

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

DIYARBAKIR İLİNİN KENTSEL DÖNÜŞÜM
ANALİZİNİN UZAKTAN ALGILANMIŞ
GÖRÜNTÜLER KULLANILARAK
YAPILMASI

Abdullah USLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİMDALI

GEBZE

2007

T.C.
GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

DİYARBAKIR İLİNİN KENTSEL DÖNÜŞÜM
ANALİZİNİN UZAKTAN ALGILANMIŞ
GÖRÜNTÜLER KULLANILARAK
YAPILMASI

Abdullah USLU
YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİMDALI

DANIŞMANI
Doç. Dr. Taşkın KAVZOĞLU

GEBZE
2007

 GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ	YÜKSEK LİSANS/DOKTORA JÜRİ ONAY FORMU
--	---

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri/Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun **22/01/2007** tarih ve **2007/04** sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından **21/02/2007** tarihinde tez savunma sınavı yapılan **Abdullah USLU**'nun tez çalışması **Jeodezi ve Fotogrametri** Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Doç. Dr. TAŞKIN KAVZOĞLU

ÜYE

: Yrd. Doç. Dr. HALİS SAKA

ÜYE

: Yrd. Doç. Dr. SALİM ÖNCEL

ONAY

G.Y.T.E. Mühendislik ve Fen Bilimleri/Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

TEZİN BAŞLIĞI : DİYARBAKIR İLİNİN KENTSEL DÖNÜŞÜM ANALİZİNİN UZAKTAN ALGILANMIŞ GÖRÜNTÜLER KULLANILARAK YAPILMASI

YAZAR ADI : ABDULLAH USLU

Güneydoğu Anadolu Bölgesi içinde coğrafik konumu itibariyle en önemli konumlardan birine sahip olan Diyarbakır ili, Güneydoğu Anadolu bölgesinin kültür ve sanayi merkezi olarak her zaman önemini korumuştur. Hızlı kentleşme süreci, Diyarbakır'ı birçok benzer kentten ayıran bir özellik olmuştur. Bu çalışmada Diyarbakır'ın kentsel gelişiminin/dönüşümünün büyüklüğünün tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Gelişen teknoloji ve buna paralel olarak insan ihtiyaçlarının artarak değişim göstermesi özellikle son 15 yılda Diyarbakır'ın görüntüsünün değişmesinde etkili olmuştur. 1985'lerin sonuna doğru Diyarbakır ilçe ve köylerinden yoğun göç almaya başlamış, bu durum kentteki yerleşim alanlarında dikkat çekici bir gelişmeye sebep olmuştur. Nüfus artışı ile birlikte gelişmenin kısa sürede ve plansız olması hızla düzensiz şehirleşmeyi doğurmuştur.

Son yıllarda uzaktan algılama teknolojilerinin hızla gelişmesi ve yaygınlaşması neticesinde kısa zamanda değişik çözünürlükteki uydu görüntüleri ile geniş alanlar hakkında güncel veriler elde edilip bu verilerin değerlendirilmesi ile sonuca ulaşmak mümkün hale gelmiştir.

Bu çalışmada 1983, 1990 ve 2002 yıllarına ait Landsat MSS, Landsat TM ve Landsat ETM uydu görüntüleri kullanılarak 1980'li yıllarda başlayan ve günümüzde yoğun bir şekilde devam eden sanayileşme ve buna bağlı olarak şehirleşmenin Diyarbakır ve çevresindeki arazi kullanımına etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar son 20 yılda sanayileşme ve şehirleşmenin Diyarbakır'da yapılaşmada ciddi oranda artışa neden olduğunu ve arazilerin kullanım şeklinin değişime uğradığını göstermektedir.

SUMMARY

**TITLE : AN ANALYSIS OF URBAN TRANSFORMATION
FOR THE CITY OF DİYARBAKIR USING
REMOTELY SENSED IMAGES**

NAME : Abdullah USLU

Diyarbakır, which has one of the most important locations in terms of its geographical position, has always kept its importance as a cultural and industrial center of the Southeast Anatolian Region. Rapid urbanization phase has become a feature that is setting apart Diyarbakır from many of the cities. The determining the size of the urban transformation of Diyarbakır has been aimed in this study.

Developing technology and the increase in the individual needs in parallel to the developments in technology have an effect on the changing sight of Diyarbakır especially during last the 15 years. Towards the end of the 1985s, Diyarbakır has started to have an internal migration, and this situation has resulted in the striking growth in the settlement areas of the city. With the increase in population, the unplanned and short time development has brought out a disorganized urbanization.

As a result of the development and the pervading of the distant perception technologies in the recent years, it has turned out to be possible to reach a conclusion in a short period of time by evaluating the current data about the wide areas gained by the satellite images of varied resolution.

In this study, impact of industrialization, which mainly started in 1980s and intensively goes on today, and urbanization hereupon on the use of land in Diyarbakır and its vicinity was analyzed by using Landsat MSS, Landsat TM, and Landsat ETM satellite images belonging to 1983, 1990 and 2002. Results indicate that industrialization and urbanization have caused a dramatic increase in the settlements in Diyarbakır during the last two decades and that mode of use of the lands has undergone a change.

TEŞEKKÜR

“Diyarbakır İlinin Kentsel Dönüşüm Analizinin Uzaktan Algılanmış Görüntüler Kullanılarak Yapılması” konulu bu çalışmada kaynak verileri temin ve tanzim etmemde desteğini esirgemeyen tez danışmanım GYTE Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı Bölüm Başkanı Doç. Dr. Taşkın KAVZOĞLU’na, tez çalışmam sırasında kullandığım yazılım programını öğrenmem ve uygulamamda yardımcı olan Sayın Arş. Grv. Müfit ÇETİN’e, Tez çalışmasında uygulama sahası hakkında bilinmesi gerekli verilerin değerlendirme ve yorumlanmasında desteğini esirgemeyen mesai arkadaşım Sayın Ersin BABUR’a, ayrıca Yüksek Lisans Eğitimim ve Tez hazırlamam süresince onlardan uzak kaldığım her günü sabır ve saygıyla bekleyen sevgili eşim Elif’e ve biricik kızım Sude Naz’a teşekkürü bir borç bilirim.

Abdullah USLU

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. DİĞİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ	3
2.1. Dijital Görüntü	8
2.2. Görüntü İşleme Teknikleri	9
2.2.1. Görüntü Zenginleştirme	9
2.2.1.1. Kontrast Artırımı	10
2.2.1.2. Filtreleme	10
2.2.1.3. Çok Bantlı Uydu Görüntülerinin Zenginleştirilmesi	10
3. UZAKTAN ALGILAMA İŞLEMLERİNDE TAKİP EDİLEN İŞ AKIŞ ŞEMASI	14
4. UYDU VERİLERİNİN GEOMETRİK DÖNÜŞÜMÜ	15
4.1. En Yakın Komşuluk Yöntemi	17
4.2. Bilineer Enterpolasyon Yöntemi	17
4.3. Bikübik Enterpolasyon Yöntemi	18
5. SINIFLANDIRMA	19
5.1. Denetimsiz (Kontrolsüz) Sınıflandırma	23
5.2. Denetimli (Kontrollü) Sınıflandırma	25
5.2.1 En Yakın Uzaklık Sınıflandırma Yöntemi	26
5.2.2 Paralel Kenar Sınıflandırma Yöntemi	28
5.2.3 Mahalonobis Uzaklık Sınıflandırma Yöntemi	29
5.2.4 En Çok Benzerlik Sınıflandırma Yöntemi	29
6. LANDSAT UYDULARININ ÖZELLİKLERİ	30
6.1. Yörünge Karakteristikleri	31

6.2. Coğrafi Kapsama Alanı	32
6.3. Spektral Karakteristikler	32
6.4. LANDSAT 7'nin Cihazları	33
7 UYGULAMA	34
8. ÇALIŞMA ALANI	36
9. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER	37
10. SINIFLANDIRMA İŞLEMİ	43
11. SONUÇ	52
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ETM+	: Enhanced Thematic Mapper Plus
GPS	: Global Positioning System
IFOV	: Instantaneous Field of View
IHS	: Intensity, Hue, Saturation
ISODATA	: Iterative-Self Organazing Data Analysis Technique
LANDSAT	: Land Remote Sensing Satellite
MSS	: Multispectral Scanner System
MWIR	: Middle Wave Infrared
NASA	: National Oceanic and Atmospheric Administration
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NIR	: Near Infrared
PCA	: Principal Component Analysis
RMS	: Root Mean Square
SWIR	: Short Wave Infrared
TIR	: Thermal Infrared
TM	: Thematic Mapper
VI	: Vegetation Index
VNIR	: Visible Near Infrared

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Diyarbakır'ın 1940 tarihinden önceki görünümü	1
2.1. Elektromanyetik spektrumdaki bantlar ve dalga boyları	4
2.2. Objeden yayılan enerjinin algılanarak sayısal sinyale dönüştürülmesi	6
2.3. Görüntü üzerinde piksellerin gösterimi	7
2.4. İkili görüntü	8
2.5. Uydu görüntülerinin RGB renk ataması ile bilgisayar ekranında görüntülenmesi	11
2.6. Doğal renkli görüntü	12
2.7. Farklı band kombinasyonları ile oluşan görüntüler	12
2.8. Doğal renkli görüntünün RGB bandlarında ayrı ayrı gösterimi	13
4.1. Pikseller yeniden örnekleme yöntemleri ile değer atanması	18
5.1. Piksellerin belirlenen sınıflara atanması	19
5.2. Objelerin algılanması, kaydedilmesi ve sınıflandırılması	20
5.3. Görüntünün elde ediliş aşamaları	21
5.4. Objelerin oluşturduğu spektral gruplar.	24
5.5. Kontrolsüz sınıflandırmada objeyi sınıfa atama	24
5.6. Kontrollü sınıflandırmada objeyi sınıfa atama	25
5.7. En kısa uzaklık yöntemi temel yaklaşımı	27
5.8. En kısa uzaklık yönteminde piksel sınıflandırması	27
5.9. Paralel kenar yönteminde piksel sınıflandırma prebsibi	28
6.1. Landsat 7 uydusunun genel görüntüsü	31
6.2. Landsat 4, Landsat 5 uydularının yapısı ve band sayıları	33
7.1. Uydu fotoğrafında Diyarbakır'ın 2002'deki görüntüsü görülmektedir.	34
7.2. Diyarbakır'ın doğu tarafı	35
7.3. Diyarbakır'ın batı tarafı	35
7.4. Yapılaşmanın yoğun olduğu kesimler	35
7.5. Şehirleşmenin yoğun olduğu kesimler arasında kalan gecekondü yapıları	35
7.6. Şehirleşmenin yoğun olduğu kesimler	35
7.7. Modern yapı inşaatlarının yoğun olduğu kesimler	35

8.1 Diyarbakır ilinin coğrafi konumu	36
9.1. 1983 Landsat MSS görüntüsünün geometrik düzeltmesi için kullanılan Yer kontrol noktaları	39
9.2. 1990 Landsat TM görüntüsünün geometrik düzeltmesi için kullanılan yer kontrol noktaları.	40
9.3. 2002 Landsat ETM görüntüsünün geometrik düzeltmesi için kullanılan yer kontrol noktaları.	41
10.1. 1983 Yılı için Diyarbakır ilinin sınıflandırılmış tematik haritası	48
10.2. 1990 Yılı için Diyarbakır ilinin sınıflandırılmış tematik haritası	48
10.3. 2002 Yılı için Diyarbakır ilinin sınıflandırılmış tematik haritası	49
10.4. Yıllara göre çalışma alanındaki sekiz sınıfın alansal değişimleri	51

TABLÖLAR DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Elektromanyetik spektrumun uzaktan algılama ile ilgili bölgeleri ve dalga boyları	5
2.2. Sayısal görüntü işleme yöntemleri	7
2.3. Bir görüntünün koordinat sistemi	9
6.1. Landsat uydularının özellikleri	31
8.1. Diyarbakır ilinin farklı yıllara ait nüfus bilgileri	37
9.1. 1983 Landsat MSS görüntüsü için dönüşüm değerleri	39
9.2. 1990 Landsat TM görüntüsü için dönüşüm değerleri	40
9.3. 2002 Landsat ETM görüntüsü için dönüşüm değerleri	41
10.1. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk analizleri ve hata matrisleri (LANDSAT MSS1983)	44
10.2. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk analizleri ve hata matrisleri (LANDSAT TM1990)	45
10.3. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk analizleri ve hata matrisleri (LANDSAT ETM 2002)	47
10.4. Çalışma Alanında 1983-2002 tarihleri arasında yer örtüsündeki değişim	50
10.5. Çalışma Alanında 1983-1990-2002 tarihleri arasında oluşan alansal değişimler	51

1. GİRİŞ

Bir tarih ve kültür kenti olma özelliğini her zaman koruyan Diyarbakır, otuza yakın uygarlığın izleri, zengin tarihi ve kültürel kimliği ile önemli bir bölge merkezidir. Her yeni gelen medeniyetin kendi kültürünü öncekilerle kaynaştırıp, daha zengin bir kültür yaratmadaki incelikleri şehrin “Açık Hava Yazıtlar Müzesi” olarak anılmasını sağlamıştır.

Diyarbakır, tarihi boyunca birçok adlar almıştır. Milattan Önce 1300’lü yıllarda, Asur Kralı 1. Adad Nirari’den kalma bir kılıcın kabzasında “Amida” ismine rastlanmıştır. Sonra sırasıyla Amid, Amed, Dikranagerd, Kara Amid, Diyar-ı Bekr, Diyarbekir ve 10 Aralık 1937 gün ve 7789 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile Diyarbakır adını almıştır [URL-1, 2006].



Şekil 1.1. Diyarbakır’ın 1940 tarihinden önceki görüntüsü (Surlar şekil itibariyle kalkan balığına benzemektedir) [URL-1, 2006].

Diyarbakır’ın tarihini; yapılış tarihi tam olarak bilinmemekle birlikte Diyarbakır surları’nın burçlarında, kitabelerinde ve motiflerinde görmek mümkündür. Antik Çağ’dan Orta Çağ’a kadar, kentlerde özellikle savunma amaçlı inşa edilmiş olan kent surlarının dünyadaki en önemli örneklerinden biri Diyarbakır surlarıdır. Kalenin ilk yapılış tarihi hakkında yeterli bilgi olmamakla birlikte,

Surların Bizans döneminde bugünkü şeklini aldığı bilinmektedir. Yaklaşık 5,5 km uzunluğunda ve kalkan balığı görünümünde olan Diyarbakır surları 82 burç ve 4 ana kapıdan oluşmaktadır. Burçların yükseklikleri 10-12 m, kalınlıkları ise 3-5 m arasında değişmektedir [URL-1, 2006].

Diyarbakır sokaklarının ve evlerinin şekillenmesinde surlar önemli bir rol oynamıştır. Kentin genişlemesini sınırladığı için sur içinde yoğunlaşma artmış, evler birbirine bitişmiş, parke taşlı sokaklar daralmıştır. Bu da gölgelik alanların çoğalmasını, serinliğin artmasını sağlamıştır. Bu tür bir yoğunluk sokakların şekillenmesinde bazı özel durumlar yaratmış ve mahremiyeti sağlamak için evler sokaklardan yüksek duvarlarla ayrılmıştır[URL-1, 2006].

Türk İslam mimarisinin özelliklerini taşıyan Diyarbakır Sokakları ve Evleri, son 20-30 yıldır sur içinde oluşan düzensiz yapılaşma sonucu yıkılmaya ve kaybolmaya başlamıştır. Ancak son yıllarda artan koruma bilinci ve çabaları ile tipik evler restorasyon ve koruma çalışmalarıyla yaşatılabilmektedir [URL-1, 2006].

Cumhuriyet sonrası dönemde, kent sur dışına doğru taşınmaya başlamış ve yeni yapılanma, sokak, yapılar ve oluşan yeni dokularıyla geleneksel yapıdan kopan bir niteliğe bürünmüştür. Sur dışında gelişen alanlar, öncelikli olarak Yenişehir ve onu izleyerek de, Bağlar bölgesinde gelişmiştir.

Türkiye’de iç göç hareketinin 1940’lı yıllardan itibaren yoğun şekilde arttığı bilinmektedir. Söz konusu göç hareketi daha çok kırlardan kentlere ve kentlerden büyük kentlere doğru bir mekansal hareketlilik şeklinde ülke genelinde homojenleşmektedir. Ancak özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi kentleri için 1990’lı yıllardan itibaren başlayan göç te bu homojen harekete eklenmiş ve bu bölgede çok daha karmaşık ve sorunlu bir kentleşme süreci yaşanmasına neden olmuştur. Diyarbakır, bölgede bu iki göç hareketinin birlikte yaşandığı ve dolayısıyla yoğun nüfus artışına uğramış olan bir kent olarak kentleşme sorunlarını fazlasıyla yaşamaktadır [URL-1, 2006].

Nüfusun hızlı bir şekilde artması, doğal kaynakların yeterli olmaması ve çevre kirliliği, yeryüzü hakkında hızlı ve doğru bilgiye olan ihtiyacın artmasına neden olmaktadır. Günümüzde, yeryüzünün fiziksel yapısı hakkında pek çok bilgi uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmektedir. Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri bu tekniğin temel veri kaynaklarıdır. Bu tür veriler için kullanıcı ihtiyaçları her gün artmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, uydu görüntüleri özellikle gelişmekte olan ülkeler için değerli bir veri kaynağıdır.

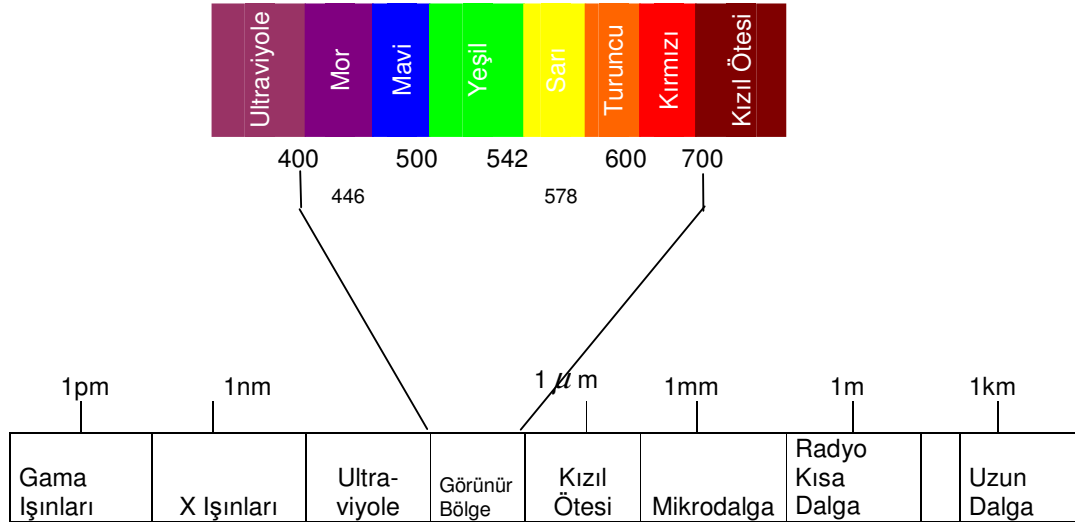
Çok zamanlı yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile uzaktan algılama; şehir, orman, jeoloji ve tarım alanlarındaki değişimin tespit edilmesinde kullanılan önemli teknolojik araç haline gelmiştir. Uydu görüntüleri ile çalışmak zaman ve maliyet açısından yerel yöntemlere kıyasla büyük avantaj sağlamaktadır. Yersel çalışmalarla elde edilebilecek verilere göre en büyük avantajlarından biri de periyodik olarak veri akışının uzaktan algılama ile mümkün olmasıdır. Klasik yöntemlerle oluşturulmuş ve güncelliğini yitirmiş harita ve benzeri altlıkların yenilenmesi, uzaktan algılama ile daha kısa zamanda ve az maliyetle yapılabilmektedir. Uzaktan algılama ile oluşturulan şematik haritalar, merkezi ve yerel yönetimlere güncel problemlerin boyutlarının belirlenmesi, bu problemlerin sürekli izlenmesi ve ileriye dönük politikalar üretilmesine yaptıkları katkılar bakımından benzersiz bilgi kaynaklarıdır [Kavzoğlu ve Çetin, 2005].

2. DİĞİTAL GÖRÜNTÜ İŞLEME TEKNİKLERİ

Elektronik veri işleme, bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak son 40 yılda inanılmaz bir hızla gelişmiştir. Bilgisayarların giderek boyutlarının küçülmesi, bellek kapasitelerinin ve veri işleme hızlarının artışı görüntü işleme teknolojilerindeki gelişmeyi hızlandırmıştır. Örneğin 1980'li yıllarda bugün için çok önemsiz sayılabilecek (1 MB) bellek kapasiteleri ve buna karşın bir oda büyüklüğündeki bilgisayarlar söz konusu idi. Oysa bugün 3000 Mhz. 'den daha fazla hızlardan söz edilmektedir. Bellek kapasiteleri ise 40'lı sayılarla başlayan GB ile ifade edilmektedir. Tüm bu gelişmeler sayısal görüntü işleme teknolojisinde kullanılan yazılımların da gelişmesine neden olmuştur. Söylenenlere bilişim

teknolojisindeki gelişmeleri de eklemek gerekir. Günümüzde dünyadaki gelişimler internet aracılığı ile anında izlenebilmekte, dolayısıyla bilginin hızla yayılması olanaklı kılınabilmektedir [Bayram, 2006].

Görüntü işleme açısından ele alındığında insan algılama sistemi; görüntü yakalama, gruplama ve analiz konusunda bilinen en karmaşık sistemdir. İnsan görme sistemi gözlerimizle başlar. Işğın çok kanallı ve pankromatik dalga boyları her biri birer algılama sistemi olan gözlerimiz yardımı ile algılanır. Elektro manyetik spektrumun genişliği; oldukça geniş olmasına rağmen insan gözünün görebileceğı elektro manyetik dalga boyu aralğı spektrumun dar bir bölgesi olan görülebilen alana ait dalga boyları $0.4\ \mu\text{m}$ - $0.7\ \mu\text{m}$ arasındadır (Şekil 2.1). Buna karşın bir arının görebildiğı spektral aralık ultraviyole bölgede başlar ve yeşil dalga boylarında sona erer. Spektrum uzunluk ölçme birimleri ile ölçülebilen periyodik davranış sergileyen enerji dalgalarını temsil eder [Bernd, 1997; Bayram, 2006].



Şekil 2.1. Elektromanyetik spektrumdaki bantlar ve dalga boyları

Tablo 2.1. Elektromanyetik spektrumun uzaktan algılamayla ilgili bölgeleri ve dalga boyları [Sesören, 1999].

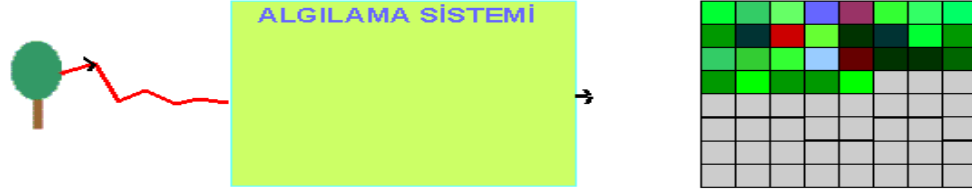
1- Optik dalga boyları	0.3 - 16 μm
A. Yansıyabilen dalga boyları	
<i>a. Mor ötesi</i>	0.3-0.4 μm
<i>b. Görünür bölge</i>	0.4-0.7 μm
<i>Mavi</i>	0.4-0.5 μm
<i>Yeşil</i>	0.5-0.6 μm
<i>Kırmızı</i>	0.6-0.7 μm
<i>c. Yakın kırmızı ötesi</i>	0.7-0.9 μm
<i>d. Orta kırmızı ötesi</i>	0.9-3 μm
B. Yayınabilen dalga boyları	
<i>Termal kızılötesi</i>	3-15 μm
2- Mikrodalga dalga boyları	0.83-133 cm
A. Pasif mikrodalga	1 mm-1 m
B. Aktif mikrodalga (radar)	
<i>a. SHF (süper yüksek frekans)</i>	1 cm-10 cm
<i>b. UHF (ultra yüksek frekans)</i>	10 cm-1 m

Farklı şekillerde de olsa görüntü işleme yaşam var oldukça söz konusu olmuştur. İnsanlar ve hayvanlar gözleri ile analog temele dayanan görüntü işleme yapmaktadırlar. Bu olay beyin yardımı ile (akıllı sistem) on-line, paralel ve çok spektrumlu (multispektral) oluşmaktadır [Haberaecker, 1991; Bayram, 2006].

Resimlerin bilgisayar ortamında değerlendirilebilmeleri için veri formatlarının bilgisayar ortamına uygun hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu dönüşüme sayısallaştırma adı verilir. Bir resmin sayısal forma dönüştürülmesi çeşitli şekillerde olanaklıdır. Buna farklı teknikler kullanılarak resmin sayısallaştırıldığı tarayıcılar örnek olarak verilebilir, ya da Analog/Sayısal dönüşümün kullanılarak resmin sayısal hale dönüştürüldüğü sistemler (Frame-Grapper), uzaktan algılamada uçak ya da uydulara yerleştirilen çok kanallı tarayıcılar yine örnek olarak verilebilir [Russ, 1999; Bayram, 2006].

Sayısal bir resim deyince akla analog bir sinyalin sayısal bir sinyale dönüştürülmesi gelmelidir (Şekil 2.2). Bu da obje tarafından yayılan enerjinin

(analog sinyal) bir algılayıcı tarafından öngörülen elektromanyetik aralıkta algılanarak sayısal sinyal haline dönüştürülmesi ile olanaklıdır.



Şekil 2.2. Objeden yayılan enerjinin algılanarak sayısal sinyale dönüştürülmesi

Haritacılıkta temel problem yeryüzünün şekli ve büyüklüğüne ilişkin verileri elde edip, değerlendirip yorumlamaya ve kullanıma hazır hale getirmektir. Bilindiği gibi fotogrametri alanında bu süreç hava fotoğraflarının çekilmesi ile başlayıp değerlendirme aletleri yardımı ile haritaya dönüştürülmesine dek uzanmaktadır. Yukarıda da belirtildiği gibi gelişen teknoloji veri elde etme ve değerlendirme sistemlerini de geliştirmiştir. Örneğin 1980' li yıllarda analitik değerlendirme aletleri yardımı ile sayısal harita üretimi olanaklı idi. Yani değerlendirme aletinde operatör model üzerinde dolaşırken seçilen objelere ilişkin bilgiler sayısal formda eş zamanlı olarak bilgisayarlara kaydedilebilmekte idi. Bu işlem için operatörün model üzerindeki hareketini bilgisayar ortamında çizgilere dönüştüren programlar gerekmektedir. Buna rağmen değerlendirme aletleri oldukça büyük hacimli ve pahalı idi. Günümüzde ise hava fotoğrafları taranarak (sayısallaştırılarak) bilgisayar ortamına aktarılabilmekte ve yine bilgisayarda üç boyutlu olarak model değerlendirilebilmektedir. Bu teknoloji ise öncekilere oranla daha ucuz olup, daha küçük mekanlara gereksinim duyulmaktadır. Bu teknolojinin temelinde tamamen sayısal görüntü işleme tekniği yatmaktadır. [Bayram, 2006]

1972 yılında ilk LANDSAT adlı uydusunun fırlatılması ile yeni bir süreç başlamıştır. Artık insanoğlu dünyayı hava fotoğraflarının yanı sıra uzaydan da incelemeye başlamıştır. Uyduya monte edilen algılayıcılar yardımı ile yeryüzüne ilişkin görüntüler elde edilebilmekte ve sayısal görüntü işleme teknikleri kullanılarak

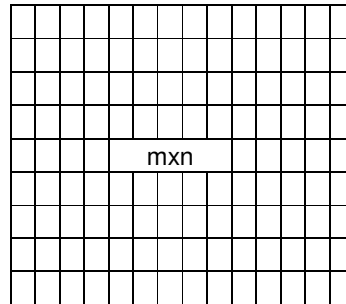
çeşitli ölçeklerde (1/1000, 1/5000, 1/25000, 1/100000) topografik veya tematik haritalar üretilmektedir. Sayısal hava kameralarının gündeme gelmesi ile artık hava fotoğrafları uçağa yerleştirilen bu kameralar ile sayısal formda elde edilebilmektedir.

Tablo 2.2’de resim geometrisinin fonksiyonuna bağlı olarak sayısal görüntü işleme yöntemleri verilmiştir [Haberaecker, 1991; Bayram, 2006].

Tablo 2.2. Sayısal görüntü işleme yöntemleri

İŞLEM	Merkezi İzdüşüm (İç Yöneltilme Bilinmiyor)	Merkezi İzdüşüm (İç Yöneltilme Biliniyor)	Merkezi İzdüşüm Olmayan İzdüşüm
ANALOG	AMATÖR FOTOĞRAFLAR	KLASİK FOTOGRAMETRİ	Çok az uygulaması mevcuttur.
ANALİTİK	AMATÖR FOTOĞRAFLAR	ANALİTİK FOTOGRAMETRİ	
SAYISAL	AMATÖR FOTOĞRAFLAR	SAYISAL FOTOGRAMETRİ	UZAKTAN ALGILAMA

Sayısal görüntülerin temel bileşeni piksel-resim elemanıdır. Dolayısı ile görüntü deyince akla $m \times n$ boyutlu piksellerden oluşan bir matris gelmelidir.



Şekil 2.3. Görüntü üzerinde piksellerin gösterimi

Bir pikselin iki temel özelliği söz konusudur:

1. **Radyometrik özelliği:** Pikselin algılandığı elektromanyetik spektrumdaki gri değeri,
2. **Geometrik özelliği:** Pikselin görüntü matrisinde sahip olduğu matris koordinatları.

Görüntülerin sayısallaştırılmasının açıklanması amacı ile öncelikle Siyah-Beyaz resim göz önünde bulundurulmuştur. Siyah-Beyaz resim (8 bit'lik bir görüntüde $2^8=256$, 0-255 değerleri arasında değişen) gri değerlerden oluşan bir resimdir. Böylesi bir görüntüde her bir piksel ya siyah ya da beyaz olarak oluşur. Şekilde sembolik olarak beyaz pikseller 1, siyah pikseller 0 değeri ile gösterilmiştir.

2.1. Dijital Görüntü

Dijital görüntü, en basit şekliyle cisimlerin sayısal olarak gösterimi olarak tarif edilebilir. Dijital görüntü verileri sadece sayılardan oluşur ve her bir sayı piksel olarak adlandırılır. Piksel, görüntüdeki en küçük elamana karşılık gelir. Uzaktan algılamada piksel değeri, yeryüzü üzerinde belli bir konuma sahip objelerden yansıyan veya yayılan enerjinin kaydedildiği en küçük birimdir. Şekil 2.4'te dijital görüntü ve piksel değerlerinin sayısal olarak ifadesi görülmektedir. Bu şekilde 0 ve 1 kodlanmış piksellerden oluşan görüntülere **ikili görüntü (binary image)** adı verilir.

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Şekil 2.4. İkili görüntü

Tablo 2.3. Bir görüntünün koordinat sistemi

	1	2	3		M
1					
2		$(x-1, y-1)$	$(x-1, y)$	$(x-1, y+1)$	
3		$(x, y-1)$	(x, y)	$(x, y+1)$	
$\vdots$		$(x+1, y-1)$	$(x+1, y)$	$(x+1, y+1)$	
N					

2.2. Görüntü İşleme Teknikleri

Görüntü işleme teknikleri genel olarak; görüntü zenginleştirme, geometrik düzeltme ve sınıflandırma olarak üç başlık altında ele alınır ve bu teknikler uygulama amacına ve işlem türüne göre değişiklik arz eder.

2.2.1. Görüntü Zenginleştirme

Dijital görüntülerde, özellikler arasındaki ayırt edilebilirliğin değişik algoritmalar kullanılarak artırılmasına ve daha iyi yorumlanabilir hale getirilmesine görüntü zenginleştirme denir. Görüntü zenginleştirmede kullanılacak yöntem, kullanılan spektral aralığa, bant sayısına ve görsel yorumlanabilirliği arttırılacak cismin özelliklerine bağlıdır (Musaoğlu, 1999).

2.2.11. Kontrast Artırımı

Dijital görüntülerin kontrastının artırılması ile belli gri renk tonu alalarının, daha belirgin hale getirilerek ayırt edilebilirlik derecesinin artırılması amaçlanmaktadır. Görüntüde belirgin hale getirilmesi istenen özellikler, uydu görüntüsünün parlaklık değerleri arasında uygulanacak değişik algoritmalar ile baskın hale gelebilir. Kontrast artırımında görüntü üzerindeki en düşük ve en yüksek gri tonları yeniden ölçeklendirilerek görüntülerdeki ayırt edilebilirlik artırılabilir.

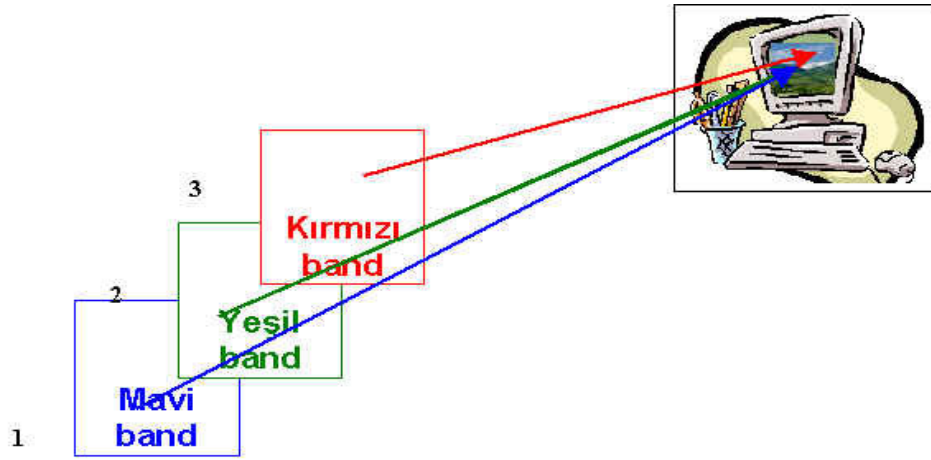
2.2.1.2. Filtreleme

Filtreleme işlemi ile ya görüntüdeki gürültü ve parazitler giderilir yada istenen cisimlerin özellikleri vurgulanacak şekilde kontrastı artırılır[Şen, 2006; Bektaş, 2003]. Gürültü etkisinin giderilmesine yönelik; Aritmetik Ortalama, Ortalama Değer, Lee, Frost, Sigma gibi değişik filtreler geliştirilmiştir. Ancak gürültü etkisi tamamen giderilememekte, etkisi azaltılabilmektedir. Filtreleme işleminde kullanılacak filtrenin boyutu önemlidir. Geometrik çözünürlük kaybının önemli olmadığı işlerde büyük filtre boyutları, çözünürlüğün artırılmasının amaçlandığı çalışmalarda ise küçük filtre boyutları tercih edilmelidir.

2.2.1.3. Çok Bantlı Uydu Görüntülerinin Zenginleştirilmesi

Multispektral görüntülerin zenginleştirilmesi bir anlamda görüntü dönüşümüdür. Bantlar arasında uygulanan aritmetik işlemler, Ana Bileşen dönüşümü Principal Component Analysis (PCA) ve Intensity Hue Saturation (IHS) dönüşümü gibi değişik işlemler çok bantlı görüntülerin zenginleştirilmesinde kullanılır. Bu dönüşümlerden sonra, uygulamalar için daha iyi özellikler taşıyan, görsel olarak yorumlanabilirliği daha fazla yeni görüntüler elde edilebilir.

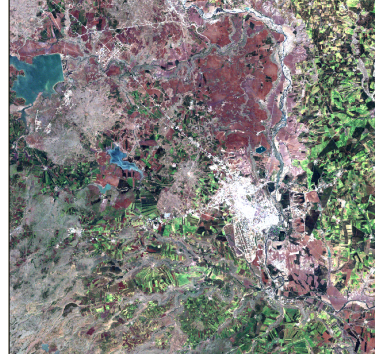
Renkli görüntüler bilgisayar ekranlarında 24 bit lik veri olarak görüntülenir. Görüntüleme R(Kırmızı), G(Yeşil), B(Mavi) kodlanmış aynı objeye ait üç adet gri düzeyli görüntünün üst üste ekrana iletilmesi ile oluşur. Elektro-manyetik spektrumda 0,4-0,5 μm dalga boyu mavi renge; 0,5-0,6 μm dalga boyu yeşil renge; 0,6-0,7 μm dalga boyu kırmızı renge karşılık gelir. Bu dalga boylarında elde edilmiş üç gri düzeyli görüntü bilgisayar ekranında sırası ile kırmızı-yeşil-mavi kombinasyonunda üst üste düşürülecek olursa renkli görüntü elde edilmiş olur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Uydu görüntülerinin RGB renk ataması ile bilgisayar ekranında görüntülenmesi

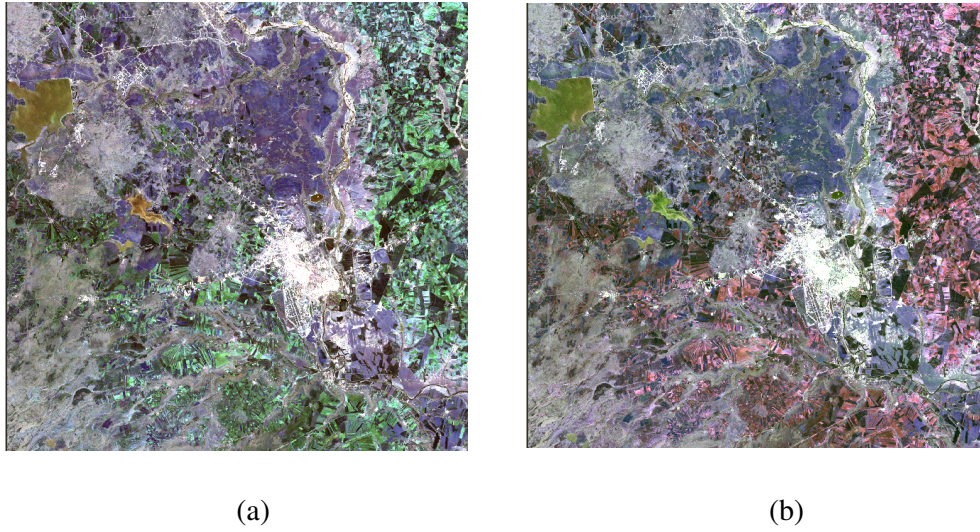
Renkli görüntü kavramı; 1 bant bir anlamda kırmızı filtrelenmiş, başka bir deyişle orijinal görüntüdeki gri değerler kırmızının tonları şeklinde ifade edilmiş, benzer şekilde 2 ve 3 bantlar da yeşilin ve mavinin tonları şeklinde ifade edilip üstüste çakıştırılmış ve oluşan renk karışımından da doğal renkler elde edilmiştir, şeklinde de açıklanabilir. Bu bant kombinasyonu şekilden de görüleceği üzere 3-2-1 dir.

Aşağıdaki Şekil 2.6'de doğal renkli görüntü verilmiştir. Burada görüntü RGB' dir ve bant kombinasyonu 3-2-1 dir.



Şekil 2.6. Doğal renkli görüntü

Yine aşağıdaki Şekil 2.7’da aynı görüntü RGB fakat bant kombinasyonları 1-2-3 ve 2-1-3 şeklinde sıralanmıştır.



Şekil 2.7. Farklı bant kombinasyonları ile oluşan görüntüler

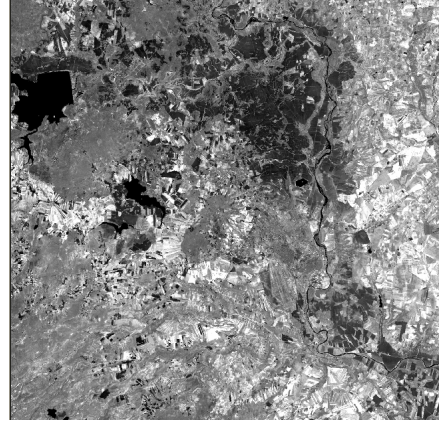
RGB gösterimde bant kombinasyonlarını değiştirence renklerin de değiştiği görülmektedir. Çünkü doğal renkli görüntüde:

Şekil 2.7 (a) 'da 1., 2. ve 3. bant kombinasyonları (RGB) olarak atanmış ve yapay renkli görüntü oluşmuştur.

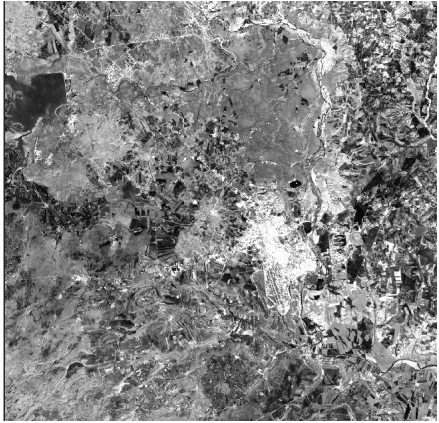
Şekil 2.7 (b) 'de 2., 1. ve 3. bant kombinasyonları (RGB) olarak atanmış ve yapay renkli görüntü oluşmuştur.

Aşağıdaki Şekil 2.8 (a), (b) ve (c)'de doğal renkli bir görüntüye ait R-G-B bantları ayrı ayrı gösterilmiştir:

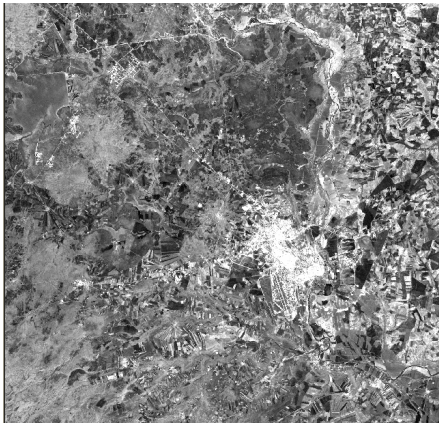
(a)



(b)



(c)

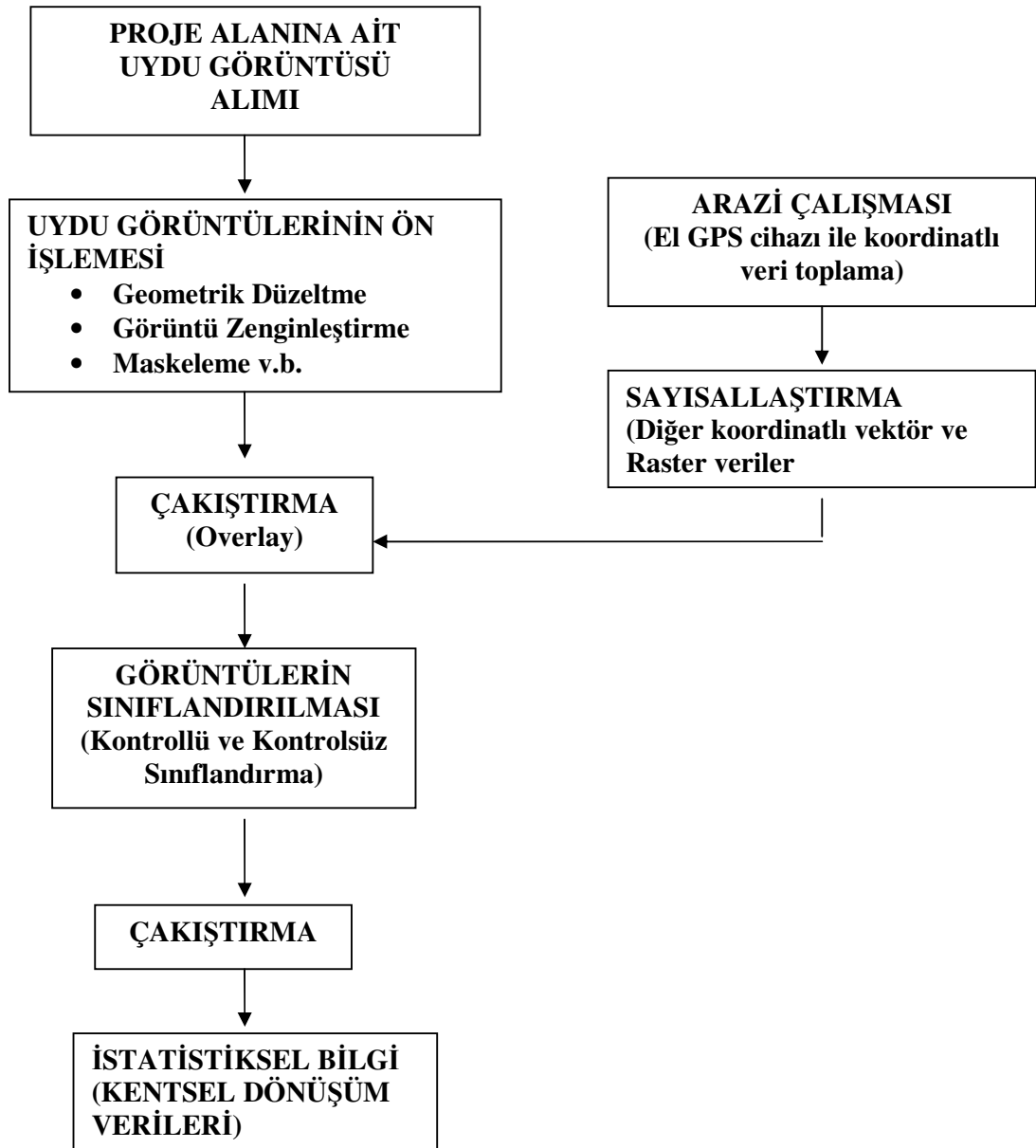


(c)

Şekil 2.8. Doğal renkli görüntünün RGB bantlarında ayrı ayrı gösterimi

3. UZAKTAN ALGILAMA İŞLEMLERİNDE TAKİP EDİLEN İŞ AKIŞ ŞEMASI

Uydular tarafından algılanmış görüntüler ham data olduklarından bir takım hata ve eksiklikler içermektedir. Uydu verilerinden tüm meslek dallarının faydalanabilmesi için görüntülerin bir dizi işlemde geçirilmesi gerekmektedir. Günümüzde bu işlemlerin yapılması için değişik algoritmalar uygulansa da genel olarak aşağıda gösterildiği şekilde işlem adımları takip edilmektedir.



Uydu platformundan elde edilen Uzaktan Algılanmış ham data görüntüleri, Ön İşlem olarak; Geometrik düzeltme, Görüntü zenginleştirme ve maskelemelerden sonra görüntünün kapsadığı alanda belirgin detay noktalarının koordinatları, daha önceden hazırlanmış haritaların koordinat değerlerinden veya arazide sayısal olarak ölçülerek koordinatlandırılır. Daha sonra görüntü üzerindeki bu detayların UTM sistemindeki koordinatları yardımıyla afin dönüşümü yapılarak çakıştırması yapılır. Düzeltmeleri ve dönüşümleri yapılan görüntüler bu aşamadan sonra projenin amacına ve proje alanı hakkında bilgi edinilmesine göre kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma işlemleri yapılır. Sınıflandırma aşamasından sonra, yapılan işlemlerin doğruluğunun analizi yapılarak görüntülerden elde edilen veriler yorumlanır.

4. UYDU VERİLERİNİN GEOMETRİK DÖNÜŞÜMÜ

Uydular yardımıyla elde edilen görüntüler işlenmeden önce geometrik bozulmaları içerir. Görüntülerin geometrik olarak düzeltilmeleri (yataylanmaları) sonucunda bozulmalar giderilerek görüntü koordinatları x , y ve nesne uzay koordinatları x , y , z arasında analitik bir ilişki kurulur. Uydu görüntülerinde, yeryüzünün hareketi ve eğikliği, uydu platformlarının yüksekliğindeki ve hızındaki değişimler sebebiyle geometrik hatalar meydana gelmektedir. Bu geometrik hataların düzeltilmesinde iki yöntem kullanılmaktadır. Geometrik bozukluklarının büyüklüğü ve yapısı modellenerek düzeltme getirilmesi, diğeri de görüntü piksel koordinatları ile bunlara karşılık gelen yer kontrol noktalarının koordinatları arasında matematiksel bir ilişki kurarak geometrik düzeltme getirilmesidir [Richards, 1986; Bayram, 2006].

Uydu verilerinin geometrik dönüşümünde genellikle birinci derece Affin dönüşümü kullanılmakta, küçük ve orta büyüklükteki çalışma alanları için bu metot tatmin edici sonuçlar vermektedir. Dönüşümde kullanılacak polinomun derecesi, dönüşüm uygulanacak uydu verisinin özelliklerine bağlıdır. Genellikle fazla distorsiyonu olan görüntülere, yüksek dereceden polinomlarla dönüşüm uygulanır [Musaoğlu, 1999]. Ancak üçüncü dereceden büyük polinomların kullanımı önerilmemektedir. [Kavzoğlu, 2004]

Görüntünün yeniden örneklenmesi, belirlenmiş bir sistemde görüntünün tanımlanmasıdır. Tanımlama için görüntü ve sistemdeki ortak özellikler kullanılır. Bu özellikler kontrol noktaları olarak adlandırılır. Kontrol noktaları belirlenirken görüntüde belirgin obje veya obje grupları kullanılmalıdır.

Eğer görüntü bir başka görüntü ile değil de bir harita üzerine yataylanacaksa haritadan ölçülecek kontrol noktaları iki boyutludur (X, Y). Dönüşümde kullanılacak polinomun derecesi görüntünün büyüklüğüne ve geometrisine bağlıdır.

Geometrik dönüşümde kullanılan kontrol noktalarında aranan temel özellik; kolayca belirlenebilmeleri ve yüksek konum doğruluğuna sahip olmalarıdır. Kontrol noktalarına ilişkin bu özelliklerin görüntüde ve dönüşümü yapılacak referans sistemde sağlanması gerekmektedir.

Küçük objeler yüksek bir doğrulukla kontrol noktası olarak belirlenebilir fakat bu tür objelerin her iki sistemde eşlenmesi kimi zaman güç olabilir. Örneğin bir görüntünün bir harita ile karşılaştırılması durumunda; haritadaki bir noktanın görüntüdeki karşılığının bulunması görüntünün elverdiği çözünürlüğe bağlıdır. Büyük objeler daha kolay tanımlanabilir. Kontrol noktaları belirlenirken objeler arasındaki kontrast farklılıkları önemli rol oynar. Kontrol noktaları, dönüşümün geometrik duyarlılığını doğrudan belirler. Küçük ölçekli haritalardan işaretlenen kontrol noktalarının duyarlılığı uygulamada yeterli değildir. Doğru kontrol noktası belirlemede önemli bir konu noktanın harita ve görüntüde eşlenik olmasıdır. Kontrol noktası belirlenirken harita ve görüntü arasındaki zamansal ve fiziksel farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır.

Geometrik düzeltmenin tam olarak gerçekleştirilmesi için yeni koordinatlara sahip piksellerin yeni değerlerinin hesaplanması gerekir. Bu konu yeniden örnekleme olarak adlandırılır. Genel olarak; Yakın Komşuluk (Nearest Neighbour), Bilineer

Enterpolasyon (Bilinear Interpolation) ve Kubik Katlama (Cubic Convolution) olarak bilinen üç çeşit örnekleme yöntemi kullanılmaktadır.

4.1. En Yakın Komşuluk Yöntemi

Bu yöntem aynı zamanda sıfırıncı dereceden enterpolasyon yöntemi olarak da adlandırılır. Bu yöntem ile yeni piksel gri değerleri giriş görüntüsündeki en yakında yer alan değerlerin kopyalanması ile elde edilir, dolayısı ile giriş görüntüsü ile aynı değeri alır. Bundan dolayı görüntünün radyometrik karakteri değişmez. Diğer taraftan sonuç görüntüde blok yapı bozular. Şekil 4.1 göz önünde bulundurulduğunda en yakın komşuluk yönteminde (i, j) pikselinin çevresindeki 4 pikselden en yakın olanının yansıma değeri (i', j') pikselinin yansıma değeri olarak atanır. Bu yöntem örneklemenin en basit ve hızlı olanıdır. Dezavantajı ise görünümdeki bazı piksel değerlerinin tekrarlanması veya hiç kullanılmamasıdır. Bu metodun sonuçları daha çok bağlantısız veya blok bir görüntüyü ortaya çıkarmaktadır [Kavzoğlu ve Çetin, 2005].

4.2. Bilinear enterpolasyon Yöntemi

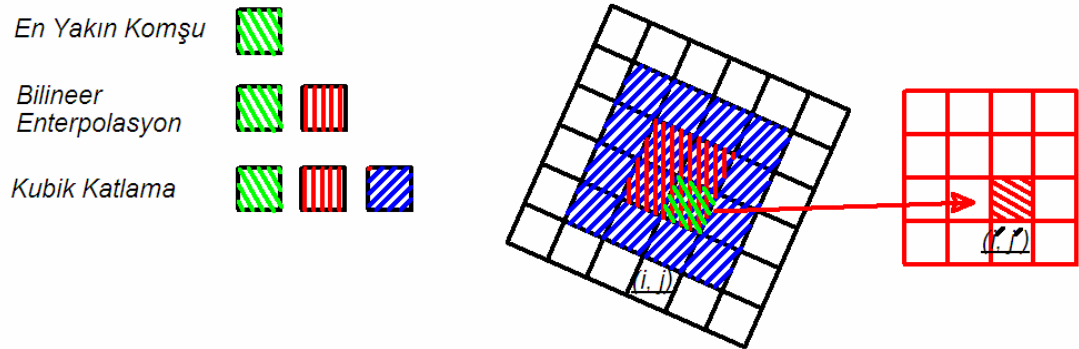
Bilinear enterpolasyon (çift yönlü doğrusal enterpolasyon) yönteminde, yeni piksele en yakın orijinal görüntüdeki dört pikselin ağırlıklı ortalamasının piksel (parlaklık) değeri verilir. Bu işlem orijinal piksel değerlerinin değişmesine ve tamamıyla yeni piksel değerlerinin oluşmasına ve görüntüdeki ayrıntıların kaybolmasına neden olur. Bu durum analiz ve sınıflandırma için önerilmemektedir. Bu yöntemle çalışması halinde örneklemenin sınıflandırmadan sonraya bırakılması önerilir [Kavzoğlu ve Çetin, 2005]. Bu işlemin sonuçları görüntüyü yumuşatır. Görüntüdeki keskin sınırlar sonuç görüntüde yumuşar. Şekil 4.1 göz önünde bulundurulduğunda (i, j) pikseline en yakın dört pikselin bu piksele olan ağırlıklı uzaklıkları esas alınarak eşitlik 4.1'deki formülle yeni parlaklık değeri hesaplanır.

$$\text{Parlaklık Değeri} = \frac{\sum_{k=1}^4 Z_k / D_k^2}{\sum_{k=1}^4 1 / D_k^2} \quad (4.1)$$

Burada Z_k dört çevre pikselin yansıma değeri, D_k ise çevre dört pikselin (i, j) pikseline olan uzaklıklarıdır.

4.3 Bikübirik enterpolasyon Yöntemi

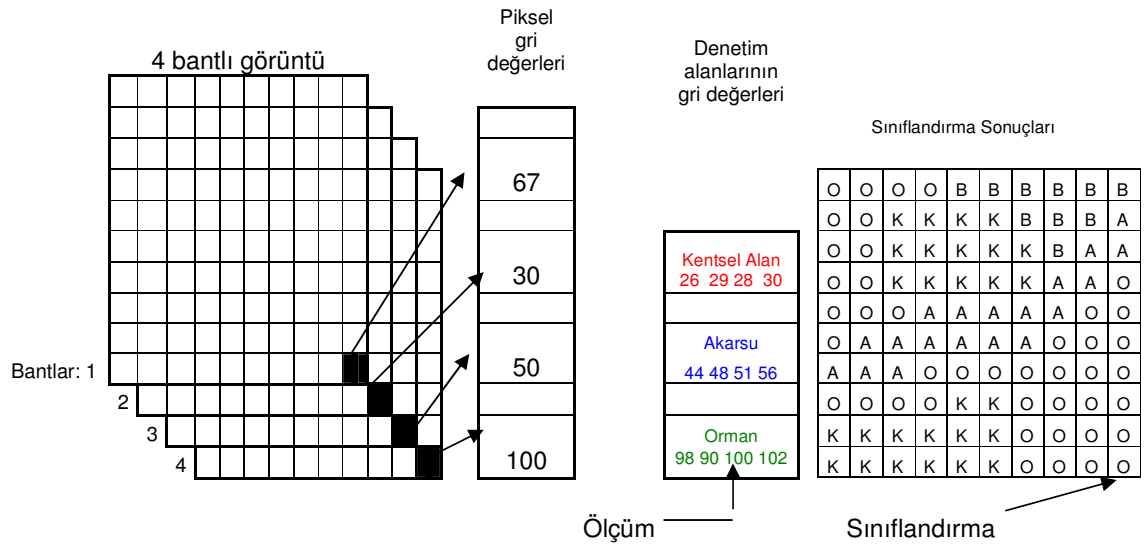
Bikübirik teknik yönteminde ise yeni piksele yakın orijinal görüntüdeki 16 pikselin değerlerinin ağırlıklı ortalaması alınarak belirlenir. Bu yöntem diğer iki yöntemden de daha bulanık bir görüntünün oluşmasına ve görüntüdeki ayrıntının kaybolup backgrounddan ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Diğerlerine göre daha uzun bir hesaplama zamanı gerektirir, daha yavaştır ve tüm bu özelliklerinden dolayı genellikle tercih edilmez. Şekil 4.1 göz önünde bulundurulduğunda Bikübirik enterpolasyonda (kübik katlama) bilineer enterpolasyondaki aynı hesaplama tekniği kullanılır. Tek fark (i, j) pikselinin çevresindeki 16 pikselin (i, j) pikseline ağırlıklı uzaklıkları hesaplanarak yeni yansıma değeri bulunur [Kavzoğlu ve Çetin, 2005].



Şekil 4.1. Piksellere yeniden örnekleme yöntemleri ile değer atanması

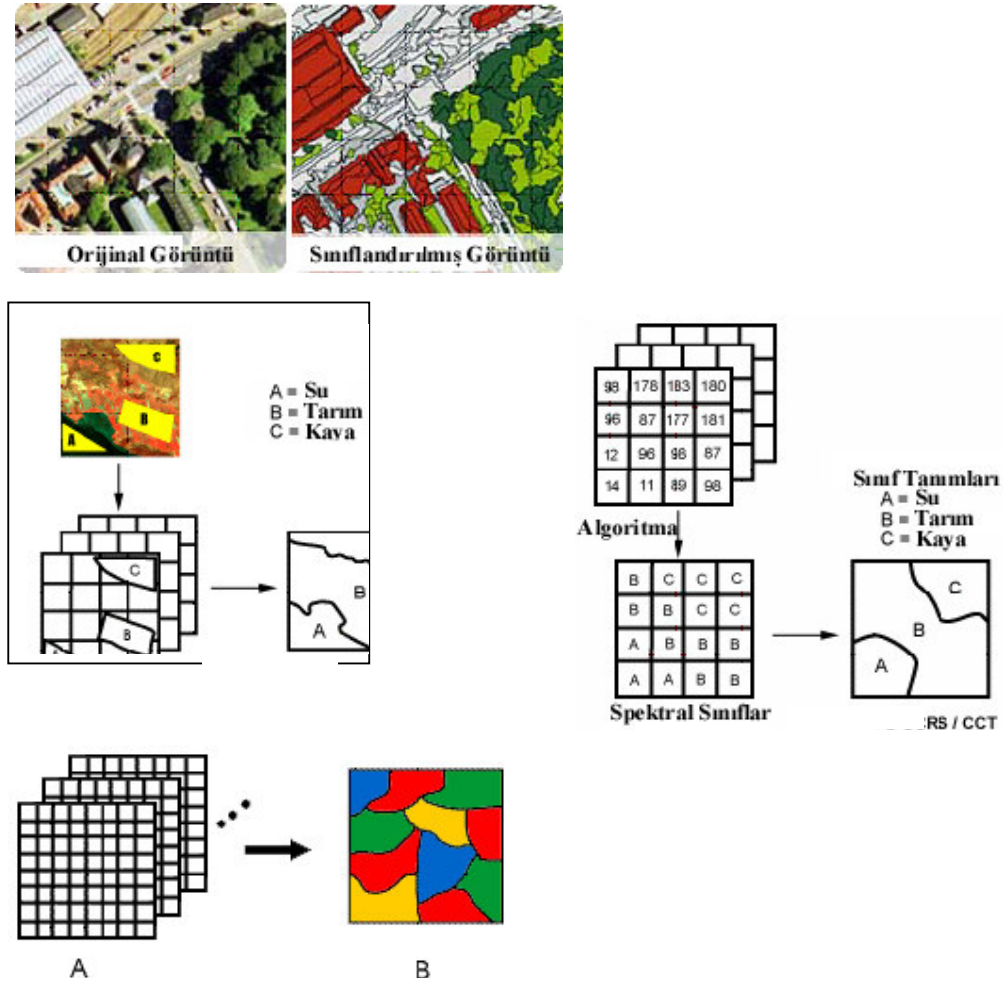
5. SINIFLANDIRMA

Sınıflandırma, objelerin benzerliğinden yola çıkarak ve özelliklerine göre seçilerek gruplandırılması olarak tanımlanabilir. Otomatik sınıflandırma, verilen bir obje kümesi içinde benzer objelerin homojen sınıfları oluşturması veya verilen objenin özelliğinden yola çıkarak birçok veya daha öncede tanımlanmış sınıfların oluşturulmasının matematik ve istatistik yöntemlerle gerçekleştirilmesidir.



Şekil 5.1. Piksellerin belirlenen sınıflara atanması

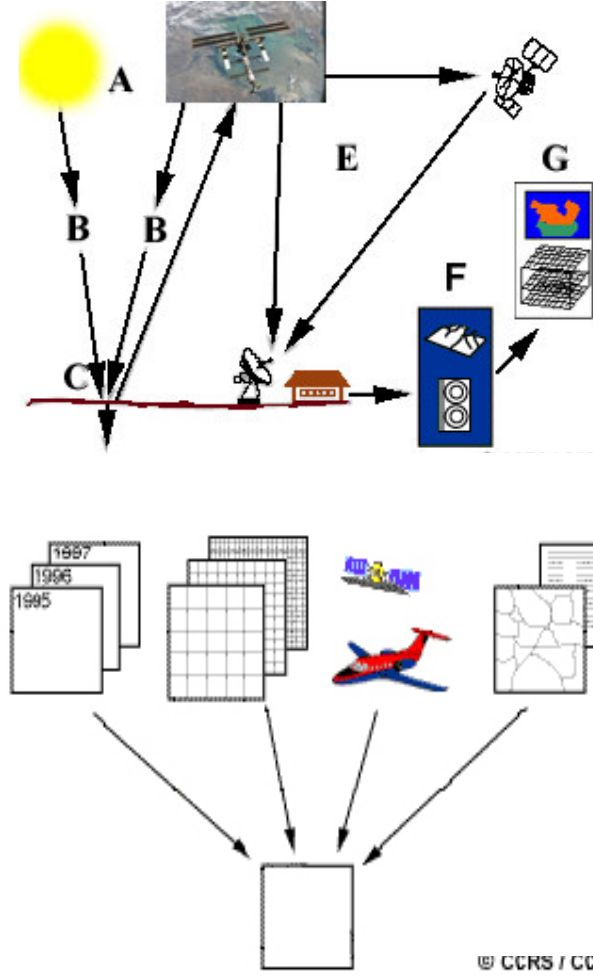
Sınıflandırma; birçok bilim dalında kullanılan bir karar verme işlemidir. Görüntü sınıflandırma işleminde amaç, bir görüntüdeki bütün pikselleri arazide karşılık geldikleri sınıflar veya temalar içine otomatik olarak atamak, yerleştirmektir. Diğer bir anlamda görüntüdeki objelerin segmentasyonudur. Sınıflandırma ile görüntüdeki objeler, belirlenen (ya da denetimsiz sınıflandırmada olduğu gibi sınıflandırıcı tarafından belirlenen) sınıflara ayrılarak tanımlanırlar (Şekil 5.1). Özellikle uzaktan algılamada arazi kullanımı uydu görüntüleri sınıflandırılarak elde edilir. Elde edilen sonuçlar vektör veriye dönüştürülerek tematik haritalar elde edilir. Burada önemli olan çalışılan görüntünün çözünürlüğüne, gerçekleştirilen sınıflandırma işleminin doğruluğuna bağlı olarak sonuç ürünün kullanım ölçeğinin belirlenmesidir [Bayram, 2006].



Şekil 5.2. Objelerin algılanması, kaydedilmesi ve sınıflandırılması

Görüntü, objelerden yansıyan enerjinin algılanması ile oluşur. Dolayısı ile görüntüdeki bant sayısı objelerin birbirinden ayrılmasını kolaylaştırır. Her obje elektromanyetik spektrumun farklı alanlarında değişik yansıma yapar. Böylelikle sınıflandırma işleminde tüm bantlarla çalışılarak objelerin ayrılması (segmentasyonu) kolaylaşır. Örneğin K objesi ile L objesinin elektro manyetik alanın 0,45-0,50 bölgesinde aynı yansımayı yaptıklarını düşünelim. Bu objelerin birbirinden ayrılması olanaksızdır. Farklı bantlar ile bu sorun çözülebilmektedir [Bayram, 2006]. Şekil 5.2’de aynı renkte yansıma veren objelerin oluşturduğu alanlardan seçilen piksellerin oluşturduğu eğitim setleri yardımıyla görüntü üzerinde aynı yansıma değerine sahip bütün piksellerin tespit edilen sınıflara atanarak sınıflandırılması sağlanmış olur. Bu işlemle 3000 veya 50000 piksel yardımıyla milyonlarca pikselin (bir görüntünün yer yüzünde kapladığı alan 185000m x 185000m olduğuna göre 28.5 m çözünürlükteki

bir Landsat TM görüntüsünde yaklaşık $6500 \times 6500 = 4225000$ adet/piksel vardır) tespit edilen sınıflara atanması sağlanır.



Şekil 5.3. Görüntünün elde ediliş aşamaları

Yukarıdaki Şekil 5.3'te görüntünün elde edilişi anlatılmaktadır. Kimi uygulamalarda aynı alana ait farklı zamanda algılanmış görüntüler kullanılarak alandaki değişim incelenir.

Uzaktan algılama ile elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait çeşitli türde bilgi içermektedir. Bu bilgi yeryüzünden yansıyan ya da yayılan enerjinin elektromanyetik spektrumun belli aralıklarında ölçülerek bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her

bir bantta o bandın duyarlı olduğu spektral aralığa ait yansıma değeri bulunur. Uydu görüntülerinin içerdđi bu veriler ham haldedir, karmaşık görünen bu verilerden bilgi elde edebilmek için çeşitli analizler ve yorumlama teknikleri kullanmak gerekir.

Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek konular şu şekilde sıralanabilir [Bayram, 2006].

- Algılayıcı, algılama zamanı ve spektral bantların amaca uygun olarak seçimi
- Yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek kontrol alanlarının seçimi
- Amaca yönelik sınıflandırma algoritmalarının seçimi
- Belirlenen bu özelliklerin tüm görüntüye uygulanması ve sonuç görüntülerinde doğruluk analizlerinin yapılması.

Uzaktan algılama ile elde edilmiş görüntüler yeryüzünden yansıyan veya yayılan elektromanyetik enerjinin belirli aralıklarla farklı bantlara kaydedilmesi ile elde edilen bilgiler içermektedir. Görüntü sınıflandırma, görüntüyü oluşturan her bir pikselin tüm bantlardaki değerlerinin diğer pikseller ile karşılaştırılarak benzer piksellerin kullanıcının belirlediği bilgi kategorileri dahilinde sınıflara ayrılması işlemidir [Campbell, 1996; Kavzoğlu ve Çetin, 2005]. Sınıflandırma yöntemleri en genel yaklaşımla eğitim alanlarının kullanılıp kullanılmamasına göre kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

- **Denetimsiz (Kontrolsüz) Sınıflandırma (Unsupervised Classification)**
- **Denetimli (Kontrollü) Sınıflandırma (Supervised Classification)**

Sınıflandırmaların sonucunda ise, iki tip hataya rastlanmaktadır. Bunlar;

- Piksellerin yer alması gerekenden farklı bir sınıfa atanması (error of comission)
- Piksellerin uygun bir sınıfa atanamamasıdır (error of omission)

Bu sebeplerden dolayı, sınıflandırmayı yapmadan önce, amaca en uygun bant kombinasyonu seçilmesi ve yukarıda bahsedilen iki hatayı en aza indirecek olan sınıflandırma yönteminin belirlenmesi gerekmektedir.

5.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

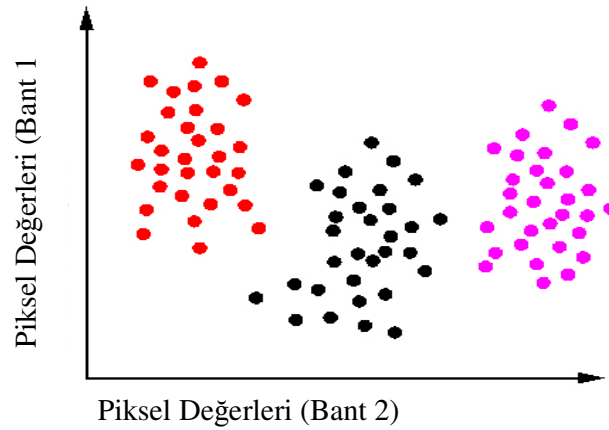
Bu yöntem; piksellerin, kullanıcı müdahalesi olmadan algoritmalar yardımı ile otomatik olarak kümelendirilmesi temeline dayanmaktadır. Denetimsiz sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılan ISODATA ((Iterative Self Organizing Data Analyses Tecnique) (Tekrarlı veri Analizi Yöntemi) dır. Bu yöntem, tekrarlı olarak tüm sınıflandırmayı gerçekleştirme ve uygulanan her iterasyon sonrasında yeniden istatistik hesaplamasını temel alır. Self Organizing ise, minimum girdi ile kümelerin oluşturulmasıdır [Bayram, 2006].

Bu yöntem karar kuralı olarak, minimum uzaklığı kullanır. Pikseller, görüntünün sol üst köşesinden başlanarak soldan sağa ve satır satır analiz edilir. Aday piksel ile her bir küme ortalaması arasında spektral uzaklık hesaplanır ve en yakın kümeye atanır. Öncelikle istenilen sınıf sayısı kadar oluşturulan kümenin ortalaması hesaplanır ve her iterasyondan sonra, her bir kümenin yeni ortalaması hesaplanılarak, bu ortalamalar bir sonraki iterasyon kümelerinin tanımlanmasında kullanılır [Bayram, 2006].

Denetimsiz sınıflandırma; görüntüdeki veri tanımlanamadığında başvuru olan yöntemdir. Bu yöntemde, arazi örtüsü tipini bilinmesine gerek yoktur, öncelikle sınıf sayıları belirlenir (bu aralığın geniş tutulması faydalıdır). Ayrıca, veri bantı değerleri

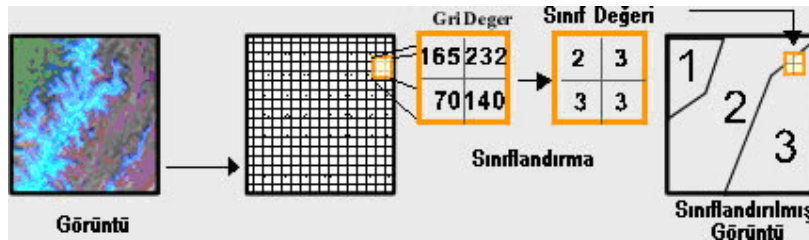
yardımları ile, benzer piksellerin otomatik olarak bulunması temel alınmaktadır. Tanımlanan bu pikseller sembol, değer ya da etiketlere atanır, gerektiğinde de aynı tip sınıflarla birleştirilir.

Denetimsiz sınıflandırma sonucundan elde edilen sınıflar, spektral sınıflardır ve spektral sınıfların özellikleri başlangıçta bilinmemektedir. Analizi yapan kişi; sınıflandırılmış görüntüyü, spektral sınıfların değer bilgilerine ulaşabilmek için başka bir referans bilgiyle (harita ya da görüntü gibi) kıyaslama yapması gerekmektedir. Aşağıdaki şekilde; denetimsiz yaklaşımın uygulandığı, iki kanallı veri kümesi göz önünde tutulmuştur. Veriler içerisindeki doğal spektral gruplar, saçılma diyagramı grafiği yardımı ile görülerek tespit edilebilmektedir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4. Objelerin oluşturduğu spektral gruplar.

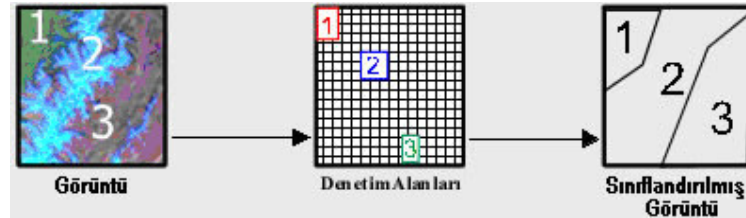
Saçılma diyagramında üç grup görülebilmektedir. Sınıflandırılan görüntü verilerinin, referans verilerle kıyaslamasından sonra, bu grupların gerçekte hangi sınıfa ait olduğu belirlenebilir [Bayram, 2006].



Şekil 5.5. Kontrolsüz sınıflandırmada objeyi sınıfa atama

5.2. Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırmada görüntünün hangi sınıflara ayrılacağı, ya da görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istenildiği önceden bilinir. Bunun için görüntüden belirlenen sınıflara ait denetim alanlarının seçilmesi gerekmektedir. Bu seçim için gerektiğinde arazide yer gerçekliği yapılması zorunludur. Denetim alanlarının seçimi sınıflandırmanın doğruluğunu etkileyen bir aşamadır. Uygulamada sıkça karşılaşılan sorun sınıf çakışmasıdır. Sınıf çakışmasının nedenlerinden biri de denetim alanlarının ölçümünde yapılan hatalardır [Bayram, 2006].



Şekil 5.6. Kontrollü sınıflandırmada objeyi sınıfa atama

Seçilen sınıflara ait tüm görüntü için istatistikler aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\text{Ortalama Vektör } M = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \mu_3 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \mu_n \end{pmatrix} \quad (5.1)$$

$$\text{Kovaryans matrisi } C = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & \cdots & c_{1N} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & \cdots & c_{2N} \\ \vdots & & & & \vdots \\ \vdots & & & & \vdots \\ c_{N1} & c_{N2} & \cdots & \cdots & c_{NN} \end{pmatrix} \quad (5.2)$$

Sınıflar teker teker ele alınacak olursa

m sınıf için:

$$\begin{array}{ccccccc} \omega_1 & \omega_2 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \omega_m \\ M_1 & M_2 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & M_m \\ C_1 & C_2 & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & C_m \end{array}$$

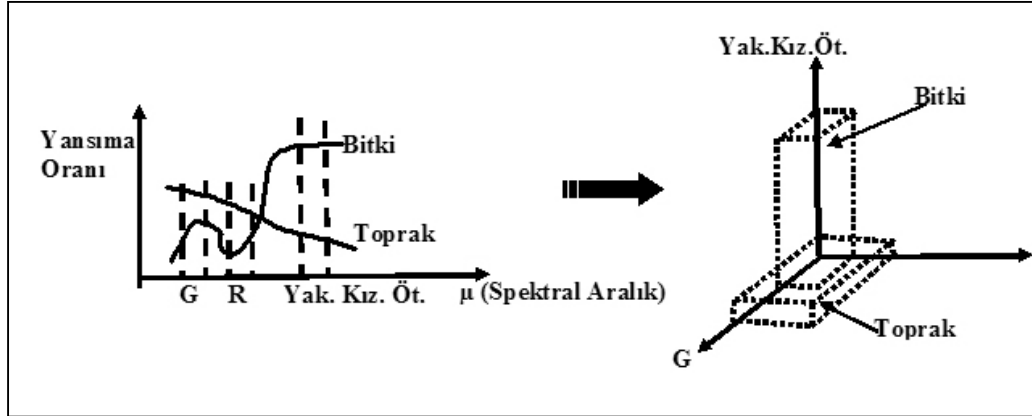
M_m C_m istatistikleri denetim alanlarındaki piksellere aittir.

Kontrollü sınıflandırmada kullanılan belli başlı metotlar :

- 1- En Kısa Uzaklık (Minimum Distance veya Centroid) Yöntemi
- 2- Paralel Kenar (Paralelpiped) Yöntemi
- 3- Mahalanobis Yöntemi
- 4- En Çok Benzerlik (Maximum Likelihood) Yöntemi

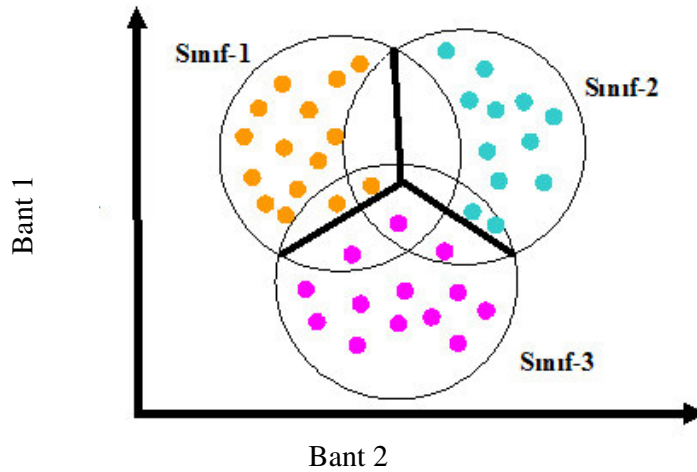
5.2.1. En Kısa Uzaklık Sınıflandırma Yöntemi :

Bu sınıflama metodunda, her bir tanımlama dosyasının ortalama vektörü hesaplanır. Pikselin her bir sınıf ortalamasından uzaklığı Öklit bağıntısına göre hesaplanır. Öklid Uzaklığı ise Pisagor Teoremi temel alınarak bir pikselin diğer piksele olan uzaklığının ölçüm yöntemidir [Bayram, 2006].



Şekil 5.7. En Kısa Uzaklık Yöntemi Temel Yaklaşımı

Sınıflandırma için oluşturulan veri kümelerinin sayısına göre, bilgisayar tüm veri setlerini tanıyarak o miktarda sınıf oluşturur. Daha sonra her pikselin parlaklık değerini oluşturan sınıfların ortalamasıyla karşılaştırarak pikseli en yakın sınıfa atar.



Şekil 5.8. En kısa uzaklık yönteminde piksel sınıflandırması

$$SD_{XYC} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\mu_{ci} + x_{xyi})^2} \quad (5.3)$$

SD_{XYC} : sınıf C ye (x, y) konumundaki pikselin spektral uzaklığı

n : bant sayısı

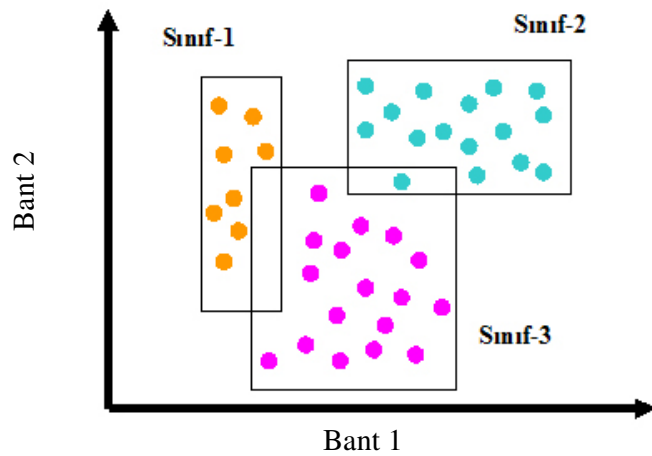
x_{xyi} : Bant i deki (x, y) konumundaki pikselin parlaklık değeri

μ_{ci} : sınıf c yi oluşturan temsil kümelerinin ortalama parlaklık değeri

SD nin en küçük olduğu yerde piksel c sınıfına atanır. Sadece piksel parlaklık değerlerinin kullan yöntemin dezavantajıdır.

5.2.2. Paralel Kenar Sınıflandırıcısı

Bu yöntem, iki boyutlu alanda, sınıf tanım verilerinden yararlanılarak oluşturulur. Histogramlar yardımıyla, üst ve alt sınırlar da tanımlanarak, sınıflara ait kapalı alanlar oluşturulur. Paralelkenar ya da dikdörtgen olarak kullanılan kutular X eksenine paralel olacak biçimde oluşturulur. Piksellerin bu sınıflara atanmasında yatay konumları belirleyici olur [Bayram, 2006]. Bu sınıflar dışında kalan pikseller ise bilinmeyen olarak adlandırılır Aynı düzlemde bulunan pikseller, aynı sınıfa atanır. Hızlı bir yöntem olmasına karşın, piksellerin üst üste çakışmış paralel kenarların içerisinde olabilmesi bu yöntemin ana problemidir. Lillesand ve Kieffer (1994) paralelkenarların basamaklar şeklinde sınırlandırılması ile sorunun çözülebileceğini öne sürmüştür. Böylelikle piksellerin dağılım sınırları daha iyi tanımlanabilmektedir [Şen, 2006].



Şekil 5.9. Paralel kenar yönteminde piksel sınıflandırma prensibi

5.2.3. Mahalanobis Uzaklık Sınıflandırma Yöntemi

Bu yöntemle varyans-kovaryans tekniği matrisi kullanılır. Varyans-kovaryans matrisinde yüksek değerli olanlar kendi içinde benzer sınıflar, düşük değerli olanlar da kendi içlerinde benzer sınıflar oluştururlar. D nin en küçük olduğu yerde piksel sınıfı c ye atanır.

Mahalanobis uzaklık sınıfların değişkenliklerini hesaba katar. Ayrıca bu yöntem yavaş çalışır.

$$D = (X - M_C)^T (COV_C)^{-1} (X - M_C) \quad (5.4)$$

D : mahalanobis uzaklık

M_C : sınıf C nin ortalama vektörü

COV_C : sınıf C yi oluşturan temsil kütüklerinin varyans - kovaryans matrisleri

X : (x,y) konumundaki pikselin parlaklık değeri

5.2.4. En Çok Benzerlik Sınıflandırma Yöntemi

Bu yöntem en yaygın denetimli sınıflandırma yöntemidir ve algoritmalar uzaktan algılama uydu verisinde kullanılır. Bu algoritma, spektral farklılıklardan yararlanarak işlem yapar. Bu yöntem her pikselin bir sınıfta olması olasılığına dayanır. Sınıfların ilk olasılıkları hakkında bilgi mevcut değilse, hepsi eşit olasılıklı olarak kabul edilir. Ayrıca; maximum likelihood yöntemi, diğer sınıflandırma yöntemleri içerisinde en güvenilir olandır; çünkü, pikselleri sadece parlaklık değerlerine göre değil, her sınıf için ayırım oluşturacak varyans-kovaryans matris değerine göre oluşturur. Bu yöntem normal dağılım gösteren veriler için daha uygun sonuçlar üretecektir [Bayram, 2006].

$$D = \ln(a_c) - [0.5 \ln(|COV_c|)] - [0.5(X - M_c)^T (COV_c^{-1})(X - M_c)] \quad (5.5)$$

D : ağırlıklı uzaklık,

C : sınıf,

X : bir pikselin ölçü vektörü,

M_c : C sınıfına ait denetim alanının ortalama vektörü,

a_c : Herhangi bir pikselin C sınıfına ait olmasının % olasılığı, öncül olasılık,

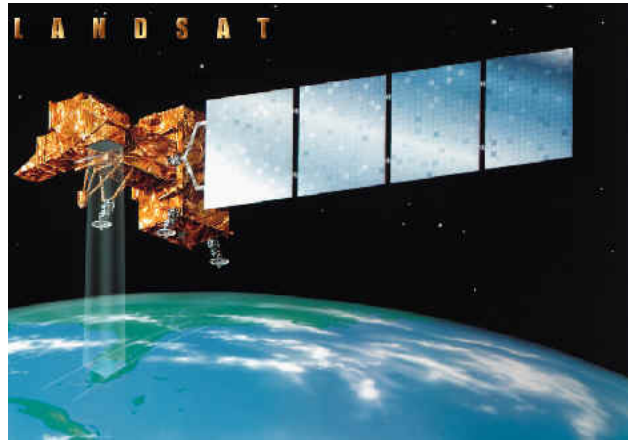
COV_c : C sınıfına ait denetim alanı piksellerinin kovaryansı

$|COV_c|$: COV_c nin determinantı

6. LANDSAT UYDULARI VE ÖZELLİKLERİ

İlk LANDSAT uydusunun 1972 yılında uzaya gönderilmesinden sonra 4 adet LANDSAT uydusu daha yörüngeye oturtulmuştur. İlk kuşak 3 uydudan oluşmaktadır. Bu uydular iki sensör taşımaktadır. Return Beam Vidicon (RBV) kamera ve Multispectral Scanner (MSS). RBV kamera ile yaşanan teknik sorunlar, MSS'in spektral ve radiometrik üstünlüğü nedeniyle RBV data nadiren kullanılır.

İkinci kuşak LANDSAT uyduları, 1982 'te LANDSAT 4 ile başlayarak, RBV yerine Thematic Mapper (TM) adında yeni bir cihazla donatılmışlardır. 1993 yılında, LANDSAT 6 şanssız bir şekilde düştükten sonra LANDSAT 7, geliştirilmiş Thematic Mapper ve yüksek çözünürlüklü scanner ile donatılarak Mart 1999 da fırlatılmıştır (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Landsat 7 uydusunun genel görüntüsü

Tablo 6.1. Landsat uydularının özellikleri

LANDSAT 1-7 Uyduları Özellikler							
Uydu	Operatör	Başlangıç ve Sonlanma Tarihi	Sensör	Yersel	Radyometrik	Şerit Genişliği Swath	Görüntüleme Sıklığı
Landsat 1/2/3	NASA-EOSAT	1972/75/78	MSS	80m	8 bit		18 gün
		1978/82/83					
Landsat 4/5	Space Imaging	1982/84, 1987/-	TM	30m (VNIR)	8 bit	183	16 gün
			TM	30m (SVIR)	8 bit	183	16 gün
			TM	120m (TIR)	8 bit	183	16 gün
Landsat 7	NASA	1999	Pan	15m.	8 bit	185	16 gün
			ETM	30m(VNIR-SWIR)	8 bit	185	16 gün
			ETM	60m. (TIR)	8 bit	185	16 gün

6.1. Yörünge Karakteristikleri

LANDSAT uydusu tekrarlı, dairesel, güneşe senkronize, kutuplara-yakın (near-polar) yörüngeye sahiptir. Bu özellikleri sayesinde 81°N ve 81°S arasında görüntüleme yapabilmektedir. LANDSAT 1 - 3 uyduları için revisit-cycle (tekrar süresi) 18 gündür, LANDSAT 4 ve 5 için 16 gündür.

Ekvatorda yol ayrımı (ground track separation) 172 km'dir ki bunlar komşu taramalar arasında %7.6 lık bindirme oluşur. Bu bindirme kutuplara doğru yaklaştıkça daha da artmaktadır. Öyle ki 60° boylamda %54 olmaktadır.

6.2. Coğrafi Kapsama Alanı

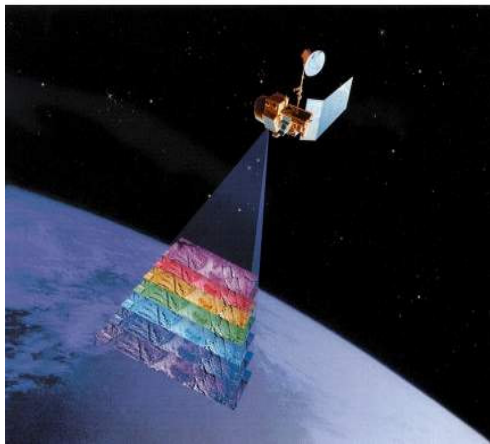
LANDSAT'ların 16-günlük yörünge tekrarları LANDSAT'ların Dünya Referance Sistemi'nin (Worldwide Reference System.) parçasıdır. WRS Dünya haritasının LANDSAT Uydularının geçiş yollarına göre sıra ve sütunlara ayrılmış path haritasıdır. LANDSAT 1, 2 ve 3 (WRS 1) 'in koordinat sistemi LANDSAT 4 ve 5 (WRS 2) 'inkinden farklıdır.

Afrika üzerinde 1994 ve 1995 'te LANDSAT 5 TM verilerini almak için Nairobi, Kenya ve Libreville, Gabon 'da portatif alıcı istasyonu kullanılmıştır. TM ve MSS verileri için veri dizisi 8-bit'ten oluşmaktadır. (Yani sinyal 256 farklı değere eşleştirilmektedir).

Multi-Spectral Scanner (MSS) MSS alıcısı görünür ve yakın-infrared bölgede 4 adet bant'a sahiptir. (0.5 ; 10 ; 1.1 μm) ve 80 metre çözünürlüktedir. Thematic Mapper adlı cihazın spektral ve geometrik çözünürlük üstünlüğü nedeniyle MSS' in talebi hızla azalmıştır. Aşağıdaki karakteristikler TM veriye aittir.

6.3. Spektral Karakteristikler

Uyduların spektral özelliği olarak Thematic Mapper özelliği açıklanacaktır. LANDSAT 5 teki Thematic Mapper (TM) LANDSAT 4 'teki ile aynıdır. 1984 yılından beri kullanılan TM görünür NIR ve SWIR bölgede 30m çözünürlüklü 6 adet bant ve 120m çözünürlüğe sahip Termal Bant'a sahiptir. (önceki verilerle uyumluluğu sağlamak amacıyla bu bant Bant 6 olarak kullanılmaktadır)(Şekil 6.2).

LANDSAT 4, LANDSAT 5 	MSS: Bant 1: 0.5-0.6 μm Bant 2: 0.6-0.7 μm Bant 3: 0.7-0.8 μm Bant 4: 0.8-1.1 μm Çözünürlük: 80m Görüntü Çerçevesi: 185 km x 170 km Uydu Yüksekliği: 705 km. TM: Bant 1: 0.45-0.52 μm Bant 2: 0.52-0.60 μm Bant 3: 0.63-0.69 μm Bant 4: 0.76-0.90 μm Bant 5: 1.55-1.75 μm Bant 6: 10.4-12.5 μm Bant 7: 2.08-2.35 μm Çözünürlük: Bant (1,2,3,4,5,7) 30m, Bant 6: 120 m
---	---

Şekil 6.2. Landsat 4 ve Landsat 5 uydularının yapısı, bant sayıları ve bantların duyarlı olduğu spektral dalga boyları [URL-3, 2006].

6.4. LANDSAT 7'nin Cihazları

LANDSAT 7 Geliştirilmiş Thematic Mapper Tarayıcısı taşımaktadır. Standart 7 Bant'a ek olarak 15m çözünürlüğe sahip pankromatik bant (0.50- 0.90 μm) eklenmiştir. Bunlara ek olarak Termal Bant'ın çözünürlüğü de 60m'ye indirilmiştir. Aynı zamanda MSS yerine HRMSI taşıyacaktır. Bu cihaz 10m çözünürlüğe sahiptir. İlk 1-4 bantları TM ile aynı spektral aralığa sahip olup stereo görüntüleme özelliğine sahip 5-metrelik pankromatik tarayıcıya da sahiptir. HRMSI 60 km görüntüleme alanı (swath width) içerisinde yandaki iki path'i de görüntüleyebilmektedir. Üzerinde bulunan kayıt ünitesi sayesinde alıcı istasyonun olmadığı bölgelerde de görüntü çekebilmektedir.

7. UYGULAMA

Bu çalışmada farklı zamanlı yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılarak 1980' li yıllarda başlayan ve günümüzde yoğun bir şekilde devam eden sanayileşme ve buna bağlı olarak şehirleşmenin Diyarbakır ve çevresindeki arazi kullanımına etkisi tespit edilmiştir.



Şekil 7.1. Uydu fotoğrafında Diyarbakır'ın 2002'deki görüntüsü görülmektedir.



Şekil 7.2. Diyarbakır'ın doğu tarafı



Şekil 7.3. Diyarbakır'ın batı tarafı



Şekil 7.4. Yapılaşmanın yoğun olduğu kesimler



Şekil 7.5. Şehirleşmenin yoğun olduğu kesimler arasında kalan gecekondü yapılaşması görülmektedir.



Şekil 7.6. Şehirleşmenin yoğun olduğu kesimler



Şekil 7.7. Modern yapı inşaatlarının yoğun olduğu kesimler

8. ÇALIŞMA ALANI

Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesin’nde, Yukarı Mezopotamya olarak da adlandırılan bölge içinde, Dicle Havzası’nda yer almaktadır. Karacadağ’dan Dicle Nehri’ne uzanan geniş volkanitlerin oluşturduğu platonun doğu kenarında, Dicle Irmağı’nın batı kıyısında kurulmuş olan kent, denizden 650 metre yükseklikte yer almaktadır. Coğrafi konumu itibarıyla $37^{\circ} 52' 49''$ ile $37^{\circ} 57' 52''$ kuzey enlemleriyle $40^{\circ} 09' 24''$ ile $40^{\circ} 15' 44''$ doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 8.1).



Şekil 8.1. Diyarbakır ilinin coğrafik konumu

Tablo 8.1’de 1960 yılından itibaren Diyarbakır nüfusunun Türkiye ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile karşılaştırmalı olarak artışı verilmiştir. Görüldüğü gibi, özellikle 1990’dan itibaren Diyarbakır şehrinde, gerek bölge gerekse Türkiye ortalamalarının üzerinde bir nüfus artışı olduğu görülmektedir.

Tablo 8.1. Diyarbakır ilinin farklı yıllara ait nüfus bilgileri

NÜFUS (1. 000 KİŞİ)	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	2000
Türkiye Toplam	27755	31391	35605	40348	44737	50664	56473	67845
<i>İndeks</i>	<i>100</i>	<i>113</i>	<i>128</i>	<i>145</i>	<i>161</i>	<i>183</i>	<i>203</i>	<i>244</i>
G. Doğu And. Bölğ Top.	2053	2368	2803	3212	3578	4104	5157	6604
<i>İndeks</i>	<i>100</i>	<i>115</i>	<i>137</i>	<i>156</i>	<i>174</i>	<i>200</i>	<i>251</i>	<i>322</i>
Diyarbakır Büyükşehir (1)	100	127	177	203	323	409	1095	721
<i>İndeks</i>	<i>100</i>	<i>127</i>	<i>177</i>	<i>202</i>	<i>323</i>	<i>409</i>	<i>1095</i>	<i>721</i>

(URL-2, 2006) Devlet İstatistik Enstitüsü (Büyükşehir Belediyesi nüfusu yeni sınırlara göre düzeltilmiş olup, Büyükşehir sınırları içine giren kentsel ve kırsal bölgeleri kapsamaktadır).

9. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

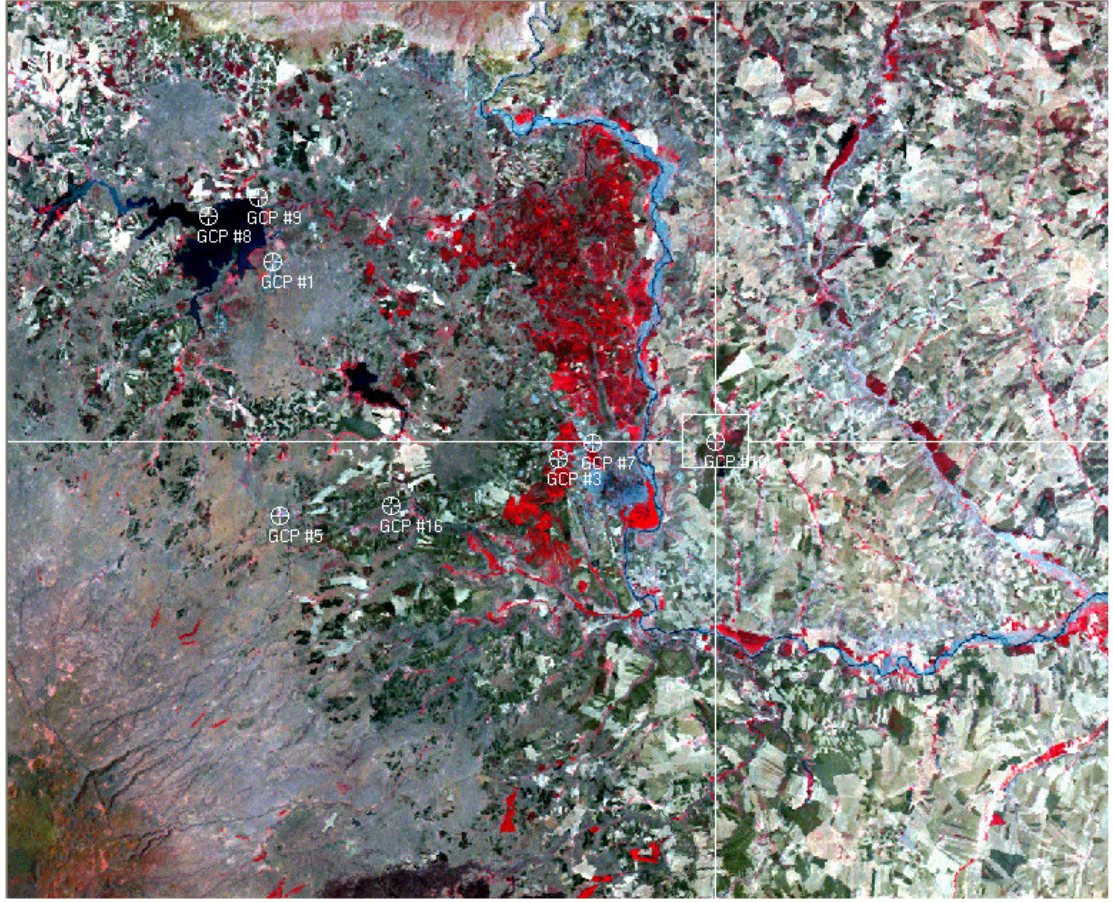
Bu çalışmada, 28.07.1983 tarihli Landsat MSS, 28.05.1990 tarihli Landsat TM ve 29.05.2002 tarihli Landsat ETM görüntüleri, seçilen alandaki zamansal değişimin tespitinde kullanılmıştır.

Uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesi için; Diyarbakır iline ait Fotogrametrik yöntemle hazırlanmış 1/5000 ölçekli Halihazır Haritalar, Karayolları kamulaştırma haritaları, Kadastro plan ve paftaları ile 1/25.000 ölçekli haritalar kullanılmıştır. Sayısal olarak bilgisayar ortamına bulunan detay noktaları ERDAS/Imagina yazılımı ile UTM koordinat sisteminde tanımlanarak haritalar mozaik haline getirilmiştir. Ayrıca, uydu görüntülerinin sınıflandırılması aşamasında Diyarbakır Tarım İl Müdürlüğü verileri kullanılmış, Diyarbakır Orman işletme Şefliğinden meşcere haritaları ile 2002 yılında kaydedilmiş büyük ölçekli IKONOS uydusu görüntüleri ve Google Earth yazılım programından faydalanılmıştır. Eğitim alanlarının belirlenmesinde bu verilerin yanında arazide görsel olarak da alan belirlemesi el GPS aletleriyle belirlenen konumlarda yapılmıştır.

Çalışma alanı, Diyarbakır il merkezi ve şehrin büyüme aksı üzerinde olan Şanlıurfa Devlet Yolu güzergahı da dikkate alınarak yapılaşma ve tarım alanlarını da içine alacak şekilde yaklaşık 27.61 km²'lik (827x414 piksel boyutunda) bir alan olarak belirlenmiştir. Bu bölge doğu-batı yönünde Diyarbakır Otogarından Dicle Üniversitesi sınırlarını kapsayan bir alan ile kuzey-güney yönünde Yapılaşmanın sonlandığı bölge ile tarım arazilerini içine alacak şekilde oluşan alanı kapsamaktadır.

Uydu görüntülerinin farklı veri gruplarıyla beraber değerlendirilebilmesi için aynı koordinat sisteminde olmaları gerekmektedir [Mather, 1987]. Uydu görüntülerinin geometrik dönüşümü için, UTM projeksiyon sisteminde sayısal ortama aktarılmış topoğrafik haritalardan faydalanılmıştır. Koordinat dönüşümünde yer kontrol noktalarının tüm çalışma alanına homojen olarak dağıtılmasına dikkat edilmiştir. Uydu görüntülerine birinci derece Affin dönüşümü kullanılarak UTM projeksiyon sisteminde yaklaşık 1.0 piksel karesel ortalama görülmüş, ancak nokta bazında hatası fazla olan noktalar değerlendirme dışı bırakılarak sonuçta görüntülere 0.7 piksel karesel ortalama hata ile geometrik düzeltme getirilmiştir. Uydu görüntülerinin yeniden örneklenmesinde orijinal değerleri koruduğundan en yakın komşu yöntemi tercih edilmiştir.

Uygulama alanına ait, Ham görüntüdeki geometrik bozulma etkilerinin giderilmesi ve görüntünün yer kontrol noktaları kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması için topoğrafik haritalardan faydalanılarak 2002 yılına ait Landsat ETM uydu görüntüsüne geometrik düzeltme getirilerek en yakın komşuluk yöntemi ile yeniden örneklenmiştir (Şekil 9.1 ve Tablo 9.1). Geometrik düzeltme getirilen Landsat ETM görüntüsü temel alınarak diğer uydu görüntülerine de geometrik düzeltme getirilmiştir (Şekil 9.2 ve Şekil 9.3). Her görüntü için kontrol noktası dağılımlarının homojen olmasına dikkat edilerek, yaklaşık 0.7 piksel karesel ortalama hata ile uydu görüntülerine ülke koordinat sisteminde geometrik düzeltme getirilmiştir (Tablo 9.2 ve Tablo 9.3). Tüm dönüşümlerde üretilen görüntüler UTM projeksiyon sisteminde Uluslararası 1909 sfreoidi ve Avrupa 1950 datum sisteminde göre koordinatlandırılmıştır.

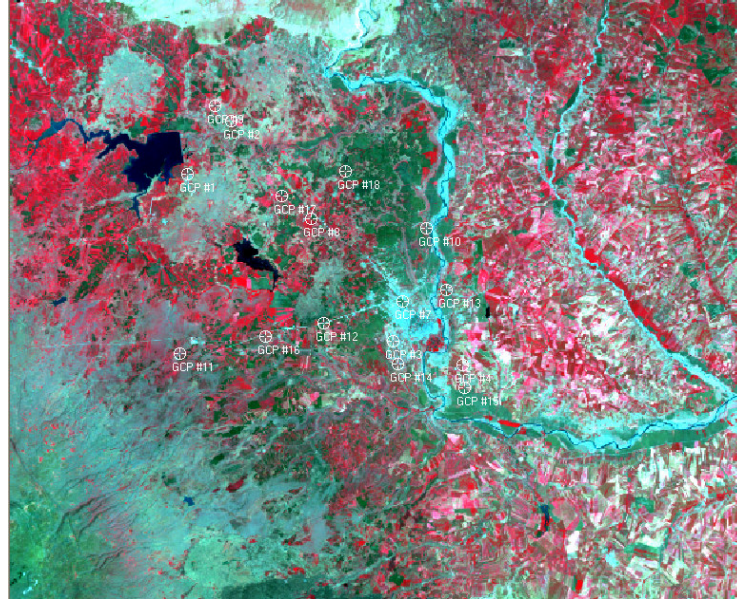


Şekil 9.1. 1983 Landsat MSS görüntüsünün geometrik düzeltmesi için kullanılan yer kontrol noktaları

Tablo 9.1. 1983 Landsat MSS görüntüsü için dönüşüm değerleri

Nokta No	X İnp. (m)	Y İnp. (m)	X Ref. (m)	Y Ref. (m)	RMSE (m)
1	586996.857	4210473.160	587022.562	4210626.152	52.607
2	603943.441	4198766.335	604044.798	4198925.025	11.967
3	606039.342	4199691.553	606125.3486	4199807.613	60.800
4	587389.970	4195360.037	587337.8197	4195345.171	29.715
5	593993.840	4196027.844	594001.709	4196134.522	43.592
6	583199.878	4213182.970	583318.0755	4213303.621	52.342
7	586161.900	4214290.091	586243.6491	4214418.606	23.502
8	613286.216	4199842.322	613479.4024	4200080.556	30.375

Tüm Görüntü için Karesel Ortalama Hata (RMSE): 41.2390 m

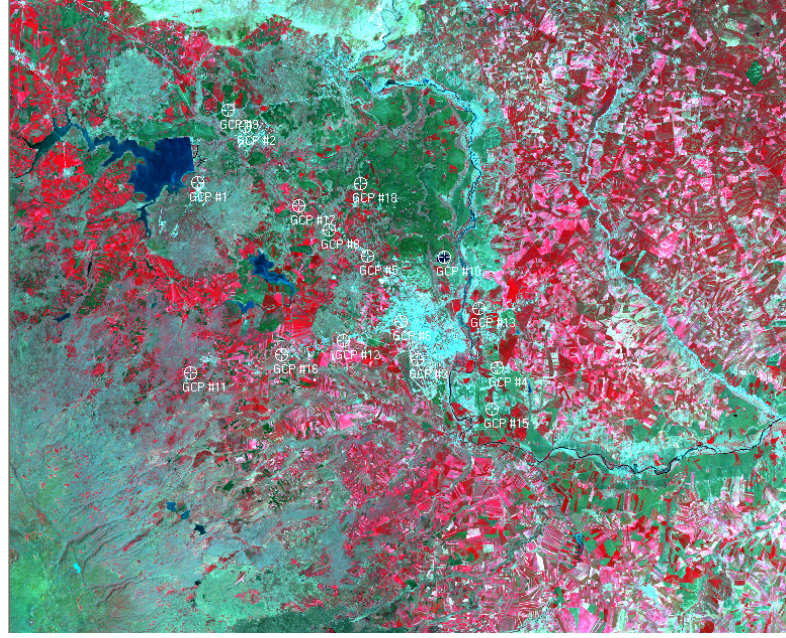


Şekil 9.2. 1990 Landsat TM görüntüsünün geometrik düzeltmesi için kullanılan yer kontrol noktaları

Tablo 9.2. 1990 Landsat TM görüntüsü için dönüşüm değerleri

Nokta No	X İnp. (m)	Y İnp. (m)	X Ref. (m)	Y Ref. (m)	RMSE (m)
1	587017.350	4210462.890	587022.562	4210626.152	6.921
2	590986.568	4215191.909	590993.353	4215366.927	17.201
3	605348.640	4195534.717	605347.869	4195716.045	15.311
4	611554.452	4193360.323	611570.4489	4193551.485	28.545
5	606255.312	4199045.920	606291.3902	4199182.366	37.491
6	598041.168	4206486.241	598050.305	4206664.958	15.387
7	589531.381	4216570.722	589539.992	4216735.504	10.481
8	608338.576	4205620.849	608360.0074	4205745.272	32.052
9	586377.763	4194368.647	586384.081	4194545.331	19.813
10	599208.045	4197134.311	599215.628	4197305.968	5.890
11	610154.924	4200052.351	610161.4003	4200224.322	14.855
12	605791.871	4193504.874	605805.6259	4193655.118	21.343
13	611729.347	4191366.430	611702.983	4191536.222	31.425
14	594031.384	4195959.869	594001.709	4196134.522	25.622
15	595451.531	4208471.849	595473.352	4208639.376	9.173
16	601095.949	4210700.407	601136.1503	4210855.949	19.485

Tüm Görüntü için Karesel Ortalama Hata (RMSE): 21.4822 m



Şekil 9.3. 2002 Landsat ETM görüntüsünün geometrik düzeltmesi için kullanılan yer kontrol noktaları

Tablo 9.3. 2002 Landsat ETM görüntüsü için dönüşüm değerleri

Nokta No	X İnp. (m)	Y İnp. (m)	X Ref. (m)	Y Ref. (m)	RMSE (m)
1	587009.265	4210435.112	587022.562	4210626.152	14.393
2	590996.995	4215177.322	590993.353	4215366.927	14.504
3	605354.317	4195532.686	605347.869	4195716.045	11.878
4	612079.786	4194809.363	612091.861	4195023.249	24.157
5	601253.648	4204232.941	601238.856	4204417.786	20.143
6	604021.082	4198767.018	604044.798	4198925.025	34.726
7	598025.326	4206474.918	598050.305	4206664.958	20.323
8	599536.782	4216554.014	589539.992	4216735.504	4.666
9	607631.898	4204136.029	607643.282	4204332.74	10.74
10	586376.630	4194361.181	586384.081	4194545.331	4.788
11	599197.853	4197140.404	599215.628	4197305.968	23.407
12	610590.150	4199847.064	610568.831	4200036.149	25.788
13	611690.046	4191333.326	611702.983	4191536.222	14.756
14	594023.991	4195948.466	594001.709	4196134.522	27.649
15	595443.585	4208467.763	595473.352	4208639.376	26.028
16	600648.762	4210307.977	600646.037	4210475.014	19.289

Tüm Görüntü için Karesel Ortalama Hata (RMSE): 20.2662 m

Çalışma bölgesinin arazi kullanım sınıfları hakkında ön bilgiye sahip olduğumuz için direk kontrollü sınıflandırmaya geçilmiştir.

Çalışma alanını kapsayan görüntülerin sınıflandırılması işlemi için öncelikle üç tarihte (1983, 1990 ve 2002) arazideki durumu en iyi yansıtacak şekilde belirlenen sekiz sınıfı kapsayan eğitim alanlarının tespiti yapılmıştır. 2002 görüntüsü güncel olduğundan eğitim alanlarının tespiti işlemi saha çalışması ve arazi bilgilerine sahip olunması nedeniyle kolaylıkla yapılabilmiştir. Ancak 1983 yılına ait Landsat MSS uydu görüntüsünün piksel çözünürlüğünün 58mx58m olması eğitim alanlarının belirlenmesi işleminin gerçekleştirilmesinde çok daha fazla araştırma ve ön çalışma gerektirmiş olup yolların uydu görüntüsünde görülmemesi nedeniyle bu yıla ait görüntülerin sınıflandırılmasında yol sınıfı kullanılmamıştır. 2002 yılı için Yapılan ön çalışmalar neticesinde çalışma alanında sekiz temel sınıfın mevcut olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu sınıflar su, tarım_ekili1, tarım_ekili2, yerleşim, dere yatağı, tarım_nadas, mera ve yol sınıflarıdır.

Belirlenen eğitim alanlarını kapsayan görüntü katmanları ERDAS/IMAGINE programı yardımıyla rasgele örnekleme prensibinden hareketle örneklendirilerek eğitim ve test veri setleri oluşturulmuştur. Eğitim ve test veri setleri belirlenirken tüm sınıflar için eşit sayıda örnek seçilerek özellikle test verisi için hesaplanan doğruluk değerlerinde oluşabilecek “önyargı” giderilmiştir. Her tarih için belirlenen eğitim alanları yapılan araştırmanın doğası gereği farklı olmuştur. 1983 yılında mera alanı olarak belirlenen ve mera alanlara örnek olarak seçilen bir alan 1990 ve 2002 yıllarında tarım arazisi veya yerleşim alanına dönüştüğünden bu tarihler için farklı eğitim alanları belirlenerek sınıflandırma işlemine katılmıştır. Üç tarih için seçilen alanlardaki örnek pikseller içinden rasgele örnekleme yapılmıştır. Uygulamalarda eğitim seti için en azından 1000 piksel (sadece bir sınıf için) kullanılmıştır. Diğer bir deyişle uygulamalar sırasında eğitim için toplam olarak yaklaşık 8000 piksel kullanılmıştır.

10. SINIFLANDIRMA İŞLEMİ

Uzaktan Algılamada sınıflandırmaların doğruluğu, tek bir pikselin sınıf etiketi ile gerçek sınıf arasındaki uygunluğunu gösterir. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasının doğruluk derecesini tanımlamak için, görüntü verisi üzerinde rasgele seçilen pikseller ile buna karşılık gelen referans verileri karşılaştırılarak bir hata matrisi elde etmektir.

Her bir sınıflandırma için iki ayrı doğruluk kriterinden söz edilebilir. Bunlar, Üretici doğruluğu ve Kullanıcı doğruluğudur. Üretici doğruluğu, doğru sınıflandırılmış örnek sayısının o sınıfın bulunduğu sütun toplamına bölünmesi ile hesaplanır. Kullanıcı doğruluğu ise, doğru sınıflandırılan örnek sayısının o sınıf için olan satır toplamına bölünmesi ile elde edilir. Genel sınıflandırma doğruluğu da doğru sınıflarda çıkan piksel sayılarının toplamının doğruluk analizi için seçilen piksel sayısına oranlanması ile bulunur.

Sınıflandırma doğruluk analizinde sıklıkla kullanılan bir diğer yöntem de Kapa veya KHAT analizidir. Genel sınıflandırma doğruluğu KHAT eşitlik 10.1'deki formülle hesaplanır:

$$KHAT = \frac{N \cdot \sum X_{ii} - \sum (X_{i+} \cdot X_{+i})}{N^2 - \sum (X_{i+} \cdot X_{+i})} \quad (10.1)$$

Burada:

$\sum (X_{i+} \cdot X_{+i})$: Her sınıfa ait hata matrisinin satır ve sütun toplamındaki değerleri

$\sum X_{ii}$: Doğru sınıflandırılmış örnek sayısı

N : Tüm kategorideki örnek sınıf toplamlarındaki değerleri ifade etmektedir [Şen, 2006; Lillesand and Kiefer, 1994].

Uygulamada tüm görüntüler, ilgili eğitim setleri yardımıyla En Çok Benzerlik sınıflandırıcısıyla sınıflandırılmıştır. Ancak daha önce 1983, 1990 ve 2002 yıllarına ait uydu görüntüleri için test veri setleri kullanılarak doğruluk analizi yapılmıştır.

Doğruluk analizinin yapılması için, kullanılan program yardımıyla 1983, 1990 ve 2002 deki uydu görüntüsünde tespit edilen her bir sınıf için rasgele yaklaşık 200'er nokta seçilmiş ve rasgele seçilen bu noktaların orijinal uydu görüntüsü üzerinde doğru yerde olup olmadığı test edilmiştir. Tüm sınıflar için eşit sayıda piksel seçilmesinin sebebi istatistiksel ağırlık hesaplarında doğruluğu yüksek olan sınıflardan seçilecek fazla piksel sayısının sınıflandırmanın genel doğruluğunu yanıltacak şekilde etkilememesidir. Uygulamada 1990 ve 2002 görüntülerinde sekiz sınıf üzerinde çalışıldığı için, farklı her yılın uydu görüntüsünde yaklaşık 1600 adet piksel test için kullanılmıştır. 1983 yılı görüntüsünün piksel boyutlarının büyük olması yani çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle söz konusu yıl için yedi sınıf tespit edilmiştir (yol sınıfı 1983 yılının sınıflandırmasında kullanılmamıştır). 1983 yılı için analizlerin sonuçları Tablo 10.1'de, 1990 yılı için Tablo 10.2'de ve 2002 yılı için Tablo 10.3'de verilmiştir.

Tablo 10.1. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk analizleri ve hata matrisleri (LANDSAT MSS1983)

HATA MATRİSİ (Landsat MSS 28.07.1983)								
SINIFLAR		REFERANS						
	Su	Tarım Ekili_1	Tarım Ekili_2	Yerleşim	Dere Yatağı	Tarım Nadas	Mera	TOPLAM
Su	188	0	0	0	0	0	0	188
Tarım Ekili_1	0	154	36	0	1	0	0	191
Tarım Ekili_2	0	46	141	3	0	4	6	200
Yerleşim	0	0	2	134	53	1	1	191
Dere Yatağı	1	0	5	56	132	5	1	200
Tarım Nadas	1	0	3	2	0	183	11	200
Mera	1	0	3	0	12	13	170	199
TOPLAM	191	200	190	195	198	206	189	1369

DOĞRULUK ANALİZİ (Landsat MSS 28.07.1983)		
Sınıflar	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su	98.43%	100.00%
Tarım Ekili_1	77.00%	80.63%
Tarım Ekili_2	74.21%	70.50%
Yerleşim	68.72%	70.16%
Dere Yatağı	66.67%	66.00%
Tarım Nadas	88.83%	91.50%
Mera	89.95%	85.43%
Genel Doğruluk Kapa	80.50%	77.25 %

Tablo 10.2. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk analizleri ve hata matrisleri (LANDSAT TM1990)

HATA MATRİSİ (Landsat TM 28.05.1990)									
SINIFLAR	REFERANS								
	Su	Tarım Ekili_1	Tarım Ekili_2	Yerleşim	Dere Yatağı	Tarım Nadas	Mera	Yol	TOPLAM
Su	198	0	0	0	2	0	0	0	200
Tarım Ekili_1	0	198	2	0	0	0	0	0	200
Tarım Ekili_2	0	19	170	0	1	5	4	1	200
Yerleşim	2	0	0	145	32	10	0	10	199
Dere Yatağı	0	0	0	2	184	0	0	14	200
Tarım Nadas	0	0	0	0	0	197	2	1	200
Mera	0	0	15	2	4	25	149	1	196
Yol	0	0	17	5	36	1	4	128	191
TOPLAM	200	217	204	154	259	238	159	155	1586

DOĞRULUK ANALİZİ (Landsat TM 28.05.1990)		
Sınıflar	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su	99.00%	99.00%
Tarım ekili1	91.24%	99.00%
Tarım ekili2	83.33%	85.00%
Yerleşim	94.16%	72.86%
Dere Yatağı	71.04%	92.00%
Tarım Nadas	82.77%	98.50%
Mera	93.71%	76.02%
Yol	82.58%	67.02%
Genel Doğruluk	86.32%	
Kappa	84.36%	

Tablo 10.1 hata matrisi incelendiğinde; su sınıfındaki piksellerin tamamı “su” sınıfında çıkmış dolayısıyla kullanıcı doğruluğu % 100 olmuştur. “Tarım Ekili_1” ve “Tarım_Ekili2” sınıflarındaki piksellerin karıştığı bunun sebebinin ise ekili tarım ürünlerinin yaklaşık aynı miktarda yansıma vermesi ve bu nedenle de sınıflandırma doğruluğunun düşük çıktığı söylenebilir. Yine aynı şekilde “Yerleşim” ile “Dere Yatağı” sınıflarındaki piksellerin karıştığı bunun sebebinin ise Yerleşim alanlarını oluşturan yapıların çatısında kullanılan malzeme ile Dere Yatağında bulunan Kum-Çakıl malzemelerinin birbirine benzer yansıma vermesi söylenebilir. Ayrıca piksellerin karışmasında, bazı yolların ve bina önlerindeki malzemelerin aynı özelliği (çakıl v.b.) taşımasından kaynaklandığı da düşünülmektedir. 1983 yılı uydu görüntüsünün Doğruluk Analizi sonucu Genel Doğruluk % 80.50, Kapa ise % 77.25 olarak elde edilmiştir. Genel doğruluğun düşük olmasında Landsat MSS uydusunun çözünürlüğünün yerleşim alanlarının tespiti için yeterli olmadığı görülmüştür.

Tablo 10.2 hata matrisi incelendiğinde; su sınıfındaki piksellerin hemen hemen tamamı “su” sınıfında çıkmış dolayısıyla kullanıcı doğruluğu % 99.00 olmuştur. Test için seçilen örnek piksellerden “Tarım Ekili_1” ürünlerinin tamamı yakını doğru olarak sınıflandırılmış ancak “Tarım Ekili_2” ürünlerinin ise bir kısmının Tarım Ekili_1 sınıfında çıktığı gözlenmiştir. Yine aynı şekilde “Yerleşim” ile “Dere Yatağı” sınıflarındaki piksellerin karıştığı bunun sebebinin ise Yerleşim alanları ile Dere Yatağının benzer yansıma vermesi söylenebilir. Uygulamada “Yol” piksellerinin diğer sınıflarda çıkması Landsat 1990 TM görüntülerinde piksel boyutları 28.50mx28.50m olup kontrollü sınıflandırma işlemi için eğitim veri seti oluşturulurken yol pikseli olarak yeter sayıda piksel seçilememiş ve seçilen pikseller tam manasıyla yol (asfalt) sınıfını temsil edememesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Landsat TM 1990 yılı uydu görüntüsünün Doğruluk Analizi sonucu, Genel Doğruluk %86.32, Kapa ise %84.36 olarak elde edilmiştir.

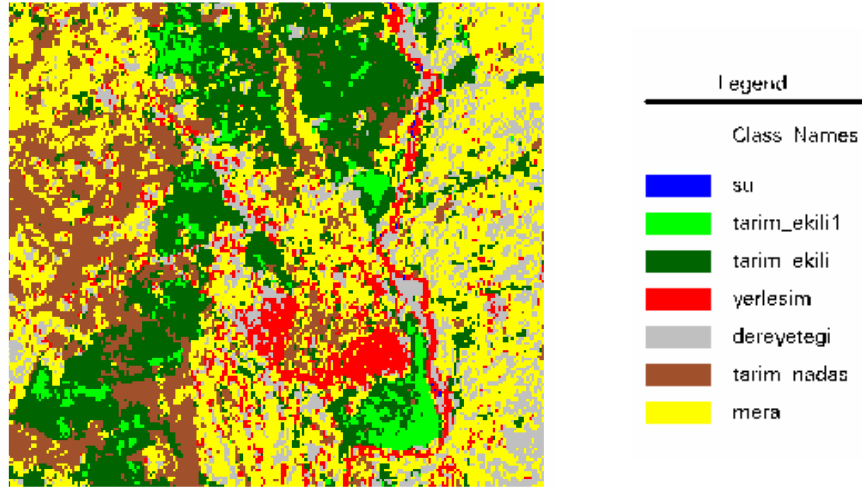
Tablo 10.3 hata matrisi incelendiğinde; Sınıflandırmada kullanılan Landsat ETM 2002 uydu görüntülerinin eski nesil Landsat Uydularına göre çözünürlüğünün yüksek olması, uydu görüntülerinin zenginleştirilmiş olması ve uydu verilerinin yakın tarihli olması nedeniyle sınıflandırma doğruluğunun yüksek olduğu görülmüştür. Landsat ETM 2002 yılı uydu görüntüsünün Doğruluk Analizi sonucu, Genel Doğruluk %91.58, Kapa ise %90.37 olarak elde edilmiştir.

Tablo 10.3. Sınıflandırma sonuçlarına ait doğruluk analizleri ve hata matrisleri (LANDSAT ETM 2002)

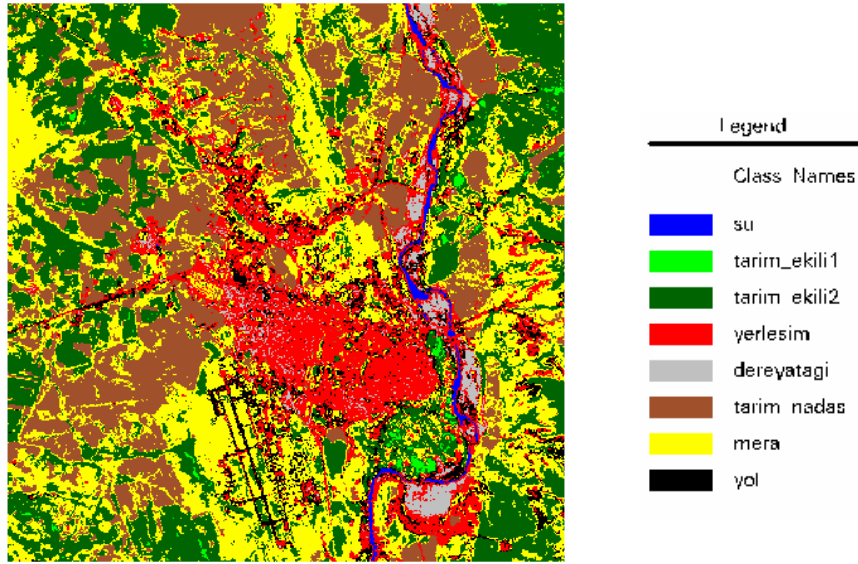
HATA MATRİSİ (Landsat ETM 29.05.2002)									
SINIFLAR	REFERANS								
	Su	Tarım Ekili_1	Tarım Ekili_2	Yerleşim	Dere Yatağı	Tarım Nadas	Mera	Yol	TOPLAM
Su	191	0	0	0	0	0	0	0	191
Tarım Ekili_1	0	176	21	1	0	2	0	0	200
Tarım Ekili_2	0	1	199	0	0	0	0	0	200
Yerleşim	1	0	0	197	2	0	0	0	200
Dere Yatağı	0	0	0	30	155	7	5	3	200
Tarım Nadas	0	0	0	0	2	198	0	0	200
Mera	0	3	11	1	2	7	172	4	200
Yol	0	0	4	7	6	6	8	169	200
TOPLAM	192	180	235	236	167	220	185	176	1591

DOĞRULUK ANALİZİ (Landsat TM 29.05.2002)		
Sınıflar	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Su	99.48%	100.00%
Tarım ekili1	97.78%	88.00%
Tarım ekili2	84.68%	99.50%
Yerleşim	83.47%	98.50%
Dere Yatağı	92.81%	77.50%
Tarım Nadas	90.00%	99.00%
Mera	92.97%	86.00%
Yol	96.02%	84.50%
Genel Doğruluk Kappa	91.58%	90.37 %

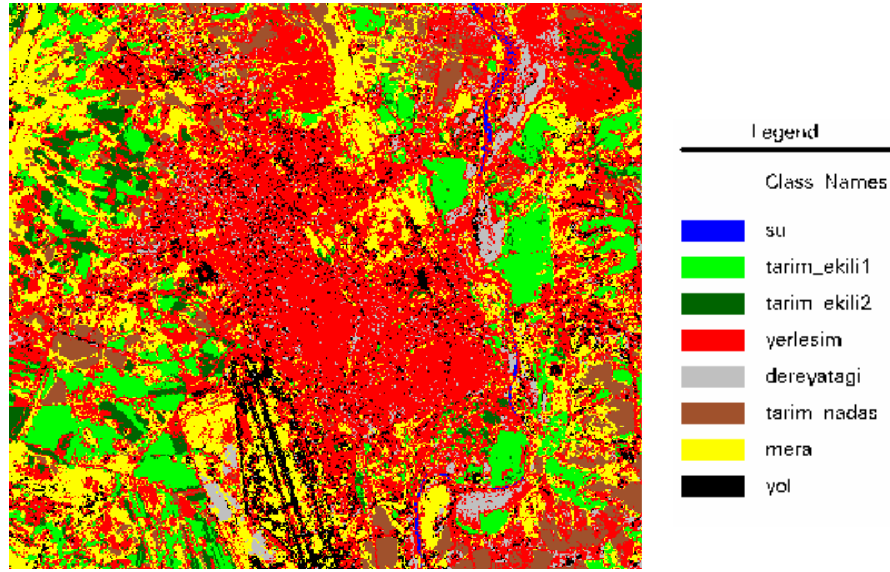
Uygulamanın bu adımından sonra tüm görüntüler ilgili eğitim setleri yardımıyla En Çok Benzerlik sınıflandırıcısıyla sınıflandırılmıştır. 1983 yılına ait sınıflandırma sonuçları Şekil 10.1’de, 1990 yılına ait sınıflandırılmış görüntü Şekil 10.2’de ve 2002 yılına ait sınıflandırma sonuçları da Şekil 10.3’de verilmiştir.



Şekil 10.1. 1983 yılı için Diyarbakır ilinin sınıflandırılmış tematik haritası



Şekil 10.2. 1990 yılı için Diyarbakır ilinin sınıflandırılmış tematik haritası



Şekil 10.3. 2002 yılı için Diyarbakır ilinin sınıflandırılmış tematik haritası

Şekil 10.1, 10.2 ve 10.3 çalışma alanında su alanlarının 1983 yılı görüntüsünde çok az bir miktarda olduğu bununla birlikte dere yatağının da 1983 yılı görüntüsünde diğer yıllara göre fazla bir alanda seyrettiği açıkça görülmektedir. Ancak yer gelmişken şunu belirtmek gerekir, çalışma alanında bulunan dere yatağı ile yerleşim alanlarından yansıyan enerjinin birbirine yakın yansıma değerlerine sahip olduğu görülmektedir. 1983 yılı sınıflandırılmış görüntüsünde yerleşim alanlarının çok az olduğu sırasıyla 1990 ve 2002 yıllarında yerleşim alanlarının arttığını söylemek mümkündür. Yerleşim alanlarındaki bu artış tarım arazilerinin alanlarında doğrudan azalışa sebep olmuştur. 2002 yılı görüntüsünde Tarım_ekili1 alanı 1983 ve 1990 yıllarına göre önemli oranda artış göstermiştir. Benzer şekilde 1990 yılında Tarım_ekili2 alanı 1983 görüntüsünde fazla olmasa da 2002 yılı görüntüsünde önemli miktarda artış göstermiştir. Yani 1990 yılında Tarım_ekili2 ürününün ekildiği alanlardan bir kısmı yerleşim alanına dönüşmüş bir kısmı ise Tarım_ekili1 ürün çeşidi ekilmek suretiyle kullanılmıştır. 1983, 1990 ve 2002 yılına ait tarım alanlarının miktarı sırasıyla azalma göstermiştir. Bunun da sebebinin şekillerden de anlaşılacağı gibi söz konusu alanların yerleşim alanı olarak kullanılmaya başlanmasıdır. Tarım alanlarının ekiliş biçimindeki değişikliklerin nedeni ise tarım arazilerinde uygulanan münavebe sisteminden kaynaklanmaktadır. 1983 yılı görüntüsünde Dere Yatağı sınıfındaki alanların diğer yıllara göre fazla olmasının nedeni söz konusu yılda yağış miktarının az olmasıdır. 1983 yılı görüntüsünde bazı tarım arazilerinin mera olarak görünmesinin sebebi söz konusu

yıla ait uydu görüntüsünün Temmuz ayında kaydedilmiş olmasıdır. Çünkü tahıl ekilmek suretiyle kullanılan alanlarda Haziran ayında veya Temmuz ayının ilk yarısında hasat edilmiş tarım ürünlerinden dolayı arazi mera görüntüsü gibi kaydedilmiştir.

Şekil 10.1, 10.2 ve 10.3’de sunulan sınıflandırılmış görüntüler üzerindeki her bir sınıfa ait toplam piksel sayıları belirlenerek 1983, 1990 ve 2002 yıllarında bu sınıfların çalışma alanında kapsadıkları alanlar hesaplanmıştır. Tablo 10.4’de bu alanların kaç km^2 ’ye ve toplam görüntünün yüzde kaçına karşılık geldiği hesaplanmıştır. Tablo 10.5’de sunulan değişim değerleri ise üç tarihteki alanların yüzölçümü olarak ne kadar fark ettiği ve bu farkın önceki yıllara göre yüzde kaçlık bir değişimi işaret ettiği hesaplanmıştır. Örnek olarak verilirse 1983 yılında 5.40 km^2 olan Tarım_ekili1 alanlarının temsil ettiği toplam alan, 1990 yılına kadar %720 azalarak 0.66 km^2 ’ye ve 1990-2002 yılları arasında %2317 artarak 15.93 km^2 olmuştur. Tarım_ekili1 sınıfı için 1983-2002 yılları arasındaki toplam artış %194 olarak hesaplanmıştır. Başka bir örnekte ise; 1983 yılında 10.37 km^2 olan Yerleşim alanlarının temsil ettiği toplam alan, 1990 yılına kadar %88 artarak 19.51 km^2 ’ye ve 1990-2002 yılları arasında %217 artarak 61.89 km^2 olmuştur.

Tablo 10.4. Çalışma alanında 1983-2002 tarihleri arasında yer örtüsündeki değişim.

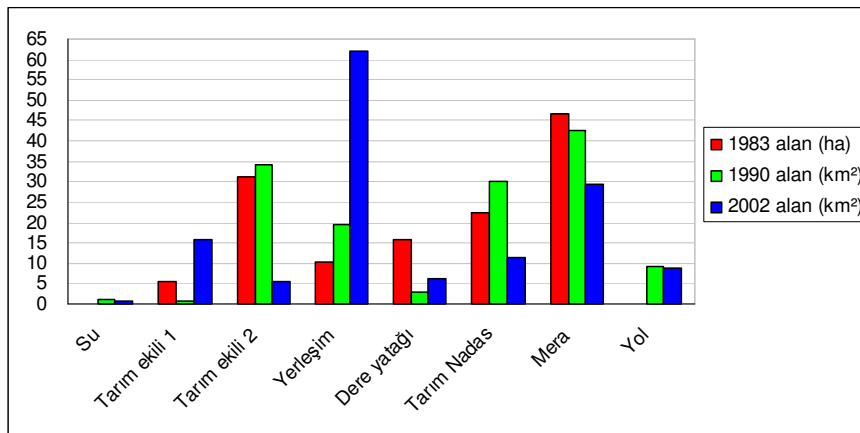
Sınıf	1983		1990		2002	
	Alan (Km^2)	Alan (%)	Alan (Km^2)	Alan (%)	Alan (Km^2)	Alan (%)
Su	0.09	0.07	0.93	0.67	0.87	0.63
Tarım_ekili1	5.40	4.11	0.66	0.47	15.93	11.38
Tarım_ekili2	31.21	23.73	34.05	24.34	5.58	3.99
Yerleşim	10.37	7.88	19.51	13.94	61.89	44.24
Dere yatağı	15.67	11.91	3.05	2.18	6.10	4.36
Tarım_nadas	22.34	16.98	30.01	21.46	11.31	8.09
Mera	46.47	35.33	42.60	30.45	29.23	20.89
Yol	-	-	9.08	6.49	8.98	6.42

Tablo 10.4’de verilen alan değerleri ile hesaplanan değişim değerleri yorumlandığında en çarpıcı sonuç yerleşim alanlarındaki artış olarak dikkat çekmektedir. Tarım alanlarının kullanımındaki değişiklik, dere yatağının su miktarındaki değişim ve yerleşim alanlarındaki artışın dikkat çekici olduğu söylenebilir.

Tablo 10.5. Çalışma alanında 1983, 1990 ve 2002 yılları arasında oluşan alansal değişimler.

Sınıf	1983-1990		1990-2002		1983-2002	
	Alan (Km ²)	Alan (%)	Alan (Km ²)	Alan (%)	Alan (Km ²)	Alan (%)
Su	0.84	966.11	-0.06	-6.59	0.79	900.18
Tarım_ekili1	-4.74	-720.15	15.27	2317.63	10.52	194.78
Tarım_ekili2	2.84	9.10	-28.48	-510.68	-25.64	-459.73
Yerleşim	9.14	88.14	42.38	217.29	51.52	496.95
Dere yatağı	-12.62	-413.64	3.05	99.97	-9.57	-156.86
Tarım_nadas	7.67	34.35	-18.70	-165.36	-11.03	-97.52
Mera	-3.88	-9.10	-13.37	-45.74	-17.24	-59.00
Yol			-0.10	-1.08	5107.43	

Tablo 10.4 ve Tablo 10.5’de sunulan sonuçları grafik olarak değerlendirmek amacıyla Şekil 10.4 hazırlanmıştır. Şekilde tüm sınıfların alanları üç yıl için farklı renkteki kolonlarla ifade edilmiştir. Bu şeklin yorumlanmasında tüm sınıfların kendi içinde değerlendirilmesi oransal olarak değişimin boyutlarını ortaya koyması açısından önemli görülmektedir. Örneğin yerleşim alanlardaki değişim büyük miktarda görülmektedir. Diğer sınıflar için bu yorum yapılamasa da toplam büyüklükler oranlandığında tarım alanlarındaki değişim ile dere yatağındaki değişim de dikkat çekmektedir.



Şekil 10.4. Yıllara göre çalışma alanındaki sekiz sınıfın alansal değişimleri

11. SONUÇ

Son yıllarda uzaktan algılama teknolojileri arazi kullanımının izlenilmesinde ekonomik olması, kısa sürede sonuç vermesi ve doğru analiz edildiğinde doğru sonuçlar elde edilmesi nedeniyle sıkça başvurulanan yöntemlerden biri haline gelmiştir. Özellikle uydu görüntülerinin farklı zamanlarda elde edilmiş ve dijital ortamlarda saklanabiliyor olması, çeşitli periyotlardaki arazi kullanım biçimlerinin göreceli olarak birbirleriyle karşılaştırılabilmesine imkan sağlamaktadır. Bu durum geniş arazi parçalarının belirli zaman aralıklarında geçirmiş olduğu değişimlerin izlenilmesine ve tespit edilecek değişim sonuçlarının istatistiksel açıdan değerlendirilmesine imkan vermektedir.

Bu çalışmada 20 yıllık hızlı büyüme ve değişme sürecine karşılık gelen zaman içerisinde Diyarbakır ilindeki değişimin tespiti amacıyla 1983, 1990 ve 2002 tarihli görüntülerin sınıflandırılması, eski ve yeni tarihli materyaller ve arazi çalışmaları doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu görüntülerin istatistiksel bir sınıflandırma metodu olan En Çok Benzerlik metoduyla sınıflandırılması sonucunda ortaya çıkan tematik görüntüler ve yapılan hesaplamalar, Diyarbakır il merkezinde ve çevresindeki taşınmazların kullanım biçimindeki değişimi çarpıcı şekilde gözler önüne sermektedir. Bu değişim görüntülerde daha çok şehir ve toprak sınıflarında kendini göstermiştir.

Özellikle 1990 yılından sonra ülke genelinde küçük illerden büyük illere, ilçelerden illere ve köyden kente göçün fazla olması bu çalışmada da çarpıcı olarak görülmektedir. Tarımsal alanların azalma göstererek yerleşim alanlarının artmış olması dikkat çekicidir. Bu çalışmada dikkat çeken diğer bir sonuç, yerleşim alanlarının dengesiz bir şekilde büyüme göstermesidir. Şehrin kısa sürede bu kadar büyüme göstermiş olması, akla büyümenin belli bir plan dahilinde mi yoksa rasgele mi olduğu sorusu gelmektedir. Bu sorunun cevabı şöyle verilebilir, Türkiye’de büyük şehirlerde bile önlenemeyen düzensiz ve çarpık kentleşme Diyarbakır’da çarpıcı bir şekilde ortaya çıkmış ve plansız yapılaşma oluşmuştur.

Ülkemizde araştırma, bilgi elde etme, verileri analiz etme ve karar verme bakımından henüz fazla uygulanmayan Uzaktan Algılama bilim dalı, akademik çevrelerce kullanılması sonucu değişik uygulamalarla hayatımıza girmeye başlamıştır. Uzaktan Algılama verilerinin yüksek çözünürlükle, doğrudan dijital olarak elde edilmesi ve veri kaydının belli aralıklarla tekrarlanması, bütün meslek dallarında olduğu gibi haritacılıkta da çok büyük öneme sahiptir.

Yerel yönetim idarelerince; hazırlanan, yenilenmesi veya ilave edilmesi gereken planlamalarda ve Kentsel Dönüşüm Analizlerinde uzaktan algılama verilerinin bir an önce hayata geçirilmesinin gerektiği açıkça görülmektedir. Böylelikle yerleşim alanlarının ve yeryüzü üzerinde meydana gelen değişimlerin eş zamanlı olarak elde edilmesi ile zamanında ve daha doğru kararlar alınabilecek ve yapılması gerekenler hayata geçirilebilecektir. Bu şekilde toplumun yaşam standardı ve refahı daha doğru ve güncel verilerle arttırılabilecektir.

Bu çalışmada tespit edilen önemli görünen diğer bir hususta verimli tarım arazilerinde zaman içinde görülen azalmadır. Ülkemizin ve çalışma bölgesinin geçiminin büyük ölçüde tarım ekonomisine bağlı olduğu bir gerçektir. Bu nedenle tarım arazilerinin de en az yerleşim alanlarının izlenmesinde olduğu gibi takip edilmesi ve değişikliklerinin plana bağlanması önem arz etmektedir. Bu planlamaların uzaktan algılama bilimi yardımıyla yapılması zaman, maliyet, doğruluk ve güvenilirlik bakımından çok büyük yarar sağlayacaktır.

Sonuç olarak, bu tez çalışmasında, Diyarbakır ili için kentsel değişim analizinin ne kadar gerekli olduğu görülmektedir. Sonuçlar 1983-1990 aralığında yerleşim alanlarında %88 artış gösterirken, 1990-2002 arasında %217 artış göstermiştir. Mera alanlarında ise 1983-1990 arasında %9 civarında bir azalma görülürken, bu azalma miktarı 1990-2002 arasında yaklaşık %46 olarak tespit edilmiştir. Böyle bir çalışma neticesinde kullanılacak yüksek çözünürlüklü uydu verileri yardımıyla gecekonduların yapılaşması tespit edilebilecek ve gerekli önlemler alınabilecektir. Bu şekilde gecekonduların ıslah edilmesi ve plan çerçevesinde alt yapı hizmetleri gerektiği şekilde, ihtiyaç duyulan kesimlerde ve zamanında yapılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Campbell, J. B., 1996. Introduction to Remote Sensing, Guilford Press, New York.
- [2] Musaoğlu, N, 1999. Elektro-optik ve Aktif Mikro Dalga Algılayıcıdan Elde Edilen Uydu Verilerinden Orman Alanlarında Meşcere Tiplerinin ve Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Belirlenme Olanakları, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [3] Kavzoğlu, T. ve Çetin M., Gebze Bölgesindeki Sanayileşmenin Zamansal Gelişiminin ve Çevresel Etkilerinin Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi, Bilimsel Araştırma Projesi (2003-A-18) Gebze, Kocaeli, 2005.
- [4] Kavzoğlu, T., Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Ders Notları, Gebze, Kocaeli, 2004.
- [5] Richards, J.A., 1986 Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag, Newyork.
- [6] Bernd J., Practical Handbook on Image Processing for Scientific Applications,CRC Press, 1997, ISBN:0-8493-8906-2
- [7] Haberaecker P., Digitale Bilverarbeitung, Grundlagen und Anwendungen, Hanser,1991, ISBN 3-446-16339-5
- [8] Russ J. C., The Image Processing Hand Book, Third Edition, CRC Press, 1999, ISBN:0-8493-2532-3
- [9] Sesören, A., Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar, İstanbul, 1999.
<http://www.nik.com.tr/new/yazilimlar/uydular/landsat.htm>
- [10] Bayram, B., Sayısal Görüntü İşleme, Ders Notları İstanbul.
<http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/sgi/saygi.htm>, 27.12.2006

- [11] Şen, Y. E., Uydu Görüntüleri Yardımıyla Yol Üst Yapısında Meydana Gelen Değişimlerin Otomatik Tespiti ve Yol Bakım Planlaması, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Gebze, Kocaeli, 2006.
- [12] Bektaş F., Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Entegrasyonu: Gökçeada ve Bozcaada Örneği, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2003.
- [13] Lillesand, T.M. and Kieffer, R.W., Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons Publishers, Newyork, 1994
- [12] URL-1, <http://www.diyarbakir-bld.gov.tr>, 22.12.2006
- [13] URL-2, <http://www.tuik.gov.tr>, 24. 02. 2005
- [14] URL-3, <http://www.akropol.com.tr/muhendislik/uzal/landsat.htm>, 27.12.2006

ÖZGEÇMİŞ

Abdullah USLU, 04.10.1975 tarihinde Diyarbakır'ın Silvan ilçesinde dünyaya gelmiştir. İlk ve Orta Öğrenimini Silvan Yatılı İlköğretim Bölge Okulunda tamamladıktan sonra Diyarbakır Fatih Lisesini bitirmiştir. Harran Üniversitesi M. Y. Okulundan Harita ve Kadastro Teknikerliği (Bölüm 1. si) ve Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendislik Fakültesini (Bölüm 1. si) olarak tamamlayan Abdullah USLU halen Karayolları Genel Müdürlüğü, Diyarbakır 9. Bölge Müdürlüğünde Kamulaştırma Arazi Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

Abdullah USLU'ya ulaşabilmek için;

E_mail:

auslu@kgm.gov.tr

auslugyte@yahoo.com

asnuslu@hotmail.com