

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE KIYI ÇİZGİSİ
DEĞİŞİMİNİN ZAMANSAL OLARAK BELİRLENMESİ:
ALAÇATI ÖRNEĞİ**

İnş. Müh. İhsan Doğan

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Bülent BAYRAM

İSTANBUL, 2008

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİ İLE KIYI ÇİZGİSİ
DEĞİŞİMİNİN ZAMANSAL OLARAK BELİRLENMESİ:
ALAÇATI ÖRNEĞİ**

İnş. Müh. İhsan Doğan

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Bülent BAYRAM

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tanımlar	2
1.2 Türkiye’de ve Dünyada Kıyı Kullanımı	2
2. UZAKTAN ALGILAMA	4
2.1 Uzaktan Algılamaya Genel Bakış	4
2.1.1 Elektromanyetik Spektrum	5
2.1.2 Ayırma Gücü (Çözünürlük)	6
2.1.2.1 Radyometrik Çözünürlük	6
2.1.2.2 Spektral Çözünürlük	7
2.1.2.3 Mekânsal Çözünürlük	7
2.1.2.4 Zamansal Çözünürlük	8
2.2 Uydu Sistemleri	8
2.2.1 Corona	9
2.2.2 Landsat	10
2.2.3 Aster	12
2.3 Sayısal Görüntü İşleme	13
2.3.1 Geometrik Düzeltme	14
2.3.1.1 Afin Dönüşümü	15
2.3.1.2 Bi-Linear Dönüşüm	15
2.3.1.3 Üçgen Ağ Tabanlı Rubber Sheeting Yöntemi	15
2.3.1.4 Yeniden Örnekleme	16
2.3.1.4.1 En Yakın Komşuluk Yöntemi	16
2.3.1.4.2 Bilineer Enterpolasyon Yöntemi	17
2.3.1.4.3 Kübik Katlama Yöntemi	18
2.3.1.5 Yer Kontrol Noktalarının Rektifikasyondaki Yeri ve Önemi	18
2.3.2 Sınıflandırma	19
2.3.2.1 Kontrollü Sınıflandırma	20
2.3.2.2 Kontrolsüz Sınıflandırma	21
2.3.2.3 Kontrollü-Kontrolsüz Karışık Sınıflandırma	21
2.4 Kıyı Mühendisliği ve Uzaktan Algılama	22
3. UYGULAMA	24
3.1 Çalışma Alanı	24
3.2 Sorunlar, Çözüm Yöntemi ve Materyaller	25
3.3 Uydu Verileri	27

3.4	Kullanılan Yazılım	29
3.5	Rektifikasyon.....	29
3.6	Rektifiye Edilmiş Görüntülerden Kıyı Çizgisinin Elde Edilmesi	32
3.7	Sınıflandırma	38
3.7.1	Kontrolsüz Sınıflandırma	38
3.7.2	Kontrollü Sınıflandırma.....	40
3.7.3	Kontrollü Sınıflandırmanın Doğruluğu	44
4.	SONUÇ.....	47
	KAYNAKLAR.....	49
	İNTERNET KAYNAKLARI	51
	ÖZGEÇMİŞ.....	52

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1	Elektromanyetik spektrum üzerindeki görünür bölge	5
Şekil 2.2	Bantlar	6
Şekil 2.3	Aynı bölgeye ait 2 bitlik görüntü (1) ile 8 bitlik görüntü (2)	6
Şekil 2.4	Aynı alana ait farklı spektral çözünürlükte görüntüler	7
Şekil 2.5	Farklı zamanlarda (Mart 2005, Kasım 2004) alınmış İstanbul Formula 1 Pisti'ne ait görüntüler	8
Şekil 2.6	Corona kamerası	9
Şekil 2.7	Landsat Uydusu	10
Şekil 2.8	Terra Uydusu ve görüntü örneği	12
Şekil 2.9	(a) Orijinal görüntü (b) Bozulmuş görüntü (c) Çok bozulmuş görüntü (Temiz ve Doğan, 2005)	14
Şekil 2.10	Geometrik düzeltme işlemleri	14
Şekil 2.11	13 kontrol noktası ile şekillenmiş üçgen ağ (ERDAS Field Guide, 1999)	16
Şekil 2.12	En yakın komşuluk metodu örnekleme	17
Şekil 2.13	Bilineer enterpolasyon metodu örnekleme	17
Şekil 2.14	Kübik katlama metodu örnekleme	18
Şekil 2.15	Orijinal ve sınıflandırılmış görüntü	19
Şekil 2.16	Kontrollü sınıflandırma işlemi	20
Şekil 2.17	KontROLSÜZ sınıflandırma işlemi	21
Şekil 2.18	Bitki Örtüsü, Toprak ve Suyun spektral yansıtım eğrileri	23
Şekil 3.1	Çalışma alanının konumu	24
Şekil 3.2	Alaçatı Yat Limanı	25
Şekil 3.3	Çalışmaya ait akış diyagramı	26
Şekil 3.4	Alaçatı Körfezi Aster 2007 uydu görüntüsü	27
Şekil 3.5	Alaçatı Körfezi Landsat 1987 ve 2000 uydu görüntüleri	28
Şekil 3.6	Alaçatı Körfezi Corona 1963 uydu görüntüsü	28
Şekil 3.7	Aster 2007 görüntüsü üzerindeki yer kontrol noktalarının dağılımı	30
Şekil 3.8	Landsat 2000 görüntüsü üzerindeki yer kontrol noktalarının dağılımı	31
Şekil 3.9	Landsat 1987 görüntüsü üzerindeki yer kontrol noktalarının dağılımı	31
Şekil 3.10	Yer kontrol noktalarının Corona 1963 görüntüsü üzerinde dağılımı ve rektifiye edilmiş Corona 1963 görüntüsü	32
Şekil 3.11	Corona 1963 segmente edilmiş görüntü	34
Şekil 3.12	Landsat 1990 segmente edilmiş görüntü	34
Şekil 3.13	Landsat 2000 segmente edilmiş görüntü	35
Şekil 3.14	Aster 2007 segmente edilmiş görüntü	35
Şekil 3.15	Segmente edilmiş görüntülerden elde edilen farklı yıllara ait kıyı çizgileri	36
Şekil 3.16	Segmente edilmiş görüntülerden elde edilen kıyı çizgileri: Alaçatı Limanı ve çevresi	37
Şekil 3.17	Aster 2007 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma sonuçları (30 sınıf)	39
Şekil 3.18	Landsat 2000 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma sonuçları (30 sınıf)	39
Şekil 3.19	Landsat 1987 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma sonuçları (30 sınıf)	40
Şekil 3.20	Landsat 1987 görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonuçları	41
Şekil 3.21	Landsat 2000 görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonuçları	41
Şekil 3.22	Aster 2007 görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonuçları	42
Şekil 3.23	Corona 1963 görüntüsü arazi sınıfları	42
Şekil 3.24	Corona 1963 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri	43
Şekil 3.25	Landsat 1987 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri	43
Şekil 3.26	Landsat 2000 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri	43
Şekil 3.27	Aster 2007 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri	44

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Farklı Landsat uydularına ait özellikler [3]	10
Çizelge 2.2	Landsat görüntülerine ait spektral bilgiler [3]	11
Çizelge 2.3	Aster algılayıcısı ve Terra uydusunun teknik özellik ve yörünge parametreleri [4].....	13
Çizelge 3.1	RMS hataları.....	30
Çizelge 3.2	1987 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi	45
Çizelge 3.3	2000 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi	45
Çizelge 3.4	2007 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi	46

ÖNSÖZ

Bütün çalışmam süresince ve öncesinde, benden yakın ilgi ve desteğini esirgemeyen, tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Bülent BAYRAM'a,

Deneyim ve bilgisinden her zaman faydalandığım, çalışmam esnasında benimle yakından ilgilenen Sayın Prof. Dr. Yalçın YÜKSEL'e,

Yardıms severliğini gösteren ve bilgisini benimle paylaşan Sayın Arş. Gör. Uğur ACAR'a,

Tez çalışmam sırasında, bana sonsuz hoşgörü ve ilgi gösteren, değerli işverenlerim Sayın İnş. Yük. Müh. Şebnem GENÇ ve Sayın İnş. Yük. Müh. Şennur AKSU'ya,

Değerli iş arkadaşlarım ve ağabeylerim, İnş. Müh. Barbaros AZİZOĞLU ve İnş. Yük. Müh. Turgay ÇAKMAK'a,

Manevi desteklerini her zaman hissettiğim ve her zaman yanımda olan aileme,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Doğal kaynakların değerlendirilmesinde, alan kullanımı değişikliklerinin izlenmesinde ve genel olarak karasal çalışmalarda yaygın olarak kullanılan uzaktan algılama verileri, son zamanlarda önemi artan kıyı ve deniz alanları planlamasında da önemli bir araç haline gelmiştir.

Bu çalışmada farklı zamanlara ait uzaktan algılama verilerinin değerlendirilmesi ile seçilen çalışma alanında kıyı çizgisindeki ve kıyı bölgesi kullanımındaki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada öncelikle kıyı ile ilgili tanımlamalara yer verilmiş, daha sonra uzaktan algılamanın temellerinden bahsedilmiş, kullanılan uydu verilerinin özellikleri anlatılmış, rektifikasyon ve sınıflandırma hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Çalışmanın teorisinin anlatıldığı bu bölümden sonra çalışma bölgesinden bahsedilmiş, bu bölgeye ait uydu verileri teori kısmında anlatılan teknikler kullanılarak işlenmiş ve sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Son bölümde ise çalışma genel olarak değerlendirilerek elde edilen sonuçlar üzerinde yorum yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kıyı çizgisi, Kıyı bölgesi, Uzaktan algılama, Zamansal değişim

ABSTRACT

Remote sensing data used largely in territorial studies, in following up of changes of area usage and in evaluation natural resources, has become an important means in planning of coastal and maritime areas which have significance that has increased recently.

In this study, the determination of change in shoreline and usage of coastal zone at the chosen study area with the evaluation of remote sensing data belonging to different times has been aimed.

In the study, initially the definitions in relation to coast have been discussed, then fundamentals of remote sensing have been mentioned, the features of satellite data used have been explained and detailed information regarding rectification and classification have been provided. After this chapter in which the theory of the study has been explained, study zone has been mentioned and satellite data belonging to this zone has been studied using the techniques explained in the theory section and conclusion has been tried to be reached. At the last chapter, the study has been evaluated in general and comment has been made on the results obtained.

Key words: Shoreline, Coastal Zone, Remote Sensing, Change Detection

1. GİRİŞ

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

Üç tarafının denizlerle çevrili olmasından dolayı uzun bir kıyı şeridinde sahip olan ülkemizde kıyılar son yıllarda kamu kuruluşlarının, turizm yatırımlarının ve konut taleplerinin yoğun baskısı altında kalmıştır. Ayrıca bu denli çeşitli baskıların iç içe olduğu kıyılarda, kentsel mekanlara ilişkin kararlar ekolojik, estetik, bilimsel yaklaşımlarla değil, ekonomik kriterler ve politik beklentiler doğrultusunda oluşturulmaktadır (Kozłowski ve Hill, 1993).

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

Özellikle son 25 yılda Türkiye kıyılarının iç ve dış turizm talebine bağlı olarak yoğun bir nüfus baskısı altına girmesi, ikinci konut ve tatil siteleri yapımı, koruma alanlarında günübirlik turizm adına yapılan sakıncalı uygulamalar, arazi kazanmak için yapılan dolgular, ulaşım sorunu adına gerçekleştirilen otoyollar ve daha bir çok uygulamalar, uygarlığın beşiği ve ekolojinin can damarları olan kıyılarımızın günümüzde ne denli büyük bir baskı altında olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır (Akyol vd., 1997).

Korunması ve kamu yararına kullanılması gereken kıyıların bu amaçla kullanılıp kullanılmadığının belirlenmesi geleceğe yönelik doğru kararların alınmasında büyük önem taşımaktadır. Bu ise zamansal değişim analizleri ile olanaklıdır. Bu çalışmada Alaçatı Koyu kıyı bölgesindeki zamansal değişimlerin izlenmesi amacı ile 2007 Aster, 2000 ve 1987 Landsat, 1963 Corona uydu verileri kullanılmıştır.

1.1 Tanımlar

Basit anlamda kıyı; deniz, göl, akarsu gibi her türlü doğal su kitlesini çevreleyen toprak çeşidi veya denizin en alçak çizgisi veya ile kara arasındaki temas bölgesidir (Kay ve Alder, 1999). Diğer bir tanıma göre, kara ile denizin birleşimini gösteren arazi olarak düşünülebilir (Ketchum, 1972). Ülkemizde, yürürlükte olan 3621 ve bu kanunun bazı maddelerinde değişiklik yapılmasına dair 3830 Sayılı Kıyı Kanunu'na göre;

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

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

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

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

1.2 Türkiye’de ve Dünyada Kıyı Kullanımı

Dünyada kıyı alanları, cazibesi dolayısı ile en fazla nüfus yoğunluğuna sahip alanlardır. Yine sanayi yatırımları da özellikle kıyı alanlarında yer almaktadır. Çevresel açıdan çok hassas olan bu alanlar insanoğlunun bozucu etkisi altındadır. Dolayısıyla doğru ve etkin önlemlerin alınabilmesi için bu etkilerin izlenmesi gerekmektedir.

Bugün kıyıya yakın alanlardaki nüfus, 1950’lerdeki tüm dünya nüfusuna eşittir. Çeşitli değerlendirmelere göre, dünya kıyı alanlarındaki nüfus, toplam dünya nüfusunun %50-70’ini oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 8,5 milyara ulaşacağı tahmin edilmekte ve kıyı alanlarındaki gelişmenin çok daha fazla olacağı öngörülmektedir (Sesli, 2006).

Uzunluklarının toplamı 8333 km olan Türkiye kıyılarının 1707 kilometresi Akdeniz, 1701 kilometresi Karadeniz, 3484 kilometresi Ege ve 1441 kilometresi de Boğazlarla birlikte Marmara denizi kıyılarına aittir. Az sayıda olan adalara ait kıyıların uzunluğu da yaklaşık 500

kilometre civarındadır (Doğan ve diğ., 2005). Karadeniz, Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarındaki 28 ilde yaşıyan nüfus, ÷lke nüfusunun % 53'ünü oluşturmakta, sadece sahilde bulunan yerleşimlerde ise toplam nüfusun % 20'si yaşamakta, bunlara ek olarak kıyı illeri nüfusları izlenen yeni turizm politikaları ile birlikte hızla yükselen bir artış göstermektedir (Ongan, 1997).

2. UZAKTAN ALGILAMA

2.1 Uzaktan Algılamaya Genel Bakış

Doğal çevrenin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması, sahip olduğu özelliklerin bir kez belirlenmesi ile yetinilmeyip belirli aralıklarla izlenilmesini gerektirmektedir. Bunun için de, modern havacılık ve uzay teknolojilerinden yararlanır. Yerle fiziksel temas olmadan cisimlerin gözlenmesi ve ölçülmesine ilişkin bilgiyi, yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydı ve analizi sonucunda elde eden uzaktan algılama bilimi ile havadan ve uzaydan elde edilen görüntüler yorumlanarak ilgili çevre hakkında sağlıklı sonuçlara ulaşılabilir.

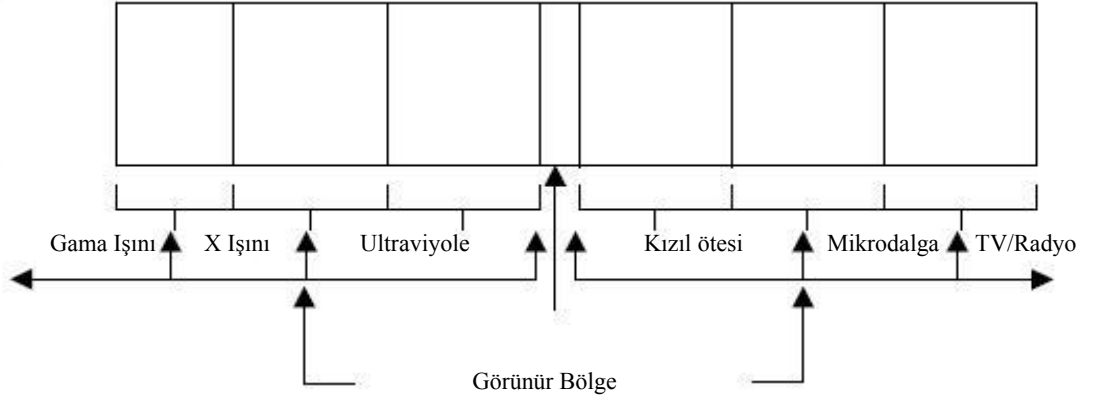
Uzaktan algılama, ilk aşamada askeri amaçlı olarak geliştirilmiş olsa da bunu izleyen yıllarda, araştırmaların merkezini daha çok çevresel araştırmalar oluşturmuştur. Özellikle bitkisel alanların incelenmesi, su ve hava kirliliği incelemeleri bunlara örnek olarak verilebilir. Uzaktan algılama verileri hem uzaysal hem de zamansal amaçlı çalışmalarda kullanılmaktadır. Son yıllarda ise doğal afetler sonucunda oluşan değişimlerin izlenmesinde uzaktan algılama yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır (Bayram, 1998).

Uzaktan algılama teknolojisine ait önemli uygulamalar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Schowengerdt, 1997);

1. Çevresel değerlendirme ve görüntüleme (yerleşim alanlarının büyümesi, tehlikeli atıklar)
2. Küresel değişimin belirlenmesi ve görüntülenmesi (atmosferik ozonun azalması, ormanların azalması, küresel ısınma)
3. Tarım (ürün durumu, ürün tahmini, toprak erozyonu)
4. Yenilenemeyen kaynakların araştırılması (mineraller, petrol, doğal gaz)
5. Yenilenebilen doğal kaynaklar (sulu alanlar, araziler, ormanlar, okyanuslar)
6. Meteoroloji (atmosfer dinamikleri, hava durumu tahmini)
7. Haritacılık (topografya, arazi kullanımı, mühendislik)
8. Askeri gözetim ve keşif (stratejik politikalar, taktik değerlendirme)
9. Kitle iletişim araçları (örnekler, analizler)

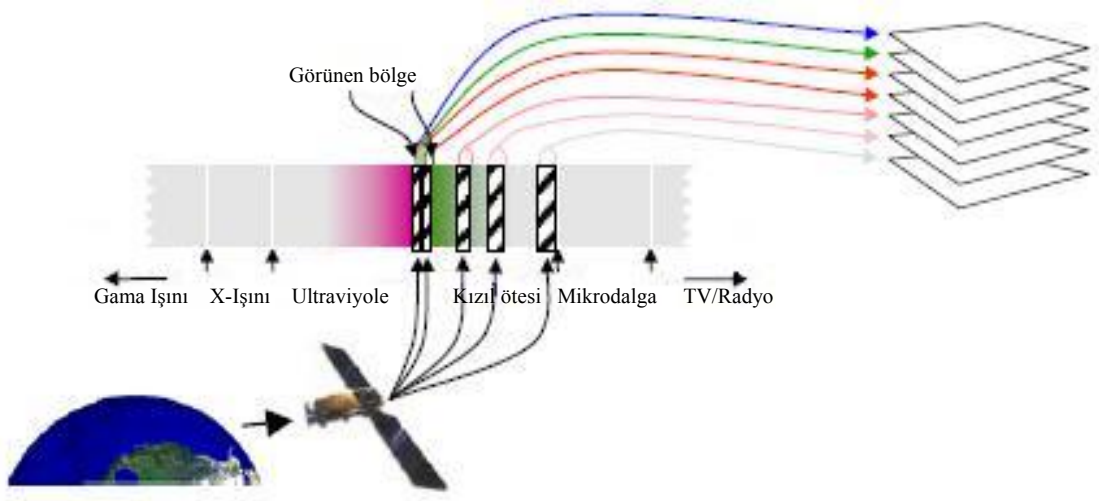
2.1.1 Elektromanyetik Spektrum

Günümüzde uzaktan algılama verisi, kameralar ve algılayıcılar ile donatılmış uçaklar, insansız hava araçları ve uydular tarafından sağlanmaktadır. Kameralar ve algılayıcılar görüntüyü elektromanyetik spektrumda, ultraviyole, görünen ve kızılötesi bölgelerinde, yeryüzünden yansıyan ve yayılan enerjiyi ölçerek oluştururlar. Elektromanyetik spektrum en yalın şekliyle çeşitli dalga boylarındaki radyant enerjiyi içeren ve bu radyant enerjinin elektromanyetik dalgalar halinde serbestçe hareket ettiği bir ortam olarak tanımlanabilir (Sesören,1999).



Şekil 2.1 Elektromanyetik spektrum üzerindeki görünür bölge

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



Şekil 2.2 Bantlar

2.1.2 Ayırma Gücü (Çözünürlük)

Çözünürlük, bir görüntüleme sisteminde kayıt edilen detayların ayırt edilebilirlik ölçüsüdür. Uydu görüntüleri için dört farklı çözünürlük tanımlanmaktadır. Bunlar; radyometrik çözünürlük, spektral çözünürlük, uzaysal çözünürlük ve zamansal çözünürlüktür.

2.1.2.1 Radyometrik Çözünürlük

Radyometrik çözümlenme, algılayıcının parlaklık farklılıklarına olan duyarlılıklarını belirtmektedir. Bir görüntüleme sisteminin radyometrik çözünürlüğü, enerji farklılıklarını ayırt edebilme yeteneğini gösterir. Başka bir deyişle radyometrik çözünürlük, elektromanyetik enerji miktarı karşısındaki duyarlılık olarak tanımlanabilir.



1

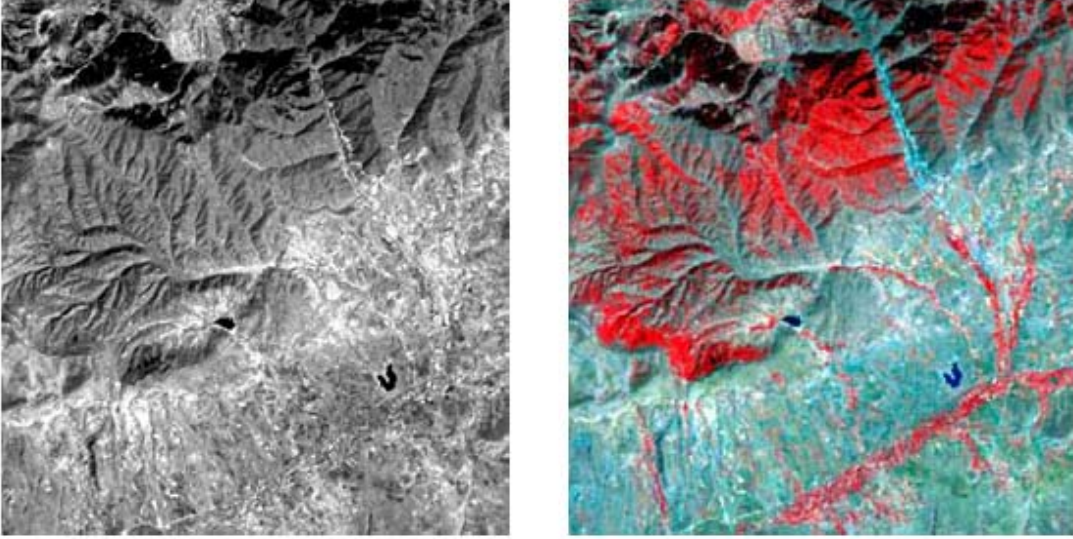
2

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

Aynı bölgeye ait 2 bitlik* görüntü (1) ile 8 bitlik görüntü (2) karşılaştırıldığında, radyometrik çözünürlükle ilişkili olarak detay ayırt etme düzeyindeki fark göze çarpmaktadır (Şekil 2.3). Buna göre 8 bitlik görüntüde (2), radyometrik çözümleme nedeniyle 2 bitlik görüntüye (1) nazaran çok daha fazla detayı ayırt etmek mümkündür.

2.1.2.2 Spektral Çözünürlük

Spektral çözünürlük algılayıcının duyarlı olduğu dalga boyu aralıkları ile ilgilidir. Spektral çözünürlüğün iyi olması, bir kanal ya da bantın algıladığı dalga boyu aralığının küçük olduğunu gösterir. Örneğin; Landsat TM algılayıcısının birinci bantı (bant1) elektromanyetik spektrumun görünen ışık bölgesinde ve 0.45 μm - 0.52 μm dalga uzunlukları arasındaki enerjiyi kaydetmektedir. Enerjinin kaydolduğu belirli bir bantta, iki dalga uzunluğu arasındaki fark yüksek ise spektral çözümleme düşük, az ise spektral çözümleme yüksektir.



Şekil 2.4 Aynı alana ait farklı spektral çözünürlükte görüntüler

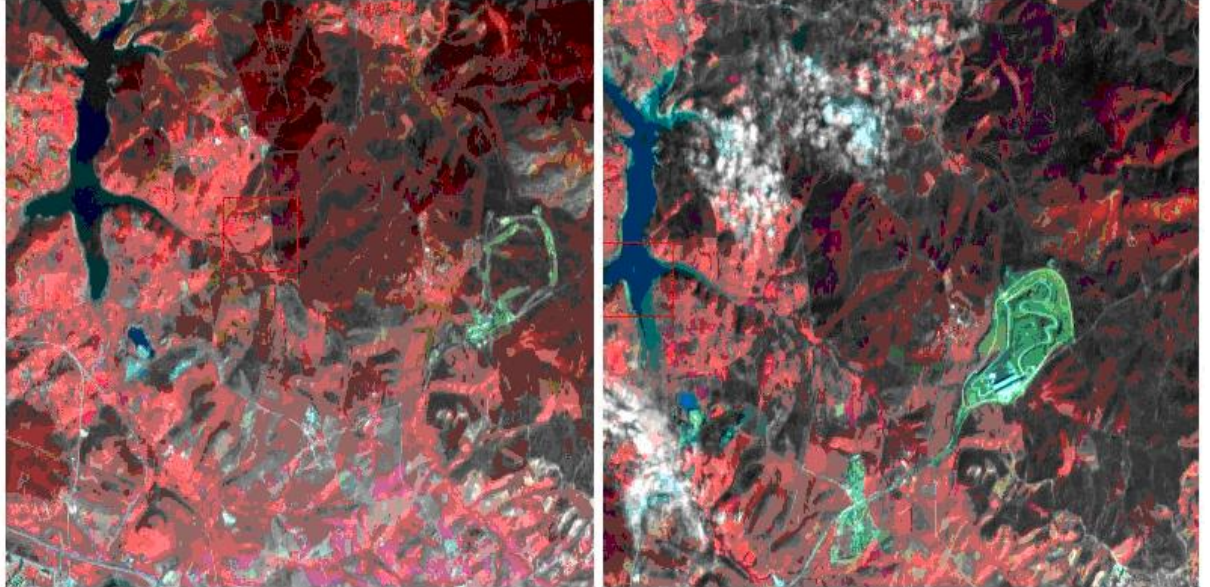
2.1.2.3 Mekânsal Çözünürlük

Mekânsal çözünürlük, dijital görüntüler için genellikle pikselin karşılık geldiği mekânsal boyut olarak açıklanabilir. Algılayıcının tasarımına ve yüzeye olan mesafesine ilişkin bir fonksiyondur. Algılayıcıdaki detektörlerin her biri yeryüzünün belirli bir parçasından gelen enerjiyi ölçerler. Bu parçalar ne kadar küçük olursa görüntüden elde edilecek mekânsal bilgi de o kadar ayrıntılı olacaktır.

* Radyometrik çözümleme ile ilişkili olarak görüntü verisinin değerleri, sayısal değerlerle ifade edilmektedir. Bu değerler, ikili sayı sisteminde ve 2'nin üsleri "bit" tarzında düzenlenmiştir. Bit değeri düşük ise radyometrik çözümleme de düşük olacaktır.

2.1.2.4 Zamansal Çözünürlük

Yeryüzündeki nesnelere ait fiziksel özellikler, bu özelliklerin gözlenebileceği en uygun zaman aralıkları içerisinde bir takım değişimlere maruz kalacaklardır. Uygun zaman aralığı, yıl, mevsim, birkaç gün veya hafta olabilmektedir. Hele bazı uygulamalar için uzaktan algılama sonucu elde edilmiş verilerde zaman aralığı daha da önemli bir unsur olmaktadır. Örneğin ürün büyüme ve gelişimini izlemede, önceden belirlenmiş kısa zaman aralıklarında görüntü elde etmek büyük önem taşımaktadır. Ancak bir yerleşim yerinin gelişiminin araştırılmasına yönelik bir çalışmada ise bu süre, bir yıl veya daha fazla bir zaman aralığı olabilmektedir. Ürün rekolte tahmini, yerleşim yerlerindeki gelişim, hidrolojik değişim, deprem, deniz taşımacılığı, ekili alan izlenmesi gibi önemli dinamik olayların algılanmasında, zaman faktörü çoğu kez anahtar rol oynamaktadır (Simonett ve Ulaby, 1983).



Şekil 2.5 Farklı zamanlarda (Kasım 2004, Mart 2005) alınmış İstanbul Formula 1 Pisti'ne ait görüntüler

2.2 Uydu Sistemleri

Uyduların yörünge yüksekliği çok fazla olduğundan, uydu görüntüleri hava fotoğrafları gibi merkezsiz izdüşüm ürünü olmayıp, yaklaşık olarak dik izdüşüm niteliğindedir. Başka bir deyişle, uydu görüntülerinde arazi engebelerinden doğan geometrik bozukluklar ihmal edilebilecek kadar az olup, yerin yuvarlaklığını ve başka etkenlerden doğan geometrik bozukluklar oldukça etkilidir. Ancak, bu hatalar çeşitli bilgisayar teknikleri ve yazılımlar ile düzeltilenmekte, hatalar bir piksel boyutuna kadar indirilebilmektedir (Özbalımcı, 1999).

2.2.1 Corona

Resmi ve yerel kullanıcılar için yüksek çözünürlükte görüntü elde etme tamamen geçmiş birkaç yıl içinde mümkün olmuştur. Daha yüksek çözünürlük ve doğruluğa sahip, yeni görüntüleme sistemlerini kullanabilmek önümüzdeki yıllarda mümkün olabilecektir. Ancak yüksek çözünürlükte görüntüleme tekniklerinin kullanılması sadece yakın zamana ait bir durum değildir. Ağustos 1960'ta, A.B.D. "Corona" adıyla bir uydu programı başlatarak bunu başarmıştır. Bu A.B.D.'nin ilk keşif uydu sistemidir. Sovyetler Birliği, Çin ve Ortadoğu ile güneydoğu Asya arasındaki diğer bölgeleri gözlemleyen Corona keşif uydusu 1972'de düşmüş ve görevini tamamlamıştır (Lillesand ve Kiefer, 2000).

1960'lı yıllarda dijital iletişim sistemleri, gerçek zamanlı veri transferine izin verecek kadar gelişmemiştir. Corona'nın resimleri dünyaya gönderme şekli oldukça ilginçti. Gönderilecek film bir metal kutu içerisine yerleştirilir daha sonra daha sonra bu kutu dünya üzerinde, yerden yüksekliği hızla azalan bir yörüngeye bırakılırdı. Kutu havada uçaklar tarafından yakalanır ve taranmak üzere ilgili personele gönderilirdi [1]. Eğer havada yakalama işlemi başarısız olursa, bir helikopter ve gemi yardımıyla kapsül suda yakalanır ve güvence altına alınır [2].

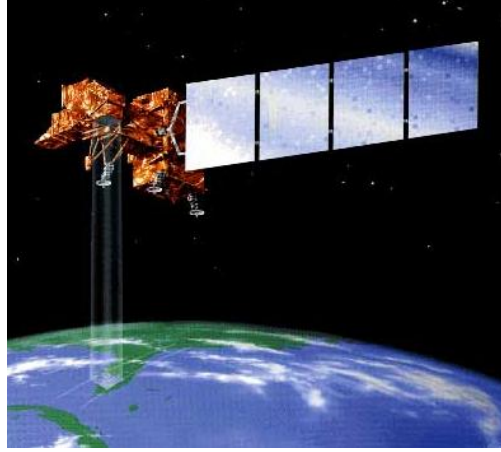


Şekil 2.6 Corona kamerası

Corona'nın keşif kameraları, anahtar deliği anlamındaki "Key Hole" kelimelerinin baş harfleri olan "KH" ile isimlendirilmiştir. Üretilen ilk iki kamera, KH-1 ve KH-2, 1960 ve 1961 yılları arasında gerçekleştirdikleri beş başarılı görevden sonra düşürülmüştür. Diğer Corona kameraları olan KH-3 (1961-1962), KH-4 (1962-1963), KH-4A (1963-1969) ve KH-4B

(1967-1972), İtek tarafından tasarlanmış, gözden geçirilmiş ve üretilmiştir. Corona'nın gerçekleştirdiği 95 başarılı görevin çoğunda tasarımları çok benzer olan KH-4, KH-4A ve KH-4B kameraları kullanılmıştır [2].

2.2.2 Landsat



Şekil 2.7 Landsat Uydusu

NASA (National Aeronautical and Space Administration) tarafından 1972 yılında başlatılan bir programla, Landsat-1, 2, 3 uyduları yeryüzünü gözlem amaçlı olarak uzaya gönderilmiştir. Bu uydular ömürlerini doldurduğunda, yerlerini Landsat-4, 5 ve 7 uyduları almıştır. Landsat 4 ve 5 uyduları “Multispectral Scanner: MSS” ve “Thematic Mapper: TM”, 1999 yılında hizmete giren Landsat 7 uydusu ise “Enhanced Thematic Mapper: ETM” algılayıcıları ile donatılmıştır [3].

Çizelge 2.1 Farklı Landsat uydularına ait özellikler [3]

ALGILAYICILAR	LANDSAT 4-5 MSS	LANDSAT 4-5 TM	LANDSAT 7
MEKÂNSAL ÇÖZÜMLEME	PAN: 30 m.- MS: 79 m.	28.5 m	PAN: 15m– MS: 30-60m
SPEKTRAL ÇÖZÜMLEME	0.50 – 1.10	0.45 – 12.50	0.45 – 12.50
RADYOMETRİK ÇÖZÜMLEME	6 Bit	8 Bit	8 Bit
ZAMANSAL ÇÖZÜMLEME	16 Gün	16 Gün	16 Gün
TARAMA GENİŞLİĞİ	185 X 170 Km	185 X 170 Km	185 Km

Landsat uydusu dairesel, güneşe senkronize, kutuplara yakın bir yörüngeye sahiptir. Genel olarak MSS görüntüleri, bitki türlerinin ayrımı, toprak nemi, kar, bulut ve buzun ayrımı ve kaya tiplerinin belirlenmesinde kullanılmaktadırlar. TM görüntüleri ise bahsedilen kullanım alanlarının sınıflandırılmasını ve değişikliklerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadırlar.

Çizelge 2.2 Landsat görüntülerine ait spektral bilgiler [3]

BANTLAR	DALGA UZUNLUĞU (μm)	KULLANIM ALANLARI
LANDSAT 4-5 MSS		
Bant1: Yeşil	0.50- 0.60	Sağlıklı bitki ve su havzalarını belirleme
Bant2: Kırmızı	0.60- 0.70	Bitki ayırma, toprak ve jeolojik sınırları kararlaştırma
Bant3: Yakın IR	0.70-0.80	Ürün rekolte tahmini ve toprak/ürün ve arazi/su ayrımı
Bant4: Yakın IR	0.80- 1.10	Bitki gözleme ve pusa nüfuz etme
LANDSAT 4-5 TM		
Bant1: Mavi	0.45- 0.52	Toprak/bitki ayrımı, Batimetri/sahil haritacılığı
Bant2: Yeşil	0.52- 0.60	Yeşil bitkileri haritalama, kültürel/iskân özelliklerini
Bant3: Kırmızı	0.63- 0.69	Bitki türlerinin ve toprak/ürün ve arazi/su gibi alanların ayrılması
Bant4: Yakın IR	0.76- 0.90	Canlı ve sağlıklı bitki alanı, toprak/ürün ve arazi/su gibi
Bant5: Orta IR	1.55- 1.75	Bitki ve toprak nem, kar, buz ve bulut sahalarını ayırma
Bant6: Termal IR	10.40- 12.50	Bitki ve sağlıksız ürünleri ayırma, termal kirlenme
Bant7: Orta IR	2.08- 2.35	Jeolojik kaya tiplerini ve toprak sınırlarını ayırmak
LANDSAT 7		
Bant1: Mavi	0.45- 0.52	Landsat 4 ve 5 kapsamındaki MSS ve TM bantlarının uygulandığı alanlarda kullanılır.
Bant2: Yeşil	0.52- 0.60	
Bant3: Kırmızı	0.63- 0.69	
Bant4: Yakın IR	0.76- 0.90	
Bant5: Orta IR	1.55- 1.75	
Bant6: Termal IR	10.40- 12.50	
Bant7: Orta IR	2.08- 2.35	
PAN	0.52-0.90	

2.2.3 Aster

ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), NASA tarafından 18 Aralık 1999'da Van Der Berg Hava Üssü'nden (Kaliforniya), Terra uzay gemisi platformu ile birlikte fırlatılmıştır. Terra uzay gemisi üzerinde bulunan beş parçadan (ASTER, MODIS, CERES, MOPITT, MSIR) biri olan ASTER, değişiklik tespiti, kalibrasyon/geçerlilik ve yeryüzü çalışmalarında diğer Terra aygıtları için yakınlaştırıcı lens olarak hizmet vermesi yönünden önemli bir aygıttır [4].



Şekil 2.8 Terra Uydusu ve görüntü örneği

Aster, NASA ve Japon Ticaret-Endüstri ve Ekonomi Bakanlığı'nın ortak girişimi ile her iki ülkedeki bilimsel ve endüstriyel çalışmalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Aster, eski Landsat tematik görüntüleri ve Japonya'nın JERS-1 OPS tarayıcısı ile karşılaştırıldığında, uzaktan algılama ile görüntüleme teknolojisinde yeni bir çığır açmıştır. ASTER modülü sayesinde, yüksek çözünürlüklü (15m/piksel-/90m./piksele kadar) ve 14 banttan (VNIR, SWIR, TIR) oluşan görüntüler elde edilebilmektedir. Aster uydusundan elde edilen veriler, arazi yüzey sıcaklığının saptanmasında, yansıma değerlerinin ve parlaklık değişim oranlarının belirlenmesinde ve yükseklik haritalarının çıkarılmasında kullanılmaktadır.

Çizelge 2.3 Aster algılayıcısı ve Terra uydusunun teknik özellik ve yörünge parametreleri [4]

Görünür ve yakın kızılötesi bölgede bant sayısı	3
Kısa dalga boylu kızılötesi bölgede bant sayısı	5
Termal kızılötesi bölgede bant sayısı	6
Üç boyut kapasitesi	Var
Piksel Boyutu	15 m
Görüntü alanı	60 km x 60 km
Yörünge	Kutba yakın, güneşle eş zamanlı
Yörünge yüksekliği	705 km
Yörünge eğimi	98,2°
Tekrarlama süresi	16 gün

Aster modülü, elektromanyetik spektrumdaki görünür, yakın kızılötesi, kısa dalga boylu kızıl ötesi ve termal kızılötesi bölgelerinde, 14 bantlı görüntü verisi ayrıca sayısal yükseklik modeliyle de üç boyutlu görüntü verisi sağlayabilmesi amacı ile tasarlanmıştır. Aster, bu özelliğiyle görünür ve termal kızılötesi bölgede yüksek mekânsal, spektral ve radyometrik çözünürlüğe sahip ve 3600 km²'lik bir alanı kapsayan görüntü verisi üretir. Mekânsal çözünürlük dalga boyuna göre değişim gösterir; görünür ve yakın kızılötesi bölgede 15 m, kısa dalga kızılötesi bölgede 30 m ve termal kızılötesi bölgede 90 m'dir.

2.3 Sayısal Görüntü İşleme

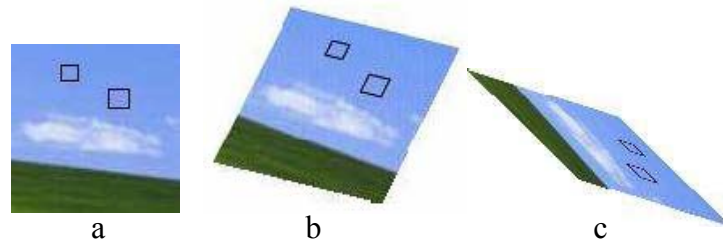
Sayısal görüntü işleme, sayısal fotogrametri ve uzaktan algılama verilerinin etkin kullanımının temelini oluşturmaktadır. Uygun görüntü işleme donanım ve yazılımları kullanılmak suretiyle uydu görüntülerinin sınırlı veri içeriği aşılmakta, orijinal veri sistematik hatalardan arındırılarak zenginleştirilmekte ve düzeltme işlemleri sonrası gerçek potansiyeline kavuşması sağlanmaktadır.

Uzaktan algılama sistemleri, daha duyarlı, daha kaliteli ve daha doğru bilgi etmek üzere sürekli olarak gelişmektedir. Ancak dünya yüzeyi mekânsal çözünürlük, spektral çözünürlük,

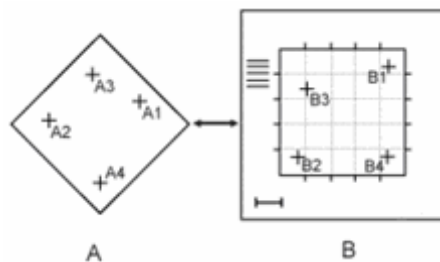
radyometrik çözünürlük gibi kısıtları olan uzaktan algılama aygıtları için hala çok karmaşıktır. Bu yüzden uzaktan algılama ile veri elde etme işleminde bu hataların da sürece katılması ve bu yüzden veri kalitesinin düşmesi kaçınılmazdır. Bu durum görüntü üzerinde yapılan analizlerin doğruluğunu da etkilemektedir. Daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için, uydu görüntüsünün analiz edilmesinden önce, ön işlemden geçirilmesi gerekmektedir.

2.3.1 Geometrik Düzeltme

İşlenmemiş görüntüler, arazi topografyası, dünyanın eğikliği, kameranın görüntü alma anındaki konumu, tarama hataları gibi nedenlerden dolayı birçok geometrik bozulmaya maruz kalmaktadırlar. Rektifikasyon olarak adlandırılan işlem ile görüntülerin belirlenmiş bir sistemde tanımlanıp geometrik olarak düzeltilmeleri sonucunda bu bozulmalar giderilerek, görüntü koordinatları x, y ve nesne uzay koordinatları X, Y, Z arasında analitik bir ilişki kurulur (Bayram, 1998). Diğer bir deyimle rektifikasyon, temel olarak radyometrik özelliklerin ve konumsal bilgilerin her ikisine birden sahip olan ve iki boyutlu piksel dizilerinden oluşan görüntülerin doğal olarak sahip oldukları distorsiyonlarının giderilmesiyle en az hatalı hallerinin elde edilmesi işlemidir (Temiz ve Doğan, 2005). Bu işlem için ise görüntü ve sistemdeki ortak özellikler kullanılır. Bu özellikler yer kontrol noktaları (ground control points, GCP) olarak adlandırılır. Geometrik dönüşümde kullanılan yer kontrol noktalarında aranan temel özellik, kolayca belirlenebilmeleri ve yüksek konum doğruluğuna sahip olmalarıdır.



Şekil 2.9 (a) Orijinal görüntü (b) Bozulmuş görüntü (c) Çok bozulmuş görüntü (Temiz ve Doğan, 2005)



Şekil 2.10 Geometrik düzeltme işlemleri

Geometrik dönüşüm doğruluğu, görüntü koordinatları ile bunlara karşılık gelen referans koordinatları arasındaki uzaklık olan “karesel ortalama hata”nın (2.1) hesaplanması ile bulunur.

$$\begin{aligned} R_x &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X^2) R_i} \\ R_y &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (Y^2) R_i} \\ R_{ms} &= \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \end{aligned} \quad (2.1)$$

2.3.1.1 Afin Dönüşümü

Afin dönüşümü, dönüklük, öteleme, ölçek ve eğrilik gibi tipik geometrik dönüşüm elemanlarını içeren altı parametrelili bir dönüşümdür. Dönüşümün gerçekleştirilebilmesi için her iki görüntüdeki 3 ortak nokta çiftinin hesaplanması gerekir. Afin dönüşüm aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad X = a_0 + Ax \quad (2.2)$$

Burada; a_{10} ve a_{20} iki öteleme, a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} ortogonalite koşulunu sağlamayan dört elemandır ve bir taraftan her iki koordinat yönünde belli bir ölçek diğer taraftan koordinat eksenleri etrafında iki bağımsız dönüklüğü içeren benzerlik dönüşümü afin dönüşümün özel bir halidir. Afin dönüşümde dönüklük matrisi ortogonal olmamasına karşın benzerlik dönüşümde ortogondur. Bunun yanında ölçek faktörü her eksen için sabittir.

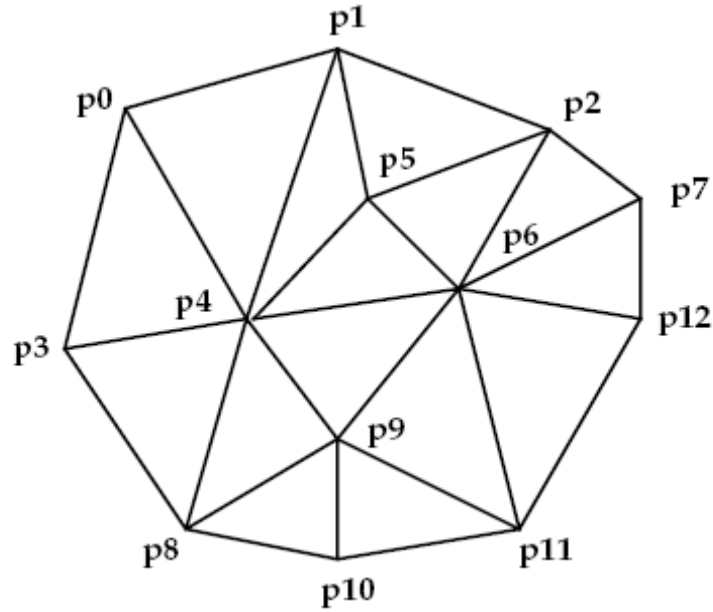
2.3.1.2 Bi-Linear Dönüşüm

Pratikte, dönüşüm fonksiyonu olarak en sık kullanılan dönüşüm yöntemidir. Her iki görüntüdeki dört çift ortak nokta, dönüşümü belirlemek için yeterlidir.

2.3.1.3 Üçgen Ağ Tabanlı Rubber Sheeting Yöntemi

Sonlu elemanlar analizi, probleme daha küçük ve basit parçalara ayırarak yaklaşmasından ötürü, zor ve karışık problemlerin çözümünde önemli bir seçenektir. Görüntü rektifikasyonunda da kullanılabilen bu yöntem, bilinen kontrol noktalarını doğrularla

birleştirep görüntüyü birçok üçgene ayırarak çözümü sağlar. Diğer bir deyimle sonlu elemanlar analizi ile üçgen tabanlı bir rektifikasyonun gerçekleştirilebilmesi, kontrol noktalarının üçgenlerden oluşan bir ağ içerisinde yerleşmesine bağlıdır. Her üçgende üç kontrol noktası vardır. Geometrik olarak bozulmuş görüntü ile referans görüntü arasındaki matematiksel ilişki, her bir üçgen parçası için afin dönüşüm uygulanarak kurulur. İncelenen bölgenin tamamındaki geometrik problem çok karışık olduğu zaman, her bir parçanın geometrisinin basit bir dönüştürme ile düzeltilmesi bu karışıklığı giderecektir. Bu metotta, kontrol noktalarının fazlalığının görüntüyü daha fazla üçgene ayırması, sonucun daha hassas elde edilmesini sağlar.



Şekil 2.11 13 kontrol noktası ile şekillenmiş üçgen ağ (ERDAS Field Guide, 1999)

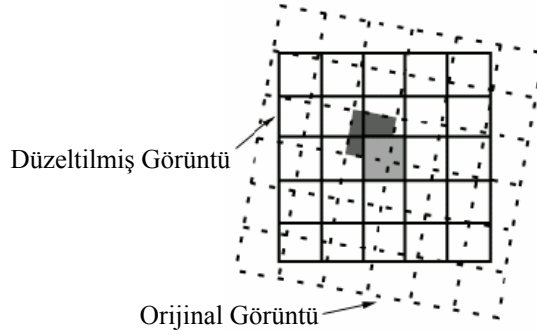
2.3.1.4 Yeniden Örnekleme

Yer koordinat sistemini içermeyen orijinal görüntüler, “yeniden örnekleme (resampling)” olarak adlandırılan geometrik düzeltme işlemleri ile düzeltilmektedir. Örnekleme işlemi, bir raster matristen alınan piksellerin diğer bir matrise uydurulmasıdır. Örneklemede; “En Yakın Komşuluk (Nearest Neighbour)”, “Bilineer Enterpolasyon (Bilinear Interpolation)” ve “Kübik Katlama (Cubic Convolution)” olarak tanımlanmış örnekleme metotları kullanılmaktadır.

2.3.1.4.1 En Yakın Komşuluk Yöntemi

En yakın komşuluk metodu örneklemede, orijinal görüntüden alınan pikseller sayısal olarak düzeltilmiş görüntüdeki en yakın piksel mevkilerine adapte edilir. Bu basit bir yöntem olup orijinal değerler değişmemektedir. Bununla birlikte sonuçta bazı piksellerin değerleri çift

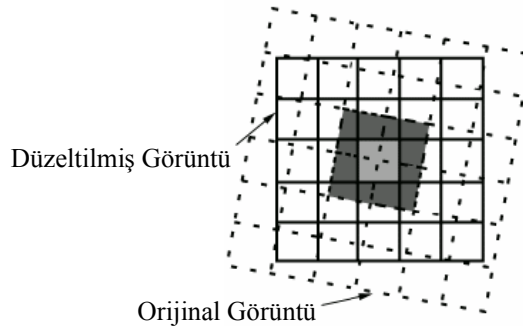
olarak ortaya çıkmakta bazıları ise kaybolmaktadır. Bu yöntem genelde, arazi örtüsü tipleri vb. hususları içeren tematik verilerde uygulanmaktadır.



Şekil 2.12 En yakın komşuluk metodu örneklemesi

2.3.1.4.2 Bilineer Enterpolasyon Yöntemi

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



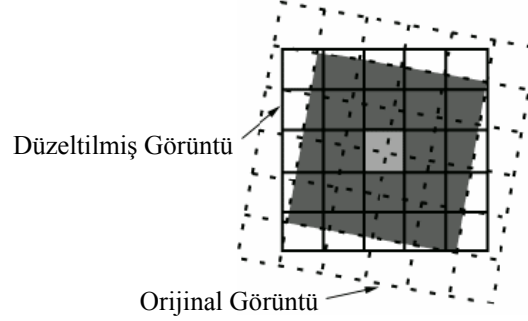
Şekil 2.13 Bilineer enterpolasyon metodu örneklemesi

$$\text{Parlaklık Değeri} = \frac{\sum \left(\frac{Z_k}{D_k^2} \right)}{\sum_{k=1}^4 \frac{1}{D_k^2}} \quad (2.3)$$

Burada Z_k dört çevre pikselin yansıma değeri, D_k ise çevre dört pikselin, çıktı pikselinin orijinal görüntüde karşılık geldiği konuma olan uzaklığıdır.

2.3.1.4.3 Kübik Katlama Yöntemi

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



Şekil 2.14 Kübik katlama metodu örnekleme

2.3.1.5 Yer Kontrol Noktalarının Rektifikasyondaki Yeri ve Önemi

Yer kontrol noktaları (GCP), uzaktan algılamada görüntülerin rektifikasyonu aşamasında görüntü koordinat sistemi ile yer koordinat sistemi arasındaki ilişkinin kurulmasını sağlamaktadır. Yer kontrol noktalarının niteliği, görüntünün geometrik ve radyometrik çözünürlüğüne bağlıdır.

Yer kontrol noktası seçiminde görüntünün geometrik çözünürlüğü büyük bir etkidir. Düşük çözünürlüğe sahip görüntülerde nesnelere, yüksek çözünürlüklü görüntülere oranla daha az pikselle gösterilmektedir. Dolayısıyla düşük çözünürlüklü görüntüler üzerinde seçilecek yer kontrol noktaları da boyut olarak büyük nesnelere olmaktadır. Ancak hangi boyuta sahip olursa olsun, yer kontrol noktası olarak seçilecek nesnenin zamanla konumunun ve şeklinin değişmediğinden emin olunması; ayrıca nesne ile yeryüzü arasında yükseklik farkının olmaması gerekmektedir. Yüksek geometrik çözünürlüklü görüntüler için yer kontrol noktası olarak olabildiğince küçük ve yüksekliği yer seviyesinde bulunan simetrik nesnelere tercih

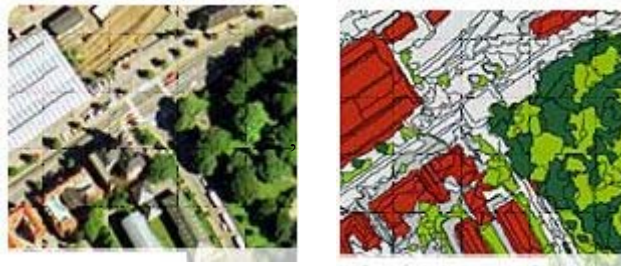
edilmelidir. Bina, havuz veya yol köşesinde seçilen yer kontrol noktaları, görüntünün radyometrik çözünürlüğünden kaynaklanan bir etki ile asıl konumunda bulunmayabilir.

Küçük ölçekli haritalardan işaretlenen kontrol noktalarının duyarlılığı uygulamada yeterli değildir. Doğru kontrol noktası belirlemede önemli olan, noktanın harita ve görüntüde eşlenik olmasıdır. Kontrol noktası belirlenirken harita ve görüntü arasındaki zamansal ve fiziksel farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır (Bayram, 1998).

Yer kontrol noktalarının sayısı ve dağılımı çeşitli etkenlere bağlıdır. Bunlar, rektifikasyonda kullanılacak olan nokta seçim yöntemi (arazi çalışması, haritadan okuma vb.), görüntünün çözünürlüğü, çalışma bölgesinin yapısı (düz, dağlık vb.) ve arzulanan konum doğruluğu ve hassasiyettir (Topan vd., 2007).

2.3.2 Sınıflandırma

Uydu görüntülerinin içerdiği ham haldeki ve karmaşık verileri bilgiye dönüştürmek, arazi hakkında bilgi elde edebilmek ve tematik harita oluşturabilmek için kullanılan çeşitli analiz ve yorumlama yöntemlerinin en yaygını olan sınıflandırma, bir veri grubu içinde belirli bir sınıf oluşturan objelerin benzerliğinden yola çıkarak ve özelliklerine göre seçilerek gruplandırılması olarak tanımlanabilir. Başka bir deyimle, görüntü sınıflandırma, bir görüntü veri setinden anlamlı sayısal konu haritaları üretme işlemidir. Çok bantlı görüntülerde piksellerin spektral değerleri temel alınarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir (Bayram, 1998).



Şekil 2.15 Orijinal ve sınıflandırılmış görüntü

Sınıflandırma ile geleneksel yöntemlerle yapıldığında çok büyük maliyet ve zaman gerektiren çalışmalar yalnızca bir ya da birkaç uydu görüntüsü sayesinde çok kısa bir zaman diliminde ve küçük maliyetlerle yapılabilir.

Gerçekte her bir pikselin, yansıma değeri sınıflandırma için temel bir veridir. Yani farklı coğrafi detaylar kendi spektral yansıma ve yayma özelliklerine bağlı olarak farklı yansıma değeri gösterirler. Bu bilgiler ışığında, piksellerin bilinen özelliklerine göre birbirleriyle

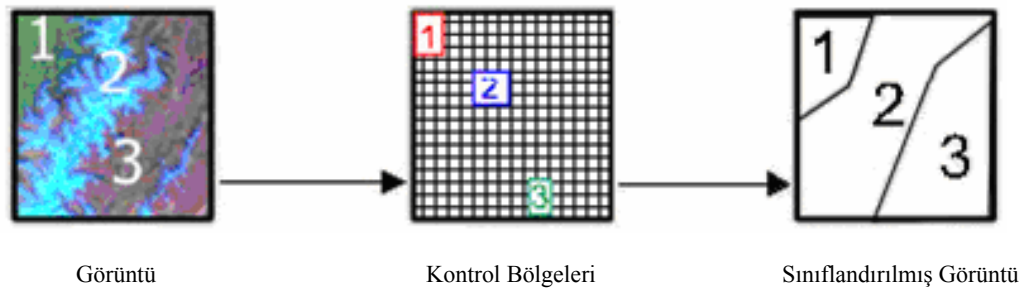
karşılaştırılarak benzer piksel gruplarını bir araya toplanması, kullanıcıların uzaktan algılama verisini tanıyabilecekleri sınıfların oluşmasını mümkün kılar (Campbell, 2000).

Sınıflandırma işlemi yapılırken dikkat edilmesi gereken belli başlı hususlar vardır. Bunlardan en önemlileri, algılayıcı, algılama zamanı ve spektral bantların amaca uygun olarak seçilmesi, yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek kontrol alanlarının seçimi, amaca yönelik sınıflandırma algoritmalarının belirlenmesi ve belirlenen bu özelliklerin tüm görüntüye uygulanarak sonuç görüntülerde doğruluk analizinin yapılmasıdır. Ayrıca bir görüntüyü kategorilere sınıflandırmak için, kategoriye temsil eden örneklerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bunlar, “kontrol alanları” olarak adlandırılır.

Sınıflandırma için yaygın olarak kullanılan kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma adı altında iki metot bulunmaktadır.

2.3.2.1 Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma analizcinin kontrolünde uygulanan bir metottur. Analizi yapan kişi sınıflandırmanın ön aşaması olan imza toplama aşamasında devreye girmektedir. Bu sınıflandırma, kent, tarım veya orman gibi bazı arazi sınıflarının benzerlik veya konumlarının, arazi çalışması, hava fotoğraflarının analizi, haritalar ve kişisel deneyimlerin birleştirilmesi yoluyla öncül olarak bilinir ve çalışma alanının arazi örtüsü hakkında verilen ön bilgiler kullanılarak, sınıflandırma için gerekli istatistikî temel oluşturulur ve sınıflandırma bu temel üzerine kurulur.



Şekil 2.16 Kontrollü sınıflandırma işlemi

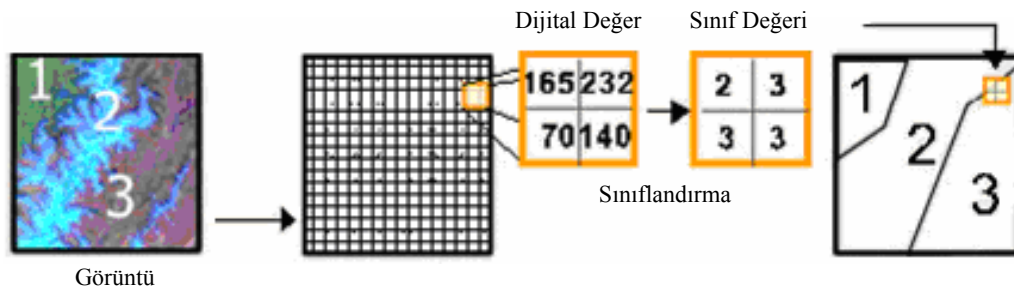
Kontrollü sınıflandırmada ilk yapılması gereken sınıfların belirlenmesidir. Alanın kaç sınıfa ayrılması gerektiği ve bu sınıfların neler olduğu açıkça ortaya konmalıdır. Sınıflar belirlendikten sonra, bu sınıfları görüntü üzerine işleyebilmek için bir arazi çalışması yapılır. Araziye çıkılmasının mümkün olmadığı durumlarda bunun yerine doğru bir harita ya da başka

bir kaynak kullanılabilir. Daha sonra her bir arazi sınıfı için görüntü üzerinden örnek pikseller toplanır. Kontrollü sınıflandırma işlemi, her sınıf için toplanan piksel değerlerini analiz ederek sınıfların istatistikî özelliklerini belirler. Daha sonra bu örnek özellikleri kullanarak görüntüyü sınıflara ayırır.

Örnek alanlar belirlenirken, bir sınıfı en iyi temsil eden piksellerin seçilmesine dikkat edilmelidir. Bu alanlar kendi içerisinde homojen özellik göstermelidir. Ancak bazı durumlarda gerek görüntünün alındığı andaki çevresel etkiler (yağmur, güneş v.b.), gerekse örnek alanlar belirlenirken yapılan yanlışlıklardan dolayı aynı özellik gösteren alanların farklı sınıflara ayrılması veya farklı özelliklere sahip materyallerin tek bir sınıf altında gösterilmesi gibi hatalı sonuçlarla karşılaşılabilir.

2.3.2.2 Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma için, piksellerden heterojen olanların özellik uzaylarının kümelendiği yeri tespit eden bilgisayar programları kullanılmalıdır. Bu tür sınıflandırma, veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak benzer piksellerin otomatik olarak tespit edilmesi ve sınıflara atanması esasına dayanır. Kontrolsüz sınıflandırmada sonucu elde edilen sınıfların gerçekte hangi arazi örtüsü tipini temsil ettiği bilinmemektedir; hatta bu sınıflar arazi üzerinde herhangi bir sınıfı temsil etmiyor da olabilir. Çünkü bu sınıflar bantlardaki yansıma değerlerine göre elde edilmişlerdir. Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıfların hangi tematik sınıfa karşılık geldiği çeşitli haritalar ya da referans veriler kullanılarak tespit edilebilir.



Şekil 2.17 Kontrolsüz sınıflandırma işlemi

2.3.2.3 Kontrollü-Kontrolsüz Karışık Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırmanın, özellik uzayında sayısal olarak ayrılabilen sınıf işaretleri ile gereksiz yere sonlanmasından ve kontrolsüz sınıflandırmanın analizi yapan kişi için bir anlamı olmayan sınıflar üretmesinden dolayı, ikisinin birleşimi olan bir yaklaşım gereksinimleri daha iyi karşılayabilecek bir potansiyele sahiptir (Bayraktar, 2002). Başka bir

deyimle bazı uygulamalarda, kontrolsüz sınıflandırmanın analizi sırasında anlamı olmayan sınıflar oluşturulmuş olmasından ve kontrollü sınıflandırmada ise sınıflandırma sonucunda birçok sınıfın bölünmesi ya da birleştirilmesi gerekliliğinden dolayı her iki sınıflandırmanın birleşimi olan bir yaklaşımın kullanılması gerekebilir. İlk önce kontrolsüz sınıflandırma verileri üzerinde uygulanır. Analizci daha sonra araziye gezip göreyerek ve diğer referans verilerden elde ettiği bilgilerin bir değerlendirmesini yapar. Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıfların ya alt sınıflara bölünmesi veya bazı sınıfların birleşmesi gerekir. Bu sınıf verileri daha sonra kontrollü sınıflandırmada kullanılır (Schowengerdt, 1997).

2.4 Kıyı Mühendisliği ve Uzaktan Algılama

Hızla büyüyen ekonomik taleplerin karşılanabilmesi amacıyla doğal kaynakların yerlerinin keşfi konusundaki giderek artan istek, bilim adamlarının en etkin yöntemler üzerinde çalışmalar yapmalarına neden olmuştur. Bu gelişmeler sayesinde uzaktan algılama tekniğinde analog yöntemlerden sayısal görüntülere doğru hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir.

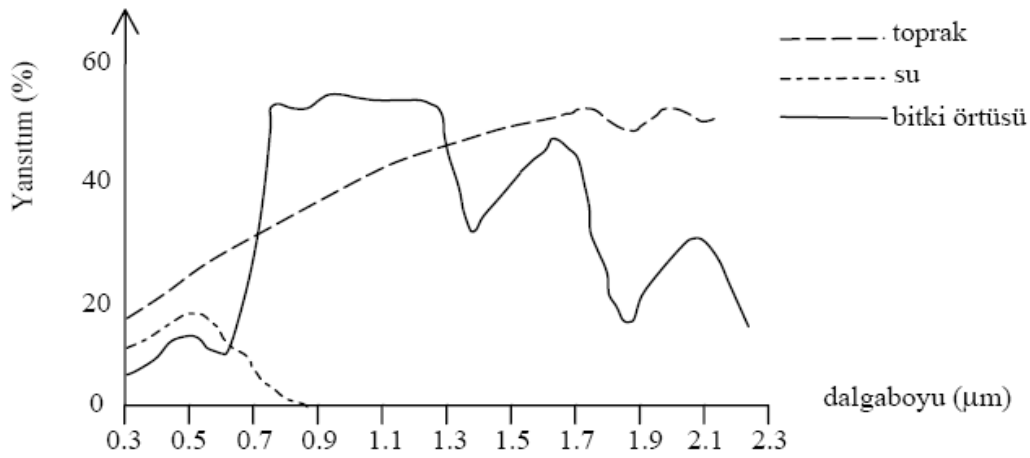
Kaydedilen bu ilerleme sayesinde yararlı bir bilgi kaynağı olan ve herhangi bir seçilmiş alanın uygun ve tamamını içeren uzaktan algılama verileri, doğal kaynakların değerlendirilmesi ve alan kullanımı/arazi örtüsü değişikliklerinin izlenmesinde yararlı olmaktadır. Uzaktan algılama verileri, kara kökenli çalışmalarda yaygın kullanımının yanı sıra son dönemlerde önem kazanan kıyı ve deniz alanlarının yönetimi ve planlamasında da vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Sistem, çeşitli sosyal, kültürel, ekonomik ve politik aktivitelerin gerçekleştiği kıyı alanlarının yönetiminde farklı bilgi kaynaklarının uyumunu sağlama olanağı sunmaktadır (Uçkaç, 1998).

Günümüzde uzaktan algılama teknolojisi, verilerin ekonomik olarak elde edilmesinde önemli rol oynar. Optik görüntüler, kolay yorumlanabilme ve kolay elde edilebilme gibi avantajlara sahiptirler. Bunun yanında, kızıl ötesi dalgaların su tarafından soğurulması ve bitki örtüsü ve toprak tarafından güçlü bir yansımaya maruz kalması, kara ve su sınırlarının belirlenebilmesi için ideal bir birleşim yaratır. Su, bitki örtüsü ve toprağın bu karakteristik özellikleri, kıyı çizgisinin belirlenmesinde görünen ve kızıl ötesi bantlar içeren görüntülerin sıkça kullanılmasına yol açmıştır (Alesheikh vd., 2004).

1807'den 1927'ye kadar geçen süreçte elde edilen tüm kıyı haritaları tamamen yersel incelemelerin ürünüdür. 1927'de kıyı haritalarının elde edilmesinde hava fotoğraflarının da

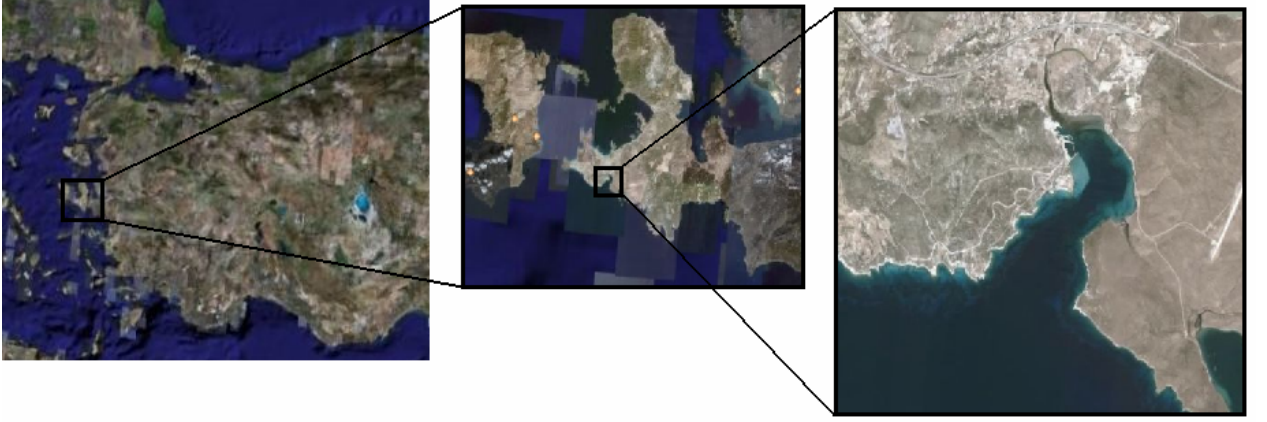
kullanılabileceği ortaya çıkmış ve 1980'e kadar hava fotoğrafları bunun için tek kaynak olmuştur.

Hava fotoğraflarının toplanması, geometrik olarak düzeltilmesi, analizi ve fotoğraflardan bilgi aktarımı uzun ve zorlu bir çalışmayı gerektirir. Siyah-beyaz fotoğraflar bunlardan başka birçok problemin ortaya çıkmasına neden olur. Öncelikle, pankromatik fotoğraflarda su ve kara arasındaki kontrast minimum seviyededir; özellikle incelenen kıyı alanı içerisindeki bulanık veya çamurlu su, kıyı çizgisinin ortaya çıkarılmasında büyük zorluk yaratmaktadır. Bunun dışında fotoğrafların uygun zamanda çekilmemiş olması, rektifiye edilmemiş fotoğraflardaki geometrik hatalar, donanımlı insan eksikliği ve maliyet siyah-beyaz fotoğrafların kullanılmasından kaynaklanan diğer sorunlardır (Alesheikh vd., 2004). Tüm bu sorunlardan dolayı kıyı çizgisi haritalarının üretimi hızla azalmış, 1972'den itibaren Landsat ve diğer uzaktan algılama uyduları, kızılötesi bantlarda dijital görüntülenmeyi sağlamış ve bu sayede kara-su ara yüzü daha net belirlenebilmiştir. Uzaktan algılama ve görüntü işleme teknikleri, kıyı çizgisi haritalarının elde edilmesinde ve güncellenmesinde ortaya çıkacak sorunlara çözümler üretmeye devam etmektedir.



Şekil 2.18 Bitki Örtüsü, Toprak ve Suyun spektral yansıtım eğrileri

3. UYGULAMA



Şekil 3.1 Çalışma alanının konumu

3.1 Çalışma Alanı

8000 nüfuslu Alaçatı, kendine bağlı Karaköy, Germiyan ve Ildırı köyleri bulunan, Çeşme'ye 8 km uzaklıkta olan, Ege mimarisi estetiğini yansıtan, her ulustan ve yaştan sörfçülerin uğrak yeri olan ve sadece Çeşme ve Ege'nin değil ülkemizin görülmesi gereken ilginç beldelerinden birisidir. Günümüzde dünyanın en ünlü sörf merkezlerinden biri olan Alaçatı, kuvvetli rüzgârı, engebesiz düz bir koya sahip olması ve diğer seçkin özellikleriyle beraber gözde bir yerleşim merkezi olmayı başarmıştır.

Rüzgârı hiç dinmeyen Alaçatı Körfezi, 2 km genişliğindedir ve 4 km kuzey yönüne doğru girmektedir. Körfezin kuzeyi sığ bataklıktır. Körfez ağzında, iki yakasından ortaya doğru sığıklar çıkar ve aralarındaki geçit derin sudur. Batı yakasının ortalarındaki alçak burnun sahili kumsal plajdır. Bu burundan itibaren derinliği ancak 4 m kadar olan sığ bir alan, körfezin ortasına doğru 400 m açılır, sonra renginden bile anlaşılacak kadar derinleşir. Alaçatı Limanı, bu sığ alanın kuzeyinde batı yakasında yer alır. Ana mendirek sahilden poyraz yönünde çıkar. Tali mendirek ise onun kuzeyinden, önce doğuya sonra güneye, ana mendirek ucuna doğru iner. Ayrıca limanın kuzeyinde, balıkçı kayıkları için kendine bitişik ayrı bir barınak bulunur.



Şekil 3.2 Alaçatı Yat Limanı

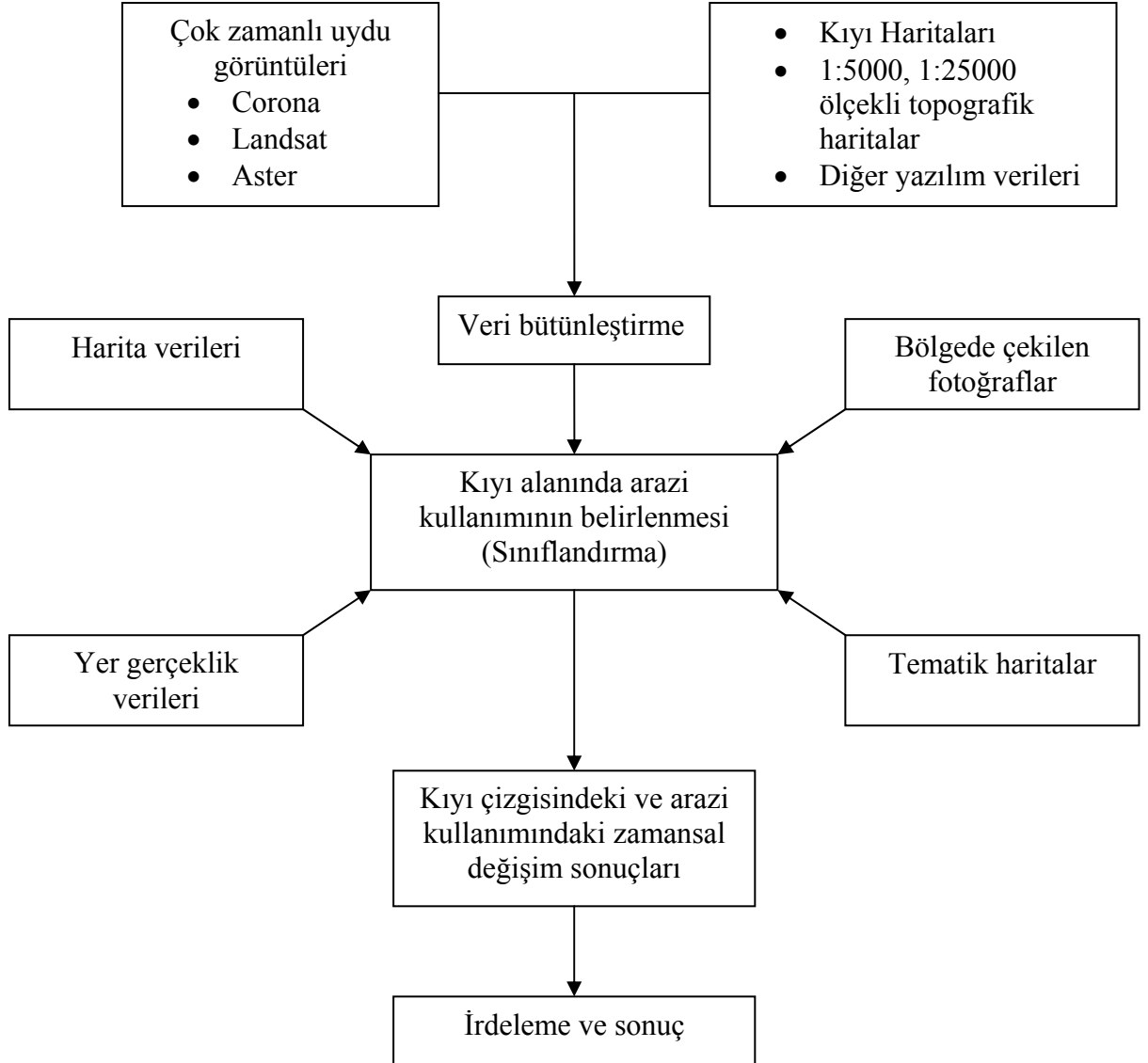
3.2 Sorunlar, Çözüm Yöntemi ve Materyaller

Bu doğa cenneti son zamanlarda bazı tehlikelerle karşı karşıyadır. Kıyı mühendislerinin sıkça karşılaştığı en büyük problemlerden biri olan kıyı çizgisi değişimi ve katı madde taşınımına bağlı yığılma veya insan faktörünün etken olduğu yapay dolgu bu bölgede de karşımıza çıkmaktadır. Tali mendireğin kuzeyinde oluşan katı madde birikimi liman fonksiyonlarını olumsuz etkilediği gibi kıyı çizgisinin değişimine de sebep olmaktadır. Bu nedenle biriken madde miktarının ve bu problemin nedenlerinin araştırılması için uzun dönem kıyı çizgisi değişimi incelenmiştir.

Alaçatı liman bölgesinde, tüketim ve yatırım amaçlı yapıların neden olduğu problemlerin çözümünde, bu alanların optik verileri incelenip, kıyı ve çevre değişimlerinin gözlemlenmesi ilk adım olacaktır.

Uzaktan algılama teknolojisi ile Alaçatı’da kıyı çizgisi değişimi belirlenmiş, bunun yanında zamansal değişim analizi de yapılmış ve geleceğe yönelik kestirimler ortaya konmuştur. Uzaktan algılama ile analiz edilen uydu görüntüleri sayesinde geniş bir kıyı alanı incelenmiş, problemin çözümüne yönelik kullanılabilir, sağlıklı veriler elde edilmiştir ve böylece sonuç hedefli bir strateji geliştirilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında özellikle optik (Aster-Landsat) algılayıcılardan elde edilen veriler ile kıyıdaki sediment sınırları belirlenmiştir.

Özellikle son yıllarda ülkemizde de uygulama alanı genişleyen uydu verileri ile ERDAS Imagine yazılımı kullanılarak uzun bir zaman dilimine ait sorunlu bölge görüntüleri işlenmiş ve yapılacak olan sınıflandırmalar sonucunda alansal değişimler tespit edilmiştir.



Şekil 3.3 Çalışmaya ait akış diyagramı

3.3 Uydu Verileri

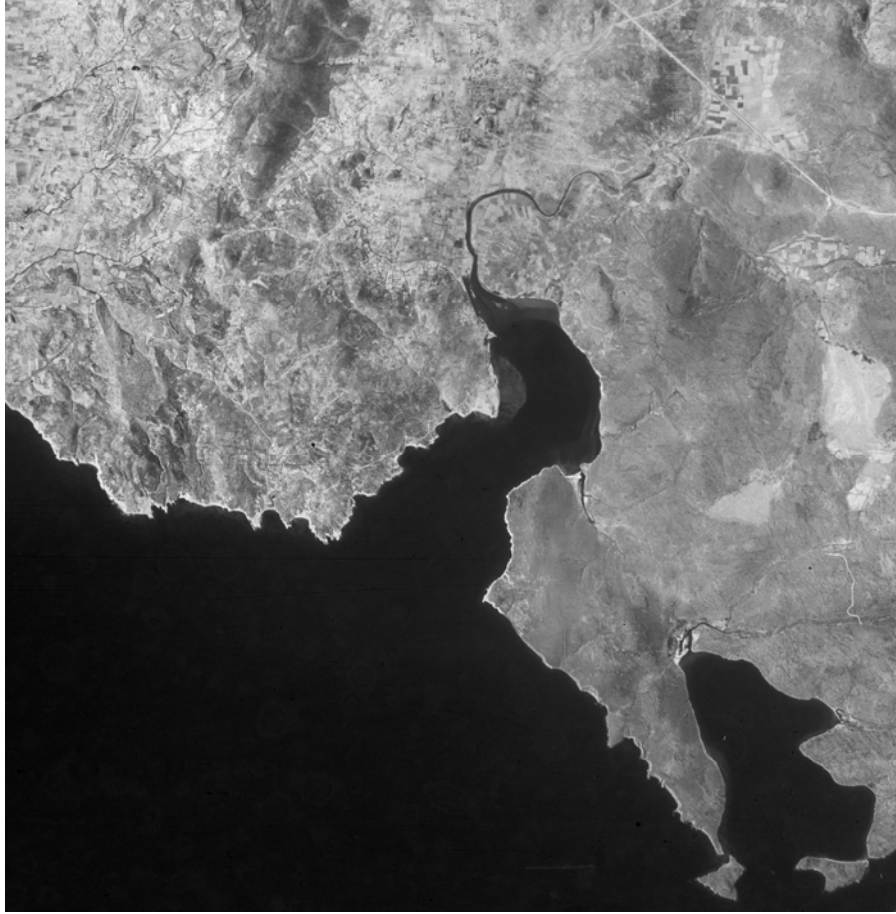
Çalışmada dört adet uydu görüntüsü kullanılmıştır. Bunlar Corona 1963, Landsat 1987, Landsat 2000 ve Aster 2007 görüntüleridir. Aster 2007 görüntüsü 15 m, Landsat 1987 ve Landsat 2000 görüntüleri 30 m, pankromatik Corona görüntüsü ise 3 m yersel çözünürlüğe sahiptir.



Şekil 3.4 Alaçatı Körfezi Aster 2007 uydu görüntüsü



Şekil 3.5 Alaçatı Körfezi Landsat 1987 ve 2000 uydu görüntüleri



Şekil 3.6 Alaçatı Körfezi Corona 1963 uydu görüntüsü

3.4 Kullanılan Yazılım

Uydulardan elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle çıkan sonuçlar, yeryüzünün araştırılmasına büyük katkı sağlamaktadır. Bu katkının sağlanmasında insan faktörünün yanında kullanılan yazılımlar da büyük önem taşımaktadır. Yazılımların önemi gerek verilerin işlenmesine büyük hız kazandırmasına, gerekse çok büyük bir veri hacminin depolanmasına yardımcı olmasında yatmaktadır (Maktav, 1993). Bu çalışmada, mevcut sayısal görüntü işleme yazılımlarından biri olan ERDAS Imagine 9.1'in geçici lisanslı versiyonu kullanılmıştır.

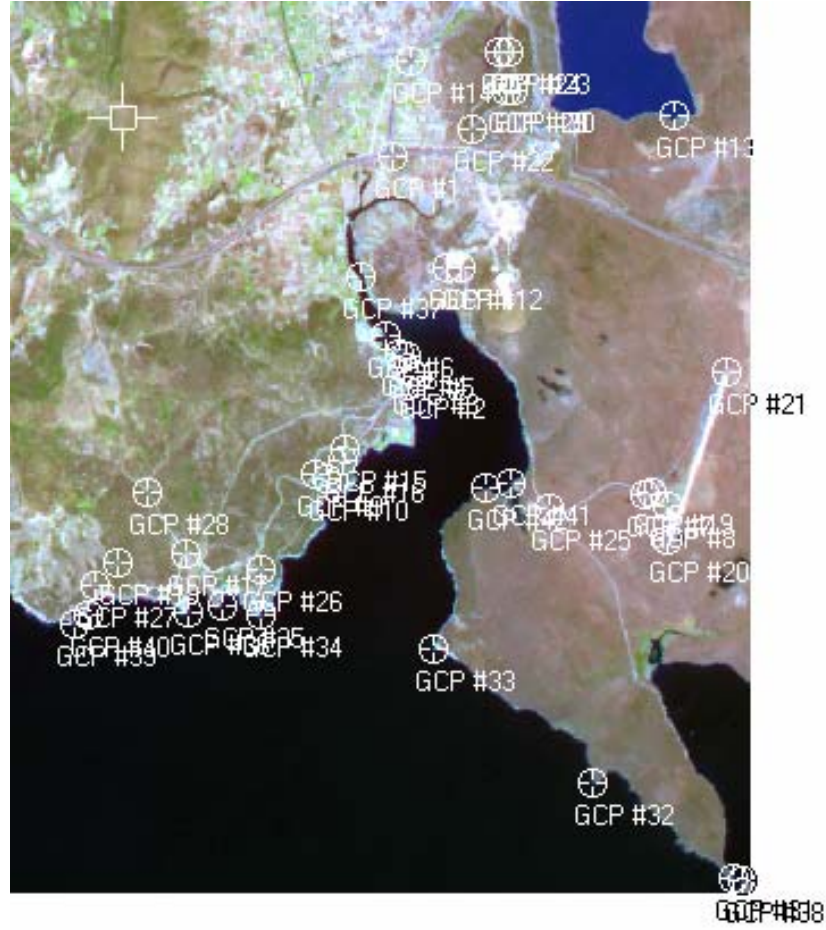
3.5 Rektifikasyon

İçerdikleri geometrik bozuklukların giderilmesi, tüm görüntülerin aynı yerel koordinat sistemine sahip olmaları ve nihayetinde elde edilen kıyı çizgisindeki zamansal değişimin belirlenmesi amacıyla uydu verileri rektifikasyon işlemine tabi tutulmuştur. Aster 2007 ve Landsat 1987 ve 2000 görüntülerinin geometrik dönüşümlerinde afin dönüşüm, yeniden örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Corona 1963 görüntüsünde ise yeniden örnekleme işlemi için kübik katlama yöntemi, geometrik dönüşüm işlemi için sonlu elemanlar yani rubber sheeting metodu kullanılmıştır.

Geometrik görüntü dönüşümünün ilk adımı piksel koordinat dönüşümüdür. Piksel koordinat dönüşümünde amaç, giriş görüntüsündeki piksellerin, sonuç görüntüsündeki koordinatlarını hesaplamaktır. Bu amaçla Aster 2007 görüntüsü üzerindeki girdi yer kontrol noktalarının, referans veri olarak kullanılan Google Earth yazılımının çalışma bölgesini gösteren görüntüsü üzerine karşılık gelen koordinatları okunup, geometrik dönüşüm için kullanılan yazılıma el ile girilmiştir. Landsat 1987 ve 2000 görüntülerinin rektifikasyonu için Google Earth ve 1:25000 ölçekli topografik haritadan okunan ve daha önceden Aster 2007 rektifikasyonu için kullanılan yer kontrol noktalarından ortak olanlar kullanılmıştır. Ancak 1987 ve 2000 yıllarında mevcut olmayıp, daha sonraki yıllarda inşa edilen ve sadece Aster 2007 görüntüsünde belirlenebilen, kavşak vb. yapılar üzerinde işaretlenen yer kontrol noktaları kullanılmamıştır. Kullanılan yer kontrol nokta sayısı Aster 2007 görüntüsü için 42, Landsat 2000 görüntüsü için 27, Landsat 1987 görüntüsü için 10 dur. RMS hataları ise Çizelge 3.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 RMS hataları

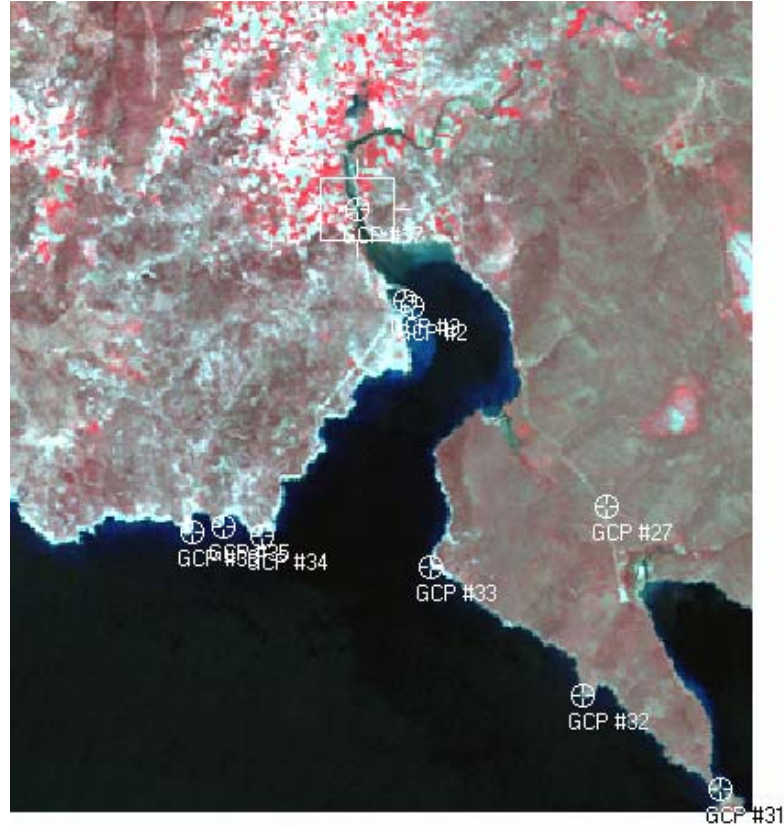
	X (m)	Y (m)	Toplam (m)
Aster 2007	3.4439	9.8067	10.3938
Landsat 2000	9.7813	9.4338	13.5894
Landsat 1987	16.8105	14.2322	22.0261



Şekil 3.7 Aster 2007 görüntüsü üzerindeki yer kontrol noktalarının dağılımı

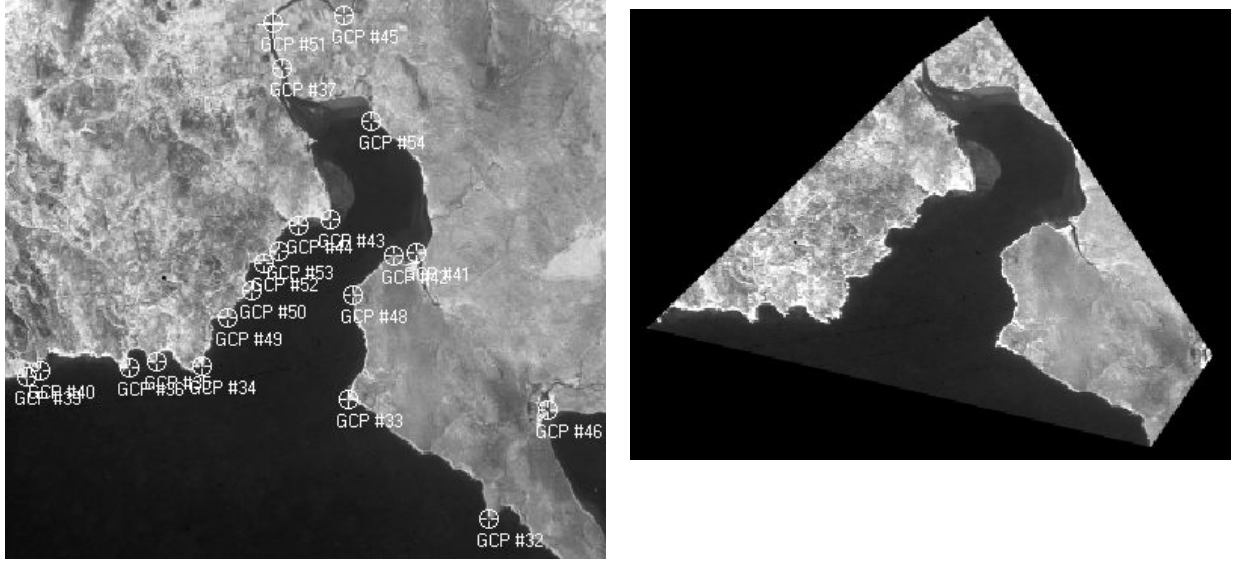


Şekil 3.8 Landsat 2000 görüntüsü üzerindeki yer kontrol noktalarının dağılımı



Şekil 3.9 Landsat 1987 görüntüsü üzerindeki yer kontrol noktalarının dağılımı

Corona uydu görüntüsünün rektifikasyonunda, geometrik dönüşüm işlemi için sonlu elemanlar (rubber sheeting) yöntemi kullanılmıştır. Rubber sheeting yöntemi ile gerçekleştirilen rektifikasyonun doğruluğu ise yer kontrol noktalarından bağımsız görüntü üzerinde işaretlenen doğruluk denetim noktaları ile tespit edilmektedir. Rektifikasyonun RMS hatası 1.37 m'dir.



Şekil 3.10 Yer kontrol noktalarının Corona 1963 görüntüsü üzerinde dağılımı ve rektifiye edilmiş Corona 1963 görüntüsü

3.6 Rektifiye Edilmiş Görüntülerden Kıyı Çizgisinin Elde Edilmesi

Kıyı yönetiminde, kıyı alanlarında meydana gelen değişimin hızlı elde edilmiş, güncel ve doğru bilgi yardımıyla belirlenmesi öncelikli öneme sahiptir. Kıyı çizgisindeki herhangi bir değişimin belirlenmesinde kullanılabilen uzaktan algılama verileri en önemli bilgi kaynaklarından biridir. Kıyı bölgelerinde meydana gelen değişimlerin bir kısmının uydu görüntülerinden çıkarılan kıyı çizgisi yoluyla görüntülenmesi mümkündür. Görüntü işleme algoritmaları, ilgili görüntülerden gerekli bilginin hızlı ve doğru bir şekilde elde edilmesini mümkün kılar. Bu özellikle, doğal afetler gibi acil durumlarda doğru veri ihtiyacının hızla karşılanması açısından önemlidir.

Düz bir çizgiye sahip kıyı bölgelerinde kıyı çizgisinin ayırt edilmesi kolaydır. Ancak kıyı alanları genellikle çok karışık şekillenmiş bir yapıya sahiptir. Bu karışık yapının görüntülenmesinde kullanılan "segmentasyon", görüntü işleme disiplinleri içerisinde önemli bir araştırma konusudur. Segmentasyon, bir resimdeki nesne ve artalanın veya resim içerisindeki ilgilenilen değişik özelliklere sahip bölgelerin birbirinden ayrıştırılması işlemidir. Segmentasyon görüntü işlemenin en zor uygulamasıdır ve segmentasyon tekniklerinin

sonuçlarında belli bir hata oranı olabilmektedir. Segmentasyon bir görüntüdeki nesnenin sınırları, şekli veya o nesnenin alanı gibi ham bilgiler üretir. Segmentasyon teknikleri beş başlık altın toplanabilir. Bunlar:

1. Eşikleme tekniği
2. Sınırsal ayırma tabanlı metot
3. Bölgesel ayırma tabanlı metot
4. Snakes metodu
5. Hibrid teknik

Uygulamada kıyı çizgisi çıkarımının insan gözü ve klasik metotlarla yorumlanarak yapılması, kıyı boyunca uzanan koylar ve ormanlık bölgelerin etkisi, düşük çözünürlük vb. nedenlerden dolayı çok zordur. Su ve kara arasındaki bozuk kontrast ve benzerlik, kıyı çizgisinin mevcut diğer bileşenler arasından ayırt edilmesine engel olur. Landsat 7 ve Landsat 5 uydu görüntülerindeki yakın kızıl ötesi bant, su sınırlarının, belirlenen gri değerden daha açık olan piksellerin beyaz, daha koyu olanların siyah olması şeklinde ikili veri setine dönüştürülmesi mantığına dayanan eşikleme tekniği ile ortaya çıkarılmasını mümkün kılar. Ancak özellikle pankromatik uydu görüntülerinde eşikleme tekniği tek başına yeterli değildir.

Bu çalışmada daha önce kıyı çizgisinin otomatik olarak belirlenmesi için Bayram vd. (2008) tarafından geliştirilmiş bir algoritma ve yazılım kullanılmıştır. Bu algoritma hibrid tekniğe dayanmaktadır. Algoritmanın benzer algoritmalara karşı üstünlüğünü ortaya koyan ve en göze çarpan özelliği deniz ile kara arasında farkı daha kolay ayırt edebilme özelliğidir.

Eşikleme, görüntü analiz ve segmentasyon uygulamaları için gerçekleştirilen görüntü işleme adımı içerisinde basit ama geçerli bir metottur. Kıyı alanları için eşikleme tekniği tabanlı oluşturulmuş algoritmalar, kıyı çizgisinin insan gözü tam olarak ile ayırt edilebildiği ve tanımlanabildiği bölgelerde başarılı sonuçlar verir. Ancak bazı durumlarda kara ve denize ait gri yansıma değerleri birbirlerine çok yakın olabilmektedir. Kıyı çizgisinin ayırt edilmesinin güç olduğu bu kıyılarda, eşikleme algoritmaları başarısız olur (Bayram vd., 2008).

Şekil 3.11, Şekil 3.12, Şekil 3.13'de kullanılan algoritma ile orijinal görüntülerin segmentasyonu sonucu elde edilen görüntüler, Şekil 3.14 ve Şekil 3.15'de ise bu görüntülerden vektörizasyon yoluyla elde edilmiş kıyı çizgileri yer almaktadır.



Şekil 3.11 Corona 1963 segmente edilmiş görüntü



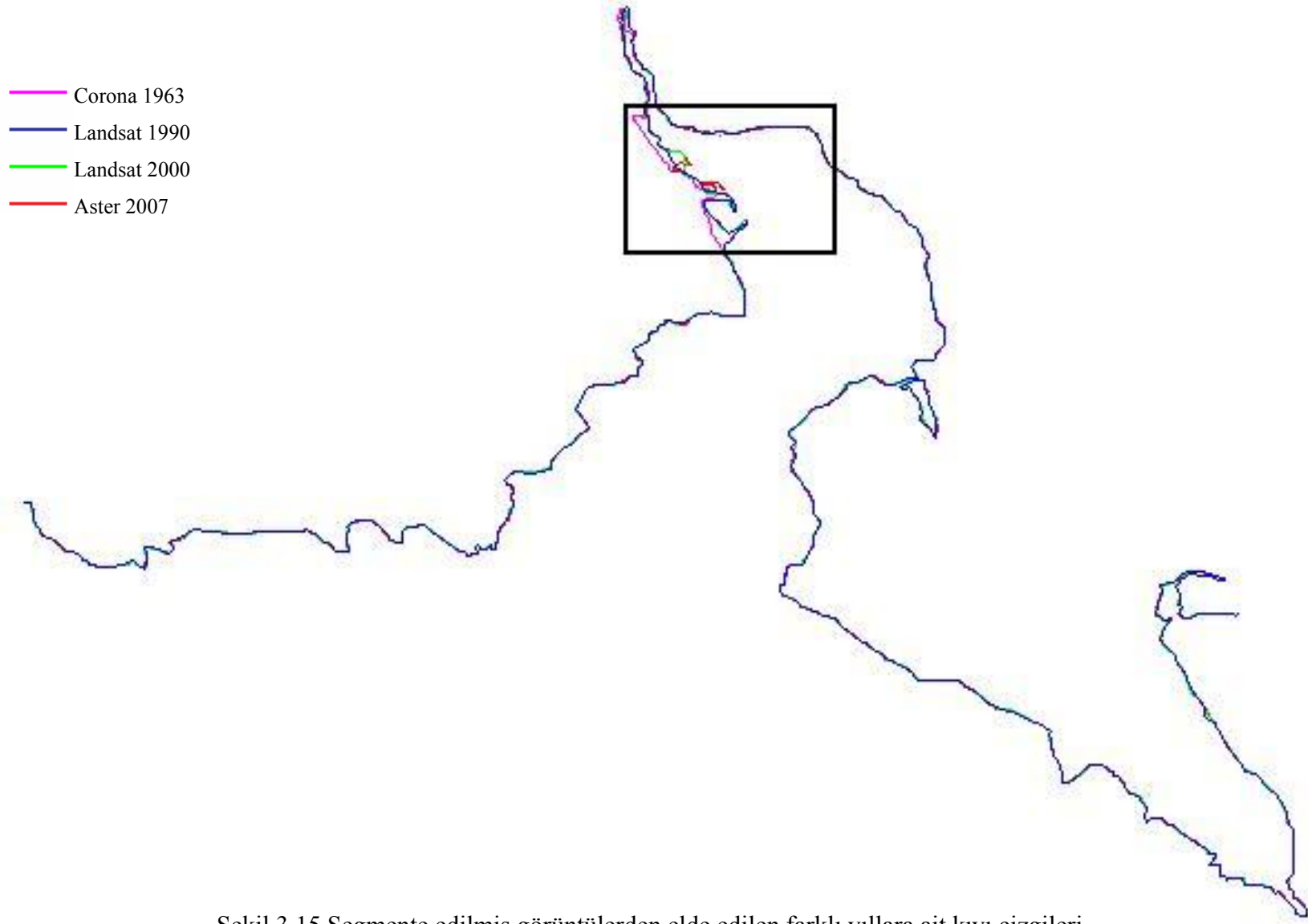
Şekil 3.12 Landsat 1987 segmente edilmiş görüntü



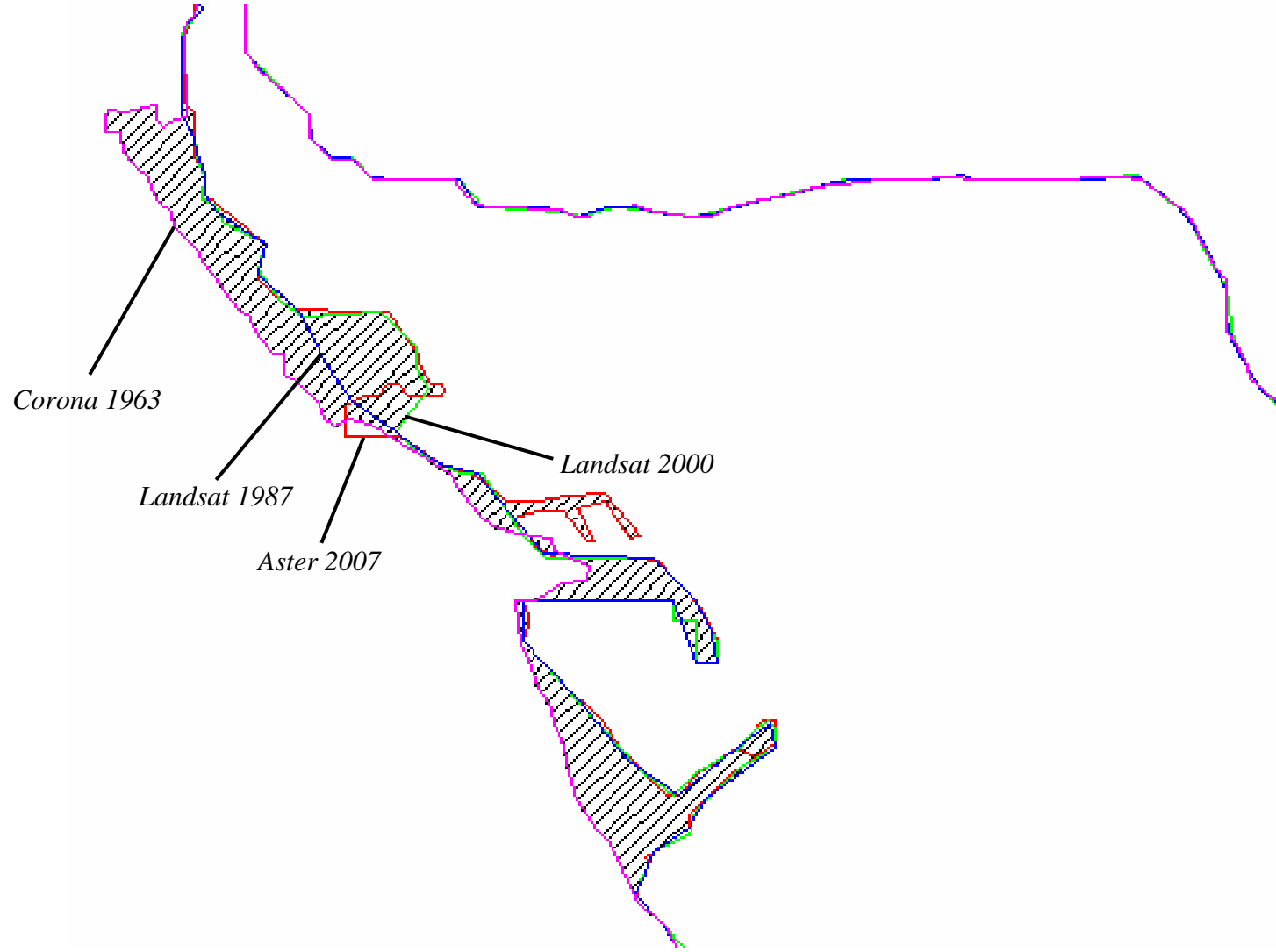
Şekil 3.13 Landsat 2000 segmente edilmiş görüntü



Şekil 3.14 Aster 2007 segmente edilmiş görüntü



Şekil 3.15 Segmente edilmiş görüntülerden elde edilen farklı yıllara ait kıyı çizgileri



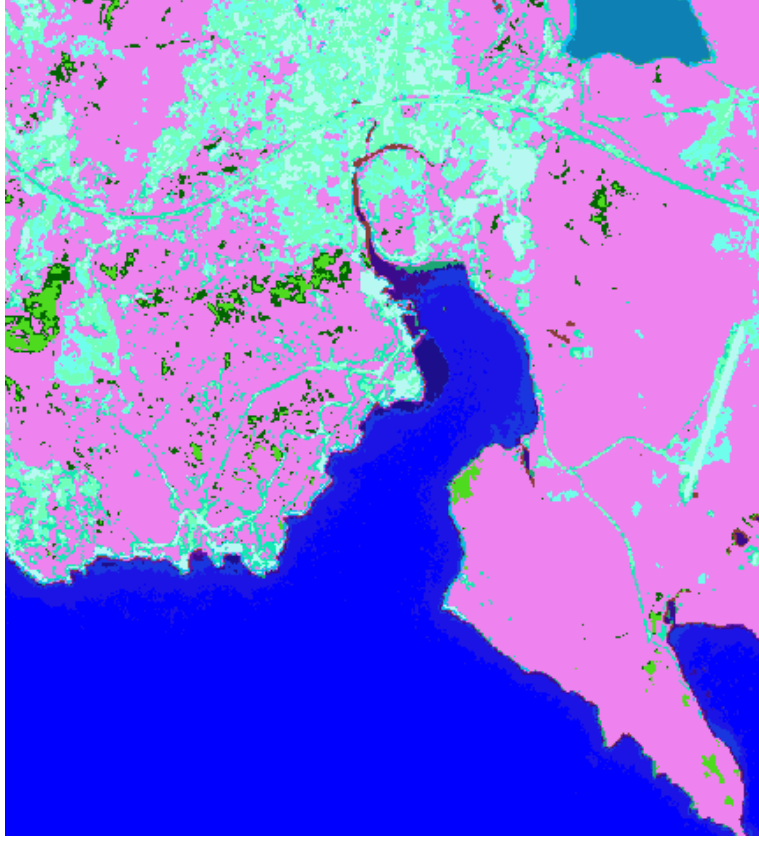
Şekil 3.16 Segmente edilmiş görüntülerden elde edilen kıyı çizgileri: Alaçatı Limanı ve çevresi

3.7 Sınıflandırma

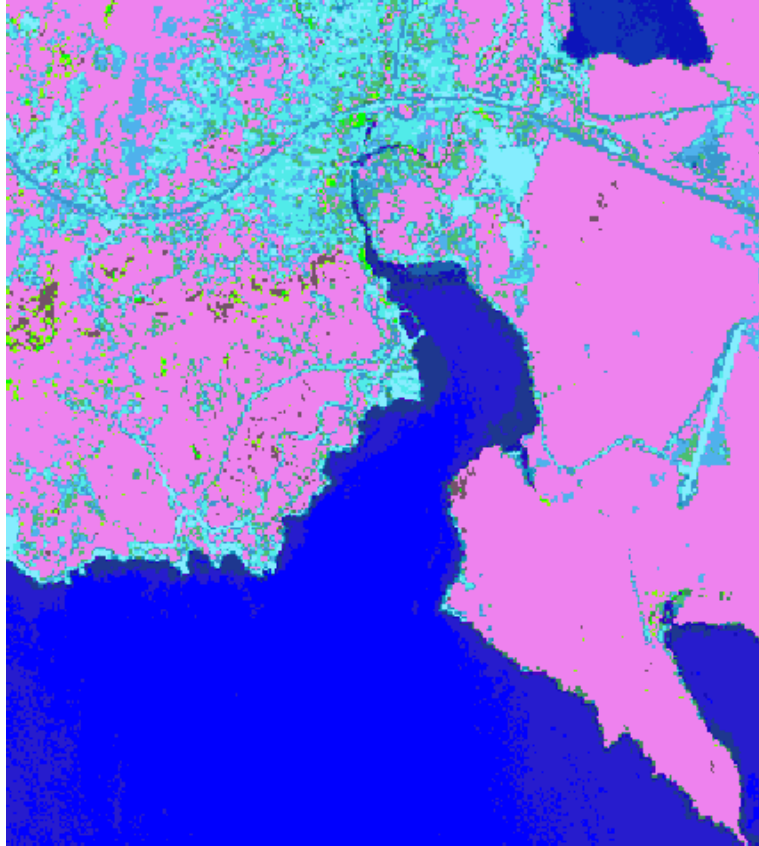
Arazi kullanımını belirlemek amacı ile Aster ve Landsat görüntüleri için ERDAS Imagine yazılımı kullanılarak sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Sınıflandırma işleminde kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma entegrasyonu ile sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Görüntülerdeki deniz ve baraj gibi bölgelerin tamamına ait veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı pikseller birbirine benzer olmasından dolayı, bu bölgelerin tespiti için kontrolsüz sınıflandırma yolu seçilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırma işlemi, görüntünün tamamı için sonuç verdiği için, işlem bitiminde elde edilen imza dosyası (signature file) ve orijinal görüntü arasında tekrar eşleştirme yapılmış, bu dosyadan deniz ve baraj dışında kalan bölgelere ait sınıflar ayıklanmıştır. Bundan sonra ise sadece deniz ve baraj bölgelerine ait sınıfları içeren imza dosyası kullanılarak görüntüler üzerinde kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Kontrollü sınıflandırmada, görüntüde deniz ve baraj dışında kalan bölge tarım- boş arazi, yeşil alan ve yerleşim alanı olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır.

3.7.1 Kontrolsüz Sınıflandırma

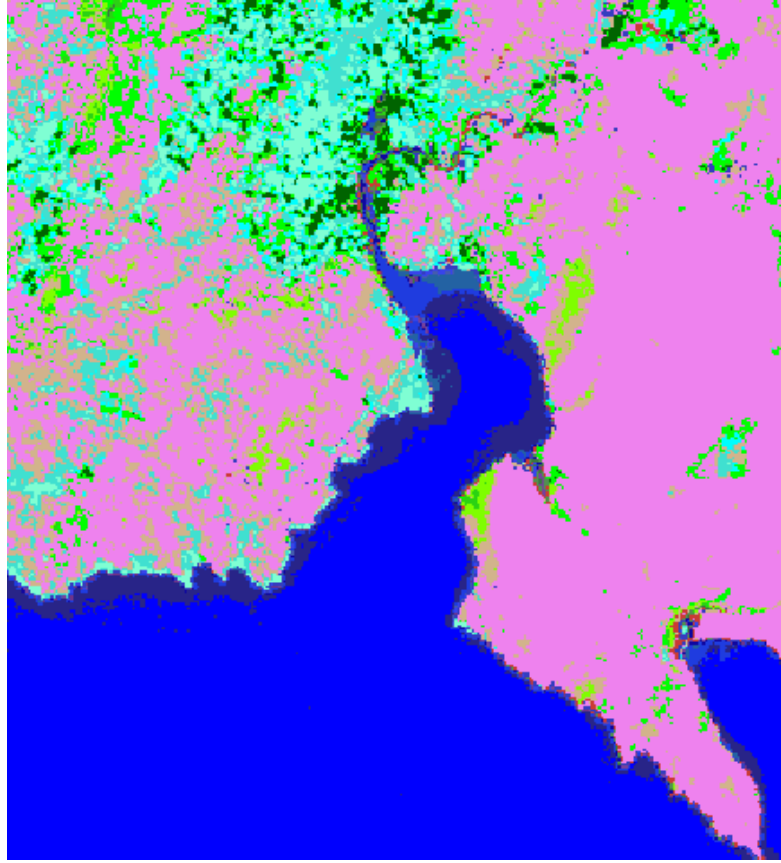
Çalışma alanı hakkında yeterli bilgiye sahip olmak amacıyla Aster 2007 görüntüsüne Landsat 1987 ve 2000 görüntülerine, içerdikleri sayısal değerlerin sınıflandırılması esasına dayalı kontrolsüz sınıflandırma işlemi uygulanmıştır (Şekil 3.17, Şekil 3.18, Şekil 3.19). Yapılan kontrolsüz sınıflandırmada her üç görüntüdeki sayısal değerler otuz ayrı sınıfa bölünmüştür. Kontrolsüz sınıflandırmada belirlenen sınıflar incelenerek uygun bulunan sınıflar, kontrollü sınıflandırma denetim alanlarının seçimine yardımcı olacak ve çalışma alanının genel yapısı hakkında bir ön bilgi sağlamıştır.



Şekil 3.17 Aster 2007 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma sonuçları (30 sınıf)



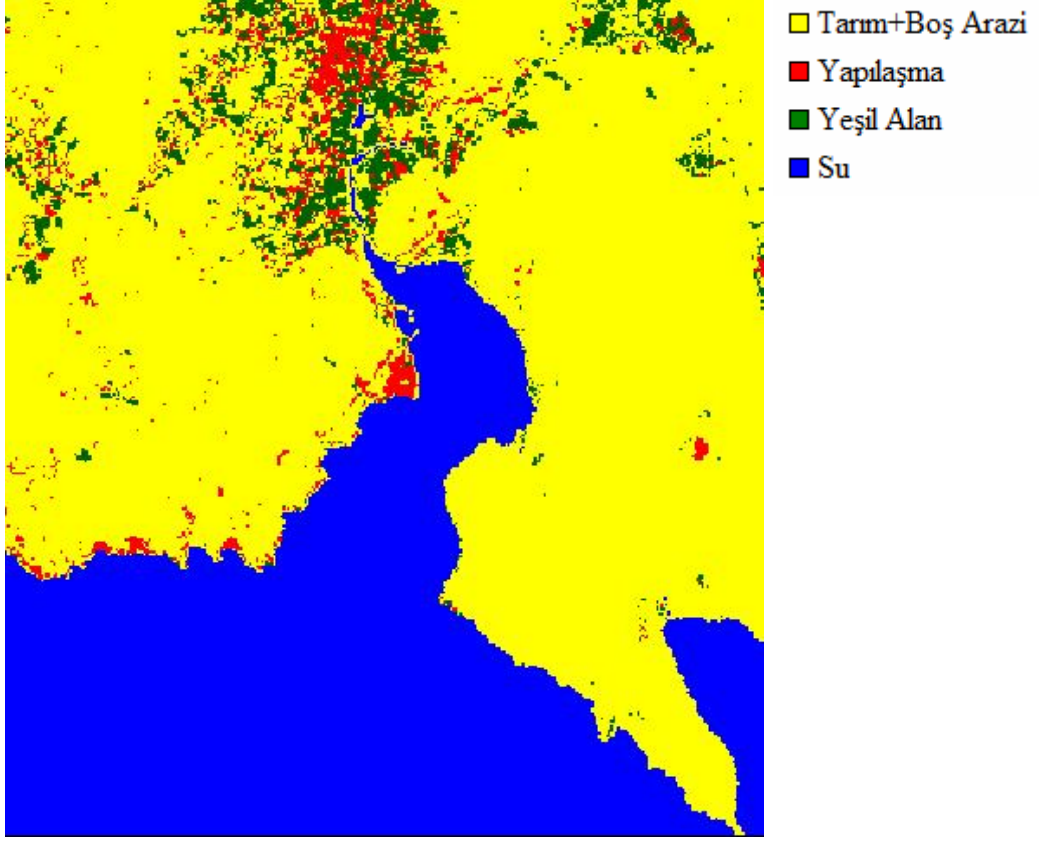
Şekil 3.18 Landsat 2000 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma sonuçları (30 sınıf)



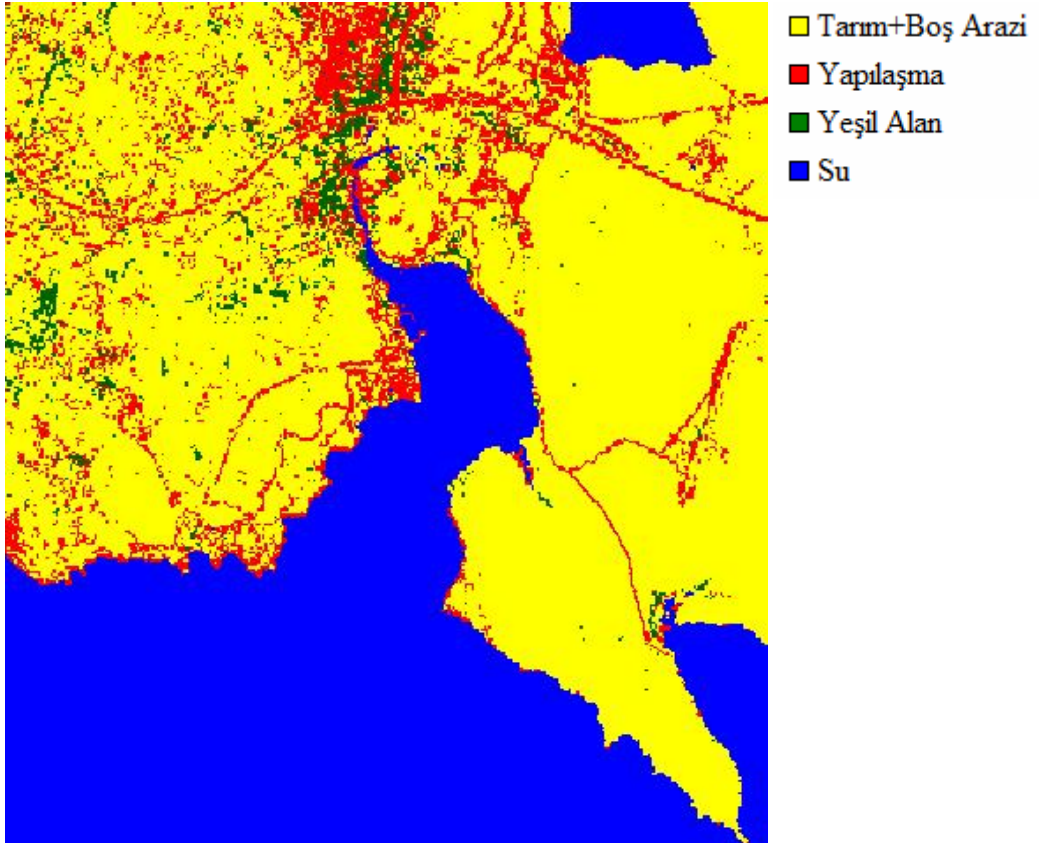
Şekil 3.19 Landsat 1987 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma sonuçları (30 sınıf)

3.7.2 Kontrollü Sınıflandırma

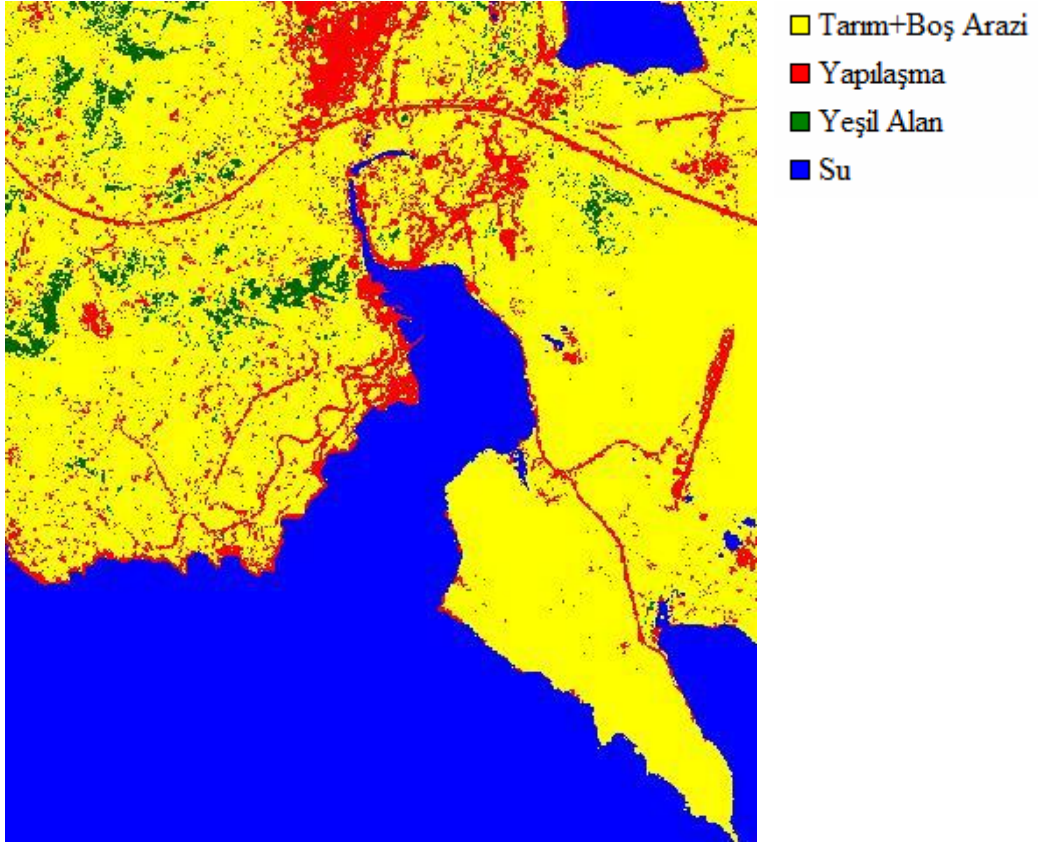
Bu çalışmada, kontrollü sınıflandırma “En Yakın Benzerlik” (Maximum Likelihood) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem en yaygın kontrollü sınıflandırma yöntemidir ve her pikselin bir sınıfta olması olasılığına dayanır. Arazi sınıfları, Aster ve Landsat verilerinin spektral çözünürlüğü esas alınarak seçilmiştir. Sınıflandırma öncesi seçilecek denetim alanları, çalışmanın sonucunu ve doğruluğunu doğrudan etkileyeceği için dikkatli ve titiz bir şekilde seçilmelidir. Uygulamada arazi, yeşil alan, yerleşim, deniz ve baraj olmak üzere beş farklı alan kullanılmıştır. Bu alanların belirlenmesindeki, en büyük etken bölgedeki kıyı alanı kullanımını ve kıyı çizgisi değişimini incelemektir.



Şekil 3.20 Landsat 1987 görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonuçları

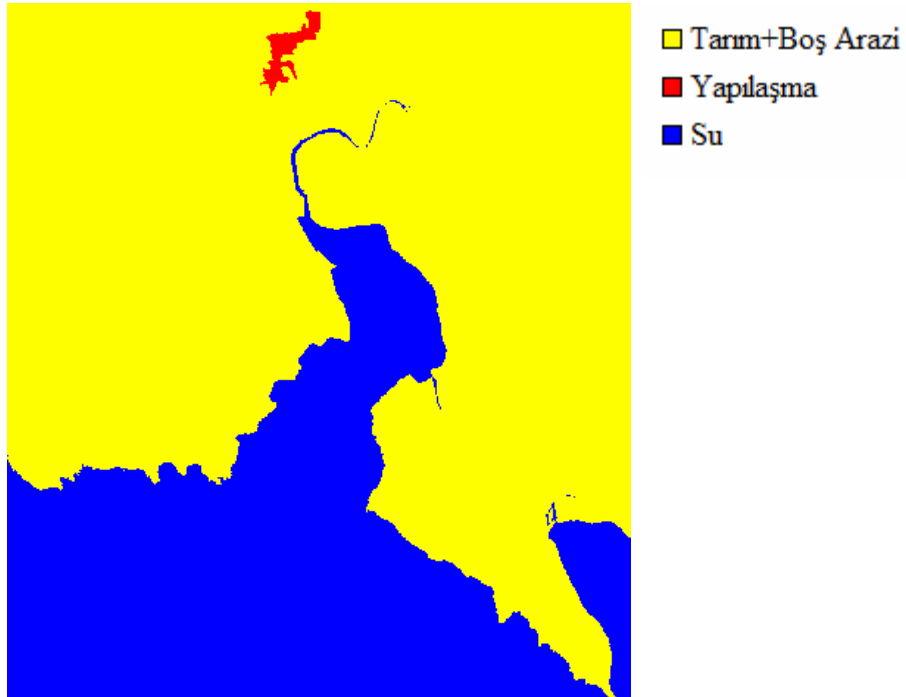


Şekil 3.21 Landsat 2000 görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonuçları

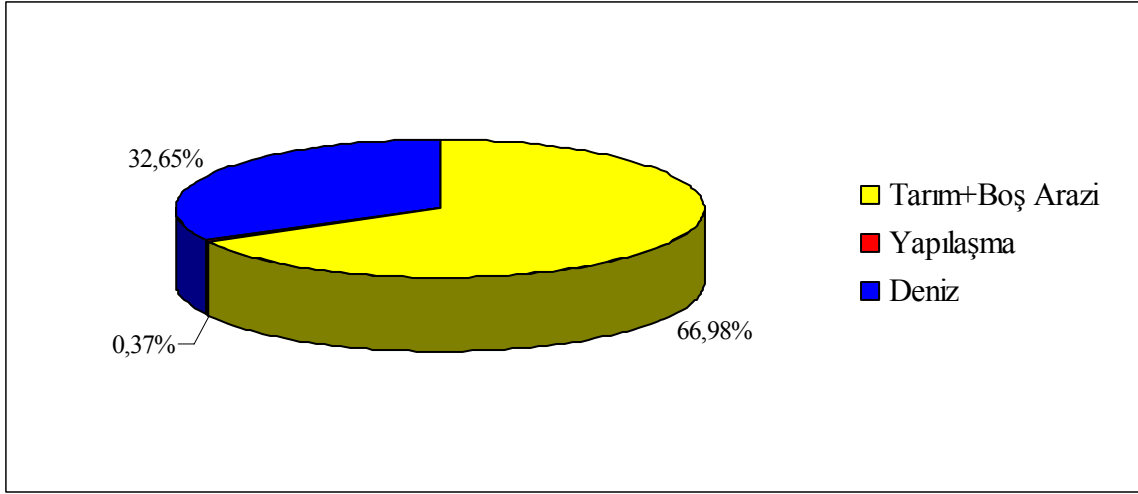


Şekil 3.22 Aster 2007 görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonuçları

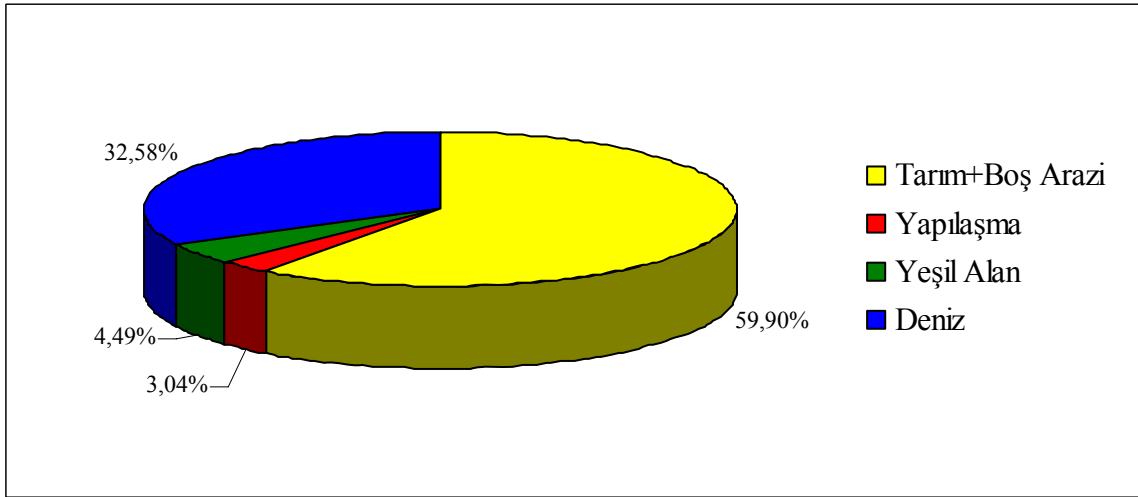
Pankromatik uydu görüntüsü Corona 1963 üzerinde bu özelliğinden dolayı kontrollü ya da kontrolsüz sınıflandırma işlemi uygulanamaz. Görüntünün sınıflandırılması, raster veriden tamamen kullanıcı müdahalesi ile vektör veri elde etme şeklinde gerçekleşmiştir.



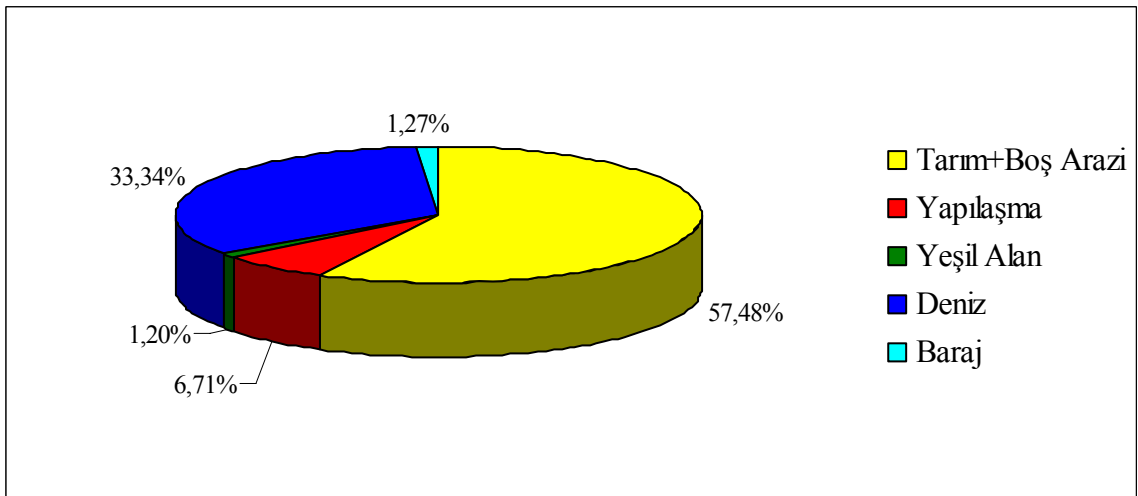
Şekil 3.23 Corona 1963 görüntüsü arazi sınıfları



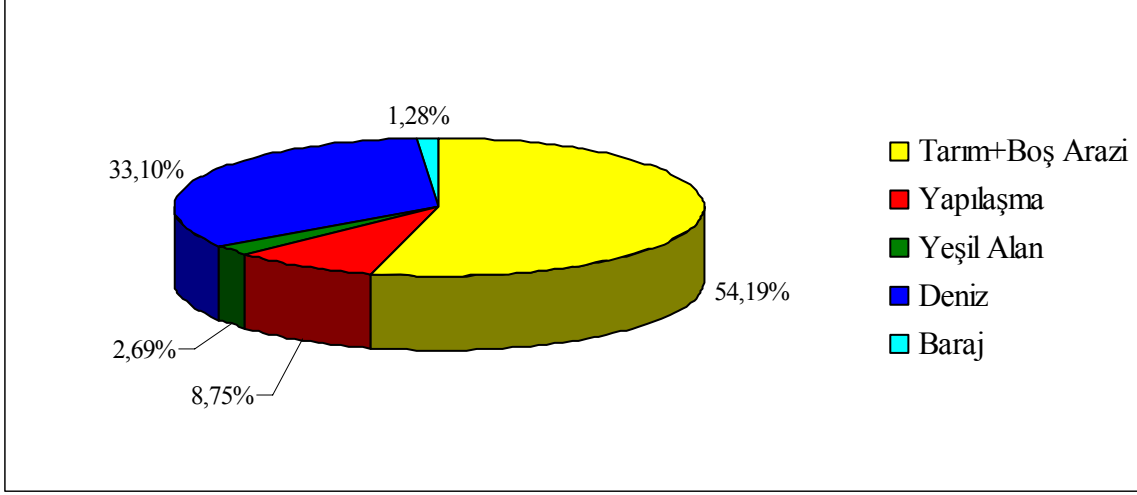
Şekil 3.24 Corona 1963 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri



Şekil 3.25 Landsat 1987 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri



Şekil 3.26 Landsat 2000 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri



Şekil 3.27 Aster 2007 görüntüsü arazi kullanım yüzdeleri

3.7.3 Kontrollü Sınıflandırmanın Doğruluğu

Sınıflandırma sonucunda iki tip hataya rastlanmaktadır. Bunlar;

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

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

Doğruluk analizi, referans pikseller aracılığıyla doğruluğu kesin veri üzerindeki sınıflandırma alanlarının sonuç görüntüdeki karşılıklarına göre hata matrisleri oluşturularak yapılmıştır. Bu matrisler olasılık tablosu olarak tanımlanır. Bu tablonun satırlar ve sütunlarla gösterilen sınıflandırma sonuçlarında satırlar sınıf verilerini sütunlar da örnek noktaya dayalı yer gerçeklerini ifade eder. Sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu hesaplanırken; toplam doğrular (diyagonal matrisin elemanları), hata matrisindeki tüm piksellere bölünerek bulunur. Bir sınıfa ait doğru piksellerin sayısı, bulunduğu satır üzerindeki tüm piksellere (sınıf içinde bulunan tüm piksellere) bölünürse sonuç doğruluk, kullanıcı doğruluğu olarak tanımlanır. Bu, “commision error” ölçütüdür ve sınıflandırılmış pikselin, yer gerçeklerini hangi olasılıkla ifade ettiğini gösterir. Diğer taraftan, sınıf içerisindeki tüm piksellerin sayısı, bulunduğu sütun içerisindeki tüm piksellerin sayısına bölünürse (o sınıfa ait referans verideki piksel sayısı) sonuç bize üretici hassasiyetini verir. Bu da referans verideki, sınıflandırmanın doğruluğudur ve “omission error” ölçütüdür [5].

Referans piksellerin yazılıma rastgele seçtirilmesi ile sınıflandırma sonucu üzerindeki analizci etkisinin minimuma indirilmesi amaçlanmıştır. Her bir görüntü üzerinde 350 adet referans piksel seçtirilmiş ve kullanılan yazılım ile sınıflandırmanın doğruluk derecesi, kullanıcı ve üretici doğruluk dereceleri hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2 1987 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi

	Sınıflardaki Örnek Sayısı				
	Deniz	Yapılaşma	Tarım+Boş Arazi	Yeşil Alan	Toplam
Deniz	116	0	1	0	117
Yapılaşma	0	8	7	1	16
Tarım+Boş Arazi	0	0	203	4	207
Yeşil Alan	0	0	0	10	10
Toplam	116	8	211	15	350

	Üreticinin Doğruluğu	Kullanıcının Doğruluğu
Deniz	116/116=%100	116/117=%99.15
Yapılaşma	8/8=%100	8/16=%50
Tarım+Boş Arazi	203/211=%96.21	203/207=%96.07
Yeşil Alan	10/15=%66.67	10/10=%100

$$\text{Toplam sınıflandırmanın doğruluğu} = \left[\frac{(116 + 8 + 203 + 10)}{350} \right] = \% 96.29$$

Çizelge 3.3 2000 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi

	Sınıflardaki Örnek Sayısı					
	Su	Yapılaşma	Tarım+Boş Arazi	Yeşil Alan	Baraj	Toplam
Su	113	1	0	0	0	114
Yapılaşma	0	20	13	0	0	33
Tarım+Boş Arazi	0	6	183	0	0	189
Yeşil Alan	0	0	0	9	0	9
Baraj	0	0	0	0	5	5
Toplam	113	27	196	9	5	350

	Üreticinin Doğruluğu	Kullanıcının Doğruluğu
Deniz	113/113=%100	113/114=%99.12
Yapılaşma	20/27=%74.07	20/33=%86.96
Tarım+Boş Arazi	183/196=%93.37	183/189=%96.83
Yeşil Alan	9/9=%100	9/9=%100
Baraj	5/5=%100	5/5=%100

$$\text{Toplam sınıflandırmanın doğruluğu} = \left[\frac{(113 + 20 + 183 + 9 + 5)}{350} \right] = \% 94.29$$

Çizelge 3.4 2007 yılı sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi

	Sınıflardaki Örnek Sayısı					
	Su	Yapılaşma	Tarım+Boş Arazi	Yeşil Alan	Baraj	Toplam
Su	116	0	8	0	0	124
Yapılaşma	0	16	11	0	0	27
Tarım+Boş Arazi	1	8	175	2	0	186
Yeşil Alan	0	0	1	6	0	7
Baraj	0	0	0	0	6	6
Toplam	117	24	195	8	6	350

	Üreticinin Doğruluğu	Kullanıcının Doğruluğu
Deniz	116/117=%99.15	116/124=%93.55
Yapılaşma	16/24=%66.67	16/27=%59.26
Tarım+Boş Arazi	175/195=%89.74	175/186=%94.09
Yeşil Alan	6/8=%75	6/7=%85.71
Baraj	6/6=%100	6/6=%100

Toplam sınıflandırmanın doğruluğu = $\left[\frac{(116+16+175+6+6)}{350} \right] = \% 91.14$

4. SONUÇ

Kıyılarda kamunun kullanımına açık yeterli alanlar bırakılmasının, kıyı ekosisteminin korunmasının ve kıyı şeridinde yapılacak planlamanın ilk adımı, kıyı kenar çizgisinin ve bu çizgi ile ve kıyı alanı kullanımındaki zamansal değişimin doğal ve bilimsel verilere uygun bir biçimde tespit edilmesidir. Uzaktan algılama, kıyı alanlarına ilişkin verilerin hızla elde edilmesi, zamansal değişimin izlenmesi, ekolojik ve çevresel kaynakların bu zamansal değişimlerle takibi gibi konularda yarar sağlamakta, planlama faaliyeti için büyük önem taşıyan analizlerin gerçekleştirilmesi ve veri elde edilmesi hususunda oldukça önemli rol üstlenmektedir. Uzaktan algılama ile geniş kıyı alanlarının izlenmesi mümkün olabilmektedir. Kıyı ve sahil şeritlerinde doğal dengenin korunması, mülkiyet analizlerinin yapılması ve bu çalışmalarla ilgili en etkin planlama kararlarının verilebilmesi için bölgenin uydu görüntüsü veya sayısal verileri kullanılarak mevcut durum ortaya konulabilmektedir. Daha sonra bu sistem yardımıyla kıyı alanlarının takip, denetim ve korunması sağlanmalıdır.

Uzaktan algılama teknolojilerini kullanarak kıyıların kullanım ve jeomorfolojik özelliklerinin yanında kıyı alanlarının bitki örtüsü, su ile kaplı alanların durumları, kıyılarına ulanan sedimentlerin miktarları, dalga ve akıntı durumları, klorofil konsantrasyonları belirlenebilmektedir.

Bu çalışma kapsamında uzaktan algılama teknolojileri ile aynı çalışma alanına ait farklı tarihli uydu görüntüleri kullanılarak Alaçatı Koyu kıyı çizgisi ve kıyı alanı kullanımındaki zamansal değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kullanılan uydu görüntülerinin farklı ölçek ve hassasiyette olmaları nedeniyle bazı hatalar söz konusu olmuştur.

Bölge üzerindeki tehditlerin başında büyük altyapı inşaatları, turizm ve ikincil konut amaçlı plansız yapılaşma ve dolgu çalışmaları gelmektedir. Çalışma alanının farklı zamanlara ait verileri karşılaştırıldığında, toplamda 8.1119 hektar alanın (1963-2007) denizin doldurulması suretiyle kazanıldığı tespit edilmiştir. Güncel kıyı çizgisi (2007) ile 1963 yılına ait uydu verisinden elde edilen kıyı çizgisi arasındaki dik mesafe 42 ile 132 metre arasında değişmektedir. Alaçatı'nın son yıllarda turizm alanında gelişmesinin getirdiği önemli sosyal etkiler sonucu, kıyı boyunca yerleşim talepleri yoğunlaşmıştır. Bu doğrultuda uydu görüntüleri ve yer gerçekliği çalışmaları incelendiğinde denizin doldurulması suretiyle kazanılan alanların, yoğunlaşan taleplerin bir kısmını karşılamak amaçlı konut ve turizm projeleri kapsamında kullanıldığı tespit edilmiştir. Yatırımcıların yapılaşmaya izin vermeyen

birinci derece sit alanlarının derecesini düşürmeye yönelik girişimlerinin artması, dolgu alanının hangi amaçla oluşturulduğu konusunda bizlere fikir vermektedir. Dolgu alanı dışında koyun batı kıyısında, özellikle Alaçatı limanı etrafında artan yapılaşma yapılan kontrollü sınıflandırma sonucunda ortaya çıkmıştır. Ayrıca bölgede, verilerin en günceli (Aster 2007) ile şu anki durumu yansıtan yersel incelemelerden elde edilen veriler karşılaştırıldığında yapay dolgu sürecinin devam ettiği ve dolgu alanının 2007'den bu yana arttığı belirlenmiştir.

Kıyı bölgelerinde meydana gelen olayların tümüne bir sistem olarak bakılacak olursa, sisteme giren ve sistemden çıkan farklı fiziksel elemanlar, hidrodinamik ve ekolojik dengenin oluşmasına veya denge bozulmasına neden olmaktadır. Birinci derece doğal sit alanı statüsüne sahip bölgede doldurma yoluyla alan kazanılmasının ve bu alanların yapılaşmaya açılmasının, hidrodinamik ve ekolojik dengeye müdahale konusunda ağırlığını bu dengeleri bozma yönünde koyacağı açıktır.

KAYNAKLAR

- Akyol, N., Tüfekçi, M., Seyhan, K. ve Demir, O., (1997), “Türkiye’ de Kıyıların Kullanımı ve Kamu Yararı İlişkileri: Trabzon İli Kıyı Kullanımı ve Sonuçları”, Türkiye’ nin Kıyı ve Deniz Alanları 1. Ulusal Konferansı, Ankara.
- Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A. ve Talebzadeh, A., (2004), “Generation the Coastline Change Map for Urnia Lake by TM and ETM+ Imagery”, Map Asia 2004, Beijing.
- Bayraktar, H., (2002), “Sazlıdere Barajı Havzası Zamansal Değişim Analizinin Uydu Görüntüleri Aracılığı ile Yapılması”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayram, B., Acar, U., Şeker, D. ve Arı, A., (2008), “A Novel Algorithm for Coastline Fitting through a Case Study over the Bosphorus”, Journal of Coastal Research, Florida.
- Bayram, B., (1998), “İstanbul Örneğinde Uydu Görüntülerinin Coğrafi Bilgi Sistemi ile Bütünleştirilmesi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Doğan, E., Burak, S. ve Akaya, M. A., (2005), Türkiye Kıyıları Kavramsal Tanımlama-Planlama-Kullanım, Beta Basım Yayım Dağ. Şti., İstanbul.
- ERDAS Field Guide, (1999), Fifth Edition Revised and Expanded, Atlanta.
- Göksel, Ç., (1996), “Elmalı ve Alibey Havzalarının Uydu Görüntü Verileriyle İzlenmesi ve Bilgi Sistemi Oluşturma Olanakları”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kapdaşlı, S., Maktav, D. ve Sunar, F., (1997), “Kıyı Mühendisliğinde Ölçüm Teknikleri ve Uzaktan Algılama Teknolojisi Gereksinimi”, 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye’deki Uygulamaları Semineri, Bursa.
- Kay, R., ve Alder, J., (1999), Coastal Planning and Management, E&FN Spon, New York.
- Ketchum, B. H., (1972), The Water’s Edge: Critical Problems of the Coastal Zone, MIT Press, Cambridge.
- Kozlowski, J. ve Hill, G., (1993), “Towards Planning for Sustainable Development”, A Guide for Ultimate Environmental Treshold Method.
- Lillesand, T. M. ve Kiefer, R., W., (2000), Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley&Sons, USA.
- Maktav, D., (1993), “Uzaktan Algılamada Mikro Bilgisayar Bazlı Yazılım ve Donanım İlişkilerinin Ekonomiklik Açısından İrdelenmesi ve Öneriler”, İTÜ Dergisi, 51:25-30 Sayı 3

- Ongan, S. E., (1997), “Arazi Kullanımı ve Kıyı Alanlarının Yönetimi”, Ulusal Çevre Eylem Planı, Ankara.
- Önder, M., (2000), Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama, Hacettepe Üniversitesi Matbaası, Ankara.
- Özbalmumcu, M., (1999), “Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulmasında Kullanılan Veri Kaynakları Veri Toplama Sistemleri ve Konumsal Veri Toplama Yöntemlerinin Araştırılması”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sabins, F. F., (2000), Remote Sensing Principles and Interpretation Remote Sensing Enterprises, Incorporated and University of California, Los Angeles.
- Schowengerdt, R. A., (1997), Models and Methods for Image Processing, Academic Press, USA.
- Sesli, F. A., (2006), “Sayısal Fotogrametri ile Kıyı Alanlarındaki Değişimin İncelenmesi”, Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 95:11-17.
- Sesören, A., (1998), Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, Mert Matbaacılık Sanatları, İstanbul.
- Simonett, D. S. ve Ulaby F. T., (1983), Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry (ASP).
- Temiz, M. S. ve Doğan, S., (2005), “Dijital Görüntülerin Rektifikasyonu: Sensor Modelleri, Geometrik Görüntü Dönüşümleri ve Yeniden Örnekleme”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, Ankara.
- Topan, H., Oruç, M. ve Koçak, M. G., (2007), “Ortogörüntü Üretiminde Yer Kontrol Noktası Seçimi ve Sonuçlara Etkisi”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel Kurultayı, Ankara.
- Uçkaç, S., (1998), “Kıyı Alanlarında Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı”, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları 2. Ulusal Konferansı, Ankara.

İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] www.iee.org.uk/oncomms/circuit/members/Paper_J%20Doonan.doc
- [2] www.ipi.uni-hannover.de/html/publication/2003/workshop/contents.htm
- [3] www.landsat.gsfc.nasa.gov.tr
- [4] www.terra.nasa.gov/About/ASTER/about_aster.html
- [5] www.goruntuisleme.org

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 25.09.1982

Doğum yeri Ankara

Lise 1997-1998

Özel Arı Fen Lisesi

1998-2000

Çankaya Lisesi

Lisans 2000-2005

Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fak.
İnşaat Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2006-2008

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü
İnşaat Müh. Anabilim Dalı
Kıyı ve Liman Mühendisliği Programı

Çalıştığı kurumlar

2007- Devam ediyor

Protek Proje Ltd. Şti.