HAVA HARP OKULU KOMUTANLIĞI

HAVACILIK VE UZAY TEKNOLOJİLERİ ENSTİTÜSÜ
Y Ü K S E K L İ S A N S T E Z İ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YÖNTEMLERİYLE ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMI DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ

DENİZ CALDA
HAVA SEYRÜSEFER ÜSTEĞMEN

YEŞİLYURT – İSTANBUL

HAVA HARP OKULU
HAVACILIK ve UZAY TEKNOLOJİLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YÖNTEMLERİYLE ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMI DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ

Deniz CALDA
Hava Seyrüsefer Üsteğmen

UZAY MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İSTANBUL
Temmuz 2010

Her hakkı saklıdır.

Prof. Dr. Derya MAKTAV danışmanlığında Hv. S/S. Ütğm. Deniz CALDA tarafından hazırlanan bu çalışma 05 / 07 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Uzay Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Derya MAKTAV *İmza*

Üye : Prof. Dr. Filiz SUNAR *İmza*

Üye : Doç. Dr. Cengiz TOKLU *İmza* :

Üye : Hv. Dr. Müh. Yb. Kenan BÜYÜKATAK *İmza* :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hv. Müh. Bnb. Ersin GÖSE *İmza* :

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Sefer KURNAZ
Hava Mühendis Albay
Enstitü Müdürü

YAZARIN NOTU

Bu tez çalışmasında belirtilen görüş ve yorumlar yazara aittir. Türk Silahlı Kuvvetleri'nin ya da diğer kamu kuruluşlarının görüşlerini yansıtmaz. Ayrıca bu tez çalışması bilimsel ahlak ve etik değerlere uygun olarak yazılmış olup yararlanılan tüm eserler kaynaklarda gösterilmiştir.

Öğrencinin İmzası :

Adı Soyadı : Deniz CALDA

Tarih : 15.07.2010

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ YÖNTEMLERİYLE ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMI DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ: KAYSERİ İLİ ÖRNEĞİ

Deniz CALDA
Hv. S/S. Ütğm.

Hava Harp Okulu
Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü
Uzay Bilimleri Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Derya MAKTAV

İç Anadolu Bölgesi'nin Ankara'dan sonraki en gelişmiş ili olan Kayseri, 1988 yılında büyükşehir statüsünü almıştır. 1989 yılında bu bölgeye teşvik sistemi içerisinde "İkinci Derecede Kalkınmada Öncelikli Yöre" statüsü verilmesi Kayseri'de büyük işletme sayısının çoğalmasına ve nüfusun da buna paralel olarak artmasına neden olmuştur. Bu tez çalışmasının amacı da, bu tarihlerden itibaren artan nüfusla birlikte arazi örtüsü/kullanımı değişiminin incelenmesi ve analizidir. Ayrıca 2005 yılında işletmeye açılan Yamula Barajı'nın neden olduğu değişimlerin incelenmesi de bu çalışmanın amacını kapsamaktadır.

Tez çalışmasında 1987 tarihli LANDSAT TM ve 2009 tarihli LANDSAT ETM+ görüntüleri kullanılmıştır. Yardımcı veri olarak da 1980 tarihli LANDSAT MMS, 1985, 2000 ve 2005 tarihli LANDSAT TM, 2002 ve 2008 tarihli LANDSAT ETM+ ile 2007 ve 2008 tarihli IKONOS görüntüleri temin edilmiştir. Bu veriler ortofotolar, hava fotoğrafları, yersel veriler ve GPS noktaları ile desteklenmiştir. Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılmış ve uygun olan seçilip üzerinde karşılaştırma ve değişim analizleri yapılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamalarıyla da arazi kullanım haritaları ve bölgenin 3 boyutlu dijital arazi modeli oluşturulmuştur. Elde edilen görsel ve istatistik verilerle geleceğe yönelik kentsel planlamalar için bir altlık hazırlanmıştır.

2010, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler : Uzaktan Algılama, Coğrafi Bilgi Sistemi, Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişimi, Sınıflandırma

ABSTRACT

Master of Science Thesis

ANALYSIS OF LAND COVER/USE CHANGE UTILIZING REMOTE SENSING AND GEOGRAPHICAL INFORMATIONS SYSTEM METHODS: A CASE STUDY OF KAYSERİ

Deniz CALDA
1st Lieutenant

Air Force Academy
Aeronautics and Space Technologies Institutes

Supervisor: Prof. Dr. Derya MAKTAV

Kayseri, the most developed city of Central Anatolia Region after Ankara, obtained metropolitan status in 1988. The fact that this region was awarded "Priority Development Ares" in the second degree as part of the incentive system caused the number of large business enterprises to increase in Kayseri and the population to grow in parallel to this. The purpose of this thesis is the observation and analysis of land cover / use change together with the growing population from this date on. In addition, inspection of the changes caused by Yamula Dam that started operation in 2005 is also within the scope of this study.

Images of LANDSAT TM dated 1987 and LANDSAT ETM+ dated 2009 were used in this thesis. In addition, images of LANDSAT MMS dated 1980, LANDSAT TM dated 1985, 2000 and 2005, LANDSAT ETM+ dated 2002 and 2008, and IKONOS dated 2007 and 2008 were obtained for supporting. These data were supported with orthophoto, aerial photographs, local information and GPS points. Controlled and uncontrolled classification methods were used and following the selection of the appropriate one, comparison and change analysis were carried out on the selected datum. Land use map and 3D digital terrain model of the region were formed by means of Geographic Information Systems (GIS) applications. A base was prepared for future urban planning with the visual and statistical data obtained.

2010, 85 pages

Key Words: Remote Sensing, Geographical Information System, Land Cover / Use Changes, Classification

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

"Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemleriyle Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Analizi: Kayseri İli Örneği" başlıklı bu çalışmada, 1988 yılında büyükşehir statüsünü alan Kayseri ilinin kentsel alan değişimi incelenerek arazi örtüsü ve kullanımındaki varsa yanlışlıkları tespit etmek ve önerilerde bulunmak, ayrıca Yamula Barajı'nın yer seçiminde nelere dikkat edildiğini araştırmak ve barajın bölgeye getirdiği değişiklikleri tespit etmek ana amaç olarak seçilmiş, bu çalışmalarda uzaktan algılama ve CBS'nin önemi ve kullanılabilirliği vurgulanmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmasında, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü Uzaktan Algılama Proje Laboratuvarı'nda uygulamalar yapılmıştır.

Bu çalışmanın oluşturulmasında başından sonuna kadar beni destekleyen ve yönlendiren değerli danışman hocam Prof.Dr. Derya MAKTAV'a, teknik konularda desteğini esirgemeyen başta Jeomorfolog İrfan AKAR olmak üzere Yük. Müh. Cihan UYSAL'a ve Arş. Gör. Kaan KALKAN'a, uydu görüntülerini ve ortofotoları temin etmemi sağlayan Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. Planlama Yatırım ve İhale Şefi Kürşad TANRIÖVEN'e, Erciyes Üniversitesi Harita Mühendisliği Uzaktan Algılama ve Fotogrametri Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç.Dr. Erkan BEŞDOK'a, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisi Durak Karaca DULKADİROĞLU'na, manevi destek ve yardımlarını esirgemeyen Hv.Plt.Yzb. Osman TIRPAN'a, Kr.Plt.Ütğm.(E) M. Akif GÜNGÖREN'e ve bir ömür boyu bana huzur ve mutluluk veren aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Deniz CALDA
İstanbul, Temmuz 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
İÇİNDEKİLER iv
SİMGELER DİZİNİ vi
ŞEKİLLER DİZİNİ vii
ÇİZELGELER DİZİNİ ix

1. GİRİŞ 1

2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Uzaktan Algılama 3
2.2. Elektromanyetik Enerji ve Elektromanyetik Spektrum 4
2.3. Atmosfer Etkisi 5
2.4. Cisimlerin Spektral Karakteristikleri 6
2.5. Dijital Görüntü İşleme 8
2.5.1. Görüntü Düzeltme 9
2.5.2. Görüntü Zenginleştirme 10
2.6. Sınıflandırma 12
2.6.1. Kontrolsüz Sınıflandırma 13
2.6.2. Kontrollü Sınıflandırma 14
2.6.3. Sınıflandırma Doğruluğu 16
2.7. Coğrafi Bilgi Sistemi 18

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI 21

4. ÇALIŞMA ALANI 24
4.1. Kayseri İli Kentsel Alanın Tarihsel Gelişimi 24
4.2. Yamula Barajı'yla İlgili Bilgiler 31
4.3. Çalışma Alanı 33

5. KULLANILAN MATERYALLER 34
5.1. Kullanılan Donanımlar 34
5.2. Kullanılan Yazılımlar 34
5.3. Uydu Verileri 37
5.4. Hava Fotoğrafları ve Ortofotolar 41
5.5. Yersel Veriler 43

6. UYGULAMA 45
6.1. Demografik Analiz 45
6.2. Ön İşleme 50
6.3. Sınıflandırma 54
6.3.1. Kontrolsüz Sınıflandırma 55
6.3.2. Kontrollü Sınıflandırma 59
6.4. Doğruluk Analizi 63

6.5. Karşılaştırma ve Değişim Analizi …….. 66
6.6. CBS Uygulamaları ……. 71

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME …….. 81
KAYNAKLAR ……... 83
Özgeçmiş ……..…. 85

SİMGELER DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CPU	Central Processing Unit - Merkezi İşlem Birimi
GIS	Geographic Information System
GPS	Global Positioning System - Küresel Konumlama Sistemi
GRS	Geodetic Reference System - Jeodezik Referans Sistemi
HES	Hidroelektrik Santralı
HGK	Harita Genel Komutanlığı
K	Kappa Katsayısı
LIDAR	Laser Imaging Detection and Ranging
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil	Sayfa
Şekil 2.1	Uzaktan Algılama Parametreleri……	3
Şekil 2.2	Elektromanyetik Enerjinin Dalga Karakteri ve Elektromanyetik Spektrum……..	4
Şekil 2.3	Atmosferdeki Yutulma ve Saçılım……..	5
Şekil 2.4	Toprak, Bitki Örtüsü ve Su İçin Spektral Yansıtım Eğrileri…….	6
Şekil 2.5	Bitkilerin Spektral Yansıtımı..……..	7
Şekil 2.6	Zeminlerin Spektral Yansıtımı..……	8
Şekil 2.7	Dijital Görüntü İşleme Basamakları…….…….	9
Şekil 2.8	Kontrolsüz Sınıflandırma……..	14
Şekil 2.9	Kontrollü Sınıflandırma……	14
Şekil 2.10	Maksimum Olasılık Fonksiyonun 3D Gösterimi……..	15
Şekil 4.1	Kayseri İli ve İlçeleri…….……	24
Şekil 4.2	Kayseri İlçelerinin Alansal Dağılımı…….	26
Şekil 4.3	Kadir Has Stadyumu - Metro - Havadan Şehir - Organize Sanayi Bölgesi ……..	27
Şekil 4.4	Erkilet Tepeleri - Şehire Yakın Yerler - Şehrin Kuzeydoğusu - Sulak Alan ……	29
Şekil 4.5	Kayseri Büyükşehir Belediyesi Sınırları……	30
Şekil 4.6	Yamula Barajı……	31
Şekil 4.7	Havadan Görünüş-Balık Yetiştirme Tesisleri-Baraj Kapakları….	32
Şekil 4.8	Çalışma Alanı ve Kullanılan Uydu Görüntüleri ……...	33
Şekil 5.1	2007 Yılına Ait IKONOS Görüntüsü (Kayseri Merkezi)……..	39
Şekil 5.2	1987 Yılına Ait LANDSAT TM Görüntüsü (Erkilet Havaalanı)...	40
Şekil 5.3	Çalışmada Kullanılan Hava Fotoğrafı Örneği ……...	41
Şekil 5.4	Şehir ve Barajdan Örnek Fotoğraflar……..……	42
Şekil 5.5	Ortofoto Örneği (Kayseri Merkezi)…….……...	43
Şekil 5.6	Yersel Verilere Örnekler…….	44
Şekil 6.1	1990-2000-2009 Yıllarındaki Nüfus Bilgileri…….…...	47
Şekil 6.2	1990-2009 Yılları Arası Nüfus Değişim Yüzdesi…….…..	48
Şekil 6.3	Yamula Barajı'ndan Etkilenen Köy ve Kasabalar……..	49
Şekil 6.4	Bant Birleştirme Adımları……...	50
Şekil 6.5	2009 LANDSAT TM Görüntüsünün 7 Ayrı Bantı ve Birleştirilmiş Hali ……...	51
Şekil 6.6	Görüntü Rektifikasyon Adımları ……..…….	52
Şekil 6.7	Projeksiyonu Değiştirilen 2009 IKONOS Görüntüsünün Gösterimi…….	52
Şekil 6.8	Görüntü Kesme Basamakları……..	53
Şekil 6.9	Kesilen Görüntünün Gösterimi (2009 LANDSAT ETM+)……	53
Şekil 6.10	Sınıflandırmada İzlenen Yol……...	54
Şekil 6.11	Kontrolsüz Sınıflandırma Uygulama Adımları……...	56
Şekil 6.12	Kontrolsüz Sınıflandırılmış 07.04.1987 Tarihli LANDSAT TM Görüntüsü…….…	57
Şekil 6.13	Kontrolsüz Sınıflandırılmış 30.06.2009 Tarihli LANDSAT ETM Görüntüsü…….	58

Şekil 6.14	Kontrollü Sınıflandırmada Örnekleme Alanları Toplama Basamakları……..	59
Şekil 6.15	Kontrollü Sınıflandırılmış 07.04.1987 Tarihli LANDSAT TM Görüntüsü……	60
Şekil 6.16	Kontrollü Sınıflandırılmış 30.06.2009 Tarihli LANDSAT ETM Görüntüsü……	61
Şekil 6.17	Sınıflandırma Sonrası Düzleştirme Adımı……..	62
Şekil 6.18	Yapılan Tüm Sınıflandırılmış Görüntülerin Karşılaştırılması…….	63
Şekil 6.19	1987 ve 2009 Yılları Sınıflandırılmış Görüntülerin Karşılaştırılması……	66
Şekil 6.20	1987 ve 2009 Yılları Sınıfsal Dağılımı…….....	67
Şekil 6.21	Yerleşim Alanı Değişimi……..……	69
Şekil 6.22	Yamula Barajı'yla Meydana Gelen Değişim……...	70
Şekil 6.23	Yamula Barajı'nın Gelişim Evresi……...	70
Şekil 6.24	Fotoğraflar Tablosu……..	72
Şekil 6.25	ArcCatalog'da İlişkilendirilecek Olan Detay Sınıfı veya Tablonun Seçimi……...	73
Şekil 6.26	ArcCatalog Programında İlişki Türünün Seçimi……..	73
Şekil 6.27	ArcCatalog Programında İlişki Etiketlerinin Belirlenmesi……...	74
Şekil 6.28	ArcCatalog Programında İlişki Türü Kardinalliğinin Belirlenmesi..	74
Şekil 6.29	ArcCatalog Programında İlişki Öznitelik Tablosu Oluşturulması…	75
Şekil 6.30	ArcCatalog Programında İlişki Sınıfı Oluşturma Özeti ve Sonlandırılması……..	75
Şekil 6.31	Alpaslan Mahallesi Örneği……	76
Şekil 6.32	Sivas Caddesi Örneği……	76
Şekil 6.33	Kuşçu Kasabası Batısındaki Havza Örneği……..	77
Şekil 6.34	Taşhan Köyü Sular Altında Kalan Bölgelerinin Örneği……...	77
Şekil 6.35	Bina Verisi ve Yerleşim Alanlarının IKONOS Görüntüsü ile Birleştirilmesi……	78
Şekil 6.36	1987 Yılı Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntünün 3D Modeli…….	80
Şekil 6.37	2009 Yılı Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntünün 3D Modeli…….	80
Şekil 7.1	1987 ve 2009 Yılı Arazi Örtüsü/Kullanımı Dağılımı……..….	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge No	Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1	Kayseri İlçelerinin Alanları ve Toplam Alana Göre Yüzdeleri…..	25
Çizelge 4.2	Kayseri İli Kuru ve Sulu Tarım Alanları…….	28
Çizelge 5.1	Tez Çalışmasında Kullanılan Uydu Verileri ve Tarihleri……	38
Çizelge 5.2	IKONOS Görüntüleme Özellikleri…….	38
Çizelge 5.3	LANDSAT ETM+ Görüntüleme Özellikleri…..…….	39
Çizelge 5.4	LANDSAT ETM+ Bantlarının Özellikleri ve Uygulama Alanları.	40
Çizelge 6.1	1980 ve 2009 Yılları Arası Nüfus Bilgileri…….	46
Çizelge 6.2	2009 Yılı ile Diğer Yıllar Arasındaki Nüfus Değişim Yüzdesi…..	46
Çizelge 6.3	1990-2009 Yılları Arası Nüfus Değişimi……	48
Çizelge 6.4	Etkilenen Köy ve Kasabaların Nüfus Bilgileri……..…….....	49
Çizelge 6.5	Sınıfların Alansal Dağılımı ve Yüzdeleri (1987)…….....	57
Çizelge 6.6	Sınıfların Alansal Dağılımı ve Yüzdeleri (2009)……..……..	58
Çizelge 6.7	Sınıfların Alansal Dağılımı ve Yüzdeleri (1987)……..……..	60
Çizelge 6.8	Sınıfların Alansal Dağılımı ve Yüzdeleri (2009)……..……..	61
Çizelge 6.9	Kontrolsüz Sınıflandırmaların Doğruluk Analizleri ve Kappa Değerleri……..	64
Çizelge 6.10	Kontrollü Sınıflandırmaların Doğruluk Analizleri ve Kappa Değerleri……..	65
Çizelge 6.11	Tüm Sınıflandırılmış Görüntülerin Doğruluk ve Kappa Değerleri.	66
Çizelge 6.12	1987 ve 2009 Yıllarındaki Sınıfların Alan ve Yüzdeleri…….	67
Çizelge 6.13	1987 ve 2009 Yılları Arası Alansal ve Yüzdesel Değişim.....	71

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde bulunan her şey doğal yollarla veya canlılar sayesinde devamlı bir değişim halindedir. İnsanlar bu değişime neden olan en önemli etkenlerden biridir. Gelişen teknolojilerle birlikte bu değişim de hızlanmaktadır. Bu hıza ayak uydurmak için de yeni teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. İşte bu noktada uzaktan algılama teknikleri ve CBS önemli rol oynamaktadır.

Uzaktan algılama yöntemleriyle fiziksel temas olmaksızın yeryüzünün incelenmesi zaman açısından ve ekonomik açıdan kısa ve uzun vadelerde çok büyük kazançlar sağlamaktadır. 1909 yılında Wilbur Wright tarafından bir uçak kullanılarak ilk defa sıralar halinde hava fotoğrafı çekimi ile başlayan uzaktan algılama, 1957 yılında SPUTNIK-1 ile uzaya taşınmış, 1972 yılında LANDSAT uydusunun fırlatılması ile devam etmiş ve günümüze dek uzanmıştır.

Uzaktan algılamanın ilk kullanım alanı, uçaklar veya balonlar vasıtasıyla *askeri amaçlı* olmuştur. Daha sonra uzaktan algılama uydularının da fırlatılması ile askeri amaçların yanı sıra yeryüzü hakkında bilgi toplama amacı da ortaya çıkmıştır. Askeri amaçlı uzaktan algılama, milli stratejinin uygulanmasını destekleyecek bilginin toplanmasına, ihtiyaç makamlarına süratle dağıtılmasına, harekât alanının korunması ve komuta-kontrolüne, iletişim-istihbarat ve keşfine önemli katkılar sağlamaktadır. Bunların yanı sıra, sınır bölgelerini ve askeri önem taşıyan alanları izleme, haritalama gibi alanlarda da önem taşımaktadır. Türk Hava Kuvvetleri, 1999 yılında uzayla ilgili çalışmaları başlatmış, ana görev fonksiyonları ve doktrini gereği bu alanda daha fazla vakit kaybetmeden Türkiye'nin kabiliyet kazanmasını hedeflemiştir. Bu kapsamda, orta ve uzun vadede kabiliyet kazanılması gereken alanları; uzaktan algılama ile uzayın taarruz ve savunma amaçlı kullanımı, uzaydan elektronik harp ve komuta kontrolü şeklinde belirlemiştir. Temel uygulama alanları şunlardır:

a. İstihbarat ve keşif
b. Stratejik bölgeleri izleme
c. Komuta kontrol karar mekanizmalarına bilgi sağlamak
d. Arama kurtarma (helikopter, uçak, gemi kazaları)
e. Acil durum müdahale

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin ve İç Anadolu Bölgesi'nin önemli ticari ve sanayi kentlerinden biri olan Kayseri'nin, büyükşehir belediyesi sınırları içinde kalan alanın arazi örtüsü ve arazi kullanımının 1987 yılından 2009 yılına kadarki değişiminin, bunun yanı sıra şehrin 25 km kuzeybatısına kurulan ve 2005 yılında hizmete açılan Yamula Barajı'nın bölgeye getirdiği değişimin izlenmesi ve analizidir. Bu amaçla farklı spektral ve mekansal çözünürlüğe sahip uydu verileri kullanılmış, bu veriler ortofotolar, hava fotoğrafları ve yersel verilerle desteklenmiştir. Yöntem olarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma uygulanmış, doğruluk analizlerinin ardından kontrollü sınıflandırılmış

görüntü üzerinde karşılaştırma ve değişim analizleri yapılmıştır. Sınıflandırılmış görüntüler CBS kapsamında ArcGIS yazılımı kullanılarak diğer dijital verilerle (binalar, köyler, akarsular, ilçe sınırları vb.) birleştirilerek arazi kullanım haritaları oluşturulmuştur. Böylece 22 yıllık değişimin görsel ve istatistiksel analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlarla, yerel yönetimlere geleceğe yönelik planlamalarda yardımcı olunabilecek, askeri uygulamaya yönelik harita üretimi çalışmaları desteklenebilecektir.

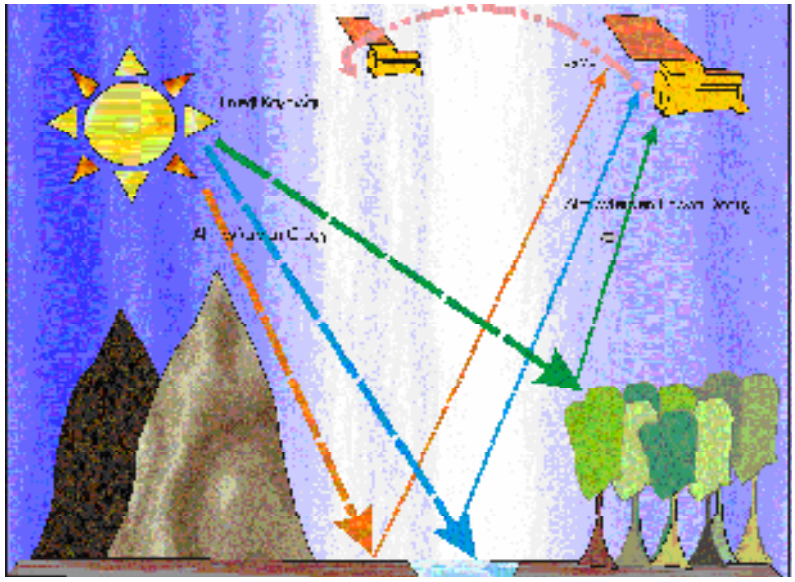
Çalışmada 1987 tarihli LANDSAT TM ve 2009 tarihli LANDSAT ETM görüntüleriyle sınıflandırma uygulamaları yapılmış, yüksek çözünürlüklü 2007 ve 2008 tarihli IKONOS görüntüleriyle bu uygulamalar desteklenmiştir. IKONOS görüntüleri CBS uygulamalarında da kullanılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, bir cisimle direkt temas etmeksizin onun fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanır. Teknik anlamda ise yeryüzü hakkında, onunla fiziksel temasta bulunmaksızın bilgi elde edebilmektir. Jeoloji, ormancılık, hidroloji, tarım, şehircilik gibi bilim dalları uzaktan algılamanın uygulamalarının bulunduğu, bütünleştiği bilim dalıdır. Uzaktan algılama sistemlerinde ölçülen nicelik, ilgilenilen cisimden yayılan elektromanyetik enerjidir. Uydular veya hava araçları üzerinde taşınan algılayıcılarla yapılan gözlem ve ölçümlerde elektromanyetik enerjiden yararlanılır.

Uzaktan algılamada ilk koşul, hedefi aydınlatan bir enerji kaynağının varlığıdır (Şekil2.1). Bu kaynak pasif uydularda güneş olmakla beraber Radar ve LIDAR gibi aktif uydularda ise kendi bünyesinde taşıdığı elektromanyetik enerji üreteçleridir. Daha sonra sağlanan bu enerji, gerek kaynağından (güneş, algılayıcı) hedefe doğru giderken, gerekse hedeften algılayıcıya geri dönerken atmosfer ve ortamla etkileşir. Atmosferle etkileşen enerji hedefe vardığında, hedefin ve enerjinin özelliklerine bağlı olarak, bu kez de hedefle etkileşir. Bu etkileşim geçirilme, yutulma, saçılım ve yansıtım şekillerinde olmaktadır.



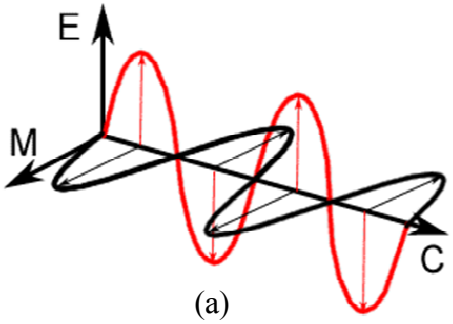
Şekil 2.1 Uzaktan algılama parametreleri

Bu aşamaları geçen enerji, hedeften saçıldıktan veya yayıldıktan (emisyon) sonra, elektromanyetik ışınım bir algılayıcı tarafından toplanır ve kayıt edilir. Enerji, algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, elektronik olarak, bir yer istasyonuna iletilir (transmission). Yer istasyonu tarafından algılanan veriler burada işlenerek hardcopy

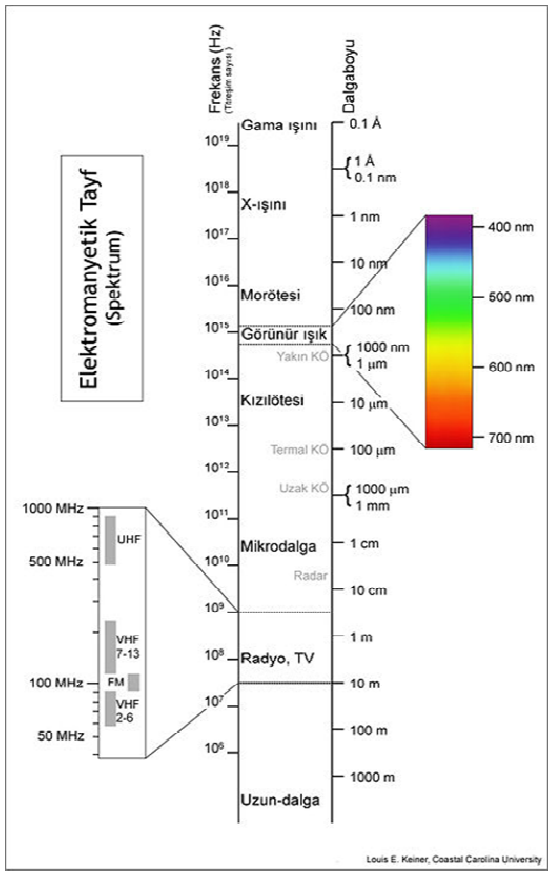
ve/veya dijital görüntü hâline dönüştürülür. Bu işlemin tamamlanmasından sonra dijital görüntü, hedef hakkında bilgi elde edebilmek için yorumlanır ve analiz edilir. Görüntüden elde edilen bilgiler; hedefi daha iyi anlamak, hedef hakkında yeni bazı bilgiler elde etmek, hedefle ilgili belirli bir problemin çözülmesine yardımcı olmak amaçlarıyla uygulamada kullanılır.

2.2. Elektromanyetik Enerji ve Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik enerji, harmonik dalgalar şeklinde, c ışık hızı ile hareket eden enerji şekillerinin bütününü kapsar (Şekil 2.2). Işık, radyo dalgası, ısı, morötesi ve X ışınları elektromanyetik enerjinin çeşitli şekilleridir. Elektromanyetik enerjinin şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve fazında değişme ancak katı, sıvı veya gaz halindeki bir cisimle temasında oluşur. Uzaktan algılama, bu değişikliklerin saptanmasında rol oynar. Farklı doğrultulardaki elektromanyetik ışınımın algılayıcılar tarafından kaydedilmesi ile görüntülerin ve verilerin işlenerek yorumlanmasıyla spektral özellikler uzaktan belirlenmiş olur (Özkan 1998).



(a)



(b)

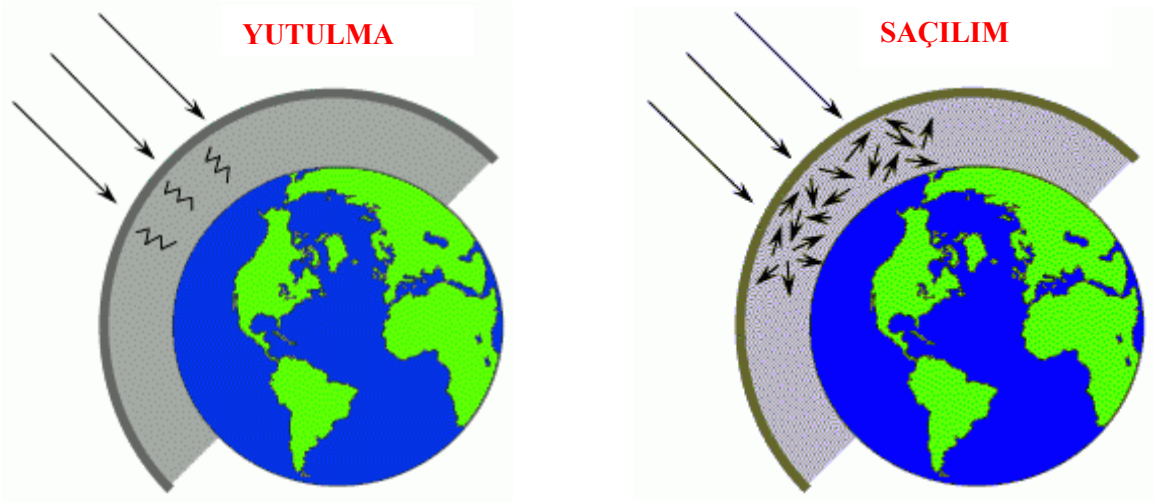
Şekil 2.2 (a) Elektromanyetik enerjinin dalga karakteri (b) Elektromanyetik spektrum (Keiner 1999).

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. Elektromanyetik spektrumda insan gözü tarafından algılanan bölüm görünür bölgedir. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi görünür bölgenin dışında çok geniş bir alan bulunmakta ve bu bölgedeki ışınımlar ancak uzaktan algılama aletleri tarafından ayırt edilebilmektedir. Görünür bölgenin dalga boyları spektrumda 0,4 µm ile 0,7 µm arasındaki dalga boyuna karşılık gelir.

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

2.3. Atmosfer Etkisi

Uzaktan algılamada kullanılan ışınım yerkabuğuna ulaşmadan önce atmosferden geçmek zorundadır. Atmosferdeki tanecikler ve de gazlar gelen ışınıma karşı etkide bulunurlar ve bu sayede yutulma ve saçılım meydana gelir (Şekil2.3).



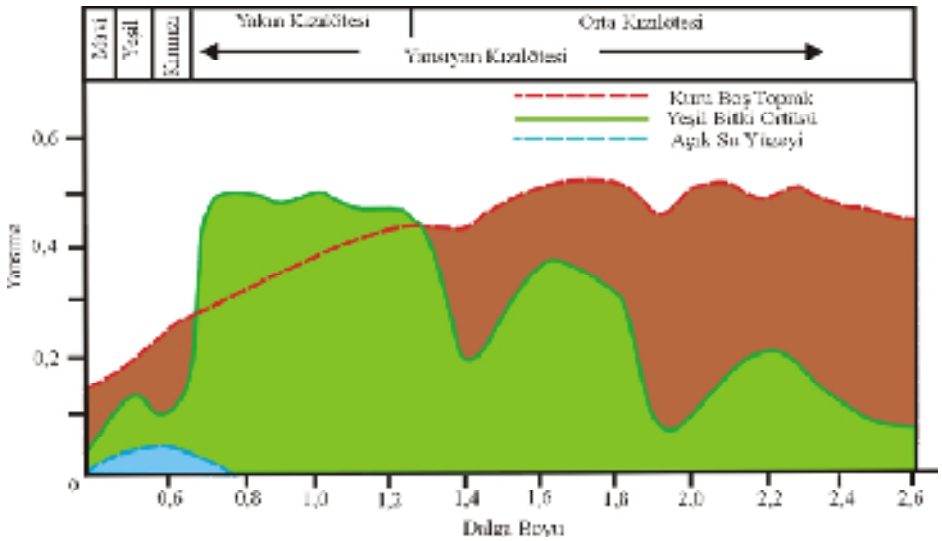
Şekil 2.3 Atmosferdeki yutulma ve saçılım (Çelik 2006)

Yutulma: Yeryüzüne gelen güneş ışınları atmosfer tarafından soğurulmaya uğrarlar. Gelen ışın, özelliğini kaybederek ısıya dönüşür. Soğurulmaya neden olan, atmosfer içerisindeki maddeler, karbondioksit, su buharı, oksijen, ozon ve azottur. Bu gazlar, elektromagnetik ışınımı belirli dalga boylarında soğurduğu için spektrumun belirli bölgeleri üzerinde etkili olmaktadır.

Saçılım: Kaynağını güneşten alan ışınımın saçılımına, atmosferde asılı bulunan küçük toz ve duman tanecikleri neden olmaktadır. Bu şekilde 3 çeşit saçılım vardır: *Rayleigh saçılımı* atmosferdeki taneciklerin, gelen ışığın dalga boyuna göre çok küçük olması durumunda medyana gelir. *Mie saçılımı* atmosferdeki taneciklerin boyutunun gelen ışığın dalga boyuna hemen hemen eşit olması ile meydana gelir. *Seçici olmayan saçılım* ise taneciklerin boyutunun gelen ışığın dalga boyuna göre daha büyük olması durumunda meydana gelir.

2.4. Cisimlerin Spektral Karakteristikleri

Her cisim, üzerine gelen ışınımı farklı oranlarda yansıtır, yutar ya da geçirir (Şekil 2.4). Yeryüzündeki cisimlerin tanımlanabilmelerinin en önemli nedeni, spektral özelliklerinin değişiklik göstermesidir. Algılayıcıların tasarımı da bu değişiklikleri fark edecek ve istenilen ayrımları yapabilecek şekilde yapılır. Her spektral bant elektromanyetik spektrumun bir bölümünde duyarlıdır.

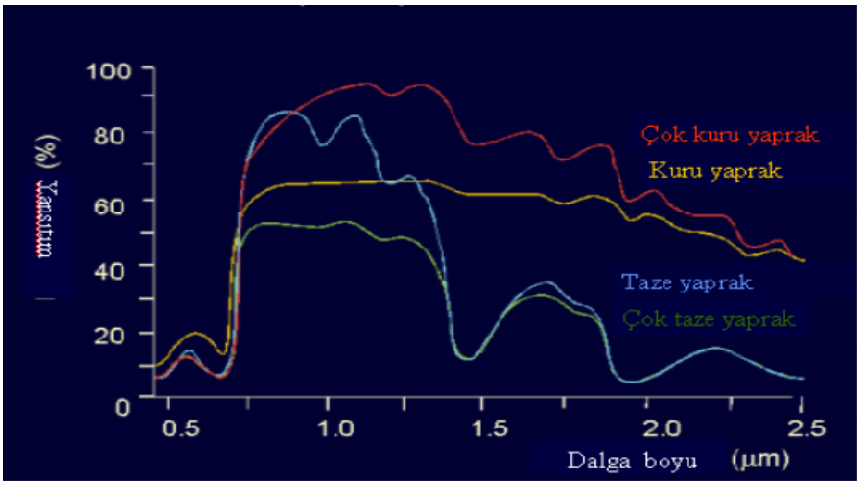


Şekil 2.4 Toprak, bitki örtüsü ve su için spektral yansıtım eğrileri (Göksel 2003)

Bitkilerin Spektral Karakteristikleri

Yeryüzünde uzaktan algılama yöntemiyle en kolay ve sağlıklı olarak tanımlanıp, incelenmesi mümkün olan bitki örtüleridir. Bunun en önemli nedeni algılayıcı ile bitki örtüsü arasında görüntü kalitesini etkileyebilecek bir cismin yer almamasıdır. Kimyasal bir bileşen olarak bilinen bitkilerdeki klorofil maddesi, kırmızı ve mavi dalga boylarındaki ışınımları yutarken, yeşil dalga boyundaki ışınımları yansıtmaktadır. Mevsimlere göre yaprakların içerdiği klorofil miktarı değişeceğinden dolayı bu yansıma yeşil, kırmızı veya sarı tonlarında değişiklik göstermektedir.

Görünür bölgeden farklı olarak, yansıyan kızılötesi bölgede yansıtım ve geçirilme önemli olup, ana etken yaprağın hücre yapısıdır. Yaprak yapısı bitki türleri için çok farklılık gösterdiğinden buna bağlı olarak yansıtımdaki farklılıktan yararlanarak türleri ayırt etmek mümkündür (Şekil 2.5). Diğer yandan hücre yapısının herhangi bir etki ile değişmesi ve bozulması da yansıtım özelliğini değiştirir.



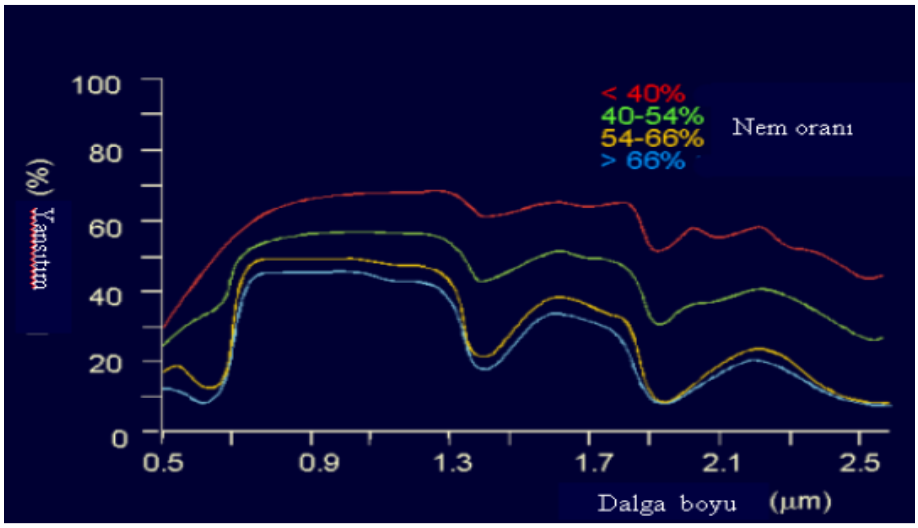
Şekil 2.5 Bitkilerin spektral yansıtımı (Göksel 2003)

Zeminlerin Spektral Karakteristikleri

Zeminlere ait spektral yansıtım eğrilerinin genel özelliği, yansıtımın artan dalga uzunluğu ile artmasıdır. Zeminler için yalnız yansıtım ve yutma söz konusudur. Zeminler farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip malzemelerin bir karışımı olduklarından, yansıtım ve yutma özellikleri de farklılık gösterir. Yansıtım özelliği bakımından, zemin üst tabakalarının bileşimi önemli rol oynar (Özkan 1998).

Zeminlerin yansıtım özelliği şu faktörlere bağlıdır:

- Zeminin su muhtevası (Şekil2.6)
- Zeminin organik madde muhtevası
- Zeminin doku ve yüzey pürüzlülüğü
- Zemini oluşturan minerallerin cins ve miktarı



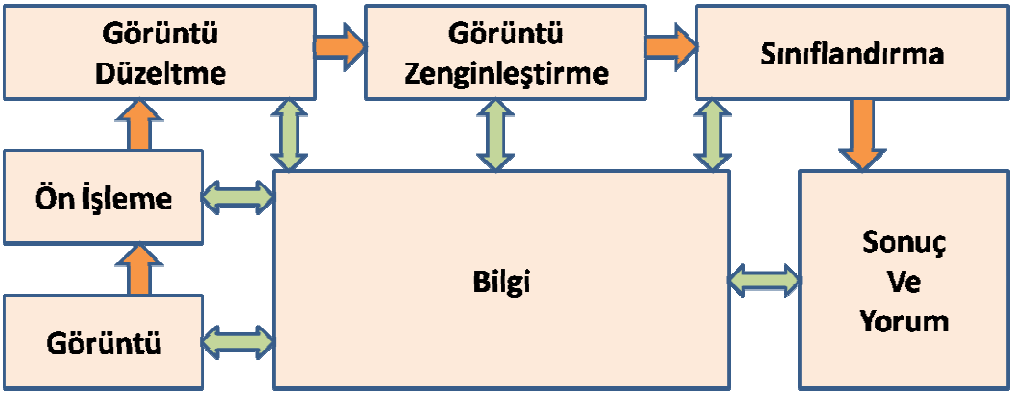
Şekil 2.6 Zeminlerin spektral yansıtımı (Göksel 2003)

Suyun Spektral Karakteristikleri

Görünür bölgede suyun yansıtımı, su yüzeyinin durumu, suda bulunan askıda maddeler ve suyun içinde yer aldığı ortamın tabanı ile yakından ilgilidir. Yine suyun yutması ve geçirgenliği de su içinde bulunan organik ve organik olmayan maddelerin miktar ve büyüklüğüne bağlıdır. Suyun bulanıklılığı geçirgenliğin azalmasına neden olur. Kızılötesi bölgede ise suyun yutma özelliği ağır basar ve gelen ışınımın çoğu yutulur. Yansıma çok az olduğundan yansıyan kızılötesi bölgede suyu, zemin ve bitki örtüsünden ayırt etmek çok kolaydır. Ancak su alanları endüstriyel ve evsel atık sularla kirletilmişlerse gelen kızılötesi ışınımın (özellikle ısıl bölgedeki) bir kısmını yansıtırlar. Bunun nedeni sudaki ışınımı yansıtan yabancı madde miktarının çok artmış ve su ısısının değişmiş olmasıdır (Özkan 1998).

2.5. Dijital Görüntü İşleme

Dijital görüntü işleme basamakları Şekil 2.7'de olduğu gibidir. İlk adım görüntüyü gerçek dünyadan bir film tabakasına veya bir hafıza birimine almayı sağlayan görüntü alıcılarıdır. Bu cihazlarda bir görüntü algılayıcısı ve algılanan görüntüyü dijital hale getiren dijitalleştirici birim bulunmaktadır. Eğer algılayıcı görüntüyü doğrudan dijital hale dönüştürmüyorsa, elde edilen analog görüntü, bir Analog/Dijital(A/D) dönüştürücü yardımıyla dijital hale dönüştürülmektedir. Dijital görüntü elde edildikten sonraki basamak ise ön işlemedir. Adından da anlaşıldığı gibi ön işleme, elde edilen dijital görüntünün kullanılmadan önce daha başarılı bir sonuç elde edebilmek için, kontrastın ayarlanması, gürültülerin azaltılması ve/veya yok edilmesi, görüntüdeki bölgelerin birbirinden ayrılması gibi işlemlerden geçirilmesidir.



Şekil 2.7 Dijital görüntü işleme basamakları

Ön işleme bittikten sonra görüntü düzeltme, görüntü zenginleştirme ve sınıflandırma işlemleri uygulanır. Ortaya çıkan sonuç ise çalışma amacına göre yorumlanır ve geleceğe yönelik tahminlerde yardımcı olur.

2.5.1. Görüntü Düzeltme

Uzaktan algılamada elde edilen görüntüler her zaman sağlıklı sonuçlar vermeyebilir. Yeryüzünün geometrik ve topoğrafik yapısı, elektromanyetik dalga boyunun yeryüzündeki saçılımları sonucunda yansıtım değerinin değişmesi, algılayıcıdan kaynaklanan teknik hatalar gibi nedenlerden dolayı elde edilen görüntüler doğru değerler vermeyebilir. Bu yüzden uzaktan algılama ile veri elde etme işleminde, hataların da sürece katılması ve veri kalitesinin düşmesi kaçınılmazdır. Bu durum doğal olarak görüntü üzerinde yapılan analizlerin doğruluğunu da etkilemektedir. Bu amaçla daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için, uydu görüntüsünün, analiz edilmeye başlanmadan önce, aşağıdaki işlemlerden geçirilmesi gerekir. Bunlar, radyometrik ve geometrik düzeltme başlığı altında toplanırlar:

a) Radyometrik düzeltme: Bir görüntüdeki bozukluk ya da düzensizlik, verinin alınması ve/veya kaydı ve veri iletimi esnasında meydana gelen atmosferik olaylardan dolayı meydana gelmiş olabilir. Bozuklukların ortak yapısı, sistematik kayıplar içermesi ya da bant alımı esnasında kaynaklanan kayıplardır. Radyometrik hatalar, algılayıcı sistem hataları ve çevresel kaynaklı hatalar olmak üzere ikiye ayrılır:

Algılayıcı sistem hataları, uydu üzerinde bulunan algılayıcıların düzgün çalışmamasından kaynaklanan hatalardır. Algılayıcıların herhangi birinde meydana gelen hata ya da bozulma sonucunda, görüntüdeki piksel değerlerinde yanlış değer görünür ve bozulma nedeniyle görüntüde siyah veya beyaz alanlar meydana gelir. Bu hataları gidermek her zaman mümkün olmayabilir. Çünkü kaydedilmeyen verinin yerine aslı konamaz. Ancak, bu hatalı piksellerin yeri, komşu satır ve piksel değerlerinin ortalamasını ve/veya diğer bantlarda bu satırlara denk gelen satır değerlerinin

ortalamasını kullanan hesaplama yöntemleriyle bulunabilir. *Çevresel kaynaklı hatalar,* atmosferik ve topoğrafik hatalar olmak üzere ikiye ayrılır: *Atmosferik hatalar*: Elektromanyetik enerji yeryüzüne ulaştıktan ve burada cisimle temas ettikten sonra, yansıması ve daha sonra algılayıcıya ulaşması safhasında, atmosfer ortamında toz, sis gibi maddelerle etkileşir, emilir ve/veya yansır. Bu yüzden algılayıcıdaki yansıtım değerleri de bu etkenlerden dolayı farklı değerlerde görülecektir. Atmosferik hatanın yüksek olduğu durumlarda bant oranlama, sınıflama gibi işlemler sonucunda da sağlıklı ve gerçek değerler elde edilemeyecektir. *Topoğrafik hatalar*, topoğrafik eğimden dolayı, bazı alanlarda piksel değerlerinin olduğundan daha farklı algılanmasıyla oluşan hatalardır. Topoğrafyadan kaynaklanan radyometrik hataların giderilmesinde bant oranlarından elde edilen katsayılara dayanan düzeltme yöntemleri kullanılır. Bir diğer yöntem de çalışma alanının dijital arazi modeli yardımı ile gölge alanlarını tespit etmektir.

b) Geometrik düzeltme: Uzaktan algılamada görüntülerdeki yansıtım değerleri, dünyanın küreselliği ve kendi ekseni etrafında dönüşü, uydunun yörüngesindeki sapmalar ve diğer bazı etkenlerden dolayı yeryüzündeki gerçek harita koordinatlarından sapma gösterir. Bu sapmanın bazı istatistiksel yöntemlerle düzeltilmesi işlemi geometrik düzeltmedir. Görüntüde meydana gelen hataların giderilmesinde yer kontrol noktalarından yararlanılır. Görüntüdeki bir noktanın yer kontrol noktasındaki yeri, görüntüde satır sütun değerleri ve koordinat sistemindeki x,y değerleri olarak yer alır. Yer kontrol noktaları sayesinde görüntüdeki noktaların satır sütun değerleri koordinat değerlerine eşlenir. Görüntünün haritadaki gerçek koordinatlarına oturtulmasına yani görüntüdeki nokta koordinatlarının yeryüzündeki gerçek koordinatları olarak tanımlanması işlemlerine koordinatlandırma, bu işlemin iki görüntünün aynı noktalarını eşleştirme ya da bir görüntüyü diğerine göre düzeltme şekline ise koordinat eşleme denir (Baysal 2006).

2.5.2. Görüntü Zenginleştirme

Dijital görüntü işlemenin avantajı, görüntünün dijital piksel değerlerinin değiştirilmesine olanak tanımasıdır. 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 işlemidir. Zenginleştirmede kullanılan iki ayrı yöntem vardır: Spektral ve mekansal zenginleştirme.

a) Spektral zenginleştirme: Genellikle ham görüntü var olan dijital değer yelpazesinin küçük bir bölümünü (8-bit veya 256 seviye) içerir. Spektral zenginleştirmede, hedeflerle arka alan arasındaki kontrastın artırılmasıyla orjinal değerler değiştirilerek yelpazenin daha geniş bölümünün kullanılması sağlanır. Kontrast artırmayı anlayabilmek için görüntü histogramını bilmek gerekir. Histogram; görüntünün içerdiği parlaklık değerlerinin grafiksel gösterimidir. Parlaklık değerleri (0 – 255) X ekseninde, bu

değerlerin oluştuğu frekanslar Y ekseninde gösterilir. Görüntünün, histogramda grafiksel olarak gösterilen dijital değerlerini değiştirerek birçok zenginleştirme uygulanabilir. Bunlardan bazıları şöyledir:

*Lineer kontrast yayma***,** tek başına çok etkin ve çok kullanılan basit bir zenginleştirme yöntemidir. Görüntüde ortaya çıkan en düşük ve 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.

*Lineer olmayan kontrast yayma***,** bir görüntüde her bölgeye aynı kontrastın uygulandığı yöntemdir. Lineer olmayan zenginleştirme, bazı bölgelerdeki kontrastı azaltırken diğer bir bölgedeki kontrastı arttırabilir. Bu yöntemlerde orjinal 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 fakat bu kısımlarda detay kaybı olur.

Histogram eşitleme yönteminde orjinal 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 orjinal yayılmış bir görüntüde olduğu söylenebilir. Böyle görüntülerde her parlaklıkta noktalar bulunduğundan genellikle göze kaliteli görünür.

b) Mekansal zenginleştirme: Görüntüdeki belirli özellikleri mekansal frekanslarına göre belirginleştirmek veya bastırmak için tasarlanmıştır. Mekansal frekans**,** görüntünün içerdiği bölgenin yapısına bağlıdır. Pürüzlü alanların (küçük alanda tonlardaki değişimlerin ani olduğu bölgeler) yüksek mekansal frekansları varken, yumuşak alanlar (geniş alanda tonlardaki değişimlerin az olduğu bölgeler) alçak mekansal frekansa sahiptir.

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 (Çelik 2006).

2.6. Sınıflandırma

Sınıflandırma, görüntü yorumlama teknikleri kullanılarak görüntü üzerindeki homojen piksel gruplarının ilgilenilen yeryüzü özellikleri ve yeryüzü kullanım özelliklerine ayrılması şeklinde tanımlanabilir. Dijital görüntü sınıflandırmada ise, kullanıcı görüntü üzerindeki dijital numaralarla (Dijital Numbers-DN) gösterilen spektral bilgiyi kullanarak çeşitli bantlar üzerinde spektral özelliklere göre pikselleri sınıflandırır. Bu tip sınıflandırmaya spektral doku tanımlama da denilmektedir. Burada amaç görüntü üzerindeki tüm pikselleri çeşitli sınıflara ya da temalara atamaktır. Sınıflandırma sonucunda oluşan haritada her piksel kendine özel bir özelliğe atanmış ve bir şekilde orjinal görüntünün tematik haritası elde edilmiş olur (Lillesand vd 1994, Chandra ve Ghosh 2007, Campbell 2000).

Sınıflar hakkında söz ederken "bilgi sınıfları" ve "spektral sınıflar" terimlerini birbirinden ayırmak gerekir. Değişik tarla türleri, bitki örtüsü türleri, kayaç türleri gibi kullanıcının görüntü üzerinde ayırmaya çalıştığı değişik ilgi kategorilerine bilgi sınıfları denilmektedir. Spektral sınıflar ise, aynı yansıtım değerlerine sahip piksellerin bir arada bulunduğu sınıflardır. Sınıflandırmada temel amaç spektral sınıflar ile bilgi sınıflarını eşleştirmektir. Burada hangi spektral sınıflar aynı bilgi sınıfını temsil edebilir ya da bazı spektral sınıflar herhangi bir bilgi sınıfının özelliğini göstermeyebilir, bu noktada sınıflandırmayı yapan araştırmacının hangi sınıfın hangi bilgi sınıfına ait olduğuna karar vermesi gerekir. Günümüzde farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bunları piksel ve nesne tabanlı olarak iki başlık altında toplamak mümkündür. Bu çalışmada piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır (James 2002).

Görüntü sınıflandırması işleminin bütün amacı, otomatik şekilde görüntüdeki tüm pikselleri yer örtü sınıflarına veya temalarına gruplamaktır. Çok spektrumlu yani çok bantlı veri, normalde sınıflandırma yapmak için kullanılır ve gerçekten de her bir piksel için verideki mevcut spektral paternlerin gruplandırılması işleminde referans olarak kullanılır. Yani bu işlem ile farklı özelliklerdeki DN'lerin kombinasyonları, onların iç spektral yansıtım ve yayılım özelliklerine dayalı olarak yürütülür. Bu açıklama ışığında bir spektral "patern" terimi her bir piksel için değişik dalga boylarında elde edilmiş radyans ölçüm setlerini ifade etmektedir. Spektral patern tanıma, sınıflandırmanın temelidir ve spektral anlamda otomatik sınıflandırma için temel teşkil etmektedir.

Uydu görüntüleri, cisimlerden yansıyan enerjinin algılanması ile oluşur. Dolayısıyla görüntüdeki bant sayısı cisimlerin birbirinden ayırt edilmesini kolaylaştırır. Her cisim elektromanyetik spektrumun farklı alanlarında değişik yansıma yapar. Böylelikle sınıflandırma işleminde tüm bantlarla çalışılarak cisimlerin ayrılması (segmentasyonu) kolaylaşmaktadır. 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 bantın duyarlı olduğu spektral aralığa ait yansıtım değerleri bulunmaktadır.

Cisimlerin konumları ve atmosferik koşullar, aynı cisimlerin farklı yansıma değerleri vermesine neden olur. Bu nedenle aynı cisimlere ait yansıtım değerleri gruplandırılır. Sınıflandırma olarak tanımlanan bu aşama, uzaktan algılama veri setinin içerdiği spektral sınıfları çeşitli istatistiksel yöntemler ile belli kategorilere ayırma işlemidir. Görüntü sınıflandırma kurallarının ana hedefi, alanı kapsayan sınıflar ve konulara göre bütün pikselleri ayrıştırmaktır. Sınıflandırma uygulamaları için çok bantlı görüntüler kullanılmaktadır.

Sınıflandırma işleminde dikkat edilecek konular şu şekilde sıralanabilir;

- 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

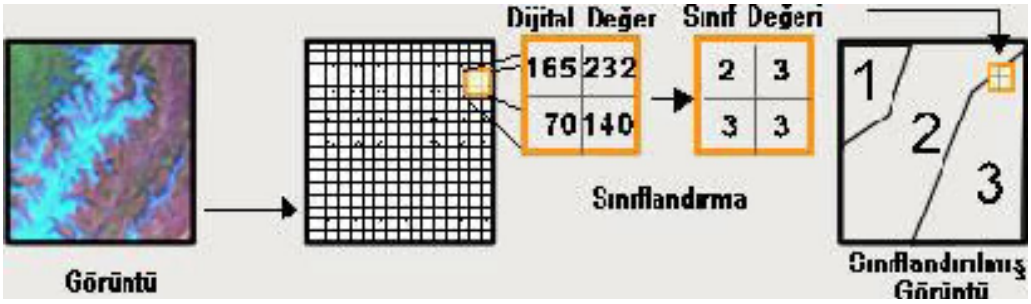
Sınıflandırma işlemlerinin sonucunda ise, iki tip hataya rastlanılmaktadır. Bunlar;

- Piksellerin yer alması gerekenden farklı bir sınıfa atanması (error of commission)
- Piksellerin uygun bir sınıfa atanamaması (error of ommission)

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

2.6.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

Bu yöntem, piksellerin, kullanıcı müdahalesi olmadan algoritmalar yardımı ile otomatik olarak kümelendirilmesi temeline dayanmaktadır (Maktav vb. 1991). Kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri içerisinde en yaygın olarak kullanılanı *ISODATA* (Iterative Self Organizing Data Analyses Tecnique)'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. 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 (Şekil 2.8).

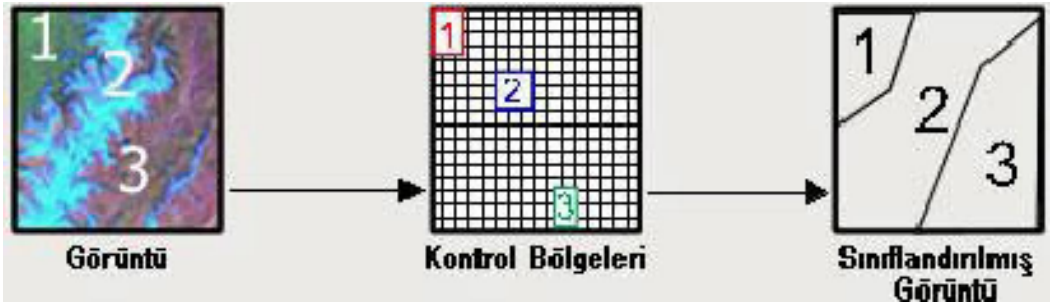


Şekil 2.8 Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma, görüntüdeki veri tanımlanamadığında başvurulan yöntemdir. Bu yöntemde, arazi kullanımı/arazi örtüsü tipinin bilinmesine gerek yoktur, öncelikle sınıf sayıları belirlenir (bu aralığın geniş tutulması faydalıdır). Ayrıca, veri bandı değerleri yardımı ile benzer piksellerin otomatik olarak bulunması temel alınmaktadır. Tanımlanan bu pikseller sembol, değer ya da etiketlere atanır, gerektiğinde de aynı tip sınıflarla birleştirilir. Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda elde edilen sınıflar, spektral sınıflardır ve spektral sınıfların özellikleri başlangıçtaki gibi bilinmemektedir. Araştırmacının, sınıflandırılmış görüntüyü, spektral sınıfların değer bilgilerine ulaşabilmek için başka bir referans bilgiyle kıyaslama yapması gerekmektedir (Lillesand ve Kiefer 2000).

2.6.2. Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma yönteminde, çalışma alanındaki yeryüzü özelliklerini tanımlayan yeterli sayıdaki örnek bölgeler (test alanlar) kullanılarak, sınıflandırılacak her bir cisim için spektral özelliklerin tanımlı özellik dosyaları oluşturulur. Kontrol alanlarının örneklendiği özellik dosyalarının görüntü verilerine uygulanması ile her bir piksel, hesaplanan olasılık değerlerine göre en çok benzer olduğu sınıfa atanmaktadır (Şekil 2.9). Bu sınıflandırma işleminde, paralelkenar, minimum uzaklık ve maksimum olasılık sınıflandırma yöntemi olarak üç yaklaşım kullanılmaktadır (Richards 1999).

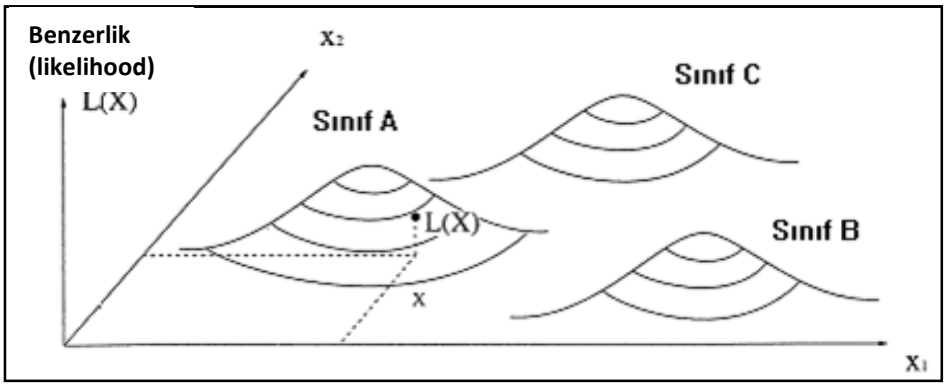


Şekil 2.9 Kontrollü sınıflandırma

Paralelkenar sınıflandırma: Kontrol (örnekleme) verilerinin spektral bileşenlerinin histogramlarının incelenmesine dayalı çok basit bir kontrollü sınıflandırma yöntemidir. Aynı zamanda bir sınıflandırma analistinde en az bilgiyi gerektiren yöntemdir. Tanımlanan her sınıf için, kullanılan her bantın minimum ve maksimum piksel değerleri kullanılmaktadır. Uygulanan karar kuralı, her bilinmeyen piksel, özellik değeri ile ilgili olduğu paralelkenar içine atanır. Bu yöntem, uygulaması hızlı ve kolay olmasına rağmen, her bir örnekleme veri seti için özelliklerin yalnızca minimum ve maksimum değerleri kullanılması nedeniyle, gerçek spektral sınıfların iyi temsil edilememesine yol açmaktadır.

Minimum uzaklık sınıflandırma: Örnekleme bölgelerine ait örnekleme verileri sınırlı olduğu zaman, kovaryans bilgilerini kullanmayan yalnızca spektral sınıfların ortalama vektörlerinin kullanılmasına dayanan sınıflandırma yöntemidir. Böyle bir durumda kısıtlı örnekten ortalama değerler kovaryanslara nazaran daha doğru tahmin edilebilir. Örnekleme verilerinden sınıf ortalamalar belirlenir, sınıflandırmada bir piksel en yakın ortalamaya sahip sınıfa atanır. Bu yöntemde kovaryans verilerinin kullanılmaması nedeniyle sınıf modelleri spektral anlamda simetriktir. Bu nedenle bazı sınıflar iyi modellenmeyebilir. Ancak örnekleme verileri sınırlı olduğu zaman minimum uzaklık yöntemi, maksimum olasılık yönteminden daha doğru sonuçlar vermektedir.

Maksimum olasılık algoritması: Bu algoritmada pikseller sadece parlaklık değerlerine göre değil, her sınıf için ayırım oluşturan varyans-kovaryans matris değerine göre oluşturulur. Bu nedenle diğer yöntemlere göre daha güvenilir bir yöntemdir. Bu algoritmada, her spektral banttaki istatistiğin normal dağılım olduğu varsayılır ve verilen bir pikselin belirli bir sınıfa ait olma olasılığı hesaplanır. Her piksel, en yüksek olasılığa sahip olan sınıfa atanır. Yüksek yakınlık koşullarında iyi sonuç veren bir algoritmadır. Her sınıf için eş benzerlik kontürleri oluşturulurken benzer ve her aday pikseller diğer tüm sınıflara olan benzerliği göz önüne alınarak tek tek karşılaştırılır (Şekil 2.10). Örnekleme bölgesine ait yeterli miktarda veri bulunmadığı zaman yani sınıfların olasılık dağılımlarını doğru bir şekilde tahmin edebilecek özellikte veri olmadığı zaman arzulanan sınıflandırma doğruluklarına ulaşılamaz.



Şekil 2.10 Maksimum olasılık fonksiyonun 3D gösterimi

2.6.3. Sınıflandırma Doğruluğu

Sınıflandırma doğruluğu hata matrisi (confusion matrix, table of confusion, contingency matrix) ile test edilebilir. Ayrıca, test için en küçük kareler yöntemi, standart hata, varyans analizi, korelasyon katsayıları, lineer veya çoklu regresyon analizi, chi kare testi gibi çeşitli istatistiksel yöntemlerden de yararlanılabilir (Mather 1999).

Hata matrisi: Sınıflandırma doğruluğu, sınıflandırılmış dijital görüntünün hangi doğrulukta elde edildiğini (yani piksellerin sınıflara hangi doğrulukta atandığını) test eder. Bu nedenle sınıflandırmadan sonra bir hata tahmini yapmak gerekir. Bunun için hata matrisi (confusion matrix) kullanılır. Yapay zekâ anlamında hata matrisi, kontrollü öğrenmede (supervised learning) tipik bir görselleştirme aracıdır. Matrisin sütunları tahmin edilen (hesaplanan) sınıftaki olayları, satırları ise gerçek sınıftaki olayları gösterir. Hata matrisinin yararı, sınıflandırma algoritmasının iki farklı sınıfı birbirine karıştırıp karıştırmadığını (birinin yerine yanlışlıkla diğerini atayıp atamadığını) test etmesidir.

Uzaktan algılamada sınıflandırma hatalarının analizi için nxn boyutlu (n=sınıf sayısı) hata matrislerinden yararlanılır. Hata matrisi oluşturularak, sınıflandırma haritası ile bir referans haritası (topoğrafik haritalar, hava fotoğrafları, yer ölçmeleri, yüksek çözünürlüklü uydu verileri vb.) karşılaştırılmaktadır. Yani ölçülen (sınıflandırılan) değerlerle gerçek değerler karşılaştırılmaktadır. Kalibrasyon verileri referans haritasından, validation verileri sınıflandırma haritasından alınır. Matrisin satırlarındaki bilgiler referans haritasındaki tematik sınıflarla ilgili bilgilerdir, sütunlardakiler ise sınıflandırma sonucu elde edilen tematik bilgilerdir (ancak, satır ve sütun konusunda bir standart yoktur, tersi de olabilmektedir). Hata matrisinin 'köşegen elemanları', referans veriler ile uyumlu olan sınıflandırma sonuçlarını verir. Matrisin 'satırlarındaki' (köşegen dışındaki) diğer elemanlar ise referans veri ile uyumlu olmayan (yanlış sınıfa atanmış) piksel sayısını (hatalı sınıf sayısı, error of commission), matrisin sütunlarındaki diğer elemanlar ise sınıflandırılamamış pikselleri verir (hatalı sınıf yüzdesi, error of omission). Elde edilen sonuçlarda iki tip sınıflandırma hatası söz konusudur; piksellerin aslında ait olması gereken sınıflara değil de yanlış sınıflara atanması ve piksellerin uygun bir sınıfa atanamaması.

Kullanıcı doğruluğu (user's accuracy): Bir sınıfa ait doğru piksellerin sayısı, bulunduğu sütundaki tüm piksellere bölünürse, 'kullanıcı doğruluğu' bulunur ve "commision error = 1 – kullanıcı doğruluğudur".

Üretici doğruluğu (producer's accuracy): Bir sınıf içerisindeki tüm piksellerin sayısı, bulunduğu satırdaki tüm piksellerin sayısına bölünürse 'üretici doğruluğu' elde edilir. Bu da referans datadaki, sınıflandırmanın doğruluğudur ve "omission error = 1 – üretici doğruluğudur".

Tek bir sınıfın doğruluğu (single class accuracy): Doğru sınıfa sınıflanan piksel sayısı (A)/gerçekten bu sınıfa ait olan piksel sayısı (B). % olarak verilir.

$$S=(A/B)\ x100 \tag{5.1}$$

Ortalama doğruluk (average accuracy): Her sınıfın doğruluklarının ortalaması.

Toplam doğruluk (overall accuracy) (%): Gerçekten ait oldukları doğru sınıflara sınıflanan toplam piksel sayısı (köşegen elemanlar, A)/gerçekten bu sınıflara ait olan toplam piksel sayısı (B).

$$O= (\Sigma A/\Sigma B)\ x\ 100 \tag{5.2}$$

Errors of omission; bir sınıfa ait olması gerekirken algoritmanın yanlış biçimde farklı sınıflara atadığı piksellerdir. Errors of commission ise başka sınıflara ait iken yanlış bir sınıfa atanan piksellerdir.

Kappa katsayısı (k): 0-1 arasında değişen 'Kappa katsayısı', uzaktan algılama görüntülerinden yararlanılarak hesaplanan arazi örtüsü ve kullanımı bilgilerinin doğruluk değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Katsayının hesabında, hata matrisinin sadece köşegen elemanları değil, tüm elemanları kullanılmaktadır.

Bu hata matrisinin sütunları referans verileri, satırları ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil etmektedir. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistik olarak analiz edilmektedir. Bu katsayı, hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır. Test piksellerinin sayısının her bir sınıf için en az 50 adet olması önerilmektedir.

$$\hat{K} = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}\left[(x_{i+})\times(x_{+i})\right]}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+})\times(x_{+i})} \tag{5.3}$$

r : hata matrisindeki satır sayısı
x_{ii} : i. satır ve i. sütundaki değerler (köşegen üzerinde)
x_{i+} : i. satırın toplam değeri
x_{+i} : i. sütunun toplam değeri
N : matrisdeki toplam örnek sayısı

2.7. Coğrafi Bilgi Sistemi

CBS; araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini arttırmak ve ayrıca zaman, para ve personel tasarrufu sağlamak amacıyla, belli bir konumu ve biçimi olan cisimlere (coğrafi varlıklara) ait grafik ve grafik olmayan bilgilerin toplanması, değerlendirilmesi, işlenmesi, analizi, gösterimi ile bunların zaman içinde durumlarını incelemeye yönelik yazılım, donanım ve işlem bileşenlerinin tamamını içeren özel bilgi sistemlerinin bütünüdür (GISLab 2006). CBS'nin beş temel bileşeni vardır. Bunlar;

a) Donanım: CBS'nin işlemesini mümkün kılan bilgisayar ve buna bağlı yan ürünlerin bütünü donanım olarak adlandırılır. Bütün sistem içerisinde en önemli araç olarak gözüken bilgisayar yanında yan donanımlara da ihtiyaç vardır. Örneğin, yazıcı, çizici, tarayıcı, dijitalleştirici, veri kayıt üniteleri gibi cihazlar bilgi teknolojisi araçları olarak CBS için önemli sayılabilecek donanımlardır.

b) Yazılım: Coğrafi bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sağlamak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen yazılımlardır. En popüler CBS yazılımları olarak ArcGIS, Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi, Grass vb. verilebilir.

c) Veri: CBS'nin en önemli bileşenlerinde biri de "veri"dir. Grafik yapıdaki coğrafi veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir.

d) İnsanlar: CBS teknolojisi insanlar olmadan sınırlı bir yapıda olurdu. Çünkü insanlar gerçek dünyadaki problemleri uygulamak üzere gerekli sistemleri yönetir ve gelişme planları hazırlar.

e) Yöntemler: Başarılı bir CBS, çok iyi tasarlanmış plan ve iş kurallarına göre işler. Bu tür işlevler her 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 kurallar çerçevesinde gerçekleşir.

Coğrafi bilgiler, enlem-boylam şeklindeki coğrafi koordinat ya da ulusal koordinatlar gibi kesin değerleri veya adres, bölge ismi, yol ismi gibi tanımlanan referans bilgileri içerirler. Bu coğrafi referanslar cisimlerin konumlandırılmasına yani koordinatı bilinen bir pozisyona yerleştirilmelerine imkân sağlar. Böylece ticari bölgeler, araziler, orman alanları, yeryüzü kabuk hareketleri ve yüzey şekillerinin analizleri konuma bağlı olarak

belirlenir. Coğrafi referans konumu belirlerken, konum verisi yani koordinat bilgisi seçilecek veri modeline bağlı olarak ifade edilir. Bu ifade şekli CBS'nde iki farklı konumsal veri modeli biçimindedir. Bunlar vektör ve raster veri modelleridir.

a) Vektör Veri Modeli: Nokta, çizgi ve poligonlar (x,y) koordinat değerleriyle kodlanarak depolanırlar. Nokta özelliği gösteren bir elektrik direği tek bir (x,y) koordinatı ile tanımlanırken, çizgi özelliği gösteren bir yol veya akarsu şeklindeki coğrafi varlık birbirini izleyen bir dizi (x,y) koordinat serisi şeklinde saklanır. Poligon özelliğine sahip coğrafi varlıklar, örneğin imar adası, bina, orman alanı, parsel veya göl, kapalı şekiller olarak, başlangıç ve bitişinde aynı koordinat olan (x,y) dizi koordinatlar ile depolanır. Vektörel model coğrafi varlıkların kesin konumlarını tanımlamada son derece yararlı bir modeldir. Ancak, süreklilik özelliği gösteren coğrafi varlıkların, örneğin toprak yapısı, bitki örtüsü, jeolojik yapı ve yüzey özelliklerindeki değişimlerin ifadesinde daha az kullanışlı bir model olarak bilinir.

b) Raster Veri Modeli: Daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafi varlıkların ifadesinde kullanılmaktadır. Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel olarak da bilinir. Fotoğraf görüntüsü özelliğine sahip raster modeller, genellikle fotoğraf ya da haritaların taranması ile elde edilirler. Vektör ve raster veri modellerinden biri genelde CBS uygulama biçimine göre tercih edilerek kullanılır. Ancak günümüzde her iki model aynı anda da kullanılabilmektedir. Bu tür bir kullanım şekli CBS'de hybrid (melez) veri modeli olarak bilinmektedir. CBS'nin 4 temel işlevi mevcuttur. Bunlar;

a) Veri Toplama: Coğrafi veriler toplanarak, CBS'de kullanılmadan önce mutlaka dijital formata dönüştürülmelidir. Verilerin kağıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına dönüştürülmesi işlemi djitalleştirme (digitizing) olarak bilinir.

b) Veri Yönetimi: Küçük boyutlu CBS projelerinde coğrafi bilgilerin sınırlı boyuttaki basit dosyalarda saklanması mümkündür. Ancak, veri hacimlerinin geniş ve kapsamlı olması, bunun yanında birden çok veri gruplarının kullanılması durumunda Veri Tabanı Yönetim Sistemleri (Data Base Management Systems) verilerin saklanması, organize edilmesi ve yönetilmesine yardımcı olur. Veri tabanı yönetim sistemleri bir bilgisayar yazılımı olup veri tabanlarını yönetir veya birleştirir.

c) Veri İşleme: Bazı durumlarda özel CBS projeleri için veri çeşitlerinin birbirine dönüşümü veya irdelenmesi istenebilir. Verilerin sisteme uyumlu olması bunu gerektirebilir. Örneğin, konumsal bilgiler farklı ölçeklerde mevcut olabilir (yol verileri 1/100000, nüfus dağılım verileri 1/10000, bina verileri 1/1000 gibi). Tüm bu bilgiler birleştirilmeden önce aynı ölçeğe dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm görüntü amacıyla geçici olabileceği gibi bir analiz işlemi için sürekli ve kalıcı da olabilir.

d) Veri Sunumu: Görsel işlemler yine CBS için önemli bir işlevdir. Birçok coğrafi işlemin sonunda yapılanlar harita veya grafik gösterimlerle görsel hale getirilir. Haritalar, coğrafi bilgiler ile kullanıcı arasındaki en iyi iletişimi sağlayan araçlardır. Kartoğrafların uzun yıllardır harita üretmesine karşın, CBS kartoğrafya biliminin hızlı gelişmesine de katkıda bulunan yeni ve daha etkili araçları sunmaktadır. Haritalar, yazılı raporlarla, üç boyutlu gösterimlerle, fotoğraf görüntüleriyle, çok ortamlı (multimedia) ve diğer çıktı çeşitleriyle birleştirilebilmektedir.

CBS uygulama alanları; çevre yönetimi, doğal kaynak yönetimi, mülkiyet-idari yönetim, bayındırlık hizmetleri, eğitim, sağlık yönetimi, belediye faaliyetleri, ulaşım planlaması, turizm, orman ve tarım, ticaret ve sanayi, savunma ve güvenlik olarak sıralandırılabilir.

Bu çalışmada kullanılan CBS yazılımı olan ArcGIS 9.3 bölüm 5.2'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu çalışmaya ışık tutması açısından, kentsel alan ve arazi kullanımının değişimi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş ve bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

İstanbul Büyükçekmece ilçesine ait kentsel alanın değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada, 1989 ve 1998 tarihli SPOT-P ile 1984 ve 1998 tarihli LANDSAT TM çok spektrumlu optik veriler kullanılmıştır. Bu veriler, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalarla ve 1/5000 ölçekli ortofotolarla desteklenmiştir. Ayrıca tüm sınır ve kıyı çizgileri uydu görüntülerinin üzerine dijital olarak işlenmiştir. Çalışmada dijital görüntü kaydı, dijital görüntü çakıştırma ve dijital görüntü sınıflandırma işlemleriyle birlikte, değişim saptama amacına yönelik olarak fark ve oran görüntüleri oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar Büyükçekmece Belediyesi'nden ve Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ndan alınan verilere dayanılarak değişime yönelik alansal bilgiler, yapıların yapılanma tarihleri ve nüfus bilgileri tablosal formda düzenlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada, bölgenin özellikle doğu ve güneydoğusundaki yerleşim alanlarının 1984-1998 yılları arasında önemli ölçüde genişlediği (bazı bölgelerinde nüfus artışı %40'a ulaşmıştır) ve verimli tarım alanlarının yerini yerleşim alanlarının aldığı belirlenmiştir. Diğer önemli sonuç ise, bu bölgede plansız bir yapılaşma ve gecekondulaşma gözlenmemiş olmasıdır (Maktav, Sunar, Akgün 2002).

Afyonkarahisar ilinin kentsel gelişiminin izlenmesi konusu incelenmiştir. Bu çalışmada, 1987 tarihli LANDSAT TM ve 2000 tarihli LANDSAT ETM+ verileri kullanılmıştır. Bu veriler geçmiş yıllara ait şehir imar planları, nüfus bilgileri ve eski fotoğraflarla desteklenmiştir. Çalışmada görüntü zenginleştirme ve görüntü sınıflandırma işlemleri yapılmıştır. Yapılan kontrollü sınıflandırma yöntemiyle dört arazi kullanım sınıfı belirlenmiştir(yerleşim, mera, tarım ve tarım dışı alanlar). Sonuç olarak, yerleşim alanlarında hızlı bir artış, buna karşılık mera alanlarında azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Bu değişiminin ana sebebinin ise, hızlı ekonomik büyüme ve köyden şehre göçün olduğu tespit edilmiştir (Yıldırım, Kılıç 2006).

Kahramanmaraş ilinin kentsel gelişiminin tarımsal alan kullanımı üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, 1985 tarihli 1/35000 ölçekli siyah beyaz monoskopik hava fotoğrafı ve 2000 tarihli IKONOS verileri kullanılmıştır. Dijitalleştirme ve değişim hesaplamalarında ArcView 3.2 yazılımı kullanılmıştır. Sonuç olarak, görsel analiz yoluyla doğrudan (renk, doku, biçim ve desen) ve dolaylı (konum ve komşuluk gibi) tanımlama öğeleri kullanılarak yapılan sınıflandırma ve değerlendirme çalışmalarının ardından 1985-2000 yılları arasında 313,6 ha tarım alanının kentsel alana dönüştüğü belirlenmiştir (Gürün, Doygun 2006).

Yalova ilinin kıyı yerleşimindeki değişim farklı zamanlarda kaydedilmiş uydu görüntüleriyle incelenmiştir. Bu çalışmada, 1975 yılı LANDSAT MSS, 1987 ve 1998 yılı LANDSAT TM ve 2000 yılı IRS (LISS+PAN) verileri kullanılmıştır. Bu veriler, önce geometrik olarak düzeltilerek, çakıştırılmış, daha sonra görüntü işleme literatüründe iyi bilinen kontrast artırma, kenar zenginleştirme, aritmetik çıkartma ve

ana bileşenler teknikleri kullanılarak yıllar arasındaki değişim incelenmiştir. Sonuç olarak, ilin geçmiş tarih ve günümüzdeki arazi kullanımıyla ilgili ayrıntılı bilgiler ortaya konulduktan sonra; jeolojik, jeomorfolojik, klimatolojik, toprak örtüsü ve kentselleşmeyle ilgili problemler çıkarılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur (Bahadır 2007).

Bangladeş Kulna şehrinin kentsel değişim analizi yapılmıştır. Çalışmada, Eylül 1990 ve Ağustos 2001 tarihli LANDSAT TM verileri kullanılmıştır. Bu verilerle iki farklı yöntem kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bunlar, image differencing ve post-classification yöntemleridir. İlk yöntemde (görüntü çıkarma) her iki görüntünün de 1,2,3,4 bandları kullanılarak değişim görüntüsü elde edilmiştir. İkincisinde ise (post classification) her iki görüntü ayrı sınıflandırılarak elde edilen görüntülerden değişim analizi sonuçları elde etmiştir. Bu yöntemle aynı zamanda değişim matrisi de elde edilmiştir. Sonuç olarak, uzaktan algılamanın Bangladeş'de henüz keşfedilmemiş bir çalışma alanı olduğu ve bu ender kullanılan yöntemle Kulna şehrinin yer haritasının makul bir doğrulukla hazırlandığı belirtilmiştir (Billah, Rahman 2004).

Amerika Birleşik Devletleri Minnesota Eyaleti, metropol alanındaki 7 tane yerleşim alanının değişim analizi yapılmıştır. Çalışmada, 1986, 1991, 1998 yıllarına ait LANDSAT 5 TM ve 2002 LANDSAT 7 ETM verileri kullanılmıştır. Verilerin her biri ayrı sınıflandırılarak post classification yöntemi kullanılmış ve değişim analizi yapılmıştır. Değişim görüntüleri ve değişim matrisleri her üç yıl için de çıkarılmış ve incelenmiştir. Sonuç olarak, elde edilen değişim görüntülerinden ve doğruluk analizlerinden yüksek doğruluklu sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Yuan, Sawaya, Loeffelhoz, Bauer 2002).

Vietnam Ha Long şehrinin kentsel değişim analizi yapılmıştır. Çalışmada, Ağustos 1994 ve Temmuz 2004 yıllarına ait SPOT ile Mart 2008 yılına ait ALOS (AVNIR-2) verileri kullanılmıştır. Ayrıca bu veriler 2002 yılına ait 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalarla desteklenmiştir. Uydu görüntülerine yapılan ön işlemin ardından VSW indeksi (Vegetation-Soil-Water) oluşturulmuş yani, görüntü bitki örtüsü, toprak ve su olmak üzere doğal bileşenlerine ayrılmış ve ardından kontrollü sınıflandırma uygulanmıştır. Elde edilen arazi örtüsü kullanımı topoğrafik haritalarla desteklenmiş ve kentsel büyüme tespit edilmiştir. Sonuç olarak, kentsel büyümenin daha çok kentin sahil kesimlerinde olduğu, özellikle Cai Lan bölgesiyle, Bai Chay ile Hon Gai bölgelerini birleştiren Bai Chay Köprüsü etrafında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Kentsel büyümenin Ha Long şehrinin ortasından geçen otoyolun her iki etrafında da hemen hemen aynı şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Dikkat çeken başka bir sonuç da, gelişimin 1994-2004 yılları arasında çok hızlı, 2004-2008 yılları arasında ise oldukça yavaş olmasıdır (MY Vo Chi, LAN Pham Thi, SON Tong Si 2009).

Nijerya Kaduna kasabasının kentsel değişim ve bitki örtüsü kaybı analizi yapılmıştır. Çalışmada, 1990 ve 2000 yıllarına ait LANDSAT TM verileri kullanılmıştır. Bu veriler, GARMIN III GPS navigasyon cihazıyla alınan yersel verilerle desteklenmiştir. Her iki uydu görüntüsüne de kontrollü sınıflandırma uygulanmış (maksimum olasılık yöntemi), 2000 yılına ait görüntüye yersel veriler digital olarak işlenmiştir. Sınıflandırma sonunda

bölge, yerleşim alanı, orman, çıplak alan, meralar, nehir, bitki örtüsü ve sulak alan olarak ayrılmıştır. Sonuç olarak, orman, sulak alan ve çıplak alanın hızla yerleşim alanına dönüştüğü gözlenmiştir. 297.5 hektarlık bitki örtüsünün kaybolduğu buna karşılık yerleşim alanında 167.8 hektarlık artış olduğu tespit edilmiştir. Yerleşim alanının genişlemesi de sosyo-ekonomik ve endüstriyel alandaki büyümeye bağlanmıştır. Şehir planlamacıların konut planlarken parklara ve yeşil alanlara da önem vermeleri önerilmiştir (Ishaya, Ifatimehin, Okafor 2008).

4. ÇALIŞMA ALANI

4.1. Kayseri İli Kentsel Alanın Tarihsel Gelişimi

Kayseri, İç Anadolu Bölgesi'nin güney bölümü ile Toros Dağları'nın birbirine yaklaştığı, Orta Kızılırmak bölümünde yer alır. Doğu ve kuzeydoğusu Sivas, kuzeyi Yozgat, batısı Nevşehir, güneybatısı Niğde, güneyi ise Adana ve Kahramanmaraş illeri ile çevrilidir (Şekil 4.1). İç Anadolu'nun yukarı Kızılırmak bölgesinde 37^0 45' ve 39^0 19' kuzey enlemleri ile 34^0 56' ve 36^0 58' doğu boylamları arasında yer alan Kayseri İli 17.043 km^2'lik yüzölçümüyle ülke topraklarının %2,2'lik, İç Anadolu Bölgesi'nin ise %11,3'lük bölümünü kapsar. İl merkezinin denizden yüksekliği 1054 metredir.



Şekil 4.1 Kayseri İli ve ilçeleri

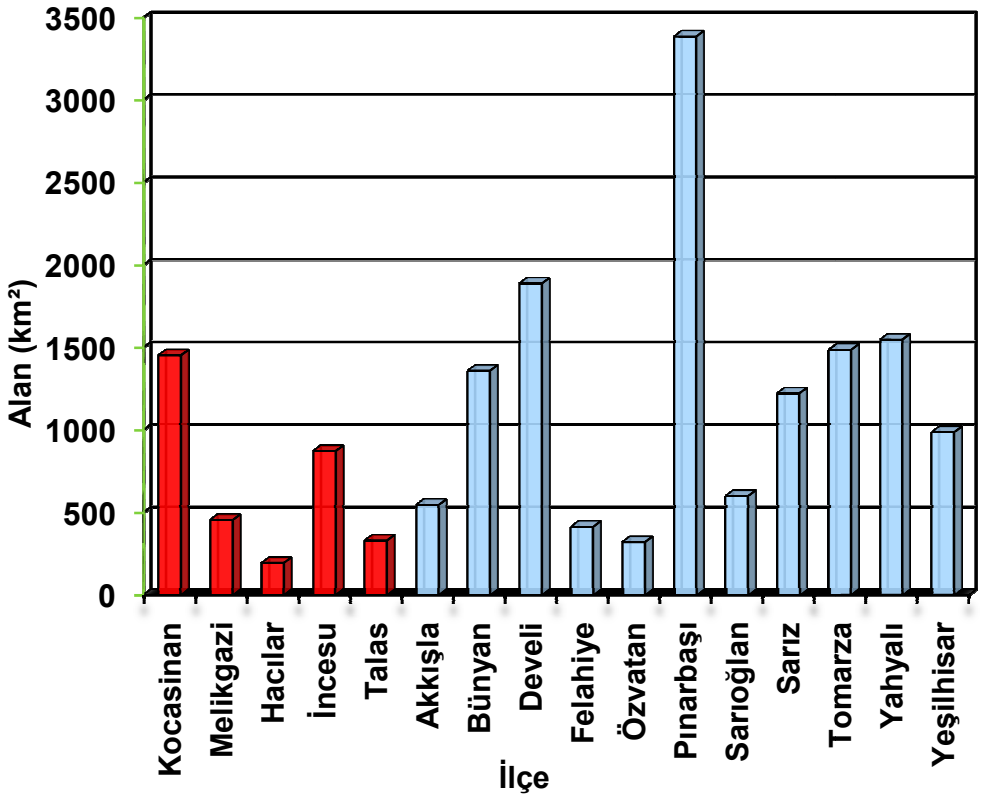
Kayseri civarındaki en eski yerleşim alanı, şehrin 20 km kuzey doğusunda M.Ö. 3500 yılında kurulmuştur. Bölgede sırasıyla, Hititler, Frigler, Kimmerler, Persler, Bizanslılar, Selçuklular, Moğollar ve Osmanlılar hüküm sürmüştür. 1100'lü yıllarda 3 ille beraber Selçuklular'a başkentlik yapmıştır. Osmanlılar zamanında Konya'dan alınarak Ankara'ya bağlanmış, Cumhuriyet'in ilanından sonra 1924 Anayasası gereğince Ankara'dan ayrılarak il statüsüne kavuşmuştur.

1924 Anayasası ile il statüsüne kavuşan Kayseri'nin 1928'de Merkez, İncesu, Bünyan, Develi ve Aziziye (Pınarbaşı) olmak üzere 5 ilçesi, 21 bucağı ve 314 köyü vardı. Bugün ise 16 ilçesi (Akkışla, Bünyan, Develi, Felahiye, Hacılar, İncesu, Kocasinan, Melikgazi, Özvatan, Pınarbaşı, Sarıoğlan, Sarız, Talas, Tomarza, Yahyalı ve Yeşilhisar), 68 belediyesi ve 406 köyü bulunmaktadır.

Aşağıdaki çizelgede ilçelerin alanları ve toplam alana oranları verilmiştir (Çizelge 4.1). Kırmızıyla belirtilen ilçeler çalışma alanında kalan ilçelerdir. Kayseri'nin en büyük ilçesi 3.383 km^2 ile Pınarbaşı, en küçük ilçesi ise 194 km^2 ile Hacılar'dır. Nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu ilçe 998 kişi/km^2 ile Melikgazi, en düşük olduğu ilçe ise 9 kişi/km^2 ile Pınarbaşı'dır. Aşağıdaki Şekil 4.2'de ilçelerin alanları grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Kayseri ilçelerinin alanları ve toplam alana göre yüzdeleri

İlçeler	**Alan(km^2)**	**%**
Kocasinan	1.452	8,5
Melikgazi	454	2,7
Hacılar	194	1,1
İncesu	872	5,1
Talas	329	1,9
Akkışla	546	3,2
Bünyan	1.358	8,0
Develi	1.887	11,1
Felahiye	412	2,4
Özvatan	320	1,9
Pınarbaşı	3.383	19,8
Sarıoğlan	599	3,5
Sarız	1.220	7,2
Tomarza	1.485	8,7
Yahyalı	1.546	9,1
Yeşilhisar	986	5,8
TOPLAM	**17.043**	**100**



Şekil 4.2 Kayseri ilçelerinin alansal dağılımı

13 Ekim 1924'te Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK ilk kez Kayseri'ye gelmiştir. 1926'da Uçak Montaj Fabrikası (1950'de kapanmıştır) ve Bünyan'da halı ipliği fabrikası, Mayıs 1927'de de Ankara-Kayseri demiryolu hizmete girmiştir. 1928'de Bünyan Hidroelektrik Santralı kurulmuştur. 1930 tarihinde Kayseri-Sivas demiryolu bağlantısı açılmıştır. 1940'da Pazarören Köy Enstitüsü açılmış, enstitü 1954'te Mimar Sinan İlköğretim okuluna dönüşmüştür. 1950'den sonra Kayseri sanayisinde özel sektör ağırlığını koymuştur. 1952'de büyük ölçekli Birlik Mensucat Fabrikası ile Orta Anadolu Mensucat Fabrikası, 1955'te ise yarı kamu nitelikli Şeker Fabrikası kurulmuştur. 1950'lerin önemli girişimlerinden birisi de Küçük Sanayi Sitesi'nin (Eski Sanayi Bölgesi) kurulmasıdır. 1960'tan sonra Taksan ile özel hisselerin de bulunduğu Çinkur dışında imalat sanayinde kamu yatırımı pek görülmemektedir. 60'lı yılların sonu ve 70'li yılların başından itibaren imalat sanayinin çeşitlendiği, nitelik kazanmaya başladığı, ölçeklerinin büyüdüğü, fabrikasyon üretime geçildiği ve çoğunun tüzel kişilik kazandığı görülmektedir. 1970 yılında Ankara Hacettepe Üniversitesi'ne bağlı Gevher Nesibe Tıp Fakültesi açılmıştır. 18 Kasım 1978'de Kayseri Üniversitesi kurulmuştur, 1982'de Erciyes Üniversitesi'ne dönüşmüştür. Şekil 4.3'de verilen fotoğraflarla Kayseri kenti hakkında bir fikir verilmeye çalışılmıştır.

(a) (b)



(c) (d)

Şekil 4.3 (a) Kadir Has Stadyumu (b) Metro (c) Havadan şehir (d) Organize sanayi bölgesi

1985'ten sonra uygulanan teşvik sistemi, Kayseri'de teşvikli yatırım yapanları arttırmış ve çok sayıda büyük ölçekli işletmeler doğmuştur. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi'nin kurulması, altyapısının tamamlanması ve *1989 yılında* bu bölgeye teşvik sistemi içerisinde İkinci Derecede Kalkınmada Öncelikli Yöre statüsü verilmesi, Kayseri'de büyük işletme sayısının çok sayıda artmasına yol açmıştır. 2000'li yılların başında Kayseri sanayisi iç ve dış piyasalara açıldıkça markalaşma olgusu da gündeme gelmiştir.

Kayseri'de karasal *iklim* hakimdir. Kışlar kar yağışlı ve soğuk, yazlar ise sıcak ve kurak geçer. Erciyes Dağı'nın da büyük etkisiyle kışın kent merkezi, diğer illerden daha soğuk olur. Sıcaklığın 30 derecenin üzerine çıktığı tropik günler 53, sıfırın altına düştüğü donlu günler sayısı ise 124'dür. En sıcak günler Temmuz ve Ağustos aylarında olup bazen sıcaklık 38ºC'ye kadar yükselir. Bu ayların ortalama sıcaklığı ise yaklaşık 23ºC'dir. En soğuk günler ise Aralık, Ocak ve Şubat aylarında olup sıcaklığın bazen eksi 36ºC'ye kadar düştüğü görülmektedir. Ortalama bağıl nem miktarı %65'tir. Ortalama yağış miktarı ise metrekareye 375 kg'dır. İl, en fazla yağışı nisan, mayıs ve haziran aylarında almaktadır. Kayseri il merkezi ve 10 ilçesinde yer alan istasyonlardan meteorolojik ölçümler yapılmaktadır.

Kayseri il topraklarında, dağ ve tepelik alanlarda olduğu gibi ovalarda da bozkır *bitki örtüsü* egemendir. İlin yüksek kesimlerinde yer yer iyi orman örtüsüne rastlanırsa da topraklar genellikle bozuk orman ve çalılıklar ile kaplıdır. Bu durumun en önemli nedeni, eski orman örtüsünün insan eliyle yok edilmesidir. İlin güney kesiminde Toros Dağları'nın yer aldığı bölümde karaçam, kızılçam, köknar, ladin ve meşe türleri bulunmaktadır. İyi sayılabilecek nitelikteki ormanlar Tomarza, Yahyalı ve Develi ilçeleri çevresinde yer almaktadır. Ormandan yoksun kalmış olan iç kesimlerdeki dağlarda ise seyrek çalılarla birlikte otluklar geniş yer tutar. Dağlar arasındaki çöküntü havzalarda ve ovalarda önceleri bozkır örtüsünün egemen olmasına karşılık, bu kesimler daha sonra geniş ölçüde tarım alanı durumuna getirilmiştir. Dağların etek bölümleri ise genellikle bağlık ve bahçeliktir. Dağların yüksek kesimlerinde güvenlikler (altragalus soyundan dikenli, yastık biçimli bitkiler), otluklar ve bunların arasında dikenlikler ve yüksek dağ çayırlarına rastlanmaktadır.

İlin en önemli ve en yüksek *dağı* 3.916 metre yüksekliğindeki Erciyes Dağı'dır. Erciyes, göğsünde ve eteklerinde birçok volkan tepelerinin bulunduğu sönmüş volkanik dağdır. İlin önemli *gölleri* Camız Gölü, Çöl Gölü, Sarıgöl, Yay Gölü ve Tuzla Gölüdür. İlin önemli *akarsularının* başında Kızılırmak gelmektedir. Kızılırmak Nehri'nin 128 kilometrelik bölümü Kayseri il sınırları içerisinde yer almaktadır.

Kayseri yüzölçümünün yarısına yakını *tarım* alanı olarak kullanılmakta, bu alan da %26'sı 1. sınıf, %26'sı 2. sınıf ve %48'i de 3. sınıf tarımsal alan olarak değerlendirilmektedir. Tarım alanlarının sulama bakımından yeterli düzeyde olmaması verimi azaltmaktadır. Toplam tarım arazisinin sadece %14'ü sulanmaktadır. Büyük sulama projelerinin (Develi II. Merhale, Bahçelik, Sarıoğlan, Yamula) tamamlanması ile birlikte bu oran %28'e kadar yükselecektir. Bu projelerle birlikte ayrıca ürün çeşitlendirme ve özellikle hayvancılığı da canlandıracak yem bitkisi üretimine ve verimliliği artırmaya yönelik projeler hayata geçirilmeye çalışılmaktadır. Çizelge 4.2'de 2007 yılına ait kuru ve sulu tarım alanları ve yüzdeleri verilmiştir.

Çizelge 4.2 Kayseri İli kuru ve sulu tarım alanları (2007)

Kuru Tarım Alanı (Ha)		Sulu Tarım Alanı (Ha)	
Tarla	Bağ-Bahçe	Tarla	Bağ-Bahçe
583.408	1.676	80.470	5.030
% 87	% 0.3	% 11.7	% 1

Aşağıdaki görüntülerde (a) ve (c) kuru tarıma, (b) ve (d) sulu tarıma örnektir (Şekil 4.4).

(a) (b)

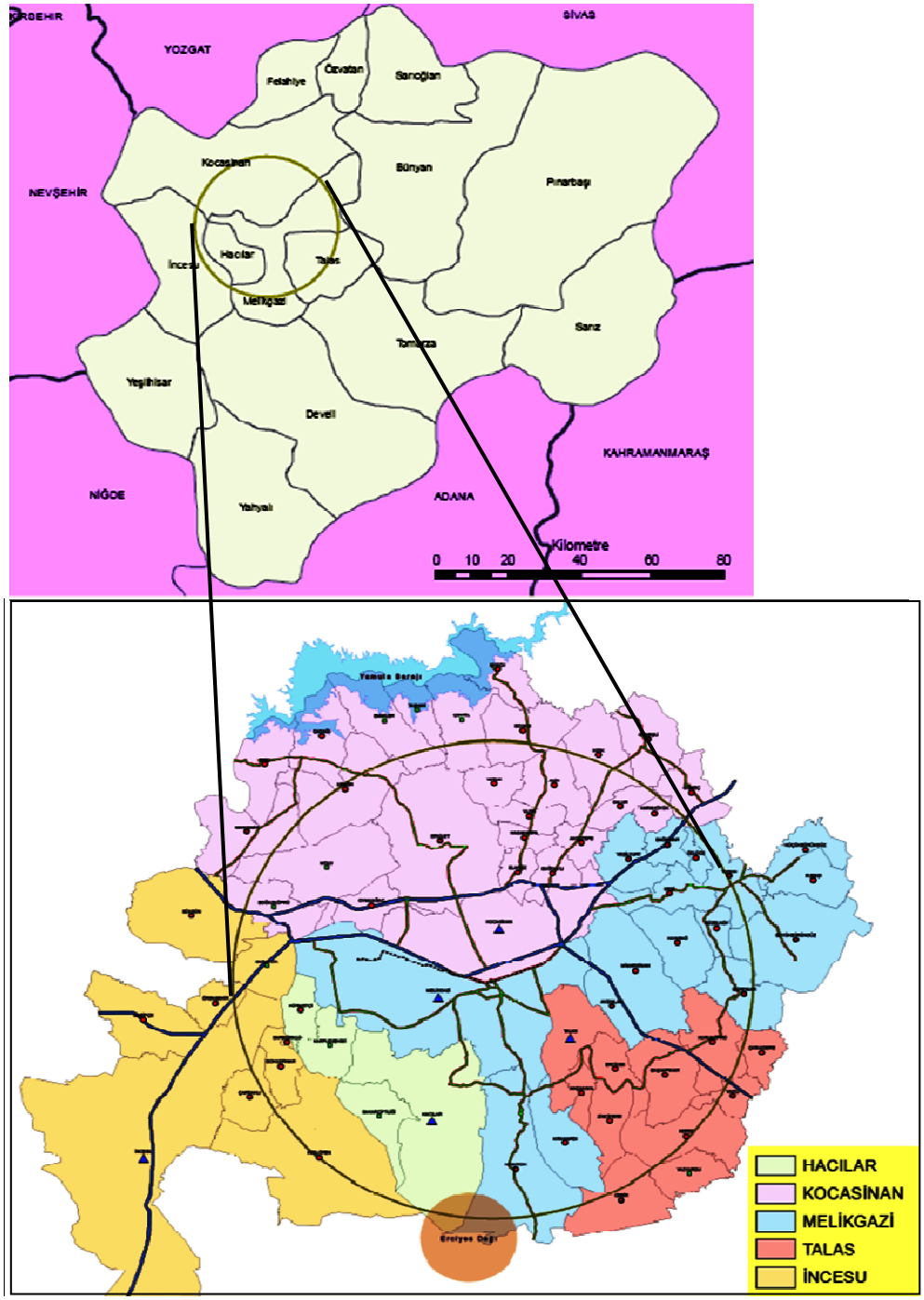


(c) (d)

Şekil 4.4 (a) Erkilet Tepeleri (b) Şehire yakın yerler (c) Şehrin kuzeydoğusu (d) Sulak alan

Kayseri *madencilik* açısından standart zenginlikteki illerimizden biridir. İl jeolojik yapı itibariyle, çeşitli türden maden rezervlerine sahiptir. Bulunan maden rezervlerinin belli başlıları; alüminyum, kurşun-çinko, demir, diyatomit, kaolen, linyit, çimento hammadde ve tuğla-kiremit hammaddesidir.

1988 yılında *büyükşehir* statüsünü alan Kayseri kentinin büyükşehir belediyesi sınırları 23 Temmuz 2004 tarihinde Şekil 4.5'de belirtilen son halini almıştır. Daha önce iki metropol ilçeden (Kocasinan ve Melikgazi) oluşan Kayseri Büyükşehir Belediyesi yeni yasa ile 5 ilçe (Kocasinan, Melikgazi, Hacılar, İncesu ve Talas) belediyesinden oluşmaktadır. Kayseri Büyükşehir Belediyesi sınırı; Hacılar ilçesinin tamamını, İncesu ilçesinin doğu kıyısını, Melikgazi, Kocasinan ve Talas ilçelerinin ise büyük kısmını içine alır.

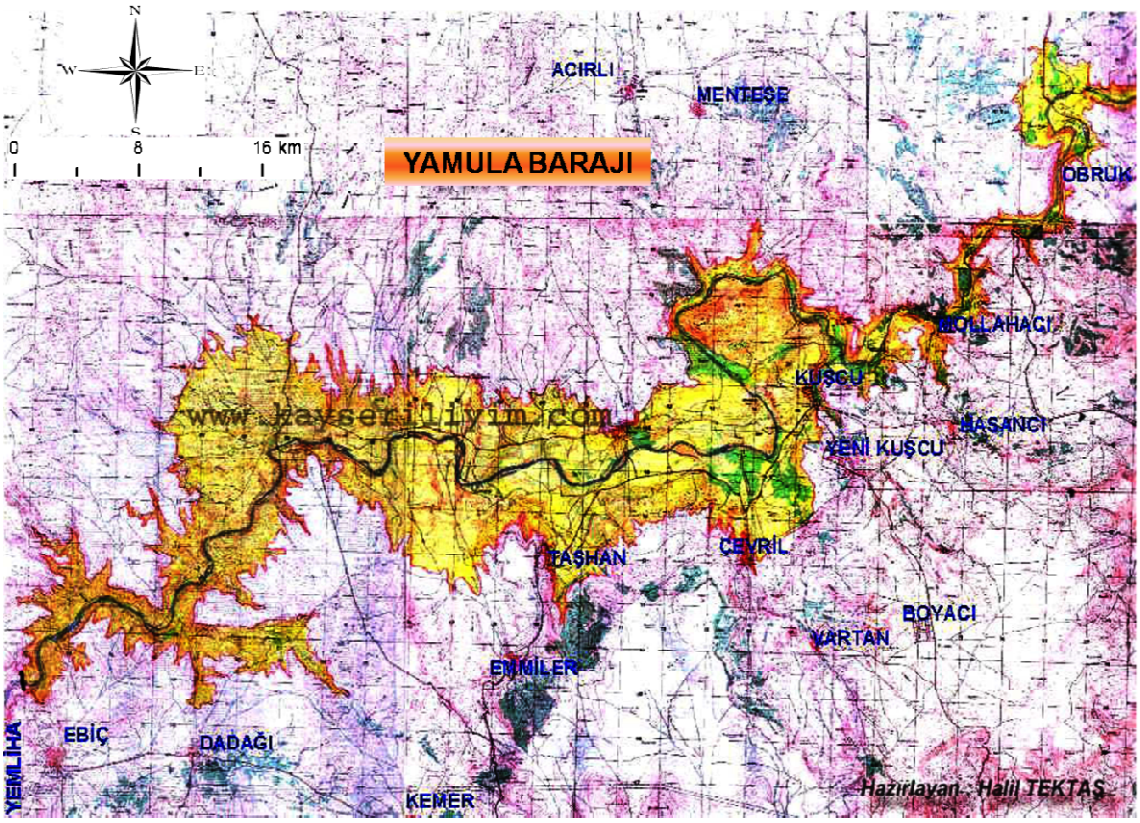


Şekil 4.5 Kayseri Büyükşehir Belediyesi sınırları

4.2. Yamula Barajı'yla İlgili Bilgiler

Kayseri ilinin enerji gereksinimi, belediyenin de katılımıyla 1926'da kurulan Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş. tarafından karşılanmaktaydı. 1950'den sonra dizel santralın üretime geçmesi ile kentin artan ihtiyaçları giderilmeye çalışılmıştır. Günümüzde ilin elektrik ihtiyacı genel olarak Bünyan, Sızır ve *Yamula* Hidroelektrik Santralleri'nden karşılanmaktadır.

Yamula Barajı, Kızılırmak Nehri üzerinde Kayseri'nin 25 km kuzeybatısında, Yemliha kasabası yakınlarında kuruludur (Şekil 4.6). Yamula Barajı ve Hidroelektrik Santral Projesi, yap-işlet-devret modeli ile yapılan, enerji ve sulama amaçlı, Türkiye'nin önemli projelerinden birisidir. 27 Aralık 2003 tarihinde su tutulmaya başlanmıştır. Sulama projesi henüz hayata geçirilmemiştir.



Şekil 4.6 Yamula Barajı

Yamula Barajı, en ucuz elektriğin üretildiği hidroelektrik santralleri arasındadır. Yamula Barajı'nda yıllık üretilen elektrik miktarı 422 milyon kilowatt/saattır ve bu miktar Kayseri'nin yıllık kullandığı elektrik enerjisinin yaklaşık dörtte birine eşittir. Kayseri genelinde 2009 yılı toplam tüketim miktarı 2 milyon 167 bin kilowatt/saattir.

Baraj Gölü

Min.su seviyesi	: 1070 m	Toplam hacim	: $3,48x10^6$ m^3
Max.su seviyesi	: 1100 m	Göl Alanı (max. su seviyesi.)	: 92 km^2
Aktif hacim	: $2,03x10^6$ m^3	Göl uzunluğu	: 80 km

Kaya gövde dolgu tipi olan barajın gövde hacmi 1.582.000 m^3, akarsu yatağından yüksekliği 120 m, normal su kotunda göl hacmi 2025 hm^3, normal su kotunda göl alanı 85,30 km^2'dir (Ayen Enerji A.Ş., 2009). Aşağıda 2010 yılına ait Yamula Barajı'ndan örnek fotoğraflar verilmiştir (Şekil 4.7).

(a)

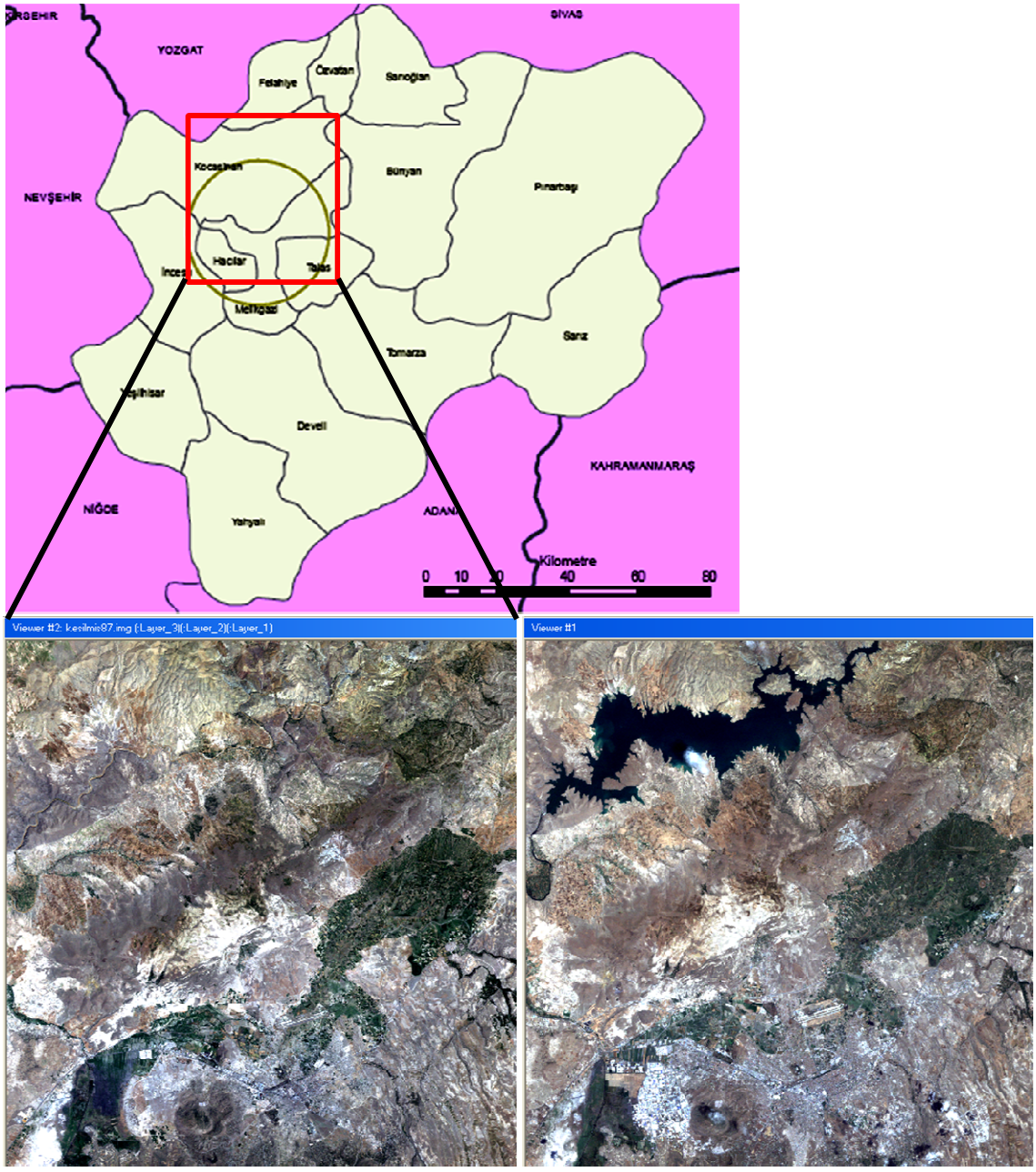


(b) (c)

Şekil 4.7 (a) Havadan genel görünüş (b) Balık yetiştirme tesisleri (c) Baraj kapakları

4.3. Çalışma Alanı

Çalışma alanı 39⁰00’ ve 38⁰40’ kuzey enlemleri ile 35⁰15’ ve 35⁰40’ doğu boylamları arasında kalan alandır (Şekil 4.8). Çalışma alanının büyüklüğü 40 km × 36,8 km olmak üzere yaklaşık 1361,6 km^2’dir. Çalışma alanı genel hatlarıyla Kayseri Büyükşehir Belediyesi sınırları ve Yamula Barajı olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacı, Büyükşehir Belediyesi sınırlarında kentsel alan değişiminin ve Yamula Barajı’nın bölgeye getirdiği değişimin incelenmesidir.



1987 tarihli LANDSAT TM (3,2,1) 2009 tarihli LANDSAT ETM (3,2,1)

Şekil 4.8 Çalışma alanı ve kullanılan uydu görüntüleri

5. KULLANILAN MATERYALLER

5.1. Kullanılan Donanımlar

Tez çalışmasında, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü Uzaktan Algılama Proje Laboratuvarı'nda uygulamalar yapılmıştır. Hava Harp Okulu, Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü (HUTEN) tarafından temin edilen ASUS marka Intel Core2 Duo CPU işlemcili dizüstü bilgisayar kullanılmıştır. 12nci Hava Ulaştırma Ana Üssü 221nci Filo Komutanlığı envanterindeki C-160 TRANSALL nakliye uçağıyla yaptığım Kayseri üzeri rutin uçuşlarda havadan fotoğraflar ve video görüntüleri çekilmiştir. Havadan ve yerden çekilen tüm fotoğraflarda Fuji FINEPIX S5000 marka fotoğraf makinesi, video çekimlerinde Sony DCR-SR58E HDD video kamerası kullanılmıştır. Yerden çekilen fotoğraflarda coğrafi koordinat tespiti için Navking 66 Maxi M500 Navigasyon cihazı kullanılmıştır.

5.2. Kullanılan Yazılımlar

Çalışmada ERDAS IMAGINE 9.1 ve ArcGIS 9.3 yazılımları kullanılmıştır. Bu yazılımlarla ilgili genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

a) ERDAS IMAGINE 9.1 yazılımı, komple görüntü işleme ve CBS paketi olup, grafikleri kullanan bir ara yüze sahiptir. Yazılım aşağıda belirtilen 3 ana kısmı ve muhtelif modülleri içermektedir (ERDAS INC. 2006).

ANA KISIMLAR
- Imagine Essentials (Temel seviyede)
- Imagine Advantage (Orta seviyede)
- Imagine Professional (Profesyonel seviyede)

MODÜLLER
- Imagine Radar Mapping Suite
- Imagine Radar Interpreter
- Imagine OrthoRadar
- Imagine Stereo SAR DEM
- Imagine IFSAR DEM
- Imagine OrthoBASE
- Imagine OrthoMAX
- Imagine VirtualGIS
- Imagine Vector
- Imagine NITF
- Imagine Developer' Toolkit
- Imagine Subpixel Classifier
- ERDAS Map Sheet
- ERDAS Stereo Analyst

Yazılımın ana kısımları ve yaygın olarak kullanılan modüllerinin özet olarak olanakları aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır.

IMAGINE ESSENTIALS

Imagine Essentials; veriyi görüntüleme, vektör ve raster veriyi kullanma, görüntü yönetimi, geometrik düzeltme, basit sınıflandırma ve görüntüyü haritalama işlemlerini yapmak için gerekli temel aletleri içeren bir yazılımdır. Yazılımın kalbini teşkil eden "Viewer", etkileşimli ve güçlü bir tarzda görüntüleri gösterir, birleştirir ve analiz eder.

IMAGINE ADVANTAGE

Orta seviyedeki olanaklara sahip olan Imagine Advantage yazılımı, Imagine Essentials'ın sahip olduğu olanaklara ilaveten daha hassas haritalama ve görüntü işleme niteliklerine sahiptir. Ortho düzeltme, arazi yüzeyinin interpolasyonu, mozaikleme, mekansal analiz ve modelleme dili olanaklarına sahiptir.

IMAGINE PROFESSIONAL

Her iki yazılımın olanaklarını içeren bu yazılım, grafik veri modelleme, gelişmiş sınıflandırma ve radar analiz aletleri profesyonel alandaki gereksinimlere olanak sağlamaktadır.

IMAGINE ORTHOBASE

Dijital fotogrametri işlemlerini içeren bir modüldür. Kameralar ve uydu alıcıları tarafından algılanan görüntülerin süratli ve doğru bir tarzda üçgenlenmesi ve ortho rektifikasyon işlemlerini otomatik olarak yapmaktadır. Özellikle ortofotoların yapımında kullanılmaktadır.

IMAGINE VIRTUAL GIS

Gerçek zamanlı olarak birçok raster katmanı, muhtelif sembolleri ve vektör görüntülerini 3 boyutlu olarak gösterme, görünürlük analizi ve üretilen arazi modeli üzerinde uçuş yapma olanaklarını sağlamaktadır.

ERDAS STEREO ANALYST

3 boyutlu coğrafi veriyi toplama, kıymetlendirme ve görüntüleme olanaklarını sağlayan bir modüldür. Dijital arazi modeli olmaksızın, muhtelif görüntü kaynaklarından, 2 ve 3 boyutlu CBS verisini doğru olarak toplama, mevcut 2 boyutlu vektör verisini 3 boyutlu CBS verisine aktarma ve CBS verisine ilişkin mekânsal öznitelik bilgilerini üretme olanak ve kabiliyetlerini içermektedir.

b) ARCGIS™ 9.3 sistemi, entegre bir coğrafi bilgi sistemidir. CBS yazılım bileşenlerinin ortak kütüphanesi ArcObjects üzerine kurulmuş bir sistemdir (ESRI 2004). ArcGIS teknolojisi aşağıdaki anahtar bölümleri içerir:

•ArcGIS Desktop: İleri düzeyde CBS uygulamalarının bütünüdür.

•ArcGIS Engine: C++, COM, NET ve Java programlama dilleri kullanarak uygulama yazılımları oluşturmak için CBS geliştirici araçları sağlar.

•ArcGIS Server: Ortak CBS yazılım objeleri kütüphanesidir. Sunucu tarafından bütün CBS uygulamalarını, SOAP tabanlı web servislerini ve web uygulamalarını gerçekleştirmek için kullanılır.

•ArcIMS: İnternet üzerinden haritaların, verilerin ve metaverilerin sunumu için kullanılan CBS hizmetleridir.

Bütün bu sistemler aynı zamanda, coğrafi bilgilerin birçok "ilişkisel veritabanı yönetim sistemi" (İVTYS) içerisinde yönetilebilmesini de ArcSDE teknolojisi ile sağlar. ArcGIS, desktop ve server tarafında, tek veya çok kullanıcılı ortamlarda CBS uygulamaları için ölçeklendirilebilir bir altyapı sağlar. Bu doküman ArcGIS sistemlerinin çeşitli bölümlerini ve bu bölümlerin CBS içerisindeki rollerinin anlaşılmasına yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

ArcGIS; ArcGIS Desktop, ArcGIS Engine, ArcGIS Server ve ArcIMS sistemleri içerisinde yer alabilmektedir. Bütün bu sistemler, ilişkisel veritabanlarına ArcSDE üzerinden erişebilir ve bu veritabanlarını kullanabilir. ArcGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile, haritalama, coğrafi analizler, veri değişimi, veri yönetimi ve görüntüleme işlemleri gerçekleştirilebilen entegre bir CBS yazılımıdır. ArcGIS Desktop çok çeşitli kullanıcı tiplerinin gereksinimlerini yerine getirebilmek amacıyla ölçeklenebilir: ArcView; çok kapsamlı veri kullanımı, haritalama ve analizler üzerine odaklanır. ArcEditor; ArcView yazılım özelliklerine ek olarak, gelişmiş coğrafi değişim ve veri üretimi sağlar. ArcInfo; çok kapsamlı CBS fonksiyonları ve çok zengin coğrafi işlemler içeren profesyonel bir yazılımdır. ArcGIS Desktop Extensions (Modüller) kullanılarak bütün yazılımlara yeni yetenekler eklenebilir. Kullanıcılar ArcObjects (ArcGIS yazılım bileşenleri kütüphanesi) kullanarak kendilerine özel modüller geliştirebilirler. Ayrıca, Visual Basic, .NET, Java, Visual C++ gibi standart Windows programlama arayüzleri kullanılarak yeni modüller ve özel araçlar da geliştirilebilir.

5.3. Uydu Verileri

Uzaya yerleştirilerek, yeryüzüyle fiziksel temasta bulunmadan yeryüzü hakkında bilgi elde edebilen cisimlere uydu ve bunların elde ettikleri bilgilere ise uydu verisi denilmektedir. Bu sistemlerin gelişimiyle çok sayıda topoğrafik ve diğer formlarda veriler elde edilmiş olup bu veriler yer yüzeyindeki çeşitli kaynakların araştırılması, çevre kirliliğinin izlenmesi ve azalan doğal kaynaklarının artırılması gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

Yeni haritaların yapımında veya mevcutlarının güncellenmesinde uzaktan algılama görüntüleri hız, doğruluk ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Bunun yanında bu işlemlerde kullanılacak iş gücünde önemli miktarlarda kazanç sağlamaktadır. Uydu görüntülerinin sağladığı yüksekliğe bağlı geniş görüş imkânı (sinoptik görüş), uydu algılayıcılarının hareket hızı ve kullanılan spektral bant sayısı nedeniyle çok büyük miktarda veri üretilebilmektedir.

Çözünürlük; bir görüntüleme cihazında ekrana yansıyan piksel sayısını veya görüntü dosyasındaki bir pikselin yer üzerinde kapladığı alanı tarif eden bir terimdir. Fakat bu tanımlar uzaktan algılama yoluyla elde edilen verileri tanımlamada yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden uzaktan algılamada dört çözünürlük tipi göz önüne alınmaktadır: *Spektral çözünürlük*, bir algılayıcının elektromanyetik spektrumdaki belli bazı dalga boyu aralıklarının kaydedilmesidir. Elektromanyetik spektrumdaki geniş dalga boyu aralıkları düşük (kaba) spektral çözünürlük, dar dalga boyu aralıkları yüksek (ince) spektral çözünürlük olarak tanımlanır. *Mekansal çözünürlük*, görüntüde seçilebilen en küçük nesnenin boyutudur. Dijital görüntüde çözünürlük piksel boyutuyla tanımlıdır yani seçilebilen bir nesnenin boyutu pikselden daha küçük olamaz. *Radyometrik çözünürlük,* algılama sistemindeki ışık yoğunluk derecesinin fark edilebilen en küçük değişimine denir. *Zamansal çözünürlük*, belirli bir bölge için bir algılayıcının görüntüyü hangi sıklıkta elde ettiğini tanımlar. Zamansal çözünürlük özellikle bölgedeki değişimi saptamak açısından önemli bir faktördür (Çelik 2006).

Aşağıda bu çalışmada kullanılan uydu verileri ve tarihleri verilmiştir **(**Çizelge 5.1). IKONOS görüntüleri Kayseri ve Civarı Elektrik T.A.Ş.'den, LANDSAT görüntüleri ise Erciyes Üniversitesi Harita Mühendisliği Uzaktan Algılama A.B.D.'dan tez çalışması yapmak amacıyla temin edilmiştir.

Çizelge 5.1 Tez çalışmasında kullanılan uydu verileri ve tarihleri

	Uydular	Tarihleri
Ana Veriler	LANDSAT TM	07.04.1987
	LANDSAT ETM+	30.06.2009
Yardımcı Veriler	IKONOS	12.04.2007
	IKONOS	13.05.2008
	LANDSAT MMS	13.06.1980
	LANDSAT TM	30.03.1985
	LANDSAT TM	13.06.2000
	LANDSAT ETM+	23.09.2002
	LANDSAT TM	13.07.2005
	LANDSAT ETM+	21.07.2008

IKONOS

IKONOS ticari bir yer-gözlem uydusudur. İlk defa 1 ve 4 metrelik yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler elde etmiştir. Kaliforniya'daki Vandenberg Hava Üssü'nden Complex (SLC-6) uzay mekiği ile fırlatılmıştır. 1 Ocak 2000 tarihinden itibaren görüntülerin alınmasına başlanmıştır. Pankromatik ve çok spektrumlu görüntü alabilen iki adet görüntü algılayıcısı vardır. Bu uydu kutupsal, dairesel ve güneşle eş zamanlıdır. Görüntü büyüklüğü 11x11 km'dir. Uydunun ağırlığı 720 kg'dır. IKONOS, günde 14 defa dünyanın etrafında tur atar ve 33 ülkeden görüntü alabilir. Uydu bir geçişte 10 bin km^2'ye kadar görüntü toplayabilir. Tekrarlama süresi 16 gündür. Uydu görüntülerinin yer kontrol noktalarıyla birlikte kullanımı, kesin yer tayini ve haritalama çalışmaları için kusursuz bir alan oluşturur. IKONOS yüksek çözünürlüklü görüntüleri ile üretilmiş haritalar, değişik arazi özelliklerini gösterir. Bu haritalar geleneksel vektör haritalardan çok daha fazla detay sunar. IKONOS görüntüleri CBS ve haritalama formatları ile uyumludur. Uzaktan algılama amaçlı 1 metre çözünürlüğe sahip ilk yüksek mekânsal çözünürlüklü uydudur (Çizelge 5.2).

Çizelge 5.2 IKONOS görüntüleme özellikleri

Spektral bölge	Bant genişliği (μm)	Mekansal çözünürlük (m)	Radyometrik çözünürlük
Pankromatik	0.45-0.90	1	11 bit
Mavi	0.45-0.53	4	11 bit
Yeşil	0.52-0.61	4	11 bit
Kırmızı	0.64-0.72	4	11 bit
Yakın kızıl ötesi	0.77-0.86	4	11 bit

Uygulama alanları; kentsel planlama, çevrenin izlenmesi, haritalama, doğal afetlerin değerlendirilmesi, telekomünikasyon ağı planlama, petrol ve gaz keşfi ve tarımsal izleme vb. olarak özetlenebilir. Şekil 5.1'de 2007 yılına ait IKONOS görüntüsünde Kayseri merkezi örneği kesit olarak verilmiştir.



Şekil 5.1 2007 yılına ait IKONOS görüntüsü (Kayseri merkezi)

LANDSAT

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 da 1978'de LANDSAT-3, 1982'de LANDSAT-4 ve 1985'de LANDSAT-5 uzaya gönderilmiştir. Bu uydunun amacı tarım, orman, jeoloji, su kaynakları, yer kaynaklarının araştırılması ve haritacılıktır. En son 1999 yılında LANDSAT-7 ETM+ uydusu yörüngeye oturtulmuştur. Görüntüleme özellikleri Çizelge 5.3'de verilmiştir. Yeryüzünden 705 km yükseklikte bulunmaktadır. Tekrarlama süresi 16 gündür. Görüntü büyüklüğü 185x185 km'dir.

Çizelge 5.3 LANDSAT ETM+ görüntüleme özellikleri

Bant	**Spektral Aralık (µm)**			**Mekansal 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 kızıl ötesi	Kızıl ötesi	30
5	1.55 - 1.75	Kızıl ötesi		30
6	10.4 - 12.5	Isıl kızıl ötesi		60
7	1.09 - 2.35	Kızıl ötesi		30
PAN	0.520 - 0.900	Görünür + yakın kızıl ötesi		15

LANDSAT ETM+ uydusunun bantlarının özellikleri ve uygulama alanları Çizelge 5.4'de verilmiştir. Şekil 5.2'de ise 1987 yılına ait LANDSAT TM görüntüsünde Erkilet Havaalanı örneği kesit olarak verilmiştir.

Çizelge 5.4 LANDSAT ETM+ bantlarının özellikleri ve uygulama alanları

Bant	**Uygulama alanları**
1	Bitki ve toprak arasındaki farklılıkların, ormanlık alanların ve kıyı çizgisinin haritalanması
2	Canlı bitkilerin yeşil bölümlerinin saptanması
3	Farklı bitki türlerinin tespiti, litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanması
4	Bitkilerin miktarının saptanması, litolojilerin tanımlanması, toprak/litoloji ve kara/su arasındaki kontrastın gösterimi
5	Kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın bulunması
6	Sıcaklık miktarının, bitkilerin, ısıl kirliliğin ve jeotermal alanların belirlenmesi
7	Litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesi, toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanması

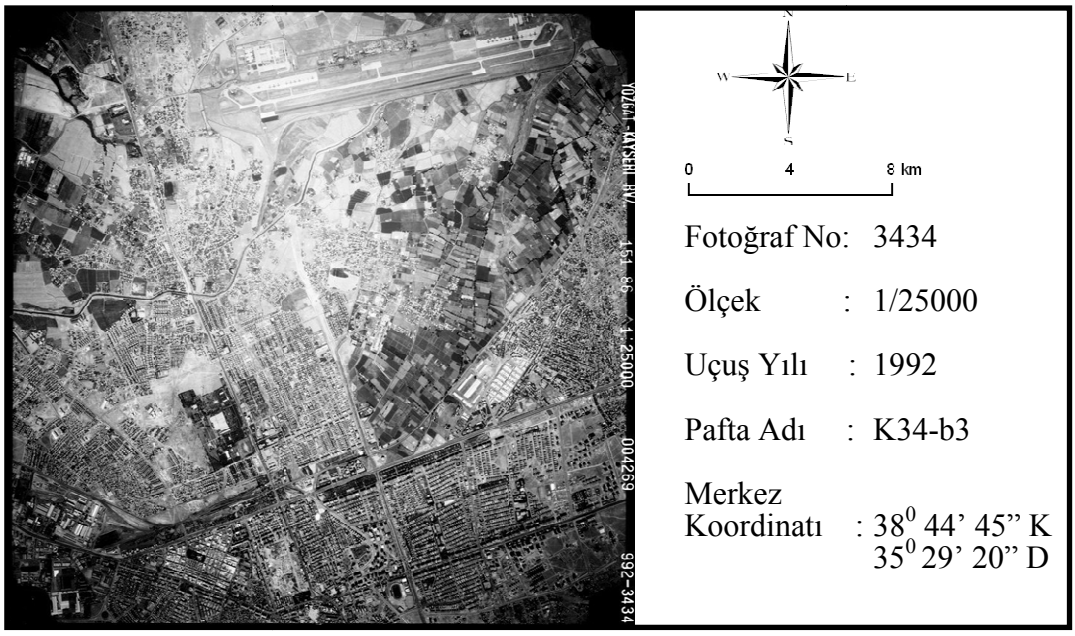


Şekil 5.2 1987 yılına ait LANDSAT TM görüntüsü (3,2,1) (Erkilet Havaalanı)

5.4. Hava Fotoğrafları ve Ortofotolar

Hava Fotoğrafları

Harita Genel Komutanlığı'ndan (HGK) temin edilen 1/25000 ölçekli 1992 yılına ait 5 adet siyah-beyaz hava fotoğrafı kullanılmıştır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Çalışmada kullanılan hava fotoğrafı örneği

C-160 TRANSALL uçağı ile yaptığım rutin uçuşlarda 15.03.2010, 16.04.2010 ve 17.04.2010 tarihlerinde çalışma alanının 351 adet dijital fotoğrafı çekilmiştir (Şekil 5.4). Ayrıca geçmişe yönelik olarak, 2000 ve 2005 tarihleri arasına ait 28 adet hava fotoğrafı temin edilmiştir.

Yine bu uçuşlarda çalışma alanının 52 dakikalık videosu çekilmiştir. Geçmişe yönelik olarak da 31.03.2005 tarihinde çekilen Yamula Barajı'nın 5 dakikalık videosu temin edilmiştir.

(a) 15.03.2010 (b) 17.04.2010



(c) 31.03.2005 (d) 16.04.2010

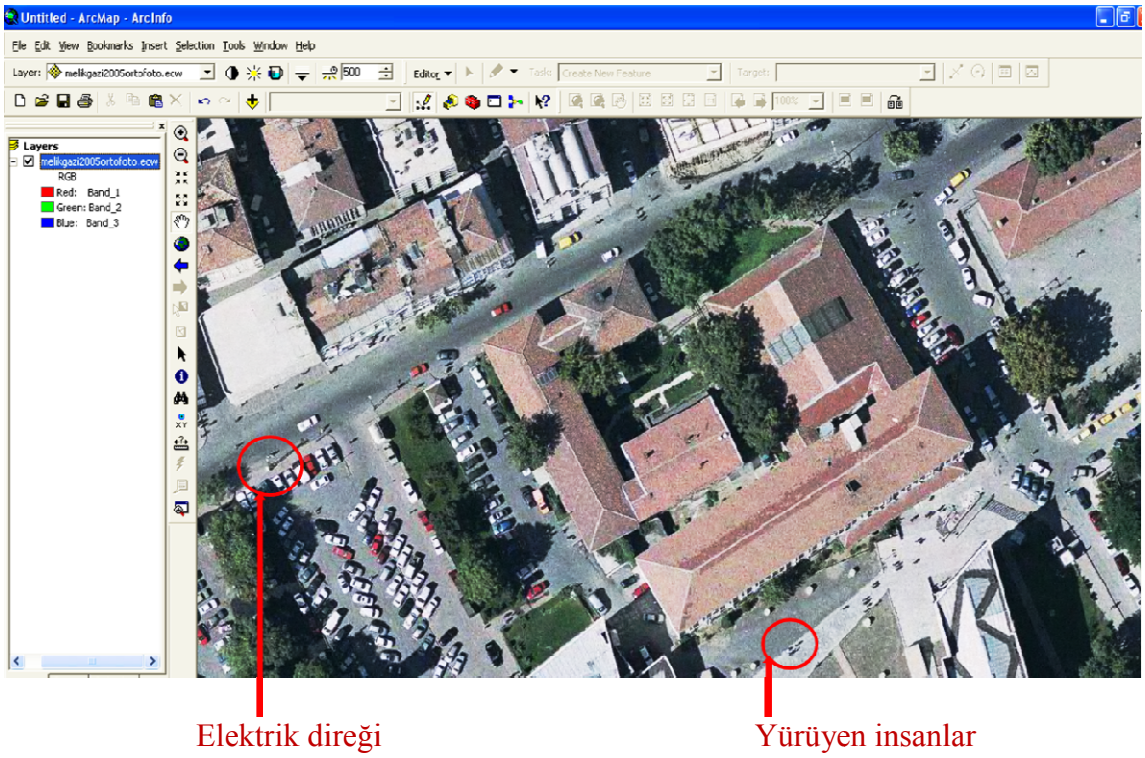
Şekil 5.4 Şehir ve barajdan örnek fotoğraflar

Ortofotolar

Kayseri Büyükşehir Belediyesi sınırlarını kapsayan ortofotolar, Kayseri Büyükşehir Belediyesi tarafından üretilmiştir. Ortofotolara ait bilgiler aşağıda verilmiştir:

Hava fotoğrafları Eylül 2005 tarihinde, 1/4000 ölçeğinde negatif filmlere çekilmiştir. Kullanılan hava kamerası Zeiss RMK TOP30'dur (analitik kamera). Fotoğraf çekiminde kinematik GPS verileri toplanarak hava fotoğraflarının öteleme değerleri (Xo, Yo, Zo) hesaplanmıştır. Kamera odak uzaklığı f=300 mm'dir. Negatif filmler 20 mikrometre duyarlılığında taranmıştır. Hava fotoğraflarının oluşturduğu alan, düzgün geometrik şekillere ayrılarak fotogrametrik bloklar oluşturulmuştur. Bloklar havai nirengi (fotogrametrik nirengi) ölçümüne tabi tutularak ışın demetleri yöntemine göre dengelenmiştir. Dengeleme sonucunda 1/1000 ölçekli dijital fotogrametrik harita yapımına altlık oluşturan stereo modeller elde edilmiştir. Stereo modellerden 3 boyutlu dijital vektör haritalar üretilmiştir. Stereo modellerden elde edilen "dijital terrain model" bilgileriyle ortofotolar üretilmiştir (10 cm mekansal çözünürlük). Ortofoto üretiminde Zeiss-Intergraph firmasının Image Station Ortho Pro (ISOP) programı kullanılmıştır.

2005 yılına ait 1/1000 ölçekli yüksek mekansal çözünürlüklü (10 cm) bu ortofotolarda Şekil 5.5'de görüldüğü gibi elektrik direği ve yürüyen insanlar gibi çok küçük cisimler dahi kolayca tespit edilebilmektedir. Bu ortofotolar sayesinde, 2009 yılına ait görüntünün sınıflandırma uygulamalarında recode (kümelerin indirgenmesi) işlemi ve doğruluk analizinde büyük kolaylık sağlanmıştır.



Şekil 5.5 Ortofoto örneği (Kayseri merkezi)

5.5. Yersel Veriler

Tez çalışması kapsamında 16/17/18.04.2010 tarihlerinde arazi çalışması yapılmıştır. Kentsel alanda 93, Yamula Barajı çevresinde 119 olmak üzere toplam 212 adet fotoğraf çekilmiştir (Şekil 5.6). Tüm fotoğrafların GPS ile koordinatları kaydedilmiştir. Ayrıca arazi çalışmasında yerel halkla da diyaloğa geçilip bölgeyle ilgili eskiye ve günümüze ait bilgiler toplanmış ve tez çalışmasında değerlendirilmiştir.

Çekilen bu fotoğraflardan bir kısmı ArcGIS yazılımı kullanılarak 2007 IKONOS görüntüsü üzerine dijital olarak eklenmiştir. Ayrıntılı bilgi bölüm 6.6'da verilmiştir. 1930 yılından başlamak üzere 2010 tarihine kadar, özellikle Kayseri kentsel alana ait yüzden fazla fotoğraf internetten temin edilmiştir.



Foto No: 665

Çekildiği Tarih: 17.04.2010

Mevki: Alpaslan Mahallesi

Koordinatı: 38^0 43’ 24” K
35^0 31’ 38” D

Açıklama: 17 katlı apartman



Foto No: 239

Çekildiği Tarih: 18.04.2010

Mevki: Yamula Barajı güneyi
Kuşçu Köyü batısı

Koordinatı: 38^0 57’ 08” K
35^0 29’ 15” D

Açıklama: Tarıma elverişli boş arazi

Şekil 5.6 Yersel verilere örnekler

6. UYGULAMA

6.1. Demografik Analiz

İlk resmi nüfus sayımı 1927'de yapılmış ve bu sayım sonuçlarına göre nüfus 250.490 olarak tespit edilmiştir. Kentte birbiri ardından büyük sanayi tesislerinin açılması ve ülkede o dönemdeki en önemli ulaşım şekli olan demiryolunun Kayseri'den de geçmesi, önemli bir nüfus artışına neden olmuştur. Aynı zamanda işgücü ihtiyacının artması ile de köyden kent merkezine göç de yaşanmıştır. Kayseri gelişme raporuna göre; 1950 yılında 403.861 olan nüfus, 1960 yılında 480.387 yükselmiş, 1970 yılında ise 598.693'e ulaşmıştır.

1970-1998 yılları arasında Kayseri ilinde şehirleşme oranı nüfusa bağlı olarak artmıştır. Nüfus, 1990 yılında 943.484 olmuştur. 2000 yılında ise Kayseri'nin toplam nüfusu 1.060.694'e yükselmiştir. 1970'li yılların sonlarından itibaren köyden kente büyük bir göç başlamış, 1980 yılında köy nüfusunun toplam nüfusa oranı %51.1 iken, 2008 yılında bu oran %15.5'e gerilemiştir.

TÜİK tarafından gerçekleştirilen, 2009 yılı, adrese dayalı nüfus sayım sonuçlarına göre 31 Aralık 2009 tarihi itibariyle Kayseri'nin nüfusu 1.205.872'dir. Nüfusun 1.027.279'u (%85) şehirlerde, 178.593'si (%15) ise köylerde yaşamaktadır. Nüfus yoğunluğu 71 kişi/km^2'dir. Kayseri nüfusu Türkiye nüfusunun (72.561.312) %1.6'lık bir bölümünü oluşturmaktadır.

Çizelge 6.1'de 1990 yılından önce nüfusu belirtilmemiş yerler, merkez ilçeye bağlı veya henüz ilçe olmamış ilçelerdir. Tüm veriler, TÜİK Kayseri Bölge Müdürlüğü'nden temin edilen periyodik yayınlardan oluşturulmuştur. Kırmızıyla belirtilen ilçeler çalışma alanını kapsayan ilçelerdir. Yıllara göre toplam sütununun altındaki veriler şehir ve köy nüfuslarının toplamını göstermektedir. Köyden kente göçün periyodik olarak devam ettiği, çizelgede açıkça görülmektedir. En çarpıcı rakamlar ise Melikgazi ve Kocasinan ilçelerinde 2000 ile 2009 yılları arasındaki köy nüfuslarındaki farktır. Bu durum köyden kente göçün yanı sıra, Büyükşehir Belediyesi'nin kentsel alanının büyümesiyle birçok köyü kapsamasının bir sonucudur. 2000 yılında köy nüfusunun toplam nüfusa oranı %30,9 iken bu oran 2009 yılında %14,8'e gerilemiştir. Köy nüfusunda %45,6'lik bir azalma meydana gelmiştir ki bu da kent nüfusunda özellikle Melikgazi ilçesinin nüfus artışında bir patlamaya neden olmuştur. Öyle ki 2000 yılında 311.322 olan ilçe nüfusu 2009 yılında 452.990'a yükselmiştir. Çizelge 6.2'de ise 2009 yılındaki nüfusun diğer yıllara göre değişim yüzdeleri verilmiştir.

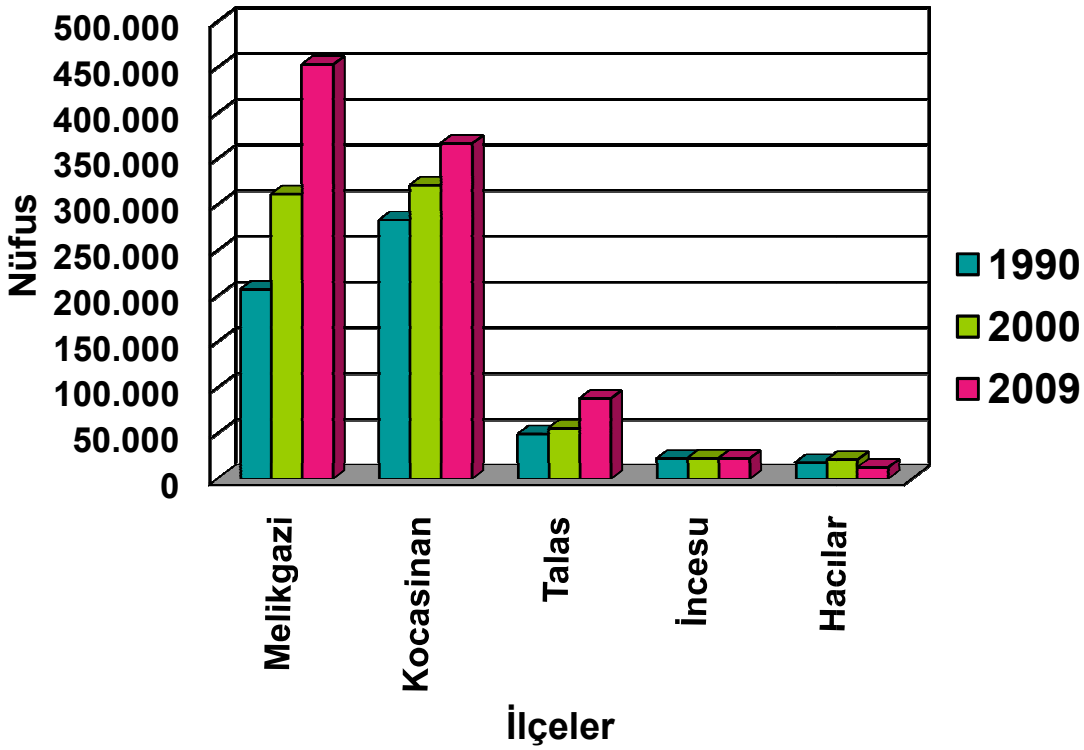
Çizelge 6.1 1980 ve 2009 yılları arası nüfus bilgileri

	1980		1985		1990		2000		2009	
	Toplam	Köy	Toplam	Köy	Toplam	Köy	Toplam	Köy	Toplam	Köy
Kocasinan	-	-	-	-	282.883	41.428	321.032	48.093	366.676	14.580
Melikgazi	-	-	-	-	207.260	27.353	311.322	47.869	452.990	3.989
Hacılar	-	-	-	-	17.666	1.133	20.896	1.241	12.598	946
İncesu	21.125	14.193	22.470	14.769	21.923	14.066	22.616	14.105	22.349	4.680
Talas	-	-	-	-	49.025	18.540	55.509	20.630	87.825	6.259
Akkışla	-	-	-	-	10.709	7.600	9.864	6.599	8.120	5.776
Bünyan	49.685	36.755	49.474	36.208	43.460	29.807	39.542	27.032	33.704	21.273
Develi	66.048	43.557	69.801	43.857	72.825	39.864	70.893	35.809	65.544	29.105
Felahiye	20.959	16.011	23.810	18.040	12.559	5.956	16.650	10.635	7.136	5.113
Özvatan	-	-	-	-	23.739	16.040	10.482	3.377	4.993	1.530
Pınarbaşı	50.696	40.193	51.569	40.121	47.822	36.458	35.388	23.313	30.340	18.806
Sarıoğlan	24.632	21.128	26.444	22.398	23.215	18.346	27.801	22.556	18.138	14.729
Sarız	22.484	18.780	22.820	18.012	19.255	15.320	14.596	10.192	12.290	8.000
Tomarza	40.964	33.219	42.220	32.170	42.669	31.332	35.808	24.845	27.944	17.753
Yahyalı	37.578	21.815	41.368	23.493	44.047	23.646	43.203	20.538	38.223	18.157
Yeşilhisar	23.089	12.577	25.655	11.944	24.427	12.523	24.830	11.244	17.002	7.897
Merkez İlçe	421.123	139.803	488.429	114.492	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	778.383	398.031	864.060	375.504	943.484	339.412	1.060.432	328.078	1.205.872	178.593

Çizelge 6.2 2009 yılı ile diğer yıllar arasındaki nüfus değişim yüzdesi

Yıllar Arası Değişim (%)	1980	1985	1990	2000
2009	54,9	39,6	27,8	13,7

Bu çalışmada 1987 ve 2009 LANDSAT görüntülerinin seçilmesinin nedeni, 1988 yılında Kayseri büyükşehir statüsüne geçtikten sonraki kentsel alandaki değişimin incelenmesidir. 1988 yılından sonra ilk olarak 1990'da nüfus sayımı yapılmıştır. Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı ilçelerin 1990-2009 yılları arası nüfus değişimi Şekil 6.2'de verilmiştir. İncesu ilçesinin nüfusunda fazla değişiklik olmamış, nüfus 21.923'den 22.349'a yükselmiştir. Kocasinan'daki nüfus değişimi Türkiye standartlarında gerçekleşmiş, fakat Melikgazi ve Talas'daki değişim standartların çok üzerine çıkmıştır. İlginç istatistiklerden biri de Hacılar ilçesinin nüfusundaki azalmadır. Bunun sebebi ise nüfusun Melikgazi'ye kaymış olma ihtimalidir. Şekil 6.1'de Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı ilçelerin nüfus bilgileri grafiksel olarak gösterilmiştir.

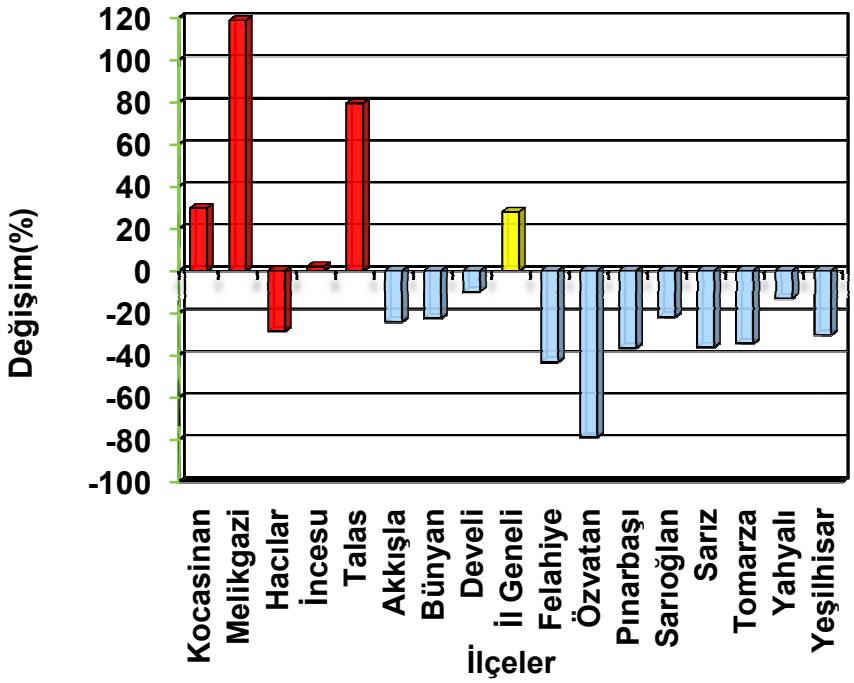


Şekil 6.1 1990-2000-2009 yıllarındaki nüfus bilgileri

Çizelge 6.3 1990-2009 yılları arası nüfus değişimi

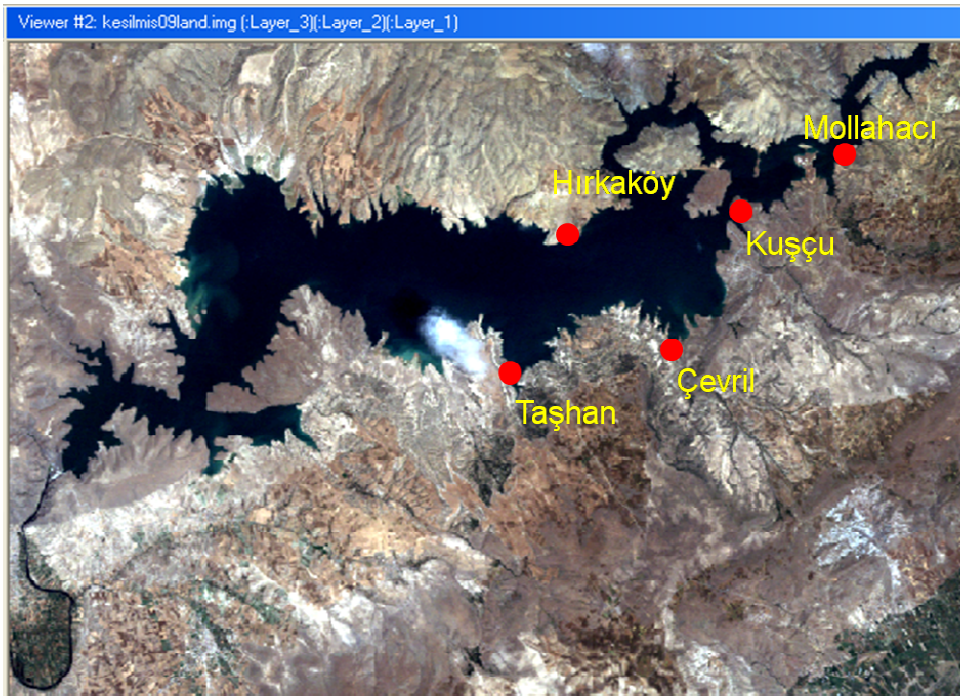
	1990	2009	1990-2009 Nüfus Değişimi (%)
Kocasinan	282.883	366.676	29,6
Melikgazi	207.260	452.990	118,6
Hacılar	17.666	12.598	-28,7
İncesu	21.923	22.349	1,9
Talas	49.025	87.825	79,2
Akkışla	10.709	8.120	-24,2
Bünyan	43.460	33.704	-22,5
Develi	72.825	65.544	-10,0
Felahiye	12.559	7.136	-43,2
Özvatan	23.739	4.993	-79,0
Pınarbaşı	47.822	30.340	-36,6
Sarıoğlan	23.215	18.138	-21,9
Sarız	19.255	12.290	-36,2
Tomarza	42.669	27.944	-34,5
Yahyalı	44.047	38.223	-13,2
Yeşilhisar	24.427	17.002	-30,4
TOPLAM	943.484	1.205.872	27,8

Çizelge 6.3'te çalışma yıllarına yakın olan 1990-2009 yılları arası nüfus bilgileri ve nüfus değişim yüzdeleri, Şekil 6.3'te ise grafiksel gösterimi verilmiştir. Yeşil ile gösterilen yüzdeler nüfusta artış olduğunu göstermektedir. Görüldüğü gibi Hacılar hariç tüm Büyükşehir ilçelerinde nüfus artmış, diğer ilçelerin tamamında ise nüfus azalmıştır. Bu azalma Felâhiye, Özvatan, Pınarbaşı, Sarız, Tomarza ve Yeşilhisar'da standartın (Türkiye genelinde standart nüfus azalma oranı %28,8) üzerinde gerçekleşmiştir. Melikgazi ilçesindeki %118,6 gibi anormal bir artış göz önüne alındığında diğer ilçelerin dışarıya göçten çok Melikgazi ilçesine göç ettikleri söylenebilir. 1989 yılında bu bölgeye teşvik sistemi içerisinde İkinci Derecede Kalkınmada Öncelikli Yöre statüsü verilmesi, Kayseri'de büyük işletme sayısının çoğalmasına ve nüfusun da buna paralel olarak artmasına neden olmuştur. Şekil 6.2'de bu sonuç net olarak görülmektedir.



Şekil 6.2 1990-2009 yılları arası nüfus değişim yüzdesi

Şekil 6.3'de barajdan doğrudan veya dolaylı olarak etkilenen köy ve kasabaların 2007 tarihli IKONOS görüntüsü üzerinde konumları verilmiştir (baraja 2003 yılında su tutulmaya başlanmıştır). Barajın suyla kapladığı alan açısından en çok etkilenen yerleşim yerleri, Kuşçu kasabası, Taşhan ve Mollahacı köyleridir. Her üç yerleşimin de tamamı sayılacak kısmı sular altında kalmış ve her üçü de yerleşim alanlarını güneye kaydırmışlardır. Nüfus değişimleri ise Çizelge 6.4'te gösterildiği gibidir. Nüfus açısından en çok etkilenen yerleşim yerleri Hırkaköy ve Kuşçu kasabasıdır. Hırkaköy'ün nüfusu %75, Kuşçu kasabasının nüfusu ise %38 oranında azalmıştır. Hırkaköy'ün kalan nüfusu barajın kuzeyinde yaşamaktadır.



Şekil 6.3 Yamula Barajı'ndan etkilenen köy ve kasabalar

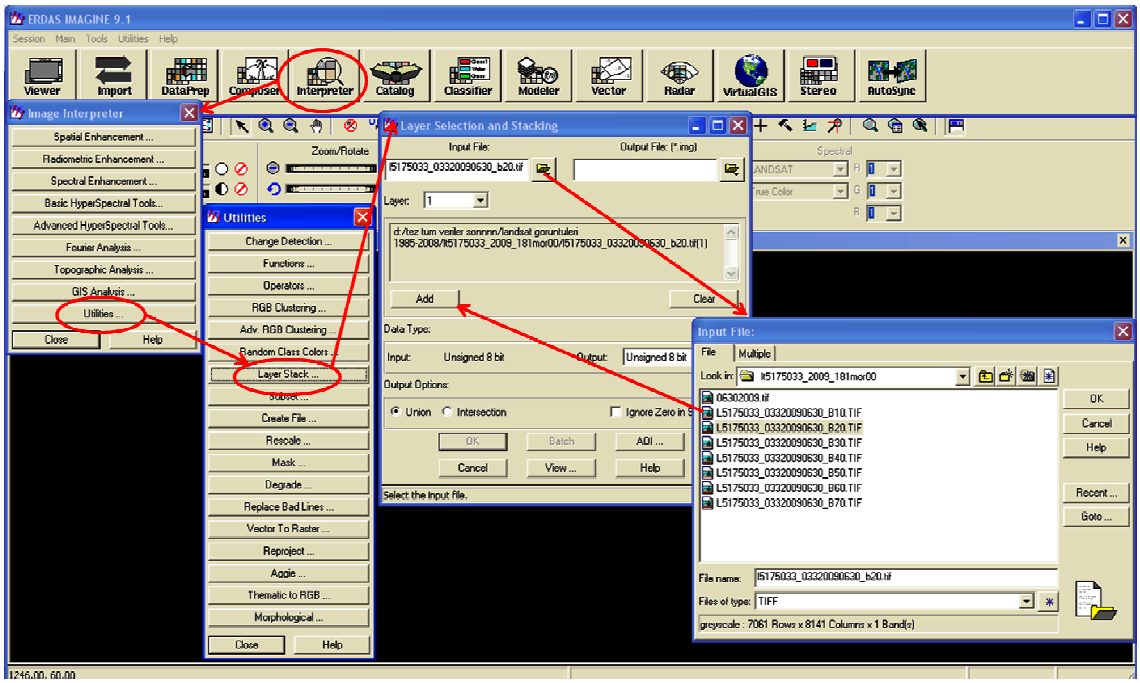
Çizelge 6.4 Etkilenen köy ve kasabaların nüfus bilgileri

Nüfus Bilgileri	1990	2000	2009
Hırkaköy	822	555	138
Kuşçu	1.192	1.623	1.011
Mollahacı	104	141	166
Taşhan	182	152	98
Çevril	250	192	150

6.2. Ön İşleme

Çalışmada sınıflandırma adımına geçmeden önce kullanılan tüm uydu görüntülerine aşağıda belirtilen ön işleme adımları uygulanmıştır:

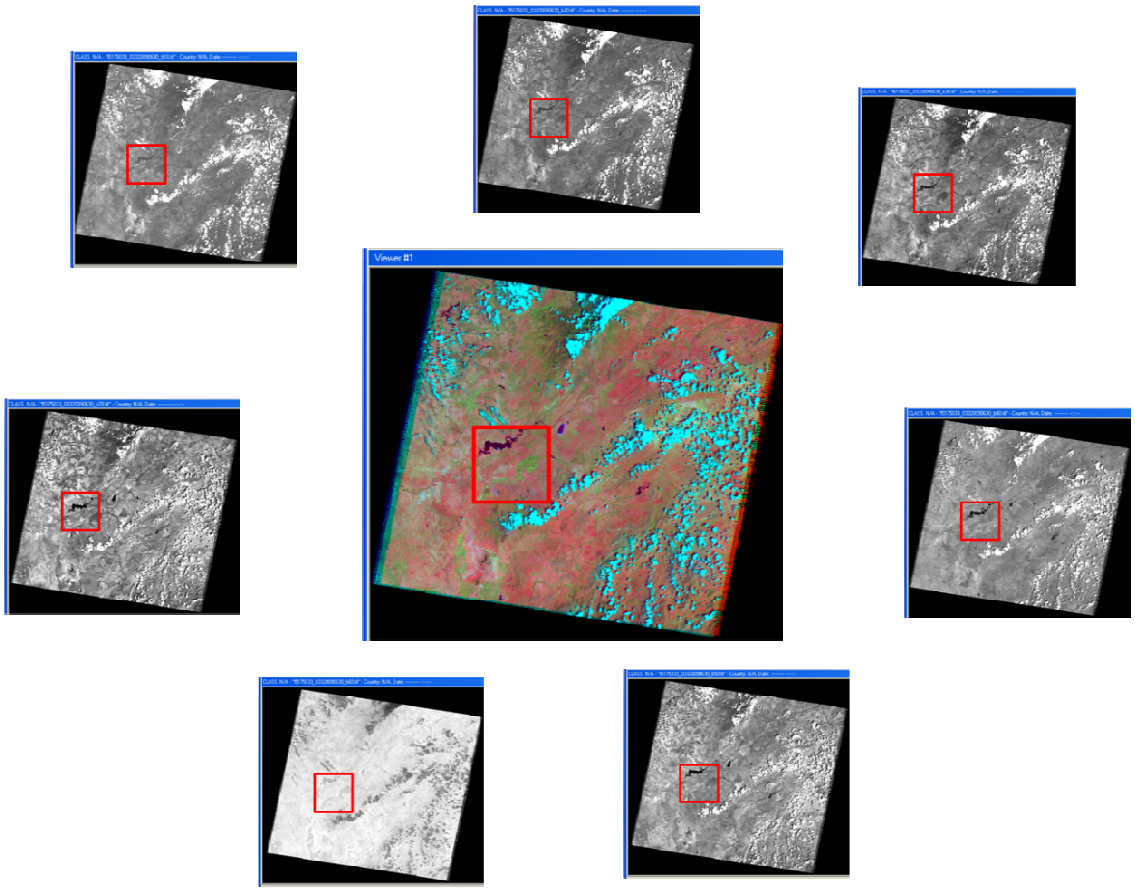
a) LANDSAT verilerinin bant birleştirme işlemi (Şekil 6.4)



Şekil 6.4 Bant birleştirme adımları

Temin edilen LANDSAT görüntüleri ayrı ayrı bantlar şeklinde kullanıcıya sunulmaktadır. 2000 yılından önceki LANDSAT TM verileri 9, sonraki LANDSAT ETM+ verileri 7 ayrı bant içermektedir. Bu bantlar Şekil 6.5'te görüldüğü gibi birbiri üzerine kombine edilmiş ve kullanıma hazır hale gelmiştir.

ERDAS IMAGINE 9.1 yazılımı kullanılarak, ana menüden Interpreter-Utilities-Layer Stack penceresi açılıp birleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlem tüm tarihlerdeki LANDSAT verilerine uygulanmıştır. 7 ayrı bant bir araya getirilerek ortadaki gerçek görüntü oluşturulmuştur (Şekil 6.5). Kırmızı dikdörtgenle belirtilen bölgeler çalışma alanıdır.

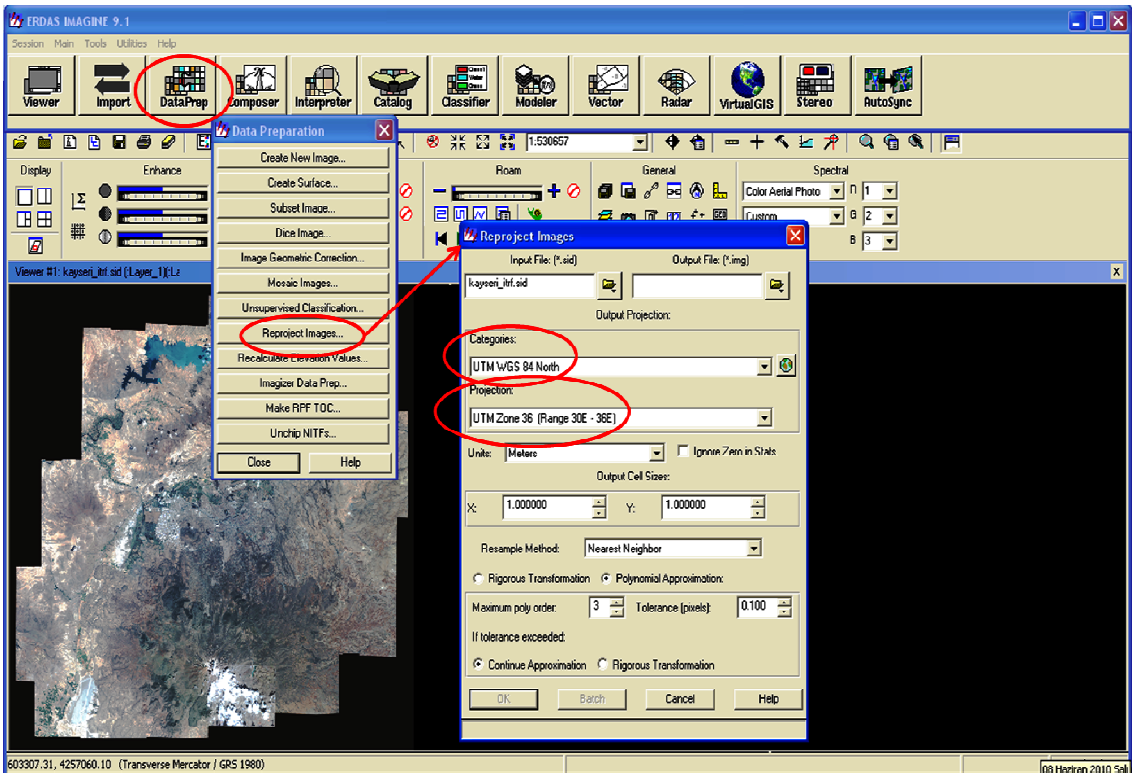


Şekil 6.5 2009 LANDSAT ETM görüntüsünün 7 ayrı bantı ve birleştirilmiş hali

b) IKONOS görüntüsünün uygun projeksiyon sistemine dönüştürülmesi (rektifikasyon)

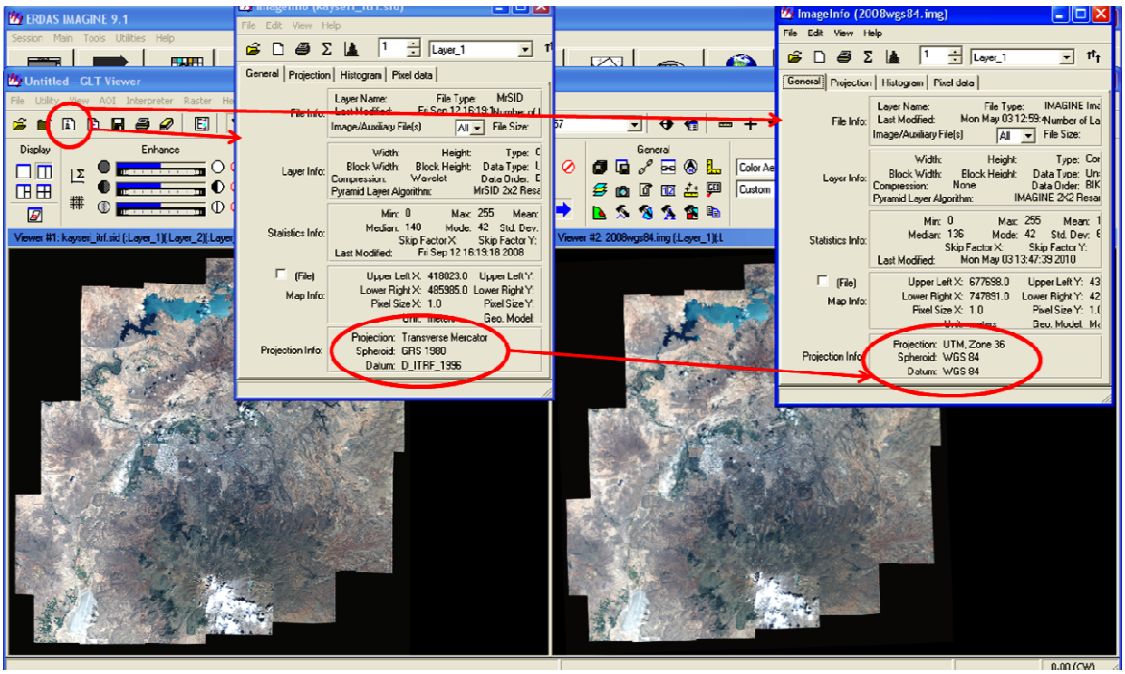
Sınıflandırma uygulanacak her iki LANDSAT görüntüsü WGS 84 koordinat sistemindedir. Recode işlemi ve doğruluk analizinde kullanılacak olan 2008 yılına ait IKONOS görüntüsü ise GRS 1980 koordinat sistemindedir. Dolayısıyla bu IKONOS görüntüsü WGS 84 koordinat sistemine çevrilmiştir.

Şekil 6.6'de görüldüğü gibi ana menüden DataPrep-ReProject Images penceresi açılarak input hanesine projeksiyonu değiştirilecek ana görüntü, output hanesine ise kaydetmek istediğimiz yer seçilir. Kategoriler hanesine "UTM WGS 84 North", projeksiyon hanesine ise "UTM Zone 36 (Range 30E – 36E)" seçenekleri girilir ve işlem başlatılır. "CBS Uygulamaları" bölümünde ayrıntılı olarak gösterilecek olan, CBS'ndeki cisimlere ait fotoğrafların mevkilerini belirten veri üretimi işleminde de IKONOS görüntüsü üzerine dijital olarak kaydedilen fotoğrafların koordinat sistemi WGS 84 olduğu için aşağıda yapılan rektifikasyon işlemi bu üretim için de kullanılmıştır.



Şekil 6.6 Görüntü rektifikasyon adımları

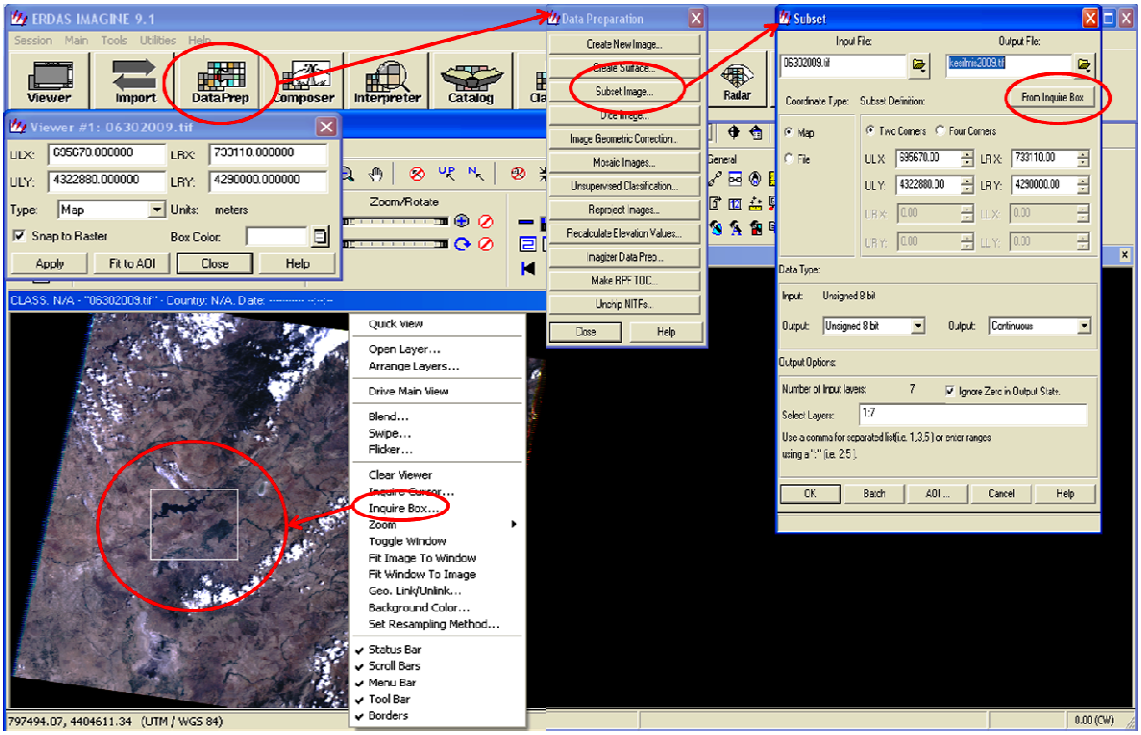
Şekil 6.7'de IKONOS görüntüsünün GRS 80 koordinat sisteminden WGS 84 koordinat sistemine çevrilmiş hali ERDAS IMAGINE yazılımı üzerinden gösterilmiştir. Info linkinin en alt bölümünde "Projection Info" kısmında bu bilgiler mevcuttur.



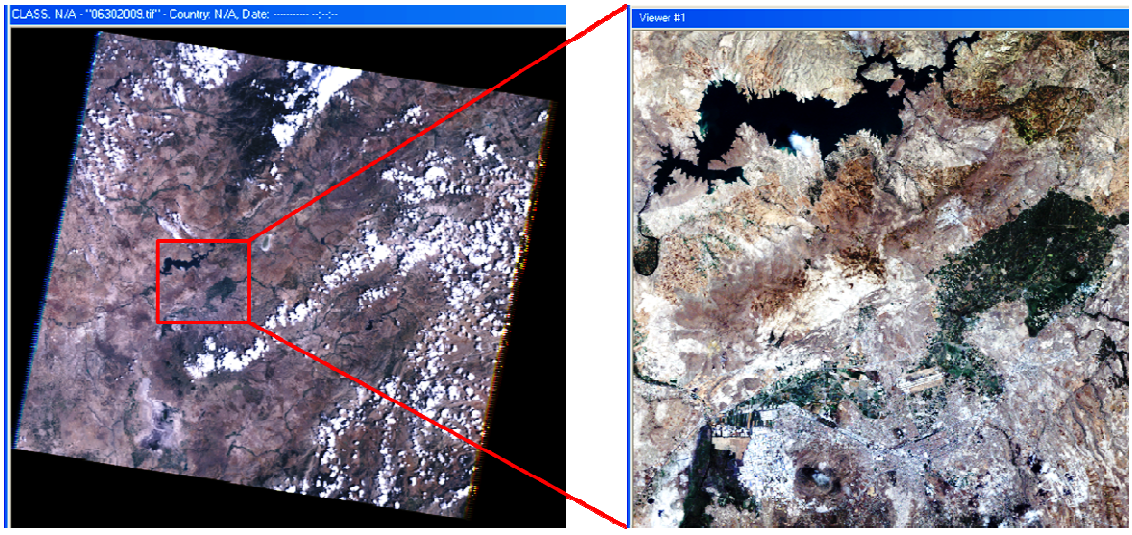
Şekil 6.7 Projeksiyonu değiştirilen 2009 IKONOS görüntüsünün gösterimi

c) Çalışma alanının tam görüntüden kesilmesi.

Şekil 6.8'da görüldüğü gibi çalışma alanını kesmek için önce ana görüntü üzerine sağ klik yapılır, açılan pencereden "Inquire Box" seçeneği tıklanarak açılan beyaz renkli kutu çalışma alanının üzerine getirilir. Daha sonra ana menüden DataPrep-Subset Image penceresi açılarak input hanesine kesilecek ana görüntü, output hanesine ise kaydetmek istediğimiz yer seçilir. "From Inquire Box" kutusu işaretlenerek kesilmek istenen alan tanıtılır ve işlem başlatılır. İşlem tamamlandıktan sonra elde edilen çalışma alanı Şekil 6.9'da gösterilmiştir.



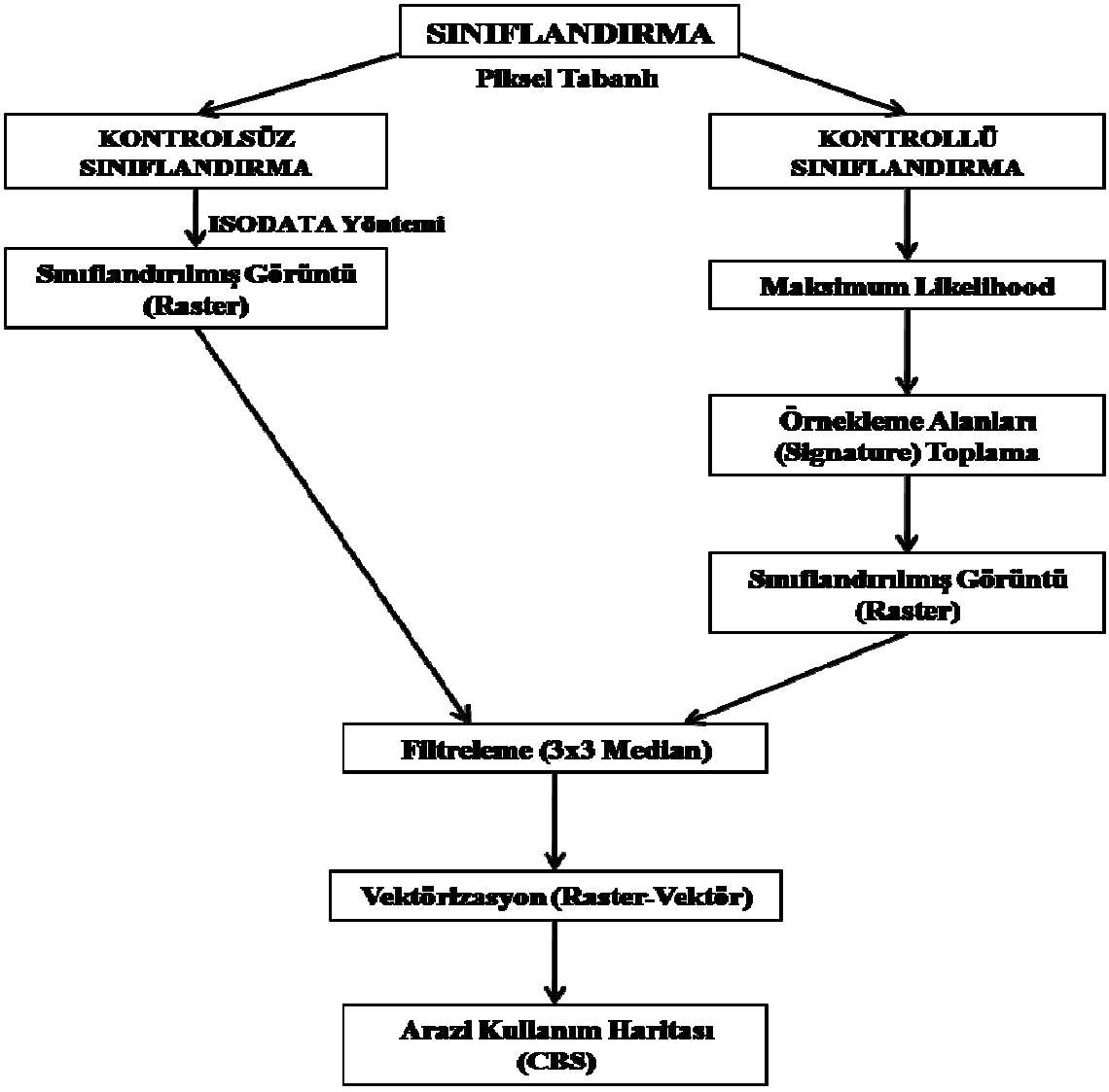
Şekil 6.8 Görüntü kesme basamakları



Şekil 6.9 Kesilen görüntünün gösterimi (2009 LANDSAT ETM+) (3,2,1)

6.3. Sınıflandırma

Su, tarla, orman ve yerleşim alanları farklı bantlarda farklı spektral yansıtım gösterebilmektedir. Bu yüzden sınıflandırma yaparken en çok dikkat edilmesi gereken noktalardan biri uygun bant seçimidir. Bu seçim, yapılan çalışmanın amacına göre değişiklik gösterir. Bu çalışmada kentsel alan değişim analizi yapıldığı için bant seçimleri de buna göre yapılmıştır. 3,4 ve 7 nolu bantlarda bu türleri birbirinden ayırt edebilmek daha kolaydır. Çalışmada öncelikle kontrolsüz sınıflandırma yöntemi kullanılarak arazi kullanımı özellikleri belirlenmeye çalışılmış ancak yeterli ayrıntı ve doğrulukta bir sonuç elde edilememiştir. Öncelikle kontrolsüz sınıflandırmanın denenmesi sınıflandırma uygulamaları açısından odaklayıcı bir özellik taşımaktadır. Ancak bu yöntemin çalışma alanı için bazı olumsuzluklar içerdiği belirlenmiştir. Bu sorunların en önemlisi yapılan sınıflandırmada arazi kullanımı türlerinin birbirine karışmasıdır. Bu nedenle kontrollü sınıflandırma yöntemi esas olarak uygulanmıştır. Sınıflandırmada izlenen yol Şekil 6.10'de gösterilmiştir.



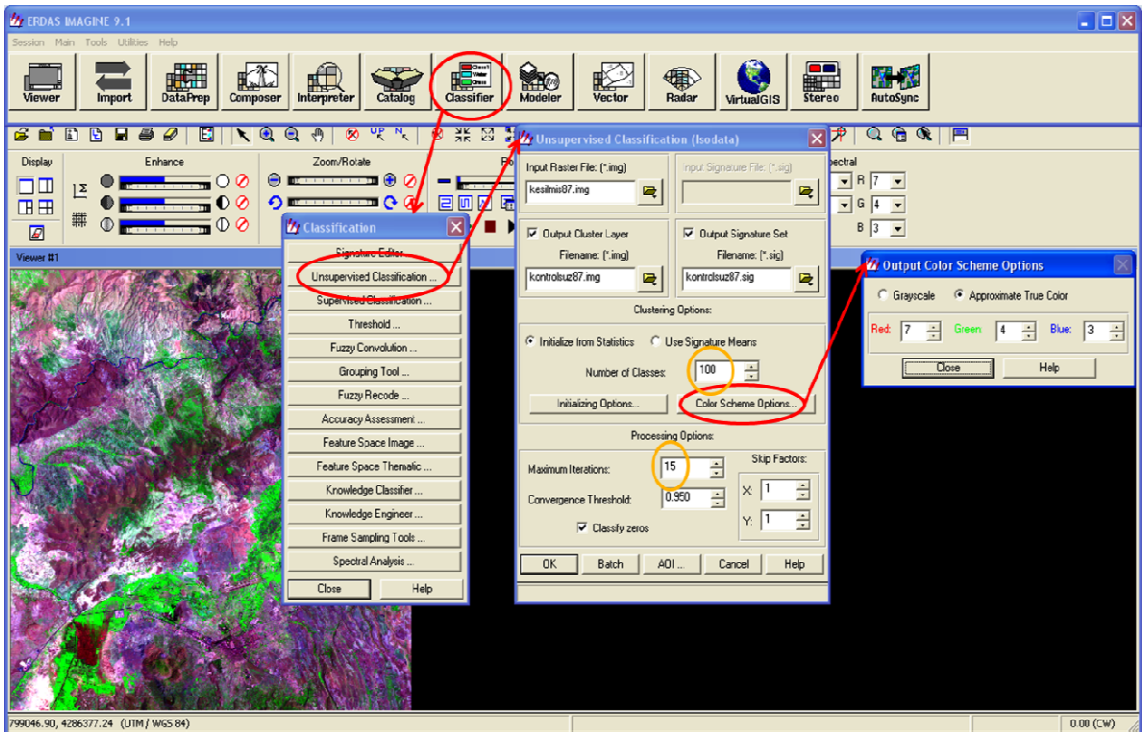
Şekil 6.10 Sınıflandırmada izlenen yol

Çalışmada kontrolsüz ve kontrollü olmak üzere iki yöntem kullanılmıştır. Kontrolsüz sınıflandırmada ISODATA yöntemi kullanılmış ve sınıflandırılmış görüntü elde edilmiştir. Kontrollü sınıflandırmada ise maksimum olasılık yöntemi kullanılmıştır. Örnek alanların seçiminde de, yeterli sayıda ve yeterli kümeler alınmıştır. Örnek alanların doğru şekilde ve yeterli miktarda seçimi önemli bir işlemdir. Çünkü kontrollü sınıflandırmayı kontrolsüz sınıflandırmadan üstün kılan bu noktadır. Ne kadar çok sayıda doğru adlandırılmış küme seçilirse (orman, yerleşim alanı, su, tarım alanı vb.) sınıflandırmanın da doğruluk oranı o kadar artacaktır. Daha sonra kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırılmış görüntülere filtreleme (3x3 Median) işlemi yapılmış, büyük alanları kapsayan aynı sınıf içinde yer almış hatalı pikseller temizlenmiştir. Filtreleme işleminde 5x5 veya 7x7 Median kullanılmamasının nedeni LANDSAT görüntüleriyle belirlenmesi güç olan "yol" sınıfının hatalı sınıf olarak değerlendirilip diğer sınıflara katılmasını engellemektir. Raster veri olarak üretilen sınıflandırılmış uydu görüntüleri yalnızca veriye ait tablo bilgileri saklamaktadır. Ancak raster verilerde, gerekli analizlerin yapılmasını sağlayacak ve sorgu sonuçlarını oluşturacak olan öznitelik tablosu bulunmadığı için mevcut raster veriler vektör veriye dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm özellikle sorgulama işlemi açısından ve CBS içerisinde bu veri setinin bir katman olarak değerlendirilmesinde araştırma süresi içerisinde büyük kolaylıklar sağlamıştır.

6.3.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

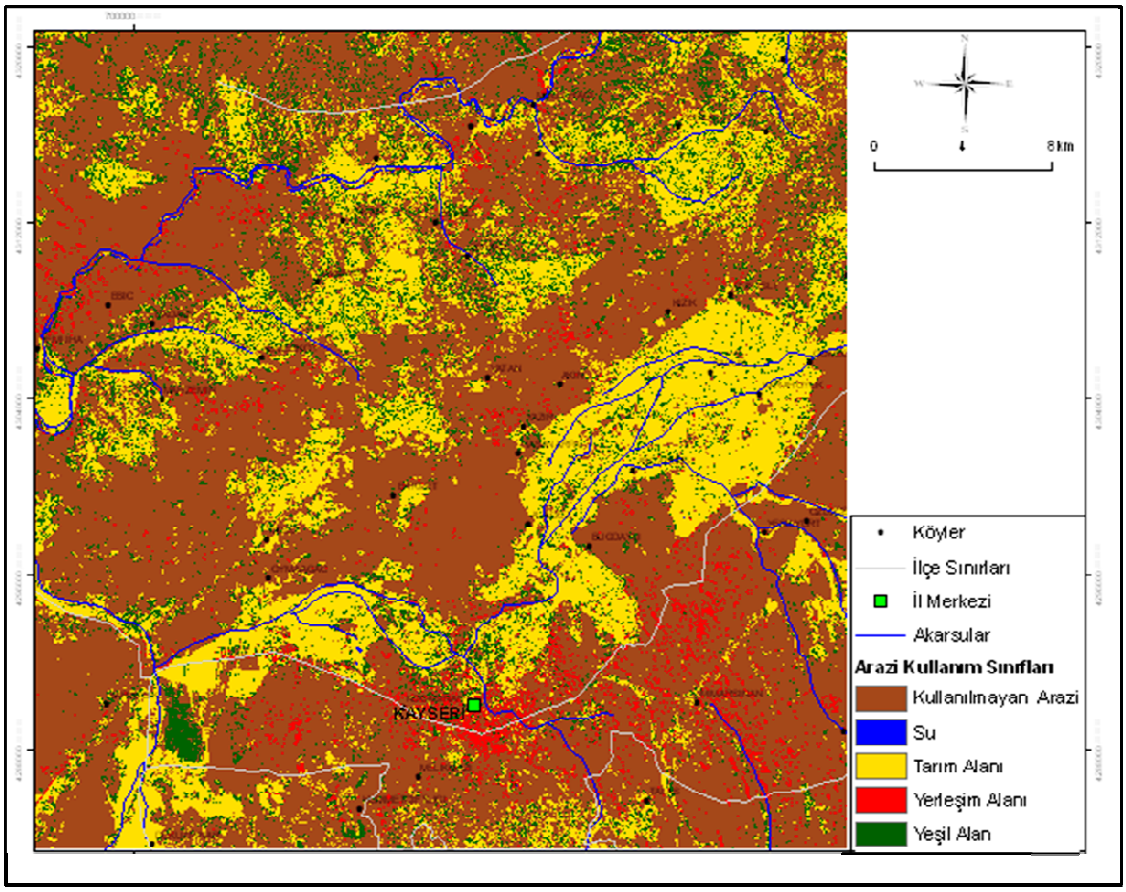
Bu uygulama ERDAS IMAGINE yazılımı ile gerçekleştirilmiş olup işlem basamakları Şekil 6.12'de gösterilmiştir. Uygulama 7,4,3 (yakın kızılötesi, orta kızılötesi, görünür) bantında gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma adımında, farklı tarihli görüntülere ISODATA kontrolsüz sınıflandırma algoritması uygulanarak elde edilen sınıflar arasındaki farklar karşılaştırılmış ve alansal değişimler verilmiştir. 1987 ve 2009 LANDSAT verileri için başlangıç olarak 100 ayrı küme ve 15 iterasyon değeri atanmıştır. 9uncu iterasyonda işlem sonuçlanmıştır. Elde edilen 100 kümeden birbirine benzer özellikli olan kümeler toplanıp son olarak 5 kümeye indirgenmiştir (recode).

Kontrolsüz sınıflandırma yapılmasının asıl amacı, özellikle geçmişe yönelik (1987 yılına) veri toplamada sıkıntı olduğu için, kontrollü uygulamaya bir taban oluşturmasıdır. Kontrolsüz sınıflandırmada dikkat edilecek diğer bir nokta da "color sheme options" kutucuğundan renklerin seçimidir (Şekil 6.11). Red, green ve blue (RGB) bantlara uygun seçim yapılmıştır. Böylece sınıflandırılmış görüntü gri renk tonlarıyla değil, gerçek renklere yakın tonlarda elde edilmiştir. Daha sonra bu renkler yardımcı veriler kullanılarak 5 renge (brown, blue, yellow, red, green) ve 5 kümeye (kullanılmayan arazi, su, tarım alanı, yerleşim alanı, yeşil alan) indirgenmiştir. İndirgeme işlemine özen gösterilmesi sınıflandırılmış görüntünün doğruluğunu arttıracaktır.



Şekil 6.11 Kontrolsüz sınıflandırma uygulama adımları

Şekil 6.12'de 1987 yılına ait LANDSAT TM verisinin kontrolsüz sınıflandırılmış görüntüsü verilmiştir. Başlangıç olarak alınan 100 ayrı küme, 1992 yılına ait hava fotoğrafları, sınıflandırılmamış LANDSAT verisinin 3,2,1 bantı ve 1985-1990 yıllarına ait hava fotoğrafları kullanılarak 5 ana kümeye indirgenmiştir. Görüntüyü bu şekilde kullanıcıya sunmak için, yani arazi kullanım haritasını oluşturmak için CBS kullanılmıştır. Sınıflandırılmış görüntü ArcGIS yazılımına aktarılmış, daha sonra köyleri, ilçe sınırları, il merkezi ve akarsular dijital veri olarak görüntü üzerine eklenmiştir. Çizelge 6.5'de kümelenen sınıfların çalışma alanında kapladığı alan hektar cinsinden verilmiştir. Hemen yan sütunda da bu alanların tüm alana göre miktarı yüzde cinsinden verilmiştir.

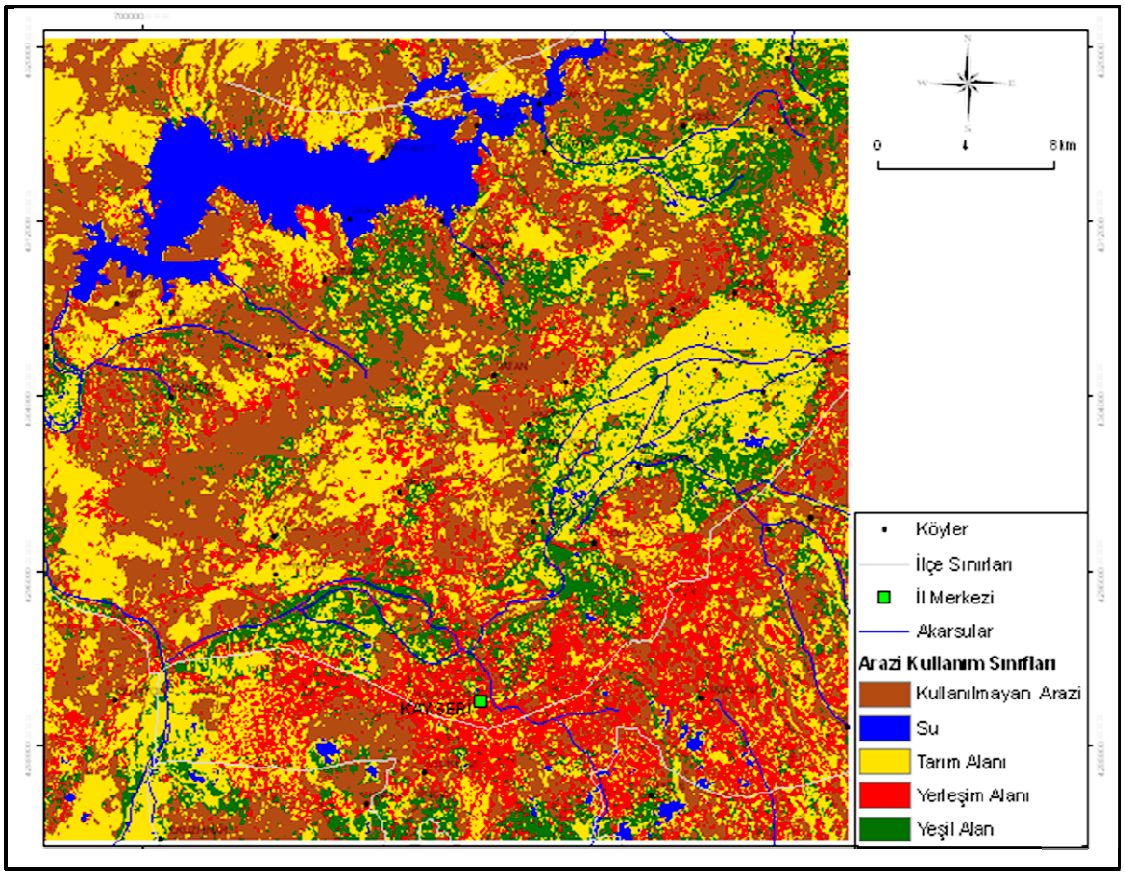


Şekil 6.12 Kontrolsüz sınıflandırılmış 07.04.1987 tarihli LANDSAT TM görüntüsü

Çizelge 6.5 Sınıfların alansal dağılımı ve yüzdeleri (1987)

Sınıf Adı	**Hektar(Ha)**	**Yüzdesi(%)**
Kullanılmayan Arazi	82069	60,3
Su	526	0,4
Tarım Alanı	36500	26,8
Yerleşim Alanı	3526	2,6
Yeşil Alan	13539	9,9
Toplam	136160	100,0

Şekil 6.13'de 2009 yılına ait kontrolsüz sınıflandırılmış LANDSAT ETM görüntüsü, Çizelge 6.6'de de sınıfların hektar ve yüzde cinsinden değerleri görülmektedir. Başlangıç olarak alınan 100 ayrı küme, 2008 ve 2007 yıllarına ait IKONOS görüntüleri, 2005 yılına ait ortofotolar, 2009 yılına ait havadan video görüntüleri, hava fotoğrafları ve yersel veriler kullanılarak 5 ana kümeye indirgenmiştir. Arazi kullanım sınıflarına ait alan ve yüzde bilgilerinin değerlendirilmesi bölüm 6.5'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



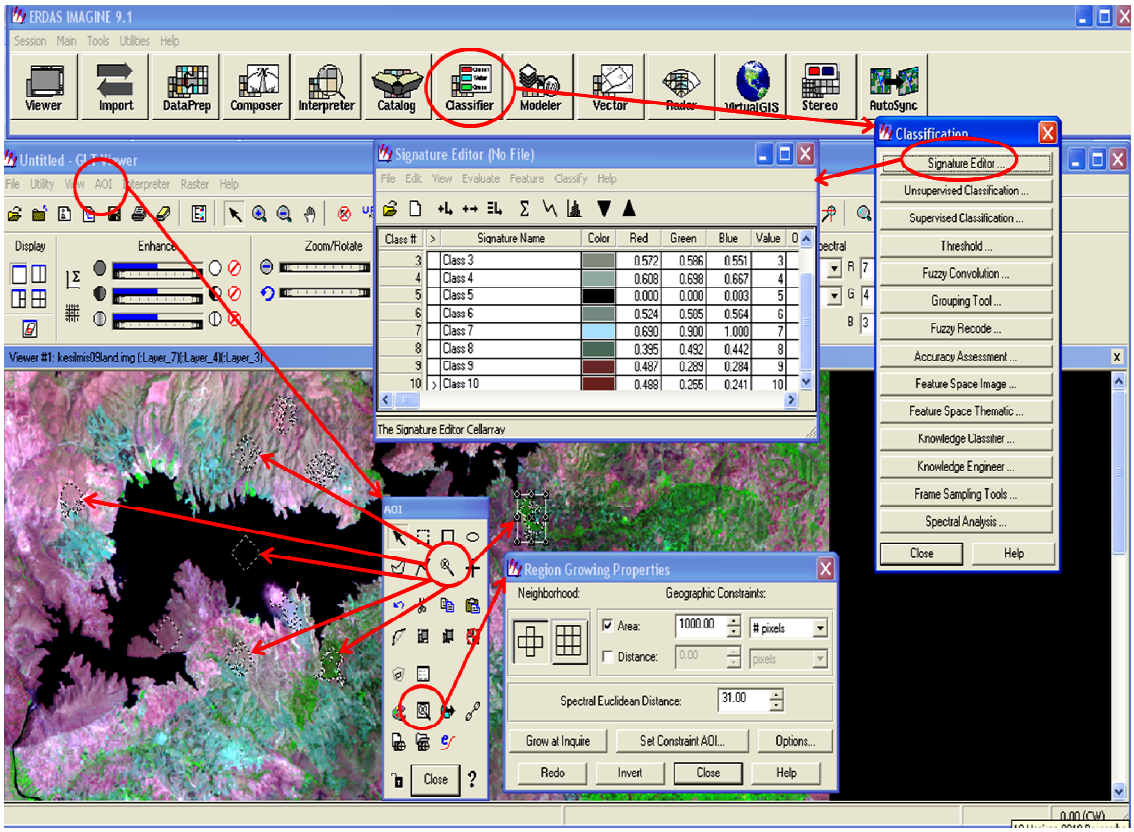
Şekil 6.13 Kontrolsüz sınıflandırılmış 30.06.2009 tarihli LANDSAT ETM+ görüntüsü

Çizelge 6.6 Sınıfların alansal dağılımı ve yüzdeleri (2009)

Sınıf Adı	**Hektar(Ha)**	**Yüzdesi(%)**
Kullanılmayan Arazi	52282	38,4
Su	8419	6,2
Tarım Alanı	44683	32,8
Yerleşim Alanı	16433	12,1
Yeşil Alan	14343	10,5
Toplam	136160	100,0

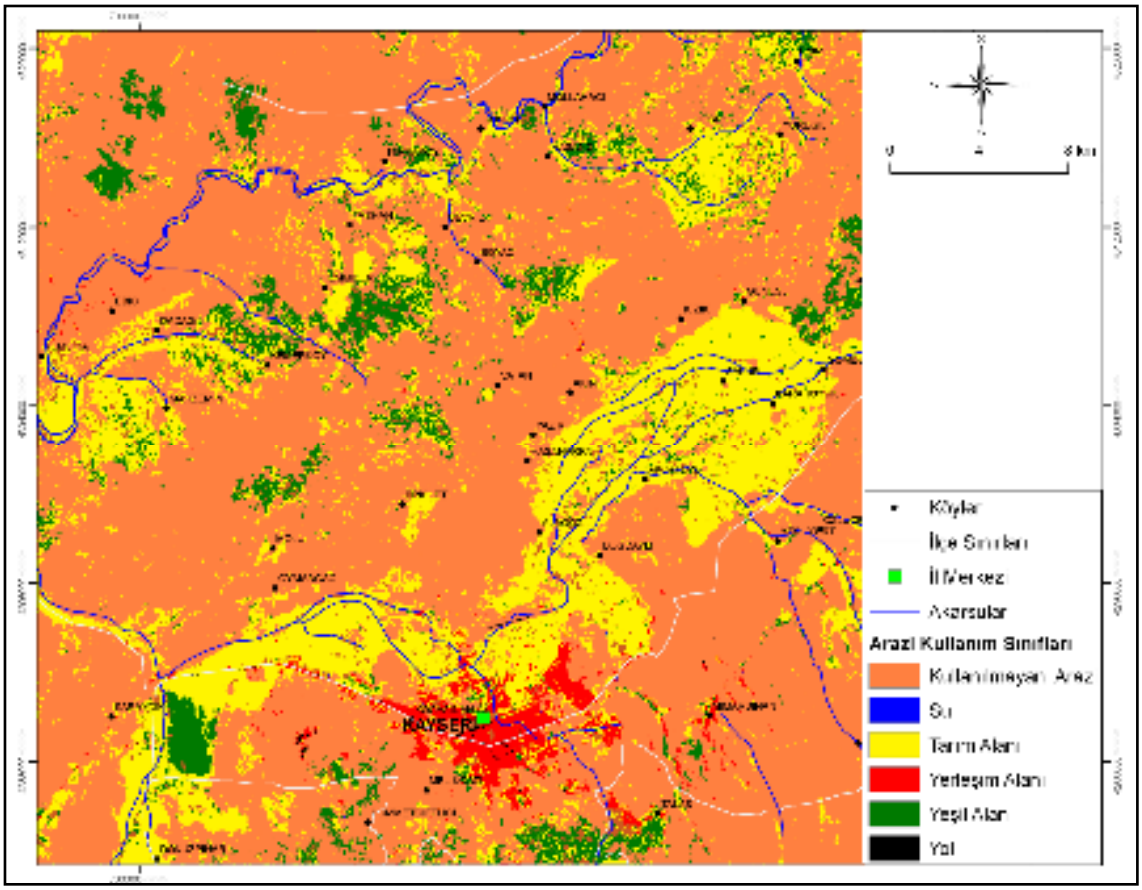
6.3.2. Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırmada en önemli işlem şekil 6.14'de gösterilen örnekleme alanlarının toplanmasıdır. Kontrolsüz sınıflandırmada yazılım tarafından otomatik olarak yapılan bu işlem kontrollü sınıflandırmada bizzat uygulayıcı tarafından gerçekleştirilir ve kontrollü sınıflandırmayı kontrolsüz sınıflandırmaya göre daha güvenilir yapar. Uygulama 7,4,3 (yakınkızılötesi, ortakızılötesi, görünür) bantında gerçekleştirilmiştir. Şekil 6.15'de görüldüğü gibi Classifier-Signature Editor penceresi açılarak örnekleme alanları toplanır ve kaydedilir. Toplanan örnekleme alanlarının sınıflarını atarken de küme indirgeme işleminde olduğu gibi, 1987 LANDSAT görüntüsü için 1992 yılına ait hava fotoğrafları ve görüntünün 3,2,1 bantı, 2009 LANDSAT görüntüsü için de 2008 yılına ait IKONOS görüntüsü ve 2005 yılına ait ortofotolardan yararlanılmıştır.



Şekil 6.14 Kontrollü sınıflandırmada örnekleme alanları toplama basamakları

Şekil 6.15'de 1987 yılına ait kontrollü sınıflandırılmış LANDSAT TM görüntüsü, Çizelge 6.7'de de sınıfların hektar ve yüzde cinsinden değerleri görülmektedir. Başlangıç olarak alınan 170 ayrı örnek alan, 1992 yılına ait hava fotoğrafları, kontrolsüz sınıflandırılmış 1987 LANDSAT TM görüntüsü ve 1985-1990 yıllarına ait hava fotoğrafları kullanılarak 6 ana sınıfa (kümeye) indirgenmiştir. Bu sınıflar; kullanılmayan arazi, su, tarım alanı, yerleşim alanı, yeşil alan ve yoldur.

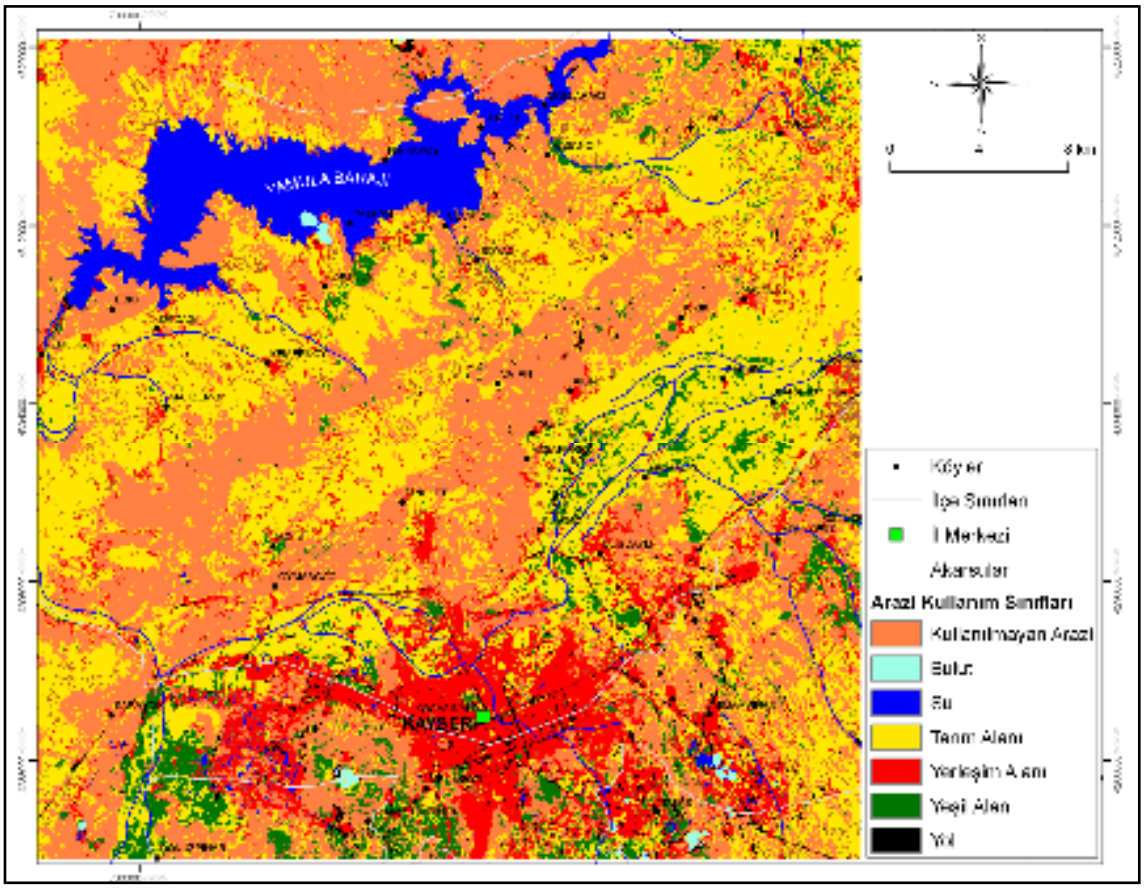


Şekil 6.15 Kontrollü sınıflandırılmış 07.04.1987 tarihli LANDSAT TM görüntüsü

Çizelge 6.7 Sınıfların alansal dağılımı ve yüzdeleri (1987)

Sınıf Adı	**Hektar(Ha)**	**Yüzdesi(%)**
Kullanılmayan Arazi	86900	63,8
Su	592	0,4
Tarım Alanı	34185	25,1
Yerleşim Alanı	3407	2,5
Yeşil Alan	10733	7,9
Yol	303	0,4
Toplam	136160	100,0

Şekil 6.16'da 2009 yılına ait kontrollü sınıflandırılmış LANDSAT görüntüsü, Çizelge 6.8'de de sınıfların hektar ve yüzde cinsinden değerleri görülmektedir. Başlangıç olarak alınan 200 ayrı örnek alan, 2007 ve 2008 yıllarına ait IKONOS görüntüleri, 2005 yılına ait ortofotolar, 2009 yılına ait havadan video görüntüleri, hava fotoğrafları ve yersel veriler kullanılarak 7 ana kümeye (sınıfa) indirgenmiştir. Temin edilen görüntüde yaklaşık 3 km^2'lik alan bulut olarak tespit edilmiştir. Bu da yüzde cinsinden tüm görüntünün 0,2'lik bir bölümünü oluşturmaktadır.



Şekil 6.16 Kontrollü sınıflandırılmış 30.06.2009 tarihli LANDSAT ETM görüntüsü

Çizelge 6.8 Sınıfların alansal dağılımı ve yüzdeleri (2009)

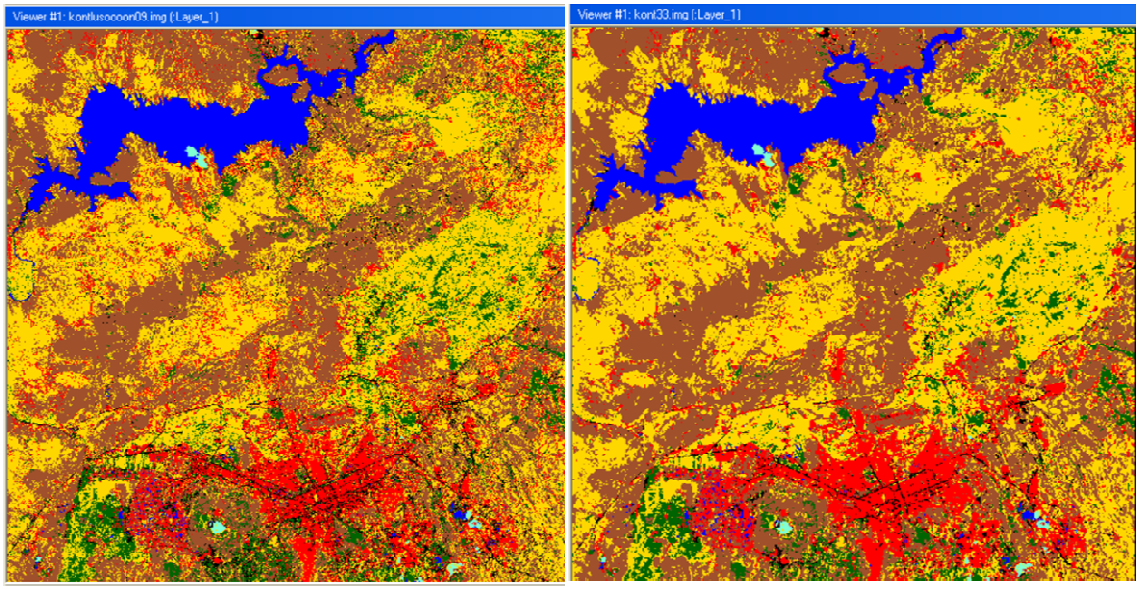
Sınıf Adı	**Hektar(Ha)**	**Yüzdesi(%)**
Kullanılmayan Arazi	45118	33,1
Su	7706	5,7
Tarım Alanı	50879	37,4
Yerleşim Alanı	17045	12,5
Yeşil Alan	10243	7,5
Yol	4852	3,6
Bulut	317	0,2
Toplam	136160	100,0

Çalışma alanına ait görüntüler, maksimum olasılık algoritmasına göre sınıflandırılmıştır. Bu yöntemde, öncelikle her bir arazi sınıfına ilişkin örnekleme bölgelerinin istatistiksel olasılık değerleri hesaplanmış ve bilinmeyen her bir piksel en çok benzer olduğu sınıfa atanmıştır. Arazi kullanım haritasının oluşturulması için de kontrollü sınıflandırılmış görüntünün üzerine köyler, ilçe sınırları, il merkezi ve akarsular dijital veri olarak aktarılmıştır. Örnek olarak, 1987 yılında 1361 km^2'lik çalışma alanının yarısından fazlası yani 869 km^2'lik bölümü kullanılmayan arazi olarak

tespit edilmiştir. Ayrıntılı değerlendirme bölüm 6.5'de verilmiştir. Kontrolsüz sınıflandırmadan farklı olarak çalışma alanına "yol" sınıfı eklenmiş ve bu sınıfa ait yaklaşık 48 km^2'lik alan tespit edilmiştir.

Filtreleme

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 (3x3, 5x5 veya 7x7 Median). Bu çalışmada yapılan tüm kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırılmış görüntülere 3x3 Median filtreleme işlemi uygulanmıştır. Sınıflandırılmış görüntünün orijinali ile filtreleme uygulanmış hali Şekil 6.17'de gösterilmiştir. Örnek olarak 2009 tarihli kontrollü sınıflandırılmış LANDSAT ETM+ görüntüsü seçilmiştir.

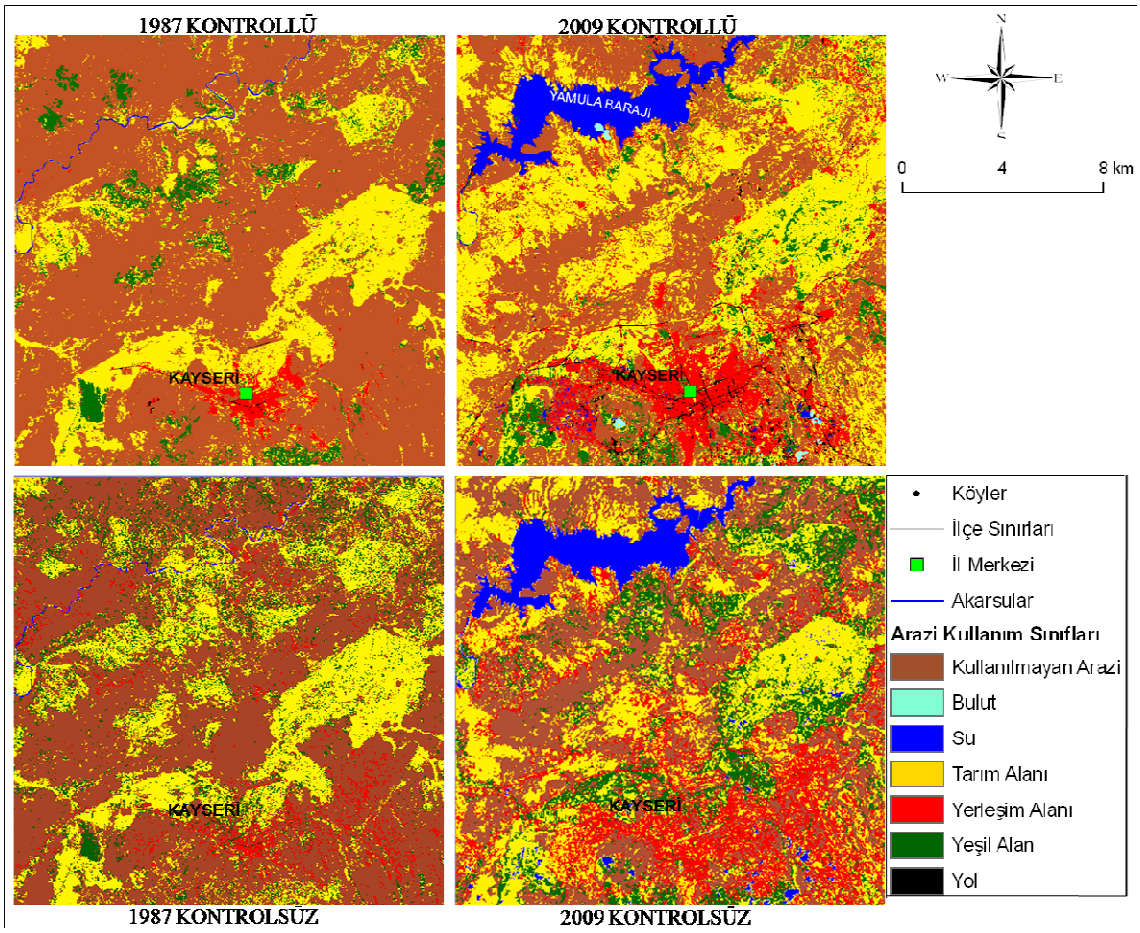


(a) (b)

Şekil 6.17 Sınıflandırma sonrası düzleştirme adımı
(a) Orijinal görüntü
(b) 3x3 Median filtresi uygulanmış görüntü

6.4. Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi sınıflandırma yapılan her görüntü için yapılmıştır. Doğruluk analizi istatistiksel verilerine geçmeden önce Şekil 6.18'de kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırılmış görüntüler yan yana getirilerek görsel olarak sonuçlar incelenmiştir. Kontrolsüz sınıflandırmada 3x3 Median filtreleme yöntemi uygulanmasına rağmen kümeler birbirine karışmış ve dağınık haldeyken kontrollü sınıflandırmada kümelerin daha toplu şekilde ve birbirinden keskin hatlarla ayrılmış olduğu açıkça görülmektedir. Bunun nedeni de kontrollü sınıflandırma yaparken örnek alanların kullanıcı tarafından seçilmesi ve birbirine yakın renkteki ayrı piksellerin farklı sınıflar (gerçek sınıflar) olarak atanmasıdır.



Şekil 6.18 Yapılan tüm sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması

Çizelge 6.9'de kontrolsüz sınıflandırılmış görüntülerin, Çizelge 6.10'da kontrollü sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analizleri ve Kappa değerleri verilmiştir. Doğruluk analiz çizelgelerinde verilen "Sınıflandırılmış Nokta Sayısı", ERDAS yazılımına komut vererek, sınıflandırılmış görüntünün üzerine sınıf bazında rastgele atanmış nokta sayısıdır. "Referans Nokta Sayısı" ise atanan noktaların, doğru yanlış gözetmeksizin hangi sınıfın üzerine düştüğünü belirten nokta sayısıdır. "Doğru Sayısı" atanan noktaların kaç tanesinin istenilen sınıf üzerinde olup olmadığını gösterir. "Üretici Doğruluğu" doğru sayısının referans nokta sayısına, "Kullanıcı Doğruluğu" ise doğru sayısının sınıflandırılmış nokta sayısına oranıdır. "Toplam Doğruluk" değeri, üretici ve kullanıcı doğruluklarının ortalaması alınarak hesaplanır. Kappa değeri ise 0 ile 1 arasında değişir ve 1'e ne kadar yakınsa sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu o oranda yüksek demektir.

Çizelge 6.9 Kontrolsüz sınıflandırmaların doğruluk analizleri ve Kappa değerleri

Doğruluk Analizi (Kontrolsüz 1987 Landsat Görüntüsü)

Sınıf Adı	Referans Nokta Sayısı	Sınıflandırılmış Nokta Sayısı	Doğru Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Kullanılmayan Arazi	11	13	10	90.00%	76.92%
Su	5	5	5	100.00%	100.00%
Tarım Alanı	10	12	9	90.00%	75.00%
Yerleşim Alanı	13	10	8	67.00%	80.00%
Yeşil Alan	11	10	8	72.00%	80.00%
Toplam	**50**	**50**	**40**	-	-
Toplam Doğruluk = 80.00%			Kappa Değeri = 0.7452		

Doğruluk Analizi (Kontrolsüz 2009 Landsat Görüntüsü)

Sınıf Adı	Referans Nokta Sayısı	Sınıflandırılmış Nokta Sayısı	Doğru Sayısı	Üretici Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
Kullanılmayan Arazi	16	15	13	81.25%	86.67%
Su	3	3	3	100.00%	100.00%
Tarım Alanı	12	12	9	75.00%	75.00%
Yerleşim Alanı	9	10	8	88.89%	80.00%
Yeşil Alan	10	10	8	80.00%	80.00%
Toplam	**50**	**50**	**41**	-	-
Toplam Doğruluk = 82.00%			Kappa Değeri = 0.7653		

Kontrolsüz 1987 Kappa Değerleri	
Sınıf Adı	**Kappa**
Kullanılmayan Arazi	0.6881
Su	1.0000
Tarım Alanı	0.6711
Yerleşim Alanı	0.7500
Yeşil Alan	0.7500

Kontrolsüz 2009 Kappa Değerleri	
Sınıf Adı	**Kappa**
Kullanılmayan Arazi	0.8039
Su	1.0000
Tarım Alanı	0.6711
Yerleşim Alanı	0.7561
Yeşil Alan	0.7500

Çizelge 6.10 Kontrollü sınıflandırmaların doğruluk analizleri ve Kappa değerleri

Doğruluk Analizi (Kontrollü 1987 Landsat Görüntüsü)					
Sınıf Adı	**Referans Nokta Sayısı**	**Sınıflandırılmış Nokta Sayısı**	**Doğru Sayısı**	**Üretici Doğruluğu**	**Kullanıcı Doğruluğu**
Kullanılmayan Arazi	34	35	31	91.18%	88.57%
Su	5	5	5	100.00%	100.00%
Tarım Alanı	26	25	23	88.46%	92.00%
Yerleşim Alanı	14	15	12	85.71%	80.00%
Yeşil Alan	16	15	14	87.50%	93.33%
Yol	5	5	4	80.00%	80.00%
Toplam	**100**	**100**	**89**	-	-
Toplam Doğruluk = 89.00%			Kappa Değeri = 0.8564		

Doğruluk Analizi (Kontrollü 2009 Landsat Görüntüsü)					
Sınıf Adı	**Referans Nokta Sayısı**	**Sınıflandırılmış Nokta Sayısı**	**Doğru Sayısı**	**Üretici Doğruluğu**	**Kullanıcı Doğruluğu**
Kullanılmayan Arazi	29	30	28	96.55%	93.33%
Bulut	5	5	5	100.00%	100.00%
Su	5	5	5	100.00%	100.00%
Tarım Alanı	31	30	28	90.32%	93.33%
Yerleşim Alanı	15	15	14	93.33%	93.33%
Yeşil Alan	10	10	9	90.00%	90.00%
Yol	5	5	4	80.00%	80.00%
Toplam	**100**	**100**	**93**	-	-
Toplam Doğruluk = 93.00%			Kappa Değeri = 0.9103		

Kontrollü 1987 Kappa Değerleri	
Sınıf Adı	**Kappa**
Kullanılmayan Arazi	0.8268
Su	1.0000
Tarım Alanı	0.8919
Yerleşim Alanı	0.7674
Yeşil Alan	0.9206
Yol	0.7895

Kontrollü 2009 Kappa Değerleri	
Sınıf Adı	**Kappa**
Kullanılmayan Arazi	0.9061
Bulut	1.0000
Su	1.0000
Tarım Alanı	0.9034
Yerleşim Alanı	0.9216
Yeşil Alan	0.8889
Yol	0.7865

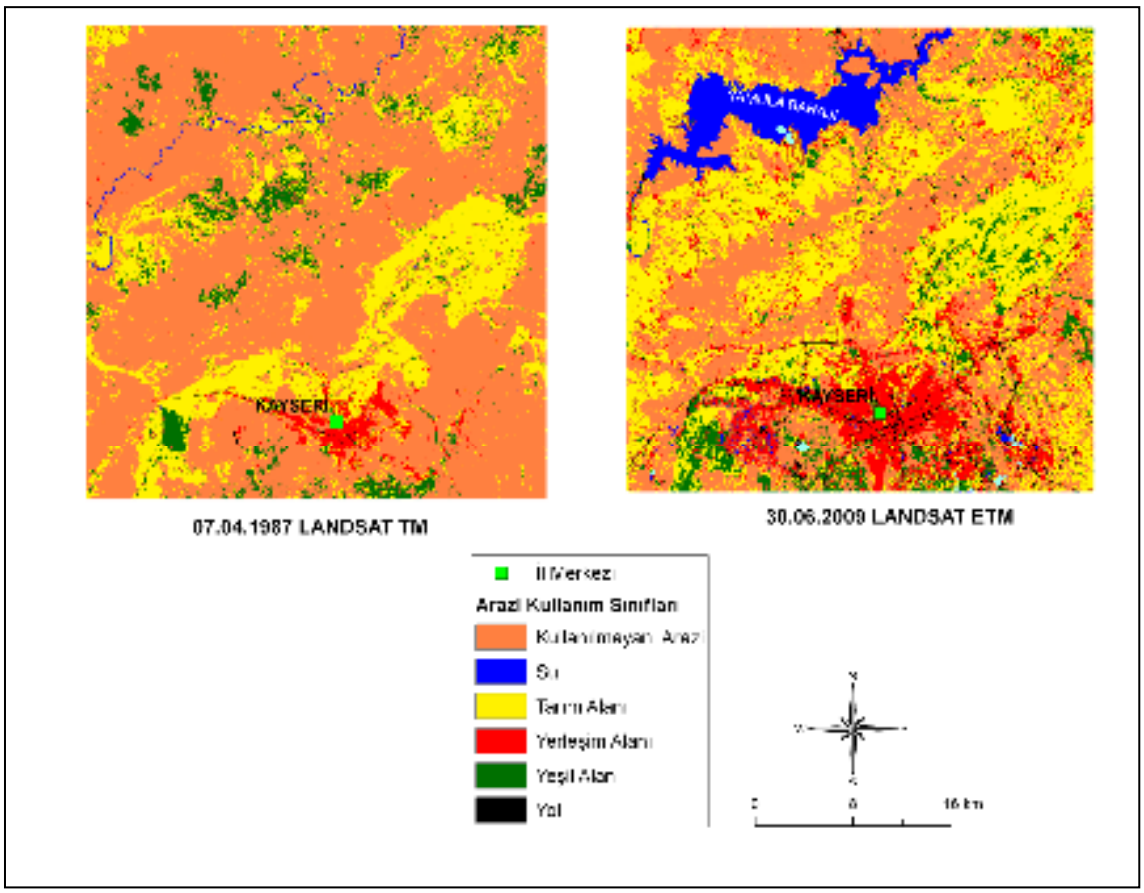
Çizelge 6.11 Tüm sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk ve Kappa değerleri

Sınıflandırılmış Görüntüler	Toplam Doğruluk(%)	Kappa Değeri
1987 Kontrolsüz	80	0.7452
2009 Kontrolsüz	82	0.7653
1987 Kontrollü	89	0.8564
2009 Kontrollü	93	0.9103

Bölüm başında verilen görsel ve yukarıdaki dijital veriler ışığında "Karşılaştırma ve Değişim Analizi" için *kontrollü sınıflandırılmış* görüntüler kullanılmıştır.

6.5. Karşılaştırma ve Değişim Analizi

Bu bölümde kontrollü sınıflandırma sonucu oluşturulan 1987 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanım haritalarının kentsel değişim açısından farklarının incelenmesi bulunmaktadır. Ayrıca Yamula Barajı'nın arazide meydana getirdiği farklar da incelenmiştir. Şekil 6.19'da sınıflandırılmış görüntülerden elde edilen arazi örtüsü ve arazi kullanım haritaları verilmiştir.

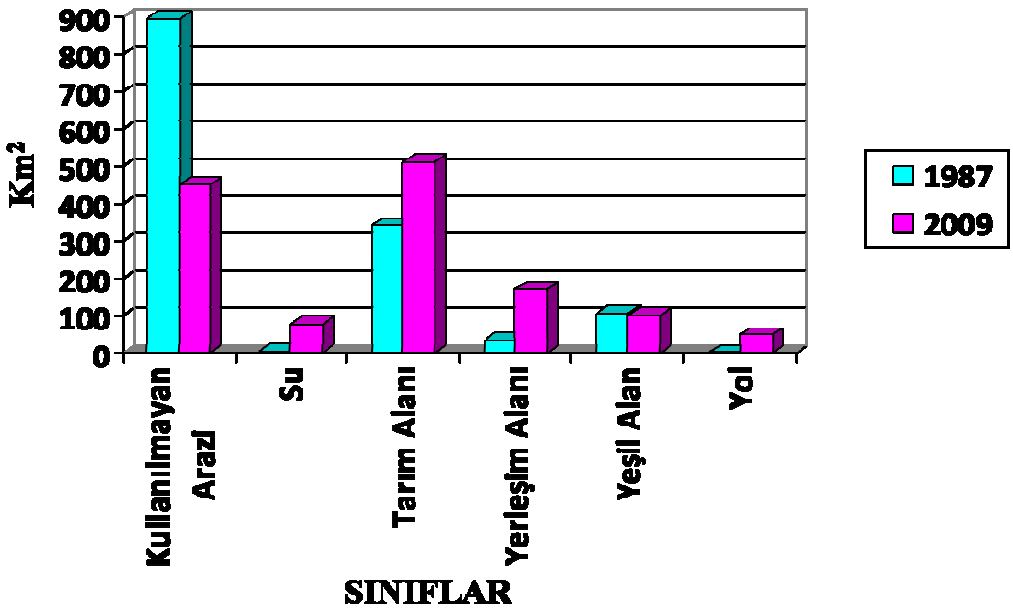


Şekil 6.19 1987 ve 2009 yılları sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması

Çizelge 6.12'de arazi örtüsü/kullanımına ait sınıfların 1987 ve 2009 yıllarına ait alanları ve yüzdeleri, Şekil 6.20'de ise grafiksel olarak dağılımları verilmiştir. *Kullanılmayan arazi,* 1987 yılında 869 km^2 iken 2009 yılında 451 km^2'ye düşmüştür. 1987 yılında kullanılmayan arazi çalışma alanının %63,8'ini kapsarken, bu oran 2009 yılında %33,1'e düşmüştür. Yarı yarıya bir azalma meydana gelmiştir. %30,7'lik bir yüzde diğer sınıflara (tarım alanı, yerleşim alanı, su) kaymıştır. Bunun nedeni de, tarıma daha çok önem verilmesi, sanayinin gelişmesiyle yerleşim alanının ve sanayi bölgelerinin büyümesi ve Yamula Barajı'nın işletime açılmasıyla su miktarının artması olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 6.12 1987 ve 2009 yıllarındaki sınıfların alan ve yüzdeleri

	1987		**2009**	
Sınıf Adı	**Km^2**	**Yüzdesi(%)**	**Km^2**	**Yüzdesi(%)**
Kullanılmayan Arazi	869,0	63,8	451,2	33,1
Su	6,0	0,4	77,1	5,7
Tarım Alanı	341,9	25,1	508,8	37,4
Yerleşim Alanı	34,1	2,5	170,5	12,5
Yeşil Alan	107,3	7,9	102,4	7,5
Yol	3,0	0,4	48,5	3,6
Bulut	-	-	3,2	0,2
Toplam	1361,6	100,0	1361,6	100,0



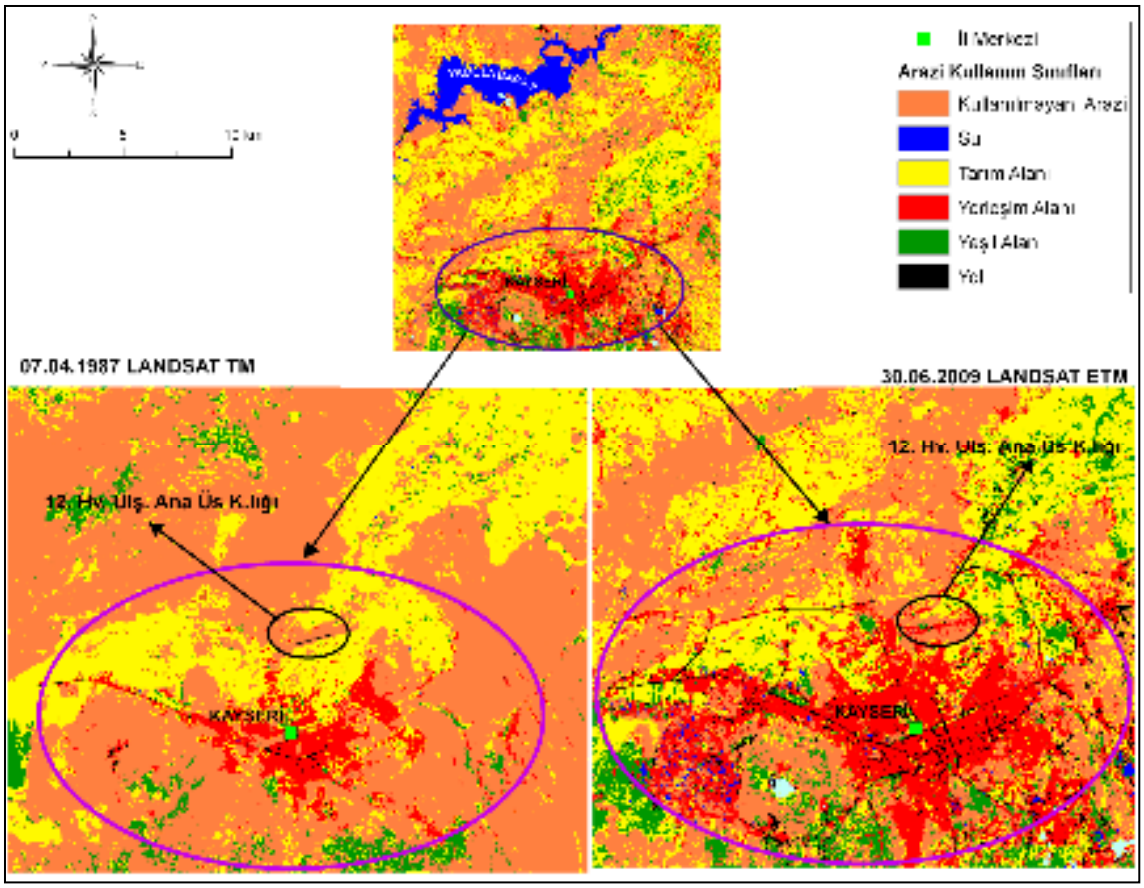
Şekil 6.20 1987 ve 2009 yılları sınıfsal dağılımı

Tarım alanı, 1987 yılında 341,9 km^2 iken 2009 yılında 508,8 km^2'ye yükselmiştir. 1987 yılında tarım alanı çalışma alanının %25,1'ini kapsarken, 2009 yılında %37,4'ünü kapsamaktadır. 166,9 km^2'lik bir artış meydana gelmiştir. Kayseri il bazında tarım alanı yönünden önemli bir yere sahiptir, düz arazisi tarıma elverişlidir. Sanayinin gelişmesine paralel olarak tarım alanlarında da önemli bir artış meydana gelmiştir. Özellikle her üçü de 1987 yılında işletmeye açılan Akköy, Kovalı ve Ağcaşar Barajları ve sulama projeleriyle sulu tarımda ilerleme kaydedilmiştir. 1990 yılında Sarıoğlan, 2005 yılında da Bahçecik Baraj ve sulama projelerinin işletmeye açılmasıyla diğer barajlarla birlikte toplamda 646 km^2'lik bir alanın sulaması gerçekleştirilmektedir. Ayrıca projeleri tamamlanan ve 2011 yılında hizmete girmesi planlanan Yamula Barajı sulama kanallarıyla da 65 km^2'lik bir alanın sulaması gerçekleştirilecektir. Bunların dışında damlama modeliyle sulama projelerinin de 2009 yılında hayata geçmesiyle geleceğe yönelik tarımda büyümenin hızlanacağı planlanmaktadır.

Yeşil alan, 1987 yılında 107,3 km^2 iken 2009 yılında 102,4 km^2'ye düşmüştür. 1987 yılında yeşil alan çalışma alanının %7,9'unu kapsarken, 2009 yılında %7,5'ini kapsamaktadır. Bu da gösteriyor ki 22 yılda yeşil alanda önemli bir değişiklik olmamıştır. Bozkır bitki örtüsünün hakim olduğu Kayseri'de ağaçlandırma projelerine önem verilmeli ve yeşil alanlar arttırılmalıdır.

Yol sınıfı, 1987 yılında 3 km^2'lik alanı kapsarken 2009 yılında bu alan 48,5 km^2'ye yükselmiştir. Bu artışın nedeni, yerleşim alanının büyümesiyle yolların da artması, genişlemesi ve asfaltlanması ve bu asfaltlanan yolların sınıflandırmada daha kolay tespit edilebilmesidir. *Bulut sınıfı* sadece 2009 yılına ait görüntüde ve çok küçük bir alanı (%0,2) kapsadığı için değerlendirmeye alınmamıştır.

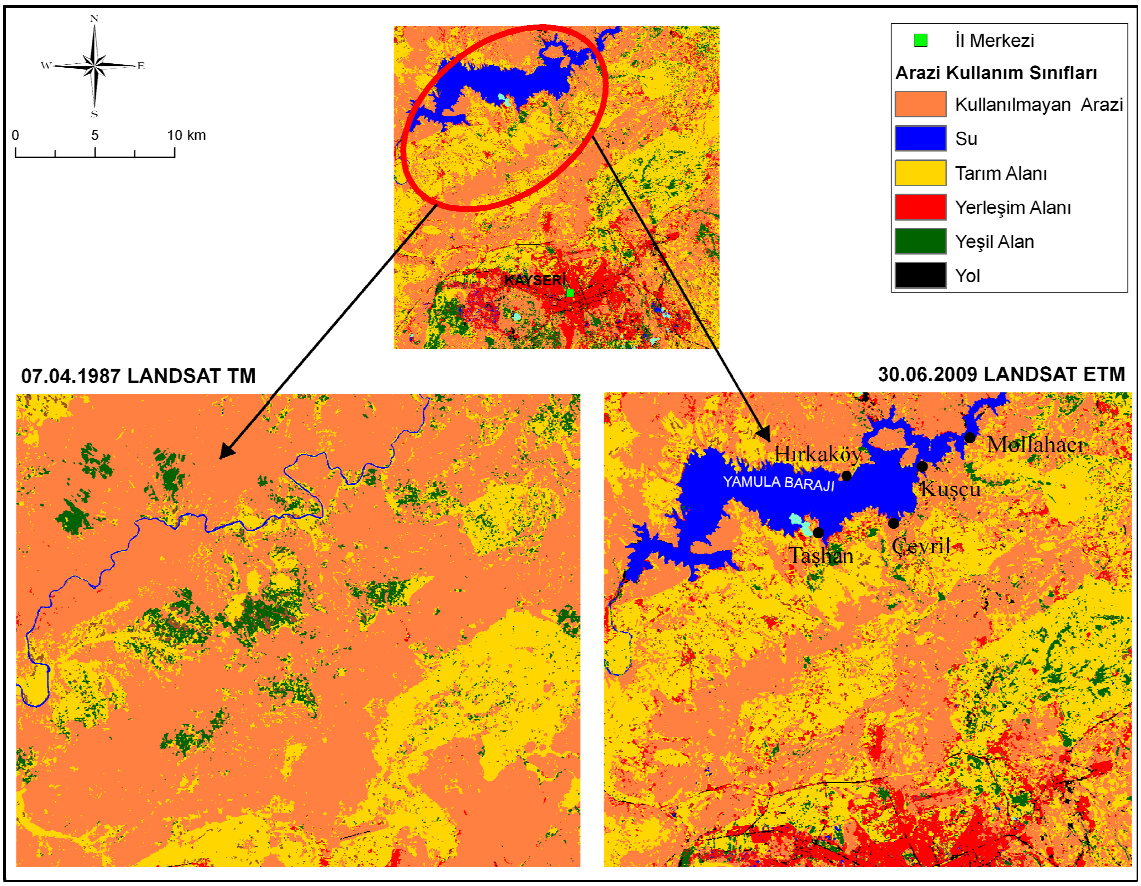
Yerleşim alanı, 1987 yılında 34,1 km^2 iken 2009 yılında 170,5 km^2'ye yükselmiştir. 1987 yılında yerleşim alanı çalışma alanının %2,5'ini kapsarken, 2009 yılında %12,5'ini kapsamaktadır. 136,4 km^2'lik bir artış meydana gelmiştir. Bu artış Şekil 6.21'de gösterilmiştir. 1989 yılında bölgeye teşvik sistemi içerisinde "İkinci Derecede Kalkınmada Öncelikli Yöre" statüsü verilmesi, Kayseri'de büyük işletme sayısının çok sayıda artmasına ve nüfusun da buna paralel olarak artmasına neden olmuştur. Şehir merkezi kendi içinde büyürken özellikle Beyazşehir, Anayurt, Talas ve Esenyurt bölgelerine doğru da genişlemiştir. Şehrin batısında bulunan Organize Sanayi Bölgesi de, bu alanın genişlemesini sağlamıştır.



Şekil 6.21 Yerleşim alanı değişimi

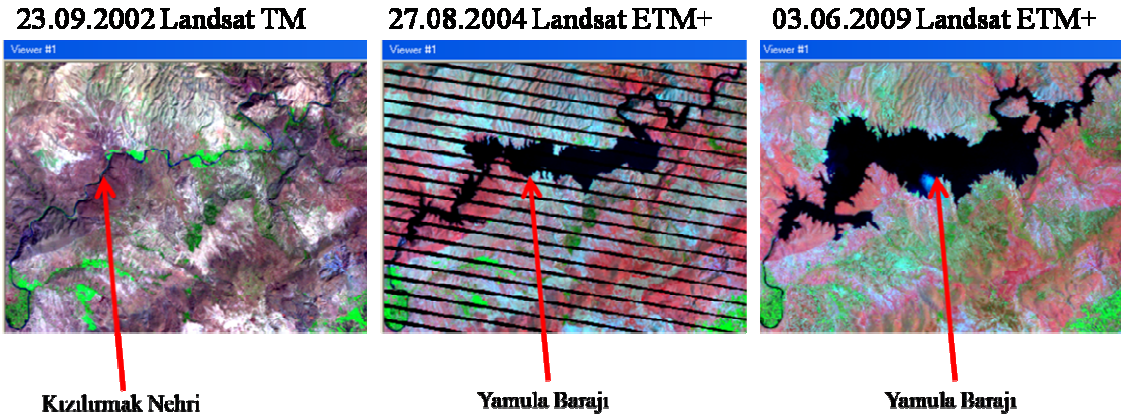
Şehrin genişlemesi tarım alanlarını veya yeşil alanları etkilememiş, yayılma kullanılmayan arazinin değerlendirilmesi şeklinde olmuştur. Demografik analizde ayrıntılı olarak verildiği gibi, Kayseri'nin diğer ilçe ve köylerinden merkeze yani büyükşehir belediyesi sınırlarına kayma bu şekildeki bir genişlemeye neden olmuştur.

Su sınıfı, 1987 yılında 6 km^2 iken 2009 yılında 77,1 km^2'ye yükselmiştir. 1987 yılında su sınıfı çalışma alanının %0,4'ünü kapsarken, 2009 yılında %5,7'sini kapsamaktadır. 71,1 km^2'lik bir artış meydana gelmiştir. Bu artışın tek nedeni 2003 yılında su tutulmaya başlayan Yamula Barajı'dır. Barajın arazi kullanım haritasında meydana getirdiği değişiklik ve etkilediği köy/kasabalar Şekil 6.22'de gösterilmiştir. Barajın güneyinde artış gösteren tarım alanlarının sulama projesinin işletmeye açılmasıyla daha da artacağı ve barajın kuzeyine de taşınacağı değerlendirilmektedir.



Şekil 6.22 Yamula Barajı'yla meydana gelen değişim

Şekil 6.23'de barajın 2002, 2004 ve 2009 yıllarındaki görüntüleri 7,4,3 bandında verilmiştir. Baraja 2003 yılında su tutulmaya başlanmış, 2005 yılında da işletime açılmıştır. Şekilde, su tutulmaya başlamasından bir yıl önceki ve sonraki, ayrıca tam doluluğa ulaştığındaki su miktarlarındaki değişim görsel olarak tespit edilmektedir. 2004 yılındaki algılayıcı kaynaklı bozuk görüntünün bu tespitte kullanılmasında bir sakınca görülmemiştir, çünkü amaç sadece barajdaki su miktarının artışını şekilsel olarak göstermektir.



Şekil 6.23 Yamula Barajı'nın gelişim evresi

İstatistiksel olarak (Çizelge 6.13) analiz edildiğinde ve görsel açıdan (Şekil 6.19) yorumlandığında 1987 ve 2009 yılları arasında arazi kullanımı açısından önemli değişiklikler olmuştur. Bölge halkı kullanılmayan arazinin çok büyük bir kısmını su, tarım alanı ve yerleşim alanı olarak kullanılır hale getirmiştir. Özellikle tarım alanındaki büyük artış göze çarpmaktadır. Yerleşim alanları genişlerken birçok ilimizde örneği görüldüğü gibi tarım alanları veya yeşil alanlar katledilmemiş, tarım alanları çoğalmış, yeşil alanlar sabit kalmıştır. Tarım alanlarının arttırılması başarılı bir sonuç olarak değerlendirilmesine rağmen yeşil alanların sabit kalması konusunda aynı şey söylenememektedir. Bu alanları çoğaltmak adına büyük çapta çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Çizelge 6.13 1987 ve 2009 yılları arası alansal ve yüzdesel değişim

	1987 (Km^2)	**2009 (Km^2)**	**Alansal Değişim (Km^2)**	**Yüzdesel Değişim (%)**
Kullanılmayan Arazi	869,0	451,2	-417,8	-49
Su	6,0	77,1	71,1	1183
Tarım Alanı	341,9	508,8	166,9	48,3
Yerleşim Alanı	34,1	170,5	136,4	403
Yeşil Alan	107,3	102,4	-4,9	-4,7
Yol	3,0	48,5	45,5	1483

6.6. CBS Uygulamaları

CBS, klasik yöntemlerle arazi kullanım haritaları oluşturulurken yukarıdaki bölümlerde uygulanmıştır. Bu bölümde gösterilenler ise klasik yöntemlerin dışında yapılan ve ayrıntılarıyla anlatılmak istenen üç uygulamadır:

a- CBS'ndeki cisimlere ait fotoğrafların mevkilerini belirten veri üretimi

CBS ile üretilen coğrafi veri tabanlarında bulunan cisimlere ait fotoğrafların, bu cisimler ile ilişkilendirilmesi coğrafi veri tabanının tasarımı ile ilgili bir durumdur. Genellikle fotoğraflar, ilgili cismin bulunduğu detay sınıfındaki yazı veri türünde oluşturulan veri sütununda, fotoğrafın bulunduğu konum yazılarak çözülmüştür. Uzaktan algılama ve CBS ile Kayseri'de kentsel alan değişimi ve Yamula Barajı çalışması kapsamında arazide belirli noktalarda GPS ölçümleri yapılmış ve GPS ölçümü yapılan 39 noktanın 212 adet fotoğrafı çekilmiştir.

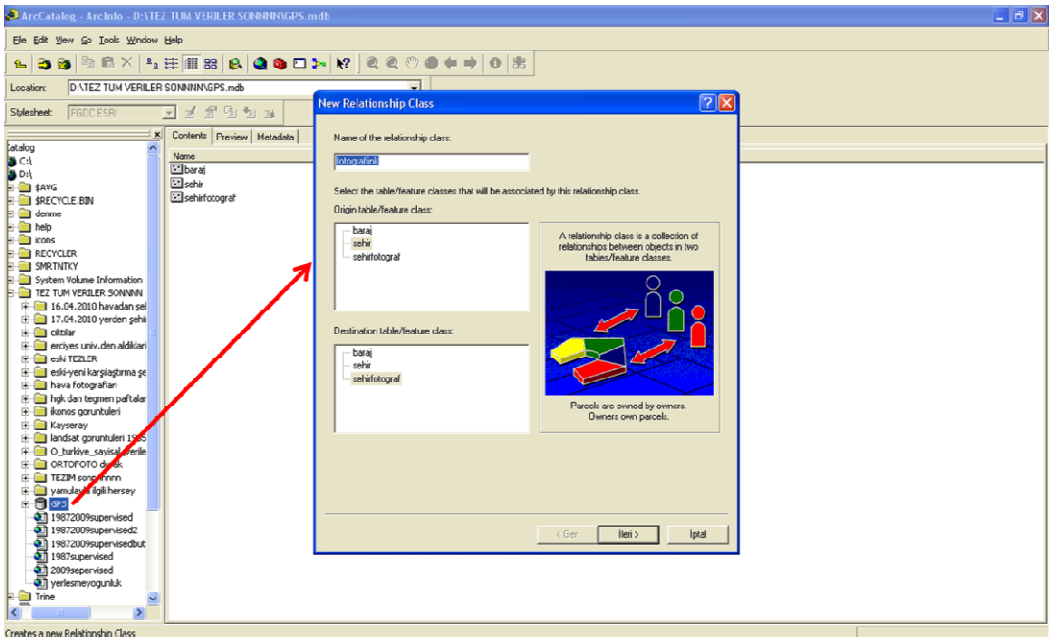
Çalışma kapsamında oluşturulan GPS ölçüm detay sınıfı, Şekil 6.24'de gösterilen biçimde revize edilmiştir. GPS ölçüm detay sınıfında diğer detay sınıfları ile ilişkileri sağlayacak olan anahtar öznitelik olarak, "FOTO NO" veri sütunu oluşturulmuştur.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	NOKTA NO	AÇIKLAMA	LATITUDE	LONGITUDE	X	Y	TARİH	FOTO NO
2	SEHİR 1	BOZANTI PARKI	384402	352950	804003	4293055	17.04.2010	C:\DSCF0118.JPG
3	2	HİLTON OTELİ	384320	352916	716225	4290740	17.04.2010	C:\DSCF0124.JPG
4	3	ESKİ SAAT KULESİ	384320	352916	716225	4290740	17.04.2010	C:\DSCF0135.JPG
5	4	KALE	384320	352916	716225	4290740	17.04.2010	C:\DSCF0127.JPG
6	5	MERKEZ METRO	384320	352916	716225	4290740	17.04.2010	C:\DSCF0129.JPG
7	6	SİVAS CADDESİ	384322	352929	716588	4288960	17.04.2010	C:\DSCF0142.JPG
8	7	ESKİ BİNA VE ÇEVRESİ	384330	352932	716653	4289209	17.04.2010	C:\DSCF0147.JPG
9	8	TREN GARI	384348	352841	715407	4289730	17.04.2010	C:\DSCF0149.JPG
10	9	YENİ OTOGAR	384453	352412	708858	4291561	17.04.2010	C:\DSCF0156.JPG
11	10	YENİ STADYUM	384420	352521	710551	4290587	17.04.2010	C:\DSCF0164.JPG
12	11	YILANLI DAĞI	384420	352521	710551	4290587	17.04.2010	C:\DSCF0168.JPG
13	12	OLİMPİK YÜZME HAVUZU	384402	352517	710469	4290030	17.04.2010	C:\DSCF0170.JPG
14	13	YENİ SİTELER VE METRO	384401	352524	710639	4290003	17.04.2010	C:\DSCF0176.JPG
15	14	VAROŞLAR	384317	352617	711954	4288681	17.04.2010	C:\DSCF0183.JPG
16	15	İSTİKBALİN İLK FABRİKASI	384317	352617	711954	4288681	17.04.2010	C:\DSCF0181.JPG
17	16	VAROŞLARIN İÇİNDE SİTE	384304	352706	713149	4288312	17.04.2010	C:\DSCF0186.JPG
18	17	ESKİ OTOGARIN YERİ	384334	352810	714670	4289278	17.04.2010	C:\DSCF0188.JPG
19	18	NATO CADDESİ ÜSSE YAKIN	384527	352854	715638	4292791	17.04.2010	C:\DSCF0193.JPG
20	19	NATO CADDESİ KAVŞAK	384447	352917	716226	4291573	17.04.2010	C:\DSCF0199.JPG
21	20	İBİS-NOVOTEL	384405	352949	717034	4290299	17.04.2010	C:\DSCF0202.JPG
22	21	UNIVERSITE YOLU	384324	353138	719701	4289107	20.04.2010	C:\DSCF0662.JPG
23	BARAJ 1	KUSCU GIRISI	385650	352954	716510	4313888	18.04.2010	C:\DSCF0216.JPG
24	2	KUSCU	385646	352945	716296	4313758	18.04.2010	C:\DSCF0223.JPG
25	3	KUSCU SAHIL	385645	352918	715647	4313710	18.04.2010	C:\DSCF0230.JPG
26	4	KUSCU BATI	385708	352915	715556	4314417	18.04.2010	C:\DSCF0239.JPG
27	5	KUSCU GENEL	385622	352925	715835	4313005	18.04.2010	C:\DSCF0246.JPG

SEHIR BARAJ

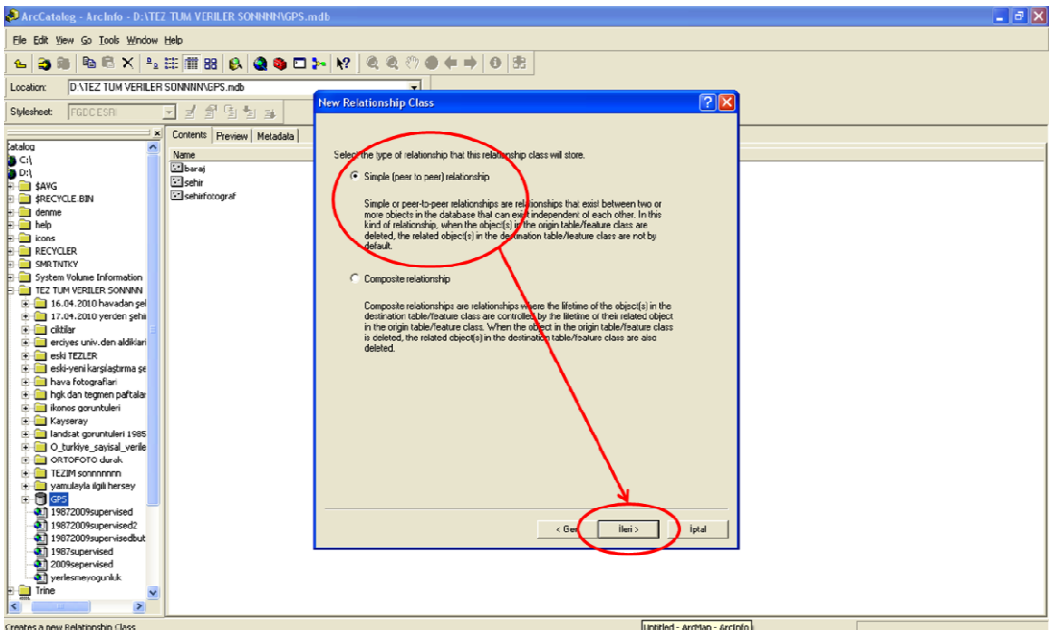
Şekil 6.24 Fotoğraflar tablosu

Başlat menüsünden ArcGIS -ArcCatalog sekmeleri seçilerek, ArcCatalog Programı açılır. Önceden oluşturmuş olduğumuz coğrafi veri tabanının kayıtlı olduğu klasöre ulaşılır. Arazi ölçümleri veri seti seçilerek yeni bir ilişki sınıfı oluşturulur. Karşımıza ilişki sınıfı oluşturma penceresi gelir. Bu kısımda, oluşturulacak olan ilişki sınıfının isimlendirilmesi, ilişkilendirilecek olan detay sınıfı veya tablonun seçimi yapılır. Sonrasında "İleri" sekmesine basılır (Şekil 6.25).



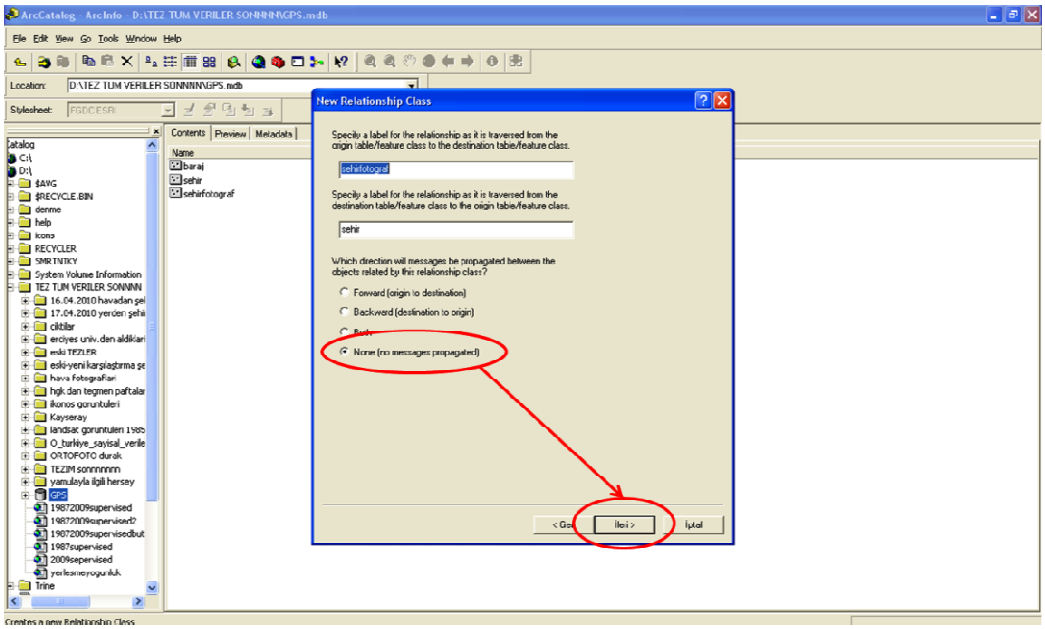
Şekil 6.25 ArcCatalog'da ilişkilendirilecek olan detay sınıfı veya tablonun seçimi

Karşımıza gelen pencereden ilk seçenek olan "Basit (eşler arası) İlişki" seçilir. Bu ilişki türü, birbirinden bağımsız iki ya da daha fazla cismin birbiri ile ilişkisinin kurulmasını sağlar (Şekil 6.26).



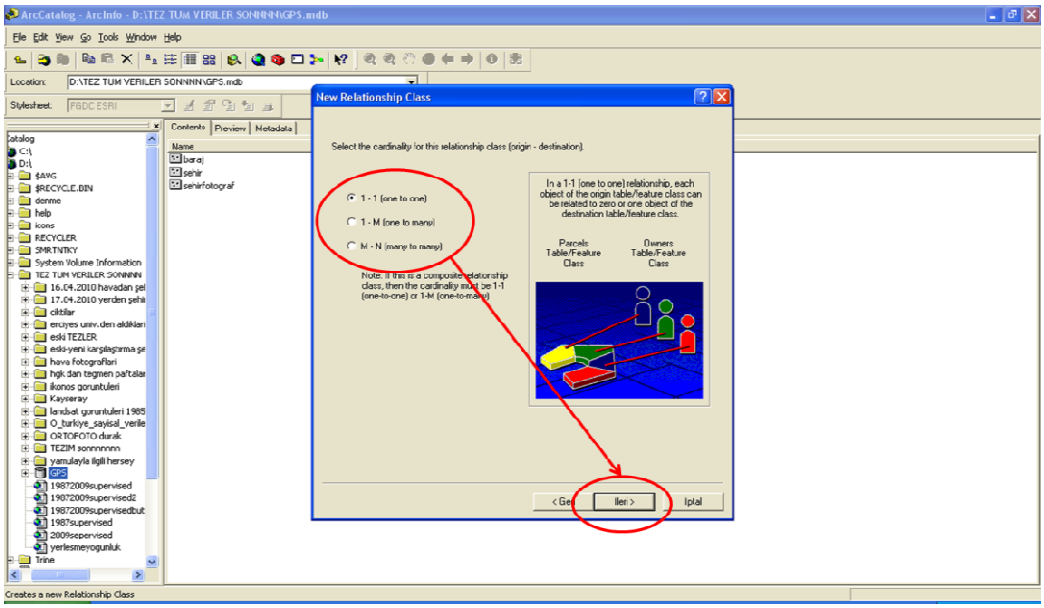
Şekil 6.26 ArcCatalog programında ilişki türünün seçimi

İlişki türünün seçiminden sonra, ilişki için karşılıklı etiketlerin belirlenmesi menüsü karşımıza gelir. Bu etiketler cisim sorgulaması sonrasında açılacak sorgu ekranında görülen etiketlerdir (Şekil 6.27).



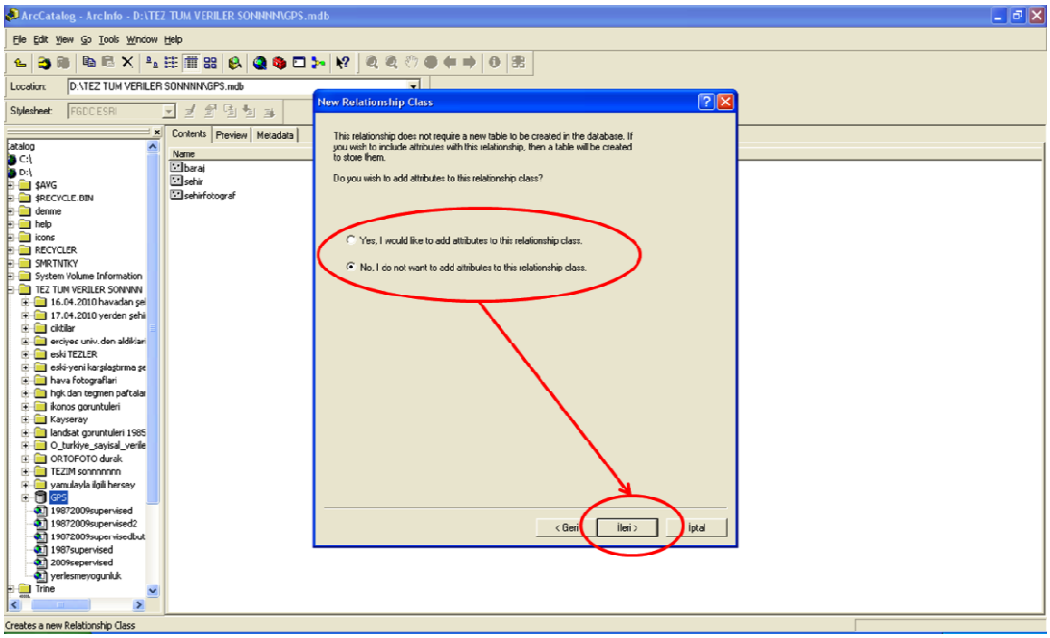
Şekil 6.27 ArcCatalog programında ilişki etiketlerinin belirlenmesi

İlişki etiketleri belirlendikten sonra, ilişki türünün kardinalliğinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilecektir. Üç farklı kardinallik vardır: birebir, bire çok ve çoka çok ilişkiler. Bir cismin birden fazla fotoğrafının bulunmamasından dolayı burada bire bir (1-1) seçeneği tercih edilir (Şekil 6.28).



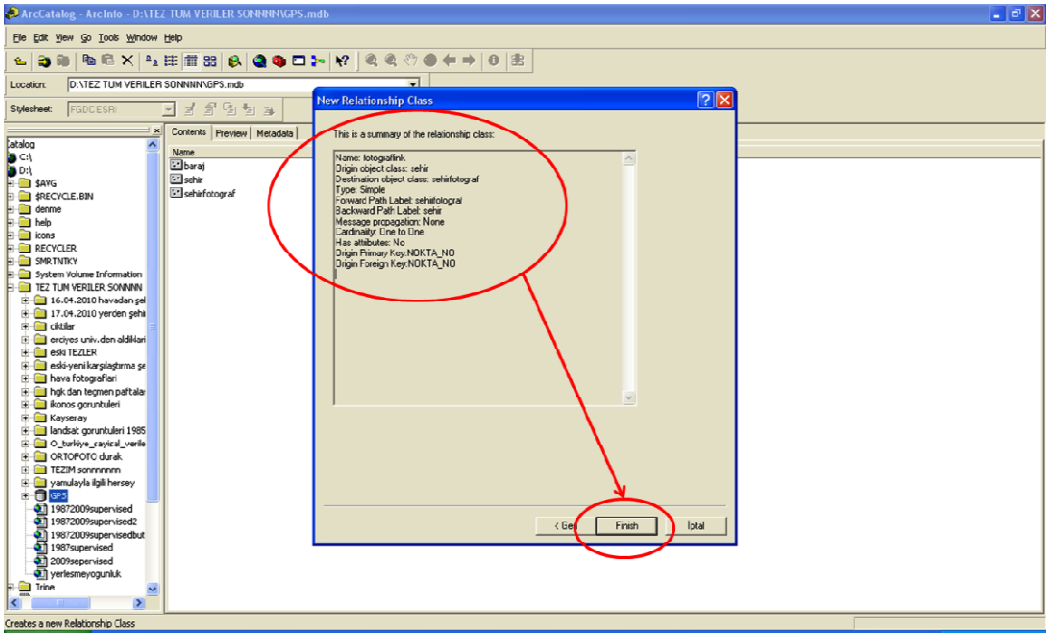
Şekil 6.28 ArcCatalog programında ilişki türü kardinalliğinin belirlenmesi

İlişki türü kardinalliğinin belirlenmesi sonrasında ihtiyaç duyuluyorsa ilişki türü için öznitelik tablosu oluşturulması işlemi gerçekleştirilir. Bu işlem karşımıza gelen penceredeki soruya "Evet" cevabı verilerek gerçekleştirilebilir. Bu sistemde bu tabloya ihtiyaç olmadığı için "Hayır" seçeneği seçilmiştir (Şekil 6.29).



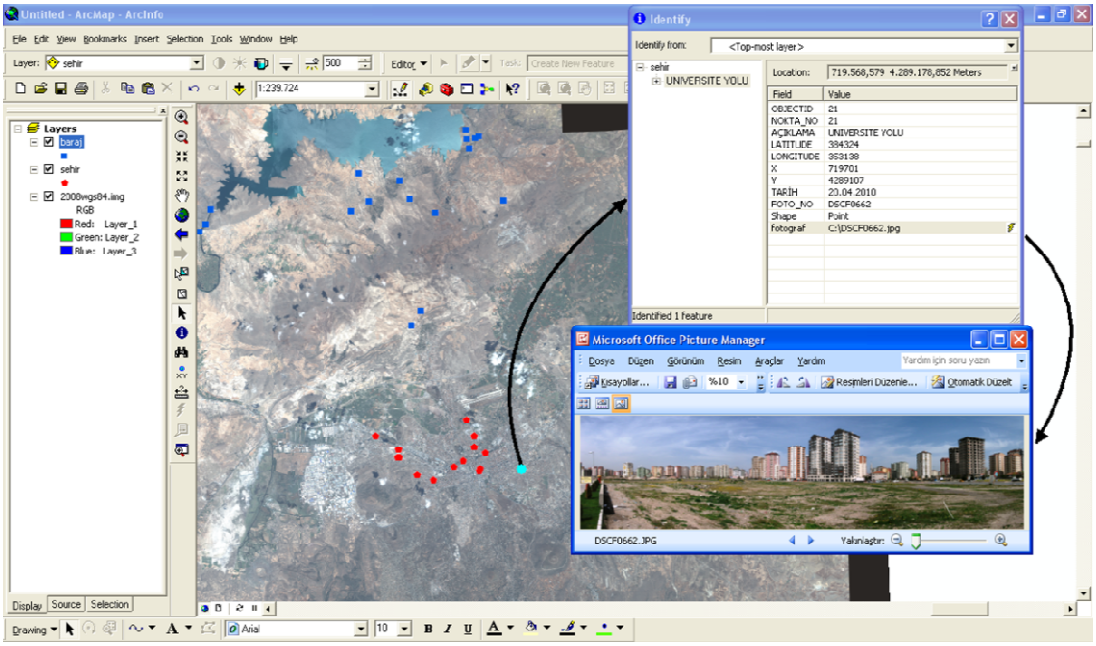
Şekil 6.29 ArcCatalog programında ilişki öznitelik tablosu oluşturulması

İlişki sınıfı oluşturma uygulamasının son basamağı olarak yaptığımız tüm işlemlerinin özet sayfası görüntülenir, "Finish" seçeneği ile uygulama sonuçlandırılır (Şekil 6.30).

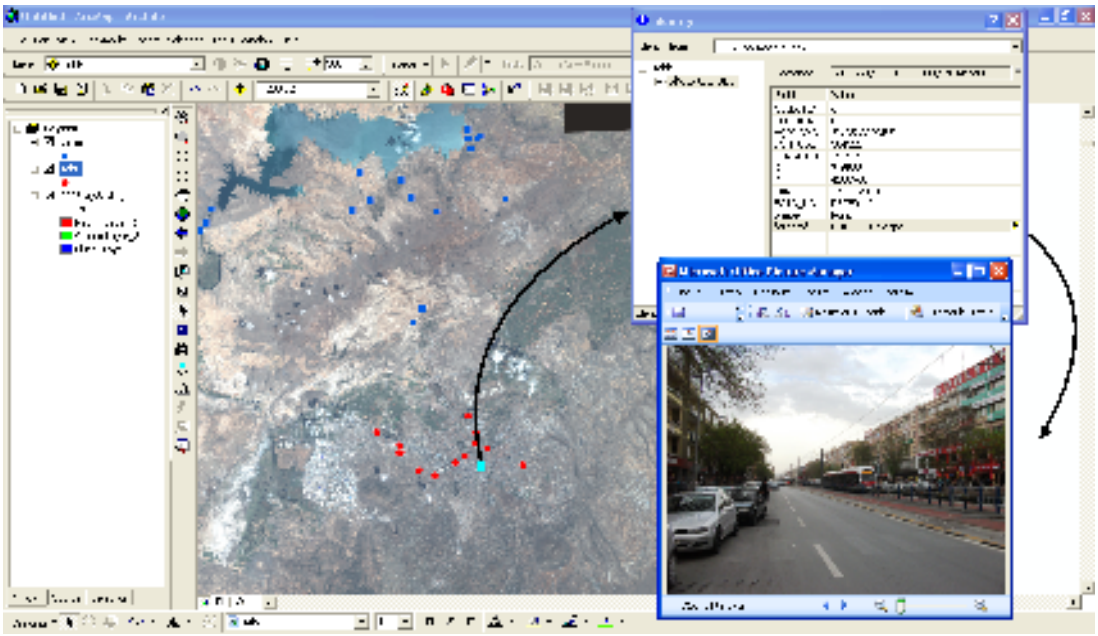


Şekil 6.30 ArcCatalog programında ilişki sınıfı oluşturma özeti ve sonlandırılması

İlişki tanımlaması yapılmış olan GPS ölçümleri detay sınıfındaki ölçüm noktaları ArcGIS-ArcMap yazılımı ile açılır. Bu noktaların altına aynı projeksiyon sistemindeki 2007 yılına ait IKONOS görüntüsü eklenir. Böylece fotoğrafların öznitelik özellikleri incelenebilir ve veri sütunlarından birisi olan "fotoğraf" sütunu üzerindeki köprüye tıklanarak ilgili fotoğraf açılabilir. Şekil 6.31'de Melikgazi ilçesi Alpaslan Mahallesi'ne son yıllarda inşa edilen yüksek katlı yapılardan bazılarının fotoğrafı, öznitelikleri ve IKONOS görüntüsü üzerindeki yeri örnek olarak gösterilmiştir. Şekil 6.32'de ise Kayseri'nin en ünlü ve işlek caddesi olan Sivas Caddesi'nin ve metro hattının bir örneği verilmiştir.

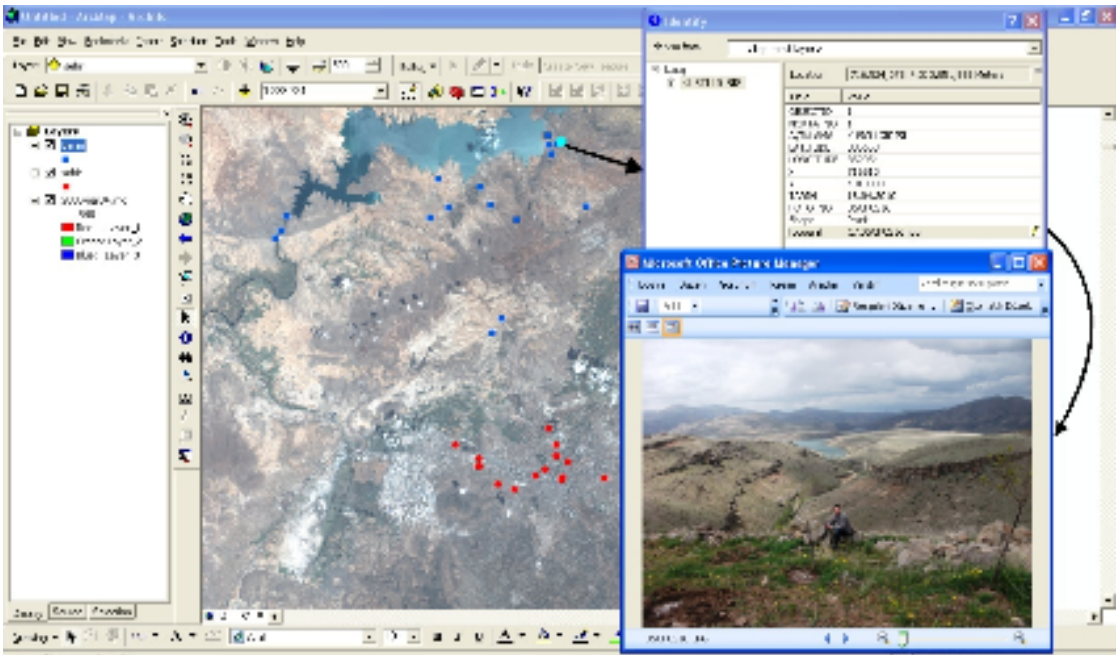


Şekil 6.31 Alpaslan Mahallesi örneği

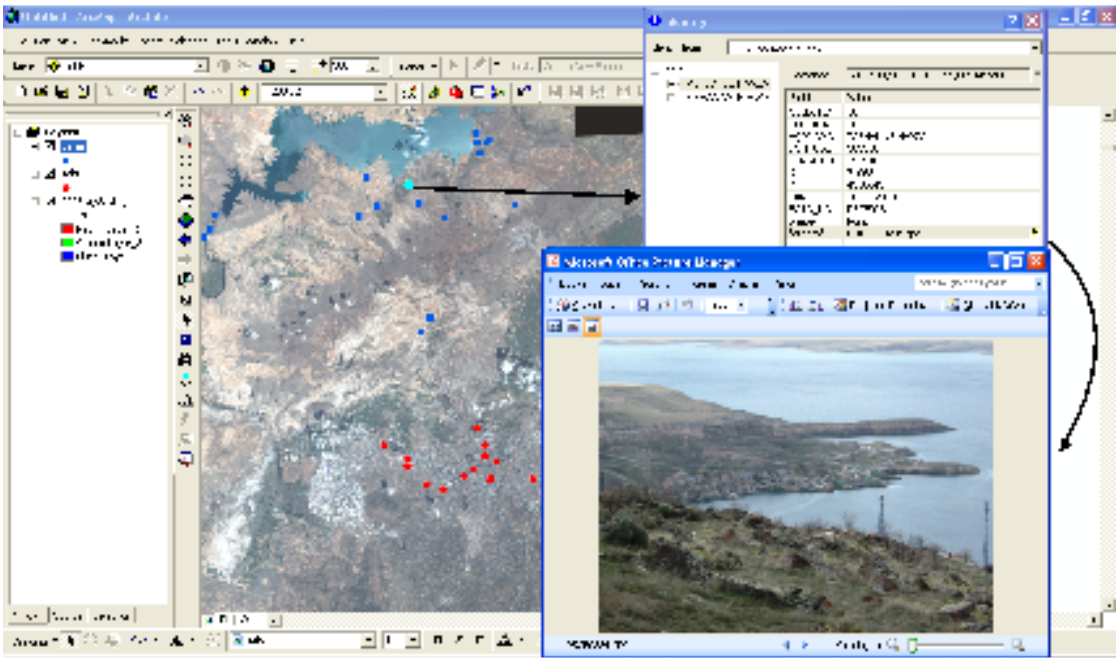


Şekil 6.32 Sivas Caddesi örneği

Şekil 6.33'de Kuşçu Kasabası batısındaki Yamula Barajı'nı besleyen havzalardan birinin örneği verilmiştir. Şekil 6.34'de ise Taşhan Köyü'nün baraj suları altında kalan kısımları örneği verilmiştir.



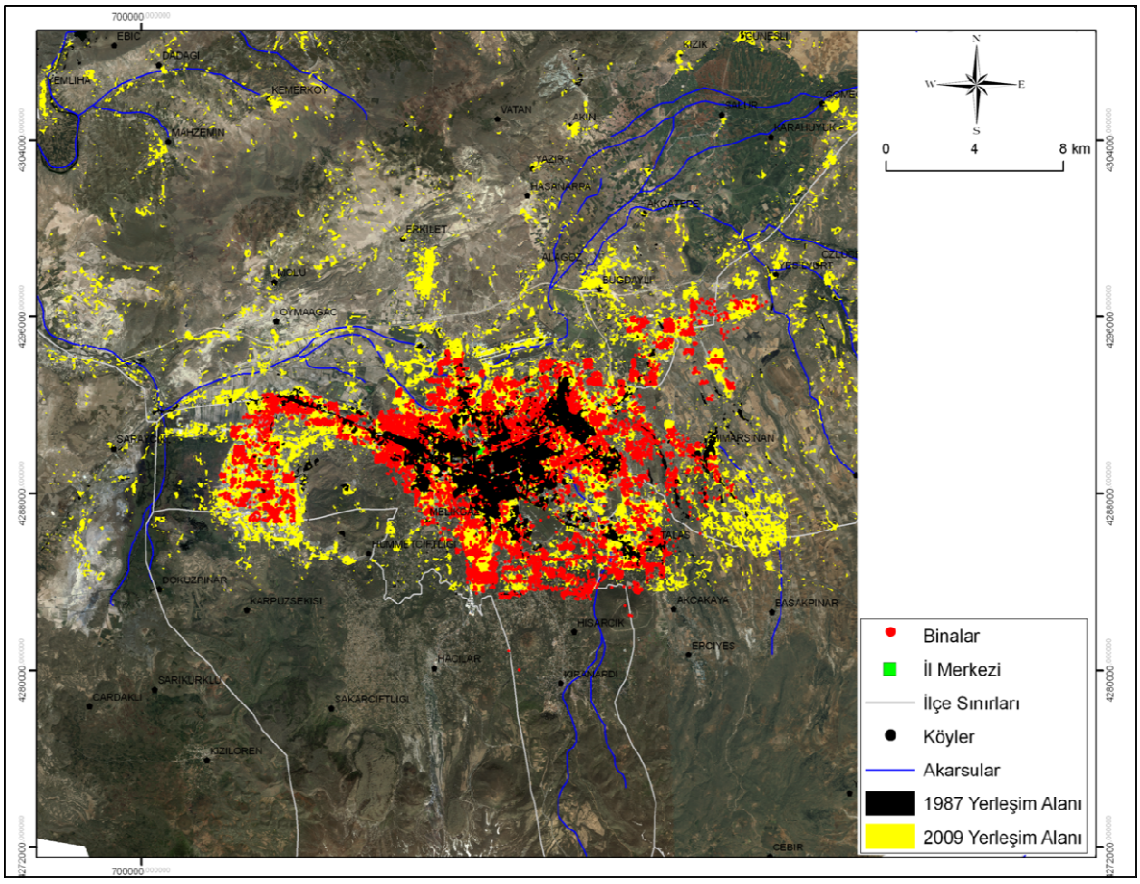
Şekil 6.33 Kuşçu Kasabası batısındaki havza örneği



Şekil 6.34 Taşhan Köyü sular altında kalan bölgelerinin örneği

b- IKONOS görüntüsü üzerine sınıflandırılmış görüntülerdeki yerleşim alanı sınıfı ile HGK'ndan temin edilen bina vektör verisinin çakıştırılması

HGK tarafından 2006 yılında fotoğraflanan ve 2007 yılında kullanıcılara sunulan dijitalleştirilmiş bilgilerin içinde kentsel alanla ilgili tüm bilgiler yer almaktadır. Bunların arasında binalar, sokaklar, yollar, tarım alanları, yeşil alanlar, parklar, eş yükselti eğrileri, göller, barajlar, göletler, dağlar, tepeler vb. sayılabilir. Bu CBS uygulamasındaki amaç, Kayseri kentsel alanın genişlemesinin hangi bölgelere doğru olduğunu tespit etmek ve gelecekte nerelere doğru genişleyebileceğini tahmin etmektir. Bu nedenle HGK'ndan temin edilen tüm dijital veriler arasından "bina" vektör verisi seçilerek, 1987 ve 2009 kontrollü sınıflandırılmış görüntülerdeki "yerleşim alanı" sınıfı ile birlikte IKONOS görüntüsü üzerine çakıştırılmıştır (Şekil 6.35).



Şekil 6.35 Bina verisi ve yerleşim alanlarının IKONOS görüntüsü ile birleştirilmesi

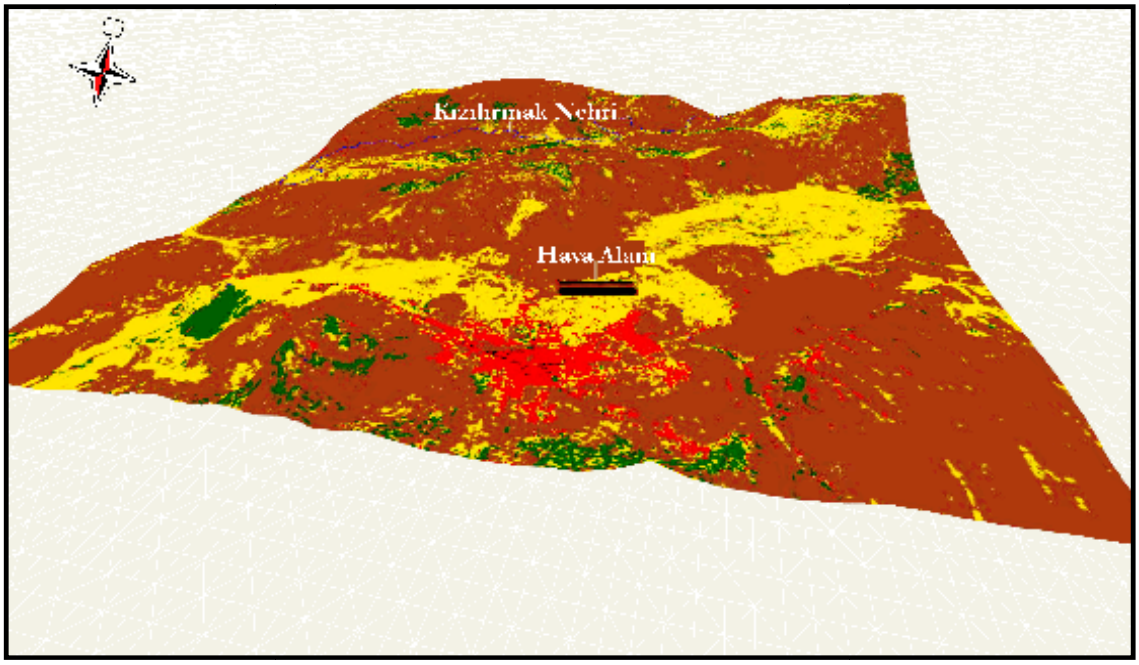
Şekil 6.35'de görüldüğü gibi kentsel alan kuzeydoğu, güney ve güneydoğu yönünde genişlemiştir. Özellikle kuzeydoğu yani Beyazşehir ve İldem bölgelerinde yüksek katlı ve birbirlerinden ayrı siteler inşa edilmiştir. İleriki yıllarda bu bölgenin genişlemesi ve sitelerin sıklaşması tahmin edilmektedir. Şehrin güneydoğusuna kurulan Erciyes Üniversitesi'nden dolayı Anayurt ve Talas bölgelerinde de buna benzer siteler oldukça

sık bir şekilde yer almaktadır ve dolayısıyla kentsel alanın bu taraflara doğru da genişleyebileceği tahmin edilmektedir. Şehrin güney tarafları özellikle Esenyurt bölgesinde de genişleme olduğu gözlenmekte ve ileriki yıllarda bu genişlemenin devam edeceği tahmin edilmektedir. Belirtilen tüm bölgelerde boş kalan alanların "kullanılmayan arazi" olması genişleme ihtimalini arttırmaktadır. Şehrin batısında bulunan Yılanlı Tepesi bu alana doğru genişlemeyi engellemiştir. Yılanlı Tepesi'nin batısında ise Organize Sanayi Bölgesi bulunmaktadır. Bu alanın batısı ise kısmen bataklık alan olduğu için yerleşim alanı olarak tercih edilmemektedir. Şehrin güneybatısı da yerel halka ait bağ/bahçe alanı olarak değerlendirilmektedir.

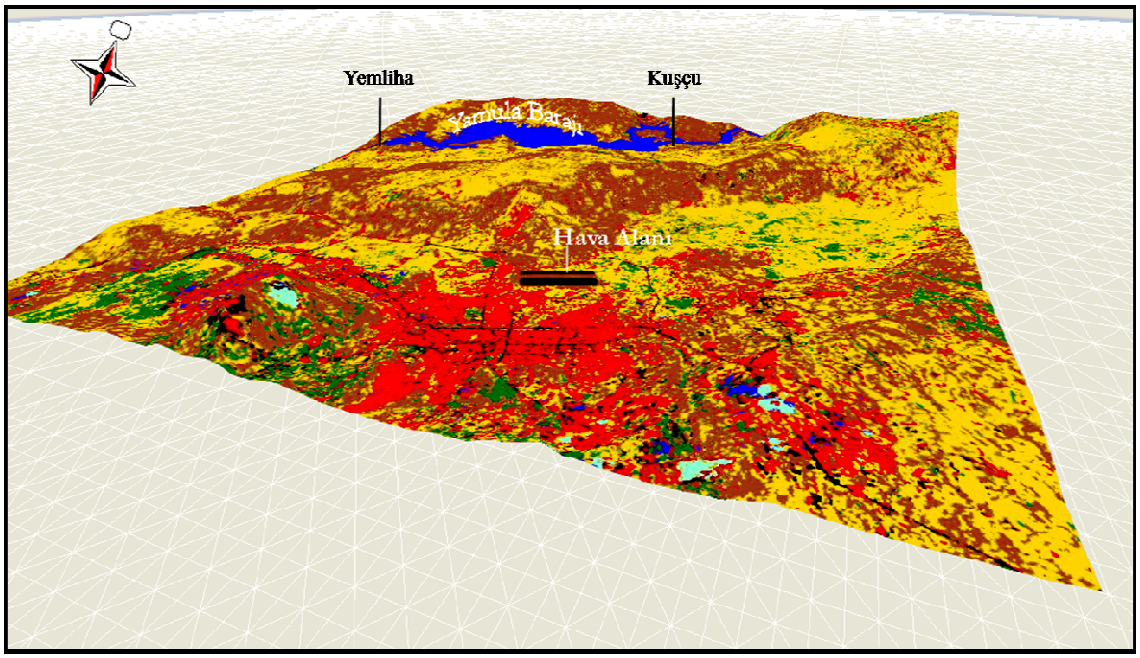
c- Sınıflandırılmış görüntülerle 3D görüntü oluşturulması

3D görüntü oluşturmada ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. 3D görüntü kullanıcıya görsel olarak daha ayrıntılı bilgiler sunarak yorum yapmayı kolaylaştırır. Bu çalışmada da Kayseri kentsel alanının gelecek yıllarda hangi yönde genişleyebileceği veya genişlemeyeceği hakkında fikirler vermiştir. Ayrıca Yamula Barajı'nın inşa edildiği bölgenin seçimindeki nedenleri tahmin etmede kolaylıklar sağlamıştır.

1987 yılında kentsel alan Erkilet Havaalanı'nın 6 km güneyinde doğu-batı yönünde yayılmış ve yaklaşık 34 km^2'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 6.36). Batısındaki Yılanlı Tepesi hariç şehrin düz bir alana kurulduğu görülmektedir. Doğu, güneydoğu ve güney yönlerinde kullanılmayan arazinin çok olması ve bu bölgelerin daha geniş bir düz alana sahip olması gelecekte kentsel alanın hangi yönlerde genişleyeceğinin de ipucunu vermektedir. Bu da Şekil 6.37'de rahatlıkla tespit edilmektedir. 2009 yılının 3 boyutlu görüntüsünün bize sunduğu en net bilgi Yamula Barajı'nın kurulduğu yerin seçimindeki nedenlerdir. Görüldüğü gibi baraj, güneyinde Hınzır Dağı'nın batı uzantısıyla, kuzeyinde Yozgat'ın Akdağları'nın yine batı uzantısı arasında kalan geniş bir alana yayılmıştır. İl sınırlarına Ebülhayır Köyü'nün güneydoğusundan giren Kızılırmak vadisi, özellikle Küpeli'nin güneyinden başlayarak batıya doğru oldukça dar ve derin bir boğaz oluşturmaktadır. Vadi, Obruk Köyü'ne kadar bu durumunu korumaktadır. Obruk'un kuzeyinde biraz genişleyen Kızılırmak vadisi, Mollahacı Köyü yakınında yine dar ve derin bir boğaz biçimini almaktadır. Tabanı, Kuşçu Kasabası'ndan sonra genişleyen vadinin il içindeki uzantısı, Bahçeköy'ün güneybatısında sona ermektedir. Barajın doğu ucu da yaklaşık Kuşçu Kasabası'ndan başlamakta ve geniş bir alana yayılarak Yemliha Kasabası'nda sona ermektedir.



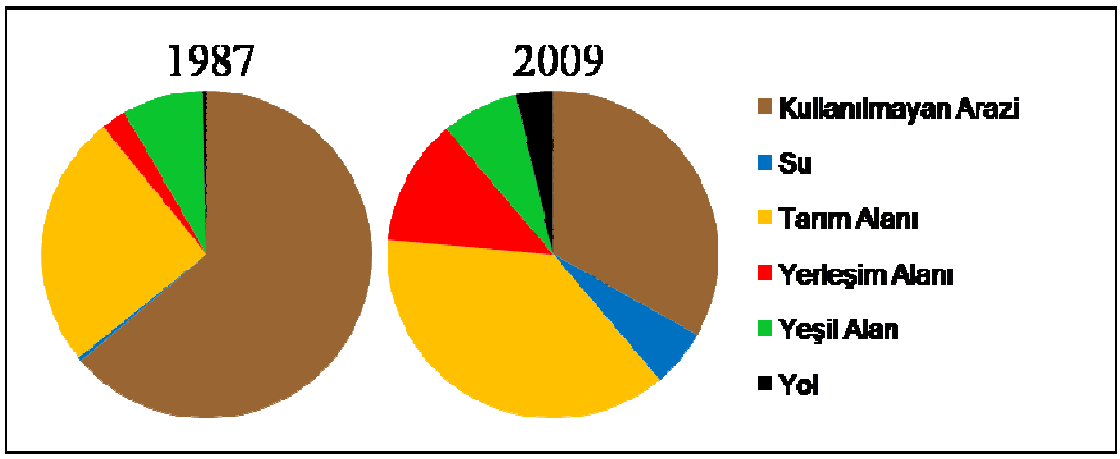
Şekil 6.36 1987 yılı kontrollü sınıflandırılmış görüntünün 3D modeli



Şekil 6.37 2009 yılı kontrollü sınıflandırılmış görüntünün 3D modeli

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yeryüzünde meydana gelen doğal veya yapay tüm değişikliklerin analizinde uydu görüntüleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmada da, yüksek mekânsal çözünürlüklü ve çok spektrumlu uydu verilerinden birlikte yararlanılmıştır. Kayseri kentsel alanın 22 yıllık değişim ve Yamula Barajı gelişim analizi yapılmıştır. Doğruluk analizi bölümünde de verildiği gibi 1987 yılına ait kontrollü sınıflandırılmış görüntüde %89, 2009 yılında ise %93 gibi yüksek doğruluk değerler elde edilmiştir. 1987 ve 2009 yıllarında çalışma alanındaki arazi örtüsü ve arazi kullanımı dağılımı değişmiştir Şekil 7.1'de verilmektedir.



Şekil 7.1 1987 ve 2009 yılı arazi örtüsü/kullanımı dağılımı

Buna göre 22 yılda en büyük değişikliğe uğrayan sınıf "kullanılmayan arazi" sınıfı olmuştur. 1987 yılında çalışma alanının yarısından fazlasını kapsayan "kullanılmayan arazi", 2009 yılında %49 azalmış, yerini büyük oranda tarım alanına bırakmıştır. 1987 yılında tarım alanlarının büyük oranda dere yataklarının çevresinde olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra kuru tarıma önem verilmesi ve sulama yöntemlerinin gelişmesiyle tarım alanında 22 yılda %48,3'lük bir artış meydana gelmiştir. Yamula Barajı'yla birlikte 2011 yılında işletime girmesi planlanan sulama projeleri, bu bölge için sulu tarımda büyük atılımlar yapılacağının göstergesidir. Bu da genel anlamda tarım alanlarının daha da çoğalacağını göstermektedir. Birçok il, ilçe ve kıyı bölgeleri için yapılmış kentsel alan değişim analizi örneklerinde, tarım alanlarının yerini genelde yerleşim alanlarının aldığı ve tarım alanlarında önemli ölçüde azalmalar meydana geldiği gözlemlenmiştir. Kayseri örneği çalışmamızda bu durumun tersi çıkmasının iki önemli nedeni vardır: Birincisi; Yamula Barajı'nın çalışma alanı içerisinde olması nedeniyle çalışma alanının sadece kentsel alanla sınırlı kalmaması, ikinci neden ise; Kayseri'nin kentsel planlama konusunda uygulamaya koyduğu projelerle düzenli bir kentsel yapılaşmaya giderek yerleşim alanı genişlemesinde kullanılmayan arazileri değerlendirmesidir. 1988 yılında büyükşehir statüsüne geçirilen Kayseri'nin o zamanki büyükşehir nüfusu yaklaşık 400.000 iken 2009 yılında bu sayı 942.438'e yükselmiştir. 1985 yılından 2009 yılına kadar Kayseri ili genelindeki %27,8'lik nüfus artışı homojen

olmayıp yoğunluk sadece büyükşehir sınırları içerisinde gerçekleşmiştir. Bu bölgenin nüfusu, dış ve ilin kendi içindeki göçler sayesinde %118,6 oranında artmıştır. Kontrollü sınıflandırmalarda da yerleşim alanının 22 yılda %403 oranında arttığı görülmektedir. Bu artışın şehir merkezi haricinde en çok yoğunluk gösterdiği mahalleler; Beyazşehir, İldem, Anayurt, Kiçiköy, Endürlük, Esenyurt, Danişmend Gazi, 19 Mayıs ve Anafartalar'dır. Son 5 yılda bu mahallelerde kurulan toplu konutlar ve siteler, gelecekte de bu alanların nüfusunun artacağının işaretidir. Çünkü bu bölge yerleşim alanı kurmak için düz ve boş arazilere sahiptir.

Yamula Barajı'yla ilgili analiz yapılırken ilk değerlendirme barajın neden o bölge üzerine kurulduğuna dair olmuştur. Bu konuda oluşturulan 3 boyutlu arazi modeli ve yapılan arazi çalışması sonucunda şu sonuçlara varılmıştır: Kayseri ili sınırları içerisinde baraj sularının kaplayacağı en uygun alan Kuşçu Kasabası'yla Yemliha Kasabası arasında kalan vadidir. Nedeni ise bu bölgenin iki dağ sırasının arasında geniş ve düz araziye sahip olması, bunun yanı sıra suyla kaplanacak alanda minimum sayıda yerleşim yerinin ve tarım alanının bulunmasıdır. 2003 yılından itibaren kısmen suyun altında kalan kasabalar Kuşçu ve Hırkaköy, köyler ise Mollahacı, Taşhan ve Çevril'dir. Bu yerleşim yerlerinin hiçbiri tamamen yok olmamış, hemen hemen hepsinin nüfusunda azalma olmuş ve yerleşim alanlarını kaydırmışlardır.

Arazi çalışmaları sırasında Yamula Barajı çevresinde ve Kayseri kentsel alanda birçok bölgeye gidilmiş, yerel halktan o bölgenin geçmiş ve bugünüyle ilgili bilgiler alınmış ve GPS ölçümleri yapılarak fotoğraflar çekilmiştir. Bu veriler, özellikle 2009 yılına ait LANDSAT görüntüsünün sınıflandırılması aşamasında büyük kolaylıklar sağlamıştır. Kentsel alana ait ortofotolar da sınıflandırma yaparken doğruluk analizini arttıran önemli bir veri olarak kullanılmıştır. Yürüyen insanların bile kolayca tespit edildiği bu haritalar, şehir planlamacılar için önemli bir kaynak olarak kullanılmaktadır.

Uzaktan algılama ve CBS yöntemleriyle ulaşılan tüm bu sonuçlar zaman, para ve personel açısından büyük tasarruflar sağlamıştır. TUBİTAK ve TAI tarafından yapım projesi devam eden ve 2012 yılında fırlatılması planlanan ilk Türk uydusu GÖKTÜRK sayesinde uydu verilerine daha hızlı ve daha az maliyetle ulaşılabilecektir. Ayrıca günümüzde uçuşları devam eden ve askeri amaçlı kullanılan İnsansız Hava Araçları (İHA) sayesinde uzaktan algılamanın sadece uydularla yapılan bir yöntem olmadığı görülmektedir.

Uzaktan algılama yöntemlerinin etkin kullanıldığı bu tez çalışmasında CBS'nden de büyük ölçüde yararlanılmış, 1987 ve 2009 yıllarına ait arazi kullanım haritaları oluşturulmuş, değişim analizleri yapılmış, bölgenin gelecek yıllardaki kentsel alan değişimine dair tahminlerde bulunulmuş ve görülen aksaklıklarla ilgili öneriler verilmiştir. Bu tez çalışmasının bölgeyle ilgili çalışma yapacak kişi veya kurumlar için bir altlık olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Bahadır, M. 2007. Yalova İli Arazi Kullanımının Uzaktan Algılama Teknikleri İle Belirlenmesi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Baysal, D. 2006. Eskişehir Kentsel Yerleşim Alanının Farklı Yıllara Ait Fiziksel Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Billah, M. and Rahman, G.A. 2004. Land Cover Mapping of Khulna Applyingremote Sensing Technique, Bridging the Pacific and Atlantic University of Gävle, Sweden, Master of Science Thesis.

Campbell, J.B. 2000. Introduction to Remote Sensing 3rd Edition, Third Guilford Pres:New York.

Chandra, A.M. and Ghosh S.K. 2007. Remote Sensing and Geographical Information System**,** Alpha Science International, Oxford U.K. p.16-24 , 97-114.

Cracknell, A. and Hayes, L. 1991. Introduction to Remote Sensing, Taylor & Francis, London.

Çelik, H. 2006. İstanbul Sarıyer İlçesine Ait Uzaktan Algılama Uydu Verileri İle Mekansal Veri Analizleri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Erdas INC. 2006. Erdas Field Guide, Atlanta, Georgia.

ESRI. 2004. Using Arcview GIS, Environmental System Research Institute Inc. Redlans, California.

Göksel, Ç. 2003. Uzaktan Algılama Ders Notları, İTÜ, İstanbul.

Gürün, D. ve Doygun, H. 2006. Kahramanmaraş Kentsel Gelişiminin Tarımsal Alan Kullanımı Üzerine Etkileri, Kahramanmaraş Şütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Ishaya, S. Ifatimehin, O.O. and Okafor, C. 2008. Remote Sensing and GIS Applications in Urban Expansion and Loss of Vegetation Cover in Kaduna Town, Northern Nigeria, Master of Science Thesis.

James, B.C. 2002. Introduction to Remote Sensing, Taylor&Francis, A.B.D. p. 321-322.

Jensen, R.J. 1996. Introductory Digital Image Processing, Remote Sensing Perspective, Second Edition, Englewood Cliffs, p. 316-369.

Kongar, E. 1980. Türkiye Üzerine Araştırmalar, Kayseri: Kent Planlaması İçin Toplumsal Araştırma, Remzi Kitabevi, s.153-165-169.

Kurt, S. 2006. Sanayileşmenin Sosyo - Kültürel Değişmeye Etkisi: Kayseri Örneği, Kayseri Erciyes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.

Maktav, D. ve Sunar, F. 1991. Uzaktan Algılamaya Kantitatif Yaklaşım, Hürriyet Ofset, İstanbul, s. 252-288.

Maktav, D. 2009. Uzaktan Algılama Ders Notları, HUTEN Müdürlüğü, İstanbul.

Maktav, D. Sunar, F. ve Akgün, H. 2002. Kentsel Gelişimin Uzaydan İncelenmesi, Seminer, Büyükçekmece-Tüyap, İstanbul.

Onur, I. 2007. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleriyle Kıyı Bölgelerde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Değişiminin İzlenmesi ve Analizi: Antalya-Kemer Örneği,İ.T.Ü. Yüksek Lisans Tezi.

Örmeci, C. 1987. Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), İ.T.Ü. Matbaası.

Vo Chi, M.Y. and Pham Thi, L. and Tong Si, S. 2009. Monitoring Urban Space Expansion Using Remote Sensing Data in Ha Long City, Quang Ninh Province in Vietnam, Master of Science Thesis.

Yıldırım, Ü. ve Kılıç, F. 2006. Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Afyonkarahisar'ın Şehirsel Gelişiminin İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi.

Yuan, F. Sawaya, K.E. Loeffelhoz, B.C. and Bauer, M.E. 2002. Land Cover Classification and Change Analysis of the Twin Cities Metropolitian Area by Multitemporal Landsat Remote Sensing, Minnesota, U.S.A.

http://tr.wikipedia.org
http://www.kayseriliyim.com/kayseri/incesu.phpilce=incesu
http://www.kayseri.gov.tr
http://www.kayseriden.biz/icerik.asp
http://www.kayseri.bel.tr/ulasim/rayli.htm
http://www.kayserikulturturizm.gov.tr/
http://www.kayso.org.tr/kurumsal/index
http://www.kayserikent.com/list/list.asp
http://www.landsat.org/
http://www.yerelnet.org.tr/belediyeler
http://www.hgk.mil.tr
http://www.ayen.com.tr/tesislerimiz/tesislerimiz.asp
http://www.itu.edu.tr/~goksel/dersler/rs/lecture0102_CG.pdf
http://jeodezi.karaelmas.edu.tr/linkler/akademik/marangoz/marangoz_files/DersNotlari
http://www.tuik.gov.tr/
http://www.cnr.berkeley.edu/~gong/textbook/chapter1/html/home1.htm-
http://www.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/opt/mch/sct.rxml-
http://www.sli.unimelb.edu.au/research/mers/Downloads
http://www.spaceturk.com.tr/showpage.aspx?id=47
http://www.nik.com.tr/2008/tr/sistem/uydu_goruntuleri/landsat.html
http://icgis2008.fatih.edu.tr/?Proceeding&Lang=Tr
http://www.goruntuisleme.org/index
http://www.gislab.ktu.edu.tr
http://www.cscrs.itu.edu.tr/content/uygulamaalanlari.php

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Tokat ilinin Turhal ilçesinde doğdu. İlkokulu Turhal'da tamamladı. 1991 yılında Turhal Anadolu Lisesi'ni kazanarak 7 yıllık eğitimin ardından 1998 yılında Hava Harp Okulu Havacılık Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı. 2002 yılında Teğmen rütbesiyle 2nci Ana Jet Üs Uçuş Eğitim Merkezi Komutanlığı'na atandı. Kasım 2004 – Aralık 2005 tarihleri arasında 12nci Hava Ulaştırma Ana Üs Komutanlığı Erkilet/KAYSERİ'de kursiyer subaylık kursunu tamamladıktan sonra Eylül 2008 tarihine kadar 221nci Filo Komutanlığı Erkilet/KAYSERİ'de Seyrüsefer Subayı olarak görev yaptı. Ekim 2008 – Ekim 2010 tarihleri arasında Hava Harp Okulu, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Uzay Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamladı.

İngilizce bilmektedir.