

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İSTANBUL SARIYER İLÇESİNE AİT UZAKTAN  
ALGILAMA UYDU VERİLERİ İLE MEKANSAL  
VERİ ANALİZLERİ**

**Hakan ÇELİK**

**Prof.Dr. Hülya YILDIRIM**  
**Doç.Dr. H.Gonca COŞKUN**

**Temmuz, 2006**

**ÇANAKKALE**

**İSTANBUL SARIYER İLÇESİNE AİT UZAKTAN  
ALGILAMA UYDU VERİLERİ İLE MEKANSAL  
VERİ ANALİZLERİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı**

**Hakan ÇELİK**

**Danışmanlar:**

**Prof.Dr. Hülya YILDIRIM  
Doç.Dr. H.Gonca COŞKUN**

**Temmuz, 2006**

**ÇANAKKALE**

## YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

**Hakan ÇELİK** tarafından, **Prof.Dr.Hülya YILDIRIM** ve **Doç.Dr. H.Gonca COŞKUN** yönetiminde hazırlanan “**İstanbul Sarıyer İlçesine ait Uzaktan Algılama Uydu Verileri ile Mekansal Veri Analizleri**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Hülya YILDIRIM

Yönetici

Doç.Dr. H.Gonca COŞKUN

Eş-Yönetici

Prof.Dr. M.Emin ÖZEL

Jüri Üyesi

Doç.Dr. M.Ali SALAHLI

Jüri Üyesi

Doç.Dr.İsmail TARHAN

Jüri Üyesi

Prof.Dr. M.Emin ÖZEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Öncelikle “Uzaktan Algılama” bilimi alanında çok büyük emekleri ve birikimi olan ve bana bu konuda yaptığım tez çalışmasında destek olan, tez danışmanım Prof. Dr.Hülya YILDIRIM’a çok teşekkür ederim. Ayrıca, İ.T.Ü. ‘nden eş danışmanım olmayı kabul ederek, daima büyük bir anlayış, sabır ve öngörüyle çalışmalarında bana doğru yön vermesinden , çalışma için gerekli olan her türlü bilgi ve materyali sağlamakta gösterdiği titizlikten ve verdiği diğer maddi ve manevi destekten dolayı Doç.Dr.Gonca COŞKUN’ a çok teşekkür ediyorum. Ç.O.M.Ü. Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı Öğretim üyelerinden Doç.Dr. M.Ali SALAHLI’ya hem Yüksek Lisans ders periyodunda hem de sonrasında gösterdiği yakın ilgi ve destekten dolayı teşekkür ederim.

Ç.O.M.Ü.’ ndeki her türlü çalışmalarında bana her türlü maddi ve manevi desteği her zaman fazlasıyla vermiş olan değerli arkadaşım Fizik Bölümü Öğretim Görevlisi Doç.Dr. İhsan YILMAZ’ a da teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tezin yazım aşamasında, İ.T.Ü.’ nde yaptığım çalışmalar sırasında bana büyük destek olan ve her zaman birlikte bir ekip ruhu içinde çalışmaktan büyük memnuniyet duyduğum İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, Uzaktan Algılama Ana Bilim Dalı öğrencileri başta Uğur ALGANCI olmak üzere, Duygu TUNÇ, Gökçe USTA ve Cihan TENGİZ’ e de teşekkür ederim.

Benim bu günlere gelmemde tartışmasız en büyük rolü oynayan, Annem Semiha ÇELİK, babam Veli ÇELİK, ve bana her zaman destek olan ağabeylerim Oktay ve Naci ÇELİK’ e teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimimin her aşamasında, uzun çalışma dönemlerimde bana büyük anlayış gösteren, zor günlerimde yanımda olan, bana her alanda destek olup her türlü sıkıntıma ortak olan sevgili eşim Ayşegül Funda ÇELİK ve sevgili kızım Göksu ÇELİK’e de en içten teşekkürlerimi iletiyorum.

Hakan ÇELİK

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### KISALTMALAR

<b>ASTER</b>	: Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection(Gelişmiş Uzay Kökenli Termal Emisyon ve Yansıma)
<b>AVHRR</b>	: Advanced Very High Resolution Radiometer (Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre)
<b>CAD</b>	: Computer Aid Design (Bilgisayar Destekli Tasarım)
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>ÇOMÜ</b>	: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
<b>DMİGM</b>	: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
<b>DİE</b>	: Devlet İstatistik Enstitüsü
<b>DPT</b>	: Devlet Planlama Teşkilatı
<b>ESRI</b>	: Environmental Systems Research Institute (Çevresel Sistem Araştırmaları Enstitüsü)
<b>GIS</b>	: Geographical Information Systems (Coğrafi Bilgi Sistemleri)
<b>GOES</b>	: Geostationary Operational Enviromenta Satellite (Sabit Kullanıma HazırÇevresel Uydu)
<b>GPS</b>	: Global Positioning System (Küresel Konumlanma Sistemi)
<b>HGK</b>	: Harita Genel Komutanlığı
<b>IR</b>	: Infrared
<b>IRS</b>	: Indian Remote Sensing
<b>ISODATA</b>	: Iterative Self-Organizing Data Analysis
<b>İ.T.Ü.</b>	: İstanbul Teknik Üniversitesi

<b>MAM</b>	: Marmara Araştırma Merkezi
<b>MSS</b>	: Multispectral Scanner (Çok Bantlı Tarayıcı)
<b>MWIR</b>	: Middle Wave InfraRed (Orta Dalga Kızılötesi)
<b>NAVSTAR</b>	: Navigation System Time and Ranging (Sefer Sistem Saati ve Menzili)
<b>PAN</b>	: Panchromatic (Pankromatik -tek renk)
<b>RMS</b>	: Karesel Ortalama Hata
<b>TAGEM</b>	: Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü
<b>TEAŞ</b>	: Türkiye Elektrik İletim Üretim A.Ş.
<b>TIR</b>	: Thermal InfraRed (Isıl Kızılötesi)
<b>TM</b>	: Thematic Mapper
<b>UV</b>	: Ultra Viole (Mor Ötesi)
<b>VL</b>	: Visible Light (Görünür Işık)
<b>UTM</b>	: Universal Transverse Mercator
<b>VNIR</b>	: Very Near InfraRed (Çok Yakın Kızılötesi)

### **SİMGELER**

cm- santimetre

dk- dekar

Hz- Hertz

Km- kilometre

m- metre

nm-nanometre

µm- mikrometre

## ÖZET

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

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

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

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

Bu çalışmada değişik yıllara ait değişik çözünürlükteki uydu görüntüleri üzerinde sayısal görüntü işleme teknikleri adım adım uygulanarak Sarıyer kent dokusunun incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada İ.T.Ü’nden sağlanan 1 İKONOS, 1 IRS, 2 LANDSAT raster uydu görüntüsü; Sarıyer ilçesine ait mahalleler, parseller ve araziler vektörel bilgileri ile “ERDAS IMAGINE 8.6” yazılımı kullanılmıştır. Bu materyaldan faydalanılarak Sarıyer kent dokusu incelenmiş, bu inceleme Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre edilerek, çeşitli veri katmanları elde edilmiş, çeşitli yıllar arasındaki değişim analizleri yapılmış ve gelecekte Sarıyer ilçesi ile ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutacak önemli istatistiksel bilgilere ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan algılama, uydu görüntüleri, sayısal görüntü işleme teknikleri, kent dokusu, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sarıyer ilçesi.

## ABSTRACT

Remote sensing is recording, monitoring and researching technic on the earth's surface and resources without making any physical connection with them.

On the other hand; remote sensing is defined as the technic of recording and investigating the properties of the substances from the air and space by means of electromagnetic emission between ultra-violet and micro-wave rays.

Basis of the economical development of the countries depends on the use of the natural resources in a most sustainable and productive manner. While developed countries are able to use their resources in this way; developing countries, in general, are still in lack of the sufficient knowledge and monitoring technologies about the quality and quantity of their natural resources. So, as a result of insufficient mapping of the natural resources; complete and well-established data sets about the land and water resources, distribution of cultivated lands and forests, grasslands and mines are not available in developing and under-developed countries.

A considerable part of the natural environment has a dynamic character, therefore, it requires frequent monitoring and follow-ups and one should not be content with single or few determinations. For this purpose, we can make use of modern aviation and space technology. Images taken from air and space can be evaluated with methods generally summarised as "Remote Sensing" and "Image Processing".

In this study, analysis of the provincial structure of Sariyer/Istanbul is aimed by implementing the digital images and their processing step by step well-established methods. The satellite images used, usually belong to the different years and of different resolutions. During present study one IKONOS, one IRS, two LANDSAT raster satellite images and the vector data of wards, parcels, fields from Sariyer Province are used and processed by ERDAS IMAGINE software. The images, relevant data and software were all provided by Istanbul Technical University (I.T.U.) Civil Engineering Faculty, Department of Remote Sensing. By making use of these material, initially, provincial boundaries has been established and then this analysis is integrated with an Geographical Information System(G.I.S.). Several data layers have been constituted and finally a difference analysis among different years



has been performed. As a result, important statistical results have been obtained, which will illuminate the future development and landcover-landuse studies in the Saryer Province.

**Key Words:** Remote sensing, satellite images, digital image processing technics, provincial structure, Geographical Information System, Saryer Province.

# İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	iv
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	vii
<b>BÖLÜM 1-GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2- UZAKTAN ALGILAMA VE İLGİLİ TEKNOLOJİLER.....</b>	<b>4</b>
2.1. Uzaktan Algılamada Temel İşlevler Ve İşlemler.....	4
2.2. Elektromanyetik Enerji.....	5
2.2.1. Elektromanyetik Spektrum.....	6
2.2.2. Atmosferde Etkileşim.....	7
2.2.3. Cisim – Işınım Etkileşimleri.....	8
2.2.3.1. Bitki – Işınım Etkileşimleri.....	8
2.2.3.2. Zemin – Işınım Etkileşimleri.....	9
2.2.3.3. Su – Işınım Etkileşimleri.....	10
2.3. Veri Kayıt Yöntemleri ve Algılayıcılar.....	10
2.3.1. Uzaktan Algılamada Görüntü.....	10
2.3.1.1. Sayısal Görüntü.....	10
2.3.1.2. Çok Katmanlı Görüntü.....	11
2.3.2. Çözünürlük.....	12
2.3.2.1. Spektral Çözünürlük.....	12
2.3.2.2. Uzaysal Çözünürlük.....	12
2.3.2.2. Radyometrik Çözünürlük.....	13
2.3.2.3. Zamansal Çözünürlük.....	14
2.3.3. Algılama Sistemleri.....	14
2.3.3.1. IRS Uydu Sistemleri.....	14
2.3.3.2. LANDSAT Uydu Sistemleri.....	16
2.3.3.3. SPOT Uydu Sistemleri.....	17

2.3.3.4. Diğer Uydu Sistemleri.....	19
2.4. Uzaktan Algılamada Görüntü İşleme.....	22
2.4.1. Görüntü Düzeltme.....	24
2.4.1.1. Radyometrik Düzeltme.....	24
2.4.1.2. Geometrik Düzeltme.....	26
2.4.2. Görüntü Zenginleştirme.....	34
2.4.2.1. Spektral Zenginleştirme.....	34
2.4.2.2. Uzaysal Zenginleştirme .....	36
2.4.3. Görüntü Sınıflandırma ve Analizi.....	37
2.4.3.1 Kontrolsüz Sınıflandırma.....	39
2.4.3.2 Kontrollü Sınıflandırma.....	43
2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	44
2.5.1. CBS'nin Tanımı.....	44
2.5.2. CBS'nin Gelişimi.....	45
2.5.3. CBS'nin Temel Bileşenleri.....	47
2.6. Küresel Konumlama Sistemi.....	50
2.7. Türkiye'deki ve Dünyadaki Çalışmalar.....	51
<b>BÖLÜM 3- MATERYAL VE METOD.....</b>	<b>65</b>
3.1. Çalışmanın Amacı .....	65
3.2. Çalışma Alanı ve Konumu Hakkında Genel Bilgiler.....	65
3.3. Çalışmada Kullanılan Uzaktan Algılama Görüntüleri ve Diğer Veriler.....	68
3.4. Kullanılan Yöntemler.....	69
<b>BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI.....</b>	<b>71</b>
4.1. Verilerin Belirlenmesi, Temini ve İşlenmesi.....	71
4.2. Uygulama.....	72
4.2.1. Mozaik görüntü elde edilmesi.....	72
4.2.2. Renk Dengelemesi .....	77
4.2.3. Geometrik Düzeltme .....	79
4.2.4. Görüntü Zenginleştirme .....	83
4.2.5. Görüntü Sınıflandırma .....	91

4.2.6. Kent Dokusu Hakkında Veri Katmanları Oluşturulması.....	101
4.2.7. Yıllara Göre Değişim Analizlerinin Yapılması .....	110
<b>BÖLÜM 5- SONUÇ VE TARTIŞMA.....</b>	<b>117</b>
<b>Kaynaklar.....</b>	<b>I</b>
<b>Ekler.....</b>	<b>IV</b>
<b>Çizelgeler.....</b>	<b>XXXVI</b>
<b>Şekiller.....</b>	<b>XXXVII</b>
<b>Yaşam yks.....</b>	<b>XLI V</b>

## BÖLÜM 1-GİRİŞ

Yirminci yüzyılın bilimsel ve teknolojik düzeyine bağlı olarak geliştirilen yeni yöntemden birisi de Uzaktan Algılama ile Coğrafi Bilgi Sistemleridir. Bu yöntem son yıllarda, insanlığın su, hava, toprak üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesi, yeryüzünün doğal ve kültürel kaynaklarının özelliklerinin saptanması ve bu kaynaklardaki olumlu veya olumsuz yöndeki değişimlerin sürekli olarak izlenmesinde büyük bir önem kazanmıştır. Söz konusu teknolojilerin kullanımı ile ulusal ve uluslararası düzeylerde ve hemen her konuda elde edilen bilgi ve verilerin hızla analiz edilmesi ile çevre dostu ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini gözetten fiziksel, sosyal, ekonomik ve hatta politik kararların alınması mümkün olabilmektedir.

Uzaktan algılama, belli uzaklıktaki bir hedeften elde edilen verilerin analizi yoluyla, o hedef hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir teknolojidir. Teknoloji bir bölgedeki hedefler-nesnelere veya olağanüstülükleri tespit etme; belli araçlar yoluyla veri edinme; ve yine bazı gereçlerle bilginin analizi olmak üzere üç kısımdan oluşur. Bu tanım oldukça geniştir; insan gözünün görüş sistemi, deniz tabanının sonarla taranması, tıp bilimlerinde kullanılan ultrason ve x-ışınları, atmosferik partiküllerin lazer kontrolü, hepsi bu tanımın içindedir. Hedef, dünya, ay ve diğer gezegenler kadar büyük, ya da sadece mikroskoplarla görülebilen biyolojik yapılar ve hücreler kadar küçük olabilir.

1960'lı yıllarda başlayan uzaya araç gönderme projeleri ile birlikte, uzaydan yeryüzünün ve diğer gezegenlerin görüntülerinin alınmasına başlanılmıştır. Bugüne kadar birçok insanlı ya da insansız uzay aracından, yeryüzünün çeşitli özelliklerde görüntüleri elde edilmiş, bunlar harita üretimlerinde ve planlama, uygulama ve değerlendirme çalışmalarında kullanılmış ve giderek artan bir yoğunlukta kullanılmaya devam edilmektedir.

İçinde bulunduğumuz bilgi çağında, uzaktan algılama, birçok alanda ve bu arada haritacılıkta giderek artan bir önem kazanmaktadır. Birçok ülke ortak projeler yürütmektedir ve daha yüksek çözünürlüklü uzay görüntüleri elde edebilme çabasındadırlar. Geniş anlamı ile yeryüzünün kara ve su kaynaklarının değerlendirilmesi

ve haritalanması demek olan geomatik, uzaktan algılamanın önemli bir araç olarak görüldüğü çalışmaların genel adıdır ve doğal kaynaklar ve çevresel çalışmaların vazgeçilmez bir bileşenidir. İnsanoğlu, nesnelerin çeşitleri, nitelik ve miktarları, onların uzayda ve zaman içindeki dağılımları, onların uzaysal ve dünyasal ilişkileri vs. ile ilgilenir. Bunun için gözlem ve veriler gereklidir. Uzaktan algılamada veri elde etme, uçaklar, uydular, balonlar, roketler, uzay mekikleri, vs. gibi platformlar üzerinde gerçekleştirilebilir. Veri toplamak için bu platformların üzerinde, içinde veya gövdesinde, algılayıcılar kullanılır. Bu algılayıcılar, fotoğraf kameraları ve radyometreler, elektro-optik kameralar, radar sistemleri gibi fotoğrafik olmayan cihazları içerir.

Elektromanyetik enerji, hedef nesne tarafından yansıtılır, iletilir veya yayılır ve algılayıcı tarafından kaydedilir. Enerji, dünya atmosferi ortamı boyunca hareket ettiğinden, hedef ve algılayıcı arasındaki sinyalin farklılık göstereceği nitelenmektedir.

Görüntü verisi elde edildiğinde, görüntüleri yorumlamak ve analiz etmek için yöntemlere ihtiyacımız vardır. Uzaktan algılamadan ne tür bilgilerin beklendiği bilinerek, istenen bilgiyi elde etmek için kullanılacak yöntemler belirlenir.

Uzaktan algılamanın ana kullanım amaçlarından biri görüş yeteneğimizi artırmaktır. Ek olarak, uzaktan algılama hafızamızı geliştirebilir; çünkü beyinlerimiz gördüklerimiz hakkındaki ayrıntıların her bir parçasını hatırlayamaz. Uzaktan algılama görüntüleri ile hafızalarımızı tazelemekten çok daha fazla şeyler yapabiliriz ki, bu geleneksel fotoğrafçılığın başlıca bir hedefidir. Bizler, uzaktan algılanmış görüntülerden nesnelerin uzaysal boyutlarını ölçmek ve haritalamak isteriz. Daha da ötesi, uzaktan algılanmış görüntüleri dünya yüzeyindeki olağanüstülüklerin dinamiklerini gözlemlemek için kullanırız. Bunlar; bitkilenme ve çevresel kalitenin kuvvetini ve baskılanmasını gözlemlemek; değişik nesnelerin sıcaklıklarını ölçmek; yangın, sel, volkan, deprem v.s. nin sebep olduğu felaketli bölgeleri taramak ve tanımlamak; bir ormanın biyokimyasal bileşenleri, sudaki balık sürülerinin miktarı, tarımsal sistemlerin ürün üretimi, su havzalarının su rezervi ve fazlalıkları, kırsal ve şehirleşmiş

bölgelerdeki nüfus ve yabancı hayat türlerinin miktar ve yaşama şartları gibi değişik bileşenlerin kütlelerini hesaplamak konularını içerir.

Yukarıdaki bilgiler ışığında, bu çalışmada; uydu verileri ve vektörel veriler yardımıyla İstanbul İli Sarıyer İlçesi kentsel dokusunun incelenmesi hedef alınmıştır. Çalışma beş bölüm halinde sunulmuştur:

Birinci Bölümde; uzaktan algılama bilimine bir giriş yapılmıştır.

İkinci Bölümde; “uzaktan algılama ve ilgili teknolojiler” başlığı altında; uzaktan algılamada temel işlevler ve işlemler, elektromanyetik enerji, veri kayıt yöntemleri ve algılayıcılar, uzaktan algılamada görüntü işleme, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Türkiye’deki ve Dünyadaki Çalışmalar ve Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System-GPS) anlatılmıştır.

Üçüncü Bölümde; “materyal ve metod” başlığı altında; çalışma alanı ve konumu hakkında elde edilen genel bilgiler, çalışmada kullanılan uzaktan algılama görüntüleri ve diğer veriler ile kullanılan metodlar ortaya konmuştur.

Dördüncü Bölümde; “araştırma bulguları” başlığı altında; veriler belirlenmiş, uygulamada ise Sarıyer İlçesine ait uydu görüntüleri ve vektörel veriler üzerinde görüntü işleme teknikleri kullanılarak, Sarıyer İlçesinin kent dokusunun incelenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır..

Beşinci bölümde ise ; uygulama sonucunda elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi ve tartışması yapılmış olup önerilere yer verilmiştir.

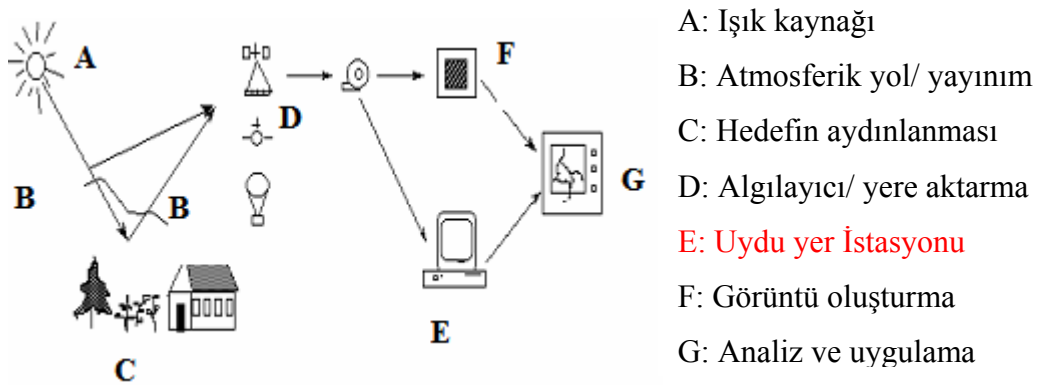
## BÖLÜM 2- UZAKTAN ALGILAMA VE İLGİLİ TEKNOLOJİLER

Uzaktan algılama, yer yüzeyine fiziksel bir temas olmaksızın cisimlerin gözlenmesi ve ölçülmesi yoluyla bilgi sağlama tekniği olarak tanımlanır. Bu bilgi; yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydı ve analizi sonucunda elde edilmektedir.

Uçaklarla alınan yeryüzü fotoğraflarına verilen isim olan “hava fotoğrafları” uzaktan algılamanın başlangıcını oluştururlar. Fotoğraflarla birlikte ortaya çıkan bu yol, günümüzde de kameralar ve algılayıcıları ile donatılmış uçaklar, insansız hava araçları ile sürdürülmektedir. Ancak, teknolojiyi görkemli ve yaygın hale getiren, yapılan uyduların platform olarak kullanılması olmuştur. Günümüzün gelişmiş kameraları ve algılayıcıları görüntüyü; elektromanyetik tayfın morötesi, görünen ve kızılötesi bölgelerinde, yeryüzünden bu dalga boylarında yansıyan ve yayılan enerjiyi kaydederek oluştururlar(Şahin,2005). (Uzaktan algılamanın ayrıntılı bir tarihsel gelişimi EK-1’de verilmiştir.)

### 2.1. Uzaktan Algılamada Temel İşlevler ve İşlemler

Uzaktan algılama işlemleri, hedef ve gelen ışınlarla kamera-kayıt sistemi arasındaki etkileşimlere de bağlı olarak, Şekil 2.1’de gösterilen elemanları içermektedir.



Şekil 2.1. Uzaktan algılamada temel ortamlar ve işlemler.



A- Enerji Kaynağı: Uzaktan algılamanın ilk gereksinimi, hedefi aydınlatan (örneğin güneş veya radar dalgaları) bir enerji kaynağı veya hedefin özelliğine ve gereksinimlerimize uygun elektromanyetik enerjidir.

B- Atmosferik yol / yayılım: Enerji, kaynaktan hedefe doğru yayılırken atmosferin yarattığı değişim ve engellenmesi ile karşılaşır. Bu olay hedeften algılayıcıya giderken ikinci defa meydana gelir. Her iki yoldaki etkileşimin de sonuç veriler üzerine belirli etkileri vardır.

C- Hedefin aydınlanması: Yer yüzeyine gelen enerji, yüzeyin yayımın özelliğine bağlı olarak soğrulur, geçirilir veya geriye yansıtılır.

D- Algılayıcı / yere aktarma: Enerjinin atmosferden geçişi ve hedeften yansımaları takiben, algılayıcı, elektromanyetik enerjiyi toplar, belli bir düzen ve formatta kaydeder.

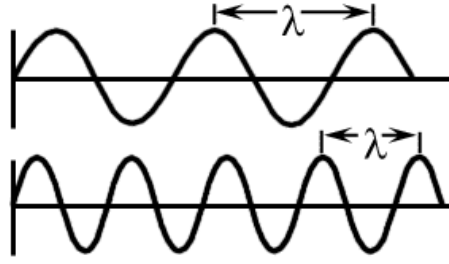
E- Uydu yer İstasyonu: Uydu üzerindeki algılayıcının kayıt ettiği enerji verisi, işlenerek görüntü haline getirileceği istasyona, genelde elektronik olarak gönderilir. Hava fotoğraflarında yere gönderme, doğrudan uçağın yere inişiyle sağlanmaktadır.

F- Görüntü oluşturma: Veriler dışarıya görüntüye çevrilir. Görüntü üzerindeki hedefler görerek ve/veya sayısal yada elektronik olarak değerlendirilir.

G- Analiz ve uygulama: Elde edilen bilgilerin, çeşitli alanlarda kullanılması için analizi ve özel problemlerin çözümüne yardım edecek hale getirilmesi işlemlerini içerir(Şahin,2005).

## **2.2. Elektromanyetik Enerji**

“c” ışık hızı ile harmonik dalgalar şeklinde hareket eden tüm enerji tipleri “elektromanyetik enerji” olarak tanımlanabilir. Elektromanyetik enerji iletimini sağlayan dalgalara da elektromanyetik dalga denir ve görünen ışık, radyo dalgaları, ısı dalgaları, morötesi ve X-ışınları bunlara örnek olarak verilebilir. Bir dalga hareketinde iki tepe noktası arasındaki uzaklığa “ $\lambda$ ” dalga boyu ve birim zamanda bir noktadan geçen dalga boyu sayısına da “f” frekans denir.

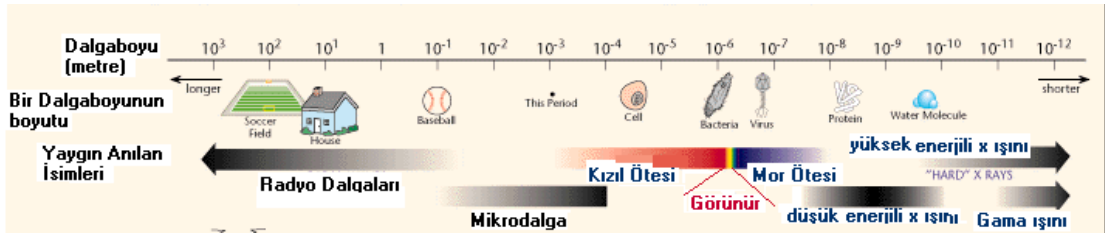


$$c = \lambda * f$$

Şekil 2.2. Elektromanyetik dalga.

### 2.2.1. Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum kısa dalga boylu (gama ve x-ray) olan bölgeden uzun dalga boylu (mikrodalga ve radyo dalgaları) olan bölgeye kadarki sürekli enerji ortamlarıdır. Bütün cisimler az veya çok elektromanyetik enerji yayarlar. Enerjinin maksimumu, artan ısı ile kısa dalga uzunluklarına doğru kayar. Şekil 2.3'te elektromanyetik spektrum dalga uzunlukları ve isimlendirilmeleri gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Elektromanyetik spektrum.

Elektromanyetik spektrumda insan gözü tarafından algılanan bölüm görünür bölgedir. Şekilde görüldüğü üzere görünür bölgenin dışında çok geniş bir alan bulunmakta ve bu bölgedeki ışınımlar ancak uzaktan algılama aletleri tarafından ayırt edilebilmektedir.

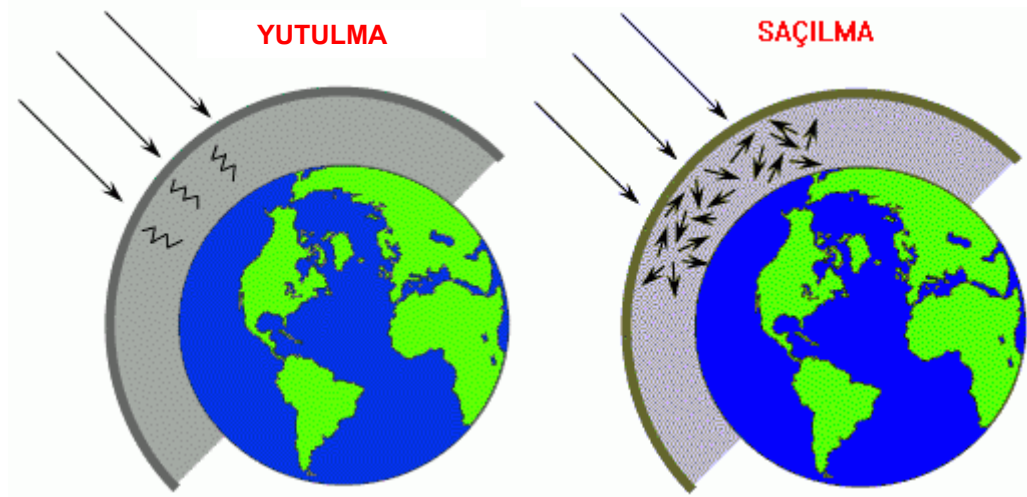
Görünür bölgenin dalga boyları spektrumda 0,4µm ile 0,7µm arasındaki dalga boyuna karşılık gelir .

- **Mor:** 0.4 - 0.446 mm
- **Mavi:** 0.446 - 0.500 mm
- **Yeşil:** 0.500 - 0.578 mm
- **Sarı:** 0.578 - 0.592 mm
- **Turuncu:** 0.592 - 0.620 mm
- **Kırmızı:** 0.620 - 0.7 mm

### 2.2.2. Atmosferde Etkileşim

Uzaktan algılamada kullanılan radyasyon yerkabuğuna ulaşmadan önce atmosferden geçmek zorundadır. Atmosferdeki tanecikler ve de gazlar gelen ışığı ve radyasyona karşı etkide bulunurlar ve bu sayede yutulma ve saçılma meydana gelir.

**Saçılma:** Güneş ışınları, atmosferdeki gaz molekülleri ve duman, buhar, toz, tuz kristalleri, yağmur damlaları gibi askıdaki maddeler nedeni ile saçılırlar.



Şekil 2.4. Yerküre üzerinde ışınım saçılmaları.

**Rayleigh saçılması** atmosferdeki taneciklerin, gelen ışığın dalga boyuna göre çok küçük olması durumunda meydana gelir. Bu taneciklerin önemli kısmını azot ve oksijen bileşikler oluşturur ve genellikle atmosferin en üst kısmında meydana gelir. Gökyüzünün mavi görünmesinin sebebi de bu saçılmadır. Güneş ışığı atmosferden geçerken kısa dalga boylu ışın yani mavi renkli ışın diğer renkli ışınlara nazaran atmosferin üst kısmında daha fazla saçılmaya uğrar.

**Mie saçılması** atmosferdeki taneciklerin boyutunun gelen ışığın dalga boyuna hemen hemen eşit olması ile meydana gelir. Toz, polen, duman ve su buharı saçılmanın temel nedenidir ve Mie saçılımını atmosferin alt kısımlarında meydana gelir.



Şekil 2.5. Seçici olmayan saçılma.

**Seçici olmayan saçılma** ise taneciklerin boyutunun gelen ışığın dalga boyuna göre daha büyük olması durumunda meydana gelir. Su tanecikleri ve büyük toz tanecikleri bu saçılmanın temel sebebidir.

Sis ve bulutların oluşması bu saçılmanın

sayesinde olup, beyaz görünmeleri de kırmızı, sarı ve yeşilin nerede ise aynı sırada eşit olarak saçılma uğramasıdır (Mavi+yeşil+kırmızı=beyaz ışık).

**Yutulma(Soğurulma):** Saçılmanın aksine yutulma, enerjinin yeryüzüne ulaşmadan atmosferde depolanmasına, bir bakıma kayıp olmasına neden olur. Bir ortam içinde yutulma(soğurulma) ile ortama giren yüksek frekanslı enerji, daha düşük frekanslı bir enerjiye, örneğin ışık, ısıya dönüştürülür. Yutulmanın sonucu olarak da atmosfer ısınır. Güneş ışınımını en fazla yutan ortamlar karbondioksit ve ozondur.

### **2.2.3. Cisim – Işınım Etkileşimleri**

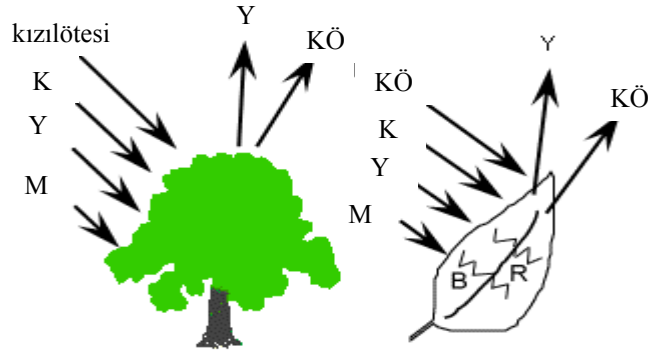
Bir cisme ulaşan enerji yansıtılır, yutulur veya geçirilir. Enerjinin kaybolmayacağı, ancak şekil değiştireceği göz önüne alınarak; cisme gelen toplam enerji, cisim yüzeyi tarafından yansıtılan, cisim tarafından geçirilen ve yutulan enerjilerin toplamına eşittir. Yansıtma, yutulma ve geçirilme özellikleri cisimlerin fiziksel özelliklerine ve gelen ışınımın dalga uzunluğuna bağlıdır. İki özellik belirli bir spektral bölgede ayırt edilmesi olanaksız iken, diğer bir bölgede çok büyük farklılık gösterebilir. Farklılık cisimlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Görünür bölgede bu spektral değişiklikler *renk* olarak adlandırılan olgunun ortaya çıkmasına neden olur. Örneğin bir cisim, spektrumun yeşil kısmında çok yansıtırsa yeşil, kırmızı kısmında çok yansıtırsa kırmızı olarak tanımlanır. Göz, çeşitli cisimleri ayırt etmek için yansıyan enerjinin şiddetindeki spektral değişikliklerden yararlanır.

#### **2.2.3.1. Bitki - Işınım Etkileşimleri**

Kimyasal bir bileşen olarak bilinen bitkilerdeki klorofil maddesi, kırmızı ve mavi dalga boylarındaki ışınımı yutarken, yeşil dalga boyundaki ışınımı yansıtılmaktadır. Yaz ve bahar aylarında, yapraklar içerdiği klorofil miktarı arttığından dolayı en yeşil hali ile görünürler. Sonbaharda daha az klorofil miktarı bulunduğu için daha az yutulma olmakta, kırmızı dalga boyundaki ışınımın yansıtılma oranı artmakta ve buna bağlı olarak bitki yaprakları kırmızı veya sarı tonlarında gözükmeğetedirler.

Görünür bölgeden farklı olarak, yansıyan kızılötesi bölgede yansıtma ve geçirilme önemli olup, ana etken yaprağın hücre yapısıdır. Yaprak yapısı bitki türleri

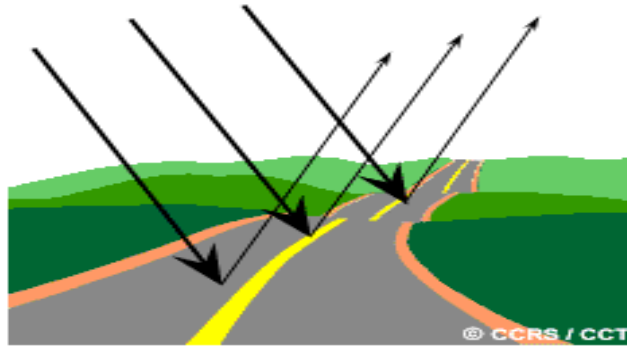
için çok farklılık gösterdiğindenö buna bağlı olarak yansıtmadaki farklılıktan yararlanarak türleri ayırt etmek mümkündür. Diğer yandan hücre yapısının herhangi bir etki ile değişmesi ve bozulması da yansıtma özelliğini değiştirir.



Şekil 2.6. Bitki üzerinde kırmızı, yeşil, mavi ve kızılötesi (kızılötesi) ışınların yansımaları.

### 2.2.3.2. Zemin – Işınım Etkileşimleri

Zeminlere ait yansıtma değerleri bitkiler kadar karmaşık değildir. Dalga uzunluğu arttıkça yansıtma özelliği de artmaktadır. Zeminler için yalnız yansıtma ve yutma söz konusudur. Zeminler, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerin karmaşık bir karışımı olduklarından yansıtma ve yutma özellikleri de farklılık gösterir. Yansıtma özellikleri bakımından zeminin üst tabakalarının bileşimi önemli rol oynar. Zeminlerin yansıtma özellikleri şu faktörlere bağlıdır. (1) Zeminin su içeriği, (2) Zemini oluşturan minarellerin cins ve miktarları, (3) Doku ve yüzey pürüzlülüğü, (4) Organik madde içeriği.



Şekil 2.7. Işınların zeminden yansımaları.

### 2.2.3.3. Su – Işınım Etkileşimleri

Görünür bölgede suyun yansıtması, su yüzeyinin durumu, suda bulunan askı maddeler ve suyun içinde yer aldığı ortamın tabanı ile yakından ilgilidir. Yine suyun yutması ve geçirgenliği de su içinde bulunan organik veya organik olmayan maddelerin miktar ve büyüklüğüne bağlıdır. Suyun geçirgenliği görünür bölgede 0,45-0,50  $\mu\text{m}$  civarındadır ve bu geçirgenlik 0,7  $\mu\text{m}$  dalga uzunluğunda sona erer. Geçirgenlik bulanıklık oranında azalır ve maksimum olduğu bölge daha uzun dalga uzunluklarına doğru kayar.

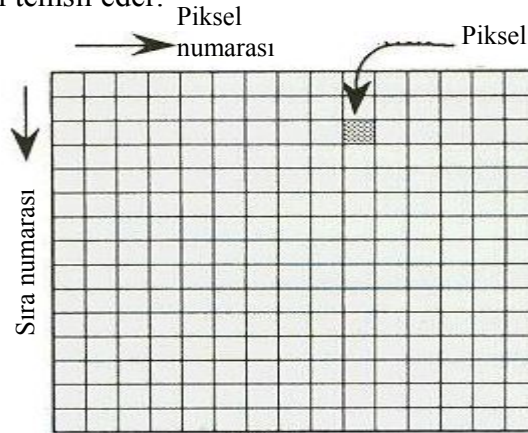
## 2.3. Veri Kayıt Yöntemleri ve Algılayıcılar

### 2.3.1. Uzaktan Algılamada Görüntü

Bilgisayardaki görüntü, gerçek görüntünün iki boyutlu bir gösterimidir. Bu görüntüler analog veya sayısal olabilir. Havadan çekilmiş fotoğraflar analog, uydulardan elektronik sensörler tarafından çekilmiş görüntüler ise sayısaldır. Teknolojinin yardımıyla sayısal görüntünün yorumlanması basitleşmiş ve sayısal görüntülerin kullanımı analog görüntü kullanımına oranla çok daha yaygın hale gelmiştir.

#### 2.3.1.1. Sayısal Görüntü

Hücre değerini temsil eden ortalama yoğunluğunun tam sayı değerleri ile bölünmüş bir grup küçük hücreye sayısal görüntü denir (Şekil 2.8). Her bir piksel sahip olduğu sayısal numaraya değer yoğunluğu ve sahip olduğu satır-sütun değerleriyle bir adresi temsil eder.



Şekil 2.8. Sayısal görüntünün şematik gösterimi.

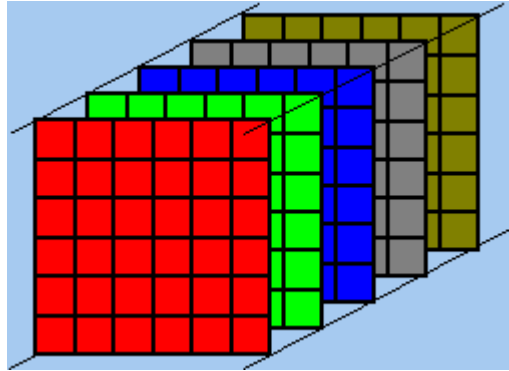
Pikselin yoğunluğu bir sayı olarak kaydedilmiştir. Depolama kapasitesi yettikçe fazla sayıda piksel ikili gösterim (binary digit) yoluyla depolanır. Bitlerin değeri görüntünün radyometrik çözünürlüğünü belirtir. Radyometrik kalibre edilmiş görüntüde, yoğunluğun gerçek değeri piksellerin sayısal değerinden çıkartılır.

Sayısal verilerin büyüklüğü multispektral veri için büyük gelebilir çünkü birçok farklı dalga boyunda algılama yapılması gerekebilir. Pankromatik veri tek bir banda sahiptir. Bu yüzden multispektral sensörden daha yüksek uzaysal çözünürlüğe sahiptir.

### **2.3.1.2. Çok Katmanlı Görüntü**

Tek bir pikselle gösterilebilen bir alan üzerinde birçok sayıda ölçüm yapılabilir. Her bir farklı ölçümle incelenen alan hakkında özel bilgiler içeren görüntüler oluşturulur. Bu görüntülerin üst üste yığılmasıyla çok katmanlı görüntüler meydana gelir (Şekil 2.9).

Bütün görüntüler çok katmanlı görüntünün birer elmanı olur. Çok katmanlı görüntüler benzer sensörlerin algıladığı görüntülerin yanında birbirinden farklı tipteki sensörlerin algıladığı görüntülerin birleştirilmesiyle de oluşturabilir.



Şekil 2.9. Çok katmanlı görüntü.

(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/multi.gif>)

### **2.3.2. Çözünürlük**

Çözünürlük; bir görüntüleme cihazında ekrana yansıyan piksel sayısını, veya görüntü dosyasındaki bir pikselin, yer üzerinde kapladığı alanı tarif eden bir terimdir. Fakat bu tarifler uzaktan algılama yoluyla elde edilen verilerin tarifinde yetersiz

kalmaktadır. Bu yüzden uzaktan algılamada dört belirgin çeşit çözünürlük göz önüne alınmaktadır.

- Spektral çözünürlük
- Uzaysal çözünürlük
- Radyometrik çözünürlük
- Zamansal çözünürlük

### **2.3.2.1. Spektral Çözünürlük**

Spektral çözünürlük, bir algılayıcının elektromanyetik spektrumdaki belli bazı dalga boyu aralıklarını kaydedebilmesidir. Elektromanyetik spektrumdaki geniş dalga boyu aralıkları düşük (kaba) spektral çözünürlük, dar dalga boyu aralıkları yüksek (ince) spektral çözünürlük olarak tanımlanır. Örneğin; SPOT pankromatik algılayıcısı kaba bir algılayıcı kabul edilir, çünkü 0.51 – 0.73 $\mu$ m dalga boyu aralığında kayıt yapabilmektedir. Landsat TM 'nin 3.bandı yüksek spektral çözünürlüklüdür. Çünkü elektromanyetik spektrumda 0,63 - 0,69  $\mu$ m dalga boyu aralığında kayıt yapmaktadır.

Çoğu uzaktan algılama sistemleri enerjiyi birçok dalga boyu aralığında ve çeşitli spektral çözünürlükte kaydederler. Bu tür sistemler multi-spektral algılayıcılar olarak adlandırılırlar. Gelişmiş multi-spektral algılayıcılar ise hiperspektral algılayıcılar'dır ve elektromanyetik spektrumun görünür, yakın kızılötesi ve orta kızılötesi kısımları boyunca yüzlerce çok dar spektral bantlarda algılama yapabilirler.

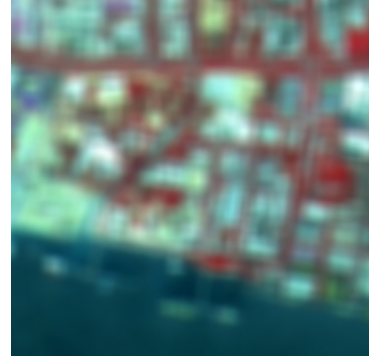
### **2.3.2.2. Uzaysal Çözünürlük**

Uzaysal çözünürlük, görüntüde seçilebilen en küçük nesnenin boyutudur. Sayısal görüntüde çözünürlük piksel boyutuyla tanımlıdır yani seçilebilen bir nesnenin boyutu pikseldan daha küçük olamaz. Görüntüleme sisteminin gerçek çözünürlüğü en başta sensörün ani görüş alanıdır. Bu, çok kısa zaman içinde ani olarak görüntülenen alanın büyüklüğüdür. Pikselin boyutu örnekleme uzaklığıyla tayin edilir.

Yüksek çözünürlüklü bir görüntü, küçük çözünürlüklü bir alana ihtiyaç duyar ve detaylar yüksek çözünürlükteki görüntüde görülebilir; ancak düşük çözünürlüklü



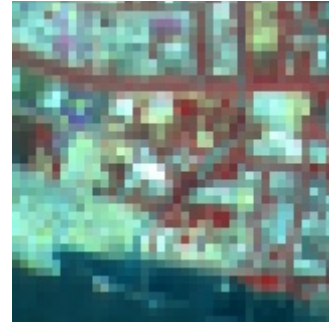
görüntü, geniş görme bölgesi boyutuna sahiptir fakat detayların seçilmesi güçtür (Şekil 2.10., Şekil 2.11.).



Şekil 2.10. Soldan sağa sırayla 30 m. ve 80 m.geometrik çözünürlükte pikseller.

(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/30mc.jpg>)

(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/80mc.jpg>)



Şekil 2.11. Soldan sağa sırayla 10 m. çözünürlükte 160\*160 piksellik bir bölge ve aynı bölge 40 m. çözünürlükte 40\*40 piksellik alan olarak veriliyor.

(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/sp0.jpg>)

(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/sp2.jpg>)

### 2.3.2.3. Radyometrik Çözünürlük

Algılama sistemindeki ışık yoğunluk derecesinin fark edilebilen en küçük değişimine “radyometrik çözünürlük” denir (Şekil 2.12). Bir sistemin ani radyometrik çözünürlüğü dedektörün sinyal/gürültü oranına bağlıdır. Sayısal görüntülerde radyometrik çözünürlük, devamlı yoğunluk oranını sayısallaştırmak için kullanılan genellikle  $2^8 = 256$  adımlık kuantize seviyelerle belirlenir(Coşkun, 2005).



**Şekil 2.12.** Soldan sağa 8 bitlik, 4 bitlik ve 1 bitlik görüntülerde aynı bölge veriliyor  
(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/ra0.gif>)  
(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/ra16.gif>)  
(<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs/ra2.gif>)

#### **2.3.2.4. Zamansal Çözünürlük**

Zamansal çözünürlük, belirli bir bölge için bir algılayıcının görüntüyü hangi sıklıkta elde ettiğini tanımlar. Zamansal çözünürlük özellikle bölgedeki değişimi saptamak açısından önemli bir faktördür. Örneğin; LANDSAT uydusu yeryüzündeki belirli bir bölgenin görüntüsünü her 16 günde bir, SPOT ise 26 günde bir elde etmektedir.

### **2.3.3. ALGILAMA SİSTEMLERİ**

Uydulu döneme geçildikten sonra önce A.B.D., sonra Sovyetler Birliği (ve mirasçısı Rusya), daha sonraları diğer ülkeler kendi gözlem uydularını yaparak yörüngeye yerlaştirmişlerdir. Biz burada en önemli gözlem uydu sistemleri hakkında kısa bir özet bilgi vereceğiz.

#### **2.3.3.1. IRS Uydu Sistemi**

Hindistan uzaktan algılama uyduları sistemi IRS'nin bir parçası olarak IRS-1C uydusu, 28 Aralık 1995'te bir Rus roketi ile başarılı bir şekilde kutupsal yörüngeye oturtulmuştur. Ocak 1996'da ilk görüntüler alınmaya başlanmıştır. IRS-1D ise 29 Aralık 1997'de kutupsal yörüngeye başarılı bir şekilde oturtulmuş olup 1997'nin Ekim'inde çalışmaya başlamıştır. Bu uydulara ait çeşitli özellikler Çizelge 2.1 ve 2.2'de verilmektedir.

**Çizelge 2.1.** IRS uydusunun çözünürlük bilgileri.

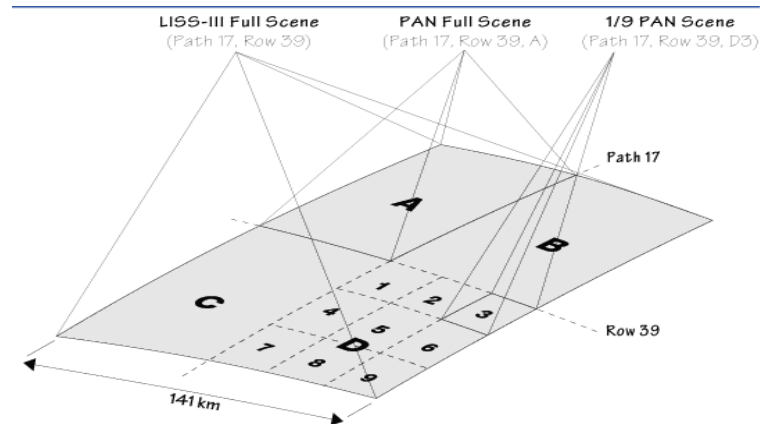
IRS Pankromatik	1 bant		5.8m çöz.
IRS LISS-3 - Multispektral	Bant1	0.52-0.59um (yeşil)	23m çöz.
IRS LISS-3 - Multispektral	Bant 2	0.62-0.68um (kırmızı)	23m çöz.
IRS LISS-3 - Multispektral	Bant 3	0.77-0.86um (yakın kızılötesi)	23m çöz.
IRS LISS-3 - Multispektral	Bant 4	1.55-1.70um (kısa dalga kızılötesi(SWIR))	23m çöz.

## Yörünge

IRS-1C dairesel, güneş uyumlu, kutuplara yakın yörüngede 98,69 derecelik bir eğimle ve 817 km.lik bir yükseklikte yeryüzünü hemen hemen sabit bir ışık altında görüntüleme yapacak şekilde yörüngeye oturtulmuştur. Günde 14 dönüşüm yapılmaktadır. Dünya etrafındaki bir dönüşü 101.35 dakika sürmektedir. Yeryüzü üzerinde aynı noktadan 24 günde bir geçer, buna “çevrim” denir. IRS-1C ve 1D'nin birbirinden biraz farklı yörüngeleri vardır.

## Algılayıcılar

Sistemik veri algılamalarında tüm bantların toplam ışınmasını kullanarak daha yüksek çözünürlük verebilen algılayıcıya “pankromatik” veya kısaca “PAN” adı verilir. IRS'deki PAN algılayıcısı, yere dik bakış yönünden +2 derece veya -2 derece olarak eğimlidir. Bu tip ayarlar tüm dünya yüzeyinin 2 çevrimde (2\*24/25 gün) tam olarak algılanmasını garantiler.



**Şekil 2.13.** IRS-1C ve 1D'nin LISS-III ve Pan algılayıcılarının algılama modeli yukarıdaki gibidir.

**Çizelge 2.2.** IRS 1D uydu özellikleri.

Uydu Adı	IRS 1D
İşletmeci	Space Imaging
Fırlatılma Tarihi	29 Eylül 1997
Tasarım Ömrü	5 yıl
Toplam Kütle	1200 kg.
Ana Yapının Boyutları	1.65 m. x 1.5 m. x 2.1 m.
Yörünge Özellikleri	Kutupsal Güneş Eş-Zamanlı
Yörünge Yüksekliği	780 km.
Yörünge Eğimi	90.53 Derece
Yörünge Periyodu	101 dakika
Tekrarlama Periyodu	5 Gün (PAN & WIFS), 24 Gün (LISS-3)
Veri İletim Hızı	84.903 Mbit/sn. (PAN) 42.4515 Mbit/sn. (LISS-3 & WIFS)
Algılayıcıları	Pankromatik Sensör (PAN) “Linear Imaging Self-Scanning Sensor “(LISS-3) “Wide Instantaneous Field Sensor” (WIFS)

### 2.3.3.2. LANDSAT Uydu Sistemi

Yer kaynaklarının araştırılması ve yeryüzünün incelenmesi amacı ile uzaya gönderilen ilk uydu ERTS uydusudur. 1972 yılında yörüngesine ABD tarafından yerleştirilmiş ve adı daha sonra Landsat-1 olarak değiştirilmiştir. Bu uydu iş göremez hale gelince Landsat-2, bu devreden çıkınca 1978'de Landsat-3, 1982'de Landsat-4 ve 1985'te Landsat-5 uzaya gönderilmiştir. Bu uydunun amacı tarım, orman, jeoloji, su kaynakları, yer kaynaklarının araştırılması ve haritacılıktır. En son 1999 yılında Landsat 7 (ETM+ : Enhance Thematic Mapper) uydusu yörüngeye oturtulmuştur. Yeryüzünden 705 km yükseklikte yörüngede dönmektedir. Yeryüzü üzerinde aynı alanı 16 günde bir tarar. Görüntü büyüklüğü 185x185 km.dir.

**Çizelge 2.3.** Landsat görüntülerinin spektral özellikleri.

Bant	Spektral Aralık (µm)			çözünürlük (m)
1	0.450 - 0.515	Mavi	Görünür	30
2	0.525 - 0.605	Yeşil		30
3	0.630 - 0.690	Kırmızı		30
4	0.750 - 0.900	Yakın Kızılötesi	Yakın KÖ	30

5	1.55 - 1.75	Kızılötesi	KÖ	30
6	10.4 - 12.5	Isıl Kızılötesi	TKÖ	60
7	1.09 - 2.35	Kızılötesi	Orta KÖ	30
PAN	0.520 - 0.900	Görünür + YKÖ		15

**Çizelge 2.4** Landsat TM bantlarının özellikleri ve kullanım alanları.

Bant	Kullanımı
1	Bitki ve toprak arasındaki farklılıkları, ormanlık alanları ve kıyı çizgisinin haritalanması
2	Canlı bitkilerin yeşil bölümleri
3	Farklı bitki türlerinin tespiti, litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanmasında
4	Bitkilerin miktarını saptamada, litolojilerin tanımlanmasında, toprak/litoloji ve kara/su arasındaki kontrastlığı gösterir
5	Kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın bulunmasında
6	Sıcaklık miktarı, bitkiler, ısıl kirliliğin ve jeotermal alanların belirlenmesinde
7	Litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesinde, toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanmasında



**Şekil 2.14.** Landsat TM İstanbul Boğazı girişi ve Marmara görüntüsü.

### 2.3.3.3. SPOT Uydu Sistemi

Fransız hükümetinin uzaktan algılama uydusu olan SPOT uydular özellikle bitki örtüsüne duyarlıdır. SPOT multispektral görüntü; R= XS3 (Yakın kızılötesi), G= XS2 (kırmızı), B= XS1 (yeşil) bandlarını kapsar. Bu farklı band düzeni bitki örtüsünün daha iyi hesaplanmasını sağlar. Görünür olmayan yakın kızılötesi gibi bandları kullanarak oluşturulan görüntülere “kompozit görüntü” adı verilir. Bu tip kompozit görüntülerde bitki örtüsü, bitki örtüsünün çeşidine ve durumuna göre (yakın kızılötesinin resmedildiği) kırmızının farklı tonlarında görünür, çünkü bitki örtüsü yakın kızılötesi bandda yüksek yansımaya sahiptir. Temiz su ise koyu mavi gözüktür. Bulanık su, temiz sudan farklı olarak, çıyan renkte ortaya çıkar, çünkü içindeki tortular yüksek kırmızı yansımaya sahiptir. Çıplak toprak, yollar ve yapılar

sahip oldukları renklerin içerdikleri sarı, mavi veya grinin farklı formlarında gözükabilirler. SPOT uydu sistemi özellikleri Çizelge 2.5-2.7’de verilmektedir.

**Çizelge 2.5.** Spot 2 uydu özellikleri.

Uydu Adı	SPOT 2
İşletmeci	Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)-Fransız Uzay Araştırmaları Kurumu
Fırlatılma Tarihi	22 Ocak 1990
Tasarım Ömrü	3 yıldan fazla
Toplam Kütle	1907 kg.
Ana Yapının Boyutları	2 m. x 2 m. x 4.5 m.
Güneş Panelleri	1.1 kW.
Güneş Panelleri Genişliği	8.14 m.
Yörünge Özellikleri	Dairesel Kutupsal Güneş- Eş Zamanlı Aşamalı
Yörünge Yüksekliği	822 km.
Yörünge Eğimi	98.7 Derece
Yörünge Periyodu	101.4 dakika
Tekrarlama Periyodu	26 Gün
Görüntü İletimi Taşıyıcı Frekansı	8253 MHz.
Veri İletim Hızı	2 x 25 Mbit/sn.
Algılayıcıları	Çok spektrumlu Yüksek Çözünürlüklü Görünür Pankromatik Yüksek Çözünürlüklü Görünür

**Çizelge 2.6.** Spot 2 görüntüleme özellikleri.

EM Bölge	Bant No ve Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Yeşil	□ 1 (0.5-0.59)	20 m	8 bit
Kırmızı	□ 2 (0.61-0.68)	20 m	8 bit
Yakın Kızılötesi	□ 3 (0.79-0.89)	20 m	8 bit
Pankromatik	□ (0.5-0.73)	10 m	8 bit

**Çizelge 2.7.** Spot 4 uydu özellikleri.

Uydu Adı	SPOT 4
İşletmeci	Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)
Fırlatılma Tarihi	24 Mart 1998
Tasarım Ömrü	5 yıldan fazla
Toplam Kütle	2760 kg.
Ana Yapının Boyutları	2 x 2 x 5.6 m.
Güneş Panelleri	2.1 kW.
Güneş Panelleri Genişliği	8.32 m.
Yörünge Özellikleri	Dairesel Kutupsal Güneş Eş-Zamanlı Aşamalı

Yörünge Yüksekliği	822 km.
Yörünge Eğimi	98.7 Derece
Yörünge Periyodu	101.4 dakika
Tekrarlama Periyodu	26 gün
Görüntü İletimi Taşıyıcı Frekansı	8253 MHz.
Veri İletim Hızı	2 x 25 Mbit/sn.
Algılayıcıları	Çokspektrumlu Yüksek Çözünürlüklü Görünür Pankromatik Yüksek Çözünürlüklü Görünür

**Çizelge 2.8.** Spot 4 görüntüleme özellikleri.

EM Bölge	Bant No ve Bant Genişliği (mikron)	Uzaysal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük
Yeşil	□ 1 (0.5-0.59)	20 m	8 bit
Kırmızı	□ 2 (0.61-0.68)	20 m	8 bit
Yakın Kızılötesi	□ 3 (0.79-0.89)	20 m	8 bit
Kısa Dalga Kızılötesi	□ 4 (1.58-1.75)	20 m	8 bit
Pankromatik	□ (0.61-0.68)	10 m	8 bit

#### 2.3.3.4. Diğer Uydu Sistemleri

**ASTER Uydu Sistemi:** “Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection”(Uzay kökenli Isıl Emisyon ve Yansıtma)’ın kısaltması olup, TERRA uydusu içinde yer alan bir algılayıcı modüldür. ASTER modülü sayesinde, dünyanın yüksek çözünürlüklü (görünürde: 15 m/piksel’den, ısıl kızılötesinde 90 m/piksel’e kadar) ve 14 banddan (çok yakın kızılötesi- VNIR, kısa dalga kızılötesi- SWIR, ısıl kızılötesi-TIR) oluşan görüntüleri elde edilebilmektedir. Bilim adamları, ASTER verilerini, yüzey sıcaklık, yansıma, parlaklık eğişim oranı ve yükseklik haritalarını çıkarmak için kullanmaktadırlar (İTÜ’nün UHUZAM- Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Merkezi web sitesi; <http://www.cscrs.itu.edu.tr>).

ASTER algılayıcısı, Amerikan Ekonomi, Ticaret ve Endüstri Bakanlığı tarafından Japonya’da yaptırılmıştır. Algılayıcının işletmesi NASA’ya aittir. Uydu 1999 yılında uzaya fırlatılmıştır ve halen görüntü almayı sürdürmektedir. Çizelge 2.9’ da ASTER uydusuna ait özellikler verilmiştir.

**Çizelge 2.9.** ASTER görüntüleme özellikleri.

Mekansal Çözümleme (Spatial Resolution)	VNIR: 15 m., SWIR: 30 m., TIR: 90 m.
Tayfsal Çözümleme (Spectral Resolution)	0,52-11,65
Radyometrik Çözümleme (Radiometric Resolution)	VNIR, SWIR: 8 bit, TIR: 12 bit
Zamansal Çözümleme (Temporal)	16 Gün

Resolution)		
Tarama Genişliği (Swath)		60 km.
Band	Band No	Dalga boyu
VNIR	1	0,52-0,60
	2	0,63-0,69
	3N	0,76-0,86
	3B	0,76-0,86
SWIR	4	1,60-1,70
	5	2,145-2,185
	6	2,185-2,225
	7	2,235-2,285
	8	2,295-2,365
	9	2,360-2,430
TIR	10	8,125-8,475
	11	8,475-8,825
	12	8,925-9,275
	13	10,25-10,95
	14	10,95-11,65

**IKONOS Uydu Sistemi:** 24 Eylül 1999'da Kaliforniya daki deki Vandenberg Hava Üssünden fırlatılan IKONOS uydusu ticari olarak en yüksek yersel sağladığı görüntüler 82 cm çözünürlük ve 1 metre koordinat doğruluğu (RMSE) (1:2400 harita ölçeği) ile bugüne kadar ticari kullanıcılara sağlanan en detaylı ve en hassas uydu görüntülerdir. Yüksek çözümü, geometrik doğruluğu, harita bazlı olması ve çok bantlı oluşu gibi özellikleri ile Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri çalışmalarında bir devrim anlamına gelen bu görüntüler yeryüzünün herhangi bir noktasından 1 ila 3 günde bir alınabilmektedir. IKONOS uydusu 680 km irtifada 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 iz düşümü boyunca 700 km eninde bir şerit içinde 82 cm çözünürlükte görüntü alabilmektedir. Alınan asgari görüntü 100 km alanında olup bir geçişte 10,000 km<sup>2</sup> ye kadar görüntü toplanabilmektedir. Uydu görüntülerinin yer kontrol noktalarıyla birlikte kullanımı, kesin yer tayini ve haritalama çalışmaları için kusursuz bir alan oluşturur. IKONOS uydusunun yüksek çözünürlüklü görüntüleri ile üretilmiş haritalar, değişik arazi özelliklerini gösterir. Bu haritalar geleneksel vektör haritalardan çok daha fazla detay sunar. IKONOS görüntüleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ve haritalama formatları ile uyumludur.



**Çizelge 2.10.** IKONOS uydusu özellikleri.

Uydu Adı	IKONOS
Fırlatma Aracı	Athena II
Fırlatılma Tarihi	24 Eylül 1999
Üretici Firma	Lockheed Martin
Fırlatma Merkezi	Vandenberg Air Force Base, California
Görüş Açısı	Her yönde yüksek manevra kabiliyeti
Ağırlık	725 kg
Yörünge hızı	Saniyede 4 mil / 7 kilometre
Yörünge Yüksekliği	423 mil/ 681kilometre
Yörünge Eğimi	98.1 Derece
Yörünge Periyodu	98 dakika
Yörünge Tipi	Polara yakın; güneşle senkron
Çözünürlük	Her filmin çözünürlüğü (izdüşümünden<26 derece uzaklıkta nominal) 1 metre pankromatik (tüm renklere duyarlı) ve (izdüşümünden<26 derece uzaklıkta nominal) 4 metre renklidir
Nominal Görüntü Şerit Genişliği	11 km
Algılayıcıları	Çokspektrumlu Yüksek Çözünürlüklü Görünür Pankromatik Yüksek Çözünürlüklü Görünür

**QUICKBIRD 2 Uydu Sistemi:** QuickBird 2, Digital Globe isimli özel bir A.B.D. şirketi tarafından çalıştırılmaktadır. QuickBird 2 verisinden, pankromatik band için 0.61 m.'lik (nadir) çözünürlükte, multispektral bantlar içinse 2.5m.'lik(nadir) çözünürlükte görüntüler elde edilmektedir. Standart işlenmiş ürünler için, pan 0.70m (0.73m. - 30° off-nadir) çözünürlük ve multispektral bandlar ise 3.0m ( 2.9m.- 30° off-nadir) çözünürlük sunmaktadırlar. İşlenmiş görüntüleri alan müşteriler, bu görüntülerde 0.61m. gibi yüksek çözünürlüklü verilere sahip olmuş olurlar.

QuickBird 2 bir görüntüyü (17km. x 17km.) kabaca 4 saniyelik bir sürede çekmektedir. Ayrıca uydunun bulunduğu alçak yükseklik ve arttırılmış hızı, görüntünün doğruluğu, berraklığı gibi etkenleri eksi yönde etkilememekle beraber alçak yükseklik, jeolokasyon doğruluğu (geolocation accuracy) arttırmaktadır.

QuickBird 2 , 2003 yılından itibaren stereo görüntü (in-orbit stereo pairs) çekimine de imkan sunmaktadır.

**Çizelge 2.11.** QUICKBIRD-2 uydusu özellikleri.

Uydu Adı	QUICKBIRD 2
Fırlatma Aracı	Boeing DELTA II
Fırlatılma Tarihi	2001
Üretici Firma	Digital Globe
Fırlatma Merkezi	FourthQuarter, 2001, Vandenberg Hava Kuv. Üssü, Kaliforniya
<b>İlgi Alanı</b>	Tek Alan:17km. x 17km. Alan 2 x 2 görüntü Strip Modu 16.5km. x 16.5km.
<b>Spektral Bant Genişliği</b>	445'den 900 nanometre'ye kadar Yeşil – 520-600 nanometre Kırmızı – 630-690 nanometre Near-IR – 760 –890 nanometre
Yörünge Yüksekliği	450 Km
Yörünge Eğimi	98 Derece
Çözünürlük	0.61m. Pan (nadir) 2.5m.Mult. (nadir) 0.73m. Pan - 30° (off-nadir) 2.9m Mult.- 30° (off-nadir)
Nominal Görüntü Şerit Genişliği	16 km
Algılayıcıları	Çokspektrumlu Yüksek Çözünürlüklü Görünür Pankromatik Yüksek Çözünürlüklü Görünür

#### **2.4. Uzaktan Algılamada Görüntü İşleme**

Günümüzün gelişen teknolojisi, uzaktan algılama görüntülerinin ve verilerinin pek çoğunun sayısal olarak kaydını sağlamış, değerlendirme analizlerine ve bilgisayarlarla analize bağımlı hale getirmiştir. Klasik değerlendirme veya hedeflerin otomatik olarak sınıflandırılmasının daha iyi bir şekilde yapılabilmesi için; formatlama, veri düzeltme ve geliştirilmesi ve takip eden sayısal görüntü işleme adımları tümüyle bilgisayarlarca yapılabilmektedir. Uydularla algılanan sayısal görüntüleri işlemek için veriler; kayıt edilirler ve bilgisayarda kullanılabilecek bir formatta diskte, CD' lerde veya diğer ortamlarda depolanırlar, sonra da görüntü işleme yazılımları ile analiz edilirler. Günümüzde kullanılan çok çeşitli görüntü işleme yazılımları vardır. Bu çalışmada kullanılan yazılımlar olan “ERDAS Imagine” ve “PCI Geomatica 9.0” yazılımları bunların en yaygın ve uygun olanlarındandır (Şahin, 2005).

Görüntü analizinde kullanılan ana adımlar, (1)“ön işlemler”, (2)“görüntü zenginleştirme”(enhancement), “görüntü dönüştürme”(transformation), (3)“görüntü sınıflandırma” (classification) ve “görüntü çözümleme” (analysis) işlemleri olarak ifade edilen evrelerde gerçekleştirilmektedir.

Görüntü işleminin ön işlemler evresi; ana verinin analizi ve bilgi çıkarılması için başlangıçta yapılacak işlemleri içermektedir. Bu evre genel olarak “radyometrik düzeltme” ve/ veya “geometrik düzeltmeyi” kapsamaktadır. Radyometrik düzeltme; algılayıcının düzensiz algıladığı ve istenmeyenleri ayıklama veya atmosferik parazitleri azaltma işlemleridir. Böylece algılayıcı tarafından ölçülen “yansıyan” veya “yayılan” enerjinin doğru olarak temsil edilmesi sağlanır. Geometrik düzeltme ise, optik sistem veya diğer nedenlerle meydana gelen geometrik bozulmaları giderme, verinin gerçek dünya koordinat sistemine (mesela meridyen ve paralele) dönüştürme işlemlerini kapsar(Şahin, 2005).

Bu işlemler alt bölüm 4.2.2 ‘de ele alınmaktadır.

Görüntüyü zenginleştirme; klasik değerlendirme ve analize yardım amaçlı olarak görüntünün göze görünüşünün daha iyi hale getirilmesine yönelik işlemleri kapsar. Görüntünün dönüştürülmesi işlemleri; görüntüyü zenginleştirmeye benzemektedir. Görüntü elemanları üzerinde çıkarma, ekleme, çarpma, bölme ve diğer aritmetik işlemler uygulanması sonucunda, orijinal bantlar çok daha iyi görünüş veren veya istenen bazı özelliklerin ön plana çıktığı yeni bir görüntüye dönüşür.

Görüntü zenginleştirme işlemleri alt bölüm 4.2.3 ‘de ele alınmaktadır.

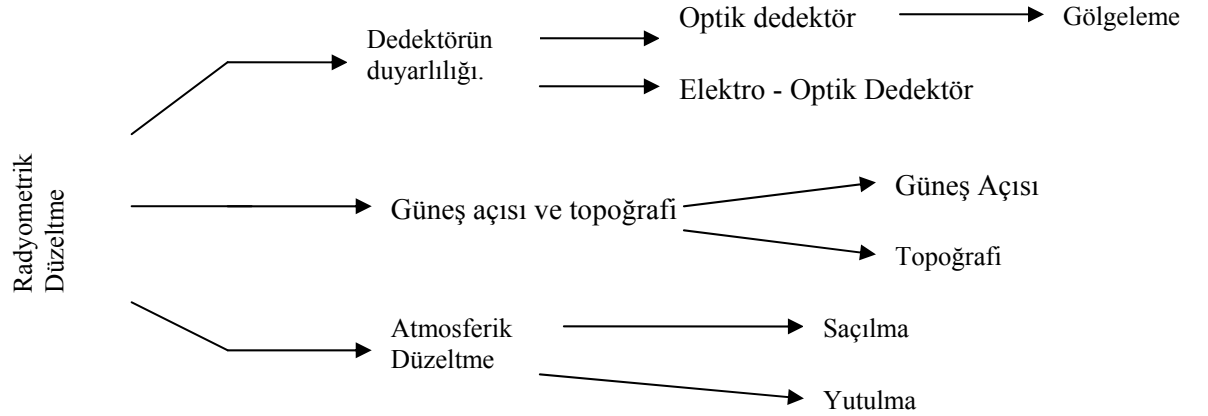
Görüntü sınıflandırma ve çözümleme işlemlerinde; sayısal tanıma ve verideki her bir görüntü elemanına (piksel), sahip olduğu tayfsal ve diğer özellikleri göz önüne alınarak “sınıflandırma” işlemleri yapılır. Sınıflandırma çok bantlı veri takımlarına tatbik edilir ve bu işlemle görüntüdeki her bir piksel parlaklık değerlerinin farklı bantlardaki istatistikî özelliklerine bağlı olarak özel bir sınıfa veya bir konuya atanır. Sayısal sınıflandırma için değişik yöntemler mevcut olup kontrollü (supervised) ve kontrolsüz (unsupervised) olarak adlandırılan sınıflandırmalar yaygın olarak kullanılmaktadır(Şahin, 2005).

### 2.4.1. Görüntü Düzeltme

Kullanıcının gereksinimlerine göre bazı standart düzeltme süreçleri son kullanıcıya iletilmek üzere uygulanmalıdır (Coşkun, 2005).

#### 2.4.1.1. Radyometrik Düzeltme

Hedeften gelen elektromanyetik enerji, hedefe sensörden daha yakın bir mesafeden ölçülen enerjiyle aynı miktarda değildir. Bunun nedeni, güneşin konumu, sis, aerosoller veya sensörün kendisi olabilir ve bunlar algılanan görüntüye etki eder. Görüntüdeki bu tür bozukluklar radyometrik düzeltme ile üç aşamada uzaklaştırılır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15. Radyometrik düzeltmenin üç aşamasının gösterimi.

(<http://www.profc.udec.cl/~gabriel/tutoriales/rsnote/cp9/9-1-1.gif>)

#### Sensörün Duyarlılığı İçin Düzeltme:

Sensöre ışığı toplayan merceklein köşelerindeki alanlar odağa oranla daha az ışık toplarlar ve daha karanlık olacaklardır. Buna “gölgeleme” denir. (<http://www.profc.udec.cl/~gabriel/tutoriales/rsnote/cp9/cp9-1.htm>) Bunun düzeltilmesi için uygulanan çarpan, V,

$$V = \cos^n \theta$$

ile tanımlanır. Burada;

$V$  : Gölgeleme çarpanı,

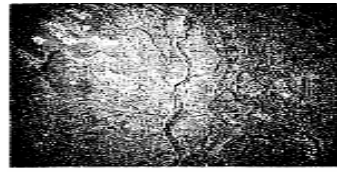
$\theta$  : Pikselin optik eksenle yaptığı açı,

$n$  : Mercek karakteristiklerine bağlı indis olup genellikle 4 alınır.

Elektro-optik sensörlerde, radyasyon ve sensör çıkış sinyali arasındaki ölçülen kalibrasyon verileri bu radyometrik düzeltme için de kullanılabilir.

### Güneş Etkisi ve Topoğrafi için Düzeltme:

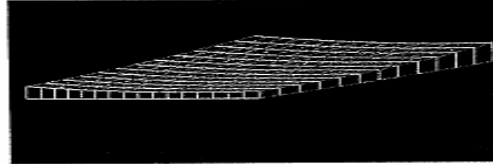
Güneş ışınları, yüzey üzerinden etkili bir şekilde yansırsa görüntüde daha parlak alanlar oluşur. Bunlara güneş lekesi ve gölgeleme etkileri denir ve bunlar bazan Fourier analizi sonucunda daha düşük frekanslı bileşen çıkartacak şekilde giderilebilir (Şekil 2.16). Topoğrafik yapı nedeniyle oluşan gölge etkisi, güneş ışınlarının yönü ile yüzeyin normali arasındaki açı kullanılarak da düzeltilebilir.



Orjinal görüntü



Sonuç



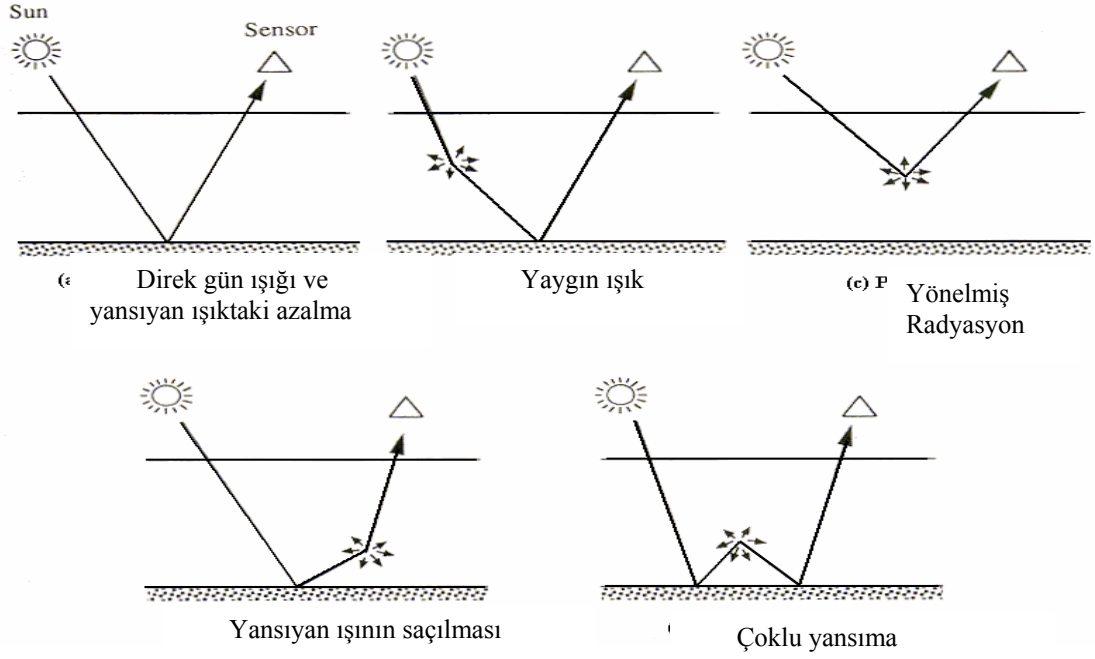
Gölge Eğrisi

**Şekil 2.16.** Güneş etkisinin, gölgelik eğrisinin kullanılmasıyla giderilmesi.

(<http://www.profc.udec.cl/~gabriel/tutoriales/rsnote/cp9/9-1-2.gif>)

### Atmosferik Düzeltme:

Yeryüzü, doğrudan güneş ışınlarının yanında, atmosferden dağılmış olarak gelen ışığa da maruz kalmaktadır. Sensör, hedef tarafından yansıtılan veya yayılan radyasyonun yanında hedeften ve atmosferden saçılan radyasyonu da algılayacaktır (Şekil 2.17).

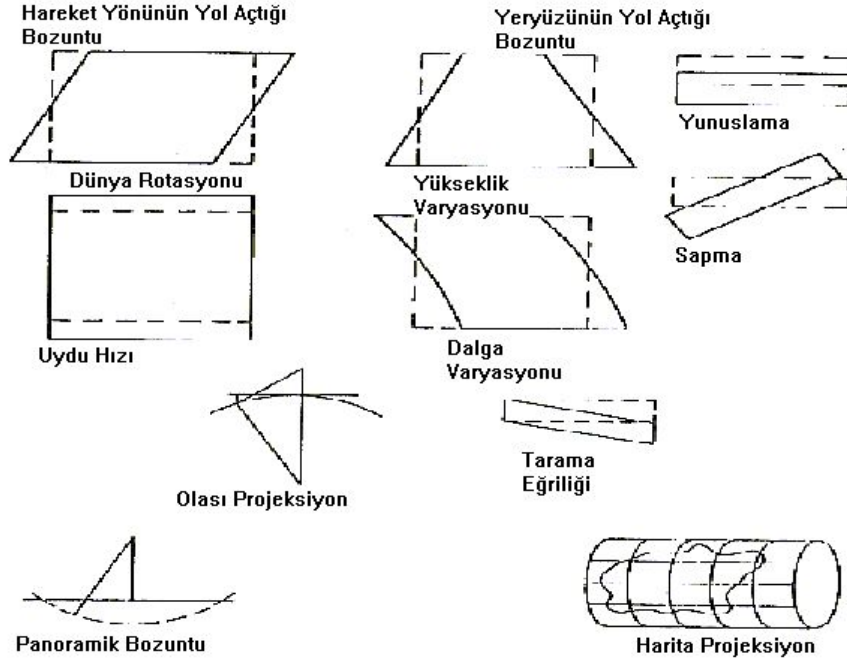


Şekil 2.17. Atmosferik etkilerde farklılıklar.

(<http://www.profc.udec.cl/~gabriel/tutoriales/rsnote/cp9/9-2-1.gif>)

#### 2.4.1.2 . Geometrik Düzeltme

Orjinal uydu görüntüleri, sistematik veya sistematik olmayan geometrik bozulmaları (Şekil 2-18) içerdiğinden harita amaçlı kullanılmazlar.

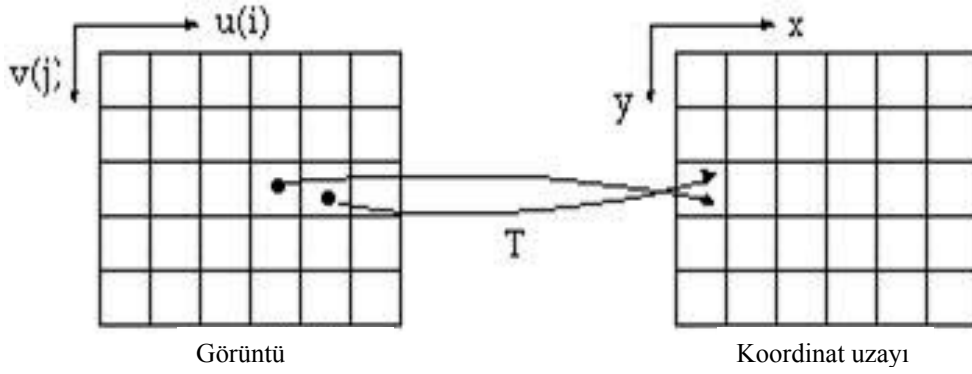


Şekil 2.18. Geometrik Bozukluklar.

(<http://www.fes.uwaterloo.ca/crs/geog376/ImageAnalysis/GeometricCorrection/distortions.gif>)

Bu bozulmaların nedeni yükseklikteki, konumdaki ve algılayıcı platformun hızındaki değişimlerden, yeryüzü eğriliği ve atmosferik kırılma gibi birçok etkindir. Geometrik düzeltmenin amacı, belirtilen nedenlerle oluşan bozulmaları gidermek, düzeltilmiş sayısal görüntünün harita olarak kullanılabilmesini sağlamaktır.

Geometrik düzeltme, 3 boyutlu gerçek koordinat sisteminden 2 boyutlu görüntü koordinat sistemine dönüşümü gerektirir. Bu dönüşüm temel olarak şu şekilde gösterilebilir:



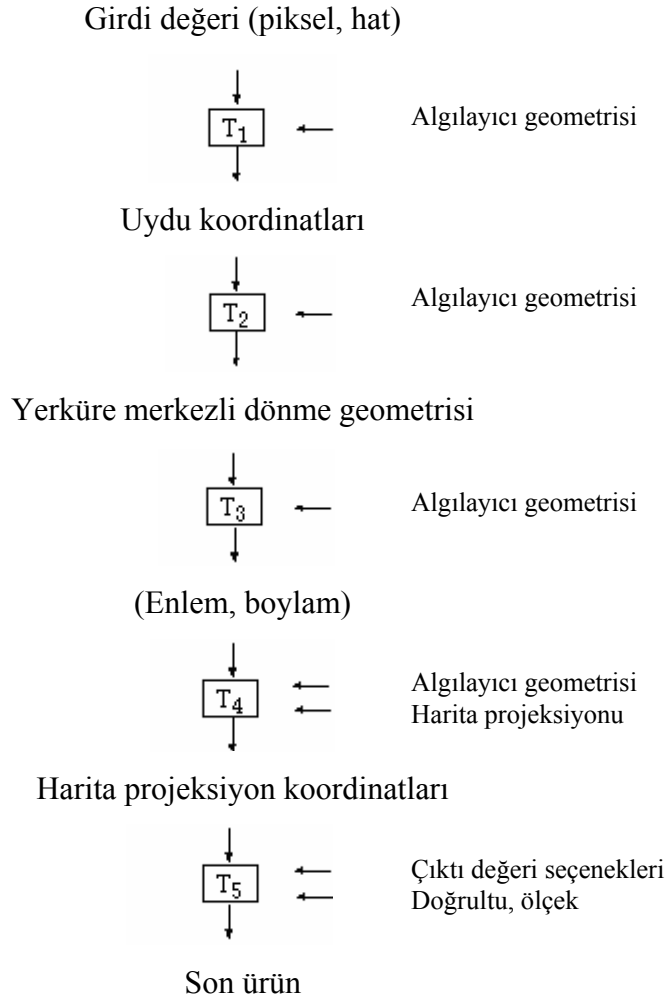
**Şekil 2.19.** Genel olarak geometrik düzeltme, görüntü uzayı ile coğrafik koordinat uzayı arasındaki bir dönüşümdür. Koordinat uzayında aynı pikselde iki nokta, görüntü uzayında iki farklı pikselde olabilir (veya tersi).

Geometrik düzeltme veya görüntü düzeltmesi, görüntüden görüntüye regresyon, görüntüden haritaya regresyonun anlamları şu şekilde açıklanabilir:

- 1-) Geometrik düzeltme ve görüntü düzeltmesi görüntüleme geometrisini düzenler.
- 2-) Görüntüden görüntüye regresyon bir görüntü koordinat sisteminden başka bir görüntü koordinat sistemine tahvil edilmesi için kullanılır.
- 3-) Görüntüden haritaya regresyon ise görüntü koordinat sisteminden özel bir projeksiyondaki harita koordinat sistemine dönüştürülmesi için kullanılır.

Yersel konumlandırma transformasyon gerektirdiğinden 1. ve 3. ifadeleri içermektedir.

Dönüşüm adımları şu şekilde özetlenebilir:



Transformasyonu gerçekleştirmek için:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

alınır. Bunun için gerekli her işlem adımının bilinmesi gereklidir. Transformasyon matrisinin tersi alınarak aşağıdaki ifade kurulabilir:

$$\begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = T^{-1} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

Ancak bu zaman kaybettiren ve karışık bir işlem olduğundan daha basit ve yaygın bir metot olarak ifade edilebilen polinomal yaklaşım kullanılmaktadır:



$$u = \sum_{p=0}^n \sum_{q=0}^n a_{pq} x^p \cdot y^q$$

$$v = \sum_{p=0}^n \sum_{q=0}^n b_{pq} x^p \cdot y^q$$

a ve b katsayıları yer kontrol noktaları kullanılarak tayin edilir. Afin\* dönüşüm gibi çok düşük mertebeli polinom içeren denklemler kullanılabilir:

$$u = ax + by + c$$

$$v = dx + ey + f$$

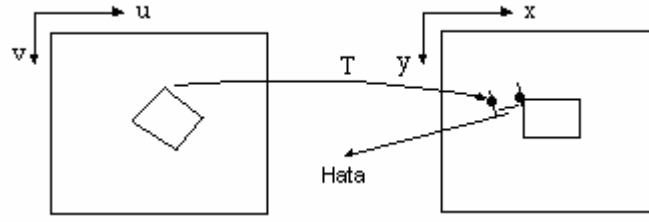
-----

(\*)**Afin Dönüşüm:** Geometrik teoremler, hem perspektif hem de afin (affine) geometriler için geliştirilmektedir. Afin geometri teoremleri, Öklid geometrisine ilişkin geliştirilmiş teoremler ile özdeştir. Afin geometride paralellik önemli bir kavramdır ve paralel hatlar arasındaki oranlar, geometrinin temelidir. Öklid geometrisi, kolay anlaşılabilir ve yıllarca okullarda öğretilmesinden dolayı grafik iletişimde standart bir yöntem durumuna ulaşmıştır. Bir afin dönüşüm, ötelemenin izlediği lineer dönüşümlerin bir bütünüdür. Afin dönüşümde 4x4 dönüşüm matrisinin son kolonu aşağıdaki gibi olmalıdır. Yoksa dönüşüm sonrası elde edilen koordinatlar (dönüştürülmüş homojen koordinatlar) tekil olmaz. Yani çözüm tek değildir. Diğer bir deyişle 4x4 matris işlemcisi ve afin dönüşüm arasında bire bir örtüşme olmaz.

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

En az 3 yer kontrol noktası yukarıdaki denklem katsayılarını tayin etmemize olanak tanımaktadır. Bu şekilde T transformasyon matrisine gerek duyulmamaktadır. Ancak, katsayılar hesaplanırken, yer kontrol noktalarının mümkün olduğunca görüntünün tamamına homojen olarak dağılmasına dikkat edilmelidir.

Diğer bir seçenek olarak T-1 yöntemini polinomal teknikle birleştirerek transformasyon hataları indirgenebilir.



Şekil 2.20. Doğrudan transformasyondaki hata miktarı.

Bu transformasyonu yapabilmek için izlenecek yol şu şekildedir:

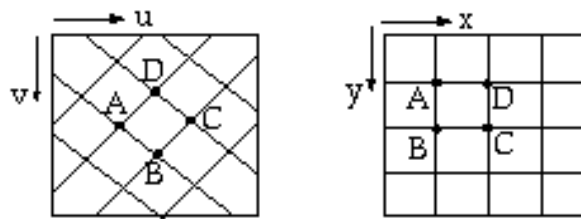
1-) Görüntüleme geometri parametrelerinin düzeltilmesi:

T-1 dönüşümünde, polinomlar uydu veya uçak konumlandırılmasından kaynaklanan hataları gidermek için kullanılmaktadır. Düzlem konumlandırılması içinde aşağıdaki formül kullanılır.

- Enlem :  $\lambda = \lambda_0 + \lambda_1 t + \lambda_2 t^2 + \lambda_3 t^3$
- Boylam :  $\Phi = \Phi_0 + \Phi_1 + \dots$
- Yükseklik :  $h = h_1 + h_2 t + \dots$

Benzer şekilde düzlem için:

2-) Grid çıktısının blok bölümlendirilmesi:

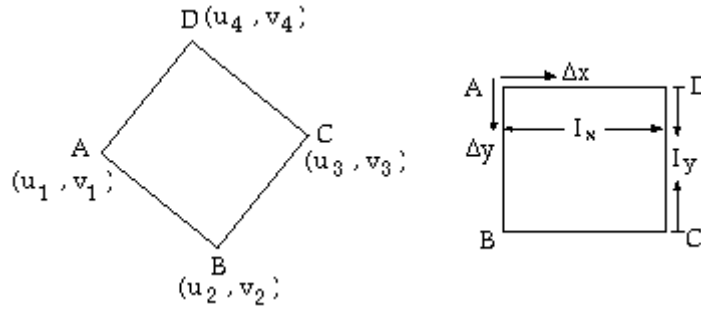


Şekil 2.21. x ve y uzayında bölümlendirme.

3-) Grid noktaları kullanımı ile haritalama:

$$T^{-1} \cdot \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = T^{-1} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

4-) Detaylı haritalama için her bir blok içindeki düşük mertebeli polinom kullanımı:



Şekil 2.22. u-v uzayından  $D_x$ - $D_y$  uzayına dönüşüm.

Kullanılabilecek seçenekler:

(i) Afin

$$\begin{cases} u = a\Delta x + b\Delta y + c \\ v = d\Delta x + e\Delta y + f \end{cases}$$

(ii) Bilineer

$$u = (a + bx)(c + dy)$$

$$\underbrace{\quad\quad\quad}_{\text{lineer}} \quad \underbrace{\quad\quad\quad}_{\text{lineer}}$$

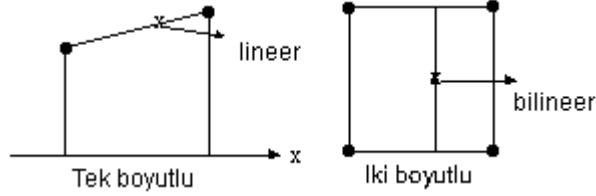
$$\underbrace{\quad\quad\quad}_{\text{Bilineer}}$$

4 bilinen ve 4 bilinmeyen olduğundan en küçük kareler yöntemi ile (i) şıkkı, grup denklemlerin normal çözümü ile de (ii) şıkkı çözümlenebilmektedir.  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  ve  $a_3$  değerlerinin (ii) şıkkında hesaplanması şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
A &= (0, 0') & (u_1, v_1) \\
u_1 &= a_0 & \therefore a_0 = u_1 \\
D: (Ix, 0) & & (u_4, v_4) \\
u_4 &= a_0 + a_1Ix & \therefore a_1 = \frac{u_4 - u_1}{Ix} \\
B: (0, Iy) & & (u_2, v_2) \\
u_2 &= a_0 + a_2Iy & \therefore a_2 = \frac{u_2 - u_1}{Iy} \\
C: (Ix, Iy) & & (u_3, v_3) \\
u_3 &= u_1 + \frac{u_4 - u_1}{Ix} \cdot Ix + \frac{u_2 - u_1}{Iy} \cdot Iy + a_3IxIy \\
\therefore a_3 &= \frac{u_1 + u_3 - u_2 - u_4}{IxIy}
\end{aligned}$$

Aynı şekilde  $b_0, b_1, b_2, b_3$  katsayıları da bu yoldan hesaplanabilir.

Detaylı haritalamalarda, bilineer dönüşüm bloktan bloğa devamlılığı sağladığı için afin dönüşümden daha çok kullanılmaktadır. Bilineer dönüşümün geometrik enterpolasyonu şu şekildedir:



Şekil 2.23. Lineer ve bilineer transformasyon.

Polinomal bir geometrik transformasyonun katsayılarının belirlenmesi yöntemi:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = T \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix}$$

Bilineer polinomlar için en küçük kareler yöntemi:

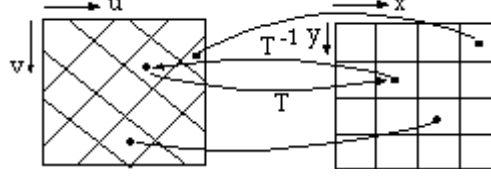
$$\begin{cases} x = a_0 + a_1u + a_2v + a_3uv & \text{--- (1)} \\ y = b_0 + b_1u + b_2v + b_3uv & \text{--- (2)} \end{cases}$$

Bu ise 4'ten fazla  $n$  sayıda yer kontrol noktası ile sağlanır:

$$(u_1, v_1) \blacklozenge (x_1, y_1)$$

$$(u_2, v_2) \diamond (x_2, y_2)$$

$$(u_n, v_n) \diamond (x_n, y_n)$$



Şekil 2.24. Yer kontrol noktalarının yer değiştirmesi.

Şekildeki gibi  $n$  sayıdaki yer kontrol noktalarının koordinatlarının yer değiştirilmesi ile iki denklem kümesi elde edilir.

$$\begin{cases} x_1 = a_0 + a_1u_1 + a_2v_1 + a_3u_1v_1 \\ x_2 = a_0 + a_1u_2 + a_2v_2 + a_3u_2v_2 \\ \vdots \\ x_n = a_0 + a_1u_n + a_2v_n + a_3u_nv_n \end{cases} \quad \text{Ve} \quad \begin{cases} y_1 = b_0 + b_1u_1 + b_2v_1 + b_3u_1v_1 \\ y_2 = b_0 + b_1u_2 + b_2v_2 + b_3u_2v_2 \\ \vdots \\ y_n = b_0 + b_1u_n + b_2v_n + b_3u_nv_n \end{cases}$$

En küçük kareler yöntemi matris formunda yazılır.

Dolayısıyla  $X$  için:

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}_{n \times 1} = \begin{pmatrix} 1 & u_1 & v_1 & u_1v_1 \\ 1 & u_2 & v_2 & u_2v_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & u_n & v_n & u_nv_n \end{pmatrix}_{n \times 4} \cdot \begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix}_{4 \times 1}$$

↑  
bilinmeyen

$$X_{n \times 1} = M_{n \times 4} \cdot A_{4 \times 1}$$

$M_{n \times 4}^T$  ifadesi her iki tarafla çarpıldığında;

$$M^T \cdot X = M^T \cdot M \cdot A$$

$M^T * M$ ' nin inversi alınır:

$$[M^T * M]^{-1} * M^T * X = [M^T * M]^{-1} M^T * M * A = A$$
$$\therefore A = [M^T * M]^{-1} * M^T * X$$

elde edilir. Aynı şekilde  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  ve  $b_3$  katsayıları da bu şekilde çözülebilir.

Bu çözüm, afin dönüşüm ve daha yüksek mertebeli polinomlara da uygulanabilir.

#### 2.4.2. Görüntü Zenginleştirme

Sayısal görüntü işleminin avantajı görüntünün sayısal piksel değerlerinin bizim tarafımızdan değiştirilmesine olanak tanınmasıdır. Görüntüde, aydınlanma, atmosfer etkisi ve algılayıcı karakteristiği nedeniyle oluşan hataları gidermek için radyometrik düzeltmeler kullanılsa bile görüntü hala istediğimiz görsel netliğe ulaşamayabilir. Görüntü zenginleştirme, bir görüntünün belli bir uygulama için daha kolay yorumlanabilir hale getirilmesi çalışmasıdır.

##### 2.4.2.1. Spektral Zenginleştirme

Genellikle ham görüntü var olan sayısal değer yelpazesinin küçük bir bölümünü (8-bit veya 256 seviye) içerir. Kontrast zenginleştirmede, hedeflerle arka alan arasındaki kontrastın artırılmasıyla orijinal değerler değiştirilerek yelpazenin daha geniş bölümünün kullanılması sağlanır.

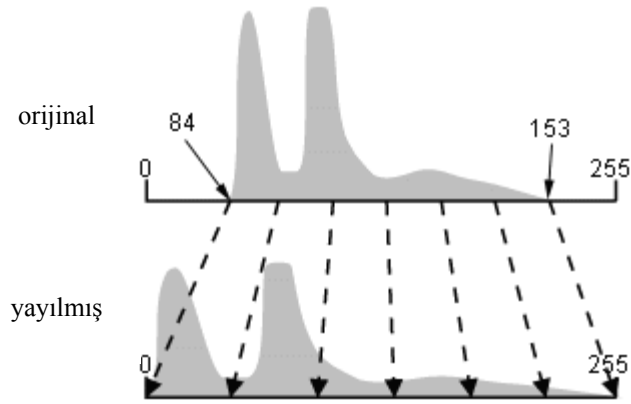
Kontrast artırmayı anlayabilmek için görüntü histogramını bilmek gerekir.

**Histogram;** görüntünün içerdiği parlaklık değerlerinin grafik gösterimidir (şekil 2.25). Parlaklık değerleri (0 – 255) X ekseninde, bu değerlerin olduğu frekanslar Y ekseninde gösterilir.

Görüntünün histogramda grafik olarak gösterilen sayısal değerlerini değiştirerek birçok zenginleştirme uygulayabiliriz. Bunlardan bazıları şöyledir;

**Lineer Kontrast Yayma,** tek başına çok etkin ve çok kullanılan basit bir zenginleştirme metodudur. Görüntüde ortaya çıkan en düşük ile en yüksek parlaklık değerini daha geniş bir bölgeye 0 – 255 arasına lineer olarak yaymak için, görüntüdeki alt ve üst sınır parlaklık değerleri seçildikten sonra, alt sınır 0 (siyah) üst

sınır 255 (beyaz) parlaklık değerine eşit alınarak, görüntüde ara değerler bu sınırlar arasına yayılır.



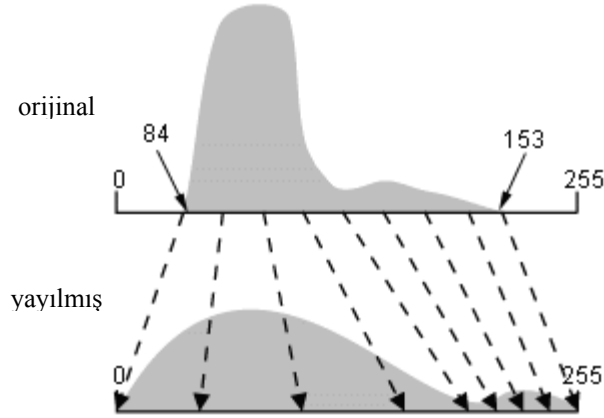
Şekil 2.25. Lineer kontrast yayma.

**Lineer Olmayan Kontrast Yayma**, bir görüntüde her bölgeye aynı kontrastın uygulandığı yöntemdir. Lineer olmayan zenginleştirme, bazı bölgelerdeki kontrastı azaltırken diğer bir bölgedeki kontrast artabilir. Bu yöntemlerde orijinal görüntüdeki parlaklık değerlerinin en fazla yayılım gösterdiği bölge, daha az yer alan parlaklık değerlerine göre daha geniş bir bölgeye yayılır. Daha az oranda ortaya çıkan açık ve koyu renk tonları bastırılır ve bu kısımlarda detay kaybı olur.

**Gauss Dağılımına Göre Kontrast Yayma**, parlaklık değeri dağılımına Gauss Dağılımı'nın uygulanmasıdır. Burada yayılım lineer olmayıp, orijinal görüntünün histogramı 0 – 255 parlaklık değerleri arasında normal dağılım eğrisi (Gauss Eğrisi) ile çakıştırılır. Bu şekildeki bir kontrast yayılmasında açık ve koyu renk tonu bölgelerinde, diğer yöntemlere göre daha iyi bir kontrast dağılımı elde edilmektedir. Buna karşılık, orta – gri renk tonunun yer aldığı orta bölgelerde kontrast diğer iki yöntemle göre daha az kalmaktadır.

**Histogram Eşitleme** yönteminde orijinal görüntünün histogramının belirli bir biçimde olması istenir. En çok istenen çıktı histogramı, eşit dağılımlı ya da düz histogramdır. Her parlaklık seviyesine eşit sayıda piksel düşecek şekilde değiştirilmiş histograma **düz histogram** denir. Histogram eşitleme işlemi sonucunda histograma ait tepe noktaları bölgesinde kontrast artırılmış olur. En fazla bilginin düz histogramlı

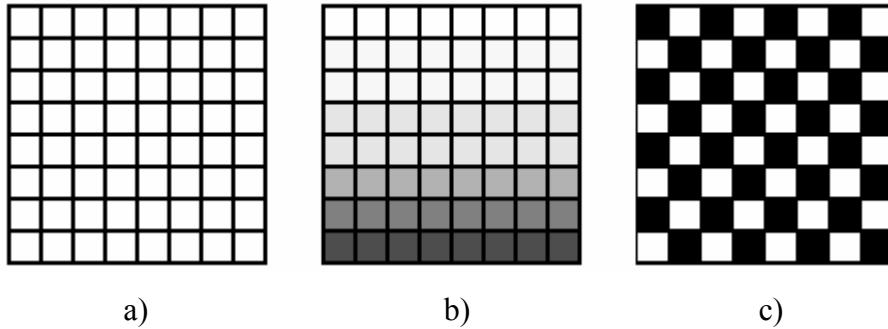
bir görüntüde olduğu söylenebilir. Böyle görüntülerde her parlaklıkta noktalar bulunduğundan genellikle göze kaliteli görünür.



Şekil 2.26. Histogram eşitleme.

#### 2.4.2.2. Uzaysal Zenginleştirme

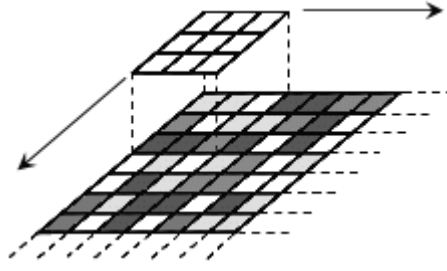
Uzaysal filtreler, görüntüdeki belirli özellikleri uzaysal frekanslarına göre belirginleştirmek veya bastırmak için dizayn edilmiştir. **Uzaysal frekans**, görüntünün içerdiği bölgenin yapısına bağlıdır. Pürüzlü alanların (küçük alanda tonlardaki değişimlerin ani olduğu bölgeler) yüksek uzaysal frekansları varken, yumuşak alanlar (geniş alanda tonlardaki değişimlerin az olduğu bölgeler) alçak uzaysal frekansa sahiptir.



Şekil 2.27. a) sıfır uzaysal frekans, b) düşük uzaysal frekans, c) yüksek uzaysal frekans.

Filtreleme işlemi, görüntüdeki her piksel üzerinde birkaç pikselden oluşan pencereyi hareket ettirmektir. Bu işlem sırasında pencere altında kalan piksel değerlerini kullanarak matematiksel hesaplama yapılır ve orta piksele yeni değer atanır. Hesaplama şekilleri ve pencerenin içerdiği piksel değerleri değiştirilerek farklı şekillerde filtreleme yapılabilir.





Şekil 2.28. Filtreleme işleminin şematik gösterimi.

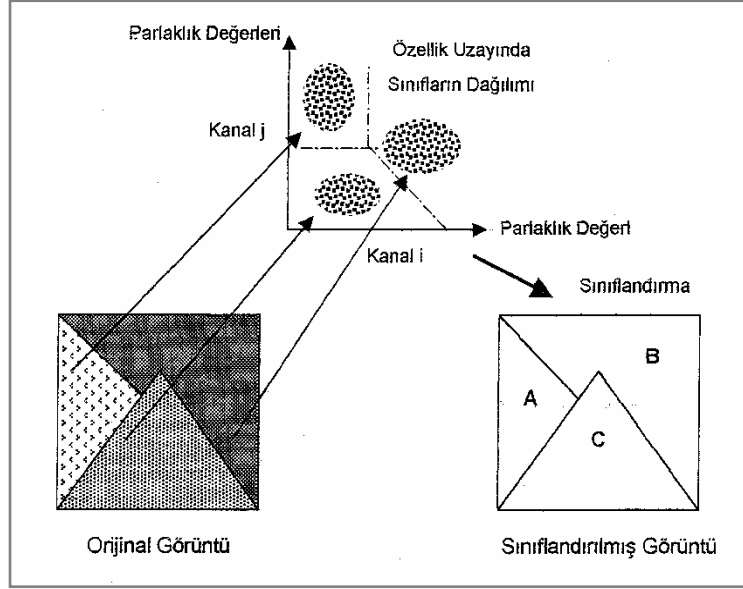
**Alçak geçiren filtre ile süzme**, benzer tonlara sahip büyük ve homojen alanları vurgular, görüntüdeki küçük ayrıntıları azaltır. Bu nedenle alçak geçiren süzgeç görüntüyü yumuşatır. Görüntüdeki her resim elemanı için  $(n \times m)$  resim elemanı komşuluğunda ortalama değer hesaplanır. Bu ortalama değerle görüntü yeniden oluşturularak parazit ortadan kaldırılır.

**Yüksek geçiren filtre ile süzme**, az parazitli veya parazitsiz görüntülere uygulandığında algılayıcı sistemin çözebilirlik sınırında veya altında kalan küçük cisimleri ayırt edilebilir hale getirir. Burada görüntü düzleştirilmez, bastırılmaz, tam tersine aşırı derecede kontrast artırılır. Örneğin, yüksek geçiren filtre önce görüntüyü alçak geçiren filtre ile süzer, sonuçları orijinalden çıkarır ve geride sadece yüksek uzay frekans bilgilerini bırakır.

#### 2.4.3. Görüntü Sınıflandırma ve Analizi

Uzaktan algılama verileri sayısal değerlerden oluşmaktadır. Bu sayıların görüntüye dönüştürülmesi, işlenmesi, renklendirilmesi, matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin yorumlanması olan sınıflandırma işlemi, bu çalışmamızda temel aldığımız esaslardan birisidir.

Sınıflandırma, benzer spektral özelliklere sahip sayısal görüntü elemanlarının yansıtma değerleri göz önünde bulundurularak gruplandırılmasıdır. Sınıflandırma işleminde dalga boyları özenle seçilmeli, örnekleme bölgeleri arasındaki ilişkiler tüm görüntü veri dizisi için uygulanmalı ve sonuç görüntülerinde doğruluk değerlendirilmesi yapılmalıdır.



Şekil 2.29. Sınıflandırma işleminin şematik gösterimi.

Bu işlemdeki amaç, eldeki yansıtma ya da grilik değerlerine karşılık gelen verilerden o verilerin karşılık geldiği cisimlerin belirlenmesidir. Bu verilerle yapılan sınıflandırma işlemleri matematik formüllerle ifade edilebilmektedir. Günümüzde sınıflandırma, uzaktan algılanan görüntülerden bilgisayar yardımıyla harita yapımı için en uygun yaklaşımdır.

Sınıflandırma işleminin sonunda, sınıflandırılan piksellerin bir haritası elde edilir. Ekranda sınıflandırılan pikseller farklı renklerle gösterilirken sayısal çıkışlar da grafik sembollerle kodlandırılmaktadır. Sınıflandırma sırasında aynı bölgenin farklı kanallardan algılanan görüntülerine karşılık gelen gri tonlarını indirgeyerek görüntü verilerini kıyaslamaktadır. Bir multispektral görüntüde her piksel, uzay koordinatları olan x, y ve spektral koordinat ( dalga boyu ) ile tanımlanmaktadır.

Genelde sınıflandırma insan tarafından belirlenen bazı hedef sınıflar ile uygulanır. Bu hedef sınıf grubuna sınıflandırma düzeni adı verilir. Oluşturulacak düzenin maksadına göre organizasyonun ve sınıflandırmanın iskeleti verilerden seçilen bilgilerle oluşturulur. Uygun sınıflandırma düzeni hem çalışma açısından hem de eldeki verilerin değerlendirilmesi bakımından önemlidir.

Sınıflandırma örnekleri (sadece örnekler olarak da adlandırılır) güvenilir model veya potansiyel sınıf olarak ne kabul edildiyse ona karşılık gelen piksel grubudur. Sistem sınıflar için örnek pikseller kullanarak, simgeler oluşturacak ve istatistikler hazırlayacaktır.

Sınıflandırma örneklerinin, tanımlanmaya çalışılan sınıf ile uyumlu olması çok önemlidir. Bu sınıflandırma sınıfları gerekmedikçe çok sayıda pikselden oluşmamalı veya veri üzerinde geniş alana yayılmış olmamalıdır. Sınıflandırma örneklerinin seçimi büyük ölçüde çalışma alanına ve seçilmek istenilen sınıflara bağlıdır.

Sınıf seçimi genelde iteratif bir işlemdir. Tanımlanmak istenen sınıflara tam olarak karşılık gelen simgelerin geliştirilmesi için, tekrar tekrar sınıflandırma örnekleri seçilmeli, örneklerden geliştirilmiş simgeler değerlendirilmeli ve sonra hem yeni örnekler alınmalı hem de gerekli olan simgeler işlenmelidir.

Simgelerin işlenmesi birleştirmeyi, elemeyi veya bir dosyadan diğerine geçirmeyi gerektirebilir.

Sınıflandırma işlemi sırasında, görüntü işleyici görüntü verisinde mevcut bulunan örnekleme bölgelerini seçerek veya daha önce belirlenmiş olan spektral özelliklerden yararlanarak sınıflandırma işini yönetiyor veya etkiliyorsa bu “**Kontrollü Sınıflandırma**” olarak tanımlanmaktadır.

Kontrollü sınıflandırma yönteminin bir alternatifi ise sınıflandırma işi süresince görüntü işleyicisinin herhangi bir şekilde sınıflandırma işlemine etkili olmadığı “**KontROLSÜZ Sınıflandırma**” yöntemidir. Bu yaklaşım, çok sayıdaki bilinmeyen pikselin görüntü verisinde mevcut olan doğal gruplaşmalarını irdeleyen karmaşık algoritmaların kullanılmasına neden olmaktadır. Bu yöntem, görüntü verisine ait örnekleme bölgelerinin çok kısıtlı olduğu veya hiç olmadığı hallerde geniş kullanım alanı bulmaktadır.

Her iki sınıflandırma yönteminde de temel amaç pikseli sahip olduğu yansıtma değerine göre yeryüzünde o piksele karşılık gelen türün oluşturduğu kümelere atamaktır. Sınıflandırma işlemi KontROLSÜZ ve Kontrollü Sınıflandırma yöntemleri olarak iki ana gruba ayrılır.

#### **2.4.3.1. KontROLSÜZ Sınıflandırma**

KontROLSÜZ sınıflandırma yönteminde, sınıflandırma için temel olan kontrol verilerinin kullanımı yerine görüntüde belirsiz olan görüntü elemanlarını inceleyen ve görüntü sayısal değerlerinde varolan doğal gruplaşmalara veya kümelere dayalı olarak bu elemanları çeşitli sınıflar altında birleştiren algoritmalar kullanılır. Burada temel olan, farklı sınıf tiplerine ait olan verilerin birbirinden ayrılması için belirli bir

örtü tipine ait olan sayısal değerlerin ölçme uzayında birbirine yakın bir konumda bulunmasıdır.

Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda oluşacak sınıflar spektral sınıflardır. Çünkü bu sınıflar görüntünün sayısal değerlerindeki doğal gruplaşmalara bağlı olup, bu spektral sınıfların ne olduğu önceden bilinmemektedir. Oluşturulan sınıfların doğal özellikleri ancak daha sonra, o bölgeye ait hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar ve varolan bilgilerle karşılaştırılarak belirlenir.

**Euclid uzaklığı (en kısa uzaklık) yöntemi**, gerek kontrollü gerekse kontrolsüz sınıflandırmada yaygın olarak kullanılan bir yöntem olmakla beraber kontrolsüz sınıflandırmanın temelini oluşturmaktadır.

Euclid uzaklığı, iki boyutlu uzayda yer alan X veya Y noktalarına ait  $x_1, y_1$  ve  $x_2, y_2$  parlaklık değerleri arasındaki uzaklığı vermektedir ve;

$$E = \left[ \sum_{i=1}^n (x_i, y_i)^2 \right]^{1/2}$$

formülü ile tanımlanmaktadır.

Burada;

**n** : boyut (bant)

**x, y** : n boyutlu uzayda görüntü elemanlarının spektral değeri

**E** : n boyutlu uzayda görüntü elemanlarının spektral değerleri arasındaki uzaklık

Euclid uzaklığı yönteminin kontrolsüz sınıflandırma kriteri olarak kullanıldığı durumlarda hazırlanan algoritmalar genelde şu temel adımları içermektedir.

- n boyutlu uzayda, n adet yansıtma değerlerinden oluşan vektörler geçici küme merkezleri olarak seçilmektedir.
- Her vektör, en yakın küme merkezine atanmaktadır. Bu noktada vektörlerle küme merkezleri arasındaki uzaklığın ölçütü Euclid uzaklığı kriteri olmaktadır.

- Kümelere atama işleminde daha önceden belirlenen sayıda vektör kullanılması durumunda, son hesaplanan merkez kesin küme merkezi olarak kabul edilmektedir.
- Veri değerlendiricinin ilk adımda belirlediği toplam küme merkezi sayısında kesin küme merkezi hesaplandıktan sonra, bu kümelere girmeyen, farklı yansıtma değerleri varsa bunlar sınıflandırılmayan nokta olarak kalmaktadır.

### **Kümeleme Yöntemi İle Kontrolsüz Sınıflandırma**

ISODATA iteratif veri analizi tekniğidir. Bu metotta;

- Keyfi belirlenmiş bir küme ortalama sayısı belirlenir ve işleme başlanır.
- Keyfi ortalama değerler verideki kümenin ortalama değerlerine dönüşüncüye kadar iteratif olarak işlem tekrarlanır.
- Oluşturulan sınıflar incelenebilir veya üzerinde işlem yapılarak yeniden sınıflandırma yapılabilir.

Isodata kümeleme parametreleri:

**N:** Göz önüne alınacak maksimum küme sayısı; her küme bir sınıf için temel olunca, bu sayı sınıfların maksimum sayısı olur. Isodata yöntemi N keyfi kümelemesiyle saptanmaya başlanır. Çok az pikseli olan bazı kümeler, N taneden fazla küme oluşmaması için elenir.

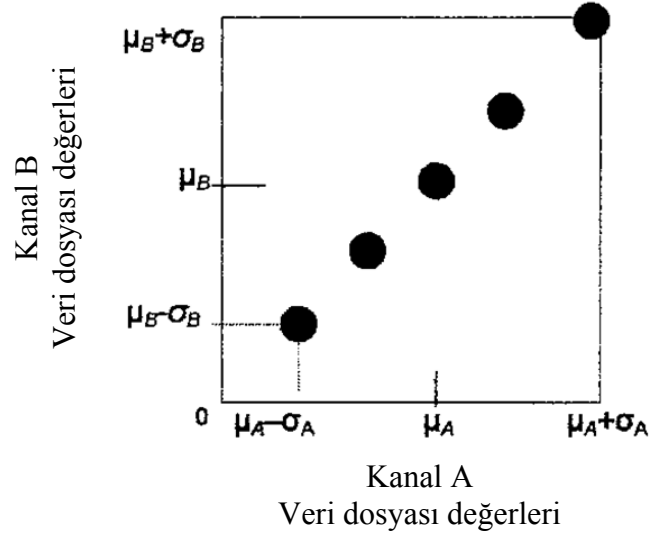
**T:** Eşik yakınlığı; bu kavram sınıf değerleri iterasyonlar arasında değiştirmeyecek piksellerin maksimum miktarıdır.

**M:** Uygulanacak maksimum iterasyon sayısı.

**P:** Bir küme oluşturmak için kullanılacak minimum piksel sayısı; eğer iterasyonlar sonucunda herhangi bir kümede P'den az piksel varsa o küme silinir ve içindeki pikseller diğer kümelere yerleştirilir.

Isodata algoritmasının ilk iterasyonunda, N tane kümenin ortalama değerleri keyfi olarak saptanır. Her iterasyon sonucunda her bir küme için kümedeki piksellerin spektral konumlarına göre belirlenen yeni ortalama değerleri hesaplanır. Daha sonra, bu yeni ortalamalar bir sonraki iterasyonda yeni kümelerin belirlenmesinde kullanılır. Bu işlem, iterasyonlar arasında çok küçük bir fark kalıncaya kadar devam eder.

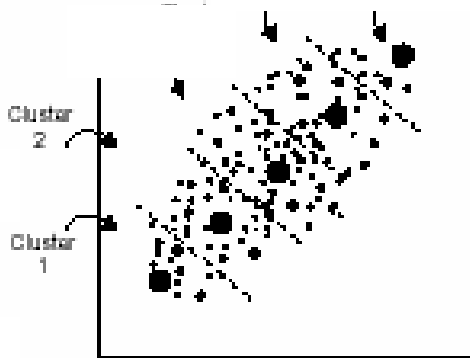
İlk ortalama değerleri spektral uzayda, spektral koordinatları  $(\mu_1-s_1, \mu_2-s_2, \mu_3-s_3, \dots, \mu_n-s_n)$  ve  $(\mu_1+s_1, \mu_2+s_2, \mu_3+s_3, \dots, \mu_n+s_n)$  olan noktaları temsil eden bir vektör boyunca yer alırlar. İki boyutlu özellik uzayında bu vektör, aşağıdaki gibi gösterilebilir. İlk küme merkezleri  $(\mu_1-s_1, \mu_n-s_n)$  ve  $(\mu_1+s_1, \mu_n+s_n)$  arasında dağılmıştır.



Şekil 2.30. ISODATA keyfi kümeleri.

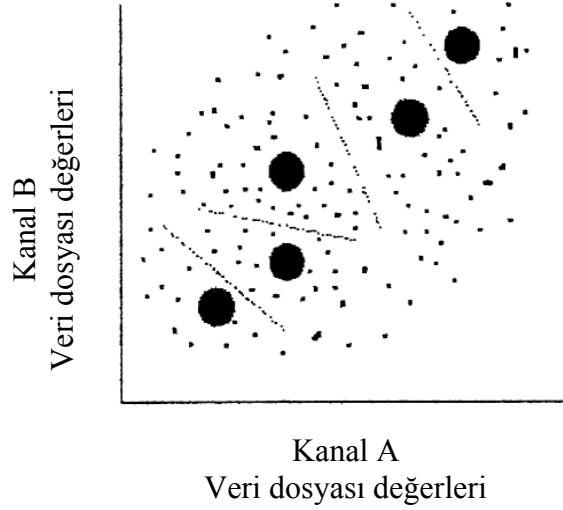
Piksel analizi görüntünün üst sol köşesinden başlar ve soldan sağa doğru gider. Artırma faktörü belirlenirse, x. sütun ve y. satır için de pikseller analiz edilebilir.

Başlangıç değerlerinin keyfi olarak işaretlenmesiyle, ISODATA algoritmasının ilk iterasyonu her zaman benzer sonuçlar verir.



Şekil 2.31. ISODATA birinci iterasyonu.

İkinci iterasyonda küme ortalamaları spektral uzay içerisinde yeniden hesaplanır. Böylece ortalamalar spektral uzayda yer değiştirir. Daha sonra ilk iterasyondaki tüm adımlar tekrarlanır. Her piksel yeni küme ortalamasıyla eşleştirilir ve ortalaması en yakın olan kapalı kümeye dahil edilir.



Şekil 2.32. ISODATA ikinci iterasyon.

Her iterasyondan sonra, yapılan son iterasyona kadar yerleri hiç değişmeyen pikseller komut ekranında oransal olarak gözüktür. Bu oran, eşik yakınlığı değerine ulaştığında program sona erer.

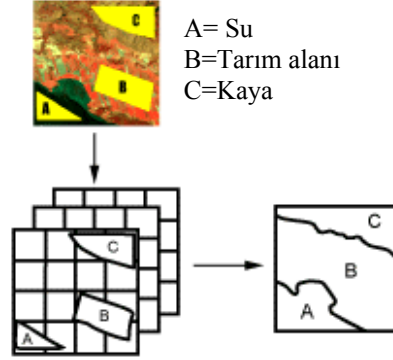
Çalışmalar göstermiştir ki, ISODATA algoritması, veri içinde var olan spektral kümelerin bulunmasında oldukça yüksek başarı oranına sahiptir. Yeteri kadar iterasyona izin verildiğinde bu mevcut keyfi küme ortalamalarının nerede bulunduğu önemli değildir.

Yöntem, veri dosyasının üst veya alt piksel değerlerini göz önüne almaz, çünkü iteratiftir. Yani normal dağılmamış veriler için iyi sonuç verir. Buna karşın yavaş bir metottur ve homojenliği hesaba katmaz.

#### 2.4.3.2. *Kontrollü Sınıflandırma*

Kontrollü sınıflandırmada, homojen reprezentatif görüntü örneklerinden ilgi alanına göre seçim yapılır. Bu örnekler çalışma alanları olarak kabul edilir ve çalışma alanının seçimi, analistin incelenen bölgenin jeografisi hakkındaki bilgisine bağlıdır. Analist bir dizi spesifik sınıfın kategorize edilmesini denetleyecektir.

Çalışma alanını kapsayan piksellerdeki nümerik bilgi, herbir sınıf için, bilgisayarın benzer alanları algılamasını sağlamak amacıyla bilgisayarı eğitmek için kullanılır. Bilgisayar, herbir çalışma sınıfına ait nümerik işaretleri belirlemek için özel bir program ve algoritma kullanır. Bir kere bilgisayar her bir sınıf için geçerli olan işareti öğrenirse görüntüdeki pikselleri buna göre en yakın uyumluluğa göre isimlendirir (Şekil 2.33).



**Şekil 2.33.** Kontrollü sınıflandırmanın şematik gösterimi.

(<http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/tutorial/graphics/content/supere.gif>)

## 2.5. Coğrafi Bilgi Sistemleri

### 2.5.1. CBS'nin Tanımı

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), İngilizce Geographical Information Systems (GIS) ifadesinin Türkçe'ye çevrilmiş hali olup, kullanıcıların çok farklı disiplinlerden olması nedeniyle, bu kavram da değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Özellikle CBS'nin dünyada konumsal bilgi ile ilgilenen kişi, kurum ve kuruluşlar arasında geniş bir ilgi uyandırması, gelişmelerdeki hızlı değişiklikler, özellikle ticari beklentiler, farklı uygulama ve fikirler, CBS' nin standart bir tanımının yapılmasını zorlaştırmaktadır. CBS, bazı araştırmacılara göre konumsal bilgi sistemlerinin tümünü içeren ve coğrafik bilgiyi irdeleyen bir bilimsel kavram, bazılarına göre; konumsal bilgileri sayısal yapıya kavuşturan bilgisayar tabanlı bir araç, bazılarına göre de; organizasyona yardımcı olan bir veri tabanı yönetim sistemi olarak nitelendirilmektedir. (Yomralıoğlu, 1994; Altan, 1996; Batuk, 1996). Bütün bu düşünceler doğrultusunda, coğrafi bilgi sistemlerinin aşağıdaki şekilde değişik yönlü tanımları yapılmaktadır.



- “CBS, belirli bir amaç ile yeryüzüne ait verilerin toplanması, depolanması, sorgulanması, transferi ve görüntülenmesi işlevlerini yerine getiren araçların tümüdür.” (Burrough, 1998)
- “CBS, coğrafik bilgileri bir bilgisayar ortamında depolayan ve analiz eden bir araçtır.” (ESRI, 1994)
- “CBS, konumsal veya coğrafik koordinatları referans alan ve bu veriler ile çalışmayı tasarlayan bilgi sistemidir.” (Star,1990)
- “CBS, yeryüzü referanslı verileri toplayan, depolayan, kontrol eden, işleyen, analiz eden ve görüntüleyen bir sistemdir.”(AGI, 1991)

Bu tanımlamalardan da anlaşılacağı gibi CBS’ nin bir sistem mi yoksa bir araç mı olduğu konusunda değişik görüşler söz konusudur. (Burrough 1998)’ a göre CBS tanımı; araçö yönetim ve sistem gibi üç temel yaklaşımla irdelenir. Buna göre, CBS bilgi teknolojisine dayalı bir veri toplama, işleme ve sunma aracı olarak; veya yoğun ve karmaşık konum bilgilerinin etkin bir şekilde denetlenebildiği bir yönetim tarzı, veya coğrafik verilerin daha verimli kullanılmasına olanak sağlayan bir sistem ya da bunların bir bütünü olarak algılanmaktadır. Bunlara göre özetle CBS; konuma dayalı işlemlerle elde edilen grafik ve grafik olmayan verilerin toplanması, saklanması, analizi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir. (Yomralıoğlu, 2002)

Bilgisayarların konumsal analizlerde ve haritacılık faaliyetlerinde kullanılmasına yönelik tarihsel gelişmeler ile; otomatik veri toplama, veri analizi ve sunumu çalışmalarındaki gelişmelerin paralellik gösterdiği görülmektedir. Değişik disiplinlerdeki bu farklı uygulamalarda zamanla veri tekrarı sorununun ortaya çıktığı gözlenmiştir. İlk bakışta ayrı görünen, aslında birbiri ile ilişkili olan bu alanlardaki veri tekrarı sorunu günümüzde, teknik ve kavramsal problemlerin çözülebilmesi için, değişik konumsal veri işleme yöntemlerini içeren genel amaçlı coğrafi bilgi sistemleri ile çözülmektedir. (Yomralıoğlu, 2002)

### ***2.5.2. CBS’nin Gelişimi***

CBS’nin kavramsal alanda ilk ortaya çıkışı, 1963 yılında Roger Tomlinson liderliğinde başlatılan ve Kanada’nın ulusal arazilerinin özelliklerine göre tespitine yönelik olarak geliştirilen Kanada CBS projesiyle olmuştur. Yine 1966 yılında

Harvard Üniversitesinde gerçekleştirilen bir proje de ilk teorik CBS çalışması olarak bilinir. Bu proje ile, çizgi tabanlı eğitim haritalarının bilgisayar aracılığı ile üretilbileceği gösterilmiş ve bu amaçla SYAMP (Synagraphic Mapping System) adı verilen bir yazılım geliştirilmiştir. 1970'li yıllarda yine aynı üniversitede, poligon bindirme işlemleriyle veri katmanı oluşumuna olanak sağlayan ODYSEY adlı yazılım geliştirilmiştir. Bu ürünler, CBS fonksiyonunu yerine getiren konumsal veri işlem alanındaki ilk uygulamalar olarak bilinir(Coppock, 1992).

Bilgisayar Destekli Haritacılık (AM- automated mapping) ve tesis yönetimi (FM – facilities management) teknolojisi de ilk olarak 1960'lı yıllarda piyasada görülmeye başlamıştır. İlk olarak Colorado Kamu Servisleri şirketinde (CPCo) kullanılmaya başlayan AM/FM teknolojisi, daha sonra yazılı Çizelge verileriyle birleştirilmek istenmiştir. Konumsal veriye dayalı olarak, IBM ve CPCo işbirliği ile AM/FM sistemi “Jeo-tesisleri Veritabanı” adlı bir sisteme dönüştürülmüştür. AM/FM sistemleri genellikle endüstriyel amaçlı problemlerin çözümü için geliştirilmiş bilgisayar destekli çizim ve tasarım işlemlerini yerine getiren bir bilgisayar destekli tasarım (computer aided design – CAD) ürünüdür. CAD sistemleri çok çeşitli grafiksel katmanların ayrı ayrı çizimine ve düzeltilmesine izin vermektedir. İki ve üç boyutlu çizimlerde, bilhassa mühendislik ve mimari projelerin çizilmesinde noktaların koordinatlarını belirlemek, belli kalınlık, uzunluk ve açılarda çizgiler çizmek CAD ile hızlı bir şekilde yapılabilmekteydi. Ancak veri tabanı anlamında Çizelge vb. yazılı bilgilerin işlenmesi CAD ile başlangıçta mümkün olmadığından ayrı bir veritabanına ihtiyaç duyulmuştur. (Cowen, 1987).

Veritabanı Yönetim Sistemleri, Çizelge biçimindeki yazılı bilgileri, saklayan ve işleyen sistemlerdir. Oluşturulması düşünülen veritabanı, öncelikle kullanıcılar tarafından tasarlanarak, geekli yazılım destekleri ile gerçekleştirilir. Veritabanlarına ilişkin veri yapıları, verilerin birbiri ile olan ilişkileri dikkate alınarak belirli bir formda tasarlanırlar. Veritabanlarının oluşturulmasında değişik veri modelleri kullanılır (Yomralıoğlu, 2002).

CAD teknolojisi ile çalışan AM/FM sistemleri, daha çok ve lineer özelliklerin, örneğin ; boru, kablo, elektrik, su, kanal vb. hatların gösteriminde kullanılmaktadır. Bu tür tesislere ilişkin yazılı bilgiler ise ayrı bir veritabanında tutulur. Dolayısıyla bir bütün içerisinde olmayan bu tür sistemler ile etkili bir konumsal veri işlemiyapmak

mümkün değildir. Nitekim CBS ile CAD sistemlerinin ayrıldığı en önemli nokta, grafik ve grafik olmayan veritabanlarının bu sistemler içerisindeki işlevleridir. Özellikle CAD kullanıcısı, herhangi bir kodlama ve veritabanı tasarımı yapmaksızın grafik tabanlı bir işleme başlayabilir. Oysa CBS gibi bir sistemde başlangıçta bir kodlama ve veritabanı tasarımı şarttır. CAD sistemleri sadece çizim işlemlerinin bir nevi otomasyonu gibi gözüktüp, haritalar üzerinde yolların, arazi sınırlarının, planların çizimine kolaylık sağlarken, nesnelere hakkında çizgisel gösterimler dışında daha detaylı bilgiyi taşıyamadıklarından karar vericilere yeterince yardımcı olmamaktadır. Çünkü karar vericilerin sadece grafik değil aynı zamanda nesne özelliklerini açıklayıcı ilave metinsel bilgilere de ihtiyacı vardır. Bu nedenler CBS gibi bir grafik ve metinsel bilgileri bir arada bulundurabilen daha etkili sistemlerin oluşturulması kaçınılmaz olmuştur (Yomralıoğlu, 2002).

CAD sistemlerinde karşılaşılan zorluklar günümüzdeki konumsal bilgi sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Nitekim CAD sistemlerinden CBS'ye geçişle birlikte bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmelere de bağlı olarak, "masaüstü-haritacılık" uygulamaları yaygınlaşmıştır. Bu tür uygulamalar ile bilgisayar ortamına aktarılan haritalar üzerinde, fare yardımıyla nesnelere üzerine tıklanarak uzunluk, açı, koordinat, vb. bilgiler dinamik bir şekilde sorgulanmış, istenen ölçek, sembol, detay ve renklerde harita almak oldukça kolaylaşmıştır. İnternet vasıtasıyla da üretilen harita bilgileri paylaşımına açılarak, her türlü bilgi alış-verişi mümkün hale gelmiştir. (CBS hakkında daha geniş bilgiler ve yıllara göre gelişim Çizelgesi EK-3 'te gösterilmiştir)

### **2.5.3. CBS' nin Temel Bileşenleri**

CBS'nin temel fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için en az beş ana unsurun bir arada olması gerekir. Bunlar CBS'nin bileşenleri olarak isimlendirilen donanım, yazılım, veri, insanlar, yöntemlerdir (Yomralıoğlu, 2002).

a) Donanım: CBS'nin işlemlerini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sisteminde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında tarayıcı, çizici, sayısallaştırıcı, veri kayıt üniteleri gibi yan donanım cihazları, CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır. (Yomralıoğlu, 2002).

b) Yazılım: Yazılım, coğrafi bilgileri toplamak, analiz etmek ve görüntülemek için ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalarıdır. Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştirilen firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır. En popüler CBS yazılımlarına örnek olarak ARC/INFO, İNTERGRAPH, MAPINFO, SMALLWORLD, GENESIS, IDRISI vb. verilebilir. CBS'ye yönelik bir yazılımda olması gereken temel unsurlarından bazıları şunlardır;

- Coğrafi veri/bilgi girişi ve işleme için gerekli araçları bulundurması
- Bir veritabanı yönetim sistemine sahip olması
- Konumsal sorgulama, analiz ve görüntülemeyi desteklemeli
- Ek donanımlar ile olan bağlantılar için arayüz desteği olmalıdır(Yomralıoğlu, 2002).

c) Veri: CBS' nin en önemli bileşenlerinden biri de veridir. Grafik yapıdaki coğrafi veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya Çizelge verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS, konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Veri kaynaklarının dağınıklığı, çokluğu ve farklı yapılarda olmaları, bu verilerin toplanması için büyük zaman ve maliyet gerektirmektedir. Nitekim CBS' ye yönelik kurulması tasarlanan bir sistem için harcanacak zaman ve maliyetin yarısından fazlası veri toplamak için gerekmektedir (Yomralıoğlu, 2002).

d) İnsanlar: CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar. CBS'de insanların istekleri ve yine insanların bu istekleri karşılamaları gibi bir süreç yaşanır (Yomralıoğlu, 2002).

e) Yöntemler: Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her türlü kuruma özgü model ve uygulamalar şeklindedir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli kuralların yani yöntemlerin geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir. Konuma dayalı verilerin elde edilerek kullanıcı talebine göre üretilmesi ve sunulması mutlaka belli standartlar yani yöntemler çerçevesinde gerçekleşir(Yomralıoğlu, 2002).

## CBS'nin uygulama alanları

CBS bir çok meslek grubu tarafından kullanılan etkin bir konumsal analiz aracı olarak, günümüzde geniş bir uygulama alanına sahiptir. CBS; gerek özel sektör kesiminde gerek se akademik araştırmalarda ve kamu kurumlarında oldukça yoğun olarak kullanılmaktadır. Çizelge 2.9'de CBS'nin bazı uygulama alanlarına değinilmiştir(Yomralıoğlu, 2002).

**Çizelge 2.12:** CBS'nin bazı uygulama alanları

Çevre yönetimi	Çevre düzeni planları, çevre koruma alanları, göller, göletler, sulak alanların tespiti, hava ve gürültü kirliliği, meteoroloji, kıyı yönetimi
Doğal afet yönetimi	Arazi yapısı, su kaynakları, akarsular, hava analizleri, yer altı ve yer üstü doğal kaynak yönetimi, petrol kaynakları
İdari yönetim	Tapu-Kadastro, vergilendirme, seçmen tespiti, nüfus, kentler, beldeler, kıyı sınırları, idari sınırlar, tapu bilgileri, uygulama imar planları, halihazır haritalar, altyapı
Bayındırlık Hizmetleri	İmar faaliyetleri, otoyollar, devlet yolları, demir yolları, afet yönetimi, bina hasar tespitleri, bölgesel kalkınma dağılımı
Eğitim	Araştırma-İnceleme, eğitim kurumlarının kapasiteleri ve bölgesel dağılımları, okuma-yazma oranları, öğrenci ve öğretmen sayıları
Sağlık Yönetimi	Sağlık-coğrafya ilişkisi, sağlık birimlerinin dağılımı, personel yönetimi, hastane vb. birimlerin kapasiteleri, bölgesel hastalık analizleri, ambulans hizmetleri
Belediye Faaliyetleri	Kentsel faaliyetler, imar, emlak vergisi toplama, çevre, park ve bahçeler, fen işleri, su-kanalizasyon-doğalgaz tqqeqsiqsq işleri, televizyon kablolama, belediye yolları ve tesisleri, altyapı, halihazır haritalar
Ulaşım Planlaması	Kara, hava, deniz ulaşım ağları, doğal gaz boru hatları, iletişim istasyonları, ulaşım haritaları, yer seçimi
Turizm	Turizm bölgeleri alanları ve merkezleri, turizm tesisleri, kapasiteleri, arkeoloji çalışmaları
Orman ve Tarım	Eğim-bakı hesapları, orman haritaları, orman sınırları, milli parklar, arazi örtüsü, toprak haritaları

Ticaret ve Sanayi	Sanayi alanları, organize sanayi bölgeleri, serbest bölgeler, bankacılık, pazarlama, sigorta, risk yönetimi, abone
Savunma ve Güvenlik	Askeri tesisler, tatbikat ve atış alanları, yasak bölgeler, sivil savunma, emniyet, suç haritaları, araç takibi, acil durum

## 2.6. Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System-Gps)

“Konum ve Zaman Belirleme Sistemi” (Navigation System Time and Ranging-NAVSTAR) olarak da anılan Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System-GPS); düzenli olarak kodlanmış konum bilgisi yollayan bir uydular ağıdır ve uydularla aramızdaki uzaklığı ölçerek dünya üzerindeki kesin yerimizi belirli bir duyarlılıkla belirlemeyi olanaklı kılar.

Bu sistem, ABD Savunma Bakanlığına ait, yörüngede sürekli olarak dönen 24 uydudan oluşur. Bu uydular çok düşük güçlerde radyo sinyalleri yayarlar. Yeryüzündeki bir GPS alıcısı, bu sinyalleri aynı anda birden çok GPS uydusundan alır. Böylece konumun belirlenmesi mümkün olmaktadır. Sistemin kurulum değeri yaklaşık 12 milyar ABD Dolarıdır ve sistemin kurulmasına 1978 yılında başlanmış 1995’te tamamlanmıştır. Devam eden bakım masrafları sistemin maliyetini ve değerini arttırmaktadır(Usanmaz,2001).

Bu sistemin ilk kuruluş hedefi tamamen askeri amaçlar içindi. GPS alıcıları yön bulmakta, askeri harekatlarda ve çıkartmalarda ve roket atışlarında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Ancak, 1980’lerde GPS sistemi sivil kullanıma da açılmıştır. Artık bir çok alanda hayati önem taşıyan bir araç olarak kullanıma girmiştir. (Usanmaz,2001).

GPS’in karada, havada ve denizde bir çok kullanım alanı vardır. Basit bir anlatımla, GPS size bulunduğunuz yerleri işaretleme ve belirlediğiniz noktaya geri dönme imkanı sağlar. GPS, kapalı alanlar ve su altı gibi sinyallerin alınmasının güçleştiği yerler dışında dünya üzerinde her yerde çalışır (Usanmaz,2001).

GPS sistemi, GPS uyduları, GPS yer istasyonları ve GPS alıcısından oluşur(Usanmaz,2001).

a) GPS Uyduları: Uydular, “Yüksek Yörünge” adı verilen ve dünya yüzeyinin 20.000 km üzerindeki yörüngede bulunurlar. Bu kadar fazla yükseklikte bulunan

uydular oldukça geniş bir görüş alanına sahiptirler ve dünya üzerindeki bir GPS alıcısının her zaman en az 4 uyduyu görebileceği şekilde yerleştirilmişlerdir. Uydular saatte 7.000 mil hızla hareket ederler ve 12 saatte, dünya çevresinde bir tur atarlar. Güneş enerjisi ile çalışırlar ve en az 10 yıl kullanılmak üzere tasarlanmışlardır. Ayrıca güneş enerjisi kesintilerine karşı (güneş tutulması vs.) yedek bataryaları ve yörünge düzeltmeleri için de küçük ateşleyici roketleri vardır. GPS projesi ilk uydunun 1978'de ateşlenmesiyle başlamıştır. 24 uyduluk ağ 1995'de tamamlanmıştır. Projenin devamlılığı ve geliştirilmesi ile ilgili bütçe ABD Savunma Bakanlığına aittir(Usanmaz,2001).

b) GPS Yer İstasyonları: Yer istasyonları, GPS uydularını sürekli izleyerek, doğru yörünge ve zaman bilgilerini sağlar. Dünya üzerinde 5 adet kontrol istasyonu bulunmaktadır. Bunlardan dördü insansız, biri insanlı ana kontrol merkezidir. İnsansız kontrol merkezleri, topladıkları bilgileri ana merkeze yollarlar. Ana merkezde bu bilgiler değerlendirilerek gerekli düzeltmeler uydulara bildirilir(Usanmaz,2001).

c) GPS Alıcısı: Günümüzde cep telefonu boyutlarına inen GPS alıcıları bulunan mekansal konumu belirleyebilmektedir(Usanmaz,2001).

## 2.7. Türkiye'deki ve Dünyadaki Çalışmalar

Uzaktan Algılama çok yeni bir teknoloji olmasına karşılık bu kadar kısa bir zaman içinde hayatımıza getirdiği kolaylıklar açısından akademik ve diğer kulvarlarda çok büyük ilgi ve gelişim görülmüştür. Gerek akademik çalışmalarda, gerekse özel şirketler tarafından bir çok konuda projeler geliştirilmiştir. Türkiye'de ve dünyada yapılan önemli çalışmalardan bazılarını aşağıda kısaca değinilecektir.

**Dane İlçesi(Wisconsin, ABD) Arazi Kayıtları Projesi(Dane County Land Records Project):** 1982 yılında başlayan, Winconsin üniversitesi ile beraber yerel ve eyalet bölümlerin ortaklığında yürütülen bu projede, Dane ilçesindeki kırsal arazi kullanım planının ve üniversitenin bulunduğu ilçenin ana tarım alanlarının CBS ve uzaktan algılama yöntemleri ile gösterilmesi amaçlanmıştır. Geleneksel haritalama yöntemlerinin kullanımı yerine, yer kontrol noktalarının tam olarak belirlenmesi için uyduların kullanılmasının, arazi kullanım haritalarının üretilmesi için otomatik uydu

verilerinin sınıflandırılmasının ve sayısallaştırma için tarama tekniklerinin kullanılmasının önemi fark edilmiştir. Bu proje, diğer elle yapılan yöntemlere göre otomatik yöntemlerin kullanılmasının, daha hızlı ve daha düşük maliyete aynı bilgilerin elde edilebileceğini göstermiştir (Aronoff, 1991).

**Birleşmiş Milletler Çevre Programı (The United Nations Environment Program-UNEP)'nda CBS uygulamaları:** Bu program, küresel çevre değerlendirmesi ve dünyanın iklimi, okyanuslar, yenilebilir kaynaklar ve kirlenmeye ilgili idari çabaları düzenlemek için kuruldu. 1983'te Çevresel Sistem Araştırmaları Enstitüsü (Environmental Systems Research Institute-ESRI), UNEP tarafından küresel çapta çölleşmekte olan alanların yayılışını analiz etmek ve haritalamak için bir CBS tabanlı sistem geliştirmek üzere seçildi.

**Atmosferik karbondioksit artışının Kanada üzerindeki ekolojik etkileri:** Kanada Yabani Doğa Servisi (The Canadian Wildlife Service-CWS), atmosferik karbondioksit konsantrasyonunun nasıl arttığını ve küresel ısınmanın Kanada üzerindeki ekolojik sisteme tesir etmesinin sonuçları üzerinde çalışmıştır. Bu çalışmada, atmosferdeki karbondioksitin iki misli artmasının sonucu olarak iklimsel değişikliklerin, uzaktan algılama yöntemleri ile Kanada ekolojik sistemine etkileri hassasiyetle belirlenmiştir. Dokuz sıcaklık derecesine ve yağış parametrelerine dayalı olarak iklim analizlerinde sınıflandırma modeli kullanılmıştır (Aronoff, 1991).

**Avrupalı Çevrede Koordinatlanmış Bilgi (Coordinated Information on the European Environment-CORINE) sistemi, arazi örtüsü haritası belirlenmesi:** 1985'te Avrupa Birliği CORINE programını hayata geçirdi. Bu programın amacı, Avrupa politikasının üretimiyle ilgili çevresel veriler için geniş çaplı ve bütünleştirilmiş mekansal veri tabanı oluşturmaktır. CORINE, Avrupa Birliğinin tamamında ulaşılabilirliği ve nispeten kolayca kullanılması için tasarlandı. Bu program envanter kaynaklarını, çeşitli coğrafi veri paketlerini analiz etmeyi ve değerlendirmeyi sağlar.

Bu sistem farklı ülkelerdeki kullanıcıların veri paketlerini değiştirmesini ve sisteme giresini kolaylaştıracak şekilde iki bilgisayar ağı üzerinden başarıyla uygulanmıştır. Topraksal, iklimsel, topografik, ekolojik veri paketleri geliştirilmiş ve



atmosferde açığa çıkan tepkimelerle, su kirliliğiyle ve toprak erozyonuyla ilgili belirli çevresel konuları incelemek için projeler ortaya konmuştur.

CORINE Arazi örtüsü haritası 5 ana kategoriye bölünmüş 44 arazi örtüsü / kullanımı sınıflarını içerir. Tarım alanları, ormanlık alanlar ve su/ıslak alanlardaki sınıfların yanı sıra diğer kategoriler doğa ve kırsal alan korumasıyla önem kazanmış olan arazi örtüsü sınıflarını içerir. Elde edilen envanter genelde, LANDSAT TM uydusundan değişik bitki örtüsü periyotlarında alınmış görüntüler ve topograf haritalardan alınan ek bilgilere dayanır.

Bu programın veritabanı ve CORINE sisteminin tamamı için bir CBS temin etme süresi sürekli olarak geliştirilmektedir (Aronoff, 1991).

#### **Ortalama şehir nüfus yoğunluğunun uzaktan algılama görüntüleri ile modellenmesi (Modeling Middle Urban Population Density With Remote Sensing Imagery)**

Bu çalışma, en az kare prensibine dayalı yeni bir arazi kullanım sıklığı yöntemine işaret olmuştur. Bu yöntem, her konut türünün nüfus yoğunluğunun örneği olmayanlara ihtiyaç duyar. Her konut türünün nüfus yoğunluğunun çalışma yükü tahmini düşüktür. Matematiksel model, örneklerin rastgele hataları yüzünden etkilenmez (An-min, Cheng-ming, Zong-jian, 2002).

**DEFRA haritalama projesi:** RSAC ve Landmark Information grubu ortaklığında, Infoterra grubu tarafından 2001-2003 yılları arasında yürütülen bu projede; İngiltere'deki kullanılmaktan yavaş yavaş çöken bütün tarla alanlarının sayısallaştırılması ve doğrulanması amaçlanmıştır. Tarla alanlarının hesaplanan sayıları, 76.000 çiftlikte yaklaşık 1.7 milyon parsel kadardır (Infoterra).

**Wales Ulusal Topluluğu (National Assembly of Wales-NAWAD) ve Kırsal Alan Ödeme Acentası (Rural Payments Agency-RPA), Arazi Parsel Bilgi Sistemi (Land Parcel Information System-LPIS) projeleri:** Infoterra grubu tarafından 2001-2003 yıllarında yürütülen bu iki projede NAWAD'ın çevirdiği 600 Bin civarındaki tarımsal alan ve RPA'nın DEFRA projesi için çevirdiği 1.7 Milyon civarındaki tarımsal alan üzerinde, Arazi Parsel Bilgi Sistemlerinin (LPIS) kurulmasını amaçlamıştır. Bu iki önemli proje, ulusa haritalardan CBS arazilerinin sayısallaştırılmasını, hava fotoğrafını, sayısal veritabanının oluşturulmasını içerir (Infoterra).

**Uzaktan algılama ile Türkiye tahıl ekili alan ve rekolte tahmini projesi:** DİE'nin yaptığı tarım sayımı ile Tarım Bakanlığının gönderdiği rakamlar arasındaki farklılık mevcut duruma kuşkuyla bakılmasına sebep olmaktadır. Bu yüzden Devlet Planlama Teşkilatı (DPT), 1991 yılında “Uzaktan Algılama ile Türkiye Tahıl Ekili Alan ve Rekolte Tahmini Projesi”ni DİE'ye vermiştir. Projenin amacı, Türkiye'nin tahıl üretimini en iyi şekilde tahmin edebilmek için insan faktörünü minimuma indirerek yüksek teknoloji kullanmaktır ([www.die.gov.tr/ua/1Proje.html](http://www.die.gov.tr/ua/1Proje.html)).

**Uzaktan Algılama ile Türkiye buğday üretim tahmini (TÜRBÜT) projesi:** 1991-1993. Proje Yöneticisi; Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL. Proje Koordinatörü; Prof Dr. Hülya YILDIRIM. Destekleyicisi: DPT + MAM. Yürütüldüğü Yer; MAM-Uzay Teknolojileri Böl., Uzaktan Algılama Lab. Proje Katılımcıları; AÜZF, ÇÜZF, İTÜ, İşlem Ltd. (Yıldırım, 1996).

**Uydu görüntüleri ile Dalaman Havzası erozyon haritalama pilot projesi:** 1994-1995 yılları arasında MAM Uzay Teknolojileri grubunca yürütülen pproje kapsamında Dalaman Havzası için farklı üç yöntem (USLE, CORINE, ICONA) kullanılarak erozyon haritalaması yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda: Dalaman gibi erozyon riskinin az olduğu düşünülen bir bölgenin bile büyük bir bölümünün yüksek risk taşıdığı ortaya çıkmıştır. En kısa sürede doğru mücadele tedbirlerinin alınabilmesi için erozyon haritalarının güncelleştirilmesi gereklidir. Gelişen yeni teknolojile, erozyonun hızlı ve hassas bir şekilde belirlenebilmesin sağlamaktadır (Yıldırım, Özel, 1996).

**TEAŞ elektrik üretim hattı belirleme projesi:** Devlet İstatistik Enstitüsü Coğrafi Bilgi Sistemleri Şubesine 1995 yılında Türkiye Elektrik İletim Üretim A.Ş. (TEAŞ) tarafından gelen proje taklifi ile Marmara Ereğlisi kombine çevirim santralı iletim hattı planlamasında hattın geçeceği bölge içerisindeki arazi kullanım büyüklüklerinin saptanması işi Uzaktan Algılama Şubesi tarafından 1989 yılı LANDSAT TM görüntüsü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Projenin ilgili diğer işleri CBS şubesi tarafından yapılmıştır. Proje 1995 yılında tamamlanmıştır ([www.die.gov.tr/ua/2Proje.html](http://www.die.gov.tr/ua/2Proje.html)).

**Türkiye arazi örtüsü belirleme projesi:** Ülkenin arazi kaynaklarının verimli olarak kullanılması, bölgeler arasında arazi örtüsünün nicel olarak karşılaştırılarak ülke için çevre politikalarının belirlenmesi, çeşitli araştırmalarda alan örneklemesine

olanak sağlayacak çerçevenin yaratılması gibi coğrafi temelde yapılacak çalışmalarda ihtiyaç duyulan arazi örtüsü envanterinin uydu görüntüleri kullanılarak kısa sürede ve en az hata ile oluşturulması ve ilgilenilen konularda grafik olmayan ğverilerle de ilişkilendirilerek arazi örtüsü dağılımının harita olarak sunulmasını amaçlayan ve 1998 yılı başlangıçlı üç yıllık “Arazi Örtüsü Belirleme Projesi” Devlet Planlama Teşkilatı tarafından DİE ilgi Sistemleri Birimi Koordinatörlüğü Uzaktan Algılama Şubesine Verilmiştir ([www.die.gov.tr/ua/2Proje.html](http://www.die.gov.tr/ua/2Proje.html)).

**Bilgi teknolojisi yönetim planı, veri tabanı tasarımı ve CBS uygulamalarının geliştirilmesi projesi:** Tarım ve Köyişleri Bakanlığı – Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü – Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Merkezince Yürütülen bu projede; merkezde Genetik Çeşitliliğin Yerinde Muhafazası (In-situ) Projesi kapsamında “Bilgi Teknolojisi Yönetim Planı, Veri Tabanı Tasarımı ve CBS Uygulama Geliştirme Projesi” adı altında bir pilot proje çalışması yapılarak personelin almış olduğu eğitimlerin uygulamalı olarak pekiştirilmesi ve merkezin çalışmaya başlaması hedef alınmıştır. Proje Tarım ve Köyişleri, Çevre ve Orman Bakanlıkları ile İşlem – GIS ve ESRI kuruluşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Projede pilot bölge olarak seçilen alanlar; Kazdağları Milli Parkı, Ceylanpınar Tarım İşletmesi, Bolkar Dağları ve Aladağlar’dır.

Projede Otsu türlerden buğday, arpa, nohut ve mercimek, Odunsu tğrlerden erik, kestane, köknar, sedir, ladin, çam, armut, elma, ceviz ve Antep fıstığı hedef tür olarak seçilmiştir. Proje, Bilgi Teknolojisi Yönetim Planının Hazırlanması, Veri Tabanı Tasarımı, CBS Uygulama Geliştirme ve Eğitim olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir. Proje 30 Eylül 1998 tarihinde tamamlanmış ve oluşturulan veri tabanı doğrultusunda Dr. Emel Karagüllü editörlüğünde bir PROJE ATLASI hazırlanarak yayınlanmıştır (<http://www.tagem.gov.tr/gis/pilot.htm>).

**Yeşilirmak Havzası illeri coğrafi bilgi sistemleri altyapısının ve il ofislerinin kurulması:** 1997-1999 yılları arasında, MAM Uzak Teknolojileri grubu tarafından yürütülen bu projede, Orta Kuzey Anadolu’da yer alan Amasya, Çorum, Tokat, Samsun ve Yozgat illerinin doğal, ekonomik ve sosyal parametrelerini bilgisayar ortamında bir coğrafi bilgi sistemi olarak idarecilerin ve şehir plancılarının kullanımına açmak projenin hedefidir. Havzanın ve illerin üç boyutlu arazi modeli, Avrupa Birliği Corine sınıflandırma yöntemiyle elde edilmiş arazi kullanımı/bitki

örtüsü, toprak ve iklim bilgileri, güncel yol ağı ve idari birimler hakkında bilgiler, bilgisayar ortamında ayrı bilgi katmanları olarak depolanmaktadır. Hedeflenen bilgi katmanları tamamlanmış ve valiliklere teslim edilmiştir (Yıldırım, Özel ve ark.,1998)

**Uydu görüntüleri ile Kocaeli depremi : Kocaeli ili CBS'nin kurulması ve depreme uygun yeni yerleşim alanlarının belirlenmesi:** Eylül-Ekim 1999 tarihlerinde, MAM Uzay Teknolojileri grubunca yürütülen bu projede; 17.08.1999 Marmara depreminin ardından Kocaeli ili için Hindistan LISS/PAN uydu görüntüleri, jeolojik veriler, sayısal yükseklik verileri, meteorolojik bilgiler ve toprak verilerinden il çapında bir CBS altyapısı oluşturulmuş ve bilgi katmanlarının ağırlıklı değerlendirilmesiyle, Kocaeli il sınırları içinde yerleşime uygun yerler belirlenmiş, tüm bölgeler taşıdıkları risk oranına göre sınıflandırılmıştır (Yıldırım, Özel ve ark, 1999).

**Çevresel bilgi sistemleri için model – altlık tasarımı; Trabzon – Değirmendere Havzası örneği:** Bu çalışmada, Trabzon ili Merkez İlçesi ve Maçka ilçesi idari sınırları içerisinde kalan Değirmendere Vadisinde; Trabzon Valiliği tarafından desteklenen ve Karadeniz Teknik Üniversitesince yürütülen Trabzon değirmendere Vadisi Çevre Düzenleme Projesi (DEVAÇED) kapsamında yapılan Coğrafi Bilgi Sistemi uygulamaları anlatılmıştır. Özellikle havzanın; coğrafi yapısı yanında, evsel atık ve sanayi atığı üreterek vadiyi kirleten suni yapılarla ilgili grafik – sözel bilgiler ve uydu görüntüleri, değişik kaynaklardan toplanarak, ARCVIEW Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımlarıyla değerlendirilmiş ve havzanın sayısal modeli oluşturulmuştur (Yomralıoğlu, Akça, 1999).

**Uzaktan Algılama ve CBS ile Kocaeli Yarımadası Ekolojik Dengenin Takibi Projesi :** MAM – Uzay Teknolojileri ve Göttingen Üniversitesi Uzaktan Algılama Enstitüsü ortaklığında ve Alman DFG Kurumu + TÜBİTAK desteğinde, 1997-2000 yılları arasında yapılmıştır. Bu projede, Uzaktan Algılama ve diğer yardımcı veriler ile Kocaeli Yarımadası Ekolojik Dengenin (Yıldırım, Feldkötter, Akça) ve Gebze ve civarı kent dokusu (Yıldırım, Özel, Divan, Akça) 10'ar yıllık aralıklarla değişimler çeşitli boyutlarda analizi yapılmıştır (Yıldırım, Özel, Divan, Akça, 2001)

**Doğu Anadolu’da örnek mikro havzalarda tarım alanlarındaki gelişimin uydu teknolojileriyle izlenmesi ve değerlendirilmesi:** 01.03.1998 – 23.04.2000 tarihleri arasında, Tarım Bakanlığı, Orman Bakanlığı ve Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından Dünya Bankası finansmanı ile Doğu Anadolu Rehabilitasyon projesinin sonuçlarını objektif olarak değerlendirmek amacıyla, Malatya ilinin bazı örnek mikro havzalarında CBS altyapısı geliştirilmiştir. Rehabilitasyon sonuçları, uzaktan algılama teknikleriyle başarılı bir şekilde gözlemlenmiştir (Yıldırım, Özel, ve ark.,2000).

**Örnek mikro havzalarda uydu görüntüleri ile rehabilitasyon takibi – II:** MAM Uzak Teknolojileri tarafından 1999-2000 yılları arasında yürütülen bu çalışmada, Malatya’da örnek mikro havzalarda kayısı ekimi için marjinal ve diğer alanları tespit edilmiştir (Yıldırım, Özel, ve ark.,2000)

**Doğu ve Orta Anadolu meralarının CBS ve uzaktan algılama ile vejetasyon haritalarının çıkarılması, sınıflandırılması, problemler alanların belirlenmesi ve uygun rehabilitasyon yöntemlerinin geliştirilmesi:** Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü (DATAE) ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Çayır Mera ve Yem Bitkileri Şubesi (ÇMYB) ile ortak olarak yürütülen bu projede; TARM-ÇMYB uzmanlarınca Ankara-Polatlı’da 40 köyde, DATAE uzmanlarınca Erzurum-Pasinler’de 65 köyde koordinatlı veriler toplanmıştır. Bu koordinatlı veriler esas olarak şu verilerden oluşmaktadır; meralardaki yaygın bitki türleri, indikatör bitkiler, mera sınıfları. Ayrıca çalışma alanlarındaki toprak yapısı ile ilgili analizler yaptırılmıştır. 2001 yılı içerisinde yine ilgili uzmanlarca Ankara ve Erzurum meralarında mera etüt çalışmaları devam etmiştir. Görüntü işleme çalışmalarına yardımcı olmak üzere CBS ve uzaktan algılama bölümü elemanları Erzurum’un Aşkale, Pasinler, Hınıs ve Çat ilçelerinde arazi çalışması yaparak 760 noktada koordinatlı veri toplamışlardır. Toplanan bu veriler ilgili yazılımlar yardımı ile işlenerek bir CBS veri tabanı oluşturulmuş ve uydu görüntüleri ile aynı projeksiyon sistemine getirilmişlerdir.

Ayrıca proje kapsamında ihtiyaç duyulan 2978 adet 1:25000 ölçekli topografik harita, 143 adet sayısal topografik harita, Harita Genel Komutanlığı’ndan, 142 adet sayısal toprak haritası ise Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü’nden satın alınmıştır (Mermer, 2003).

**Uzaktan algılama yöntemi ile pamuk ekim alanlarının tahmini:** Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölümünce yürütülen bu projede; mevcut tarım alanlarının miktarını ve dağılımını belirlemek, ülke tarımının düzenli olarak izlenip planlanmasında en önemli unsurlardan birini oluşturmaktadır. Ülke ekonomisindeki stratejik önemine bağlı olarak ülkemizde pamuk üretimi çok eskilerden beri teşvik edilmektedir. Teşvik uygulamalarına yardımcı olmak üzere mevcut ürünün ekim alanı ve üretim miktarı gibi konularda bakanlığa sağlıklı bilgi sağlamak önemlidir. Pamuk ekiliş alanlarının doğru ve zamanında tahmini ise yukarıda özetlenen nedenlerden dolayı bu konudaki hassas çalışmalara daha da önem verilmesini gerektirmektedir. Tarımdaki teknolojik gelişmelere paralel olarak, günümüzde bitkisel ekiliş alanlarının üretim ve verimlerinin belirlenmesinde bilgisayar destekli Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknikleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemler alışagelmış veri toplama yöntemleri ile karşılaştırıldıkları zaman daha güvenilir sonuçlar vermekte ve çok daha ucuza mal edilmektedir. Bu tür uygulamalar pamuk gibi önem arz eden ürünlerin ekiliş alanlarının hızlı ve sağlıklı şekilde belirlenmesine imkan tanımaktadır (Mermer, 2002).

**Uydu görüntüleri ile Bolu ili coğrafi bilgi sistemleri altyapısı kurulması:** 04.04.2001 – 13.06.2002 tarihleri arasında MAM- uzay teknolojileri grubunca yürütülen bu çalışmada uydu görüntüleri, tomografik veri, jeolojik veri ve bitki örtüsü bilgileri kullanılarak Bolu ili coğrafi bilgi sistemi oluşturulmuştur (Yıldırım, Özel, ve ark.,2002).

**Tasseled Cap Dönüşümü ile LANDSAT TM Verilerinde Spektral Bilginin Zenginleştirilmesi:** Bu çalışmada “Tasseled Cap” dönüşümünü Bolu ili merkezi ve çevresine ait bir bölgenin 29 Temmuz 2001 tarihli LANDSAT 5 TM uydu verilerine uygulanarak, içerdiği spectral bilginin zenginleştirilmektedir. TST dönüşümü, TM verisinin ısısal bant dışındaki, 6 spektral bandından doğrusal olarak hesaplanmakta, dönüşüm sonrasında, toprağın göstergesi olan ‘parlaklık’, bitkinin göstergesi olan ‘yeşillik’, ve toprak bitki örtüsü içsel etkileşimindeki nemin göstergesi olan ‘ıslaklık’ bantları elde edilmektedir. Bu bantların saçılım grafikleri incelenerek, orman

alanlarının ve ekili tarım alanlarının sırayla parlaklık yeşillik, parlaklık ıslaklık ve yeşillik ıslaklık ortamlarında gösterdikleri zengin veri dağılımı sergilenmekte ve verinin orjinal bantları ortamlarında elde edilemeyen bu bilginin ziraatçiler ve orman mühendisleri için önemi vurgulanmaktadır (Yıldırım, Özel, ve ark., 2002).

**Geçit bölgesi genetik çeşitliliğin çiftçi şartlarında muhafaza olanaklarının araştırılması projesi:** Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM)- Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Bölümü ortaklığında yürütülen ve 2002 yılında tamamlanan bu projede Ege, Batı Karadeniz, İç Anadolu (Kütahya, Eskişehir, Bolu, Bilecik, Kastamonu) geçit bölgelerinde mevcut yerel çeşitlerin (buğday, nohut, fasulye, mercimek) muhafaza imkanları amaçlanmıştır. Eko-coğrafi verilerin işlenmesi ile beş ilden toplam kaplıca buğdayları, nohut, mercimek ve fasulye'nin dağılımı harita üzerinde gösterilmiştir. Bu verilerin işlenmesi ve altlık verilerle (iller, ilçeler, köyler, nehirler ve göller, 1/25.000'lik sayısal eşyükselti paftaları) birleştirilmesi vge haritalama işlemleri ve coğrafi analizler tamamlanmıştır (<http://www.tagem.gov.tr/gis/gecitprj.htm>)

**Muğla ili güllük körfezinde kirliliğin coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama sistemleri ile izlenmesi:** Tarım ve Köyişleri Bakanlığı- Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), Bodrum Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Muğla Tarım İl Müdürlüğü, Muğla Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü ortaklığında yürütülen bu çalışma; Muğla ili, Güllük Körfezi'nde seçilen ve Koordinatları GPS ile tespit edilmiş 14 değişik noktadan toplanan su örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar CBS ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılarak yorumlanmıştır. Proje 2002 yılında tamamlanmıştır.

**Kuzey Anadolu fayı'nın batı ve orta kesiminin dinamik özelliklerinin belirlenmesi; Marmara Bölgesi sürekli GPS gözlem ağı:** TÜBİTAK Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü grubu tarafından 02.01.2001- 31.12.2003 tarihleri arasında yürütülen bu projede; Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın Marmara Bölgesindeki kolları üzerindeki deprem riskinin saptanması ve olası bir depremin

önceden tanımlanması amacı ile Enstitü tarafından kurulan ve işletilen Marmara Sürekli GPS Gözlem Ağı (MAGNET) ile elde edilen veriler yardımıyla İzmit ve Düzce depremlerinin sonucunda, deprem bölgelerindeki fay sistemlerinin nasıl çalıştığı hakkında somut sonuçlar elde edilmiş, gelecekteki olası bir depremin yerinin tanımlanması için ilk ipuçları elde edilmeye başlanmıştır. Uzun süreli gözlemlerin temel alan deprem riski çalışmalarının sürdürülebilmesi amacıyla, MAGNET yardımı ile Marmara Bölgesindeki gözlemlere devam ederek bölgeyi kontrol altında tutmak gerekmektedir.

Proje süresi içinde, güncel olarak deprem riski yüksek olan Marmara Bölgesi'nde Enstitüye ait MAGNET' in yardımı ile sürdürülen sürekli GPS gözlemlerine, Marmara Bölgesi'nde kurulacak yeni istasyonlar ile genişletilerek devam edilmiştir. Eş zamanlı gerçekleştirilecek tekrarlamalı GPS ölçüm çalışmaları yardımıyla da KAF'ın batı ve orta kesimleri kontrol altına alınmıştır. Elde edilen bilgiler ile bu bölgelerde ki aktif fayların kinematiği ve dinamiği belirlenecek; deprem riski yüksek yerler, paralel olarak sürdürülen sismolojik çalışmaların sonuçları ile birlikte ele alınarak tanımlanmıştır (www.mam.gov.tr).,

**LANDSAT 7 ETM+ uydu görüntüsü ile Trabzon il arazi örtüsünün belirlenmesi:** Arazi örtüsü, doğal çevre ve insanoğlunun sosyal ve ekonomik aktivitelerinin üzerinde önemli etkisi bulunan ana faktörlerden birisidir. Çok zamanlı, farklı çözünürlüklü ve değişik ölçeklerde arazi örtüsü verileri, doğal kaynak ve çevrenin yönetimi, farklı disiplinlerin bir arada çalışması gibi bilimsel araştırmalar için çok kullanışlıdır. Ayrıca bu tip haritalar, tarım envanterlerinin ortaya çıkarılması ve planlamalar için önemli bir altlıktır. Özellikle ülkemizin büyük oranda tarım ihracat yapması, arazi örtüsü haritalarının planlama aşamalarındaki önemini arttırmaktadır. Arazi örtüsü, CBS ve Uzaktan Algılama teknolojileri ile entegre edilerek kısa zamanda ve doğru olarak elde edilebilirler. Yapılan bu çalışmada, Trabzon ili ve çevresinin 2000 yılına ait LANDSAT ETM+ görüntüsü ile arazi örtüsü haritası oluşturulmuştur. ARC/INFO ve ARCVIEW kullanılarak il, ilçe ve köy bazında arazi örtüsü miktarları belirlenmiştir (Yomralıoğlu, Reis, 2003).



**Uydu görüntüleri kullanarak Gaziantep ilindeki tarımsal alanların belirlenmesi projesi:** Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Araştırmaları Bölümü tarafından yürütülen bu çalışma ile uydu görüntüleri yardımı ile Gaziantep ilinde arazi varlığı sınıflaması yapılması planlanmaktadır. Yapılacak çalışmada Gaziantep ilini kaplayan uydu görüntüleri satın alınmıştır. Bu görüntüler görüntü işleme yazılımları yardımı ile değerlendirilerek öncelikle ildeki tarım alanı, orman, mera, yerleşim yeri gibi belli başlı arazi kullanım sınıfları belirlenmiştir. Daha sonra tarım alanları içerisinde yoğunlaşarak bu alandaki alt sınıflar oluşturulmuştur. Verim tahmini çalışmasında kullanılmak üzere yörede ekonomik önemi olan antep fıstığı ve tarla ürünlerinde ekiliş alanları belirlenmiştir.

Görüntü işleme sonucu elde edilen istatistiki bilgiler ve değerlendirmeler burada sadece Tarım alanları, Orman-Mera ve Tarım dışı alan olmak üzere üç ana grupta için verilmiştir. Alt gruplara ait istatistiksel bilgiler ilçe düzeyinde proje sonuç raporunda daha detaylı olarak sunulmuştur. Proje sonuç raporunda ayrıca yapılan sınıflandırmalara ait doğruluk testleri ilçe bazında verilmiştir. Proje 01.06.2002 tarihinde tamamlanmıştır (Mermer, 2004).

**Yeşilirmak Havzası Gelişim Projesi - Coğrafi Bilgi Sistemi Altyapısı:**Orta kuzey Anadolu'da yer alan Amasya, Çorum, Tokat, Samsun ve Yozgat illerinin doğal, ekonomik ve sosyal parametrelerini bilgisayar ortamında bir coğrafi bilgi sistemi olarak idarecilerin ve şehir plancılarının kullanımına açmak projenin hedefidir. Havzanın ve illerin üç boyutlu arazi modeli, AB Corine sınıflandırma yöntemiyle elde edilmiş arazi kullanımı/bitki örtüsü, toprak ve iklim bilgileri, güncel yol ağı ve idari birimler hakkında bilgiler, bilgisayar ortamında ayrı bilgi katmanları olarak depolanmaktadır. Hedeflenen bilgi katmanları tamamlanmış ve Valilik' lere teslim edilmiştir. Yeşilirmak Havzası İl Özel İdareler Birliği (YİB) tarafından desteklenmektedir.1997 – 2000 yılları arasında tamamlanmıştır(Yıldırım ve diğ., 1998).

**Kocaeli İlinde Yeni Yerleşim Alanlarının Uzaktan Algılama ve CBS Teknolojileri ile Belirlenmesi:** 17.08.1999 Marmara depreminin ardından Kocaeli

ili için Hindistan LISS/PAN uydu görüntüleri, jeolojik veriler, sayısal yükseklik verileri, meteorolojik bilgiler ve toprak verilerinden il çapında bir CBS altyapısı oluşturulmuş,ve bilgi katmanlarının ağırlıklı değerlendirilmesiyle, Kocaeli il sınırları içinde yerleşime uygun yerler belirlenmiş, tüm bölgeler taşıdıkları risk oranına göre sınıflandırılmıştır. Kocaeli Valiliği tarafından desteklenen proje 01.09.1999 – 01.11.1999 tarihleri arasında tamamlanmıştır (Yıldırım ve diğ., 2001).

**Doğu Anadolu'da Mikrohavza İyileştirme Çalışmalarının Uzaktan Algılama ile Takibi (Doğu Anadolu Havza Rehabilitasyonu Projesi) DARP-A:**Orman Bakanlığı Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü (AGM) ve Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ortaklığındaki konsorsiyum, Dünya Bankası kredileri ile yürüttüğü "Doğu Anadolu'da Mikro havzalarda Rehabilitasyon Çalışmaları" projesinde, Malatya ilindeki 2 pilot mikro-havzada ulaşılan sonuçların uydularla takibi ve değerlendirilmesi amacıyla Uydu görüntü analizleri ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin birlikte kullanıldığı proje, Kumludere ve Hançayı mikrohavzalarında yapılan rehabilitasyon çalışmalarının başarıya ulaştığını objektif bir şekilde kanıtlamış, elde edilen sonuçlar projenin mali sponsoru olan Dünya Bankası yetkililerine sunulmuştur. Bu proje sonucunda bir devam projesi niteliğinde tarım alanlarındaki gelişmenin izlenmesini amaçlayan yeni bir proje başlatılmıştır. 1998-1999 yılları arasında tamamlanmıştır(Yıldırım ve diğ., 2001).

**1999 İzmit-Düzce Depremleri Deformasyon Döngüsünün İzlenmesi:** İzmit ve Düzce depremleri öncesinde, sırasında ve sonrasında MAGNET (Marmara Sürekli GPS Gözlem Ağı) ve bölgede sürdürülen tekrarlamalı GPS ölçümleri ile elde edilen sonuçların gösterdiği gibi faylar üzerindeki gerilme birikimlerini saptamak, fayların zaman bağımlı davranışlarını ortaya koymak ve bu bilgilerin ışığında olası deprem potansiyelinin saptamasına yardımcı olmak amacını güden projede; TÜBİTAK MAM, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından kurulan MAGNET, Marmara'nın batısına doğru en az üç istasyon ile genişletilerek, İzmit depremine neden olan Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin (KAF) bu bölgedeki uzantısı üzerinde çalışılacaktır. Kalan diğer üç alıcı ise 30 E boylamı civarında KAF'ı K-G yönünde kesecek biçimde profil oluşturmak için kullanılacaktır. Bu profil ölçümleri ile

depremden sonra gerilme birikiminin zaman içerisindeki değişimleri izlenecektir. Elde edilen sonuçlar ile Marmara Denizi içindeki ve batısındaki deprem riski tanımlanacaktır.

Depremlerin belirlenmesi konusunda ki en önemli bilgi kaynağının, aktif fayların dinamiğinin anlaşılması ile elde edileceği açıktır. Bu konuda en önemli bilgi, kırık sistemlerinin sürekli olarak izlenmesi ve fay davranışlarına ilişkin modeller belirlenmesi ile elde edilmektedir. Gelişen teknoloji ile sürekli gözlem yapan GPS ağlarının kurulması sayesinde deformasyonların günlük bazda izlenmesi mümkün olmakta ve deprem kestirimi konusunda çok değerli bilgiler elde edilebilmektedir. Dünyada, bu amaçla California ve Japonya gibi deprem riski yüksek yerlerde sürekli gözlem yapan GPS ağları kurulmakta ve olası depremlerin belirlenmesi amacı ile kesintisiz gözlem yapılmaktadır.

TÜBİTAK MAM, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü Türkiye'de bu konuda çalışan ulusal ve uluslararası kuruluşlar ile deprem riskinin GPS yöntemi ile tanımlanması konusunda bir çok ortak çalışmalar gerçekleştirmiştir. İzmit ve Düzce depremlerini, başlangıcından başlayarak, yoğun olarak gözlemlemiş ve dünyada ilk defa bu yoğunlukta ve duyarlıkta ölçüm yapılmasını sağlamıştır. Halihazırda, bu konuda dünyanın sayılı kurumlarından olan Massachusetts Institute of Technology-Earth Resources Laboratory, UNAVCO ve EUREF ile ortak çalışmalarını sürdürmektedir. Proje sonuçları genel anlamda deprem riski ile ilgili tüm kamu ve özel kuruluşlar tarafından kullanılacaktır. Bu yörelerde varolan veya planlanan büyük tesisler için deprem riskinin belirlenmesi yönünde büyük bir bilgi açığı vardır. Bu konuda, örnek olarak İzmit Körfezi Köprü Geçişi Projesi sayılabilir. GPS ölçümlerinin deprem riski dışında da geniş bir alanda kullanılması mümkündür. Differansiyel GPS (DGPS) yardımı ile deniz/kara/hava trafiği için gerçek zamanda 1 metre veya altı duyarlıkta konum belirlemek ve konumları belirlenen hareketli cisimleri belirli bir merkezden izlemek mümkündür. Örneğin, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazlarındaki deniz trafiğinin izlenmesi amacıyla, MAGNET'in kullanımı mümkün olup, bu konuda kamu ve özel kuruluşlardan gelen talepler bulunmaktadır. Ek olarak, DGPS kullanımı, haritacılık uygulamalarından başlayarak; güvenlik, sağlık, askeri her türlü alanda teknolojiye hizmet vermektedir. Bu proje ve bundan önce gerçekleştirdiğimiz proje ile TÜBİTAK MAM, Yer ve

Deniz Bilimleri Enstitüsü bu konuda, Türkiye'de hizmet verebilecek tek alt yapıyı oluşturmuştur. Massachusetts Institute of Technology-Earth Resources Laboratory (ERL-MIT);ABD desteklenen proje 15.07.2003 – 14.07.2005 tarihleri arasında tamamlanmıştır([www.mam.gov.tr](http://www.mam.gov.tr)).

## BÖLÜM 3- MATERYAL VE METOD

### 3.1- Çalışmanın Amacı

Uzaktan algılama teknolojilerinin bir uygulama alanı olarak, İstanbul'un Sarıyer İlçesi seçilmiş ve Bölüm-2'de açıklanan yöntemler bu yöreye ait uydu görüntülerine uygulanarak ilçenin doğal ve kültürel envanteri için bir altyapı oluşturulması hedeflenmiştir.

### 3.2- Çalışma Alanı ve Konumu Hakkında Genel Bilgiler

Sarıyer ilçesi batıda Eyüp, güneyde Şişli ve Beşiktaş ilçeleri, doğuda İstanbul Boğazı ve kuzeyde Karadeniz'le çevrili, 151 km'lik bir alan üzerinde yayılmıştır.

20 Ekim 2000 tarihinde yapılan nüfus sayımına göre Sarıyer İlçesinin kent merkezi nüfusu 250 bin civarında olup, ilçenin köylerinin nüfusu 25 bin kadardır..

Sarıyer ilçesinin 23 mahallesi ve 9 köyü vardır;

**Mahalleleri:** Baltalimanı, Büyükdere, Cumhuriyet, Çamlıtepe, Çayırbaşı, Emirgan, Fatih, Ferahevler, İstinye, Kazım Karabekir Paşa, Kireçburnu, Kocataş, Maden, Merkez, Pınar, Poligon, PTT Evleri, Reşit Paşa, Rumelikavağı, Rumelihisarı, Tarabya, Yeniköy, Yenimahalle.

**Köyleri:** Bahçeköy, Demirciköy, Garipçe, Gümüşdere, Kısırkaya, Kumköy (Kilyos), Rumelifeneri, Uskumru, Zekeriya.

**Ekonomi:** Sarıyer ilçesinde iktisadi açıdan faal nüfusu oluşturan kesim, daha çok ilçe dışındaki işyerlerinde çalışmaktadır. İlçede fazla sanayi tesisi yoktur. Başlıca sanayi tesisleri kibrit ve kablo fabrikalarıdır(www.istanbul.gov.tr).

**Tarihçe:** İlçenin bilinen ilk ismi Simas'tır. Yörenin isminin çeşitli kaynaklarda Skletrinas, Mezarburnu, Altınyer, Sarı Lira Yer, Sarıyer şeklinde de geçtiği bilinmektedir. İsmi Sarıyer olmasının rivayetleri çeşitlidir:

Bölgeye bu adın topraklarının sarı renginden doğduğu, Maden Mahallesi oluşturulan kesimde vaktiyle işletilen bakır madeninin bu adın verilmesine neden olduğu ve semtte yatan "Saribaba" isimli bir şahıstan aldığı şeklindedir.

Sarıyer eski çağlarda boş arsa ve tepelerden ibaretti. Gerek antik çağda, gerekse Bizans döneminde fazlaca dikkat çeken bir merkez, hatta belli başlı bir yerleşim bölgesi değildi. Bizans döneminde kıyı kesimlerde çok az yerleşim alanı vardı. Ancak kentin su ihtiyacının büyük kısmı buradan sağlanıyordu.

İstanbul'un Fatih Sultan Mehmet tarafından fethinin ardından Anadolu'dan ve Adalar'dan göçmenler getirilerek bölgede iskan başlamıştır. Daha sonra İmparatorluğun başına geçen Padişahlar tarafından da bölgedeki iskan çalışmalarına devam edilmiştir. Ayrıca Osmanlı döneminde İlçeye Devletin ileri gelenleri tarafından camiler, çeşmeler, av köşkleri, konaklar ve sahilhane adı verilen yalılar yaptırılmıştır. Bunlardan birçoğu günümüze kadar varlıklarını korumuştur.

Cumhuriyet dönemine gelindiğinde, bugünkü Sarıyer İlçe sınırları içindeki yerleşimler, gelişimi donmuş köyler biçimindedir. Kırsal alandaki köyler Kilyos Nahiyesinin sınırları içindeydi ve bu nahiyeye Çatalca Vilayetine bağlıydı. İlçenin İstanbul Boğazı kıyısındaki kesimi ise Beyoğlu İlçesine bağlıydı. 1930 yılında yapılan yönetsel düzenleme sonucu bugünkü Sarıyer kuruldu.

20. yüzyılın ilk yarısında, hatta 1960'lara değin İlçenin Boğaz kıyısındaki semtleri, daha çok yazın kalabalıklaşan sayfiye yeri niteliği taşıyordu. Özellikle yeni yolların yapılması ve sahil yolunun genişletilmesinden sonra, mevcut semtler gelişmiş ve semtler arası boş alanlar yerleşime açılmıştır. Kıyı kesiminde daha çok üst gelir gruplarına ait konutlar ve köşkler, sırt biçiminde uzanan yüksek alanların yamaçlarında gecekondular mahalleleri göze çarpar.

İstanbul'un Osmanlılar tarafından fethine kadar Sarıyer'in bulunduğu bölge meskun mahal değildi. İstanbul'un fethine müteakip Anadolu'dan ve Adalardan göçmenler getirilerek bölgede iskan başlamıştır. Bu iskan işine daha sonraki padişahlar tarafından devam edilmiştir(kaymakamlık@sariyer.gov.tr).

**Tarihi ve Turistik yapılar:** Sarıyer, tarihi eser bakımından oldukça zengin bir bölgedir Bizans'dan önceki döneme ait tarihi kalıntılardan Bizans'a, oradan da Osmanlı'ya ve bugüne kadar çok çeşitli bir tarihi mirasa sahiptir. Bunlar eserler arasında; Ali Kethüda Cami, Ali Paşa Cami, Cerrah Mahmut Efendi Cami, Emirgan

Cami, Emirgan eşmesi, Hamam Cami, iskele Cami, Kethüda Cami, Baltalimanı Cami, Kireçburnu Cami, Osman Reis Cami, Reşit Paşa Cami, Rumelihisarı, Rumelikavacı Kalesi, Sait Halim Paşa Yalısı, şerifler Yalısı, Uskumruköy Cami, Valide Cami, Zekeriyaköy Cami, Telli Baba Türbesi sayılabilir. Bahçeköy, Sarıyer'in yemyeşil bir semtidir. İlk kuruluşu 1521 yıllarına dayanmaktadır. Kanuni Sultan Süleyman Belgrat Seferi sonrasında yanında getirdiğı Sırp esirleri bu bölgeye yerleştirmiş, kurulan bu köye ve köy çevresindeki ormana Belgratköy adı verilmiştir. Daha sonra köyün bent sularına zarar verdiği anlaşılarak köy buradan topluca alınarak şu anki yerine taşınmıştır (1894). Bu köye de Bahçeköy adı verilmiştir. Bahçeköy de İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman İşletme Müdürlüğü, Fidanlık, 2 özel okul, 1 ilköğretim okulu ve 1 öğrenci yurdu bulunmaktadır. Bahçeköy'ü çevreleyen Belgrat ormanı, halen İstanbul halkının rekreasyon ihtiyacını karşılayan yegane dinlenme yeridir. Orman muhafaza alanı olarak ayrılan Belgrat ormanları geçmişte de bugün olduğu gibi İstanbul'un su ihtiyacını karşılamıştır. Mimar Sinan tarafından inşa edilen su kemerleriyle İstanbul'un belli bölgelerine su verilmektedir. Günümüzde hala bu fonksiyonları yerine getiren 7 adet bent bu orman içerisinde yer almaktadır.

Belgrat ormanı bünyesinde bulunan Av-Koruma-Üretim Sahası ve Balık Üretim İstasyonu halkın eğlenme, spor ve dinlenme ihtiyaçlarını karşılayıp kalabalık İstanbul şehrine çok yönlü hizmetler sunduğu için ayrı bir öneme sahiptir. Türkiye'nin ilk, Dünyanın planlı ve ünlü Bitki Teşhir Müzesi (Arberatoryum) olan Atatürk Arberatoryumu da Belgrat ormanı içerisinde tesis edilmiştir. Arberatoryum lar bilimsel araştırma ve gözlem amacıyla orijinal ve yaşları belli, her biri doğru ve dikkatli bir şekilde bir araya getirilmiş, çoğunlukla ağaç ve diğer odunsu bitkilerin uygun seçilmiş alanlarda yetiştirilmesi için düzenlenmektedir. kendine özgü bir iklim tipi mevcuttur. Bahçeköy'de orman, fundalık alanlar ve steplerin geniş yer aldığı tabiat parçaları gözler önüne serilmektedir. Bahçeköy, Karadeniz iklimi etkisindedir. Ilıman ve nemli bir özelliğe sahiptir. Meşe türleri ve çam çınarlar çoğunluktadır. Yörenin havasının ve suyunun temiz olup; önemli bir piknik alanı olmasından dolayı, yaz ve kış mevsiminde hafta içi ve hafta sonları dinlenme, eğlenme ve spor amaçlı kullanılmaktadır. Bahçeköy'ün güneyinde ve doğusunda yer

alan Belgrat ormanı ve içindeki tarihi bentler gerek yabancı gerekse yerli turistlerin ilgisini çekmekte, yaz nüfusu 10.000 kişiyi bulmaktadır(www.istanbul.gov.tr).

### **3.3. Çalışmada Kullanılan Uzaktan Algılama Görüntüleri ve Diğer Veriler**

Çalışmada sırasıyla aşağıdaki uydu görüntüleri kullanılmıştır:

1) Mozaik görüntü elde etmek, elde edilen mozaik görüntünün Renk Dengelemesi (Color Balancing)'ni yapmak, geometrik düzeltme ve görüntü zenginleştirme işlemlerinde Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 2001 tarihli, 1 m çözünürlükteki IKONOS uydu görüntüsü ,

2) Üzerinde çalışılan Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 2001 tarihli, 1 m çözünürlükteki IKONOS uydu görüntüsü üzerinde, geometrik düzeltme uygulaması maksadıyla, referans görüntü olarak ve kontrolsüz sınıflandırmada kullanılmak üzere Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsü ve kontrollü sınıflandırmada kullanılmak üzere tüm İstanbul'u kapsayan Mayıs 2001 tarihli, 30 m çözünürlükteki LANDSAT görüntüsü,

3) Veri katmanları oluşturmak maksadıyla tüm İstanbul'u kapsayan Temmuz 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS görüntüsü,

4) Değişim analizleri yapmak maksadıyla tüm İstanbul'u kapsayan Temmuz 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS görüntüsü ve

5) tüm İstanbul'u kapsayan Haziran 2005 tarihli, 30 m çözünürlükteki LANDSAT görüntüsü,

Ayrıca; veri katmanlarını raster veriler üzerinde gösterebilmek için temin edilen Sarıyer' e ait Mahalleler, Araziler ve Parseller vektör verilerinden faydalanılmıştır.

Uygulamada ERDAS IMAGINE 8,6 yazılımı kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan tüm görüntüler, vektör veriler ve yazılım İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Uzaktan Algılama Bölümünden sağlanmıştır.



### **3.4. Kullanılan Yöntemler**

Çalışmam 7 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar, (1)mozaik görüntü elde etme ve (2)bu mozaik görüntü üzerinde renk dengelemesi işlemini yapma, (3)uydu görüntülerinin geometrik düzeltmesinin yapılması, (4)görüntü zenginleştirme, (5)görüntü sınıflandırma ve (6)kent dokusu hakkında veri katmanları oluşturma ve (7)çeşitli yıllara ait değişim analizi yapmaktır.

Şimdi bu uygulamaları kısaca ele alacağım:

#### **(1) Mozaik görüntü elde edilmesi :**

Altı görüntünün birleştirilmesiyle oluşturulmuş olan Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 2001 tarihli, 1m çözünürlüklü pankromatik IKONOS verisiyle 4 m çözünürlüklü çok bantlı IKONOS uydu verisi karılarak elde edilen 1 m çözünürlükteki karma görüntü, her bir parçadan da geçen ana ve tali yollar gibi verilerin hazırlanmasında kullanılabilir hale getirmek ve daha hassas çalışmak amacıyla, her bir parçanın köşe koordinatları alınarak ERDAS IMAGINE 8.6 yazılımının “Subset Image” aracıyla tekrar parçalara ayrılıp mozaik işlemine tabi tutulmuştur.

#### **(2) Renk Dengelemesi (Color Balancing) :**

Elde edilen mozaik görüntünün renk dengelemeye ihtiyacı olduğu görülmüş ve” Intensity” ve “Band by Band” teknikleri kullanılarak görüntü üzerinde çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, “Band by Band” tekniğinin daha iyi sonuç verdiği görülmüş ve ileride yapılacak çalışmalar için daha uygun bir görüntü elde edilmiştir.

#### **(3) Geometrik Düzeltme :**

Sistematik veya sistematik olmayan geometrik bozulmaları gidermek, düzeltilmiş sayısal görüntünün harita olarak kullanılabilmesini sağlamak amacıyla, referans görüntü olarak Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsü kullanılarak, bir önceki adımda üzerinde çalışılmış olan ve mozaik ve renk dengeleme işlemi yapılmış olan Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 2001 tarihli, 1 m çözünürlükteki IKONOS uydu görüntüsünün geometrik düzeltmesi yapılmıştır. Sonuçta koordinatlandırmadaki “Karesel Ortalama

Hata(RMS)” meydana gelen hata hesaplanmış ve hata değerinin 0.5’ den küçük olması sağlanmıştır.

#### **(4) Görüntü Zenginleştirme :**

Mozaik görüntüsü elde edilen ve “Band by Band” tekniği ile renk dengelemesi (color balancing) ve geometrik düzeltmesi yapılan Sarıyer İlçe merkezini kapsayan 2001 tarihli, 1 m çözünürlükteki IKONOS uydu görüntüsü, orijinal piksel değerlerini uygun değer aralıklarına yayıp, kontrastı artırarak, verileri daha belirgin hale getirmek amacıyla görüntü zenginleştirme işlemine tabii tutulmuştur. Bu işlem için en iyi sonuçları alabilmek amacıyla “ ERDAS IMAGINE Viewer” üzerindeki ayarlar bölümünde bir dizi çalışma yapılmış ve neticede, basit kontrast, genel histogram ve keskinlik ayarlarından kentsel dokunun belirlenebilmesi için en uygun görüntüyü verenler bulunmuş ve zenginleştirilmiş görüntü elde edilmiştir.

#### **(5) Görüntü Sınıflandırma :**

Üzerinde çalışılan görüntüdeki farklı yüzeysel alanları bazı görüntü sınıflandırma algoritmaları kullanarak ayırt etmek amacıyla yapılan sınıflandırmada; ön hazırlık kapsamında, İstanbul’un tamamını kapsayan 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsü Sarıyer Mahalleler vektör verisi yardımıyla “Subset Image” yöntemiyle Sarıyer İlçesi sınırlarından kesilmiştir.

##### **- Kontrolsüz Sınıflandırma :**

Önce, 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsü üzerinde veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak ve benzer görüntü elemanlarının otomatik olarak belirlenmesi sonucu ortaya çıkan kontrolsüz sınıflandırma uygulanmıştır. Bunun için 150 örnekleme alanı seçilerek kontrolsüz sınıflandırma yapılmış, elde edilen örnekleme alanları, yazılımdaki “Raster Attribute” fonksiyonu kullanılarak, amaca uygun görüntü elde etmek amacıyla isimlendirilip, her birine renk atanmış ve daha sonra örnekleme alanları istenilen 7 sınıfa indirgenmiş ve görüntü analiz için hazır hale getirilmiştir.

**- Kontrollü Sınıflandırma :**

Bu adımda, 2001 tarihli 30 m çözünürlükteki LANDSAT uydu görüntüsü üzerinde, aynı yıla ait gerçek zamanlı yüksek çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsünden ve araziden sağlanan bilgilerin yardımı ile kontrollü sınıflandırma uygulanmış ve sınıflandırmanın doğruluk analizi yapılmış ve sonuçta kent dokusunun belirlenmesindeki etkinliği ölçülmüştür.

**(6) Kent Dokusu Hakkında Veri Katmanları Oluşturulması :**

Kent dokusu için yeterli ve geniş bilgi elde edebilmek ve kapsam bakımından bütünlüğü sağlamak amacıyla , tüm İstanbul'u kapsayan Temmuz 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS görüntüsünden kesilen sınıflandırılmış Sarıyer görüntüsü kullanılmış ve Sarıyer Mahalleler, Araziler ve Parseller vektör verileri görüntü üzerinde açılarak veri katmanları oluşturulmuştur. Bu işlemlerin sonucunda kent dokusu hakkında önemli bilgilere ulaşılmıştır.

**(7) Yıllara Göre Değişim Analizlerinin Yapılması :**

1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS görüntüsü ile 2005 tarihli 30 m çözünürlükteki LANDSAT görüntüsü sınıflandırmaya tabi tutularak; kent dokusundaki değişimler saptanarak yıllara göre yorumlanmıştır.

## **BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **4.1. Verilerin Belirlenmesi, Temini ve İşlenmesi**

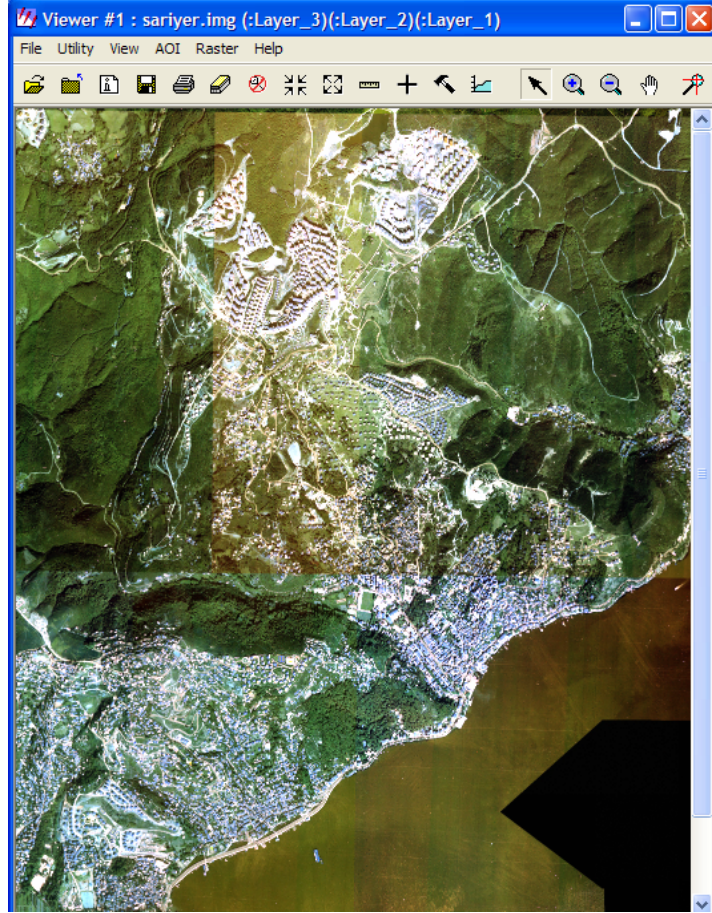
Uygulamanın yapılabilmesi için analiz edilecek uydu verileri; kent dokusunun belirlenmesi için yeterli çözünürlüğe sahip olmalıdır. Çalışmada kullanılan IKONOS uydu görüntüsü 1 m. çözünürlükle bu gereksinimi karşılamaktadır.

Veri katmanlarının oluşturulmasında kullanılan 23 m. çözünürlüklü uydu görüntüsü ise kullanılan vektör verilerinin türü (mahalleler, araziler, parseller) bakımından yeterlidir.

## 4.2. Uygulama

### 4.2.1. Mozaik görüntü elde edilmesi

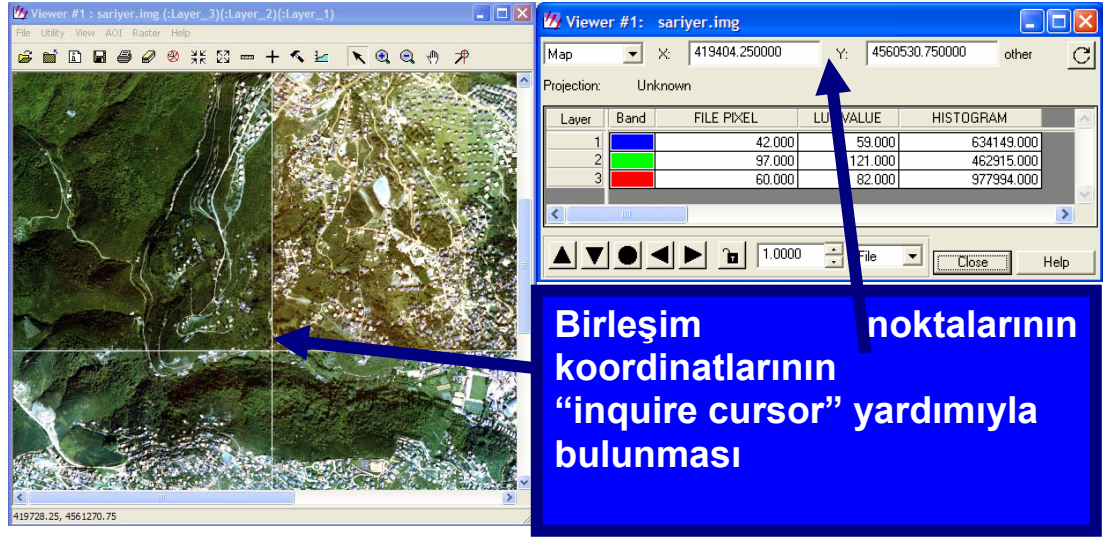
Bu işlemde kullanılan görüntü Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, çok bantlı (multispektral) bir IKONOS uydu görüntüsüdür (Şekil 4.1). Bilindiği gibi IKONOS uydu görüntüleri pankromatikte 1m, multispektralde 4m gibi çok yüksek çözünürlüğe sahip, 11 km X 11 km boyutlu görüntülerdir.



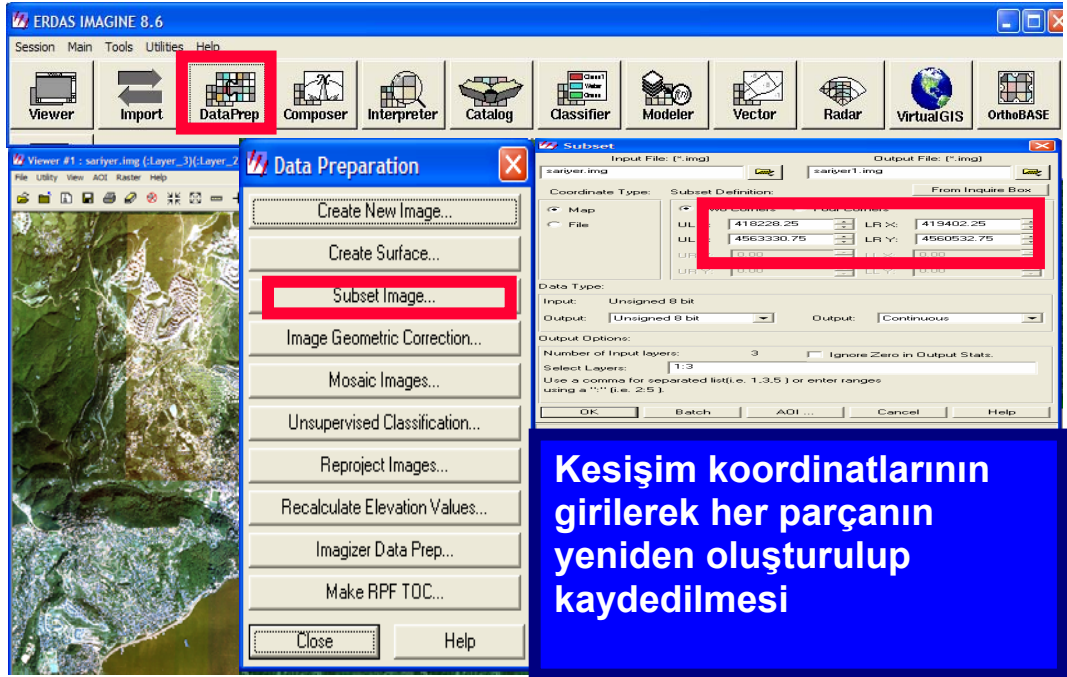
Şekil 4.1- Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, multispektral IKONOS uydu görüntüsü.

Elde bulunan bu görüntü, altı ayrı paftadan oluşan çakıştırılmış resim koordinatlı bir görüntüdür. Bu görüntünün çalışma alanını tam olarak yansıtması, her bir parçadan da geçen ana ve tali yollar gibi verilerin hazırlanmasında kullanılabilir hale getirilmesi ve analize uygun hale getirilebilmesi için mozaik işlemine tabi tutulması gerekir.

Mozaik işlemini yapabilmek için ön hazırlık kapsamında, daha önce birleştirilmiş olan görüntü her bir parçanın köşe koordinatları, görüntüler büyütülerek “inquire cursor”la çok hassas olarak alındıktan (Şekil 4.2) sonra; “subset image” fonksiyonuyla tekrar parçalara ayrılarak (Şekil 4.3) 6 adet parça tekrar elde edilmiştir(Şekil 4.4).



Şekil 4.2- Mozaik işlemi için parçaların köşe koordinatlarının, görüntüler büyütülerek “inquire cursor”la alınması.



Şekil 4.3- Mozaik işlemi için parçaların “subset image”le yeniden oluşturulması.

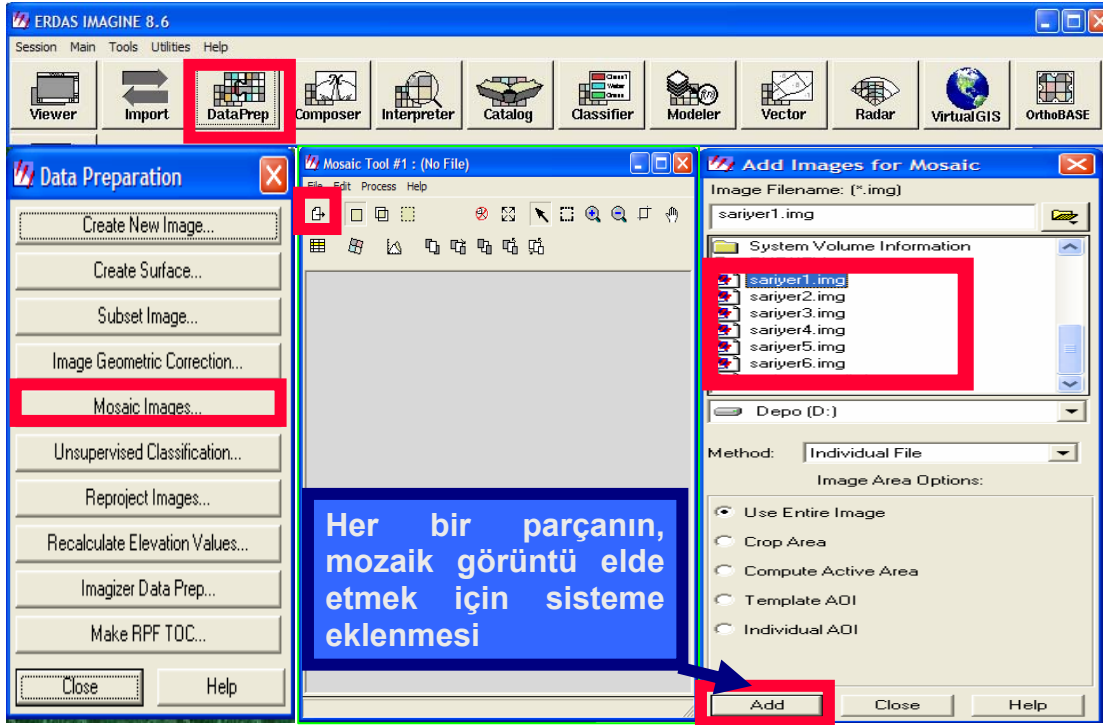


### Kaydedilmiş Parçalar



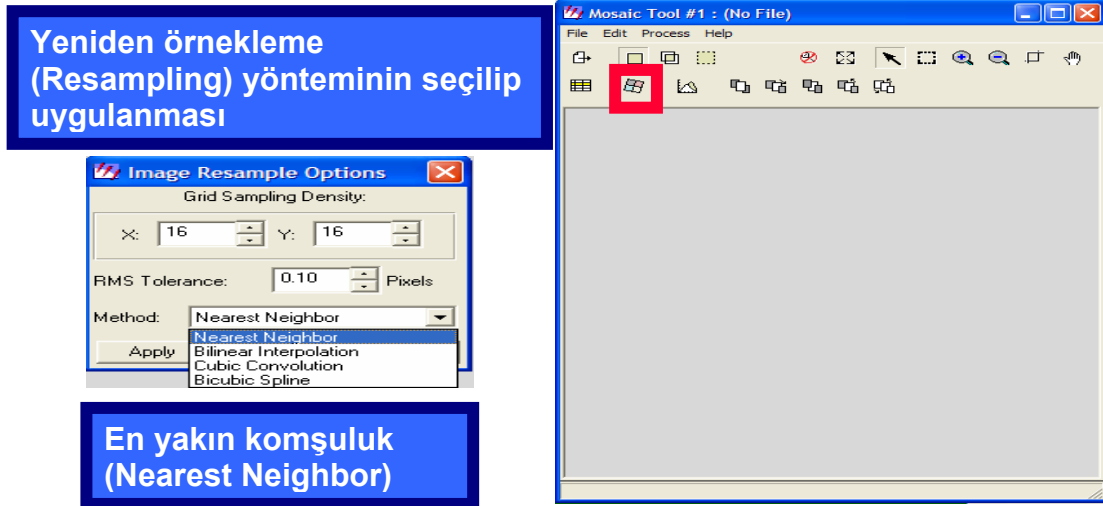
Şekil 4.4- Mozaik işlemi için elde edilip kaydedilen 6 adet parça.

Bu noktadan sonra, Mozaik işlemine geçilmiştir. Bu işlemin ilk aşamasında her bir parça mozaik görüntü elde etmek için sisteme eklenmiştir (Şekil 4.5).



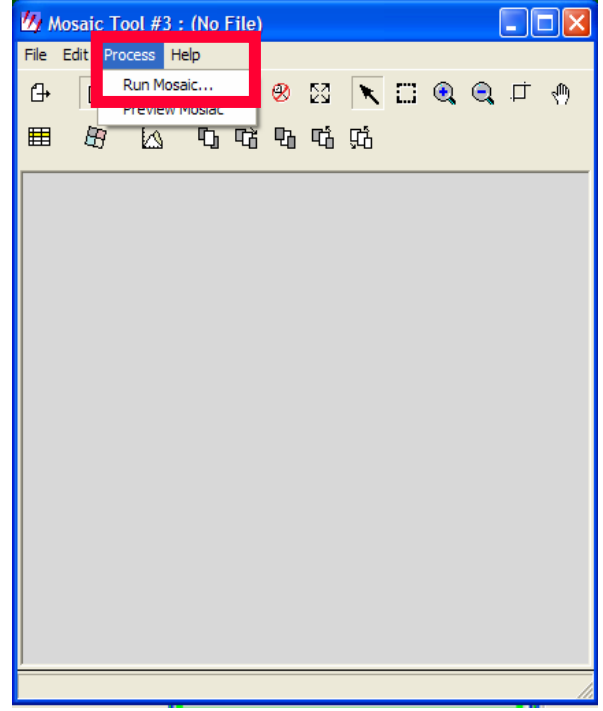
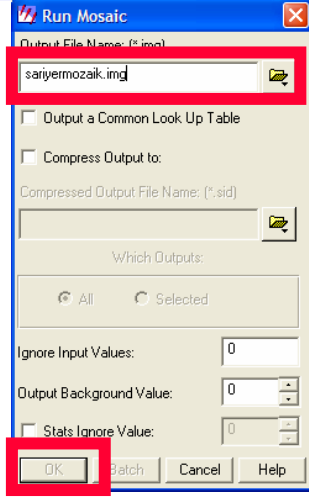
Şekil 4.5- Parçaların mozaik işlemi için sisteme eklenmesi.

Mozaik işleminde örnekleme metodu olarak “En yakın komşuluk-Nearest neighbor” kullanılmıştır (Şekil 4.6) .

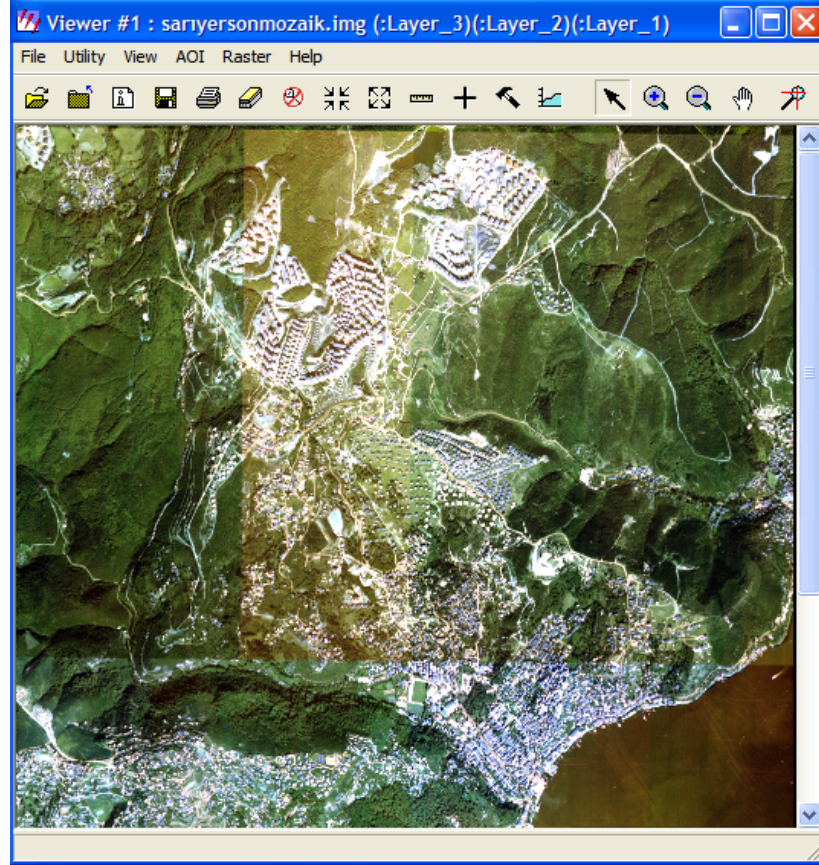


Şekil 4.6- Mozaik işleminde örnekleme yönteminin seçilmesi.

**Çıkış görüntüsünün  
ismini girerek mozaik  
görüntünün  
hazırlanmasına  
başlanması**



Şekil 4.7- Mozaik görüntü oluşturmada son aşama.

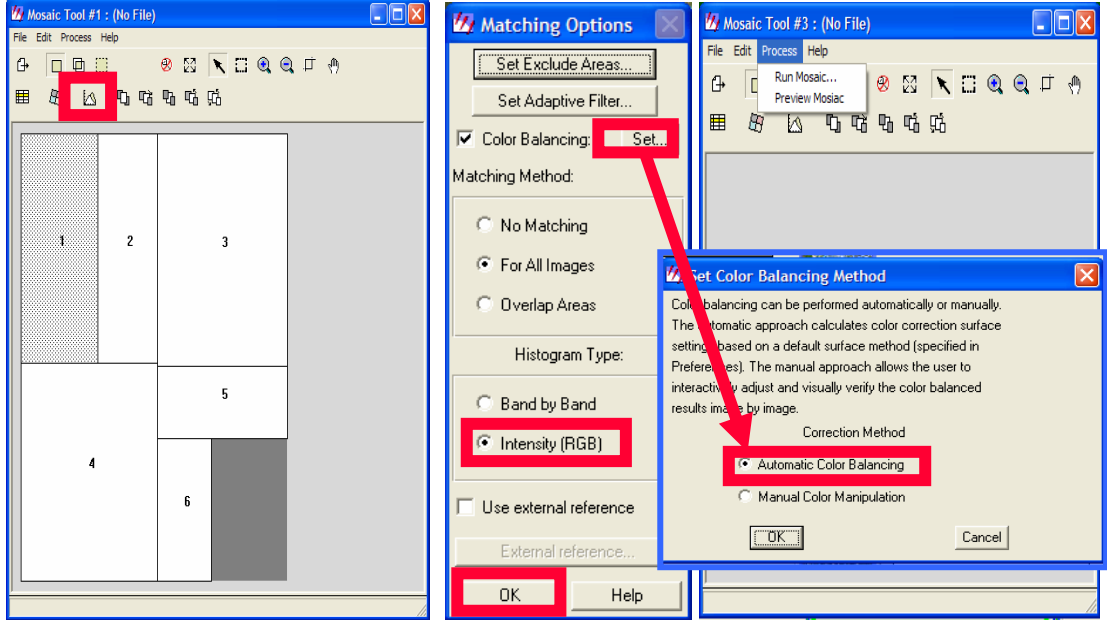


Şekil 4.8- Elde edilen mozaik görüntü.



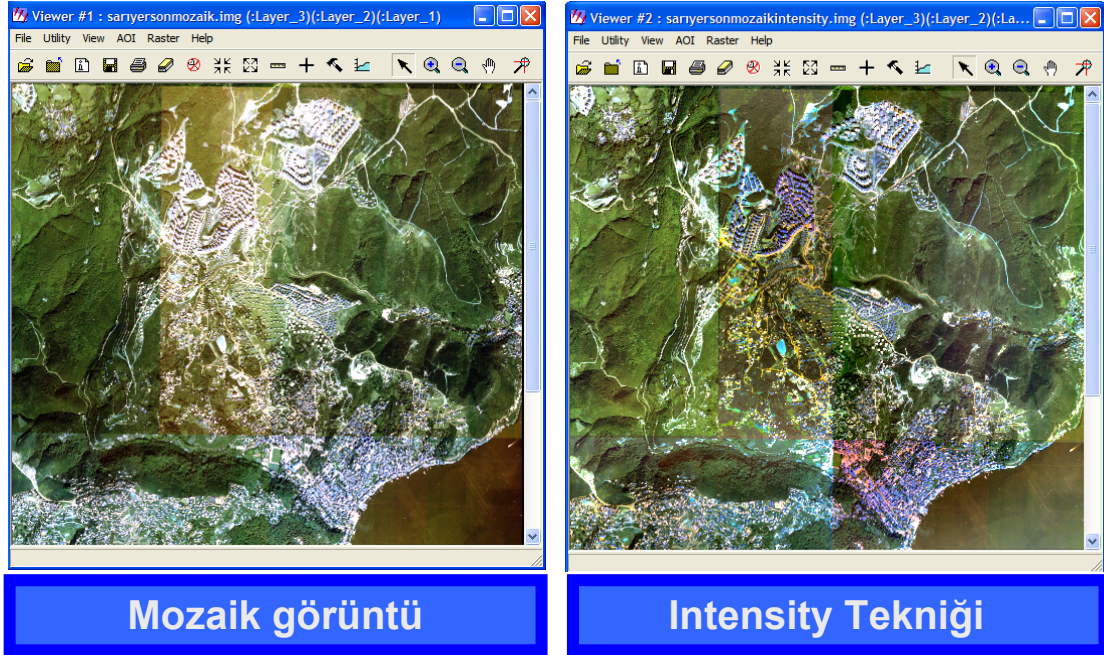
#### 4.2.2. Renk Dengeleme işleminin yapılması

Mozaik işlemi sonucu elde edilen görüntü, ilk görüntüye oranla daha uygun olmasına karşın, “ renk dengeleme-color balancing” işlemine gereksinim olduğu belirlenmiş olup, bu işlemde önce “intensity” tekniği uygulanmış (Şekil 4.9),



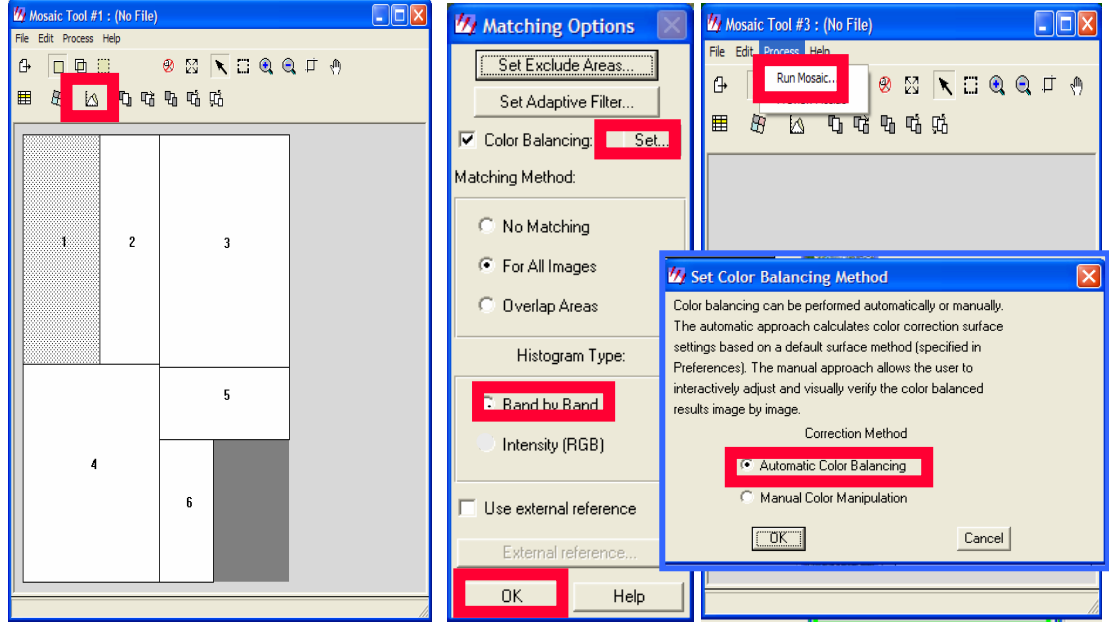
Şekil 4.9- Renk dengelemede “Intensity” (yoğunluk) tekniğinin uygulanması.

ve elde edilen görüntü mozaik görüntüyle karşılaştırılmıştır. (Şekil 4.10)

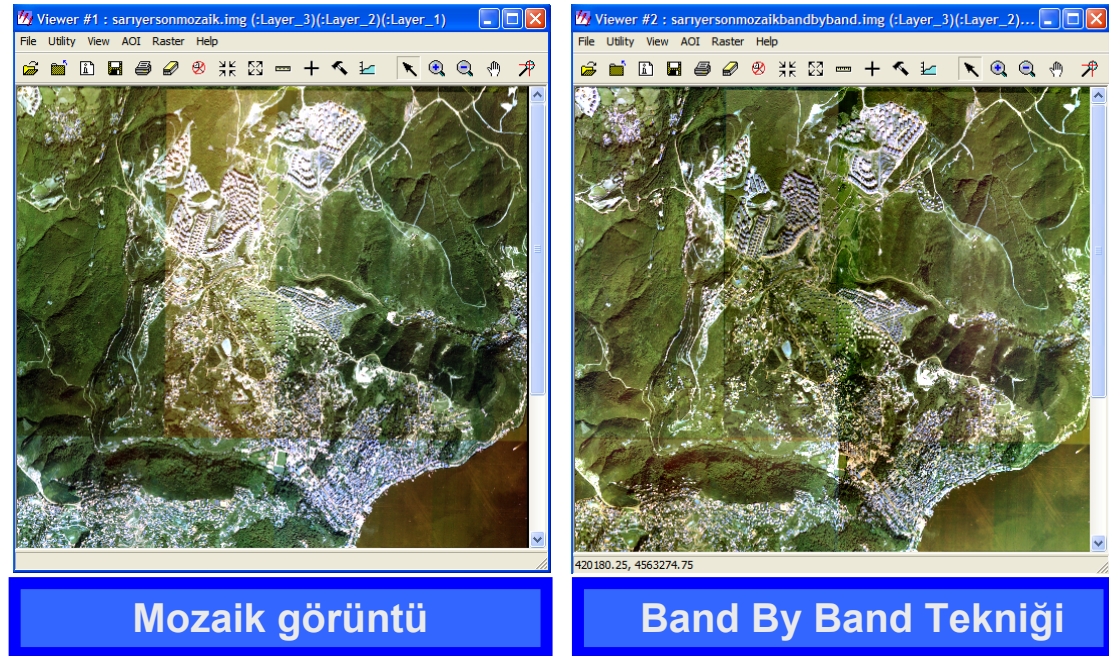


Şekil 4.10- “Intensity” tekniği ile elde edilen görüntünün mozaik görüntü ile karşılaştırılması.

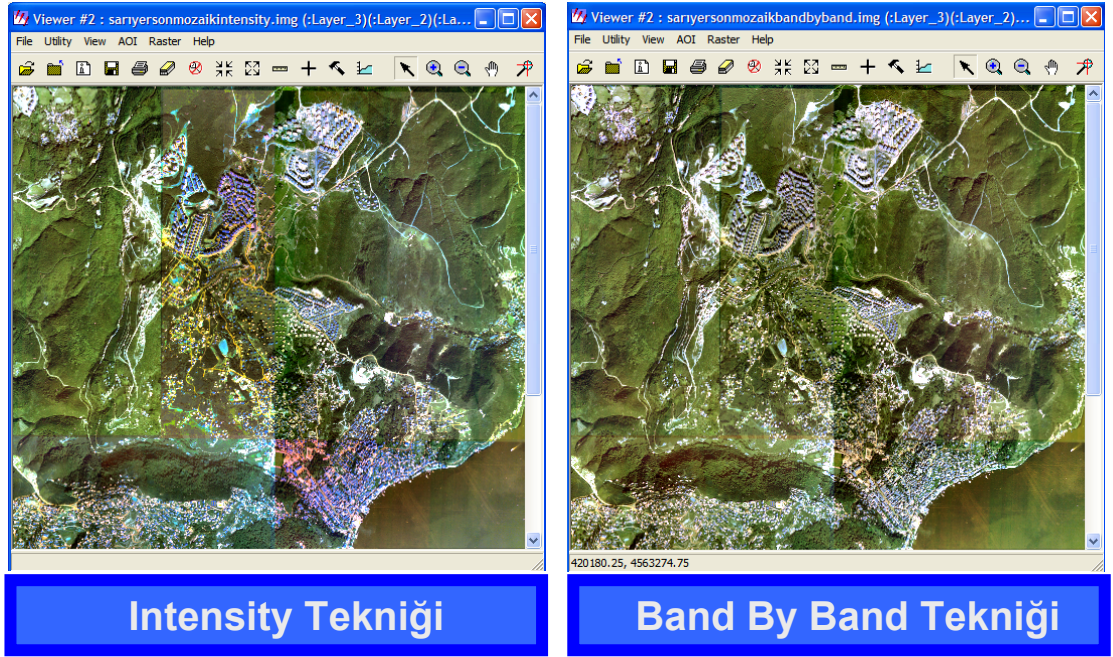
Intensity tekniği ile elde edilen görüntünün mozaik görüntü ile karşılaştırılması sonucu, görüntüde herhangi bir iyileşme sağlanamadığı anlaşılmış; “Band by Band” tekniğinin uygulamasına geçilmiştir (Şekil.4.11).



Şekil 4.11- Renk dengelemede “Band by Band”(her band ayrı ayrı) tekniğinin uygulanması.



Şekil 4.12- “Band by Band” tekniği ile elde edilen görüntünün mozaik’le karşılaştırılması.



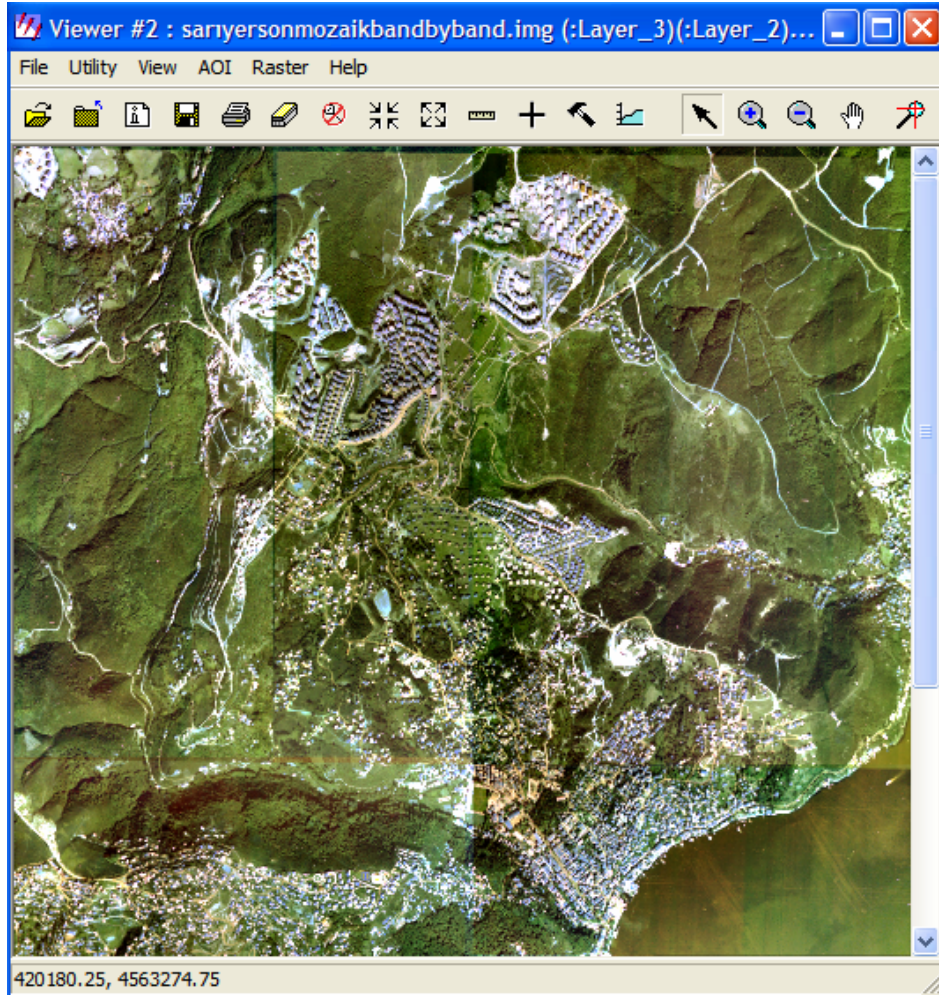
Şekil 4.13- Intensity tekniği ile elde edilen görüntünün “Band by Band” tekniği ile elde edilen görüntü ile karşılaştırılması.

Renk dengeleme işlemi için yapılan çalışmalar ve karşılaştırmalar neticesinde, en iyi sonucun “Band by Band” tekniği ile alındığı ortaya çıkmış ve bundan sonraki adımlarda mozaik işlemi yapılmış ve “Band by Band” tekniği ile renk dengelemesi yapılmış görüntü kullanılacaktır.

#### 4.2.3. Geometrik Düzeltme

Orjinal uydu görüntüleri, sistematik veya sistematik olmayan geometrik bozulmaları içerdiğinden harita amaçlı kullanılmazlar. Bu bozulmaların nedeni yükseklikteki, konumdaki ve algılayıcı platformun hızındaki değişimlerden, yeryüzü eğriliği ve atmosferik kırılma gibi birçok etkindir.

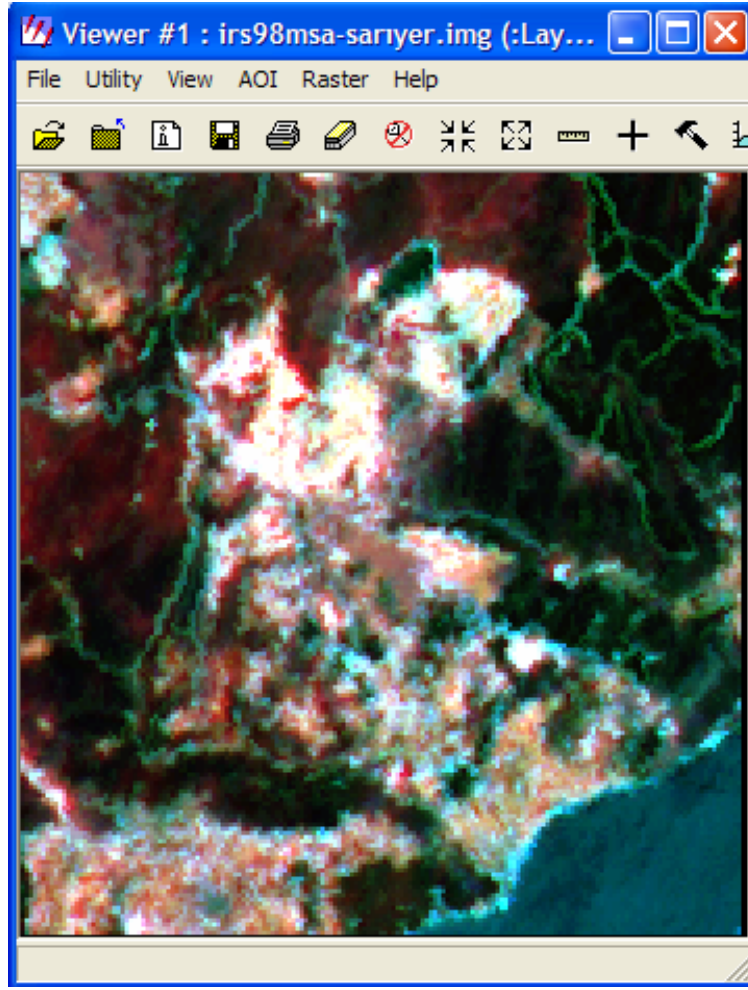
Elimizdeki görüntü, Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, mozaik ve renk dengeleme işlemine tabi tutulmuş, resim koordinatlı, multispektral bir IKONOS uydu görüntüsüdür(Şekil 4.14).



**Şekil 4.14-** Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, mozaik ve renk dengeleme işlemine tabi tutulmuş, resim koordinatlı, multispektral IKONOS uydu görüntüsü.

Geometrik düzeltmenin amacı, belirtilen nedenlerle oluşan bozulmaları gidermek, düzeltilmiş sayısal görüntünün harita olarak kullanılabilmesini sağlamaktır. Bunun için elimizdeki görüntü eşidi ya da daha yüksek çözünürlüklü bir referans görüntüye ihtiyaç vardır. Ancak bu tür bir uydu verisi temin edilemediğinden, 1998 tarihli IRS görüntüsü kullanılmıştır.

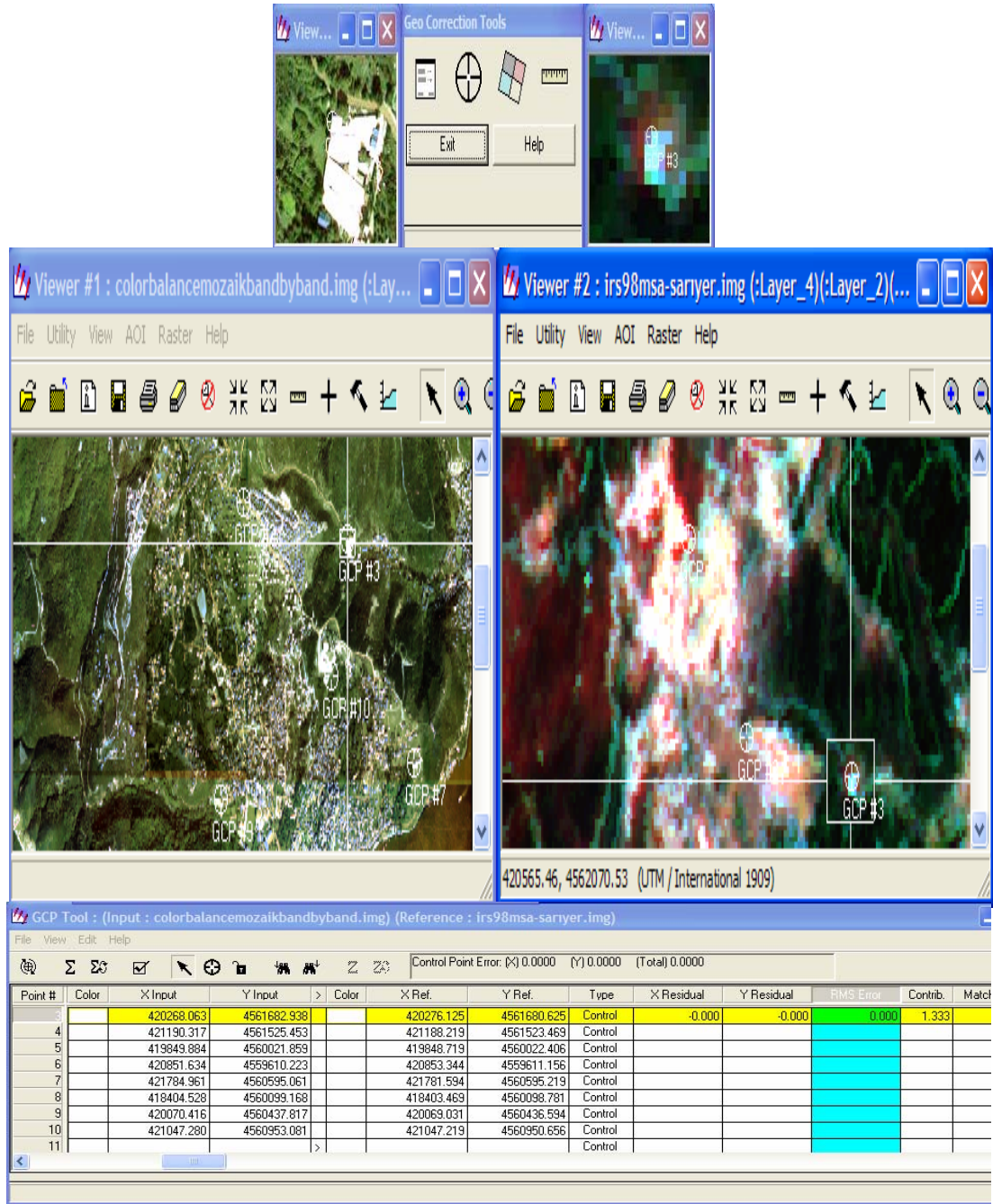
Referans görüntü olarak; tüm İstanbul’u kapsayan 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsünden, ilgi alanı olan SARIYER ilçe merkezi “Subset Image” yardımıyla kesilerek elde edilen görüntü alınmıştır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15- Referans görüntü olarak kullanılan 1998 tarihli, 23 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsü.

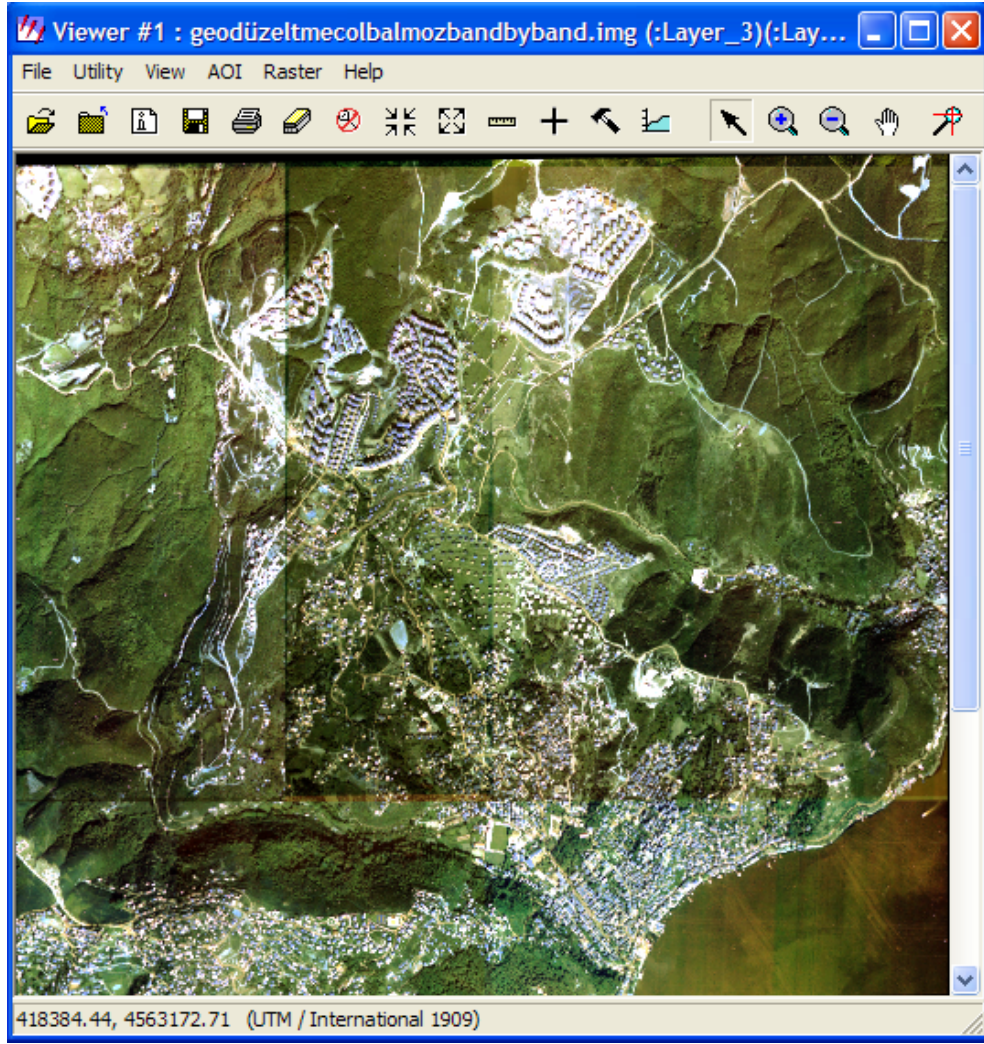
Referans görüntüden faydalanılarak Sarıyer İlçe merkezini kapsayan mozaik ve renk dengelemesi yapılmış, resim koordinatlı, 2001 tarihli, 1 m çözünürlükteki IKONOS uydu görüntüsü geometrik olarak düzeltilmiştir.

Bu maksatla, önce ERDAS Imagine “Viewer”da her iki görüntü de, “Geometric Correction”(geometrik düzeltme) fonksiyonu kullanılarak açılmış ve her iki görüntüden de en az 10 adet olacak şekilde homojen dağılmış yer kontrol noktaları ( yol kavşağı, köprü, stadyum, liman, v.b. gibi sabit noktalar) tayin edilerek, koordinat transformasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16- Koordinat transformasyonunun gerçekleştirilmesi.

Koordinat transformasyonu işleminde; karesel ortalama hatasının 0.5 piksel olması sağlanarak, görüntünün yeterli doğrulukta geometrik düzeltilmesi yapılmıştır.

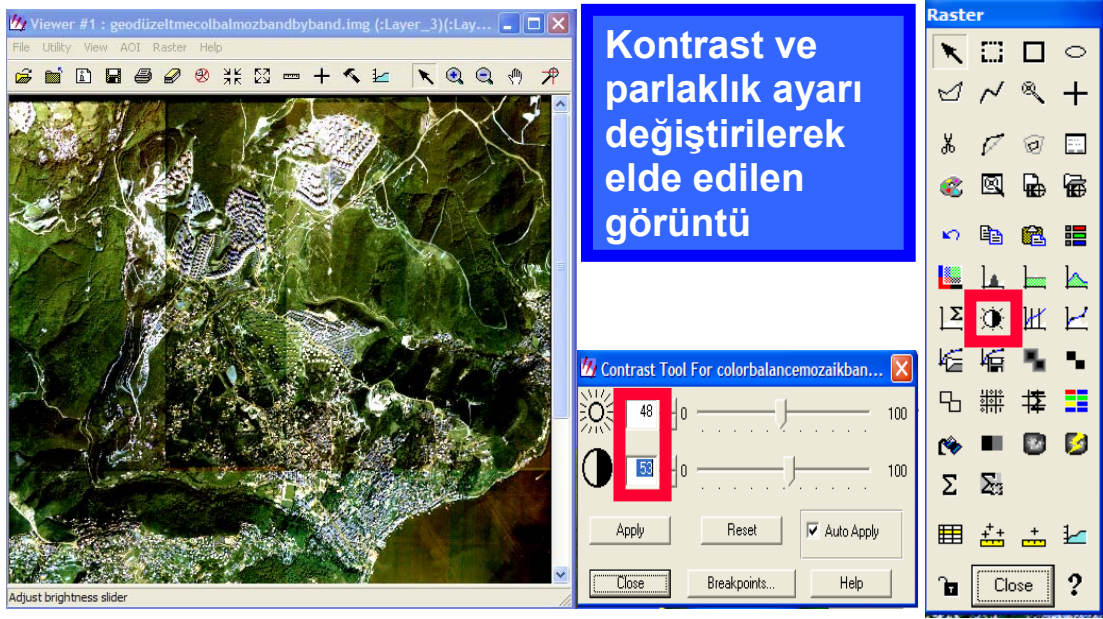


Şekil 4.17- Geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü.

#### 4.2.4. Görüntü Zenginleştirme

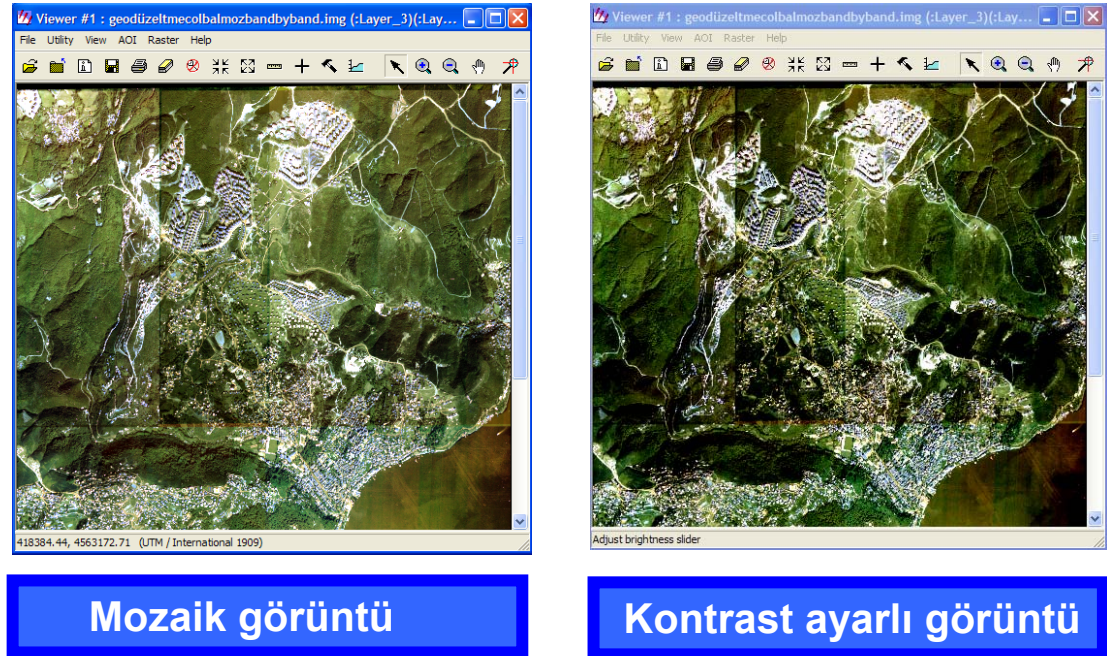
Görüntü zenginleştirme işlemi için, bir önceki adımda geometrik olarak düzeltilmiş IKONOS uydu görüntüsü kullanılmış olup, görüntüyü, gözle yoruma daha uygun bir duruma dönüştürmek ve görüntü kalitesini daha iyi ve makul seviyeye ulaştırıp ilerideki işlemler ve çevrimler için elverişli hale getirmek amacıyla yapılmıştır.

Bu maksatla önce görüntü üzerinde; verileri daha belirgin hale getirmek amacıyla orijinal piksel değerlerini uygun değer aralıklarına yayarak kontrastı artırmak için “Kontrast Dengeleme” işlemi yapılmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18- Görüntü zenginleştirmede kontrast dengeleme işlemi.

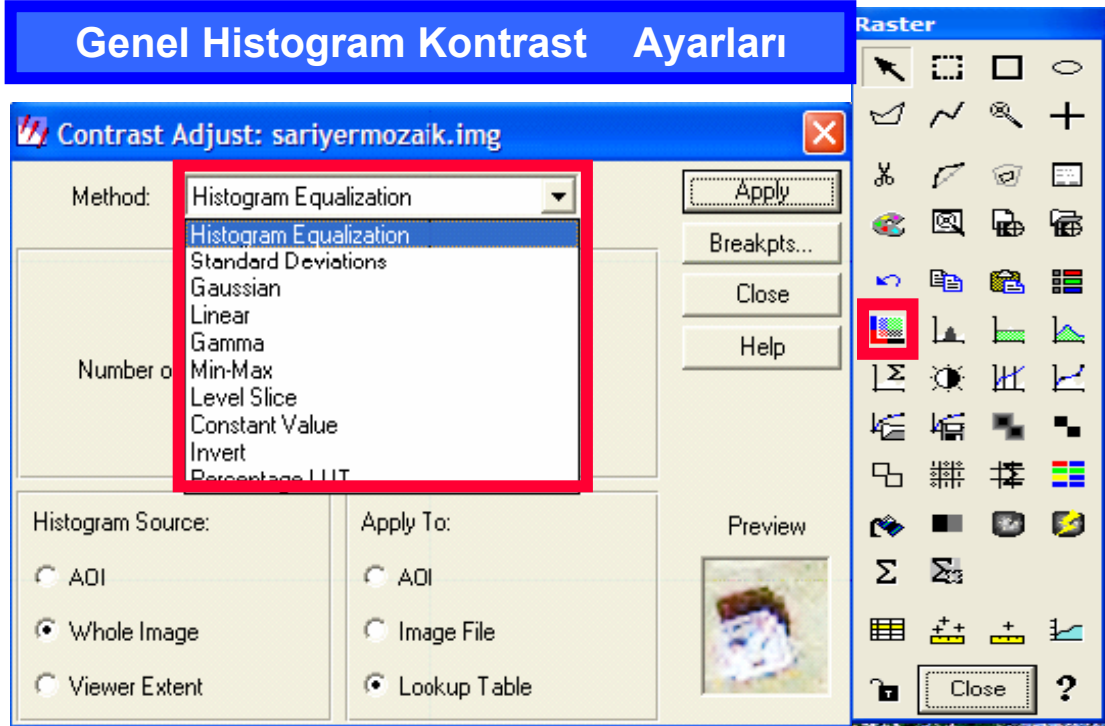
İlk adımda basit kontrast ayarlarıyla kontrast dengelemesi yapılmış görüntü, asıl görüntü ile karşılaştırılmış ve Şekil 4.19’da görüldüğü üzere analize daha uygun hale geldiği görülmüştür.



Şekil 4.19- Mozaik görüntü ile kontrast ayarları yapılmış görüntünün karşılaştırılması..

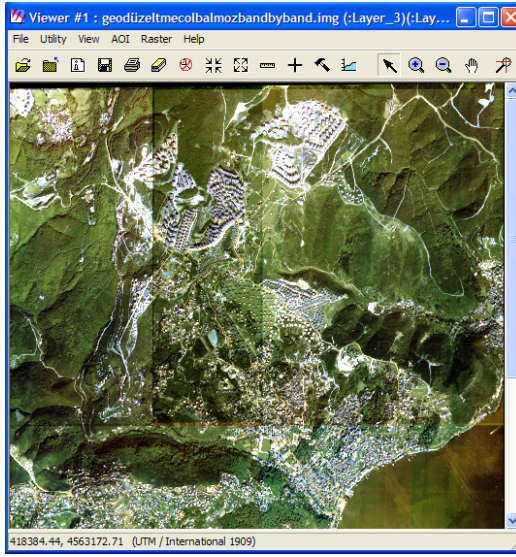


Görüntü zenginleştirmenin ikinci aşamasında, genel histogram ayarları üzerinde bir dizi çalışma yapılarak, kontrast dengeleme işlemine devam edilmiş ve en iyi sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır (Şekil 4.20).

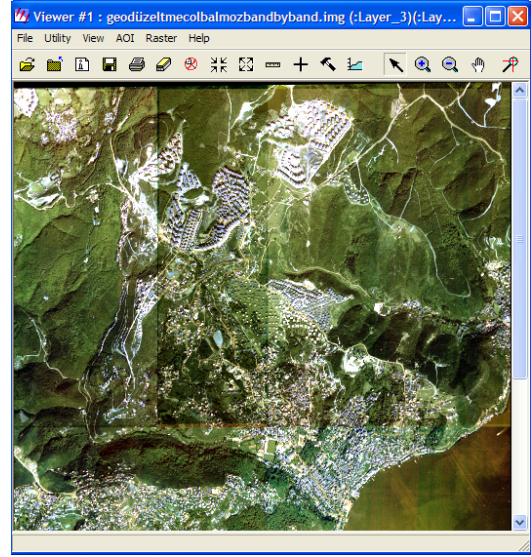


Şekil 4.20- “ERDAS Imagine” için Genel Histogram kontrast ayarları paneli.

Bu maksatla, sırasıyla, genel histogram ayarlarından “Standart Deviations”(Standart Sapma), “Linear”(Doğrusal), “Gamma”, “Level Slice”(Seviye Dilimi); keskinlik ayarlarından 3x3 “Edge Detect”(Kemar Bulma), 3x3 “Edge Enhance”(kemar zenginleştirme), 3x3 “Low Pass”(Alçak Geçiren), 3x3 “High Pass”(Yüksek Geçiren), 5x5 “Edge Detect”, 5x5 “Edge Enhance”, 5x5 “Low Pass”, 5x5 “High Pass”, 5x5 “Haze Reduction”(Pus azaltma) uygulamaları üzerinde çalışılmış ve her seferinde elde edilen görüntü, orijinal görüntü ile karşılaştırılmıştır.

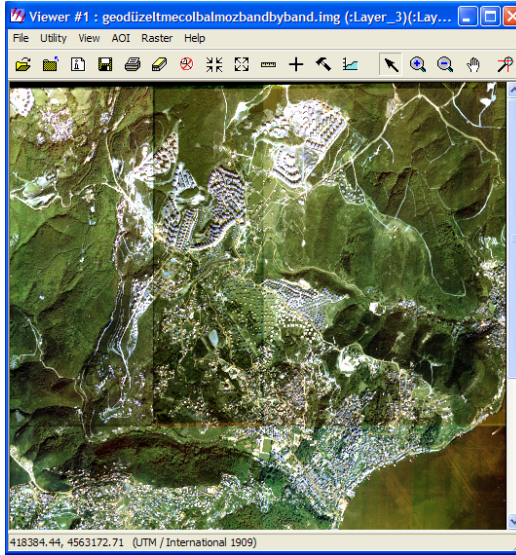


**Mozaik görüntü**

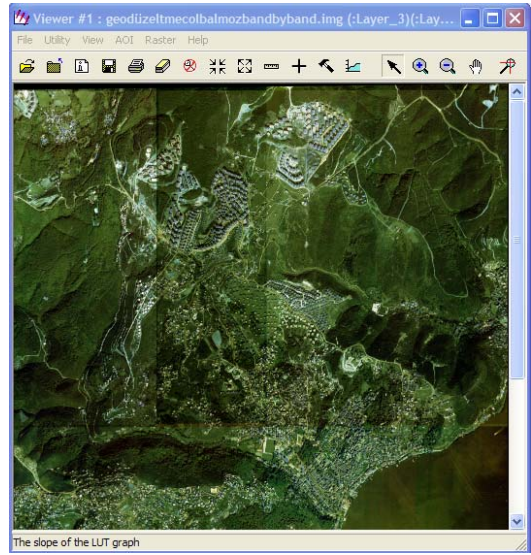


**Standart Deviations**

Şekil 4.21- Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Standart Deviations”ın karşılaştırılması.

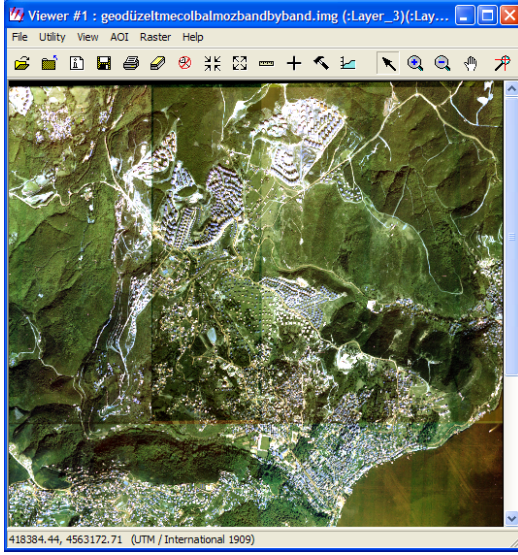


**Mozaik görüntü**

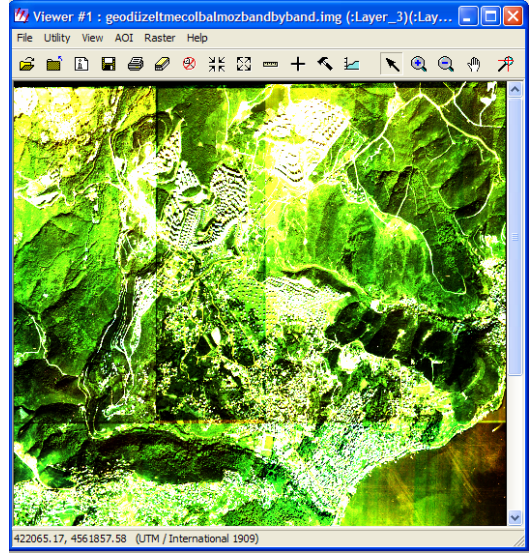


**Linear**

Şekil 4.22- Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Linear”ın karşılaştırılması.

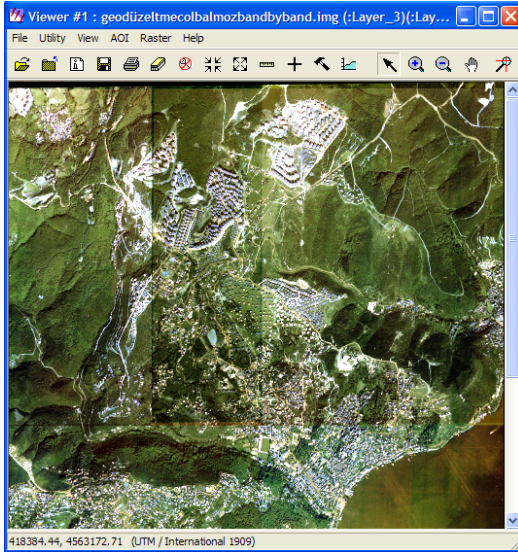


**Mozaik görüntü**

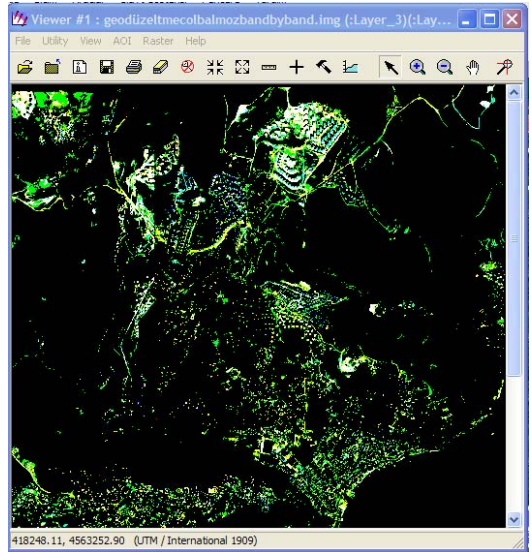


**Gamma**

Şekil 4.23- Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Gamma”nın karşılaştırılması.

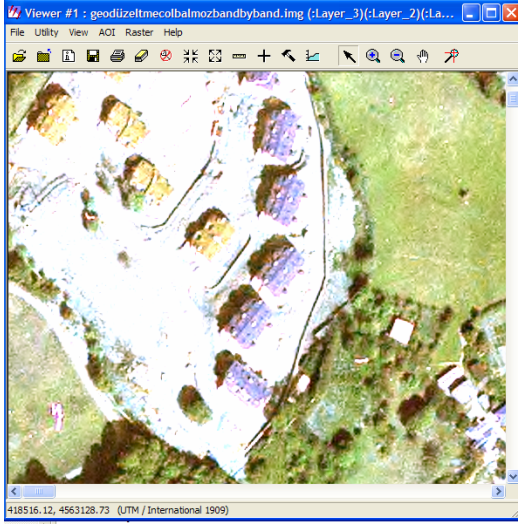


**Mozaik görüntü**

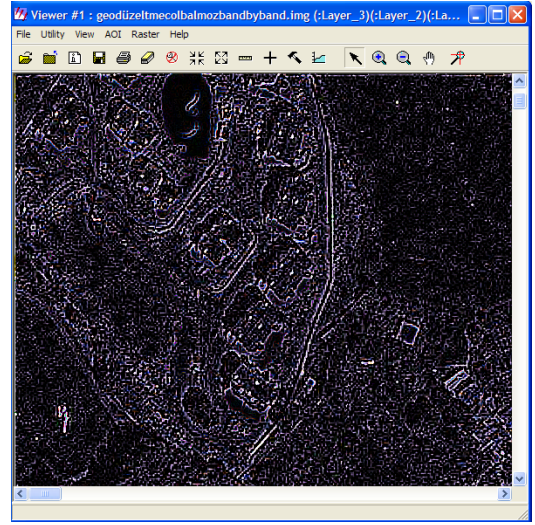


**Level Slice**

Şekil 4.24- Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Level Slice”ın karşılaştırılması.

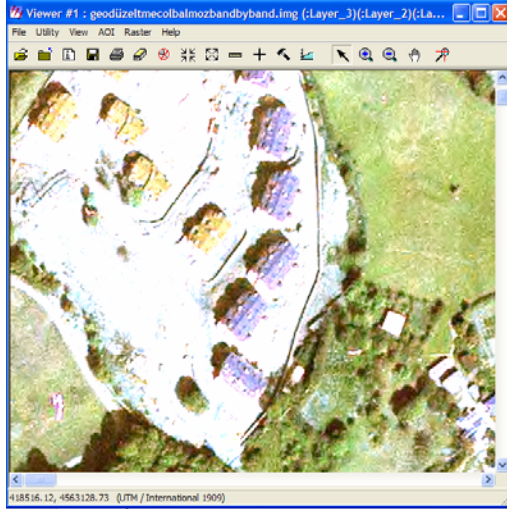


**Mozaik görüntü**

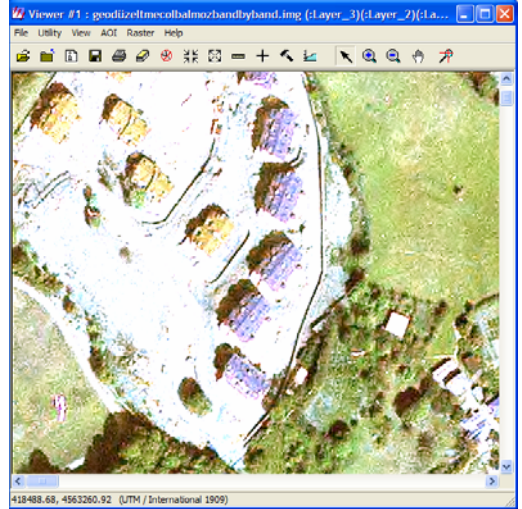


**3x3 Edge Detect**

Şekil 4.25- Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 Edge Detect”in karşılaştırılması.

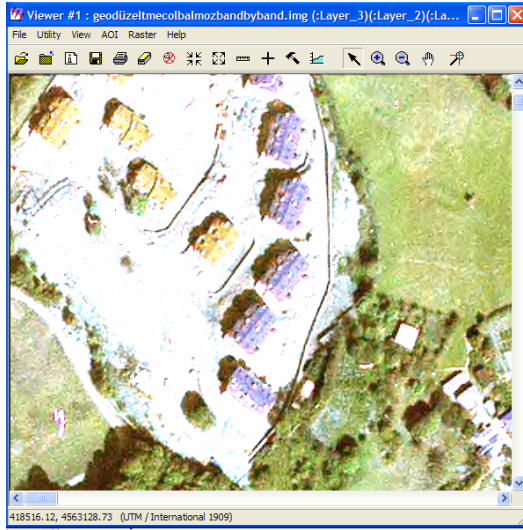


**Mozaik görüntü**

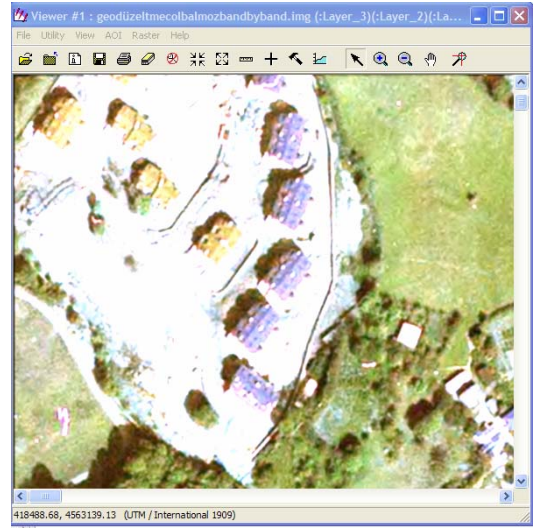


**3x3 Edge Enhance**

Şekil 4.26- Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 Edge Enhance”in karşılaştırılması.

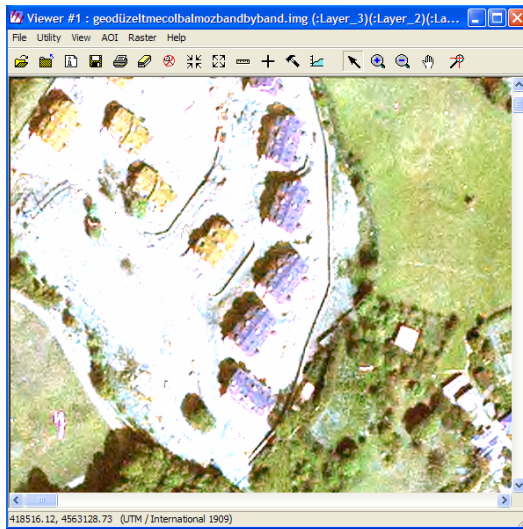


**Mozaik görüntü**

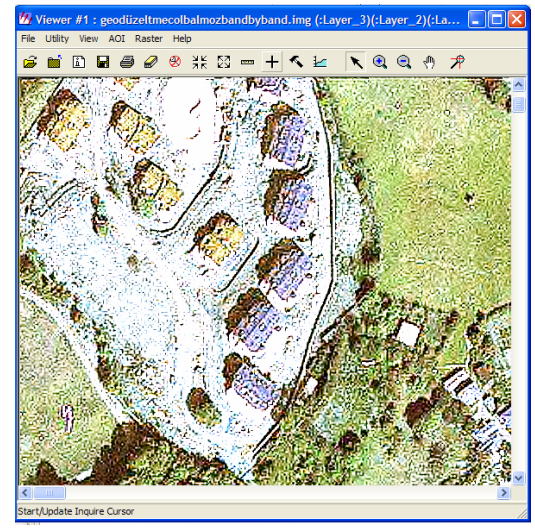


**3x3 Low Pass**

**Şekil 4.27-** Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 Low Pass”in karşılaştırılması.



**Mozaik görüntü**



**3x3 High Pass**

**Şekil 4.28-** Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 High Pass”in karşılaştırılması.

Çalışmanın sonucunda en iyi sonucun alındığı değerler aşağıdaki şekilde belirlenmiştir (Şekil 4.19).

Basit kontrast ayarları :

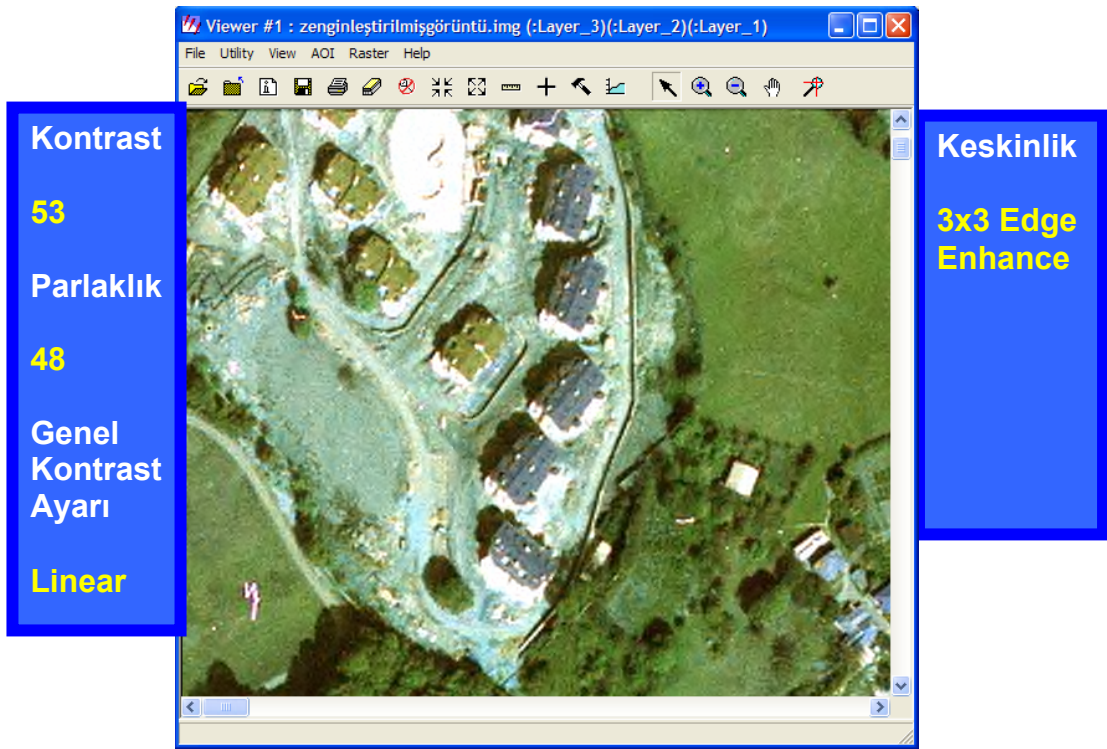
Parlaklık : 48 Kontrast : 53

Genel Histogram Ayarları :

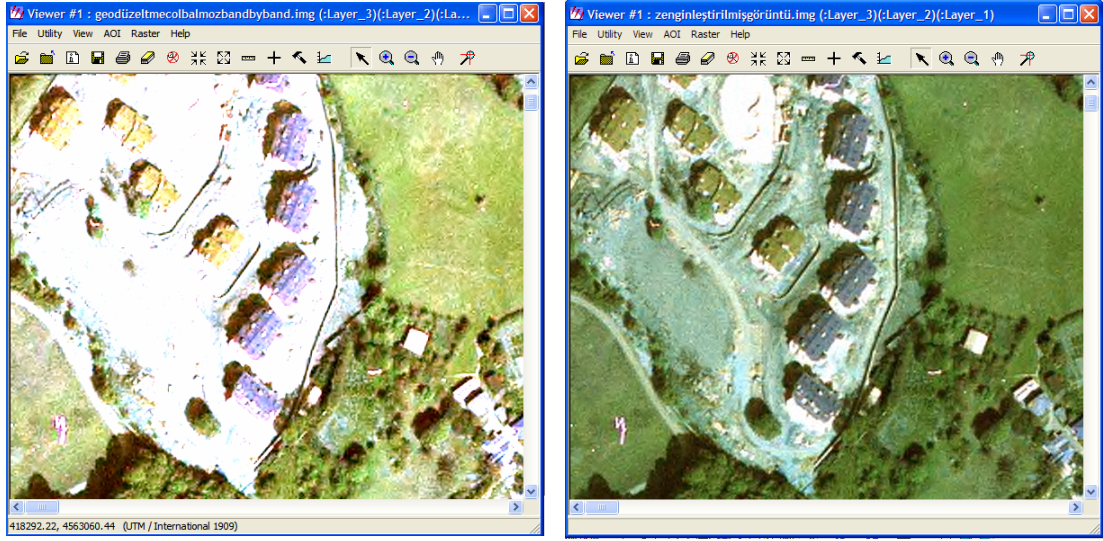
Linear

Keskinlik Ayarları :

3x3 Edge Enhance



Şekil 4.29- Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, mozaik, renk dengeleme ve geometrik düzeltme işlemine tabi tutulmuş, multispektral IKONOS uydu görüntüsü üzerinde görüntü zenginleştirme uygulaması sonucunda elde edilen görüntü.



**Şekil 4.30-** Görüntü zenginleştirme öncesindeki görüntüyle, görüntü zenginleştirme sonucunda elde edilen görüntünün karşılaştırılması.

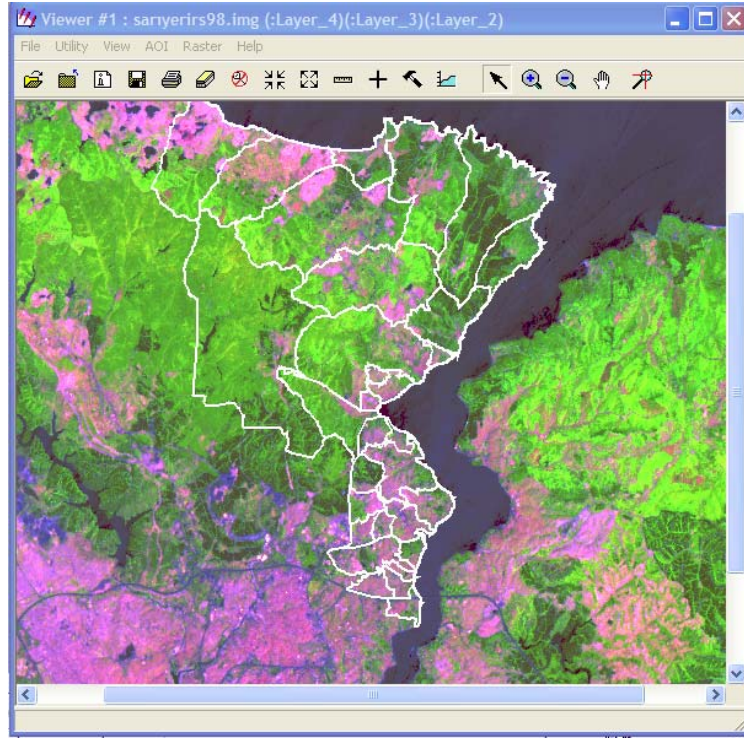
Yapılan inceleme neticesinde elde edilen zenginleştirilmiş görüntünün kent dokusunun belirlenmesi konusunda yeterli özelliklere sahip olduğu anlaşılmıştır.

#### **4.2.5. Görüntü Sınıflandırma**

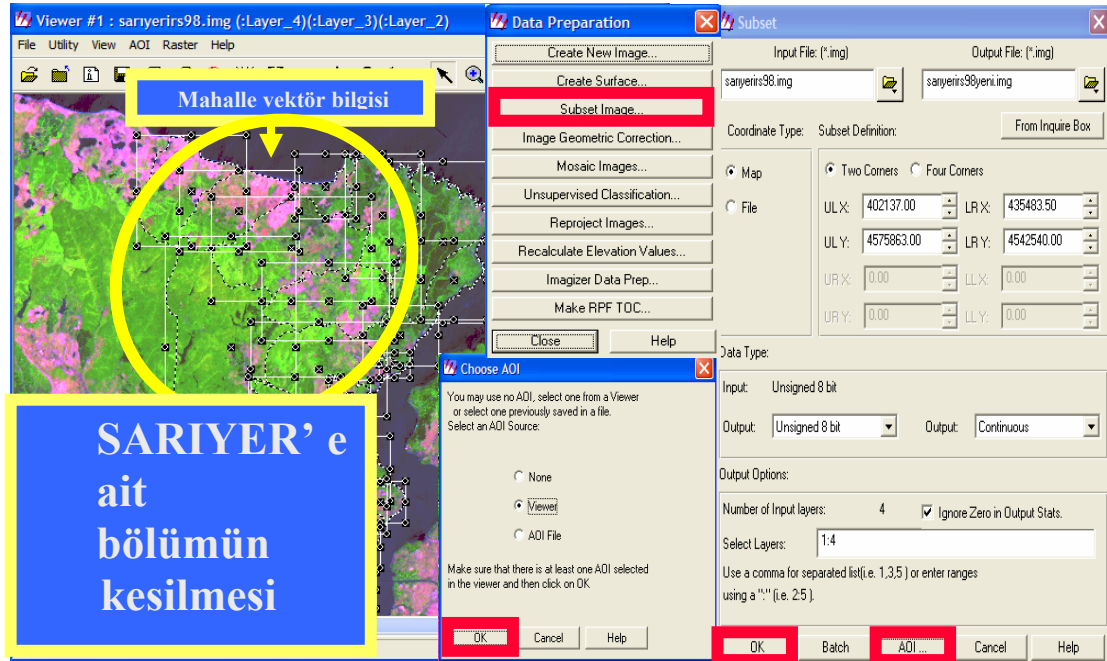
Bu bölümde, kontrolsüz sınıflandırma için İstanbul'a ait 1998 IRS, kontrollü sınıflandırma için İstanbul'a ait 2001 LANDSAT uydu görüntüleri üzerinde çalışılmıştır. Elde edilecek verilerde bütünlük sağlamak için görüntüler üzerinde, Sarıyer İlçesinin tamamını ayırmak için sırasıyla aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

Görüntü üzerinde “Sarıyer Mahalleler” vektör verisi açılmıştır (Şekil 4.31).

Vektör veri ile dış sınırları işaretlenen ilçe, “Subset Image” fonksiyonu ile kesilmiştir(Şekil 4.32).



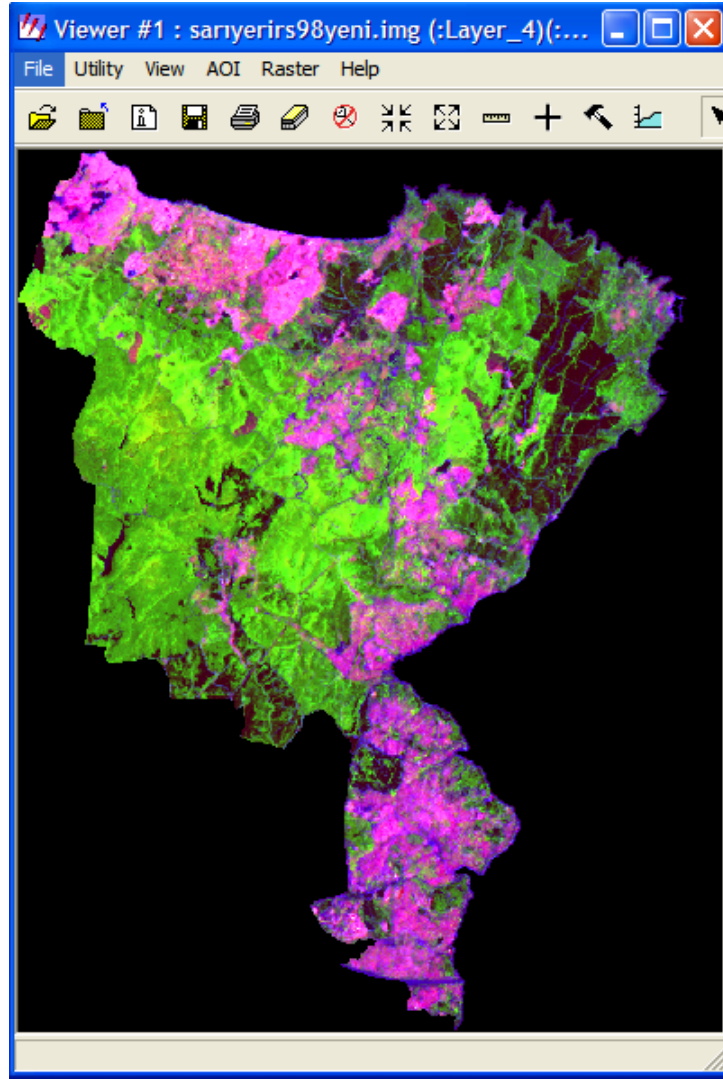
Şekil 4.31- Sarıyer mahalleler vektör verisinin İSTANBUL Temmuz 1998 IRS görüntüsü üzerinde açılımı.



Şekil 4.32- İSTANBUL Temmuz 1998 IRS görüntüsünden Sarıyer ilçesinin bir bütün olarak kesilmesi.

Sarıyer ilçesinin tamamını kapsayan görüntü elde edilmiştir(Şekil 4.33).





Şekil 4.33- Sarıyer ilçesinin tamamını kapsayan 1998 IRS görüntüsü.

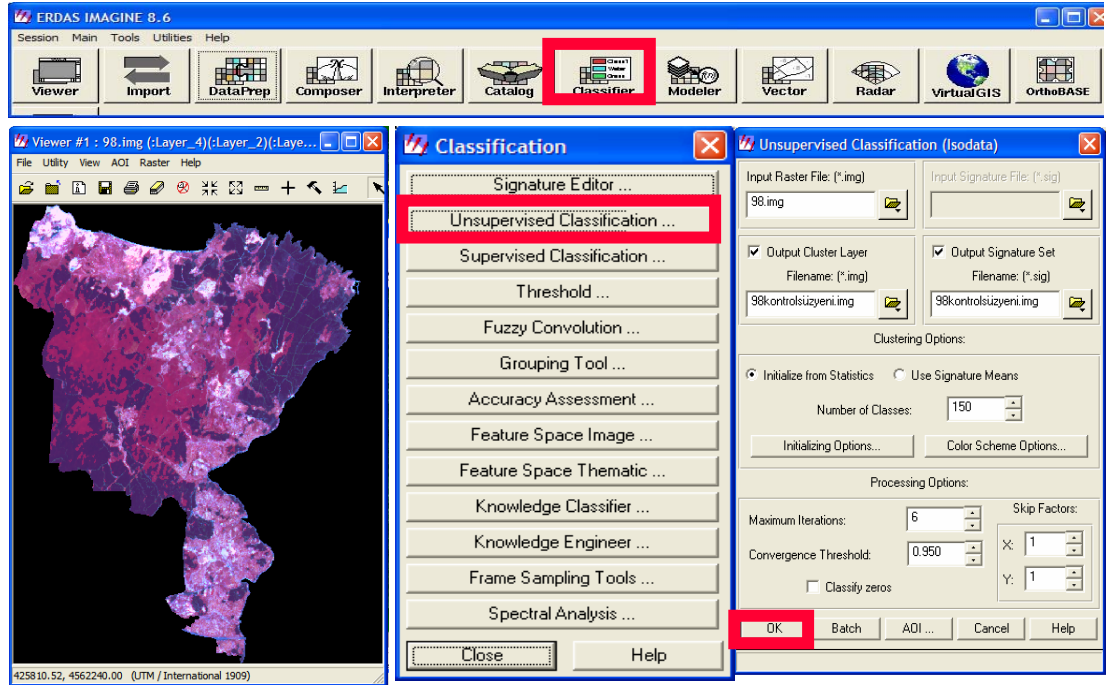
Bu çalışmada, Sarıyer İlçe Merkezine ait 1998 tarihli, 23 m çözünürlüğe sahip, multispektral IRS uydu görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma tekniği kullanılarak sınıflandırılmıştır.

#### ***4.2.5.1. Kontrolsüz Sınıflandırma***

**Kontrolsüz sınıflandırmada;** başlangıçta arazi örtüsü tipinin bilinmesi gerekli değildir.Yapılacak ilk iş, elde edilecek sınıf sayısının belirlenmesi olup; bu sayı, yerleşim alanları, iğne yapraklı ormanlar, taç yapraklı ormanlar, karışık

mescere, açık toprak alanlar, boş çayırılık alanlar, sulak alanlar ve yollar olmak üzere 8 olarak belirlenmiştir.

Veri bantlarındaki yansıma değerlerine bağlı olarak ve benzer görüntü elemanlarının otomatik olarak belirlenmesi sonucu ortaya çıkan bu tür sınıflandırmada, düşünülen daha fazla örnekleme alanı seçilmesi daha iyi bir sınıflandırma için uygun bir yöntemdir. Bu nedenle, sınıflandırmada 150 örnekleme alanı kullanılmıştır(Şekil 4.34).

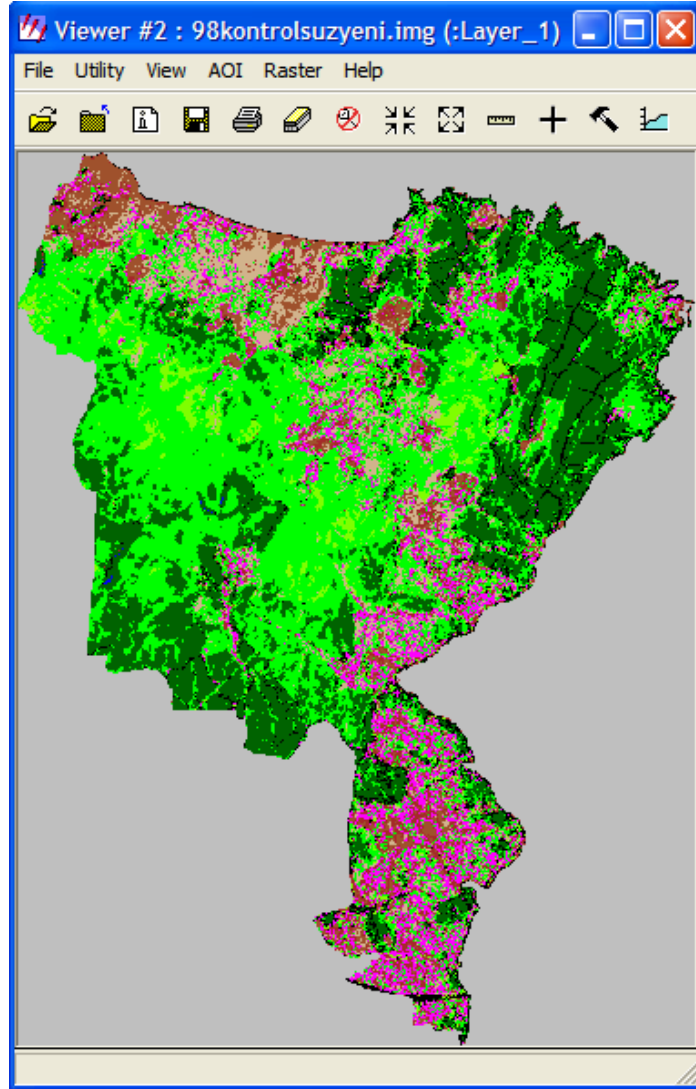


Şekil 4.34- 1998 IRS görüntüsünün kontrolsüz sınıflandırılması.

Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntüde “Raster Attribute” (Şekil 4.35) yoluyla , test alanları, arazi çalışması yapılarak tanımlanmış ve uygun renklere atanmış, böylece sınıflandırılmış görüntü ortaya çıkmıştır(Şekil 4.36).

Row	Histogram	Color	Red	Green	Blue	Opacity	
90	1460		0.996078	0	0.996078	0.996078	Yerleşim alanı1
91	844		0.823529	0.701961	0.545098	0.996078	Boş çayırık alan21
92	672		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman36
93	1341		0.823529	0.701961	0.545098	0.996078	Boş çayırık alan8
94	993		0.996078	0	0.996078	0.996078	Yerleşim alanı2
95	579		0.823529	0.701961	0.545098	0.996078	Boş çayırık alan9
96	786		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman37
97	1230		0.823529	0.701961	0.545098	0.996078	Boş çayırık alan10
98	793		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman47
99	1271		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman38
100	1027		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman39
101	1623		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman40
102	736		0.639216	0.164706	0.164706	0.996078	Toprak alan3
103	667		0	0.996078	0	0.996078	Taç yapraklı orman41
104	823		0.823529	0.701961	0.545098	0.996078	Boş çayırık alan11
105	1164		0.823529	0.701961	0.545098	0.996078	Boş çayırık alan12
106	1294		0.996078	0	0.996078	0.996078	Yerleşim alanı24







Şekil 4.35- Kontrolsüz sınıflandırmada 1998 Sarıyer IRS uyu görüntüsünde sınıfların tanımlanması.



Şekil 4.36- Kontrolsüz olarak sınıflandırılmış 1998 Sarıyer IRS uyu görüntünün istenilen renklerde oluşturulması sonucu elde edilen görüntü.

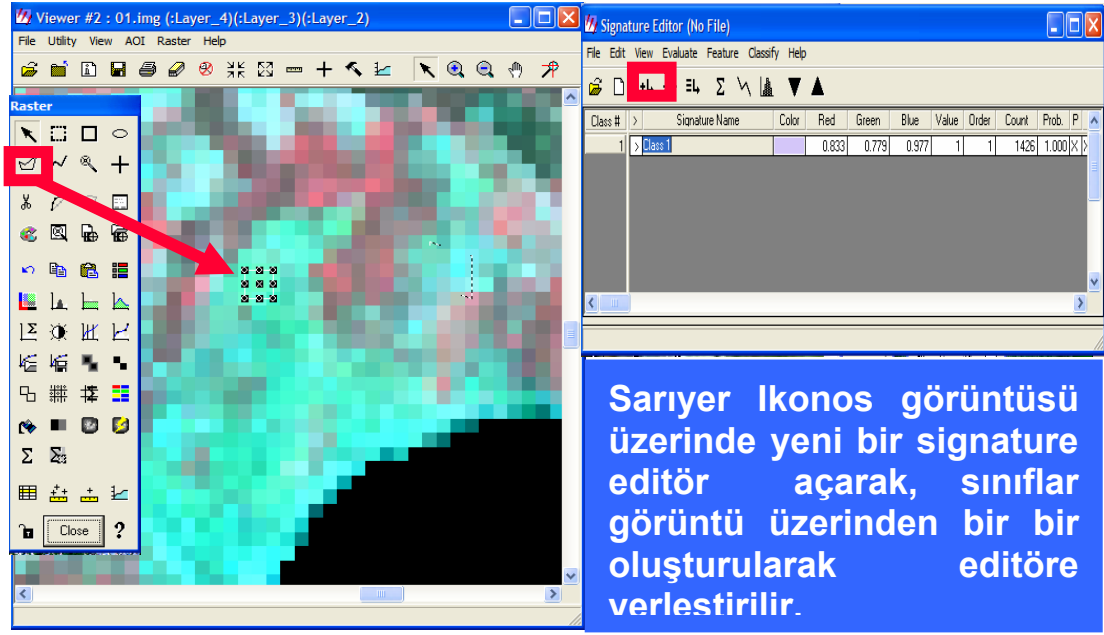
Görüntünün sorgulamaya uygun hale getirilmesi için “MERGE” fonksiyonuyla istenilen 8 sınıfa indirgenmiştir. Çizelge 4.1’de 8 sınıf ve atandıkları renkler görülmektedir.

**Çizelge 4.1-** Kontrolsüz sınıflandırılmış 1998 Sarıyer IRS uydu görüntüsünde sınıflar.

Yerleşim alanları	
İğne yapraklı ormanlar	
Taç yapraklı ormanlar	
Karışık Mescere	
Açık Toprak alanlar	
Boş çayırılık alanlar	
Sulak alanlar	
Yollar	

#### **4.2.5.2. Kontrollü Sınıflandırma**

Analizcinin kontrolünde uygulanan ve analizci tarafından tanınan veya hava fotoğrafları, yer bilgileri veya haritalar gibi diğer kaynaklardan sağlanan bilgilerin yardımı ile belirlenen desenleri veya arazi örtüsü özelliklerini temsil eden görüntü elemanlarının seçildiği bu yöntemde; Sarıyer’e ait 2001 LANDSAT uydu görüntüsü üzerinde bilinen arazi örtüsü özelliklerinden ve elimizde mevcut olan Sarıyer 2001 IKONOS uydu görüntüsünden faydalanılarak; öncelikle 50 örnekleme alanı belirlenmiş her bir örnekleme alanına ait görüntü parametrelerinden örnekler alınıp, “Signature editor”e aktarılmıştır (Şekil 4.37).



Şekil 4.37- 2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde parametrelerinin “Signature editor”e aktarılması.

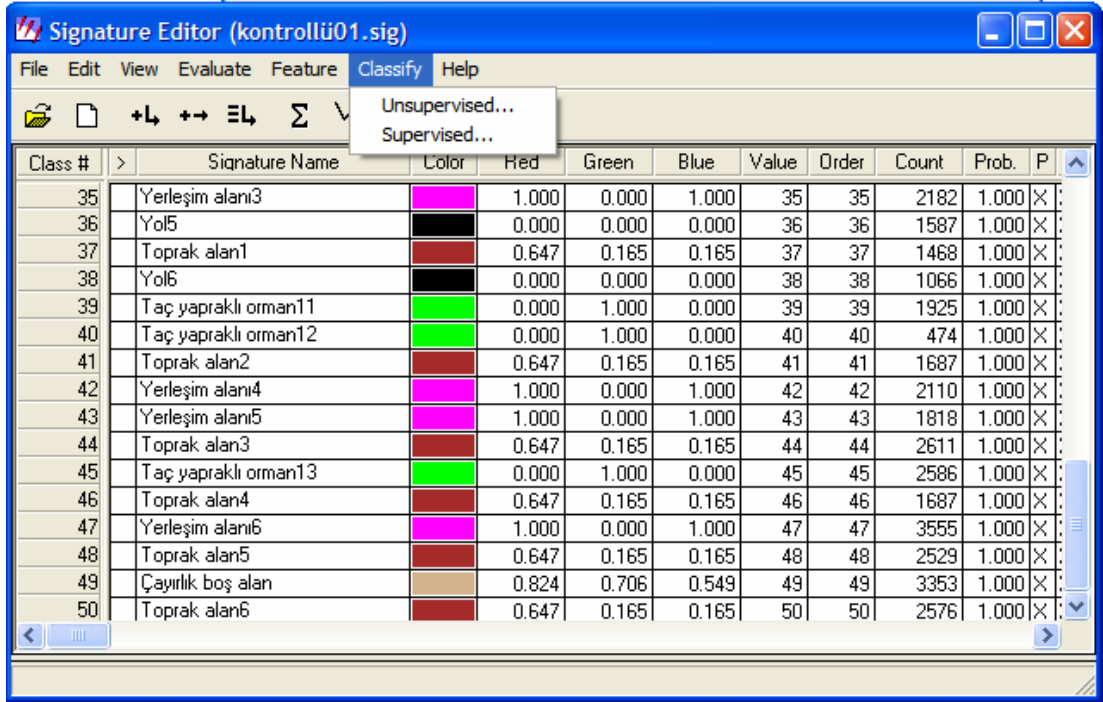
Signature Editör’ e aktarılan test alanları renklendirilmiştir. (Şekil 4.38).

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P
35	Yerleşim alanı3		1.000	0.000	1.000	35	35	2182	1.000	X
36	Yol5		0.000	0.000	0.000	36	36	1587	1.000	X
37	Toprak alan1		0.647	0.165	0.165	37	37	1468	1.000	X
38	Yol6		0.000	0.000	0.000	38	38	1066	1.000	X
39	Taç yapraklı orman11		0.000	1.000	0.000	39	39	1925	1.000	X
40	Taç yapraklı orman12		0.000	1.000	0.000	40	40	474	1.000	X
41	Toprak alan2		0.647	0.165	0.165	41	41	1687	1.000	X
42	Yerleşim alanı4		1.000	0.000	1.000	42	42	2110	1.000	X
43	Yerleşim alanı5		1.000	0.000	1.000	43	43	1818	1.000	X
44	Toprak alan3		0.647	0.165	0.165	44	44	2611	1.000	X
45	Taç yapraklı orman13		0.000	1.000	0.000	45	45	2586	1.000	X
46	Toprak alan4		0.647	0.165	0.165	46	46	1687	1.000	X
47	Yerleşim alanı6		1.000	0.000	1.000	47	47	3555	1.000	X
48	Toprak alan5		0.647	0.165	0.165	48	48	2529	1.000	X
49	Çayırılık boş alan		0.824	0.706	0.549	49	49	3353	1.000	X
50	Toprak alan6		0.647	0.165	0.165	50	50	2576	1.000	X

Şekil 4.38- 2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde kontrollü sınıflandırma ön çalışması sonucu Signature Editör’ e aktarılan test alanları ve değerleri.

Bu işlemin sonunda, bilgisayar için, çeşitli yansımaya değerlerinin hangi tür objelere ait olduğuna dair bir model oluşturulmuş ve sınıflandırma başlatılarak (Şekil

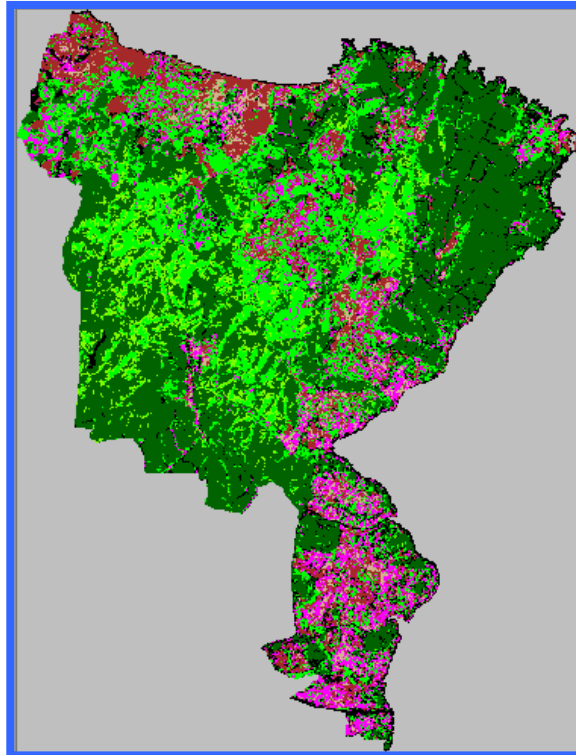
4.39) belirlenen desene göre bilgisayar benzer özellikleri ortaya çıkarmış ve sınıflandırma sonuçlandırılmıştır. (Şekil 4.40)



The screenshot shows the 'Signature Editor' window for a file named 'kontrollü01.sig'. The 'Classify' menu is open, showing options for 'Unsupervised...' and 'Supervised...'. Below the menu is a table with the following columns: Class #, Signature Name, Color, Red, Green, Blue, Value, Order, Count, Prob., and P. The table contains 16 rows of data, each representing a different land use class with its corresponding color and spectral values.

Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P
35	Yerleşim alanı3	Black	1.000	0.000	1.000	35	35	2182	1.000	X
36	Yol5	Black	0.000	0.000	0.000	36	36	1587	1.000	X
37	Toprak alan1	Black	0.647	0.165	0.165	37	37	1468	1.000	X
38	Yol6	Black	0.000	0.000	0.000	38	38	1066	1.000	X
39	Taç yapraklı orman11	Black	0.000	1.000	0.000	39	39	1925	1.000	X
40	Taç yapraklı orman12	Black	0.000	1.000	0.000	40	40	474	1.000	X
41	Toprak alan2	Black	0.647	0.165	0.165	41	41	1687	1.000	X
42	Yerleşim alanı4	Black	1.000	0.000	1.000	42	42	2110	1.000	X
43	Yerleşim alanı5	Black	1.000	0.000	1.000	43	43	1818	1.000	X
44	Toprak alan3	Black	0.647	0.165	0.165	44	44	2611	1.000	X
45	Taç yapraklı orman13	Black	0.000	1.000	0.000	45	45	2586	1.000	X
46	Toprak alan4	Black	0.647	0.165	0.165	46	46	1687	1.000	X
47	Yerleşim alanı6	Black	1.000	0.000	1.000	47	47	3555	1.000	X
48	Toprak alan5	Black	0.647	0.165	0.165	48	48	2529	1.000	X
49	Çayırılık boş alan	Black	0.824	0.706	0.549	49	49	3353	1.000	X
50	Toprak alan6	Black	0.647	0.165	0.165	50	50	2576	1.000	X

Şekil 4.39- 2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde kontrollü sınıflandırmanın başlatılması.



Şekil 4.40- 2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde Kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü.

Elde edilen görüntüdeki test alanları “MERGE” fonksiyonuyla amaca uygun olarak 7’ye düşürülerek(Şekil 4.41)sınıflandırma tamamlanmıştır.



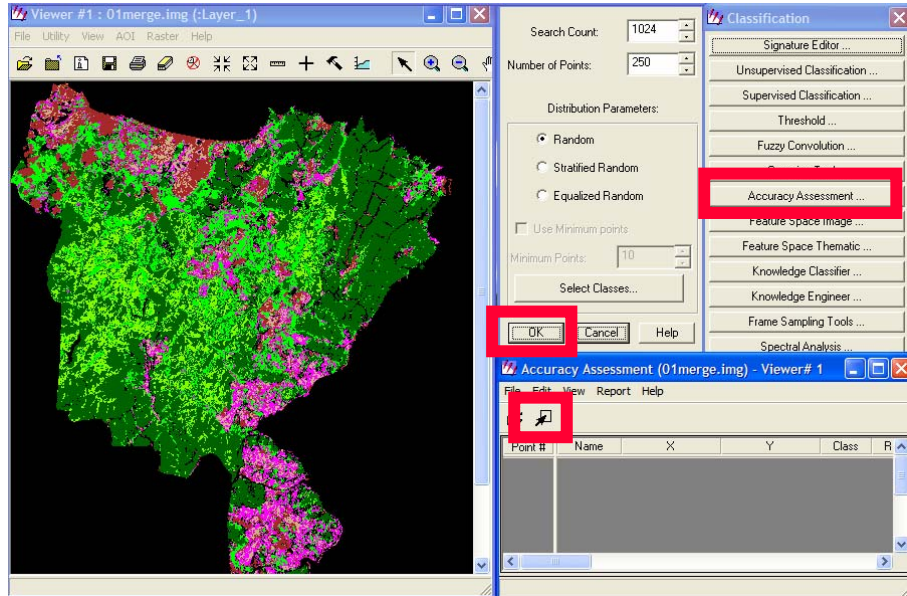
Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	I	H	A	FS
1	Karışık Mescere1		0.498	1.000	0.000	19	19	6149	1.000	X	X	X		
2	Çayırık boş alan		0.824	0.706	0.549	49	49	3353	1.000	X	X	X		
3	İğne yapraklı orman		0.000	0.392	0.000	51	51	51684	1.000	X	X	X		
4	Yollar		0.000	0.000	0.000	2	52	9924	1.000	X	X	X		
5	Taç yapraklı orman		0.000	1.000	0.000	1	53	29885	1.000	X	X	X		
6	Yerleşim alanları		1.000	0.000	1.000	3	54	11452	1.000	X	X	X		
7	Toprak alanlar		0.647	0.165	0.165	4	55	12558	1.000	X	X	X		

Şekil 4.41- Sarıyer 2001 LANDSAT sınıflandırılmış görüntüsünde test alanlarının birleştirilmesi sonucu elde edilen sınıflar.

#### 4.2.5.3. Doğruluk Analizi

2001 LANDSAT görüntüsünün kontrollü olarak sınıflandırılmasıyla elde edilen görüntüde doğruluk analizi yapılmıştır. Bu maksatla aşağıdaki işlem adımları takip edilmiştir.

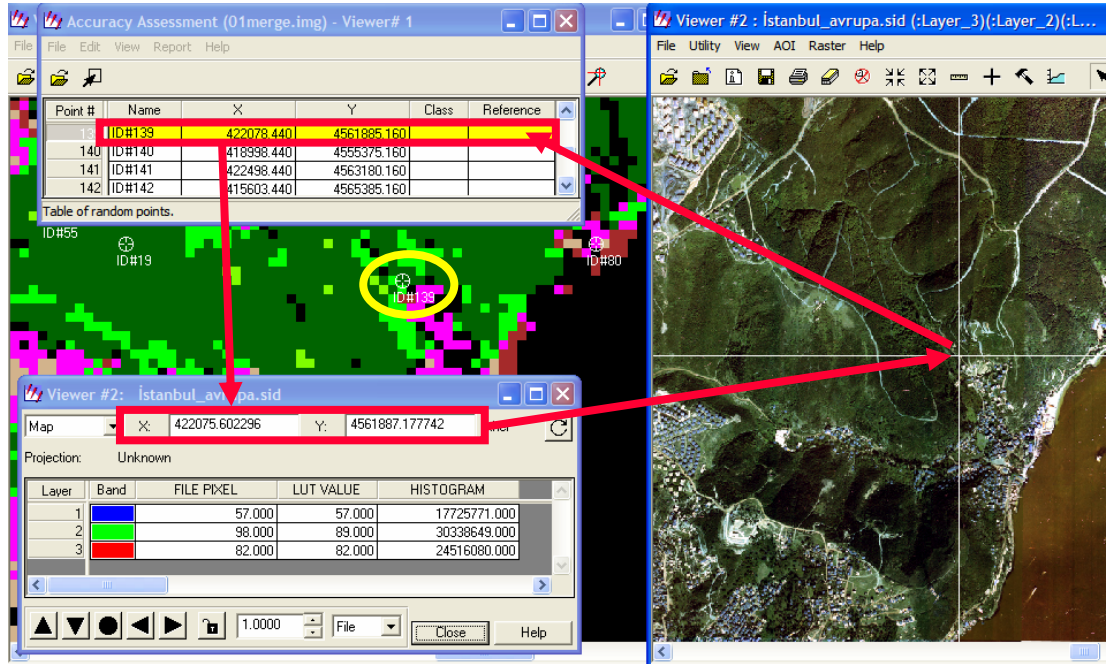
2001 LANDSAT görüntüsü ile birlikte “Accuracy Assesment” fonksiyonu açılarak, görüntü üzerinde üzerinde analizi yapılacak rastgele nokta sayısı, optimum bir doğruluk analizi için asgari sayı olan 250 olarak belirlenmiştir(Şekil 4.42).



Şekil 4.42- 2001 LANDSAT görüntüsünde doğruluk analizinin başlatılması.

Doğruluk analizinde, analiz yapılacak sınıfları da seçme şansına sahip olduğundan, bu fonksiyon ile sınıflandırılmamış olan Sarıyer hudutları dışındaki bölge kapsam dışı bırakılmıştır.

Bu doğruluk analizinde referans görüntü olarak 2001 yılına ait 1 m. çözünürlüklü Ikonos uydu görüntüsü kullanılmıştır. Sınıflandırılmış görüntü ile referans görüntüler yan yana açılmış ve görüntü üzerine atılan rastgele noktaların koordinatları referans görüntüdeki “Inquire Cursor” ‘a tek tek yazılarak görüntü üzerinde tam olarak işaretlenmesi sağlanmıştır. Devamında her bir nokta için referans görüntüde o noktanın ait olduğu gerçek sınıf belirlenmiş ve sınıflandırılmış görüntünün “Signature Editör” üdeki o sınıfın karşılığındaki “Value” değeri “reference” sütununa yazılmıştır(Şekil 4.43).



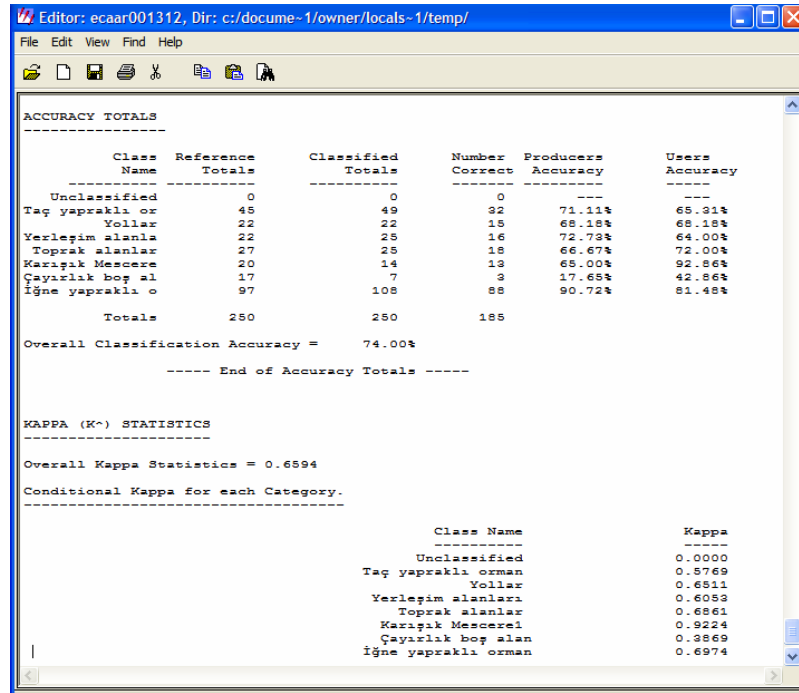
Şekil 4.43- Sınıflandırılmış 2001 LANDSAT görüntüsünde atılan rastgele noktaların görüntüde işaretlenmesi ve referans görüntüden faydalanılarak gerçek sınıflara ulaşılması.

Bu işlemin sonucunda, doğruluk değerlendirilmesi %74 olarak ortaya çıkmış(Şekil 4.44) olup, sorun olan sınıflar belirlenmiş ve ilerideki yapılacak çalışmalara ışık tutmak üzere kayıt altına alınmıştır. Sonuç olarak, LANDSAT



görüntüsünün çözünürlüğünün düşük olmasından dolayı böyle bir hata payı meydana geldiği değerlendirilmiştir.

**Doğruluk analizinde gösterilen Kappa İstatistik Testi:** İki veya daha fazla gözlem arasındaki kalitatif uyum oranını (k:Kappa) ölçmek için geliştirilmiş bir testtir. Tam bir uyum olması için k değerinin bir olması gerekir. k değeri 0 olduğunda beklenen uyum şansa bağlıdır. k değeri negatif olduğunda beklenen uyum şans ihtimalinden bile düşüktür. Mutlak bir ayırım bulunmamasına rağmen, daha önce yayımlanmış makalelerde gözlemciler arası uyumu belirten k değeri aralıkları şöyledir: k:  $\leq 0,20$  ise önemsiz uyum, k: 0,21-0,40 ise minimal uyum, k: 0,41-0,60 ise orta dercede uyum, k: 0,61-0,80 ise önemli dercede uyum, k:0,81-1,00 ise gözlemciler arasındaki uyumun tam olduğunu gösterir.



```
ACCURACY TOTALS
-----
Class Reference Classified Number Producers Users
Name Totals Totals Correct Accuracy Accuracy
-----
Unclassified 0 0 0
Taş yapraklı or 45 49 32 71.11% 65.31%
Yollar 22 22 15 68.18% 68.18%
Yerleşim alanla 22 25 16 72.73% 64.00%
Toprak alanlar 27 25 18 66.67% 72.00%
Karaçak Mescere 20 14 13 65.00% 92.86%
Çayırılık boş al 17 7 3 17.65% 42.86%
İğne yapraklı o 97 108 88 90.72% 81.48%
Totals 250 250 185
Overall Classification Accuracy = 74.00%
----- End of Accuracy Totals -----

KAPPA (K^2) STATISTICS
-----
Overall Kappa Statistics = 0.6594
Conditional Kappa for each Category.
-----
Class Name Kappa
-----
Unclassified 0.0000
Taş yapraklı orman 0.5769
Yollar 0.6511
Yerleşim alanları 0.6059
Toprak alanlar 0.6861
Karaçak Mescere 0.9224
Çayırılık boş alan 0.3869
İğne yapraklı orman 0.6974
```

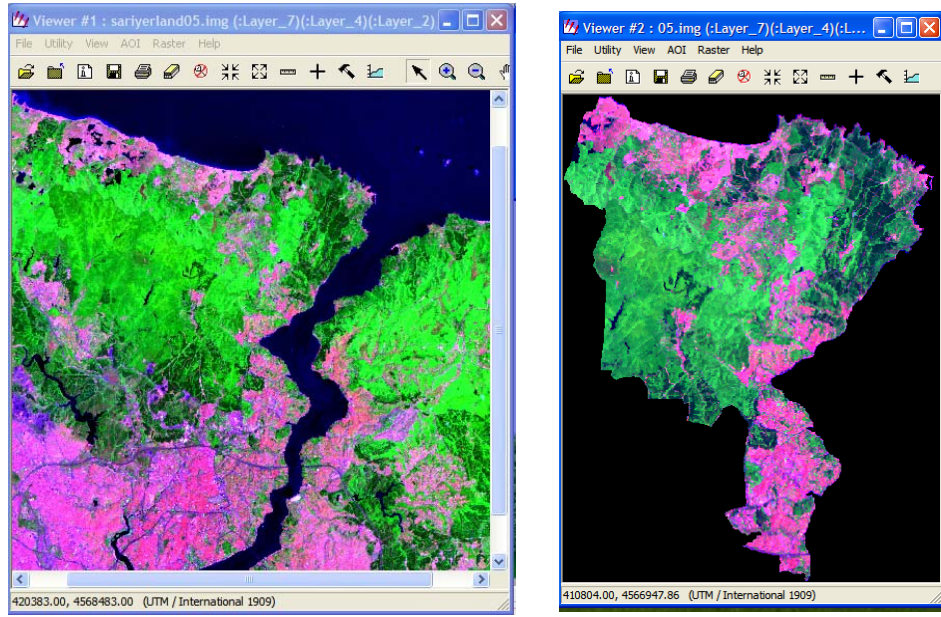
Şekil 4.44- 2001 LANDSAT görüntüsünde sınıflandırmanın doğruluk analizi sonucu.

#### 4.2.6. Kent Dokusu Hakkında Veri Katmanları Oluşturulması

Bu bölümde, kent dokusu için veri katmanları oluştururken, Sarıyer İlçesini bir bütün olarak ele almanın, üretilen verilere de bir bütünlük kazandıracığı

düşünülerek; İstanbul'a ait 1998 IRS, 2001 ve 2005 LANDSAT uydu görüntüleri üzerinde Sarıyer ilçesi kesilerek çalışılmıştır.

Bu kapsamda sınıflandırmada kullanılmış olan 1998 IRS ve 2001 LANDSAT görüntülerine ilave olarak İstanbul'a ait 2005 LANDSAT uydu görüntüsü de aynı işlemlere tabi tutularak Sarıyer ilçesinin tamamına ait farklı tarihte üçüncü uydu görüntüsü de elde edilmiştir(Şekil 4.45) .



**Şekil 4.45-** İstanbul'a ait 2005 LANDSAT uydu görüntüsü ve aynı görüntüden kesilerek elde edilen Sarıyer İlçesi görüntüsü.

Böylece veri katmanlarının oluşturulması çalışmaları için hazır halde üç ayrı tarihe ait üç uydu görüntüsü elde edilmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki aşamalarında kesin ve doğruluk değeri yüksek verilere ihtiyaç olduğundan; zenginleştirmede en iyi kombinasyonun sağlandığı değerlendirilen ve diğer iki görüntüden daha yüksek çözünürlüğe sahip olan ve önceki bölümde sınıflandırılmış olan 1998 tarihli IRS görüntüsü kullanılacaktır.

Sınıflandırılmış görüntü üzerinde veri katmanlarının oluşturulması işlemine geçilmiştir.

Bu maksatla öncelikle elimizde bulunan veri katmanı olarak kullanabileceğimiz Sarıyer'e ait vektörel bilgiler sıralanmıştır. Bunlar :

- a. Sarıyer Mahalleler vektör verisi
- b. Sarıyer 1 nolu(Kuzey Bölge) parsel vektör verisi
- c. Sarıyer 2 nolu(Orta Bölge) parsel vektör verisi
- d. Sarıyer 3 nolu(Güney Bölge) parsel vektör verisi
- e. Sarıyer Araziler vektör verisidir.

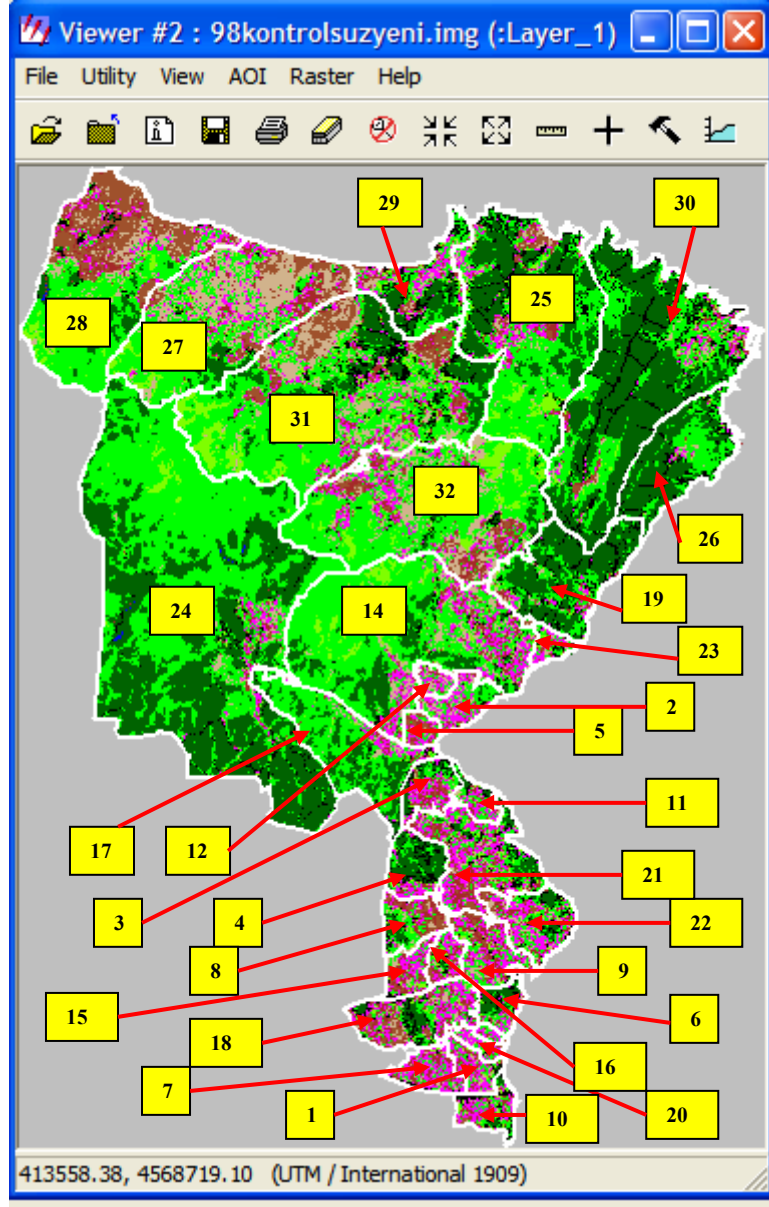
Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsü üzerinde Mahalleler vektör verisi açıldığında; Sarıyer ilçesinde bulunan 23 Mahalle ve 9 köyün isimleri, coğrafi sınırları ve konumları görülebilir, yüzölçümleri hesaplanabilir, iskan durumu v.b. bir çok bilgiye ulaşılabilir hale gelmiştir.

#### **Mahalleler:**

Baltalimanı(1), Büyükdere(2), Cumhuriyet(3), Çamlıtepe(4), Çayırbaşı(5), Emirgan(6), Fatih(7), Ferahevler(8), İstinye(9), Kazım Karabekir Paşa(10), Kireçburnu(11), Kocataş(12), Maden(13), Merkez(14), Pınar(15), Poligon(16), PTT Evleri(17), Reşit Paşa(18), Rumelikavağı(19), Rumelihisarı(20), Tarabya(21), Yeniköy(22), Yenimahalle(23).

#### **Köyler:**

Bahçeköy(24), Demirciköy(25), Garipçe(26), Gümüşdere(27), Kısırkaya(28), Kumköy (Kilyos)(29), Rumelifeneri(30), Uskumru(31), Zekeriya(32).



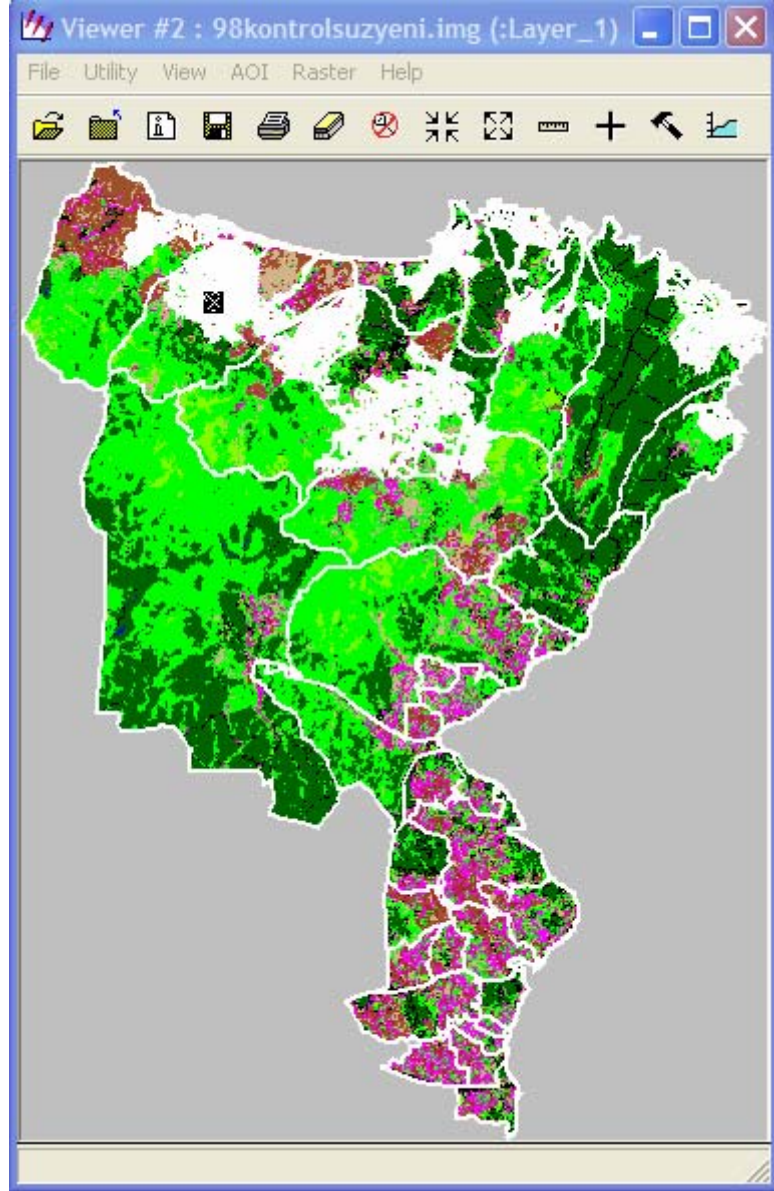
Şekil 4.46- Kontrolsüz sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde mahalleler.

“AOI-Tools”(İlgi alanı-Araçlar) fonksiyonu kullanılarak m<sup>2</sup> olarak elde edilen alanlar hektara çevrilerek Çizelge 4.1’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2-** Sarıyer mahalle ve köylerinin Uzaktan Algılama yoluyla elde edilen alanları.

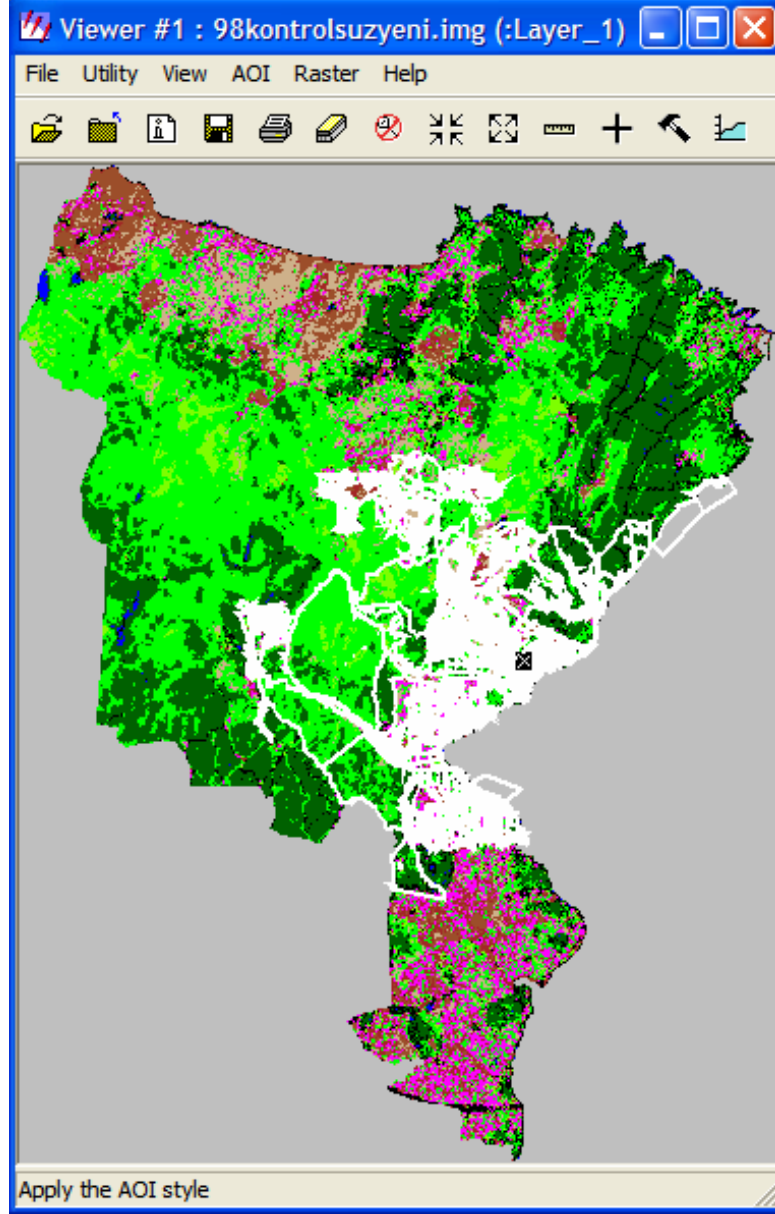
<b>Sıra No</b>	<b>Mahalle/Köy İsmi</b>	<b>Alan (hektar)</b>	<b>Sıra No</b>		<b>Alan (hektar)</b>
1	Baltalimanı	79,27	17	PTT Evleri	443,73
2	Büyükdere	117,59	18	Reşit Paşa	278,82
3	Cumhuriyet	114,60	19	Rumelikavağı	449,29
4	Çamlıtepe	142,48	20	Rumelihisarı	85,16
5	Çayırbaşı	47,93	21	Tarabya	370,96
6	Emirgan	125,69	22	Yeniköy	202,29
7	Fatih	107,17	23	Yenimahalle	57,74
8	Ferahevler	128,27	24	Bahçeköy	2847,07
9	İstinye	178,94	25	Demirciköy	1095,01
10	Kazım Karabekir Paşa	106,56	26	Garipçe	391,25
11	Kireçburnu	62,26	27	Gümüşdere	940,92
12	Kocataş	45,48	28	Kısırkaya	997,67
13	Maden	70,18	29	Kumköy (Kilyos)	301,31
14	Merkez	1221,31	30	Rumelifeneri	1294,27
15	Pınar	89,48	31	Uskumruköy	1680,17
16	Poligon	67,42	32	Zekeriya köy	1162,98

Sarıyer'in kuzey bölgesini kapsayan 1 No.lu parsel verisi açıldığında (4.47) Sarıyer ilçesi kuzey bölgesindeki parselde girmeyen bölgelerdeki yapılaşma (pembe alanlar) ve ormanlık alanların işgali açıkça görülebilir ve hesaplanabilir hale gelmektedir.



**Şekil 4.47-** Kontrolsüz sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde 1 No.lu(Kuzey Mahalleleri ve Köyleri için) parsel verileri(26-32 no.lu bölgeler).

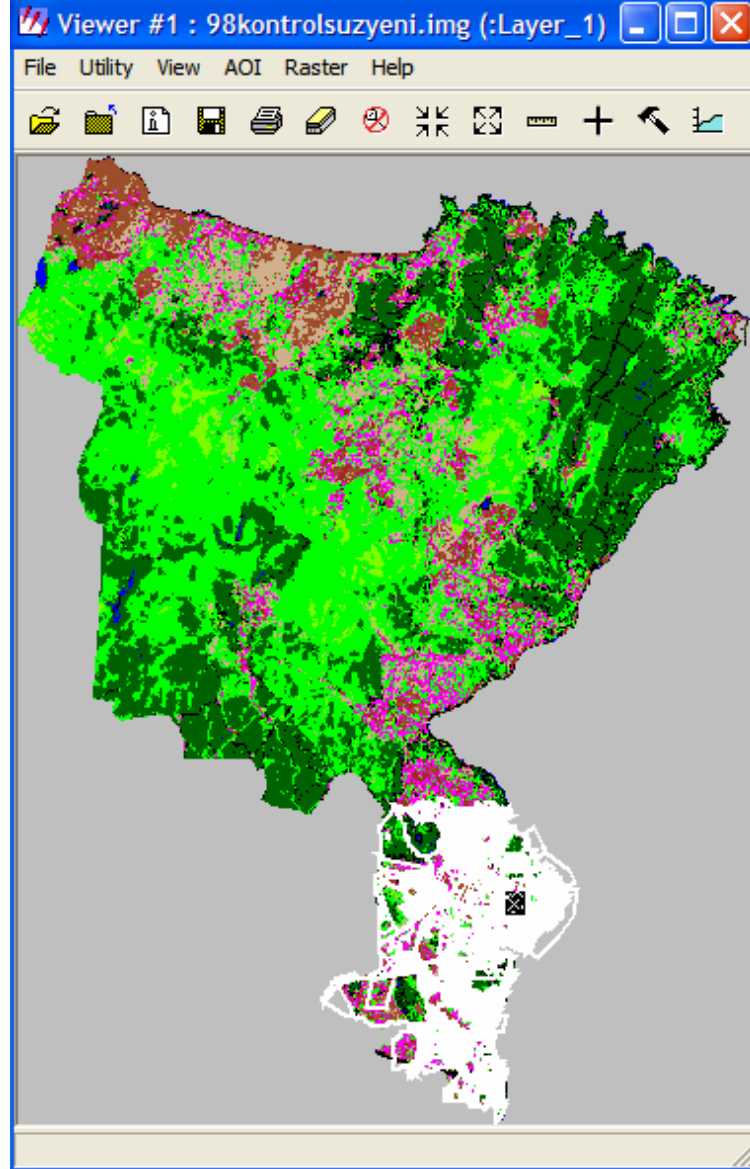
Sarıyer 2 No.lu parsel verisi açıldığında (4.48) Sarıyer ilçesi orta bölgesinde parsele uymayan yapılaşma ve orman işgalinin daha az olduğu ve parsellerin mevcut yapılaşmayla büyük oranda uyduğu görülmektedir.



Şekil 4.48- Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde 2 No.lu(Orta Bölge Mahalleleri için) parsel verileri(3,11-32 no.lu mahalleler).

Sarıyer 3 No.lu parsel verisi açıldığında (Şekil 4.49) nispeten İstanbul şehir merkezine yakın olan ve yerleşimin daha yoğun olduğu Sarıyer ilçesi güney bölgesinde büyük oranda parselasyona uyulduğu ancak batı kesiminde plan dışı yapılaşmanın yoğunluğu görülebilmektedir.

Ayrıca 3ncü parsel bölgesinde doğuda deniz kıyısında bulunan bir kısım ormanlık alanların parselasyona alındığı gözlenmektedir.



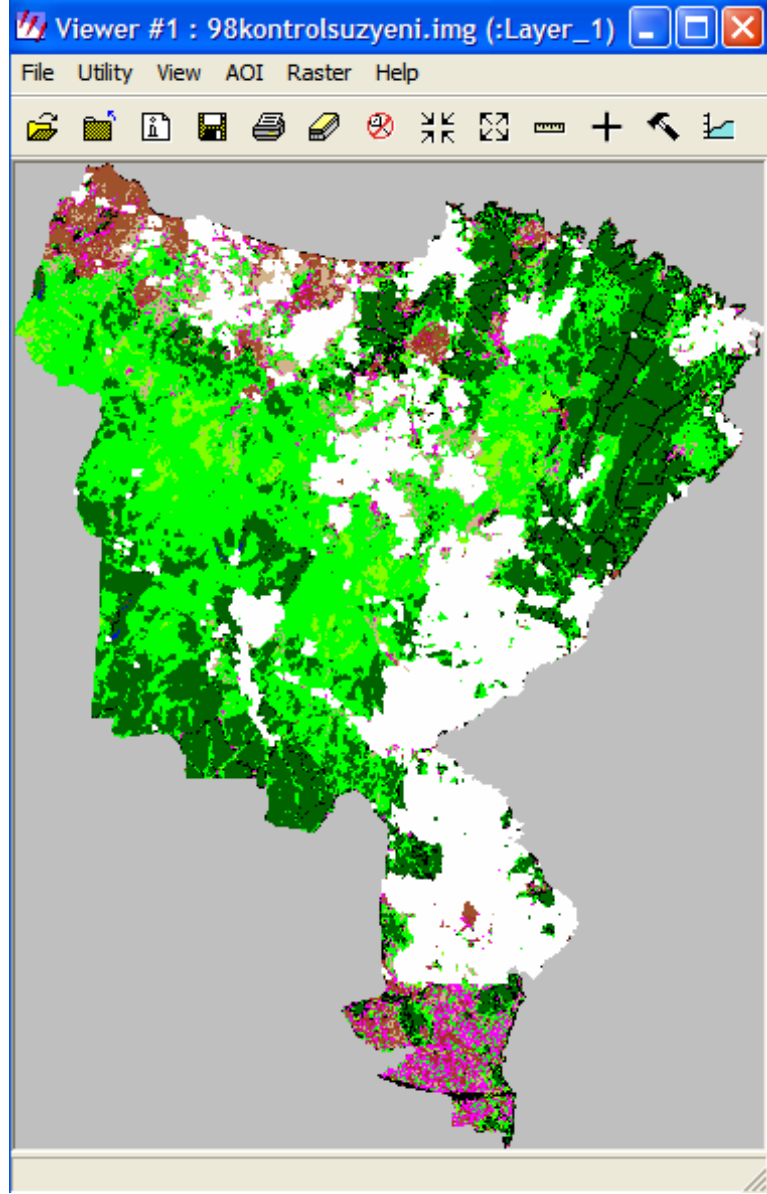
**Şekil 4.49-** Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde 3 No.lu (Güney Bölge Mahalleleri için) parsel verileri(3 hariç 1-11 no.lu mahalleler).

Görüldüğü gibi, parsel verilerinin sınıflandırılmış görüntü üzerinde açılmasıyla kent dokusunun belirlenmesine yönelik pek çok bilgi, elde edilebilir hale gelmiştir.

Bu adımdan sonra, görüntü üzerinde beş adet arazi vektör verisi açılmıştır(Şekil 4.50). Buradan da görüldüğü gibi, Sarıyer ilçesinin orta ve güneyinde parseller ve araziler mevcut yerleşim alanlarıyla uyusmakla birlikte kuzey bölgede parsellerde olan aynı uyumsuzluğun devam ettiği gözlemlenmektedir.



Sarıyer ilçesinin en güneyi bölgesine ait arazi vektör verisi temin edilemediğinden açılmamıştır.



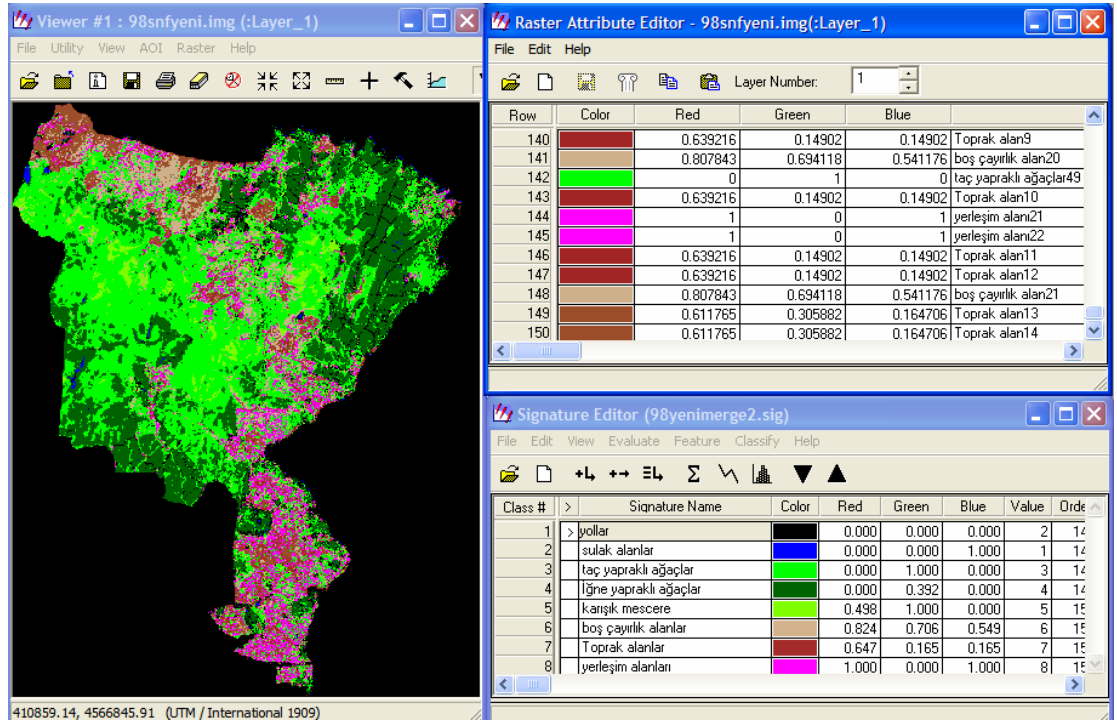
Şekil 4.50- Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde görüntüsünde arazi verileri.

#### 4.2.7. Yıllara Göre Değişim Analizlerinin Yapılması

Sarıyer ilçesinde 1998 IRS ve 2005 LANDSAT görüntüleri kullanılarak;1998 ve 2005 yılları karşılaştırılmış ve yıllara göre iğne yapraklı, taç yapraklı ve karışık mescere ağaçlık alanlar, toprak alanlar, boş çayırılık alanlar, sulak alanlar, yollar ve yerleşim alanları arasındaki değişim oranları hesaplanmıştır.

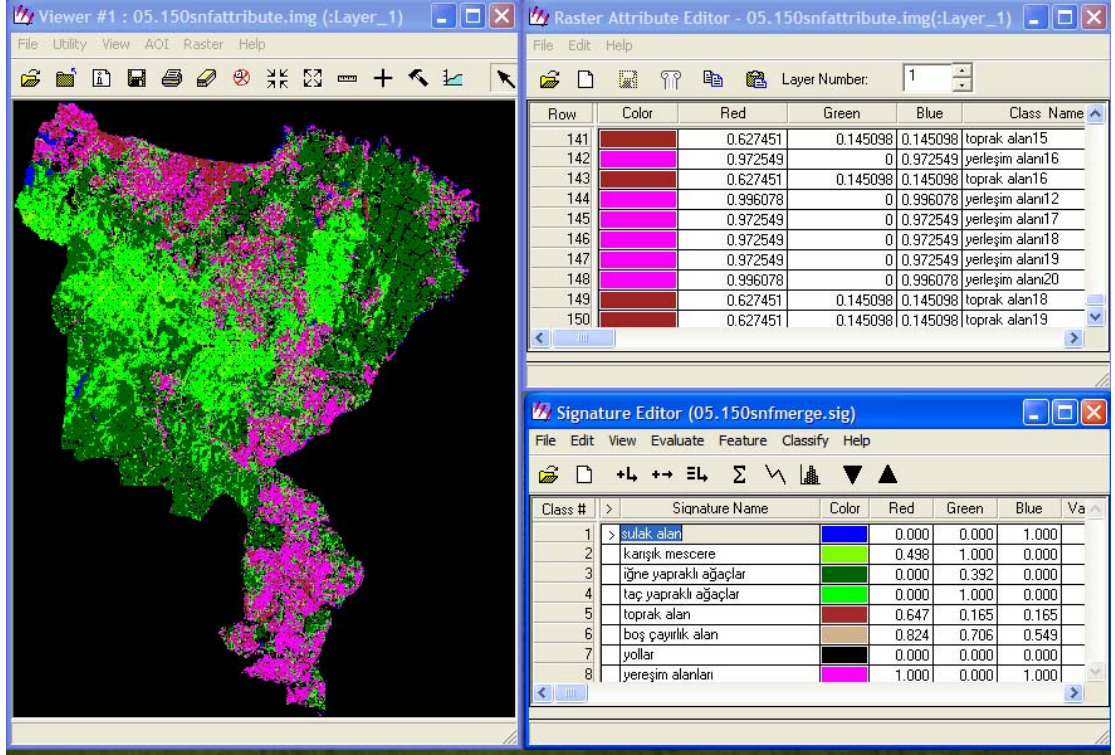
Bu maksatla; önce 1998 IRS ve 2005 LANDSAT görüntüleri 150 örnekleme alanı kullanılarak sınıflandırmaya tabii tutulmuştur (Şekil 4.51 ve 4.52)

İlk uygulamada 1998 IRS görüntüsü, band kombinasyonu 2;3;4 , test alanları sayısı 150 daha sonra bu test alanlarının sayısı “merge” fonksiyonu ile amaca uygun olarak 8’ e düşürülerek sınıflandırılmıştır.



Şekil 4.51- Sarıyer 1998 IRS görüntüsünün sınıflandırılması.

2005 Landsat görüntüsünde de yukarıdaki teknikler uygulanmakla beraber band kombinasyonu olarak 2;4;7 kullanılmıştır.



Şekil 4.52- Sarıyer 2005 Landsat görüntüsünün sınıflandırılması.

İki görüntü de sınıflandırma işlemi yapıldıktan sonra, başlangıçta 150 örnekleme alanı alınan görüntüler değişim analizi için gerekli olan sorgulamanın yapılabilmesi için sekiz sınıfa indirilmiştir. Daha sonra her bir sınıfın alan büyüklükleri bulunmuştur.

Böylece istenilen sekiz sınıfa indirgenmiş olan uydu görüntüleri değişim analizi için hazır hale getirilmiştir.

### Uydu Görüntülerinin Doğruluk Analizinin Yapılması:

Değişim analizinde, ulaşılan sonuçların güvenilirliğini ölçmek bakımından sınıflandırmanın doğruluk analizi büyük önem kazanmaktadır. Bu kapsamda her iki sınıflandırmanın doğruluk analizi yapılmıştır (Şekil 4.53-54). Doğruluk analizinde elde edilen değerler 1998 IRS görüntüsü için %82, 2005 LANDSAT görüntüsü için % 80'dir ve analiz için yeterli doğruluk oranına sahiptir.

Editor: 98snfyenimergedogrulukanalizi, Dir: d:/değişim analizi/

File Edit View Find Help

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
boş çayırılık al	29	15	10	34.48%	66.67%
iğne yapraklı a	82	76	74	90.24%	97.37%
yerleşim alanla	32	33	26	81.25%	78.79%
karaşık mescere	7	19	5	71.43%	26.32%
toprak alanlar	16	16	14	87.50%	87.50%
taç yapraklı ağ	62	66	57	91.94%	86.36%
yollar	19	21	15	78.95%	71.43%
sulak alanlar	3	4	3	100.00%	75.00%
Totals	250	250	204		

Overall Classification Accuracy = 81.60%

----- End of Accuracy Totals -----

KAPPA (K<sup>~</sup>) STATISTICS

Overall Kappa Statistics = 0.7695

Conditional Kappa for each Category.

Class Name	Kappa
Unclassified	0.0000
boş çayırılık alanlar	0.6229
iğne yapraklı ağaçlar	0.9608
yerleşim alanları	0.7567
karaşık mescere	0.2419
toprak alanlar	0.8665
taç yapraklı ağaçlar	0.8187
yollar	0.6908

Şekil 4.53- Saryer 1998 IRS görüntüsünün doğruluk analizi sonucu.

Editor: ecaar003976, Dir: c:/docume-1/owner/locals-1/temp/

File Edit View Find Help

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
sulak alan	0	0	0	---	---
taç yapraklı ağ	18	12	8	44.44%	66.67%
toprak alan	21	18	16	76.19%	88.89%
boş çayırılık al	22	12	8	36.36%	66.67%
yollar	16	19	12	75.00%	63.16%
yerleşim alanlar	44	52	38	86.36%	79.08%
karaşık mescere	17	19	13	76.47%	68.42%
iğne yapraklı a	110	118	106	96.36%	89.83%
Totals	250	250	201		

Overall Classification Accuracy = 80.40%

----- End of Accuracy Totals -----

KAPPA (K<sup>~</sup>) STATISTICS

Overall Kappa Statistics = 0.7322

Conditional Kappa for each Category.

Class Name	Kappa
Unclassified	0.0000
sulak alan	0.0000
taç yapraklı ağaçlar	0.6408
toprak alan	0.8787
boş çayırılık alan	0.6345
yollar	0.6064
yerleşim alanları	0.6733
karaşık mescere	0.6612
iğne yapraklı ağaçlar	0.8184

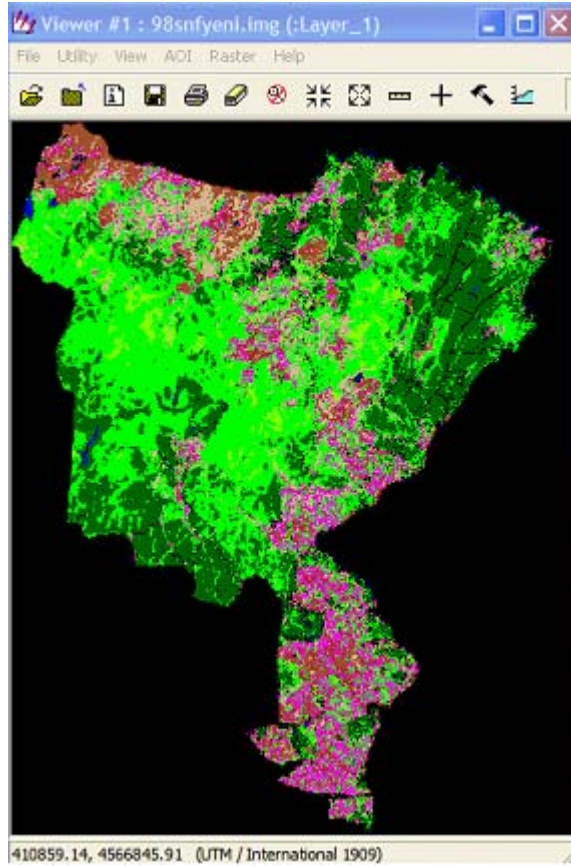
----- End of Kappa Statistics -----

Şekil 4.54- Saryer 2005 LANDSAT görüntüsünün doğruluk analizi sonucu.

### Uydu Görüntülerinin Değişim Analizinin Yapılması:

Analiz yapılırken, önce her bir görüntüdeki alan değerleri ortaya konulmuş (Şekil 4.55-58), daha sonra bu değerlerin 1998 ve 2005 yıllarındaki karşılaştırmaları yapılarak alansal olarak değişim miktarları ve yüzde olarak değişim oranları hesaplanarak işlem sonuçlandırılmıştır (Şekil 4.65).

Değerlendirme esnasında konuya anlamsal bütünlük sağlamak maksadıyla ağaç türleri birleştirilip, toplam ağaçlık alan olarak işleme konmuştur.



#### Alanların Değerleri ve Yüzdeleri

##### **İğne yapraklı ağaçlar:**

4327,27 hk, %28,36

##### **Taç yapraklı ağaçlar:**

4495,98 hk, %29,46

##### **Karışık Mescere:**

970,303 hk, %6,35

##### **Toplam ağaçlık alan**

9793,553 %64,18

##### **Yerleşim alanları:**

1950,66 hk, %12,78

##### **Toprak alanlar:**

1100,98 hk, %7,21

##### **Boş çayırılık alanlar:**

854,441 hk, %5,59

##### **Yollar:**

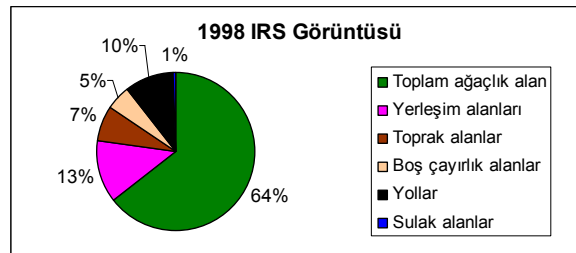
88,97 hk, %0,978

##### **Sulak Alanlar:**

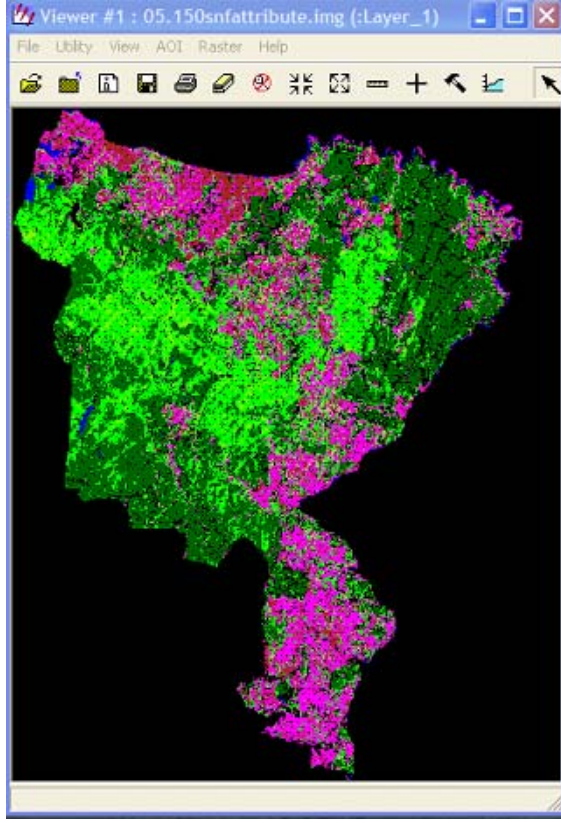
65,5342 hk, %0,43

**Toplam alan: 15282,1 hk**

Şekil 4.55- Sınıflandırılmış 1998 IRS görüntüsünde alansal değerler.



Şekil 4.56- Sınıflandırılmış 1998 IRS görüntüsünde alansal değerlerin grafik gösterimi.



#### Alanların Değerleri ve Yüzdeleri

##### **İğne yapraklı ağaçlar:**

4954,05 hk, %32,40

##### **Taç yapraklı ağaçlar:**

4018,32 hk, %26,28

##### **Karışık Mescere:**

393,12 hk, %2,57

##### **Toplam Ağaçlık Alan:**

9365,57 %61,26

##### **Yerleşim alanları:**

2505,24 hk, %16,38

##### **Toprak alanlar:**

1328,76 hk, %8,69

##### **Boş çayırılık alanlar:**

412,11 hk, %2,69

##### **Yollar:**

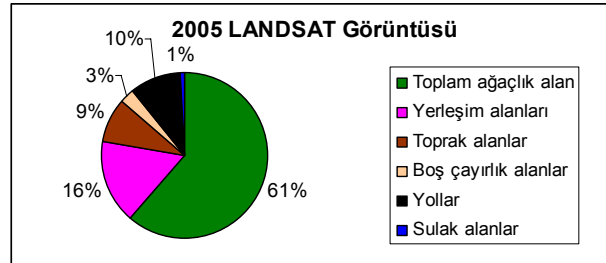
1563,66 hk, %10,22

##### **Sulak Alanlar:**

110,7 hk, %0,72

**Toplam alan: 15286,1 hk**

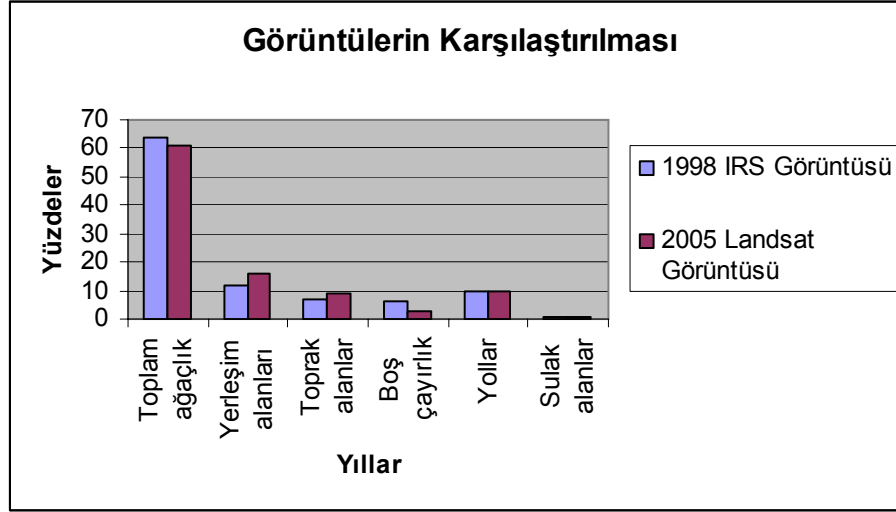
Şekil 4.57- Sınıflandırılmış 2005 Landsat görüntüsünde alansal değerler.



Şekil 4.58- Sınıflandırılmış 2005 Landsat görüntüsünde alansal değerlerin grafik gösterimi.

Her iki görüntüye ait alansal değer ve yüzdeler ortaya konduktan sonra yıllar arasındaki karşılaştırmalar yapılmıştır.

Bu maksatla önce görüntüler arasındaki alansal ve yüzdesel karşılaştırmalar grafiksel (Şekil 4.59) olarak yapılmıştır.



**Şekil 4.59-** Değişim analizinde alansal değerlerin yüzde olarak grafiksel karşılaştırması.

Bu bilgiler ışığında görüntüler arasındaki alan ve yüzde bazında farklar ortaya konulmuştur(Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.3-** Değişim analizinde alan ve yüzde bazında karşılaştırmalar.

Kategori/Yıllar	1998 IRS Görüntüsü		2005 Landsat Görüntüsü		Fark	
	Alan (hk)	Yüzde (%)	Alan (hk)	Yüzde (%)	Alan (hk)	Yüzde (%)
<b>Toplam ağaçlık alan</b>	9793,55	64,08	9365,57	61,26	-427,98	-2,82
<b>Yerleşim alanları</b>	1950,66	12,76	2505,24	16,38	+554,58	+3,62
<b>Toprak alanlar</b>	1100,98	7,20	1328,76	8,69	+227,78	+1,49
<b>Boş çayırılık alanlar</b>	854,44	5,59	412,11	2,69	-442,33	-2,90
<b>Yollar</b>	1492,95	9,76	1563,66	10,22	+70,71	+0,46
<b>Sulak alanlar</b>	89,53	0,58	110,70	0,72	+21,16	+0,14
<b>TOPLAM</b>	15282,11		15286,04			

Yukarıdaki grafiklerden de anlaşılacağı gibi, değişim analizi çalışmasının sonunda (izelge 4.3); Sarıyer ilçesinde 1998'den 2005'e kadar toplam ağaçlık alanlar ve boş çayırlık alanlar azalırken, yerleşim alanlarının arttığı gözlenmiştir. Bu da ilçe bazında yapılaşmanın ormanlar ve yeşillik alanlar yok edilmek suretiyle arttığını göstermektedir.

Ayrıca, toprak alanların bir miktar artması da yeşil alanların yerleşim alanlarına dönüşmeden önceki aşamasını göstermekte olup, bu da yapılaşmanın devam ediyor olduğunun bir göstergesidir.

Bunlara paralel olarak yollarda çok az da olsa bir artış olduğu gözlenmektedir. Bu da yapılaşmanın doğal bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sulak alanlardaki küçük artışın, iklimsel değişikliklere bağlı olarak meydana geldiği değerlendirilmiştir.



## BÖLÜM 5- SONUÇ VE TARTIŞMA

Dört bölüm olarak planlanan bu çalışmada; Uzaktan Algılama Bilimi teorisi özetlenmiş, Uzaktan Algılamada kullanılan Mozaik Görüntü Elde Etme, Geometrik Düzeltme, Görüntü Zenginleştirme, Görüntü Sınıflandırma, Veri Katmanları Oluşturma ve Değişim Analizi Yapma teknikleri bir bir uygulanarak Sarıyer 'in mekansal analizi hakkında önemli bilgilere ulaşılmıştır.

Çalışmanın değişik aşamalarında kullanılan çeşitli yıllara ait farklı uydu verileri ile oluşturulan görüntüler, çalışmanın temelini oluşturmuştur. Elde edilen görüntülerin işlenmesi sonucu yapılan karşılaştırmalarla sonuçlandırılan zamana bağlı arazi kullanımı değişim analizi yapılabilir hale gelmiştir.

Daha sonra da; alanlar ve yüzdelere hesaplanarak değişim analizi tamamlanmıştır. Analiz sonucunda, çeşitli ağaçlık alanlardaki değişimler ortaya konmuş, yerleşim alanı ve yollar ile boş alanlar arasındaki değişim ilişkisi açıklanmıştır. Neticede yerleşim alanları ve yolların artmasına paralel olarak ağaçlık ve boş alanlarda azalma meydana geldiği bulgusuna ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuçlardan da görüldüğü gibi; Sarıyer'de ağaçlık ve çayırılık/mera alanlarından, yerleşim alanlarına doğru bir kayma mevcuttur. Uzaktan algılama teknolojisi sayesinde bu değişim analizi geniş bir alan için ve kısa sürede, yüksek doğrulukta gerçekleştirilebilmiştir.

Bu çalışmada Sarıyer İlçesine ait, Mahalleler, Parseller, Araziler vektör verileri vardır. Görüntü verileri, Sarıyer İlçe merkezine ait 2001 tarihli İKONOS görüntüsü, tüm İSTANBUL'ait 1998 IRS, 2001 ve 2005 LANDSAT görüntüleridir. Orman Bölge Müdürlüğü'nün ormanlık alanlarla ilgili vektör verisi mevcut değildir. Orman Bölge Müdürlüğü'nün kayıtlara geçmiş orman alanı olarak kabul edilen bölgelerin vektör verisi olmuş olsa idi, görüntü verisi ile bu veriyi bir arada değerlendirerek, kayıtlara geçmemiş ormanlık alanları belirlemek mümkün olabilirdi. Ayrıca Orman kadastrounda orman olarak gözüken yerleşim alanı olmuş bölgeler de belirlenebilirdi.

21nci yüzyılın ilk yıllarını yaşadığımız bu günlerde bilim ve teknolojinin gücü, Uzaktan Algılama tekniğinin yeryüzünün incelenmesindeki etkinliği bir daha gözler

önüne serilmiştir. Bu teknikle elde edilen bilgiler, özellikle şehir planlamacılar ve yerel yöneticiler için yaşamsal önem taşımakta; bir kentin sağlıklı olarak yapılandırılmasında ve geleceğe taşınmasında yeterince rol oynamamaktadır, fakat oynamalıdır. Çağdaş yerel ve ülke yöneticilerine düşen, mevcut bilimsel ve teknolojik gelişme ve olanaklardan en iyi şekilde faydalanmak, ihtiyaç duyulan çalışmaları da üniversite ve diğer araştırma kurumlarından talep etmektir. Var olan hantal bürokratik yapının bunu engelleme çabasında olduğu doğrudur, ancak bu engeli de aşmanın yolu bulunmak zorundadır. Böylece, hem hizmetler daha hızlı ve yeterli düzeyde temin edilecek, hem de kurulmasında kullanılacak ileri teknoloji ürünleri ile, ekonomik ve yönetsel tasarruflar sağlanacaktır.

## KAYNAKLAR

1. AGI, GIS Dictionary, 1991. Association for Geographical Information Standarts Committee Publication. London, England.
2. Aronoff, S., 1991. Geographic Information Systems: A Management Perspective. WDL Publications, Ottawa, Canada.
3. Burrough, P.A., 1998. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford Universty, Press 2.ed.
4. Coppock, J. T., Rhind, D., 1992. Geographical Information Systems Principles and Applications. V 01.1., Longman, London.
5. Coşkun, H.G. 2005. Uzaktan Algılama Ders Notları. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE.
6. Cowen, D., 1987. GIS vs. CAD vs. DBMS: What Are The Differences? American Congress on Surveying and Mapping and American Society for Prohtogrammetry and Remote Sensing, Vol.1.
7. ESRI, 1994. ARCıINFO Data Management. Esri Pres, Redlands Califomia, ABD
8. Mermer, A., 2003. Doğu ve Orta Anadolu Meralarının CBS ve Uzaktan Algılama ile Vejetasyon Haritalarının Çıkarılması, Sınıflandırılması, Problemler Alanların Belirlenmesi ve Uygun, Rehabilitasyon Yöntemlerinin Geliştirilmesi. Çayır, Mera ve Yem Bitkileri Araştırma Programları Değerlendirme Toplantısı, Konya.
9. Mermer, A., 2004. Uydu Görüntüleri Kullanarak Gaziantep ilindeki Tarımsal Alanların Belirlenmesi Projesi. ISPRS Kongresi, İstanbul.

10. Özbalmumcu, Mahmut. 2003. Uydu Görüntülerinin Temin Edilmesi ve Kullanılmasına Yönelik Temel Esaslar. Makale. Silahlı Kuvvetler Dergisi, Ocak 2003 sayısı, Ankara, TÜRKİYE.
11. Şahin, E. 2005. Uydu Görüntüleri Kullanarak Çanakkale Kent Dokusunun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi, Çanakkale, TÜRKİYE.
12. Star, J., Estes, J., 1990. Geographical Information Systems: An Introduction. Prentice Hall, New Jersey.
13. Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 1996. Data Fusion of Sharpened Difference Image by IHS Transform. Fusion of Earth Data, Cannes, France
14. Yıldırım, H., 1996. Project TÜRBÜT: Grain Acreage Estimation of Turkey by Remote Sensing. Turkish Journal of Physics, no:20, TÜBİTAK
15. Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 1998. Yeşilirmak Watershed Development Project (YWDP) Geographical Information Systems Infrastructure: Land Cover/Land Use Mapping via Recent Satellite Imagery. International Symposium on Arid Region Soils (YISARS), Menemen, İzmir.
16. Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 1999. Dalaman Havzası Erozyon Haritalama Pilot Projesi. MAM Teknik Raporu.
17. Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 2000. Doğu Anadolu'da Örnek Mikro Havzalarda Tarım Alanlarındaki Gelişimin Uydu Teknolojileriyle İzlenmesi ve Marjinal Tarım Alanları Değerlendirilmesi. TÜBİTAK MAM UBG Proje Sonuç Raporu.
18. Yıldırım, H., Özel, M.E., vd., 2001. Satellite Monitoring of Land-Cover/Land Use Change in Gebze-Kocaeli, Over 15 Years and Its Impact on Environment. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 3.

19. Yomralıoğlu, T., 2002, Coğrafi Bilgi Sistemleri, 2.Baskı. İber Offset, Trabzon.
20. Yomralıoğlu, T., Reis, S., 2003. Landsat ETM+ Uydu Görüntüsü ile Trabzon İli Arazi rtsnn Belirlenmesi. Doğu Karadeniz Bölgesinde Kırsal Alanda Ulaşım, Yerleşim Sorunları ve zmleri Sempozyumu, KT, Trabzon.
21. Usanmaz, ., 2001. GPS'in Havacılıkta Kullanılması.

### **İTERNET KAYNAKLARI**

1. (<http://www.sci-ctr.edu.sg/ssc/publication/remotesense/gifs>)
2. (<http://www.profc.udec.cl/~gabriel/tutoriales/rsnote/cp9/9-1-1.gif>)
3. (<http://www.fes.uwaterloo.ca/crs/geog376/ImageAnalysis/GeometricCorrection/distortions.gif>)
4. ([www.die.gov.tr/ua/2Proje.html](http://www.die.gov.tr/ua/2Proje.html))
5. (<http://www.tagem.gov.tr/gis/pilot.htm>)
6. (<http://www.tagem.gov.tr/gis/gecitprj.htm>)
7. ([www.mam.gov.tr](http://www.mam.gov.tr))

## EKLER

1. UZAKTAN ALGILAMANIN TARİHSEL GELİŞİMİ-----	V
a. Genel-----	V
b. Uzaktan Algılamanın Kilometre Taşlar-----	V
2. UZAKTAN ALGILAMANIN KULLANIM ALANLARI-----	XV
3. UZAKTAN ALGILAMADA KULLANILAN YAZILIMLAR-----	XVII
a. Genel-----	XVII
b. Yazılım Çeşitleri-----	XVII
4. UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ-----	XIX
a. Fotografik Algılayıcı Sistemleri-----	XIX
b. Tarayıcı Algılama Sistemleri-----	XIX
c. Mikro Dalga Algılayıcı Sistemler-----	XX
5. UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN TEMİN EDİLMESİ VE KULLANILMASINA YÖNELİK TEMEL ESASLAR-----	XXI
a. Uydu Sistemleri ve Algılayıcı Türlerinin Değerlendirilmesi-----	XXI
b. Algılayıcı (Sensör) Sistemlerinin Sınıflandırılması-----	XXIII
c. Doğru Algılayıcı ve Görüntü Türünün Seçimi-----	XXIV
d. Doğru ve amaca uygun uzaysal çözünürlüğe sahip görüntü seçimi:-----	XXVI
e. Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Ürünler-----	XXVII
f. Uydu Görüntülerine Ait Ürün İşlem Düzeyleri-----	XXIX
g. Uydu Görüntülerinin Yorumlanması -----	XXXI
6. “PIECE WISE CONTRAST” FONKSİYONU KULLANILARAK GÖRÜNTÜ ZENGİNLEŞTİRME-----	XXXIII

## **EK-1**

### **UZAKTAN ALGILAMANIN TARİHSEL GELİŞİMİ**

#### **a. Genel**

Uzay fotoğrafçılığı insanların uzaya açılmasından 10 yıl kadar bir süre önce, 1946 yılında başlamıştır. 2. dünya savaşında Almanlar'dan alınan V-2 roketlerinin bazıları 1946 yılında ABD'de uzayın bilinmeyenlerini incelemeye yarayacak bir takım gereçlerle donatılarak fırlatılmış ve yerin 105 km yükseklikten ilk kez resmi çekilmiştir.

1955 yılında Viking-12 roketi ile 244 km ve 1959 yılında da Atlas roketi ile 1120 km yükseklikten ABD'nin bazı bölgelerinin fotoğrafları çekilebilmiştir.

Dünya da ilk uydunun 1957 yılında Sovyetler Birliği(SSCB) tarafından Sputnik adıyla uzaya gönderilmesi ile yeni bir çağ açılmıştır.

Yerin uzaydan otomatik fotoğraf makinaları ile fotoğraflarını çeken ilk insansız uydu 1959 yılında ABD tarafından uzaya gönderilen Explorer-6 uydusudur.

Yer kaynaklarının araştırılması ve yer yüzünün incelenmesi amacı ile uzaya gönderilen ilk uydu ERTS uydusudur. 1972 yılında yörüngesine ABD tarafından yerleştirilmiş ve adı daha sonra Landsat-1 olarak değiştirilmiştir. Bu uydu iş göremez hale gelince Landsat-2 bu devreden çıkınca 1978'de Landsat-3, 1982'de Landsat-4 ve 1985'de Landsat-5 uzaya gönderilmiştir. Bu uydunun amacı ziraat, orman, Jeoloji, su kaynakları, haritacılık gibi yer kaynaklarının araştırılmasıdır.

Yer kaynaklarının araştırılması ve haritacılık için önemli bir uydu da Avrupa Uzay Ajansı(ESA) tarafından 1985 yılında uzaya gönderilen Spot uydusudur.

#### **b. Uzaktan Algılamanın Kilometre Taşları**

Uzaktan algılama, bir teknoloji olmaya 19.Y.Y' ın başlarındaki ilk fotoğraflarla birlikte başladı.Uzaktan Algılamanın İlk Landsat' ın fırlatılmasından önceki kilometre taşları hakkında bilgi sahibi olabilmek için aşağıdaki üç alan ayrı birer kronolojik sıraya göre incelenebilir.

(1) Fotoğrafik Metodlar

(2) Fotoğrafik Olmayan Algılayıcı Sistemler

(3) Uzay Görüntüleme Sistemleri

Fotoğrafik kamera, 150 yıldan fazladır temel bir uzaktan algılayıcı olarak görev yapmıştır. O, harici bir cisme ait bir görüntüyü, elektromanyetik ışınımı( normalde gün ışığı) bir merceğin içinden geçirip bir kayıt ortamı üzerinde (tipik gümüş bazlı film) yoğunlaştırarak yakalar. Film, hedef nesnelere kendi parlaklıklarına bağlı olarak, gri(siyah-beyaz) veya renkli tonların değişik varyasyonlarında gösterir. Dünya yüzeyini havadan görüntüleme fikri, 1840' larda balonlardan fotoğraf çekmeyle ortaya çıktı. Birinci Dünya Savaşı sırasında, uçaklara monte edilen kameralar, askeri keşif için değersiz olan oldukça büyük yüzey alanlarının hava görüntülerini sağladılar. O zamandan 1960' ların başlarına kadar, hava fotoğrafı, yeryüzünü dik veya eğimli bir bakış açısından tanımlamak için kullanılan basit bir araç olarak kaldı.

Atmosferin yukarısında uzaktan algılama, uzay çağının başlarında ortaya çıkmıştır(hem Rus, hem Amerikan programlarında). Önce, 1946' da, A.B.D Ordusu tarafından İkinci Dünya Savaşından sonra ALMANYA' dan elde edilen bazı V-2 roketleri, New Mexico White Sands ' den yüksek irtifalara fırlatılmıştır. Bu çalışmalar, Viking programı olarak gösterildi. Bu roketler, yörüngeye ulaşmadığından, araç tırmanırken fotoğraf çeken otomatik fotoğraf veya film kameraları içeriyordu. Aşağıda bu kapsamda, Arizona ve California Körfezine doğru dünya yatay düzlemi üzerinde bakan tipik bir eğik fotoğraf örneğini görüyorsunuz.



Şekil E.1.1- Arizona ve California Körfezine doğru dünya yatay düzlemi üzerinde bakan tipik bir eğik fotoğraf.

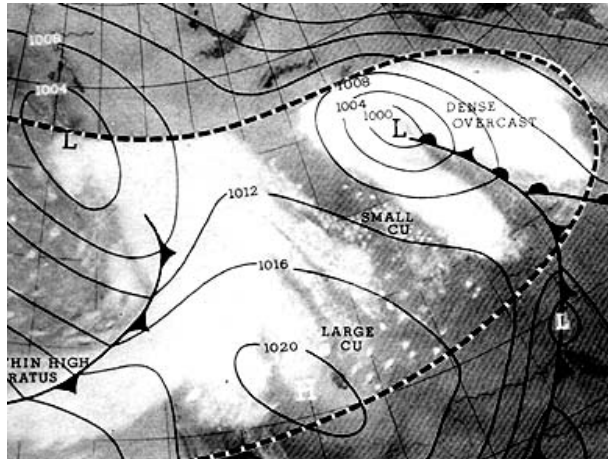


İnsansız uzay araçlarına yerleştirilen ilk fotoğrafik olmayan kamera algılayıcıları, çoğunlukla bulutlara bakar durumda bulunan uyduların gövdesindeydi. İlk A.B.D. meteorolojik uydusu aşağıdaki sonraki versiyonunun benzeri olan, TIROS-1, Nisan 1960' da bir Atlas roketiyle yörüngeye fırlatıldı.



Şekil E.1.2- TIROS (Televizyon Kızılötesi Gözlem Uydusu).

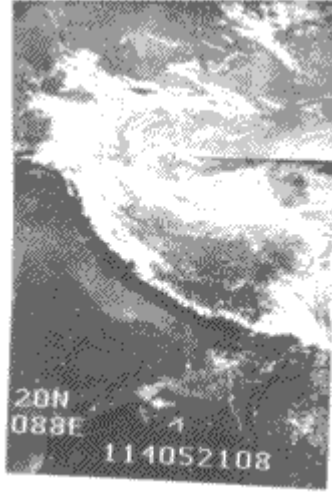
TIROS (Televizyon Kızılötesi Gözlem Uydusu), bir anda geniş alanları tarayabilmek için vidicon kameraları kullandı. Aşağıdaki görüntü, TIROS-1 tarafından ilk (9 Mayıs 1960) elde edilenlerden biridir ( Bu seride 10 uydunun uçuruldu, bunu Nimbus, NOAA, GOES ve diğerleriyle birlikte TOS ve ITOS uzay araçları izledi). Bulutların üzerine yerleştirilen, bölge için genelleştirilmiş bir hava durum haritasıdır.



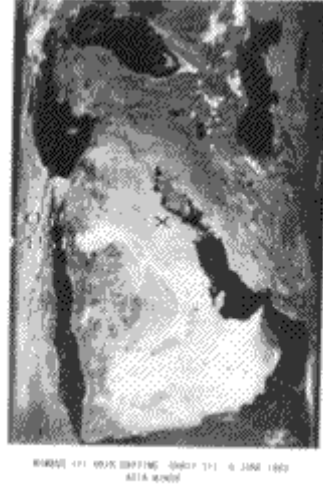
Şekil E.1.3- İlk meteorolojik uydu görüntüsü.

Daha sonraları 1960' larda insanoğlu uzaya adım attığında, uzay kapsulleri içindeki kozmonot ve astronotlar pencereden fotoğraf çektiler. Zamanla, uzay fotoğrafçılarının spesifik hedefleri ve bir programları oldu, bunun yanında fırsat çekimleri için bir miktar özgürlükleri de oldu.

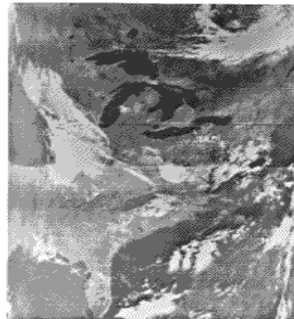
1960' lar süresince, ilk karmaşık görüntü algılayıcıları, yörüngesl uydulara takıldılar. İlk başta bu algılayıcılar bulutları ve hava açık olduğunda dünya yüzeyini kaba, düşük çözünürlüklü(az detaylı)siyah-beyaz görüntüleyen temel TV kameralarıydı. Aşğıda, ilk fotoğrafların ne kadar iyi olduğuna dair bir fikir vermesi açısından Nimbus uydusunun algılayıcılarından elde edilmiş üç örnek verilmiştir.



**Doğu Hindistan, Bangladeş,  
Himalayalar**



**Suudi Arabistan**



**Kuzey doğu Amerika**

**Şekil E.1.4-** Nimbus uydusunun algılayıcılarından elde edilmiş üç görüntü.

Yakın zamanlarda, görünürün ötesinden yakın ve termal kızılötesi bölgelere doğru EM spektrumunu kullanarak görüntü alan diğer tip algılayıcılar geliştirildi. Görüntü alanı, genellikle yüzlerce kilometre kadar genişti. Böyle bölgesel kapsamlı sinoptik alanlar meteorolojik toplum için o kadar büyük önem taşır ki; bu ilk uyduların çoğu, bulutlar, hava sıcaklıkları, rüzgar şekilleri vs. hakkında bilgi toplamak için tahsis edilmiş meteorolojik uydulardı.

## Uzaktan Algılamanın Tarihinde Kilometre Taşları

### 1. Fotoğrafik Metodlar

#### Çizelge E.1.1- Fotoğrafik Metodlar

1759	Fotogrammetrinin esasını oluşturan ilkelerin Fransız Lambert tarafından ilk defa ifade edilmesi.
1839	Fransa’ da Daguerre ve Nepce tarafından elde edilen ilk fotoğraflar.
1840	Topografik haritaların yapımında Fransızların fotoğrafları kullanması.
1850'ler	ABD’ nin batısının araştırılmasındaki dokümantasyon çalışmalarında fotoğrafların önemi.( 1870’ lere kadar)
1855	Maxwell fotoğrafik deneylerle üç renkli görünümün ispatını önerdi.(1861; Sutton).
1858	Serbest ve kontrollü balonlara monte edilmiş kameralardan Paris’ in resimleri.
1862	Du Hauron multispektral görüntüyü tek lensli ışın ayırma tekniğiyle analiz etti.
1860'lar	Amerikan İç Savaşı sırasında, balonlardan askeri gözlemler için fotoğraflar çekildiğine dair iddialar, hiç biri bulunamadı.
1870'ler	Basit katkılı renk projeksiyonu ve görüntülemesi gelişti.
1880'ler	İngiltere, Fransa ve Rusya’ da uçurtmalarda hava indirme kameraları.
1895	İlk renk ayrıştırılmaları üretildi
1895	Seville tarafından Kanada’ da topografik çalışmalarda kullanılan fotoğraflar.
1900	Ives üç lensli multispektral kamerayı keşfetti
1903	Posta güvercinlerine kameralar yerleştirildi.
1909	Wilbur Wright bir uçaktan ilk defa fotoğraflar çekti

1909	Katkısal sistem için Berthon'un lentiküler renkli film üretimi.
1910	Orel-Zeiss Stereoautograph: seri üç boyutlu fotoğrafların müjdecisi
1915	İngiliz Kraliyet Hava Kuvvetleri tarafından keşif maksatlarıyla kullanılan hava fotoğrafları, Birinci Dünya Savaşındaki taktiksel çalışmaları değiştiriyor.
1917	Birleşik Devletler Muhabere Birlikleri, Meksika Sınır Savaşında hava fotoğraflarını kullandı.
1920	Hava fotoğrafları, araştırma maksatlarıyla petrol jeologları tarafından kullanıldı.
1923	Zeiss Stereoplanograph.
1924	Çok katlı renkli film geliştirildi.
1930	Krinov ve asistanları(Rusya) tarafından dünyanın ilk hava spektrofotografı
1930'lar	Hava fotoğraflarının Yer Bilimleri ve tarımda yaygın kullanımı.
1931	Stratosferik balondan kızıl ötesi duyarlı hava filminin test edilmesi.
1935	Pazarda Kodachrome (küçük fotoğraf makinası) 'un görünmesi.
1937	Hava tetkiklerinderenkli film kullanıldı.
1938	Bausch ve Lomb çok düzeyli fotogrammetrik çizici
1940	Kelsh çizicileri geniş kullanıma başladı.
1940-1943	Kamuflej algılama ve sis penetrasyonu için siyah-beyaz ve renkli kızılötesi filmin(CIR) gelişiminde hızlı ilerlemeler.
1941	Eardley'in Hava Fotoğrafları: <i>Onların Kullanımı ve Yorumu</i> basıldı.
1940-1945	İkinci Dünya Savaşının ihtiyaçlarından kaynaklanan hava fotoğrafları ve fotogrammetri' deki muazzam aşamalar.
1944	AS' nin <i>Fotogrammetri Kılavuzu'</i> unun ilk basımı.
1944	İki bantlı hava fotoğraflarıyla su derinlik penetrasyonunıyla ilgili askeri çalışmalar.
1947	Krinov' un <i>Doğal Maddelerin Spektral Yansıma Özellikleri</i> adlı eserinin basımı..
1950'ler	Ortofoto haritacılık popüler oldu.
1952	Jeolojik haritacılıkta renkli hava fotoğrafları kullanıldı.

1953	Colwell (A.B.D.) bitkilenmede hastalık ve stresin algılanmasını ispatladı.(1956' da basıldı)
1950'ler	"Uzaktan Algılama" terimi ilk defa kullanıldı.
1956	Sovyetler haritacılık lekeleri için spektro-zonal fotoğrafçılığı ilan ettiler.
1960'lar	Renkli film, hava fotoğrafçılığında yaygın kullanıma başladı.
1960	Colwell'in <i>Fotoğraf Yorumlama El Kitabı</i> ve Ray' in <i>Jeolojik Yorumlama ve Haritacılıkta Hava Fotoğrafları</i> isimli eserleri bastırıldı.
1960'lar	Multispektral fotoğrafçılık uygulamalarında kayda değer faaliyet.
1960	Wheeler' in renkli görüntü katkılı multispektral sistemi.
1962	Birleşik Devletler ve Rusya' nın dokuz lensli multispektral kameraları; 1963' te Itek kamera. (dokuz lensli)
1963	A.B.D.Hv.Kuvvetleri İlave Renkli Görüntüleyici-Printer' i geliştirdi.
1964	NASA, yeryüzü kaynakları için çok bantlı fotoğrafçılığın faydalılığını test eden programlara başladı
1965	Yost ve Wenderoth tarafından geliştirilen multispektral katkılı renkli sistem.
1967	U.V. fotoğrafçılığın ilk pratik kullanılmaları.
1967	A.B.D. Ordusu İstihkam Brl.leri tarafından hazırlanan iki ciltlik <i>Uzaydan Yeryüzü Kaynaklarının Araştırılması</i> adlı kitap.
1968	ASP'nin <i>Renkli Hava Fotoğrafçılığı</i> El Kitabı.
1968	Apollo-9' da SO65 multispektral fotoğrafçılık deneyi.
1975	ASP'nin <i>Uzaktan Algılama El Kitabının Basılması</i> .

## 2. Fotoğrafik Olmayan Algılayıcı Sistemler

### Çizelge E.1.2- Fotoğrafik Olmayan Algılayıcı Sistemler

1800	Sir William Herschel tarafından IR spektral bölgenin keşfi.
1879	Elektriksel nesnelerin ısı ölçümlerini yapabilmek için Langley tarafından bolometre' nin kullanılması..
1889	Hertz radyo dalgalarının katı nesnelere yansıdığını ispatladı.
1916	Uçaklar, Hoffman tarafından, uçuş sırasında ısı etkilerini saptamak için termopillerle izlendi.

1930	Hem İngiliz hem Almanlar, gece uçakları,onların termal özelliğinden faydalanarak bülmaya yarayan sistemler üzerinde çalıştılar..
1940	İngiliz ve Amerikalılar tarafından, 2.Dünya Savaşı sırasında uçak ve gemileri saptamak ve izlemek maksadıyla bağımsız radar sistemlerinin geliştirilmesi.
1950'ler	Michigan Üniversitesi ve daha bir çok yerde kızılötesi sistemlerle ilgili yaygın çalışmalar.
1951	Hareket eden bir monteli radar sisteminin ilk konseptleri.
1953	X-bandlı bir monteli radarın uçuşu.
1954	Radarda sentetik diyafram konseptinin(SAR) formüle edilmesi.
1950's	Motorola, Philco, Goodyear, Raytheon, ve diğerleri tarafından, SLAR ve SAR sistemlerinin araştırma geliştirilmesi.
1956	Kozyrev, Fraunhofer Hat Ayırım Konseptini icat etti.
1960's	Görüntülü ve görüntüsüz radyaketreler, tarayıcılar, spektrometreler ve polarimetreler in yapımını sağlayan çeşitli dedektörlerin geliştirilmesi.
1968	Işınımı simule etmek için ultra-viyole nitrojen gaz lazer sisteminin tanımlanması.

### 3. Uzay Görüntüleme Sistemleri

**Çizelge E.1.3-** Uzay Görüntüleme Sistemleri

1891	Bir roketi fotoğraf platformu olarak kullanmak için ilk öneri(Rahrman).
1908	Maul (Almanya) rokete monteli cayro-stabilizeli kamerayı geliştirdi.(1912' de fırlatıldı)
1946	White Sands Proving Ground (New Mexico)' dan fırlatılan V-2 roketlerinden uzay fotoğrafları elde edilmesi.
1957	S.S.C.B. tarafından Sputnik 1' in fırlatılması.
1960	A.B.D meteoroloji uydusu TIROS-1' den elde edilen görüntüler.
1961	İnsansız Mercury MA-4 uzay aracından yörüngesel fotoğraflar ve devamında MA-8 ve MA-9' dan astronot fotoğrafları.

1964	Nimbus araştırma meteorolojik uydu programı başlıyor, TV ve diğer alıcılar.
1965	Bazı renkli fotoğraflarla birlikte ilk insanlı Gemini uçuşu (GT-3).
1965	Gemini GT-4 uzay fotoğrafçılığı deneyleri.
1965	ABD İçişleri Bakanlığı tarafından ERTS (Landsat) programının NASA'ya tavsiye edilmesi.
1966	Görüntüleme algılayıcıları ile birlikte ATS serisi coğrafi suni uyduların ve devamında, 1974 ' te başlayacak olan SMS(GOES) serisinin fırlatılması.
1967	Apollo misyonu Yeryüzü-yörüngesel uçuşları (Apollo-6, -7) Apollo-9 (1968)'daki SO65 multispektral fotoğrafçılık deneyiyle son noktaya ulaşıyor.
1972	ERTS-1 (Landsat); Landsat-2 (1975); Landsat-3 (1978)' in fırlatılması.
1972-73	Uzay laboratuvarının fırlatılması; astronotlar tarafından EREP (Yeryüzü Kaynakları Deney Paketi) ' le bir çok deneyler yapmaları.
1975	Apollo-Soyuz uçuşu; biraz fotoğrafçılıkla birlikte.
1978	Haziran' da Seasat-1 fırlatıldı. (99gün sonra düştü).
1978	Isı Kapasitesi Haritacılık Görevi (HCMM), ilk AEM.
1979	Nimbus-7 fırlatıldı.

#### 4. Türkiye'de Uzaktan Algılamannın Gelişimi

##### Çizelge E.1.4- Türkiye'de Uzaktan Algılamannın Gelişimi

(<http://www.mam.gov.tr/Hakkımızda/tarihçe.html>)

1972	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu-TÜBİTAK'a bağlı olarak Marmara Araştırma Merkezi-MAM kuruldu
1991	MAM Uzay Bilimleri Bölümü kuruldu. TÜBİTAK – Uzay Bilim ve Teknolojileri Komitesi (UBİTEK) kuruldu.
1995	Uzay Bilimleri Bölümü, Uzay Teknolojileri Bölümü haline getirildi.
1997	MAM Bilişim Teknolojileri ve Araştırma Enstitüsü içinde Uzay Teknolojileri Grubu kuruldu.

2001	Uzay Teknolojileri Bölümü kapatıldı. Yazılım, donanım ve personeli Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü'ne bağlandı.
------	--

TÜBİTAK - BİLTEN tarafından teknoloji transferi ile gerçekleşen ve ilk Türk gözetleme uydusu niteliğini taşıyan BİLSAT'ın üretimi İngiliz Surrey Satellite Technology Limited Şirketi'ne (SSTL) yaptırılmış, 27 Eylül 2003 sabah 09:11'de Rusya, İngiltere ve Nijerya'nın da uydularını taşıyan Cosmos-3 roketiyle uzaya fırlatılmış ve uydunun yörüngeye yerleştirme işlemi başarıyla gerçekleştirilmiştir (TÜBİTAK – BİLTEN web sitesi, <http://www.bilten.metu.edu.tr>).



## EK-2

### UZAKTAN ALGILAMANIN KULLANIM ALANLARI

Yirminci yüzyılın bilimsel ve teknolojik düzeyine bağlı olarak geliştirilen yeni yöntemden birisi de uzaktan algılama(Havacılık ve Uzay Teknolojisi) ile Coğrafi Bilgi Sistemleridir. Bu yöntem son yıllarda, insanlığın su, hava, toprak üzerindeki etkinliklerinin belirlenmesi, yeryüzünün doğal ve kültürel kaynaklarının özelliklerinin saptanması ve bu kaynaklardaki olumlu veya olumsuz yöndeki değişimlerin sürekli olarak izlenmesinde büyük bir önem kazanmıştır. Söz konusu bu teknolojinin kullanılması ile ulusal ve uluslararası düzeyde ve hemen her konuda elde edilen bilgi ve verilerin analiz edilmesi ile fiziksel, sosyal, ekonomik ve hatta politik kararların alınması mümkün olabilmektedir.

Uzaktan Algılama (Havacılık ve Uzay Teknolojisi) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanım alanları şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Otoyol, devlet yolu, demiryolu ve boru hattı koridor seçimleri, sulama, baraj, madencilik ve ormancılık ön etüdlerinde,
- Stereo uydu görüntülerinden etüd haritaları ve 3 boyutlu sayısal arazi modellerinin hazırlanmasında,
- Deniz ve kıyı kirliliği etüdlerinde, uydu görüntülerinden işlenip uygun filitremeler yapılarak kirlilik haritalarının yapımında,
- Tarımsal amaçlı, arazi kullanım ve toprak haritalarının etüdünde,
- Orman kaynaklarının ön envanterlerinin yapımı ve haritalanmasında, ayrıca orman yangınlarının yaptığı hasarların tespitinde ve görüntülerin işlenmesi-haritalandırılmasında,
- Maden aramalarında, jeolojik etüdlerin yapımında, yer çalışmalarını süre ve maliyet açısından en aza indirmek amacıyla,
- Ve bunlara benzer daha bir çok çalışmada başarıyla uygulanmaktadır
- Jeolojik yapıların tespiti (Zemin özellikleri-Harfiyat)
- Fay hatları
- Tarım, Orman, Mera, Şehir, Sanayi alanlarının tespiti ve planlaması
- Belediye hizmetleri :

Su, elektrik, telefon, kanalizasyon, ulaşım, Şehir imar planlarının hazırlanmasında gerekli altlık haritalar, Kent içi yeşil alan ve park gibi donatıların planlanması İmar planları, Gecekondulaşmanın takibi Yer seçimi, Tasarım, Mali ve Hukuki Uygulamalar Tapu-Kadastro Bilgi Sistemi, Vergilendirme takibi Emlak Bilgi Sistemi İskan Ruhsatı

- Ulaşım (Yurt içi ve dışı)
- Nüfus (Yoğunluk, dağılım, yaş grupları)
- Sağlık altyapısının takibi (Yerleri, kapasiteleri, olanakları, nitelikleri)
- Eğitim (Yerleri, kapasiteleri, olanakları, nitelikleri)
- Katı atık yönetimi, depolanması, işlenmesi
- Turizm yatırımlarının ve faaliyetlerinin izlenmesi
- Balıkçılık, ormancılık,
- Tarımsal arazi yönetimi ve üretim miktarı tahminleri,
- Arazi kullanım planlaması, Tarımsal arazi bilgi sistemi, Arazi toplulaştırılması, Tarımsal arazi bilgi sistemi, Sulama ağı planlama yönetimi, Arazi tesviyesi, baraj planlama,
- Çevre etkinlikleridir(Özbalımcu, 2003).

## EK-3

### UZAKTAN ALGILAMADA KULLANILAN YAZILIMLAR

#### a. Genel

Gelişmiş yazılımlar, güncel görüntülerden çeşitli bilgilerin çıkarılmasında büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Standart bir görüntü 256 farklı renkli gölgeye sahiptir. İnsan gözü bunlardan sadece 32 rengi ayırabilir, önemli ve büyük bir bölümünü algılayamaz ve seçemez. Mevcut bilgisayar yazılımları; görüntü verilerini zenginleştirme, analiz etme, yorumlama ve bu verilerden anlamlı bilgiler çıkarma olanağı sağlamaktadır. Uydu görüntülerinin kullanılması ve çeşitli görüntü işleme tekniklerinin uygulanması amacıyla kullanılan yazılım türleri 4 grupta toplanabilir. Bu yazılım türleri hakkında aşağıda detaylı bilgi verilmiştir. Bu bölümde ayrıca, tüm dünyada bilinen ve en çok kullanılan uluslar arası yazılım firmaları ve ürünlerin isimleri de verilmiştir. Uydu görüntülerini kullanan birçok ülkede geliştirilmiş olan, ulusal nitelikte görüntü işleme yazılımı mevcuttur. Ancak, uluslar arası görüntü işleme yazılımları, farklı cins ve formattaki birçok uydu görüntüsü kullanabilme yeteneğine sahiptir.

#### b. Yazılım Çeşitleri

**Raster Görüntüleme :** Bu yazılım, temelde raster verileri bilgisayar ekranında görüntülemek ve sayısal uydu görüntüsünün kontrastlığını ayarlamak için kullanılır. Bu gruptaki yazılımlar yaygın kullanım potansiyeline sahiptir ve bütün yazılım satış firmalarında temin edilebilir. Bu amaçla tüm dünyada en çok kullanılan yazılım Adobe-PhotoShop yazılımıdır.

**Desktop Haritalama :** Bu yazılımlar; coğrafi verilerin görüntülenmesi, çok geniş alanları kapsayan çevresel olaylara ait haritaların üretilmesi için geliştirilmiştir. Ayrıca, ulaşım ağları, yollar, binalar, göller gibi diğer sayısal vektör verilerin uydu görüntüsü üzerine bindirilmesine de olanak sağlar. Bu alanda, MapInfo, ESRI Inc, Alsoft yazılımları güncel olarak kullanılmaktadır.

**Görüntü İşleme :** Gelişmiş ticari sayısal görüntü işleme yazılımları, görüntüler üzerinde her türlü bilgisayar destekli uygulamaların (görüntü zenginleştirme, arazi sınıflandırması görüntüleri birleştirme gibi) yapılmasına olanak sağlayan, güçlü ve kullanımı kolay yazılımlardır. Görüntü işlemem yazılımları raster formattaki uydu görüntüsünün çeşitli vektör veriler, diğer uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, SAR verileri ve jeofiziksel verilerle birleştirilmesi olanağını sağlamaktadır. Görüntü işleme; Earth Resouce, Mapping, Erdas Inc, PCI-Geomatics, FlexImage, GeoImage, Matra System and Information, Microlmage Inc, Research System yazılımları yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Coğrafi Bilgi Sistemi ( CBS, GIS: Geographic Information System) Uygulamaları :** GIS tekniği kullanıcılara; uydu görüntülerinden çeşitli raster ve vektör verilerin çıkarılması, görüntülenmesi, aralarındaki ilişkilerin analizi ve birbirleriyle birleştirilmesini olanağını sağlamaktadır. Bu alanda, AutoDesk, Bentley System Inc, Esri Inc, Genasys-II Inc, Intergraph Corporation, PCI Geomatics Group yazılımları kullanılmaktadır(Özbalmumcu, 2003).

## **EK-4**

### **UZAKTAN ALGILAMA SİSTEMLERİ**

Uzaktan algılama, uzakta bulunan objelere ait bilgilerin, onlarla direk temas olmaksızın incelenmesi ve güvenilir bilgiler elde edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda, özellikle körfez savaşından sonra, önemi artan uzaktan algılama teknolojisinde, algılayıcı sistem platformları olarak uçaklar, gemiler, insanlı ve insansız uzay araçları kullanılmaktadır. Uzaktan algılamada görüntü algılayıcı sistemleri üç, grupta toplanmaktadır:

- Fotografik algılayıcı sistemler,
- Tarayıcı algılama sistemleri,
- Mikrodalga algılayıcıları,

#### **a. Fotografik Algılayıcı Sistemler**

Görüntülerin elde edilmesinde, algılayıcı olarak hava kameralarının kullanıldığı sistemlerdir. Günümüzde de hava kameraları uzaktan algılamada hala en geniş oranda kullanılan algılayıcılar olarak kabul edilmektedir.

#### **b. Tarayıcı Algılama Sistemleri**

Fotografik algılayıcılarla, yeryüzünün sürekli bir şekilde algılanması mümkün olamamaktadır. Bu nedenle tarayıcı algılama sistemleri geliştirilmiştir. İki tür tarayıcı algılama sistemi kullanılmaktadır.

- Optik-Mekanik tarayıcılar
- Optik-Elektronik tarayıcılar.

##### **- Optik-Mekanik Tarayıcılar**

Bu tarayıcılarla tarama işlemi, uçuş yönüne dik olarak yeryüzünün ince şeritler halinde taranması şeklinde gerçekleşmektedir. Bir motora bağlı eksen etrafında dönen, bir prizma taramada kullanılmaktadır.

İnsansız uydulara monte edilen optik-mekanik tarayıcılar kullanım açısından beklenen verimi sağlayamamaktadır, çünkü prizmanın dönme hareketi mekanik bir işlemdir ve sık sık arızalanması söz konusudur.

#### **- Optik-Elektronik Tarayıcılar**

Mekanik tarayıcılarda olduğu gibi yeryüzünü uçuş yönüne dik bir şekilde tararlar. Geometrik çözümü mekanik tarayıcılara nazaran oldukça yüksek olan elektronik tarayıcıların, odak düzlemine bir doğrusal dizi oluşturan şerit halinde dedektörler yerleştirilmiştir. CCD (Charge Coupled Device) prensibi ile çalışan dedektörler dizisinden oluşmaktadır.

#### **c. Mikro Dalga Algılayıcı Sistemler**

Uzaktan algılama çalışmalarında, mikro dalga algılayıcı sistemlerinden yararlanma oldukça yeni bir tekniktir. Uygulamada günümüze kadar çok fazla yaygın olarak kullanılmamakla beraber, bu konu üzerindeki araştırmalar yoğunlaştırılmıştır. Mikro dalga algılayıcılarının yakın bir gelecekte, uzaktan algılamada en çok kullanılan yöntemlerden biri olacağı görüşü ağırlık kazanmaktadır. Aktif tip mikro dalga sistemleri olarak adlandırılan radar dalgaları gerek askeri amaçlı, gerekse sivil amaçlı uzaktan algılama çalışmalarında kullanılmaktadır. Radarla her türlü hava koşullarında, gece ve gündüz görüntü elde edilebilmektedir(Özbalmumcu, 2003).

## EK-5

### UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN TEMİN EDİLMESİ VE KULLANILMASINA YÖNELİK TEMEL ESASLAR

#### a. Uydu Sistemleri ve Algılayıcı Türlerinin Değerlendirilmesi

Uydu görüntülerinin çeşitli amaçlarla kullanılmasında, uydu verilerinden sayısal ve spektral bilgilerin elde edilmesinde kullanıcıların ilk karar vermesi gereken şey, genel olarak iki temel işlem düzeyine sahip uydu görüntülerinden en uygun olanın seçilmesidir. Bu amaçla, öncelikle yapılacak çalışmalarda hangi işlem düzeyindeki görüntülerin kullanılacağına karar verilmesi gerekmektedir.

(1) Uygulamada tek bantlı (pankromatik) görüntüler mi kullanılacaktır?

(2) Uygulamada çok bantlı (multispektral veya hiperspektral) görüntüler mi kullanılacaktır?

- **Tek Bantlı (Pankromatik) Görüntü:** Bu teknikte bir sayısal algılayıcı (dijital sensör) elektromanyetik spektrumun yalnızca bir bölümünde, yani tek bir bant aralığında faaliyet gösterecek şekilde planlanır. Çoğu pankromatik algılayıcılar genellikle görünür ve yakın kızıl ötesi bölgede faaliyet gösterirler. Pankromatik veriler genellikle siyah/beyaz tek renkli görüntüler şeklindedir. Örnek olarak; Spot-P, MOMS-02, IRS-1C, Eros-1A, İkonos, Quickbird pankromatik uydu görüntüleri verilebilir. Şekil-E.5.1’te bir Quickbird pankromatik uydu görüntüsü verilmiştir.



Şekil E.5.1-Quickbird uydusundan alınan pankromatik bir görüntü.

- **Çok Bantlı Görüntü:** Bu görüntüler çok bantlı ve genellikle çok renkli görüntüler şeklinde olup, iki farklı türde olabilir.

(1) **Multispektral Görüntü:** Bu yöntemde bir sayısal algılayıcı, elektromanyetik spektrumun birçok bandındaki yansımaları ölçecek şekilde planlanır.Örneğin, bir dedektör setti görünür kırmızı enerjii (renge) diğeri yakın kızıl ötesi enerjii ölçecek şekilde tasarlanmış olabilir.İki farklı dedektör setti, aynı dalga boyunun farklı bölümlerindeki enerjii ölçebilir. Mevcut multispektral uzaktan algılama uyduları, 3 ila7 farklı spektral banttaki yansımaları br seferde ölçebilme yeteneğine sahiptir.Örnek olarak; Landsat-MSS, Spot-XS, Quickbird multispektral uydu görüntüleri verilebilir. Şekil E.5.2.'de Quickbird multispektral uydu görüntüsü görölmektedir.

(2) **Hiperspektral Görüntü:** Son yıllarda bir spektral algılayıcının, çok sayıda (onlarca hatta yüzlerce) farklı bantta spektral yansıma ölçümlerini yapabilmesi yönünde yoğun araştırmalar sürdürölmektedir.Ancak, günümüzde hiperspektral algılayıcılar ticari anlamda henüz kullanıma sunulmamış olup, yakın gelecekte çok yaygın bir kullanıcı potansiyeline sahip olması beklenmektedir.Pankromatik, multispektral ve hiperspektral görüntülerin dışında, termal görüntülerde mevcuttur.Yeryüzündeki bütün obje ve cisimler doğa ısılarına sahiptir.Sahip oldukları ısıya güneşten ve atmosferik etkilerden elde ederler.Termal algılayıcılar, obje ve detaylardan yayılan ısının kaydedilerek görüntülenmesinde ve bazı özelliklerinin ortaya çıkarılmasında kullanılmaktadır(Özbalıumcu, 2003).



Şekil E.5.2-Quickbird uydusundan alınan multispektral bir görüntü.



## **b. Algılayıcı (Sensör) Sistemlerinin Sınıflandırılması**

Uzaktan algılamanın son 25 30 yılda hızla gelişmesi ve algılamanın atmosferden sıçraması, yeni tip algılayıcı sistemlerin gelişmesine yol açmıştır. Çeşitli algılayıcıların özelliklerinin bilinmesi halinde, algılayıcı türü seçimi kolayca yapılabilir. Uzaktan algılamada kullanılan algılayıcı türleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

### **(1) Yapılarına göre sınıflandırma:**

- Yalnızca elektronik (purely electronic) sistemler,
- Yalnızca optik (purely optic) sistemler
- Optik-mekanik (optic-mechanical) sistemler.

### **(2) Ürünlerine göre sınıflandırma :**

- Görüntü veren (imaging) sistemler. Veri görüntüye dönüştürülebilir. Foto kamerası gibi,
- Görüntüsüz (non-imaging) sistemler: Radyometrik veriler olup, görüntüye dönüştürülemez.

### **(3) Verinin son sunuş şekline göre sınıflandırma:**

- Çerçevesiz (framing) sistemler: Görüntü verisi bir çerçeve içerisindedir, foto kamerası gibi.
- Sayısal (digital) sistemler: Veriler sayılar şeklindedir, tarayıcı(scanner) gibi,

### **(4) Çalışma şekline göre sınıflandırma:**

- Pasif (passive) sistemler: Veriyi toplayabilmek için gerekli enerjiyi dış bir enerji kaynağından, çoğunlukla güneşten elde ederler, foto kamerası gibi,
- Aktif (active) sistemler: Veriyi toplayabilmek için gerekli enerjiyi kendileri üretir ve cisimler üzerine gönderip tekrar algırlar, radar gibi.

Bu tanımlamalara ve sınıflandırmaya göre; elektronik, optik ve optik-mekanik algılayıcıların enerji kaynağı güneş olup, bu sistemlerde güneşten cisme giden ve oradan algılayıcıya yansıyan enerji ölçülür. Bu tür sistemler kendi enerji kaynağını iletmediklerinden pasif sistemlerdir. ve yalnızca gündüz koşullarında veri toplama yeteneğine sahiptir. Uyduların büyük bir bölümü bu gruba dahildir.

Elektro-optik algılayıcılara sahip radar sistemleri aktif sistemler olup, SAR ve SLAR olarak ikiye ayrılır. Spektrumun radar dalgaları ile ilgili sinyallerini cisimlere gönderir, sonra yeryüzündeki cisimlerden yansıyan ve sisteme ulaşan enerji sinyallerinin özellikleri ve büyüklüklerini ölçer. SAR radar sistemleri, aktif sistem olması ve 1 cm den büyük uzun dalga boylarında çalışması nedeniyle gece, gündüz, sisli, puslu, bulutlu havalarda ve karanlıkta görüntü alam yeteneklerine sahiptir. Sayılan üstün özellikleri nedeniyle SAR görüntüleri çeşitli askeri uygulamalarda kullanılmaktadır. Radar ışınları bitki ve orman gölgelerinden kolayca geçebilme yeteneğine sahiptir. Ayrıca, stereoskopik görüntüleme olanağı da mevcuttur. Askeri amaçlı olduğu kadar sivil amaçlı hava trafiğinde de çok kullanışlıdır (Özbalımcu, 2003).

### **c. Doğru Algılayıcı Ve Görüntü Türünün Seçimi**

Uydu görüntüsü temininden önce, amaca ve yapılacak işe en uygun algılayıcı ve görüntü türünün seçilmesi gereklidir. Bunun için, pankromatik, multispektral, SAR radar görüntüleri ile hava fotoğraflarının kullanım alanlarının bilinmesine ihtiyaç vardır.

#### **(1) Pankromatik Görüntülerin Kullanım Alanları**

- Arazideki obje ve detayların; şekli, boyutu, rengi gibi fiziksel görünüşleri ve özellikleri ile tanımlanması, konumlarının belirlenmesi ve ölçümü,
- Ana yollar, resmi ve özel binalar, yaya yolları, kolaylık tesisleri, hava alanları gibi insan yapısı detayların doğru şekilde tanımlanması ve konumlarını tespiti,
- Haritadaki mevcut doğal ve yapay detayların güncelleştirilmesi,
- Kentsel büyüme ve gelişme alanlarının tanımlanması ve sınırlarının belirlenmesi,
- Hassas sayısal yükseklik modeli verilerinin elde edilmesi,
- Arazi kullanımı sınıflandırmasının yapılması, arazi ve suya ilişkin sınırların tanımlanması,
- 1:5000 ila 1:100.000 arası ölçeklerde topoğrafik harita üretimlerinin yapılması,
- Askeri amaçlı hedef tespiti çalışmaları.

## (2) Multispektral Görüntülerin Kullanım Alanları

- Mineral içeriği, nem seviyesi, bitkilerdeki klorofil içeriği gibi arazi karakteristikleri yardımıyla detayların tanımlanması, birbirlerinden ayırt edilmesi ve yerlerinin tespit edilmesi,

- Bitkiler, tarımsal ürünler, ağaçlık ve ormanlık alanlardaki hastalık, zorlama ve tahribatı tespiti,

- Doğal yaşam ve eko-sistemlerdeki değişikliklerin tespiti ve ölçülmesi,

- Yüzey kayalıkları ve toprak yapısının normal yapılardan ve binalardan ayırt edilmesi,

- Kıyılardaki su derinliğinin ve yeryüzündeki sulu arazilerin tespit edilmesi,

- Arazi kullanımı sınıflandırmasının yapılması.

## (3) SAR Radar Görüntülerinin Kullanım Alanları

- Bulut, sis ve pusla kaplı alanlarda görüntüleme sağlanması

- Kutuplar gibi devamlı karanlık olan alanlarda ve gece koşullarında görüntü alınabilmesi,

- Buz dağları ile kara ve deniz buzullarının yerlerinin belirlenmesi,

- Okyanus yüzeylerinin ve kıyıların haritasının yapılması,

- Arazi kıvrımları ile faylar arasında veya kamuflej altında gizli kalmış doğal ve yapay arazi detaylarının yerlerinin tespit edilmesi ve haritasının yapılması,

- Bitki, orman ve ağaçlık alanların altında kalan arazi yüzeyleri ve detayların görüntülenmesi,

- Sivil ve askeri amaçlı deniz ve hava trafiğinin kontrol edilmesi,

- Büyük alanların 1:100.000 ila 1:400.000 arası ölçeklerde haritalarının üretilmesi.

## (4) Hava Fotoğraflarının Kullanım Esasları

- Arazide boyutları 1 m' den daha küçük olan detayların gösterilmesine olanak sağlayan 1:500 ila 1:25.000 arası ölçeklerde topoğrafik harita üretimlerinin yapılması,

- 1000 km<sup>2</sup> den daha küçük alanların haritasının üretimi,

- Sel, kasırga, hortum, orman yangını gibi ani değişen olayların zamansal olarak gözlenmesi ve haritalarının yapılması,
- Askeri amaçlı çok küçük boyutlu hedeflerin tespit edilmesidir(Özbalıumcu, 2003).

#### **d. Doğru ve amaca uygun uzaysal çözünürlüğe sahip görüntü seçimi:**

Görüntü alımında dikkate alınacak diğer önemli konu, görüntü boyutu ve uzaysal çözünürlük arasındaki ilişkidir. 1 m gibi çok yüksek uzaysal çözünürlüğe sahip bir uydu görüntüsü, arazide ortalama 10 km X 10 km gibi küçük bir alan kaplamasına rağmen, bilgisayarda çok fazla yer tutar. Seçilecek görüntüde bu iki özelliğin çok iyi çok iyi ayırt edilmesi gerekir. Yani, tanımlanması ve yorumlanmasına ihtiyaç duyulan objeleri ayırt edebilecek düzeyde uzaysal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinin temin edilmesi ve kullanılması düşünülmelidir. Örneğin, 10m'den büyük detayları ve hedefleri tespit etmek amacıyla 1m ve altı duyarlıklara sahip uydu görüntülerinin kullanılması uygun ve ekonomik bir yaklaşım değildir. Aynı husus tersine bir durum için de geçerlidir. Uydu görüntülerini uzaysal çözünürlükleri bakımından 5 ayrı grupta toplamak olanaklıdır. Çözünürlüklerine göre uydu görüntülerinin kullanım alanları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

##### **(1) 0.5-1 m Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntülerinin Kullanım Alanları:**

- 1m<sup>2</sup> den biraz büyük veya 1m<sup>2</sup> civarındaki insan yapısı detayları; baca ve ragor kapakları, parklar otomobiller, açık otobüs durakları, ana yol şerit çizelgeleri, yaya kaldırımları, çit halatları, tel örgüler, tek ağaç tek çalı gibi detayları özellikleriyle tanımlamak ve haritalarını üretmek,
- Ağaç ekilen sahalar ve tarlalardaki küçük alanları ve boşlukları belirlemek,
- Bina türleri(resmi ve özel bina gibi) arasındaki farkları tespit etmek, binalar ve ilaveleri, yollar, küçük tarlalar ve avluların yerini belirlemek ve haritasını yapmak,
- 1:5.000-1:25.000 arası ölçeklerdeki topoğrafik harita üretimini ve revizyonunu sağlamak.

##### **(2) 5-10 m Çözünürlüğüne Sahip Uydu Görüntülerinin Kullanım Alanları:**

- Binalar, avlular, bahçeler, yollar, mülkiyet sınırları, çiftlik alanları, yan yollar ve spor alanları gibi orta büyüklükteki detayları belirlemek ve haritasını üretmek,
- Rolatif bitki sağlığı tekniğiyle, tarla alanları ile ağaç ekilen yerleri birbirinden ayırt etmek,
- Küçük alanlarda arazi örtüsü sınıflandırması yapmak,
- 1:50.000 ve 1:100.000 ölçekli topoğrafik haritanın üretimi ve revizyonunu sağlamak.

**(3) 20-30 m Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntülerinin Kullanım Alanları:**

- Hava alanları, yerleşim yerleri, spor tesisleri, büyük fabrikalar, ormanlık alanlar, ağaçlandırma sahaları ve ekili alanlar gibi büyük alanların yerlerini tespit etmek ve haritasını üretmek,
- Arazi örtüsü sınıflandırması işlemlerini yapmak,
- 1:100.000 ve 1:250.000 ölçekli haritaların üretimini ve revizyonunu sağlamak,

**(4) 80-100 m Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntülerinin Kullanım Alanları:**

- Bölgesel jeolojik yapıların ve çok geniş alanların haritalarını üretmek,
- Geniş bir bölgedeki bitki sağlığını tespit etmek,
- 1:500.000 ve daha küçük ölçekli haritaların üretimi ve revizyonunu sağlamak.

**(5) 1 km Çözünürlüğe Sahip Uydu Görüntülerinin Kullanım Alanları:**

- Bir ülke veya eyaleti içeren 1:1.000.000 ve daha küçük ölçekli haritaların üretimini sağlamak,
- Bir eyalet veya ülkenin tamamı için bitki ve ürün durumunu belirlemek,
- Kuraklık, çölleşme, böcek isitalası gibi büyük çaplı bölgesel olayları izlemek,
- Meteorolojik olayları incelemek ve atmosferdeki değişikliği tespit etmektir(Özbalmumcu, 2003).

### e. Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Ürünler

Sayısal uydu görüntüleri, farklı ürünler elde etmek amacıyla bilgisayar ortamında işlenebilir, değiştirilebilir ve zenginleştirilebilir. Bu amaçla aşağıdaki yöntemlerden birisi uygulanabilir;

- İşlenmiş ürünlerden istenen herhangi birisi satın alınabilir,
- Ham uydu görüntüsü satın alınıp, diğer gelişmiş ürünler bir firmaya ürettirilebilir,
- Ham veriler kullanılarak istenen veriler, kullanıcının alet, donanım ve yazılımları ile ürettirilebilir.

Uydu görüntüleri ile üretilen ürünler ve elde edilen temel veriler aşağıda belirtilmiştir. Kullanıcının, uydu görüntülerinden ne tür verileri toplayabileceğini bilmesi yararlıdır.

**(1) Sınıflandırma Haritaları :** Çok kullanılan ve tematik bilgiler içeren bu haritalarda, arazi alanları, birbirine benzeyen arazi örtüsü ve arazi kullanımı grupları şeklinde sınıflandırılır. Sınıflandırmalar; kentsel alanlar, ormanlar, açık alanlar ve sulu alanlar gibi çok geniş alanların sınırlarının belirlenmesi veya soya, buğday, pancar ekili alanların ve farklı ürün türlerinin birbirinden ayırt edilmesi gibi özel amaçlı uygulamalarda kullanılabilir. Farklı arazi sınıfları ve grupları genellikle ayrı renklerde kodlanır.

**(2) DEM Verileri :** Fotogrametrik yöntemle, bindirmeli stereo görüntü çiftlerinden araziye ilişkin düzenli yükseklik verisi ölçümü yapılarak elde edilir. DEM verileri; üç boyutlu modelleme, inşaat mühendisliği, jeolojik harita üretimi ve uçuş simülasyonu yazılımlarında kullanılmaktadır.

**(3) Görüntü Birleştirme (Merge) İşlemleri :** Birbirleriyle ortak alanı bulunan 2 farklı uydu görüntüsü bilgisayar yardımı ile birleştirilerek tek bir ürün haline getirilebilir, böylece her iki görüntünün de en iyi özelliklerinden yararlanılabilir. En fazla kullanılan görüntü birleştirme yaklaşımları; 10m çözünürlüğe sahip Spot pankromatik (P) görüntü ile 20m çözünürlüğe sahip Spot multispektral (XS) görüntülerinin veya 30m çözünürlüğe sahip Landsat multispektral (MSS) görüntülerin birleştirilmesidir. Görüntü birleştirmede, pankromatik görüntüdeki uzaysal detay içeriği ile multispektral görüntülerin spektral özellikleri ve içeriği birleştirilmiş olur.

**(4) Mozaik Verileri :** Bir uydu görüntüsü genel olarak bir proje alanını tamamını kaplayamaz. Proje alanının büyüklüğüne bağlı olarak, genellikle iki veya daha çok sayıda ardışık görüntüye ihtiyaç duyulur. Satıcı firma, gelişmiş bilgisayar yazılımları aracılığıyla bu ardışık görüntülerin kenarlarını birbirine uyumlu hale getirerek birleştirebilir ve renklerini ayarlayabilir. İhtiyaç duyulan yazılımların mevcut olması halinde, bütün bu işlemler kullanıcı tarafından da yapılabilir.

**(5) Değişiklik Tespiti :** Değişik zamanlarda alınmış olan aynı bölgeye ait 2 uydu görüntüsü üzerinde bazı özel işlemler uygulanarak, değişiklik tespitine uygun yeni görüntüler yaratılabilir. Bilgisayar yazılımları, piksel değerlerindeki değişimleri tespit etmek için her 2 görüntüdeki bütün pikselleri inceler. Çoğu kez değişim alanı renkli olarak ışıktandırılır. Bu yöntem, çok geniş alanların otomatik olarak ölçümünü sağlamak; yeni binalar, yollar ve konut genişletme alanları gibi değişimleri tespit etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır(Özbalımcu, 2003).

#### **f. Uydu Görüntülerine Ait Ürün İşlem Düzeyleri**

Uydu görüntüleri, görsel yorumlama yeteneğine ve geometrik doğruluğu artırmak için çeşitli işlem düzeylerinde üretilir. Satıcı firma tarafından, her uydu görüntüsü üzerinde uygulanabilecek çeşitli işlem düzeyi seçeneği mevcuttur. Herhangi bir uydu görüntüsünün farklı işlem düzeylerinde üretilen verileri arasında; doğruluk, uzaysal çözünürlük, yorumlanabilirlik, arazi kaplama alanı, görüntü kalitesi, netlik, matematiksel işlemlere uygunluk açısından belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Burada dikkate alınması gereken en önemli konu, kullanıcının hangi işlem düzeyindeki görüntüye sahip olmak istediğidir. Kullanıcının, yararlanmak istediği bire uydu görüntüsünün bütün ürünleri ve işlem düzeyleri hakkında yeterli bilgiye sahip olması gerekmektedir. Uydu görüntülerinin farklı ürün ve işlem düzeyleri hakkında gerekli bilgiler, yazılı dokümanlardan, kataloglardan, internet adreslerinden edinebilir veya müşteri servis hizmetleri bölümünden her türlü ürün ve işlem düzeyi hakkında bilgiler istenebilir.uydu görüntülerine temel işlem düzeyleri aşağıda belirtilmiştir.

**(1) Ham Veri :** Uydu görüntülerinin en düşük işlem düzeyidir. Çoğu uydu görüntülerine ait ham verilerde, basit ve küçük çaplı geometrik ve radyometrik düzeltmeler yapılmaktadır. Örneğin, bazı ham görüntülerde algılayıcının neden

olduğu çeşitli distorsiyonlar ortadan kaldırılmaktadır.bütün bunlara rağmen, ham uydu görüntüsü ilk temel ürün düzeyi olup, eşitli hatalara ve bozulmalara sahiptir. Üzerinden metrik bilgilerin alınması ve doğrudan harita üretiminde kullanılması için bazı düzeltmelerin ve matematiksel işlemlerin yapılması gerekmektedir.Şekil 13'te ham bir uydu görüntüsü gösterilmiştir.

**(2) Geometrik Düzeltme :** Yerin dönmesi ve algılayıcı elektriğin neden olduğu geometrik hataları düzeltmek için görüntü verileri örneklenir, çeşitli matematiksel işlemlere ve düzeltmelere tabi tutulur. Böylece uydu görüntüleri geometrik açıdan yataylanmış ve düzeltilmiş olur. Harita üretimi ve görüntülerden gerekli topoğrafik verilerin çıkarılması için uygulanan bir işlem düzeyidir.

**(3) Temel Yer Kodlama :** Görüntü verisi elde edilirken, uydu tarafından yeryüzüne ait toplanan konumsal bilgiler yardımıyla, görüntü verileri harita koordinatlarına uyumlandırılmaya çalışılır. Daha sonra görüntü, kullanıcının istediği herhangi bir harita projeksiyona dönüştürülür. Bu işlemlerle, udu görüntülerinin gerçek arazi koordinatları ile yaklaşık olarak uyumlu hale getirilmesi sağlanmış olur.



Şekil E.5.3-Ham işlem düzeyinde orijinal bir IRS-1C görüntüsü.

Ancak, bu işlem düzeyinde, hassas ölçümlerin ve harita üretiminin yapılması olanaklı değildir.

**(4) Full Yer Kodlama :** GPS ölçümleri veya mevcut haritalardan alınan belirgin detay noktalarının ( yol kavşağı, bina köşesi, duvar köşesi gibi) koordinatları birer nirengi noktası gibi kullanılarak, uydu görüntü verileri düzeltilir. Kuzey Amerika ve Avrupa kıt'ası için, uydu görüntü satıcıları, görüntülerin düzeltilmesi ve



yer kodlamasını yapabilmek amacıyla gerekli ve yeterli sayıda kontrol noktasına (YKN) sahiptir. Fakat, dünyanın geri kalan bölümlerinde alınan uydu görüntülerinin yer kodlamasının yapılabilmesi için, ihtiyaç duyulan YKN'lerin, uydu görüntüsü satıcılarınca temin edilmesi gerekmektedir bu şekilde çok yakında uydu görüntüsü üreticileri ve satıcıları tarafından doğrudan düzeltilmiş, yataylanmış, yer kodlaması yapılmış, bazı distorsiyonları giderilmiş uydu görüntülerinin kullanıcılara sunulması olanaklı hale gelebilecektir.

**(5) Ortorektifiye Edilmiş Görüntü :** Ortorektifiye işlemi, görüntülerdeki yatay ve düşey distorsiyonları ortadan kaldırmak için uygulanan bir bilgisayar işlemidir. Bu işlemin yapılabilmesi için, araziye ilişkin yeterli duyarlılıkta ve sıklıkta sayısal yükseklik modeli verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde, bütün monoskopik uydu görüntülerinin ve 1:35.000-1:40.000 ölçekli hava fotoğraflarının ortorektifikasyonu işlemleri, 1:25.000 ölçekli haritalarda bulunan eş yükseklik eğrilerinin sayısallaştırılması ile elde edilen YÜKPAF (sayısal yükseklik paftası) isimli yükseklik verilerinden yararlanılarak gerçekleştirilmektedir. Ortorektifikasyon işlemi görüntünün kalitesini ve kullanılabilirliğini büyük oranda artırmaktadır.

**(6) Zenginleştirilmiş Görüntü :** Görüntü satıcıları görüntünün kalitesini artırmak ve görüntüdeki belirli detayları ortaya çıkarmak üzere, çeşitli bilgisayar destekli teknikler, hesaplar ve algoritmalar uygulamaktadır. Satıcıların en fazla kullandığı zenginleştirme algoritması, kontrastlık dengelemesidir. Bu işlem bir TV ekranındaki kontrastlığı ayarlama işlemine çok benzemektedir. Böylece, görüntülerde çok koyu veya açık alanlardaki detayların kaybolması önlenmiş olur (Özbalımcı, 2003).

## **g. Uydu Görüntülerinin Yorumlanması**

Radar sinyalleri ile elde edilen görüntü (sayısal kodlu) optik algılayıcı görüntüleri (SPOT, Landsat gibi) ve hava fotoğraflarından farklı özelliklere sahiptir. Bu özellikler radar teknolojisinin radyometrisi ve fiziksel parametreleri ile ilgilidir.

Kullanıcının radar görüntüsünü yorumlarken yüzey nesnelere, olaylarını, oluşumlarını anlamada dikkatli olması gerekir. Yüzey engebelerinin ve pürüzlülüklerinin artması, radar görüntüsündeki parlaklık derecesini (gri tonlama) artırır. Gölge gibi gözüken alanlar güneş ışığının açısı ile değil radar sinyallerinin

gönderilme açısı ile ilişkilidir. Gerçekte yüzey engebelerinin geometrik yansımasını ifade eder.

Radar görüntüsünde yoğun olarak göze çarpan diğer önemli özellik de, bir çok siyah beyaz ve gri tonlardaki tuz ve biber tanecik özellikli noktaların varlığıdır. Bu radar anteni ile yüzlerce sinyalin gönderilmesi sonucu oluşan genel bir haritadır ve bilgisayar görüntü işleme programları ile arazi üzerinde çalışmaya başlamadan önce giderilmesi ve en aza indirilmesi gerekir. Radar sinyallerinin etkisini ve anlaşılmasını sağlayan en önemli özellik, hedef yüzeyin geometrisidir. Buna karşılık optik algılayıcılar yüzeyin rengi, kimyasal bileşimi, ve sıcaklığının anlaşılmasında etkin olarak kullanılırlar. Radar görüntüsünü yorumlarken kullanılacak temel parametreler, gri tondaki değişim, doku, şekil, yapı ve nesnelerin büyüklük küçüklük oranıdır.

Radar görüntüleme sistemleri ile elde edilen veriler, haritalama, arazi örtüsü, tarımsal, jeolojik ve jeomorfolojik çalışmalarda, hidroloji, buzullar, kıyı hatları, çevre gibi disiplinlerde yardımcı ve tamamlayıcı bilgi olarak kullanılmaktadır.

Ayrıca radar sinyallerinin jeofiziksel özellikleri kullanılarak rüzgâr hızı ve yönü, deniz dalgalarının yüksekliği ve hareket yönü, deniz altı topografyası, yükseklik değişimleri bu teknolojiler ile ölçülebilmektedir (Özbalımcu, 2003).

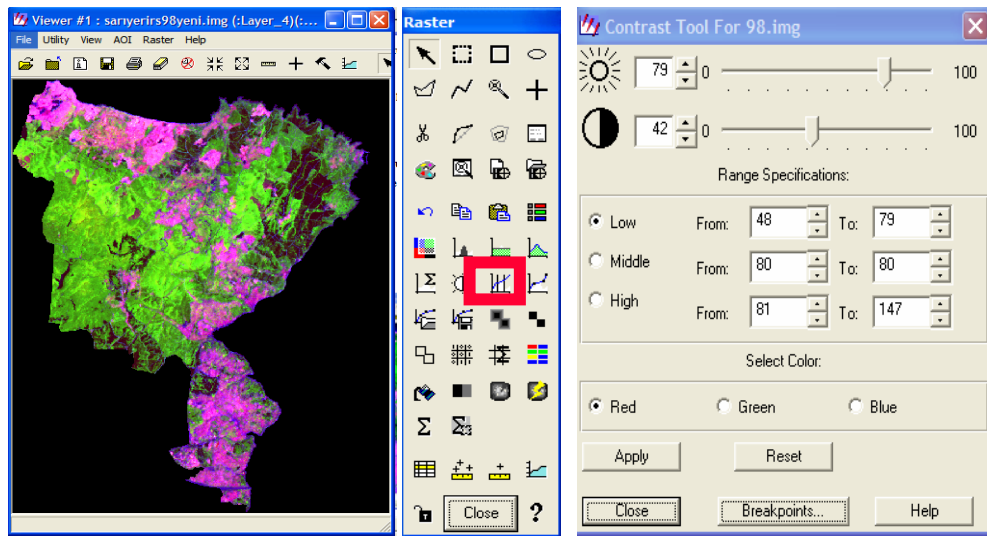
## EK-6

### “PIECEWISE CONTRAST” FONKSİYONU KULLANILARAK GÖRÜNTÜ ZENGİNLEŞTİRME

Bu bölümde 1998 IRS, 2001 Landsat ve 2005 Landsat görüntüleri üzerinde ileri bir kontrast tekniği olan “Piecewise Contrast” (Şekil EK 6.1)’ in, Genel Histogram ve keskinlik fonksiyonlarıyla ve uygun band kombinasyonlarının entegre bir şekilde uygulanarak, görüntü zenginleştirmenin etkinleştirilmesi anlatılmıştır. Bu aşamada analize en uygun görüntüyü elde etmek üzere, üç ayrı görüntü ayrı ayrı görüntü zenginleştirme işlemine tabi tutulmuştur(Şekil EK 6.2,6.3,6.4)

Görüntü zenginleştirme işlemlerinde amaca uygun band kombinasyonunun seçilmesine önem verilmiştir. Bu çalışmada kara parçası inceleneceğinden görüntü çözünürlüğüne uygun olarak 1998 IRS görüntüsünde 2;3;4, 2001 Landsat görüntüsünde 2;4;6 ve 2005 Landsat görüntüsünde 2;4;7 band kombinasyonları seçilmiştir.

Ayrıca her üç görüntüde de “Histogram Equalization” ve “Standart Stretch” uygulanmıştır. IRS görüntüsünde “3x3 Edge Enhance”, 2005 Landsat görüntüsünde “3x3 Low Pass” uygulanmıştır. Bunlara ilave olarak; her üç görüntüde de ileri bir kontrast tekniği olan “Piecewise Contrast” şekillerde açıklandığı değerlerde uygulanarak optimum sonucun alınması sağlanmıştır.



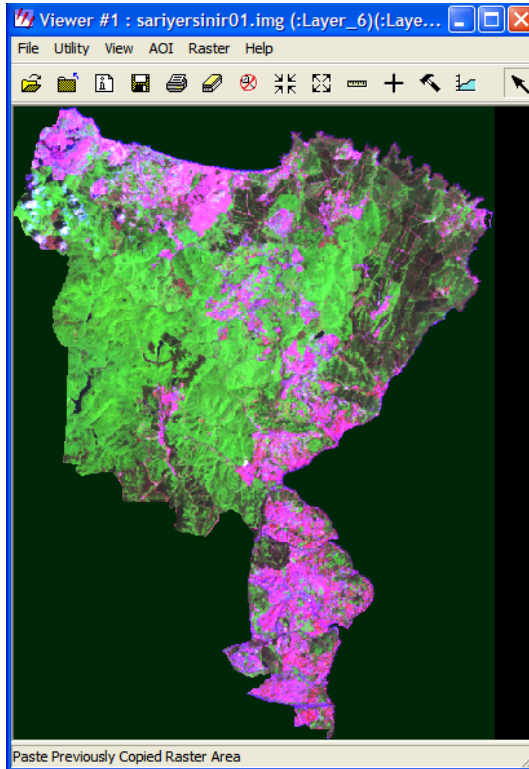
Şekil E.6.1-Sarıyer 1998 IRS görüntüsü üzerinde “Piecewise Contrast” fonksiyonunun uygulanması.



- ✓ BandKombinasyonu: 2;3;4
- ✓ Histogram equalization
- ✓ Standart Stretch
- ✓ 3x3 Edge Enhance
- ✓ Piecewise Contrast:

Band	Brigh	Cont	Low	Mid	High
Red	79	42	48-79	80-80	81-147
Gree	83	34	53-62	63-70	43-53
Blue	75	40	0-42	43-53	54-98

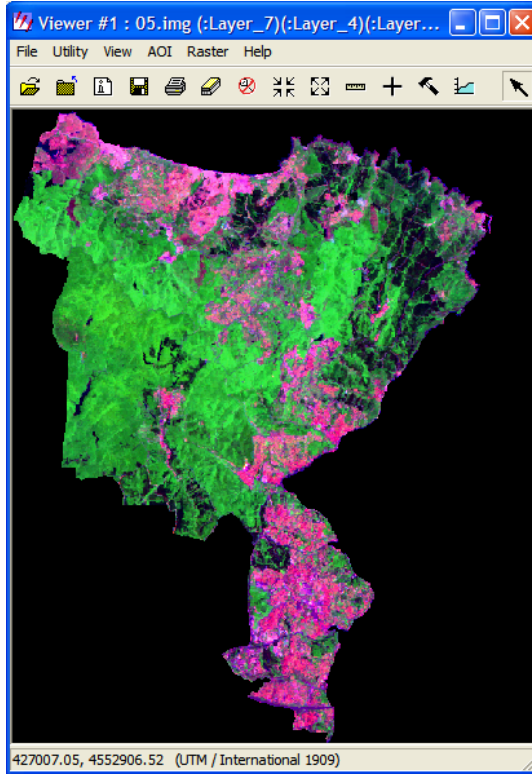
Şekil E. 6.2- Sarıyer 1998 IRS görüntüsünün “Piecewise Contrast” la zenginleştirilmesi.



- ✓ Band Kombinasyonu:2;4;7
- ✓ Histogram equalization
- ✓ Standart Stretch
- ✓ Piecewise Contrast:

Band	Brigh	Cont	Low	Mid	High
Red	25	50	0-52	52-104	104-255
Gree	30	30	47-89	90-97	98-134
Blue	25	43	35-74	75-82	83-103

Şekil E. 6.3- Sarıyer 2001 Landsat görüntüsünün “Piecewise Contrast” la zenginleştirilmesi.



- ✓ Band Kombinasyonu:2;4;7
- ✓ Histogram equalization
- ✓ Standart Stretch
- ✓ 3X3 Low Pass
- ✓ Contrast: Bri;47, Con;54
- ✓ Piecewise Contrast:

Band	Brigh	Cont	Low	Mid	High
Red	3	97	0-40	41-67	68-234
Green	9	95	45-88	89-143	144-255
Blue	7	96	12-33	34-60	61-201

Şekil E. 6.4- Sarıyer 2005 Landsat görüntüsünün “Piecewise Contrast” la zenginleştirilmesi.

Görüntülerin zenginleştirilmesi sonucu, “Piecewise Contrast”ın da etkisiyle sınıfların, neredeyse sınıflandırmaya bile ihtiyaç duymayacak oranda ayırt edilebilir hale geldiği ve tüm görüntü zenginleştirme fonksiyonlarının entegre kullanımının önemi görülmüştür.

## ÇİZELGELER

<b>Çizelge No</b>	<b>Çizelge Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
2.1	IRS uydusunun çözünürlük bilgileri	15
2.2	IRS 1D uydu özellikleri	16
2.3	Landsat görüntülerinin spektral özellikleri	16
2.4	Landsat TM bant özellikleri ve kullanım alanları	17
2.5	Spot 2 uydu özellikleri	18
2.6	Spot 2 görüntüleme özellikleri	18
2.7	Spot 4 uydu özellikleri	18
2.8	Spot 4 görüntüleme özellikleri	19
2.9	ASTER görüntüleme özellikleri	19
2.10	IKONOS uydusu özellikleri	21
2.11	QUICKBIRD-2 uydusu özellikleri	22
2.12	CBS'nin bazı uygulama alanları	49
4.1	Kontrolsüz sınıflandırılmış 1998 Sarıyer IRS uydu görüntüsünde sınıflar.	96
4.2	Sarıyer mahalle ve köylerinin Uzaktan Algılama yoluyla elde edilen alanları.	105
4.3	Değişim analizinde alan ve yüzde bazında karşılaştırmalar.	115
E.1.1	Fotoğrafik Metodlar	IX
E.1.2	Fotoğrafik Olmayan Algılayıcı Sistemler	XI
E.1.3	Uzay Görüntüleme Sistemleri	XII
E.1.4	Türkiye'de Uzaktan Algılamanın Gelişimi	XIII

## ŞEKİLLER

<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
2.1	Uzaktan algılamada temel ortamlar ve işlemler	4
2.2	Elektromanyetik dalga	6
2.3	Elektromanyetik spektrum	6
2.4	Yerküre üzerinde ışınım saçılmaları	7
2.5	Nonselective saçılma	7
2.6	Bitki üzerinde kırmızı, yeşil, mavi ve kızılötesi ışınların yansımaları	9
2.7	Işınların zeminden yansımaları	9
2.8	Dijital görüntünün şematik gösterimi	10
2.9	Çok katmanlı görüntü	11
2.10	Soldan sağa sırayla 30m ve 80m çözünürlükte 10m lik pikseller	13
2.11	Soldan sağa sırayla 10m piksel boyuyla 160*160 piksellerle 40m piksel boyuyla 40*40 pikseller	13
2.12	Soldan sağa 8 bitlik, 4 bitlik ve 1 bitlik görüntüler	14
2.13	IRS-1C ve 1D'nin LISS-III ve Pan algılayıcılarının algılama modeli	15
2.14	Landsat TM İstanbul görüntüsü	17
2.15	Radyometrik düzeltmenin üç aşamasının gösterimi.	24
2.16	Güneş etkisinin, gölgelik eğrisinin kullanılmasıyla giderilmesi	25
2.17	Atmosferik etki	26
2.18	Geometrik Bozukluklar	26
2.19	Genel olarak geometrik düzeltme, görüntü uzayı ile coğrafik koordinat uzayı arasındaki dönüşüm.	27
<b>Şekil</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa</b>

No		No
2.20	Doğrudan transformasyondaki hata miktarı	30
2.21	x ve y uzayında bölümlendirme	30
2.22	u-v uzayından Dx-Dy uzayına dönüşüm	31
2.23	Lineer ve bilineer transformasyon	32
2.24	Yer kontrol noktalarının yer değiştirilmesi	33
2.25	Lineer kontrast yayma	35
2.26	Histogram eşitleme	36
2.27	a) sıfır uzaysal frekans, b) düşük uzaysal frekans, c) yüksek uzaysal frekans	36
2.28	Filtreleme işleminin şematik gösterimi	37
2.29	Sınıflandırma işleminin şematik gösterimi	38
2.30	ISODATA keyfi kümeleri	42
2.31	ISODATA birinci iterasyonu	42
2.32	ISODATA ikinci iterasyon	43
2.33	Kontrollü sınıflandırmanın şematik gösterimi	44
4.1	Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, multispektral IKONOS uydu görüntüsü.	72
4.2	Mozaik işlemi için parçaların köşe koordinatlarının, görüntüler büyütülerek “inquire cursor”la alınması.	73
4.3	Mozaik işlemi için parçaların “subset image”le yeniden oluşturulması.	73
4.4	Mozaik işlemi için elde edilip kaydedilen 6 adet parça.	74
4.5	Parçaların mozaik işlemi için sisteme eklenmesi.	75
4.6	Mozaik işleminde örnekleme yönteminin seçilmesi	75
<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>



4.7	Mozaik görüntü oluşturmada son aşama.	76
4.8	Elde edilen mozaik görüntü	76
4.9	Renk dengelemede “İntensity” tekniğinin uygulanması.	77
4.10	İntensity tekniği ile elde edilen görüntünün mozaik’le karşılaştırılması	77
4.11	Renk dengelemede “Band by Band” tekniğinin uygulanması	78
4.12	“Band by Band” tekniği ile elde edilen görüntünün mozaik’le karşılaştırılması	78
4.13	İntensity tekniği ile elde edilen görüntünün “Band by Band” tekniği ile elde edilen görüntünü ile karşılaştırılması.	79
4.14	Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, mozaik ve renk dengeleme işlemine tabi tutulmuş, resim koordinatlı, multispektral IKONOS uydu görüntüsü	80
4.15	Referans görüntü olarak kullanılan 1998 tarihli, 24 m çözünürlükteki IRS uydu görüntüsü.	81
4.16	Koordinat transformasyonunun gerçekleştirilmesi	82
4.17	Geometrik düzeltmesi yapılmış görüntü	83
4.18	Görüntü zenginleştirmede kontrast dengeleme işlemi	84
4.19	Mozaik görüntü ile kontrast ayarları yapılmış görüntünün karşılaştırılması	84
4.20	Genel histogram kontrast ayarları	85
4.21	Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Standart Deviations”ın karşılaştırılması.	86
4.22	Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Linear”ın karşılaştırılması	86
<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>

4.23	Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Gama”nın karşılaştırılması	87
4.24	Mozaik görüntüyle Genel Histogram ayarlarından “Level Slice”ın karşılaştırılması	87
4.25	Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 Edge Detect”in karşılaştırılması	88
4.26	Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 Edge Enhance”ın karşılaştırılması	88
4.27	Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 Low Pass”in karşılaştırılması	89
4.28	Mozaik görüntüyle Keskinlik ayarlarından “3x3 High Pass”in karşılaştırılması	89
4.29	Sarıyer İlçe Merkezine ait 2001 tarihli, 1 m çözünürlüğe sahip, mozaik, renk dengeleme ve geometrik düzeltme işlemine tabi tutulmuş, multispektral IKONOS uydu görüntüsü üzerinde görüntü zenginleştirme uygulaması sonucunda elde edilen görüntü	90
4.30	Görüntü zenginleştirme öncesindeki görüntüyle, görüntü zenginleştirme sonucunda elde edilen görüntünün karşılaştırılması.	91
4.31	Sarıyer mahalleler vektör datasının İSTANBUL Temmuz 1998 IRS görüntüsü üzerinde açılımı	92
4.32	İSTANBUL Temmuz 1998 IRS görüntüsünden Sarıyer ilçesinin bir bütün olarak kesilmesi	92
4.33	Sarıyer ilçesinin tamamını kapsayan 1998 IRS görüntüsü	93
4.34	1998 IRS görüntüsünün kontrolsüz sınıflandırılması	94
<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>

4.35	Kontrolsüz sınıflandırmada 1998 Sarıyer IRS uydu görüntüsünde sınıfların tanımlanması	95
4.36	Kontrolsüz olarak sınıflandırılmış 1998 Sarıyer IRS uydu görüntünün istenilen renklere oluşturulması sonucu elde edilen görüntü	95
4.37	2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde parametrelerinin “Signature editor” e aktarılması	97
4.38	2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde kontrollü sınıflandırma ön çalışması sonucu Signature Editor’ e aktarılan test alanları ve değerleri	97
4.39	2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde kontrollü sınıflandırmanın başlatılması	98
4.40	2001 Sarıyer LANDSAT görüntüsünde Kontrollü sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü	98
4.41	Sarıyer 2001 LANDSAT sınıflandırılmış görüntüsünde test alanlarının birleştirilmesi sonucu elde edilen sınıflar	99
4.42	2001 LANDSAT görüntüsünde doğruluk analizinin başlatılması	99
4.43	Sınıflandırılmış 2001 LANDSAT görüntüsünde atılan rastgele noktaların görüntüde işaretlenmesi ve referans görüntüden fayadalanılarak gerçek sınıflara ulaşıl	100
4.44	2001 LANDSAT görüntüsünde sınıflandırmanın doğruluk analizi sonucu	101
4.45	İstanbul’a ait 2005 LANDSAT uydu görüntüsü ve aynı görüntüden kesilerek elde edilen Sarıyer İlçesi görüntüsü	102
4.46	Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde mahalleler datası	104
4.47	Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde 1 No.lu parsel datası	106
<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>

4.48	Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde 1 ve 2 No.lu parsel datası	107
4.49	Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde 1, 2 ve 3 No.lu parsel datası	108
4.50	Sınıflandırılmış Sarıyer 1998 IRS görüntüsünde görüntüsünde arazi datası	109
4.51	Sarıyer 1998 IRS görüntüsünün sınıflandırılması	110
4.52	Sarıyer 2005 Landsat görüntüsünün sınıflandırılması	111
4.53	Sarıyer 1998 IRS görüntüsünün doğruluk analizi sonucu	112
4.54	Sarıyer 2005 LANDSAT görüntüsünün doğruluk analizi sonucu	112
4.55	Sınıflandırılmış 1998 IRS görüntüsünde alansal değerler	113
4.56	Sınıflandırılmış 1998 IRS görüntüsünde alansal değerlerin grafik gösterimi	113
4.57	Sınıflandırılmış 2005 Landsat görüntüsünde alansal değerler	114
4.58	Sınıflandırılmış 2005 Landsat görüntüsünde alansal değerlerin grafik gösterimi	114
4.59	Değişim analizinde alansal değerlerin yüzde olarak grafiksel karşılaştırması	115
E.1.1	Arizona ve California Körfezine doğru dünya yatay düzlemi üzerinde bakan tipik bir eğik fotoğraf	VI
E.1.2	TIROS (Televizyon Kızılötesi Gözlem Uydusu)	VII
E.1.3	İlk meteorolojik uydu görüntüsü	VII
E.1.4	Nimbus uydusunun algılayıcılarından elde edilmiş üç görüntü	VIII
E.5.1	Quickbird uydusundan alınan pankromatik bir görüntü	XXI
E.5.2	Quickbird uydusundan alınan multispektral bir görüntü	XXII
E.5.3	Ham işlem düzeyinde orijinal bir IRS-1C görüntüsü	XXX
<b>Şekil No</b>	<b>Şekil Adı</b>	<b>Sayfa No</b>

<b>E.6.1</b>	Sarıyer 1998 IRS görüntüsü üzerinde “Piecewise Contrast” fonksiyonunun uygulanması	XXXIII
<b>E.6.2</b>	Sarıyer 1998 IRS görüntüsünün “Piecewise Contrast” la zenginleştirilmesi	XXXIV
<b>E.6.3</b>	Sarıyer 2001 Landsat görüntüsünün “Piecewise Contrast” la zenginleştirilmesi	XXXIV
<b>E.6.4</b>	Sarıyer 2005 Landsat görüntüsünün“Piecewise Contrast” la zenginleştirilmesi	XXXV

## YAŞAM ÖYKÜSÜ

Adı Soyadı : Hakan ÇELİK  
Doğum Yeri ve Yılı : ÇORUM-27.07.1965  
Adres : Feneryolu Cad.Yoncaevleri Sitesi, Yonca-4, B Blok No:3  
34450 Sarıyer/İSTANBUL

## Eğitim Durumu

1971-1976 : Gazipaşa İlkokulu - ÇORUM  
1976-1979 : Eti Ortaokulu - ÇORUM  
1979-1983 : Kuleli Askeri Lisesi - İSTANBUL  
1983-1987 : Kara Harp Okulu –Makina Mühendisliği Bölümü ANKARA

## Stajlar :

1987-1988 : Topçu Subay Temel Kursu Topçu ve Füze Okulu  
Polatlı/ ANK.

## Kurslar :

22.6 - 19.7.1992 : M-44 T K/M Top Kursu Topçu ve Füze Okulu  
Polatlı/ ANK.

14.7 - 21.7.1992 : Modern Mühimmat Ateş İdaresi 5.Kolordu Komutanlığı  
ÇORLU

30.01- 03.02.2006 : Microsoft Project Professional 3.Kolordu Komutanlığı  
(Proje Yönetimi Yazılımı) İSTANBUL

13-17.02.2006 : TOPFAS 3.Kolordu Komutanlığı  
(Tools for Operational Planning, Force Activation İSTANBUL  
and Simulation- Askeri Harekat Planlama Yazılımı)

**Yurtdışı Görevler :**

30.11.2001 – 07.05.2002 : Yurtdışı Geçici Görev BOSNA– HERSEK  
21.03.2003 – 10.06.2003 : Yurtdışı Geçici Görev PAKİSTAN  
14.04.2004 – 01.05.2004 : Yurtdışı Geçici Görev ROMANYA  
31.09.2004 – 01.11.2004 : Yurtdışı Geçici Görev ROMANYA

**Mesleki Deneyim**

1988-2006 : TSK ‘ nin çeşitli kademelerinde, Türkiye ‘ nin bir çok bölgesinde 18 yıl fiili hizmeti ve NATO kapsamında bir dizi yurtdışı geçici görevi müteakip halen NATO bünyesinde faaliyet gösteren Çok uluslu Yüksek Hazırlık Seviyeli Kuvvet’lerden biri olan, İSTANBUL’deki 3.Kor.(HRF-High Readiness Force-) Kh.’nda Plan ve Prensipler Şb.’nde Koordinasyon Ks.A. olarak görev yapmakta olup, 2005 Kasım Dönemi KPDS (İngilizce) notu: 81’dir.

**Çalışma ve İlgili Alanları**

İleri Gözetleyicilik, Topçu Ateş İdaresi, Topçu Batarya Komutanlığı, Lojistik, Harekat ve Eğitim, Harekat Planlama, Proje Yönetimi, İngilizce, Bilgisayar.

**Aldığı Ödül ve Dereceler :**

K.K.K.lığı Eğitim Ödülü 1992  
K.K.K.lığı Eğitim Ödülü 1993  
K.K.K.lığı Kamp Ödülü 1996  
İç Güvenlik Hrk. Şerit Rozeti 1998

NATO Hizmet Madalya ve Şerit Rozeti 2002

Göreve Yönelik Muhtelif Takdir Belgesi (60 Adet)



