ürünlerin fiyatlarını etkiliyor mu?

Yan sanayinin sağladığı ekonomik faaliyetler gibi kalkınma planlamasının ne gibi ikincil etkileri vardır?

Hesaplanan yeni projelerin planlanan alanın içinde ve dışında su kirliliği oluşturması gibi ne tür dış etkileri vardır?

2. Kar ve maliyetlere nasıl değer biçilir?

Kar ve maliyetler, planlı ve plansız olmak arasındaki farklılıklarla tanımlanmaktadır. Karların oranını bir kısmı piyasada değerinde belirlenir. Ürünler arz ve talebin eşit olması durumunda ortaya çıkacak fiyatla (gölge fiyat) piyasa değerini bulur.

Çevresel değişimleri finansal terimlerle değerlendirmek oldukça güçtür. Düzenlenmiş çevrede ne kadar insanın eğlenmek için para harcamaya niyetli olduğunu tahmin etmek yada çevresel değişiklikleri değerlendirmek amacıyla çevresel değerleri yeniden yerine koymanın maliyeti gibi değişkenler kar maliyet analizinde incelenmektedir.

Bölgesel ve bireysel gelir dağılımının değişimi veya yeni projeler nedeniyle değerlendirilen

bölgelere yerleşmenin ne gibi sosyal etkileri vardır?

Faydaların değerini tahmin etmek, çevre kalitesinin düzeyi ya da kamu güvenliği gibi önceden hesaplanan proje hedeflerine ulaşmak oldukça güçtür. Maliyet etkinliği hesabı, hedefe ulaşmada benimsenecek en ekonomik çalışmanın seçilmesi için uygun bir yöntemdir.

3. Hesaplanan en uygun ücret nedir?

Toplumsal tercih haklarını gelecekte de sağlamak için zamanla faydalar ve maliyetler azaltılmalıdır. Mali analiz piyasası ücretlerle ilgilenir, sermayenin fırsat maliyetlerini belirlemek için kullanılmaktadır. Toplumda düşük maaşla çalışan işçiler, yüksek ücretlerle çalışmanın uzun dönemli etkilerini düşünerek, bütünü etkileyecek enflasyonun yükselmesini engellemek isteyebilirler.

Fayda-maliyet analizini uygulamakta çeşitli problemler olsada, bu analiz yöntemleri hala finansal kurumlar tarafından planların veya projelerin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.

### **1.2.2.9 Ekonomik ve Finansal Analiz**

Analizlerde kullanılan bakış açısına göre ayırımlar yapılır. Ekonomi bilimi, toplumu ilgilendiren fayda ve maliyetler hakkında bir bütün içinde analizlerle ilgilenir. Finansal analizler bireylerin kaynaklardan yararlanıp yararlanmadığına bakmaktadır. Finansal analizlerde önemli olan belirli bir gruba ya da bireylere olan net getiridir. Oysa ekonomik analizlerde toplum elde ettiği net getiriyle ilgilenilmektedir.

Üretilmekte olan ürünlerin fiyatları farklı olabilmektedir. Vergi ve sübvansiyonlar ekonomik analizlerde dikkate alınmazlar ve sadece ödeme aktarımı olarak adlandırılmaktadırlar. Eğer devlet ana malların üretimini ulus genelinde teşvik etmek isterse, ithal edilecek ana hammadler için aşırı vergilendirme yapabilmektedir. Finansal analizlerde ifade edilen iskonto oranı piyasadaki faiz oranının yerine geçmektedir. Bu oran aynı zamanda ekonomik analizlerde devlet tahvillerinin fırsat maliyetlerini ve toplumun zaman içindeki tercihlerini göstermektedir.

### 1.2.2.10 Sosyo-ekonomik Faaliyetlerin Sunulması

Nüfus, hane halkı sayısı, denizcilik, endüstriyel ve rekreasyon faaliyetleri gibi sosyo-ekonomik faaliyetlerin projeksiyonu sistem analizinin bir parçasını oluşturmaktadır. Bu olanaklar sayesinde toplumun ürünler ve hizmetler için nihayi taleplerinin tahminine olanak sağlamaktadır. Bu tip bilgiler uluslar için ulusal seviyede bütün olarak (gayri safi milli hasıla) ve ekonomik sektörlerde (balıkçılık, endüstri vb.) kullanılan bilgilerdir.

Uzun dönemli ekonomik kalkınma planlarında ekonomik olarak birbirine bağlı sektörler iyi değerlendirilmelidir. Nihayi talepler arasındaki bağlantılar, toplam üretim gereksinimleri ve ana girdiler için talepler girdi-çıktı modeliyle açıklanabilir. Girdi-çıktı analizi ekonomi planlama amacıyla 1930'larda Leontief tarafından geliştirilerek uygulanmaya başlanmıştır. Analizler çeşitli sektörler ve sektörler arası işlem çizelgelerinde nihayi taleplerin sunulmasını gerekli kılmaktadır. Böylece sektörler arası ara girdi ve çıktıların tanımlanması yapılmaktadır. Model sayesinde girdi ihtiyaçları ve etkileri için çeşitli ekonomik kalkınma senaryoları incelenebilmektedir. Sonuçların sunulmasıyla sektörler kendilerini ayrı ayrı değerlendirebilir.

Nüfus projeksiyonu ekonomik kalkınmayla ilgilidir. Kişi başına gelirden artış yaşanması genellikle doğum ve ölüm oranlarını düşürmektedir. Yapılacak tahminler ekonomik kalkınmaların belirli bölgelerin gelişimini nasıl etkileyeceğini ve bu yüzden göç oranının nasıl değişeceğini saptamak için yapılmalıdır.

### 1.2.2.11 Sektörel ve Bölgesel Sunum

Ulusal projeksiyon, sektör ve bölge ayrımcılığını kaldırarak ekonomik kalkınmayı ülkenin bütününe yaymalıdır. Ekonomik gelişmelerdeki ilişkiler ve kıyı bölgelerindeki kaynaklar incelenerek ekonomik faaliyetlerin bölgesel dağılımları bilinmelidir.

Kaynakların bir araya getirilmesi uyumlu paylaşım yaklaşımına dayandırılarak yapılmaktadır. Uyumlu paylaşım toplam büyümeyi bilinen sektörlerle ve bölgelere dayandırarak, kaynakları bölgesel ve sektörel kalkınma eğilimlerine göre dağıtır. Yerel bilim adamları uyum paylaşım tekniğini istihdamı attırarak kaynakları değerlendirmek amacıyla kullanmaktadırlar. Ulusal projeksiyonun parasal terim olmasına rağmen, üretimdeki değişkenlik gibi durumlar üretimin kalkınmasındaki tahminlere fiziksel olarak etki edebilmektedir. Teknolojik ilerlemeler kullanılan su miktarlarının ve her ürünle ortaya çıkan atık yükünün artmasına neden olmaktadır.

### 1.2.2.12 Çevresel Etki

Kıyı bölgelerindeki kaynakların kullanımlarının artması doğal çevre üzerinde çeşitli etkilere neden olmaktadır. Doğal çevredeki değişiklikler çevresel etki değerlendirilmesi (ÇED) raporuyla ve parasal olarak değişim ifadeleriyle değerlendirilir.

#### Çevresel Etki Değerlendirilmesi (ÇED)

Çevresel etki değerlendirilmesinin amacı önerilen gelişimlerin ve yapılacak projelerin çevreye olan etkilerini değerlendirmektir. Değerlendirme hava, su, toprak kalitesi, gürültü düzeyi, bitkisel ve hayvansal yaşamdaki çeşitlilik gibi parametreler kullanılarak yapılmaktadır.

Çevresel etki değerlendirilmesi, herhangi bir taraf olmaksızın önerilen düzenlemelerin etkilerinin büyüklüğünü ana hatlarıyla tanımlayarak başlamaktadır. Genelde bütün potansiyel etkiler tetkik edilmez. Genelleştirilen etkiler detaylı olarak incelenir.

Önerilen projeye getirilen çeşitli alternatiflerin ÇED çalışması kapsamında incelenmesi, çevresel faydaları artırırken, proje sahibinin maliyetlerini azaltacak başka seçenekler de sunulabilir. Seçilen alternatifler ve etkiler için elde edilebilir veri ve bilgiler üzerinden değerlendirilme yapılmaktadır. İstenmeyen olumsuz etkilerin azaltılması önerilir ve etkilerin önceden tahmini için veri sağlayıcı kontrol programları tasarlanır.

Çevresel etki değerlendirilmesinde kullanılan çeşitli yöntemler:

- Çeşitli durumların etkileriyle alakalı olmak üzere; Hızlı bir değerlendirme için kontrol listesi,
- Ana kalıplar, önerilen faaliyetlerin çeşitli çevresel unsurlar üzerindeki etkilerinin belirtilmesi;
- Veri tabanı kullanarak daha detaylı çalışmaların yapılması ve çevre etkisinin saptanması için nicel değerleri elde eden modellerin oluşturulmasıdır.

#### Çevresel Etkilerin Ekonomik Analizi

Planlanan kalkınmanın ekonomik olarak değerlendirilmesinin bir parçası da çevresel değişimleri parasal değerlerle ifade etmeye çalışan fayda-maliyet analizidir. Ekonomik büyüme genelde doğal çevreyi olumsuz şekilde etkilemektedir. Geliştirilen yöntemler, bu

etkilerin nicel taraflarını değerlendirerek, etkilerin parasal olarak ifade edilmesini sağlamaktadır.

Çevreye etkilere çeşitli örnekler, tarım nedeniyle erozyonların oluşması, su basması, sulama nedeniyle toprakta tuzlanma, tarımsal kalkınma yüzünden mangrov ormanlarının ortadan kaldırılmasıdır.

Ekonomik analiz yöntemleri pazardaki kullanıma göre sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırmalarda göz önünde tutulan sistemin ürün kayıplarının ve kazanç kayıplarının değerlendirilmesidir ( hastalık yada ölüm gibi nedenlerden dolayı).

Başka bir yöntem olan maliyet etki analizi çevresel hedeflerin karşılaştırılması için en etkili yöntemdir. Yerine konulabilir pazar fiyatları yöntemi, emlak değeri yöntemi, seyahat masrafları yaklaşımı, yenileme maliyeti ve yeniden yerleşme maliyeti yöntemleri gibi yöntemlerin değişimiyle oluşmuştur.

Bu yöntemlerin sınırlamaları olmasına rağmen yöntemlerin kullanımı çevresel etkilerin daha iyi tahmin edilmesini ve projelere daha dengeli değer biçilmesini sağlamaktadır. Yöntemler en uygun çevre koruma düzeyini tanımlamak için de kullanılmaktadır. Çevre korumasının marjinal faydaları korumanın seviyesinin artması ile azalmaktadır. Marjinal faydaların marjinal maliyetlere eşit olduğunda en uygun durum oluşmuş demektir.

Yönetmelikler doğal kaynakların yönetimini sürdürülebilir kalkınmayla geliştirmek için düzenlenmektedir. Arazi kullanım yönetmeliği, mülkiyet haklarının yeniden tanımlanması, kaynakların ücretlendirilmesi ve vergilendirilmesi, üretim ücretlendirilmesi, kotalar (balıkçılıkta), fayda-maliyet analizinde düşük iskonto uygulaması gibi düzenlemeler kaynakların yönetiminde sürdürülebilir gelişmeyi hedef almaktadır. Kaynakların gelecekteki faydalarının daha değerli olması için fayda maliyet analizinde düşük iskonto oranları uygulanmaktadır.

Bu yöntemlerin uygulanması sayesinde doğal kaynakların daha dengeli ve sürdürülebilir kalkınma içinde kullanılması sağlanmaktadır.

### **1.2.2.13 Toplumsal Durum**

Kıyı alanları yönetimi toplumsal açıdan iki farklı bakış altında incelenmektedir:

- İnsan faktörü; kaynakların kullanım verimliliğini etkilemektedir.

- Toplumsal ekti; kıyı alanları kaynakları kalkınma planının uygulanmasından dolayı olan etkiler.

### **Kaynakların Kullanılmasını Etkileyen İnsan Faktörü**

Kıyı alanları kaynaklarının kalkınması çok yönlü hedeflerle gerçekleşir. Kalkınma planlarında kaynakların en uygun kullanımı hedeflenmelidir. Amaçlara ulaşılmasını insan faktörü aşağıdaki şekillerde etkileyebilmektedir:

- Karadaki kaynakların kullanım verimliliğinin arttırılması (içme suyunun boşa harcanması veya yasal olmayan şekilde mangrov ormanlarının kesilerek doğal değerini kaybetmesi ile kuraklaşmayı sağlayan toplumsal faktörler),
- Çevre kalitesinin düzelmesi (ev atıkları ve gemi atıkları gibi atıkların deşarjını etkileyen toplumsal faktörler),
- Balık havuzlarından elde edilen balık üretiminin verimliliğinin sağlanması.

Bu unsurların etkisinin derecesi, bireylerin davranışlarına ve gelişmenin sonuçlarına olan tutumlarına bağlıdır. Kökleşmiş davranışları değiştirmek oldukça zordur. Değişiklikler sadece devlet düzenlemeleri ile değil insanların eğitimiyle gerçekleştirilmelidir. Değişikliklerin geçerliliğini kolay bir şekilde sağlamak için ilgili guruplardaki bireylerin karar verme aşamalarında görev alarak katılımları sağlanmalıdır.

#### **1.2.2.13.1 Toplumsal Etki Değerlendirilmesi**

Çok yönlü planlama yapılarak kar ve maliyetlerin toplum içindeki gurplara dengeli bir şekilde dağıtımı gerçekleştirilmedi. Örneğin, yapılacak bir liman inşaatı yüzünden etkilenecek balıkçılar yüksek paralar harcayarak limandaki yeni barınaklarına sahip olacaklarından dolayı doğal çevrenin değerlerini savunan gurplarla birlik yaparak liman inşaatının yapılmamasını isteyebilirler.

Sürdürülebilir kalkınma planlarının toplum tarafından kabul edilmesi için kar ve maliyetlerin bölgesel ve sektörel dağıtımının verimli bir biçimde yapılması gerekmektedir. Rekreasyon gibi bazı faaliyetlerin sonuçları birbiriyle çatışabilmektedir. Rekreasyon ile yerel

halka gelir kaynağı sağlandığı halde sosyal hayatın düzeni kötü bir şekilde etkilenebilmektedir (neden olacağı nüfus artışı, karmaşıklık gibi etkilerle). Ekonomik kar-maliyet analizinde, kalkınmanın bireyler ve bölgeler arasındaki gelir dağılımını ve istihdamı nasıl etkilediği değerlendirilir ve ekonomik fayda-maliyet analizi gerçekleştirilir.

#### 1.2.2.14 Politik Durum

Kıyı alanları kaynaklarının sürdürülebilir kalkınması siyasi yapıdan da etkilenmektedir. İlgili durumlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Devlet yapısının şekli: örneğin, merkezi ya da merkezi olmayan yönetim ve sektörel birleşim sağlanmış yönetimler (akarsu havzası geliştirme kurumu gibi),
- Kaynakların mülkiyeti: devletin veya kişileri mülkiyetleri durumu etkilemektedir. Planlamaların finansal boyutları mülkiyet haklarına bağlı olarak değişebilmektedir,
- Fiziksel altyapının hazırlanması temelde devletin görevidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde merkezi yönetimin önemini gösteren geniş çaplı yatırımlar uzun dönemli amortisman süreleri ile devlet tarafından gerçekleştirilir.

Planlama çalışmalarında kesin kararlar yetkin merciler tarafından verilmektedir. Karar veren kurumlar siyasi koşulları dikkate alarak önerilen stratejilerin yapılabilirliğini belirler. Karar verme süreci genelde aşamalı bir şekilde ilerlemektedir. Politikacılar sert tepkilerden kaçınmak için küçük adımlarla ilerlemeyi tercih etmektedirler.

Kalkınma planlamalarının hazırlanmasındaki amaç sadece ortaya çıkan sorunların tanımlanması değildir. Yapılan planların nasıl gerçekleştirileceğini belirlemek planlamaların diğer bir amacıdır. Önerilen kalkınmanın verimliliğini özellikle finansal açıdan garanti altına almak gerekmektedir. Yasal ve teknik engeller uygulamaya geçilmedikçe açık bir şekilde görülemeyebilir.

Planlama uzmanları bahsi geçen bütün faktörlerin farkında olmalıdır. Ayrıca planlamacılar siyasi sistemin değer yargılarını netleştirmek, uygun olmayan önerileri ortadan kaldırmak ve gerekli onayları almak için karar mercilerle birlikte ortak çalışmalarını gerekmektedir.

### **1.2.2.14.1 Politika ve Sistem Analizi**

#### **1.2.2.14.1.1 Alternatif Yönetim Stratejilerinin Geliştirilmesi**

Politik analiz; karmaşık seçeneklere sistematik bir şekilde yaklaşmaktır. Ancak tek bir method ya da sabit kalan bir tekniği yoktur. Genellikle politik analizler özelliklerini problemlerden alırlar. Farklı problemlerin analizleri ufak benzerlikler gösterebilmektedir. Politik analizin özünü anlatan kısa bir tanım vermek oldukça zordur.

Politik analizler; karar veren mercilere yardımcı olmak amacıyla belirsiz koşullar altındaki problemlere önerilen karmaşık çözüm yollarından uygun olanın seçilmesini sağlayan araştırmalardır. Politik analizlerin amacı karar veren mercilerin kanaatlerini değiştirmek değildir. Analizler problemlere açıklık getirmek, alternatifleri belirlemek ve alternatiflerin sonuçlarını mukayese etmek suretiyle kararların uygulanmasına yardım eder.

Birçok alternatifin bulunması genellikle karmaşıklığa neden olmaktadır. Farklı teknolojilerin ve politika yönetimlerinin karışımlarının oluşturulup çoklu çözümlerin üretilmesi genellikle geniş kapsamlı olmakta ve önceden tahmin edilmesi oldukça zor olmaktadır.

Karar veren kişilerin fiziki olarak henüz var olmayan diğer alternatifler arasında genellikle eksik bilgilerine dayanarak aldıkları kararlar belirsiz koşulları oluşturmaktadır. Alternatiflerin karşılaştırılmasında sadece beklenen sonuçlar değil çözümün hatalı bir şekilde gerçekleşme riski de dikkate alınması gerekmektedir.

Politik analizlerde yukarıda bahsedilenlerden öteye gidilememektedir. Sonuçlar ve çeşitli seçenekler açıklanarak sorunlar aydınlatılır ve sunulur. Fakat alternatifler arasından seçim yapılmaz. Politik analizlerin esas amacı verileri toplamak, sıralamak ve bilgi halinde sunmaktır. Karar veren kişiler kendilerine sunulan bilgileri kendi istekleri doğrultusunda kullanırlar. Hangi durumların daha öncelikli olduğu ve hangilerinin daha az önemli olduğu belirlenir. Politik analizlerle sorunlar üzerinde çalışılarak önem sıralarının belirlenmesiyle ilk aşama gerçekleşir. Bu çalışmayı elde eden karar veren kişiler böylece daha önemli problemler üzerinde daha uzun süre çalışma olanağı bulurlar.

Politik analiz, sürecin tasarlanmasında ilave bir faaliyet değildir. En uygun alternatifin seçilmesin için yapılan tasarımlardaki önemli bütün durumların aydınlatılması amacıyla sürecin tasarlanmasıyla birlikte yürütülen bir faaliyettir.

Politik analizler politikaların hazırlanması ve ayrıca projelerin hazırlanması için

uygulanmaktadır. Bu gibi durumlarda çalışmalar politik analiz diye adlandırılmazlar. Proje çalışmaları veya politika çalışmaları diye adlandırılmaktadırlar.

Politik analizler ve proje çalışmaları aynı çerçevede devam eder. Birlikte ilerleyen bu çalışmalar siyasi analitik yaklaşım diye adlandırılır. Siyasi analitik yaklaşım; sistematik gelişmeler ve tasarım ya da politik sorunlar için alternatif çözümleri değerlendirmek demektir.

Bu araçlar ve yöntemler, politikanın farklı alanlardaki sorunları için ortak bir çatı oluşturularak kullanılabilir.

Bu çatı aşağıdaki adımlarla oluşturulur:

- Problem analizleri
- Alternatiflerin ortaya çıkarılması ve ön seçim
- Alternatiflerin belirlenmesi ve sıralanması.

Bu gibi sistematik yaklaşımların birçok faydası bulunmaktadır. Proje çalışmaları kısa sürede tamamlanabilmektedir. Süreç bütün ilave durumlar için uygulanabilir ve yönetilebilir olmalıdır. Oldukça şeffaf çalışma yöntemidir. Ayrıca belirsizlikler açık bir şekilde ortaya konulabilmektedir. Üzerinde durulması gereken nokta ise belirsizliklerin bu yöntemle elenemeyeceği, sadece açık bir şekilde ortaya konulabileceğidir. Politik analizlerin uygulama alanı oldukça geniştir. Tanımlanamayan sosyal sorunlardan somut teknik tasarımlara, ülke çapında siyasi problemlerden kişisel sorunlara kadar birçok alanda uygulanabilmektedir.

Politik analizlerin sağladığı avantajlar aşağıdaki gibidir;

- Sosyal sorunların çözümü,
- Birçok (çelişkili-aykırı) durumlarla ilgilenilir,
- Değerler karşılaştırılır,
- Karşılaştırılamaz değerler hakkında karar alınır.

Diğer bir ifadeyle; karmaşık seçme problemleriyle karşılaşılan durumlarda politik analizlerin birçok faydası bulunmaktadır.

### **Politik Analizlerin Uygulanması**

Daha önce de belirtildiği gibi politik analizlerin uygulanması o kadar da basit değildir. İlk önce çeşitli evreler alt safhalara bölünebilir. Aynı zamanda faaliyetler, uygulanacak yöntemler, model ve yaklaşımlar seçilmelidir. Sonunda da genellikle süreç baştan sona 'kitaplarda yazıldığı' gibi ilerlemeyebilir. Çoğunlukla süreçte bir ya da daha fazla yineleme döngüsü bulunur.

Alternatiflerin hesaplanması sırasında problemler daha açık hale gelebilmektedir. Önceden beklenenden daha çok sorun ya da başlangıçta öngörülenden daha fazla çözüm yolları ortaya çıkmaktadır. Böylece bütün süreç çok daha fazla karmaşık hale gelebilmektedir.

### **Problem analizi**

Problem analizleri sırasında sorunlar mümkün olduğunca kısa sürede açık hale getirilir ve çalışılan alan mümkün olduğunca kısıtlanır. Önemli olan, var olan ( ya da öngörülen) durum ile istenen durum arasındaki farkları belirlemektir. Kıyı alanı yönetiminde bazı durumlar için bu farkları belirlemek oldukça kolaydır. Kıyı alanı boyunca gereksinimler yerine getirilemez ise kıyı gelişemez ve değerlendirilemez. Kıyı boyunca gereksinimler yerine getirildiğinde durum daha da karmaşıktır. Kıyı alanlarının değerini korumak için sorunlar ortaya çıkar ve önlemler sorunlarla birlikte alınmalıdır.

Çoğu zaman problemlerin tamamını aşağıda belirtilen geniş çaplı araştırmaları yaparak belirleyebiliriz:

- Kıyı alanlarındaki problemlerin nedenleri nelerdir,
- Var olan politika değişmedikçe istenilen kalkınma planı nedir,
- Şimdiki ve gelecekteki durumun çeşitli kullanıcılar için etkileri nelerdir.

Kıyı alanlarındaki süreçler hakkında bilgi sahibi olmak oldukça önemlidir. Ayrıca bütün kıyısal fonksiyonlar kayıt altına alınmalıdır. Problemlerin tanımlarının faydalı bir şekilde yapmak için kurumların bir araya gelerek projenin hedeflenen amaçlarını ve ulaşılmak istenen standartların belirlenmesi zorunludur. Bu hedeflerin ve standartların kullanılmasıyla varılması istenilen son durum proje gerçekleştikten sonra objektif bir şekilde tanımlanabilir. Bundan

sonra da projenin umut edilen etkisini gösterip göstermediğini test etme olanağı ortaya çıkmaktadır. Bütün prosedürün daha ilk aşamasındayken hedefler ve standartlar ortaya konulmalıdır.

Problem analizlerinden iki farklı problem tanımı ortaya çıkmaktadır:

1. Problem tanımları için sorunun bir cevaba ihtiyacı vardır: Bu projeyi ya da işi tamamlamak için gerekli midir?
2. Problem tanımları için sorunun bir cevaba ihtiyacı vardır: Hangi alternatif daha iyidir ?

Birinci sorunun cevabının olumlu olması ikinci sorunun cevaplanmasını gerektirir. Birçok durumda ikinci soruyu tamamıyla cevaplamak için çalışmak gerekmektedir. Bu da daha önce bahsedilen yineleme döngüleri ile yapılmaktadır.

### **Alternatiflerin Geliştirilmesi**

Alternatif; problemi yeteri derecede çözen önlemlerin kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Bir alternatif elbetteki sadece bir önlemden ibaret olabilir. Değişkenler çeşitli değişimleri bir alternatif için belirtebilir.

Alternatiflerin geliştirilmesi sadece teknik bir mesele değildir. Alternatiflerin geliştirilmesi için sıkı analitik yöntemler uygulanamaz. Süreçte alternatif çözümler üzerinde düşünülürken dikkat edilmesi gereken önemli noktalar aşağıda belirtilmiştir,

- Önceden belirtilmiş çözümler,
- Benzer durumlardaki geçmiş tecrübeler,
- Problemlerin nedenleri,
- Problemin aciliyeti.

Uygun alternatiflerin seçilmesinde izlenecek yöntemler aşağıdaki gibidir;

- Sıfır seçenek
- Artı sıfır seçeneği

- Örnekler yardımıyla çözüm
- Belirtileri çözmek
- Beyin fırtınası yapmak

### **Ön Seçim**

Bütün alternatiflerin üzerinde çalışarak sunmak, son kararın verilmesi sürecine sokmak uygun olmamakla beraber oldukça maliyetlidir. Bundan dolayı, alternatifler arasında ön seçim yapmak gerekmektedir. Çok sayıda alternatif elenerek belirli sayıda en uygun alternatifler belirlenmelidir. Genellikle bu seçimlerde net kriterler tanımlanmaz. Önemli kriterler;

- Maliyet
- Potansiyellerin kullanılması
- Elverişlilik
- Güvenilirlik
- Ayrım yapmak

### **Etkilerin Belirlenmesi**

Alternatiflerin etkilerinin önceden tahmin edilmesi proje çalışmalarının zor yanısıdır. İlk önce çeşitli alternatifler için karar verirken hangi etkilerin dikkate alınacağı belirlenmelidir. Dikkate alınan etkiler;

- Etkilerin büyüklüğü
- Alternatiflerin ayrılması
- Tekrarlanabilirlik
- Süre/zaman
- Frekansdır.

Kıyı problemlerinin çözümünde maliyetler genellikle en önemli kriterdir. Bütün alternatiflerde güvenlik tedbirleri tam olmalıdır. Bu açıdan tüm alternatifler eşittir. Dikkate alınan kriterlerin sayısının çok olmamasına özen gösterilmelidir. Bir yandan projenin tüm gereklerini yerine getirmek oldukça maliyetli ve uzun zaman almakta, diğer bir yandan da farklı alternatiflerin kıyaslanması daha da zor olmaktadır. Etkileri bir araya toplayarak sınıflandırmak karar parametrelerinin azalmasını sağlayarak problemin daha kolay çözülmesine yardımcı olabilmektedir. Pratikte değerlendirmeye alınan kriterlerin sayısı 7 ile sınırlandırılmalıdır. Gruplamanın en belirgin yolu bütün etkileri belirli bir fonksiyonun altında toplayarak aynı gruba koymaktır. Proje çalışmalarında çok bilinen iki çeşit etki vardır: hedeflenen etkiler ve yan etkiler.

Hedeflenen etkiler; kumsal genişliği, erozyondan korunma gibi problemin analizi sırasında yazılan basit etkilerdir. Bütün bu etkiler planlanarak alternatiflerle sunulmalıdır. Yan etkiler, istenmeyen etkiler olarak adlandırılmaktadır. Çoğunlukla projenin amacına ulaşmasına yardımcı olmayan etkilerdir. Bu etkiler olumlu ve olumsuz olabilmektedir. Örneğin, sürekli erozyona uğrayan kumsalı kurtarmak amacıyla yapılan kıyı yenileme işlemi, geniş bir kumsalın oluşmasına neden olabilmektedir. Geniş kumsal, kumsal yenilemenin amacına ulaşması için olumlu bir sonuçtur. Fakat yenilemede kullanılan kumların bir kısmının kıyının iç kısımlarına ilerleyen tarım alanlarını etkilemesi olumsuz bir sonuçtur.

Bu etkilerin önceden saptanması kolay değildir. Bazı durumlarda gereken bilgiye ulaşma imkanı bulunmamaktadır. Diğer durumlarda da gereken standartları sağlamak oldukça maliyetli ve zaman alan bir süreç olabilmektedir. Yan etkilerin tespiti sürecinde sistem içerisindeki bütün kısımlardan (çifçiler, balıkçılar, doğa koruma dernekleri vb. gibi) görüşler alınarak değerlendirilme yapılmadığıdır.

Etkilerin belirlenmesinde aşağıdaki yöntemler kullanılabilir;

- Sayısal modeller,
- İstatiksel analizler,
- Miktar-etki ilişkileri,
- Yöntem-tanım,
- Bilirkişi kararları,

- Bilirkişi sistemleri.

Etkilerin 6nceden saptanmasında belirsizlikler her zaman g6z 6n6ne alınmalıdır. Modellerde ger6eğe yakın olması ilkesi kullanılır. Ayrıca doğada ger6ekleşen olaylar genellikle tahmin edilenlerden farklı olmaktadır. Belirsizlikleri azaltmak i7in kullanılan y6ntemler aşağıdaki gibidir;

- Daha fazla bilgi toplamak,
- Daha fazla araştırma yapmak,
- Tasarımlara esneklik katmak,
- Hasas analizlerle sayısal modellerin doğruluğunu arttırmak,

## 2. KIYI ALANLARINDA UZAKTAN ALGILAMA

### 2.1 Uzaktan Algılama

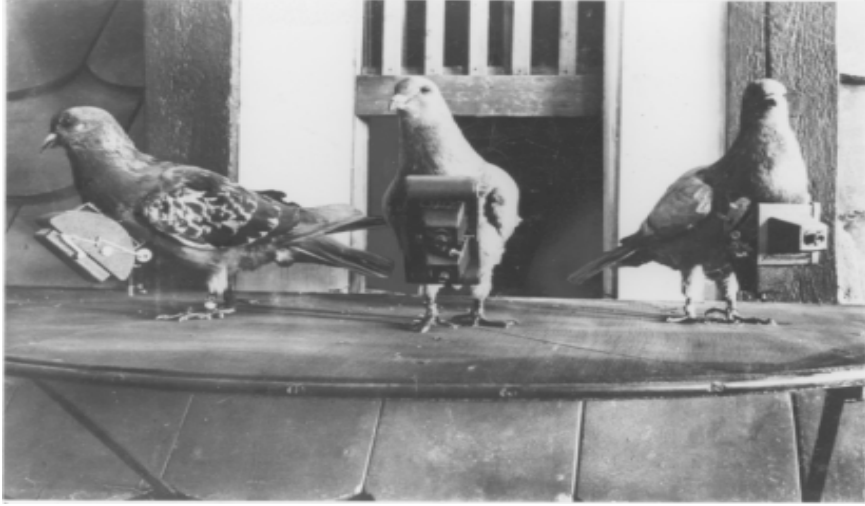
Uzaktan Algılama, yeryüzünün ve yer kaynaklarının incelenmesinde onlarla fiziksel bağlantı kurmadan kaydetme ve inceleme tekniğidir.

Diğer taraftan uzaktan algılama, elektromanyetik spektrumun mor ötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak da tanımlanır.

Ülkelerin ekonomik gelişmesinin temeli, doğal kaynaklarının en verimli bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Gelişmiş ülkeler kaynaklarını bu şekilde kullanırken gelişmekte olan ülkeler genellikle doğal kaynaklarının nitelik ve niceliklerine ilişkin yeterli bilgilerden henüz yoksundurlar. Bu nedenle, özellikle az gelişmiş ülkelerde doğal kaynakların yeterli biçimde haritalanmamış olması sonucu kıyı alanları, toprak ve su kaynakları, işlenen toprakların dağılımı, orman ve otlaklar ile madenlerin yerleri ve miktarları hakkında tam ve kesin veriler elde bulunmamaktadır.

Doğal çevrenin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması bunların bir kez belirlenmesi ile yetinilmeyip sık sık takip edilmelerini gerektirmektedir. Bunun için de, modern havacılık ve uzay teknolojilerinden yararlanılır. Uzaktan algılama adı verilen yöntemle havadan ve uzaydan elde edilen görüntüler yorumlanabilir.

Hava fotoğrafları, fotogrametrik yöntemle harita yapımında kullanılmakla birlikte, çeşitli mühendislik çalışmaları ve özellikle foto-yorumlama yöntemi ile doğal kaynakların bulunmasında da kullanılmakta ve böylece uzaktan algılama yönteminin en önemli verilerinden birini oluşturmaktadır (Bayram, 2006). Tarihte bilinen ilk uzaktan algılayıcılar kuşlardır. Güvercinlere fotoğraf makinası yerleştirmek suretiyle gökyüzünden hava fotoğrafları çekilmiştir. Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'de uzaktan algılamada kullanılan kuşlar ve bu kuşların çektikleri resimler görülmektedir .



Şekil 2.1 Tarihte kullanılan ilk uzaktan algılayıcılar



Şekil 2.2 Kuşların uzaktan algılama için çektiği hava fotoğrafları

Özetleyecek olursak uzaktan algılama yöntemi :

- Kıyı alanlarının yönetiminde, kıyı değişim çizgisinin belirlenmesi, yıllar içinde değişim miktarlarının tespiti, kıyı alanlarında arazi kullanım tiplerini belirlenmesi, kıyı alanlarında insan etkisini gözlemlemek amacıyla kullanılır. Böylece kıyı alanlarının etkili ve verimli şekilde kullanılması için gerekli veriler sağlanmış olunur.
- Otoyol, devlet yolu, demiryolu ve boru hattı koridor seçimleri, sulama, baraj, madencilik ve ormancılık ön etüdlerinde,
- Stereo uydu görüntülerinden etüd haritaları ve 3 boyutlu sayısal arazi modellerinin hazırlanmasında,

- Deniz ve kıyı kirliliği etüdlerinde, uydu görüntülerinden işlenip uygun filitremeler yapılarak kirlilik haritalarının yapımında,
- Tarımsal amaçlı, arazi kullanım ve toprak haritalarının etüdünde,
- Orman kaynaklarının ön envanterlerinin yapımı ve haritalanmasında, ayrıca orman yangınlarının yaptığı hasarların tespitinde ve görüntülerin işlenmesi-haritalandırılmasında,
- Maden aramalarında, jeolojik etüdlerin yapımında, yer çalışmalarını süre ve maliyet açısından en aza indirmek amacıyla,
- Çeşitli haritalama uygulamaları, şehircilik ve arazi kullanım uygulamaları, afet yönetimi, gemi izleme ve navigasyon, balıkçılık, arkeoloji, uzay bilimleri ve araştırmaları vb. dallarda
- İstihbarat ve keşif, stratejik bölgeleri izleme komuta kontrol karar mekanizmalarına bilgi sağlamak arama ve kurtarma gibi acil durum müdahalesinde kullanılmaktadır.

## **2.2 Kıyı Alanlarında Kullanılan Uzaktan Algılayıcılar**

### **2.2.1 Uydular**

Uydunun kendisi ise iki temel bölümden oluşmaktadır:

**Yük (Payload):** İletişim sinyali için transponder işlevini yerine getiren antenler, alıcılar ve vericilerden oluşur.

**Link (Yol):** Durum denetimi, sıcaklık denetimi, komut ve telemetri sistemleri bulunur. Temel olarak link, yük çalışması için destek (uydu bakım ve onarımı) görevlerini yerine getirir.

Uydu, kendisi için gerekli olan elektrik enerjisini üzerinde bulundurduğu güneş panellerinden sağlar. Uydunun güneşi göremediği durumlarda ise daha önceden çalışması sırasında doldurduğu pilleri kullanmaktadır. Uyduya, uzaya atıldıktan sonra, ekvatorun üzerinde, yeryüzüne göre değişmeyen belli bir yükseklikte, yörüngesel bir konum ya da bölme tahsis edilir. Uzay tarafından uygulanan kuvvetler nedeniyle uydunun yeryüzüne göre durağan yörüngesinden çıkmasını engellemek amacıyla yerdeki kontrol merkezi yörünge kontrol sinyalleri ile uyduyu kendisine tahsis edilen bölgede kalmasını sağlar.

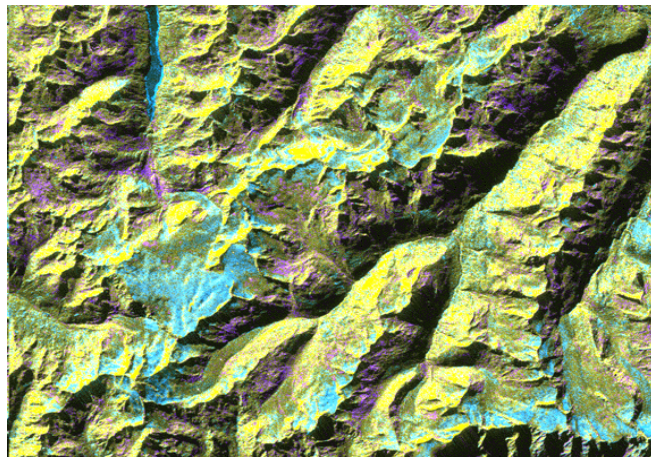
Uydunun tasarımı, haberleşmenin niteliği ile doğrudan ilgilidir. Dünya üzerinde bir yörüngede bulunan uydunun alıcı ve verici antenlerinin, dünya üzerinde istenen bir noktaya yönlendirilebilmesi için antenlerin her zaman dünyaya dönük olması gerekmektedir. Aksi halde iletişimin sürekliliği sağlanamayacaktır. Uydu transponderleri, tekrarlayıcı mantığıyla çalışır. Temel olarak, alıcı antenine gelen yer terminali sinyalini filtreledikten ve yükselttikten sonra sinyali ulaşması gereken yer terminaline istenen frekansta iletir. (Ömerci, 1993)

### 2.2.2 Radarlar

Radar, Radio Detecting And Ranging kelimelerinin baş harflerinin birleştirilmesi ile oluşmuş bir kelimedir. Aktif bir sistem olması nedeniyle gece ve gündüz, sisli ve puslu havalarda kullanılabilir.

1930 lu yıllarda Almanya'da ve Amerika Birleşik Devletleri'nde hemen hemen aynı zamanda ortaya çıkmıştır. Bu, halen hava alanları, uçak ve gemilerde kullanılan ve dairesel tarama yapan bir alettir. Radar sistemleri bir tür tarayıcı (scanner) dir.

K bandı kısa dalga, S bandı uzun dalga boyu olarak bilinir. Kısa dalga boyu ile çalışan bir radarın bitki örtüsünü delip geçme kabiliyeti az fakat üç boyutlu ayırma gücü fazladır. Haritacılar daha çok Lazer profilometre adı verilen bir tür radar sistemini kullanır. Uçaktan yapılan bir uçuş ile arazi profili bu aletle rahatlıkla 3 boyutlu bir şekilde çıkarılabilir.

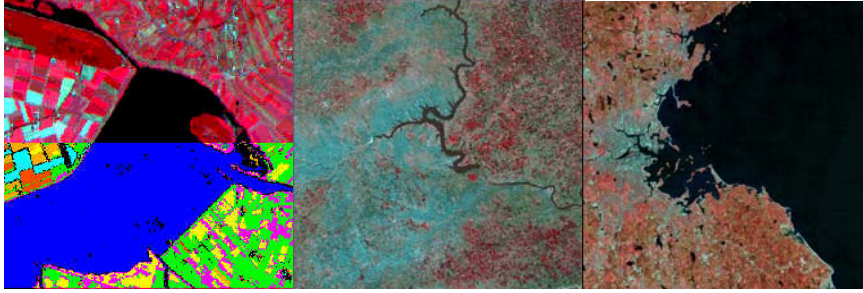


Şekil 2.3 Radar sistemi kullanılarak çıkarılan arazi profili

Radar kullanmanın faydaları şu şekilde özetlenebilir:

- Bulutları deler, sisten geçer, bitki gölgelerinden geçer. Dolayısı ile her zaman bulutlu olan tropik ülkelerde kolaylık sağlar.
- Büyük alanların 1/400000, 1/100000 ölçekli haritalarının yapılmasına yarar. Radar kullanarak 100 bin kilometrekarelik bir alanı bir günde algılamak mümkündür.
- Radarlar geceleri de görüntüleme yaparak günün her saati çalışabilirler.
- Gölgeyi bir görüntü verdiği için, düşey alınmış fotoğraflara göre değişik perspektiflerden görüş verir.
- Stereoskopik(3 boyutlu) görüş elde etmek için, bindirmeli çekim yapılabilir.
- Radarla okyanus dalgalarının boyu, yönü ve genliği bulunabilir. Buz dağlarının oluşumu belirlenebilir. Bu bakımdan deniz trafiğinde çok yararlı olur.

Şekil 2.4'te uydu görüntülerinde her bir renk ayrı bir nesneyi belirtir.



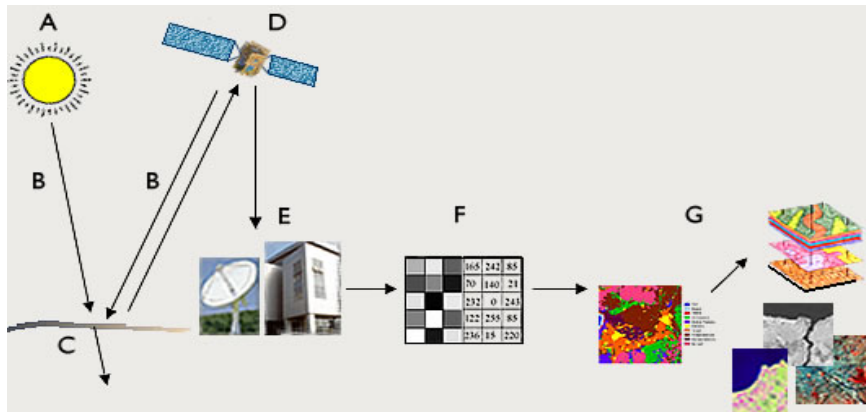
Şekil 2.4 Uzaktan algılama yöntemiyle oluşturulan fotoğraflar

Uzaktan algılamada kameraların ve radar sistemlerinin dışında lazer, radyo dalgası alıcıları, sismograflar, gravimetreler, manyotometreler, sonarlar gibi araçlar da kullanılır.

### 2.3 Uzaktan Algılama Bileşenleri

Uzaktan algılama süreci iki temel aşamadan oluşur. Bunlar "Veri Elde Etme" ve "Veri İşleme" aşamalarıdır. Uzaktan algılama bileşenleri Şekil 2.5'te görülmektedir. Verinin elde edilmesi:

- A. Enerji Kaynağı: Hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefi aydınlatır veya hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Optik uydular için enerji kaynağı güneştir, ancak radar uyduları kendi enerji kaynaklarını üzerlerinde taşıy ve elektromanyetik enerji üreterek hedefe yollarlar.
- B. Işınım ve Atmosfer: Enerji, kaynağından çıkarak hedefe yol alırken atmosfer ortamından geçer ve bu yol boyunca bazı etkileşimlere maruz kalır.
- C. Hedef ile Etkileşim: Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur.
- D. Enerjinin Algılayıcı Tarafından Kayıt Edilmesi: Algılayıcı hedef tarafından yayılan ve saçılan enerjiyi algılar ve buna ilişkin veri kayıt edilir.
- E. Verinin İletimi, Alınması ve İşlenmesi: Hedeften toplanan enerji miktarına ait veri algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, görüntüye dönüştürülmek ve işlenmek üzere bir uydu yer istasyonuna gönderilir.
- F. Dijital görüntüyü oluşturan pikseller numaralandırılır.
- G. Sayılar küçük resim elemanlarına dönüştürülür ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. İstenilen alanlar sınıflandırılarak farklı kullanım alanları belirlenir.



Şekil 2.5 Uzaktan algılama bileşenleri

### 2.3.1 Verinin İşlenmesi:

- A. Yorumlama ve Analiz: Görüntü görsel, dijital ve elektronik işleme teknikleri ile zenginleştirilir, analiz edilir ve nicel sonuçlar elde edilecek veriye sahip olunur.
- B. Uygulama: İşlenmiş veriden bilgi çıkarılır, bazı sonuçlara ulaşılır. Ayrıca elde edilen sonuçlar, başka veri kaynakları ile birleştirilerek kullanılabilir.

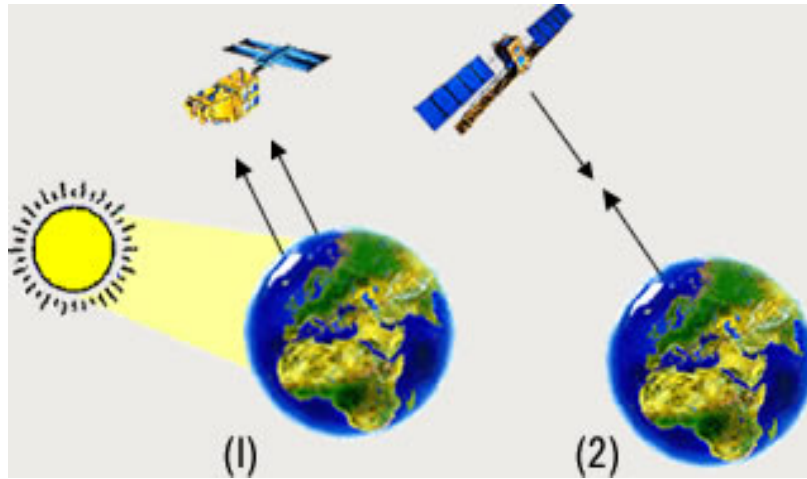
### 2.3.2 Veri Elde Etme

#### 2.3.2.1 Aktif ve Pasif Uzaktan Algılama

Görüntüleme sistemleri pasif ve ya aktif sistemler olabilir;

(a) Pasif Sistemler: Pasif sistemler yeryüzünün doğal yayılım enerjisi veya güneş enerjisinin yansıtımını algılayan optik, ısı ve mikrodalga algılayıcılardır.

(b) Aktif Sistemler: Aktif Sistemler kendi enerji kaynaklarını kullanırlar. Hedefe ürettikleri elektromanyetik dalga sinyallerini yollar ve hedeften saçılan enerjiyi algırlar.



Şekil 2.6 Aktif ve pasif uzaktan algılamanın çalışma şekli

### 2.3.3 Algılayıcı Sistemler

Algılayıcı platformlarında bir yüzeyden yayılan ya da yansıtılan enerjiyi hassas bir şekilde

toplamak ve kaydetmek için algılayıcının kararlı şekilde taşınır. Uzaktan algılamada yer, hava, uzay aracı veya uydu platformlarına monte edilen algılayıcılar kullanılır.

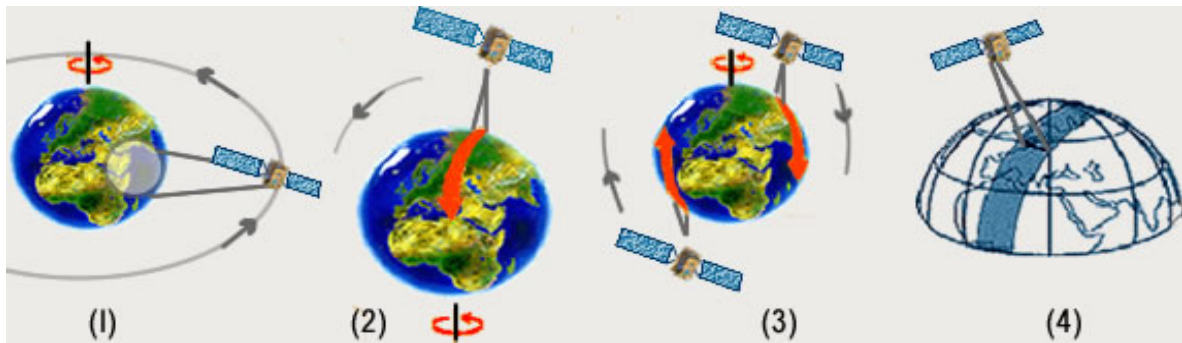
Uzaktan algılama alanında kullanılan ve geliştirilen algılayıcılar iki ana grupta toplanabilir: Bunlar aktif ve pasif algılayıcılardır. Her iki grup da tarama ve görüntüleme özelliklerine bağlı olarak alt gruplara ayrılırlar. Pasif Algılayıcılar doğal kaynaklı elektromanyetik enerjinin yayılımı ve yansıtımını, aktif algılayıcılar ise, yapay bir enerji kaynağı tarafından üretilen enerjinin hedeften saçılımını algırlar. Her iki grup da tarama yapan veya yapmayan sistemler olmak üzere alt gruplara ayrılmaktadır. Şekil 2.7’de bazı algılayıcı platform örnekleri görülmektedir.



Şekil 2.7 Algılayıcı platformlar

#### 2.4 Uydu Yörüngeleri ve Tarama Alanı

Yörünge: Uydunun izlediği ve tamamladığı dairesel yola yörünge denir. Yörüngeler yüksekliklerine, dönüş yönlerine ve dünyanın dönüşü ile ilişkilerine göre sınıflandırılmaktadır. Şekil 2.8’de yörünge sistemleri görülmektedir.



Şekil 2.8 Dört çeşit yörünge sistemi bulunmaktadır

- (1) Yer-Sabit Yörünge: Bu tür yörüngelere sahip olan uydular genellikle çok yüksek irtifaya sahiptirler. Bu tür uydular her zaman dünyanın aynı bölgesini görürler. Bu nedenle aynı bölgeyi izleme ve o bölge hakkında sürekli bilgi elde etme imkanı sağlarlar. Meteorolojik ve haberleşme uyduları genellikle bu tür yörüngelere sahip uydulardır.
- (2) Yakın-Kutupsal Yörünge: Pek çok uzaktan algılama platformu kısa sürede dünyanın pek çok yerini görüntülemeyi sağlayacak yörüngelere oturtulmuştur. 'Yakın-kutupsal yörünge' ismi, bu tür uyduların kuzey ve güney kutupları arasında uzanan bir yolu takip etmeleri nedeni ile kullanılmaktadır.
- (3) Güneş-Eşzamanlı Yörünge: Pek çok yakın kutupsal uzaktan algılama uydusunun yörüngesi aynı zamanda güneş-eşzamanlıdır. Bu sayede, uydu dünyada görüntülediği her bölgeyi aynı yerel saatte görüntüler.
- (4) Tarama Alanı: Uydu dünya etrafında dönerken, algılayıcı yeryüzeyinin belli bir kısmını taramaktadır. Yörünge boyunca ilerlerken taranan bu bölgeye "tarama alanı" denilmektedir.

## 2.5 Görsel Yorumlama

### 2.5.1 Elektromanyetik Enerji

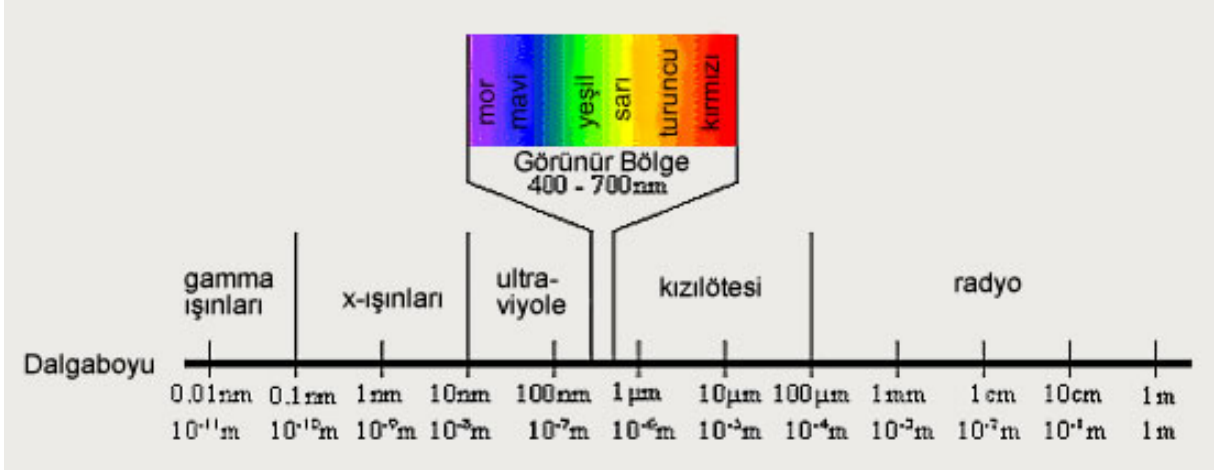
Elektromanyetik enerji elektrik alan ve manyetik alan olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır.

Elektromanyetik enerjinin belirli özellikleri vardır. Tüm elektromanyetik enerji ışık hızında hareket etmektedir ( $c = 299,793$  km/saniye).

Elektromanyetik enerjinin hareketi hız, dalga boyu ve frekans cinsinden ifade edilebilir: Hız ( $c$ ), dalga boyu ( $L$ ), ve frekans ( $f$ ) olmak üzere, ilişki  $L = c/f$  eşitliği ile ifade edilmektedir.

### 2.5.2 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrumda dalga boyları bina mertebesinde uzunluğa sahip radyo dalgalarından, bir atom çekirdeği mertebesindeki kısa dalga boylarına kadar uzanır. İnsan gözünün algılayabildiği dalga boyları, sadece görünür bölgedekilerdir.



Şekil 2.9 Elektro manyetik spektrumun dalga boyları

## 2.6 Enerji Kaynağı ve Hedefle Etkileşim

Bir yüzeye enerji gönderildiğinde, gerçekleşebilecek 3 tür etkileşim vardır. Bunlar: Yutulma (Yu); İletim (İ); ve Yansıtım (Ys)'dir. Hedefe gelen toplam enerji (E) için bu etkileşimlerden biri veya birden fazlası gerçekleşebilir. Bu etkileşimlerin oranı gelen enerji ve hedef malzemesi ile ilişkili olarak değişim gösterir (Sesiören, 1998).

$$E = Y_u + Y_a + İ \quad (3.1)$$



Şekil 2.10 Yüze gelen enerjinin yüzey ile etkileşimi

Yutulma(Yu): Hedefe gelen toplam enerjiden bir kısmı ortamdaki elektron ve moleküler reaksiyonlar nedeniyle yutulur, bu enerjinin bir kısmı genellikle uzun dalga boylarında geri yayılır, diğer bir kısmı da yutularak hedefin ısısını artırır.

**Yansıtım(Ya):** Toplam enerjinin bir kısmı hedeften geri yansıtılır ve ışının geliş açısı ve yüzey pürüzlülüğüne bağlı olarak farklı açılarda saçılır.

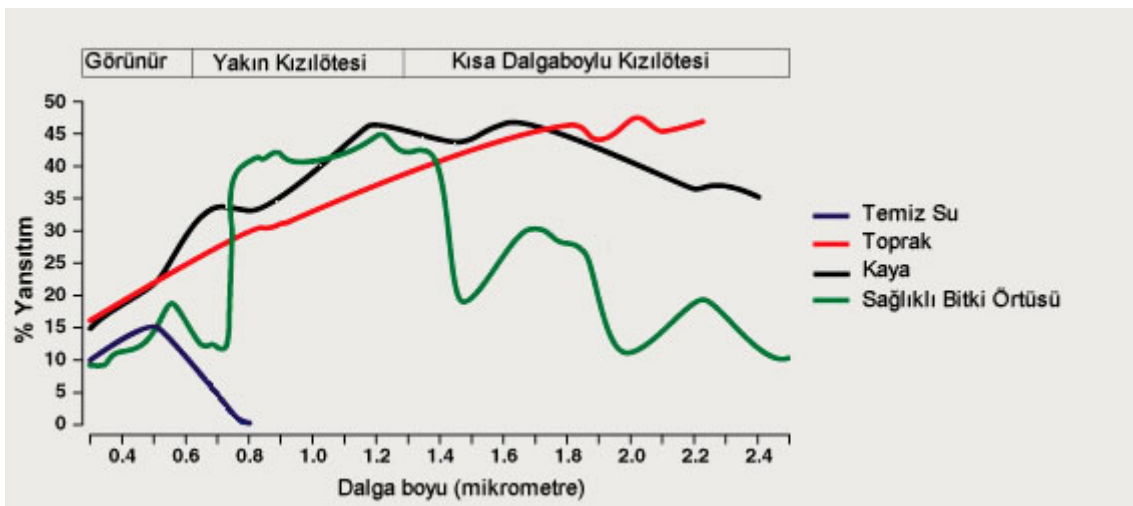
**İletim(İ):** Toplam ışınımın bir kısmı su gibi bazı maddelere nüfuz edebilir, madde saydam ve bir boyutu ince ise bir kısmı maddeden geçerek diğer ortama iletilir.

**Yayılmı(Ya):** Bir enerji kaynağından ışınım veya iletim yolu ile elektromanyetik enerjinin yayılmasıdır.

**Saçılım:** Enerji dalgasının bir ortamda, enerjinin geliş açısı, polarizasyonu veya frekansı değişerek saçılması veya malzeme ile atomik veya moleküler seviyede etkileşerek eski durumunu muhafaza etmeden saçılmasıdır.

### 2.6.1 Spektral İmza

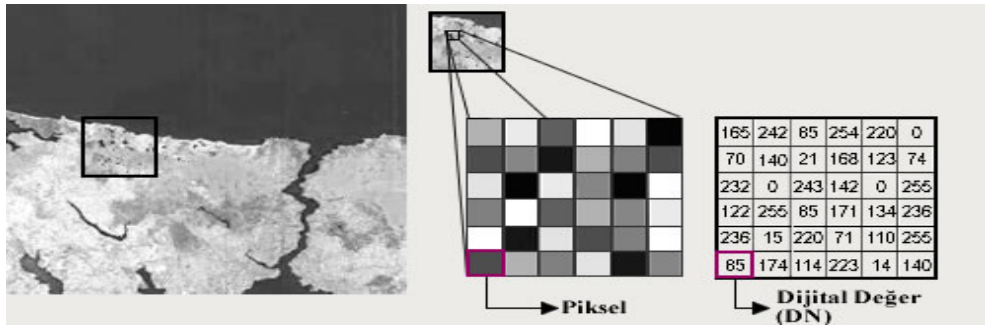
Bir malzeme için yansıyan, yutulan, veya iletilen ışınım miktarları dalgaboyuna bağlı olarak değişir. Bu önemli özellik sayesinde farklı nesnelere ya da sınıfları ayırt etmek olanaklıdır. Çalışmanın amacına göre, bir görüntüde ayırt edilmek istenen maddeler değişecektir. Analistler, daha iyi bir analiz yapmak için, spektral imzalardan yararlanarak kullanılması gereken spektral bantları belirlemektedirler. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü üzere yeryüzünde farklı maddelerin farklı spektral imzaları bulunmaktadır.



Şekil 2.11 Yeryüzündeki bazı maddelerin spektral yansımaları

## 2.6.2 Dijital Görüntü

Uzaktan Algılama görüntüleri dijital formlarda kayıt edilir ve bilgisayarlar tarafından görüntüye dönüştürülmek üzere işlenir. Bir uzaktan algılama sisteminde algılayıcı enerjiyi (ışığı) algılar, ölçer ve miktarını bilgisayarın okuyabileceği bir sayıya çevirir. Yörüngedeki uzay aracı bu kodları sinyaller ile yeryüzündeki uydu yer istasyonuna gönderir. Bu sinyaller alınarak sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri değerine denk gelen sayı ile ifade edilir ve bir dijital görüntü oluştururlar. Kısaca, sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Dijital görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir. Her piksele ait olan ve temsil edilen alandan gelen ortalama ışınımı veren değer DN ile gösterilir. DN değerleri genellikle 0-255 arasındadır.

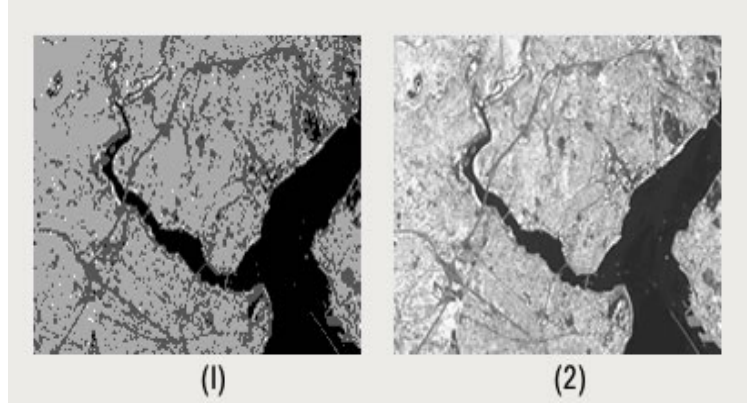


Şekil 2.12 Pikseller ve dijital değerlendirme

### 2.6.2.1 Dijital Görüntünün Özellikleri

Çözünürlük bir görüntüleme sisteminde kayıt edilen detayların ayırt edilebilirlik ölçüsüdür. Uydu Görüntüleri için 4 farklı çözünürlük tanımlanmaktadır:

**Radyometrik Çözünürlük:** Elektromanyetik enerji miktarında sahip olunan hassasiyet radyometrik çözünürlüğü göstermektedir. Bir başka deyişle, bir görüntüleme sisteminin radyometrik çözünürlüğü, enerji farklılıklarını ayırt edebilme yeteneğini gösterir. Bahsedilen enerji farklılıkları ayırt edilmesi mümkün olan gri tonu sayısına denk gelir. Aşağıda aynı bölgeye ait 2-bitlik bir görüntü (1) ile 8-bitlik bir görüntü (2) karşılaştırıldığında, radyometrik çözünürlükle ilişkili olarak detay ayırt etme seviyesindeki fark göze çarpmaktadır.



Şekil 2.13 (1) 2 bitlik görüntü ve (2) 8 bitlik görüntü

**Spektral Çözünürlük:** Spektral çözünürlük algılayıcının duyarlı olduğu dalga boyu aralıkları ile ilgilidir. Spektral çözünürlüğün iyi olması bir kanal ya da bandın algıladığı dalga boyu aralığının küçük olduğunu gösterir.

Çok gelişmiş çoklu-spektral algılayıcılara hiperspektral algılayıcılar denilmektedir. Bu algılayıcılar elektromanyetik spektrumun görünür, yakın kızılötesi ve orta-kızılötesi bölgelerinde yüzlerce küçük spektral aralıkta algılama yapmaktadırlar.

İyi bir görsel analiz için, spektral imzalardan yararlanılarak, proje amaçlarına göre çalışılacak bantlar belirlenir.

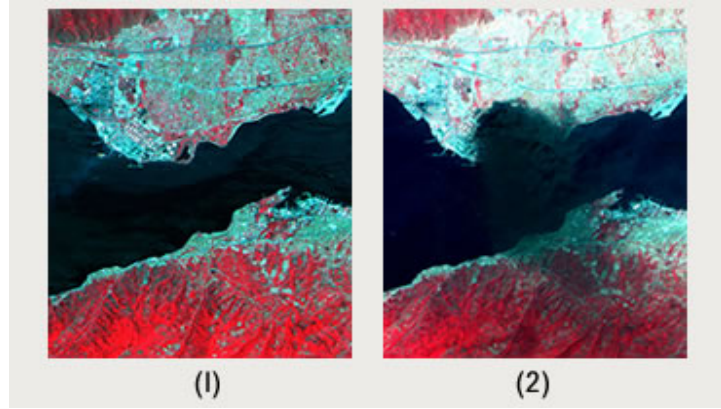
**Uzaysal Çözünürlük:** Bir görüntüde farkedilebilir en küçük detay, algılayıcının uzaysal çözünürlüğü ile ilgilidir ve görülebilen en küçük hedef boyutunu tanımlar. Ticari uydular bir metreden kilometrelere varan çözünürlükler sağlamaktadırlar. Sadece çok büyük nesnelerin görülebildiği görüntülerin çözünürlüğü düşük, küçük nesnelerin ayırt edilebildiği görüntüler ise yüksek çözünürlüklüdür.

Şekildeki ilk görüntü LandsatMSS uydusunun 80 metre çözünürlükle çekilmiştir. Çok büyük nesneler bu görüntülerde ancak görünür. İkinci görüntü 20 metre çözünürlüğe sahip Spot XS uydusu görüntüsüdür. Üçüncü görüntü ise 10 metre çözünürlüğe sahip SpotP uydu görüntüsüdür. (3) numaralı görüntüde küçük nesneleri ve diğer çözünürlükteki uydu görüntülerine nazaran daha ufak detayları görebilmek mümkündür.



Şekil 2.14 Üç farklı çözünürlükteki uydu görüntüleri

**Zamansal Çözünürlük:** Zamansal çözünürlük bir uzaktan algılama sisteminin aynı bölgeyi görüntüleme sıklığı ile ilgilidir. Bir bölgedeki spektral karakteristikler zamanla değişebilir ve çok-zamanlı görüntü setleri kullanılarak değişim analizi yapılabilir. Şekil 2.17’de İzmit’e ait depremden önce (1), deprem ve depreme bağlı yangın sonrası (2) Spot uydusundan alınan görüntüler zamansal çözünürlüğe örnek teşkil etmektedir.

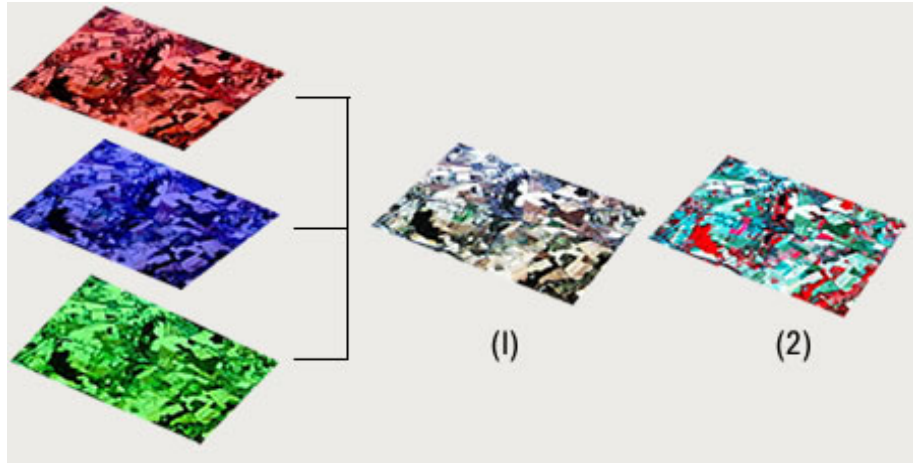


Şekil 2.15 Deprem öncesi ve sonrası İzmit körfezi

## 2.7 Görüntü Elde Etme

Renkler, üç ana rengin (kırmızı, yeşil, mavi) farklı oranlarda karıştırılması ile elde edilir. İnsan gözü sadece görünür bölgedeki dalga boylarını algılamaktadır. Optik görüntüler oluşturulurken, sırasıyla kırmızı yeşil ve mavi bantlara ait görüntüler bilgisayar ekranında

görüntülediğinde doğal renkli görüntü, diğer tüm bant kombinasyonlarının görüntülenmesi durumunda ise yapay renkli görüntü elde edilir. Yapay görüntüler, özellikle insan gözünün duyarlı olmadığı bir spektral bölgedeki yansımaya ilişkin bilgi sağlayarak gözün algılamadığının görünür hale getirildiği görüntüler olup bazı uygulama alanları için büyük öneme sahiptirler. Şekil 2.18’de (1) Doğal renkli kompozit (TM bantları 3, 2 ve 1) görüntü, (2) ise yapay renkli kompozit (TM bantları 1, 3 ve 2) görüntüdür.



Şekil 2.16 Doğal ve yapay renkli görüntüler

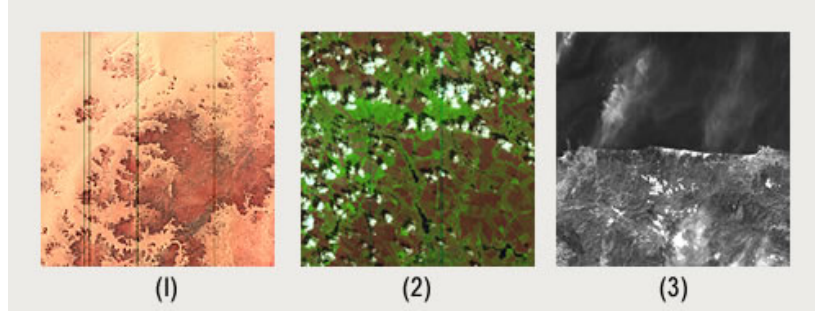
## 2.7.1 Ön İşleme

### 2.7.1.1 Düzeltmeler

#### Radyometrik Düzeltme

Uydu görüntülerinde radyometrik düzeltmeye 3 tür hata nedeni ile ihtiyaç duyulabilir:

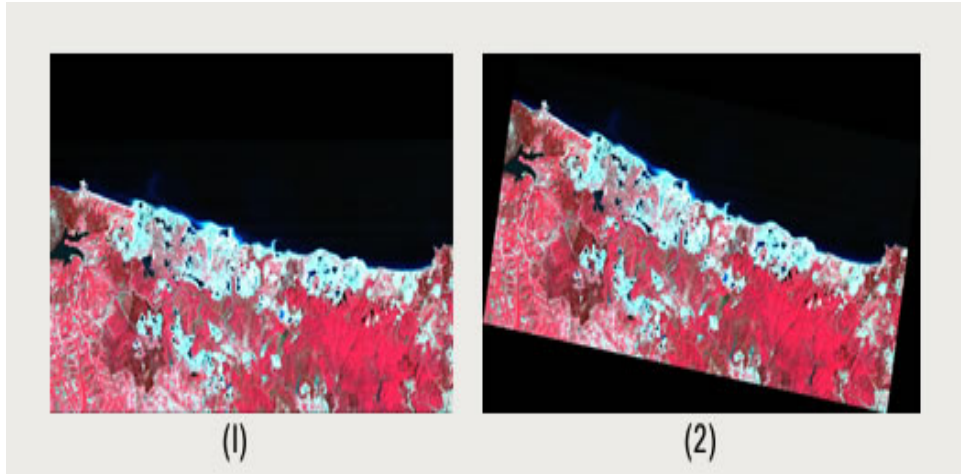
- (1) Algılayıcı kaynaklı hatalar: Bunlar sistematik hatalardır.
- (2) Güneş geliş açısından veya topoğrafyadan kaynaklanan gölge etkisi.
- (3) Atmosferik şartlardan kaynaklanan hatalar: Sis ve bulut örnek olarak verilebilir. Hedefin önünde yer alarak, yeryüzüne ait veriye sağlıklı bir şekilde ulaşmayı engellemektedirler. Görüntü işlemeden önce bu hata ve etkilerin giderilmesi gerekmektedir. Şekil 2.19’da (1) görüntüsünde algılayıcı kaynaklı radyometrik hata (SPOT 4), (2) görüntüsünde bulut etkisi (SPOT 4) ve (3) görüntüsünde sis etkisi (SPOT 4) görülmektedir.



Şekil 2.17 Görüntülerdeki hata çeşitleri

### Geometrik Düzeltme

Geometrik düzeltme, ham görüntüdeki geometrik bozulma etkilerinin giderilmesi, ve görüntünün yer kontrol noktaları kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması işlemidir. Düzeltilecek görüntüdeki nokta koordinatları yer kontrol noktalarının koordinatları ile tanımlanırken (enlem,boylam gibi) yapılan işleme rektifikasyon, bu işlem iki görüntünün aynı noktalarını eşleştirme ya da bir görüntüyü diğerine göre düzeltme şeklinde yapılıyor ise geometrik kayıt denilmektedir. Şekil 2.20’de (1) 1998 Kilyos-Karaburun orjinal Landsat görüntüsü, (2)’de ise nokta koordinatları yer kontrol noktalarına göre geometrik olarak düzeltilmiş Landsat görüntüsü görülmektedir.



Şekil 2.18 Geometrik düzeltme işlemi

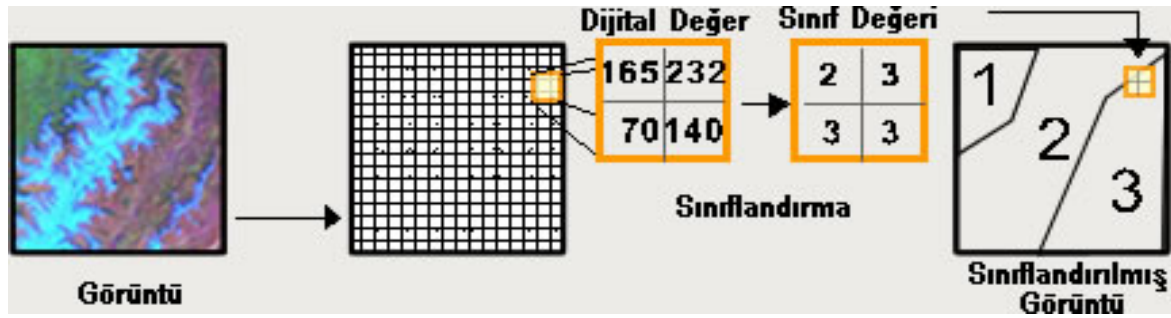
## 2.8 Görüntü dönüşümleri

Görüntü dönüşümleri, genellikle iki veya daha fazla görüntüden yararlanılarak ilgilenilen özelliklerin daha fazla ortaya çıktığı yeni bir görüntünün oluşturulması işlemidir. Temel görüntü dönüşümleri görüntüye uygulanan basit aritmetik işlemlerdir. Örneğin, görüntü çıkarma işlemi genellikle farklı tarihlerde alınmış olan görüntülerin arasındaki farklılıkları bulmak için yapılan bir uygulamadır. Görüntü bölme veya orantılama işlemleri de sıkça kullanılan dönüşümlerdir.

## 2.9 Sınıflandırma

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında kullanılan yönteme göre kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olarak ikiye ayrılmaktadır. Şekil 2.19'da görüntülerin sınıflandırılması gösterilmektedir.

**Kontrolsüz Sınıflandırma:** Öncelikle spektral kümeler belirlenir. Bu tamamen yansıma değerlerine dayalı sayısal bir işlem olarak yapılır. Daha sonra bu kümeler sınıf oluşturmak üzere kullanılır.



Şekil 2.19 Görüntülerin sınıflandırılması

**Kontrollü Sınıflandırma:** Kontrollü Sınıflandırma işleminde, analist görüntüde bilgi sahibi olduğu homojen örnek alanları tanımlar ve bu alanlar bilgisayar sınıflandırma algoritmasında eğitim alanları olarak temel alınarak sınıflandırma işlemi yapılır.

### 3. TERKOS GÖLÜ JEOMORFOLOJİSİ

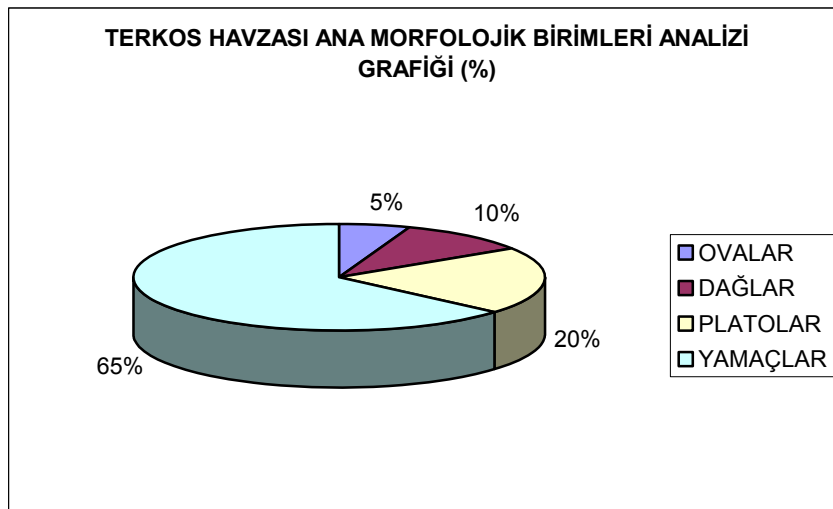
#### 3.1 Topoğrafik Yapı

Terkos Gölü Havzası Türkiye'nin kuzeybatısındaki Marmara Bölgesinin Çatalca-Kocaeli Bölümü'nde Çatalca Yöresi üzerinde yer alır (Darkot ve Tuncel, 1981) (Şekil 3.1). Havza, kuzeyden Kasatura Körfezi-Yalıköy Arasındaki Kıyı Bölgesi, doğudan Karaburun-Rumelifeneri Arasındaki Kıyı Bölgesi, güneyden Alibeyköy Baraj Gölü Havzası, Sazlıdere Baraj Gölü Havzası, K.Çekmece Gölü Havzası, Büyükçekmece Baraj Gölü Havzası, Silivri-B.Çekmece Arasındaki Kıyı Bölgesi ve batıdan Boyacı Deresi Yukarı Havzası ve Tekirdağ ile sınırlıdır. Saha sınırı Terkos Havzasına ulaşan akarsuların su bölümü hattından geçirilen çizgi ile oluşturulmuştur. 736 km<sup>2</sup> alan sahip olan Terkos Havzası, 41° 14' – 41° 27' Kuzey enlemleri ile 28° 08' – 28° 43' Doğu boylamları arasında yer alır.



Şekil 3.1 İstanbul İline ve Terkos Havzasına batıdan-doğuya uydudan genel bir bakış.

Kuzeybatısı Istranca Dağlarının eteklerini oluşturan dağlık sahadan meydana gelen Terkos Havzası, diğer kesimleri Çatalca Platosu üzerinde yer alır. Bu nedenle söz konusu sahanın genel morfolojik karakteri plato düzlüklerinden ve bunların yamaçlarından oluşur. Platonun ortalama yükselti 150–200 m'ler arasındadır. Kuzeybatıdaki Istranca eteklerini oluşturan dağlık sahanın yanı sıra; genelde havza alçak platoluk bir alandan ve doğusunda da bu platonun en alçak yerine 5 m seviyelerinde yerleşmiş Terkos lagününden meydana gelmiştir. Buradaki platoyu yarmış olan Binkılıç (Istranca) Deresi ve kolları gibi genelde geçici akarsular, Istranca Dağlarından havza doğusundaki Terkos Gölüne doğru özellikle batı-doğu yönünde uzanırlar. Bunun yanı sıra doğudaki göl çanağına havzanın diğer kesimlerinden su taşıyan merkeze yönelmiş birçok geçici dere de bulunur. Terkos Havzasında, belirgin bir dağlık alan olarak Istranca Masifini oluşturan dağlık saha yer alır. Belirgin tepelere sırtlar üzerindeki subölümleri ve dağlık sahada rastlanır. Kuzeybatı kesimde Binkılıç Köyü'nün 4 km kuzeyinde Istrancalar üzerindeki 394 m'lik tepe havzanın en yüksek noktasıdır. Terkos Gölü, gerek kıyı akıntısı gerekse kuzeyli rüzgarların dalga etkinliği neticesinde genişçe bir koyun önünün Karaburun'dan kuzeybatıya doğru uzayan bir kıyı kordonu ile kapanması sonucu Terkos Gölü bir lagüne yani bir kıyı setti gölüne dönüşmüştür. Ancak gölün gidegeni olan boğaz adı verilen mevkiin zaman zaman plaj kumları ve kumulları ile kapanmasına rağmen açılan bir kanalla suları daima tatlı kalmıştır. Bu nedenle, Terkos Havzasının suları, 1885'de inşa ettirilen bir su fabrikası ile 1971'de ek çalışmalarla tekrar tevsi edilen 142 hm<sup>3</sup> ile İstanbul'un içme-kullanma suyu amaçlı olarak devreye sokulmuştur.



Şekil 3.2 Terkos havzası ana jeomorfolojik şekilleri analizi grafiği

Dağlar, platolar ile ovalar ve taban düzlükleri, bir de bunların yamaçlarından oluşan ana jeomorfolojik birimlerden, tümüne Terkos Havzasında rastlanır (Çizelge 3.1 ve Şekil 3.2). Bu sahada, en geniş yayılışa sahip ana jeomorfolojik şekilleri, plato düzlükleri ile bunların yamaçları oluşturur. Havza geneline oranlandığında plato düzlükleri % 20 alan kaplar. Bunları % 10 ile dağlar izler. % 5 alan ile ovalar ve taban düzlükleri ise üçüncü sırada bulunur. Bir de bu alanlara ilave olarak, bu ana morfolojik birimlere ait yamaçlar yer alır. Havzada yamaçların kapladığı alan yüzdesi ise, % 65'dir. Bu değer, diğer jeomorfolojik ünitelerin toplamının neredeyse 2 katıdır. Bu da havzadaki hızlı aşınımı, yarılımı ve parçalanmanın şiddetini gösterir. Bunun yanı sıra, Terkos Havzasındaki yamaçlar plato düzlüklerine dahil edildiğinde platolar, en geniş yayılış alanını sahip sahalardır. Havza geneline oranlandığında bu değer, % 85'dir ve neredeyse havzanın tamamına yakını platodur. Istranca (Yıldız) Dağlarının eteklerini oluşturan havza kuzeybatısındaki dağlar ise havzanın 1/10'unu oluşturur. Ovalar ve taban düzlükleri ise eser miktarda olup, % 5'lik bir alana sahip bulunur.

Çizelge 3.1 Terkos havzası ana jeomorfolojik birimleri analizi tablosu

<b>TERKOS HAVZASI</b>	<b>ALAN (km<sup>2</sup>)</b>	<b>% payı</b>
DAĞLAR	73	10
PLATOLAR	141	20
OVALAR	38	5
YAMAÇ	442	65
<b>TOPLAM</b>	<b>694</b>	<b>100</b>
<b>TERKOS GÖLÜ ALANI</b>	<b>42</b>	
<b>HAVZA ALANI</b>	<b>736</b>	

Terkos havzası ile Karaburun-Rumelifeneri Arasındaki doğu subölümü üzerinde bulunan belirgin tepeler ise güneyden-kuzeye doğru şunlardır: 156 m'lik tepe, Maymun Tepe (111 m), Cabır Tepe (114,6 m)'dir. Yaklaşık 40 m'lik bir seviye farkı vardır ve bu değer yumuşak örtü formasyonları üzerindeki belirgin tepelerle temsil edilir.

5–394 m yükselti değerleri arasında uzanan Terkos havzası, genelde batıdan doğuya akışlı olan ve bir kırık hattına yerleşmiş bulunan Binkılıç (Istranca) Deresi ve onun Karasu Deresi, Kürk Dere ve Mandıra Deresi kolları ile ayrıca, batıdan doğuya doğru Belgrad Dere, Kurt Dere, Çiftlik Dere, Karaağaç Dere, Örencik Dere, Yiğitler Dere, Sinanköprü Dere, Kapaklı

Dere, Tayakadın Dere, Yeniköy Dere ve tüm bu derelerin kolları tarafından çeşitli derecelerle derince parçalanmış bir saha olmasından dolayı burası bir plato sahasıdır. Bunun yanında Karadeniz ile arasında bulunan dar subölümünde göle uzanan geçici derelerin uzunlukları 2-3 km dolayında iken, Binkılıç (Istranca) Deresinin uzunluğu kuşuçuşu 40 km dolayındadır.

Havzanın ana akarsuyu olan Binkılıç (Istranca) Deresi Tekirdağ İl sınırındaki Armutlu Tepe güneyinde 356 m'lerden kaynaklanır. Terkos gölüne katıldığı mevkide 5-6 m seviyelerinde bulunur. Buna göre genel topografik yarılmı göreceli olarak 350 m dolayındadır. Katettiği yol veya açtığı vadisi 48 km olduğuna göre; vadisinin genel eğimi batıdan doğuya 4° dir.

Anakaya üzerinde gelişmiş; gerek Ömerli havzası toprakları, gerekse B.Çekmece havzası toprakları üzerinde yapılmış toprak erozyonu çalışmalarına karşılaştırmalı olarak bakıldığında; toprak gelişiminin 25–35 cm arasında değiştiği bu iki havzanın karşılaştırılmasında da anlaşılabilir. İstanbul İlindeki toprak erozyonu bu şekliyle devam ettiği sürece, her yıl erozyonla 1 cm'lik toprak kaybının göz önünde tutulması kaydıyla, yaklaşık 30–35 yıllık süre içinde, önlem alınmadığı takdirde aşınmanın süreceği, ildeki toprakların tamamına yakınının vadi tabanlarına ya da baraj göllerine ve göletlere taşınacağı, çıplak anakaya yüzeylerinin hızla artacağı söylenebilir (Ertek vd. 2004).

Kütle hareketleri ve heyelanlar bakımından İstanbul ili arazisi genelde büyük önem taşımamasına rağmen; Terkos havzası güneybatısındaki Kalfaköy kuzeyinde kütle hareketlerini görmek mümkündür. Bunlar, Alt-Orta Miyosen'in çakıl, kum, milden oluşan Çukurçeşme Formasyonunda görüldüğü mevkilerde kütle hareketleri ve heyelanlar rastlanır. Özellikle killi yapıların bulunduğu sahalar, her yağışlı mevsimde, bilhassa sonbahar yağışlarıyla tetiklenebilen, hatta bir kısmı da yamaç dengesinin bozulduğunda antropojenik etki ile harekete geçebilen potansiyel heyelan alanlarıdır (Hakyemez ve Erkal, 1994).

Sonuç olarak, havzanın en yaşlı birimlerini paleozoik şist, metakuvarsit, granitlerinden oluşan Istranca masifinin sert ve dirençli metamorfiteilerinden oluşurken; buradaki sahanın kuzeybatısındaki yüksek dağlık alanını meydana getirir. Terkos havzası Orta Oligosen-Alt Miyosen yaşlı çakıl, kum, kilden oluşan Danişmen Formasyonu ve Alt-Orta Miyosen'in çakıl, kum, milden oluşan Çukurçeşme formasyonunun örtü depolarını üzerinde gelişmiş ve morfodinamik süreçler tarafından aşındırılan, ancak Geç Alpin tektonik hareketlerle sonradan gençleşmeye uğramış peneplen sahalarına tipik bir örnek oluşturan, Istranca Deresi gibi ana akarsu ve bunun kolları tarafından drene edilen, devam eden gençleşmenin sonucu olarak subölümü üzerinde subölümlerinin göçüne ve sahada tektonik gençleşmeye dayalı olarak

birbirini kendi havzasına çeviren özellikle çok belirgin olan kapma olaylarının varlığına dayalı havzaya ait yukarı kesimleri kapılmış olan akarsuların yer aldığı diskordant yapılı polisiklik topografyalara tipik bir örnek oluşturur. Terkos Göl'ü güney kıyıları eski Karadeniz kıyılarını oluştururken, önünün bir koy setiyle kapanması neticesi lagüne dönüşmüş bir kıyı seti gölüdür (Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7).



Şekil 3.3 Ormanlı Köyü'nden güneybatıya Istranca (Yıldız) dağlarına bakış



Şekil 3.4 Tayakadın Köyündeki kumlu,  akill , milli örtü formasyonlarına bakış



Şekil 3.5 Ormanlı Köyünden Terkos Gölü batısındaki bataklık ve sazlık taban arazi ile kuzeyindeki kumul sırtlarına bakış



Şekil 3.6 Terkos Gölü falezlerine ve kıyı kordonuna kuzeye bakış



Şekil 3.7 Terkos Gölü ([www.dsi.gov.tr/bolge/dsi14/isletme.htm](http://www.dsi.gov.tr/bolge/dsi14/isletme.htm))

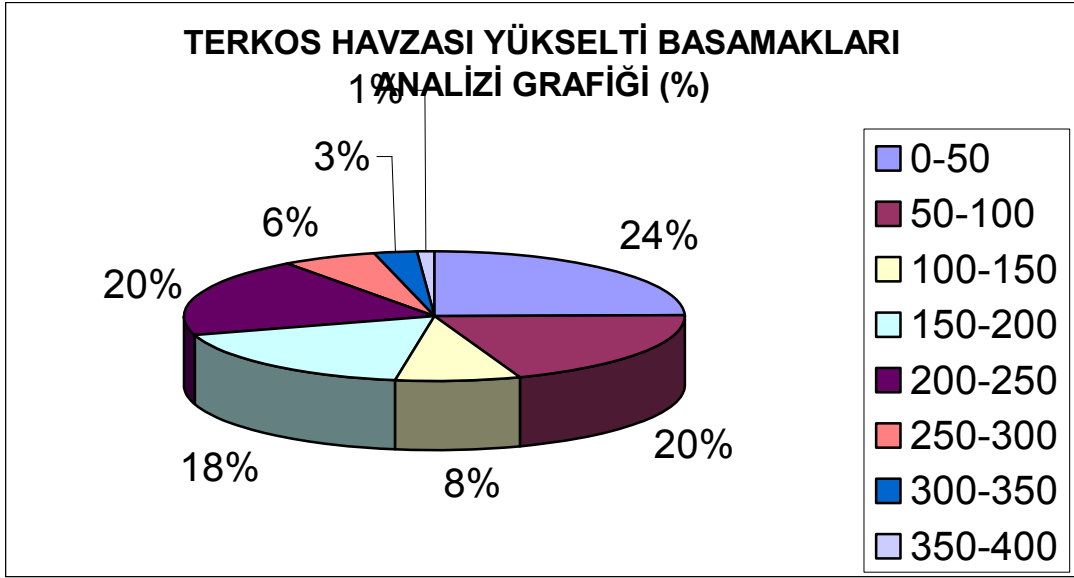
### 3.2 Terkos Havzasının Eşyüksekti Analizi

Havzada yüksekti değerleri 5–394 m’ler arasındadır. Tablo 3.2’ye göre havzanın yüksekti basamaklarının bir değerlendirilmesi yapıldığında; en fazla değeri % 25 oranı ve 173 km<sup>2</sup> alanı 0–50 m yüksekti basamağında görölür. Bunu 200–250 m, 50–100 m, 150–200 m arasındaki yüksekti basamaklarının sırasıyla % 20, % 20, % 18 oranları ve 140 km<sup>2</sup>, 137 km<sup>2</sup>, 126 km<sup>2</sup> alanları izler. 100–150 m ve 250–300 m yüksekti basamaklarının değerleri ise, birbirine yakındır. Sahada, sırasıyla % 8, % 6 orana ve 60 km<sup>2</sup>, 42 km<sup>2</sup> alana sahiptirler. Havzada en son sırada 300–350 m ve 350–400 m yüksekti basamakları bulunur. Bunlar, % 3, % 1 orana ve 19 km<sup>2</sup>, 4 km<sup>2</sup> alana sahip bulunurlar (Çizelge 3.2 ve Şekil 3.8).

Tüm bunlara dayanarak Terkos Havzasında; 0–100 m basamağı % 45 oranı ile neredeyse havzanın yarıya yakın alanına sahiptir. Bunlar; ovalar ve taban düzlükleri, bunların yamaçları, akarsu taraçaları, plato yüzeylerinin yarı olgun aşınım yüzeyleri, kumullar ve kıyı kordonu sahası ile temsil olunur. 100–200 m yüksekti basamağı % 26 oranı ile havzadaki alçak plato yüzeyleri ve bunların yamaçlarından meydana gelir. 200–300 m yüksekti basamağı % 26 oranı ile havzadaki yüksekçe plato yüzeylerinden ve bunların yamaçları ile belirgin sırt ve tepelerden oluşur. 300–400 m yüksekti basamağı % 4 oranı ile sahanın belirgin relefini oluşturan dağlık saha ve buradaki dikçe olan yamaçlardan meydana gelir. Sahanın en yüksek noktası 394 m ile havza kuzeybatıdaki tepelerden birisinin zirvesidir.

Çizelge 3.2 Terkos havzası eşyüksekti analizi tablosu

Yüksekti basamağı (m)	Alan (km <sup>2</sup> )	Alan (%)
0 – 50	173	25
50 – 100	137	20
100 – 150	60	8
150 – 200	126	18
200 – 250	140	20
250 – 300	42	6
300 – 350	19	3
350 – 400	4	1
<b>TOPLAM</b>	<b>701</b>	<b>100</b>



Şekil 3.8 Terkos havzası eşyüksekti analizi grafiği

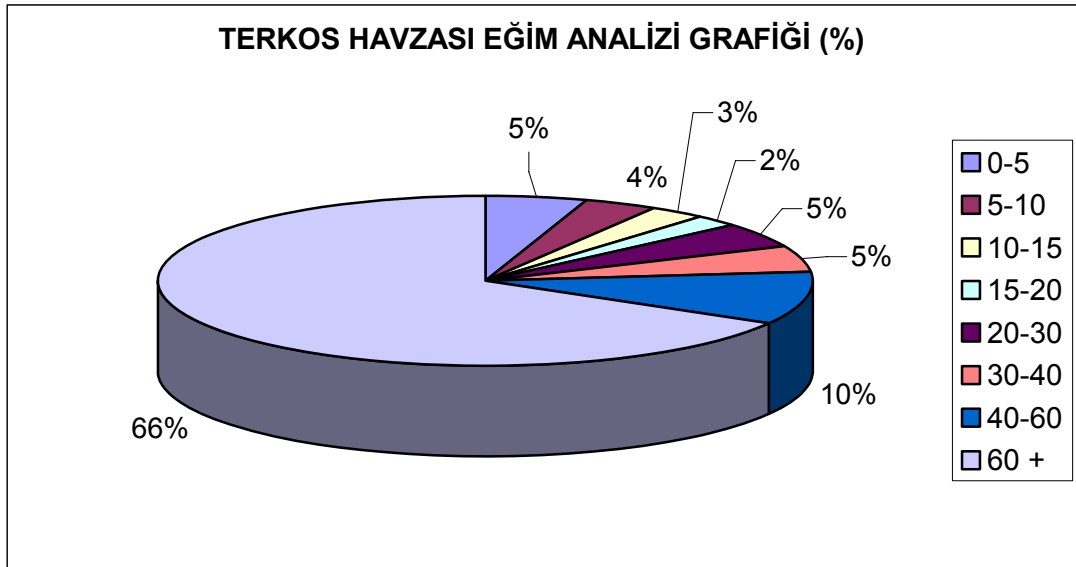
### 3.3 Terkos Havzasının Eğim Analizi

Terkos Havzasının eğim analizine bakıldığında (Çizelge 3.3 ve Şekil 3.9), bu havzanın yarıdan fazlası olan % 66'sının % 60 + eğim değerinden fazla (üzerinde) olan sahalardır. Bunlar; dağlık sahadaki dik yamaçlara ve boğazlara karşılık gelirler ve 736 km<sup>2</sup> lik havza alanınının 490 km<sup>2</sup> sini kaplarlar. Aynı zamanda bu değer, sahadaki ani yükselimi, yarılmayı, parçalanmanın şiddetini de sunar. Sahanın 1/10'u (% 10) ise, biraz daha az % 40–60 eğim değerleri arasında olduğu izlenir. Bu yüksek eğim değeri de yine sahadaki dik yamaçlara karşılık gelir. Diğer kalan eğim değerlerinin yüzdeleri birbirine çok yakındır. Bunlardan, havzada aynı yüzde eğim değerine sahip üç eğim aralık değeri bulunur. Bunlar sırasıyla; % 0–5, % 20–30, % 30–40 eğim değerleridir. Bunların alanları da sırasıyla; 37 km<sup>2</sup>, 34 km<sup>2</sup>, 37 km<sup>2</sup> dir. Göl yüzeyi, çok hafif eğimli yamaçlar, akarsu taraçaları, kumul yamaçları, ovalar ve taban düzlükleri havzada % 0–5 eğim değerine sahip alanlardır. Çarpılmış plato yüzeyleri, orta diklikteki yamaçlar, havzada % 20–30 eğim değerine sahip sahalardır. Dikçe yamaçlar havzada % 30–40 eğim değerine sahip alanlardır. % 5–10 eğim değerine sahip alanlar, Terkos Havzasının % 4'ünü ve 26 km<sup>2</sup> alanını kaplar ve genelde az eğimli yamaçlar, yarı olgun topografya yüzeyleri, ovalar ve taban düzlüklerini oluşturur. Havzanın % 3'ünü ve 20 km<sup>2</sup> alanını % 10–15 eğim değeri kaplar ve genelde plato yüzeylerini oluşturan aşınım ve birikim yüzeyleri ile bunların eğimli yamaçlarını oluştururlar. Son sırada ise, havzanın % 2'sini ve 17 km<sup>2</sup> alanını % 15–20 eğim

değeri kaplar ve az eğimli yamaçlar ve sırtlarla temsil edilir.

Çizelge 3.3 Terkos havzası eğim analizi tablosu

TERKOS HAVZASI		
Eğim	Alan (km <sup>2</sup> )	Yüzde (%)
% 0 – 5	37	5
% 5 – 10	26	4
% 10 -15	20	3
% 15 – 20	17	2
% 20 – 30	34	5
% 30 – 40	37	5
% 40 – 60	75	10
60 +	490	66
<b>TOPLAM</b>	<b>736</b>	<b>100</b>



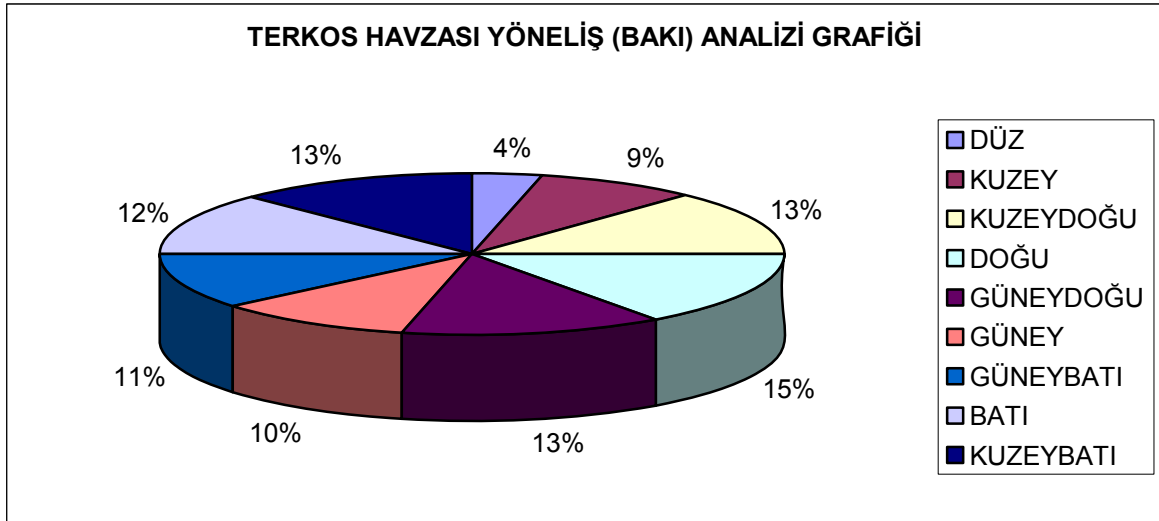
Şekil 3.9 Terkos havzası eğim analizi grafiği

### 3.4 Terkos Havzasının Yöneliş (Bakı) Analizi

Yapılan ölçümlere göre, havzanın % 4'ünü ve 26 km<sup>2</sup> lik alanını kaplayan düz yüzeyi oluşturan Terkos Gölü bir kenara bırakılırsa; sahada yöneliş (bakı) değerleri birbirine yakın olup, % 9–15 değerleri arasında değişir. Havzada da 63–111 km<sup>2</sup> alan kaplarlar (Çizelge 3.4 ve Şekil 3.10). Terkos Havzasının yöneliş (bakı) analizine bakıldığında 337,5–22,5° değerleri arasındaki kuzey yönelimi 63 km<sup>2</sup> alan ve % 9 gibi yüzde değeri ile havzanın en düşük bakı değerini taşır. % 13 ile kuzeydoğu yönelimi ve yine % 13 ile kuzeybatı yönelimi sahadaki diğer kuzey sektörlü rüzgarların etkili olduğu birbirini izleyen yönelimlerdir. Bunda kuzey sektörlü rüzgarların etkinliğinin nisbeten sahada düşük olduğunu ve kuzeybatıdaki Istranca Masifi kütlelerinin kısmen kalkan görevi gördüğü söylenebilir. Bunların toplam yüzdesi, kuzey sektörlü yönelim 250 km<sup>2</sup> alan kaplar ve havza genelinin % 35'idir. Buna karşılığında; % 34 ile güney sektörlü yönelimler (GB-G-GD), havzada toplamda en düşük yönelime karşılık gelirler. Sırasıyla, havzanın GB %11, G % 10, GD % 13'lük yüzdesine sahiptirler. Bunun kısmen güneyden belirgin bir subölümü ile ayrılarak havzanın tamamen kuzeye yani Karadeniz'e açık olması ile açıklanabilir. Üçüncü sırada batı yönelimlerinin etkinliği gelir ve havzanın % 36'sıdır. Dikkat edilirse, %34 güney, % 35 kuzey ve % 36 batı yönelişleri birbirini takip eder ve belirgin bir farklılık yoktur. Sırasıyla sahanın % GB 11, B % 12, KB % 13'lük yüzdelere sahiptirler. Dördüncü ve son sırada sahada, diğer yönelimlere oranla daha etkin olan havzanın 276 km<sup>2</sup> sini oluşturan doğu yönelimleri yer alır. Sırasıyla havzanın KD % 13, D % 15, GD % 13'lük yüzdelere sahiptir. Bu son iki yönelimin yani doğu-batı yönelişlerinin sahada daha baskın olmasının iki nedeni vardır: Birincisi Terkos Havzasının doğu-batı yönlü genel havza uzanışının Istranca Masifinin uzanışına uyumluluk sunması, ikincisi ise genel topografik eğim yönünün batıdan-doğuya doğru olması, dolayısıyla aşınımın ve yarılmının batıdan-doğuya veya genel topografik uzanışı ile kuzeybatıdan - güneydoğuya doğru gelişmiş olmasıdır. Bir üçüncü neden olarak doğuda tüm bunları engelleyecek bir yükseltisinin olmamasının yanı sıra, aksine Karadeniz gibi etkenin varlığıdır. Bu % 9–15 arasında kısmen birbirine yakın bakı değerlerinin varlığı, temel topografyaya tam anlamıyla kopya olamamış örtü formasyonları üzerinde gelişmiş ve doğuda Terkos Gölü çanağına yönelmiş eğime bağlı kurulmuş dandritik drenaja sahip akarsuların varlığından; batıda ise zayıf kırık zonlarına ya da formasyon hatlarına yerleşmiş doğuda göle yönelmiş kafesli drenaja sahip akarsuların varlığından ileri gelir. Özellikle batıdaki akarsular yükseltinin de etkisiyle yataklarını halen aşındırma ve kazma faaliyetlerini hızla devam ettirmektedirler (Şekil 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 ve 3.15).

Çizelge 3.4 Terkos havzasının yöneliş (bakı) analizinin tablosu

TERKOS	Alan (km <sup>2</sup> )	%
DÜZ	26	4
KUZEY	63	9
KUZEYDOĞU	95	13
DOĞU	111	15
GÜNEYDOĞU	99	13
GÜNEY	76	10
GÜNEYBATI	83	11
BATI	91	12
KUZEYBATI	92	13
TOPLAM	<b>736</b>	<b>100</b>



Şekil 3.10 Terkos havzasının yöneliş (bakı) analizi grafiği



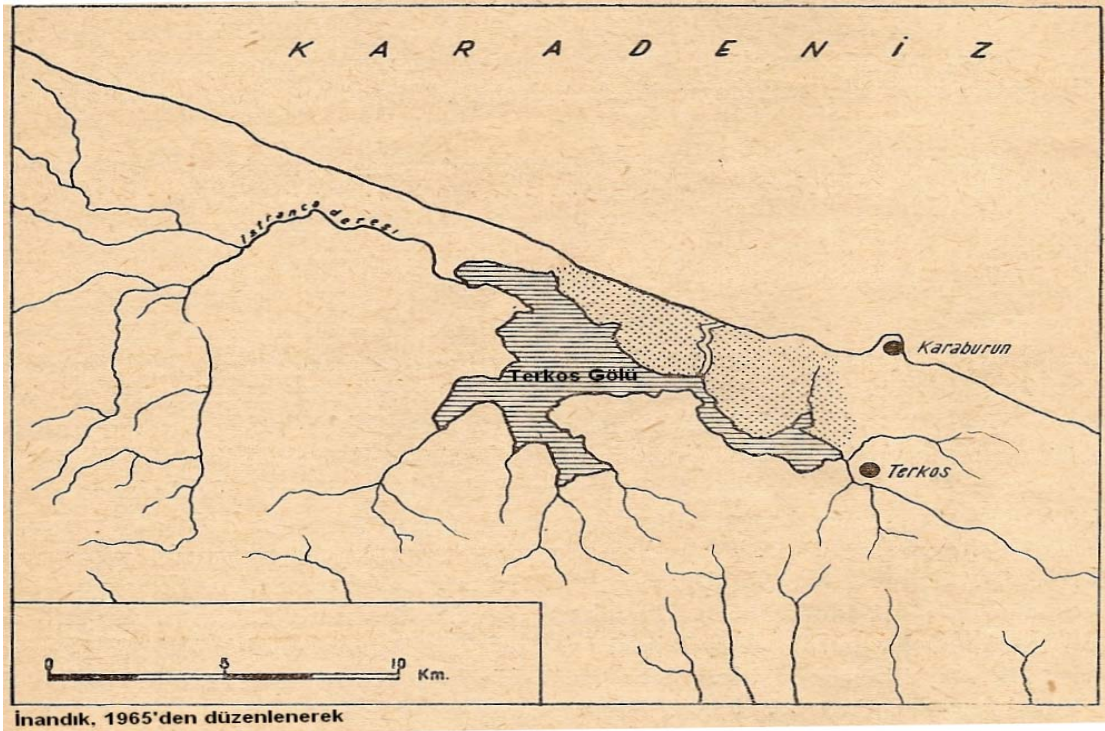
Şekil 3.11 İstanbul İlinin uydu görüntüsü (Karadeniz üzerinden güneybatıya doğru genel bir bakış) (NASA verilerine göre; Aydingöz, 2003'den).



Şekil 3.12 İstanbul'un 1/500.000 ölçekli genelleştirilmiş jeomorfoloji haritası (Erinç v.d. 1984'den kısmen alınmıştır).



Şekil 3.14 Büyük İstanbul içme ve kullanma suyu projesi (DSİ'den).

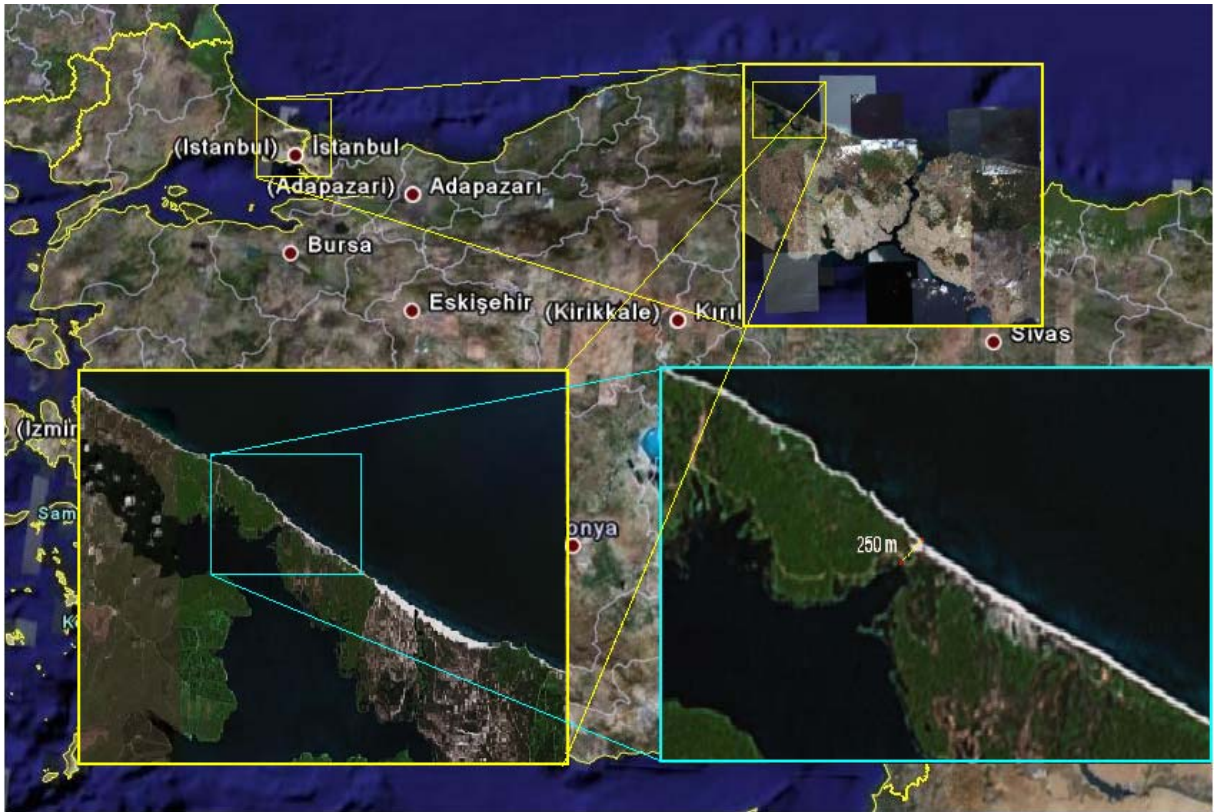


Şekil 3.15 Terkos gölü ve drenajı (İnandık, 1965'den).

#### 4. TERKOS KIYI MORFOLOJİSİNİN SAYISAL MODELİ

##### 4.1 Terkos Kıyı Alanının Konumu

Terkos Gölü havzası Türkiye'nin kuzeybatısındaki Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde Çatalca yöresindedir (Şekil 4.1). Terkos Gölü havzası,  $41^{\circ} 14' - 41^{\circ} 27'$  kuzey enlemleri ile  $28^{\circ} 08' - 28^{\circ} 43'$  doğu boylamları arasında yer almaktadır.



Şekil 4.1 Terkos Gölü havzasının konumu (Google,2006)

Terkos Gölü tüm Türkiye'deki şebeke suyuna ismini vermiş ilk içme suyu kaynağıdır. Göl İstanbul su sistemi içinde Avrupa yakasının yaklaşık yüzde 95'ini, tüm İstanbul'un su ihtiyacının ise yaklaşık yüzde 40'ını karşılamakta olan en önemli su kaynaklarımızdan birisidir. 122 yıldır İstanbul'un en önemli su kaynağı olan Terkos Gölü, Karadeniz kıyı şeridinde dalga ve akıntı etkilerinin yanısıra bilimsel yöntemlere dayanmayan kum alımları ve hatalı kıyı tahkimatları nedeniyle Karadeniz'in tuzlu suyunun nüfuz etme riskiyle karşılaşmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Terkos Gölü Karadeniz kıyısı şeridindeki erozyon

Terkos kıyısı alanı 1883 yılında inşa edilen Terkos Gölü Barajı Havzası ile Karadeniz kıyısı arasında kalan Karaburun- Ormanlı bölgesinde bulunmaktadır (Şekil 4.4). Şekil 4.2 ve 4.3'e bakıldığında Terkos kıyısı alanındaki erozyonun yol açtığı kumul kaybı ve hasarlar görülebilmektedir. Terkos kıyısı alanındaki erozyonun başlıca sebeplerini araştırırken dalga, rüzgar etkilerini ve insan faktörünü göz önünde tutmak gerekmektedir.



Şekil 4.3 Terkos kıyısı şeridindeki erozyonun yol açtığı hasarlar



Şekil 4.4 Terkos kıyı şeridinin batıdan doğuya doğru görünüşü (Ok ile gösterilenler kıyıda oluşan muskalardır)

#### 4.2 Terkos Kıyı Alanında Rüzgar ve Dalga İklimi

Kıyı alanlarında hidrolik ve morfolojik süreçlerin en önemli etkenlerini rüzgarlar ve dalgalar oluşturmaktadır. Rüzgarlar, akıntıların oluşmasına, kumsallarda kumların taşınımına ve dalgaların oluşumlarına sebep olarak kıyı morfolojisinin değişmesinde büyük rol oynarlar.

Rüzgar etkisi altındaki kum taneleri, akım kuvvetleri partikül ağırlığını ve partiküller arası kohezyon kuvvetlerini etkisini arttırdığında hareketlenmeye başlarlar. Kum tanecikleri sürüntü, salımlı veya askı halde hareket ederler. Rüzgar etkisiyle oluşan taşınımlar rüzgar gücüne bağlıdır. Taşınım denkleminde sürtünme hızı önemlidir.

Dalgalar ise hava akımından doğan türbülansın meydana getirdiği basınç kuvvetinin etkisiyle sakin su yüzeyinde oluşmaya başlarlar ve gittikçe gelişirler (Yüksel,1998). Dalgaların gelişimleri için gerekli olan enerji rüzgardan sağlanır. Rüzgar etkisindeki dalgalar sürekli değişim halindedir. Düzensiz ve dik tepeli olan bu dalgaların yükseklikleri birbirlerinden farklıdır. Dalgalar kıyı çizgisine yaklaşırken sığlaşma etkisiyle kırılırlar. Yakın kıyı alanında oluşan bu kırılmalar sayesinde katı madde taşınımları gerçekleşir. Bu nedenle kıyı yapılarının

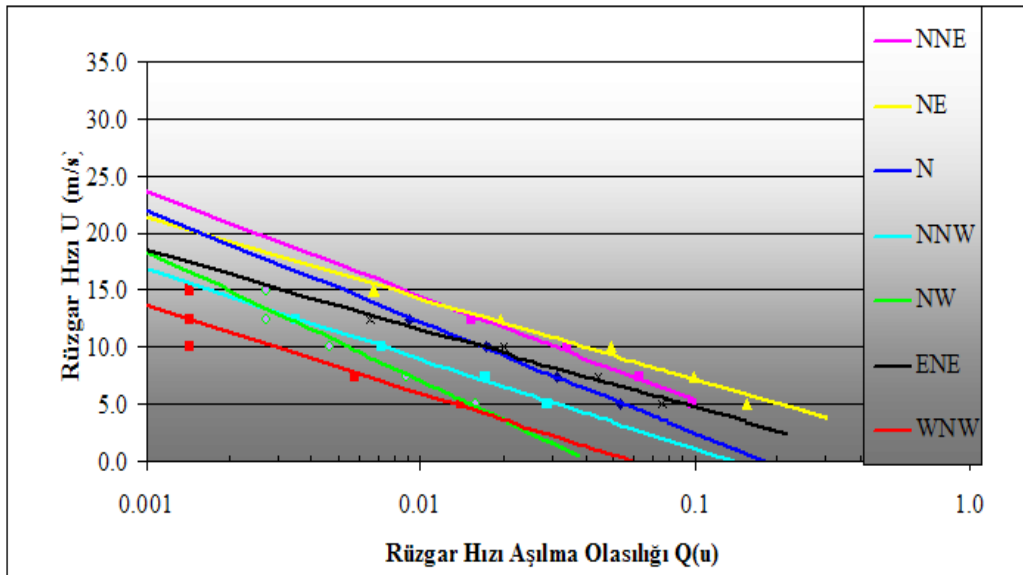
tasarımında ve kıyı çizgisinin gelişiminin incelenmesinde rüzgar verilerinin ve dalga yüksekliklerinin dikkate alınması gerekmektedir.

Terkos kıyı alanında ölçülmüş dalga verisi bulunmamaktadır. Rüzgar verisi ise bölgeye en yakın meteoroloji istasyonu olan Kumköy Meteoroloji İstasyonu'ndan elde edilebilir. Yıldız Teknik Üniversitesi Hidrolik Anabilim Dalı'nda Danimarka Hidrolik Enstitüsü (DHI) tarafından geliştirilen MIKE 21 SW yazılımı kullanılarak oluşturulan Karadeniz dalga modelinden yararlanılmıştır.

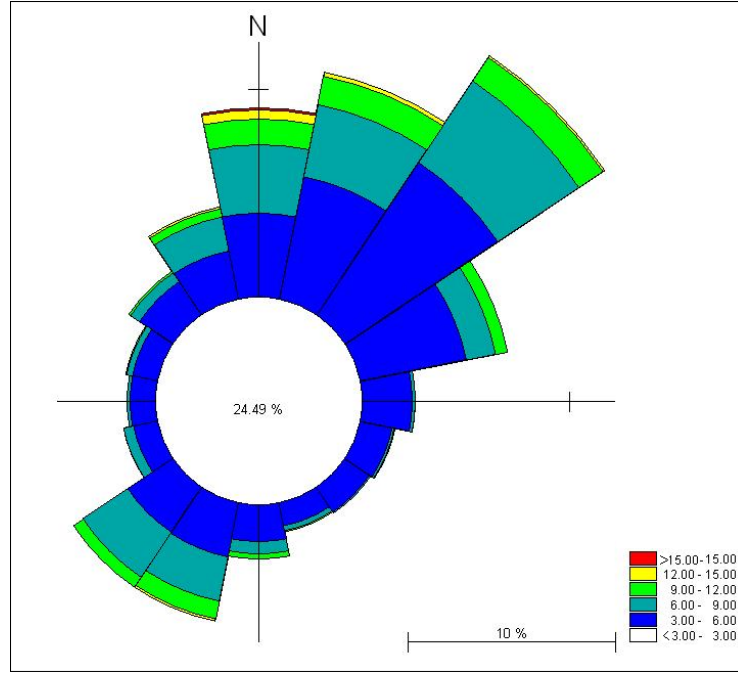
#### 4.2.1 Terkos Rüzgar İklimi

Terkos kıyı alanında rüzgar verisi Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'ndan (Özhan ve Abdalla, 2002) ve Avrupa Orta Dönemli Hava Tahmin Merkezi'nin (ECMWF) verilerinden elde edilmiştir.

Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'ndan (Özhan ve Abdalla, 2002) alınan verilere göre rüzgar hızı aşılma olasılığı grafiği (Şekil 4.5) oluşturulmuştur. Şekil 4.6'da etkin rüzgar yönü kuzey kuzeydoğu ve kuzeydoğu (NNE ve NE) olduğu belirlenmiştir. Rüzgar hızı aşılma olasılığına kaynak olan rüzgar iklimi verileri Ek 1'de detaylı bir şekilde görülmektedir.



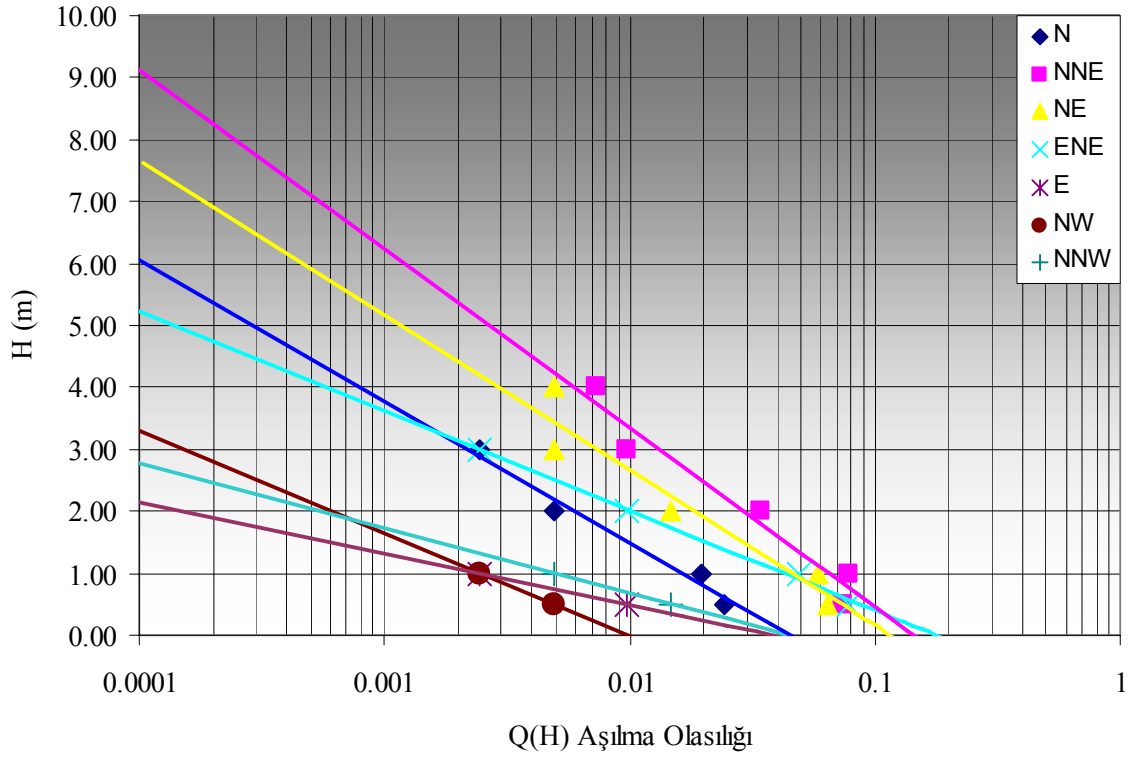
Şekil 4.5 Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'ndan (Özhan ve Abdalla, 2002) elde edilen eklenik rüzgar hızı aşılma olasılığı grafiği



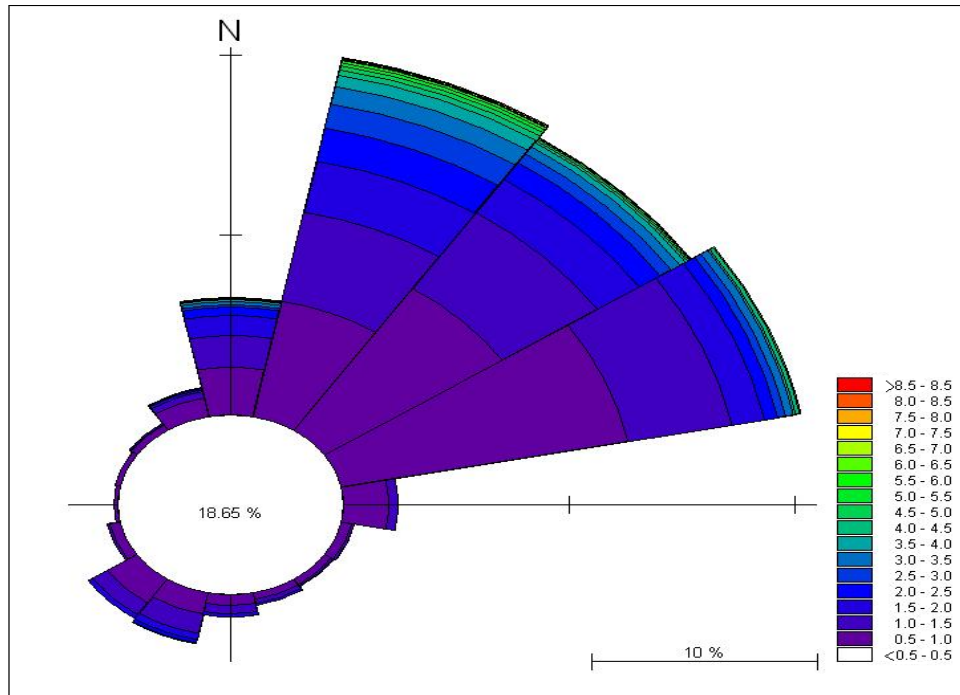
Şekil 4.6 ECMWF verileri kullanılarak Terkos kıyı alanında ölçülen rüzgar şiddetlerinden elde edilen rüzgar gülü

#### 4.2.2 Terkos Dalga İklimi

Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'na göre Karaburun'un bulunduğu 41.25° kuzey enlemi ve 29.00° doğu boylamında yapılmış olan yıllık ve mevsimlik dalga gülünden (Ek 2) elde edilen uzun dönem dalga istatistiğine göre hakim yönün kuzey kuzeydoğu (NNE) ikincil yönün ise kuzeydoğu (NE) olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.7). Terkos kıyı alanında etkin dalga yönleri, doğu (E), doğu kuzeydoğu (ENE), kuzeydoğu (NE), kuzey kuzeydoğu (NNE), kuzey (N), kuzey kuzeybatı (NNW), kuzeybatı (NW) ve batı kuzeybatıdır (WNW). Dalga ikliminin bu yapısı kıyı boyunca akıntı yapısını da şekillendirmektedir. Kumsal olan kıyıda kıyı boyu kum taşınımına neden olmaktadır. Bu taşınım kıyı morfolojisinin değişimine neden olmaktadır. Bu değişim uydu görüntülerinden elde edilen değişimleri desteklemektedir.



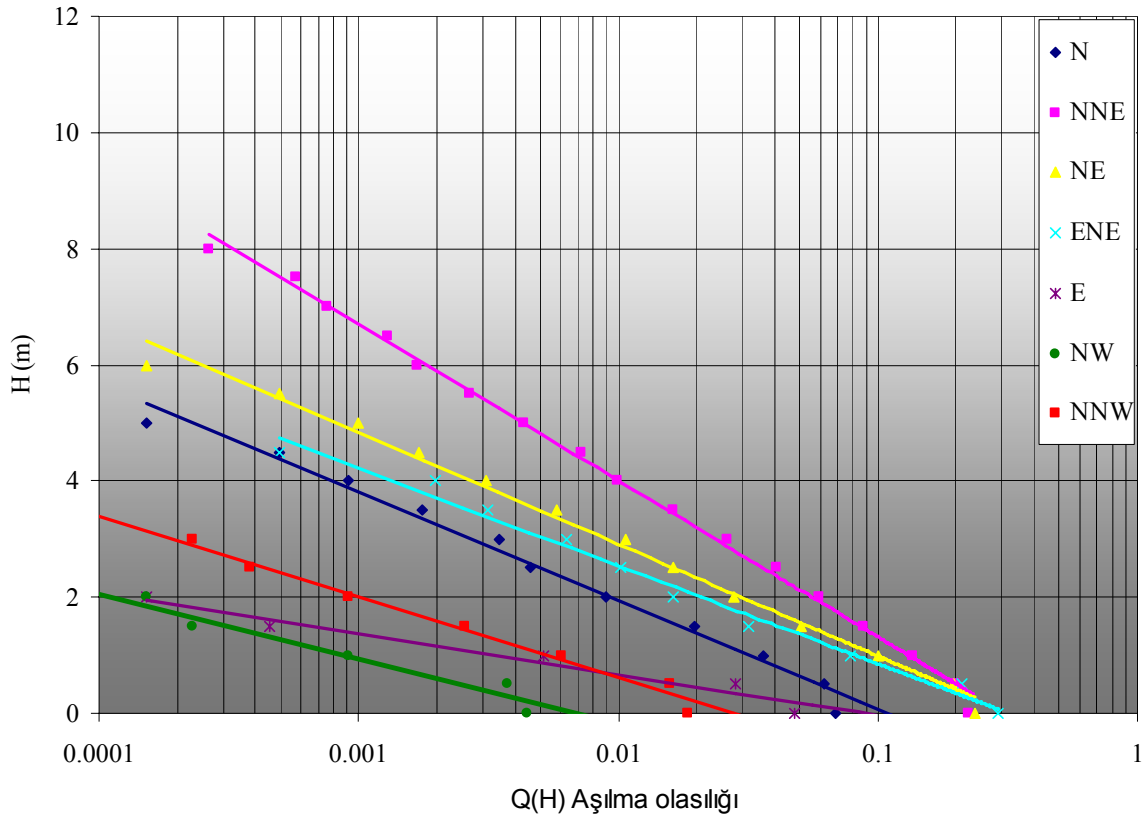
Şekil 4.7 Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlasından elde edilen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri eklenik aşılma olasılığı grafiği



Şekil 4.8 MIKE 21 sayısal modelinden elde edilen dalga gülü

Şekil 4.8’de Terkos kıyı alanında etkin dalga yönlerinin kuzey kuzeydoğu (NE), kuzeydoğu (NE) ve doğu kuzeydoğu (ENE) olduğu görülmektedir.

Şekil 4.9’da ise MIKE 21 sayısal modeli ile Karadeniz dalga ikliminin modellenmesinden elde edilen aşılma olasılığı grafiği bulunmaktadır. Modelden elde edilen dalga iklimi ve Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası’ndan elde edilen dalga iklimi grafiği örtüşmektedir.



Şekil 4.9 Terkos kıyı alanı için sayısal modelden elde edilen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri eklenik aşılma olasılığı

Terkos kıyı alanı için sayısal modelden elde edilen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri eklenik aşılma olasılığı grafiğinde (Şekil 4.9) en etkin dalga yönünü kuzey kuzeydoğu olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1 Uzun dönem derin deniz belirgin dalga yüksekliği olasılık denklemleri ( Şekil 4.9'a göre)

Yön	Derin Deniz Belirgin Dalga Yüksekliği Denklemi (m)
N	$H_s = -0.8126 \ln Q(H_s) - 1.17984$
NNE	$H_s = -1.1693 \ln Q(H_s) - 1.3764$
NE	$H_s = -0.8361 \ln Q(H_s) - 0.9376$
ENE	$H_s = -0.7307 \ln Q(H_s) - 0.8298$
NW	$H_s = -0.4867 \ln Q(H_s) - 2.4273$
NNW	$H_s = -0.6014 \ln Q(H_s) - 2.1544$
E	$H_s = -0.3083 \ln Q(H_s) - 0.7477$

Şekil 4.9'dan elde edilen derin deniz belirgin dalga yükseklikleri olasılık denklemleri çizelge 4.1'de yer almaktadır. Terkos kıyı alanında değerlendirilen dalgaların oluşma yüzdeleri ve süreleri Çizelge 4.2'de görülmektedir.

Çizelge 4.2 Terkos bölgesinde dalgaların yönlere göre bir yıl içinde oluşma süreleri ve oluşma yüzdeleri

Yön	Oluşma süresi (1 yıl)	Oluşma Yüzdesi
N	603	7.7
NNE	1947	25
NE	2065	26.6
ENE	2554	32.7
E	418	5.3
NW	39	0.5
NNW	162	2.2

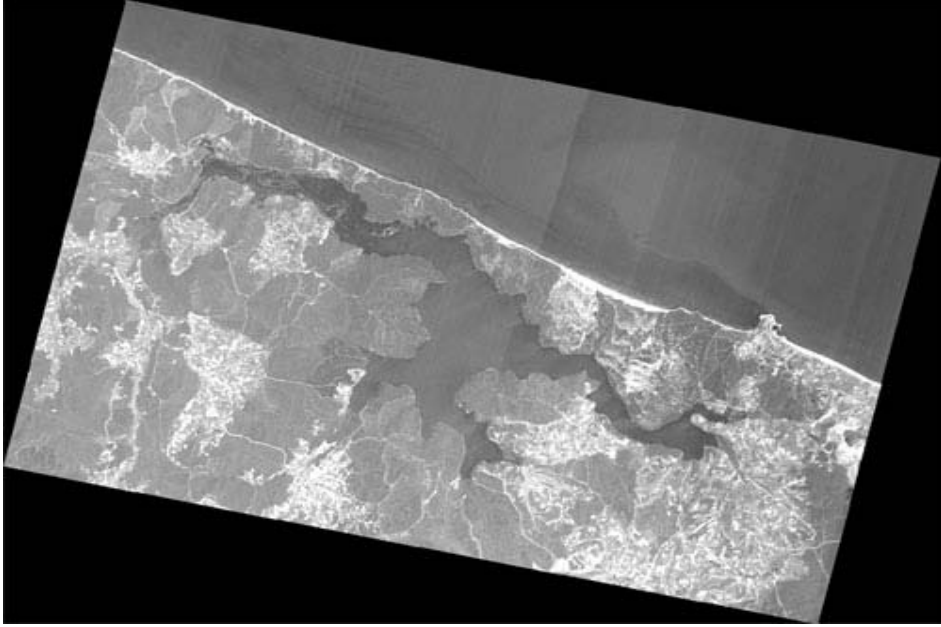
### 4.3 Kıyı Çizgisi Saha Verilerinin (Uydu Görüntülerinin) Değerlendirilmesi

Kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi amacıyla, çalışmada 5.8 metre çözünürlüğe sahip bir Hint uydusu olan IRS uydusunun 1996 ve 2000 yıllarına ait uydu görüntüleri ile 2003 ve 2006 yıllarına ait 1 metre çözünürlüklü IKONOS uyduları kullanılmıştır (Şekil 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13).

Çalışmada kullanılan IKONOS görüntüsü; 1 m band ile multispektral bandı bütünleştirilmiş

(pansharpend) bir görüntü yani; 1 m geometrik çözünürlüğe sahip renkli bir görüntüdür. Geometrik düzeltmede IKONOS uydusu geometrik dönüşüm için referans görüntü olarak alınmıştır. İşlem yapılırken uydu görüntüleri arasında yıllar içerisinde değişmeyen noktalar görüntünün her noktasında seçilerek bu noktalar yardımı ile afin dönüşüm yapılmıştır.

Koordinatları ayarlanan uydu görüntüleri ayrı ayrı, kıyı çizgisi belirleme yazılımına konularak kıyı ile kara kesin olarak birbirinden ayrılmıştır. Yorum kolaylığı sağlayan bu yazılım sayesinde sayısallaştırma yapan operatör daha hızlı bir şekilde sayısallaştırma işlemini gerçekleştirmiştir. Çalışmada 1996, 2000 IRS1-C,D ve 2003, 2006 IKONOS görüntüleri üst üste çakıştırılarak kıyı alanındaki değişime yönelik farklar elde edilmiştir.



Şekil 4.10 IRS1-C, 1996 görüntüsü

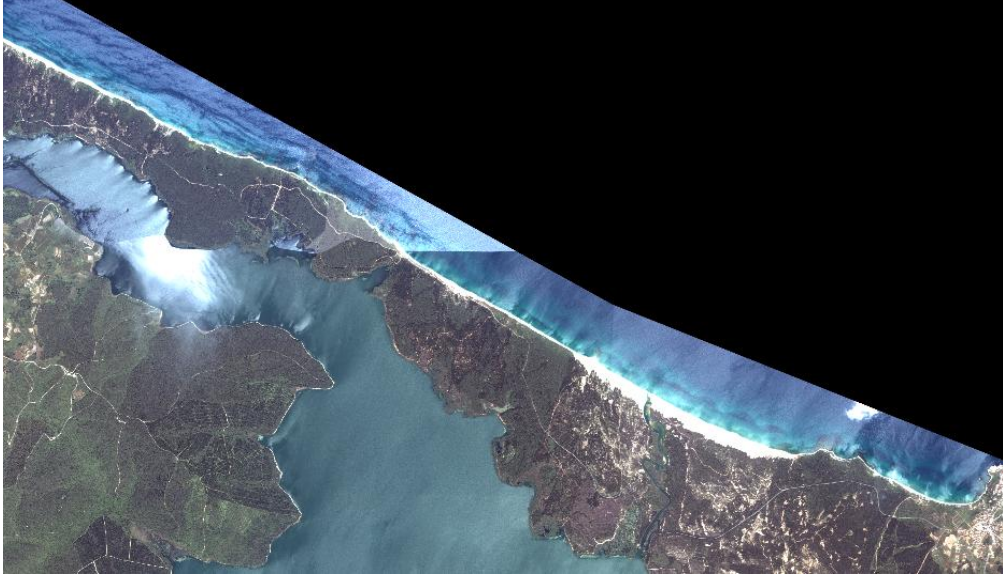


Şekil 4.11 IRS1-D 2000 görüntüsü



Şekil 4.12 IKONOS, 2003 görüntüsü

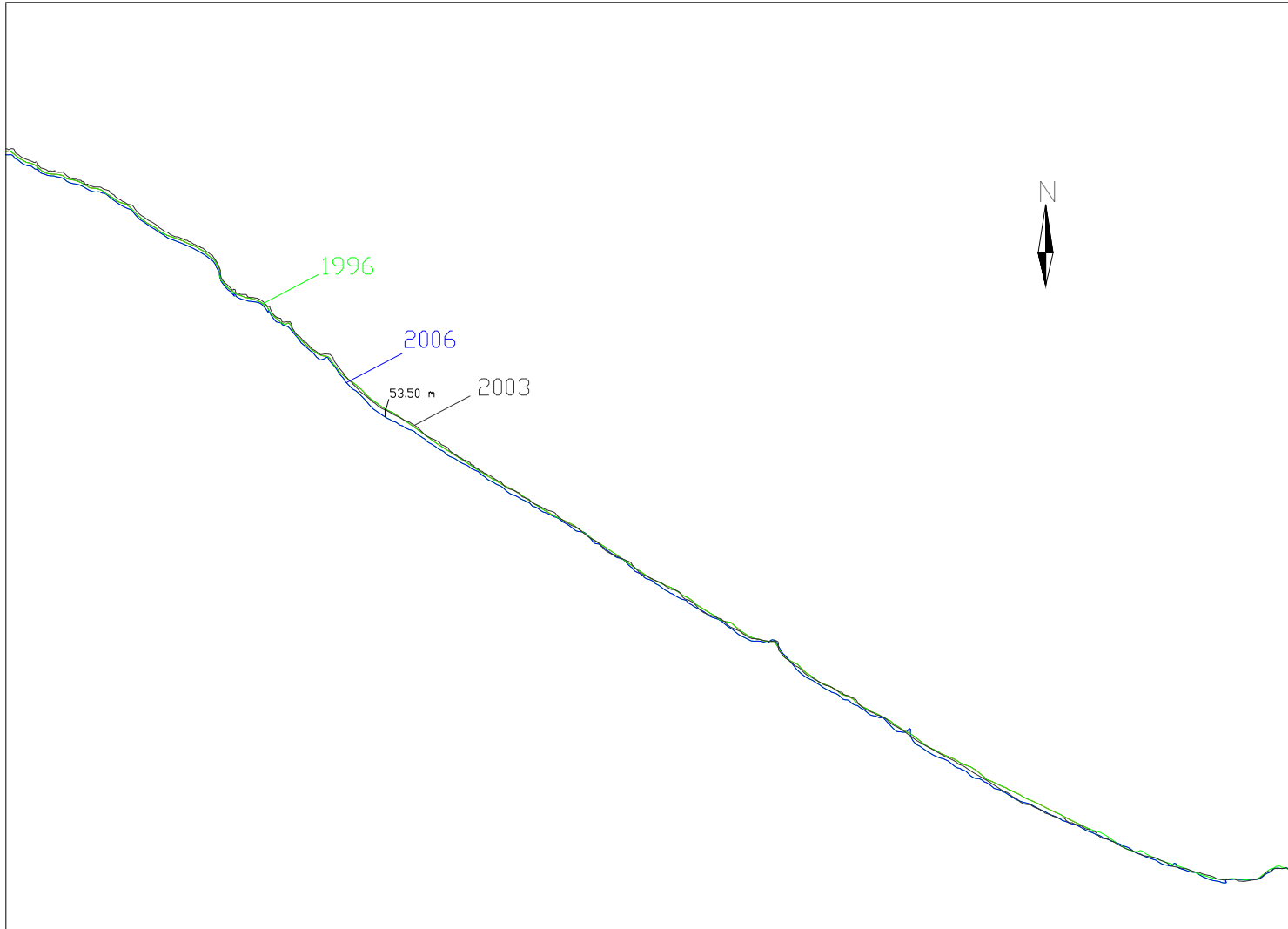
Şekil 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13'te Terkos Gölü kıyı çizgisinin sayısallaştırılmasında kullanılan uydu görüntüleri görülmektedir. Uydu görüntüleri uzaktan algılama sistemleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Bu gibi görüntüler kullanılarak istenilen kıyı alanında kıyı çizgisinin sayısallaştırılması yapılarak kıyı çizgisi değişimleri tespit edilebilmektedir.



Şekil 4.13 IKONOS, 2006 görüntüsü

Yapılan sayısallaştırma çalışmalarından sonra üst üste konulan görüntülerden 1996 ile 2006 yılları arasındaki kıyı çizgisi değişimi belirlenmiştir. Şekil 4.14’te 2006 Terkos kıyı çizgisinin 1996 yılına göre geri çekildiği görülmektedir. 2006 yılında 53.5 m’lik geri çekilmenin yaşandığı bölge Terkos Gölü ile Karadeniz’in en yakın olduğu kısımdır. Burada Terkos Gölü ile Terkos kıyı çizgisinin arasındaki mesafe 250 m civarındadır (Şekil 4.1).

Ek 3’te ise 53.5 metrelik geri çekilmenin yaşandığı Terkos Gölü ile Karadeniz’in en yakın olduğu bölge gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Terkos kıyı çizgisinin değişiminin uydu görüntüleriyle saptanması

#### 4.4 Kıyı Boyu Katı Madde Taşınımının Modellenmesi

Kıyı bölgelerinde katı madde taşınımının en önemli sebebi dalga etkileridir. Dalga etkisinde kıyı çizgisi boyunca katı madde taşınımında üç temel mekanizma vardır. Bunlardan ikisi surf bölgesi içinde kırılan dalgalarla ilgilidir. Üçüncüsü ise kırılma noktasının açığında kalan dalga mekanizması ile ilişkilidir (Yüksel, 2005).

Dalgalar kıyı ile belli bir açı yaparak kırıldıklarında katı madde tırmanma ve yer çekimi etkisinde olduğu için zigzaglı bir yol izler. Kıyı eğiminin ve dalga koşullarının uygun olduğu durumlarda kıyı boyu katı madde taşınımı gerçekleşir. Diğer bir taşınım şekli ise kırılan dalgaların hareket ettirdiği katı maddenin dalgalar ve diğer akıntıların kıyı boyu bileşeni ile taşınmasıdır. Üçüncü tip kıyı boyu taşınım ise surf bölgesi dışında kalan bölgede dalga etkisiyle hareketlenen taban malzemesinin dalgaların kütle taşınımı ya da gel-git gibi diğer akıntılar tarafından taşınmasıyla oluşur.

Terkos kıyı alanında katı madde taşınım hesabı CERC yöntemi ve DHI tarafından geliştirilen LITPACK sayısal model yazılımının LITDRIFT modülü ile yapılmıştır. Çıkan miktarlar karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir. Sayısal model katı madde taşınımını tek çizgi teorisine göre hesaplamaktadır.

##### 4.4.1 CERC Yöntemi ile Kıyı Boyu Katı Madde Taşınım Hesabı

Watts (1954), Inman ve Bagnold (1963) tarafından yapılan ilk çalışmalar CERC Metodu olarak bilinmektedir. Bu çalışma dalgaların kırılma sırasında açığa çıkan enerjileri ve katı madde taşınımı ile ilgilidir.

CERC (1984) formülü, enerji modeli ile oluşturulan ve kırılma bölgesinin birim genişliği için toplam taşınımı tanımlayan bir formüldür. En yaygın kullanılan formül olmasına rağmen taban malzemesi, kıyı eğimi özellikleri ve kırılma bölgesi genişliğini dikkate almadığı için bazı problemler için uygun olmayan sınırlamalara sahiptir. Bundan dolayı CERC Metodu kıyı boyunca kırılan dalga yükseklikleri arasındaki farkın az olduğu nispeten uzun ve düzgün kıyıları için kullanılır. Ayrıca gel-git akıntıları gibi dalga kırılması ile oluşmayan akıntılar da bu hesaplama yöntemiyle çözümlenemez.

$$Q=2.03 \times 10^6 \times H_0^{5/2} \times \sin 2\theta_0 \quad (4.1)$$

Denklem 4.1'te CERC yöntemiyle hesaplanan katı madde formülü verilmiştir. Kıyı bölgesinde dalga iklimindeki değişimler nedeniyle bir yıllık bir dönemde etkin kıyı boyu katı madde taşınımını belirlemek için katı madde hareketine yol açacak dalgaların yükseklikleri, yönleri ve etki süreleri belirlenmelidir.  $H_0$  yüksekliğinde  $\theta_0$  açısı ile kıyıya yaklaşan dalganın bir yılda kıyıda etki etme yüzdesi  $f$  ise (4.1) ifadesi aşağıdaki şekilde yazılabilmektedir:

$$Q = 2.03 \times 10^6 \times f \times H_0^{5/2} \times F(\theta_0) \quad (4.2)$$

$$F(\theta_0) = \left[ (\cos \alpha_0)^{1/4} (\sin 2\alpha_0) \right] \quad (4.3)$$

$F(\theta_0)$ : Yön terimi (Yüksel, 2003)

$$\theta_0 = 0^\circ \text{ için } F(\theta_0) = 0.37$$

$$\theta_0 = 45^\circ \text{ için } F(\theta_0) = 0.822$$

$$\theta_0 = 90^\circ \text{ için } F(\theta_0) = 0.261$$

Yapılan hesaplamalar yaklaşık olarak kıyı boyu katı madde taşınım miktarını vermektedir. Çizelge 4.3 ve 4.4'te yönlere göre taşınım hesapları daha detaylı belirtilmiştir.

$$Q_{\text{sağ-sol}} = (249793 + 178023 + 3680 + 10 + 215861) = 0.647 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q_{\text{sol-sağ}} = (3 + 8 + 41 + 178023) = 0.189 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q_{\text{net}} = 0.457 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

$$Q_{\text{toplam}} = 0.837 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yıl}$$

Bu hesaplama sonucu da kıyı boyu kum taşınımının aktif olduğunu göstermektedir. Net taşınım doğudan batıya doğrudur. Taşınımın bu derece aktif olması kıyıda yapılan hatalı tahkimatlar nedeniyle kıyı erozyonunu şiddetlendirmektedir. Kıyıdaki morfolojik yapı arazi gözlemleri ile de belirlenmiştir. Kıyıdaki aktif kum taşınımı kıyıda muskaların oluşmasına, yukarı ve aşağı kıyıda değişimlere neden olmaktadır (Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4). Kıyıda bilimsel kıyı koruma önlemleri alınmaması durumunda gerek hatalı tahkimatlar gerekse bilimsel dayanağı olmayan kum alımları kıyı çizgisinin daha fazla erozyona uğramasına ve İstanbul'un en büyük içme suyu kaynaklarından olan Terkos Gölü'nün tuzlanma riski ile karşılaşmasına neden olacaktır.

Çizelge 4.3 CERC (1984) metodu ile hesaplanan yönlere göre katı madde taşınım miktarları

H (m)	Hort (m)	NE			NNE			N			NNW			NW		
		F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)
0-0.2	0.1	0.693	0.069	308.373	0.370	0.048	115.073	0.693	0.024	106.139	0.822	0.008	41.518	0.556	0.002	8.207
0.2-0.4	0.3	0.693	0.055	3784.361	0.370	0.041	1511.800	0.693	0.019	1293.557						
0.4-0.6	0.5	0.693	0.043	10683.854	0.370	0.034	4569.124	0.693	0.015	3626.743						
0.6-0.8	0.7	0.693	0.034	19505.702	0.370	0.029	8930.376	0.693	0.011	6575.761						
0.8-1.0	0.9	0.693	0.027	28783.015	0.370	0.024	14107.420									
1.0-1.2	1.1	0.693	0.021	37421.850	0.370	0.021	19635.399									
1.2-1.4	1.3	0.693	0.017	44731.705	0.370	0.017	25126.563									
1.4-1.6	1.5	0.693	0.013	50361.511	0.370	0.015	30284.439									
1.6-1.8	1.7	0.693	0.010	54213.374	0.370	0.012	34900.398									
1.8-2.0	1.9				0.370	0.010	38842.642									
Toplam (m3/yıl)				249793.74			178023.23			11602.2			41.5179			8.207413

Çizelge 4.4 CERC (1984) metodu ile hesaplanan yönlere göre katı madde taşınım miktarları ( ENE, E, ESE, WNW)

H (m)	Hort (m)	ENE			E			ESE			WNW		
		F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)	F( o)	f(%)	Q (m3/yıl)
0-0.2	0.1	0.822	0.076916	405.86578	0.556	0.042219	150.68754	0.261	0.00623	10.43198	0.261	0.002	3.689
0.2-0.4	0.3	0.822	0.058498	4811.8709	0.556	0.022068	1227.8452						
0.4-0.6	0.5	0.822	0.044491	13123.94	0.556	0.011535	2301.5934						
0.6-0.8	0.7	0.822	0.033838	23147.961									
0.8-1.0	0.9	0.822	0.025735	32999.116									
1.0-1.2	1.1	0.822	0.019573	41448.245									
1.2-1.4	1.3	0.822	0.014886	47864.246									
1.4-1.6	1.5	0.822	0.011322	52060.626									
Toplam (m3/yıl)				215861.87			3680.1			10.43198			3.689

#### 4.4.2 Sayısal Model ile Katı Madde Taşınım Hesabı

Kıyı morfolojisinin üç boyutlu sayısal modellerle tanımlanması oldukça zordur. Modellemelerdeki tanımlar, fiziksel gerçekler ile bulunan deterministik bağlantılar, saha veya laboratuvar ölçümlerine dayanan ampirik formüller olabilmektedir.

Terkos kıyı alanı sayısal modeli için kullanılan LITPACK yazılımı tek çizgi teorisine dayanan ampirik formülleri kullanmaktadır. Tek çizgi teorisinde kıyıdağı değişim tek bir çizginin değişimiyle ifade edilir. Kıyı profiline tüm derinlik boyunca yatay olarak hareket ettiği kabul edilmektedir. Kıyı profili yakın kıyı bölgesi içinde olup profiline yatay olduğu yere kadar devam eder.

LITDRIFT kıyı boyu akıntıları ve kıyı boyu taşınımını hesabında kullanılan LITPACK sayısal modelinin bir alt modülüdür. LITDRIFT kıyı boyunca kıyıya etki eden dalga yüksekliklerinin dağılımını, kıyı boyu akıntısını hesaplayarak kıyı çizgisi boyunca katı madde taşınımını hesaplamaktadır. LITDRIFT modülü kıyı boyunca istenilen her nokta için net ve toplam taşınımını belirtilen zaman aralıkları için hesaplayabilmektedir.

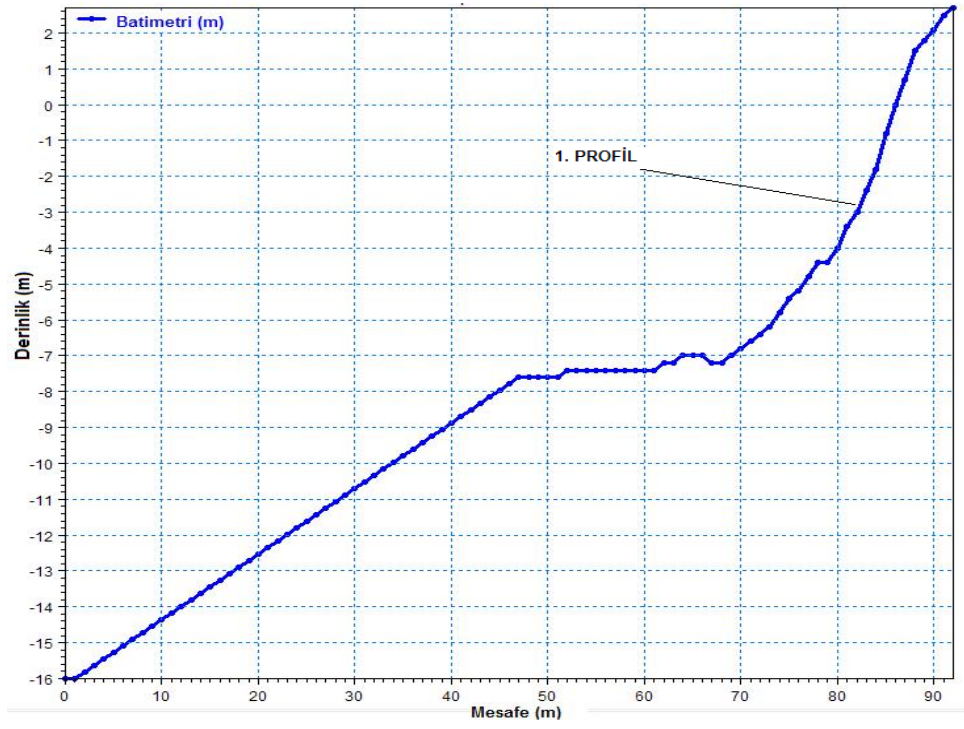
LITDRIFT ile yıllık katı madde taşınımının hesaplanması yapılırken gerekli olan başlıca veriler aşağıda sıralanmıştır;

- Kıyı çizgisi ve özellikleri
- Dalga iklimi (dalga yükseklikleri ve yönleri)
- Kıyı profilleri ( Şekil 4.16 ve 4.17)

LITDRIFT girdi olarak yukarıda bahsedilen verileri kullanarak katı madde taşınım bütçesini oluşturmaktadır. LITDRIFT'in oluşturduğu katı madde taşınım bütçesi 7 farklı sonuçtan oluşmaktadır. Bunlar;

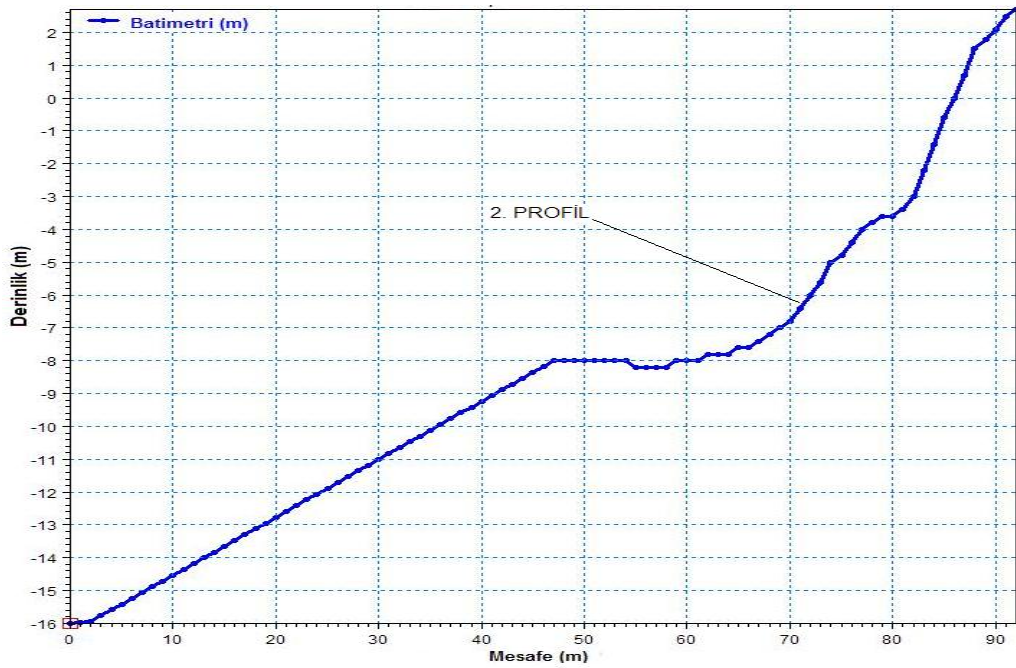
- Batimetri (m)
- Net katı madde taşınımı ( $m^3/yıl/m$ )
- Toplam katı madde taşınımı ( $m^3/yıl/m$ )
- Artı yönde katı madde taşınımı ( $Q_{sol-sağ}$ )
- Eksi yönde katı madde taşınımı ( $Q_{sağ-sol}$ )





Şekil 4.16 Terkos kıyı çizgisinde kullanılan kıyıya dik 1. profil

Sayısal modellemede kullanılan kıyıya dik profiller şekil 4.16 ve 4.17’de görülmektedir. Kıyı profilinin derinlikleri -16 m ile 2.7 m arasında düzenlenmiştir.



Şekil 4.17 Terkos kıyı çizgisinde kullanılan kıyıya dik 2. profil

Çizelge 4.5 Sayısal modellemede kullanılan bazı parametreler

	Pürüzlülük katsayısı	$k=0.01$	
	Malzemenin %50'sinin geçtiği çap	$d_{50}=1.53\text{mm}$	
	Malzemenin geometrik standart sapması	$\sigma_g=1.36\text{mm}$	
	Kıyının normalle yaptığı açı	$27^\circ$	
	Kapama derinliği	10 m	

#### 4.4.3 Sayısal Model ve CERC (1984) Yönteminin Değerlendirilmesi

Terkos kıyısı modeli için gerekli (kıyı çizgisi verisi, kıyı profilleri özellikleri) parametreler oluşturulduktan sonra LITDRIFT yazılımı çalıştırılmıştır. LITDRIFT yazılımının kalibrasyonları sonucunda ortaya çıkan katı madde taşınım miktarı Çizelge 4.6'da görülmektedir.

Çizelge 4.6 CERC yöntemi ve Litdrift yazılımında hesaplanan yıllık katı madde taşınımları

Yöntem-Model	$Q_{\text{ret}}$ $\text{m}^3/\text{yıl}$	$Q_{\text{top}}$ $\text{m}^3/\text{yıl}$
CERC	457000	837000
LITDRIFT	390000	560000

LITDRIFT ile hesaplanan yıllık katı madde taşınımı CERC yöntemiyle hesaplanan taşınımına yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.6). Çizelgeden de anlaşıldığı üzere LITDRIFT ile Terkos kıyısı alanında kıyı boyu katı madde taşınımı yeteri doğrulukta tahmin edilmiştir.

#### 4.5 Kıyı Çizgisinin Modellenmesi

Terkos kıyı çizgisi değişimini hesaplamada kullanılan LITLINE modülü, LITPACK sayısal modelinin alt bölümlerinden biridir. LITPACK, koheziv olmayan katı maddenin dalga ve

akıntı etkisiyle taşınımın miktarlarını hesaplamayı sağlayan bir modelleme programıdır.

Aşağıda bahsedilen bazı sorulara LITPACK yardımıyla çözüm bulabilmek mümkündür;

- Mahmuzların ve kıyı duvarlarının kıyı çizgisi değişimine etkileri nelerdir?
- Surf bölgesinde dalga etkisiyle oluşan akıntıların kıyı çizgisine etkisi nasıl olur ve bununla birlikte katı madde taşınım kapasitesi ne olur?
- Deniz tabanı üzerinde belli bir seviyeden alınan örnekteki katı madde konsantrasyonu nedir?
- Batimetrideki dinamik değişimler göz önüne alınarak bir boru hattının minimum gömülme derinliği ne olmalıdır?

LITPACK'in kullanıldığı alanlar;

- Kumsallarda katı madde bütçesi hesabı
- Kıyı çalışmalarının etkilerinin değerlendirilmesi
- Kumsal düzenlemelerinin optimizasyonu
- Kumsal yenileme için tasarım ve optimizasyonu
- Kanalların geri dolgusu

LITPACK sayısal modelinin ana modüllerinin kullanıldığı yerler ;

- Koheziv olmayan katı madde taşınımı (LITSTP ile çözülür)
- Kıyı boyu akıntısı ve kıyı boyu taşınım (LITDRIFT ile çözülür)
- Kıyı çizgisi değişimi (LITLINE ile çözülür)

- Kıyıya dik profillerin değişimi (LITPROF ile çözülür)
- Hendek ve kanallarda katı madde birikimi hesabı (LITREN ile çözülür).

#### 4.5.1 LITLINE ile Terkos Kıyı Çizgisi Değişiminin Modellenmesi

Litline programı modelleme için *tek çizgi modeli denklemini* (4.5) kullanmakta ve kıyıya dik katı madde taşınımının sıfır olduğunu kabul etmektedir. Tek çizgi modeli kıyı profilinin belirgin bir katı madde taşınımının olmadığı kapama derinliğine kadar kendisine paralel olarak hareket ettiğini kabul eder. Kıyı profili bundan dolayı kıyı morfolojisi, kıyı çizgisi ve kıyı boyunca kıyı profilinin belirtilmesiyle tanımlanır.

$$\frac{\partial y_c}{\partial t} = -\frac{1}{h_{act}} \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{Q_{sou}}{h_{act} \Delta x} \quad (4.5)$$

LITLINE ile modelleme yaparken izlenen yol sırasıyla aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir;

- Çalışılacak alanın tanımlamasının yapılması ve sınırlarının şartlarının
- Veri toplanması
- Modelin kurulması
- Modelin kalibrasyonu ve çeşitlendirilmesi
- Similasyonun çalıştırılması
- Sonuçların sunulması

#### 4.5.2 Terkos Kıyı Alanı Modelinin (LITLINE) Kalibrasyonu

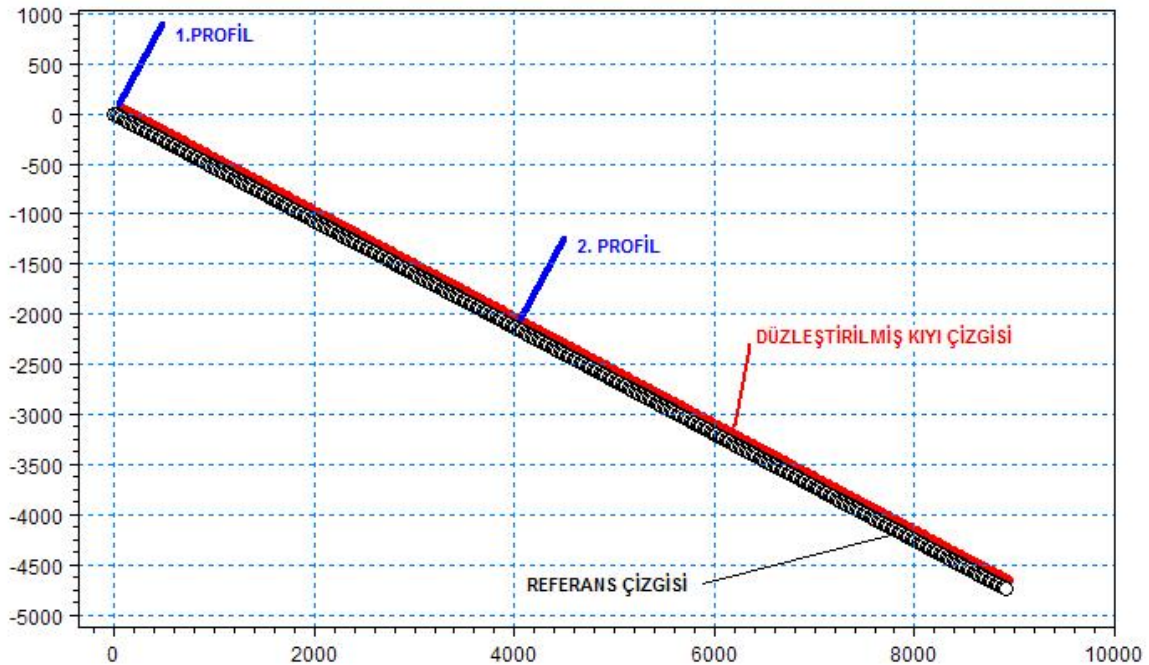
Terkos kıyısı modeli için gerekli (kıyı çizgisi verisi, kıyı profilleri özellikleri) birimler oluşturulduktan sonra model çalıştırılmıştır. Litline ve litdrift birimlerinden yıllık katı madde taşınım miktarları karşılaştırılmıştır. Litline da hesaplanan yıllık katı madde taşınımı ile Litdrift'te hesaplanan miktar birbirine ne kadar yakın ise sonuç o kadar doğrudur. Yani kıyı

çizgisi iyi bir şekilde modellenmiştir kabulü yapılır. Fakat ilk modellemelerden sonra Litline ve Litdrift hesap tablolarından çıkan sonuçlar karşılaştırıldığında, modelin kalibrasyona ihtiyacının olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.7 Kalibrasyonlar öncesi ve sonrası yıllık katı madde taşınım miktarları

MODEL	Kalibrasyon öncesi yıllık katı madde taşınım miktarı	Kalibrasyon sonrası yıllık katı madde taşınım miktarı
LITLINE	90000m <sup>3</sup> /yıl	45044m <sup>3</sup> /yıl
LITDRIFT	45000m <sup>3</sup> /yıl	38720m <sup>3</sup> /yıl

Sayısal modelin kalibrasyon aşamasında modeldeki kıyı uzunluğunda düz bir kıyı çizgisi oluşturulmuştur (Şekil 4.18). Modelde kullanılan profiller kıyı boyunca aynı konumlarda tanımlanmıştır. Kalibrasyon değişik kıyı profilleri denenerek yapılmıştır. En uygun model 2 profilli kıyı çizgisinde ortaya çıkmıştır. Şekil 4.18’de profillerin başlangıç yerleri açıkça görülmektedir.



Şekil 4.18 Litline modelinin kalibrasyonu için düzleştirilmiş kıyı çizgisi

LITPACK programının iki farklı modülünün (LITLINE VE LITDRIFT) yapmış olduğu katı madde taşınım miktarları kalibrasyonlar sonucu birbirine oldukça yaklaşmıştır. Çizelge 4.7’de açıkça görüldüğü üzere profillerin yerleri ve sayısı değiştirilerek elde edilen yeni model daha uyumlu sonuç vermiştir.

### 4.5.3 Terkos Kıyı Morfolojisinin Sayısal Modelinin Sonuçları

Çizelge 4.6’da CERC yöntemi ve LITDRIFT ile kurulan model sonucunda hesaplanan yıllık katı madde taşınım miktarlarına bakıldığında aradaki farkın oldukça az olduğu görülmektedir. CERC (1984) için yapılan kabuller; Terkos kıyı çizgisinin yeterince uzun ve düzgün olması ve ayrı taban malzemesi özelliklerinin uygun olması nedeniyle model alanının yeterince doğru tanımladığı söylenebilir. LITDRIFT ise kıyı alanına ait daha fazla değişkeni dikkate almasıyla kıyı boyu kum taşınımını daha doğru tahmin ettiği düşünülmektedir.

Terkos kıyı alanı kıyı çizgisi değişimi modeli için 2003 yılı kıyı çizgisi referans alınmıştır. 2003 ve 2005 yılları arasındaki dalga ve rüzgar verilerinin modele girilmesiyle elde edilen 2006 kıyı çizgisi, 2006 yılı uydu görüntülerinin sayısallaştırılması ile elde edilen kıyı çizgisiyle karşılaştırılmıştır (Ek 4). Ek 4’te görüldüğü üzere modelleme sonucunda oluşan kıyı çizgisi oldukça düzgün bir hatta sahiptir. Model sonucunda istenilen katı madde taşınım miktarlarına ulaşılmış fakat oluşan kıyı çizgisi ile gerçek kıyı çizgisi arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bu farkın nedenleri;

Tek çizgi teorisine göre hesap yapan litline programı kıyıdağı girinti ve çıkıntıları dikkate almamış ve kıyı hattını düz tek bir çizgi olarak görmüştür. Bu nedenle yersel sapmalar ve kırılmalarla oluşan aşınmalar yerine kıyı boyunca düz bir hatta aşınma ve birikme görülmüştür. Modelde burun olarak niteleyebileceğimiz bölgede aşınma kolayca görülürken, Terkos gölü ile tehlikeli bir şekilde yaklaşan alanda erozyon yerine birikme oluşmuştur. Bu sonuçlar tek çizgi teorisine göre hesaplanırken daha homojen bir yapıya sahip kıyı çizgilerinin daha başarılı olacağı kanısı ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Model programında yapılan hesaplarda insan faktörü bulunmamaktadır. Şekil 4.19’de görüldüğü üzere yakın kıyı bölgesinden gemilerle kum alımı doğal dengeyi etkileyebilmektedir. Bu gibi olumsuz etkileri model programına girmek olanaksız olmuştur. Kıyı boyunca yapılan yanlış ve hesapsız tahkimatlar kıyıyı korumak yerine erozyonu hızlandırabilmektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19 Terkos'ta kıyıya yakın kum alımı yapan gemiler oklarla gösterilmiştir.



Şekil 4.20 Terkos kıyı alanında yapılan tahkimat ve kıyıya etkisi

## 5. SONUÇLAR

Kıyı bölgeleri birçok disiplini içeren sistemlerden oluşmaktadır. Kıyı alanları insan faaliyetleri için canlı ve cansız kaynakları bünyesinde barındırmaktadır. Kaynakların sınırlı olduğunun farkına varılması problemlerle ilgili uzun vadeli çözümler üretmek için atılacak ilk adımdır. Kıyı alanı yönetiminde esas amaç tüm ortak kullanıcıların bilgilendirilmesini, katılımını ve ortak çalışma alanı sağlayarak, belirli bir kıyı alanındaki amaçları oluşturmak ve bu amaçlara ulaşmak için gerekenlerin yapılmasını sağlamaktır. Kıyı alanları yönetiminde uzun vadede çevresel, ekonomik, politik, sosyal, kültürel ve yenileme amaçlarının dengeli bir şekilde sürdürülmesi hedeflenmelidir. Kıyı bölgelerinde uygulanması kabul edilen kalkınma, kıyı alanlarında uygulanan yöntemlerden elde edilen verilere dayandırılmalıdır. Günümüz ihtiyaçlarını karşılayarak gelecek nesillerin kaynaklardan faydalanmasını hedefleyen küresel ekonomi, kalkınmayı sağlamak amacıyla kıyı alanları yönetiminin önemini kavramaya başlamıştır.

Ülkemizde kıyı alanları yönetim ve planlanmasıyla ilgili birçok kurum ve yasal düzenleme olması nedeniyle yetki karmaşası bulunmaktadır. Ayrıca hali hazırda bulunan yasal ve hukuki düzenlemelerdeki eksiklikler nedeniyle kıyı alanlarımızda geri dönülemez kayıpların da yaşandığı bir gerçektir. Günümüzde gelişmiş ülkeler kıyı alanlarında yaşanabilecek olumsuzlukların üstesinden gelebilmek için *bütünleşik kıyı alanı yönetimi* (BKAY) ilkesini benimsemiştir. En değerli doğal kaynaklarımız arasında olan kıyı alanları ve kaynaklarının dengeli, etkin, verimli bir şekilde kullanılması sağlanmalı ve bu alanlarımızın doğal özelliklerinin korunmasına katkıda bulunmak üzere BKAY anlayışı benimsenmelidir. Bütünleşik kıyı alanı yönetimi ülkemizin bütün kıyılarında en kısa zamanda uygulanmaya başlanmalıdır.

Bu tez çalışmasında kıyı alanlarının yönetiminin önemine değinilerek ve kıyı alanları yönetiminde kullanılan disiplinlerden bahsedilmiştir. Ülkeler, kıyı alanlarını ve kaynaklarını gelecek nesillere aktarmak için kıyı alanları yönetim planlarını oluşturmalı ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamalıdır. Bu amaçla örnek olarak seçilen Terkos kıyı alanında, erozyon ve yanlış tahkimat gibi sorunlar ortaya konulmuştur. İstanbul'un Avrupa yakasının büyük bir kısmının içme suyu kaynağını oluşturan Terkos Gölü'nün Karadeniz ile yaklaşması uydu görüntülerinin sayısallaştırılmasıyla tespit edilerek, Göl ile kıyı çizgisi arasındaki en yakın mesafe 250 metre civarında olduğu ve tuzlanma riski ile karşı karşıya kaldığı belirlenmiştir. Tekos kıyı alanının sayısal modellenmesi yapılmış ve şekil 4.21'de model sonucu oluşan kıyı çizgisi ile 2006 kıyı çizgisi gösterilmiştir. Tek çizgi teoremi kullanılarak Terkos Gölü kıyı

alanı için kurulan sayısal modelde aşağı kıyıda ve burunda kısmen erozyon tespit edilmiştir. Sayısal model ile 2006 kıyı çizgisi arasındaki farkın nedenleri arasında kurulan sayısal modelde kullanılan tek çizgi teorisinin kıyı alanındaki girinti ve çıkıntıları dikkate almayarak kıyı çizgisini daha düz kabul etmiş olması bulunmaktadır. Böylece kıyı alanındaki girinti ve çıkıntılar nedeniyle oluşan kırılmalar ve dalga sapmaları modelde hesaba katılmamıştır. Ayrıca CERC ile yapılan hesaplamalarda kıyı eğimi, dane çapı ve periyot gibi parametreler de hesaba katılmamıştır.

Kıyı alanları ve kaynakları için başlıca tehditlerin arasında kum alımları vardır. Kıyı alanlarını ve kaynaklarını etkileyecek şekilde yapılan kum alımlarının erozyon, kaynakların tükenmesi, kıyı yapılarının stabilitelerinin bozulması, balık yuvalarının zarar görmesi vb. gibi birçok olumsuz etkisi vardır. Terkos kıyı alanında yasal olarak dayanağı olmadan, plansız ve kontrolsüz bir şekilde yakın kıyı bölgelerinden kum alımı yapılması sonucu kıyı profillerinin şekli değişmekte ve kıyı çizgisindeki erozyon hızlanmaktadır.

Proje alanında kontrolsüz ve tasarımı yapılmamış olan tahkimatın Terkos kıyı alanına birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Uzunluğu 400 metreye varan tahkimata tırmanan dalgaların kıyıda erozyonu arttırdığı (Şekil 4.21) ve kıyı şeridinin daralmasına neden olduğu arazi gözlemlerinden saptanmıştır. Kıyı çizgisindeki bu gerileme ve tahkimatın varlığı geri dönülemez kum kayıplarına yol açmaktadır. Ayrıca Terkos Gölü ile Karadeniz'in en yakın olduğu bölgede ki bu plansız yüksek tahkimat, kıyıya doğru esen sert rüzgarların kıyı kumlarını karanın iç taraflarına ilerlemesini engelleyerek kumulların gelişmesini engellemektedir. Kıyı alanının doğal dengesini bozan bu tahkimat doğal sit alanı ilan edilen Terkos Gölü havzasının ekosistemini ve doğal güzelliğini kötü bir şekilde etkilemektedir. Bu amaçla yapılacak tahkimatlar için uzun süreli ölçümler ve bu ölçümlere dayalı modelleme çalışmaları yapılmalıdır.

Çoğu zaman kıyı çizgisindeki değişimler uzun dönemler içerisinde meydana gelmektedir. Kıyı çizgisi değişimini hesaplayıp, projelendirme veya planlama çalışmalarına geçmeden önce o bölgede detaylı ve uzun dönemli (en az bir yıl) arazi ölçümleri yapılması gerekmektedir. Uzun dönemde rüzgar ve dalga verileri, batimetri ölçümü, GPS ölçümleri ile kıyı çizgisinin belirlenmesi, uydu görüntüleri gibi veriler yapılan hesapların ve sayısal modelin doğruluğunu arttıran etkenlerdir. Terkos kıyı alanında rüzgar ve dalga verilerini kayıt altına alan herhangi bir sistem bulunmamaktadır. Bu nedenle Terkos kıyı alanı için rüzgar ve dalga verileri Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası'ndan (Özhan ve Abdalla,2002) ve ECMWF'ten (MIKE 21 SW Karadeniz modeli ECMWF'in verilerini

kullanılmaktadır) alınmıştır. Her iki kaynaktan alınan rüzgar ve dalga hakim yönleri birbirileriyle örtüşmektedir.

Kıyı çizgisi değişiminin modellenmesi, katı madde taşınımı ve taşınım yönünün doğru hesaplanması için doğru dalga ölçümleri ve tahminleri gerekmektedir. Kıyı alanında hakim dalga yönlerini ve yüksekliklerinin doğru saptanması sayısal modelin doğruluğu arttırmaktadır. Tasarım dalga yüksekliğinin fazla hesaplanması sayısal modelde katı madde taşınım miktarlarının olduğundan fazla çıkmasına, kıyı alanında tasarlanan projenin çok daha büyük boyutlarda tasarlanmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda da kaynakların gereksiz kullanımı ile maddi kayıplar ortaya çıkabilmektedir. Diğer bir durumda ise, tasarım dalga yüksekliğinin olduğundan daha az tahmin edilmesi, katı madde taşınım miktarının daha az hesaplanmasına ve tasarım boyutlarının küçülmesine neden olmaktadır. Böylece yapılan model yetersiz kalabilmekte, tasarlanan yapıların daha büyük dalgalar ile hasar görmesi kaçınılmaz olabilmektedir.

Kıyı gelişim modelleri basit tek boyutlu modellerden gelişmiş üç boyutlu modellere kadar değişmektedir. Üç boyutlu modeller kıyı çizgisini kısa dönem gelişimini incelerken tek boyutlu modeller kıyı çizgisinin uzun dönemli değişimini zamandan bağımsız olarak hesaplamaktadır. Üç boyutlu model fırtınadan bir yıla kadar olan süreler için kullanılmakta ve model detaylı ve kapsamlı verilere ihtiyaç duymaktadır. Yığılma ve erozyon nedeniyle kıyı çizgisindeki değişimleri *tek çizgi teorisi* kolayca hesaplamaktadır. Terkos kıyı alanı için yapılan sayısal model çalışmasında uzun dönemli veriler kullanıldığı için tek çizgi teorisi (1-D) kullanılması uygun görülmüştür. Bu teoride kıyıya dik katı madde taşınımının uzun dönemde dikkate alınarak kıyı profilini sabit kabul edilmektedir. Terkos kıyı alanı için kurulan sayısal model sonuçları ile analitik çözümlerle (CERC) karşılaştırılmış ve birbirine çok yakın değerler elde edildiği saptanmıştır. Ancak çalışmada kıyıya dik kum taşınımı hakkında ölçüm yetersizliği nedeniyle bilgi azdır. Bu nedenle bu ölçümlerin yapılarak 2D modeller kullanılmalıdır.

Kıyı çizgisinin sayısal modeli kurulurken dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de verilerin doğruluğudur. Arazi ölçümleri ve diğer kaynaklardan elde edilen veriler ne kadar gerçeğe yakınsa modellemenin sonuçları da o kadar doğrudur. Sayısal modellerde doğru veriler kullanılsa bile doğanın karmaşık dengesi her zaman tam anlamıyla modellerde kurulamayabilir. Kıyı alanlarının sayısal modellenmesi işleminde her zaman kalibrasyon süreci işletilmeli ve optimum sonuca ulaşılmalıdır. Kıyı çizgisinin ağ aralıkları, kıyıya dik profillerin ağ aralıkları, pürüzlülük katsayısı, kıyı çizgisinin aşırı girinti ve çıkıntılarının ihmal

edilmesi, modellenecek kıyı çizgisinin uzunluğunun seçilmesi, farklı batimetriye sahip kıyıya dik profillerin yerlerinin atanması gibi birçok etken değiştirilerek sayısal modelin kalibrasyonu yapılabilmektedir. Bu çalışmada kıyı alanı için batimetri ölçüm verileri ve kıyı çizgisini belirleme için GPS ölçümleri yapılmamıştır. Batimetri değerleri için en yakın bölge olan Karaburun'da DLH tarafından yapılmış olan ölçüm değerleri kullanılmıştır. Kıyı çizgisi belirleme işlemi de GPS ölçümlerine göre daha az hassas olan uydu görüntüleri yardımıyla yapılmıştır. Terkos Gölü sayısal modelinde bilinmeyen ve yerinde ölçülmeyen verilerin bulunmasına rağmen kalibrasyonlar sonucu analitik ve sayısal model sonuçları için yeterli yaklaşım elde edilebilmiştir (Çizelge 4.6).

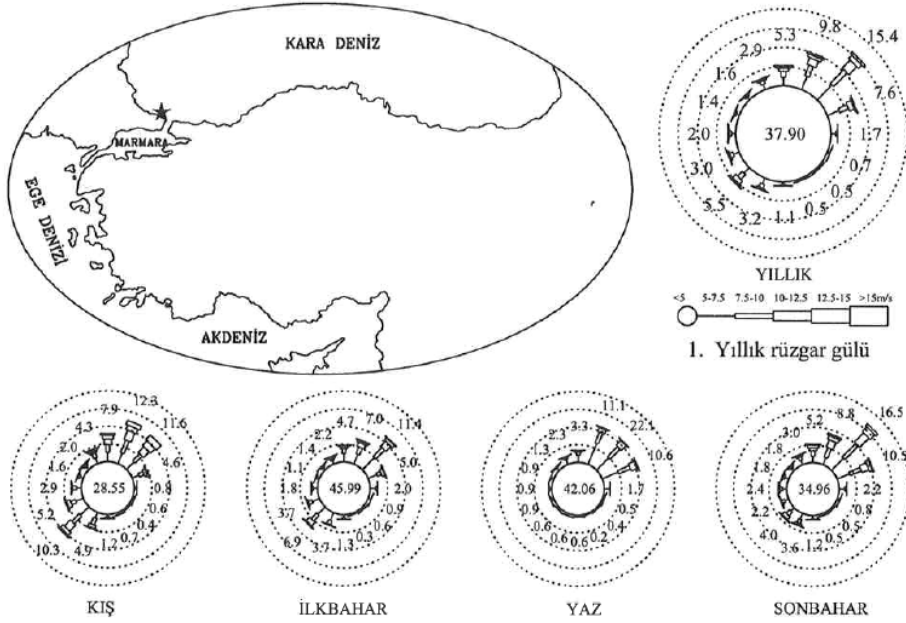
Gelişen ve sürekli ilerleyen teknolojiler günümüz sorunlarını çözmeye farklı alternatifleri ortaya çıkarmaktadır. Uzaktan algılama sistemlerinin kıyı alanları için kullanılmaya başlanması ile kıyı alanlarındaki sorunların saptanması ve çözümlerin hazırlanması daha kolay olmaktadır. Çalışmada uydu görüntülerinin üst üste çakıştırılıp kıyı çizgilerinin sayısallaştırılması sonucu kıyı alanındaki erozyon ve yığılmalar kolayca tespit edilmiştir. Uydu görüntülerinin hassasiyetleri 1 ile 10 m arasında değişmesi nedeniyle doğrulukları santim mertebelerinde olan GPS ölçümlerine göre daha az hassasiyettedir. Uydu görüntülerinin sayısallaştırılmasının doğruluk oranı görüntünün alındığı günün hava şartlarına (güneşin geliş açısına, gölge etkilerine), uydu çözünürlüğüne, uydu bakış açısına doğrudan bağlıdır. Diğer yandan arazide yapılacak olan GPS ölçümleri kıyı çizgisinin sayısallaştırılmasındaki hataları santimetre mertebelerine indirerek kurulan modelin daha doğru sonuç vermesini sağlayabilmektedir. Ancak bu tip ölçümlerde oldukça zahmetli ve zaman alıcıdır.

Ülkemizin kıyı şeridinin uzunluğu yaklaşık 8350 km, kumsalların uzunluğu ise yaklaşık 850 km'yi bulmaktadır. Kıyı alanları ve kaynakları konusunda oldukça şanslı olan ülkemizde kıyı şeridimiz boyunca sürekli izleme yöntemleri kullanılarak kıyı alanlarının denetimlerine ve kontrollü bir şekilde korunmalarına biran önce başlanılmalıdır. Rüzgar şiddeti, dalga yüksekliği, akıntı hızları, deniz suyu tuzluluk miktarı, iletkenlik, deniz seviyesi değişimi verileri uygun cihazlar kullanılarak kayıt altına alınmalı, böylece kıyı alanları ve kaynaklarımızdaki değişimler (erozyon, yığılma, sığlaşma vb. gibi) sürekli izlenmelidir. Sürekli gözlemler sayesinde bir kıyı alanında veya kaynağında yaşanan sorunlar zamanında tespit edilebilmektedir. Problemin tespitinden sonra elde bulunan veriler kullanılarak kıyı alanları yönetim planlarının oluşturulması ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması mümkündür.

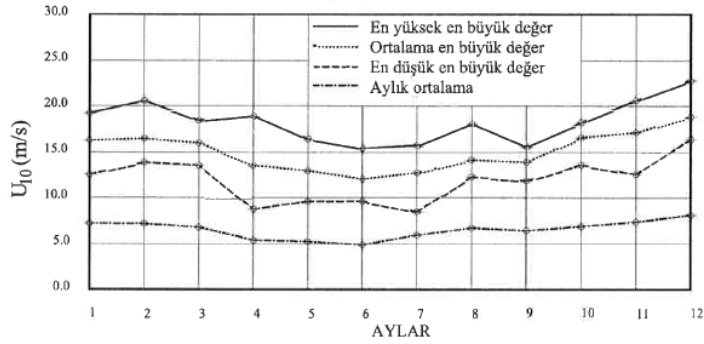
Yukarıda belirtilen bu sonuçlar neticesinde Terkos Gölü kıyı alanında bütünleşik kıyı alanı yönetim planının oluşturulması gerekliliği belirlenmiştir. Terkos Gölü'nün gelecekte de su kaynağı olarak kullanılmasını sağlamak, kıyı alanının doğal zenginliklerini korumak, göldeki yaşamın sürekliliğini sağlamak için etkin bir kıyı alanı yönetim planı acilen oluşturulmalı ve uygulamaya geçilmelidir.

## EKLER

Rüzgar iklimi: 41.25° N, 29.00° E

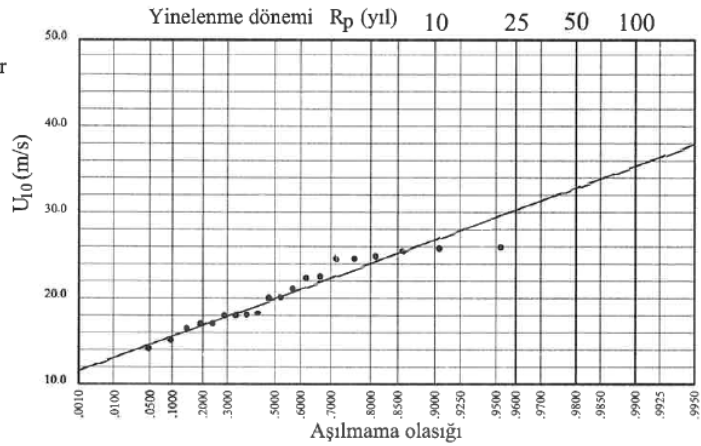


3. Aylık ortalama ve en yüksek rüzgar hızları. (en büyük, en küçük ve ortalama değerler)



4. Yıllık en büyük rüzgar hızlarının en büyük değerler istatistiği.

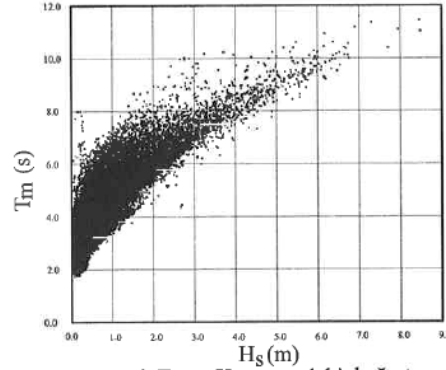
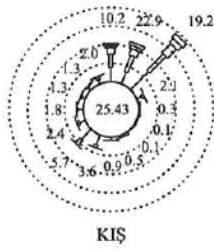
Etken yön dilimi:  
NNE-ENE  
İkincil yön dilimi:  
---



Dalga iklimi: 41.25° N, 29.00° E



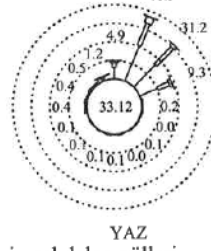
5. Yıllık dalga gücü

6.  $T_m$  ve  $H_s$  arasındaki bağıntı

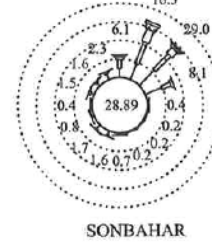
KİŞ



İLKBAHAR



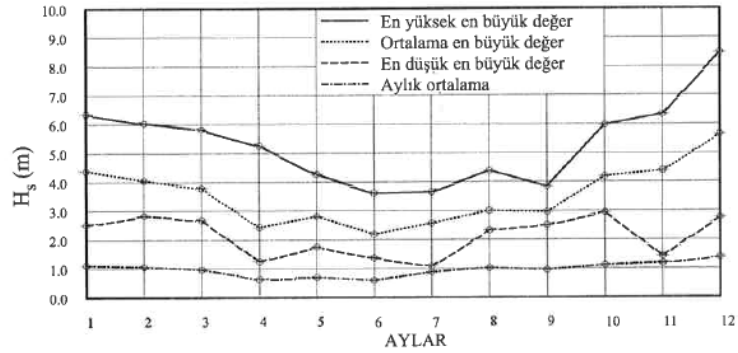
YAZ



SONBAHAR

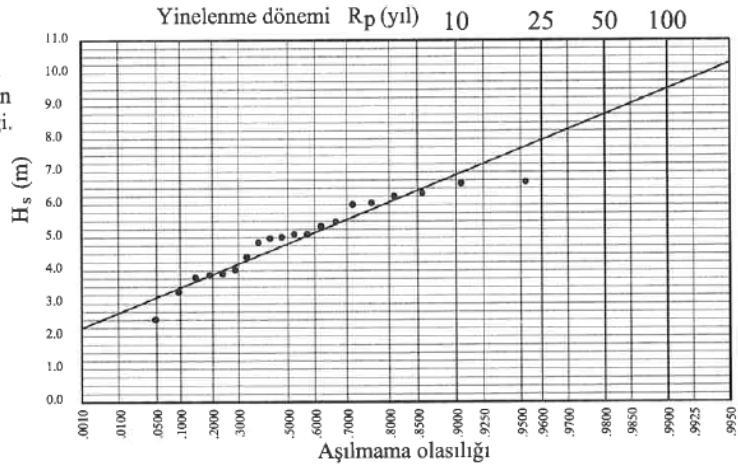
7. Mevsimsel dalga gülleri

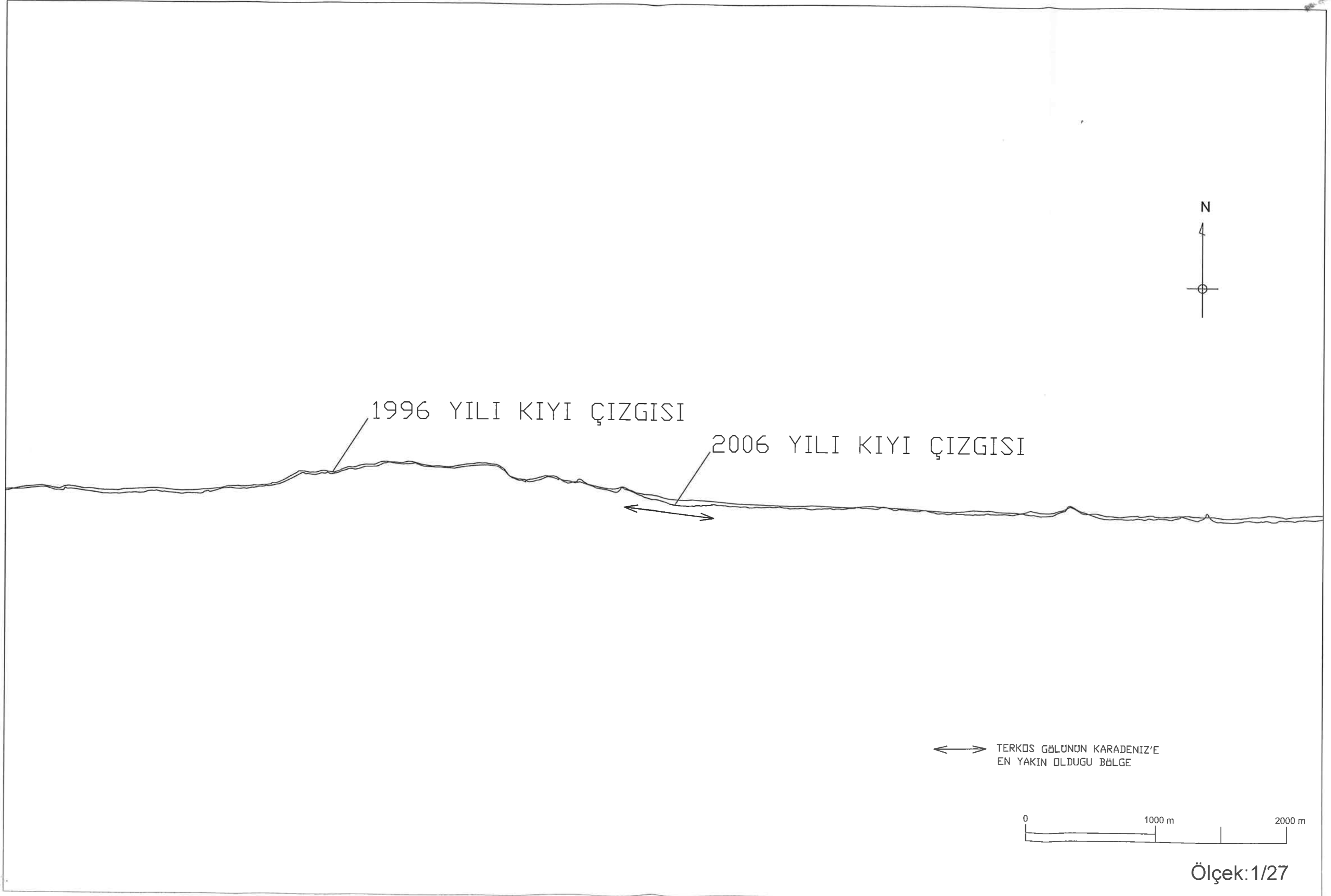
3. Aylık ortalama ve en yüksek belirgin dalga yükseklikleri (en yüksek, en küçük ve ortalama değerler)

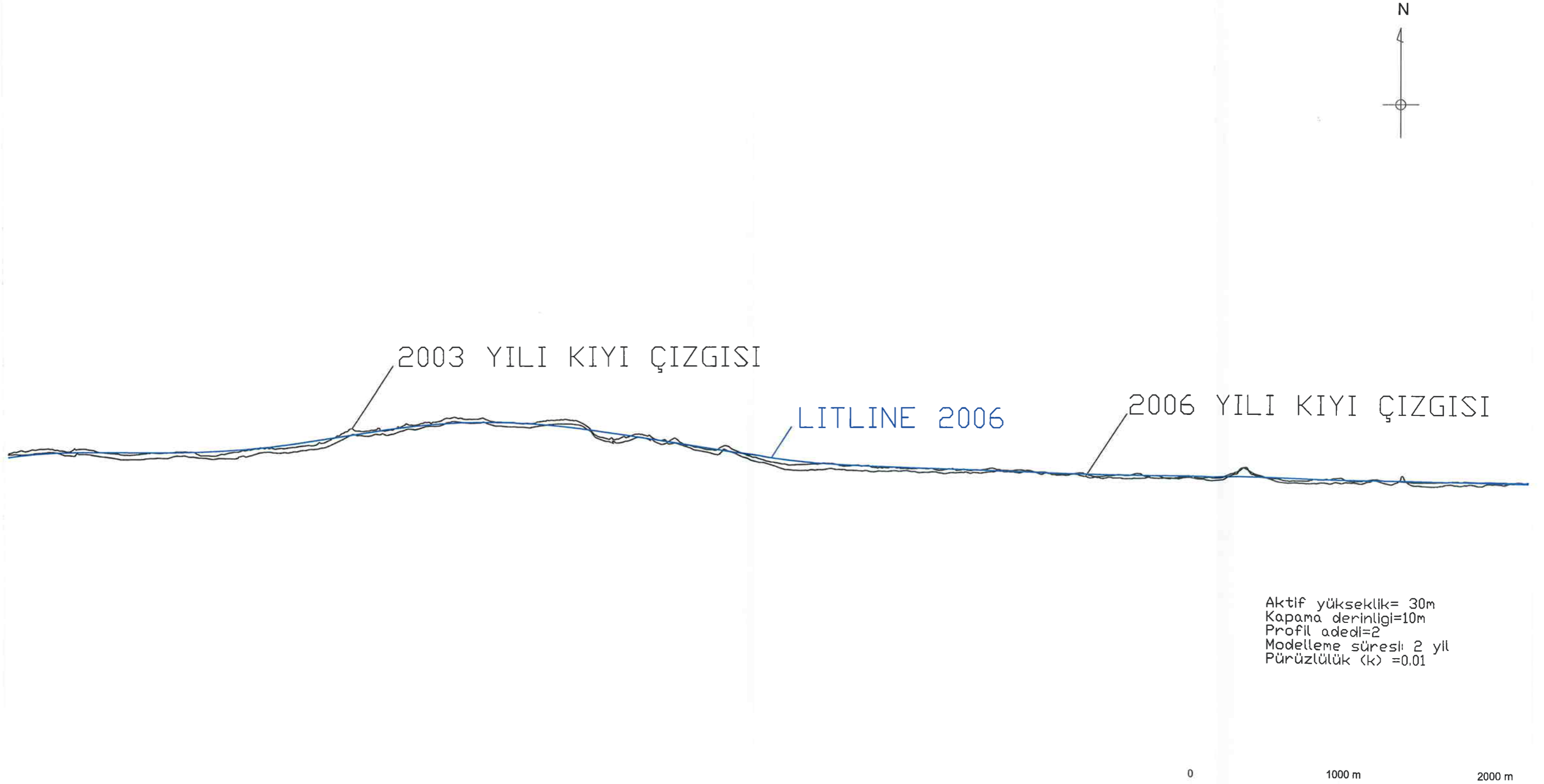


9. Yıllık en büyük belirgin dalga yüksekliklerinin en büyük değerler istatistiği.

Etkin yön dilimi:  
N-NNE  
İkincil yön dilimi:  
---







**KAYNAKLAR**

CERC., (1984), Shore Protection Manual, Co. Eng. Res. Center, U.S. Corps. Of Eng., Vicksburg.

Hoozemans, F.J.M., Klein, R.J.T., Kroon, A., Verhagen, H.J., (1995, 1996), 'The Coast in Conflict, An interdisciplinary introduction to Coastal Zone Management'.

Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VII. Ulusal Kongresi Türkiye Kıyıları 2008 Sonuç Bildirgesi (2008)

Bayram, B., (2006), Uzaktan Algılama Ders Notları

Hakyemez, H.Y., Erkal, T., Kumsal Plaserleri Araştırma Yöntemi; Trakya'nın Karadeniz Kıyı Kuşağı Örneği

Ömerci, C., Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri) Cilt 1, İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı 1345,

Özhan, E., Abdalla, S., (1999), Türkiye Kıyıları İçin Rüzgar ve Derin Deniz Dalga Atlası, ODTÜ, Ankara

Sesiören., A., Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, 1998

Shore Protection Manual, (1984), U.S. Army, Corps of Engrs., Coastal Eng. Research Center, U.S. Govt. Printing Office.

İngiliz Deniz Erkanı Harbiyesi İstihbarat Coğrafya Şubesi., Trakya/ Karadeniz Havzası Şimal Kısmı Cilt:5

Vellinga, P., R.S. de Groot & R. Klein, 1994. An Ecologically Sustainable Oikos. (pp:317-346) in: Dutch Committee for Long-Term Environmental Policy (eds) "The Environment: towards a sustainable future", Environment and Policy-series Vol. 1(600 pp) Kluwer Academic Publ., Dordrecht/Boston/London

Yüksel, Y., Çevik, E., Çelikoğlu Y., (1998), Kıyı ve Liman Mühendisliği, TMMOB, İMO Ankara Şubesi, Ankara

Yüksel Y., (2005), Deniz Tabanı Hidrodinamiği ve Kıyı Morfolojisi, Arıkan Yayınevi

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	10.08.1981	
Doğum yeri	Rize	
Lise	1995-1999	Rize Fener Süper Lisesi
Lisans	2001-2005	Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2005-2008	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Kıyı ve Liman Müh. Programı

**Çalıştığı kurumlar**

2005-2006	Kasktaş A.Ş.
2007-Devam ediyor	TAISEI Corp. (Marmaray projesi batırma tüp tünel inşaatı )