

**KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİ VE  
RİSK ANALİZİ: SAKARYA KARASU ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Murat AYDIN

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. Murat UYSAL

JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

Temmuz, 2013

Bu tez çalışması 12 FENBİL 32 numaralı proje ile BAP  
tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN**  
**İZLENMESİ VE RİSK ANALİZİ:**  
**SAKARYA-KARASU ÖRNEĞİ**

**Murat AYDIN**

**DANIŞMAN**

**Yrd. Doç. Dr. Murat UYSAL**

**JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ**  
**MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Temmuz, 2013**

## TEZ ONAY SAYFASI

Murat AYDIN tarafından hazırlanan “Kıyı Çizgisi Değişiminin İzlenmesi ve Risk Analizi:Sakarya – Karasu Örneği” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca ...../...../2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği **Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Yrd. Doç. Dr. Murat UYSAL

**Başkan** : Doç. Dr. Saffet ERDOĞAN İmza  
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Murat UYSAL İmza  
Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Abdullah VARLIK İmza  
Necmettin Erbakan Üniversitesi  
Mühendislik – Mimarlık Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
...../...../..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN  
Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**26/07/ 2013**

**Murat AYDIN**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### KIYI ÇİZGİSİ DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİ VE RİSK ANALİZİ: SAKARYA – KARASU ÖRNEĞİ

Murat AYDIN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı

**Danışman:** Yrd. Doç. Dr. Murat UYSAL

Kıyılar yerleşim, turizm, üretim, sanayi, enerji, ulaşım gibi değişik amaçlar için kullanılmakta ve bu çerçevede tahribatlara uğramaktadırlar. Ülkemizde Sakarya ilinin Karadeniz kıyısındaki sayfiye ilçesi Karasu, son yıllarda benzeri az rastlanır bir kıyı erozyonuyla karşı karşıya bulunmaktadır. Erozyon, son yıllarda artık yerleşim birimindeki yapıları tehdit eder boyuta ulaşmıştır.

Bu çalışmada, farklı zamanlara ait uydu görüntüleri ve ortofoto görüntünün değerlendirilmesi ile seçilen çalışma alanında kıyı çizgisindeki ve kıyı bölgesi kullanımındaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. 1987 yılından 2013 yılına kadar 26 yıllık kıyı değişimi izlenmiş ve erozyonu önlemek için inşa edilen ayırık dalgakıranların da etkisi belirlenerek risk analizi yapılmıştır. Yapılan risk analizinde ayırık dalgakıranların olduğu alan düşük riskli çıkarken nehir ağzının her iki tarafı ve yapılacak ayırık dalgakıranların olduğu sahil şeridi orta riskli alan çıkmıştır.

**2013, xi + 72 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Sakarya, Karasu, Kıyı Çizgisi, Uzaktan Algılama, Kıyı Erozyonu, Ayırık Dalgakıran, Risk Analizi

## **ABSTRACT**

M.Sc Thesis

### **MONITORING OF COASTLINE CHANGE AND RISK ANALYSIS: AN EXAMPLE OF SAKARYA – KARASU**

Murat AYDIN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geodesy and Photogrammetry

**Supervisor:** Assistant Prof. Dr. Murat UYSAL

Coastal areas are being destroyed while using for residential area, tourism, energy transportation, industry etc. Karasu, where is a touristic district on the Black Sea coast of Sakarya province, is faced with serious coastal erosion problem. This erosion has recently reached a size threatening urban structures.

In this study, the determination of change in shoreline and usage of coastal zone at the chosen study area with the evaluation of satellite images and orthophoto image datas belonging to different times has been aimed. In this context, the of change in shoreline between 1987 – 2013 has been followed. Then, the effects of off – shore breakwaters to shoreline has been determined. After this stage, risk analysis has been performed consideration of the possible development processes of coastal erosion. As a result of the risk assessment, the coastline of off-shore breakwaters which was built were assessed as low risk. Coastline on both sides the mouth of the Sakarya River is considered as medium risk. Also, the coastline where the off-shore breakwaters will be built assessed as medium risk.

**2013, xi + 72 pages**

**Key Words:** Sakarya, Karasu, Coastline, Coastline Change, Remote Sensing, Coastal Erosion, Off-shore Breakwaters, Risk Analysis

## TEŞEKKÜR

Afyon Kocatepe Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği programında gerçekleştirdiğim yüksek lisans çalışmamda Harita Mühendisliği Bölümündeki tüm hocalarıma ve danışmanlığımı üstlenen, engin bilgi ve deneyimiyle beni yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Murat Uysal'a teşekkür ederim.

Çalışmama destek veren Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyonu Birimine teşekkür ederim.

Görev yaptığım Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı XIII. Bölge Müdürlüğündeki mesai arkadaşlarıma, bilgi birikiminden yararlandığım, yardımlarını ve vaktini esirgemeyen Bölge Müdürlüğümüz Kontrol Amiri D. Erdem ÖNCEBE'ye teşekkür ederim.

Bana fotogrametri biliminin temellerini veren ve bu bilimi sevdiren değerli hocam Doç. Dr. Murat Yakar'a (Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi) teşekkür ederim.

Bugünlere gelmemde büyük emekleri olan, her anlamda desteklerini esirgemeyen, ilk öğretmenlerim annem Gündoğdu AYDIN ve babam Servet AYDIN'a ve çok sevdiğim kardeşim Dr. Y. Mert AYDIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Murat AYDIN

AFYONKARAHİSAR, 2013

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Tanımlar.....	2
1.2 Türkiye’de ve Dünyada Kıyı Kullanımı .....	3
1.3 Kıyı Değişiminde Uzaktan Algıma.....	4
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ .....	5
2.1 Uygulama Sahasına Yönelik Önceki Çalışmalar .....	5
2.2 Konuyla İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar .....	5
2.3 Uzaktan Algılamaya Genel Bakış.....	7
2.4 Elektromanyetik Spektrum .....	8
2.5 Çözünürlük (Ayırma Gücü) .....	9
2.5.1 Radyometrik Çözünürlük .....	9
2.5.2 Spektral Çözünürlük .....	10
2.5.3 Mekansal Çözünürlük.....	10
2.5.4 Zamansal Çözünürlük.....	11
2.6 Uydu Sistemleri .....	12
2.6.1 Landsat .....	12
2.6.2 Rasat .....	12
2.7 Sayısal Görüntü İşleme .....	13
2.7.1 Geometrik Düzeltme.....	14
2.7.1.1 En Yakın Komşuluk Yöntemi.....	15
2.7.1.2 Bilineer Enterpolasyon Yöntemi .....	15
2.7.1.3 Kübik Katlama Yöntemi .....	15
2.7.2 Radyometrik Düzeltme.....	16
2.7.3 Sınıflandırma .....	16
2.7.3.1 Kontrolsüz Sınıflandırma.....	17



2.7.3.2 Kontrollü Sınıflandırma .....	18
3. MATERYAL ve METOT .....	19
3.1 Çalışma Alanı .....	19
3.1.1 Coğrafi Konumu ve İdari Yapısı .....	19
3.1.2 Ulaşım Ağındaki Yeri.....	20
3.1.3 Bölgenin Doğal Özellikleri.....	21
3.1.3.1 İklim Özellikleri.....	21
3.1.3.2 Akıntı Sistemi ve Kıyı Dinamiği .....	23
3.1.3.3 Karasu Kıyı Alanı Morfolojisi .....	23
3.1.3.4 Toprak Niteliği.....	24
3.1.3.5 Karasu Kıyı Kesimi Ekolojisi ve Bitki Örtüsü .....	24
3.1.4 Yerleşim Birimleri .....	25
3.1.5 Nüfus, Nüfus Yoğunluğunun Dağılımı .....	27
3.2 Kıyı Şeridini Etkileyen Yapılar .....	28
3.2.1 Karasu Limanı .....	28
3.2.2 Dikey Mahmuzlar ve Ayrık Dalgakıranlar .....	29
3.2.3 Barajlar .....	31
3.3 Kıyı Şeridini Etkileyen Faaliyetler .....	34
3.3.1 Kum Alımı.....	34
3.3.2 Kum Midyesi Avcılığı.....	35
3.4 Uydu Verileri .....	36
3.5 Ortofoto.....	38
3.6 Yersel Ölçümler .....	39
3.7 Kullanılan Yazılım.....	39
3.8 Sayısal Görüntü İşleme .....	39
3.8.1 Geometrik Düzeltme Yapılması .....	39
3.8.2 Görüntülerde Çalışma Alanının Kesilmesi.....	41
3.8.3 Kıyı Çizgisinin Çizilmesi .....	41
3.8.4 Sınıflandırma Yapılması.....	42
3.8.5 Kontrollü Sınıflandırmanın Doğruluğu .....	42
4. BULGULAR .....	44
4.1 Kıyı Çizgilerinin Değerlendirilmesi .....	44
4.2 Ayrık Dalgakıranların Etkisi.....	47
4.3 Arazi Kullanımı .....	48
4.4 Risk Analizi .....	57

4.4.1 Metod.....	57
4.4.2 Risk Değerlendirme Prensipleri .....	57
4.4.3 Risk Bölümlene Standardı .....	58
4.4.4 Risk Değerlendirmesinde İndeks Sistemi Yapısı .....	58
4.4.5 Risk Değerlendirmesinde İşlem Adımları .....	59
4.4.6 Sahil Şeridinde Risk Analizi.....	59
5. SONUÇ .....	64
6. KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	72

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Kısaltmalar

---

AYGM	Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü
CAD	Computer Aided Design
DLH	Demiryollar, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
GPS	Global Positioning System
HGK	Harita Genel Komutanlığı
Km	Kilometre
KOH	Karesel Ortalama Hata
m	Metre
MS	Multi Spectral
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OLI	Operational Land Imager
TIRS	Thermal Infra Red Sensor
TM	Thematic Mapper
TMMOB	Türk Mühendis Mimar Odaları Birliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUSAGA – Aktif	Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı – Aktif
UDHB	Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
UTM	Universal Transverse Mercator
YİD	Yap İşlet Devret
WGS-84	World Geodetic System - 84

---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Kıyı Kanununa göre kıyı tanımlarını gösterir kroki.....	3
Şekil 2.1 Elektromanyetik spektrum.....	8
Şekil 2.2 Bantlar.....	9
Şekil 2.3 Aynı bölgeye ait 2 bitlik görüntü (1) ile 8 bitlik görüntü (2). ....	10
Şekil 2.4 Çalışma alanına ait iki farklı spektral çözünürlükte görüntü .....	11
Şekil 2.5 Farklı zamanlarda alınmış İstanbul Formula 1 Pisti'ne ait görüntüler.....	11
Şekil 2.6 Geometrik düzeltme işlemi. ....	14
Şekil 2.7 Yeniden örnekleme işleminde orijinal görüntü ile çıktı görüntüsü arasındaki dönüşüm. ....	16
Şekil 2.8 Sınıflandırma işlemi. ....	18
Şekil 3.1 Sakarya ili ve Karasu ilçesinin sınırları.. ....	19
Şekil 3.2 Sakarya İli ulaşım ağı.....	21
Şekil 3.3 Dalga istatistiği. ....	22
Şekil 3.4 Karadeniz akıntı sistemi .....	24
Şekil 3.5 Karasu kıyısı ile doğrudan etkileşim halinde olan en yakın yerleşim alanlarının ölçeksiz gösterimi . ....	25
Şekil 3.6 27 adet ayrık dalgakıran projesi. ....	30
Şekil 3.7 Sakarya Nehri boy kesiti. ....	32
Şekil 3.8 Sakarya Nehri havzası.....	32
Şekil 3.9 Sakarya Nehrinin 8.ve 84.km.lerinde 1965 ve 2003 yıllarına ait enkesitler...	33

<b>Şekil 4.1</b> Nehir ağzındaki değişim. ....	45
<b>Şekil 4.2</b> 21 kritik nokta .....	46
<b>Şekil 4.3</b> Mart 2010 ve Eylül 2012 arası kıyı değişimi .....	49
<b>Şekil 4.4</b> 2011 ve Temmuz 2013 arası kıyı değişimi .....	50
<b>Şekil 4.5</b> Arazi kullanımının grafiksel gösterimi .....	51
<b>Şekil 4.6</b> 2013 & 2011 yılları arazi sınıflandırma sonuçları. ....	52
<b>Şekil 4.7</b> 2003 & 1995 yılları arazi sınıflandırma sonuçları. ....	53
<b>Şekil 4.8</b> 1987 yılı arazi sınıflandırma sonuçları.....	54
<b>Şekil 4.9</b> Yıllara göre sahil şeridinde kentleşme oranı .....	55
<b>Şekil 4.10</b> Sahil şeridi risk haritası.....	63

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1</b> Farklı Landsat uydularına ait özellikler. ....	12
<b>Çizelge 2.2</b> Rasat uydusu teknik özellikleri. ....	13
<b>Çizelge 3.1</b> Karasu İlçesi yıllara göre kentsel ve kırsal nüfus dağılımı. ....	27
<b>Çizelge 3.2</b> Karasu Kıyı Kesimi Yerleşim Birimlerinde Yıllara Göre Nüfus Dağılımı	28
<b>Çizelge 3.3</b> Kullanılan Uydu Görüntülerin Tarihleri .....	36
<b>Çizelge 3.4</b> Geometrik düzeltmeni KOH değeri.....	40
<b>Çizelge 4.1</b> Kesit noktaları arası mesafe .....	44
<b>Çizelge 4.2</b> Landsat uydu görüntülerine göre kıyı değişimi .....	47
<b>Çizelge 4.3</b> 1987 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi.....	55
<b>Çizelge 4.4</b> 1995 yılı sınıflandırılış alanların doğruluk analizi.....	56
<b>Çizelge 4.5</b> 2003 yılı sınıflandırılış alanların doğruluk analizi .....	56
<b>Çizelge 4.6</b> 2011 yılı sınıflandırılış alanların doğruluk analizi .....	56
<b>Çizelge 4.7</b> 2013 yılı sınıflandırılış alanların doğruluk analizi .....	57
<b>Çizelge 4.8</b> Risk analizinde indeks çizelgesi .....	60
<b>Çizelge 4.9</b> Risk hesaplama tablosu .....	62

## RESİMLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 3.1</b> Karasu Limanının havadan çekilmiş fotoğrafı .....	29
<b>Resim 3.2</b> Yapılan Ayrık Dalgakıranlar.....	31
<b>Resim 3.3</b> Sakarya Nehri Kontrolsüz Kum Ocakları .....	35
<b>Resim 3.4</b> 2011 yılına ait Landsat uydu görüntüsü .....	37
<b>Resim 3.5</b> 2012 yılına ait Rasat uydu görüntüsü .....	37
<b>Resim 3.6</b> 2012 yılına ait Rasat uydu görüntüsünden çalışma alanının bir kısmı .....	38
<b>Resim 3.7</b> Çalışma alanının ortofoto görüntüsünün bir kısmı .....	38
<b>Resim 3.8</b> Eylül 2012 yılına ait Rasat uydu görüntüsünde yer kontrol noktalarının dağılımı .....	40
<b>Resim 3.9</b> Çakıştırılmış uydu görüntüleri .....	40
<b>Resim 3.10</b> 2003 yılına ait Landsat uydu görüntüsüne çalışma alanı .....	41
<b>Resim 3.11</b> 5. Bant Landsat görüntüsünde kıyı çizimi .....	42
<b>Resim 4.1</b> Sahil şeridi sınırı .....	54

## 1. GİRİŞ

Kıyılar ilk çağlardan günümüze büyük medeniyetlerin en çok yerleştiği alanlar olmuş, sahip olduğu tarım alanları, deniz ulaşım ve taşımacılığı, su kaynakları, kumçakıl yatakları, denizden kazanılmış dolgu alanları, petrol-doğal gaz yatakları, deniz ürünleri vb. kaynaklar ile toplumun ekonomik ve sosyal gelişmesine katkı sağlamıştır (Sesli 2006).

Üç tarafının denizlerle çevrili olmasından dolayı uzun bir kıyı şeridine sahip olan ülkemizde kıyılar son yıllarda kamu kuruluşlarının, turizm yatırımlarının ve konut taleplerinin yoğun baskısı altında kalmıştır. Ayrıca bu denli çeşitli baskıların iç içe olduğu kıyılarda, kentsel mekanlara ilişkin kararlar ekolojik, estetik, bilimsel yaklaşımlarla değil, ekonomik kriterler ve politik beklentiler doğrultusunda oluşturulmaktadır (Doğan 2008).

Atmosfer, hidrosfer ve yerkürenin birbirleri ile etkileşim içerisinde oldukları yegâne alanlar olan kıyı bölgelerindeki koşulların büyük bir bölümünün, yıllık, mevsimsel ve hatta günlük olarak insan etkisinde veya fırtına ve iklim değişikliği gibi doğal kaynaklı değişime uğraması, bu değişimlerin belirli bölgelerde ve zamanlarda, belirli periyotlarla izlenerek saptanmasını gerektirir. Doğal gelişim ve çevresel koruma açısından oldukça önemli olan bu işlemlerin klasik yöntemlerle yapılmasının oldukça zaman alıcı olması nedeniyle, uzaktan algılama teknolojileri kullanılabilir (Kapdaşlı, Maktav ve Sunar 1997).

Zamanla değişime uğrayan alanların değişiminin belirlenmesi, geleceğe yönelik akılcı kararlar almada büyük yarar sağlamaktadır. Zamansal değişimin belirlenmesi, geçmişe ait veriler ile güncel verilerin karşılaştırılması ile mümkün olmaktadır. Son zamanlarda kıyı alanı yönetimi ve kıyı çizgisindeki ya da kıyı kullanımındaki değişimin izlenmesi amacıyla, uzaktan algılama ve fotogrametri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Olgun 2012).



Bu çalışmanın amacı ise, yaklaşık 35 km kıyı şeridinde sahip olan, Batı Karadeniz Bölgesinin önemli bir sahil kenti Karasudaki kıyı değişiminin izlenmesi ve risk analizidir. Bu amaçla 1987 yılından 2013 yılına kadar farklı mekânsal çözünürlüğe sahip uydu verileri ve hava fotoğrafları belli zaman aralıklarında alınarak, görüntülerin elde edildiği tarihlerdeki kıyı çizgileri tespit edilmiş ve daha sonra bütüncül bir bakış açısıyla genel değişim ortaya çıkarılmış, değişime neden olan sebepler irdelenmiş ve risk analizi yapılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan, kıyı alanlarında yapılan yapılaşma ve faaliyetlerin kıyı morfolojisi için önem arz ettiği görülmektedir. Kıyı alanlarında yapılacak her türlü planlamadan önce kıyı alanlarının hidrodinamik yapısı, jeolojisi, mevcut kullanımı vb veriler göz önünde bulundurulmalıdır.

## **1.1 Tanımlar**

Basit anlamda kıyı; deniz, göl, akarsu gibi her türlü doğal su kütlesini çevreleyen toprak çeşidi veya denizin en alçak çizgisi ile kara arasındaki temas bölgesidir (Kay ve Alder 1999). Diğer bir tanıma göre, kara ile denizin birleşimini gösteren arazi olarak düşünülebilir (Ketchum 1972).

Ülkemizde, yürürlükte olan 3621 ve bu kanunun bazı maddelerinde değişiklik yapılmasına dair 3830 Sayılı Kıyı Kanunu'na göre;

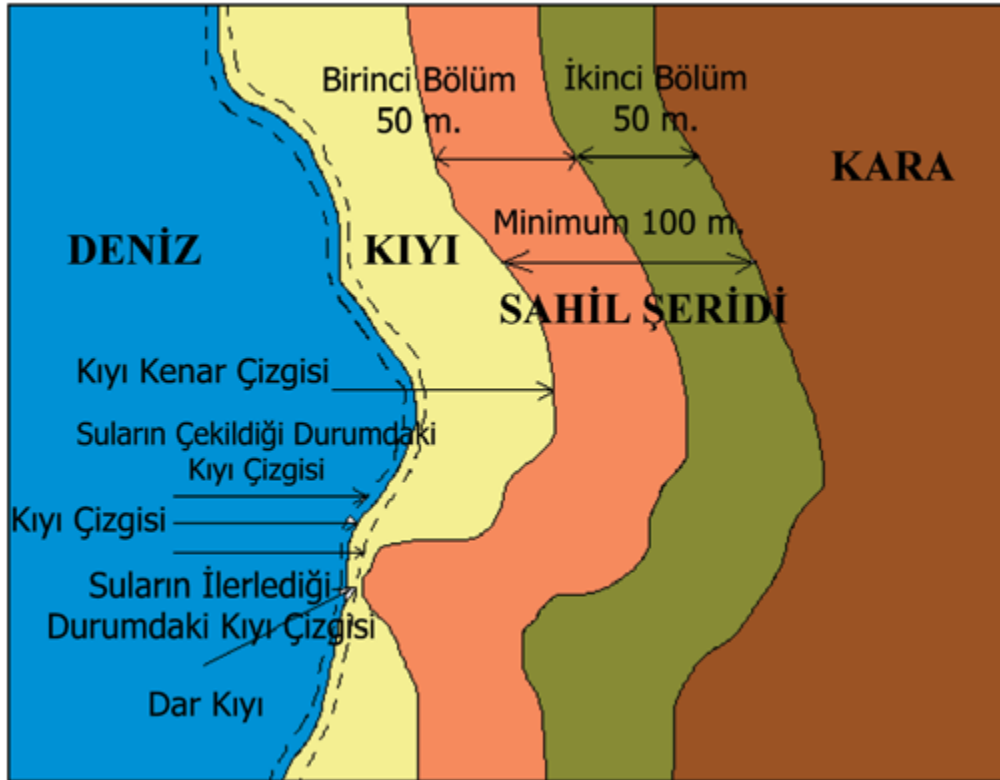
**Kıyı Çizgisi:** Deniz, doğal ve yapay göl ve akarsularda taşkın durumları dışında suyun kara parçasına değdiği noktaların birleşmesinden oluşan doğal çizgi,

**Kıyı Kenar Çizgisi:** Deniz, doğal-yapay göl ve akarsuların, kıyı özelliği gösteren kesimlerinde kıyı çizgisinden sonraki kara yönünde su hareketlerinin oluşturduğu alanların doğal sınırı,

**Kıyı:** Deniz, göl ve akarsuların kıyı çizgisi boyunca uzanan kıyı hareketlerinin düştüğü kumluk, çakıllık, taşlık ve bataklık alanlarının kara yönündeki doğal çizgisi arasında kalan alan,

**Sahil Şeridi:** Deniz, doğal ve yapay göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara önünde yatay olarak en az 100 m. genişliğindeki alan olarak tanımlanmaktadır.

Mevzuatta geçen tanımlar şekil 1.1’de bir arada gösterilmiştir.



Şekil 1.1 Kıyı Kanununa göre kıyı tanımlamalarını gösterir kroki (İnt. Kyn.1)

## 1.2 Türkiye’de ve Dünyada Kıyı Kullanımı

Bugün kıyıya yakın alanlardaki nüfus, 1950’lerdeki tüm dünya nüfusuna eşittir. Çeşitli değerlendirmelere göre, dünya kıyı alanlarındaki nüfus, toplam dünya nüfusunun %50-70’ini oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 8,5 milyara ulaşacağı tahmin edilmekte ve kıyı alanlarındaki gelişmenin çok daha fazla olacağı öngörülmektedir (Doğan 2008).

Uzunluklarının toplamı 8333 km olan Türkiye kıyılarının 1707 kilometresi Akdeniz, 1701 kilometresi Karadeniz, 3484 kilometresi Ege ve 1441 kilometresi de Boğazlarla birlikte Marmara denizi kıyılarına aittir. Az sayıda olan adalara ait kıyıların uzunluğu da yaklaşık 500 kilometre civarındadır (Doğan, Burak, Akkaya 2005). Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarındaki 28 ilde yaşayan nüfus, ülke nüfusunun % 53'ünü oluşturmakta, sadece sahilde bulunan yerleşimlerde ise toplam nüfusun % 20'si yaşamakta, bunlara ek olarak kıyı illeri nüfusları izlenen yeni turizm politikaları ile birlikte hızla yükselen bir artış göstermektedir (Ongan 1997).

### **1.3 Kıyı Değişiminde Uzaktan Algıma**

Kıyı çizgisinde doğal olarak bazı değişimler yaşanır. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler uzun dönemli değişimler kısa dönemli değişimler ve epizodik değişimler olmak üzere üçe ayrılır. Bu kapsamda uzun dönemli değişimler 10 ile 1000 yıllık zaman diliminde gerçekleşen değişimlerdir. Kısa dönemli değişimler sadece 5 ile 10 yıllık dönemlerde gerçekleşen değişimlerdir. Epizodik değişimler ise fırtınalar gibi doğal olaylar sonucunda gerçekleşen ani değişimler olarak tanımlanmaktadır. Uzun dönemli değişimlerde bütün kıyı aynı düzeyde etkilenirken kısa dönemli değişimlerde aynı kıyıda birkaç kilometre aralıklarla bir tarafta çekilme gözlenirken diğer tarafta karanın ilerlemesi ya da durağan olması gözlenebilmektedir. Bu değişimler alçak kıyıların doğal karakteristiği gereği, dalgalar, rüzgarlar gibi doğal şartlarda gerçekleşen değişimlerin bir sonucu olarak çekilmesi yada ilerlemesi şeklinde gerçekleşmektedir. Son zamanlarda kıyı alanı yönetimi ve kıyı çizgisindeki yada kıyı kullanımındaki değişimin izlenmesi amacıyla, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Uzaktan Algılama aynı zamanda kıyı değişiminde kullanılan en verimli yöntemlerden biridir (Olgun 2012).

## **2. LİTERATÜR BİLGİLERİ**

### **2.1 Uygulama Sahasına Yönelik Önceki Çalışmalar**

Türk Mühendis Mimar Odaları Birliği (2012) tarafından yapılan kıyı daralması raporunda; planlamalar sırasında havzanın bütününe göz ardı eden parçacı yaklaşıma dikkat çekilmiş, erozyonun yapılaşmada yanlış yer seçimlerine, nehir yatağında kurlsız madencilik uygulamalarına ve kontrolsüz faaliyetlere bağlı olarak ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır.

İkieli ve Ustaoglu (2011) tarafından yapılan çalışmada, kıyı çizgisi değişimini belirleyebilmek amacıyla 2003 tarihli Landsat 7 ve 2009 tarihli Spot 4 uydu görüntüleri kullanılmıştır. 2010 yılı kıyı durumu içinde el tipi GPS aracı ile ölçümler yapılmış 2003 - 2009 yılları arasında 60 - 70 metre; 2009 – 2010 yılları arasında ise 20 - 30 metre kıyı gerilemesi tespit edilmiştir.

Kutoğlu, Oruç, Şeker, Görmüş, Gazioğlu, Tutkun (2010) tarafından yapılan çalışmada, 1987, 2001, 2006 ve 2009 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri kullanılarak 200 metrelere varan kıyı değişimi belirlenmiştir. Kıyı değişimine neden olarak, Karadeniz'in yıllık 3,5 – 4,5 mm gibi okyanusların çok üzerinde bir yükselme eğilimi göstermesi ve Karasu Limanı mendireği ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Işık, Şaşıl ve Doğan (2006) tarafından yapılan çalışmada Sakarya Nehrindeki akım ve katı madde taşınımındaki değişim incelenmiştir. Ölçülen askı maddesi kullanılarak, sediment anahtar eğrileri elde edilmiş, katı madde taşıma miktarının %40-65 oranında azaldığı sonucuna varılmıştır.

### **2.2 Konuyla İlgili Yapılan Önceki Çalışmalar**

Olgun (2012) Göksu Deltasının kıyı çizgisinde meydana gelen değişimleri incelemek amacıyla, 1980, 1984, 2001, 2002 ve 2008 yıllarına ait veriler kullanılarak bir izleme çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışmada Landsat TM ve TERRA/ASTER uydu

görüntüleri kullanmış ayrıca 1/25 000 ve 1/100 000 ölçekli topoğrafik haritalardan eski döneme ait kıyı çizgisini çıkarmıştır. 28 yıllık değişim sonucunda transgresyon tespit etmiştir.

Musaoğlu ve Saral (2011) tarafından yapılan çalışmada risk analizi yapan bir yazılım geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında risk analizi yazılımı geliştirilirken, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi ve Bilgi Difüzyonu yöntemleri kullanılmıştır. Taşkın Risk Analizi yazılımı, Visual Studio 2005 ortamında VB.NET programlama dili ile geliştirilmiştir. Bünyesinde, Analitik Hiyerarşi ile Bilgi Difüzyonu olmak üzere iki farklı yöntemi barındıran sistem, kullanıcıların kolay bir ara yüz eşliğinde taşkın riskini belirlemelerini sağlamıştır.

Özcan, Musaoğlu, Şeker (2009) tarafından yapılan çalışmada taşkın alanları belirlenirken “Çok Kriterli Karar Verme” yöntemi uygulanmış, karar verme aşamasında ise “Analitik Hiyerarşi Yöntemi” metodu kullanılmıştır. Bu çalışmanın işlem adımları ise; iki karşılaştırmalar matrisinin oluşturulması, öncelik vektörlerin bulunması, tutarlılık oranının hesaplanması şeklinde ilerlemektedir.

Doğan (2008) çalışmasında, Alaçatı Koyu kıyı bölgesindeki zamansal değişimlerin izlenmesi amacı ile 2007 Aster, 2000 ve 1987 Landsat, 1963 Corona uydu verileri kullanmıştır. Uydu görüntülerini sınıflandırmaya tabi tutmuş, elde ettiği sonuçlarla arazi kullanımını çıkarmıştır. Çalışma alanında, tehditlerin başında büyük altyapı inşaatları, turizm ve ikincil konut amaçlı plansız yapılaşma ve dolgu çalışmaları geldiği sonucuna varmıştır.

Sesli (2006) çalışmasında çalışma alanına ait 1973 tarihli 1/23 000 ölçekli siyah beyaz hava fotoğrafı ve 2002 tarihli 1/15 000 ölçekli renkli kızılötesi hava fotoğrafı temin etmiş, yöneltme işlemlerinden sonra, CAD (Computer Aided Design), yazılımı ile sayısallaştırma yapmıştır.

Tağıl ve Cürebal (2004) çalışmalarında, Altınova sahilinde kıyı çizgisinin değişimini ortaya koyulması, ortaya çıkan risk alanlarını değerlendirilmesi ve haritalar üzerinde

değişim ve dolayısıyla risk alanlarının gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, 1958, 1977 ve 1998 yılları hava fotoğraflarından düzenlenen topografya haritaları, çok bantlı sensörlerden Landsat MSS 1975, Landsat TM 1987 ve Landsat ETM+ 2000 uydu görüntüleri ile 2002 siyah beyaz stereo dijital hava fotoğrafı kullanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda kıyı şeridinin güneyinde yer alan Madra Çayı Deltası'nda kıyı gerilemesi tespit edilmiş aynı sahil şeridinin sadece birkaç kilometre kuzeyinde yer alan Karakoç Deltası'nın denize doğru büyüme tespit edilmiştir.

Yanli'nin (2002) çalışmasında, Dünya'nın en hızlı gelişen deltalarından biri olan, Çin'deki Sarı Nehir Deltası'nda; uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak artmış deniz seviyesi yükselişi ve fırtına kabarması için risk ölçümü ve Sarı Nehir Deltası sahil şeridi değişimi tespiti üzerine çalışılmıştır. Çalışmada doğal faktörler ve insan faaliyetlerinin Sarı Nehir Deltası'nın gelişiminde önemli bir rol oynadığına dikkat çekilmiştir. Çalışmada; "Sahil şeridi nasıl bir değişim göstermiştir?", "Deltanın gelişiminde doğal faktörler ve insan faaliyetleri ne gibi bir rol oynamıştır?", "Fırtına kabarmasıyla ilişkili artmış deniz seviyesi yükselişi sonucu ne kadar hasar oluşacaktır?" sorularına cevap aranmıştır. Sonucunda sahil şeridindeki erozyon oranı tespit edilmiştir. Yapay yön değiştirme, yer sınırlarının pompalanması, kanallar, setlerin inşa edilmesi, taraklama, sulamayı vb insan faaliyetlerinin delta üzerinde etkili faktörler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### **2.3 Uzaktan Algılamaya Genel Bakış**

Uzaktan Algılama, yerle fiziksel bir temas olmadan, bilgiyi yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması ve analizi bu sayede cisimlerin fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde edilmesidir.

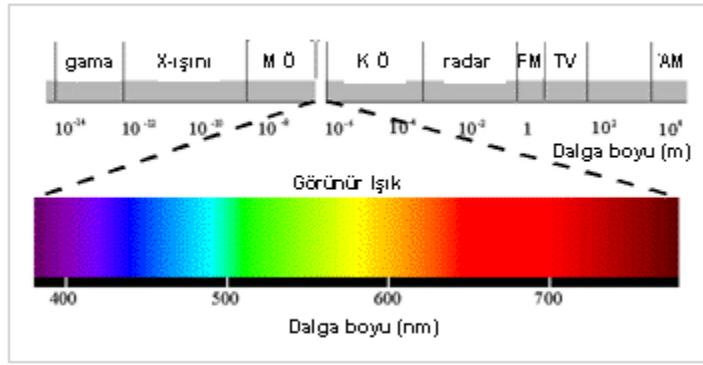
Uzaktan algılama, ilk aşamada askeri amaçlı olarak geliştirilmiş olsa da bunu izleyen yıllarda, araştırmaların merkezini daha çok çevresel araştırmalar oluşturmuştur. Özellikle bitkisel alanların incelenmesi, su ve hava kirliliği incelemeleri bunlara örnek olarak verilebilir. Uzaktan algılama verileri hem uzaysal hem de zamansal amaçlı çalışmalarda kullanılmaktadır. Son yıllarda ise doğal afetler sonucunda oluşan

değişimlerin izlenmesinde uzaktan algılama yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Bayram 1998).

## 2.4 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum çeşitli dalga boylarındaki radyant enerjiyi içeren ve bu radyant enerjinin elektromanyetik dalgalar halinde serbestçe hareket ettiği bir ortam olarak tanımlanabilir (Sesören 1998). Elektromanyetik spektrumun şekilsel gösterimi Şekil 2.1 de verilmiştir.

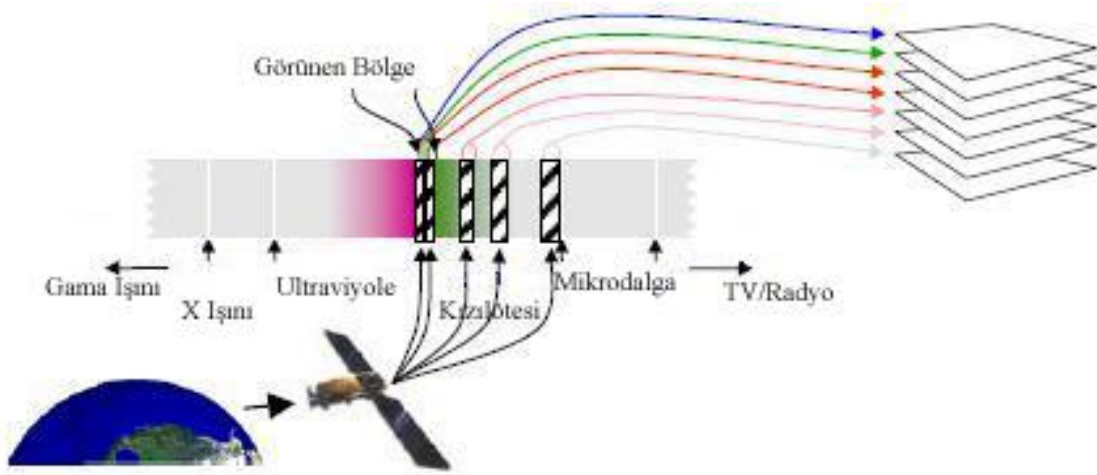
### A-Yansıma Dalga Boyu Bölgeleri



### B-Yayıma Dalga Boyu Bölgeleri

Şekil 2.1 Elektromanyetik Spektrum (İnt.Kyn.2).

Uzaktan algılama yoluyla elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırır. Bu bilgiler yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlarda kaydedilmesi yoluyla toplanır. Kanal olarak da nitelendirilebilen bant, yansıyan ışığı veya yayılan ısıyı (mavi, yeşil, kırmızı, kızıl ötesi, termal v.b. ) (Şekil 2.2) gösteren elektromanyetik spektrumun özel bir kısmına ilişkin veri dosyası değerlerinin tamamına verilen isimdir. Piksellerin bir araya gelmesinden bantlar, bir veya daha fazla bantın bir araya gelmesinden görüntüler oluşmaktadır. Her bir bantta o bantın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunur. Birden fazla bant bir araya gelerek bir görüntü oluşturabildiği gibi, tek bir banttan oluşan görüntüler de mevcuttur (Sabins 2000).



Şekil 2.2 Bantlar (Doğan 2008).

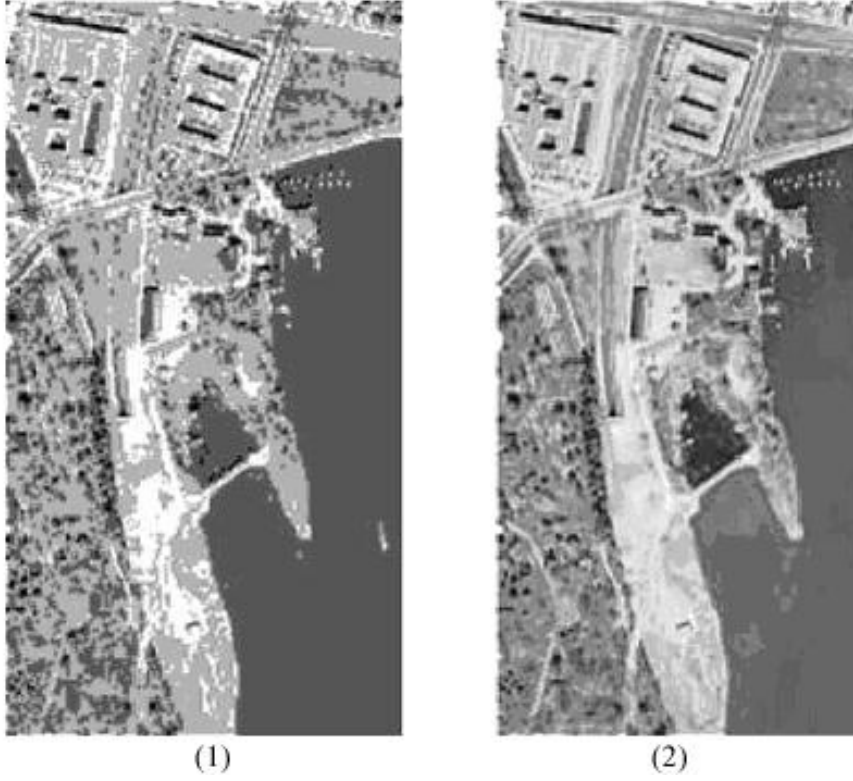
## 2.5 Çözünürlük (Ayrırma Gücü)

Çözünürlük, bir görüntüleme sisteminde kayıt edilen detayların ayırt edilebilirlik ölçüsüdür. Uydu görüntüleri için farklı çözünürlükler tanımlanmaktadır. Bu çözünürlüklerden bahsedersen bunlar; Radyometrik çözünürlük, spektral çözünürlük, uzaysal, çözünürlük ve zamansal çözünürlüktür.

### 2.5.1 Radyometrik Çözünürlük

Elektromanyetik enerji miktarı karşısındaki duyarlılıktır. Örneğin aynı bölgeye ait 2 bitlik görüntü ile 8 bitlik görüntü karşılaştırıldığında, radyometrik çözünürlükle ilişkili olarak detay ayırt etme düzeyindeki fark göze çarpmaktadır (Şekil 2.3). Buna göre 8 bitlik görüntüde (2), radyometrik çözümü nedeniyle 2 bitlik görüntüye (1) nazaran çok daha fazla detayı ayırt etmek mümkündür. (Doğan 2008). Bir sistemin ani radyometrik çözünürlüğü dedektörün sinyal/bozuntu oranına bağlıdır. Dijital görüntülerde radyometrik çözünürlük, devamlı yoğunluk oranını dijitalleştirmek için kullanılan farklı kuantize seviyeleri ile sınırlanmıştır (Demir, Ateş 2009).





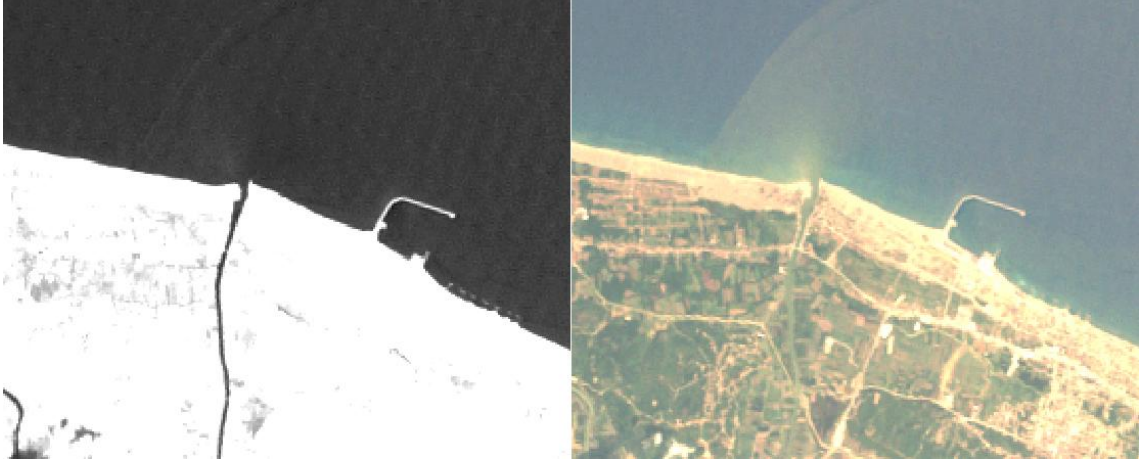
Şekil 2.3 Aynı bölgeye ait 2 bitlik görüntü (1) ile 8 bitlik görüntü (2) (Doğan 2008)

### 2.5.2 Spektral Çözünürlük

Spektral çözünürlük algılayıcıların yansıma enerjisini topladıkları dalga boyları arasındaki mesafe ya da genişlik olarak adlandırılır. Örneğin, renkli filmler siyah beyaz filmlere göre daha ayrıntılı dalga boylarında görüntü aldıklarından daha fazla bilginin alınmasına olanak verir (Demir, Ateş 2009) (Şekil 2.4). Ayrıca algılayıcının duyarlı olduğu dalga boyu aralığının daralmasıyla çözünürlük artar, aralığın genişlemesiyle çözünürlük azalır.

### 2.5.3 Mekansal Çözünürlük

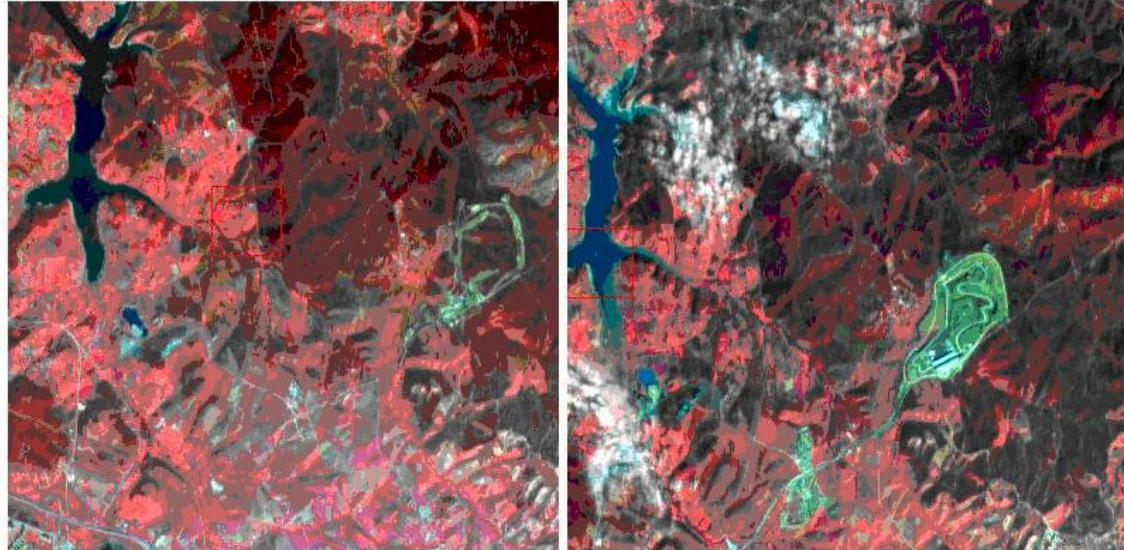
Dijital görüntülerde bir pikselin karşılık geldiği mekansal boyut olarak açıklanır. Bir objeye ait özelliklerin tanımlanabilmesi çözünürlük hücresinin büyüklüğüne ve yansıma derecesine bağlıdır. Piksel boyutlarının küçük olması görüntüden elde edilen mekansal bilgiye ait ayrıntıyı arttıracaktır.



Şekil 2.4 Çalışma alanına ait iki farklı spektral çözünürlükte görüntü.

#### 2.5.4 Zamansal Çözünürlük

Uzaysal çözünürlük görüntüde seçilebilen en küçük nesnenin boyutudur. Dijital görüntüde çözünürlük piksel boyutuyla sınırlıdır, yani bir nesnenin boyutu pikselden daha küçük olamaz. Görüntüleme sisteminin gerçek çözünürlüğü en başta sensörün ani görüş alanıdır. Bu, çok kısa zaman içinde ani olarak görüntülenen alanın büyüklüğüdür. Piksel boyutu örnekleme uzaklığı ile tayin edilir (Demir, Ateş 2009) (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Farklı zamanlarda alınmış İstanbul Formula 1 Pisti'ne ait görüntüler (Doğan 2008)

## 2.6 Uydu Sistemleri

### 2.6.1 Landsat

NASA (National Aeronautical and Space Administration) tarafından 1972 yılında başlatılan bir programla, Landsat-1, 2, 3 uyduları yeryüzünü gözlem amaçlı olarak uzaya gönderilmiştir. Bu uydular ömürlerini doldurduğunda, yerlerini Landsat-4, 5 ve 7 uyduları almıştır. Landsat 4 ve 5 uyduları “Multispectral Scanner: MSS” ve “Thematic Mapper: TM”, 1999 yılında hizmete giren Landsat 7 uydusu ise “Enhanced Thematic Mapper: ETM” algılayıcıları ile donatılmıştır (Doğan 2008). Landsat 8 ise OLI (Operasyonel Land Imager) ve TIRS (Thermal InfraRed Sensor) sensörleri kullanır. (İnt.Kyn.3).

**Çizelge 2.1** Farklı Landsat uydularına ait özellikler.

ALGILAYICILAR	LANDSAT 4-5 TM	LANDSAT 8
MEKANSAL ÇÖZÜMLEME	28,5 m	PAN: 15m-MS: 30-60m
SPEKTRAL ÇÖZÜMLEME	0,45-1,10	0.443 – 2,30
RADYOMETRİK ÇÖZÜMLEME	8 Bit	12 Bit
ZAMANSAL ÇÖZÜMLEME	16 Gün	5 Gün
TARAMA GENİŞLİĞİ	185 X 170 Km	185 X 170 Km

### 2.6.2 Rasat

17 Ağustos 2012 Tarihinde fırlatılan RASAT Araştırma Uydusu, Türkiye'nin ve TÜBİTAK UZAY'ın BiLSAT uydusundan sonra sahip olduğu ikinci uzaktan algılama uydusudur. Yüksek çözünürlüklü optik görüntüleme sistemine ve Türk mühendislerce tasarlanıp geliştirilen yeni modüllere sahip olan RASAT, Türkiye'de tasarlanıp üretilen ilk yer gözlem uydusudur (İnt.Kyn.4).

**Çizelge 2.2** Rasat uydusu teknik özellikleri (İnt.Kyn.5).

Yörünge	700 km’de dairesel, güneşe eşzamanlı
Yörünge Süresi	98,8 dakika
Yörünge Kontrolü	3 eksen kontrollü
Uzamsal Çözünürlük	Pankromatik :7,5 m Çok Bantlı : 15 m
Tayfsal Çözünürlük	0,42 – 0, 73 (Pankromatik) 1. Bant: 0,42 – 0,55 (Mavi) 2. Bant: 0,55 – 0,58 (Yeşil) 3. Bant: 0,58 – 0,73 (Kırmızı)
Radyometrik Çözünürlük	8 Bit
Zamansal Çözünürlük	4 gün
Şerit Genişliği	30 Km

Rasat uydusunun kullanım alanlarını sıralayacak olursak;

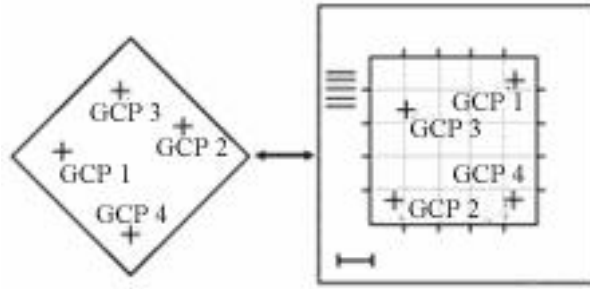
- 1/25.000 ölçekli haritaların oluşturulması ve güncellenmesi
- Sayısal yükseklik modeli ve ortofoto oluşturma
- Arazi kullanımını haritalama
- Kırsal kadastro
- Kıyılardaki değişimin izlenmesi
- Orman tahribatının ve ormanlaşmanın izlenmesi
- Kentsel gelişimin izlenmesi
- Su baskını haritalama ve tahmini Heyelan alanlarını haritalama
- Denizde petrol sızıntılarının belirlenmesi ve kirliliğin haritalanması
- Afet yönetimi için güncel tematik verilerin oluşturulması

## **2.7 Sayısal Görüntü İşleme**

Ham görüntüler kullanarak elde edilen verilerle ölçülen cisimler hakkında güvenilir bilgi sahibi olmak oldukça zordur. Bu bakımdan görüntülerden veri toplamadan önce, görüntülerin geometrik düzeltme, radyometrik düzeltme sınıflandırma gibi işlemlere tabi tutulması gerekmektedir.

### 2.7.1 Geometrik Düzeltme

İşlenmemiş görüntüler, arazi topografyası, dünyanın eğikliği, kameranın görüntü alma anındaki konumu, tarama hataları gibi nedenlerden dolayı birçok geometrik bozulmaya maruz kalmaktadırlar. Rektifikasyon olarak adlandırılan işlem ile görüntülerin belirlenmiş bir sistemde tanımlanıp geometrik olarak düzeltilmeleri sonucunda bu bozulmalar giderilerek, görüntü koordinatları  $x, y$  ve nesne uzay koordinatları  $X, Y, Z$  arasında analitik bir ilişki kurulur (Bayram 1998).



Şekil 2.6 Geometrik düzeltme işlemi (Bayram 1998).

Diğer bir deyimle rektifikasyon, temel olarak radyometrik özelliklerin ve konumsal bilgilerin her ikisine birden sahip olan ve iki boyutlu piksel dizilerinden oluşan görüntülerin doğal olarak sahip oldukları distorsiyonlarının giderilmesiyle en az hatalı hallerinin elde edilmesi işlemidir (Temiz, Doğan 2005).

Dönüşüm doğruluğu, görüntü koordinatları ile bunlara karşılık gelen referans koordinatları arasındaki uzaklık olan karesel ortalama hatanın (KOH) hesaplanması ile bulunur.

Yer koordinat sistemini içermeyen orijinal görüntüler, “yeniden örnekleme (resampling)” olarak adlandırılan geometrik düzeltme işlemleri ile düzeltilmektedir. Örnekleme işlemi, bir raster matristen alınan piksellerin diğer bir matrise uydurulmasıdır. Örneklemede; “En Yakın Komşuluk (Nearest Neighbour)”, “Bilineer

Enterpolasyon (Bilinear Interpolation)” ve “Kübik Katlama (Cubic Convolution)” olarak tanımlanmış örnekleme metotları kullanılmaktadır (Doğan 2008).

#### **2.7.1.1 En Yakın Komşuluk Yöntemi**

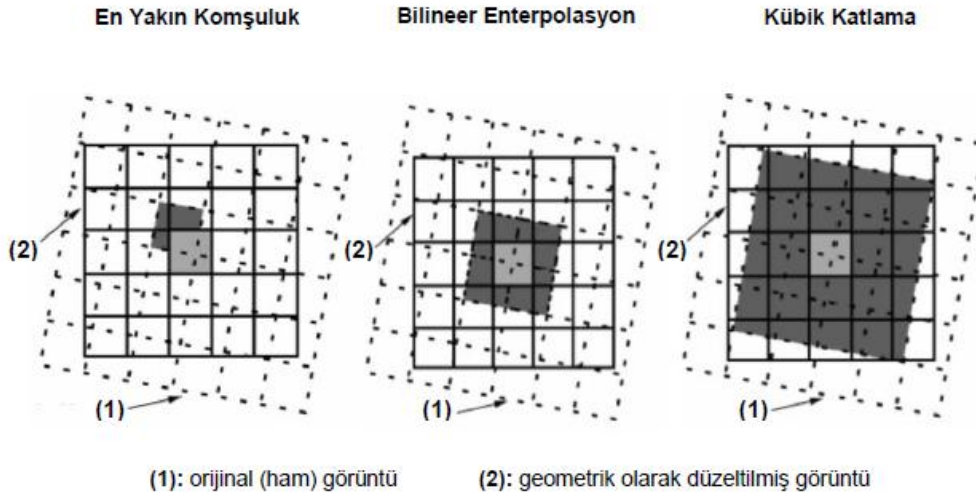
En yakın komşuluk yöntemi sıfırıncı dereceden enterpolasyon yöntemi olarak da bilinmektedir. Bu yöntemde yeni piksel gri değerleri giriş görüntüsündeki en yakında yer alan değerlerin kopyalanması ile elde edilir, dolayısı ile giriş görüntüsü ile aynı değeri alır. Bundan dolayı görüntünün radyometrik karakteri değişmez. Diğer taraftan sonuç görüntüde blok yapı bozular (Şekil 2.7).

#### **2.7.1.2 Bilineer Enterpolasyon Yöntemi**

En yakın komşuluk yöntemine göre daha karmaşık bir yöntem olan bilinear enterpolasyon yönteminde, girdi görüntüsüne dik iki doğrultudaki parlaklık değerleri entepole edilerek çıktı pikseline atanır (Önder 2000). Burada orijinal görüntüden alınan 4 pikselin ağırlıklı ortalama uzaklıkları esas alınarak yeni piksel parlaklık değeri hesaplanır. Hesaplamalar sonucunda görüntü çıktısının tamamen yeni olan sayısal değerleri üretilir orijinal; görüntüdeki keskin sınırlar sonuç görüntüde yumuşar. Bu, obje yakalama tekniğinin görüntüde uygulanmasını güçleştirir (Bayram 1998) (Şekil 2.7).

#### **2.7.1.3 Kübik Katlama Yöntemi**

Kübik katlama yönteminde, bilinear enterpolasyondaki aynı hesaplama tekniği kullanılır. Tek fark, orijinal görüntüden alınan 16 piksel bloğunun ağırlıklı ortalama mesafesi esas alınarak yeni çıktı piksel parlaklık değerinin hesaplanmasıdır. Bilineer enterpolasyon ve kübik katlama yöntemleri tamamıyla yeni piksel değerlerini üretmektedir. Bu iki metodun kullanımı ile elde edilen görüntüler, daha keskin bir görünüş verirler ve en yakın komşuluk metodunda meydana gelen parçalı ve eşit olarak dağılmamış ışık ve gölgeleri içermezler (Doğan 2008) (Şekil 2.7).



**Şekil 2.7** Yeniden örnekleme işleminde orijinal görüntü ile çıktı görüntüsü arasındaki dönüşüm.(Ekercin 2007)

### 2.7.2 Radyometrik Düzeltme

Bir görüntüdeki bozukluk (noise) düzensizlikler ya da verinin alınması veya/ve kaydı ve veri iletimi esnasında meydana gelen olaylardan dolayı olabilir. Bozuklukların ortak yapısı sistematik kayıplar içermesi ya da bant alımı esnasındaki kayıplardır. Kayıp hatlar bant alımı esnasındaki değişim ve sürüklenmeden dolayı meydana gelir. Kayıp hatlar normal olarak, hattın altında ya da üstündeki değerlerle ya da her ikisinin ortalaması yeni bir hatla düzeltilir (Olgun 2012).

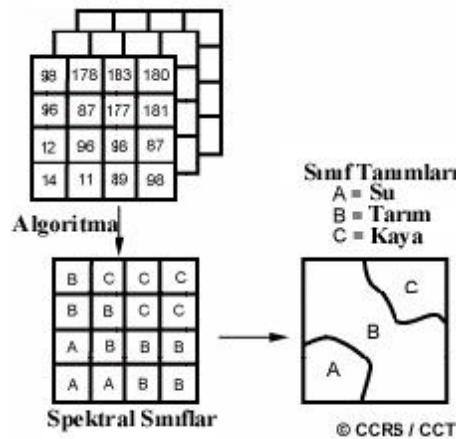
### 2.7.3 Sınıflandırma

Sınıflandırma; birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Bu çalışmanın amacı, bir görüntüdeki bütün pikselleri arazide karşılık geldikleri temalar içine, dahil etmektir. Yani görüntüdeki objelerin segmentasyonudur. Sınıflandırma ile görüntüdeki objeler, belirlenen sınıflara ayrılırlar. Elde edilen sonuçlar vektörel veriye dönüştürülerek tematik haritalar elde edilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus çalışılan görüntünün çözünürlüğüne, gerçekleştirilen sınıflandırma işleminin doğruluğuna bağlı olarak sonuç ürünün kullanım ölçeğinin belirlenmesidir.

Gerçekte her bir pikselin, yansıma değeri sınıflandırma için temel bir veridir. Yani farklı coğrafi detaylar kendi spektral yansıma ve yayma özelliklerine bağlı olarak farklı yansıma değeri gösterirler. Bu bilgiler ışığında, piksellerin bilinen özelliklerine göre birbirleriyle karşılaştırılarak benzer piksel gruplarını bir araya toplanması, kullanıcıların uzaktan algılama verisini tanıyabilecekleri sınıfların oluşmasını mümkün kılar (Doğan 2006) (Şekil 2.8).

### 2.7.3.1 Kontrolsüz Sınıflandırma

Bu yöntemde piksellere, birebir müdahale olmadan algoritmalar aracılığı ile otomatik olarak kümelendirilmesi işlemidir. Görüntüdeki veri tanımlanamadığında başvurulan yöntemdir. Kontrolsüz sınıflandırmada, arazi örtüsü ve tipinin bilinmesine gerek yoktur, öncelikle sınıf sayıları belirlenir. Ayrıca, veri bandı değerleri yardımı ile benzer piksellerin otomatik olarak bulunması temel alınmaktadır. Tanımlanan bu pikseller benzer piksellerin otomatik olarak bulunması temel alınmaktadır. Tanımlanan bu pikseller sembol, değer ya da etiketlere atanır, gerektiğinde de aynı tip sınıflarla birleştirilir. Sınıflandırma sonucundan ortaya çıkan sınıflar, spektral sınıflardır ve bu sınıfların özellikleri bilinmemektedir. Analizi yapan kişi; sınıflandırılmış görüntüyü, spektral sınıfların değer bilgilerine ulaşabilmek için harita veya görüntü gibi başka bir referans verisiyle kıyaslama yapması gerekmektedir.



Şekil 2.8 Sınıflandırma İşlemi (İnt.Kyn.4).



### **2.7.3.2 Kontrollü Sınıflandırma**

Kontrollü sınıflandırmada görüntünün hangi sınıflara ayrılacağı, ya da görüntüden hangi sınıfların elde edileceğine önceden karar verilir. Bunun için görüntüden belirlenen sınıflara ait denetim alanlarının seçilmesi gerekmektedir. Bu yöntemde gerekirse arazide keşif yapılması gerekir. Denetim alanlarının seçimi sınıflandırmanın doğruluğunu etkiler. Uygulamada çokça karşılaşılan sorun sınıf çakışmasıdır. Sınıf çakışmasının nedenlerinden biri de denetim alanlarının ölçümünde yapılan hatalardır.

Uygulamada örnek alanlar belirlenirken, belirlenen sınıfın en iyi temsil eden piksellerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Bu alanlar kendi içerisinde homojen özellik göstermelidir. Ancak bazı durumlarda gerek görüntünün alındığı andaki atmosferik ve çevresel etkiler, gerekse örnek alanlar belirlenirken yapılan yanlışlıklardan dolayı aynı özellik gösteren alanların farklı sınıflara ayrılması veya farklı özelliklere sahip materyallerin tek bir sınıf altında gösterilmesi gibi hatalı sonuçlarla karşılaşılabilir.

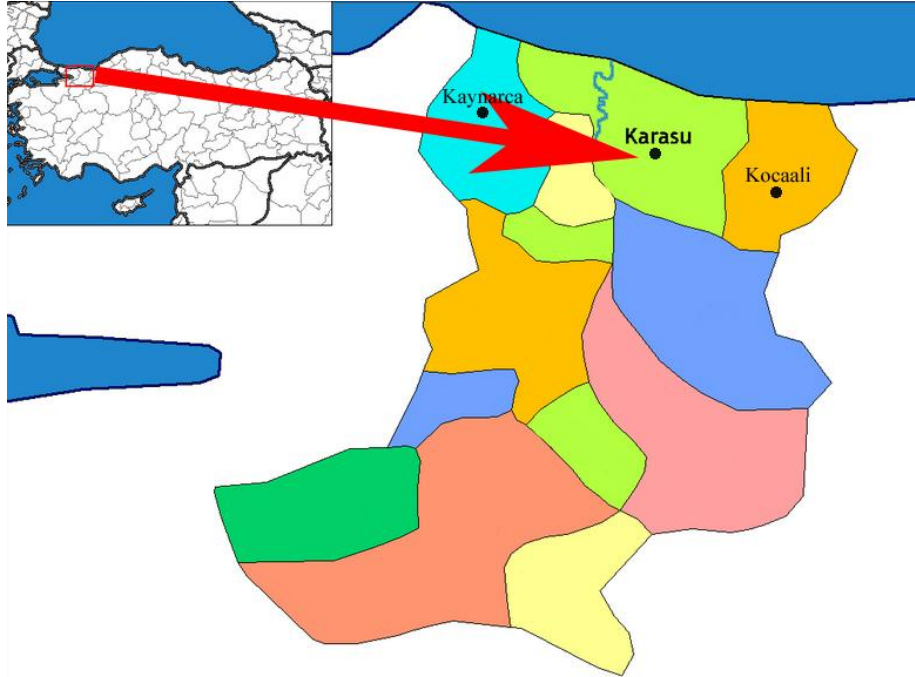
### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1 Çalışma Alanı

Sosyo ekonomik gelişmişlik sıralamasında 18. Sırada olan Sakarya'nın ülke GSYİH deki payı %1.1 ve GSYİH bakımından yurt içinde sırası 33 tür (Sakarya Valiliği İl Brifingi 2013). Karasu ilçesi ise bağlı olduğu Sakarya İlinin denize kıyısı olan sanayi, turizm ve tarım alanında önemi yüksek olan bir ilçedir.

##### 3.1.1 Coğrafi Konumu ve İdari Yapısı

Çalışma alanın coğrafi konumu Sakarya ilinin Karasu kıyısı olarak adlandırılan Karadeniz kıyı kesimi içinde yer almaktadır (Şekil3.1). Sakarya İlinin kıyı uzunluğu en fazla olan ilçesidir. Sakarya nehir ağzından kuş uçuşu uzaklığı batıda ve doğuda yaklaşık olarak yirmişer kilometreden toplamda kırk kilometre kıyı alanına sahiptir. Çalışma alanı, Sakarya Nehri'nin Karadeniz'e döküldüğü ağzının doğusunda ve batısındaki bu bölümü kapsamaktadır.



Şekil 3.1 Sakarya İli ve Karasu İlçesinin sınırları.

Karasu kıyısının içinde bulunduğu Sakarya ili, Marmara Bölgesinin kuzeydoğu ucunda yer almaktadır. Coğrafi değerler bakımından konumu 29°57' - 30°53' doğu boylamları ile 40°17' - 41°13' kuzey enlemleri arasında kalmıştır.

Sakarya Nehri havzası 58 160 Km<sup>2</sup>'lik alanla Türkiye'nin yüzey alanının yaklaşık %7'sini kapsamaktadır. Bütün havzada toplam 1 336 500 hektarlık ova bulunmaktadır. Havza genelde az engebeli bir topoğrafyaya sahiptir. Sakarya Nehri'nin önemli yan kolları başta Porsuk ve Ankara çayı olmak üzere Seydisuyu, Çarksuyu, Karasu, Girmir çayı, Göynük çayı, Mudurnu çayı ve Göksu'dur. Havza içinde yer alan iller Ankara, Eskişehir, Kütahya, Bilecik ve Sakarya'dır. Havzada sulama, içme, kullanma ve enerji üretimine yönelik birçok proje gerçekleştirilmiştir (Şengörür 2000).

### **3.1.2 Ulaşım Ağındaki Yeri**

Sakarya İli Türkiye'nin en önemli iki şehri Ankara ve İstanbul arasında kaldığından, ülke ulaşım ağının önemli güzergahlarından birinin üzerindedir. Ulaşım ağına, il merkezinden geçen, Ankara-İstanbul D-100 (E5) ve TEM Otoyolu ile bağlanmaktadır (Şekil 3.2).

Karasu kıyı kesimine ise Karasu ilçe bağlantısı ile ulaşılmaktadır. Sakarya il merkezine yaklaşık 60 km., Karasu ilçe merkezine 6 km. uzaklıktadır. Denizköy, Taşlıgeçit ve Camitepe köyleri ile sınırdır. Ülke demiryolu ağına il merkezinden geçen İstanbul-Ankara demiryolu güzergahı ile bağlanmaktadır. Ayrıca UDHB (Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı) – AYGGM (Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü) “Eski adıyla DLH (Demiryollar Limanlar ve Hava Meydanları) İnşaatı Genel Müdürlüğü” tarafından 62 Km uzunluğunda Adapazarı – Karasu Limanları ve Sanayi Tesisleri Demir Yolu Bağlantısı Altyapı İnşaatı işine 2011 yılında başlanmıştır.



Şekil 3.2 Sakarya İli ulaşım ağı.

### 3.1.3 Bölgenin Doğal Özellikleri

#### 3.1.3.1 İklim Özellikleri

Çalışma alanı iklimsel özellik bakımından Karadeniz iklimi ile Marmara havzasında görülen Akdeniz ikliminin etkili olduğu bölgeler arasında bulunmaktadır. Bu özelliği bakımından iklimde geçiş özellikleri izlenmektedir. Bu özelliğinden dolayı yaz kuraklığı sürekli yaşanmamakta, bazı yıllarda yağışın çok azalması ve genel olarak ortalama ve mutlak sıcaklık farkları az olmaktadır. Genel anlamda, Sakarya ili yağışlı, rutubetli bir havaya ve ılıman bir iklime sahiptir. Kışları bol yağışlı ve ılık, yazlar sıcaktır.

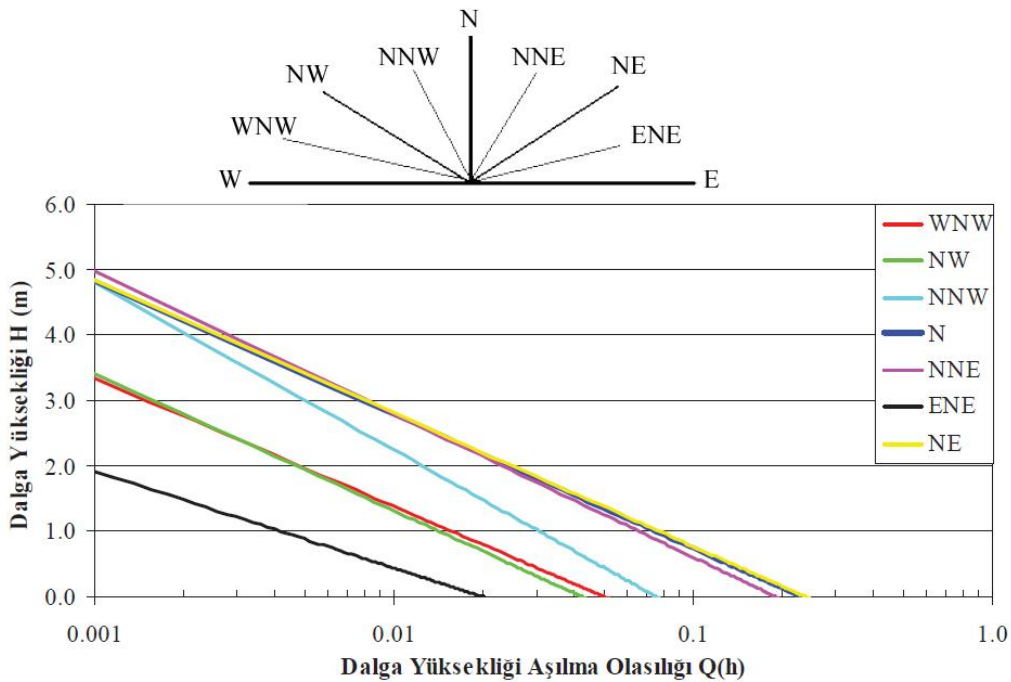
TMMOB Karasu Kıyı Alanı Kıyı Daralması Raporuna göre (Nisan 2012) genel anlamda meteorolojik verileri şu şekildedir.

Sıcaklık; Sakarya Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü'nün yapmış olduğu gözlemlere göre ortalama sıcaklık açısından (6.0°C) ile en soğuk ay ocak ayı olup, en sıcak ay (23,2 °C) ile temmuz ayıdır. Sıcaklık ortalaması 14,4 °C dir. Ortalama açık gün sayısı 50, kapalı gün sayısı 120 gündür.

Yağış, Bağıl Nem; Yıllık yağış ortalamasının 1,016 mm olduğu Sakarya'da en fazla yağış alan aylar 104,4 mm ile aralık, 92,5 mm ile ocak aylarıdır. Yılda ortalama 116,2 gün yağışlı geçmektedir. Yılda ortalama karla örtülü gün sayısı 9'dur.

Rüzgar; İlde esme sayısı yönünden hakim rüzgar yönü kuzeybatıdır. Kuzeybatı (karayel) rüzgarları Sapanca Gölü üzerinde Sakarya Ovası'nın içlerine sokularak iklimi az da olsa serinletmektedir. En çok esen rüzgarlar kuzeybatıdan karayel ve kuzeydoğudan poyrazdır. İlde en hızlı esen rüzgar 22,3 m/sn ile güney-güneybatı rüzgarlarıdır.

Dalga; Dalga Atlasından 41.25°N-30.80°E koordinatlarındaki değerler kullanılarak açık deniz koşulları belirlenmiştir. İncelemede bölgede etkin dalga yönünün Kuzey ve Kuzeydoğu yönleri arası (NNE, NE, N) olduğu görülmektedir. Şekil 3.3'de bölgenin dalga istatistiği verilmiştir (İnt.Kyn. 6).



Şekil 3.3 Dalga istatistiği

Kum Taşınımı; Dalga alanı, kıyı alanında önemli ölçüde kıyıya dik kum taşınımına neden olmaktadır. Karasu kıyı şeridi, kıyı boyu taşınımı açısından aktif bir kıyı olarak nitelendirilmektedir. Karasu sahilinde kıyı boyu katı madde taşınımının her iki yönde (doğu-batı ve batı-doğu) etkili olduğu, ancak uzun vadede Sakarya nehrinin de etkisiyle batıdan doğuya doğru kısmen daha fazla net taşınım olduğu belirtilmektedir.

### **3.1.3.2 Akıntı Sistemi ve Kıyı Dinamiği**

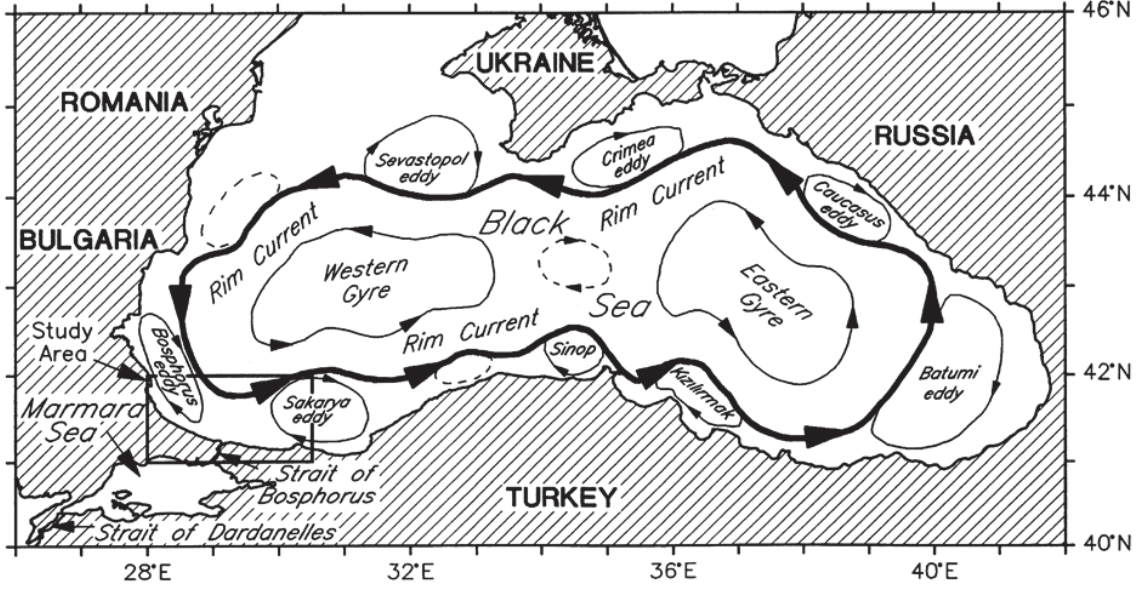
Kıyı bölgesi morfolojisi, sığ sular ve tabanın aşırı eğimi ile deniz dinamiğinde önemli bir yere sahiptir. Rüzgar enerjisiyle oluşan dalgaların büyük bir bölümünün enerjisi kıyı bölgesi tarafından soğurulur. Bundan dolayı dalga enerjisinin dağıtılması aşırı su değişimi, sualtı barlarının oluşumu ve aktif yer değiştirmesi ve kıyının göçüne neden olmasıyla birkaç belirgin su-kayaç-morfodinamik işlevler oluşturur. Kıyı bölgesinin belirgin özelliği taban sedimentlerinin karakteristiğinden açıkça ortaya konulur. Kıyıda taşınan malzeme taşındığı bölgede çöker veya derin deniz bölümlerine taşınır. Karadeniz genel dalga döngüsü saat yönünün tersine iki siklonik döngüdür (İnt.Kyn.6) (Şekil 3.4).

### **3.1.3.3 Karasu Kıyı Alanı Morfolojisi**

Sakarya Deltası'nın kıyıları kuzeybatı yönlü kıyı akıntılarıyla şekillendirilmiş olup, güncel kumsal yaklaşık 100 mm.genişliktedir. Bunlar güncel kıyı çizgisine koşut üç sıra oluşturur ve gerisindeki ana kayaya kadar yaklaşık 2,3 km.'lik bir kıyı kuşağı içinde yer alırlar. Eski kumullar geriye ana kayaya doğru giderek artan yoğunlukta bitki örtüsüyle kaplı olup, duyarlaştırılmışlardır. Ancak yörede bitki örtüsünden yoksun yerlerde, egemen, güçlü kuzey rüzgarları nedeniyle, değişken kumul tepeleri de görülür. Yapılan çalışmalar, kumulların 3-6000 yıl yaşında olduğunu ortaya koymaktadır (Mater ve Gönençgil 2011).

Acarlar Gölünün kuzey kesiminde yer alan bu üç kumul sırası, Karadeniz kıyı çizgisinden yaklaşık 1,5 km. içeriye kadar yayılmıştır. Bu kumul sıraları en gerideki en

eski, ortadaki eski, kıyıya yakın olanı ise en yeni olarak yaşlandırılabilir. Sahadaki bu sıralamayı gösteren göstergeler ise toprak oluşumu, bitki örtüsü ve hareket durumlarıdır.



Şekil 3.4 Karadeniz Akıntı Sistemi (İnt.Kyn.6)

Sahanın kuzeyinde bulunan Karadeniz kıyı çizgisi; kabaca kuzeybatı - güneydoğu istikametinde, girinti-çıkıntı yapmadan düz bir uzanişa sahiptir. Kıyı kesimi ortalama 1,5 km. genişliğinde, kumulların istila ettiği saha, kıyı ovası karakterindeki alçak, düz bir ovidan oluşmaktadır. Bundan dolayı, “alçak kıyıları” sınıfına girmektedir. Saha daha geniş çapta değerlendirildiğinde, Karadeniz kıyılarındaki genelde orografik (kıyı yamaç) hatların kıyıya paralel uzanması nedeniyle “pasifik” tipi kıyıları olarak nitelendirilebilir (İnt.Kyn.6).

### 3.1.3.4 Toprak Niteliği

Çalışma alanı ve yakın çevresinde, Sakarya nehrinin denize döküldüğü bölümün batı yönünde alüvyal topraklar, doğu yönünde ise alüvyal sahil bataklığı bulunmaktadır.

### 3.1.3.5 Karasu Kıyı Kesimi Ekolojisi ve Bitki Örtüsü

Karasu, Batı Karadeniz bölgesinin nadir kumsal plajlarından biridir. Bu bölgeden

denize dökülen Sakarya Nehri ve Melen Çayı gibi akarsulardan gelen kum malzeme, kıyının en önemli besleme malzemesi olup, hayati önem taşımaktadır. Bu değerli malzemenin dalga ve akıntılar yardımıyla kıyıya taşınmasıyla doğal plaj alanları ve gerisinde kumul alanları oluşmuştur. Sakarya'nın Karasu ve Kaynarca ilçeleri arasında bulunan Acarlar Gölü; güneybatıdan Kaynarca (Yırtmaç) deresi, güneyden Kancalar (Terzioğlu) deresi ile bunlara bağlanan küçük yollardan beslenerek fazla suları ise doğudan Okçudere kanalıyla Sakarya Nehri'nin ağız kesimine boşalan bir longozdur. Karadeniz kıyısına 1,5 km. içeride ve kıyıya paralel olarak uzunlamasına 12 km. devam eden, derinliği 1,5 m. ve yaklaşık alanı 1560 hektar olan, açık su, deniz, nehir ve kıyı kumullarını bir arada barındıran, saz, kamış, su bitkileri ve çiçekleri ile dişbudak, kızılağaç, karaağaç, söğüt ağaçları ile kaplı, Dünya'nın tek parça halindeki en büyük longozu olma özelliğine sahiptir (İnt.Kynk.6).

Zengin ekosistem çeşitliliğine sahip Sakarya; orman, çayır-mera ekosistemleri de bulundurmaktadır.

Sakarya İl Çevre Durum Raporuna (2008) göre Mevcut orman alanlarında kayın, ıhlamur, yabani kestane, dişbudak, kızılağaç, gürgen, çınar, çam (iğne yapraklı, sedir), yabani fındık ve meşe ağaçları ağırlıkta olup, menengiç, yabani zeytin ağaçları da bulunmaktadır. Makilerde kocayemiş, şimşir, akdiken, ardıç, çobanpüskülü, kermes meşesi, böğürtlen, dikenli mersin, ayı üzümü ve orman gül gibi bitkiler bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde yer alan kıyı kesimindeki en önemli bitki türü Latince ismi "Pancratium maritimum" olan kum zambağıdır. Kök sisteminin soğan şeklinde olması nedeniyle kumul hareketlerinin önlenmesinde az bir etkiye sahiptir. Kumulların stabilitesinin sağlanmasında etkili olan türler ise Cionura erecta, Griseb, Leymus racemosus bitkileridir. Bu bitkilerin içinde bulunduğu bitki topluluklarının tahrip edilmemesi ve korunması kumul hareketlerinin önlenmesi için gereklidir.

### **3.1.4 Yerleşim Birimleri**

Sakarya nehir havzasında yer alan tüm illerin kent, belde ve köy yerleşim hayatı Sakarya Nehri'ni ve dolayısıyla nehrin oluşturduğu kıyı kesimini doğrudan



etkilemektedir. Havzanın Karadeniz'e döküldüğü alan Karasu İlçesi olduğundan, ilçe tüm etkilerin toplamından etkilenmektedir.

Karasu kıyısı ile doğrudan etkileşim halinde olan en yakın yerleşimler; Sakarya ilinin Karasu, Kaynarca ve Kocaali ilçeleri ile birlikte Karasu ilçesine bağlı; İhsaniye, Camitepe, Denizköy, Manavpınar, Kuyumculu; Kocaali ilçesine bağlı Kadıköy, Caferiye; Kaynarca ilçesine bağlı Başoğlu yerleşmeleri de (Şekil 3.5) kıyı kesiminde yaşanan olumsuzluklardan en fazla etkilenmektedir.



**Şekil 3.5** Karasu Kıyısı ile doğrudan etkileşim halinde olan en yakın yerleşim alanlarının ölçeksiz gösterimi.

Sakarya ili, Karasu İlçesi Türkiye'nin en büyük kenti İstanbul ve Başkent Ankara'nın ortasında kalan Batı Karadeniz Bölgesi'nde bir sahil yerleşimidir. Yerleşim, yaklaşık 40 km. lik kıyı şeridine sahip olması ve İstanbul'a ve Ankara'ya yakınlığı nedeniyle bölgede turizm açısından önemli bir noktadır. Bu nedenle, kıyı şeridinde yazlıklar, villalar ve otellerden oluşan yoğun bir yerleşim söz konusudur. Karasu kıyısında ortaya çıkan yapılaşma biçimi, ülkemizde turizm alanlarındaki klasik yanlış kıyı kullanımı örneklerindedir.

### 3.1.5 Nüfus, Nüfus Yoğunluğunun Dağılımı

Sakarya İlinin toplam nüfusu 902 267 iken, TÜİK'ten alınan Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre Karasu ilçesinin 2012 yılı genel nüfusu 54 434'dür. Bu nüfusun 30 746'sı kent nüfusu, 23 688'i belde/köy nüfusedir. Buna göre nüfusun %56,48'i ilçe merkezinde, %43,52'si ise belde ve köylerde yaşamaktadır. 2007 yılı verileriyle karşılaştırıldığında 2012 yılında toplam nüfusun bir miktar arttığı (% 5,50) görülmektedir. Bununla birlikte Karasu'da şehirde ikamet edenlerin arttığı (% 20,06), belde ve köylerde ikamet edenlerin ise azaldığı (% -8,85) anlaşılmaktadır. Bu verilerden görüldüğü üzere şehir merkezlerine göçün arttığı anlaşılmaktadır. (İnt.Kyn.7).

Karasu kıyı kesiminde yer alan ve kıyı kesimindeki değişimlerden öncelikle etkilenen Karasu ilçesine bağlı Camitepe, Denizköy, İhsaniye, Kuyumculu, Manavpınarı yerleşimlerinde 2007 yılında nüfus 3 502 kişi, 2012 yılında ise nüfus 3 501 kişidir. Bir başka ifade ile beş yıllık zaman zarfında Karasu kent merkezi dışında kıyı kesiminde yaşayanların sayısında kayda değer bir değişiklik meydana gelmemiştir (İnt.Kyn. 7).

**Çizelge 3.1.** Karasu İlçesi Yıllara Göre Kentsel ve Kırsal Nüfus Dağılımı

Yıl	Kentsel Nüfus			Kırsal Nüfus			Toplam Nüfus		
	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın	Toplam	Erkek	Kadın
2007	25 607	12 676	12 931	25 989	12 983	13 006	51 596	25 659	25 937
2008	27 253	13 561	13 692	26 022	12 939	13 083	53 275	26 500	26 775
2009	27 914	14 006	13 908	25 928	13 012	12 916	53 842	27 018	26 824
2010	28 782	14 363	14 419	24 926	12 394	12 532	53 708	26 757	26 951
2011	29 915	14 807	14 808	24 313	12 177	12 136	53 928	26 989	26 944
2012	30 746	15 383	15 363	23 688	11 844	11 844	54 434	27 227	27 207
2007-2012 Değişim	% 20,06	%21,35	%18,81	% -8,85	% 8,77	%-8,93	% 5,50	% 6,11	% 4,90

**Çizelge 3.2** Karasu Kıyı Kesimi Yerleşim Birimlerinde Yıllara Göre Nüfus Dağılımı

	<b>Merkez</b>	<b>Camitepe</b>	<b>Denizköy</b>	<b>İhsaniye</b>	<b>Kuyumculu</b>	<b>Manavpınarı</b>
<b>2007</b>	25 607	104	310	649	1 491	948
<b>2008</b>	27 253	120	330	666	1 269	983
<b>2009</b>	27 914	120	340	674	1 543	1 006
<b>2010</b>	28 782	118	334	667	1 537	953
<b>2011</b>	29 615	109	341	641	1 530	963
<b>2012</b>	30 746	111	335	585	1 522	948

### **3.2 Kıyı Şeridini Etkileyen Yapılar**

Kıyılar ilk çağdan itibaren medeniyetlerin en çok önem verdiği alanlar olmuşlardır. Özellikle tarım faaliyetleri, deniz ulaşım ve taşımacılığı, su kaynakları, deniz mamülleri, kum ve çakıl yatakları vb kaynaklar toplumun sosyoekonomik yapısında önemli yer tutmaktadırlar

#### **3.2.1 Karasu Limanı**

Karasu Limanı, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı mülga DLH İnşaatı Genel Müdürlüğüne yapılmasına karar verilen “Karasu Balıkçı Barınağı” inşaatı işi 1994 yılında ihale edilmiş, yapımına 1995 yılında başlanılmıştır.

Yapımına “Karasu Balıkçı Barınağı” olarak başlanılan proje, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yüksek Planlama Kurulunun 30.10.1997 tarih ve 97/112 sayılı kararı ile “Ulaştırma Limanı Projesi”ne dönüştürülmüştür.

Karasu Limanı İnşaatının, ana mendirek ve geri saha dolgu inşaatı işlerini içeren ilk kısım inşaatı 2009 yılında tamamlanmış olup, “Tali dalgakıran, ana dalgakıran kronman duvarı inşaatı, ro-ro kapak atma rampası ve rıhtımlar, sahsa beton kaplama imalatları, limanın kara ve demiryolu bağlantısının sağlanması, elektrik, yangın ve su tesisatı, arıtma tesisi, üst yapı tesisleri, işletme ve idari binası, yarı açık ve kapalı depolar, tamir ve bakım üniteleri, gümrük muhafaza tesisleri” inşaatını içeren ikinci kısım inşaatı işleri

YİD (Yap İşlet Devret) modeliyle yaptırılacak olup, anılan işin sözleşmesi 2010 yılında imzalanmıştır.



**Resim 3.1** Karasu Limanının Havadan Çekilmiş Fotoğrafı.

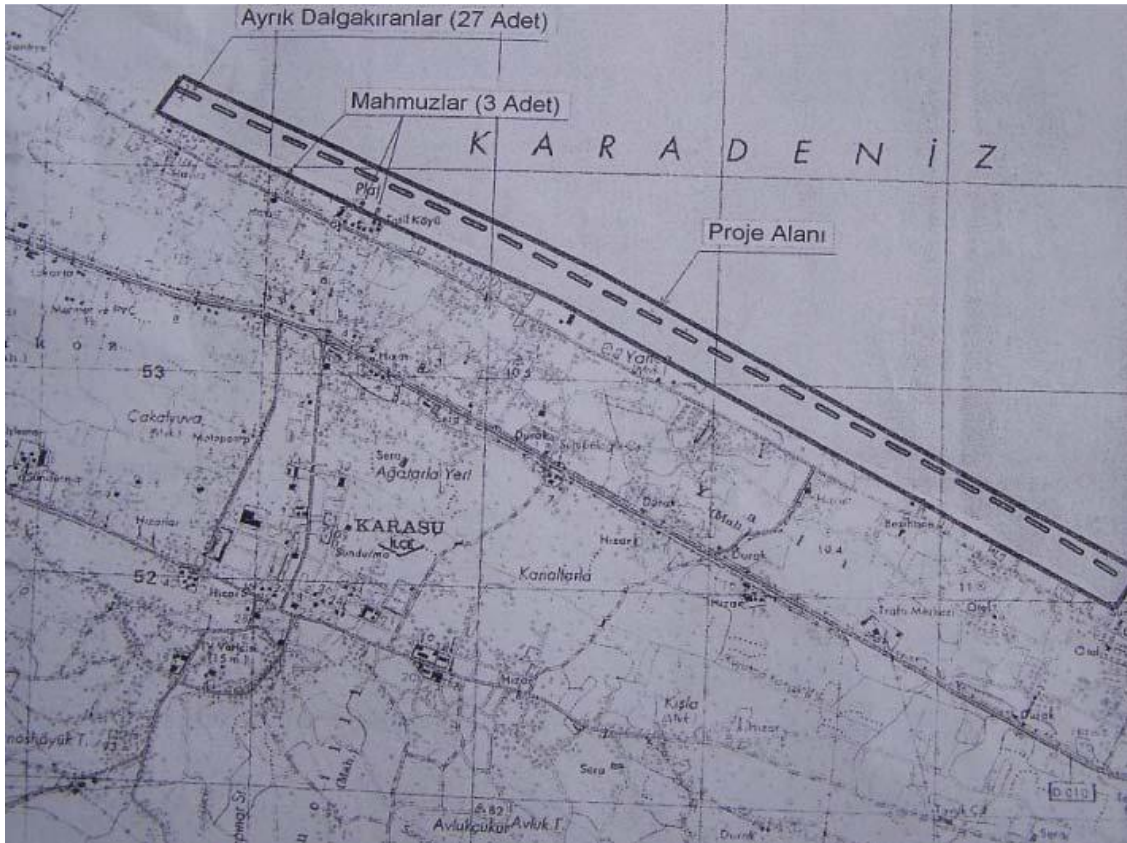
### **3.2.2 Dikey Mahmuzlar ve Ayrık Dalgakıranlar**

Sakarya ili, Karasu sahil kesiminde meydana gelen kıyı erozyonunun önlenmesi amacıyla, mülga DLH İnşaatı Genel Müdürlüğü Araştırma Daire Başkanlığınca “Karasu Sahil, Dalga Transformasyonu ve Kıyı Çizgisi Değişimi Sayısal Benzeşim Model Çalışmaları Raporu” hazırlanmış ve kıyı erozyonunun meydana geldiği sahil kesiminde alınacak önlemlerin esasları belirlenmiştir.

Bu çerçevede, mülga DLH İnşaatı Genel Müdürlüğünce 2009 yılında sağlanan ödenek ile kıyı şeridinde ani deniz hareketlerinden en az seviyede etkilenmesi amacıyla, I.Kısım İnşaatı işleri kapsamında, 12 adet 25 m. uzunluğunda, kıyıya dik mahmuzlar 2009 yılında inşa edilmiştir.

Yukarıda bahsedilen, “Karasu Sahil Dalga Transformasyonu ve Kıyı Çizgisi Değişimi Sayısal Benzeşim Model Çalışmaları Raporu”nda belirtilen esaslar dahilinde, söz konusu sahil kesiminde meydana gelen kıyı erozyonunun önlenmesi amacıyla projenin II.Kısımına geçilmiş, bu çerçevede, kıyıya paralel 120 m. uzunluğunda, aralarında 75 m. mesafe bulunan, kıydan uzaklığı 110 m. olan toplam 27 adet ayrıık dalgakıran inşa edilmesi planlanmaktadır (Şekil3.6).

Bu bağlamda, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığınca sağlanan ödeneklerle 2010 yılında 3 adet ayrıık dalgakıran, 2011 yılında 4 adet ayrıık dalgakıran ve 2012 yılında ise 2 adet ayrıık dalgakıran olmak üzere toplam 9 adet ayrıık dalgakıran inşa edilmiştir. 2013 ve 2014 yıllarında kalan 18 adet ayrıık dalgakıranın inşa edilmesi planlanmaktadır.



Şekil 3.6 27 Adet Ayrıık Dalgakıranın Projesi



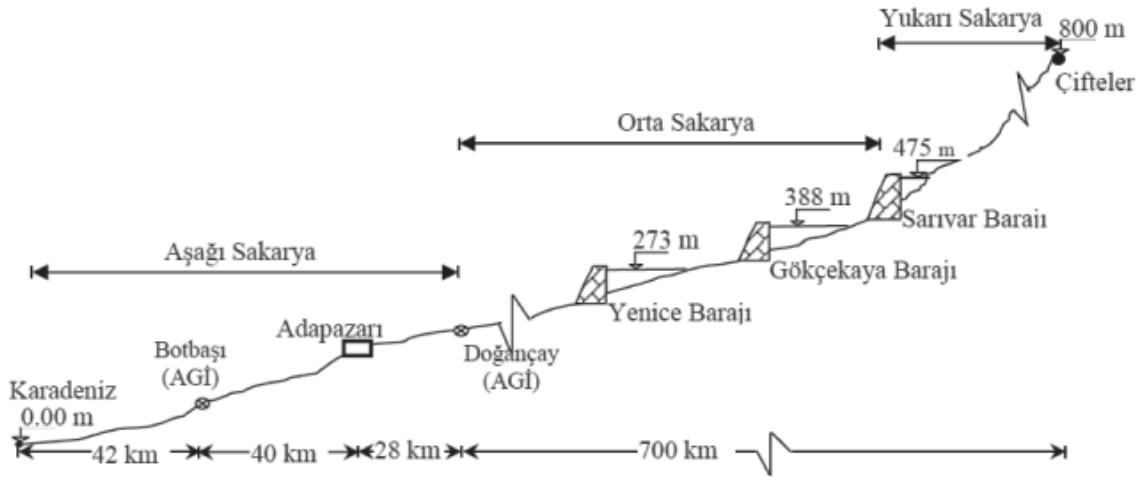
**Resim 3.2** Yapılan Ayrık Dalgakıranlar

### **3.2.3 Barajlar**

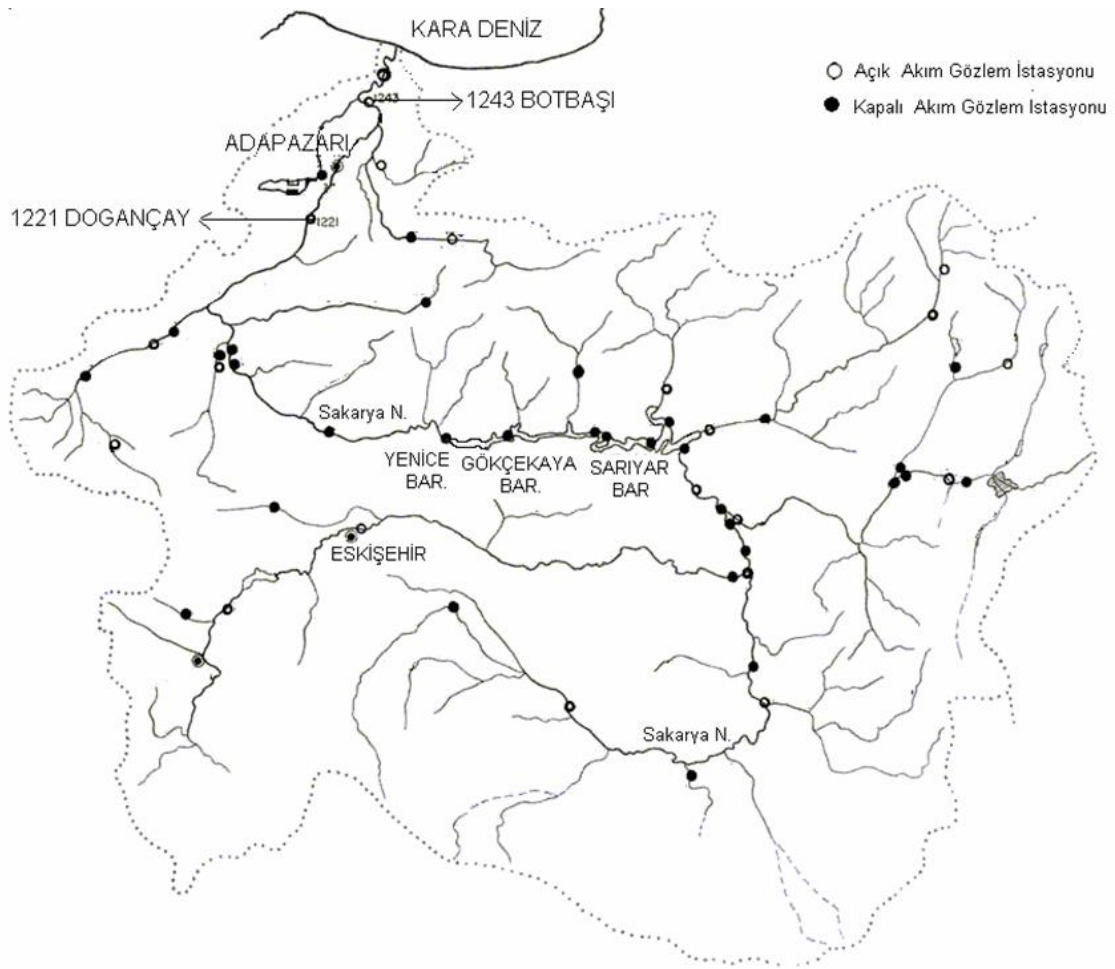
Sakarya havzasında uzun yıllardır içmesuyu, sulama, taşkın önleme, enerji üretimi vb amaçlarla baraj, taşkın önleme, sulama, rüsubat kontrolü gibi su yapıları inşa edilmektedir.

Sakarya havzasında işletme aşamasında olan baraj sayısı 25'tir. İnşa halinde 3 adet, planlama ve proje aşamasında 9 adet, master plan aşamasında da 2 adet baraj bulunmaktadır. Havzada bulunan 25 adet barajın 4 tanesi HES, 12'si sulama, 1'i içmesuyu ve taşkın koruma, 5'i içme suyu, 1'i sanayi suyu sağlama, 12'si içmesuyu ve sulama amaçlı kullanılmaktadır (İnt.Kyn.8).

Havzanın Ankara il sınırında kalan barajlar; Akyar Barajı, Eğrekkaya Barajı, Çamlıdere Barajı, Kurtboğazı Barajı, Çubuk II Barajı, Çubuk-I Barajı, Kayaş-Bayındır Barajı ve Kavşakkaya Barajı sayılabilir. Havzanın Eskişehir il sınırlarında kalan barajlar; Porsuk Barajı, Yenice ve Gökçekaya Barajları sayılabilir. Sakarya ilinde de Pamukova HES inşa edilmiştir (İnt.Kyn.8).



Şekil 3.7 Sakarya Nehri Boy Kesiti (Işık, Şaşal, Doğan 2006)

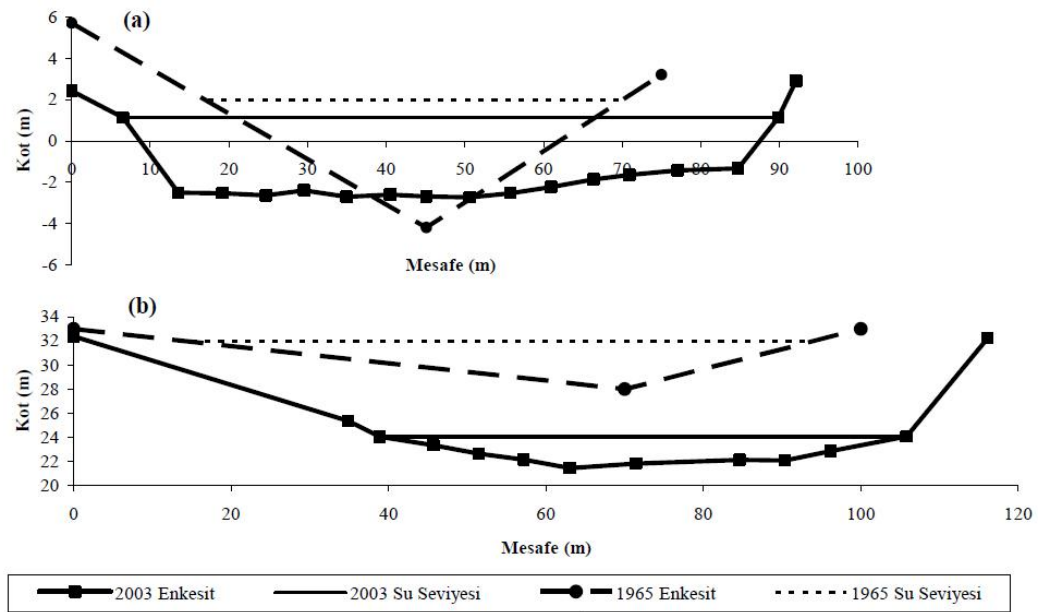


Şekil 3.8 Sakarya Nehri Havzası (Işık, Şaşal, Doğan 2006)

Akarsularda katı madde taşınımı sonucu, akarsu üzerine yapılan tesislerin ekonomik ömrü azaldığı gibi tarımsal alanlara da zarar vermekte, toprağın en verimli kısmı olan üst tabakasının yok olmasının yanında tarımsal ekonominin de zarar görmesine neden olmaktadır. Ayrıca akarsu taşımacılığı, taşkın kontrolü için akarsu düzenlemelerinde, su kuvveti tesislerinin tip ve yerlerinin seçiminde, viyadük, köprü gibi diğer yapıların akarsu içerisinde kalan ayaklarında meydana gelebilecek oyulma ya da yığılma miktarlarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması bakımından katı madde taşınım miktarı tahminleri önemli bir yer tutmaktadır (Işık, Şaşal ve Doğan 2006).

Sakarya nehrinin uzunluğu ve havza özelliklerinden dolayı katı madde debisi oldukça fazladır. Fakat barajların inşalarından sonra nehrin mansabındaki katı madde taşınım miktarında azalma meydana gelmiştir, çünkü baraj rezervuarı katı maddeyi tutmuştur. Katı maddenin baraj tarafından tutulmasıyla, mansap kısmında enerjisi artan temiz su oyulmalar meydana gelmektedir (Işık, Şaşal, Doğan 2006).

1965 ve 2003 yıllarında nehrin 8. ve 84. Km.lerinden alınan enkesitler Şekil 3.9'da görülmektedir.



Şekil 3.9 Sakarya Nehrinin 8.ve 84.km.lerinde 1965 ve 2003 yıllarına ait enkesitler (Işık, Şaşal, Doğan 2006)



Şekil 3.8'den, nehir ağız kısmında yığılmalar meydana gelirken, mansaba doğru oyulmalar artarak devam etmektedir. Nehir ağzından itibaren talveg kotunda 1 m. yığılma, 84.km.sinde ise talveg kotunda 7 m. lik oyulma meydana geldiği anlaşılmaktadır. Baraj öncesi ve sonrası için askı maddesi miktarının eğilimi belirlenmiş ve sediment anahtar eğrileri elde edilerek birbirleriyle karşılaştırılmıştır. 1975 öncesi ve sonrası için askı maddesi miktarı azalan bir eğilim içinde olduğu ve daha sonraki yıllar içinde de azalarak devam edeceği görülmüştür. Sediment anahtar eğrileri karşılaştırıldığında, askı maddesi taşınma miktarının barajdan sonra % 40 - 65 oranında azaldığı belirlenmiştir (Işık, Şaşal, Doğan 2006)

Bir başka ifade ile Sakarya nehrinde bulunan barajların faaliyete girmesiyle sisteme giren malzemenin tutulması oranı daha da artmaktadır. Barajlar ya da diğer su yapıları ile tutulan malzemenin giderek artacak olması, kıyı erozyonuna neden olan bir etken olarak değerlendirilmektedir.

### **3.3 Kıyı Şeridini Etkileyen Faaliyetler**

#### **3.3.1 Kum Alımı**

Kum alımı akarsularla taşınan çökellerin kıyıya ulaşmasını engelleyen ve kıyı tahribatına yol açan faaliyetlerin başında gelmektedir. Sakarya nehrinde son 30 yılda yoğun bir kum alım faaliyetleri bulunmakta, nehir üzerinde önemli sayıda kum-çakıl ocağı yer almaktadır. Bu ocakların konum ve çalışma şekillerine ilişkin bir tespit çalışması yapılmadığından veriye dayalı bir yorum yapmak mümkün olmamakla birlikte, kum-çakıl ocaklarının akarsu ile sürüklenen malzemeyi engellediği bilinen bir gerçektir. Kum alımları nehir yatağının oyulmasına neden olmakla birlikte, tabandaki malzemenin nehir akışı ile oyulmaya elverişli hale getirmektedir (İnt. Kyn.9).

TÜİK'in verilerine göre maden gruplarında en büyük payı %45 ile kum-çakıl sektörü oluşturmaktadır. Bu payda en büyük söz sahibi olan il ise %18'lik bir dilimle Sakarya'dır. Sakarya'nın kum-çakıl potansiyelinin %20'sinin kurulu bulunan kum-çakıl ocaklarından temin edilmektedir. Sakarya'da yaklaşık 25 adet ruhsatlı ocak bulunurken

60 adet ise ruhsatsız ocak bulunmaktadır Sakarya nehrinden malzeme akışının kesilmiş olması, hammaddelerin tekrar yerine gelmesi mümkün olmadığından nehrin denge profili değişmekte, nehir yatağında derin çukurlar oluşarak, akarsuyun denize birleştiği yerde denizin kara yönünde hareketine olanak sağlayabilmektedir (İnt. Kyn.6).



**Resim 3.3** Sakarya Nehri Kontrolsüz Kum Ocakları (İnt. Kyn.6)

Bununla birlikte, Karasu sahil şeridinden de zaman zaman kontrolsüz kum alımlarının olduğu bilinmektedir. Yukarıda bahsedilen konular çerçevesinde, Karasu kıyı alanında kalan kesimde meydana gelen kıyı erozyonlarının önemli bir nedeni de Sakarya Nehrinden ve sahil şeridinden kontrolsüz kum alımları olmaktadır.

### **3.3.2 Kum Midyesi Avcılığı**

Ülkemizde Batı Karadeniz’de Kefken, Karasu, Kocaali, Akçakoca ve Samsun yöresinde kumlu zemini ve 20 m.ye kadar derinliği olan yerlerde kum midyesine sıklıkla rastlanmaktadır (Dalgıç 2006).

Ülkemiz kabuklu su ürünleri arasında önemli bir yeri olan bu tür, başta AB ülkeleri olmak üzere çeşitli ülkelere ihraç edilmektedir. Türkiye, dünyada en fazla üretim yapan İtalya'dan sonra 2.sırada yer almaktadır. 2005 yılı itibariyle Türkiye'de kum midyesi avcılığı yapan 39 adet tekne belirlenmiş olup, teknelerin %33'ünün Sakarya ilinde faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir (Dalgıç 2006).

Kum midyesi Karasu kıyılarında ciddi miktarlarda kum midyesi çıkarımı yapılmaktadır. Deniz tabanında bulunan kum tepeleri kontrolsüz midye avcılığı sebebiyle dağılmalara maruz kalmış, hatta yer yer deniz tabanında çukurlaşmalar meydana gelmiştir. Karasu sahilinde kum taşınımının kıyıya dik doğrultuda olması sebebiyle midye avcılığı erozyona sebep olan nedenler arasında sayılmaktadır.

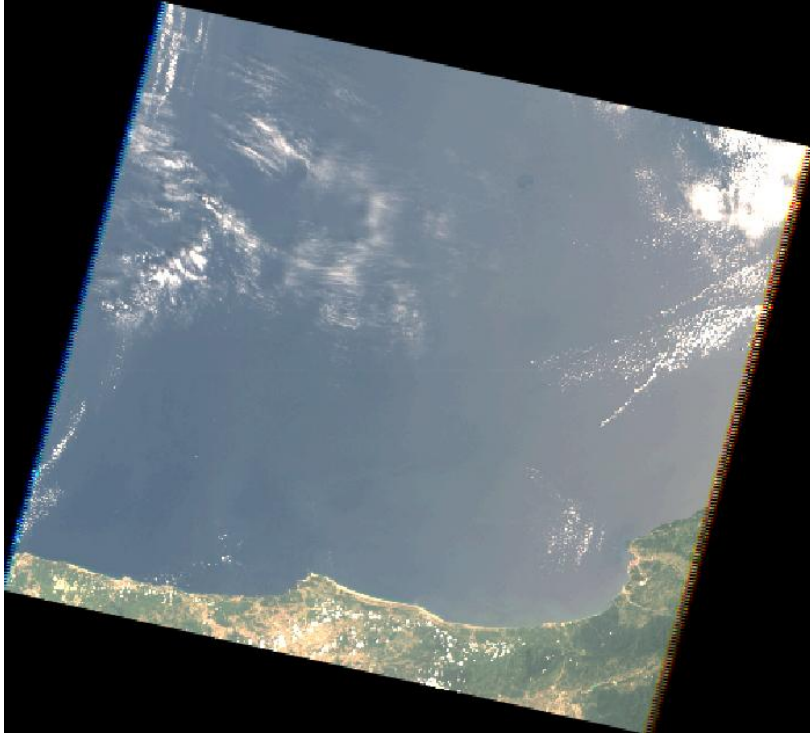
### 3.4 Uydu Verileri

Çalışmada toplam 6 adet uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bunlardan 5 tanesi Landsat uydu görüntüsü, 1 tanesi ise Rasat uydu görüntüsüdür. Landsat uydu görüntülerinin çözünürlüğü 30 m, Rasat uydu görüntülerinin ise pankromatik görüntüsü 7.5 m çözünürlüğündedir.

Farklı yıllara ait kullanılacak uydu görüntüleri seçilirken aynı mevsim hatta mümkün olduğunca aynı ayların seçilmesine önem verilmiştir. Kullanılan uydu görüntülerinin tarihleri Çizelge 3.3 de verilmiştir.

**Çizelge 3.3** Kullanılan Uydu Görüntülerin Tarihleri

Uydu	Tarih
Landsat L8	20.05.2013
Landsat 4 – 5 TM	18.07.2011
	13.08.2003
	06.07.1995
	01.08.1987
Rasat	15.09.2012



**Resim 3.4** 2011 yılına ait Landsat uydu görüntüsü



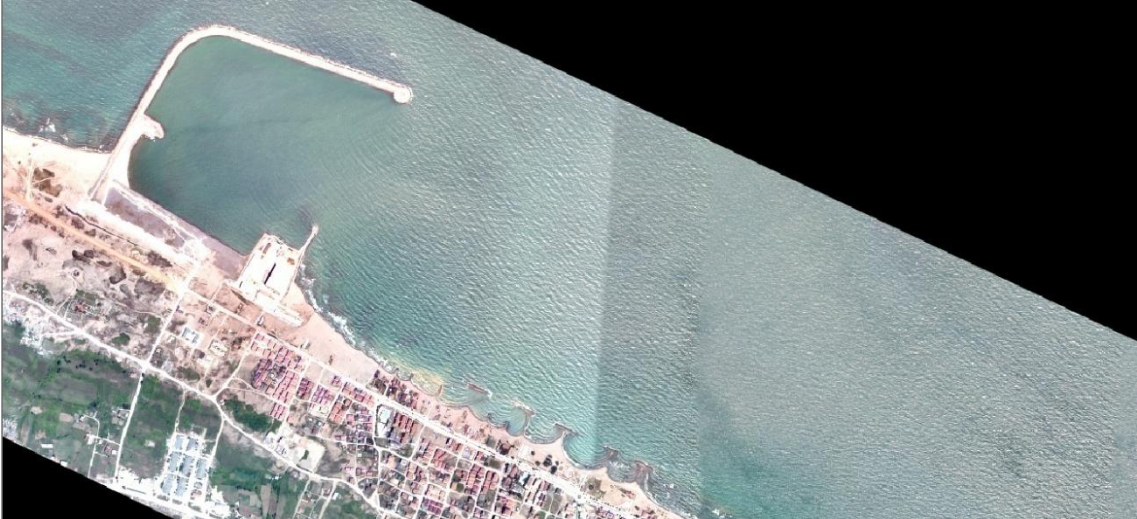
**Resim 3.5** 2012 yılına ait Rasat uydu görüntüsü



**Resim 3.6** 2012 yılına ait Rasat uydu görüntüsünden çalışma alanının bir kısmı

### **3.5 Ortofoto**

HGK'dan çalışma alanına ait 2011 yılı sayısal ortofotosu satın alınmıştır. Ortofoto Universal Transverse Mercator (UTM) projeksiyonunda ve World Geodetic System (WGS-84) datumundadır. 45 cm yersel çözünürlük ve 4 m doğruluğa sahiptir (Resim 3.7).



**Resim 3.7** Çalışma Alanının Ortofoto Görüntüsünün bir kısmı

### **3.6 Yersel Ölçümler**

UDHB – XIII. Bölge Müdürlüğü'nden, çalışma alanına ait, Mart 2010 Tarihinde el tipi GPS (Global Positioning System) ile ölçülmüş, kıyı çizgisi temin edilmiştir. İlaveten Topcon GR-3 tipi jeodezik GPS kullanılarak TUSAGA – Aktif (Türkiye Ulusal Sabit GPS Ağı – Aktif) sistemi ile Temmuz – 2013 dönemine ait kıyı çizgisi ölçülmüştür.

### **3.7 Kullanılan Yazılım**

Uydulardan elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle çıkan sonuçlar, yeryüzünün araştırılmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bu katkının sağlanmasında insan faktörünün yanında kullanılan yazılımlar da büyük önem taşımaktadır. Yazılımların önemi gerek verilerin işlenmesine büyük hız kazandırmasına, gerekse çok büyük bir veri hacminin depolanmasına yardımcı olmasında yatmaktadır (Maktav 1993). Bu çalışmada kullanılan ana yazılım ERDAS Imagine 9.1 olup, yardımcı yazılımlar olarak, Netcad 5.2, AutoCAD 2012, Envi Classic yazılımları da kullanılmıştır.

### **3.8 Sayısal Görüntü İşleme**

#### **3.8.1 Geometrik Düzeltme Yapılması**

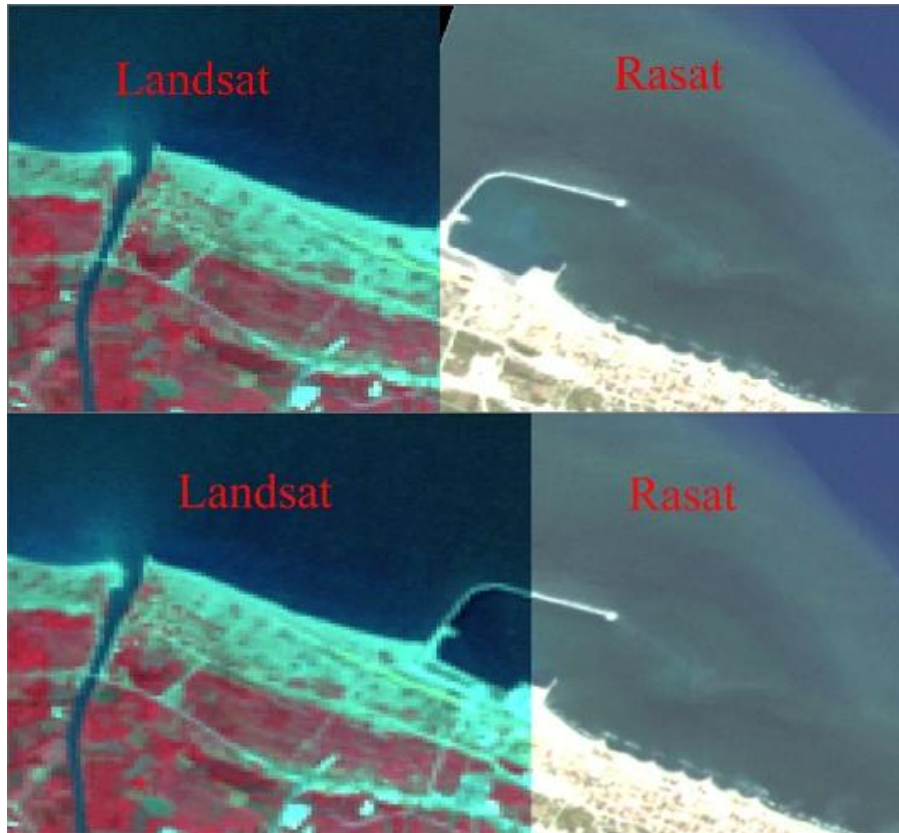
Kullanılan verilerin ileride de başka çalışmalarda kullanılacağı düşünülerek çalışma projeksiyonu olarak UTM projeksiyonu ve WGS-84 datumu seçilmiştir. Landsat uydu görüntüleri WGS-84 sisteminde olduğundan herhangi bir dönüşüme tabi tutulmamıştır. Veri entegrasyonunda sıkıntı çıkmaması için Rasat uydu görüntüsü bu sisteme dönüştürülmüştür. Yeniden örneklemede Kübik Katlama Yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan yer kontrol nokta sayısı ve KOH Çizelge 3.4 de gösterilmiştir. Yeniden örnekleme yapılan görüntüler referans görüntüsüyle karşılaştırılarak kontrolü de yapılmıştır (Resim 3.8 ve 3.9).

**Çizelge 3.4** Geometrik düzeltmenin KOH değeri

	Nokta Sayısı	X (m)	Y (m)	Toplam (m)
Rasat 15.09.2012	24	5,4374	4,0666	6,7899



**Resim 3.8** Eylül 2012 Yılına ait Rasat uydu Görüntüsünde Yer Kontrol Noktalarının Dağılımı.



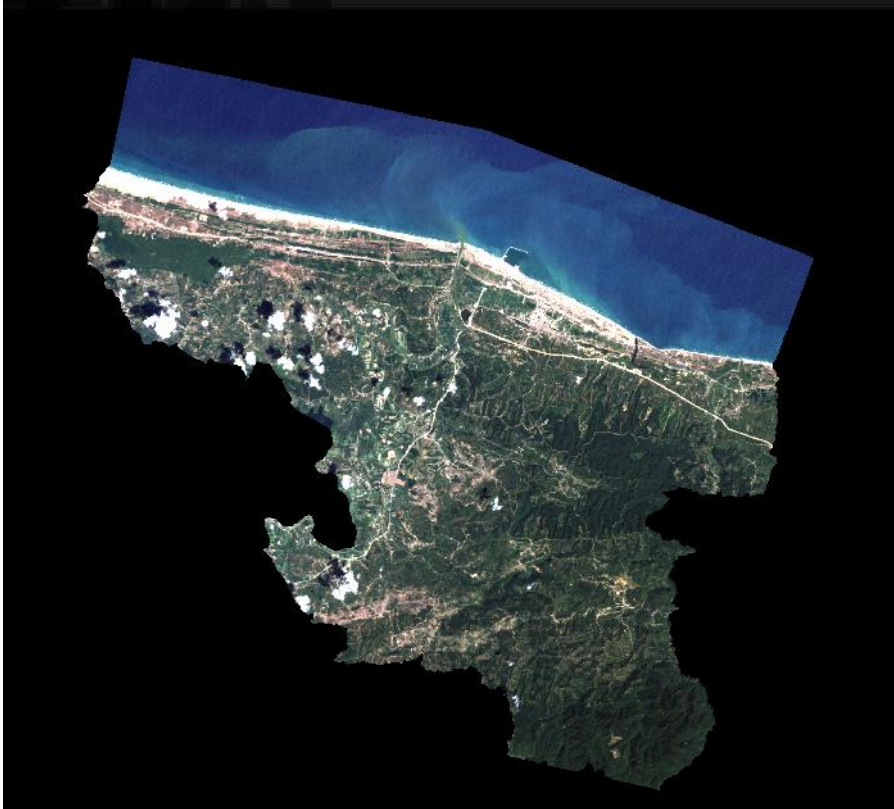
**Resim 3.9** Çakıştırılmış uydu görüntüleri

### 3.8.2 Görüntülerde Çalışma Alanının Kesilmesi

Karasu Belediyesinden ilçenin idari sınırları CAD yazılımı türünde temin edildikten sonra Envi Classic yazılımı kullanılarak “.shp” shapfile dosyası olarak hazırlanmıştır. Elde edilen shp dosyası Erdas Imagine yazılımında kullanılarak uydu görüntüleri sadece çalışma alanını kapsayacak şekilde kesilme işlemine tabi tutulmuştur (Resim 3.10)

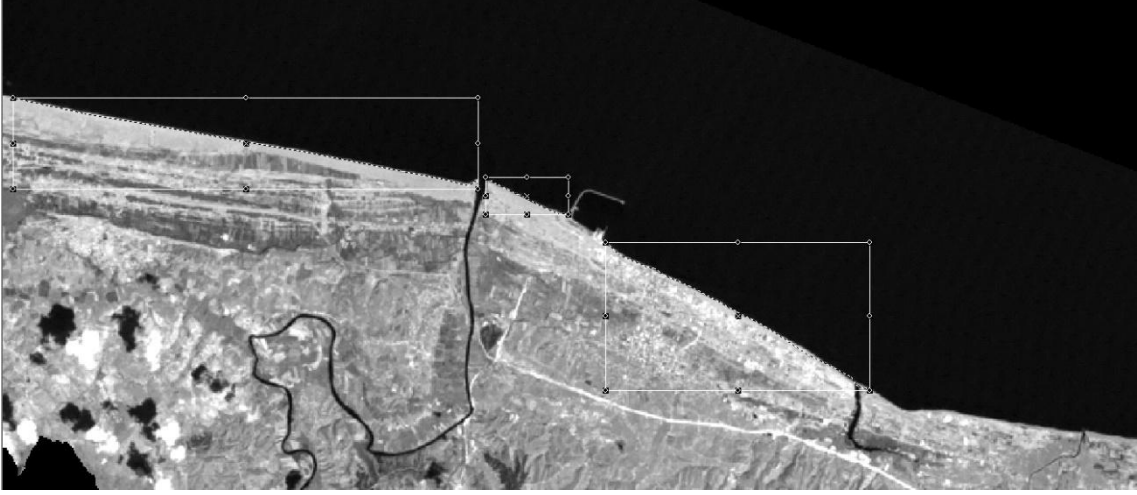
### 3.8.3 Kıyı Çizgisinin Çizilmesi

Uydu görüntülerinden kıyı çizgisi çizilirken Erdas Imagine yazılımı kullanılmış, çizilen hat daha sonra import edilerek, farklı zamanlara ait kıyı çizgilerinin aynı pencerede daha rahat irdelenmesi için CAD yazılımı ile açılacak hale getirilmiştir. Landsat uydu görüntüleri çizilirken su ve kara ayrımının kolay yapılabilmesi için, daha hızlı çizilebilmesine olanak tanıyan kızılötesi bant olan 5. bant kullanılmıştır (Resim 3.11).



**Resim 3.10** 2003 yılına ait Landsat uydu görüntüsünden çalışma alanı





**Resim 3.11** 5. Bant Landsat Görüntüsünde Kıyı Çizimi

### **3.8.4 Sınıflandırma Yapılması**

Arazi kullanımını belirlemek için ERDAS Imagine yazılımı kullanılarak kontrollü sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Kontrollü sınıflandırma da en yaygın kontrollü sınıflandırma yöntemi “En Yakın Benzerlik” (Maximum Likelihood) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem her pikselin bir sınıfta olması olasılığına dayanır. Uygulamada Su (Deniz + nehir), yeşil alan (Fındıklık + Orman), kumsal, Tarımsal Alan1 + boş alan, Tarımsal Alan2, yapılaşma ve bulut olmak üzere yedi sınıf belirlenmiştir.

### **3.8.5 Kontrollü Sınıflandırmanın Doğruluğu**

Sınıflandırma sonucunda iki tip hataya rastlanmaktadır. Bunlar;

- Piksellerin yer alması gerekenden farklı bir sınıfa atanması (error of commision)
- Piksellerin uygun bir sınıfa atanamaması (error of omission)

Doğruluk analizi, doğruluğu kesin olarak kabul edilen coğrafi verilerle sınıflandırma sonucunun karşılaştırılarak bu işlemin doğruluğunun belirlenmesi için kullanılan genel bir terimdir. Genellikle doğruluğu kesin olan referans veriler yer gerçekliği çalışmalarından elde edilir. Bu amaçla çalışma bölgesinde bir yer gerçekliği çalışması yapılmıştır. Bunun yanında kullanılacak bir diğer referans veri ise Google Earth'den elde edilen sonuçlardır. Doğruluk analizi, referans pikseller aracılığıyla doğruluğu kesin

veri üzerindeki sınıflandırma alanlarının sonuç görüntüdeki karşılıklarına göre hata matrisleri oluşturularak yapılmıştır. Bu matrisler olasılık tablosu olarak tanımlanır. Bu tablonun satırlar ve sütunlarla gösterilen sınıflandırma sonuçlarında satırlar sınıf verilerini sütunlar da örnek noktaya dayalı yer gerçeklerini ifade eder. Sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu hesaplanırken; toplam doğrular (diyagonal matrisin elemanları), hata matrisindeki tüm piksellere bölünerek bulunur. Bir sınıfa ait doğru piksellerin sayısı, bulunduğu satır üzerindeki tüm piksellere (sınıf içinde bulunan tüm piksellere ) bölünürse sonuç doğruluk, kullanıcı doğruluğu olarak tanımlanır. Bu, “commission error” ölçütüdür ve sınıflandırılmış pikselin, yer gerçeklerini hangi olasılıkta ifade ettiğini gösterir. Diğer taraftan, sınıf içerisindeki tüm piksellerin sayısı, bulunduğu sütun içerisindeki tüm piksellerin sayısına bölünürse (o sınıfa ait referans verideki piksel sayısı) sonuç bize üretici hassasiyetini verir. Bu da referans verideki, sınıflandırmanın doğruluğudur ve “omission error” ölçütüdür (Doğan 2008)

Sınıflandırma işleminin doğruluğunu hesaplamak için, referans piksellerin yazılıma rastgele seçtirilmesi ile sınıflandırma sonucu üzerindeki analizci etkisinin minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Her bir görüntü üzerinde 250 adet referans piksel seçtirilmiş ve kullanılan yazılım ile sınıflandırmanın doğruluk derecesi, kullanıcı ve üretici doğruluk dereceleri hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar ilerleyen bölümlerde (4.3 Arazi Kullanımı) verilmiştir.

## 4. BULGULAR

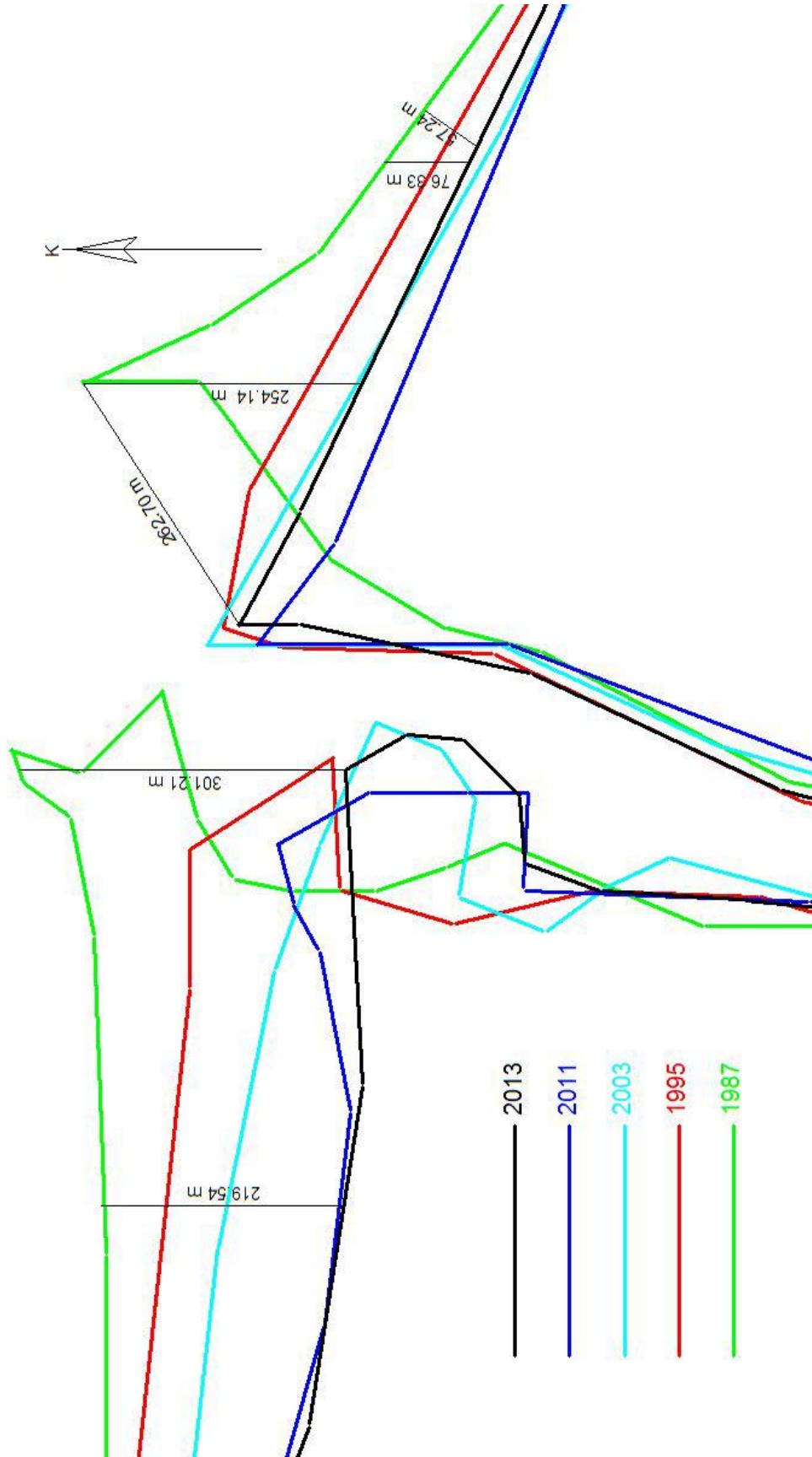
### 4.1 Kıyı Çizgilerinin Değerlendirilmesi

Elde edilen kıyı çizgileri incelendiğinde Sakarya Nehrinin Karadeniz'e döküldüğü nehir ağzının her iki tarafında da 1987 yılına göre 300 m ye varan ciddi bir değişim olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.1). Nehir çıkış ağzından limana doğru yaklaşıldığında ise bir kum birikiminin olduğu gözlenmiştir. Bu durum tüm liman çevrelerinde gözlenen tabii bir durumdur. Limanında doğusuna doğru ilerlediğimizde limandan sonraki 3,5 km de önemsenmesi gereken bir kıyı değişiminin olduğu tespit edilmiş, 3,5 km den sonra ise kıyıda genel anlamda ciddi bir erozyon olmadığı gözlenmiştir.

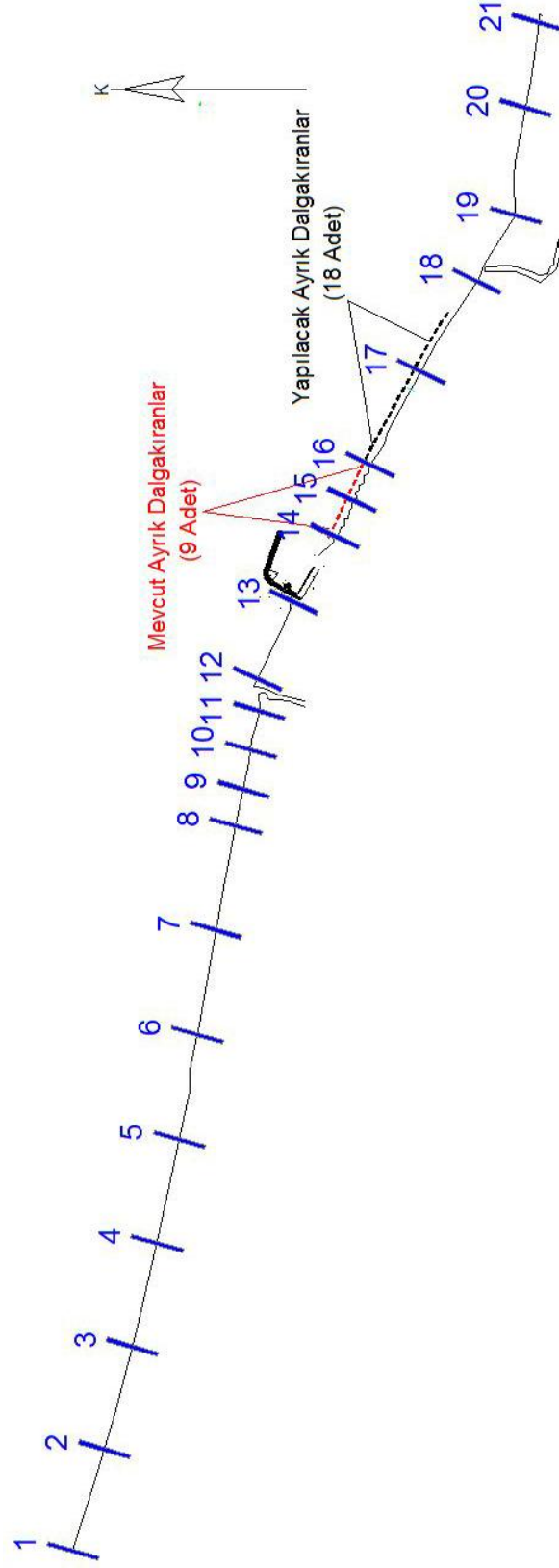
Kıyı şeridindeki değişimi ortaya çıkarmak için 21 ayrı kritik nokta saptanmış (Şekil4.2) ve bu noktalardan kesitler alınarak Landsat görüntüleri ile kıyı değişimi incelenmiştir. 21 kritik nokta belirlenirken iki nokta arası mesafe yaklaşık 2 km olacak şekilde alınmış ayrıca nehir ağzı, ayrık dalgakıranların olduğu yerlerde daha sık kesit noktası tespit edilmiştir. Alınan kesitlerin birbirleri olan uzaklıkları verilmiştir (Çizelge 4.1). 21 Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2 de verilmiştir. Nehir ağzının batısında ve nehir ağzına yakın olan 10, 11 ve 12 no lu kesitler ve nehir ağzının doğusunda ki 12 no lu kesitten elde edilen sonuçlara göre Sakarya Nehir ağzında 1987 yılından beri sürekli kıyı erozyonu görülmektedir. Limanın doğusuna ve yapılaşmanın yoğun olduğu yere denk gelen 14, 15 ve 16 no'lu kesitler incelendiğinde 1987 yılından 2011 yılına kadar kıyı erozyonunun olduğu, 2011 yılından sonra ise kıyıda kumlama olduğu görülmektedir. Bu alanda AYGM (DLH) tarafından yapılan ayrık dalgakıranlar olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak genel anlamda ayrık dalgakıranların kıyıda kumlamayı sağladığı ortaya çıkmaktadır.

**Çizelge 4.1** Kesit noktaları arası mesafe

<b>1 - 2</b>	2 km	<b>6 - 7</b>	2 km	<b>12 - 13</b>	1,6 km	<b>17 - 18</b>	2 km
<b>2 - 3</b>	2 km	<b>7 - 8</b>	2 km	<b>13 - 14</b>	1,4 km	<b>18 - 19</b>	1,5 km
<b>3 - 4</b>	2 km	<b>8 - 9</b>	0,7 km	<b>14 - 15</b>	0,75 km	<b>19 - 20</b>	2 km
<b>4 - 5</b>	2 km	<b>9 - 10</b>	0,75 km	<b>15 - 16</b>	0,75 km	<b>20 - 21</b>	1,7 km
<b>5 - 6</b>	2 km	<b>10 - 11</b>	0,75 km	<b>16 - 17</b>	2 km		



Şekil 4.1 Nehir ağzındaki değişim



Şekil 4.2 21 kritik nokta

**Çizelge 4.2** Landsat Uydu görüntülerine göre kıyı değişimi

<b>Kesit No</b>	<b>1987 - 1995</b>	<b>1995 - 2003</b>	<b>2003 - 2011</b>	<b>2011 - 2013</b>	<b>1987 - 2013</b>
<b>1</b>	31,08	-7,89	-18,79	5,71	10,11
<b>2</b>	4,44	36,35	-24,53	-0,61	15,65
<b>3</b>	-23,84	22,13	6,53	0,62	5,44
<b>4</b>	-7,78	-6,31	-19,78	15,30	-18,57
<b>5</b>	-27,94	20,52	-6,73	-2,42	-16,57
<b>6</b>	-6,34	17,65	-7,35	10,13	14,09
<b>7</b>	-6,34	-7,23	19,32	-4,04	1,71
<b>8</b>	60,01	-37,72	-11,87	21,50	31,92
<b>9</b>	48,28	-62,73	4,79	6,67	-2,99
<b>10</b>	8,55	-53,21	-45,91	10,47	-80,10
<b>11</b>	-78,72	-66,42	-94,93	-7,34	-247,41
<b>12</b>	-157,69	-37,52	-47,28	37,78	-204,71
<b>13</b>	-14,73	88,94	85,04	-7,02	152,23
<b>14</b>	-2,03	-34,12	-28,51	48,18	-16,48
<b>15</b>	23,73	-35,73	-5,90	36,47	18,57
<b>16</b>	34,75	-45,30	-35,86	59,47	13,06
<b>17</b>	18,38	-22,71	1,65	6,58	3,90
<b>18</b>	25,96	-3,69	-7,35	-9,72	5,20
<b>19</b>	3,88	4,94	-31,84	-11,11	-34,13
<b>20</b>	1,37	-0,50	-10,86	10,10	0,11
<b>21</b>	-3,86	-21,01	13,82	2,27	-8,78

#### **4.2 Ayrık Dalgakıranların Etkisi**

11 kritik noktada alınan kesitlerden, yapılan ayrık dalgakıranların bulunduğu yere düşen 7, 8 ve 9 nolu kesitler incelendiğinde bu alanlarda kum toplaması olduğu görülmüştür. AYG (DLH) tarafından yapılan dik mahmuz ve ayrık dalgakıranların etkisini daha iyi irdellemek için Landsat görüntüsüne göre çözünürlüğü daha yüksek olan Rasat Uydu görüntüsü, HKG dan alınan ortofoto, jeodezik GPS ile ölçülen 2011, 2012 2013 yılına ait kıyı çizgisi ve UDHB XIII. Bölge Müdürlüğünden alınan el tipi GPS ile ölçülmüş 2010 yılına ait kıyı çizgisi, verileri kullanılarak kıyı değişimi irdelenmiştir.

El tipi GPS ile Mart 2010 Tarihinde ölçülen kıyı çizgisi ile Eylül 2012 Tarihli Rasat Uydusundan elde edilen kıyı çizgisi karşılaştırıldığında; tamamlanan ayrık dalgakıranların önlerinde 25 – 80 m arası kum birikmesi görülmüş, inşaatı devam eden

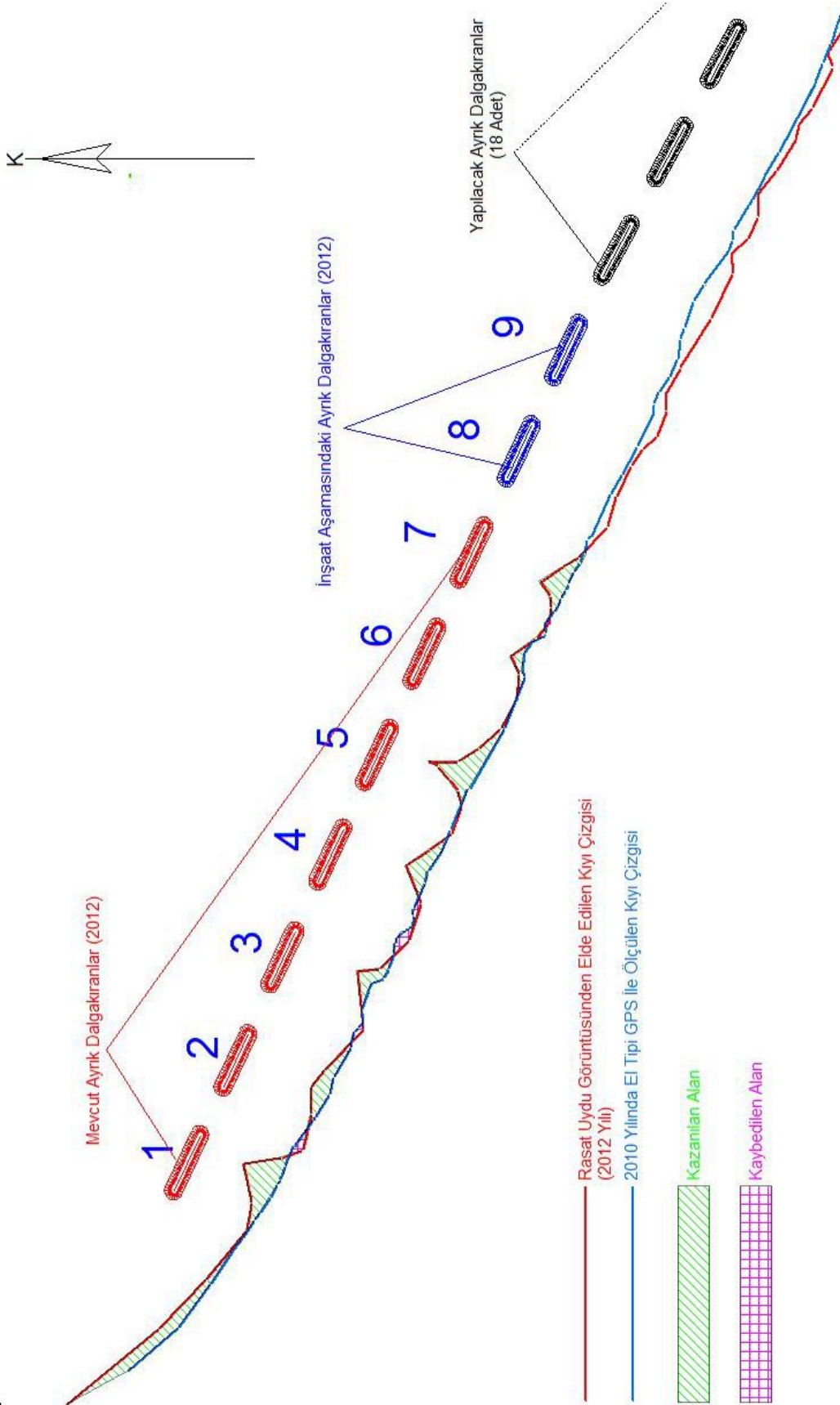
2 adet ayırık dalgakıranın önünde ise 2013 yılı kıyı çizgisinin 2010 yılına göre 5 – 15 m arası geride olduğu tespit edilmiştir. 2010 yılından 2012 yılına kadar sahilde kazanılan ve kaybedilen alan değerleri ise; 22 910, 22 m<sup>2</sup> kazanılan alan ve 1 322,34 m<sup>2</sup> kaybedilen alan olduğu, toplamda 21 587,88 m<sup>2</sup> alan kazanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

2011 yılı sayısal ortofotodan elde edilen kıyı çizgisi ile Temmuz 2013 Tarihinde GPS (TUSAGA - Aktif sistemi) ile ölçülen kıyı çizgisi karşılaştırıldığında ilk 7 ayırık dalgakıranın 2010 yılından sonra kazandırdığı alanı koruduğu, birbirini dengeleyen alan kazanımı ve kaybı olduğu görülmüştür. Yapımı 2012 yılında tamamlanan 8. ve 9. ayırık dalgakıranların önünde 40 – 85 m arası kum birikmesi olduğu görülmüştür. İnşaatı tamamlanan 9. ayırık dalgakıranın doğusunda 2013 yılı kıyı çizgisinin 2011 yılı kıyı çizgisinin gerisinde kaldığı görülmüştür. Bu alanlarda kıyı gerilemesini önlemek için yapılması gereken 18 adet ayırık dalgakıranın bir an önce yapılması gerektiği düşünülmektedir. 2011 yılından 2013 yılına kadar sahilde kazanılan ve kaybedilen alan değerleri ise; 18 900,68 m<sup>2</sup> kazanılan alan ve 8 829,19 m<sup>2</sup> kaybedilen alan olduğu, toplamda 10 071,49 m<sup>2</sup> alanın kazanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

### **4.3 Arazi Kullanımı**

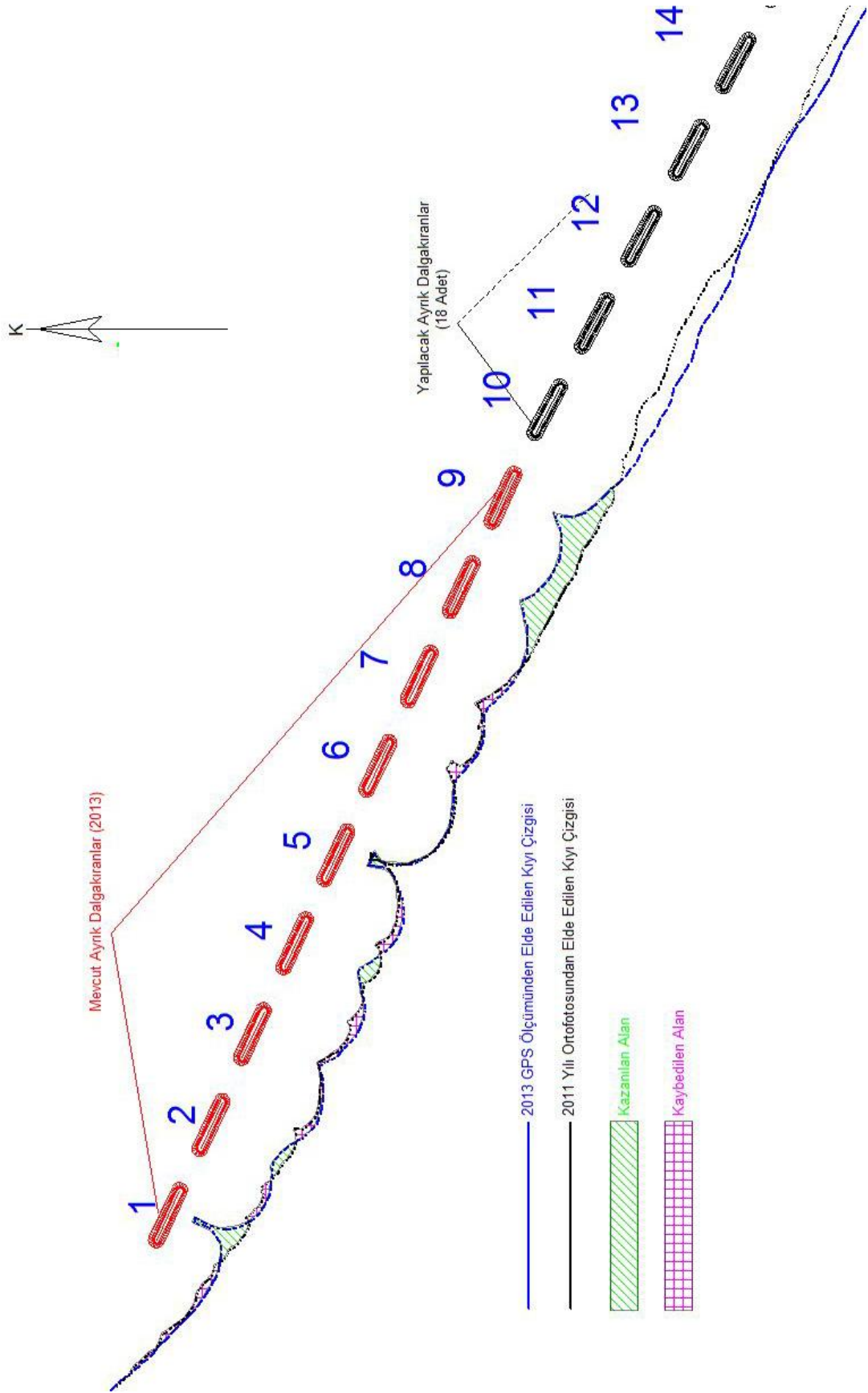
Kontrollü sınıflandırma işlemi sırasında “Su (Deniz + Nehir), Yeşil Alan (Fındıklık + Orman), Kumsal, Tarımsal Alan1 + Boş Alan, Tarımsal Alan2, Yapılaşma ve Bulut” olmak üzere 7 sınıf oluşturulmuş ve çalışma alanı bu sınıflara göre sınıflandırılmıştır.

Sınıflandırma sonucunda arazi kullanımını incelendiğinde yeşil alan ve toplam tarımsal alanlarının hemen hemen aynı değerlerde seyrettiğini yıllara göre az miktarda azalıp artmalar olduğu görülmüştür. Kumsal alanı incelediğinde ise 2011 yılında bir miktar azaldığı ardından 2013 yılında ise arttığı gözlenmiştir. Yapılaşmanın ise sekiz yıllık periyotlarda sürekli arttığı gözlenmiştir (Şekil 4.5).

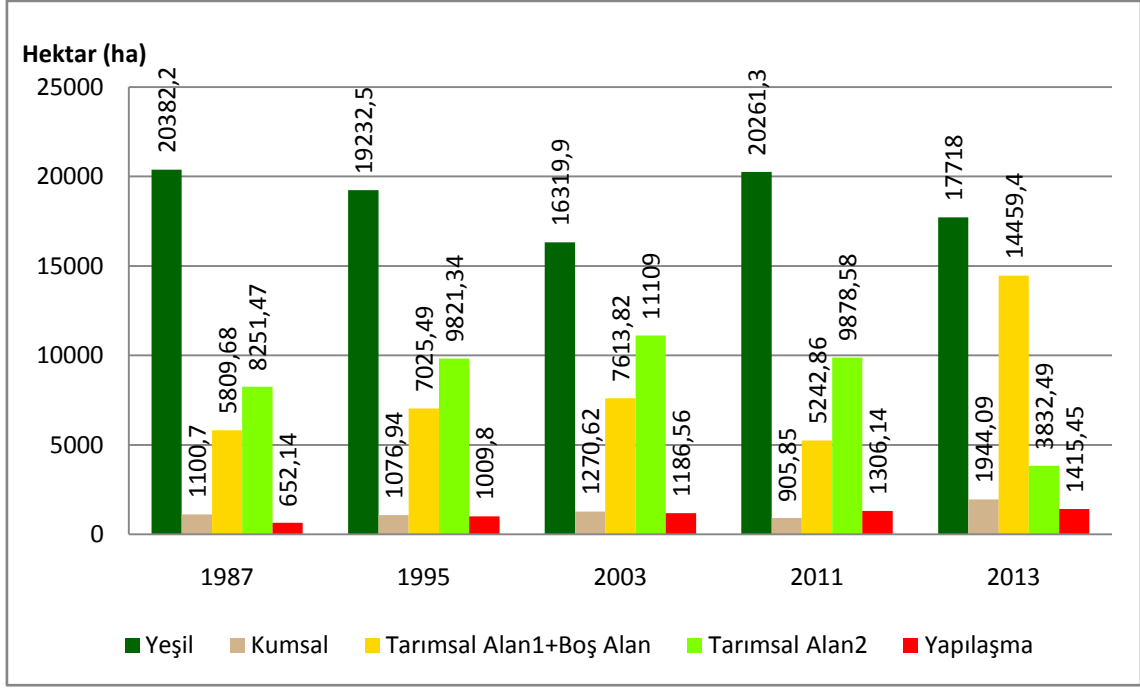


Şekil 4.3 Mart 2010 ve Eylül 2012 arası kıyı değişimi.



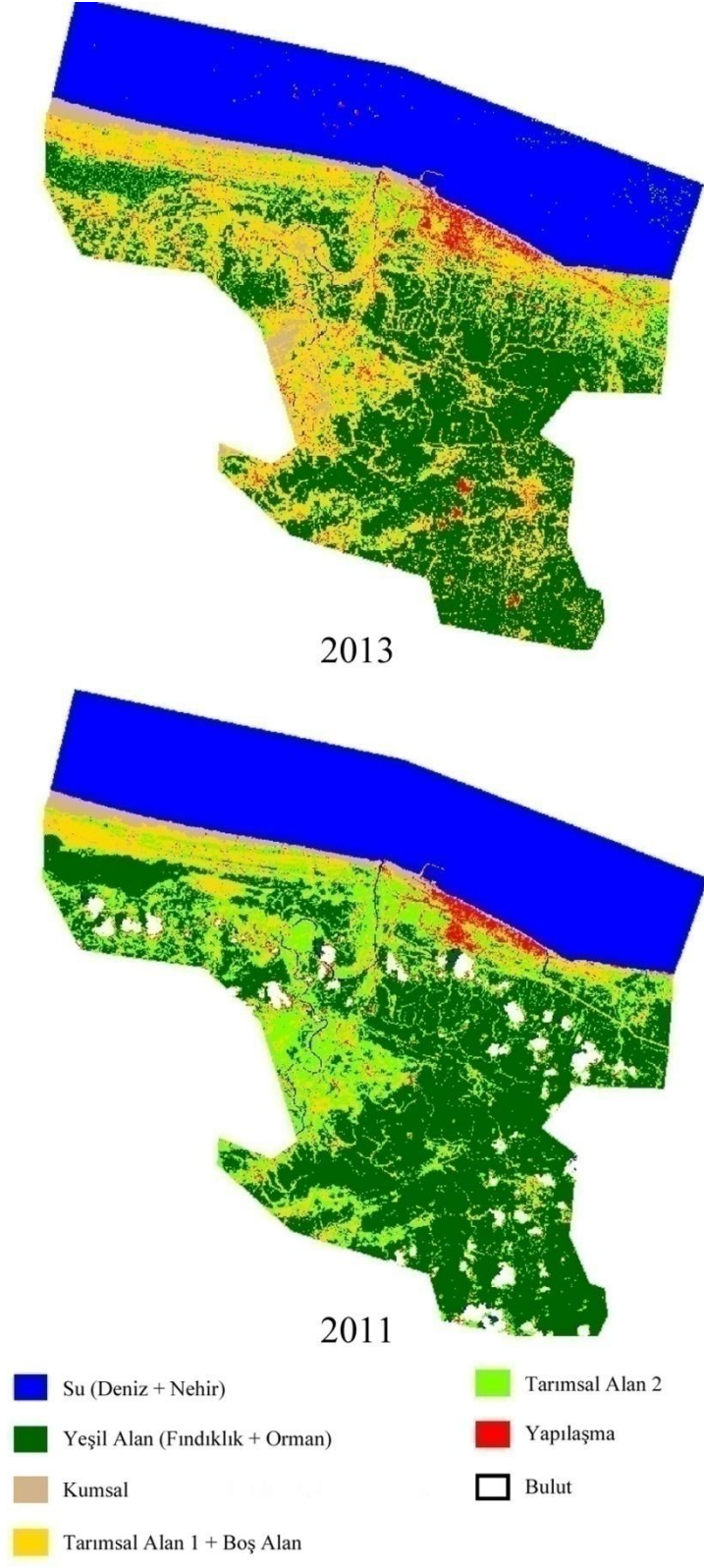


Şekil 4.4 2011 ve Temmuz 2013 arası kıyı değişimi.

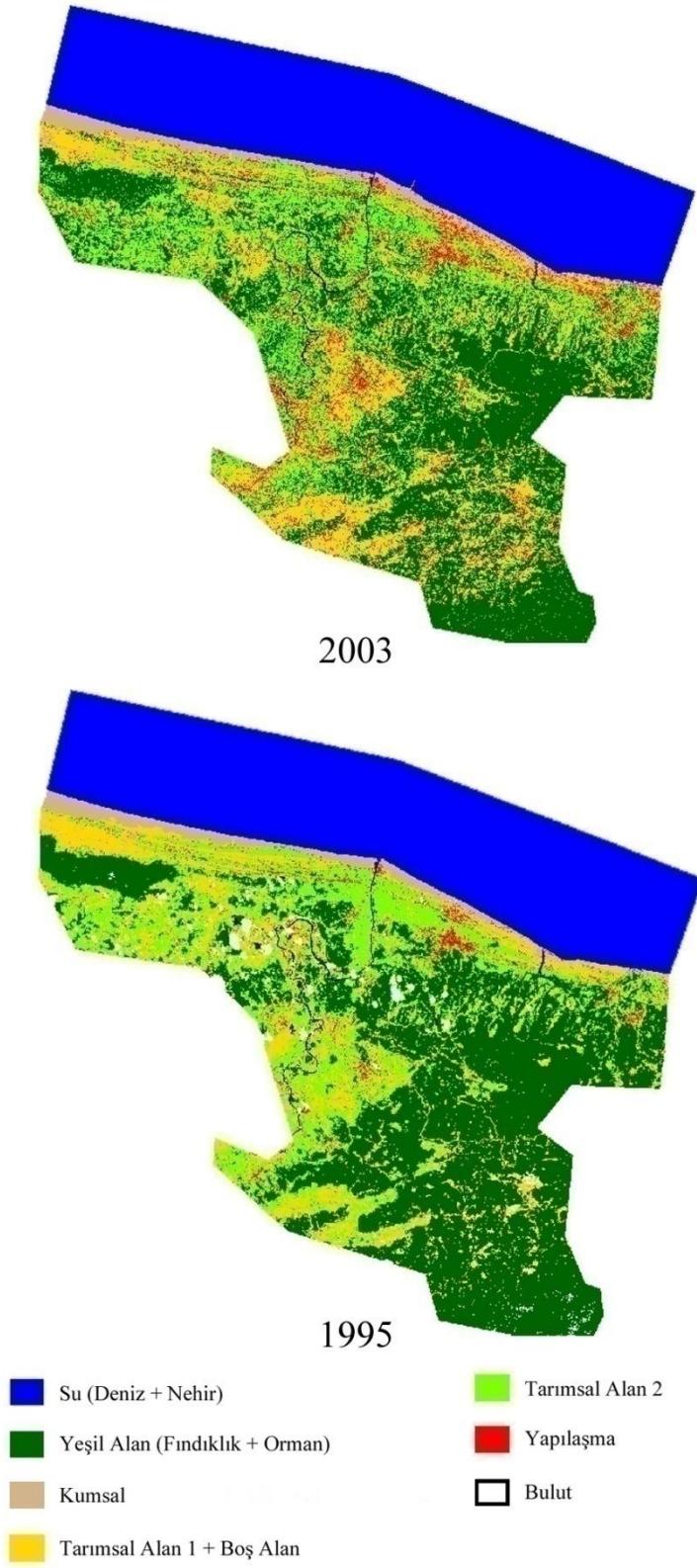


Şekil 4.5 Arazi kullanımının grafiksel gösterimi

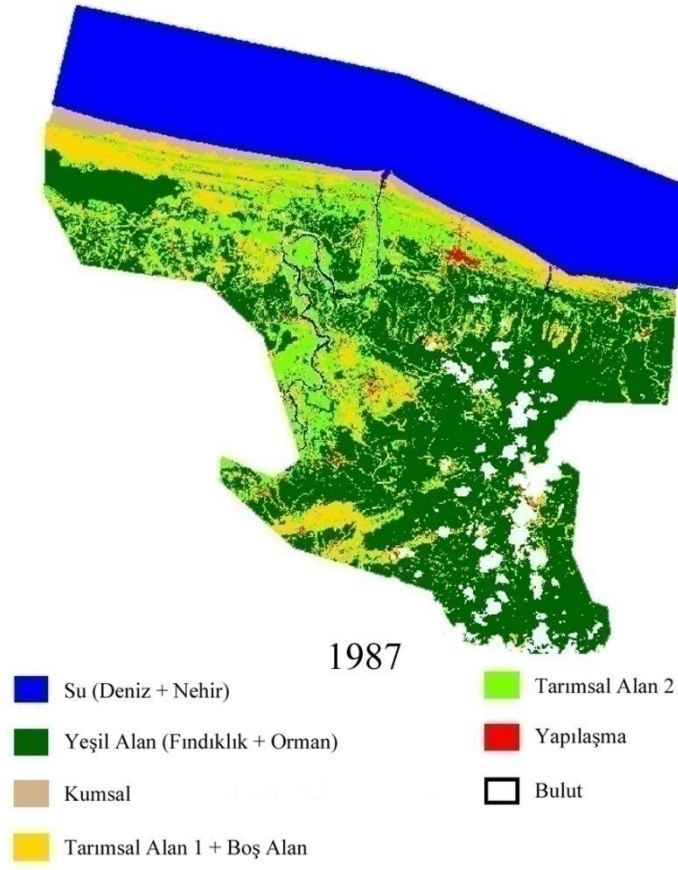
Kıyı erozyonunun yerleşim alanlarındaki tehdidini ortaya çıkarmak ve risk analizine veri sağlamak için sınıflandırılmış görüntülerden sahil şeridindeki yapılaşma oranı belirlenmiştir. Mevzuatımıza göre sahil şeridi; deniz, doğal ve yapay göllerin kıyı kenar çizgisinden itibaren kara önünde yatay olarak en az 100 m. genişliğindeki alan olarak tanımlanmaktadır. Sahil şeridini belirlenirken bu tanımlamadan yola çıkılarak; kıyın kuvvetli dalgalardan etkilenen alanlar da göz önüne alınmış kıyı kesiminin güneyinden geçen ve doğuda Akçakoca – Karasu yoluna, batıda da Karasu – Kaynarca yoluna bağlanan, kent merkezinde Ankara Caddesi ve İstanbul Caddesini adını alan karayolu sınır kabul edilmiştir (Resim 4.1). Elde edilen sonuç: 1987 yılından beri genel anlamda sürekli yapılaşma artmış, 2013 yılında ise bir miktar azalma görülmüştür (Şekil 4.9). Azalmaya neden olarak, Karasu Belediye Başkanlığının 2011 yılında hazırlamış olduğu bilgi notunda geçen; Kıyıda 2009 yılında 133 yapının yıkıldığı, 2011 yılında ise 109 adet yapının yıkılacağı bilgisi ve sınıflandırma sırasında yapılan mutlak hatalar olduğu düşünülmektedir.



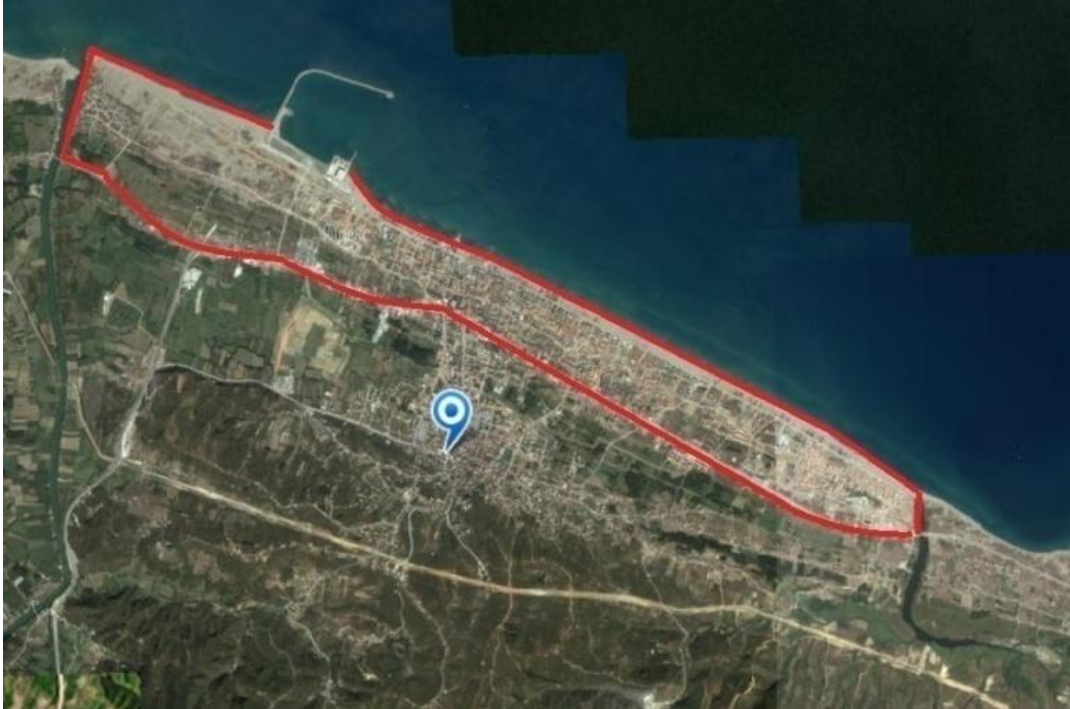
Şekil 4.6 2013 & 2011 yılları arazi sınıflandırma sonuçları



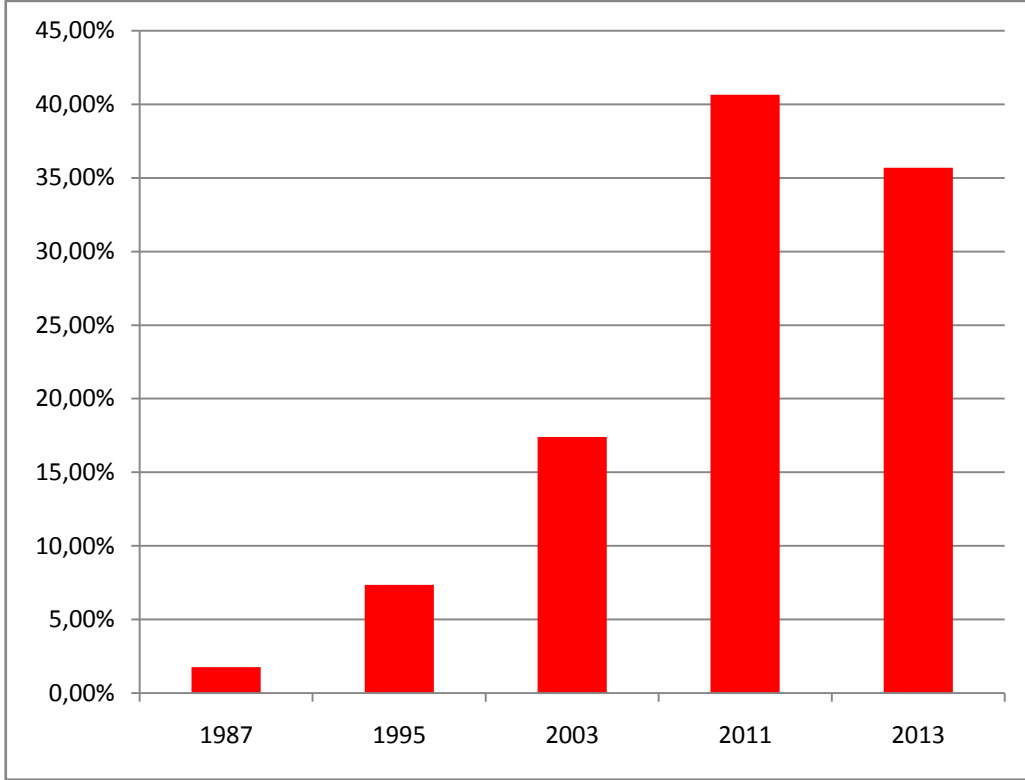
Şekil 4.7 2003 & 1995 yılları arazi sınıflandırma sonuçları



**Şekil 4.8** 1987 yılı arazi sınıflandırma sonuçları



**Resim 4.1** Sahil şeridi sınırı



**Şekil 4.9** Yıllara göre sahil şeridinde kentleşme oranı

Arazi kullanımında kullanılan sınıflandırma verilerinin doğruluğu hesaplanmıştır (Konu 3.8.5 Kontrollü Sınıflandırmanın Doğruluğu) (Çizelge 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7)

**Çizelge 4.3** 1987 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi.

SINIF	REFERANS TOPLAMI	TOPLAM SINIFLANDIRILAN	DOĞRU SAYISI	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU	KULLANICI DOĞRULUĞU
Su	69	69	69	% 100	% 100
Yeşil Alan	79	79	78	% 98,73	% 98,73
Kumsal	14	14	14	% 100	% 100
Tarım1+Boş	29	27	27	% 93,10	% 100
Tarım2	34	34	33	% 97,06	% 97,06
Yapılaşma	11	13	11	% 100	% 84,62
Bulut	14	14	14	% 100	% 100
TOPLAM	250	250	246		
Genel Sınıflandırma Doğruluğu % 98,40					

**Çizelge 4.4** 1995 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi.

SINIF	REFERANS TOPLAMI	TOPLAM SINIFLANDIRILAN	DOĞRU SAYISI	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU	KULLANICI DOĞRULUĞU
Su	62	62	62	% 100	% 100
Yeşil Alan	78	72	72	% 92,31	% 100
Kumsal	15	15	15	% 100	% 100
Tarım1+Boş	34	36	34	% 100	% 94,44
Tarım2	41	45	41	% 100	% 91,11
Yapılaşma	9	10	9	% 100	% 90
Bulut	10	10	10	% 100	% 100
TOPLAM	250	250	243		
Genel Sınıflandırma Doğruluğu % 97,20					

**Çizelge 4.5** 2003 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi.

SINIF	REFERANS TOPLAMI	TOPLAM SINIFLANDIRILAN	DOĞRU SAYISI	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU	KULLANICI DOĞRULUĞU
Su	67	67	67	% 100	% 100
Yeşil Alan	69	65	63	% 91,30	% 96,92
Kumsal	13	17	13	% 100	% 76,47
Tarım1+Boş	44	37	36	% 81,82	% 97,30
Tarım2	46	49	44	% 95,65	% 89,80
Yapılaşma	11	15	11	% 100	% 73,33
TOPLAM	250	250	234		
Genel Sınıflandırma Doğruluğu % 93,60					

**Çizelge 4.6** 2011 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi.

SINIF	REFERANS TOPLAMI	TOPLAM SINIFLANDIRILAN	DOĞRU SAYISI	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU	KULLANICI DOĞRULUĞU
Su	62	62	62	% 100	% 100
Yeşil Alan	74	71	69	% 93,24	% 97,18
Kumsal	12	12	12	% 100	% 100
Tarım1+Boş	28	27	27	% 96,43	% 100
Tarım2	41	44	39	% 95,12	% 88,64
Yapılaşma	15	16	15	% 100	% 93,75
Bulut	18	18	18	% 100	% 100
TOPLAM	250	250	242		
Genel Sınıflandırma Doğruluğu % 96,80					

**Çizelge 4.7** 2013 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi.

SINIF	REFERANS TOPLAMI	TOPLAM SINIFLANDIRILAN	DOĞRU SAYISI	ÜRETİCİ DOĞRULUĞU	KULLANICI DOĞRULUĞU
Su	66	66	66	% 100	% 100
Yeşil Alan	66	66	65	% 98,48	% 98,48
Kumsal	17	21	17	% 100	% 80,95
Tarım1+Boş	66	60	59	% 89,39	% 98,33
Tarım2	22	22	21	% 95,45	% 95,45
Yapılaşma	13	15	12	% 92,31	% 80
TOPLAM	250	250	240		
Genel Sınıflandırma Doğruluğu % 96,00					

#### 4.4 Risk Analizi

##### 4.4.1 Metod

Genel olarak, doğal felaket riski, bir sürü riskli, kırılğan olayın birleşimi olup, felaketten korunma yolları ve hasarı azaltma kapasitesi doğal olayın hasar riskinde büyük faktörlerdir. Bu nedenle, Kıyı erozyonu riski süreci; tehlike, kırılğanlık ve Korunma ve Azaltma kapasitesinin bileşkesi olarak belirtilmektedir (Deming, Aiping, Sangyun, Ping, Feng, Jianhui, Gang 2011).

##### 4.4.2 Risk Değerlendirme Prensipleri

Risk değerlendirmesi, doğa, insan, topluluk, ekonomik unsurları içermektedir. Bu nedenle, bu çalışmada biz değerlendirme göstergesini, riskli, kırılğan hususlar, felaketten korunma ve azaltma kapasitesi üzerine kuruldu (Deming, Aiping, Sangyun, Ping, Feng, Jianhui, Gang 2011).

$$R = H \times V / C \quad (4.1)$$



Bu formüldeki parametreler;

- R: Risk
- H: Potansiyel Felaket (insan, özellik veya sistemi zarara uğratan, tehdidin frekansı veya derecesi)
- V: Kırılabilirlik (Tehlikeden etkilenebilecek bölge, insan, kıyı kaybı)
- C: Felaketten korunma ve hasar azaltma kapasitesi

#### **4.4.3 Risk Bölümleme Standardı**

Kıyı erozyonunun çevresel sistem üzerinde etkilerinin tanımlanması çok karmaşık olduğundan, riski tam manasıyla tanımlamak çok zordur. Genel olarak derece bölümlemesinde kullanılan yöntemler; mantıksal bilgi sınıflandırması, karakteristik sınıflandırmadır. Derece bölümlemesi 3 veya 5 seviyede yapılmaktadır. Bu çalışmada, 3 seviyede mantıksal sınıflandırma sistemi kullanılarak, erozyon riski 3 seviyeye bölümlenmiştir. Bunlar, düşük risk, orta risk ve yüksek risktir. Bunlar, (1, 2 ve 3) olarak numaralandırılmıştır (Deming, Aiping, Sangyun, Ping, Feng, Jianhui, Gang 2011).

#### **4.4.4 Risk Değerlendirmesinde İndeks Sistemi Yapısı**

Kıyı erozyonu değerlendirilmesinde, doğal yer şekillerinin oluşumu, dinamik çevre ve insan hareketlerinin yapısı ve durumu dikkate alınmaktadır. Kıyı erozyonu ölçümlerinde, kıyı erozyonunun nedenleri ve oluşum süreçleri, kıyı erozyonunun durumu ortaya konularak, olası gelişim süreçleri hesaplanmaya çalışılır. Bu çalışmada kıyı erozyonunun tanımlanmasında kullanılabilir etkilenen ana faktörler dikkate alınmıştır. Aynı zamanda, değerlendirme tablosunun uygun olup olmadığı, değerlendirme verilerinin uygunluğu ve değerlendirme sonuçlarının gerçekçiliğinin incelenmesi amacıyla kıyı erozyonu riski değerlendirmesi için indeks sistemi geliştirilmiştir (Çizelge 4.2) (Deming, Aiping, Sangyun, Ping, Feng, Jianhui, Gang 2011).

#### 4.4.5 Risk Değerlendirmesinde İşlem Adımları

Risk değerlendirmesinde temel adımlar;

- Değerlendirme indeksleri için sayısallaştırma. (değer verme)
- Bazı hesaplama kurallarına göre her bir birim riskin göreceli değerinin büyüklüğünün hesaplanması ve karşılaştırması (Çizelge 4.8)

Çizelge 4.2 de geçen tehlike, kırılma ve kapasite değerlerinin hesaplanmasında şu formüller kullanılır.

$$R = H \times V / C \quad (4.1)$$

$$N = (Ct + St + Hw) / 3 \quad (4.2)$$

$$Hu = Cl \quad (4.3)$$

$$M = Er \quad (4.4)$$

$$H = (N + Hu + Hw) \quad (4.5)$$

$$Se = (Hd + Pg + Fz) / 3 \quad (4.6)$$

$$V = Se \quad (4.7)$$

$$Pr = (Rg + Pm) / 2 \quad (4.8)$$

$$C = Pr \quad (4.9)$$

Yukarıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanan “R” değerine göre risk; 1’den 9’a kadar bir sayı olarak hesaplanır. Çıkan değerlere göre risk derecesi:

- $1/3 < R < 3$  Düşük risk
- $3 < R < 6$  Orta risk
- $6 < R < 9$  Yüksek risk

#### 4.4.6 Sahil Şeridinde Risk Analizi

Kıyı Çizgilerinin Değerlendirilmesi Bölümünde (Bölüm 4.1) 1987 – 2013 arasındaki kıyı çizgileri çizilmiş ve kıyıda 11 kritik nokta belirlenerek bu noktalardaki kıyı değişimi incelenmiştir (Çizelge 4.2) (Şekil 4.2).

**Çizelge 4.8** Risk analizinde indeks çizelgesi (Deming, Aiping, Sangyun, Ping, Feng, Jianhui, Gang 2011)

Tasarı	Faktör	İndeks	Ayırma Standardı	Risk Derecesi
Tehlike (H)	Doğal Faktörler (N)	Kumsal Kıyı Tipi (Ct)	Düz Kumsal Kıyısı	3
			Kavis Kumsal Kıyısı	2
			Korumalı Kumsal Kıyısı	1
		Dalga Şiddeti (St)	> 3,0 m	3
			1,5 ~ 3,0 m	2
			<1,5 m	1
		Ortalama Dalga Yüksekliği (Hw)	> 3,0 m	3
			1,5 ~ 3,0 m	2
			<1,5 m	1
	İnsan Faktörü (Hu)	Kıyıda Kentleşme Seviyesi (Cl)	>%70	3
			%35 - %70	2
			<%35	1
	Kıyı Dinamik Faktörü (M)	Kıyı Erozyon Şiddeti (Er)	Güçlü, Ciddi Erozyon	3
			Erozyon, Mikro Erozyon	2
			Tıkanan Erozyon, Durağan	1
Kıyı Erozyonu Kırılabilirliği (V)	Sosyo Ekonomik Durum (Se)	Nüfus Yoğunluğu (Hd)	>1000 Kişi/Km <sup>2</sup>	3
			100 ~ 1000 Kişi/Km <sup>2</sup>	2
			<100 Kişi/Km <sup>2</sup>	1
		Kişi Başına Düşen GSYİH Ülkedeki Sırası (Pg)	55 - 81	3
			28 - 54	2
			1 - 27	1
		Kıyı Fonksiyon Bölümü (Fz)	Koruma Alanı	3
			Endüstriyel Bölge, Turist Alanı, Tarımsal Balıkçılık Alanı	2
			Korunmuş Alan	1
Kapasite (C)	Önleme ve Azaltma (Pr)	Ülke İçinde Gelişmişlik Sırası (Rg)	55 - 81	1
			28 - 54	2
			1 - 27	3
		Kişi Başı Emeklilik ve Sosyal Güvenlik Katılımı (Pm)	>%70	1
			%40 - %70	2
			<%40	3

Kıyı şeridinde risk analizi yaparken sahil şeridi 21 kritik noktadaki kıyı değişimleri göz önüne alınarak 7 kısma ayrılmıştır. Bu kısımlar 11 kritik noktaya göre 1 – 9, 9 – 11,

12 – 13, 13 – 14, 14 – 16, 16 – 19, 19 – 21 nolu kritik noktalar arası alanlar olarak tarif edilebilir. Risk analizi yapılırken gerekli parametreler şu şekilde belirlenmiştir:

**Kumsal kıyı tipi (Ct):** 3.1.3.3 Karasu kıyı alanı morfolojisi konusunda çalışma alanının sahil şeridi kuzeybatı – güneydoğu istikametinde, girinti çıkıntı yapmadan düz bir uzanışa sahip olduğu belirtildiğinden kumsal kıyı tipi “Düz kumsal kıyısı” olarak belirlenmiştir. Ayrılan kısımlardan 13 – 14 kısmı liman alanına ve 14 – 16 kısmı ayırık dalgakıranların olduğu alana geldiğinden bu kısımlar “Korumalı kumsal kıyısı” olarak belirlenmiştir.

**Ortalama dalga yüksekliği (Hw):** Çalışma alanının dalga istatistiğine bakıldığında etkin dalga yönünde dalga boyunun 5 m ye ulaştığı görülecektir (Şekil 3.3). 13 – 14 kısmı limanın koruması altında olduğundan bu kısımda dalga yüksekliği 1,5 m den küçük kabul edilmiştir. Benzer şekilde 14 – 16 kısmı ayırık dalgakıranların koruması altında olduğundan bu kısımda dalga yüksekliği 1,5 ~ 3,0 m olduğu kabul edilmiştir.

**Kıyadaki kentleşme seviyesi (Cl) :** 2013 yılı arazi kullanımını incelendiğinde Sakarya Nehrinin Batısında kıyı kentleşmesinin olmadığı, doğu kısmında ise yoğun bir yapılaşma olduğu görülmektedir (Şekil 4.6). Batı kısmında kentleşme olmadığından bu kısımlarda kentleşme parametresi “Cl” %35 den küçük alınmıştır. Doğu kısmının kıyı kentleşme oranı ise %35 - %70 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.9).

**Kıyı Erozyon Şiddeti (Er):** Belirlenen 11 kritik noktada alınan kesitlerden 1987 yılından günümüze; 9. kesite kadar kıyı erozyonu tespit edilmemiştir. 9. kesitten itibaren liman etki alanının başladığı 13. kesite kadar ciddi erozyon olduğu tespit edilmiştir. Ayırık dalgakıranlarla koruma altında olan 14. ve 16. kesit arasında da 2013 değerlerine göre erozyon tespit edilmemiştir. 19. ve 21. kesitlerde ise “Erozyon & Mikro Erozyon” seviyesinde gerileme olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

**Nüfus Yoğunluğu (Hd):** Karasu ilçesinin yüzölçümü 477 km<sup>2</sup>, ilçe merkezinin yüzölçümü ise 48 km<sup>2</sup> dir (İnt.Kyn.10). Kent merkezinde yaşayan nüfus, 2012 verilerine göre 30 746 dır. Bu değerlerden kilometre kare alana 640 kişi düştüğü hesaplanmıştır.

**Kişi Başına Düşen GSYİH Ülkedeki Sırası (Pg):** Sakarya Valiliği İl Brifingi'nde (2013) 33. sırada olduğu belirtilmiştir.

**Kıyı Fonksiyon Bölümü (Fz):** Liman bölgesi ve ayırık dalgakıranların olduğu bölge “Korunmuş alan” olarak belirlenmiş, kıyı değişiminin mikro düzeyde olduğu 1 – 2 alanı “Endüstriyel bölge, turist alanı, tarımsal balıkçılık alanı” olarak, erozyon tehdidindeki diğer alanlar ise “Koruma alanı” olarak belirlenmiştir.

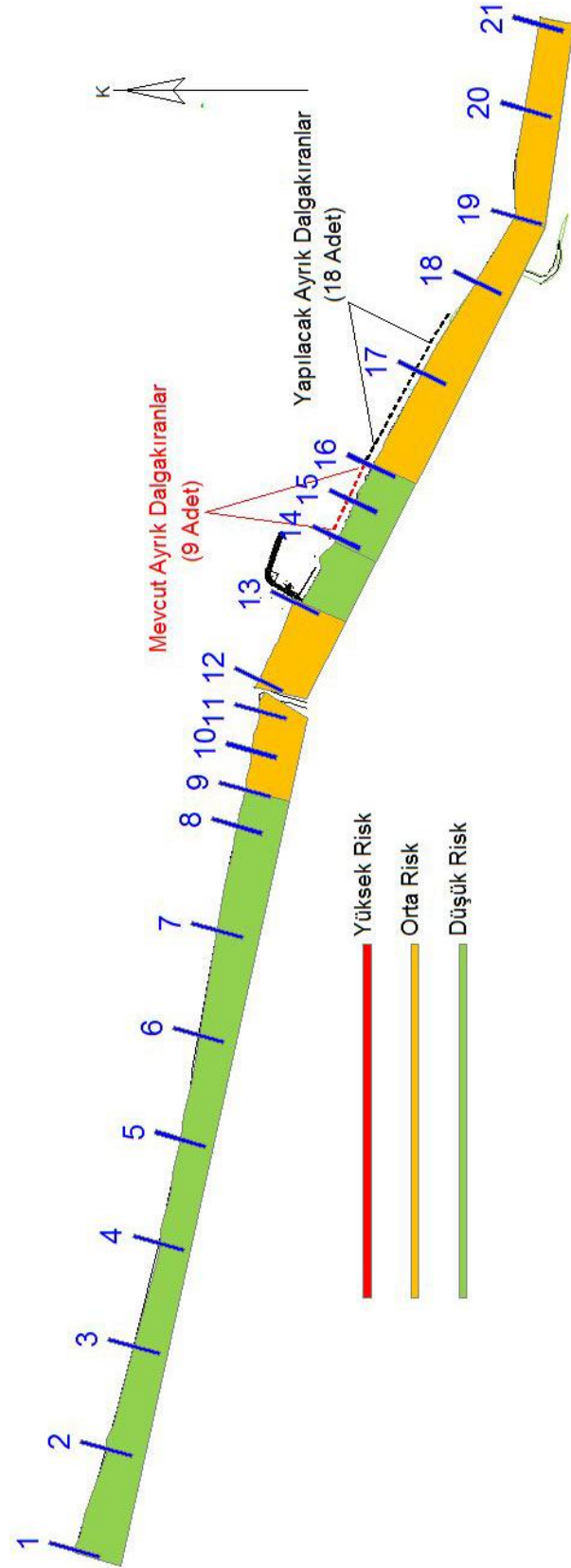
**Ülke İçinde Gelişmişlik Sırası (Rg):** Sakarya Valiliği İl Brifingi'nde (2013) 18. sırada olduğu belirtilmiştir.

**Kişi Başı Emeklilik ve Sosyal Güvenlik Katılımı (Pm):** Sakarya Valiliği İl Brifingi'nde Sakarya ilinde Sosyal Güvenlik Kapsamında Nüfusun İl Nüfusuna Oranı %85,72 olarak belirtilmiştir.

İncelenen 7 kısımdaki risk değerleri hesaplaması Çizelge 4.9'da verilmiş çıkan sonuca sahil şeridi risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.10).

**Çizelge 4.9** Risk hesaplama tablosu

	1 - 9	9 - 11	12 - 13	13 - 14	14 - 16	16 - 19	19 - 21
Ct	3	3	3	1	1	3	3
St	3	3	3	2	2	3	3
Hw	3	3	3	1	2	3	3
$N = (Ct+St+Hw)/3$	3	3	3	1,333333	1,666667	3	3
Hu = Cl	1	1	2	2	2	2	1
M = Er	2	3	3	1	1	2	3
$H = (N+Hu+M)/3$	2	2,333333	2,666667	1,444444	1,555556	2,333333	2,333333
Hd	1	1	2	2	2	2	1
Pg	2	2	2	2	2	2	2
Fz	2	3	3	1	1	3	3
$V = Sg = (Hd+Pg+Fz)/3$	1,666667	2	2,333333	1,666667	1,666667	2,333333	2
Rg				2			
Pm				1			
$C = Pr = (Rg+Pm)/2$				1,5			
$R = H * V / C$	2,22222	3,11111	4,14815	1,60494	1,7284	3,62963	3,11111
<b>YÜKSEK RİSK (6&lt;R&lt;9)</b>							
<b>ORTA RİSK (3&lt;R&lt;6)</b>							
<b>DÜŞÜK RİSK(1/3&lt;R&lt;3)</b>							



Şekil 4.10 Sahil şeridi risk haritası

## 5. SONUÇ

İnsanoğlunun dünya üzerinde var olmasından bu yana su insanlar için en önemli varlıklardan biri olmuştur. İnsanoğlu ortaçağ dönemine kadar akarsulardan içme suyu ve tarımda sulama amaçlı olarak yararlanmış, şehirlerini akarsu yakınlarına kurmuştur. İnsanlık tarihi boyunca kurulan şehirlerin ve ülkelerin gelişmek için ticarete, ticaret için ise deniz taşımacılığına başvurdukları görülmektedir. Tarihte kıyıları boyunca kurulan medeniyetler, dönemleri içerisinde önemli yer etmişlerdir. Bu nedenle insanlık tarihi boyunca kurulan şehirler kıyı bölgelerinde veya akarsu yakınlarında kurulmuşlardır. Günümüzde de ülkemizde ve dünyada en yoğun yerleşimlerin kıyı alanlarında oldukları görülmektedir.

Önceleri sulama ve içme suyu ihtiyacı ve taşımacılık faaliyetleri ile ilkel balıkçılık amacıyla kullanılan akarsu ve denizler, özellikle sanayi devriminden sonra artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla da kullanılmaya başlanmış, üzerlerine baraj HES vb yapılar yapılmıştır. Artan ulaşım imkanları (gerek altyapı gerekse taşıt teknolojisi vb) kıyı alanlarını baskı altına almaya başlamıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte daha kolay ve daha çeşitli pazarlara ulaşabilmek için ulaştırma altyapısının gelişmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Ulaştırma altyapısının gelişmesi turizm faaliyetlerinin artmasına, bir başka deyişle kıyı alanlarında otel, yazlık evler vb turizm amaçlı yapıların yapılmasına neden olmuştur. Bütün bu sayılan faktörler kıyı alanlarının doğal yapısı üzerinde büyük baskılar oluşturmuştur.

Bu çalışmada anlatılan sebeplerin hepsinden etkilenen Karasu Kıyısı incelemeye alınmıştır. Çalışma alanının farklı zamanlara ait uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ile seçilen çalışma alanında kıyı değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. 1987 yılından 2013 yılına kadar, 26 yıllık, kıyı değişimi izlenmiş ve erozyonu önlemek için inşa edilen ayırık dalgakıranların da etkisi belirlenerek risk analizi yapılmıştır.

Kıyı erozyonuna neden olduğu düşünölen sebeplerden bahsedecek olursak; çalışma alanı için kıyıyı besleyen en önemli unsur Sakarya Nehridir. Sakarya nehrinde HES ve içme suyu amaçlı barajlar inşa edilmiş ve edilmeye devam edilmektedir. Bu barajlar nehrin doğduğu yerden başlayarak ve nehrin diğer kollarından gelen sedimentin kıyıyla buluşmasını engellemiştir. Bu yapıların olumsuz etkilerine bakıldığında 1975 yılından itibaren askı maddesi sürekli azalmış ve bu oranın % 40 - 65 gibi çok ciddi değerlere vardığı görölmüştür. Nehirden gelen sediment miktarını azaltan sadece bu barajlar olmamış, kum ve çakıl ocakları da kontrolsüz işletildiğinden bu tesislerde doğal dengenin bozulmasında önemli rol oynamıştır.

Sakarya Nehrindeki sediment miktarını azalmasına sebep olan tek faktör barajlar değildir. TÜİK'in verilerine göre maden gruplarında en büyük payı %45 ile kum-çakıl sektörü oluşturmaktadır. Bu payda en büyük söz sahibi olan il ise %18'lik bir dilimle Sakarya'dır. Sakarya'da yaklaşık 25 adet ruhsatlı ocak bulunurken 60 adet ise ruhsatsız ocak bulunmaktadır. Bu durum sediment miktarının azalmasında göz önünde bulundurulması gereken bir faktördür.

Denizde ise kum midyesi avcılığı kıyı morfolojisini bozan başka bir önemli sebeptir. 2005 yılı itibariyle Türkiye'de kum midyesi avcılığı yapan 39 adet tekne belirlenmiş olup, teknelerin %33'ünün Sakarya ilinde faaliyet gösterdiği tespit edilmiştir. 2012 yılına kadar hiçbir denetim olmadan gemiler bölgede faaliyet göstermiştir. Deniz dibinde, gelen dalğanın enerjisini kıran, doğal dalgakıran vazifesi gören kum tepecikleri midye avcılığı sırasında zamanla ortadan kaldırılmıştır. Bu nedenle kıyıya gelen dalğanın enerjisini kırarak bir engel kalmadığından dalgalar kıyıya yüksek enerji ile gelmektedir ve zarar vermeye başlamıştır.

Sakarya İli Karasu İlçesi hinterlandı bakımından Sakarya, Düzce, Kocaeli, Zonguldak ve hatta İstanbul da bulunan ticaret bölgelerine yakın konumda olması nedeniyle balıkçı barınağı olarak başlanılan proje Yüksek Planlama Kurulu kararı ile limana dönüştürölmüştür. Nehir ağzının doğusuna konumlandırılan bu yapı, limana çevrilirken mendirek boyu uzatılmış, bu sayede zaten barajlar, kum ocakları vb. sebepler sayesinde



miktarı %40 - 65 oranında azalan sedimentin kıyıya ulaşmasını engellemiştir. Yapılaşmanın artması ve şehir hayatının gelişmesiyle, kıyıda doğanın uzun yıllarca oluşturduğu set vazifesi gören kum yığınları tesviye edilmiş, kum tutan *Cionura Erecta* ve *Leymus Racemosus* bitkileri tahrip edilmiştir.

Bu sebeplerin hepsi kıyıda giren ve çıkan madde dengesini yani hidrodinamik dengeyi bozmuştur. Bu eşitliğin bozulması ya erozyonu ya da dolma durumunu ortaya çıkarmaktadır. Karasuda ise sistemden çıkan maddenin fazla olması kıyı erozyonuna sebep olmuştur. 1987 yılından beri Nehir ağzının her iki tarafında 250 – 300 m civarında gerileme tespit edilmiş bu alanlar orta düzey riskli alan olarak belirlenmiştir. Nehir ağzının her iki tarafında gerilemeyi durdurmak için gerekli etüt çalışmaları yapılarak uygun tahkimat projeleri oluşturulmalı ve tatbik edilmelidir. Gerekirse bu alanlarda yapay besleme yöntemi kullanılarak kum serpilebilir. Nehrin batısına doğru yaklaşık 3 km den sonra kıyının dengede olduğu sonucuna varılmıştır ve bu alanlar risk analizinde düşük riskli alan olarak tespit edilmiştir. Nehrin doğusuna doğru, gerileyen nehir ağzını biraz geçtikten sonra limanın mendireğine doğru, mendirekten kaynaklanan yaklaşık 150 m kum birikmesi olduğu tespit edilmiştir. Şehirleşmenin yoğunlaştığı alanlarda 2011 yılına kadar erozyon tespit edilmiş, 2011 yılından sonra AYGM tarafından yapılan tahkimatların sonuç verdiği ve bu alanların risk analizinde düşük riskli alanlar olarak tespit edildiği görülmüştür. İyileşmeyi hızlandırmak adına bu alanlara da yapay besleme yöntemi uygulanarak kum serpilebilir, mevcut ayırık dalgakıranlar bu beslemeyi koruyacaktır. Yapılan dokuz adet ayırık dalgakıranların doğusunda kalan kısımdaki kıyı çizgisi geçmiş yılların gerisine düşmüştür ve bu alanlar orta düzey risk grubundadır ve risk altındadır. Bu alanlarda kıyı gerilemesi başlamadan yapılması gereken 18 ayırık dalgakıran derhal yapılmalıdır. Bahsi geçen 18 adet ayırık dalgakıranın ihalesi 2013 yılında yapılmış, ve 18 ayırık dalgakıranın 2014 yılına kadar bitirilmesi planlanmıştır. 2009 yılından beri kısım kısım yapılan bu tahkimatın geri kalanı tek seferde yapılacağından kıyının geri kalanı daha fazla tahrip olmadan kurtarılabilir. 27 adet ayırık dalgakıranın inşaatı tamamlandıktan sonra inşaat alanının doğusunda kalan ve risk analizinde orta düzey riskli alan çıkan bölgenin sürekli gözetim altında tutulması düzenli periyotlarla kıyının durumu incelenmelidir. Yapılan bu tahkimatların korunması, kontrolsüz midye avcılığının önlenmesi, kontrolsüz kum-

çakıl çıkarımının önlenmesi hidrodinamik denge için önem arz etmektedir. İlâveten can ve mal kayıplarının azaltılması için, sahil şeridinde 1987 yılından beri genel anlamda sürekli artan kontrolsüz yapılaşma kontrol altına alınmalı, kıyı kanununa uygun yapılaşma konusunda halk ve yerel yönetim hassas davranmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

Altuntaş, C., Çorumluoğlu, Ö. (2002). Uzaktan Algılama Görüntülerinde Dijital Görüntü İşleme ve RS Image Yazılımı. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, Konya

Anonim, 2008. Sakarya İl Çevre Durum Raporu2008,. Sakarya Valiliği Çevre Orman İl Müdürlüğü. Sakarya

Anonim, 2012. Karasu Kıyı Alanı Kıyı Daralması Raporu, TMMOB, Ankara

Anonim, 2013. İl Brifingi. Sakarya Valiliği Sakarya.

Bayram, B. (1998). İstanbul Örneğinde Uydu Görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Bütünleştirilmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Dalgıç, G. (2006). Karadeniz Kum Midyesi Chamelea Gallina (L., 1758) Populasyonunun Üreme Periyodu ve Büyüme Performansının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

Deming, M., Aiping, F., Sangyun, W., Ping, L., Feng, C., Jianhui, L., Gang, L. (2011) Coastal Erosion Risk Assessment of Sandy Coast,

Demir Z, Müderrisoğlu H, Aksoy N, Aydın ŞÖ, Özkara H. (2010). Effects Of Second Housing And Recreational Use on Pancratium Maritimum L. Population in Western Black Sea region of Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment Vol, 8:* 890-894.

Demir, E., Ateş, S. (2009). Uzaktan Algılamada Çözünürlüğe Bağlı Veri Kazanımı Potansiyeli. TMMOB Harita Mühendisleri Odası 12. Türkiye Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 11 – 15 Mayıs.

Doğan, E., Burak, S. ve Akaya, M. A. (2005). Türkiye Kıyıları Kavramsal Tanımlama-Planlama-Kullanım. Beta Basım Yayım Dağ. Őti., İstanbul.

Doğan, İ. (2008). Uzaktan Algılama Verileri İle Kıyı Çizgisi Değişiminin Zamansal Olarak Belirlenmesi Alaçatı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Ekercin, S. (2007). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Tuz Gölü ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

Işık, S., Şaşal, M., Doğan, E. (2006). Sakarya Nehrinde Barajların Mansap Etkisinin Araştırılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakóltesi Dergisi*, 21: 3: 401-408.

İkieli, C., Ustaoğlu, B. (2011) Sakarya Deltasının Doğu Kesiminde Kıyı Çizgisi Değişiminin Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Analizi. *Türk Coğrafiya Kurumu Yayınları*, 5: 483 – 492

Kapdaşlı, S., Maktav, D. ve Sunar, F. (1997). Kıyı Mühendisliğinde Ölçüm Teknikleri ve Uzaktan Algılama Teknolojisi Gereksinimi. 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, Bursa.

Kay, R., ve Alder, J. (1999) Coastal Planning and Management, E&FN Spon. New York.

Ketchum, B. H. (1972). The Water's Edge: Critical Problems of the Coastal Zone, MIT Press, Cambridge

Kutoğlu,H., Oruç, M., Şeker, D., Z., Görmüş, K., S., Gazioğlu, C., Tutkun, N. (2010). Batı Karadeniz Bölgesi Karasu Sahil Kesiminde Kıyı Erozyonu'nun Zamansal Analizi. Türkiye' nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal konferansı, Trabzon 27 Nisan – 1 Mayıs

Maktav, D. (1993). Uzaktan Algılamada Mikro Bilgisayar Bazlı Yazılım ve Donanım İlişkilerinin Ekonomiklik Açısından İrdelenmesi ve Öneriler. *İTÜ Dergisi*, **95: 3**: 25-30.

Olgun, A (2012). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemiyle Göksu Deltası Kıyı izgisi Değişiminin İzlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Ongan, S. E. (1997). Arazi Kullanımı ve Kıyı Alanlarının Yönetimi. Ulusal evre Eylem Planı, Ankara.

nder, M. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama. Hacettepe Üniversitesi Matbaası, Ankara.

zcan, O., Musaoğlu, N., Şeker, D., Z. (2009) Taşkın Alanlarının CBS ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi Sakarya Havzası rneği. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara 11 – 15 Mayıs

Sabins, F. F. (2000). Remote Sensing Principles and Interpretation Remote Sensing Enterprises, Incorporated and University of California, Los Angeles.

Saral, A., Musaoğlu, N. (2011) ok Kriterli ve Bilgi Difüzyonu Yöntemleri İle Taşkın Risk Analizi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita ve Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara 18 – 22 Nisan.

Sesli, F. A. (2006). Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İncelenmesi. *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, **95**: 11-17.

Sesören, A. (1998). Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. Mert Matbaacılık Sanatları, İstanbul.

Şengörür, B. (2001). Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi. *Türk J Engin Environ Sci*, **25**: 415 – 425.

Tağıl, Ş., Cürebal, İ. (2004) Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimini Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, **15**: 51-68

Yanlı, T. (2002). The Application of GIS and RS for Coastline Change Detection and Risk Assesment to Enhanced Sea Level Rise. Master of Science, Universty of Twente, International Institute For Geoinformation Science and Earth Observation Enschede, Twente, Netherlands.

### **İnternet**

- 1 [http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/2KKP\\_db6920adcd0457a\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/2KKP_db6920adcd0457a_ek.pdf) 28.06.2011
- 2 [http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/RSC\\_WEB/index.php?id=ua](http://www.mta.gov.tr/v2.0/birimler/RSC_WEB/index.php?id=ua) 15.03.2013
- 3 [http://landsat.usgs.gov/LDCM\\_Landsat8.php](http://landsat.usgs.gov/LDCM_Landsat8.php) 01.06.2013
- 4 <http://www.nrcan.gc.ca/earth-sciences/geography-boundary/remote-sensing/fundamentals/1920> 28.06.2013
- 5 <http://rasat.uzay.tubitak.gov.tr/about/> 13.06.2013
- 6 [http://www.tmmob.org.tr/resimler/ekler/6f7fa26fe995a75\\_ek.pdf](http://www.tmmob.org.tr/resimler/ekler/6f7fa26fe995a75_ek.pdf) 12.02.2013
- 7 <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul> 19.05.2013
- 8 <http://www.dsi.gov.tr> 03.06.2013
- 9 [http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/2006\\_3/sayfa401-408\\_.pdf](http://www.mmfdergi.gazi.edu.tr/2006_3/sayfa401-408_.pdf) 19.05.2013
- 10 <http://www.sakaryakarasu.bel.tr/karasu/karasu-hakkinda.html> 08.07.2013

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Murat AYDIN  
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa, 28/06/1987  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon/e-posta) : [murataydin87@windowlive.com](mailto:murataydin87@windowlive.com),  
[murat.aydin@udhb.gov.tr](mailto:murat.aydin@udhb.gov.tr)

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Gaziantep Lisesi (2001-2005)  
Lisans : Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi  
Harita Mühendisliği Bölümü (2005-2009)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği ABD (2011-2013)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Aynıyap Harita Gaziantep (2009 – 2010)  
Öz-Er & Maz İş Ortaklığı (2010 – 2011)  
Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı  
XIII. Bölge Müdürlüğü (2011 – Halen)