

**T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KOÇAÇAY DELTASI VE ULUABAT GÖLÜNÜN UZAKTAN ALGILAMA
METODLARI KULLANILARAK İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yener SAÇIN

Balıkesir, Haziran-2010

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KOCACAY DELTASI VE ULUABAT GÖLÜNÜN UZAKTAN ALGILAMA
METODLARI KULLANILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yener SAÇIN

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emel İRTEM

Sınav Tarihi: 28.06.2010

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Emel İRTEM (BAÜ) (Danışman)

Prof. Dr. Sedat KABDAŞLI (İTÜ)

Yrd. Doç. Dr. Şinasi KAYA (İTÜ)

Enstitü Yönetim Kurulunun tarih sayılı oturumunun nolu kararı ile
..... Mezun olmuştur.

Balıkesir, Haziran-2010

ÖZET

KOCAÇAY DELTASI VE ULUABAT GÖLÜNÜN UZAKTAN ALGILAMA METODLARI KULLANILARAK İNCELENMESİ

Yener SAÇIN
Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
İnşaat Anabilim Dalı

(Yüksek Lisans Tezi / Tez Danışmanı : Doç.Dr. Emel İRTEM)

Balıkesir, 2010

Hızlı nüfus büyümesi ve insan aktiviteleri nedeniyle kıyı alanları çok yoğun bir şekilde turizm ve tarımsal amaçlı olarak ve endüstri sektöründe kullanılmakta ve bu yüzden telafi edilemez biçimde bozulmaktadır. Kıyı alanları ayrıca fırtına dalgaları, tsunamiler, gelgitler ve deniz seviyesi değişimleri gibi bazı doğal felaketlerden de kötü bir şekilde etkilenirler. Ekolojik açıdan kıyı alanlarının sürdürülebilirliği çok önemlidir. Özellikle dünyadaki kıyıların % 13'ünü oluşturan lagünler çok değerli ekosistemlerdir.

Çalışma alanı Bursa ili içinde Kocaçay nehir deltası, delta ağzındaki Arapçiftliği, Dalyan ve Poyraz Gölleri ile Ulubat gölüdür. Çalışma alanı içinde yer alan Arapçiftliği Gölü, Poyraz Gölü ve Dalyan Gölündeki değişimler ve Marmara deniz yakınlarındaki Kocaçay nehir ağzındaki kıyı çizgisi değişimi 2000-2007 yılları arasında, Uluabat Gölü ise 2000-2005 periyodunda uzaktan algılama methodu ile değerlendirilmiştir. Uydu fotoğraflarının kullanılmasında Intergraph-Geomedia 6.1 uzaktan algılama ve GIS programı kullanılmıştır. Bunun dışında, EIE Akım Gözlem İstasyonu verileri, DSI su değişim ve meteoroloji verileri de incelenmiştir.

Sonuç olarak, Arapçiftliği Gölü, Dalyan Gölü ve Uluabat Gölü alanlarının fark edilir şekilde küçüldüğü görülmüştür. Tezde bu değişimlerin miktarları ve nedenleri verilmiş, öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler : Kocaçay deltası, Arapçiftliği gölü, Dalyan Gölü, Poyraz gölü, uzaktan algılama methodu

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE KOCACAY DELTA AND ULUABAT LAKE BY USING REMOTE SENSING METHODS

Yener Sacin

Balıkesir University, Institute of Science, Department of Civil Engineering

(M.Sc. Thesis /Supervisor: Assoc. Prof. Emel İRTEM)

Balıkesir – Turkey, 2010

Owing to rapid population growth and human activities, coastal areas have very intensively been used for tourism and agricultural purposes and used in the industry sector, and therefore, they have deteriorated irreparably. Coastal areas are also affected by some natural disasters and events, such as extreme storm waves, tsunamies, tides and sea level changes. Ecologically, sustainability of coastal areas is crucial. In particular, lagoon groups, which are constitute about 13 percent of the coasts in the world, are very valuable ecosystems.

The study site is the Kocacay (Susurluk) River Delta and Lake Arapçiftliği, Lake Dalyan Lake Poyraz at the Kocaçay River mouth and Lake Uluabat in the Bursa province, Turkey. Changes in Lake Arapçiftliği, Lake Poyraz and Lake Dalyan situated in the study area and shoreline change at the Kocaçay River mouth close to Sea of Marmara evaluated with remote sensing method between 2000 and 2007, changes in Lake Uluabat evaluated between 2000 and 2005. Intergraph-Geomedia 6.1 remote sensing and GIS software was used to be utilized of the satellite pictures. Besides, it was benefited from flow data obtained by EIE observation station and meteorological data obtained by DSI.

The results shows that Lake Arapçiftliği, Lake Dalyan and Lake Uluabat has experienced a noticeable decrease. In this thesis, the amount of these changes was given with supporting reasons and various proposals was presented.

Key words: the Kocaçay river delta, Lake Arapçiftliği, Lake Dalyan Lake Poyraz and Lake Uluabat, remote sensing methods.

TEŐEKKÖRLER

Öncelikle yüksek lisans eğitimimde danışmanlığımı üstlenen Doç.Dr. Emel İRTEM'e, tez çalışmamda desteklerini esirgemeyen İTU İnşaat Fakóltesinden Prof.Dr. Sedat KABDAŞLI ve Yrd.Doç.Dr. Şinasi KAYA'ya, EIE ve DSI Genel Müdürlüğüne teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER		iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ		vii
ŞEKİLLER DİZİNİ		viii
TABLolar LİSTESİ		xi
1	GİRİŞ	1
1.1	Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	3
2	TEMEL BİLGİLER	9
2.1	Kıyı Alanları ile İlgili Temel Tanımlar	9
2.1.1	Kıyı Alanlarında Karşılaşılan Problemler	18
2.2	Elektromanyetik Enerji ve Atmosferik Etkenler	19
2.2.1	Elektromanyetik radyasyon	19
2.2.1.1	Elektromanyetik Dalgalar	20
2.2.1.2	Elektromanyetik Spektrum	21
2.3	Işık	23
2.3.1	Işığın Polarizasyonu	23
2.4	Cisimlerin Spektral Yansıması	24
2.4.1	Bitki Örtüsünün Spektral Yansıması	25
2.4.2	Suların Yansıma Özelliği	27
2.4.3	Toprağın Yansıma Özelliği	27
2.5	Dijital Veri	29
2.5.1	Dijital Veri ile Vektörel Veri Arasındaki Farklılıklar	30
3	MATERYAL METOD	32
3.1	Kullanılan Bilgisayar Donanımı ve Yazılımlar	32
3.2	Kullanılan Veriler	32
3.3	LANDSAT- 4,5	33
3.4	Uydu Görüntülerinin Sayısallaştırılması	37
3.4.1	Formatı .img Olan Verilerin .tiff Formatına Çevrilmesi	37
3.4.2	Uydu Görüntülerinin Jeoreferanslanması, Koordinatlanması ve Veri Tabanına Yazdırılması	39
3.4.3	Uydu Görüntülerininin Sayısallaştırılması	42

3.4.4	Uydu Görüntülerinin Kontrolü ve Karesel Ortalama Hatası	42
4	ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	44
4.1	Kocaçay Deltası	44
4.1.1	Konumu	44
4.1.2	Jeolojik Yapısı	47
4.1.2.1	Kum Fasiyesi	50
4.1.2.2	Siltli Kum Fasiyesi	51
4.1.3	İklimi	51
4.1.4	Bitki Örtüsü	52
4.1.5	Fauna Elemanları (Balıklar, Amphibiler, Sürüngenler)	53
4.2	Uluabat Gölü	54
4.2.1	Konumu	54
4.2.2	Jeolojik Yapısı	55
4.2.2.1	Drenaj Verileri	55
4.2.2.2	Morfolojik Veriler	56
4.2.2.3	Sedimentolojik Veriler	58
4.2.3	Bitki Örtüsü	59
4.2.4	Fauna Elemanları (Balıklar, Amphibiler, Sürüngenler)	60
4.2.5	Arkeolojik Durumu	61
5	VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	62
5.1	Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu Verilerinin Değerlendirilmesi	62
5.2	Yağış ve Buharlaşma Verilerinin Değerlendirilmesi	63
5.3	Uluabat Gölü Seviye Değişimlerinin Değerlendirilmesi	64
5.4	Uydu Verilerinin Değerlendirilmesi	64
5.4.1	Kocaçay Yatak Boykesiti, Kıyı Çizgisi Değişimleri	64
5.4.2	Arapçiftliği, Dalyan ve Poyraz ile Uluabat Göllerindeki Değişimler	70
5.4.2.1	Arapçiftliği Gölü ile İlgili Değerlendirmeler	73

5.4.2.2	Dalyan ve Poyraz Gölleri ile İlgili Değerlendirmeler	77
5.4.2.3	Uluabat Gölü ile İlgili Değerlendirmeler	80
6	SONUÇLAR	85
7	KAYNAKLAR	87
EKLER		
EK 1	Bölgeye Ait Aylık Ortalama Yağışlar	
EK 2	Debi Analizi	
EK 3	Uluabat Gölü Seviye Değişimleri	

KISALTMALAR

AGA	: Anlık Görüş Açısı
AGİ	: Akım Gözlem İstasyonu
CAD	: Computer Aided Design
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CORINE	: Commision of European Enviroment
DMİ	: Devlet Meteoroloji İstasyonu
EMR	: Elektromanyetik Radyasyon
EMS	: Elektromanyetik Spektrum
ERTS	: Earth Resources Technology Satallite
ETM+	: Enhanced Thematic Mapper Plus
GIS	: Geographic Information System
HGK	: Harita Genel Komutanlığı
ILEMOD	: İl Envanteri Modernizasyonu
LANDSAT	: Land Satellite
MSS	: Multispectral Scanner System
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
RBV	: Return Beam Vidicom
SHF	: Super High Frequency
SPOT	: Systeme Probatoire de L'observation de la Terre
TDRS	: Tracking and Data Relay Satellite
TM	: Thematic Mapper
UA	: Uzaktan Algılama
UHF	: Ultra High Frequency
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Lagünlerin sınıflandırılması	10
Şekil 2.2	Delta örneği	12
Şekil 2.3	Alçak-basık kıyı örneği, Zonguldak	15
Şekil 2.4	Dar-yüksek kıyı örneği, Antalya	16
Şekil 2.5	Manyetik alanın varlığı	19
Şekil 2.6	Bir elektromanyetik dalga	20
Şekil 2.7	Elektromanyetik spektrum	22
Şekil 2.8	Işığın Özellikleri	24
Şekil 2.9	Yeryüzündeki bazı maddelerin spektral yansımaları	25
Şekil 2.10	Bitkilerin spektral yansımaları	26
Şekil 2.11	Zeminde spektral yansımalar	29
Şekil 2.12	Dijital veriler	30
Şekil 2.13	Dijital ve vektörel veri karşılaştırılması	30
Şekil 3.1	LANDSAT-4 uydu sistemi	34
Şekil 3.2	Tematik tarayıcı	34
Şekil 3.3	Proje alanının erdas v9.1'de açılmış görüntüsü	37
Şekil 3.4	İmport/export aracı gösterimi	38
Şekil 3.5	İmport menüsünün gösterimi	38
Şekil 3.6	İnsert komutu gösterimi	39
Şekil 3.7	Jeoreferanslama menüsü gösterimi	40
Şekil 3.8	Görüntü referanslama gösterimi	40
Şekil 3.9	Görüntünün koordinatlandırılması	41
Şekil 3.10	Öznitelik tablosu	42
Şekil 3.11	Kontrol noktaları	43
Şekil 4.1	Kocaçay deltasının konumu	45
Şekil 4.2	Kocaçay deltası	46
Şekil 4.3	Uluabat gölü 2 boyutlu görünüm	54
Şekil 4.4	Uluabat gölü 3 boyutlu görünüm	55

Şekil 4.5	Çalışma sahasının profil serileri	58
Şekil 5.1	Yatak boykesiti karşılaştırılması (2000-2001 arası)	65
Şekil 5.2	Yatak boykesiti karşılaştırılması (2000-2005 arası)	66
Şekil 5.3	Yatak boykesiti karşılaştırılması (2000-2007 arası)	66
Şekil 5.4	Kıyı çizgisi değişimi (2000-2001 arası) a. büyük ölçekli b. küçük ölçekli	68
Şekil 5.5	Kıyı çizgisi değişimi (2000-2005 arası) a. büyük ölçekli b. küçük ölçekli	68
Şekil 5.6	Kıyı çizgisi değişimi (2000-2007 arası) a. büyük ölçekli b. küçük ölçekli	69
Şekil 5.7	Arapçiftliği, Dalyan Poyraz gölleri 1:125 000 ölçekli uydu görüntülerinin karşılaştırılması a. 2000 yılı b. 2007 yılı	71
Şekil 5.8	Uluabat gölü 1:250 000 ölçekli uydu görüntülerinin karşılaştırılması a.2000 yılı b. 2005 yılı	72
Şekil 5.9	Arapçiftliği gölü 2000-2007 karşılaştırma	74
Şekil 5.10	Toplam yağış değerlerinin yıl ve aylara göre değişimi	75
Şekil 5.11	Çalışma sahasına ait aylık toplam buharlaşma miktarları	75
Şekil 5.12	Arapçiftliği göl alanı EİE 317 nolu AGİ debi değerlerinin yıllara göre değişimi	76
Şekil 5.13	Arapçiftliği göl alanı ile Karacabey DMİ yağış değerlerinin yıllara göre değişimi	76
Şekil 5.14	Dalyan ve Poyraz gölleri 2000-2001 karşılaştırma	77
Şekil 5.15	Dalyan ve Poyraz gölleri 2000-2005 karşılaştırma	78
Şekil 5.16	Dalyan ve Poyraz göllerinin 2000-2007 karşılaştırması	78
Şekil 5.17	EİE 317 nolu akım gözlem istasyonuna ait debilerin ay ve yıllara göre değişimi	79
Şekil 5.18	Dalyan+Poyraz göl alanı ile EİE 317 nolu AGİ debi değerlerinin yıllara göre değişimi	79
Şekil 5.19	Dalyan+Poyraz göl alanı ile Karacabey DMİ yağış değerlerinin yıllara göre değişimi	80
Şekil 5.20	Uluabat gölünün 2000-2001 karşılaştırılması	81
Şekil 5.21	Uluabat gölünün 2000-2005 karşılaştırılması	82

Şekil 5.22	Uluabat gölü su seviyesi değişimi	82
Şekil 5.23	Uluabat göl alanı ile EİE 317 nolu AGİ debi değerlerinin yıllara göre değişimi	83
Şekil 5.24	Uluabat göl alanı ile Karacabey DMİ yağış değerlerinin yıllara göre değişimi	83
Şekil 5.25	Uluabat göl alanı ile su kotlarının yıllara göre değişimi	84

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1	Elektromanyetik spektrumun UA ile ilgili kısımları	22
Tablo 2.2	Dijital ve vektör arasındaki farklılıklar	31
Tablo 3.1	Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri	33
Tablo 3.2	TM algılayıcısının ölçüm yaptığı spektral bantlar ve uygulama alanları	36
Tablo 3.3	Kontrol nokta koordinatları ve karesel hatalar	43
Tablo 5.1	Göl alanlarının UA ile değerlendirilen yıllara göre durumu	70
Tablo 5.2	Göllerin yıllara göre kıyı uzunluğu	71

1. GİRİŞ

Ülkemizin üç yanının denizler ile çevrili olmasına ve de kıyılarının uzunluğunun 8000 km.'yi geçmesine karşılık kıyılarda yer alan ovalık düzlük alanlarımız çok azdır. Bunun başlıca nedeni ise dağlarımızın denizin hemen kenarında birden yükselmesi ve kıta platformunun kıyı düzlüklerini oluşturacak genişliği kazanmamış olmasıdır.

Kıyılar hava, su ve karanın etkileşim altında bulunduğu ve doğal kaynakların zenginliği ile dikkati çeken, bu nedenle her zaman aşırı kullanıma maruz kalan alanlardır. Bu aşırı kullanım, kıyı ekosistemindeki hassas dengeyi bozabilmektedir. İnsanın etkisiyle ortaya çıkan bu ikincil ekosistemler, bir çok türün doğal dengesini etkilemektedir. Aslında bu alanlar, insan merkezli baskılarla birlikte doğal süreçlerdeki bozulmaların da etkili olduğu yerlerdir. Bu nedenle ekolojik açıdan sürdürülebilirlikleri önemlidir. [1]

Diğer taraftan kıyı çizgisinde doğal olarak bazı değişimler yaşanmaktadır. Kıyı çizgisinde meydana gelen değişimler uzun dönemli değişimler, kısa dönemli değişimler ve epizodik değişimler olmak üzere üçe ayrılmaktadır. 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 değişimlerden 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 değişmeler alçak kıyıların doğal karakteristiği gereği; dalgalar, rüzgârlar gibi doğal şartlarda gerçekleşen değişmelerin bir sonucu olarak çekilmesi ya da ilerlemesi şeklinde gerçekleşmektedir [1].

Kıyı çizgisinde meydana gelen değişmelerde uzun dönemlik verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu verilerin değerlendirilmesinde özellikle uzaktan algılama (UA) yöntemleri tercih edilmektedir. UA, aynı zamanda kıyı değişiminde kullanılan en verimli yöntemlerden biridir.

Uzaktan algılama yöntemleri ile jeoloji haritalarının yapımı, jeomorfolojik çalışmalar, oşinografi alanındaki çalışmalar, hava ve deniz kirliliğinin belirlenmesi, orman haritaları, ürün zararlarının ve bitki hastalıklarının zamanında belirlenmesi, bitki envanterinin hesaplanması, tahıl gibi önemli ürün rekortelerinin belirlenmesi, yeşil alanlar ile nemli toprakların tespit edilmesi mümkün olabilmektedir [2].

Bu çalışmada, Marmara Denizi'nin güney kıyısında Bursa ilinde bulunan Karacabey ilçesine yaklaşık 30 kilometre uzaklıktaki Kuş Gölü'nden gelen Karadere, Uluabat Gölü'nden gelen Uluabat Deresi, ve Bursa'dan gelen Nilüfer Çayının oluşturduğu Kocaçay (Susurluk Irmağı)'nın denize döküldüğü kısımda bulunan Kocaçay Deltası ve Uluabat Gölü çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanı içinde bulunan Arapçiftliği, Poyraz, Dalyan göllerindeki değişim ile Kocaçay'ın Marmara denizine çıkış ağzı yakınındaki kıyı çizgisi değişimi uzaktan algılama yöntemi ile 2000-2007 arası dönemde, Uluabat gölündeki değişim ise 2000 - 2005 döneminde değerlendirilmiştir.

1.1 Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Bu bölümde uzaktan algılama metodu kullanılarak deniz, göl, akarsu, delta ortamlarında dünyada ve ülkemizde yapılmış bazı çalışmalara ve bu tezde ele alınan saha ile ilgili çalışmalara yer verilmiştir.

Maktav D. ve arkadaşları 1994 yılında Güney Marmara Bölgesinde Dalyan, Arapçiftliği, Uluabat ve Manyas gölü ile Kocaçay deresini de kapsayan geniş bir alan üzerinde uzaktan algılama yöntemi kullanarak çalışmışlar ve sonuçta Manyas ve Uluabat göllerinin akarsu ağızlarında sediment problemi olduğunu, özellikle Uluabat gölünde Manyas gölüne oranlarda daha fazla sediment problemi olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Uluabat gölünün deşarjını sağlayan Kocaçay deresinin döküldüğü ağızdaki kıyı bölgesindeki suyun rengiyle Uluabat gölündeki suyun renginde aynı olduğu görülmüştür [3].

Kazancı N. ve diğerleri 1999 yılında Kocaçay ve Gönen Çayının Güney Marmara Bölgesine suyunu drene ettiği çıkıştaki deltaları jeolojik açıdan incelemiştir. Kocaçay delta düzlüğünde 2-4 ve 0-2 metreler arasında Gönen çayı deltasında ise 2-6 ve 0-2 metreler arasında basamaklanma gözlenmiştir. Birbirinden 80 km. uzakta bulunan iki deltada aynı özelliklerin gözlenişi deniz seviyesi yükseliminin global oluşunu temsil eder. Buradan hareketle deltanın gelişmeye başladığı dönem başında Marmara denizi seviyesinin günümüzden yaklaşık 4-6 metre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Kocaçay ve Gönen çayı deltalarında aktif fayların etkilerinin delta düzlüğü elemanlarına hassas biçimde yansıdığı görülmektedir. Delta birikim alanlarının yanlarından sınırlı oluşu delta ilerlemesine çok fazla tesir etmiş görünmemektedir. Sınırlanma Kocaçay'da çok daha keskin, Gönen çayında daha zayıf iken, delta ilerlemesi tersine Gönen çayında daha belirgindir.

Bundan dolayı kıyı boyu akıntılarının, Marmara denizinde yatak yükü taşınmasında fazla rol oynamadığı çıkarılabilir [4].

Birkett C.M. 2000 yılında uzaktan algılama tekniklerini Chad Gölü havzası içinde su seviyesi ve sel basma boyutunun yıllık ve mevsimsel değişikliklerini gözleme de kullanmıştır [5].

Gupta A. ve diğerleri 2002 yılında Mekong nehrinin bir bölümünün uydu görüntüleri kullanılarak değerlendirilmesinde geniş bir nehir olan Mekong nehrinde çevresel yönetim sistemine yönelik olarak uzaktan algılama ve jeomorfolojiyi birleştirerek kullanmıştır. Sonuç olarak uzaktan algılamanın büyük nehirlere yönelik çalışmalarda son derece faydalı bir araç olduğu anlaşılmıştır [6].

Aksoy E. ve diğerleri 2002 yılında Uluabat gölü ve Ramsar alanı olan yakın çevresinin zamansal değişimini uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi tekniklerini kullanarak incelemiştir. Uluabat gölü ve yakın çevresindeki kıyı şeridi ve arazi kullanım değişimlerini belirleyerek, sürdürülebilir kullanım için hangi koruma ve yönetim önlemlerinin alınması gerektiği üzerinde çalışmışlardır. Ulaşılan sonuçlara göre gölün 1984 yılında 133.1 km², 1993 yılında 120.5 km², 1998 yılında 116.8 km² alan kapladığını tespit etmişlerdir. Bu sayede 14 yıllık bir süreçte gölün alanının, çevresindeki sulanan tarım alanlarından gelen yüzey akış ile Mustafakemalpaşa nehri başta olmak üzere diğer yan dereler ile taşınan sedimentler yoluyla % 12'lik bir oranla 133.1 km² den 116.8 km² gerilediği anlaşılmıştır [7].

Mater B. ve diğerleri 2003 yılında Uluabat ve Manyas gölleri il çevresini konu alan jeolojik ve jeomorfolojik içerikli çalışmalarını bir araya getirmişlerdir. İncelemelerinde drenaj verilerini, morfolojik verileri,

sedimantolojik verileri ve arkeolojik verileri değerlendirmişlerdir. Değerlendirmelerinin sonunda çalışma sahası için altı aşamalı jeomorfolojik gelişim modeli geliştirmişlerdir. Bu altı aşamayı sırasıyla; neotektonik dönem öncesi, çarpılarak yükselme ve neojen çökellerinin yüzeylemesi, devam eden tektonik faaliyetler ve pediment değişimi, delta gelişimleri ile drenaj gelişimindeki değişimler, Karacabey ovasının gelişimi ve çalışma sahasının güncel temel morfolojik özelliklerinin şekillenmesi olarak belirlemişlerdir [8].

Avad Y.M. 2004 yılında Mısır kıyı kesiminde hızla gelişen görsel değişiklikleri uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi kullanarak değerlendirmiştir. Sonuçta uydu görüntülerinden alınan alan kullanımlarından yararlanarak; alan kullanım yoğunluğu, doğallık derecesi, kıyı şeridine yakınlık ve topografik durum olmak üzere peyzajda görsel 4 arazi niteliği tanımlanmıştır [9].

şeker D.Z. ve diğerleri 2004 yılında Filyos nehriindeki mendereslerin temel bazı özelliklerini tanımlamada uzaktan algılama verilerini başarılı bir şekilde kullanmıştır [10].

Salihoğlu G. ve diğerleri 2005 yılında Uluabat gölü için ekolojik risk değerlendirmesi yapmışlardır. Bu kapsamda sahanın ekosisteminin ekolojik karakterini korumak ve iyileştirmek için uygulama hedeflerini ve sahanın ekosistemini etkileyen baskı unsurlarını belirleyerek bu baskı unsurlarının profilini çıkarmışlardır [11].

Kaya ř., ve diğerleri, 2006'da Filyos ırmağının Karadeniz'e olan ağzı çalışma alanı olarak seçilmiş ve uzaktan algılama verileri yardımıyla akarsuların denize karıştıkları bölgelerdeki tatlı su bulutlarının hidrodinamik özellikleri belirlenmiş, özellikle bulanık tatlı su bulutunun yayılımını karakterize eden en önemli hidrodinamik parametrelerden biri olan dispersiyon katsayısının elde edilebilmesinin mümkün olduğu ortaya

konmuştur. Bu sonuca ulaşırken temel hareket noktası olarak kullanılan bulanık tatlı su içerisindeki normal dağılıma uyan yanal konsantrasyon dağılımının aynı bulutun uydu görüntülerindeki yansıtma katsayılarının yanal dağılımı ile karakterize edilebileceği varsayımının doğrulanmasında belirgin bir sonuç olarak kabul edilmesi gerektiği anlaşılmıştır [12].

Eryiğit Urfalı N., 2006'da Bakırçay deltası ve çevresinin doğal ve kültürel kaynak potansiyelini uzaktan algılama tekniği ile belirleyerek bunların CORINE (Commision of European Enviroment) dizgesine göre sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışma alanı sınırları içerisinde CORINE sınıflandırma dizgesine göre 5 ana grup ve 13 ayrımlı seri bazında yeryüzü elemanı belirlenmiştir. Bunlar uydu görüntüleri üzerindeki renk değişimleri baz alınarak, ayrımlı sınırları belirlenmiş ve burada piksel yansıma verileri yardımcı veri olarak temel alınmış ve her bir sınıf için bir yansıma elemanı bağlamında, çalışma alanı kontrollü olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı içerisindeki serilerin kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmasının, yüksek doğruluk oranı ile mümkün olmadığı belirlenmiş ve doğru sonuçlara ulaşmak için ekran sayısallaştırılması yöntemi temel alınarak ayrımlı ve seriler bu yöntemle göre guruplandırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda kaynakların sağlıklı ve sürdürülebilir şekilde tasarımı ve kullanımı, veya sayısal uydu verileri ile belirlenmesi, mevcut verilerin yorumlanması ve sonuçta da güncel modellerin oluşturulması ile mümkün olacağı yargısına varılmıştır [13].

Shalaby A. ve diğerleri 2006 yılında Kuzeybatı Mısır kıyı bölgesinde 14 yılda oluşan alan kullanımı ve alan kullanım değişikliklerini, uzaktan algılama ve CBS kullanarak belirlemişlerdir [14].

Kaya Ş., ve diğerleri 2007'de kum karakteristiklerini belirlemek için Batı Karadeniz kıyısında farklı 4 kumlu sahil seçilerek saha çalışmalarında uzaktan algılama verilerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmada, büyük ölçekli alanların kumlu sahil karakteristiklerini tanımlamada, zemin ölçümleri ve

analizleri arasında bir araç olarak, uzaktan algılama teknolojisi kullanılmıştır. Sahillerden kum örnekleri toplanarak nem oranları ölçülmüştür. Tane büyüklüğündeki kum örneklerinin dağılımının yansıma değerleri ile büyük ölçekli plajlardaki kumların dağılımının IKONOS uydu verileri ile bulunması ilişkilendirilmiştir [15].

Majumdar T.J. ve diğerleri 2007 yılında yüzey sıcaklığının modellemede Sunderban bölgesinde uydu görüntülerini kullanmıştır. Bu modelleme ile yüzey sıcaklık haritaları yapılmıştır. Alan çalışmalarında ileride de kullanılmak üzere anlık ve günlük buharlaşma ölçülerinin oluşturulmasında bu haritalardan faydalanılması sağlanmıştır [16].

Haijang L. ve diğerleri 2008 yılında Otindag kumul alanının bozulması sürecinde özellikle 1978-2006 dönemi sonunda kumul vasfını kaybetmesinde görüntülerin uzaktan algılama programıyla değerlendirilip Coğrafi Bilgi Teknolojisi ile de analizlerinin yapılması metodu kullanılmıştır. Sonuçta kumulların vasıflarını kaybederek (%50 iken %36 lara) gerilediği görülmüştür [17].

Bastawesy M.A. ve diğerlerinde 2008 yılında 2002 – 2006 periyodunda Nasser ve Tuska Göllerinin hidrolojik rejim hareketleri uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir, sonuçta bu göllerin toplam alanının 1591 km² den 937 km² ye düştüğü ve su hacminin de yarı yarıya azaldığı analiz edilmiştir [18].

Sertel E. ve diğerleri 2008'de Kızılırmak deltasında 1987-2004 arasında mekansal ve zamansal karakterinin bulunmasında uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılmış, sonuçlar 4 ana başlıkta toplanmıştır. Bunlar drenaj kanallarının yapımı ve nehir yatağında değişiklik, baraj inşaatları nedeniyle kıyı çizgisi değişimi, kentsel alanlardaki değişiklikler ve insanların talepleri ve tarımsal alanların sınırlarındaki değişiklikler nedeniyle

kaçak yapıların artışıdır. Belirtilen değişiklikler alan içerisinde kalkınma planlarını kolaylaştırıcı değerli bilgiler olabilecek gelecekteki değişen eğilimler hakkında bilgi verir. Bu çalışmada farklı disiplinler tarafından gerçekleştirilecek sonraki çalışmalara altlık olacak kapsamlı bir veri envanteri oluşturulmuştur. Sürdürülebilir kalkınmada çok önemli olan Ramsar alanlarının gözlemlene, çevre etkilerini belirleme çalışmalarında uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gibi modern teknolojilerin doğru ve etkili olarak kullanıldığı görülmüştür [19].

Şeker D.Z., ve diğerleri 2008'de 1984 yılından başlayarak İstanbul çevresindeki madencilik çalışmalarının kıyı erozyonuna etkilerini incelemişlerdir. Çevresel önlemlerden yoksun olarak yapılan maden alanlarından hafriyatla denizin doldurulması gibi madencilik çalışmaları sonucu, kıyı çizgisinin belirgin bir şekilde değiştiği anlaşılmıştır. 1984 ile 2001 yılları arasında uydu görüntüleri aracılığı ile oluşturulan yüzey profilleri kullanılarak bu aktivitelerin ve kıyı erozyonunun etkileri analiz edilmiştir [20].

Yaman E. 2008'de Kocaçay Kocaçay deltasında bulunan kuş türlerini incelemiştir [21].

Akın A. , 2009'da arazi örtüsü değişimlerini tespit etmek için görüntü çıkarma, görüntü oranlama, görüntü regresyonu, vektör değişim analizi olmak üzere 4 farklı değişim analizi yöntemi karşılaştırılmış ve farklı yöntemlerin uygulanarak daha sonra görsel ya da nicel değerlendirmelerle en doğru sonuç verdiği gözlemlenen yöntemin seçilmesinin doğru olacağı anlaşılmıştır [22].

2 TEMEL BİLGİLER

2.1 Kıyı Alanlarıyla İlgili Temel Tanımlar

Karaların denizle buluştuğu bölgeler dalga, akıntı ve fırtına gibi çevresel etkenlerin tesirinde kalırlar. Kıyı bölgeleri dünyanın hava-deniz-kara kütlelerinin kesiştiği alanlardır. Çevresel etkenlerin kara ile yaptığı bu karışık etkileşim kıyı hidrolik sistemini oluşturmaktadır. Kıyı hidroliğinin temel konusu ise dalgalardır. Dalgaların fiziksel özellikleri, matematiksel olarak tanımlanmaları, değişimleri; dalga mekaniği konusunun kapsamını oluşturmaktadır. Kıyı akıntıları ise, kıyı sularında dinamik dengeyi sağlayan su hareketleridir. Böylece dalga ve akıntı etkisinde kalan kıyıları milyonlarca yıldan bu yana, morfolojik olarak değişime uğramaktadırlar.

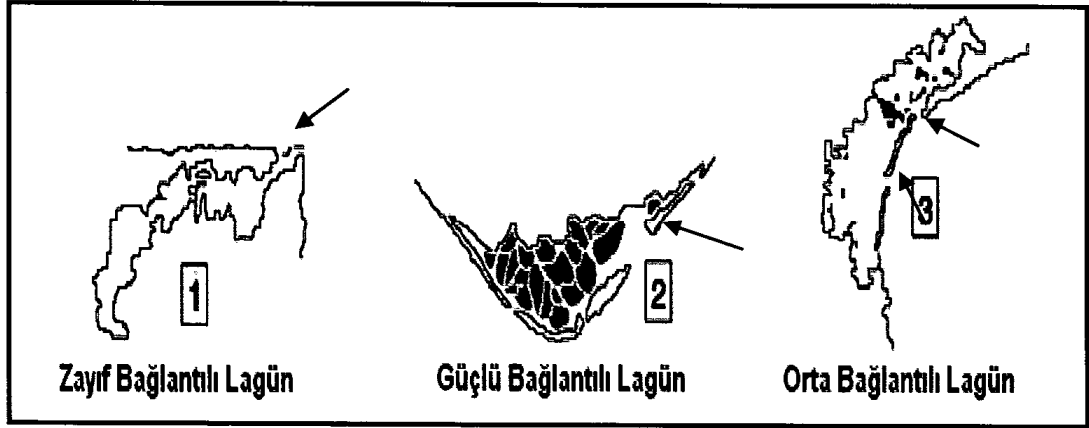
Kıyılardaki kum, çakıl gibi katı madde kaynakları dalga, akıntı ve rüzgar gibi çevresel etkenlerle erozyona uğrayan doğrudan denizin kara ile birleştiği kara parçaları, akarsularla kıyıya taşınan daha sonra dalga ve/veya akıntı etkileriyle yayılan katı madde, açık deniz tabanından kıyıya taşınan katı madde ve deniz canlılarıdır.

Kıyılarda denizle etkileşime giren sadece denizle kesişen bölgeler değildir. Aynı zamanda bu bölgenin gerisinde karada kalan ve genişliği karanın jeolojik, hidrolojik ve topografik özelliklerine de bağlı olan kara bölgeleri ile deniz tarafında daha açıkta kalan batimetrisi ve jeolojisi ile

dalgaların üreyerek, değişime de uğrayabildikleri deniz alanları bir kıyı alanının bileşenleri olarak değerlendirilebilir.

Kıyı alanlarının tanımında karşılaşılan bazı önemli temel tanımlar aşıağıda verilmiştir:

Kıyı lagünleri, bir bariyerle denizden ayrılmış, ancak denize bir ya da birkaç kanaldan bağlantısı olan genellikle sığ su kütleleridir. Bu bağlantı, lagünün denizle olan etkileşimine göre zayıf, güçlü ve orta bağlantılı olarak sınıflandırılabilir (Şekil 2.1)



Şekil 2.1 Lagünlerin sınıflandırılması [23]

Kıyı lagünleri kara parçası ile deniz arasında kalan alanlar olduğu için karadan ve denizden gelebilecek etkilere karşı çok duyarlıdır. Lagünlere, kara-deniz ikilisinin bir çok parametresi etki etmekle beraber tatlı su girişleri, yağış, buharlaşma, rüzgar gibi etkilere mevsimsel olarak lagünlerde değişimlere yol açmaktadır. Bu değişimler, zaman içerisinde kıyısal bölgenin diğer yapılarında olduğu gibi kalıcı yapısal değişikliklere neden olabilmektedir [23].

Kıyı çizgisi; deniz, doğal ve yapay göl ile akarsularda, taşkın durumları dışında, suyun karaya değdiği noktaların birleşmesinden oluşan doğal çizgi, **kıyı kenar çizgisi;** deniz, doğal ve yapay göl ile akarsularda, kıyı çizgisinden sonra kara yönüne doğru su becerilerinin oluşturduğu kumluk, çakıllık, kayalık, taşlık, sazlık, bataklık ve benzeri alanların doğal sınırı, **kıyı;** kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisi arasında kalan bölge, **sahil şeridi** ise kıyı kenar çizgisinden itibaren kara yönüne uzanan alan olarak tanımlanır.

Deltalar, özellikle akarsu etkisi ile deniz ve göl kıyılarında meydana gelen suya batmış alt alanlı sediment yığını şeklinde tanımlanabilir. Esas olarak buralardaki sedimentler deniz değil de kara orijinlidir. Deniz orijinli olanlar deltaların deniz tarafında dalga tesiri ile yığışabilir. Deltalar akarsuların aniden genişleyerek karıştıkları büyük yüzeysel su kütlelerinin bulunması halinde meydana gelir. Bunlar akarsuların açık su yüzeylerine ulaştıkları en alt kısımda olduklarından buralardaki su hızı az, eğim düşük ve daneler oldukça küçük ve yuvarlaktır. Çimentolaşmamış olan bu delta sedimentleri denize doğru ince kum ile derecelenmeye başlayarak en sonunda kil ve çamur halinde görülür.

Yatay topografya dolayısı ile deltalar su ile sürekli temas halinde ve yer altı suyu seviyesi de yüzeye birkaç metre yakınlıktadır. Deltalarda yer altı suyu seviyesi değişmeyecek biçimde yataydır. Tatlı su göllerinin yakınlarındaki deltalar en iyi yer altı su haznelerini teşkil ederler. Buralara denizlerden tuzlu su girişi mümkündür. Bu girişimin miktarı yer altı suyu seviyesi ile deniz seviyesi arasındaki farka ve deltalarında doğal yapısına bağlıdır [24].



Şekil 2.2 Delta örneği [25]

Deltalar alçak kıyıların oluşumuna olanak sağlarlar. Bunların kenarları genellikle geniş plajlar görünümündedir. Deltaların tipik özelliği, kıyıya sonradan eklenmiş birikme şeklinde olmalarıdır. Bunlar kıyıda kimi zaman yüzölçümü binlerce km²'yi bulan ovaları oluştururlar. Genellikle deltalara gelgit olayının bulunmadığı veya çok önemsiz olduğu yerlerde raslanılmaktadır. Ayrıca kıyı akıntıları da ince kum ve mil iriliğindeki parçaları uzaklara taşıyarak nehir ağızlarındaki birikmelere engel olurlar.

Plajlar, kum ve çakıllardan meydana gelmiş birikme şekilleridir. Bu yapılanmaya kıyılar boyunca hemen her tarafta rastlanır ve kıyılardaki jeomorfolojik yapıların en yaygınıdır. Plaj özdeğinin (ayniyat) temel kaynağı kara içi erozyon ürünü olmakla beraber, kıyılarda granit, gnays, andezit, gre, konglomera gibi kayalar bulunuyorsa bunların aşınması sonucu da plaj kumları kaynak bulabilirler. Az da olsa kimi yörelerde karaların iç tarafındaki çöllerden esen rüzgarlarla taşınan kumların plaj oluşumunda etkisi olduğu bilinmektedir.

Dalgaların biriktirme işlevine koşut olarak bu oluşumlar üzerinde teraslar veya dalga setleri şekillenir. Teras veya basamak oluşumu, dalgaların biriktirme işlevi sonucu şekillendiğinden tamamen zaman sürecine bağlıdır. Dalga setlerinin en yükseği kara tarafında ve dalgalar tarafından oluşturulmuş tepelikler şeklindedir. Bunların üzerinde yoğun dalga izlerine rastlanılmaktadır.

Plaj kumlarının morfolojik özellikleri, deniz dalgalarının işlevselliği ve doğal bitki örtüleri temel alındığında bu alanlarda iki ayrımlı oluşumdan söz edilebilir. Bunlardan birincisi halen denizin etkisi altında olan ve şekilleri dalgaların etkisi ile kolayca değişime uğrayabilen ve üzerlerinde herhangi bir bitki örtüsüne rastlanılmayan **aktif kumsallardır**. Kaba kum, çakıl ve deniz canlılarının kabuklarını içeren bu alanlar günümüze en yakın jeolojik zaman sürecinde oluşmuşlardır. Aktif kumsallardan daha yaşlı olan **durağan kumullar** denizsel oluşumun sonunu oluştururlar ve karaya doğru geçişin bir göstergesidirler. Bu alanlarda tuzcul ve calı tipi bitkiler yaşam bulurlar ve deniz dalgaları buraları etkilememektedirler.

Kıyı kordonu, dalgaların biriktirme işlevi sonucu oluşmuş yapılardır. Kıyı çizgisinin doğrultu değiştirerek karaya doğru girinti yaptığı yerlerde kıyı boyunca sürüklenen özdeklerin taşıma koşulları da değişmektedir. Taşınan materyaller kıyının doğrultu değiştirdiği yerlerde birikerek dalgaların kırılabileceği bir alan meydana getirirler. Derinliklerden gelen dalgaların bir ucu bu düzlüğe sürtüp takılacağından henüz takılmayan uç eski hızıyla gidecektir. Ancak duraklayan yöne doğru bir çarkma meydana gelecektir. Sonuçta kıyı yakınında bu dalgalarla hareket ettirilen koparılmış parçacıklar koya doğru sürüklenecek ve belli bir yerde tortullaşacaktır. Tortullaşma zaman sürecinin artması sonucu, üste yeni birikimler oluşacak ve bu birikimler su yüzeyine doğru çıkmaya başlayacak ve sonuçta karşı kıyıya doğru uzanan bir kıyı kordonu oluşacaktır. Kıyı kordonu, zamanla gelişerek karşı kıyıya doğru iyice yaklaştıkları veya kıyıya bağlandıkları halde bu

oluşum set durumuna geçmektedir. Böyle bir gelişim sonucu setin arkasında kalarak göl manzarası alan eski koy ya da körfez, **lagün** veya **deniz kulağı** olarak isimlendirilmektedir. Bu lagünler kimi zaman bataklık şeklinde bulunabilir. Kıyı kordonlarının en çok yapılandığı yerler akarsu ağızlarıdır. Çünkü buralarda yapılacak çok malzemenin bulunması ve jeomorfolojik konumunda uygun olması, oluşumu hızlandırır. Gel-git olaylarının kuvvetli olduğu yerlerde kıyı kordonları fazla gelişemez. Buralarda gel-git sırasındaki akıntıların birikme-taşıma üzerine büyük etkisi olmaktadır. Bu tip alanlarda iki kıyıda iki ayrımlı küçük kıyı kordonuna rastlanabilir. Eğer kıyı kordonunun geliştiği karşı kıyı bir ada ise zaman içerisinde ana kara ile ada birleşecek ve yarımada görünümü alacaktır. Bu durumda iki kıyı arasındaki kıyı kordonu ise **tombolo** olarak isimlendirilir.

Kıyı kumulları, kumların rüzgarlarla taşınarak bir yerlerde biriktirilmesinden meydana gelen tepelerdir ve bunlar çöllerde yaygın olarak bulunur. Çöl bölgeleri dışındaki daha küçük alanlarda kumulların en çok görüldüğü yerler kıyılardır. Bunlar plajların hemen arkasından başlayarak içeriye doğru uzanan kum tepelerini içerirler. Bunların oluşumları daha çok deniz tarafından gelen rüzgarların taşıma ve biriktirme işlevine bağlıdır. Kıyı kumullarını eski ve yeni olmak üzere iki ayrımlı sınıfta inceleyebiliriz. Yeni kumullar denize yakın taraftadırlar. En önemli özellikleri hareket halinde oluşları ve üzerlerinde bitki örtüsü bulunmayışlarıdır. Bunlarda rüzgar erozyonu ve taşıma işlevi başlatır. Böylelikle bu tepecikler sık sık yer değiştirirler, yani buldukları yerden taşınırlar ve biraz ilerde tekrar oluşurlar. Eski kumullar ise hareket halindeki yeni kumulların arkasında konumlanırlar ve genellikle kara tarafından gelip burada yerleşen sık bir vejetasyon ile örtülüdürler. Bunların yükseklikleri 25-30 m. veya daha fazla olabilir [26].

Kıyıya ilişkin tanım yaparken, kıyı biçimlerinin de belirtilmesini gerektirmektedir çünkü kıyı alanı, kıyı biçimlerine bağlı olarak farklı genişliklerde ortaya çıkabilmektedir. Kıyı; kara, hava ve su hareketlerinin

karşılıklı etkileri sonucunda oluşan doğal ve değişken bir yeryüzü biçimi olduğu için kıyı olarak adlandırılan bu bölgenin zamanla bu özelliğini yitirerek sular altında kalması ve değişik sebeplerle yeni kıyı biçimlerinin ortaya çıkması ya da daha önce sular altında bulunan bir bölgenin, suların çekilmesi sebebiyle kıyı niteliğini kazanması her zaman mümkündür

Kara ve su arasındaki bu etkileşim sonucunda ortaya iki kıyı tipi çıkmaktadır. Morfolojik açıdan kıyılar, alçak ve yatık arazi kıyıları ve yüksek ve dik kıyılar olmak üzere iki biçimde incelenebilir.

Alçak-basık kıyı tipi, kıyı çizgisinden sonra da devam eden, kıyı hareketlerinin oluşturduğu plaj, hareketli ve sabit kumulları da içeren kıyı kordonu lâgün gölü, lâgün alanları, sazlık, bataklık ile kumluk, çakıllık, taşlık ve kayalık alanları içeren kıyılar biçiminde tanımlanmıştır. Alçak ve yatık arazi kıyıları, yeryüzünün daha çok çukur bölgelerinde oluşmuş ve kıyı çizgisinden kara yönünde, özellikle kumsallar halinde yatay olarak uzanan sahil ovalarının kenar kısımlarıdır. Bu alanların kara yönündeki sınırı, kıyı kenar çizgisini oluşturmaktadır.



Şekil 2.3 Alçak-basık kıyı örneği, Zonguldak [27]

Dar-yüksek kıyı plaj ya da abrazyon platformu olmayan veya çok dar olan, şev veya falezle son bulan kıyılardır. Genellikle, yeryüzünün, dağlık ve tepelik gibi yüksek kesimlerinde görülür. Dar-yüksek kıyılarda, su ve kara kesimleri arasında hemen her zaman dikey bir mesafe bulunduğundan, kıyı kenar çizgisi, şev ya da falezin üst kısmından geçmektedir. Bununla beraber, bu tip kıyılarda da çakıl, kum vb. doğal oluşumlara rastlanması halinde, kıyı kenar çizgisinin buralarda da, söz konusu oluşumların bittiği yerden geçeceğinde kuşku yoktur. 3621 sayılı Kıyı Kanunu'nda kıyı çizgisi ile kıyı kenar çizgisinin çakışması biçiminde tanımlanan dar kıyı kavramı, bu tip kıyılarda görülen kıyı kenar çizgisini ifade etmek üzere kullanılmıştır.



Şekil 2.4 Dar-yüksek kıyı örneği, Antalya [27]

Kıyı ile ilgili kavramsal analizi bir bütünlük içerisinde değerlendirebilmek için akarsu ve göl kıyılarının da bu kapsamda değerlendirilmesi yerinde olacaktır.

Akarsu kıyıları akarsuların yıl içerisinde düzenli akış gösterdikleri dar ve uzun çukura akarsu yatağı adı verilmektedir. Akarsular olağanüstü taşkın durumları hariç genelde bu yatak içerisinde kalmaktadırlar. Düzenli akışı sırasında suyun karaya değdiği noktaları birleştiren çizgiye akarsu kıyı kenar çizgisi adı verilmektedir. Meteorolojik olaylara göre akarsu seviyesi yıl içerisinde veya zamanla değişmekte olduğundan bu çizginin belirlenmesinde, akarsu yatağındaki jeomorfolojik yapılar veri olarak kullanılmalıdır. Kıyı Kanunu'nun uygulanmasına ilişkin yönetmeliğinin 4. maddesi gereğince akarsular içinde kıyı kenar çizgisi tespiti zorunludur.

Göl kıyıları bazı istisnalar haricinde deniz kıyılarına benzer nitelikler taşımaktadır. Göl kıyılarını doğal göl kıyıları ve baraj göl kıyıları olarak ikiye ayırmak gerekmektedir. Dışa akışı olmayan göllerde eski kıyı izleri daha fazladır. Bu gibi doğal göllerde kıyı kullanım hukuku açısından kıyı kenar çizgisini son 45-50 yıllık en yüksek su seviyesini kıyı kenar çizgisi olarak kabul etmek gerekmektedir [27].

Haliçli kıyılar, plato kenarlarının akarsu ağızları ile birlikte deniz baskısına uğraması sonucu oluşmuştur. Yani vadilerin aşağı bölümleri deniz altında kalarak haliç durumuna geçmiştir. Büyük akarsuların ağızlarındaki deniz alanı, vadiye boşalan drenaj ağlarının alt bölümlerine ulaştığından bu kıyılar fazla girintili çıkıntılıdır.

Ria'lı ve Kalank'lı kıyılarda, Ria yüksek kenarlı girintisi ve çıkıntısı fazla olan dar körfezlere verilen isimdir. Bunlar akarsuların deniz baskınına uğramış alt bölümlerinden başka birşey değildir. Ria'lı kıyılarda birden fazla girinti vardır ve bunlar temelde haliçli kıyılara çok benzerler. Kalank'lı kıyılar ise kalkerli bölgelerde bulunan dik kenarlı küçük koylardan oluşur ve bunların şekillenmesi kalker kayalarına bağımlı olduğu gibi, 4. Jeolojik zamandaki iklim değişiklikleri ile buzulların çözülmesine de bağlıdır.

Fyort'lar, deniz altında kalmış vadilerdir ve bunlar eski buzulların bu alanları aşındırması ve oyması sonucu oluşmuştur. Kimi fyort'lar uzunluğu

birkaç yüz kilometreyi bulan kanallar şeklinde kara içine sokulurlar ve bunların mutlaka yan kolları da vardır. Fyort'lar Ria'lardan daha dik ve derinliği yanında, dipte birikmiş siyah dip çamurlarının yoğun hidrojen sülfür içermesi ile ayrılırlar.

Resif kıyılarının temel özelliği, organik kökenli oluşları ve coğrafi dağılımlarının tropikal bölgeye ait olmasıdır. Resif kıyıları gerçekte mercan adalarının kıyılarıdır [26].

2.1.1 Kıyı Alanlarında Karşılaşılan Problemler

Üç tarafı denizlerle çevrili, çok uzun bir kıyı şeridine sahip olan ülkemizde; kıyıların başta doğa güzelliği olmak üzere kültürel ve tarihi değerler nedeniyle çeşitli sektörler tarafından tercih edilir olması pek çok çevre sorununu da beraberinde getirmektedir. Kıyı alanlarımızda;

- Hızlı ve düzensiz yapılaşma sonucunda plansız kentsel alanlar,
- Doğal değere sahip alanlar üzerinde dağınık yapılaşmalar,
- Doğal alanların ve görünümün bozulması,
- Kıyı alanlarında yer alan faaliyetlerin teknik altyapı ve sosyal altyapı yetersizlikleri,
- Kentleşmenin etkin biçimde kontrol altına alınamaması ve çevreyi korumak amacıyla yeterli kentsel hizmet ve altyapı sağlanamaması,
- Kıyı bölgelerindeki kontrolsüz büyüme neticesindeki arazi isgali,
- Kumsal boyunca dolgu yapılarak konut, yol ve turistik tesislerin inşa edilmesi,

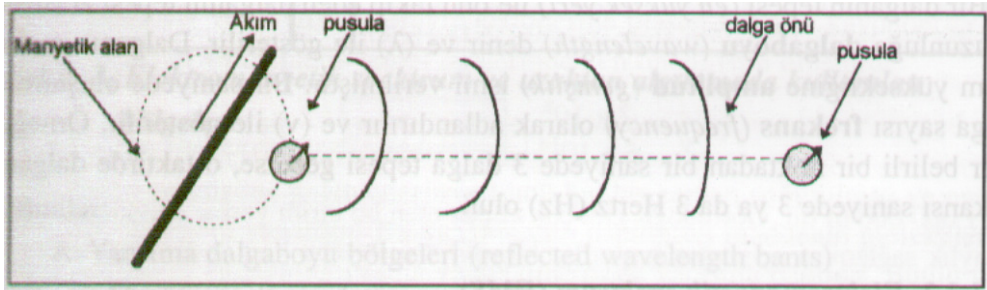
gibi problemler yaşanmakta ve dolayısıyla kamu yararını önemli ölçüde zedelemektedir. Kıyının kamu kullanımına açık olmasını sağlayacak önlemler almak ve bunları uygulamak mümkün olabilir. Fakat bunun ötesinde önemli

olan konu, kullanıcılara yönelik ve alanın kullanım biçimini tamamlayan altyapı ve üstyapı olanaklarının sağlanmasıdır [28].

2.2 Elektromanyetik Enerji ve Atmosferik Etkenler

2.2.1 Elektromanyetik Radyasyon (EMR)

Uzaktan algılama çalışmaları için en önemli enerji kaynağı güneştir. Güneş enerjisi elektromanyetik dalgalar olarak yeryüzüne ulaşır. Elektromanyetik enerji, elektrik ve manyetizmanın birlikte bulunduğu durumlarda vardır. Aynı enerjinin bu iki şekli olan “elektrik ve manyetizma” elektromanyetik radyasyon olarak birlikte hareket ederler. Biri olmadan diğeri olmaz. Bir elektrik akımı her zaman bir manyetizma oluşturur ve manyetizma elektrik elde edilmesinde kullanılır. Bir kondaktör, örneğin; bir bakır çubuk arasından bir akım geçtiği zaman kondaktörün çevresinde bir “manyetik alan” oluşur. Bu alanın varlığı, kondaktörün yanına konacak bir pusulayla kanıtlanabilir. (Şekil 2.5) kondaktöre akım verildiğinde pusulanın iğnesinde hareket eder. Birinci pusulanın yanına ikinci bir pusula daha konulduğunda, ikinci pusula iğnesinin, birinci pusula iğnesinden saniyenin çok küçük bir parçası kadar kısa bir zaman sonra saptığı görülür. Bu kısa duraklama EMR’un varlığı ve doğası üzerinde önemli bir ipucudur.

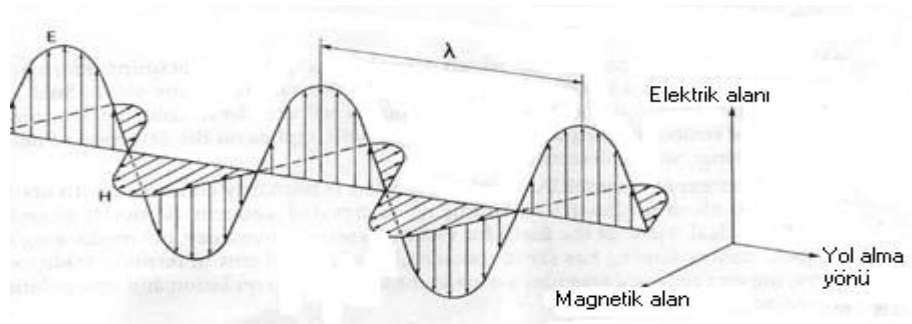


Şekil 2.5 Manyetik alanın varlığı [29]

Bu kısa duraklama, boşluğun bir yerinde oluşan manyetik alanın aradan bir zaman geçtikten sonra diğer yerlere ulaştığını gösterir. Manyetik alan kaynağından dışa doğru saniyede 300 000 000 m/s.lik (3×10^8 m/s) bir hızla yayılır [29].

2.2.1.1 Elektromanyetik Dalgalar

Enerjinin bir yerden diğer bir yere aktarımı için değişik yollar vardır. Örneğin; patlamalar ve çarpışmalar sonucunda enerji aktarımı olduğu gibi, dalga hareketleri tarafından da enerji aktarımı oluşturulur. Dalga hareketleriyle enerji aktarımı en iyi şekilde havuz örneği ile açıklanabilir. Durgun bir havuza bir taş atıldığında su molekülleri olduğu yerde aşağı yukarı doğru sallanırlar ve dalgalar oluştururlar. Fakat su molekülleri olduğu yerde aşağı yukarı doğru sallandıkları için, dalgayla beraber havuzun kenarına doğru hareket etmezler. Yalnızca oluşturulan kırıklıklar (enerji) taşın atıldığı noktadan dışarıya doğru seri dalgalar halinde hareket eder. Oluşan bir dalgada moleküllerin dalga hareketi yönüne dik açılarla sallanmaları durumunda bu dalgalara transversal dalgalar denir. (Şekil-2.6)



Şekil 2.6 Bir elektromanyetik dalga (E, elektrik dalgası, H, manyetik dalga, λ , dalga boyu, ν , frekans) [30]

Bir dalğanın tepesi ile onu takip eden dalğanın tepesi arasındaki uzunluğa dalgaboyu denir ve (λ) ile gösterilir. Dalğanın maksimum yüksekliğine amplitüd (genişlik) ismi verilmiştir. Bir saniyede oluşturulan dalga sayısı frekans olarak adlandırılır ve (ν) ile gösterilir [29].

2.2.1.2 Elektromanyetik Spektrum (EMS)

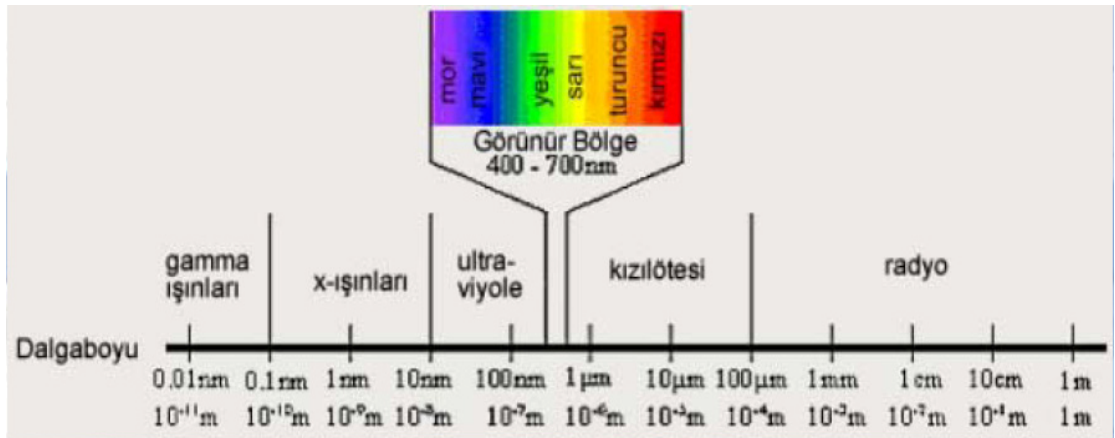
Elektromanyetik spektrum en yalın şekliyle: çeşitli dalga boylarındaki radyant enerjiyi içeren ve bu radyant enerjinin, içinde elektromanyetik dalgalar halinde serbestçe hareket ettiği bir ortam olarak tanımlanabilir.

Elektromanyetik spektrum süreklidir. Ancak çalışmalarda kolaylık sağlanabilmesi için özellikleri göz önüne alınarak belirli bölümlere ayrılmıştır. Bu bölümler arasında kesin bir sınır yoktur ve bölümler yer yer çakışır (Şekil 2.7) Elektromanyetik spektrumun bölümleri değişik şekillerde anılır. 0.4 m μ ile 0.7 m μ arası “görünen spektrum” ; infrared ve aşağısı genellikle “dalgaboyu” ve 15 m μ dalga boyundan ötesi de, dalga boyu yerine, çoğunlukla “frekans”larla anılır.

Elektromanyetik spektrumun uzaktan algılama çalışmaları ile ilgili bölümleri iki kısma ayrılarak detaylandırılmıştır. Bu bilgiler Tablo 2.1’de özetlenmiştir [29].

Tablo 2.1 : Elektromanyetik spektrumun UA ile ilgili kısımları

1	Optik Dalgaboyları (0.3 mm – 15 mm). Optik dalgaboyu kapsamına giren bölgeleri iki grup içinde toplamak mümkündür.		
1-a	Yansımada dalgaboyu bölgeleri (reflected wavelength bants)	Morötesi (ultraviolet)	0.3 m μ – 0.4 m μ
		Görünen bölge (visible)	0.4 m μ – 0.7 m μ
		Yakın infrared (near – IR)	0.7 m μ – 3.0 m μ
1-b	Yayılma dalgaboyu bölgeleri (emissive wavelength bants)	Termal infrared	3.0 m μ – 15 m μ
2	Mikradalga boyları		
		Pasif mikrodalgalar	1 mm – 1 m
		Aktif mikrodalgalar (radar)	1 cm – 10 cm
		SHF (Super High Frequency)	1 cm – 10 cm
		UHF (Ultra High Frequency)	10 cm – 1 m



Şekil 2.7 Elektromanyetik spektrum [31]

2.3 Işık

Uzaktan algılama çalışmalarının büyük bir kısmı elektromanyetik spektrumun yansıyan dalga boyu bölgesinde algılanan radyasyonun incelenmesine dayanır. Bu dalga boyundaki algılanan enerji, yansıyan güneş enerjisi ya da güneş enerjisinin “ışık” durumudur. Işık; bir enerji olup, güneşten elektromanyetik dalgalar halinde yayılarak dünyaya ulaşır. Işığın madde ile etkileşmesi yalnız elektriksel alana bağlı olduğu için manyetik alan burada hesaba katılmayarak, ışık dalgaları şekil 2.7’de olduğu gibi gösterilebilir. Görülen spektrumun beyaz ışığı, tüm elektromanyetik spektrum içinde çok ufak bir yer kaplar (Şekil 2.7). Beyaz ışık; mavi, yeşil ve kırmızı ışığın bileşiminden oluşur.

Bir dalganın; dalga boyu (λ), frekansı (ν) ve yayılma hızı (c) arasındaki ilişki aşağıdaki gibi bir formülle gösterilebilir.

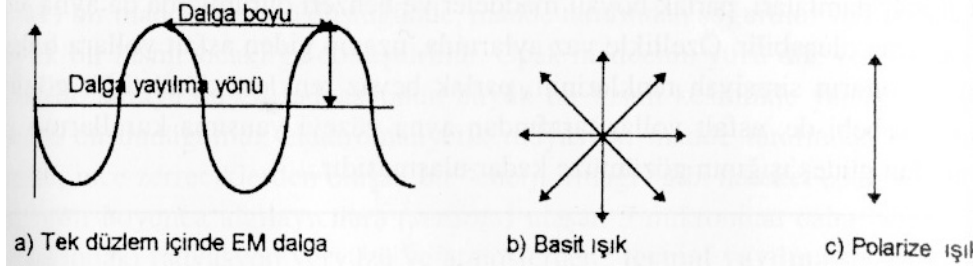
$$\lambda = c / \nu \quad (2.1)$$

Elektromanyetik dalgaların özgür boşluktaki hızı 299 793 000 m/s ya da 3×10^8 m/s’dir. Bu halde bir ışığın atmosferdeki dalga boyu :

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{14}} = 0.5 \times 10^{-6} \quad (2.2)$$

2.3.1 Işığın Polarizasyonu

Işığın özelliklerinden birisi de “Polarizasyon”dur. Polarizasyonu daha iyi anlayabilmek için Şekil 2.8’ten faydalanılabilir.



Şekil 2.8 Işığın özellikleri [29]

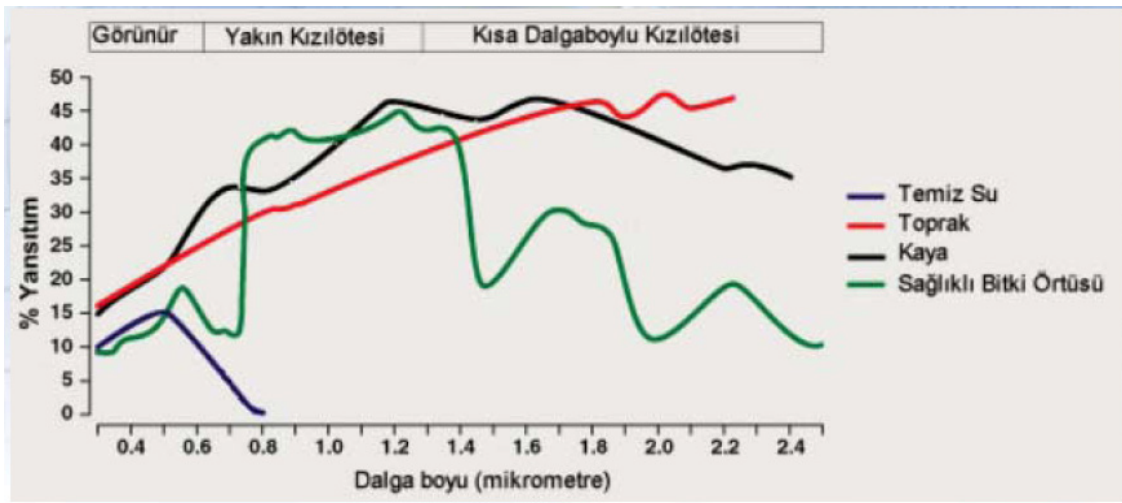
Işık yansıdığı anda polarize olabilir ve hatta belirli bir geliş açısında tamamiyle polarize olur. Işığın yansımasından ötürü bir vitrinin arkasındaki eşyanın görülemediği durumlarda, bakış açısı değiştirilerek vitrinin arkası görülebilir. Fotograf çekimlerinde polarize filtreler kullanılarak ışık belli bir noktaya polarize edilmeye çalışılır ve böylece daha iyi görüşlü fotoğraflar elde edilebilir. Işık saçılma yoluyla da polarize olabilir. Örneğin; göğün mavi rengi ışığın saçılmasının bir sonucudur. [29]

2.4 Cisimlerin spektral Yansıması

Bir cisme ulaşan ışınım yansıtılır, yutulur ve geçirilir. Enerjinin kaybolmayacağı, ancak şekil değiştireceği göz önüne alınarak cisme gelen toplam enerji, cisim yüzeyi tarafından yansıtılan, cisim tarafından geçirilen ve yutulan enerjilerin toplamına eşittir. Cisimlerin spektral özelliklerinin farklı olması, uzaktan algılamada ifade edilebilmelerinin temel nedeni olmuştur. Cisimlerin yansıtmadaki farklı davranışları spektral yansıtma eğrileri ile gösterilir. Her spektral bant elektromanyetik spektrumun bir bölümünde duyarlıdır.

Spektral yansıtma eğrileri cisimlerin spektral özellikleri ile yakından ilgilidir. Spektral yansıtma özellikleri belirli spektral bölgelerde açık bir şekilde farklılık gösteren cisimler bu bölgelere duyarlı uzaktan algılama görüntülerinde farklı ton ve renklerde görülür. Bu nedenle cisimlere ait spektral yansıtma özelliklerinin bilinmesi, gerekli dalga boyu uzunluğu bölgesinin seçiminde önemli rol oynar [2].

Şekil 2.9'de yeryüzündeki bazı maddelerin spektral yansımaları gösterilmektedir.



Şekil 2.9 Yeryüzündeki bazı maddelerin spektral yansımaları [31]

Cisimlerin spektral yansıtımları üç ana başlık altında toplanabilir. [2]

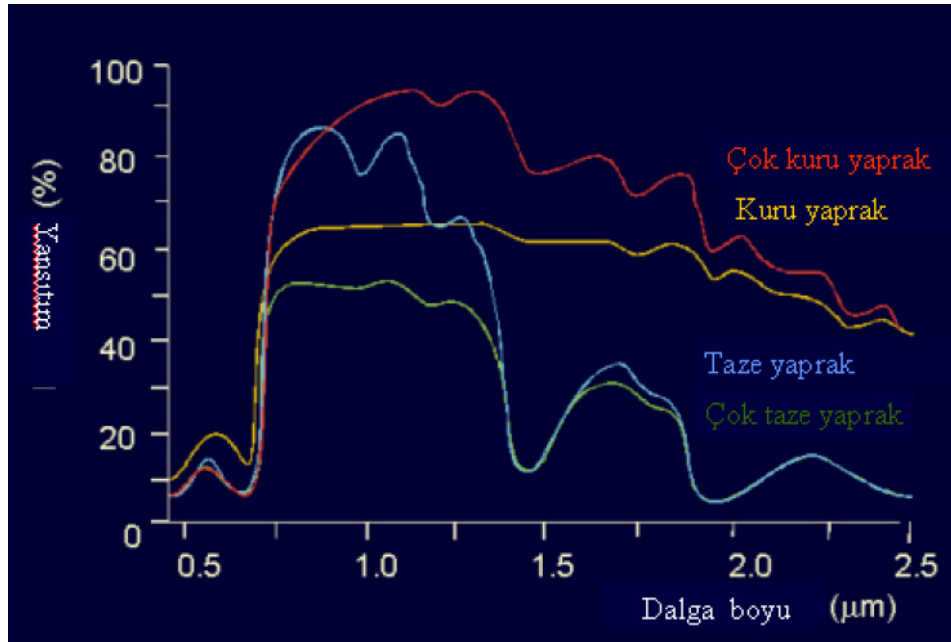
2.4.1 Bitki Örtüsünün Spektral Yansıtması

Bitkiler elektromanyetik spektrumun değişik dalga boylarını kullanmaktadır. Uydu görüntülerinde, görülebilir (visible) bölge dışında kalan spektral alanda bitkiler yakın kızılötesi (0.7–0.9 μ m) dalga boyunu hemen hemen hiç kullanmadan yansıtırlar ve bu özellikleri nedeniyle toprak, su, jeolojik özdek vb. elemanlardan oldukça kolay şekilde ayırt edilirler. Bunun yanında bitkilerin yeryüzündeki konumları yani toprağa dik ya da koşut olma durumları, bitki boyutları, yaprak şekilleri, hücre şekilleri, bitkideki su niceliği,

toprağı örtme yüzdeleri vb. birçok faktörler yansıma verilerini etkiler ve her bitki için bir yansıma özelliği şekillenmiş olur. Bu veriler değerlendirilerek bitkileri de kendi içinde bir alt sınıflandırma oluşturmak mümkündür.

Her bitkinin kendine özgü fizyolojik yapısı ve hücre şekli ile büyüme zamanına sahip olması bunların doğadaki yerlerinin ve yoğunluklarının, uzaktan algılama tekniği ile kolaylıkla saptanmasına yardımcı olmaktadır. Örneğin orman ya da maki, funda doğal bitki örtüsü sınırlarının belirlenmesi ya da haritalanması, bu teknik yardımı ile kolaylıkla yapılabilmektedir. Yer çalışmaları desteği ile, orman alanı içerisindeki bitki türleri ve dağılım alanları belirlenebilir. Yangın sonrası hasar saptaması ve yörenin ağaçlandırılmasında yer ve koşullar hakkında önemli bilgiler sağlanabilirken, su ve rüzgar erozyonunun etkili olduğu alanlarda kolaylıkla ve büyük doğruluk ile belirlenebilir.

Bitkilerin yansıma ile ilgili grafik eğrisi toprak ve suya göre daha fazla karmaşıktır. Orta kızıl ötesi alanda $1.4\mu\text{m}$, $1.1\mu\text{m}$, $2.7\mu\text{m}$ dalga boyunda su absorpsiyon bandları baskındır. Bitkilerin fotosentez için klorofil absorpsiyondan dolayı $0.6\text{--}0.7\mu\text{m}$ dalga boylarında grafik aşağıya doğru eğri oluşturur. [33]



Şekil 2.10 Bitkilerin spektral yansıması [31]

2.4.2 Suların Yansıtma Özelliği

Yeryüzünün 2/3' ünden fazlasını göl, deniz ve okyanuslar örtmektedir. Su yüzeylerinden olan yansıtma özellikleri ile suyun belirli derinliklerdeki özellikleri hakkında da bilgi sağlanmaktadır. Suyun klorofil içeriği, suya çözünmüş inorganik ve organik madde parçacıklarının niceliği, suyun derinliği vb. özellikleri güneş radyasyonunun yansıtmasını etkilemektedir.

Suyun temiz olması durumunda, mavi ışık genellikle yüksek yansıtma sayısal verilerini gösterir. Yansıtma verisi kırmızı bantta ve sonrada yeşil bantta ortaya çıktığını belirtirken, yakın kızılötesinde ve spektrumun kızılötesi alanında, ışınımın büyük bölümünün tamamen su tarafından absorbe edildiği belirtilmiştir. Eğer su temiz değilse yani çeşitli suya çözünmüş maddelerin içeriğinde barındırıyorsa yeşil bant' ta nispeten yüksek yansıtma tutulur ve kırmızı bantta olduğu kadar mavi bantta da yansıtma verisi düşer.

Yüzeysel sularda, lagün oluşumu gözlenen yerlerde veya kirlilik belirtileri olan akarsularda ışınları yansıtma veya soğurma sayısal verileri, konumlarına göre değişebilir. Bunun yanında termal bant kullanılarak yani sadece yansıtma değil yayılan ısıyı tespit etmek suretiyle akarsulara veya denizlere karışan evsel ve kimyasal kaynaklı atıkları ısı ayırmalılıklarına göre saptamak olanaklıdır. [33]

2.4.3 Toprağın Yansıtma Özelliği

Toprakların yansıtma özelliklerinin bilinmesi, sadece toprağın incelenmesinde değil, toprağı örten bitki örtüsü çeşitlerinin belirlenebilmesinde çok önemlidir.

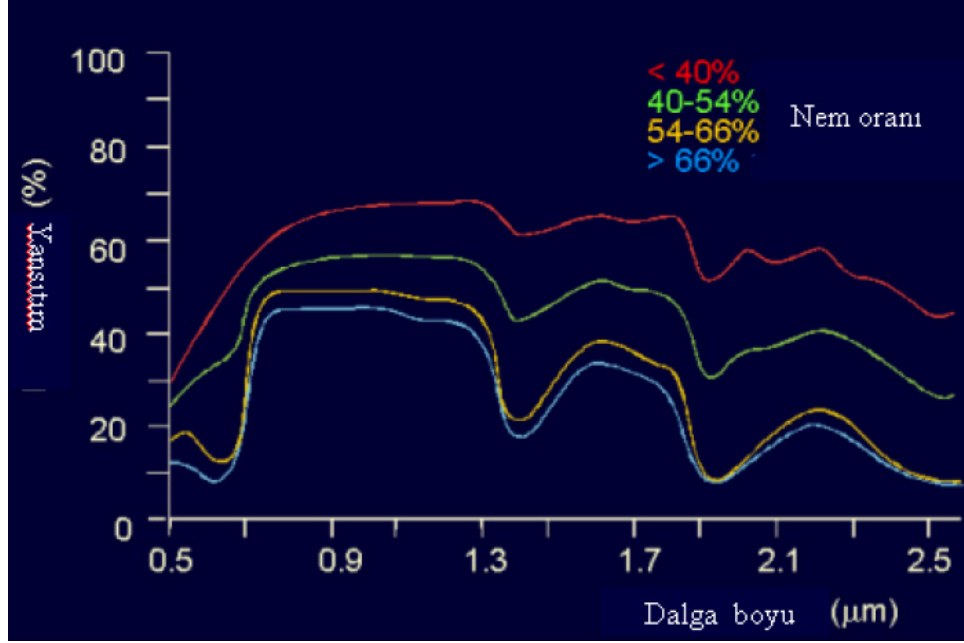
Toprak yüzeyinden elektromanyetik ışınımın yansımaları, organik madde içeriğine, taneciklerin dağılımına, nem içeriğine, tuzluluğa ve demir oksit vb. özelliklere bağlıdır. Toprak yansıtma eğrisinde dalgaboyu tekdüze olarak artarken, 1.4 µm, 1.9 µm ve 2.7 µm dalgaboyu civarında eğrinin merkezi aşağıya doğru düşüş gösterir. Bu çökmeler “su absorpsiyon bandları” olarak isimlendirilir. Çok kuru kumlu toprakta, “su absorpsiyon bandları” dikkate alınmaz ve toprak koyu ve nemli iken toplam yansıtma verileri düşer.

Organik madde, toprağın spektral özelliklerini etkileyen baskın bir toprak özelliğidir. Az ayrılmış organik maddeye sahip toprakların yansıtması özellikle yakın kızıl ötesi’nde yüksek, aşırı ayrılmış organik maddeye sahip toprakların yansıtmasında ise 0.5-2.3 µm dalga boylarının hepsinde düşüktür.

Toprak yapısı, topraktan yansıyan ışığın niceliğini etkilemektedir. Yapısı zayıf gelişmiş veya yapısız topraklardan yansıyan ışık, iyi yapıli topraklardan % 15-20 daha fazladır. Bu durum, büyük olasılıkla yapısı gelişmiş topraklarda doğal toprak kümeleri arasındaki boşluklarda ışığın dağıtılması ve alt katlara hareketi ile ilgilidir. Toprakların kimyasal bileşimi, topraktan yansıyan ışık niceliğini etkileyen diğer önemli bir faktördür.

Demir minerallerini içeren topraklar, kalsite göre toprak yüzeyine düşen ışığı daha fazla absorbe ederler. Bu nedenle de yüksek demir içeriğine sahip topraklar uydu görüntüsünde daha koyu tonlarda görülürler.

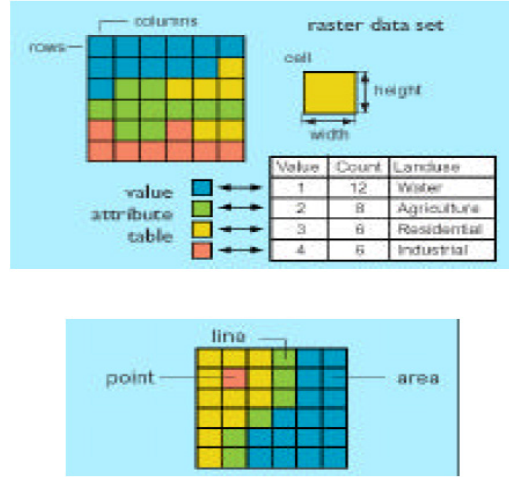
Tuzlu topraklarda yetişen bitkilerde görülebilir dalgaboylarında ışığın soğurumu daha fazla olduğundan, yansımaları ise daha azdır. Örneğin tuzlu topraklarda yetişen pamuk bitkisinde fazla klorofil soğurumu sonucu yansıtma normal pamuk bitkisine göre az olmaktadır [33].



Şekil 2.11 Zeminde spektral yansıma [31]

2.5 Dijital Veri

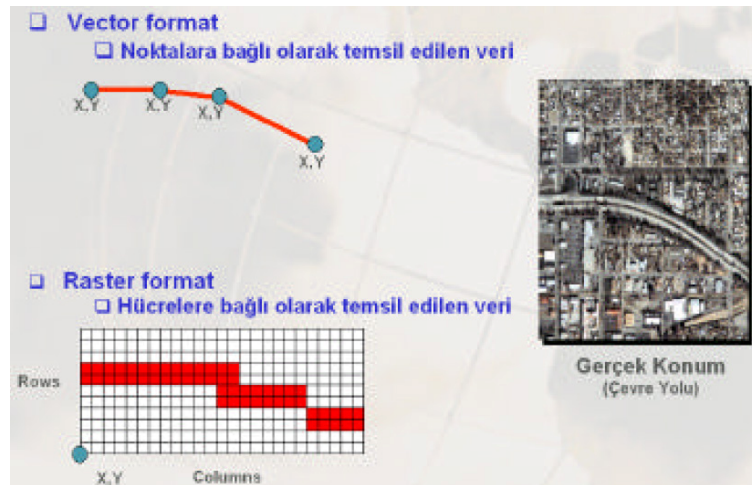
Dijital veri formatında konuma ait veriler hücelere bağlı olarak temsil edilirler. Aynı boyuttaki hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşurlar. En küçük birim piksel olarak tanımlanır. Dijital verilerde verinin hassasiyeti piksel boyutuna göre değişen çözünürlük özelliği ile tanımlanır. Dijital veride her piksel bir değere sahiptir. Bu değer bazen coğrafi bir özelliğe ait kod değeri olarak tanımlanabilir.



Şekil 2.12 Dijital veri [34]

2.5.1 Dijital Veri ile Vektörel Veri Arasındaki Farklılıklar

Dijital verilerin veri depolama hacmi vektör verilere göre oldukça büyüktür. Bazı konumsal analizler (bindirme analizleri, alan hesaplamaları, yakınlık analizleri gibi) raster veri formatında daha kolaydır. Verilerin hassasiyeti dijital verilerde piksel boyutu ile orantılı olduğunda hassas çalışmalarda veri kayıplarına neden olabilir. Vektörel veri formatında grafik objeleri tanımlayan öznitelik bilgilerine ulaşma, güncelleme ve güncleme mümkün ve daha kolaydır. [35]



Şekil 2.13 Dijital ve vektörel veri karşılaştırması [34]

Tablo 2.2 Dijital ve Vektör arasındaki farklılıklar [30]

<u>İşlemler</u>	<u>Raster</u>	<u>Vektör</u>
Veri toplama	Hızlı	Yavaş
Veri yapısı	Basit	Karmaşık
Topolojik ilişkiler	Zor	Kolay
Veri büyüklüğü	Geniş-büyük	Küçük
Geometrik doğruluk	Düşük	Yüksek
Görüntünün temsil kab.	Potansiyel olarak düşük	İyi
Hesaplamalardaki dönüşüm	Yavaş	Hızlı
Ağ Analizi (Topoloji)	Zayıf	İyi
Alan-Poligon analizi	İyi	Yavaş
Kombine örtme	İyi	Yavaş
Verilerin genel kontrolü (çalıştırılması)	Hızlı	Yavaş
Uzaktan algılama verileri ile kombinasyon	İyi	Zayıf
Genel konumsal analiz	İyi	Zayıf/Yavaş
Simulasyon/Modelleme	İyi	Zayıf
Genelleştirme	Basit	Kompleks
Harita çıktı kalitesi	Zayıf	İyi

3 MATERYAL VE METOD

3.1 Kullanılan Bilgisayar Donanımı ve Yazılımlar

Çalışmalarda;

- Erdas ve Intergraph-Geomedia Image 6.1 görüntü işleme ve GIS
- AutoCAD 2007 ve NetCAD 4.0 bilgisayar destekli tasarım (CAD)

programlarından faydalanılmıştır.

3.2 Kullanılan veriler

Kocaçay deltası ve Uluabat Gölünü kapsayan bölge için 2000-2008 yılları arasında aylara göre Uluabat Gölündeki su değişim verileri ile yine aynı yıllara ait aylık yağış miktarları ve aylık buharlaşma miktarları DSI'den sağlanmıştır. [39,40,41,42]. Bunların yanında EİE nin 317 nolu Akçadere-Susurluk akım gözlem istasyonuna ait 2000 – 2008 yılları arasındaki aylık akım verileri de çalışmada kullanılmıştır [43,44,45,46,47,48,49,50].

Çalışmada bölgeye ait 4 adet (2000 – 2007 arası) Landsat-5 MSS verisi kızıl ötesi band seçilerek kullanılmıştır. Bu band sayesinde su ve toprak rahatca ayırt edilebilmiştir. Bu veriler İTÜ İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümünden temin edilmiştir.

Tablo 3.1 Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri

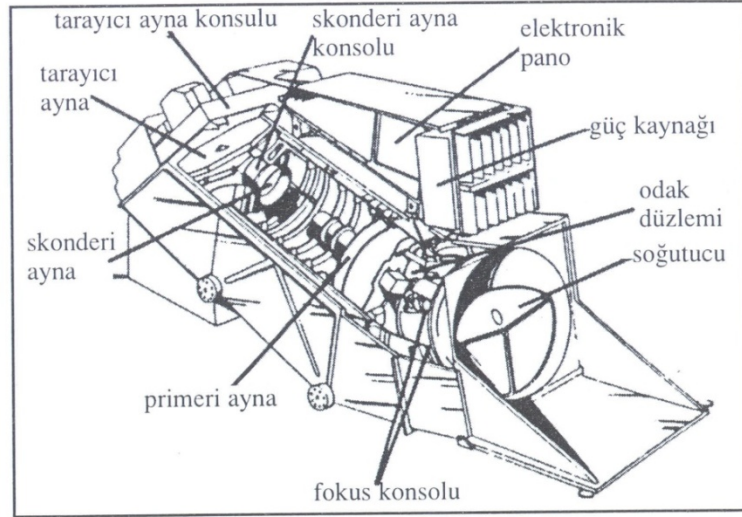
Uydu	Algılama Tarihi	Çözünürlük (m)	Kanal Sayısı
Landsat -5 MSS	02/07/2000	30	7
Landsat -5 MSS	02/05/2001	30	7
Landsat -5 MSS	06/06/2005	30	7
Landsat -5 MSS	28/06/2007	30	7

3.3 LANDSAT- 4, 5

LANDSAT – 4 16.07.1982 tarihinde uzaya gönderilmiştir. Bu uydu beraberinde iki algılama sistemi taşır. Bu sistemlerden birisi daha önceki uydularda kullanılan MSS, çok bantlı algılama sistemi ile aynıdır. İkinci sistemse; tümüyle yeni bir alet olan TM adı verilen bir çizgi-tarama sistemini içerir.



Şekil 3.1 LANDSAT-4 uydu sistemi [53]



Şekil 3.2 Tematik haritalayıcı [29]

TM algılayıcısı MSS'e göre yenilikler içerir. Bunlardan en önemlisi TM algılayıcısının her iki yönde de (sağa ve sola) hem tarama ve hemde algılama yapabilmesidir. Bu sayede TM ile algılamada MSS'e göre iki kat zaman kazanılmış olmaktadır. Kazanılan bu zaman radyometrik doğrulama için önemlidir. Diğer önemli özelliği TM dedektörlerinin odak düzlemi üzerine

yerleştirilmiş olmasıdır. Böylece gelen ışınların MSS'de olduğu gibi bir fiber optikden geçmeden doğrudan doğruya dedektörler üzerine düşmesi sağlanır.

LANDSAT – 4 ve 5'in yörüngeleri daha öncekilerden biraz farklı seçilmiştir. İlk üç uydu sisteminde 920 km. olan yörünge uzaklığı, LANDSAT-4 ve 5'te 705 kilometreye indirilmiştir. Bu değişiklik uyduların aynı yeri yeniden gözleme süresinin 18 günden 16 güne kılmasını sağlamıştır. Ayrıca LANDSAT – 4'ün özelliklerinden biri de uydunun TDRS (izleme ve veri nakli uydusu) ile haberleşme olanağına sahip olmasıdır. TDRS aracı uydudan aldığı verileri çok kısa zamanda yer istasyonuna göndererek, uyduyu taşıdığı kayıt cihazına bağımlı olmaktan kurtarmıştır.

LANDSAT – 4 ve 5'in taşıdığı TM algılayıcısı 7 spektral batta algılama yapar. TM algılayıcısının spektral bantları, MSS'e göre daha dar olup, piksel boyutları altı bant için 30 metre ve termal bant (Bant -6) için 120 metredir. Güneşe uyumlu bir yörüngeye sahip olup Dünya çevresindeki bir turunu 98.9 dakikada tamamlar. Tam bir tarama yeryüzünde 155 x 185 kilometrelik bir yer kaplar. İlk üç uydu sisteminde 4,5,6 ve 7 olarak bilinen MSS bantları, LANDSAT -4 ve 5'te MSS-1,2,3 ve 4 bantları olarak kullanılmaktadır.

LANDSAT -4 ve 5'in taşıdığı TM algılayıcısının ölçüm yaptığı spektral bantlar ve bunların ana uygulama alanları Tablo 3.2'te verilmiştir.

Tablo 3.2 TM algılayıcısının ölçüm yaptığı spektral bantlar ve uygulama alanları

Bant	Çözünürlük (µm)	Kullanım Alanı
Bant – 1	0.45 – 0.52	Su kütlelerinin penetrasyonu, kıyı harita yapımında yararlanma ve toprağın bitkilerden ayırt edilmesi
Bant – 2	0.52 – 0.62	Bitkilerin canlılığını saptamada; görünen spektrumda ki yeşil bölgede oluşan pik yansımanın ölçülmesi
Bant – 3	0.63 - 0.69	Klorofil soğurma bantı olup, bitkilerin ayırt edilmesinde önemli rol oynar
Bant – 4	0.76 – 0.90	Biyomas içerikliğin saptanması ve su kütlelerinin ayırt edilmesinde yararlanır.
Bant – 5	1.55 – 1.75	Bitki ve topraktaki nemi gösterir. Aynı zamanda karın buluttan ayırt edilmesinde yardımcı olur.
Bant – 6	10.40 – 12.50	Termal infrared bant. Değişik yerlerde özellikle; toprağın nemi, su kirliliği, volkan araştırmalarında faydalanılır.
Bant – 7	2.08 – 2.35	Kayaç cinslerinin ayırt edilmesinde ve hidrotermal haritalamada kullanılır.

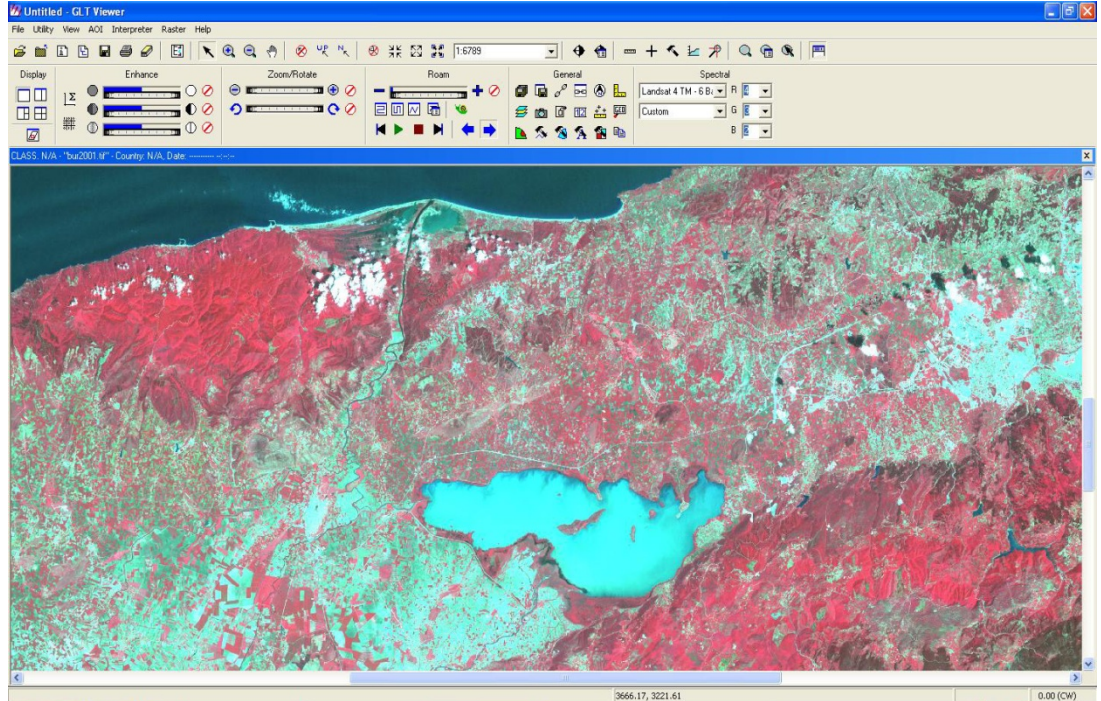
Ne var ki LANDSAT – 4'ün enerji kaynağında oluşan bir arıza, uydunun çalışmalarını 1983 yılının şubat ayı başlarında durdurulmasına yol açmıştır. Yerine LANDSAT-5 1 Mart 1984 tarihinde uzaya gönderilmiştir. [29]

3.4 Uydu Görüntülerinin Sayısallaştırılması

3.4.1 Formatı .img olan verinin .tiff Formatına Çevrilmesi

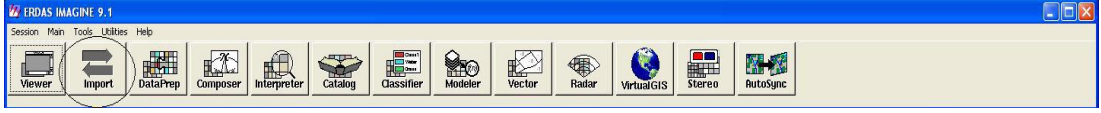
Img formatındaki uydu görüntülerinin Erdas Imagine v9.1 yazılım ortamında .tiff formatına çevrilmesinin amacı; .img formatında temin edilen uydu görüntülerinin temel CBS yazılımı olan GeoMedia Professional 6.1 ortamında yapılacak olan jeoreferanslama ve koordinatlandırma işlemlerini yapabilmektir.

Bunun için öncelikle görüntüler Erdas Image v9.1 ortamında Şekil 3.3'de görüldüğü üzere açılır ve renk düzeyinde bir problem olup olmadığı kontrol edilir.



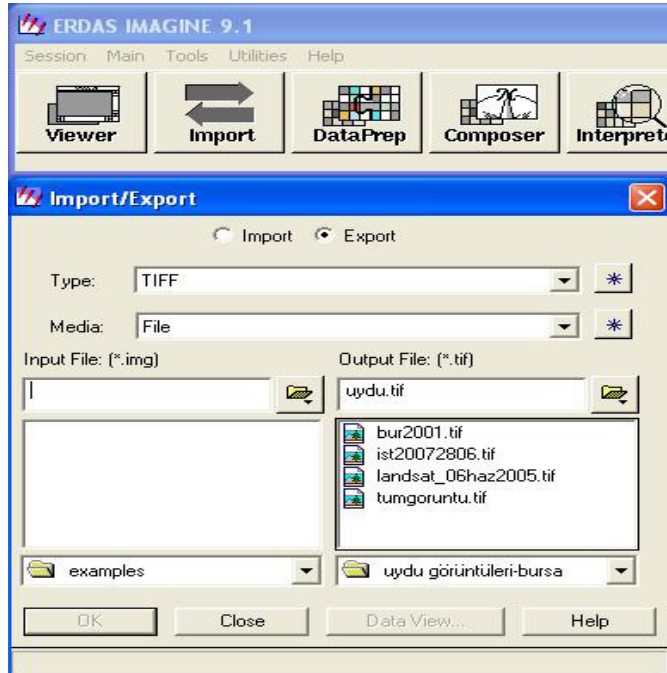
Şekil 3.3 Proje alanının Erdas Image v9.1'de açılmış görüntüsü

Bu işlemten sonra Şekil 3.4'de ERDAS yazılımı fonksiyonlarından Import/Export aracı sayesinde görüntülerin *.img formatından *.tiff formatına çevrilmesi için gerekli işlemler gerçekleştirilir.



Şekil 3.4 Import/Export aracı gösterimi

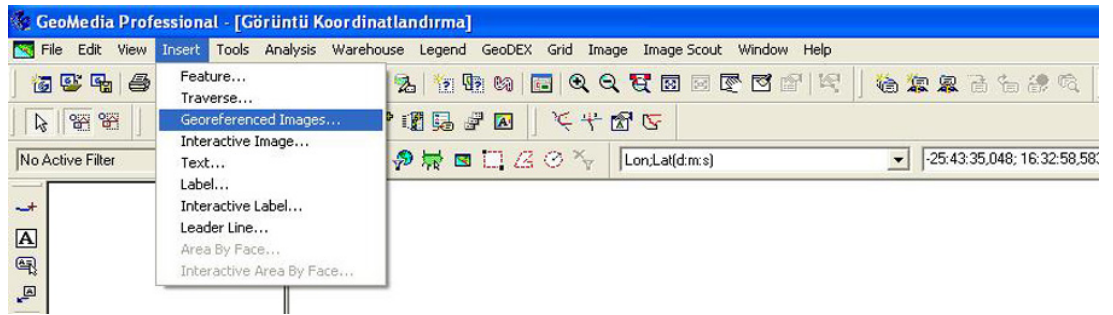
Ana modül ekranından "Import" yazan komuta tıklanarak dışarıya aktarma işlemi için ilgili pencere açılır. Buradan "Export" seçeneği işaretlenir. Aşağıdaki kısımdan ise hangi dosya formatına çevrilmesi gerekiyorsa seçeneklerden o tip işaretlenir. Bundan sonra yapılması gereken, yeni formattaki görüntü dosyasının hangi klasöre kopyalanması gerektiğini belirtmektir. Tüm bu işlemler Şekil 3.5'te gösterilmektedir. Bu işlemlerden sonra, görüntümüz istediğimiz formatta ve istediğimiz klasör içerisinde jeoreferans dosyası bulunmadan sadece görüntü formatında bulunacaktır.



Şekil 3.5 Import menüsünün gösterimi

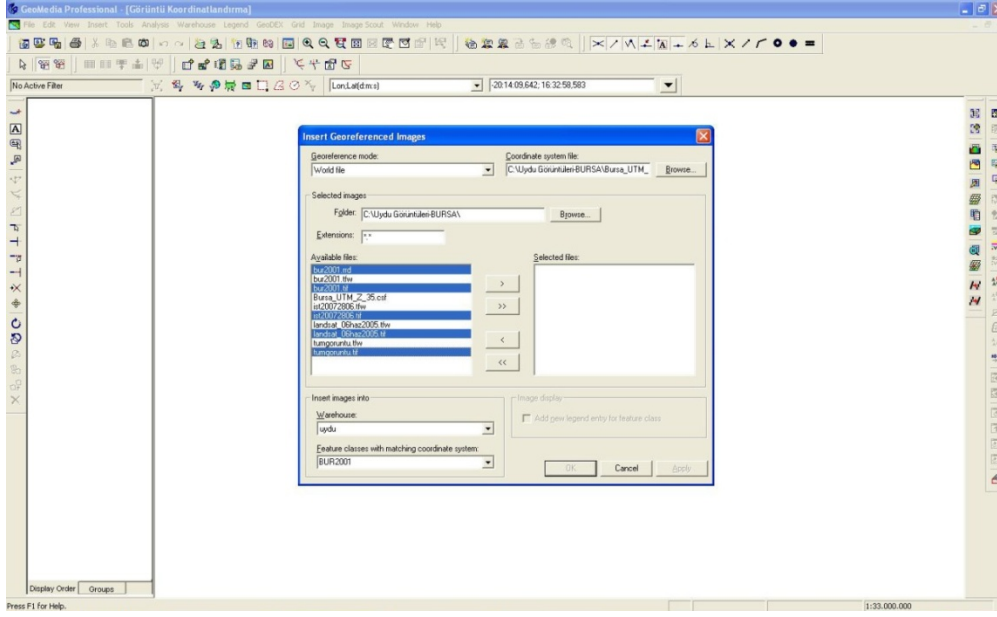
3.4.2 Uydu Görüntülerinin Jeoreferanslanması, Koordinatlanması ve Veri Tabanına Yazdırılması

Elimizdeki tüm *.img formatındaki görüntüler *.tiff formatına çevrildikten sonra, görüntülerin jeoreferanslanması, koordinatlandırılması ve veritabanına yazdırılması için temel CBS yazılımı olan GeoMedia Professional ortamında görüntü dosyaları ayrı ayrı proje dosyalarında açılıyor. Görüntülerin açılması için Şekil 3.6'da gösterilen GeoMedia ortamında ana komutlar içerisinde "Insert" (Ekle) komutu altından jeoreferanslı görüntü ekle komutu seçiliyor.



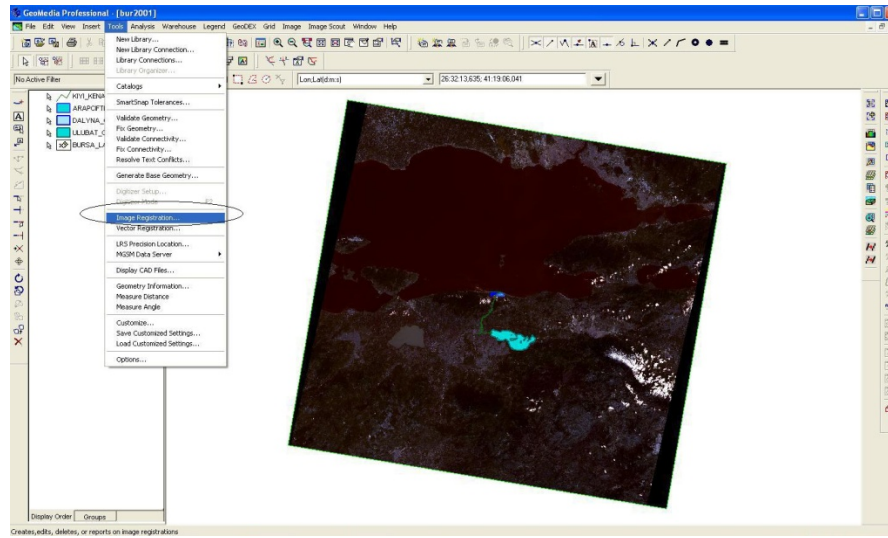
Şekil 3.6 Insert komutu gösterimi

Burada; Şekil 3.7'de görüldüğü gibi *.tiff formatındaki eklenecek görüntü ilgili klasör içerisinde seçilir. Bu işlem için görüntü tiplerinden "World File" (dünya dosyası) seçilir. Böylece, görüntünün proje ortamında tanımlandırılacağı koordinat sistem dosyası da çağrılmış olur. Bu işlemden sonra daha önceden bölgeye ait koordinatlı vektör veriler sayesinde jeoreferanslama işlemine geçilecektir.



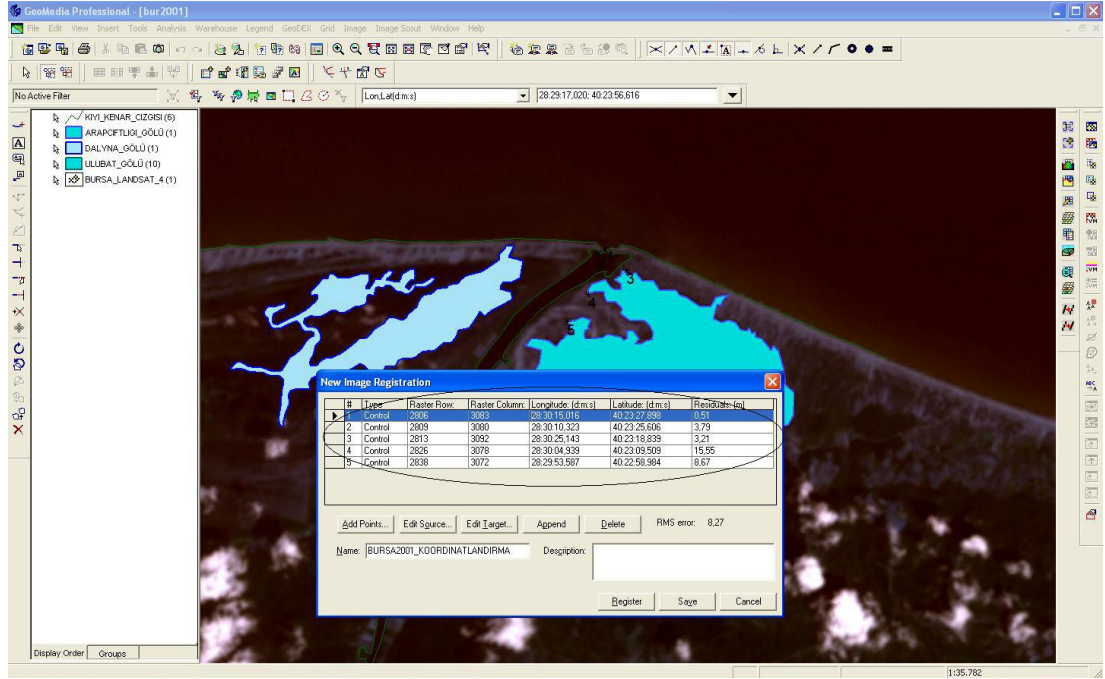
Şekil 3.7 Jeoreferanslama menüsü gösterimi

Görüntünün, koordinatlı vektör veriler baz alınarak koordinatlandırılması için vektör verilerin bulunduğu veritabanına bağlantı kurulur ve Şekil 3.8'de gösterildiği gibi "Image Registration" (görüntü referanslama) komutu altındaki "nokta ekleme" komutu ile referanslama işlemine geçilir. Görüntü, vektör veriler üzerinde ne kadar çok uygun noktadan referanslanırsa o kadar prezisyonlu bir koordinatlandırma elde edilecektir.



Şekil 3.8 Görüntü referanslama gösterimi

Nokta ekleme komutu ile aynı nokta ikişer defa belirtilmek üzere Şekil 3.9'da gösterildiği gibi görüntü üzerinde işaretlenir. Görüntünün koordinatlandırılması için yeterli nokta toplandıktan sonra işlem çift tıklama ile bitirilir. Böylece ekrana hem resim koordinatlarının hem de enlem – boylam cinsinden koordinatların görüldüğü küçük bir tablo gelir. Burada enlem – boylam değerleri gerekirse el ile girilen değerler ile de değiştirilebilir.

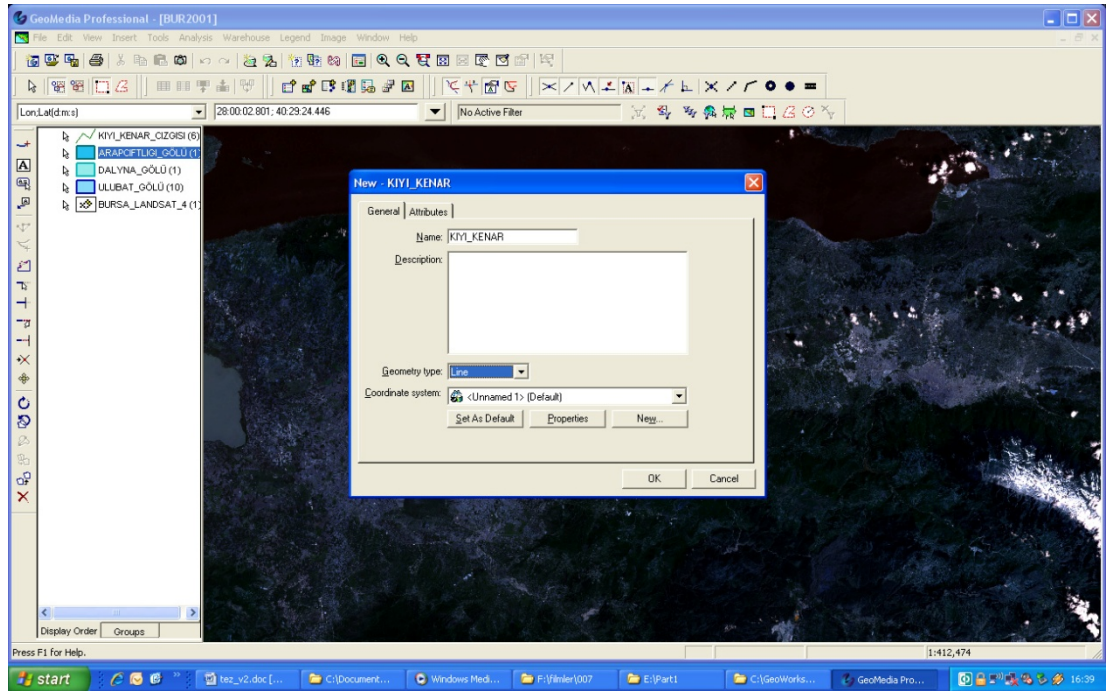


Şekil 3.9 Görüntünün koordinatlandırılması

Tüm işlemler bittikten sonra “Register” butonuna tıklayarak görüntü hem vektör verilerden alınan hem de el ile girilen değerler sayesinde referanslanmış olur.

3.4.3 Uydu Görüntülerinin Sayısallaştırılması

Uydu görüntülerini sayısallaştırma işlemine geçmeden önce sayısallaşacak katmanların veri tabanına tanımlanmasının yapılması gereklidir. Bu aşamada sayısallaşacak her bir katman için geometri tipleri (alan, çizgi, nokta gibi), adları ve koordinat sistemleri ile beraber öznitelik tabloları oluşturulur.



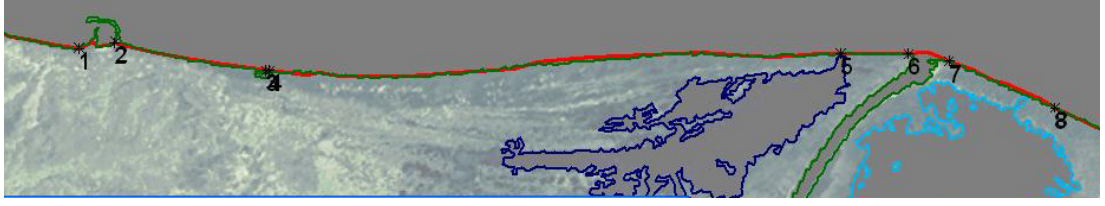
Şekil 3.10 Öznitelik tablosu

Sayısallaştırma işlemi için “Insert Feature” (katman ekle) komutu ile sayısallaştırmak istenen katman oluşturulan listeden seçilir ve sayısallaştırma işlemi yapılır.

3.4.4 Uydu Görüntülerinin Kontrolü ve Karesel Ortalama Hatası

Elimizde bulunan vektör formattaki mevcut Bursa il sınırları verilerini kullanarak, uydu görüntüleri kıyı kenarlarına jeoreferans noktaları atılmış ve çakıştırılmıştır. Kontrol noktaları Şekil 3.11 de, kontrol nokta koordinatları ve

karesel hatalar Tablo 3.3 de görülmektedir. İşlem sonucu toplam karesel hata 9.69 metre olarak bulunmuştur.



Şekil 3.11 Kontrol Noktaları

Tablo 3.3 Kontrol nokta koordinatları ve karesel hatalar

Nokta No	Boylam (sa:dak:sn)	Enlem (sa:dak:sn)	Karesel Hata (m)
1	28:21:54.228	40:23:52.853	12.53
2	28:22:16.669	40:23:55.418	9.68
3	28:23:51.071	40:23:41.259	13.3
4	28:23:53.211	40:23:41.021	7.67
5	28:29:50.508	40:23:44.445	2.5
6	28:30:32.539	40:23:44.009	6.43
7	28:30:58.410	40:23:40.249	10.77
8	28:32:03.935	40:23:16.924	10.04
		Karesel Hata Ort.	9.69

4. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

4.1 Kocaçay Deltası

4.1.1 Konumu

Kimi kaynaklarda Kocasu Deltası olarak adlandırılan Kocaçay Deltası Marmara Denizi'nin güney kıyısında Bursa ilinde bulunur. Karacabey ilçesine yaklaşık 30 kilometre uzaklıktadır. Kuş Gölü'nden gelen Karadere, Uluabat Gölü'nden gelen Uluabat Deresi, ve Bursa'dan gelen Nilüfer Çayı, Kocaçay (Susurluk Irmağı)'ı oluşturarak Kocaçay Deltası'na ve Marmara Denizi'ne açılır. Deltanın batı yarısında toplam alanı 194 hektar olan Dalyan ve Poyraz gölleri, 600 hektar olan sazlıklar, 730 hektarlık alanı kaplayan Dişbudak, Kızılağaç ve söğütlerden oluşan subasar ormanları bulunmaktadır. Deltanın doğu bölümünde Arapçiftliği Gölü (391 hektar), tarım alanları, kumullar, sazlıklar, deniz börülcesi ve ılgın ile kaplı geniş çamur düzlükleri vardır [21].



Şekil 4.1 Kocasu deltasının konumu [55]

Kocasu deltası 21 km'lik kıyı uzunluğuna sahiptir. En geniş yerinde 3.5 km. olup batıdan doğuya doğru daralan bir geometrisi vardır. Kocasu, delta üzerinde sağa bükümlü dar bir kanalda akar ve deltayı iki kısma ayırır. Mevsimlik gelişen yarıklar dışında, güncel ve/veya aktif dağıtım kanalı yoktur. Kocasu'nun delta üzerindeki kanal uzunluğu 4.5 km. dir. Kanalın ayırdığı batıdaki delta parçası doğudakinden daha büyüktür [4].



Şekil 5.2 Kocaya Deltası [56]

Akarsu boşalım ağzının iki yanında, düzensiz geometrili iki lagün vardır ve bunların zaman içerisinde konumları değişebilmektedir. Delta düzlüğünde yarım ile bir metre arası yükseklikteki yerler en geniş alanı kaplar. En fazla yükseklik 4 metre olup batı parçada Şekil 4.2'de görülen Bayramdere Köyü yakınındadır. Faya yaslanan doğu yarısında ise en yüksek yeri 2 metre kadardır [4].

Dalyan Gölü bir kum kordonu ile denizden ayrılmıştır. Kış aylarında deniz suları göle girer ve göl suları da yükselerek alanı genişletir. Denizden yükseltisi 2 m, derinliği 75 cm kadardır. Bahar mevsiminde göl suyu

dengeleninceye kadar denize boşalmaktadır. Poyraz Gölü daha batıda yer alır ve ormanın içine doğru uzanır.

Arapçiftliği Lagünü, bir alüvyon gölü özelliği taşımaktadır. Maksimum 170 cm. (ort. 55 cm) derinliğe sahiptir. Acısu karakteri taşıyan bu lagünün tuzluluğu mevsimsel olarak değişmekte olup, en düşük değerine Şubat ayında (% 0.5) en yüksek değerine ise Ekim ayında (%19.6) ulaşır.

Alanın sahil kısmı bölge halkı tarafından turizm amacıyla kullanılmaktadır. Göller ile tepeler arasında kalan bölgede tarım yapılmaktadır. Bölgedeki lagünlerde balıkçılık önemli bir geçim kaynağıdır. Deltada ağaç kesimi, arıcılık ve yabancı bitki toplayıcılığı yapılmaktadır [21].

4.1.2 Jeolojik Yapısı

Kocası deltasının akarsu boşalımı olan aktif kesimi hariç, diğer kıyı kuşağı 2–2,5 metre genişlikte, ince–orta kumdan oluşan plaja sahiptir. Plajın kum boyu homojen, hatta batıya doğru kabalaşmaktadır. Deltanın su dışı düzlüğüne oranla belirgin bir su altı platformu yoktur. Delta önü ve delta ilerisi bölümlerinin sınırı, derinlik ve topografya olarak belirgin değildir. Kıyıya oldukça yakın, 6 – 8 metre derinliklerden itibaren killi tortulların çok fazlalaşması aktif delta önünün çok geniş olmadığını düşündürmektedir.

Pek çok güncel deltada olduğu gibi, Kocası deltasının da su dışı düzlüğü kısmen kültür, büyük ölçüde sucul bitkilerle kaplıdır ve bunlar ulaşımı engellemektedir. Ancak bitki dağılımının delta elemanlarına ve tortul fasiyeslere aşırı bağımlılık göstermesi dikkat çeker. Bu özellik ve hava

fotograflarından yararlanılarak delta düzlüğü ayrıntılı şekilde haritalandırılabilmiştir.

Kocaçay delta düzlüğü elemanlarının haritalanabilenleri Şekil 5.2'de görüldüğü gibi bir adet ana akarsu kanalı ve seti, iki adet yarım iki lagün gölü, aktif ve aktif olmayan bataklıklar, kuzey-güney uzanımlı çizgisel taşkın ovası, bataklık kumsal sırtları ve ripillı kumsallardır. Köken itibariyle delta elemanları içinde olmamakla birlikte delta üzerine ilerleyen dokuz adet alivyon yelpazesi de haritalanmıştır. Bunların boyutları doğudan batıya doğru büyümektedir. Elemanlar içinde bataklık kumsal sırtları saha konumları itibariyle dikkat çekerler. Bunlar 30-100 cm. yükseklikli, 150 – 500 metre uzunlukta, araları killi tortullarla dolu yayvan sırtlardır. Buldukları yerlerdeki güncel kıyıya paralel uzanım gösterirler. Bu sırtlar köken itibariyle eski kıyı kordonları ve/veya eski kumsallar olup deniz seviyesinin yükselmesi sonucu lagünler veya denizel bataklıklar içinde kalmıştır. Tümünü bataklık tortulları içine gömülmemiş ve uzanımlarının korunuyor olması, deniz seviyesi yükseliminin sınırlı ve/veya çok yeni oluşunu temsil etmektedir. Korunan ve haritalanmış eski bataklık kum sırtlarının karadan kıyıya doğru sayısı sekizdir. Buna göre deniz seviyesi, yakın zamanlarda uzun veya kısa süreli en az sekiz kez değişim göstermiştir. Delta düzlüğünün diğer yönlü elemanı kumsaldaki ripillar olup değişik tür ve boyuttadırlar. Sırt çizgileri 20°-30° arasında kuzeydoğu - güneybatı yönelimlidir. Bu yön kuzeydoğudan gelen hakim yöre rüzgarları ile uyumludur.

Kocasu düzlüğü tortulları göreceli eski ve yeni delta tortulları olarak ayrılabilir. Bu ayrım özellikle morfolojik olarak belirgin olup yaklaşık 2 metre kotunun üzerindeki kesimlerin eski delta tortullarından oluşur. Bu kesimlerde yer yer 0–20 cm.'lik toprak örtüsü gelişmiştir ve kültür bitkileri ile örtülmüştür. Karacabey – Bayramdere yolu bu sınırı izler. Eski delta düzlüğü olan bu seki (2–4 metre arası), önünde 0–2 metre arası kollardaki tortullar ise güncel delta düzlüğü oluşturmaktadır. Yeni delta tortullarının üzeri kısmen çıplak, yer

altı suyu yüzeye çok yakın ve çoğunluk sucul bitkilerle örtülüdür. Deltanın alan olarak daraldığı doğu kesimlerde yeni tortulların üzerine son yıllarda ekim yapılmaya başlanmıştır.

Tortulların çoğunluğu denizel süreçten az veya çok etkilenmiştir. Tümüyle karasal veya alüvyal tesirlerin kontrol ettiği birikim yalnızca alüvyal yelpazeler, kanal seti ve taşkın ovasında yer alır ve bunların saha dağılımı göreceli olarak çok azdır. Deltada en geniş yer tutan bataklıklar yer üstü ve yer altından deniz suyu girişi ile kontrol edilmektedir. Eski bataklıklar (eski delta alanı içinde) sadece yağışlı dönemlerde bu özelliğini korumaktadır. Yüzölçümü yarı – kurak iklim süreçleri açısından küçümsenemeyecek bir deltada alüvyal çökellerin azlığı dikkat çekicidir. Gerçekte büyük deltalarda, delta – drenaj alanı, delta düzlüğü – boşalım, delta genişliği – delta kıyı boyu arasında doğru orantı vardır ve delta yüzey alanı büyüdükçe alüvyal tortullar genişlemekte ve kalınlaşmaktadır. Kocasu'yun eski ve yeni delta çökellerindeki bu zıt durumun temel sebebi dağıtım kanallarının gelişmemesidir. Büyük olasılıkla, deltayı oluşturan akarsuyun çok dar olan Karacabey boğazı nedeniyle yanal yönde gezinememesi yanında delta düzlüğünde aktif fay ve temel kayalar ile sınırlanmış olması dağıtım kanallarının oluşumunu engellemektedir.

Kocasu delta düzlüğü tortulları dokusal özellikleri bakımından fazla çeşitlilik göstermez. Genelde silt boyu taneler egemen olup, kesin ayırım plajlı kıyı tortullarında izlenir. Diğer tüm depolanma alanlarında çakıl – kum – silt – kil boyu taneler değişik oranlarda karışmış olarak bulunurlar. Organik madde oranı çok düşüktür ve yalnızca bataklık tortullarında koyu renk oluştururlar. Deltada başlıca aşağıdaki tortul tipleri ve/veya fasiyesleri ayrılabilir [4].

4.1.2.1 Kum Fasiyesi

Kum fasiyesi tipik olarak, aktif delta ağız hariç tüm kıyı boyunca 5 – 150 metre genişlikteki güncel kumsallarda görülür. Orta – ince kum boyu egemen olup, tane boyu doğudan batıya doğru kabalaşır. Seyrekçe denizel kavkı (kabuk) parçaları gözlenir. Ağır mineral zenginleşmesi ince kumlarda belirgindir.

Plaj gerisinde, yerel olarak 750 metre kadar genişleyebilen kumullar dokusal olarak kumsal kumlarının özelliklerini taşır ve fakat güncel atıklarla kirlenmiştir. Rüzgar tesirleri ile elenmenin sonucu, kumulların tane boyu kumsallara oranla iridir ve orta kum boyu egemendir, inşaat malzemesi olarak kum alınması sonucu orijinal topografya yer yer bozulmuştur.

Kum fasiyesinin en yaygın izlendiği bir diğer depolanma yeri bataklık kum sırtlarıdır, ince ve çok ince kumun egemen olduğu bu birikimlerde kavkı kırıkları bolcadır. Çoğu kez daha ince taneli tortullarla karışmış olup bu yerlerde renk koyulaşmıştır. Kumlu eski delta çökelleri yer yer oksitlenmiş ve üzerinde bitki gelişmeye başlamıştır. Kavkı kırıkları bulundurur. Tane boyu nispeten heterojendir ve fasiyese ince çakıl boyu taneler karışmıştır.

Kocaçay delta elemanları içinde denizel kumsal, güncel ve eski kumul, kumlu delta çökelleri (eski) ve bataklık kum sırtları bu tip tortullardan oluşmaktadır. Köken itibarıyla, Kocaçay'ın yatak yükü şeklinde denize boşalttığı ve muhtemelen ağız barı şeklinde depolanan tortulların, sonraki evrelerde dalga ve akıntılarla işlenerek seçilmesi ve farklı yerlerde depolanmasının ürünüdürler. Bu gelişim tüm akarsu deltalarında izlenen bir durumdur ve delta fasiyesinin mimarisini oluşturur. Bolluk sırasıyla kuvars, feldispat, kayaç parçaları ve ağır mineraller en çok görülen tanelerdir [4].

4.1.2.2 Siltli Kil Fasiyesi

İnce taneli bu fasiyeste silt ve kil boyu tortulların oranı tam olarak ayırmak güçtür. Yerel olarak killi silt, siltli kil veya tümüyle kil halinde bulunabilmektedir. Eski ve güncel bataklıklar, lagün gölleri, taşkın ovası ve leve (set) olarak haritalanan delta elemanları bu fasiyesten oluşmuştur. Askı yük biçiminde taşınan bu tortullar kurak dönemde yalnızca lagünlere sokulabilmekte, asıl birikim yağışlı dönemlerdeki taşkınlarla gerçekleşmektedir. Bataklıklarda mavimsi – yeşilimsi – siyahımsı – gri, taşkın ovasında ise koyu gri – esmer renk egemendir [4].

4.1.3 İklimi

Marmara iklimi, Karadeniz ve Akdeniz iklimleri arasında bir geçiş özelliği göstermektedir. Bu nedenle kışları Akdeniz iklimi kadar ılık, yazları Karadeniz iklimi kadar yağışlı değildir. Karasal iklim kadar kışı soğuk, yazı da kurak geçmemektedir. Bu özelliklerinden dolayı doğal bitki örtüsünü alçak kesimlerde Akdeniz kökenli bitkiler, yüksek kesimlerin kuzeye bakan yamaçlarında Karadeniz bitki topluluğu özelliğindeki nemli ormanlar oluşturmaktadır. Soğuk ay olan Ocak ayı ortalama sıcaklığı 4.9°C, sıcak ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 23.7°C, yıllık ortalama sıcaklık 14.0°C dir. Ortalama yıllık toplam yağış 595.2 mm.dir ve yağışların çoğu kış mevsimindedir. Yaz yağışlarının yıllık toplam içindeki payı % 11.7 dir. Yıllık ortalama nispi nem %73'tür.

Kocaçay Deltası'nın drenaj alanı olan Güney Marmara Bölgesi, yarı kurak iklim şartları altında Türkiye ortalamasının üzerinde yağış alır. Yağışlı dönem (Aralık – Nisan, ortalama 450 mm/yıl) aynı zamanda yüksek derecede

rüzgarlıdır. (ort. 8 m/s). Kurak dönemde (Mayıs – Kasım) ortalama yağış 236 mm/yıl olup rüzgar bakımından da nispeten sakinidir. [21]

4.1.4 Bitki Örtüsü

Kocaçay Deltasının önemli bitki alanı, Marmara Denizi'nin güney sahillerinde, Kocaçay'ın denize döküldüğü yerde oluşmuştur. Genişliği 500 – 1000 metre arasında değişen kumullar, Yeniköy'e doğru 15 km. uzunluğundadır. Genellikle alçak tepelerden oluşan kumullar kıyıya paralel olarak uzanır. Ön cephe kumullarda “Kum Sütleğeni” bitki topluluğu baskındır.

Ön cephe kumullarından sabit kumul topluluğuna geçiş yaparken *Karabaşotu* türü yaygın olarak bulunur. Sabit kumul topluluğunda bulunan diğer türler arasında *Boyacı Papatyası* , *Tüylü Papatya* sayılabilir. Ayrıca, Akdeniz kumullarının karakteristik bir türü, “*Echium angustifolium*”a yer yer rastlanır.

Sabit kumluk alanlarda, tipik olarak yalnızca uzun gevşek kumlu çukurlarında az miktarda *Fraxinus angustifolia subsp. Oxycarpa* , *Quercus robur* baskınlığında topluluklar yer alır. Bu toplulukların oluşturduğu orman, yer yer kesilerek olatmaya açılmıştır. Olatmanın daha az olduğu bölümlerde çalılıklar, nemli meralar ve olatmanın daha yoğun olduğu bölümlerdeyse kısa boylu tek yıllık bitkiler (terofit) gelişmiştir. Bu topluluklar arasında Türkiye'de çok az yerde kayıtlı olan türler bulunmaktadır.

Kumlukların arkasındaki geniş sulak alan habitatları hafif tuzlu ve tatlısu içeren açık su habitatlarından oluşur.

Göllerin kenarlarında geniş alanlar kaplayan yüksek sazlı bataklık toplulukları vardır.

Kumluk alanların arkasında daha kurak yerlerde dişbudak, çınar, akkavak ve saplı meşe, ağırlıklı longoz ormanı hakimdir. Bu bölüme balta girmemiş orman görüntüsü veren çeşitli tırmanıcı bitki türleri egemendir. Buna ek olarak, bol miktarda kızılağaç'a da rastlanır. [21]

4.1.5 Fauna Elemanları (Balıklar, Amphibiler, Sürüngenler)

Kocaçay Deltası'ndaki Bayramdere Dalyanı'nda turna, kızılkanat, ekinli (Arapçiftliği) Dalyanı'nda ve Kocaçay'da ise yılan balığı, doğal gölleri, özellikle dibi çamurlu etrafı bol vejetasyonlu yavaş akan suları tercih eden sazan balığı ve dere pisisi balığı yaşamaktadır. Deldadaki göller iç su balığı için önemli bir yaşam alanıdır.

Kocaçay Deltası'nda toprak kurbağası, ova kurbağası, benekli Kaplumbağa, çizgili kaplumbağa, su yılanı türleri tespit edilmiştir [21].

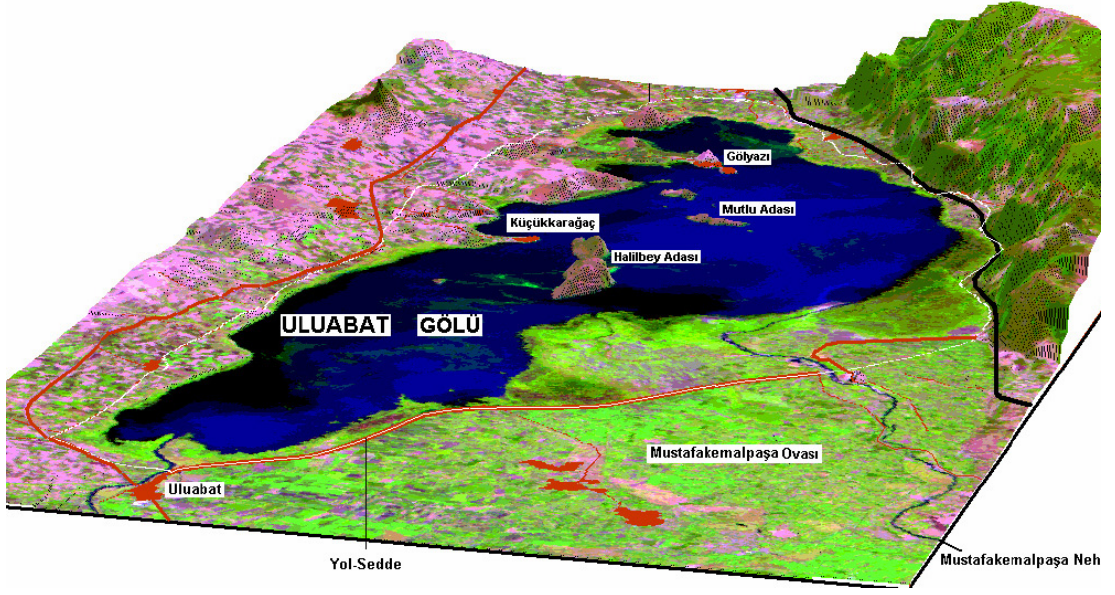
4.2 Uluabat Gölü

4.2.1 Konumu

Uluabat ya da Apolyont gölü olarakta adlandırılan Uluabat gölü idari olarak Bursa ilinin Karacabey ve Mustafa Kemalpaşa ilçeleri içerisinde yer almaktadır. Bursa kent merkezine 34 km, Balıkesir iline ise 90 km mesafede olan göl, Şekil 4.1 de görüldüğü üzere Bursa Karacabey karayolunun hemen güneyinde yer almaktadır. Uluabat gölünün iki ve üç boyutlu görünümü Şekil 4.3 ve 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.3 Uluabat Gölü 2 boyutlu görünüm [57]



Şekil 4.4 Uluabat Gölü 3 boyutlu görünüm [7]

4.2.2 Jeolojik Yapısı

Uluabat Gölü (Güney Marmara, Türkiye) ve yakın çevresi Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde kalması sebebi ile Türkiye'nin tektonik bakımından en aktif sahalarından biridir. Bu özelliği, sahanın özellikle Kuvaterner'de hızlı bir jeomorfolojik gelişim-değişim aşamaları geçirmesine neden olmuştur [8].

4.2.2.1 Drenaj Verileri

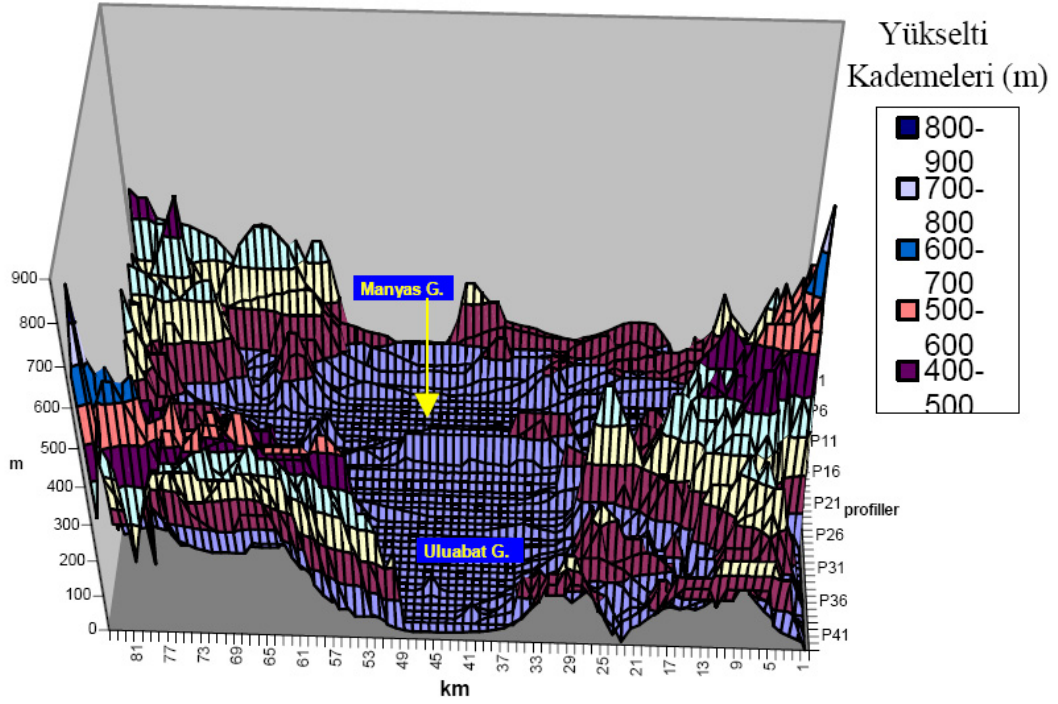
- Drenaj sisteminde genç fayların etkisi ile ötelenmeler meydana gelmiştir.
- Sularını Hanife Dereye boşaltan Mustafakemalpaşa Çayı yatağını değiştirerek kuzeye yönelip, Uluabat Gölüne boşalmaya başlamıştır.
- Karacabey depresyonuna kuzeyden boşalan dereler, paralel ve/veya subparalel bir drenaj şebekesine sahiptirler.
- Karacabey Depresyonuna boşalan akarsuların gölün küçülmesine uyumlu olarak, yatak değiştirdikleri dikkati çekmektedir.

- Uluabat Deresi, Uluabat Gölünün gidegeni, eğim ve yükselti özellikleri sebebi ile aynı zamanda ters akış ile gölü besleyen bir deredir [8].

4.2.2.2 Morfolojik Veriler

- Uluabat Gölünü güneyden sınırlayan ve topografik diskordansa neden olan diklik, düşey atımlı Uluabat Fayının morfolojideki etkisidir.
- Drenaj sistemlerindeki ötelenmeler, Uluabat Gölü güneyindeki fay dikliliği, doğrultu atımlı Manyas fayı, bu fay üzerindeki depremler, sıcak su kaynakları ve yakın zamana kadar var olan bataklıklar aktif tektoniğin diğer delilleri arasında sayılan örneklerdir.
- Uluabat Gölü tabanı deniz seviyesinden 3 m yüksektedir (Şekil 4.4).
- Genel olarak kuzeye bakan yamaçların güneye bakan yamaçlara göre çok daha dik oldukları görülmektedir. Dikliklere kuzeybatı veya kuzeydoğu cephe olarak da rastlamak mümkündür.
- Proje sahasında birbirine paralel çizgiselliklere bağlı olarak meydana gelen çarpılmalar gelişmiştir (Şekil 4.5). Bu çarpılmaların güneye bakan yamaçlarda daha az eğimli olmaları, üzerlerinde daha uzun boylu drenajın gelişmesine imkan tanımıştır. Kuzeye bakan yamaçlarda ise kısa boylu drenaj yer alır.
- Tektonik hatlar doğrultu atımlı faylar ile karakterize olmalarına rağmen düşey atım bileşenlerinin de olduğu, hatta yer yer düşey atımlarının daha çok ön plana çıktığı profillerde ve arazideki izlerinde görülmektedir.
- Çevresindeki yükseltilere rağmen, Karacabey Depresyonu (± 10 m), Uluabat Gölü (3 m), deniz seviyesine oldukça yakın olmaları dikkat çekicidir.
- Fayların, genel olarak neojen ve sonrası çökellerinin yayıldığı alanlarda etkili olduğu takip edilmektedir. Ayrıca, Uluabat Gölünün güneyinde 150-200 m lerde neojen mostralara rastlanması genç tektonik aktivitenin sonuçlarındandır.

- Olasılıkla, Karacabey depresyonunda çarpılarak çökme devam ederken, depresyonun kuzey kısımları daha yüksekte kalması sonucu neojen çökelleri üzerinde erozyon yaşanmış olmalıdır. Böylece sığ olan neojen örtülerinin sıyrılmaları ile alttaki paleozoik ve Mesozoik kayalar da yüzeylemiştir
- Uluabat Gölüne doğru az eğimli ve çoğunlukla neojen arazilerinden oluşan sahanın pedimentasyona uğradığı düşünülmektedir. Vertisoller ve Redzinalar proje sahasında oldukça geniş alanlar kaplar. Bu tür topraklar, özellikle Vertisoller Neojen göl sedimentlerinin karakteristik toprakları olup, bunların sınırları kabaca eski göl tabanı yayılım alanları ile çakışmaktadır.
- Uluabat Gölünün kuzey kıyılarında gevrek yalıtışı oluşumları tespit edilmiştir. Ancak yaşlandırma yapılamamıştır.
- Uluabat Gölünün kuzey kıyılarındaki yalıtışının tekstürü; tür, tane boyutu ve dağılışı özellikleri açısından oldukça karışık olup, sel deposu karakteri taşımaktadır. Bu depolar yüzeysel sellenme kanıtıdır.
- Bu sahada, eğim yönünde belirgin büyük bir akarsu da gelişmemiştir.
- Uluabat gölünün kuzey kıyı çizgisinde, düzenli bir gerilemenin meydana gelmediği düşünülmektedir [8].



Şekil 4.5 Çalışma sahası profil serileri (sahaya doğudan bakış) [8]

4.2.2.3 Sedimentolojik Veriler

Sahada D.S.İ Genel Müdürlüğünce yapılan sondajlar sonucu;

- Sondajlarda genel olarak üç farklı fasiyes dikkati çekmektedir. Bunlar; neojen öncesi kayalara ait temel arazileri, göl - bataklık ortamının çökelleri ve akarsu çökelleridir.
- Sahanın güneydeki sondajlarda genel olarak, kireçtaşı, marnlı kireçtaşı ve marn ardalanması takip edilir. Bu seri taban konglomerası ile devam eder ve daha sonra gelen istifler ise akarsu ve göl çökellerinin ardalandığı bir stratigrafi gösterir. Kalın bir akarsu çökeli, benzer bir kalınlığa sahip göl ortamının çökelleri takip eder. Daha sonra ise tekrar akarsu çökellerine geçilir. Bu sondajların ortalama

derinliği 250 m dir. İç kısımlara gidildikçe istifdeki malzeme çeşitliliği ve kalınlıkları değişiklik göstermektedir.

- Uluabat Gölünün gidegeni yakınlarında da iki adet sondaj açılmış olup, sadece üst seviyelerde ince bir bant olarak (1 kaç m) akarsu çökelleri kesilmiştir. İstifi oluşturan diğer çökeller durgun su ortamı fasiyesine aittir [8].

4.2.3 Bitki rts

Uluabat Gölü, sucul bitkiler yönünden ülkemizin en zengin sulak alanlarından biridir. Gln hemen hemen bütün kıyıları geniş sazlıklarla, sığ kesimleri ise su içi bitkileri ile kaplıdır.

Bütün sulak alanlarda olduğu gibi, Uluabat Gölü'nde de en yaygın bitki grubu kamyış ve sazdır. *Phragmites australis*'in hakim olduğu yerlerde yem kanyaşı, su sandalye sazı ve *Stachys palustris* görülmektedir. Gln kuzeybatısındaki geniş sulak ayırılıklarda, deniz sandalye sazı hakimdir. Alanda görülen diğer türler, bataklık sandalye sazı, *Agrostis stolonifera* ve mızraklı kaşık otudur.

Uluabat Gölü, Türkiye'nin en geniş nilüfer yataklarına sahiptir. Beyaz nilüfer gölün kuzeydoğu kıyılarında ve Mustafakemalpaşa ayı'nın gle giriş ağzında çok geniş alanları kaplamaktadır. Nilferlerin bulunduğu alanlarda tilki kuyruğu, kıvırcık su sümbülü ile su sandalye sazı görülmektedir. Gln kuzeydoğusunda ise, nilferlerle birlikte dik sığır sazı ve *Paspalum paspalodes* bulunmaktadır.

Tilki kuyruğu ve su sümbülleri gölde yaygın olarak görülen diğer bitki türleridir. Tilki kuyruğu gölün güneybatı ucunda ve Mustafakemalpaşa Çayı'nın döküldüğü yerlerde saf topluluklar oluşturmaktadır.

Gölün güneybatı kesimlerinde ılgınlar, tuzcul karakterli *Salicornia* üyeleri, *Artemisia* santericum, *Hordeum marinum* ve *Bromus hordeaceus* yaygındır. Yine Mustafakemalpaşa Çayı'nın döküldüğü yerde söğüt ve ılgınlardan oluşan bitki toplulukları bulunmaktadır [57].

4.2.4 Fauna Elemanları (Balıklar, Amphibiler, Sürüngenler)

Uluabat Gölü, biyolojik üretim yönünden eutrophic (bol gıdalı) göllerimizden biridir. Planktonlar ve dip canlıları bakımından zengin oluşu, değişik türden çok miktarda canlının üremesi ve beslenmesi için ideal bir ortam oluşturmuştur. Göldeki yüz binlerce kuşun varlığı bunun en önemli göstergesidir ve bu bakımdan Avrupa ve Ortadoğu'nun da en önemli sulak alanlarından biridir. Gölde 21 değişik balık türü saptanmıştır. Diğer göller ile karşılaştırıldığında bu sayı oldukça yüksektir.

Anadolu'ya kuzeybatıdan giren kuş göç yolu üzerinde yer alması, önemli kuş alanlarından Kuş Gölü'ne çok yakın mesafede (35 km) bulunması, besin maddelerince oldukça zengin olması ve uygun iklim koşullarının var oluşu değişik türden kalabalık kuş gruplarının alanda beslenmesine, kışlamasına ve üremesine olanak sağlamaktadır.

Uluabat Gölü, dünya çapında yok olma tehlikesi altında olan kuş türlerinden küçük karabatağın ülkemizdeki en önemli üreme alanıdır. Türkiye'deki toplam kuluçka popülasyonu 1500 çift olarak tahmin edilen türün, 300 çifti alanda kuluçkaya yatmaktadır. Gölde üreme dönemi dışında da önemli sayıda küçük karabatak barınmaktadır. Uluabat Gölü yine dünya çapında yok olma tehlikesi ile altında olan tepeli pelikanın da önemli beslenme ve kışlama alanlarından biri olup, Ekim 1994'de gölde 136 bireylik popülasyonu kaydedilmiştir.

Gölde, kuluçkaya yatan diğer önemli türler;Alaca balıkçıl, kaşıkçı,küçük ak balıkçıl, ve çeltikçi, küçük balaban, gece balıkçılı, erguvani balıkçıl, saz delicesi, bataklık kırlangıcı, mahmuzlu kız kuşu , bıyıklı sumru, kara sumru gölde kuluçkaya yatan diğer kuş türleridir [58].

4.2.5 Arkeolojik Durumu

Çalışma sahasında Paleolitik-Ortaçağ zaman aralığı (Paleolitik: M.Ö.600000-10000, Neolitik: M.Ö. 10000-5000, Kalkolitik : M.Ö.5000-3000, Tunç çağı: M.Ö.: 3000-1200, Ortaçağ: M.Ö. 1200 - M.S.1000) yaklaşık pleistosenin ortalarından M.S. 1000 yıllarına kadar gelmektedir. Bu zaman aralığı da proje çalışmasının üzerinde yoğunlaştığı zaman periyodunun önemli bir bölümünü kapsamaktadır. Proje sahasında 1 Adet Paleolitik, 3 adet Neolitik, 5 adet kalkolitik, 4 adet Tunç çağı ve 3 adet Ortaçağ dönemlerine ait tarih öncesi yerleşimlerdir [37]. Bu yerleşimlerin, dağılışı eskiden yeniye doğru, göl sınırlarının küçülmesine paralellik sağlayacak şekilde olduğu dikkat çekicidir.

5 VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Kocadere – Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu Verilerinin Değerlendirilmesi

Kocaçay üzerinde bulunan Elektrik İşleri Etüd Dairesine ait 317 nolu akım gözlem istasyonunun 1999 yılının Ekim ayı ile 2009 yılının Eylül ayı arası debi gidiş çizgisi çizilerek EK-1'de sunulmuştur. İncelenen 10 yıllık dönemde;

- 2002 su yılında yıllık toplam akımın 4163 milyon m³ ile en yüksek seviyede olduğu,
- 2001 su yılında yıllık toplam akımın 886 milyon m³ ile en düşük seviyede olduğu,
- 10 yıllık dönemin ortalama yıllık toplam akımının 2716 milyon m³ olduğu
- 424 m³/s ile 2006 mart ayında akımın maksimum değere ulaştığı
- 7.25 m³/s ile 2001 eylül ayında akımın minimum değere geldiği anlaşılmaktadır.

5.2 Yağış ve Buharlaşma Verilerinin Değerlendirilmesi

Bursa ili Karacabey ilçesinde 23.09.1961 tarihinde DSİ tarafından işletmeye açılan 03-011 nolu istasyonda 1962-2008 yılları arasındaki aylık toplam yağış, maksimum toplam yağış ve aylık toplam buharlaşma verileri DSİ Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğünden alınmıştır. 1999-2008 yılları arasındaki yağış verilerinin zamanla değişimi grafik ve sütun halinde çizilerek EK-2 de sunulmuştur. (Grafik halindeki çizim debi gidiş çizgisiyle karşılaştırma yapabilmek amacıyla 1999 Ekim ve 2008 Eylül periyodunda çizilmiştir.) Yapılan değerlendirmede;

- Maksimum yıllık toplam yağış (775.1 mm) 2005 yılında,
- Minimum yıllık toplam yağış (561.1 mm) 2006 yılında,
- Maksimum aylık toplam yağış (159.3 mm) 2004 yılının Ocak ayında görülmektedir.
- 9 yılın ortalaması değerlendirildiğinde yıllık ortalama yağış 640 mm'dir.

A tipi buharlaşma tavaşı kullanıldığında;

- Maksimum yıllık toplam buharlaşma (1909.6 mm) 2004 yılında, minimum yıllık toplam buharlaşma (1576.7 mm) 2005 yılında görülmektedir.
- 9 yılın ortalaması değerlendirildiğinde yıllık ortalama buharlaşma 1762 mm'dir.

5.3 Uluabat Gölü Seviye Değişimlerinin Değerlendirilmesi

Uluabat Gölü üzerinde bulunan DSİ gözlem istasyonu tarafından 2000 Ocak 2010 Ocak ayı seviye verilerinin zamanla değişimi EK-1'de çizilerek sunulmuştur. İncelenen 10 yıllık dönemde;

- Maksimum su seviyesi 2002 Ocak ayında (6.05 m.)
- Minimum su seviyesi 2001 Ekim ayında (2.55 m.)

görülmüştür.

10 yıllık dönemde yıllık ortalama seviyelere bakıldığında;

- Minimum seviye (2.95 m.) 2001 yılında
- Maksimum seviye (4.27 m.) 2002 yılında

görülmüştür.

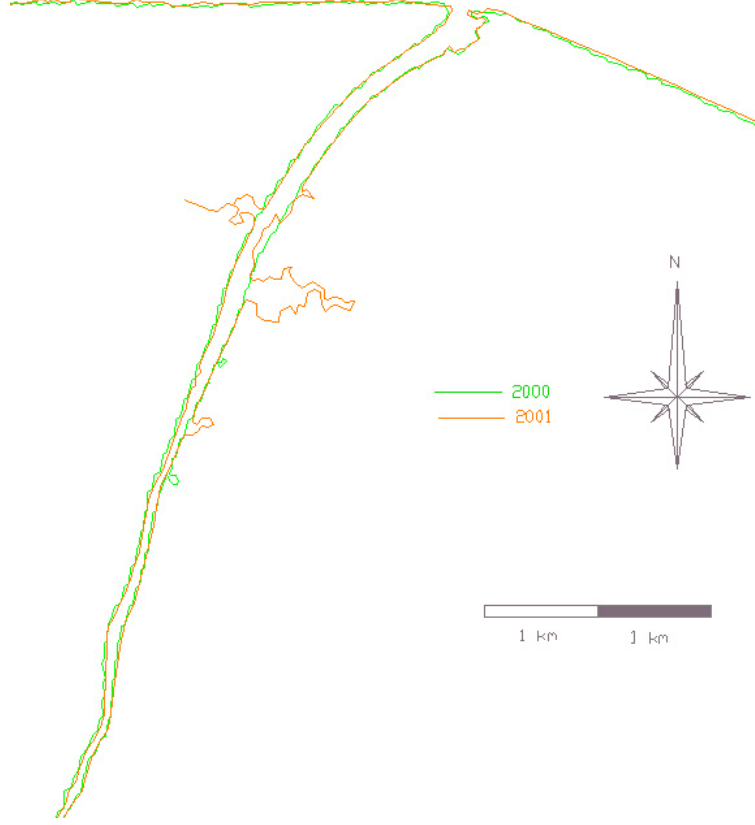
- Uydu görüntülerini kullandığımız 2000 yılında yıllık ortalama su seviyesi 3.80 m. , 2001 yılında 2.95 m. , 2005 yılında 3.81 m.dir.

5.4 Uydu Verilerinin Değerlendirmesi

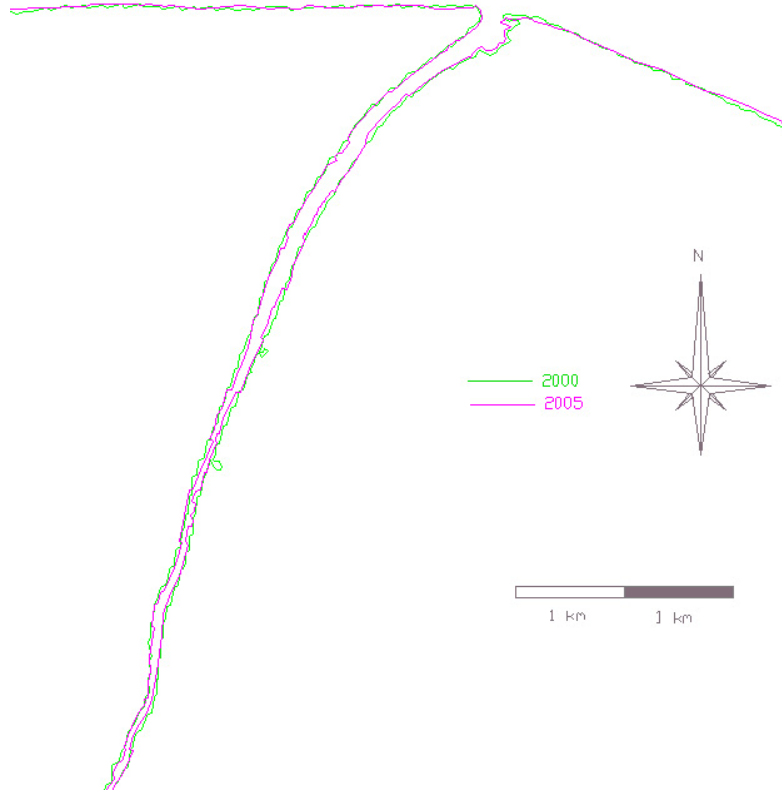
5.4.1 Kocaçay yatak boykesiti, kıyı çizgisi değişimleri

Uydu verileri önce Kocaçay yatak boykesiti, kıyı çizgisi değişimleri daha sonra Arapçiftliği, Dalyan ve Poyraz, Uluabat Gölleri için değerlendirilmiştir.

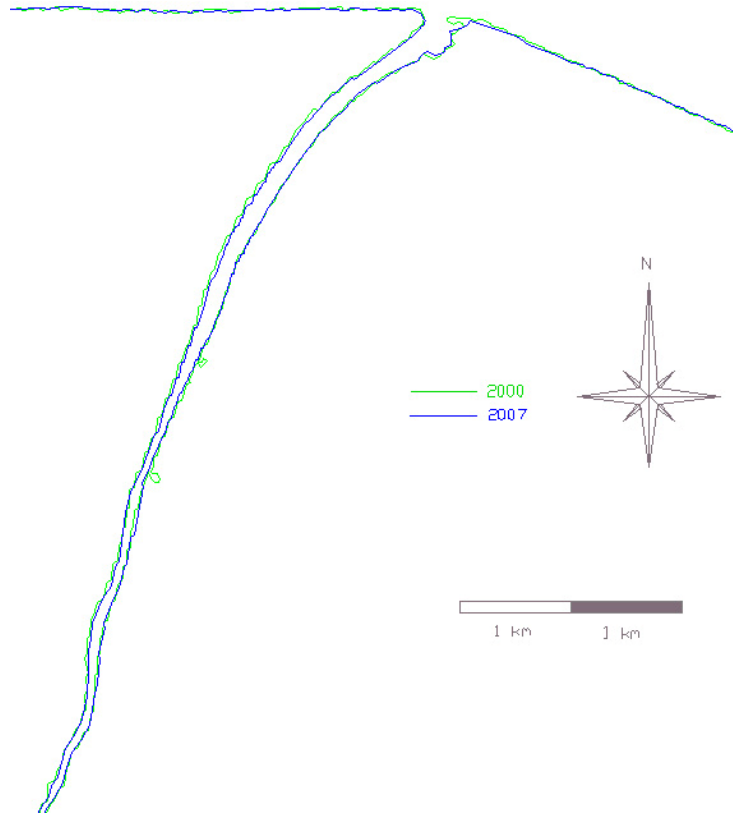
Kocaçay yatak boykesiti ve güzergahında 2000–2001, 2000–2005, 2000–2007 yılları arasında Şekil 5.1 ,5.2,5.3 da da görüldüğü gibi bariz bir fark görülmemiştir.



Şekil 5.1 Yatak boykesiti karşılaştırılması (2000-2001 arası)



Şekil 5.2 Yatak boykesiti karşılaştırılması (2000-2005 arası)



Şekil 5.3 Yatak boykesiti karşılaştırılması (2000-2007 arası)

2000-2001, 2000-2005, 2000-2007 dönemlerinde kıyı çizgisi değişimleri incelendiğinde;

2000-2001 yılları karşılaştırıldığında Şekil 5.4'te de görüldüğü üzere Kocaçay'ın denize ulaştığı ağzın sol tarafında 30 metre, sağ tarafında 29 metre genişliğe varan birikmeler oluşmuştur. Bunun sonucunda ağız genişliğinin 206 metreden 147 metreye düştüğü belirlenmiştir. Bu dönemde ağzın sol tarafındaki kıyı şeridinde 2340 m² lik alanda birikme, 3400 m² lik alanda da kıyı erozyonu görülmektedir. Sağ kıyı şeridinde ise 8700 m² lik alanda birikme, 1112 m² lik alanda ise kıyı erozyonu dikkat çekmektedir.

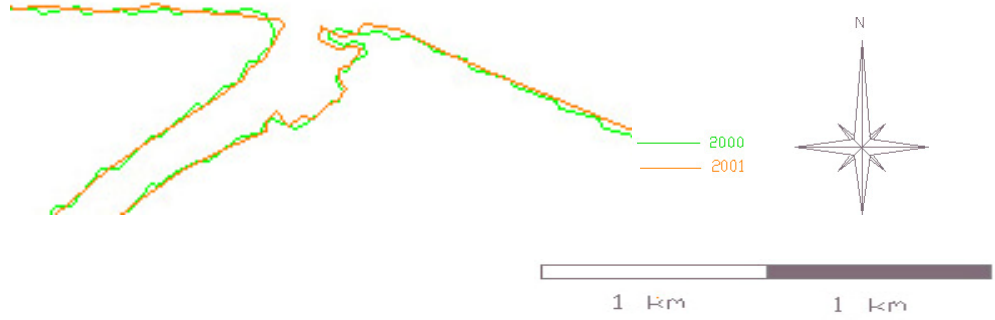
2000-2005 yılları karşılaştırıldığında Şekil 5.5'te görüldüğü üzere ağzın sol tarafında 18 metre, sağ tarafında 17 metre genişliğe varan birikmeler oluşarak ağız genişliğinin 206 metreden 171 metreye düştüğü belirlenmiştir. Bu dönemde ağzın sol tarafındaki kıyı şeridinde 5337 m² lik alanda birikme, 9425 m² lik alanda da kıyı erozyonu görülmektedir. Sağ kıyı şeridinde ise 30482 m² lik alanda birikme, 16176 m² lik alanda ise kıyı erozyonu dikkat çekmektedir. Kıyı erozyonu sonucu ağzın sol tarafındaki kıyı şeridindeki değişim yaklaşık 32 metre, sağ tarafta ise yaklaşık 41 metre civarındadır.

2000-2007 yılları karşılaştırıldığında Şekil 5.6'te görüldüğü üzere ağzın sağ tarafında 38 metre erozyon oluşarak ağız genişliğinin 206 metreden 244 metreye arttığı belirlenmiştir. Bu dönemde ağzın sol tarafındaki kıyı şeridinde 3787 m² lik alanda birikme, 5245 m² lik alanda da kıyı erozyonu görülmektedir. Sağ kıyı şeridinde ise 8965 m² lik alanda birikme, 21197 m² lik alanda ise kıyı erozyonu dikkat çekmektedir. Kıyı erozyonu sonucu ağzın sol tarafındaki kıyı şeridindeki değişim yaklaşık 24 metre, sağ tarafta ise yaklaşık 122 metre civarındadır.

Literatürde bu bölgeden inşaatlarda kullanılmak üzere kum alımı olduğu belirtilmektedir. Kum alımları, kuzeydoğu rüzgarları ve batimetrinin birlikte kıyı erozyonunu tetiklediği söylenebilir.



a.

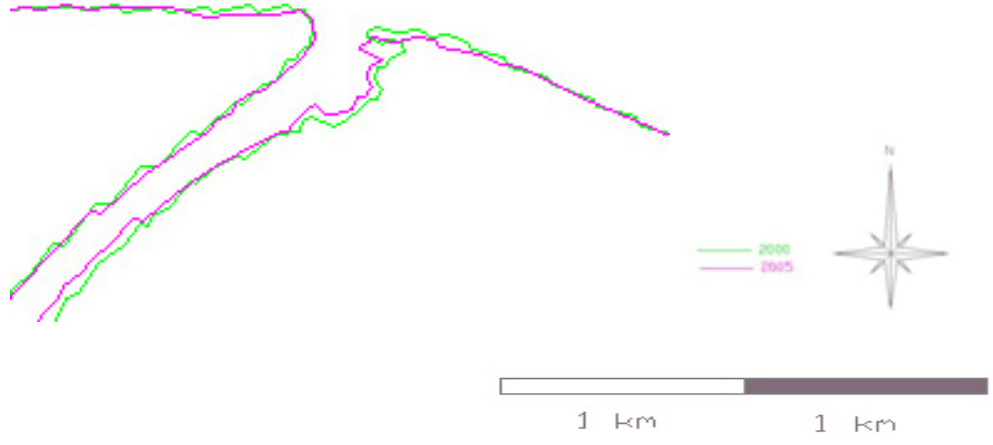


b.

Şekil 5.4 Kıyı çizgisi değişimi (2000-2001 arası) a. büyük ölçekli b. küçük ölçekli

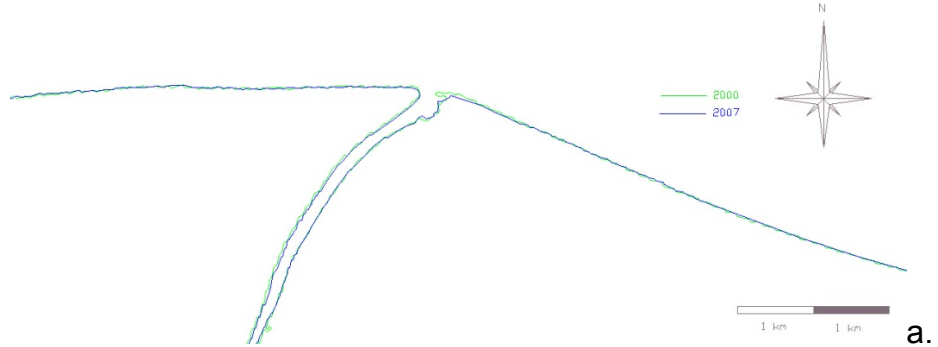


a.

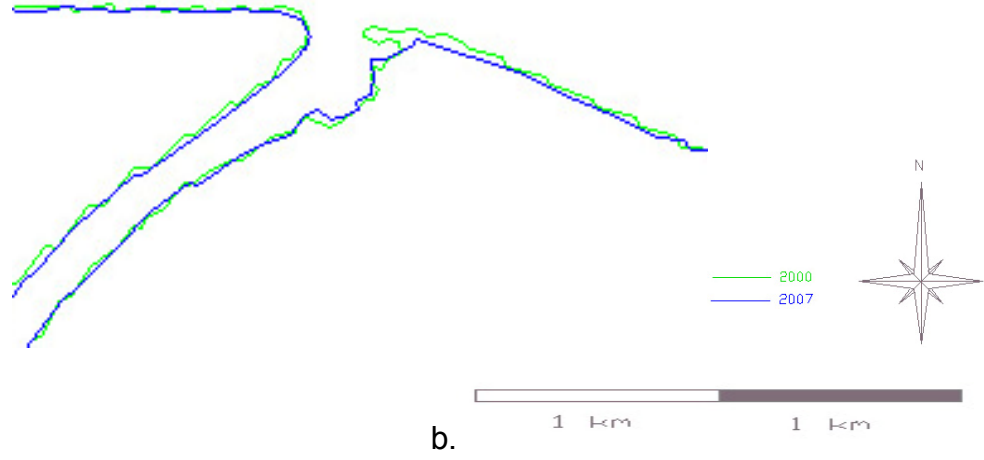


b.

Şekil 5.5 Kıyı çizgisi değişimi (2000-2005 arası) a. büyük ölçekli b. küçük ölçekli



a.



Şekil 5.6 Kıyı çizgisi değişimi (2000-2007 arası) a. büyük ölçekli b. küçük ölçekli

5.4.2. Arapçiftliği, Dalyan ve Poyraz ile Uluabat Göllerindeki değişimler

Uzaktan algılama yöntemiyle değerlendirilen Arapçiftliği, Dalyan, Poyraz ve Uluabat göllerinin değerlendirmeler sonucu bulunan göl alanları ve kıyı şeridi uzunlukları Tablo 5.1 ve Tablo 5.2 de görülmektedir.

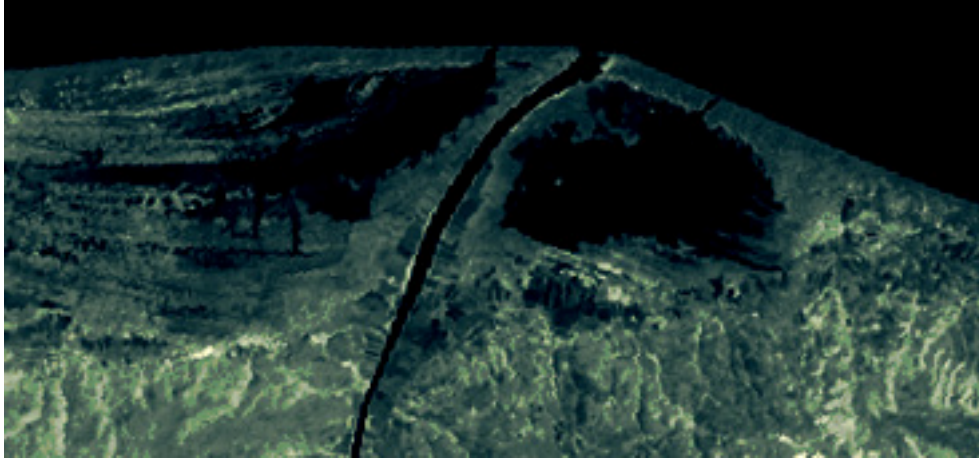
Tablo 5.1 Göl alanlarının UA ile değerlendirilen yıllara göre durumu

Göller/Alanlar	2000 yılı (m ²)	2001 yılı (m ²)	2005 yılı (m ²)	2007 yılı (m ²)
Arapçiftliği	4 490 048	4 022 674	3 824 362	3 163 302
Dalyan+Poyraz	4 088 600	4 220 094	1 909 343	1 677 538
Uluabat	126 170 807	118 526 865	115 442 676	--

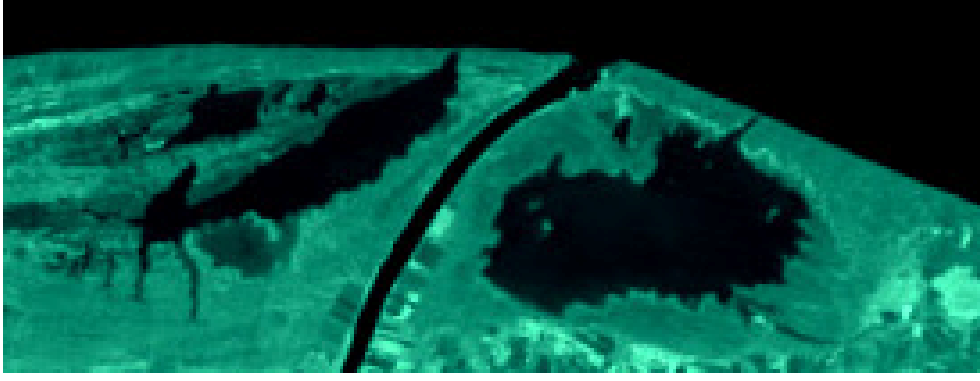
Tablo 5.2 Göllerin yıllara göre kıyı uzunlukları

Göller/Çevre uzunluğu	2000 yılı (m.)	2001 yılı (m.)	2005 yılı (m.)	2007 yılı (m.)
Arapçiftliği	19 920	21 356	18 938	11 593
Dalyan+Poyraz	28 775	33 374	15 279	13 464
Uluabat	144 065	118 924	114 352	--

Arapçiftliği, Dalyan ve Poyraz Göllerinin 2000 ve 2007 yılları arasında küçüldüğü Şekil 5.7'de de görülmektedir.



a.



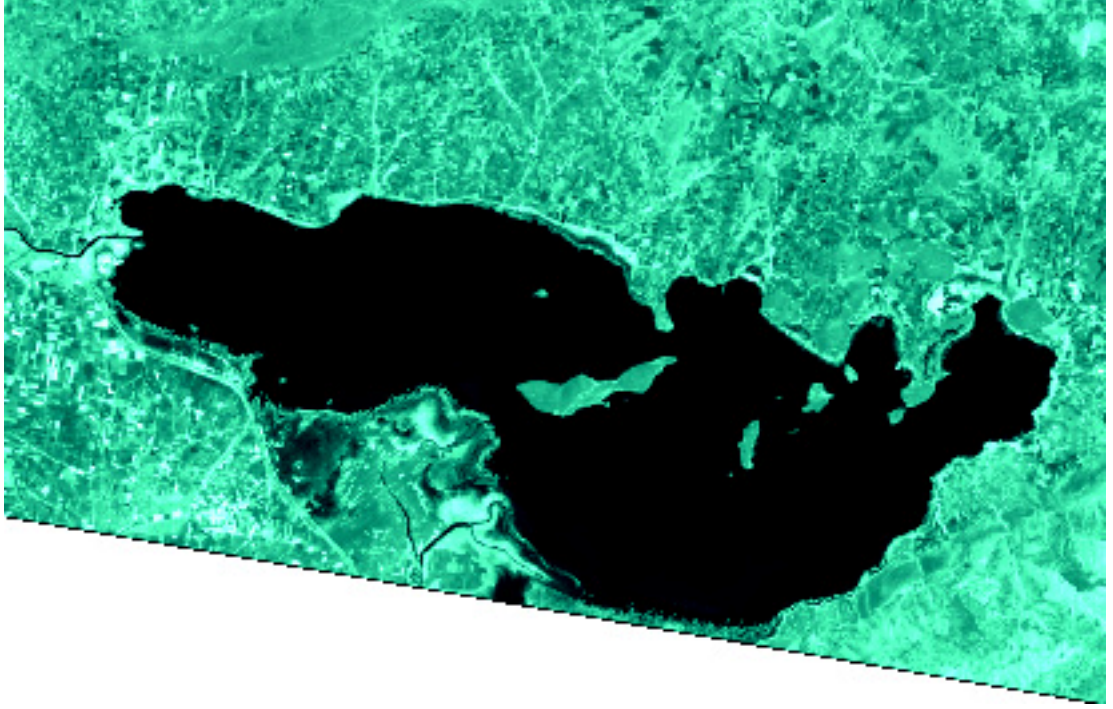
b.

Şekil 5.7 Arapçiftliği, Dalyan Poyraz gölleri 1:125 000 ölçekli uydu görüntülerinin karşılaştırılması a. 2000 yılı b. 2007 yılı

Uluabat Gölünün 2000 ve 2005 yılları arasında küçüldüğü Şekil 5.8'de de görülmektedir.



a.



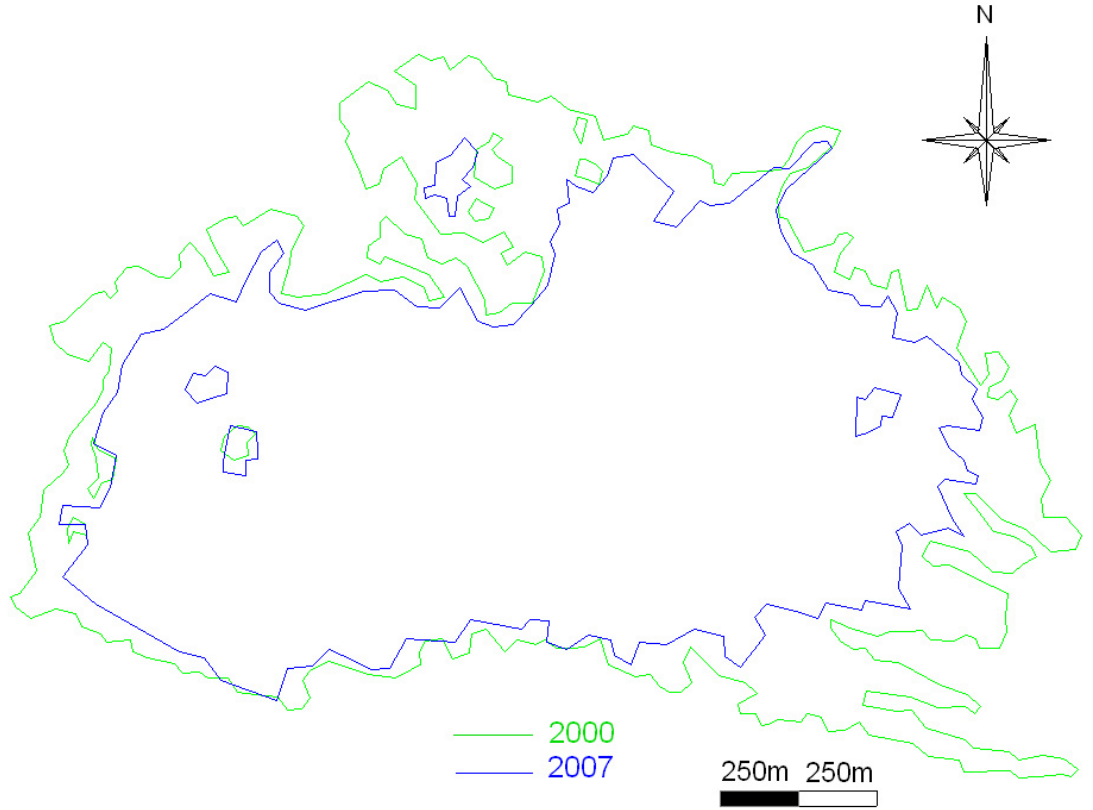
b.

Şekil 5.8 Uluabat gölü 1:250 000 ölçekli uydu görüntülerinin karşılaştırılması
a.2000 yılı b. 2005 yılı

5.4.2.1 Arapçiftliği Gölü ile İlgili Değerlendirmeler

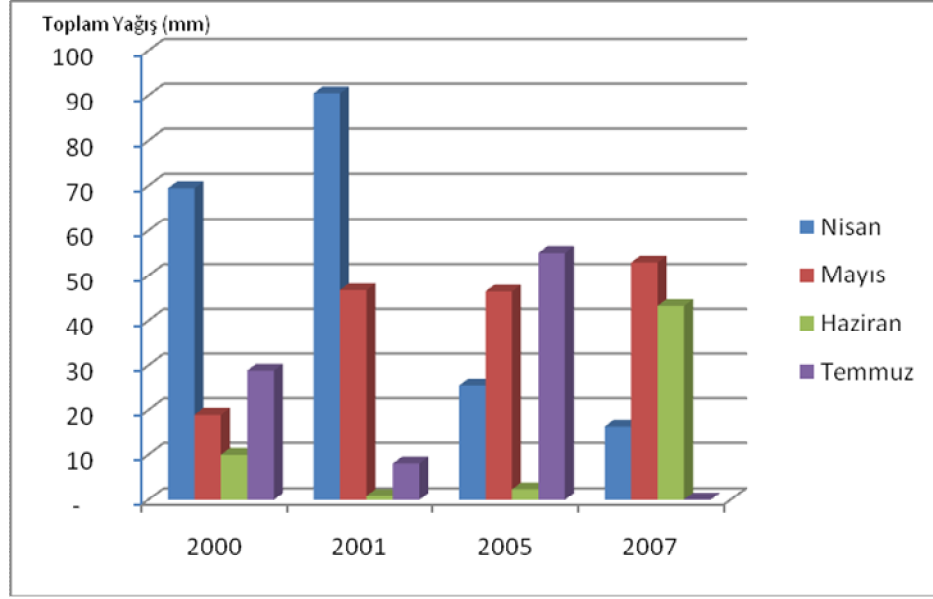
- 2000 ile 2001 yılları arasında göl 467 374 m² (% 10.4) küçülmüştür. 2007 yılında Arapçiftliği göl alanı 2000 yılına oranla 1326746 m² (% 29.5) küçülmüştür.
- 2000 – 2001 yılları arasında Arapçiftliği gölü kıyı şeridi uzunluğu 1 436 m (% 7.2)artmıştır. Bunun nedeni göl küçülürken girinti çıkıntıların artmasıdır.
- 2000 yılında Arapçiftliği gölü içinde büyüklükleri 13 023 m² ile 1 943 m² arasında değişen 7 adet ada mevcut iken 2001 yılında göl içinde büyüklüğü 6 289 m² olan tek bir ada görülmüştür. 2000 yılında göl sınırları içinde yer alan ancak 2001 yılında gölün küçülmesi sonucu

göle bağlantısı kesilen büyüklüğü 10 580 m² olan yeni bir ada oluşmuştur. 2005 yılında göl içinde 13 195 m² , 11 872 m² ve 3 932 m² olan 3 adet ada bulunmaktadır. Bu üç adadan birinin 2000 ve 2001 de olduğu diğer ikisinin suyun azalması nedeniyle yeni oluştuğu saptanmıştır. (Şekil 5.9) 2007 de göle bağlantısı kesilen kocasu ağzı tarafında büyüklüğü 19 226 m² olan gölün 2005 te Arapçiftliği gölü içinde olduğu gözlemlenmiştir.

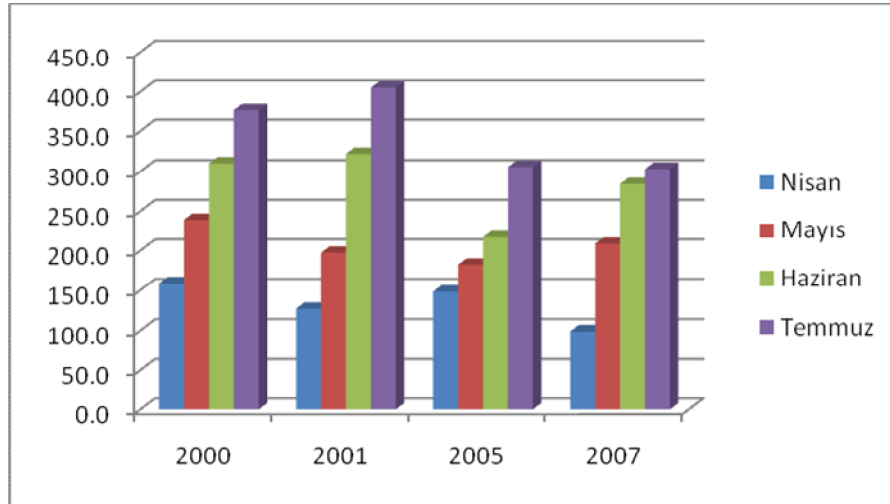


Şekil 5.9 Arapçiftliği gölü 2000-2007 karşılaştırma

- Bursa ili Karacabey ilçesinde bulunan 03-011 nolu Karacabey istasyonundan alınan meteoroloji verileri Şekil 5.14'te ve EK 1 de verilmiştir.



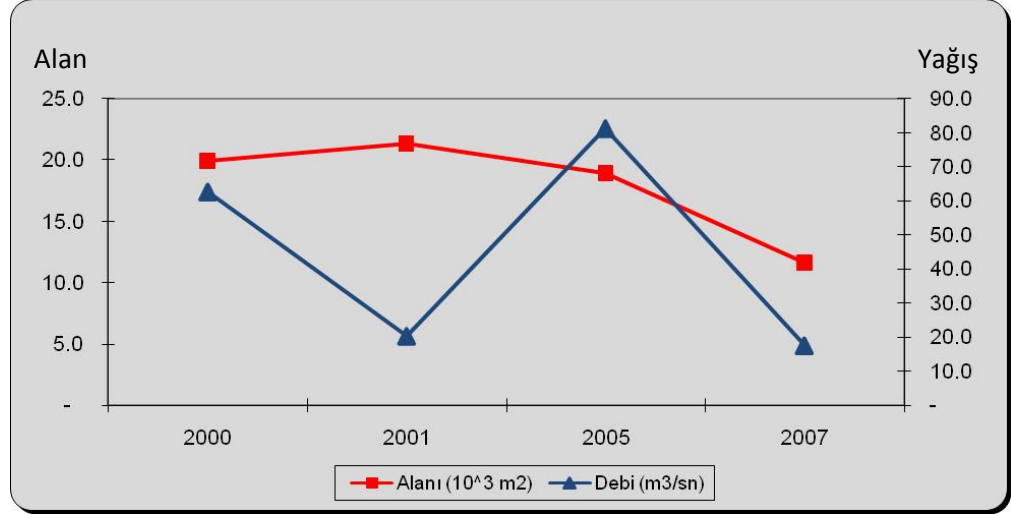
Şekil 5.10 Toplam yağış değerlerinin yıl ve aylara göre değişimi



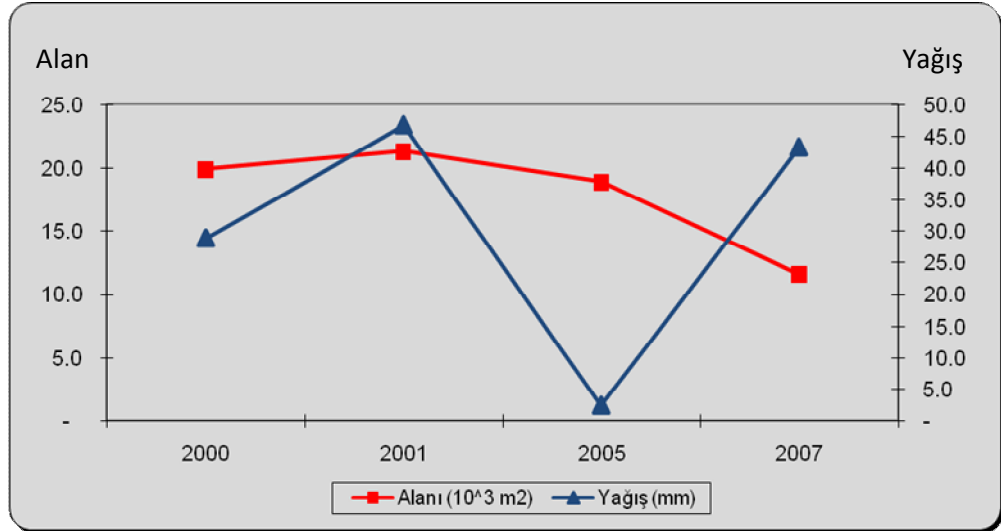
Şekil 5.11 Çalışma sahasına ait aylık toplam buharlaşma miktarları

- Tablo 5.1 ve Şekil 5.10 karşılaştırıldığında yağış değerleri ile Arapçiftliği göl alanının küçülmesi arasında bir kolerasyonun bulunmadığı söylenebilir. Örneğin 2007 haziranındaki yağış 2005 haziranındaki yağışa göre daha fazla olmasına rağmen göl alanı 2007 haziranından daha küçüktür. Yağışlı dönemlerde bile göllerin küçülmesinde göl yakınındaki arazilerin tarım alanlarına dönüştürülmesi sonucu göle akan sedimentin artması etkili olabilir.

- Şekil 5.12 ve 5.13 teki alan, debi ve yağışların yıllara göre değişimi incelendiğinde göl alanındaki değişim ile debi ve yağış değerleri arasında net bir korelasyon bulunmadığı söylenebilir.



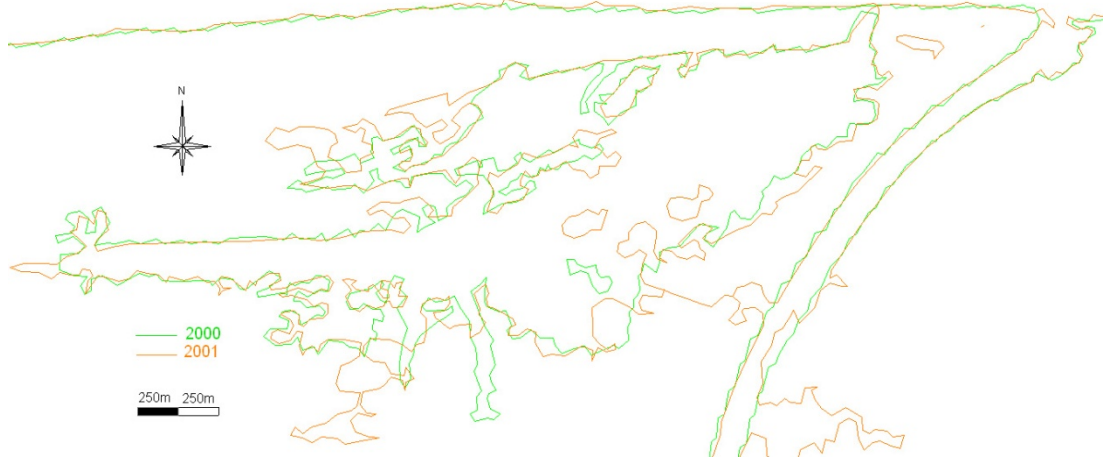
Şekil 5.12 Arapçiftliği göl alanı EİE 317 nolu AGİ debi değerlerinin yıllara göre değişimi



Şekil 5.13 Arapçiftliği göl alanı ile Karacabey DMİ yağış değerlerinin yıllara göre değişimi

5.4.2.2 Dalyan ve Poyraz Gölleri ile İlgili Değerlendirmeler

- 2000 ve 2001 yılında Dalyan ve Poyraz göller birleşerek tek bir göl halini almıştır. 2001 yılında göl 131 494 m² genişlemiştir (% 3.2). 2005 yılında göl 2000 yılına oranla 2 179 257 m² küçülmüştür (% 53.3). 2007 yılında göl küçülmeye devam etmiştir. Küçülme 2000 yılına oranla 2 411 062 m² dir (% 60).
- 2000 yılında göl içinde büyüklükleri 108 019 m² , 56139 m² ve 20 780 m² olan 3 adet ada, 2001 yılında göl içinde büyüklükleri 128 380 m² ile 30 045 m² arasında değişen 5 adet ada tespit edilmiştir. Göl içindeki ada sayısının artması Şekil 5.14 de görüldüğü üzere göl alanının büyümesinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.14 Dalyan ve Poyraz Gölleri 2000-2001 karşılaştırma

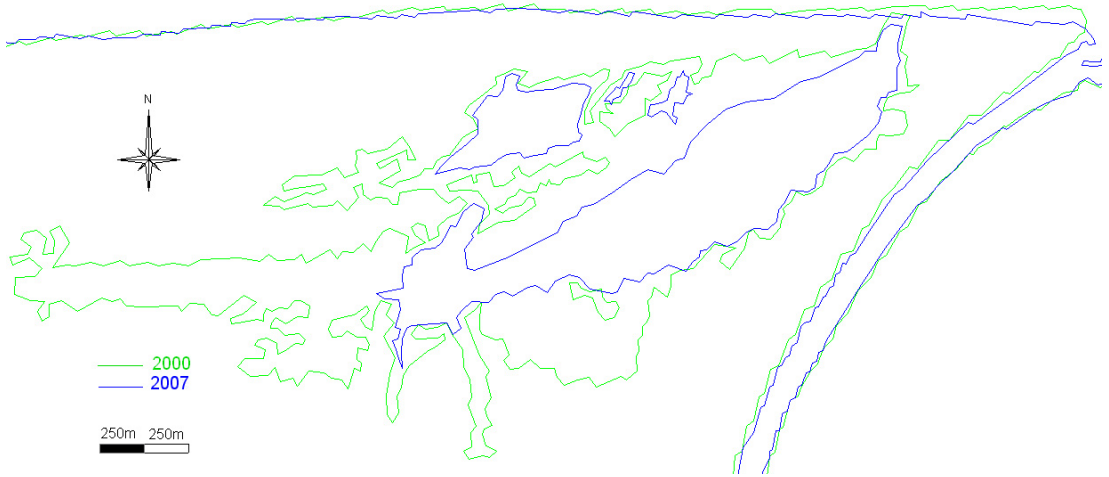
- 2001 yılında Kocaçayın Marmara denizine döküldüğü ağız yakınında 18 391 m² lik yeni bir gölün oluştuğu gözlemlenmiştir. Şekil 5.14 de 2001 yılında gölün Marmara Denizi ve Kocaçay ile bağlantısının olduğu görülmektedir. Bu durum birbirini izleyen 2001 Nisan ve görüntünün alındığı 2001 Mayıs aylarının çok yağışlı geçmesinden, kuzeydoğu rüzgarları nedeniyle deniz suyu girişinden kaynaklanabilir. 2005 yılında Dalyan ve Poyraz göllerinin bağlantısının koptuğu Şekil 5.15 de görülmektedir. 2005 te göllerin Marmara denizi ve Kocaçayla bağlantıları kesilmiştir. Bunun sebebi de görüntülerin alındığı 2005 Haziran ayının Şekil 5.10 de görüldüğü gibi çok az yağış alması, kurak

geçmesi olabilir. Ancak Dalyan ve Poyraz göllerinin küçülmesi ile yağış değerleri arasında tam bir ilişki görülememiştir.



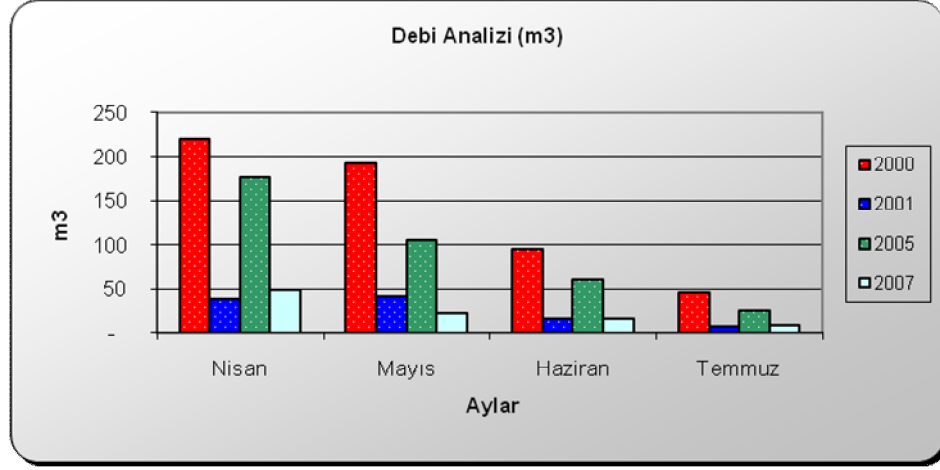
Şekil 5.15 Dalyan ve Poyraz gölleri 2000-2005 karşılaştırma

- 2005 yılında Poyraz gölünden büyüklükleri 34 490 m² ve 15 556 m² olan iki büyük parçanın gölle bağlantısının kesildiği gözlemlenmiştir. Şekil 5.14 2001 yılında oluşan 5 adanın 2005 yılında göl kıyı şeridiyle birleştiği belirlenmiştir. Şekil 5.14, 5.15 2005 yılında Poyraz gölünden koparak yeni oluşan 2 gölün alanlarının 2007 de sırasıyla 15 556 dan 7 157 ye ve 34490 dan 23 344 e gerilediği hesaplanmıştır (Şekil 5.15).



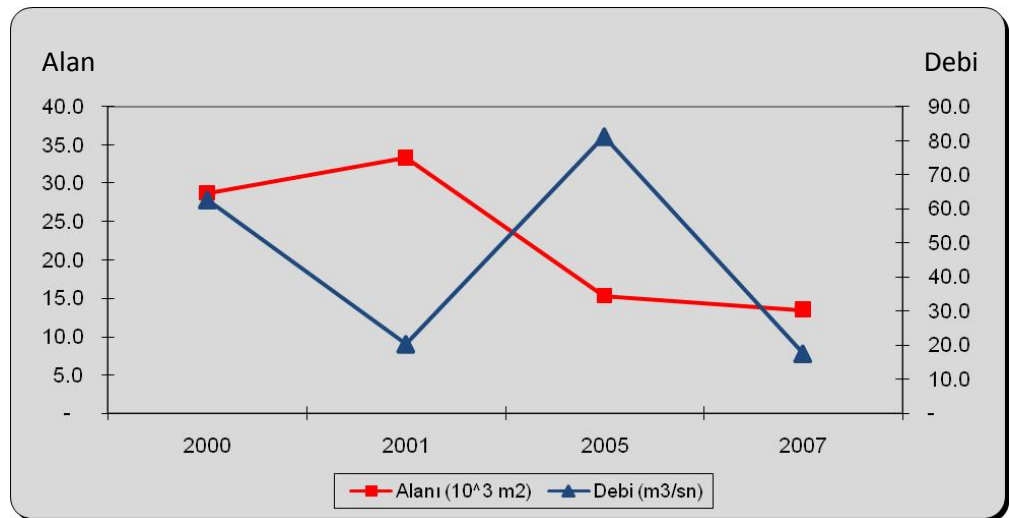
Şekil 5.16 Dalyan ve Poyraz göllerinin 2000-2007 karşılaştırması

EIE 317 nolu akım gözlem istasyonuna ait veriler Şekil 5.17'te ve EK 2'te verilmiştir.

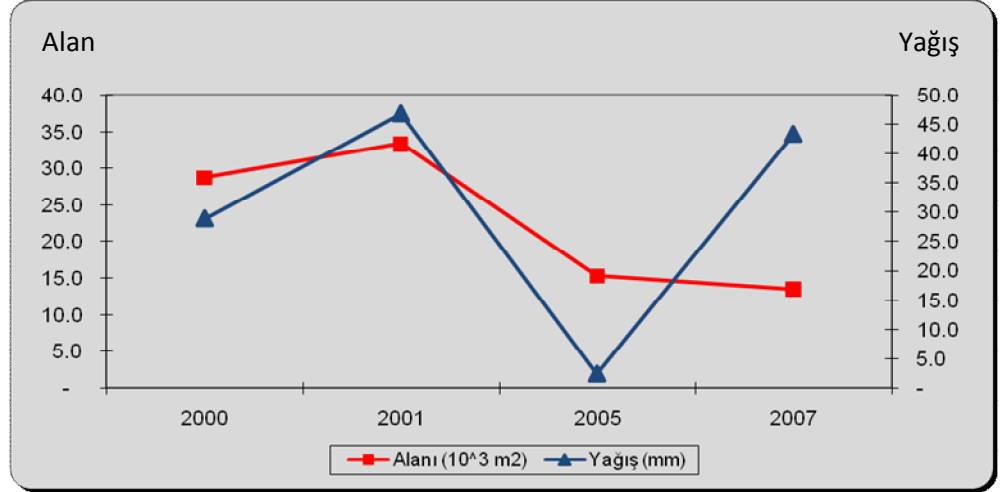


Şekil 5.17 EİE 317 nolu akım gözlem istasyonuna ait debilerin ay ve yıllara göre değişimi

- Şekil 5.15 ve 5.17'te yağış ve debi değerleri karşılaştırıldığında 2001 Mayıs'da bu değerler arasında bir ilişki görülmüş, 2001 Haziran ve Temmuz'a göre 2001 Mayıs'da hem yağış hem debi değerleri daha büyük olduğu görülmüştür. Ancak 2000 Temmuz ve 2005 Haziran'da bir ilişki görülememiştir.
- Şekil 5.18 ve 5.19 teki alan, debi ve yağışların yıllara göre değişimi incelendiğinde göl alanlarındaki değişim ile debi ve yağış değerleri arasında net bir korelasyon bulunmadığı söylenebilir.



Şekil 5.18 Dalyan+Poyraz göl alanı ile EİE 317 nolu AGİ debi değerlerinin yıllara göre değişimi



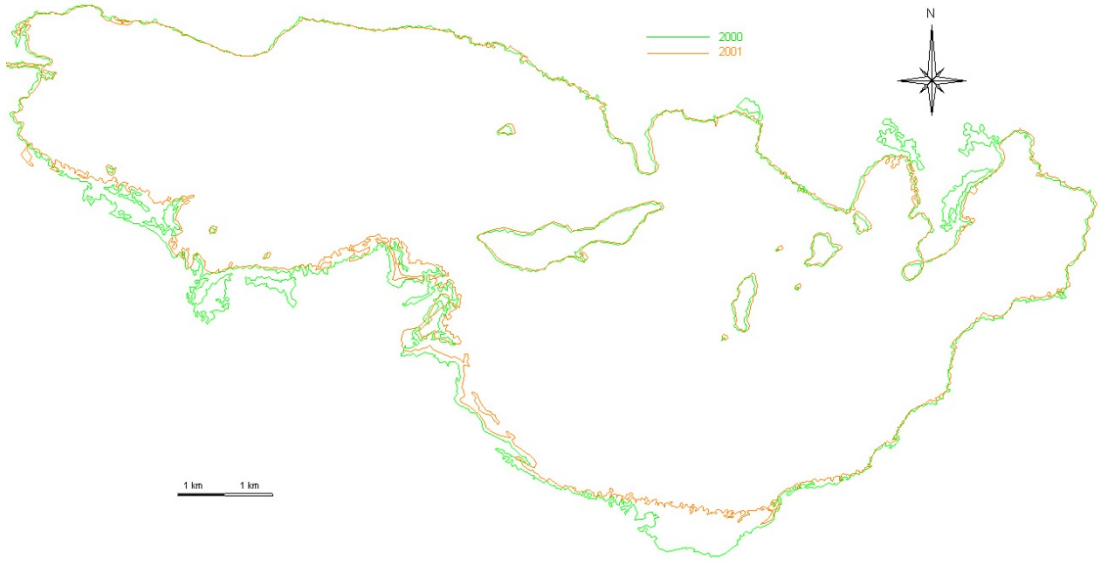
Şekil 5.19 Dalyan+Poyraz göl alanı ile Karacabey DMI yağış değerlerinin yıllara göre değişimi

5.4.2.3 Uluabat Gölü ile İlgili Değerlendirmeler

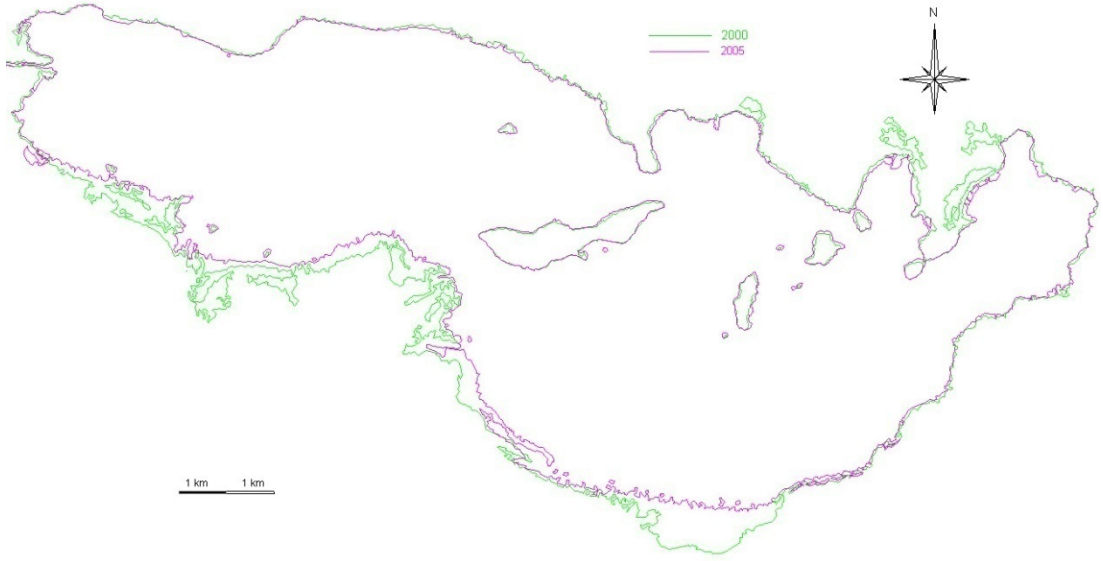
- 2000 – 2001 yılları arasında Uluabat gölü 7 643 942 m² (% 6.1) , 2000-2005 yılında göl 10 728 131 m² (%8.5) küçülmüştür. (Şekil 5.20, 5.21) Uydu görüntülerinin değerlendirildiği yıllara ait Uluabat Gölü üzerinde bulunan DSİ gözlem istasyonundan alınan göl seviye değişimi verileri Şekil 5.22’de ve EK 3’de görülmektedir. Tablo 5.1 ve Şekil 5.22 karşılaştırıldığında göl seviye değişimleri ile göl alanı küçülmeleri arasında da bir korelasyon kurulamamıştır. Örneğin 2005 haziranında göl seviyesi 2001 mayısa göre daha fazla olmasına rağmen göl alanı küçülmüştür. Bu durum göldeki sediment birikimiyle ilgili olabilir. Şekil 5.10’de görülen meteoroloji verileri ve Tablo 5.1 karşılaştırıldığında örneğin 2005 yılında yağış miktarında artma olmasına rağmen küçülme devam etmektedir. Bunun nedeni göldeki sediment miktarının artması olabilir ya da yağış artsa bile tarım için yeterli olmayabilir, gölden su çekilebilir. Ayrıca Şekil 5.11’de da buharlaşmanın 2001 Mayıs, 2005 Haziran ve 2007 Haziran aylarında

giderek arttığı görülmektedir. Bu süreçte yağış artmış ancak buharlaşma da artmıştır.

- 2000 – 2001 yılları arasında Uluabat gölü kıyı şeridi 25 141m (% 17.5), 2000-2005 yılında göl kıyı şeridi 29 713 m (% 20.6) kısalmıştır. Şekil 5.20’de bu durum açıkça görülmektedir.
- 2000 yılında büyüklükleri 2 113 926 m² ile 1 964 m² arasında değişen 15 adet ada olduğu gözlemlenmiştir. 2001 yılında büyüklükleri 2 210 174 m² ile 6 660 m² arasında değişen 12 adet ada tespit edilmiştir. 2000 – 2001 yılları arasında ada sayısının azalması suyun yükselmesi değil göl sınırının küçülerek Şekil 5.20 de görüldüğü gibi adalarla birleşmesidir. 2005 yılında büyüklükleri 2 246 639 m² ile 4 246 m² arasında değişen 19 adet ada tespit edilmiştir. Adaların sayısının artması gölün küçülmeye devam etmesindedir. (Şekil 5.21)

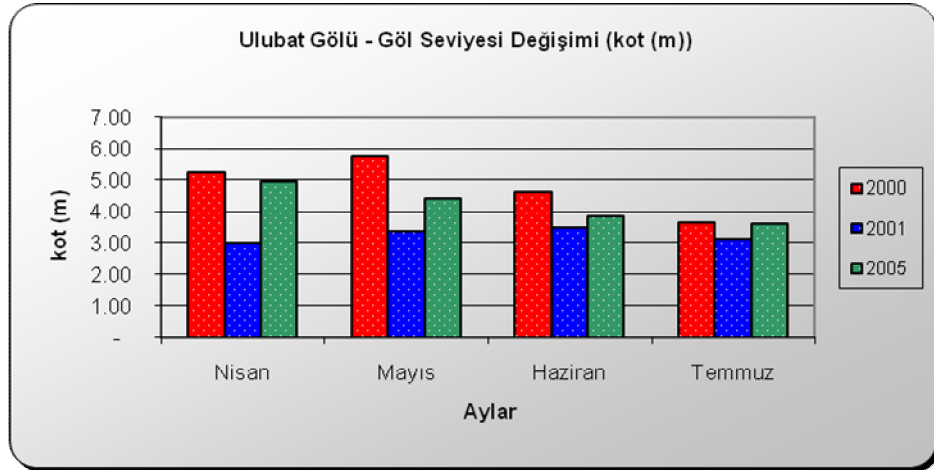


Şekil 5.20 Uluabat gölünün 2000-2001 karşılaştırılması



Şekil 5.17 Uluabat gölünün 2000-2005 karşılaştırılması

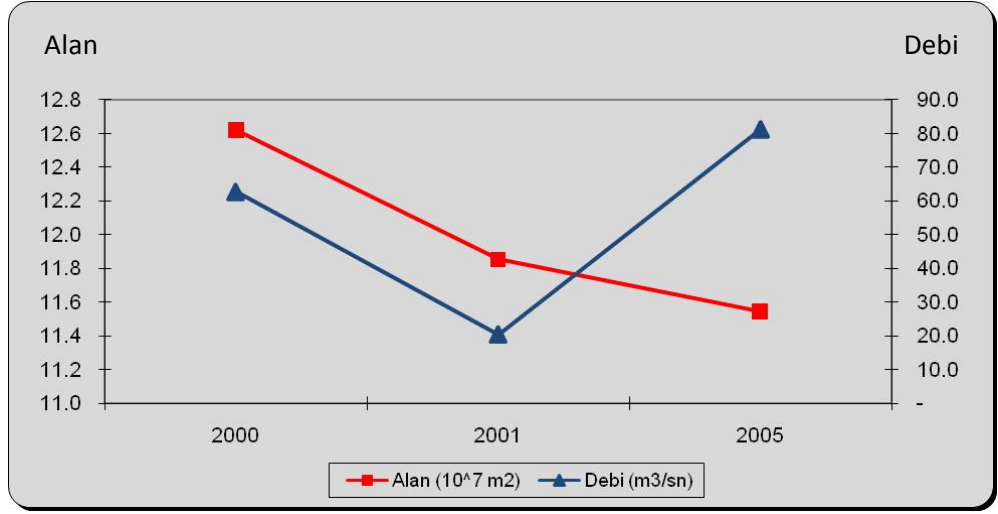
- Şekil 5.20 ve 5.21 ye bakıldığında göl kıyı şeridindeki değişimin Şekil 4.4 deki Mustafakemalpaşa ovası ve Gölyazı mevki gibi tarım arazilerinin yakınında olduğu görülmektedir.



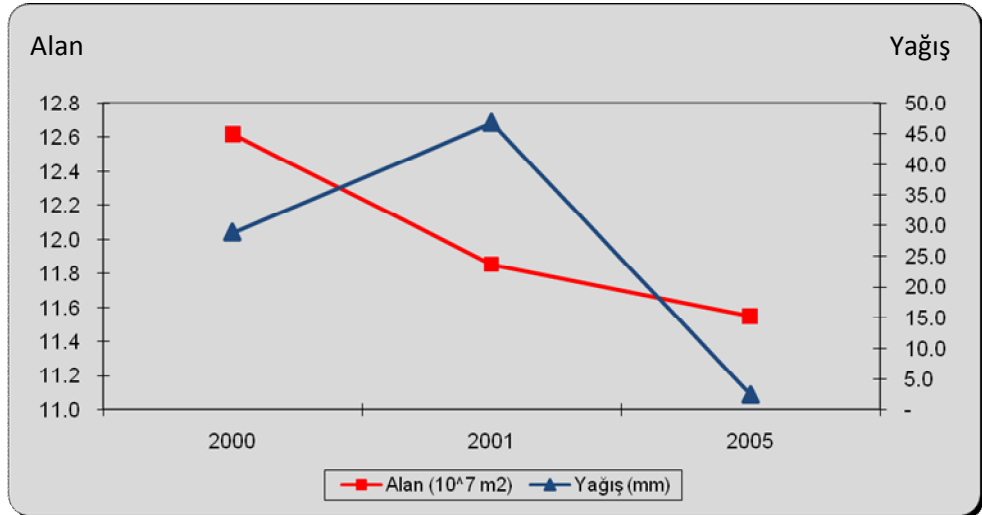
Şekil 5.22 Uluabat gölü su seviyesi değişimi

- Şekil 5.23, 5.24 ve 5.25 teki alan, debi, yağış ve su kotlarının yıllara göre değişimi incelendiğinde göl alanındaki değişim ile debi, yağış ve

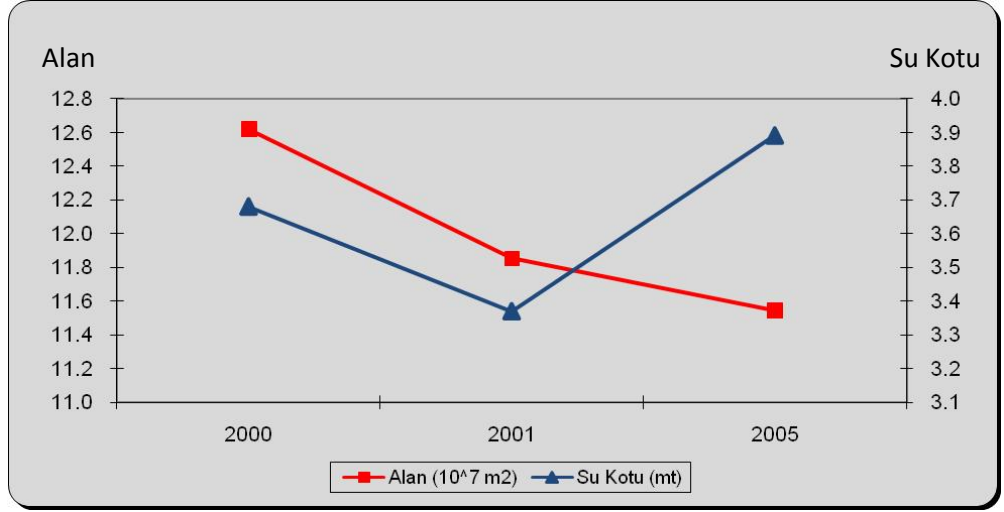
su kotu değerleri arasında net bir korelasyonun bulunmadığı söylenebilir.



Şekil 5.23 Uluabat göl alanı ile EİE 317 nolu AGİ debi değerlerinin yıllara göre değişimi



Şekil 5.24 Uluabat göl alanı ile Karacabey DMİ yağış değerlerinin yıllara göre değişimi



Şekil 5.25 Uluabat göl alanı ile su kotlarının yıllara göre değişimi

6 SONUÇLAR

Bu çalışmada Uluabat, Dalyan, Poyraz ve Arapçiftliği gölleri ile Kocaçay deltası çalışma sahası olarak seçilmiştir. Bu gölgeyi kapsayan 2000, 2001, 2005 ve 2007 yıllarına ait uydu görüntüleri Intergraph-Geomedia Image 6.1 uzaktan algılama ve GIS programında değerlendirilmiştir. Bununla birlikte EIE Akım Gözlem İstasyonu verileri, DSI su değişim ve meteoroloji verileri de incelenmiştir. Değerlendirmeler sonunda;

- Kocaçay yatak boykesiti ve güzergahında 2000 – 2007 yılları arasında bariz bir fark görülmemiştir.
- 2000-2007 yılları karşılaştırıldığında ağzın sağ tarafında 38 metre erozyon oluşarak ağız genişliğinin 206 metreden 244 metreye arttığı belirlenmiştir. Bu dönemde ağzın sol tarafındaki kıyı şeridinde 3787 m² lik alanda birikme, 5245 m² lik alanda da kıyı erozyonu görülmektedir. Sağ kıyı şeridinde ise 8965 m² lik alanda birikme, 21197 m² lik alanda ise kıyı erozyonu dikkat çekmektedir. Kıyı erozyonu sonucu ağzın sol tarafındaki kıyı şeridindeki değişim yaklaşık 24 metre, sağ tarafta ise yaklaşık 122 metre civarındadır.
- Arapçiftliği gölü 2000 – 2007 yılları arasında % 29.5 oranında küçülmüştür.
- Dalyan ve Poyraz gölü 2000 – 2007 yılları arasında % 60 oranında küçülmüştür. 2000-2001 döneminde Dalyan ve Poyraz gölü % 3.2 oranında büyümüştür. Bu aralıkta göl yatağının genişlemesinin başlıca nedeni aşırı yağışlar ve Marmara denizi suyunun göle karışması olabilir.

- Uluabat gölü ise 2000-2005 yılları arasında % 8.5 küçülmüştür.
- Yağışlı dönemlerde bile göllerin küçülmesinde göle akan sedimentin göl yakınındaki arazilerin tarım alanlarına dönüştürülmesi sonucu artması başlıca faktördür.
- Sonuç olarak göl alanlarındaki küçülme yağış, buharlaşma, göle giren ve gölden alınan su miktarları gibi parametrelere tamamiyle ilgilidir. Göl alanlarının değişimi ve bu parametrelere tek tek yapılan karşılaştırmalarda anlamlı ilişkiler kurulamamaktadır. Alan, debi, yağış ve su kotlarının yıllara göre değişimi incelendiğinde göl alanlarındaki değişim ile debi, yağış ve su kotu değerleri arasında net bir korelasyonun bulunmadığı söylenebilir. Sonuçların sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi ölçümlerle (yağış, rüzgar, debi, sediment) eş zamanlı uydu görüntüleri ile mümkün olabilecektir.
- Göllerin ve delta alanlarının korunması, geliştirilerek gelecek kuşaklara aktarılmasının sosyal sorumluluğu da düşünüldüğünde göllerdeki küçülmenin kaygı verici olduğu söylenebilir.
- Bu tip su sistemlerinin korunumu, bu sistemlerin bir bütün olarak göz önüne alınmasıyla ve uzaktan algılama teknolojisini içeren yaygın izleme sistemleri ile desteklenen yönetim programlarıyla gerçekleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Tağıl Ő. , Cürebâl İ., Altınova Sahilinde Kıyı Çizgisi Değişimini Belirlemede Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt:15, Sayı:2, Sayfa:51-68, Elazığ, 2005
- [2] Ekercin S., Meriç Nehri Kıyı Çizgisi ve Deltasının Uydu Verileri Yardımı ile İncelenmesi, İTU Fen Bilimleri Enstitüsü, 2000
- [3] Maktav D. , Kapdash S. , Irtem E. , The Monitoring of Complex Water Resources Systems by Remote Sensing Technology: A Case Study , First International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition , Strasbourg, France, 1994
- [4] Kazancı N., Emre Ö., Erkal T., İleri Ö., Ergin M. ve Görür N., Kocasu ve Gönen Çayı Deltalarının (Marmara Denizi Kuzey Kıyıları) Güncel Morfolojileri ve Tortul Fasiyesleri, MTA Dergisi 121,33-50, 1999
- [5] Birkett C.M., Synergistic Remote Sensing of Lake Chad: Variability of Basin Inundation, Universities Space Research Association, NASA/GSFC, MD, 20771 USA, 2000
- [6] Gupta A., Hock L., Xiaojing H., Ping C., Evaluation of Part of the Mekong River Using Satellite Imagery, Geomorphology, 44, Sayı 3-4, 221-239, 2002
- [7] Aksoy E. , Özsoy G. , Uluabat Gölü Ramsar Alanı'nın Çok Yıllık Arazi Kullanım/Örtü ve Kıyı Şeridi Değişimlerinin AU ve CBS Teknikleri Kullanarak Araştırılması , International Conference on Sustainable Land Use and Management, Sayfa 318-325, 2002
- [8] Mater B. , Turoğlu H. , Uludağ M. , Cürebâl İ. , Yıldırım C. , Uluabat – Manyas Gölleri ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojik Gelişim Modellemesi, Kuvaterner Çalıştayı IV , İTU Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, 2003

- [9] Avad Y.M., Remote Sensing and GIS in Modeling Visual Landscape change: a case Study of the Northwestern Arid Coast of Egypt, Department of Anthropology, Geography and Earth Science, Clarion University, USA – 2004
- [10] Şeker D.Z., Kaya Ş., Musaoğlu N., Kabdaşlı S., Yuasa A., Duran Z., Investigation of Meandering in Filyos River by means of satellite sensor data, Hydrological Processes 19, 1497 – 1508, 2005
- [11] Salihoğlu G. , Karaer F. , Uluabat Gölü için Ekolojik Risk Değerlemesi, İTU Dergisi/e su kirlenmesi kontrolü, Cilt 15, Sayı 1-3 , Sayfa 17-28 , 2005
- [12] Kaya Ş., Şeker D.Z., Kabtaşlı S., Musaoğlu N., Yuasa A., Shrestha M.B., Monitoring Turbid Freshwater Plume Characteristics by Means of Remotely Sensed Data, Hydrological Processes 20, 2429 – 2440, 2006
- [13] Eryiğit Urfalı N., Bakırçay Deltası ve Çevresinin Doğal ve Kültürel Kaynak Potansiyelinin Uydu Verileri ile Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar Master Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, 2006, İzmir
- [14] Shalaby A., Tateishi Ryutaro, Remote Sensing and GIS for Mapping and Monitoring Land Cover and Land-use Changes in the Northwestern Coastal Zone of Egypt, Center for Enviromental Remote Sensing CEReS, Chiba University, 1:33 Yayyoi-cho, Inage-ku, CHİBA 263 8522, Japan, 2006
- [15] Kaya Ş., Şeker D.Z., Yasa N.E., Kabdaşlı S., Tanık A., Utility of remote sensing technology for determining characteristics of sandy beaches, Clean 2007, 35(6), 654-659
- [16] Majumdar T.J., Bhattacharyya R., Chatterjee S., - On the utilization of ENVISAT AATSR data for geological / hydrological applications - Acta Astronautica, 60, Sayı 10-11, 899-905, 2007
- [17] Haijiang L., Chenghu Z., Weiming C., En L., Rui Li - Monitoring Sandy Desertification of Otindag Sandy Land Based on Multi-Date Remote Sensing Images, Acta Ecologica Sinica, Volume 28, Issue 2, February 2008

- [18] Bastawesy M.A., Khalaf F.I., A., The Use of Remote Sensing and GIS for the Estimation of Water Loss from Tuska Lakes, Southwestern Desert, Egypt, Journal of African Earth Sciences Volume 52 73;80, 2008
- [19] Sertel E., Fındık N., Kaya Ş., Şeker D.Z., Samsunlu A., Assessment of landscape changes in the Kızılırmak Delta, Turkey using remotely sensed data and GIS, Environmental Engineering Science Volume 25, Number 3, 2008
- [20] Şeker D.Z., Kaya Ş., ALKAN R.M., Tanık A., Saroğlu E., 3D Coastal Erosion Analysis of Kilyos / Karaburun Region Using Multi Temporal Satellite Image Data, Fresenius Environmental Bulletin Volume 17, No 11b, 2008
- [21] Yaman E., Kocaçay Deltası Ornito Fuanasının Tespiti ve Alanı Etkileyen Çevresel Faktörler, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 2008
- [22] Akın A., Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peysaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 2009, Adana
- [23] Biçkici B., Balas L., Kıyı Lagünleri Hidrodinamiği, Türkiye Kıyıları 10, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanlar VIII. Ulusal Kongresi, 2010, Trabzon
- [24] Şen Z. , Yer altı Suyu (Hidrojeoloji) , Su Vakfı Yayınları, Ocak 2003
- [25] http://3.bp.blogspot.com/_0e3lf_GJFWU/RjeY8H1RkDI/AAAAAAAAANE/TIcSA2MLqzc/s1600/delta.jpg
- [26] Türk T., Uzaktan Algılama Yöntemi ile Büyük Menderes Deltası Kıyı Jeomorfolojisi Üzerine bir Araştırma, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, 1997, İzmir
- [27] Feridun A., Kıyı Alanlarının Hukuki Statüsü, Journal of Science and Engineering, Vol.5, No.1, pp.76-93, 2009

- [28] Sesli F.A., Aydınoğlu A.Ç., Akyol N., Kıyı Alanlarının Yönetimi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 9. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiriler Kitabı, S.757-768, 2003, Ankara
- [29] Sesören A., Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, Basım 1998, İstanbul
- [30] Çetin Ö., Gülmez F., Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri, 2003, Ankara
- [31] Marangoz A.M., Uzaktan Algılama Temel Esasları, 2009, Z.K.Ü Ders Notları
- [32] Kargı H., Uzaktan Algılama Notları, Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü, Denizli
- [33] Eryiğit Urfalı N., Bakırçay Deltası ve Çevresinin Doğal ve Kültürel Kaynak Potansiyelinin Uydu Verileri ile Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006
- [34] Bayram B., Sayısal Görüntü İşleme Ders Notları, Y.T.U, 2009
- [35] İşlem Şirketler Grubu Eğitim dokümanları, Arcgis 9 Uygulama Dokümanı, 2004
- [36] Coşkun G., Uydu Verileri ile İstanbul Boğazı ve Haliç'te Su Kirliliğinin Makro Düzeyde Belirlenmesi Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 1992
- [37] Marangoz M.A., Uzaktan Algılamada Dijital Görüntü İşleme, 2008, Z.K.Ü Ders Notları
- [38] Altuntaş C., Çorumluoğlu Ö., Uzaktan Algılama Görüntülerinde Dijital Görüntü İşleme ve RSImage Yazılımı Sunulmuş Bildiri, Selçuk Üniversitesi Jeo.ve Fot.Müh. Öğreniminde 30. Yıl Sempozyumu, 2002
- [39] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü, 1999-2008 Aylık Ortalama Yağış Verileri, Ankara, 2009

[40] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü, 1999-2008 Aylık Maksimum Yağış Verileri, Ankara, 2009

[41] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüd ve Plan Dairesi Başkanlığı Rasatlar Şube Müdürlüğü, 1999-2008 Aylık Toplam Buharlaştırma Verileri, Ankara, 2009

[42] DSI 1. Bölge Müdürlüğü Uluabat Gölü 2000 – 2009 Yılları Kotları, 2009, Bursa

[43] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 1999 – 2000 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[44] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2000 – 2001 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[45] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2001 – 2002 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[46] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2002 – 2003 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[47] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2003 – 2004 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[48] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2004 – 2005 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[49] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2005 – 2006 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[50] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2006 – 2007 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[51] Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Susurluk Havzası 317 Nolu Kocadere-Akçasusurluk Akım Gözlem İstasyonu 2007 – 2008 Arası Akım Verileri, Ankara, 2009

[52] http://www.satimagingcorp.com/media/images/landsat_orbiting_earth.jpg

[53] <http://www.landsat.gsfc.nasa.gov/about/landsat1.html>

[54] www.skyrocket.de/space/img_sat/landsat-5.jpg

[55] <http://www.neredennereye.com/harita/bursa/karacabey>

[56] <http://www.kultur.gov.tr/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFF7EE1F1486EE5030E875100CD4FA874A1>

[57] http://www.tuncelikulturturizm.gov.tr/resimgoster.aspx?DIL=1&BELGEA NAH=94376&RESIMISIM=plan_uluabat_golu.jpg

[58] <http://www.bursacevreorman.gov.tr/uluabat.htm>