

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BOĞAZİÇİ SİT ALANINDAKİ ARAZİ KULLANIMININ
ZAMANSAL DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Emre VURAL

Anabilim Dalı: Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği

Programı: Geomatik Mühendisliği

OCAK 2008

**BOĞAZİÇİ SİT ALANINDAKİ ARAZİ KULLANIMININ ZAMANSAL
DEĞERLENDİRMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Emre VURAL
(501051633)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24 Aralık 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2008

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Çiğdem GÖKSEL
Diğer Jüri Üyeleri Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER
Prof Dr. Handan TÜRKOĞLU

OCAK 2008

ÖNSÖZ

Her şeyden önce hayatımın her aşamasında olduğu gibi yüksek lisans öğrenimim boyunca da yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen aileme en derin şükranlarımı sunarım.

Bu tezin oluşumunda emeği geçen; danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Çiğdem Göksel'e, Prof. Dr. Dursun Zafer Şeker'e ve Prof. Dr. Handan Türkoğlu'na teşekkürü bir borç bilirim. Sadece bu tezin oluşumu esnasında değil, tüm lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve birikimlerini cömertçe paylaşan değerli ağabeyim Yük. Müh. Şevki Vural'a, çalışmalarımın her aşamasında özellikle tezin görselleştirme ve sonuç kısmında deneyimlerine sıkça başvurduğum değerli arkadaşım Müh. Erdem Özer'e teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2007

Emre Vural

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	v
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ	1
2. ELEKTROMAGNETİK ENERJİ ve SPEKTRAL ÖZELLİKLER	3
2.1. Elektromagnetik Enerji	3
2.2. Elektromagnetik Dalga Özellikleri	4
2.3. Elektromagnetik Spektrum ve Spektral Bölgeler	5
2.3.1. Elektromagnetik spektrum	5
2.4. Madde ile Etkileşim İşlemleri	6
2.5. Atmosferik Etkiler	7
2.6. Elektromagnetik Işınım Kaynakları	9
2.7. Yer yüzeyi Materyallerinin Spektral Yansıtması	11
2.7.1. Bitki örtüsü	11
2.7.2. Su yüzeyleri	12
2.7.3. Toprak	13
3. DİJİTAL GÖRÜNTÜ VE GÖRÜNTÜ İŞLEME	14
3.1. Dijital Görüntü ve Özellikleri	14
3.2. Görüntünün Düzeltilmesi	14
3.2.1. Atmosferik düzeltme	15
3.2.2. Güneş ışıınımı (aydınlatması) düzeltmesi	15
3.2.3. Geometrik düzeltme	16
3.2.4. Harita ve görüntü projeksiyonları	19
3.2.5. Görüntü işleme teknikleri	19
3.2.5.1. Sınıflandırma	19
4. UYDU SİSTEMLERİ	22
4.1. Landsat Uydu Sistemi	22
4.2. IKONOS Uydu Sistemi	24
5. UYGULAMA	26

5.1. Çalışma Alanı ve Önemi	26
5.2. Çalışmanın Amacı, Kullanılan Veriler ve İşlem Adımları	27
5.3. Metodoloji	29
5.3.1. Mozaik işlemi	29
5.3.2. Geometrik düzeltme	30
5.3.2.1. Paftanın geometrik düzeltilmesi	30
5.3.2.2. Landsat görüntülerinin geometrik düzeltilmesi	32
5.3.3. Sınıflandırma	33
5.3.3.1. Doğruluk değerlendirmesi	37
5.3.4. Sayısallaştırma	39
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	43
6.1. Sonuçlar	43
6.2. Öneriler	45
KAYNAKLAR	47
EKLER	50
ÖZGEÇMİŞ	54

KISALTMALAR

TM : Thematic Mapper
ETM : Enhanced Thematic Mapper

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1 Landsat TM bant özellikleri ve uygulamalar	23
Tablo 4.2 Landsat ETM bant özellikleri ve uygulamalar	23
Tablo 4.3 IKONOS uydusu özellikleri	25
Tablo 5.1 Sarıyer ilçesi için 2000 ve 2007 yılı nüfus sayım sonuçları.....	27
Tablo 5.2 Birleştirilmiş sınıflar (Landsat TM 1984).....	34
Tablo 5.3 Birleştirilmiş sınıflar (Landsat ETM 2005).....	35
Tablo 5.4 Landsat görüntülerinin sınıflandırma işlemi sonucunda oluşan sınıflar ve alanları.....	36
Tablo 5.5 Yeşil alan ve yerleşim sınıflarına ait alansal bilgiler.....	36
Tablo 5.6 Birleştirilmiş sınıflar (IKONOS 2005).....	37
Tablo 5.7 Landsat 1984 görüntüsü için doğruluk değerlendirmesi.....	38
Tablo 5.8 Landsat 2005 görüntüsü için doğruluk değerlendirmesi.....	38
Tablo 5.9 Konut alanlarının karşılaştırılması.....	42

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Elektromagnetik ışınım.....	3
Şekil 2.2 : Elektromagnetik spektrum.....	5
Şekil 2.3 : Atmosfer ve yer enerji etkileşimi.....	7
Şekil 2.4 : Bitki örtüsü spektral yansıması.....	12
Şekil 2.5 : Suyun spektral yansıması (a: okyanus suyu, b: bulanık su, c: klorofil içeren su)	13
Şekil 4.1 : IKONOS uydu sistemi.....	24
Şekil 5.1 : Boğaziçi ön görünüm ve geri görünüm alanları.....	28
Şekil 5.2 : Metodoloji	29
Şekil 5.3 : Mozaik işlemi sonrası paftanın görünümü.....	30
Şekil 5.4 : Paftanın geometrik düzeltilmesi ve yer kontrol noktaları.....	31
Şekil 5.5 : Geometrik düzeltme işlemi sonrası paftanın görünümü.....	32
Şekil 5.6 : Landsat TM 1984 görüntüsünün geometrik düzeltilmesi ve yer kontrol noktaları	32
Şekil 5.7 : Landsat ETM 2005 görüntüsünün geometrik düzeltilmesi ve yer kontrol noktaları	33
Şekil 5.8 : Geometrik düzeltme işlemi sonrası Landsat 2005 ve Landsat 1984 görüntülerinin görünümü.....	34
Şekil 5.9 : Sınıflandırılmış Landsat TM 1984 görüntüsünün görsel ve istatistiksel sonuçları.....	35
Şekil 5.10 : Sınıflandırılmış Landsat ETM 2005 görüntüsünün görsel ve istatistiksel sonuçları.....	36
Şekil 5.11 : Sınıflandırılmış IKONOS 2005 görüntüsünün görsel ve istatistiksel sonuçları.....	38
Şekil 5.12 : Landsat 1984 ve Landsat 2005 uydu görüntüsü üzerinden seçilen pikseller.....	39
Şekil 5.13 : Paftaların kapsadığı bölgede bulunan Sarıyer ilçesine bağlı mahalleler ve paftadan sayısallaştırılmış konut alanları.....	39
Şekil 5.14 : Sayısallaştırılmış konut alanları.....	40
Şekil 5.15 : Yeni yolların ve konut alanlarının Landsat 1984 TM görüntüsüyle karşılaştırılması.....	40
Şekil 5.16 : Yeni yolların ve konut alanlarının IKONOS 2005 görüntüsüyle karşılaştırılması.....	41
Şekil 5.17 : Sayısallaştırılmış konut alanlarının paftayla karşılaştırılması.....	41

SEMBOL LİSTESİ

c	: Işık hızı
λ	: Dalga boyu
ν	: Frekans
T	: Elektromagnetik dalganın periyodu
A	: Dalga genişliği
E	: Enerji
h	: Plank sabiti ($6,3 \cdot 10^{-34}$ js)
M_λ	: Birim dalga boyunda yayılan ışınım
λ_m	: Maksimum yayılan ışınım
f_1	: Transformasyon fonksiyonları
f_2	: Transformasyon fonksiyonları
x	: Görüntü koordinatı
y	: Görüntü koordinatı
X	: Yer koordinatı
Y	: Yer koordinatı
R_x	: X yönündeki karesel ortalama hata
R_y	: Y yönündeki karesel ortalama hata

BOĞAZİÇİ SİT ALANINDAKİ ARAZİ KULLANIMININ ZAMANSAL DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

1950 yılından sonra kentleşmede yaşanan hızlı artış İstanbul’u da etkisi altına almıştır. Bu etki sonucu İstanbul’un tarihi ve doğal güzelliklerini barındıran Boğaziçi alanında plansız yapılan kentleşmeyi önlemek amaçlanmıştır. Bu amaca bağlı olarak Boğaziçi, sit alanı ilan edilmiş ve Boğaziçi İmar Müdürlüğü kurularak bu bölgenin tek merkezden ve bütüncül olarak yönetilmesi sağlanmıştır. Ancak politik görüşlerdeki tutarsızlıklar ve politik çıkar kaygısı ile alınan kararlar Boğaziçi’ni korumaya yönelik olmamasından dolayı özellikle Boğaziçi’nde bulunan yeşil alanlar hızlı yok olmaya başlamıştır.

Herhangi bir çalışma bölgesine ait eski ve yeni verilerin birbirleriyle entegrasyonu sağlanarak arazi kullanım ve arazi örtüsü değişimlerinin zamansal olarak saptanması mümkündür. Eski veriler olarak genellikle çalışmanın amacına göre belirlenen ölçeklerde haritalar kullanılmaktadır. Teknolojinin hızla geliştiği günümüzde güncel veri olarak ise uydu görüntüleri akla gelen ilk altlık olmaktadır. Özellikle yüksek çözünürlüklü uydu verisi sayesinde büyük alanlarda detaylı olarak istenilen bilgiye ulaşmak mümkündür.

Bu çalışmada Boğaziçi sit alanında yer alan arazi örtüsünün zamana bağlı olarak değişiminin saptanması amaçlanmıştır. Bu saptama için Landsat TM 1984, Landsat ETM 2005 ve IKONOS 2005 görüntüleri ile Sarıyer ilçesinin büyük bir bölümünü kapsayan 1960 yılının 1/5000 ölçekli 2 adet paftası kullanılmıştır. Bu paftalar Sarıyer merkez, Tarabya ve Çamlıtepe mahallelerinin büyük bir bölümünü; Kazım Karabekir, P.T.T Evleri, Maden, Kocataş, Büyükdere, Çayırbaşı, Cumhuriyet ve Kireçburnu mahallelerinin tümünü kapsamaktadır. Değişimin belirlenmesi iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci olarak bölge tümünden ele alınarak uydu görüntülerinin kontrolsüz sınıflandırılma işlemi yapıp 20 yıllık dönemde yerleşim ve yeşil alan alanlarının değişimleri saptanmıştır. İkinci olarak ise paftaların alanı içinde bulunan tüm konut alanlarının sayısallaştırılması yapılmıştır. Aynı alandaki konut alanlarının sayısallaştırılması da yapılarak 45 yıllık dönemde konut alanı değişimi saptanmıştır.

Tezin 1. bölümünde giriş ve çalışmanın amacı hakkında bilgi verilmiş, 2. bölümde ise elektromagnetik enerji ve spektral özellikler konusuna değinilmiştir. Ayrıca 3. bölümde dijital görüntü ve görüntü işleme hakkında bilgi verilirken 4. bölümde uydu sistemleri hakkında kısa bilgi verilmiştir. 5. bölümde uygulamaya, 6. bölümde ise sonuçlar ve bu sonuçlar bağlamında yapılan öneriler anlatılmıştır.

DETERMINING THE CHANGE DETECTION OF LAND USE FOR THE PROTECTED ZONE OF BOSPHORUS

SUMMARY

Istanbul was affected badly by rapid urbanization in the year 1950. The Bosphorus zone, which has a historical and geographical importance for İstanbul, was announced as a protected zone because of the unplanned urbanization. In addition, Boğaziçi İmar Müdürlüğü was founded and takes the control of the Bosphorus zone. However, green areas decreased drastically in Bosphorus zone to mend one's fences.

In this study, the change detection of land use/coverage in the forescene and backscene zone of Bosphorus was determined. For this purpose Landsat TM 1984, Landsat ETM 2005 and IKONOS 2005 satellite images were used. Moreover the map of Sarıyer district produced in 1960 was also used for change detection determination. The study was done in two stages. In the first stage the change detection was determined for whole area by the help of unsupervised classification. The classification process was done with all three images. In the second stage, by the help of on-screen digitizing, the urban areas were determined in both map and IKONOS 2005 image. After the process, the digitized areas from image and map were compared. Both stages showed that the green areas are decreasing where the urban areas increasing rapidly in the zone of Bosphorus.

In the first part the purpose of the study was overviewed. In the second part the properties of electromagnetic spectrum was examined. The digital image and the digital image processing techniques were expressed in the third part. In the fourth part, information of satellite systems was explicated. The application, results and conclusions were expressed in the fifth and sixth part.

1. GİRİŞ

1950 'li yıllardan beri hızla artan kentleşme hareketleri, doğal ve kentsel çevre ile buraya ait yaşam ilişkilerinin değişimine yol açmıştır. İstanbul yoğun kentleşmeden en büyük payı alan şehirlerden biridir. Kentin bu hızlı gelişme ve değişme sürecinden en çok etkilenen bölgesi Asya ve Avrupa'yı birbirine bağlayan İstanbul Boğazı ve civarındır. Boğaziçi, topoğrafik özelliği, tarihi karakteristiği, yeşil alanları, hareketli kıyı şeridi, mimari özelliği ve kentsel dokusu ile özel bir önemi olan ve korunması gereken bir bölgedir [1].

Planlamayla ilgili kuruluşlar 1970' lerden bu yana Boğaziçi'nin korunmasının önemini vurgulamışlar ve planlı gelişmesinin sağlanması için önlem almaya çalışmışlardır. Ancak politik ve ekonomik nedenlerle uygulamada tam bir başarı elde edilebildiği söylenememektedir. Boğaziçi yasal ve yasadışı konut ve endüstri gelişmeleriyle hızlı bir şekilde kentleşmektedir ve Boğaziçi'nin yeşil dokusu beton yapılarla dönüşmektedir. Planlama çalışmalarının en önemlilerinden biri 1982 planlaması ve 1983 Nazım İmar ve Uygulama planıdır. Bu planda Boğaziçi; Sahil, Öngörünüm, Geri Görünüm, ve Etkilenme bölgeleri olarak 4 bölgeye ayrılmış olup, rekreasyon, turizm, ve konut alanı olarak değerlendirilmekte ve yeni yapılaşma kısıtlanmaktadır. 1983 yılında yürürlüğe giren 2960 sayılı Boğaziçi Yasası ile Boğaziçi İmar Müdürlüğü oluşturulmuş ve yasa ile tüm bölgelerde endüstri yasaklanırken Sahil ve Öngörünümde konut yapımı yasaklanmıştır. 1985 yılında çıkartılan 3194 sayılı İmar Yasası ile yeni döneme girilmiş ve bu döneme kadar gerçekleşen yasadışı gelişmeler yasal hale getirilirken, bazı bölgeler yerleşime açılmıştır. Bu nedenle 1985 sonrası dönem Boğaziçi için hızlı kentleşme dönemi olarak kabul edilmektedir [1]. Boğaziçi sit alanındaki temel problem, hızlı kentleşme hareketi yüzünden etkilenen bölgedeki yeşil alanların yapılaşmış alanlara dönüşerek değişime uğramasıdır.

Uzaktan algılama, uydu ve bilgisayar teknolojisindeki gelişime bağlı olarak yeryüzünün araştırılması için birçok bilim dalında kullanım olanağı bulmuştur.

Günümüzde, farklı yapılardaki verilerin uzaktan algılama verileri ile aynı koordinat sistemine dönüşümü yapılarak entegre edilebilmesi nedeniyle de birçok problemin çözümü kolaylaşmıştır [25].

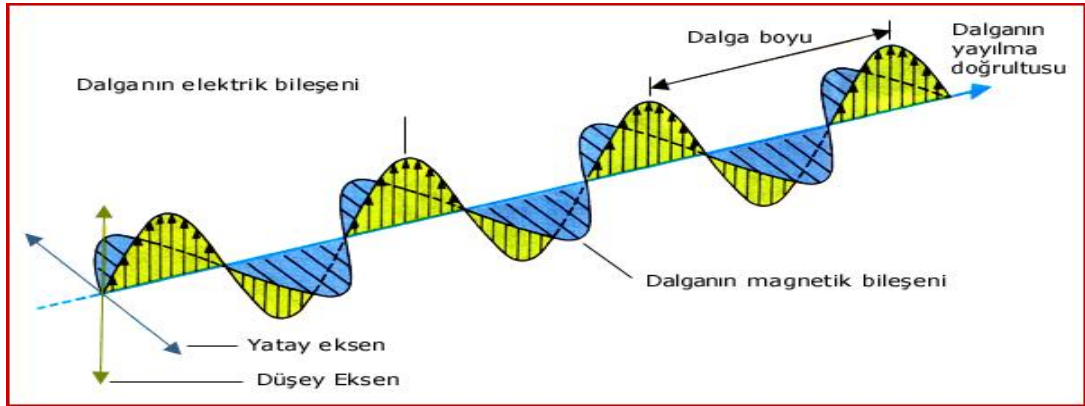
Kentsel alanların haritalanması, kentsel büyümenin ve arazi kullanımı/değişiminin analizlerinin yapılması ve modellenmesi için kaynak veri oluşturulmasında uzaktan algılamanın yararı çoktan kanıtlanmıştır [26]. “Gözlemek” ve “izlemek”, kentsel planlama ve arazi örtüsü değişiminin saptanması sırasında başvuru terimleri olmasına rağmen çoğu zaman birbirlerine karıştırılmaktadır. Gözlemek genel manası ile durumun izlenmesi anlamına gelmektedir. Bilimsel açıdan sistematik olarak gözlem; izlemek, kayıt altına almak ve araştırma ile ilişkilendirmektir. İzlemek ise belirlenmiş zaman periyotlarında gözlem yapmayı barındırdığı için, mevcut ve değişim hakkında bilgi verir [27]. Bu iki terim Dünya çapında yapılmış birçok arazi kullanımı, arazi örtüsü değişimi ve arazi gelişimi saptanması çalışmalarında uygulama bölümlerinde belirgin şekilde kullanılmaktadır [26,27,28].

Çalışma; İstanbul Boğaziçi sit alanında 21 yıllık dönem içerisinde oluşan yeşil alan ve yerleşim alanındaki değişimleri saptama amaçlı yapılmıştır. Bu saptama için 30 m x 30 m çözünürlüklü 1984 Landsat TM ve 2005 Landsat ETM uydu görüntülerinin kontrolsüz sınıflandırılması yapılmış, sınıflandırma sonucuna göre değişim belirlenmiştir. Ayrıca bu değişim Sarıyer ilçesinin büyük bir bölümü kapsayan, paftaların içine aldığı bölgede de tespit edilmiştir (Sarıyer merkez, Tarabya ve Çamlıtepe mahallelerinin büyük bir bölümü; Kazım Karabekir, P.T.T Evleri, Maden, Kocataş, Büyükdere, Çayırbaşı, Cumhuriyet, Kireçburnu mahallelerinin tümü). Mahallelerde belirtilen değişimin saptanması için 1 m x 1 m çözünürlüklü 2005 IKONOS pansharpen uydu görüntüsü ve bölgeye ait 1960 yılının 1/5000 ölçekli iki adet paftası kullanılmıştır. Elde edilen tüm sonuçlara bağlı olarak tespitler ve öneriler belirlenmiştir.

2. ELEKTROMAGNETİK ENERJİ VE SPEKTRAL ÖZELLİKLER

2.1. Elektromagnetik Enerji

Uzaktan algılamada ilk ihtiyaç; algılanan enerji, hedef tarafından yayılmaksızın hedefi ışıklandıracak bir enerji kaynağına sahip olunmasıdır. Bu enerji elektromagnetik ışınlam formundadır. Tüm elektromagnetik ışınlam; dalga teorisi temellerine göre özellik ve davranışa sahiptir. Elektromagnetik ışınlam bir elektrik alana sahiptir. Elektrik alan, ışınlamın hareket ettiği yöne dik yöndeki büyüklüğe göre değişmektedir ve bir magnetik alan (M); sağ açıyla elektrik alana yönelmiştir. Her iki alan ışık hızında (c) hareket etmektedir [2].



Şekil 2.1 Elektromagnetik Işınlam [3]

Elektromagnetik enerji, harmonik dalga modelinde ışık hızıyla hareket eden tüm enerjileri tanımlamaktadır. Bir harmonik model zaman içinde eşit aralıklarla meydana gelen dalgaları içermektedir. Dalga kavramı, elektromagnetik enerjinin nasıl hareket ettiğini açıklamaktadır. Bu enerji sadece maddeyle etkileşimde olduğunda saptanabilir. Bu etkileşimde elektromagnetik enerji, parçacık benzeri özelliklere sahip fotonları içermiş gibi davranır. Işık, farklı optik yoğunluktaki ortam içinden geçtiği için, kırıldığında dalga gibi davranmaktadır. Ancak ışık metre ışık şiddetini ölçtüğü zaman, ışığa duyarlı fotodedektörlerle fotonların etkileşimi, şiddeti foton sayısı ile orantılı olarak değişen bir elektrik işareti oluşturur [4,5].

2.2. Elektromagnetik Dalga Özellikleri

Elektromagnetik dalgalar; hız, dalga boyu ve frekans kavramlarıyla tanımlanabilir. Tüm elektromagnetik dalgalar aynı hızda (c) hareket eder. Işık, elektromagnetik enerjinin bir formu olduğu için, bu hız genellikle ışık hızı olarak tanımlanır. Boşlukta hareket eden elektromagnetik dalgalar için $c=299.793 \text{ km / sn}$ ya da pratik amaçlar için $c= 3 \cdot 10^8 \text{ m / sn}$ dir. Elektromagnetik dalgaların dalga boyu (λ) bir devirde (ya da dalgada) herhangi bir noktadan bir sonraki devire (ya da dalgaya) uzaklıktır [5]. Dalga boyu, bir dalga devri uzunluğudur. Arka arkaya gelen iki dalga tepesi arasındaki uzaklık olarak ölçülebilmektedir [2]. Mikrometre (μm) görünür ve kızılötesi ışınımın dalga boyunun gösteriminde kullanılan bir birimdir. Ondalıklı sayılardan kaçınmak için, çok kısa dalga boylarında, örneğin görünür ışıktaki nm (nanometre) kullanılmaktadır. Elektromagnetik enerji farklı yoğunluktaki ortamlar içinden geçtiğinde hız ve dalga boyu değişmektedir. Saniyedeki dalga boyu sayısı dalga formunun frekansı f dir [4,2].

Hız (c), dalga boyu (λ) ve frekans (ν) arasında $c= \lambda \nu$ ilişkisi bulunmaktadır [5].

Elektromagnetik dalgaın periyodu ise T ile gösterilir. Dalga boyu, frekans ve periyot arasındaki ilişki,

$$T= \lambda / f \quad (2.1)$$

formülü ile verilebilir.

Dalgaın genişliğı (A), onun ortalama konumundan dalgaya ulaşan maksimum mesafedir. Dalga boyunun enerji miktarı ya da yoğunluğu, genişliğın karesiyle orantılıdır. Dalga formu tarafından taşınan enerji miktarı ya da dalga genişliğının karesi bir tek foton için, aşağıdaki ilişki ile açıklanmaktadır.

$$E= h. f \quad (2.2)$$

E- Enerji

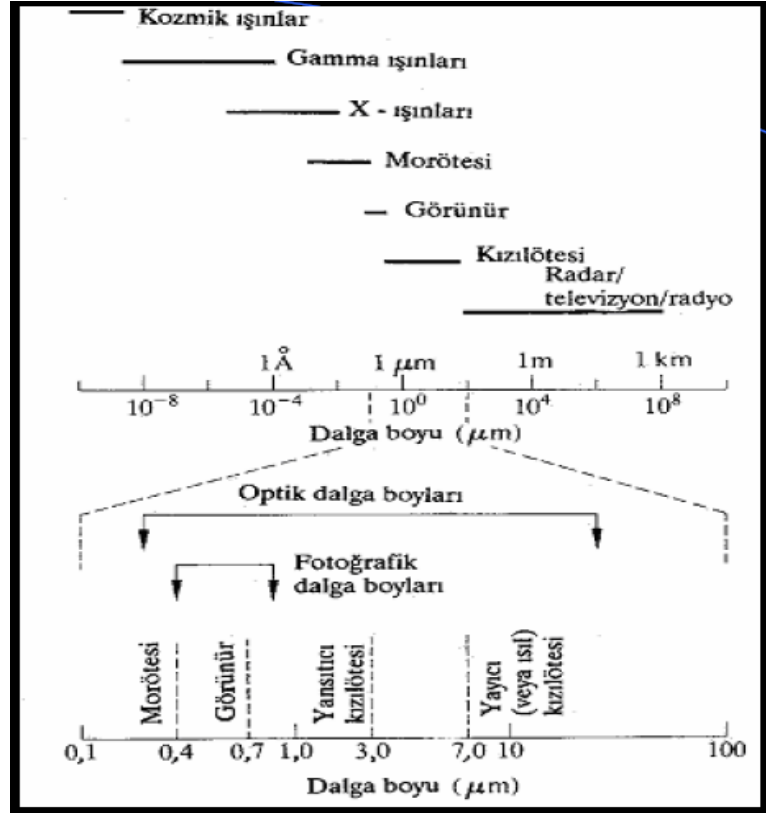
h- Plank sabiti ($6,3 \cdot 10^{-34} \text{ js}$)

f- Frekans

Enerji, frekansla artmaktadır. Yüksek frekanslı, kısa dalga boylu elektromagnetik ışınım, ışık ya da radyo dalgasından daha çok enerji taşımaktadır [2,6].

2.3. Elektromagnetik Spektrum ve Spektral Bölgeler

2.3.1. Elektromagnetik Spektrum



Şekil 2.2 Elektromagnetik Spektrum [7].

Elektromagnetik enerji, dalga boyu metreden nanometreye kadar uzanan sürekli enerjidir. Ayrıca ışık hızıyla hareket eder ve boşlukta yayılır. Tüm maddeler, elektromagnetik enerjinin bir aralığını yaymaktadır. Madde sıcaklığın artmasıyla maksimum şiddet, daha kısa dalga boyuna doğru kaymaktadır [5]. Tüm elektromagnetik dalgalar seti, elektromagnetik spektrum olarak isimlendirilmektedir. Spektrum; uzun radyo dalgaları, mikrodalga ve kızılötesi dalga boyları, görünür ışık ve mor ötesi (UV) kısa dalga boylu X ve gama ışınlarını kapsamaktadır [6].

2.4. Madde ile Etkileşim İşlemleri

Madde (katı, sıvı ya da gaz) ile karşılaşan elektromagnetik enerjiye, *gelen ışınım* adı verilir. Maddeyle etkileşim gelen ışınımın özelliklerine bağlı olarak değişebilir. Bunlar; ışınımın şiddeti, yönü, dalga boyu, polarizasyonu ve fazıdır. Uzaktan algılama bilimi bu değişimleri saptar ve kaydeder. Daha sonra, gelen elektromagnetik enerjiyle etkileşimde olan maddenin özelliklerini saptamak için

sonuç görüntüsü ve veriler yorumlanır. Elektromagnetik ışınlm ve madde arasındaki etkileşimler esnasında, kütle ve enerji temel fizik kurallarına göre korunur. Bu etkileşimin beş yaygın sonucu söz konusudur. Gelen ışınlm:

1. İletilir. Yani madde içinden geçer. Farklı yoğunluktaki ortamlar içinden enerji iletimi, örneğin havadan suya, elektromagnetik ışınlmın hızında bir değişime neden olur. İki hızın oranı refraksiyon indeksi (n) olarak isimlendirilir ve

$$n = \frac{c_q}{c_s} \quad (2.3)$$

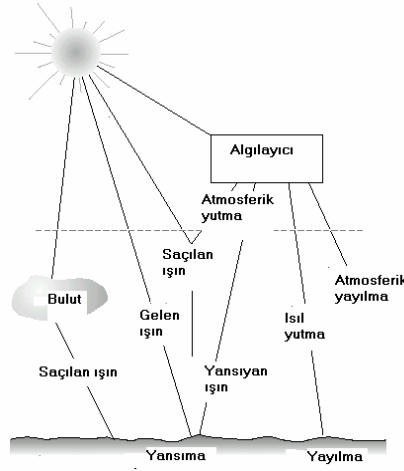
olarak tanımlanır.

c_q - Boşluktaki hız

c_s – Maddenin hızı

2. Yutulur. Işınlm enerjisinin büyük bir bölümü maddeye ısı olarak verilir. Madde tarafından yayılır. Yapısının ve sıcaklığının bir fonksiyonu olarak özellikle daha uzun dalga boylarında yayılır.
3. Saçılır. Yani geliş açısına eşit ya da zıt yansıma açısıyla maddenin yüzeyinden döner.
4. Yansıtılır. Yansıma, gelen enerjinin dalga boyuna oranla pürüzsüz olan yüzeyler tarafından meydana gelmektedir.

Yayılma, saçılma ve yansıtma; yüzey olayları olarak isimlendirilir. Çünkü bu etkileşimler temel olarak yüzeylerin özellikleri tarafından saptanmaktadır. İletim ve yutulma, hacim olayları olarak isimlendirilir. Çünkü maddenin iç özellikleri tarafından saptanmaktadır. Herhangi özel bir maddeyle yüzey ve hacim etkileşimlerinin özel bir kombinasyonu elektromagnetik ışınlmın dalga boyu ve maddenin spesifik özelliklerine bağlıdır. Madde ve enerji arasındaki bu etkileşimler uzaktan algılama görüntülerinde kaydedilir [5] .



Şekil 2.3. Atmosfer ve yer enerji etkileşimi [8].

2.5. Atmosferik Etkiler

Güneş, ışık kaynağıdır ve güneşten gelen elektromagnetik ışınlam yeryüzü tarafından yansıtılır. Yansıtma miktarı yüzeyin yansıtabilirliğine bağlıdır ve uydu ya da uçak platformlu uydular tarafından saptanır. Elektromagnetik ışınlam güneşten yeryüzüne ulaşır ve yer yüzeyinden algılayıcıya yansıtılır. Bu durumda elektromagnetik ışınlam atmosferden iki kez geçmiş olur. Elektromagnetik ışınlam atmosferden geçişi esnasında, atmosferdeki asılı maddelerle ve gaz molekülleriyle etkileşim halindedir. Bu etkileşim genellikle iki işlemle tanımlanır. Bunlar yutulma ve saçılma.

Yutulma, elektromagnetik ışınlamdaki enerjiyi, yutan molekülün iç enerjisine dönüştürür, ışınlamın foton ve parçacıklarını tutar.

Su buharı, CO₂, ozon gibi gazlar, yutulma bantları olarak isimlendirilen elektromagnetik spektrumun belirli bölgelerinde ışınlamı yutar. Bu işlem karmaşıktır ve su buharı, CO₂ ya da ozon moleküllerinin titreşimsel ve dönüşsel özellikleriyle ilgilidir. Ayrıca atomların enerji seviyeleri geçişlerden etkilenir. Bu geçişler her bir atom çeşidi için karakteristik dalga boylarında meydana gelir ve bu dalga boylarında yutulma saçılmaya oranla daha baskındır. Bu yutulma bantlarında uzaktan algılama mümkün değildir [4,6].

Saçılma, atmosferde var olan parçacıklar ya da büyük gaz moleküllerinin elektromagnetik ışınlamla etkileşimde bulunmaları ve ışınlamın orijinal yönünden sapıtılması sonucu meydana gelir. Saçılmanın miktarı; ışınlamın dalga boyuna, parçacıkların ya da gazların miktarı ve ışınlamın atmosferde aldığı yola bağlıdır [2].

Saçılmanın etkisi, gelen ışının yolunu saptırmaktadır veya değiştirmektedir. Atmosferik gaz molekülleri, 1 μm 'den daha az çapa sahiptir ve 1 μm ya da 1 μm 'den daha az dalga boyundaki elektromagnetik ışınımı saçar. Parçacıkların diğer çeşitleri, doğal sebepler ve insan aktiviteleriyle atmosfere ulaşır. Diğer parçacıklar, sülfür dioksit ve hidrojen sülfid gibi gazlar içeren fotokimyasal reaksiyonlar sonucunda üretilmektedir. Parçacıkların diğer çeşidi, boyutu diğer çeşit parçacıklardan daha büyük olan su damlacıklarıdır.

Elektromagnetik ışının dalga boyundan çok daha küçük çapa sahip olan çok küçük parçacık ve moleküller Rayleigh saçılmasına sebep olmaktadır [4,6]. Bu parçacıklar, küçük toz zerreciği ya da nitrojen ve oksijen molekülleridir. Rayleigh saçılması, enerjinin daha kısa dalga boylarının daha uzun dalga boylarına göre çok daha fazla saçılmasına neden olur. Rayleigh saçılması atmosferin üst kısımlarında meydana gelen baskın saçılma mekanizmasıdır [2]. Kısa dalga boyları, uzun dalga boylarından çok daha fazla etkilenmektedir. Mavi ışık (0.4 - 0.5 μm) kırmızı ışığa göre (0.6 - 0.7 μm) daha güçlü bir şekilde yansıtılacaktır. Bu, gökyüzünün mavi görünmesinin sebebidir [4,6]. Güneş ışığı atmosferde yol alırken, görünen spektrumun daha kısa dalga boyları (örneğin mavi) diğer daha uzun görünen dalga boylarından daha çok saçılır. Güneş doğuşu ve batışında ışık atmosferde gün ortasındakinden daha uzağa yol almaktadır, daha kısa dalga boylarının saçılması daha fazladır, bu; daha uzun dalga boylarının büyük bir kısmını atmosfere nüfuz etmesi için ayırır [2].

Mie saçılmasına, 0.1 - 10 μm arasında çapa sahip parçacıklar neden olmaktadır. Yani, spektrumun görünür, yakın kızılötesi ve ısı kızılötesindeki elektromanyetik ışınım dalga boyu ile yaklaşık aynı büyüklükte olan parçacıklar tarafından meydana gelir. Duman, toz, su buharı, polen, tuz parçacıkların çapı bu boyuttadır [2,4,6]. Mie saçılmasının yoğunluğu, dalga boyu ile ters orantılı olarak değişmektedir. Mie saçılması kısa dalga boylarını uzun dalga boylarından daha çok etkiler. Fakat Rayleigh saçılmasında olduğu gibi fark o kadar büyük değildir [4,6]. Mie saçılması, çoğunlukla daha büyük parçacıkların daha fazla olduğu atmosferin daha alt bölgelerinde meydana gelir ve hava kapalı olduğu zaman baskındır [2].

Seçici olmayan saçılma, dalga boyundan bağımsızdır. Bu saçılma, çapı 10 μm 'yi aşan parçacıklar tarafından meydana gelir. Böyle parçacıklar, su damlacıklarını, büyük toz parçacıklarını ve bulutlardaki buz parçalarını içerir. [2,6]. Tüm görünür

dalga boyları bu parçacıklar tarafından saçılır [4,6]. Seçici olmayan saçılma, tüm dalga boyları hemen hemen eşit olarak saçılmasından dolayı ismini almıştır. Bu çeşit saçılma mavi, yeşil ve kırmızı ışık yaklaşık eşit miktarlarda saçıldığı için sis ve bulutların gözümüze beyaz gözükmesine neden olmaktadır. (mavi + yeşil + kırmızı ışık = beyaz ışık) [2].

Yutulma ve saçılma, görüntüdeki pus seviyesini artırır. Yutulma ve saçılma uzaktan algılama amaçları için elektromagnetik spektrumun bazı bölgelerinin kullanımını sınırlamış olmaktadır.

Yutulma ve saçılma etkisi, spektrumun bir bölümünden diğerine değişir. Uzaktan algılama, spektrumun yutulma ve/veya saçılmadan etkilenen parçalarında imkansızdır. Spektrumun nispeten yutulma ve saçılma etkilerinden bağımsız bölgeleri atmosferik pencereler olarak isimlendirilir. Bu bölgeler 0.3- 1.3 μm (görünür, yakın IR), 1.5 – 1.8 μm , 2.0 – 2.5 μm ve 3.5 – 4.1 μm (orta IR) ve 7.0 – 15.0 μm (ısı IR) dalga boylarını kaplamaktadır. Bu bölgelerde elektromagnetik ışıyım, diğer dalga boylarına oranla daha az bir değişimle atmosferden geçecektir [4,6].

2.6. Elektromagnetik Işıyım Kaynakları

Sıcaklığı mutlak sıfırdan (-273 °C) den büyük olan tüm objeler ışıyım yayar. Ancak, spektrumun her dalga boyunda ışıyımın dağılım miktarı sabit değildir. Işıyım yıldızlar ve gezegenler tarafından yayılır. Bunların başlıcası güneştir. Güneş yeryüzünde yaşam için ihtiyaç duyulan ısı ve ışık enerjisini sağlamaktadır. Stefan-Boltzmann Kanunu'ndan güneş sabiti 1367 Wm^{-2} ise güneş sıcaklığının 5777 °K olduğu görülebilir. Güneş sıcaklığıyla ilgili bir tahmin ise 5500 °K' den 6200 °K'e kadar bir sıcaklık aralığında olabileceğidir.

Elektromagnetik spektrumun değişik bölgelerinde yayılan enerji dağılımı, kaynağın sıcaklığına bağlıdır.

Kuramsal bir yaklaşıma göre eğer güneş, mükemmel bir yayıcı ise bir siyah cisim olarak isimlendirilir. Siyah cisim, termodinamik kurallarına paralel olarak ısı enerjisini maksimum oranda neşir enerjisine dönüştürür. Plank Kanunu bir siyah cisimden yayılan ışıyımı:

$$M_{\lambda} = c_1 \lambda^{-5} [\exp (c_2 / \lambda T) - 1]^{-1} \quad (2.4)$$

olarak tanımlamaktadır.

$$c_1 = 3.742 \cdot 10^{-16} \text{ W m}^{-2}$$

$$c_2 = 1.4388 \cdot 10^{-2} \text{ mK}$$

λ = dalga boyu (m)

T = sıcaklık (°K)

M_{λ} = birim dalga boyunda yayılan ışınlım

Siyah cisim tarafından yayılan toplam neşir enerjisi, onun sıcaklığına bağlıdır.

Wiens'in Yer değiştirme Kanunu, maksimum yayılan ışınlımın (λ_m) dalga boyunu vermektedir.

$$\lambda_m = c_3 T^{-1} \quad (2.5)$$

$$c_3 = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$$

T sıcaklığında bir siyah cisimden yayılan toplam ışınlım, Stefan- Boltzmann Kanunu'na göre tanımlanmaktadır.

$$M = \sigma T^4 \quad (2.6)$$

$$\sigma = 5.6697 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4} \quad (2.7)$$

5900 °K' de bir siyah cisim için toplam yayılan ışınlım dağılımının güneşin yayılma ışınlım eğrisine yakın olduğu tahmin edilir. Yeryüzünün 290 °K sıcaklıkta bir siyah cisim gibi davrandığı kabul edilir. Maksimum güneş ışınlımı, 0.47 μm 'de maksimum yayılma oluşturarak görünür spektrumdadır. Toplam enerjinin yaklaşık % 46'sı görünür bölgede yer almaktadır. (0.4- 0.76 μm)

Yeryüzünden yayılan yayılma enerjisinin spektral dağılımı ısı kızıltötesi bantta maksimumdur. Atmosferde yutulan güneş ışınlımı ve yer yüzeyi ısı kızıltötesi bölgedeki yersel neşir yörüngesel yüksekliklerden uzaktan algılama için etkili enerjiyi sağlamaktadır [4,6].

2.7. Yer yüzeyi Materyallerinin Spektral Yansıtması

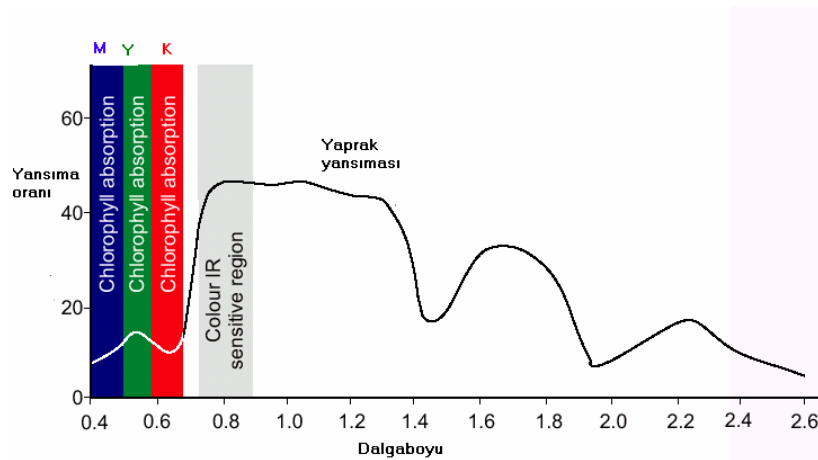
2.7.1. Bitki Örtüsü

Sağlıklı bitki örtüsünün idealleştirilmiş spektral yansıtma eğrisi Şekil 2.7.1’de gösterilmiştir. Eğri, görünür spektrumun kırmızı ve mavi bölgelerinde nispeten düşük değerleri göstermektedir. Bu özellikler mavi ve kırmızı ışığın klorofil ve diğer pigmentler tarafından yutulmasından kaynaklanmaktadır. Tipik olarak, kırmızı ve mavi ışığın % 70- 90’ı fotosentez için enerji sağlamak amacıyla yutulmaktadır.

Yeşil bölgede az bir yansıtma zirvesi bulunmaktadır. Bunun nedeni büyüyen bitki örtüsünün yeşil görünmesidir. Yansıtıcılık 0.75 μm bölgesinde belirgin olarak artmaktadır ve yansıma 0.75 – 1.35 μm arasındaki yakın kızılötesi bölgede yüksek kalır. Bu yüksek yansıma katsayısı, iç yaprak yapısından dolayıdır. 1.35 – 2.5 μm arasında iç yaprak yapısı, bazı etkilere sahiptir. Fakat yansıtma büyük oranda, yaprak dokusunun su muhtevası tarafından kontrol edilir. Su muhtevası, 1.45 μm ve 1.9 μm yakınında minimum kayda sebep olmaktadır.

İdeal spektral yansıtma eğrisi, herhangi bir bitki örtüsü çeşidi için tek değildir ve yeryüzünde bir noktadan kaydedilen ışınım, diğer değişkenler kadar görüntüleme ve aydınlatma açısına da bağlıdır.

Ürün gölge geometrisi, iki yönlü yansıtma dağılımı fonksiyonunu etkileyecektir. Yaprakların iletimi, yaprak tabakalarının sayısı, bitkide yaprak düzeni ve zemin özellikleri de önemlidir [4,6].



Şekil 2.4 Bitki örtüsü spektral yansıtması [8].

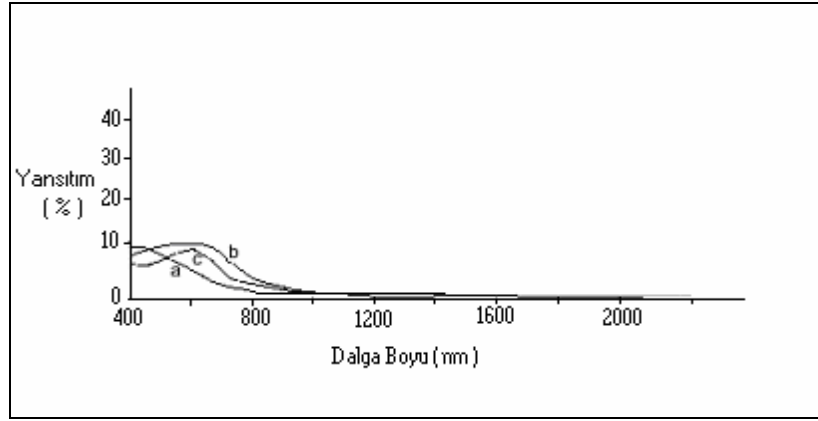
2.7.2. Su Yüzeyleri

Suyun karakteristik spektral yansıtma eğrisi, dalga boyu arttıkça yansıtma genel bir düşüş göstermektedir. Bunun sebebi yakın kızılötesinde derin, temiz suyun yansıtması hemen hemen sıfır olmasıdır. Ancak, suyun spektral yansıtması çözünmüş ve asılı kalmış organik ve inorganik maddelerin varlığı ve konsantrasyonu ile ilişkilidir. Ayrıca, su yüzeyinin derinliğinden de etkilenir.

Güneş ışınımının bir kısmı atmosfer tarafından saçılır ve bu saçılan ışığın bir kısmı algılayıcıya ulaşır. Sonra, var olan ışınımın bir parçası su yüzeyi tarafından yansıtılır. Bu yansıma durgun su yüzeyinde tam yansıma olabilir ya da dağılımı yüzey dalgasından güneş ışığındaki artışa bağlı olarak büyük ölçüde etkilenebilir. Su yüzeyi içinde elektromagnetik enerji ya su tarafından yutulur (yutulma derecesi büyük ölçüde dalga boyuna bağlıdır) ya da çözünmüş maddeler tarafından seçici olarak yutulur ya da asılı parçacıklar tarafından geriye yansıtılır. Bu son bileşik, hacim yansıtması olarak isimlendirilir.

Asılı maddenin konsantrasyonunun düşük ve orta seviyesinde, asılı madde konsantrasyonunun, görünür ve yakın kızılötesi bantlardaki yansıtma arasında pozitif ve lineer bir ilişki vardır. Bu ilişki, konsantrasyonun artmasıyla lineer olmayan bir duruma gelir. Ayrıca, yansıtma eğrisinin maksimum seviyesi, konsantrasyon arttıkça artarak daha uzun dalga boylarına doğru kayar. Bu, uzaktan algılama verisinden yüzey sularında asılı maddelerin konsantrasyon seviyesinin tahmininde hataya yol açar. Diğer hata kaynağı ise su yüzeyinde asılı maddenin homojen olmayan dağılımıdır.

Klorofil, organik madde seviyesinin tahmininde önemlidir. Asılı maddeler genellikle görünür ve kızılötesinde geniş bant yansıtmasına sahiptir. Klorofil ise 0.5 μm altında bölgede ve 0.64 - 0.69 μm arası bölgede tipik yutulma bantlarına sahiptir [4,6].



Şekil 2.5 Suyun spektral yansımaları (a: Okyanus Suyu, b: Bulanık Su, c: Klorofil İçeren Su) [8].

2.7.3. Toprak

Toprağın spektral yansıtma eğrisi, dalga boyundaki artışla ifade edilir. Görünür dalga boylarında yansıtma topraktaki organik madde ihtivasından ve toprak nem miktarından etkilenir. 0.85 - 0.93 μm 'de, bir demir yutma bandı vardır. Demir, geniş bir bantta UV ışınımını absorbe ettiği için, toprakta demir oksit ihtivası görsel olarak toprağın kırmızılığı ile açıklanır. Bu kırmızılık, kırmızıdan daha kısa ve uzun dalga boylarının yutulması sonucu ortaya çıkmaktadır. 1.3 - 1.5 μm ve 1.75 -1.95 μm su yutulma bantları meydana gelir. Toprak yansıtması genellikle iki su yutulma bantları arasında bölgede en büyüktür. Yansıtma eğer kil mineralleri varsa 2 μm 'nin üzerinde azalır. 2.0 – 2.5 μm bölgede onların tipik, dar bant yutulma özellikleri tarafından tanımlanabilir [6].

3. DİJİTAL GÖRÜNTÜ VE GÖRÜNTÜ İŞLEME

3.1. Dijital Görüntü ve Özellikleri

Dijital görüntü, görüntüyü oluşturan en küçük birim olan piksellerden oluşur. Piksel. Yeryüzünde küçük bir alana karşılık gelen bölgenin ortalama parlaklık değeri bir sayısal değerdir ve bir piksele karşılık gelmektedir.

Dijital görüntü, değişik dalga boyundaki ışınım vektörlerinin sayısal ifadesidir. Işınım vektörlerinin parametreleri görüntüdeki farklılıkları oluşturmaktadır. Görüntüdeki detayların belirlenmesi piksel büyüklüğüne bağlıdır. Bir pikselin bir görüntüdeki konumu bir koordinat sistemi ile gösterilir. İki boyutlu koordinat sisteminde konumlar, satır ve sütundan oluşan bir grid sistemi ile gösterilir.

3.2. Görüntünün Düzeltilmesi

Uydu sistemleri ya da dijital uçak platform sistemler tarafından sağlanan verilerin analiz edilmesinden önce, hataların düzeltilmesi için genelde ön işleme tabi tutulması gerekmektedir. Hatalar, birçok kaynaktan meydana gelebilir.

- 1- Tarayıcı sistemdeki kusurlu dedektörler yanlış verinin değerlendirilmesine neden olabilir.
- 2- Uydudan yer bazlı algılama istasyonlarına iletim esnasında veri kaybı söz konusu olabilir.
- 3- Algılama istasyonundaki bilgisayar destekli bantlara kaydetme esnasında veri bozulabilir.
- 4- Görüntülerin ölçek distorsiyonları olabilir.
- 5- Ölçülen dijital numaralar atmosferik bileşke içerebilir [9].

3.2.1. Atmosferik Düzeltme

Uzaktan algılama sisteminde dedektörler pikselin parlaklığını ölçer ve ona bir dijital değer atar. Bu dijital değer iki bileşeni vardır. Biri pikselin gerçek parlaklığı, biri de atmosferik bileşendir. Atmosferik bileşen, bir piksele atanan dijital değeri arttıran saçılma etkisine ve atanan dijital değeri azaltan bir yutulma etkisine sahiptir. Saçılma dalgaboyu ile ters orantılıdır. Yani kısa dalga boyundaki bantlar orijinden daha büyük bir kaymaya sahiptir.

Birinci dereceden atmosferik düzeltme, atmosferik etkilerden ötürü kayma görülen uzaktan algılama veri setlerine uygulanır ve her bir dijital değerden bu kayma miktarı çıkarılır [9].

3.2.2. Güneş Işınımı (Aydınlatması) Düzeltmesi

Yılın farklı zamanlarında elde edilen görüntüler, farklı ışınım koşulları altında değerlendirilmektedir. Güneş ışınımı (illumination) açısı, yataydan ölçülmesi nedeniyle, yazın, kış aylarından daha büyüktür. Uzaktan algılama verisinin önemli bir uygulaması verilen iki tarih arasında bir görüntüde ortaya çıkan değişiklikleri gösteren değişim saptama görüntülerinin üretimidir. Ancak aynı alanın iki görüntüsü (farklı tarihlerde alınan), karşılaştırıldığında görüntü içindeki elementlerin spektral karakteristiklerinde herhangi bir değişiklik olmadığı halde farklı ışınım açılarından ötürü benzer olmayacaktır. Yani, bir bölgede herhangi bir değişiklik olup olmadığını belirlemek için, farklı güneş ışınımı etkisinin kaldırılması gerekmektedir. Bunu yapmanın bir yöntemi, pikselin belirli bir ışınım açısına sahip olduğu kabul edilerek, her bir piksel için dijital numara hesaplayarak veriyi normalize etmektir. Gözlenen dijital numaranın, düşey ile güneş ışınımı arasındaki zenit açısının kosinüsüne bölünmesiyle 90°'lik bir ışınım açısına normalize edilir.

Güneş ışınımının diğer bir yönü; yılın farklı zamanları için yeryüzü-güneş uzaklığını değiştirmesidir. Güneş 3 Ocak'ta yeryüzüne en yakındır ve 4 Temmuz'da en uzaktır. Bir alanın yansıtma değeri ışınımın yoğunluğuna bağlıdır. Yani güneş ocakta yeryüzüne en yakın olduğunda, yansıtma özellikleri değişmeyen bir piksel yeryüzü-güneş uzaklığı etkisinden dolayı ocak ayındaki görüntü temmuz ayındaki görüntüden daha yüksek dijital numaraya sahip olacaktır. Dijital görüntü işleme sisteminde güneş ışınımı ve yeryüzü-güneş uzaklığı düzeltmesi kolayca yapılmaktadır. Her iki düzeltme de her piksele uygulanan basit bir işlem içerir [9].

3.2.3. Geometrik Düzeltme

Bir uydu sistemi tarafından elde edilen dijital numaralardan üretilen bir görüntü distorsiyonludur. Görüntülerin taranmasında sistematik ve sistematik olmayan distorsiyonlar olarak sınıflandırılan çok sayıda geometrik düzensizlikler meydana gelmektedir. Bu distorsiyonlar yükseklikteki, konumdaki ve algılayıcı platformun hızındaki değişimlerden, yeryüzü eğriliği ve atmosferik kırılma gibi birçok etmenden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden veriye geometrik düzeltme uygulanması zorunludur. Bu distorsiyonlar düzeltildikten sonra, görüntü spesifik bir harita formatıyla eşleştirilmek için rektifiye edilmiş olabilir [5,9,10].

Geometrik distorsiyonlardan dolayı uzaysal bir kayıttaki satır sütun görüntü verileri düzeltilmeli ve belirli bir harita projeksiyon sistemine entegre olmalıdır. Bu işlem iki şekilde gerçekleştirilebilir:

1. Uydunun yörüngesine ait parametrelerden,
2. Hem görüntü hem de referans koordinat sisteminde özdeş yer kontrol noktaları yardımıyla transformasyon modeli oluşturarak.

Parametrik olmayan ikinci seçenekteki yaklaşım en çok kullanılan seçenek olarak kabul edilir. Çünkü hataları tanımlamak için kullanılan yörüngesel geometri modeli tanımlanmamış olup geometrik bozukluklara neden olmaktadır.

Rektifikasyon işleminde düzeltilecek görüntü ile yeryüzünde referanslanmış veri setinin karşılaştırılması yapılır. Referanslı veri seti bir harita ya da diğer bir görüntü olabilir. Karşılaştırma yer kontrol noktaları yardımıyla olmaktadır. Bir yer kontrol noktası, konumu düzeltilecek görüntüde satır ve sütun konumu saptanabilen ve aynı zamanda referanslanmış veri setinde (enlem, boylam ya da grid koordinatları) saptanabilen coğrafi özelliklerdir [5,9]. Nehirlerin, karayollarının, havayollarının, demiryollarının kesişim yerleri tipik yer kontrol noktalarıdır. Kontrol noktalarının enlem ve boylamı temel haritalardan belirlenebilir. Eğer böyle haritalar yok ise GPS adı verilen navigasyon uydularından enlem ve boylam saptanabilir. Bu durumda bir kontrol noktası alanda konumlandırılır ve GPS kullanılarak konumu saptanır. Gerçek yer kontrol noktası konumları ile görüntüdeki konumları arasındaki farklar görüntüyü düzeltmek için kullanılır [5].

Görüntü koordinat sisteminde (piksel değerleri x, y) ve referans koordinat sisteminde (harita koordinatları x, y) tanımlanabilen homojen dağılmış yer kontrol noktalarının

seçimi objektif olarak yapılmaktadır. Bu koordinat sistemleri, polinom denklemleri kullanılarak ilişkilendirilebilir. Polinom derecesi veya kompleksliği görüntünün geometrisi ve harita projeksiyon tipine bağlıdır. Uydu görüntüleri için genellikle 1. derece afin transformasyon yaygın olarak kullanılmakta ve yeterli sonuç vermektedir.

Matematiksel gösterimde iki koordinat sistemi arasındaki bağıntı,

$$x = f_1(X, Y) \quad (3.1)$$

$$y = f_2(X, Y) \quad (3.2)$$

ile ifade edilir.

Burada,

f_1, f_2 : Transformasyon fonksiyonları,

x, y : Görüntü koordinatları (satır, sütun),

X, Y : Yer koordinatları (referans koordinat sisteminde)

Birinci dereceden polinom;

$$X = a_0 + a_1x + a_2y \quad (3.3)$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y \quad (3.4)$$

Burada a ve b katsayıları dönüşüm matrisi katsayılarıdır.

Görüntü koordinatları ve buna karşılık gelen referans koordinatları arasındaki dönüşümün doğruluğunu test etmek için RMS (Karesel Ortalama Hata) hatası kullanılır. Bu hata bir kontrol noktasının görüntüdeki konumu ile aynı noktanın dönüşüm sonrası (harita) konumu arasındaki uzaklığıdır. RMS hatası;

$$R_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{Ri}^2} \quad (3.5)$$

$$R_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{Ri}^2} \quad (3.5)$$

$$R_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{Ri}^2} \quad (3.6)$$

$$T = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (3.7)$$

Burada,

R_x ve R_y sırasıyla x ve y yönlerindeki karesel ortalama hata,

T: Toplam karesel ortalama hata,

n: Yer kontrol noktası sayısı,

X_{R_i} ve Y_{R_i} : i. Yer kontrol noktasının düzeltme değerleri [10].

Yeniden örnekleme, kayıt işleminden sonra görüntünün seçilen referans koordinat sisteminin x ve y eksenlerine karşılık gelen yeni bir kareler ağı içerisine yeni veri dosya değerleri hesaplanacak şekilde yeniden örneklenmesidir. Yeniden örnekleme işleminde, dönüşüm işleminden sonra geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü için piksel değerlerinin yeniden hesaplanması yoluna gidilir [11]. Bu amaçla, orijinal pikseller doğru geometrik koordinatlara eşleştirilmek için yeniden örneklendirilir [5].

Yeniden örnekleme işlemi için üç farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar:

1. **En yakın komşuluk enterpolasyonu:** Düzeltilecek görüntüdeki yeni piksel konumlarına en yakın olan orijinal görüntüdeki piksellerin dijital değerlerini kullanır. Orijinal değerleri değiştiremez. Fakat bazı piksel değerleri bastırılırken, diğerlerinin kaybolmasına neden olabilir. Bu yöntem aynı zamanda bloklanmış ya da tutarsız (ayrılmış) görüntüye neden olur.
2. **Bilineer enterpolasyon yöntemi:** Orijinal görüntüde yeni piksel konumuna en yakın dört pikselin ağırlıklı ortalamasını alır. Ortalama alma yöntemi orijinal piksel değerlerini değiştirir ve çıktı görüntüsünde tamamen yeni dijital değerleri yaratır. Bu, eğer daha sonraki işlem ve analizler örneğin sınıflandırma, spektral cevaba dayanıyorsa istenmeyebilir. Eğer böyle bir durum söz konusuysa, yeniden örnekleme işleminden sonra yapılması en iyisidir. Bilineer enterpolasyon için hesaplama zamanı en yakın komşuluk enterpolasyonundan daha fazladır ve görüntü çözünürlüğü, bu metodun yumuşatma etkisi dolayısıyla en yakın komşuluk enterpolasyonu kadar iyi değildir.
3. **Kübik katlama yöntemi:** Yeni çıktı piksel konumunu çevreleyen orijinal görüntüden 16 piksellik bir bloğun ağırlıklı ortalamasının bir uzaklığı

hesaplanır. Bu da hesaplama zamanını arttırır. Bilineer enterpolasyon ve bu yöntem tamamen yeni piksel değerlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Ancak bu iki yöntem daha keskin görünüme sahip görüntünün üretilmesini sağlarken, en yakın komşuluk yöntemindeki bloklanmış görünümden de kaçınılmış olur [9,2].

3.2.4. Harita ve Görüntü Projeksiyonları

Görüntü ve haritalar benzer geometrik distorsiyonları içermektedir. Çünkü her ikisi de yeryüzünün eğri yüzeyini, düz bir gösterimde kaydeder. Alanlar, mesafeler ve açısal ilişkiler değişen derecelerde distorsiyonludur. Bir harita projeksiyonu eğri bir yüzeyin bir düzlemde sistematik gösterimidir.

Bazı kullanıcılar görüntülerin farklı projeksiyonda gösterimini yapma gereği duyarlar. Rektifikasyon bir görüntüyü seçilen bir projeksiyona dönüştürme işlemidir. Rektifikasyon yer kontrol noktalarını kullanmaktadır. Yer kontrol noktaları görüntüde tanımlanan ve enlem, boylam koordinatlarının ya var olan haritalardan alındığı ya da GPS bilgisinden sağlandığı noktalardır. Bilgisayar programı daha sonra orijinal görüntü piksellerini tanımlanan harita projeksiyonuna yeniden örnekler [5].

3.2.5. Görüntü İşleme Teknikleri

3.2.5.1. Sınıflandırma

Dijital görüntü sınıflandırmasının amacı bir görüntüdeki aynı spektral özellikleri taşıyan pikselleri arazi sınıflarına veya konularına göre otomatik olarak sınıflara ayırma işlemidir. Normalde sınıflandırma için çok bantlı görüntü verisi kullanılır ve gerçekte her bir pikselin içindeki veride bulunan spektral desen, sınıflandırmadaki nümerik temel için kullanılır. Yani, farklı coğrafi detaylar kendi spektral yansıma ve yayma özelliklerine bağlı olarak farklı DN kombinasyonları gösterirler. Bu bilgileri ışığında, piksellerin bilinen özelliklerine göre birbirleriyle karşılaştırılarak, benzer piksel gruplarını bir araya toplayarak kullanıcıların UA verisini tanıyabilecekleri sınıflara ayırmak mümkündür. Bu sınıflar görüntü veya harita üzerindeki bölgelerini şekillendirir, sınıflandırmadan sonra, dijital görüntü sembol veya renk ile tanımlanan düzenli sınıflar gibi görünür [12]. Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- 1- Algılayıcı, algılama zamanı ve spektral bantların amaca uygun olarak seçimi.
- 2- Yer yüzü özelliklerini ortaya koyabilecek kontrol alanlarının seçimi.
- 3- Amaca yönelik sınıflandırma algoritmaların seçimi.
- 4- Belirlenen bu özelliklerin tüm görüntüye uygulanması ve sonuç görüntülerinde doğruluk analizinin yapılması.

Sınıflandırma yöntemleri kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri olarak ikiye ayrılır.

1. Kontrolsüz Sınıflandırma: Çalışma bölgesinde özellikleri bilinen yeterince örnekleme bölgesi (test bölgesi) veya istatistiksel bilgi bulunmadığı durumlarda, spektral olarak ayrılabilir sınıflar belirlenmekte ve bunlardan bilgi elde etme yoluna gidilmektedir.

Sınıflar görüntü dijital değerlerindeki doğal gruplaşmalara bağlı olup, oluşan spektral sınıfların ne olduğu önceden bilinmemektedir. Oluşan sınıfların özellikleri bölgeye ait hava fotoğrafları, topografik haritalar ve daha önceden var olan bilgilerle karşılaştırılarak belirlenir.

Kümeleme merkezi önce geçici olarak belirlenmekte olup, her bir pikselin açılan kümelerden hangisine dahil edileceği ise o görüntü elemanı ile açılan küme merkezi arasındaki uzaklığın hesaplanması ve başlangıçta kabul edilen uzaklık değeri ile karşılaştırılması sonucu belirlenir. Bu belirlemede en küçük uzaklık değeri esas alınır. Kümeye katılan her yeni piksel ile birlikte aritmetik ortalama hesaplanarak geçici küme merkezi n boyutlu uzayda ötelenmekte ve işlem geçici merkezin konumunda değişim olmayıncaya kadar iteratif olarak devam etmektedir [13].

2. Kontrollü Sınıflandırma: Kontrollü sınıflandırmada yeryüzünü temsil eden örnek bölgeleri (test bölgeleri) esas alınarak, sınıflandırılacak her bir cisim için spektral özellikleri tanımlı, özellik dosyaları oluşturulur. Test alanlarının örneklendiği özellik dosyası görüntü verileri üzerine tatbik edilerek her bir görüntü verisi en çok benzer olduğu sınıfa atanır. Kontrol aşamasında temsil edici nitelikteki kontrol bölgeleri ve her bir arazi örtü tipine ait spektral özellikler belirlenir. Bu aşamada, mevcut referans verileri ile bu verilerin uygulanacağı coğrafi bölgeye ait bilgilerden yararlanılır [13].

Bütün veriler sınıflandırıldıktan sonra sonuçlar çıktı aşamasında farklı sunulur. Çıktı ürünleri genellikle tematik haritalar, çeşitli arazi örtü sınıfları için tüm görüntüye

veya belirlenmiş alt görüntüye ait olan istatistiksel tablolar veya coğrafi bilgi sistemlerine dahil edilecek nitelikteki veri dosyaları olarak oluşturulabilir.

Bir sınıflandırma işlemi, hata tahmini ya da başka bir güvenilirlik ölçütü (confidence measure) olmadan sonuçlanmış sayılmaz. Hata tahmini, sınıflandırmanın bir parçasıdır, ancak sınıflandırma işlemi dışında kendine has yöntemlerle yapılır. Sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu, referans veriyle olan uyumuna-referans veriyi sağlamasına bağlıdır.

Birçok yöntemin kullanıldığı, sınıflandırma doğruluğunun değerlendirilmesi işleminde iki veri kümesine ait (sınıflandırılmış görüntü - referans veri) hata matrisi gerekmektedir. Bunun için sınıflandırılmış görüntü aynen denetim alanı duyarlığında belirlenen kontrol alanları ile karşılaştırılır.

Sınıflandırmanın tematik doğruluğunu belirlemek için; kullanıcı doğruluğu, üretici doğruluğu, genel doğruluk ve doğruluk istatistikleri incelenir.

Üretici doğruluğu, gerçekten ait olduğu sınıftan başka sınıflara atanan paternlerin o sınıfa ait referans veri kümesindeki oranı yani yanlış sınıflandırma oranıdır.

Kullanıcı doğruluğu, bir sınıfa atanan paternlerin gerçekten bu sınıfa ait olma doğruluğudur.

4. UYDU SİSTEMLERİ

Yeryüzü üzerinden bilgi toplayan, hizmet amacına göre değişen özelliklerde birçok uydu vardır. Herbirinin bulunduğu yükseklikler, yörüngeler ve sensörleri birbirinden farklıdır. Bu uydular, görüntü elde etmek için kullandıkları dalga boyları, sensörlerinin uzaysal çözünürlükleri ve kapsadıkları alanlar gibi özellikleri yardımıyla karakterize edilirler.

4.1. Landsat Uydu Sistemi

Landsat uydu sistemi, doğal kaynakların araştırılması amacıyla uzaya gönderilen ilk uzaktan algılama uydusudur. ERST-1 (Earth Resources Technology Satellite) olarak adlandırılan, daha sonra Landsat-1 olarak ismi değiştirilen uydu, 1972 yılında ABD Uzay Merkezi tarafından yörüngesine oturtulmuştur. Landsat-2 1975'te fırlatılmıştır. Landsat-3, 4 ve 5 sırasıyla 1978, 1982 ve 1984 yıllarında yörüngeye yerleştirilmiştir. Landsat-6 fırlatma sırasında tahrip olmuştur. Son olarak Landsat-7 uydusu 15 Nisan 1999'da fırlatılmıştır. İlk üç Landsat uyduları birinci jenerasyon uydular olarak adlandırılmıştır. Benzer yörünge ve çok spektrumlu tarayıcı (MSS) özelliklerine sahiptirler. Landsat 4 ve 5. uydular ise, MSS ve sonradan geliştirilen Tematik Tarayıcı (TM) sistemlerini taşımaktadır. Landsat 7 uydusu ise Geliştirilmiş Tematik Görüntüleyici (Enhanced Thematic Mapper-ETM+) algılayıcısını taşımaktadır. Landsat ETM+ algılayıcısı, yüksek çözünürlüklü veri sağlayabilme özelliğinde, sekiz bantlı ve radyometrik bir multispektral tarayıcıdır. Uydu 4.3 m uzunluğunda, 2.8 m çapında ve kütlesi yaklaşık 2200 kg ağırlığındadır [12]. Landsat TM ve Landsat ETM sistemlerini taşıyan uydulardaki bant özellikleri ve kullanıldıkları uygulamalar tablo 4.1 ve tablo 4.2'de verilmiştir.

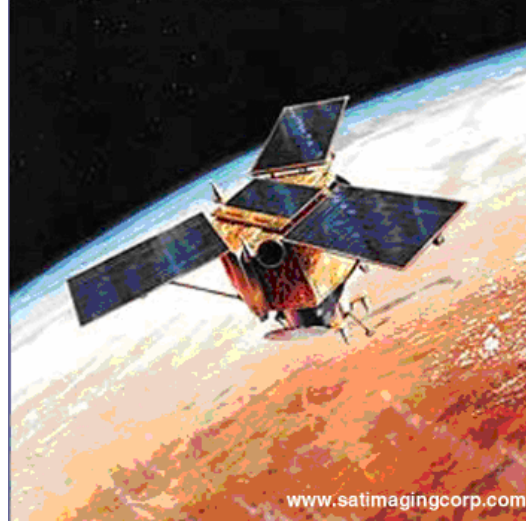
Tablo 4.1 Landsat TM Bant Özellikleri ve Uygulamalar [17]

Bant Numarası	μm	Çözünürlük	Uygulamalar
TM 1	0.45 - 0.52 (mavi)	30 m	Toprak/Bitki Ayırıştırılması, Batimetri/Kıyı Haritalanması, Yerleşim Alanı Belirlenmesi
TM2	0.52 - 0.60 (yeşil)	30 m	Yeşil Bitki Haritalanması, Yerleşim Alanı Belirlenmesi
TM3	0.63 - 0.69 (kırmızı)	30 m	Bitki Türleri Ayırımı, Yerleşim Alanı Belirlenmesi
TM4	0.76 - 0.90 (yakın kızıl ötesi)	30 m	Farklı Bitki Örtülerinin Belirlenmesi, Biokütle Muhteviyatı, Su Alanları Tanımlanması, Toprak Nemi
TM5	1.55 - 1.75 (kısa dalga kızıl ötesi)	30 m	Suda ve Bitkideki Neme Karşı Hassasiyet, Kar Alanlarının ve Bulut Kaplı Alanların Ayırıştırılması
TM6	10.4 - 12.5 (ısıl kızıl ötesi)	120 m	Isıl Radyasyona Bağlı Olarak Bitki ve Toprak Neminin Ayırıştırılması, Isıl Haritalama (Yerleşim Alanı ve Su)
TM7	2.08 - 2.35 (kısa dalga kızıl ötesi)	30 m	Maden ve Kaya Tiplerinin Ayırıştırılması, Bitki Nemi Muhteviyatına Hassasiyet

Tablo 4.2 Landsat ETM Bant Özellikleri ve Uygulamalar [21]

Bant Numarası	μm	Çözünürlük	Uygulamalar
ETM 1	0.45 - 0.52 (mavi)	30 m	Toprak/Bitki Ayırıştırılması, Kıyı Suyu Haritalanması, Orman Sınıflandırılması, İnsan Yapımı Objelerin Belirlenmesi
ETM 2	0.52 - 0.60 (yeşil)	30 m	Bitki Ayırıştırılması, İnsan Yapımı Objelerin Belirlenmesi
ETM 3	0.63 - 0.69 (kırmızı)	30 m	Bitki Türlerinin Belirlenmesi, İnsan Yapımı Objelerin Belirlenmesi
ETM 4	0.76 - 0.90 (yakın kızıl ötesi)	30 m	Bitki Nemi ve Bitki İzlenmesi, Su Alanları Ayırıştırılması
ETM 5	1.55 - 1.75 (kısa dalga kızıl ötesi)	30 m	Bitki Nemi Muhteviyatı İzlenmesi
ETM 6	10.4 - 12.5 (ısıl kızıl ötesi)	60 m	Yüzey Sıcaklığı, Toprak Neminin İzlenmesi, Bulut Ayırımı, Volkanik Gözlemler
ETM 7	2.08 - 2.35 (kısa dalga kızıl ötesi)	30 m	Maden ve Kaya Tiplerinin Ayırıştırılması, Bitki Nemi Muhteviyatının İzlenmesi
ETM 8	0.52 - 0.9	15 m	

4.2. IKONOS Uydu Sistemi



Şekil 4.1 IKONOS Uydu Sistemi [24]

IKONOS uydusu 680 km yükseklikte 26,000 km/saat hızla ilerleyerek dünyayı 98 dakikada bir, güneş eş zamanlı bir yörüngede dönmekte ve dünyanın çevresini günde 14 defa dolaşmaktadır.

IKONOS uydusu izdüşümü boyunca 700 km eninde bir şerit içinde 82 cm çözünürlükte görüntü alabilmektedir. Alınan asgari görüntü 100 km alanında olup bir geçişte 10,000 km² ye kadar görüntü toplanabilmektedir. IKONOS uydusunun radyometrik çözünürlüğü 11 bittir. Görüntü verisinde 2048 parlaklık değeri mevcuttur [14]. IKONOS uydusu yardımıyla 3 farklı görüntü elde edilebilir. Birincisi pankromatik (1 m x 1 m) görüntüdür. Bu görüntü; elektromanyetik spektrumun geniş bir bantından yansıyan enerjiyi ölçebilen algılayıcılar tarafından elde edilir. Halihazırdaki bir çok pankromatik algılayıcılar (sensörler) için bu tek bant genellikle spektrumun görünen ile yakın kızılötesi bölümünü kapsamaktadır. Pankromatik veriler siyah-beyaz görüntü olarak oluşturulurlar [22]. İkincisi ise renkli (4 m x 4 m) görüntüdür. Bu görüntüler; elektromanyetik spektrumdaki birden fazla bantta ölçen dijital sensörlerle elde edilirler. Örneğin; alıcıların (detektörler) bir bölümü görünür kırmızı yansıyan enerjiyi ölçerken, diğer bir grup yakın kızıl ötesi enerjiyi ölçer. İki ayrı algılayıcı (detektör) dizilimi aynı dalga boyunun değişik bölümlerindeki enerjiyi ölçebilirler. Bu çoklu yansıma değerleri; renkli görüntü yaratmak için birleştirilirler. Günümüzdeki, multi-spektral (çok bantlı) uzaktan algılama uyduları bir kerede 3 ila 7 değişik banttaki yansımaları ölçebilirler [22]. Diğer bir görüntü ise çözünürlüğü 1

m x 1 m olan pansharpen görüntüsüdür. Bu görüntü 4 m x 4 m çözünürlüklü renkli görüntüde bulunan bantlardan birinin yerine pankromatik görüntünün 1 m x 1 m çözünürlüğünün konmasıyla oluşan birleştirilmiş bir görüntüdür. Bu işlem sonucu 1 m x 1 m çözünürlüklü renkli görüntü elde edilmiş olur. IKONOS uydusunun özellikleri tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 IKONOS Uydusu Özellikleri [18]

Fırlatma Zamanı	24 Eylül 1999 Vandenberg Hava Kuvvetleri Üssü, California, A.B.D
Ömrü	> 7 yıl
Yörünge	98.1 derece, güneş senkronlu
Yörüngedeki Hız	7.5 km/sn
Yeryüzü Üstündeki Hızı	6.8 km/sn
Dünya Çevresindeki Dönüş Sayısı	Her 24 saatte 14.7
Yörüngedeki Bir Tur Zamanı	98 dakika
Yükseklik	681 kilometre
Çözünürlük	Dik Konum: 0.82 metre pankromatik 3.2 metre renkli 26° (Dik konumdan eğiklik): 1.0 metre pankromatik 4.0 metre renkli
Görüntü Genişliği	11.3 km (yeryüzüne dik konumda) 13.8 km 26° (dik konumdan eğiklik)
Ekvator Geçiş Zamanı	Güneş Saatiyle 10:30 a.m.
Tekrar Geçiş Zamanı	40 derecelik enlemde yaklaşık 3 gün
Dinamik Uzaklık	11-bit/piksel
Bantlar	Pankromatik, Mavi, Yeşil, Kırmızı, Yakın Kızıl Ötesi

5. UYGULAMA

5.1 Çalışma Alanı ve Önemi

İstanbul, kente özgün kimliğini veren doğal ve kültürel değerlere sahip tarihi dokusu olan bir şehirdir. Üç Dünya İmparatorluğu'nun, Roma, Bizans ve Osmanlı kültürlerinin başkenti olan İstanbul, kentsel, tarihî, arkeolojik ve doğal sit alanları, sayısız anıt ve sivil mimarlık örnekleri ile bu kültürlerin eşsiz değerlerini yansıtır [15].

İstanbul'da tarihî ve kültürel önemi olan anıt, sivil mimarlık örnekleri, bölge ve alanlar, arkeolojik kalıntılar ve tabiat varlıkları 'Kültürel Miras' olarak tescillenmiş ve/veya "Sit Alanı" olarak ilan edilmiştir. Tüm bu kültürel ve doğal varlıklar, 3386 ve 5226 Sayılı yasalarla değişik, 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanuna tabiidir [15].

Ancak Boğaziçi, özel bir kanun olan 2960 Sayılı Boğaziçi Kanunu hükümlerine göre koruma altındadır [15]. Kanun, EK-A'da verilmiştir. Bu kanuna göre Boğaziçi 4 kesime ayrılmıştır. Bunlar; kıyı kenar çizgisini izleyen "Boğaziçi Alanı Sahil Şeridine", bağlı ve Boğaziçi'nin en etkili peyzajını veren aynı zamanda Boğaziçi yerleşmesinin iç kısımlarındaki korunması gerekli alanları kapsayan "Ön Görünüm Bölgesi" (toplam 4300ha.), Boğaziçi alanının öngörünüm bölgesi ile etkilenme bölgesi arasında kalan ve Boğaziçi yerleşmesinin iç kısmını oluşturan "Geri Görünüm Bölgesi" (1000ha), kırsal alana ve şehir merkezine bağlı "Etkilenme Bölgesi" (5300ha) olarak tanımlanmıştır [15]. Bu kanun ve ekli belgeleri ile Boğaziçi alanı rekreasyon, turizm ve konut bölgesi olarak değerlendirilmiş, doğal ve tarihî sit değerlerinin orman, koru, mesire alanı gibi tüm yeşil alanlarının korunmasına karar verilmiş; öngörünüm bölgesinde yeni konut yapımı yasaklanmış; ancak konut yapımına izin verilen özel koru alanlarının da içinde bulunduğu bu alanda, öncelikle kentsel tasarım rehberi hazırlanmış ve koruma kurulu tarafından onaylanmıştır [15].

Doğal ve tarihî değerleriyle özel önem taşıyan Boğaziçi Koruma Alanları, Avrupa

yakasında Sarıyer ve Beşiktaş, Anadolu yakasında Beykoz ve Üsküdar ilçelerinin önemli bir bölümünü kapsamaktadır [15].

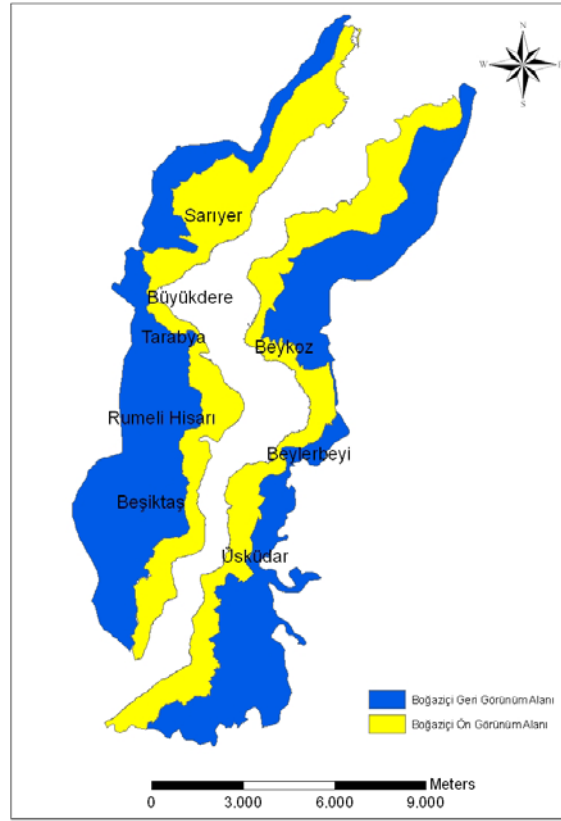
Marmara Bölgesi'nde, İstanbul İli'ne bağlı bir ilçe olan Sarıyer, kuzeyinde Karadeniz, doğusunda İstanbul Boğazı, güneyinde Beşiktaş, güneybatısında Şişli, batısında da Eyüp ilçeleri ile çevrilidir. Sarıyer Çatalca Yarımadası'nın İstanbul Boğazı'na kadar uzanan kuzeydoğu ucunda yer almaktadır. İlçenin yüzölçümü 146 km² olup, 2000 ve 2007 Yılı Genel Nüfus Sayım sonuçlarına göre toplam nüfusu tablo 5.1'de verilmektedir [29,30].

Tablo 5.1 Sarıyer İlçesi için 2000 ve 2007 Nüfus Sayım Sonuçları

Sarıyer Nüfusu	242.543 (2000)	276.407 (2007)
----------------	----------------	----------------

5.2. Çalışmanın Amacı, Kullanılan Veriler ve İşlem Adımları

Çalışma, Boğaziçi sit alanı içinde yer alan arazi örtüsü ve arazi kullanım alanlarının zamansal olarak değişimlerinin tespiti amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu alan, tarihin hemen her döneminde yerleşme olarak önemini korurken, aynı zamanda, doğal değerleriyle İstanbul için önemli bir yeşil alan potansiyeli de oluşturmuştur. Bu nedenle, planlama ile ilgili kuruluşlar 1970'lerden bu yana sürekli olarak Boğaziçi'ndeki yerleşme dokusunun gelişimine yönelik planlama çalışmalarında, doğal-kültürel değerlerin korunmasını amaçlamışlardır. Tüm koruma çabalarına rağmen, hızla artan nüfus, planlardaki ve koruma kararlarındaki tutarsızlıklar, plansız gelişmeler, politik baskı ve çıkar kaygısı uygulamalarda koruma yönünde istenilen başarıyı sağlanamamıştır [16]. Boğaziçi Alanı'nın gelişimindeki temel sorun, 1950'lerden sonra başlayan hızlı şehirleşme hareketinin bu alanı da etkilemesi, planlı ve plansız gelişmeler nedeniyle yeşil alanların yapılaşmış alanlara dönüşmesi ve yeşil dokunun bölünerek değiştirilmesi olmuştur. Boğaziçi sit alanını oluşturan ön görünüm ve geri görünüm alanlarının vektör formatı şekil 5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.1 Boğaziçi Ön Görünüm ve Geri Görünüm Alanları

Çalışmanın amacına uygun olarak farklı zamanlarda elde edilmiş uydu görüntüleri ve haritalar kullanılmıştır. Bunlar;

1. Sarıyer ilçesinin büyük bir bölümünü kapsayan 1960 yılının 1/5000 ölçekli iki adet paftası
2. Landsat 1984 TM uydu görüntüsü
3. Landsat 2005 ETM uydu görüntüsü
4. IKONOS 2005 (pansharpen) uydu görüntüsüdür.

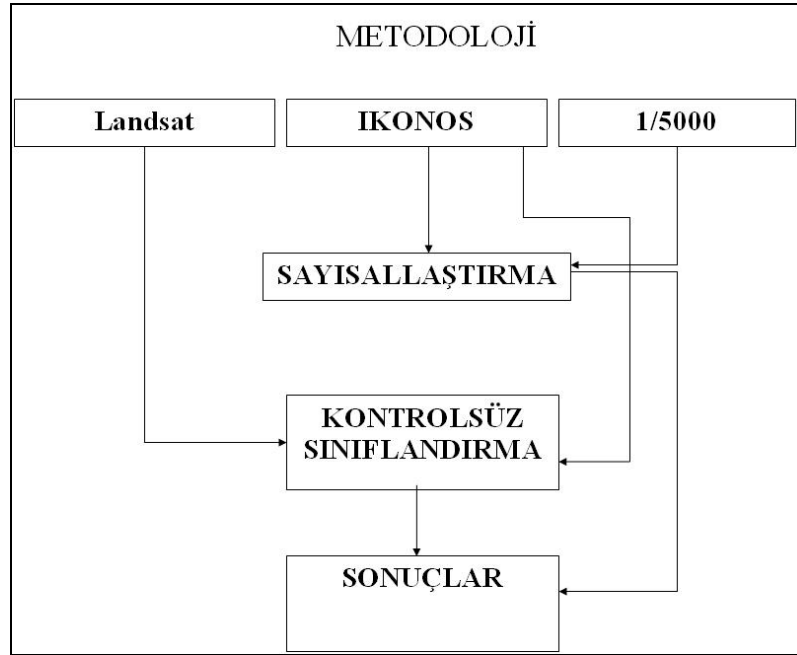
Bu veriler kullanılarak, aşağıdaki yazılımlar yardımıyla çalışma yürütülmüştür:

1. ERDAS IMAGINE v8.7
2. AUTOCAD v2005
3. ARCGIS v9.1
4. Arcview

ERDAS yazılımı uygulama adımları için, ARCGIS yazılımı ise uygulama sonuçlarının görselleştirme amaçlı kullanılmıştır. Alan hesabını gerçekleştirmek için ise AUTOCAD ve Arcview yazılımları kullanılmıştır.

5.3. Metodoloji

Çalışma adımları şekil 5.2’de gösterilmiştir.



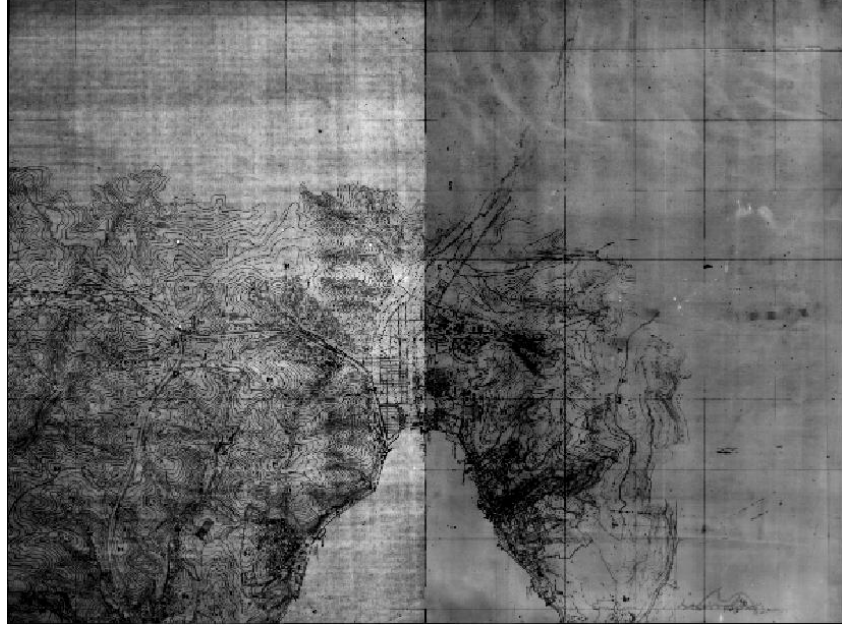
Şekil 5.2 Metodoloji

Uygulama aşamasında, Boğaziçi sit alanı arazi kullanım alanı değişimini saptamak amacıyla Landsat TM 1984, Landsat ETM 2005 ve IKONOS 2005 görüntülerinde kontrolsüz sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Sarıyer ilçesinin büyük bölümünü kapsayan bölgede ise konut alanlarının 45 yıllık zamanda değişiminin saptanması için paftalarda bulunan konut alanları sayısallaştırılmıştır. IKONOS 2005 görüntüsünden ise aynı bölgede bulunan konut alanları sayısallaştırılmış ve konut alanları hesaplanmıştır. Kontrolsüz sınıflandırma ve sayısallaştırma işlemi sonucunda elde edilen alanlar karşılaştırılmış ve bu sonuçlar ışığında öneriler ortaya konmuştur.

5.3.1. Mozaik İşlemi

1960 yılına ait 2 adet 1/5000 ölçekli paftaların sağlıklı ve bütün olarak kullanılabilmesi için öncelikle bu paftaların tarama işlemi yapılmıştır. Daha sonra paftaları birleştirmek için paftalar üzerinde bulunan kareler ağlarındaki lokal koordinatlar yardımıyla geometrik dönüşümleri yapılmıştır. Bu dönüşümler sonucunda paftalar birleştirilmiştir. Bu işlem sırasında paftaların kenarlaştırılması (eş yükselti eğrilerinin çakıştırılması, konut alanlarının çakıştırılması) ve kareler

ağındaki koordinatları okuma problemi ortaya çıkmıştır. Bu sorunun ana nedeni paftalarda oluşan deformasyon olduğu söylenebilir. Mozaik işlemin sonrası oluşan paftaların görünümü şekil 5.3’de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Mozaik İşlemi Sonrası Oluşan Paftanın Görünümü

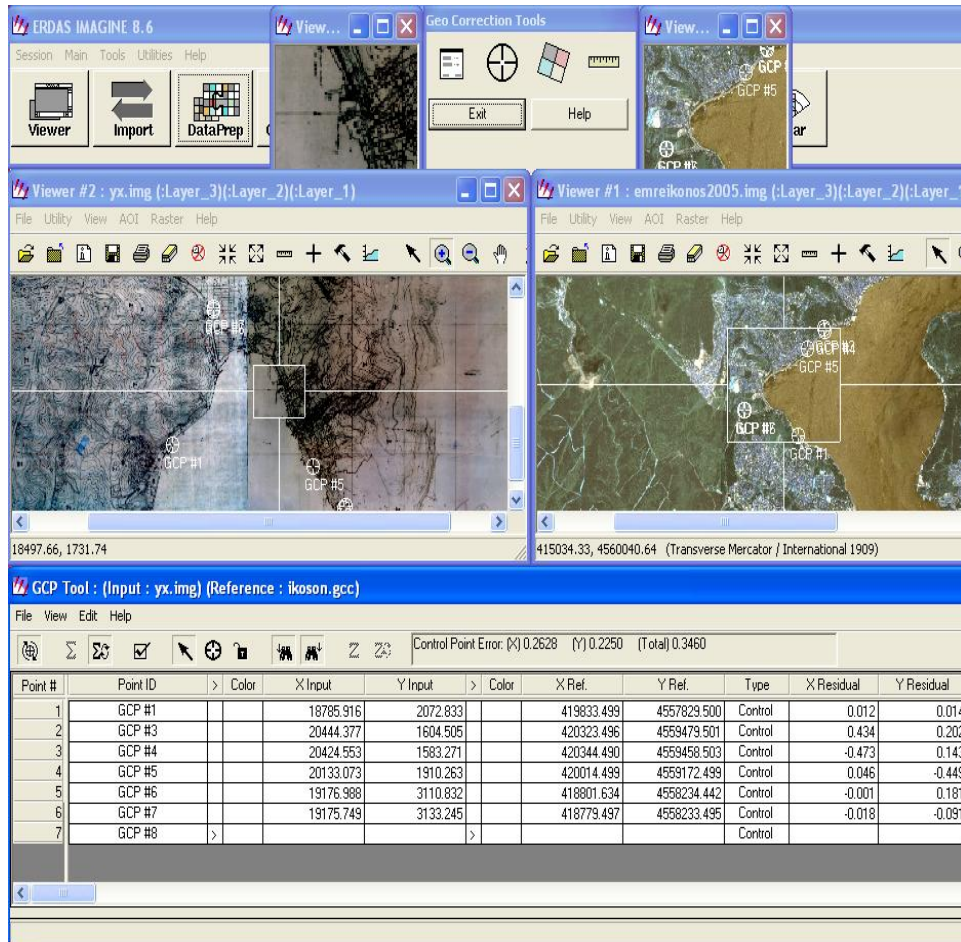
5.3.2. Geometrik Düzeltme

Uydu görüntülerinden ve paftalardan alınacak verilerin alansal ve görsel olarak karşılaştırılması için öncelikle elde bulunan tüm verilerin aynı koordinat sistemine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem adımı için daha önce başka bir çalışma için kullanılmış ve geometrik düzeltme işlemi yapılmış IKONOS 2005 uydu görüntüsü baz alınmıştır. IKONOS görüntüsü UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyon yüzeyinde ED (European Datum) 1950 datumda bulunan bir görüntüdür. Referans elipsoidi olarak ise International 1909 elipsoidi seçilmiştir. Paftalar ve Landsat uydu görüntüleri üzerinden yer kontrol noktaları belirlenerek altlık olarak kullanılacak tüm veriler aynı koordinat sistemine entegre edilmiştir. Geometrik düzeltme için en az üç adet yer kontrol noktası gerekmektedir. Genellikle daha fazla ve homojen dağılmış nokta sayısı yardımıyla geometrik düzeltme yapılması tercih edilmektedir.

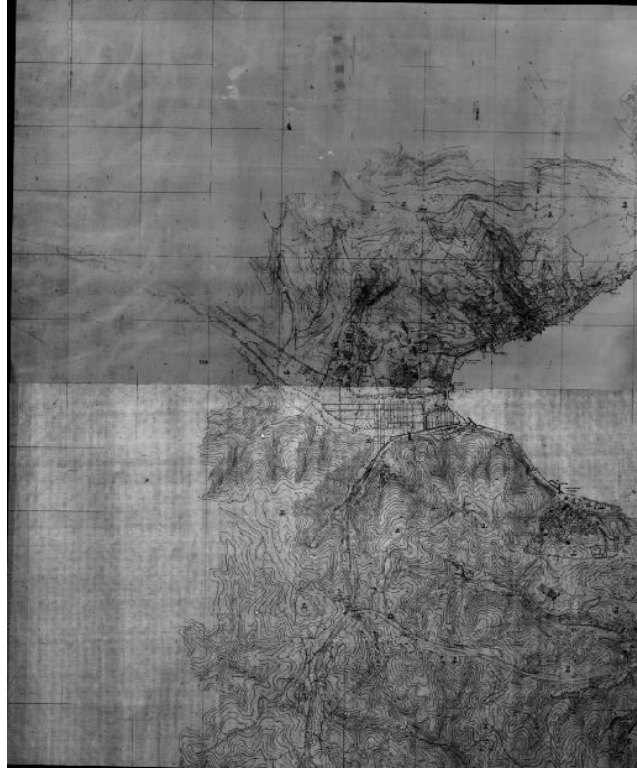
5.3.2.1. Paftanın Geometrik Düzeltilmesi

Paftanın geometrik düzeltme işlemi yapılırken karşılaşılan en büyük sorun yer kontrol noktalarının seçiminde yaşanmıştır. Bu noktaların 1960 – 2005 yılları

arasında değişime uğramamış noktalardan seçilmesi gerekmektedir. Zamanın getirdiği paftada oluşan renk farklılığı ve deformasyon nokta seçimini zorlaştırmıştır. Fakat mümkün olan en iyi şekilde yer kontrol noktaları seçilmiş ve geometrik düzeltme işlemi yapılmıştır. Pafta üzerinde bulunan özel konut alanları olan 2 adet Rus Başkonsolosluğu Yazlık Konutu ve İspanya Başkonsolosluğu Yazlık Konutu bina köşelerinden nokta seçimi yapılmıştır. Ayrıca diğer noktalar tarla sınırlarından ve o bölgede bulunan kayıkhaneye girişinden seçilmiştir. Seçilen bu noktalar sonucu karesel ortalama hatanın istenilen sınır içerisinde kaldığı görülmüştür. 45 yıl boyunca değişmemiş yerlerin bulunması zor olduğundan geometrik düzeltme için altı adet yer kontrol noktası kullanılmıştır. Geometrik düzeltme işlemi sonucunda karesel ortalama hata değerinin sınırı 0.5 pikseldir. Paftaların geometrik düzeltilmesi sonucu karesel ortalama hata 0.3460 piksel bulunmuştur. Ayrıca geometrik düzeltme için dönüşüm derecesi 1 olarak alınmıştır. Geometrik düzeltme işlemi şekil 5.3’de, sonucunda oluşan paftanın görünümü ise şekil 5.4’de verilmektedir.



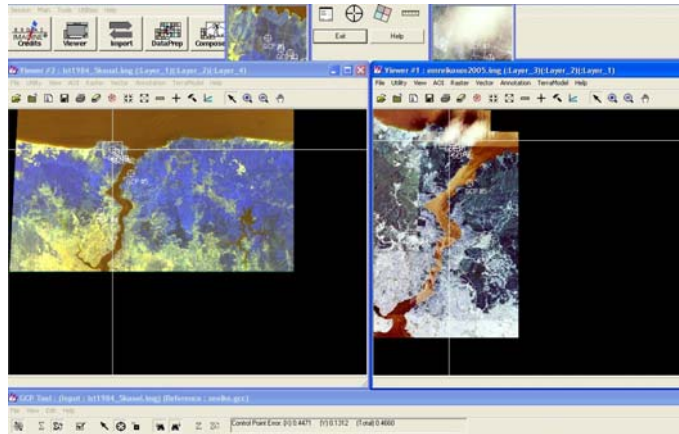
Şekil 5.4 Paftanın Geometrik Düzeltilmesi ve Yer Kontrol Noktaları



Şekil 5.5 Geometrik Düzeltme İşlemi Sonrası Paftanın Görünümü

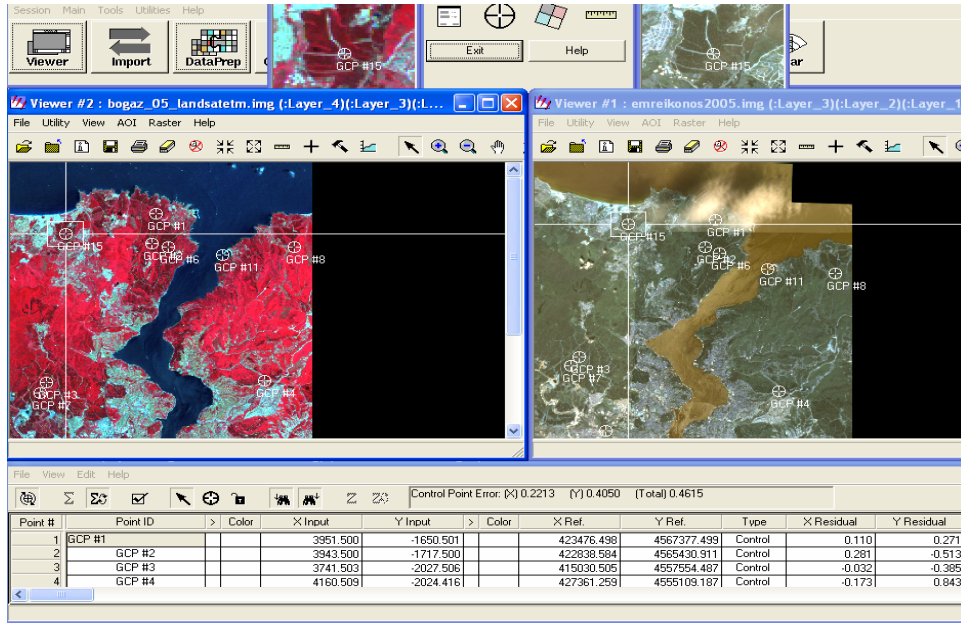
5.3.2.2. Landsat Görüntülerinin Geometrik Düzeltilmesi

Landsat 1984 TM görüntüsünün geometrik düzeltmesi yapılırken beş adet yer kontrol noktası kullanılmıştır. Bunun nedeni daha fazla nokta alınması durumunda karesel ortalama hatanın istenilen sınırın (0.5 piksel) üstüne çıkmasıdır. Beş yer kontrol noktası yardımıyla yapılan geometrik düzeltme sonucu karesel ortalama hata 0.4660 piksel bulunmuştur. Ayrıca geometrik düzeltme için dönüşüm derecesi 1 olarak alınmıştır. Geometrik düzeltme işlemi şekil 5.6’da verilmiştir.

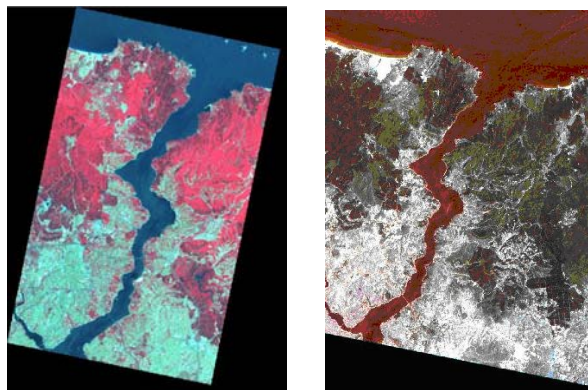


Şekil 5.6 Landsat 1984 TM Görüntüsünün Geometrik Düzeltilmesi ve Yer Kontrol Noktaları

Landsat 2005 ETM görüntüsünün geometrik düzeltilmesinde yer kontrol noktalarının seçilmesinde bir sorun yaşanmamıştır. Yol kesişimleri ve liman uç kısımlarından alınan 15 yer kontrol noktası ile yapılan geometrik düzeltme sonucu karesel ortalama hata 0.4615 piksel bulunmuştur. Ayrıca geometrik düzeltme için dönüşüm derecesi 1 olarak alınmıştır. Şekil 5.7’de Landsat 2005 ETM görüntüsünün geometrik düzeltilmesi verilmiştir. Şekil 5.8’de geometrik düzeltme işlemi sonrası Landsat 2005 ETM ve Landsat 1984 TM görüntüsünün görünümü verilmiştir.



Şekil 5.7 Landsat 2005 ETM Görüntüsünün Geometrik Düzeltilmesi ve Yer Kontrol Noktaları

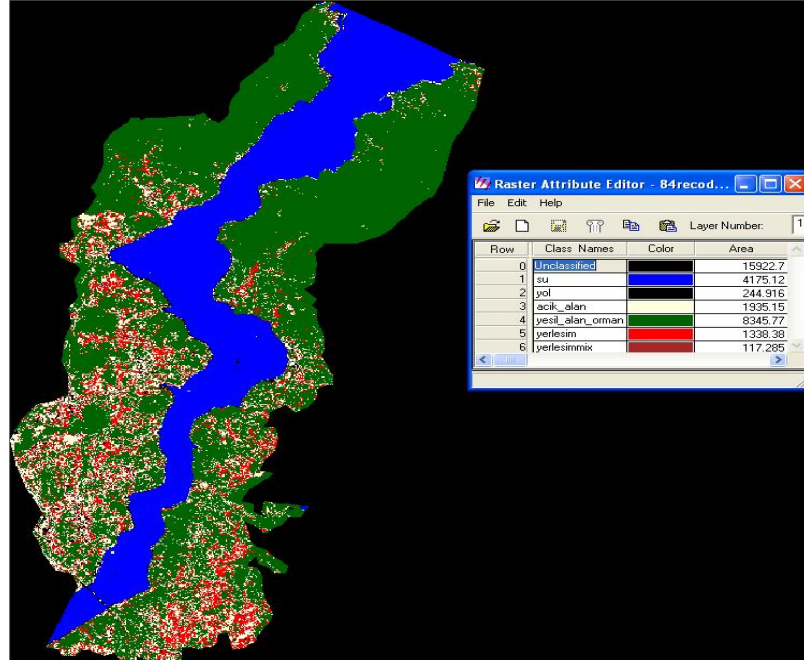


Şekil 5.8 Geometrik Düzeltme İşlemi Sonrası Landsat 2005 ETM (1.) ve Landsat 1984 TM (2.) Görüntüsünün Görünümü

5.3.3. Sınıflandırma

Boğaziçi Ön Görünüm ve Geri Görünüm alanları içerisindeki arazi kullanım ve arazi

örtüsünün zamansal olarak tespiti için 3 görüntüde de ISODATA yöntemiyle kontrolsüz sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Landsat TM 1984 ve Landsat ETM 2005 görüntüleri için 100 sınıflı sınıflandırma işlemi yapılmıştır. IKONOS 2005 görüntüsü için ise 50 işlemi yapılmıştır. Sınıflandırma işlemi sonrasında bu sınıflar çalışmanın amacına uygun olarak birleştirilip genelleştirilmiştir. Landsat TM 1984 görüntüsünün sınıflandırma işlemi sonrası elde edilen görsel ve istatistik sonuçlar şekil 5.9'de görülmektedir.



Şekil 5.9 Sınıflandırılmış Landsat TM 1984 Görüntüsünün Görsel ve İstatistiksel Sonuçları

Sınıflandırma işlemi sonucunda genelleştirilip birleştirilen sınıflar tablo 5.2’de verilmiştir.

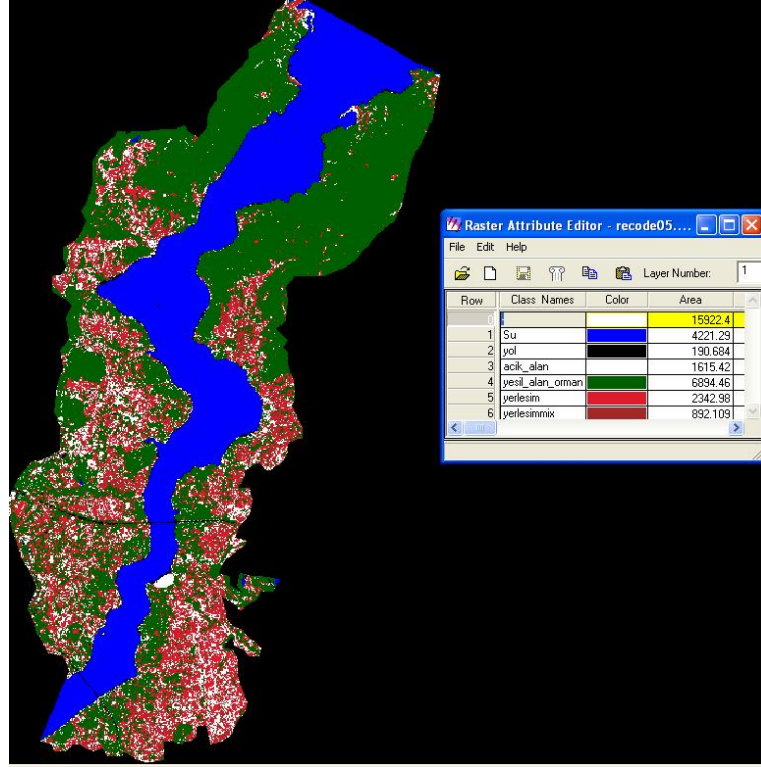
Tablo 5.2 Birleştirilmiş Sınıflar (Landsat TM 1984)

Sınıflar	Alan (ha)
Su	4175.120
Yol	244.916
Açık Alan	1935.150
Yeşil Alan ve Orman	8345.770
Yerleşim	1338.380
Yerleşimmix	117.285

Sınıflandırma işlemi sonrası ortaya, biri karışık olmak üzere, 6 sınıf çıkmıştır. Görüntüde su mavi, yol siyah, açık alan beyaz, yeşil alan ve orman ise yeşil olarak gösterilmiştir. Son iki sınıf olan yerleşim kırmızı yerleşimmix ise kahverengi ile

gösterilmiştir. Yerleşimmix, yerleşim ve açık alanların birlikte bulunduğu bir sınıftır.

Landsat 2005 ETM görüntüsü ile yapılan kontrolsüz sınıflandırma işlemi sonrasında da, biri karışık olmak üzere, 6 sınıf ortaya çıkmıştır. Sınıflandırılmış Landsat ETM 2005 Görüntüsünün Görsel ve İstatistiksel Sonuçları şekil 5.10’da, birleştirilmiş sınıflar ise tablo 5.3’de gösterilmiştir.



Şekil 5.10 Sınıflandırılmış Landsat ETM 2005 Görüntüsünün Görsel ve İstatistiksel Sonuçları

Tablo 5.3 Birleştirilmiş Sınıflar (Landsat ETM 2005)

Sınıflar	Alan (ha)
Su	4221.290
Yol	190.684
Açık Alan	1615.420
Yeşil Alan ve Orman	6894.460
Yerleşim	2342.980
Yerleşimmix	892.109

Görüntüde su mavi, yol siyah, açık alan beyaz, yeşil alan ve orman ise yeşil olarak gösterilmiştir. Son iki sınıf olan yerleşim kırmızı yerleşimmix ise kahverengi ile gösterilmiştir. Yerleşimmix sınıfı karışık bir sınıf olup yerleşim ve açık alanların birlikte bulunduğu bir sınıftır.

Her iki görüntü için de yapılan sınıflandırma işleminin amacı 21 yıllık zaman diliminde oluşan arazi örtüsü değişiminin alansal olarak tespit edilmesidir. İki

görüntünün de birleştirilmiş sınıflarının ve alanlarını tablo 5.4’de, yeşil alan ve yerleşim sınıflarına ait alansal bilgilerin karşılaştırılması ise tablo 5.5’de verilmiştir.

Tablo 5.4 Landsat Görüntülerinin Sınıflandırma İşlemi Sonucunda Oluşan Sınıflar ve Alanları

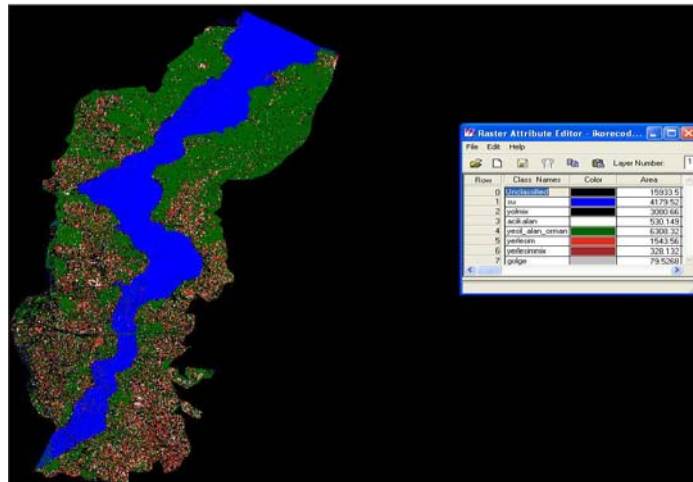
	Landsat TM 1984	Landsat ETM 2005
Su (ha)	4175.12	4221.29
Yol (ha)	244.916	190.684
Açık alan (ha)	1935.15	1615.42
Yeşil alan ve orman (ha)	8345.77	6894.46
Yerleşim (ha)	1338.38	2342.98
Yerleşimmix (ha)	117.285	892.109

Tablo 5.5 Yeşil Alan ve Yerleşim Sınıflarına ait Alansal Bilgiler

	Yeşil Alan ve Orman (ha)	Yerleşim Alanı (ha)
Landsat TM 1984	8345.77	1338.38
Landsat ETM 2005	6894.46	2342.98
Fark	1451.31	1004.60
Değişim	- % 17	% 43

Tablo 5.5 yardımıyla 21 yıllık zaman diliminde yerleşim alanlarının hızla artarken yeşil alan ve ormanların azaldığı söylenebilir. Bu sonuçlara bağlı yorumlar ve önerilere 6. bölümde değinilecektir.

IKONOS 2005 görüntüsünde ISODATA yöntemiyle yapılan kontrolsüz sınıflandırma işlemi 50 sınıflı olarak yapılmıştır. Sınıflandırılmış IKONOS 2005 görüntüsü şekil 5.11’de görülmektedir.



Şekil 5.11 Sınıflandırılmış IKONOS 2005 Görüntüsünün Görsel ve İstatistiksel Sonuçları

Sınıflandırma işlemi sonucunda genelleştirilip birleştirilen sınıflar tablo 5.6’de verilmiştir.

Tablo 5.6 Birleştirilmiş Sınıflar (IKONOS 2005)

Sınıflar	Alan (ha)
Su	4179.520
Yolmix	3080.660
Açık Alan	530.149
Yeşil Alan ve Orman	6308.320
Yerleşim	1543.560
Yerleşimmix	328.132
Gölge	79.527

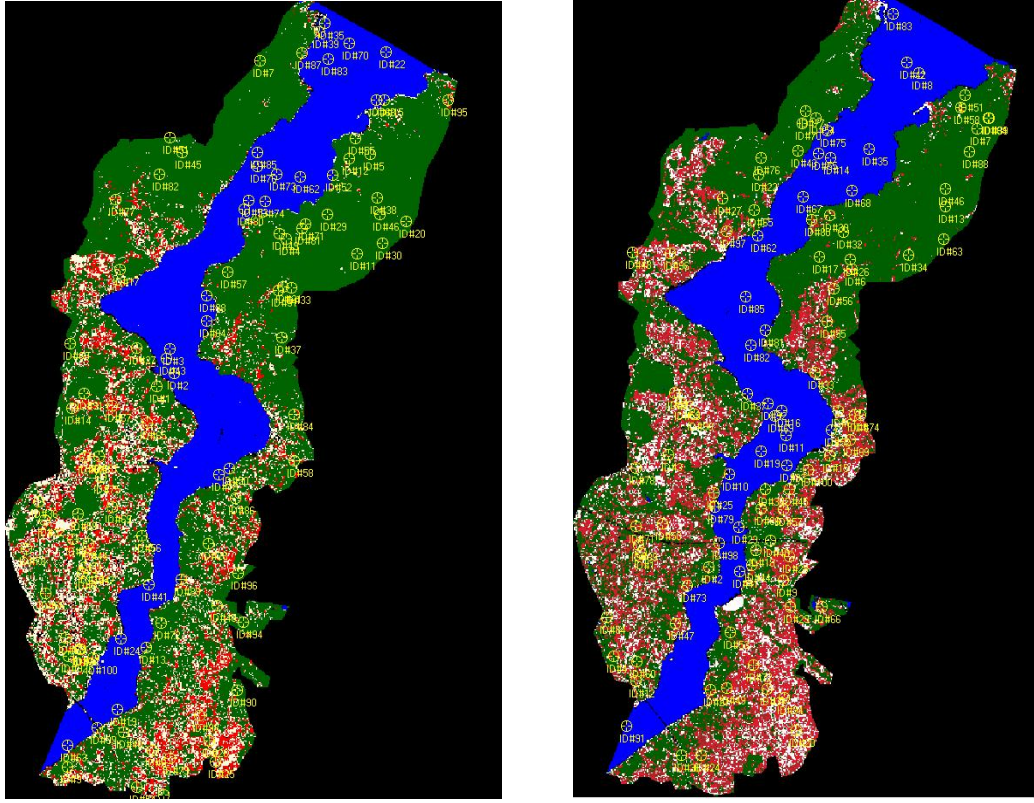
Görüntüde su mavi, yolmix siyah, açık alan beyaz, yeşil alan ve orman ise yeşil olarak gösterilmiştir. Diğer sınıflarda ise; yerleşim kırmızı yerleşimmix kahverengi gölge sınıfı ise gri olarak gösterilmiştir. Yolmix karışık bir sınıf olup yol ve açık alanların birlikte bulunduğu bir sınıftır. Yerleşimmix ise yerleşim ve açık alanların birlikte bulunduğu bir sınıftır. Landsat görüntülerindeki sınıflara ek olarak IKONOS 2005 görüntüsünde gölge sınıfı ortaya çıkmıştır. Gölge faktörü yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde rastlanan bir durumdur ve bu görüntüde yaklaşık 80 hektarlık bir alanı kapsamaktadır.

IKONOS 2005 (pansharpen) görüntüsü ile yapılan kontrolsüz sınıflandırma işleminin sonucu tatmin edici olmamıştır ve bir çok farklı sınıfın birlikte bulunduğu karışık sınıflar ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni ise görüntünün “pansharpen” yani IKONOS pankromatik (1 m x 1 m çözünürlüklü) görüntüsü ile IKONOS multispektral (4m x 4m) görüntüsünün birleşiminden ortaya çıkan bir görüntü olmasıdır. Sınıflandırma işleminin doğruluğunun daha iyi olması için ya IKONOS multispektral görüntüsünün kullanılması ya da sınıflandırma işleminin obje bazlı sınıflandırma işlemi ile yapılması literatürde önerilmektedir.

5.3.3.1. Doğruluk Değerlendirmesi

Kontrolsüz sınıflandırma işlemleri sonucunda Landsat görüntüleri için doğruluk değerlendirilmeleri yapılmıştır. Doğruluk değerlendirilmesi yapılması için her iki görüntü üzerinde rasgele 100 adet piksel seçilmiştir. Her iki görüntü için de seçilen noktalar şekil 5.12’de verilmiştir. Analiz sonucunda tüm sınıflandırma doğruluğunun % 80’nin üzerinde, Kappa istatistiğinin ise 1’ e yakın bir değer çıkması gerekmektedir. Landsat 1984 görüntüsünün sınıflandırma doğruluğu tablo 5.7’de,

Landsat 2005 görüntüsünün sınıflandırma doğruluğu ise tablo 5.8’de verilmiştir.



Şekil 5.12 Landsat 1984 (1.) ve Landsat 2005 (2.) uydu görüntüsü üzerinden seçilen pikseller

Tablo 5.7 Landsat 1984 Görüntüsü için Doğruluk Değerlendirmesi

Sınıflar	Referans Toplamı	Sınıflandırma Toplamı	Doğru Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su	26	26	26	%100.00	%100.00
Yol	2	1	1	%50.00	%100.00
Açık alan	17	12	9	%52.94	%75.00
Yeşil alan ve Orman	47	52	45	%95.74	%86.54
Yerleşim	7	8	6	%85.71	%75.00
Yerleşimmix	1	1	0	%0.00	%0.00

Toplam Sınıflandırma Doğruluğu = % 87.00, Kappa İstatistiği = 0.803

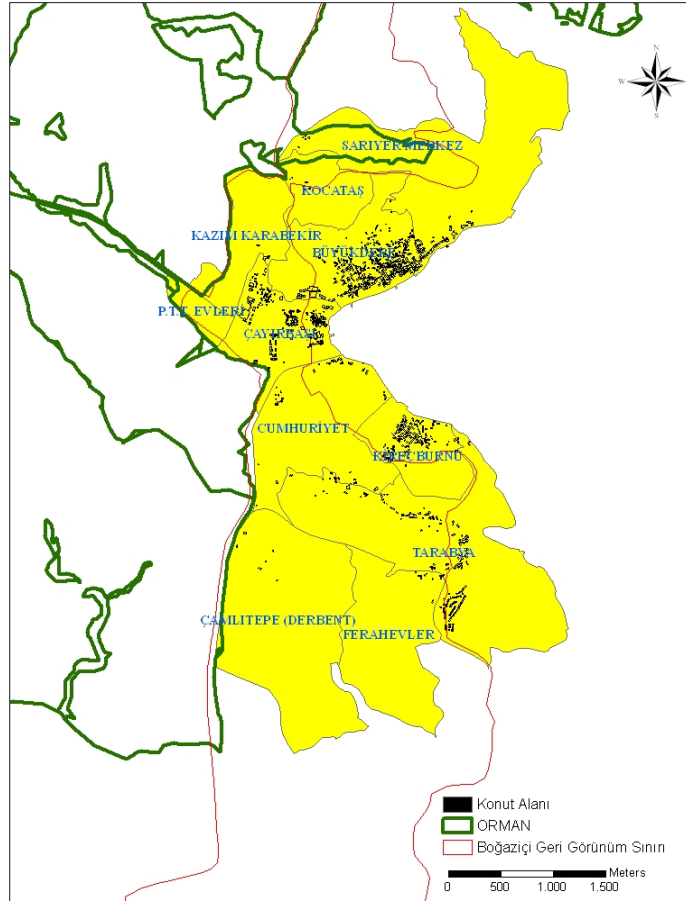
Tablo 5.8 Landsat 2005 Görüntüsü için Doğruluk Değerlendirmesi

Sınıflar	Referans Toplamı	Sınıflandırma Toplamı	Doğru Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su	27	26	26	% 96.30	%100.00
Yol	1	1	1	% 100.00	%100.00
Açık alan	15	10	8	%53.33	%80.00
Yeşil alan ve orman	35	43	34	% 97.14	%79.07
Yerleşim	16	14	9	%56.25	%64.29
Yerleşimmix	6	6	3	%50.00	%50.00

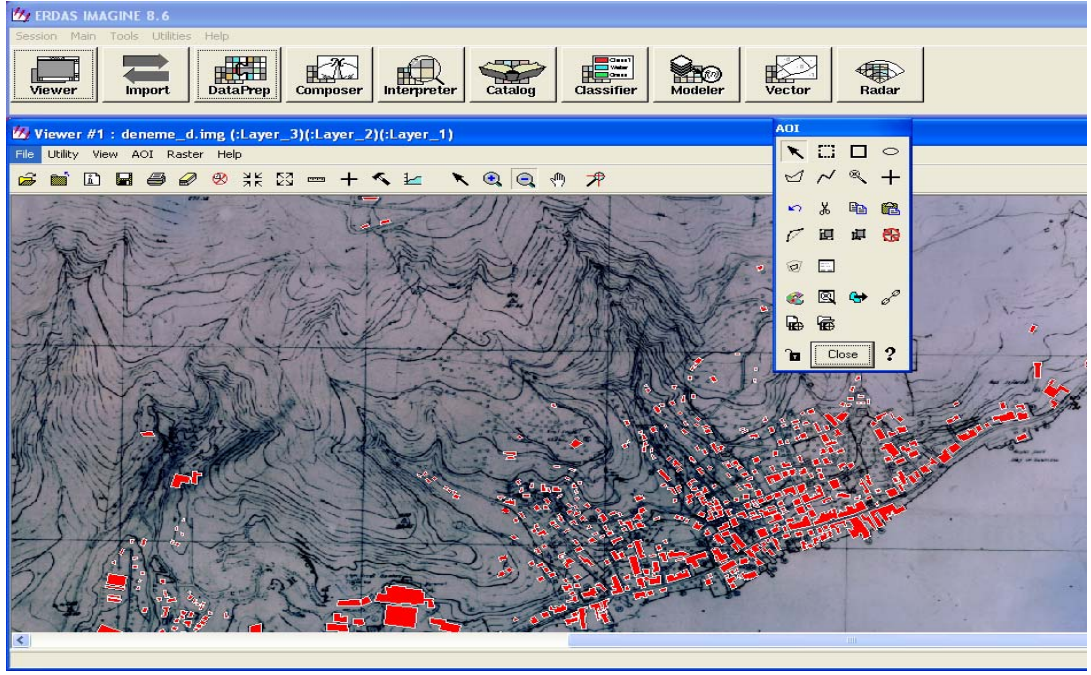
Toplam Sınıflandırma Doğruluğu = % 81.00, Kappa İstatistiği = 0.7426

5.3.4. Sayısallaştırma

Sayısallaştırma işlemi için Avrupa yakası sit alanı sınırları içerisinde kalan Sarıyer ilçesinin büyük bölümünü kapsayan bir alan seçilmiştir (Sarıyer merkez, Tarabya ve Çamlıtepe mahallelerinin büyük bir bölümü; Kazım Karabekir, P.T.T Evleri, Maden, Kocataş, Büyükdere, Çayırbaşı, Cumhuriyet, Kireçburnu mahallelerinin tümü). Bu alanı kapsayan paftadan ve IKONOS 2005 görüntüsünden konut alanlarının sayısallaştırma işlemi yapılmıştır. Konut alanlarının sayısallaştırılmasındaki amaç 45 yıllık zaman diliminde oluşan konut alanlarının değişiminin saptanmasıdır. Paftaların kapsadığı bölgede bulunan Sarıyer ilçesine bağlı mahalleler ve paftadan sayısallaştırılmış olan konut alanları şekil 5.13’de gösterilmiştir. Ayrıca IKONOS 2005 görüntüsünden o bölgedeki yeni yolların sayısallaştırılması yapılmıştır. Bu işlem ERDAS Imagine v8.7 yazılımı yardımıyla yapılmıştır. Pafta üzerinden sayısallaştırılan konut alanları şekil 5.14’de görülmektedir.

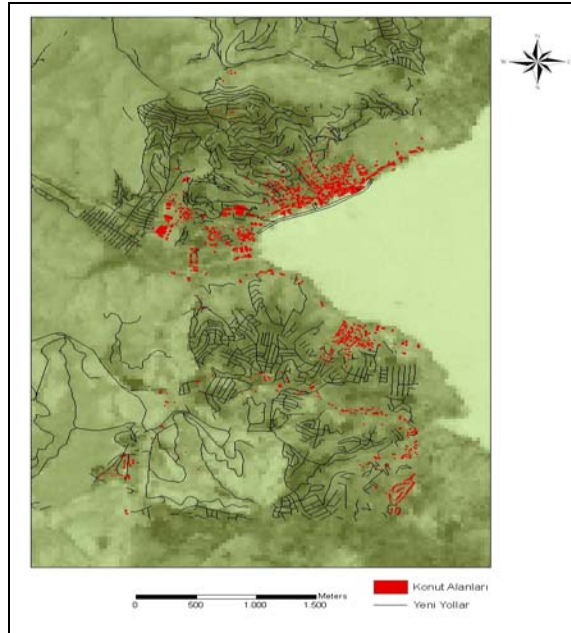


Şekil 5.13 Paftaların Kapsadığı Bölgede Bulunan Sarıyer İlçesine Bağlı Mahalleler ve Paftadan Sayısallaştırılmış Olan Konut Alanları



Şekil 5.14 Sayısallaştırılmış Konut Alanları

Sayısallaştırma sonrası konut alanlarının ve yeni yolların vektör formatının Landsat TM 1984 görüntüsüyle karşılaştırılması ile oluşan şekil 5.15’de, IKONOS 2005 görüntüsüyle karşılaştırılmış şekli ise 5.16’da görülmektedir.

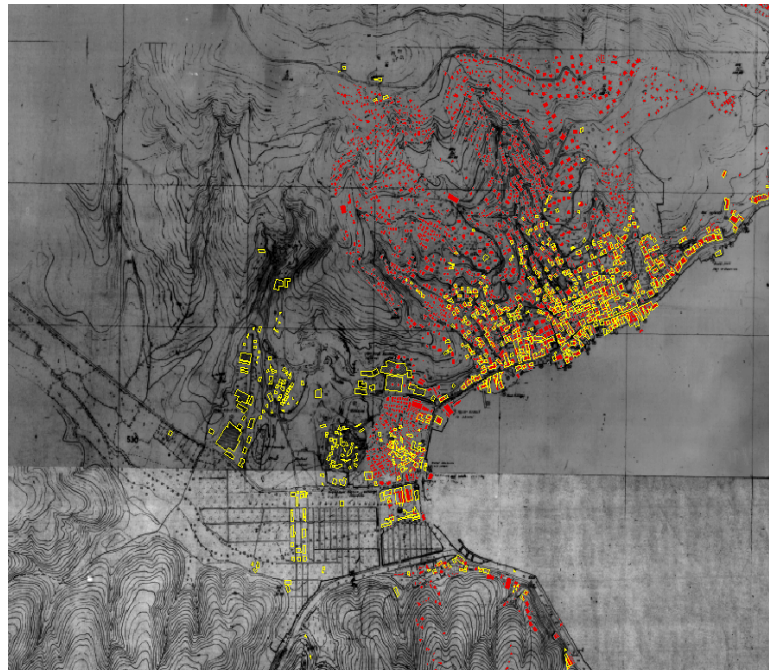


Şekil 5.15 Yeni Yolların ve Konut Alanlarının Landsat 1984 TM Görüntüsüyle Çakıştırılması



Şekil 5.16 Yeni Yolların ve Konut Alanlarının IKONOS 2005 Görüntüsüyle Çakıştırılması

Şekillerde de görüldüğü gibi eski konut alanları sahil kesimine yakın bölgede bulunmaktadır. Eski ve yeni binaların pafta üzerinde çakıştırılmasıyla oluşturulan görüntü şekil 5.16’da verilmiştir. Kırmızı renkliler IKONOS 2005 görüntüsünden, sarı renkliler ise paftadan sayısallaştırılan konut alanlarını göstermektedir.



Şekil 5.17 Sayısallaştırılmış Konut Alanlarının Paftayla Çakıştırılması

IKONOS 2005 görüntüsünden ve paftadan sayısallaştırma sonucu hesaplanan konut alanlarının karşılaştırılması tablo 5.9’da verilmiştir.

Tablo 5.9 Konut Alanlarının Karşılaştırılması

	Konut Alanları (m ²)	Konut Alanları (ha)
1960 Yılı	179720.63	17.97
2005 Yılı	579501.38	57.95
Fark	399780.75	39.98
Değişim	% 223	% 223

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimini saptamaya yönelik çalışmalarda farklı yöntemlerle elde edilmiş, farklı zamanlı ve farklı ölçekteki veri türlerinden yararlanmak mümkündür. Değişim belirlemede, analog veya dijital harita ve şehir planlarından hava fotoğraflarına, ölçme verilerinden uydu görüntülerine kadar geniş bir veri topluluğu kullanılabilir. Bu çok çeşitli ölçekte ve tipte kullanılan veri türlerinin aynı projeksiyon ve koordinat sisteminde tanımlı olması çalışmanın gerçekleştirilmesinde ana koşuldur. Araziye yönelik değişimlerin istatistiksel ve görsel olarak değerlendirilebilmesi tüm verilerin ortak bir sistemde bir araya getirilmesiyle mümkündür. Bu çalışmada 1960 tarihli 1/5000 ölçekli haritaların günümüzde uzay teknolojisi ile elde edilen yüksek mekansal çözünürlükteki uydu görüntüleri ile karşılaştırılmasında şüphesiz ki birçok sorunla karşılaşmıştır. Bu işlem sırasında paftaların kenarlaştırılmasında özellikle konut alanlarının ve eşyükselti eğrilerinin çakıştırılmasında ve kareler ağı üzerindeki koordinatların belirlenmesinde sorunlar yaşanmıştır. Bu sorunların en önemli kaynağı paftalardaki deformasyondur.

Çalışma; iki aşamalı olarak Boğaziçi sit alanı ve özel olarak ise Sarıyer ilçesinin büyük bir bölümünü içine alan bölgelerde yapılmıştır. Boğaziçi sit alanındaki arazi kullanım alanlarının zamana bağlı olarak değişiminin tespiti işlemi için kontrolsüz sınıflandırma işlemi yapılmıştır ve alansal değişimler belirlenmiştir. Daha sonra sınıflandırma işleminin doğruluk analizi yapılmıştır. IKONOS 2005 uydu görüntüsü ile yapılan sınıflandırma işlemi sonucu tatmin edici olmamıştır bunun nedeni görüntünün pansharpen yani multispektral ve pankromatik görüntünün birleştirilmesi ile oluşan yeni bir görüntü olmasıdır. Pansharpen görüntülerde sınıflandırma işleminin daha iyi sonuç vermesi için obje bazlı sınıflandırma tekniği kullanılması literatürde önerilmektedir.

Sınıflandırma işlemi sonucu 21 yıllık zaman içerisinde Boğaziçi sit alanındaki yeşil

alanları ciddi bir biçimde yok olduğu görülmektedir. Aynı sonuçlarla o bölge içerisinde hızlı bir konut alanı artışından söz edilebilir. İstanbul'un doğal ve kültürel güzelliklerini barındıran bu alanda 21 yılda yeşil alanlar % 17 azalırken, konut alanları % 43 gibi çok çarpıcı bir düzeyde artmıştır. Bunun nedeni kanunların uygulamaya geçirilmesindeki sorunlar, yani politik görüşlerdeki tutarsızlıkların, politik çıkar kaygısı ile alınan kararların Boğaziçi'ni korumaya yönelik olamamasıdır. Ne, İstanbul Boğazı özelinde çalışma ve değerlendirme yapmakta olan Boğaziçi İmar Müdürlüğü'nün kurulmuş olması ne de, özel kanunla koruma altına alınmış olması Boğaziçi'nin plan kararlarının teoride kalmış olmasını engelleyememiş ve uygulamada plansız yapılaşma devam etmiştir. Yerel ve genel seçim politikalarındaki çıkarlar kültürel ve tarihi mirasımızın korunmasının önüne geçmiştir.

Özel bölge olarak seçilen alanda ise IKONOS 2005 görüntüsü ve 1960 yılı 1/5000 ölçekli paftalar üzerinden konut alanlarının sayısallaştırılması yapılmıştır. Sayısallaştırma sonucu 45 yıllık dönem içinde oluşan yeni konut alanları saptanmış ve konut alanları hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

Sınıflandırma ve sayısallaştırma işlemleri sonucu açıkça görülmektedir ki Boğaziçi sit alanı içerisinde de özel olarak çalışılan bölge içerisinde de düzensiz konut alanları büyük ölçüde ve hızlı bir şekilde artarken yeşil alanlar hızla azalmaktadır. Ayrıca tüm bölgede 21 yılda olan konut alanı değişimi % 43 iken özel bölgedeki 45 yıllık konut alanı değişimi % 223 seviyesindedir. Bu sonuçla, tüm bölge göz önüne alınırsa, Boğaziçi sit alanının Sarıyer ilçesi kesiminde konut artışı ortalamanın çok üzerinde olduğu görülmektedir. Özel bölge içerisinde orman sınırı, sayısallaştırılan konut alanları ve mahalle sınırları karşılaştırılmasıyla görülmüştür ki, orman alanı içerisinde konut alanları mevcuttur.

Arazi değişimlerinin belirlenmesinde, çalışılan alana ait eski ve güncel verilerin etkileşimli kullanımı gerekebilir. Bu durumda, araziye ait kullanılabilecek nitelikte arşiv verilerin de kazanılması ve kullanılması söz konusu olur. Çünkü eski veriler, arazinin geçmişini tanımlamakta ve günümüze kadar olan gelişim ve değişimlerinin izlenmesinde referans olmaktadır. Bununla birlikte, günümüzde haritalama tekniklerinin değişmesi nedeniyle yüksek doğruluklu haritaların üretilmesi mümkün olmaktadır. Çalışmada kullanılan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü arazi kullanımının haritalanmasında yüksek doğruluklu veri kaynağı olmuştur.

Sonuç olarak, sürdürülebilirliği sağlamaya yönelik optimum gelişmeler için, değişimleri tahmin etmek amaçlı aletlere ihtiyaç duyulmaktadır ve gelişme fırsatları için yeni teknolojiler kullanılarak faaliyet şemaları tasarlanmak zorundadır. Böyle bir denetleme sistemi CBS ve uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak kurulabilmektedir. Böylece karar vericilerin geliştirdiği ve faaliyet planını aldığı etkili bir alet elde edilmiş olacaktır. Bu aletler, doğal kaynakları korumak için zamana dayalı programları tasarlama ve uygulama işlemi olan yeni planları vermektedir. Sürdürülebilir çevre amaçlı bir faaliyet planının kurulması için, alanların uzaysal veritabanı toplanmış olmalıdır. Çalışma bölgesine ait eski ve yeni verilerin birbirleriyle entegrasyonu sağlanarak arazi kullanım ve arazi örtüsü değişimlerinin zamansal olarak saptanması mümkündür. Değişimin saptanması için, küçük alansal bölgeler dikkate alındığında, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsünden yapılan sayısallaştırma işlemi yüksek doğruluk sağlamaktadır. Çünkü yüksek çözünürlüklü uydu verisinden bölge hakkında detaylı bilgi alınabilmektedir. Farklı zamanlarda elde edilmiş görüntülerden bölgedeki arazi örtüsü ve arazi kullanım alanlarındaki değişimler tespit edilebilmektedir. Bu saptanan değişimler bölgeye yapılacak planlama çalışmaları için ışık tutacaktır.

6.2. Öneriler

Karar destek sistemleri, çevresel denetleme ve koruma için sistematik bilgi sistemleriyle birlikte, doğal faaliyetler ve insan faaliyetleri için veri toplanması, depolanması, yeniden elde edilmesine yönelik bir sisteme sahip olan modelle entegre edilmek zorundadır. Bu izleme sistemleri, aynı zamanda şu anki ekosistemi korumak ve sürdürmek için ekolojik, fiziksel ve sosyokültürel projeler sağlamaktadır. İzleme sistemlerinin başarılı uygulamalarının üç temel bileşeni vardır. Bunlar, organizasyon, teknoloji, kurum (society) ve faaliyetlerdir.

Sürekli ve dinamik bir faaliyet planına sahip olmak için, şunlar gereklidir:

- 1. Entegre edilmiş arazi kullanım ve tasarım stratejisi :** Arazi yönetim politikaları ve arazi kullanım değerlendirmesi, var olan kaynakların saptanması ve uzun süreli bölgesel stratejik planların uygulanması sürdürülebilir gelişmeyi amaçlayarak bir altyapı uyumuna dayanmaktadır.
- 2. Politik ve kullanışlı uygulamalar:** Çevresel faaliyet planını uygulama için lokal yönetimleri destekleyerek, yaygın otorite alanlarına sahip kurumlar

arasında özel yönetim türünün kurulması ve yaygın amaçları gerçekleştirmek için organizasyonların entegrasyonu

3. Bilimsel bilginin sağlanması ve bilimsel araştırmaların desteklenmesi.

Sonuçlar ışığında Boğaziçi sit alanında yeşil alanların azaldığı ve konut alanlarının hızlı bir şekilde arttığı söylenebilir. Doğal ve tarihî değerleriyle özel önem taşıyan Boğaziçi sit alanında yeşil alanlar önem taşıdığı için planlama çalışmalarında bunun üzerinde durulmalıdır. Bu öneme bağlı olarak;

1. Orman sınırı içerisinde bulunan konut alanları o bölgeden tasfiye edilmeli ayrıca bu yerleri yeşil alana dönüştürülmelidir.
2. Boğaziçi'ndeki yeşil alanların yoğunluğunu arttırmak için yapılması gereken, düzensiz konut alanlarını, önce Boğaziçi sit alanından tasfiye etmek, sonra da bu yerleri yeşil alana dönüştürmektir
3. Boğaziçi Alanı'nın tek merkezden ve bütüncül olarak yönetilmesi için kurulan örgüt, bölge hakkında yapılacak planlama ve uygulama çalışmalarını doğal, kültürel ve bilimsel temeller ışığında hazırlamalıdır.
4. Boğaziçi gibi özel öneme sahip alanın denetlenmesinde farklı yöntemler kullanılmalıdır. Boğaziçi alanındaki her türlü inşaat faaliyeti, elde bulunan yüksek teknolojik aygıtlarla aralıklarla izlenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] **Örmeci, C., Dülger Türkoğlu H. ve Göksel, Ç.**, 1996. Uzaktan Algılama Yöntemi Kullanılarak İstanbul Boğaziçi'nde Arazi Kullanımındaki Değişimin Analizi, *İstanbul 2020 Sempozyumu*, İTÜ, Nisan, s. 265-273.
- [2] <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca>
- [3] [http:// www.ahmetyildiz.net](http://www.ahmetyildiz.net)
- [4] **Örmeci, C.**, 1987. Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), İ.T.Ü. Matbaası, İstanbul.
- [5] **Sabins, F.**, 1996. Remote Sensing: Principles and Interpretation, W. H. Freeman&Co., New York.
- [6] **Mather, P. M.**, 1993. Computer Processing of Remotely Sensed Images, Prentice Hall, USA.
- [7] <http://jeodezi.karaelmas.edu.tr>
- [8] **ITC Educational Textbooks**, 2000. Principle of Remote Sensing and GIS, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences.
- [9] **Gibson, P. J., Power, C.**, 2000. Introductory Remote Sensing, Digital Image Processing, Taylor and Francis, London.
- [10] **Özkan, C.**, 1998. Uzaktan Algılama Verileri ile Orman Yangını Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [11] **Ekercin, S.**, 2000. Meriç Nehri Kıyı Çizgisi ve Deltasının Uydu Verileri Yardımı ile İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [12] http://www.gislab.ktu.edu.tr/yayinlar/tez_selcuk/14tanım.pdf
- [13] http://jeodezi.karaelmas.edu.tr/linkler/egitim/dersler/jdf420_4.pdf

- [14] atlas.cc.itu.edu.tr/~turkoglu/documanlar/documanlar/COURSE_Uzaktan_Algilama.pdf
- [15] **İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2007 – 2011 Stratejik Planı**
www1.ibb.gov.tr/IBB/DocLib/pdf/stratejikplan/stratejikplan2.pdf
- [16] **Selçuk, Z. F. ve Gülersoy, N. Z.**, 2004. Boğaziçi'nin ekolojik peyzaj planlaması için bir değerlendirme yöntemi, *İTÜ Dergisi*, **1**, 89-102.
- [17] <http://www.neodc.rl.ac.uk/tutorials/rstutorial/1-4.JPG> tm
- [18] **Vural, E.**, 2006. Vector Data Extraction From High Resolution Satellite Image, *Graduation Project*, I.T.U. Civil Engineering Faculty, İstanbul.
- [19] <http://landsat.gsfc.nasa.gov/education/compositor/>
- [20] <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/tm.html>
- [21] <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/etm+.html>
- [22] <http://www.nik.com.tr/new/yazilimler/pdf/bolum3.pdf>
- [23] yonetim.istanbul.gov.tr/Portals/VilayetKonagi/docs/mahalliidare/kanun/2960.doc
- [24] <http://www.satimagingcorp.com/gallery-ikonos.html>
- [25] **Bektaş, F.**, 2003. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Entegrasyonu Gökçeada ve Bozcaada Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [26] **Xiao, J. ve diğerleri**, 2006. Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing, *Landscape and Urban Planning*, **75**, 69-80.
- [27] **Brandt, J.E.E. ve diğerleri**, 2002. General principles of monitoring land cover change based on two case studies in Britain and Denmark, *Landscape and Urban Planning*, **62**, 37-51.
- [28] **Martinuzzi S., Gould W. A., Ramos G. O. M.**, 2007. Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census data, *Landscape and Urban Planning*, **79**, 288-297.
- [29] <http://report.tuik.gov.tr>

[30] <http://www.kenthaber.com/IlceDetay.aspx?ID=459>

EKLER

EK-A : BOĞAZİÇİ KANUNU

BİRİNCİ KISIM

Genel Hükümler

BİRİNCİ BÖLÜM

Amaç, Tanımlar

Amaç:

Madde 1 - Bu Kanunun amacı; İstanbul Boğaziçi Alanının kültürel ve tarihi değerlerini ve doğal güzelliklerini kamu yararı gözetilerek korumak ve geliştirmek ve bu alandaki nüfus yoğunluğunu artıracak yapılanmayı sınırlamak için uygulanacak imar mevzuatını belirlemek ve düzenlemektir.

Tanımlar:

Madde 2 - Bu Kanunda kullanılan bazı terimlerin tanımları aşağıda gösterilmiştir.

- a) Boğaziçi Alanı; Boğaziçi kıyı ve sahil şeridinden, öngörünüm bölgesinden, geri görünüm bölgesinden ve etkilenme bölgelerinden oluşan ve sınırları ve koordinatları bu Kanuna ekli krokide işaretli ve 22/7/1983 onay tarihli nazım planda gösterilen alandır.
- b) Boğaziçi sahil şeridi; Boğaziçi kıyı kenar çizgisi ile 22/7/1983 tarihli 1/5000 ölçekli nazım planında gösterilen hat arasında kalan bölgedir.
- c) Öngörünüm bölgesi; Boğaziçi sahil şeridine bitişik olan ve 22/7/1983 tarihli 1/1000 ölçekli imar uygulama planında gösterilen bölgedir.
- d) Geri görünüm bölgesi; öngörünüm bölgesine bitişik olan ve 22/7/1983 tarihli 1/5000 ölçekli nazım planında gösterilen coğrafi bölgedir.

e) Etkilenme bölgesi; öngörünüm ve geri görünüm bölgeleri dışında 22/7/1983 tarihli ve 1/5000 ölçekli nazım planında gösterilen ve Boğaziçi sahil şeridi, öngörünüm ve geri görünüm bölgelerinden etkilenen bölgedir.

(1) 24/2/1984 tarih ve 2981 sayılı, "İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanunun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkındaki Kanunun" 23/a maddesi ile, 16/3/1983 tarih ve 2805 sayılı Kanun yürürlükten kaldırılmış; aynı kanunun 22 nci maddesinin (a) bendi hükmü ile de "Boğaziçi Kanunundaki 16/3/1983 tarih ve 2805 sayılı Kanunla ilgili hükümler yerine mezkûr 2981 sayılı kanun hükümlerinin uygulanacağı" belirtilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

Genel Esaslar, Orman Alanları, Yeşil Sahalar

Genel esaslar:

Madde 3 - Boğaziçi Alanının korunması ve geliştirilmesinde ve imar mevzuatının uygulanmasında aşağıdaki hususlar esas alınır.

a) Boğaziçi Alanında yeralan kültürel ve tarihi değerler ve doğal güzellikler muhafaza edilir ve doğal yapı korunur.

b) Boğaziçi Alanı bu Kanunun amaçlarına uygun olarak ve doğal ve tarihi çevreye uyumu gözetilerek güzelleştirilir ve geliştirilir.

c) Boğaziçi Alanında tarihi ve milli kültürümüze dayanan yaşamın yeniden canlandırılması, mesire yerlerinin geliştirilmesi ve gezinti alışkanlıklarının sürdürülmesi teşvik edilir.

d) Boğaziçi Alanındaki kültür ve tabiat varlıklarının onarımına öncelik verilir.

e) Boğaziçi Alanındaki yapılar bu Kanun hükümlerine ve imar planları esaslarına göre yapılır, aykırı olanlar derhal yıkılır veya yıktırılır.

f) (Değişik: 3/5/1985-3194/47 md.) Boğaziçi alanında mevcut planda nüfus ve yapı yoğunluğu göz önüne alınmak kaydı ile plan değişikliği yapılabilir.

g) (İptal: Ana. Mah; 11/12/1986 tarih ve E. 1985/11, K. 1986/29 sayılı Kararı ile.)

h) Boğaziçi sahil şeridi ve öngörünüm bölgesinde turizm ve rekreasyon amacı ile ayrılan alanlara toplumun yararlanmasına ayrılan yapı yapılır ve bu husus tapu

sicillerine işlenir. Toplumun yararlanmasına ayrılan bu yapılar amaç dışı kullanılamaz.

i) Boğaziçi Alanında kıyılar ancak kamu yararına kullanılır.

j) Boğaziçi sahil şeridinde ancak toplumun yararlanacağı dinlenme, gezinti ve turizm tesisleri imar planlarına uygun olmak şartı ile yapılabilir.

k) Boğaziçi Alanında kıyıda ve sahil şeridinde boş alanlar veya boşaltılacak sahalar "j" fıkrasındaki esaslara göre değerlendirilir.

l) Boğaziçi Alanında kömür ve akaryakıt depoları, tersaneler ve sanayi tesisleri kurulamaz.

m) Boğaziçi su yolunda hurda gemi ve benzeri araçlar bırakılamaz.

n) Boğaziçi Alanında imar planlarında parseller için belirlenen kullanım kararları tapu sicillerine işlenir.

o) Boğaziçi Alanında kamu hizmet ve tesislerine ayrılan alanlarda geçici inşaat müsaadesi verilmez. Ancak; Boğaziçi ön görünüm, geri görünüm ve etkilenme bölgelerinde kamu hizmet ve tesislerine ayrılan alanlarda 40 m²'yi geçemeyen bekçi kulübesi, büfe, çay ocağı gibi yapılara imar uygulama programı uygulanana kadar Boğaziçi İmar İdare Heyetince müsaade edilir.

Orman alanları:

Madde 4 - Boğaziçi Alanı sınırları içinde Devlet ormanı statüsüne alınacak yerler, Boğaziçi İmar Yüksek Koordinasyon Kurulunca kararlaştırılır ve kamu kurum ve kuruluşlarına ait olanlar bedelsiz olarak Hazineye devredilir. Özel mülkiyete ait olanlar ise Tarım ve Orman Bakanlığınca kamulaştırılır.

Devlet ormanı statüsüne alınan bu yerler, Tarım ve Orman Bakanlığınca hazırlanacak proje ve programa göre Boğaziçi Alanının doğal yapısına uygun olarak düzenlenir, ağaçlandırılır parklar ve mesire yerleri yapılır ve bunların bakımı, işletilmesi ve muhafazası sağlanır.

Devlet ormanı statüsüne alınan bu yerlerde 6831 sayılı Orman Kanununun 2 nci maddesi uygulaması yapılamaz.

Boğaziçi Alanı içindeki ormanlarda intifa ve irtifak hakkı tesis edilemez. Ancak bu Kanunun amacına uygun intifa ve irtifak hakkı, Boğaziçi İmar İdare Heyetinin teklifi üzerine ilgili bakanlıklarca tesis edilebilir.

Yeşil alanlar:

Madde 5 - Boğaziçi Alanında orman sayılmayan kamu kurum ve kuruluşlarına veya özel mülkiyete ait koru, koruya katılacak alan, çayır, mesire yeri, bostan ve benzeri alanlar yeşil alan sayılır ve bitki varlıkları geliştirilerek muhafaza edilir. Bu alanlardaki ağaç varlıklarının yok edilmesi veya tahrip edilmesi yasaktır. Yeşil alan sayılan yerlerde mahalli mahsullerin yetiştirilmesine devam edilir. İmar planında yeşil alan olarak belirlenen arsaların ağaçlandırılması için gerekli tedbirler Boğaziçi İmar Müdürlüğü'nce alınır. Boğaziçi Alanındaki yabancı ülke temsilciliklerine ait koruların bu nitelikleri korunur [23].

ÖZGEÇMİŞ

29 Eylül 1983 tarihinde Antalya’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya’da tamamladıktan sonra 2001 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği bölümüne girmeye hak kazandı. 2005 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra 2005–2006 bahar yarıyılı başlangıcında İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği programında yüksek lisans öğrenimine başladı.