İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YÖNTEMLERİYLE KIYI BÖLGELERDE ARAZİ ÖRTÜSÜ/ARAZİ KULLANIMI DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİ VE ANALİZİ: ANTALYA-KEMER ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Işın ONUR

Anabilim Dalı : JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı: JEODEZİ VE FOTOGRAMETRİ MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YÖNTEMLERİYLE KIYI BÖLGELERDE ARAZİ ÖRTÜSÜ/ARAZİ KULLANIMI DEĞİŞİMİNİN İZLENMESİ VE ANALİZİ: ANTALYA-KEMER ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Işın ONUR
(501001774)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2006
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Ocak 2007

Tez Danışmanı:	**Prof. Dr. Derya MAKTAV**
Tez Eş Danışmanı :	**Doç. Dr. Mustafa SARI**
Diğer Jüri Üyeleri	**Prof.Dr. Ayhan ALKIŞ (YTÜ)**
	Doç. Dr. Gonca COŞKUN

OCAK 2007

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, doğal güzelliklere sahip Antalya'nın Kemer ilçesindeki hızla büyüyen tatil köylerine, yazlıklara ve ülkemizde hızla yok olan doğal alanlara dikkat çekmenin yanı sıra, Kemer ilçesi sınırlarında yer alan ova, dağ ve yayla kesimlerini içeren bölgenin sınıflandırılması aşamalarına yer verilmiştir. 1975, 1987, 1995 ve 2004 yıllarında alınmış görüntüler incelenerek bir izleme çalışması gerçekleştirilmiştir.

Gelecek nesillere doğal alanların korunduğu daha sağlıklı bir ortam bırakılmalıdır. İzleme çalışmalarıyla elde edilen arazi kullanımı/örtüsü değişimi ile ilgili bilgilerin getirdiği sonuçlar, gelecekte oluşturulacak arazi kullanım biçimlerine ışık tutması açısından faydalı olacak, tarım, orman ve kentsel alanlarda yapılan faaliyetlerin planlanmasına katkıda bulunacaktır.

Çalışmada kullanılan örtü tiplerinin belirlenmesinde yararlanılan standart olan CORINE (Coordination of Information on the Environment) ise Avrupa Birliği'ne üye ülkelerin kullandığı bir program olup Türkiye'de de yaygınlaştığı görüldüğünden arazi kullanımı/örtüsü belirleme hiyerarşisi için esas alınmıştır.

Bu çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesi AKUZAL (Akdeniz Üniversitesi Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi) laboratuar olanaklarından yararlanılmıştır.

Her zaman çalışmalarımı daha iyiye taşımam yönünde bana destek veren değerli hocam Prof. Dr. Derya Maktav'a, teknik konularda desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Mustafa Sarı'ya ve yine teknik konularda daima yanımda olduğunu hissettiren değerli hocam Dr. N. Kemal Sönmez'e teşekkür ederim.

Orman amenajman planlarını temin etmemi sağlayan Orman Bölge Müdürlüğü Planlama ve Proje Şube Müdürü Salih Yılmaz'a, ayrıca orman mühendisi Süleyman Kaçar ve Halil Sarıbaşak'a teşekkür ederim.

Bölge hakkında bilgi toplamama yardımcı olan aile dostlarımız Osman Akdoğan ve Sevim Yıldız'a, ayrıca programlar konusunda ve arazi çalışmalarıma destek olan arkadaşlarım Çağdaş Kuşçu, Tuluhan Şıpka, Özlem Kaya ve Özlem Alparslan'a samimi yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Manevi destekleri daima benimle olan ailemin bilimsel deneyimlerinden de faydalandım. Anneme, babama ve ablam Tuna Onur'a teşekkür ederim.

Ocak 2007 Işın ONUR

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR v
TABLO LİSTESİ vi
ŞEKİL LİSTESİ vii
SEMBOL LİSTESİ viii
ÖZET ix
SUMMARY x

1.GİRİŞ 1

2.GENEL BİLGİLER 2

2.1 Uzaktan Algılama 2

2.2 Uydu Verileri 2

2.3 Dijital Görüntü İşleme Teknikleri 6

2.3.1 Geometrik düzeltmeler 6
2.3.2 Dönüşümler ve yeniden örnekleme 8
2.3.3 Sınıflandırma 9
2.3.3.1 Kontrollü sınıflandırma 10
2.3.3.2 Kontrolsüz sınıflandırma 12

2.4 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı 13

2.4.1 Kırsal/kentsel arazi kullanımının değişimi ve uzaktan algılamanın rolü 13
2.4.2 Uzaktan algılama ile arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimi saptama yöntemleri 14
2.4.3 Uydu verileriyle arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimlerini izleme çalışmaları 18

2.5 Fotoğrafik Sistemler ve Hava Fotoğrafları 19

2.6 Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bileşenleri 20

2.6.1 Fonksiyonel bileşenler 20
2.6.2 Teknolojik bileşenler 22
2.6.3 Organizasyonel bileşenler 22

3. UYGULAMA **24**

3.1 Çalışma Alanı **24**

3.2 Kemer Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Belirleme Çalışmasında Kullanılan veriler **29**

3.3 Kullanılan Yazılımlar ve Donanımlar **30**

4. METODOLOJİ **31**

4.1 CBS ve Uzaktan Algılama Veri Setlerinin Hazırlanması **31**

4.2 GPS Okumaları **32**

4.3 Stereoskopik ve Görsel Analiz **35**

4.4 Dijital Görüntü İşleme **37**

4.5 Doğruluk Analizleri **46**

5. SONUÇLAR **47**

KAYNAKLAR **49**

ÖZGEÇMİŞ **53**

EKLER **54**

KISALTMALAR

CBS : Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE : Coordination of Information on the Environment
EM : Elektromanyetik
ETM : Enhanced Thematic Mapper
GPS : Global Positioning System
KOH : Karesel Ortalama Hata
MB : Megabyte
MSS : Multispectral Scanner
RAM : Random Access Memory
RBV : Red Beam Vidicon
TM : Thematic Mapper
TD : Transformed Diverjans

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2.1.	LANDSAT MSS Görüntüleme Özellikleri……..	5
Tablo 2.2.	LANDSAT TM Görüntüleme Özellikleri……	5
Tablo 2.3.	IKONOS Görüntüleme Özellikleri ……..	6
Tablo 3.1.	Kemer ilçesine ait iklim verileri……. …….	28
Tablo 3.2.	Kemer ilçesine ait nüfus verileri ….....	29
Tablo 3.3.	Hava fotoğrafları ve tarihleri……	29
Tablo 3.4.	Uydu görüntüleri ve tarihleri……	29
Tablo 4.1.	CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi…..	35
Tablo 4.2.	1975 yılına ait LANDSAT MSS görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları ……	39
Tablo 4.3	1987 yılına ait LANDSAT TM görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları…….	40
Tablo 4.4	1995 yılına ait LANDSAT TM görüntüsünün kontrollü sınılandırma sonuçları……..	41
Tablo 4.5	2004 yılına ait IKONOS görüntüsünün görsel yorumlama sonuçları……...	42
Tablo B.1	1975 LANDSAT MSS görüntüsü doğruluk analizi raporu……..	63
Tablo B.2	1987 LANDSAT TM görüntüsü doğruluk analizi raporu……	68
Tablo B.3	1995 LANDSAT TM görüntüsü doğruluk analizi raporu……	72

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : Düşeye çevirme işlemi ve KOH'nın grafik gösterimi…….. 7
Şekil 2.2 : Düşeye çevrilmiş görüntünün yeniden örneklenmesi…… 8
Şekil 2.3 : Görüntü işleme prosedürleri…….. 17
Şekil 2.4 : CBS bileşenleri…….. 20
Şekil 2.5 : CBS katmanları…….. 20
Şekil 3.1 : Çalışma alanı (LANDSAT 7 mozaik)…… 24
Şekil 3.2 : Antalya ili ve ilçeleri (LANDSAT 7 mozaik)…… 25
Şekil 3.3 : Kemer merkezi genel görünümü…… 27
Şekil 4.1 : Kemer merkezinde seçilen GPS noktaları ……. 32
Şekil 4.2 : Hava fotoğraflarının jeoreferanslanıp mozaiklenmesi…….. 33
Şekil 4.3 : Hava fotoğraflarının yeniden örneklenerek mozaiğe hazırlanması…… 33
Şekil 4.4 IKONOS görüntüsünün jeoreferanslanması…….. 34
Şekil 4.5 : ArcGIS programında 1981 yılına ait "Kentsel doku" uzunluk ve alan sorgusu…… 36
Şekil 4.6 : ArcGIS programında 1992 yılına ait "Kentsel doku" uzunluk ve alan sorgusu…… 36
Şekil 4.7 : 2004 yılına ait "Kentsel doku" uzunluk ve alan sorgusu…….. 37
Şekil 4.8 : 1975 yılına ait arazi örtüsü/kullanımı…… 39
Şekil 4.9 : 1987 yılına ait arazi örtüsü/kullanımı…… 40
Şekil 4.10 : 1995 yılına ait arazi örtüsü/kullanımı…… 41
Şekil 4.11 : 2004 yılına ait arazi örtüsü/kullanımı…… 42
Şekil 4.12 : 1975, 1987, 1995, 2004 yıllarına ait değişim grafiği……. 43
Şekil 4.13 : Farklı periyotlarda alınan verilerle belirlenen "kentsel doku"nun değişimi…….. 44
Şekil A.1 : 1981 yılına ait hava fotoğrafları üzerinde arazi kullanımı sınıflarının gösterimi…….. 56
Şekil A.2 : 1992 yılına ait arazi kullanımı sınıflarının 1987 yılına ait LANDSAT TM görüntüsü üzerinde gösterimi…….. 57
Şekil A.3 : 1975 yılı LANDSAT MSS görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonucu……. 58
Şekil A.4 : 1987 yılı LANDSAT TM görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonucu……. 59
Şekil A.5 : 1995 yılı LANDSAT TM görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonucu……. 60
Şekil A.6 : 2004 yılı IKONOS görüntüsü görsel yorumlama sonucu…….. 61
Şekil A.7 : Kemer'in ASTER uydusuna ait dijital yükseklik modeli üzerine oturtulmuş 2001 yılı görüntüsü…….. 62

SEMBOL LİSTESİ

R_x, R_y : x, y yönündeki karesel ortalama hata
KOH : Karesel ortalama hata
X_{ri}, Y_{ri} : i. yer kontrol noktasının düzeltme değeri
n : Yer kontrol noktası sayısı

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleriyle Kıyı Bölgelerde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Değişiminin İzlenmesi ve Analizi: Antalya-Kemer Örneği

ÖZET

Doğal güzellikleri ve tarihi dokusu ile yalnızca Türkiye'nin değil, dünyanın da en güzel bölgelerinden biri olan Antalya ilinin özellikle kıyı bölgelerinde yoğun göç ve turizm nedeni ile yerleşim hızla artmaktadır. Tatil köyleri, otelleri ve yazlık/kışlık yerleşim birimleriyle Antalya'nın Kemer ilçesi dinamik bir bölgedir. 1960'lı yıllarda Antalya-Kemer arası karayolunun olmaması ve sadece deniz yolu ulaşımı olması nedeniyle küçük bir köy olan ve gelişemeyen Kemer, 1980'li yıllarda açılan karayolu nedeniyle hızla gelişmeye başlamıştır.

Bu çalışmada, bu turistik ilçenin, 1975 yılından 2005 yılına kadar olan arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimleri izlenmiş ve analiz edilmiştir. 1975 tarihli LANDSAT MSS, 1987 tarihli LANDSAT TM, 1995 tarihli LANDSAT TM ve 2004 tarihli IKONOS görüntüleri kullanılmıştır. Yardımcı veriler olarak hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar, orman amenajman planı, GPS noktaları ve yükseklik verileri vb. kullanılmıştır. Ayrıca, ilçe sınırları içinde kalan bölgenin üç boyutlu dijital arazi modeli oluşturulmuştur. Mevcut veriler ve arazi kullanımı sınıflarını içeren sonuç tematik haritalar, Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamına aktarılmıştır. Her bir görüntüde yerleşim alanları, tarım alanları ve orman, vb. gibi sınıflar ilçe bazında belirlenmiş, bunların alt sınıfları oluşturulmuştur. Elde edilen sonuç istatistiksel veriler ise arazi kullanımı değişimlerinin dinamiğini göstermiş ve geleceğe yönelik planlamalara esas olabilecek bir altlık oluşturmuştur.

Monitoring and Analysing of Land Use and Land Cover Change by Means of Remote Sensing and Geographic Information Systems: A Case Study of Antalya-Kemer

SUMMARY

Coastal areas in Antalya become very popular for tourists and local residents. Therefore they have rapid development. Kemer district of Antalya is such a dynamic zone with spreading holiday villages, hotels and summer houses. In 1960s there was no highway between Antalya and Kemer and connection to the city was only by sea. Therefore it was a small village with a very low population. After the opening of the highway in 1980s, a rapid development took place.

In this context, historical development of this tourist district from 1975 to 2004 was monitored. 1975 LANDSAT MSS, 1987 LANDSAT TM, 1995 LANDSAT TM and 2004 IKONOS images were used. As ancillary data aerial photographs, topographic maps, GPS points and elevation data were used. All data and resultant thematic maps that include land use classes were put in Geographic Information Systems (GIS). In each of the images, residental areas, agricultural fields and forests etc. were determined and sub classes were established and the 3D terrain model has been established. Statistical data that had been gained at the end, showed the dynamics of land use.

1. GİRİŞ

Yeryüzünü izleme çalışmaları çok farklı temalarda yapılmaktadır. Bir yangın veya sel felaketi saatlik, günlük veya haftalık olarak uydu görüntüleriyle izlenebilir. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı çalışmalarında ise daha uzun aralıklarda alınan görüntüler ile zamana bağlı değişim analizleri yapılmaktadır. Örneğin izlenilen bölge ekolojik olarak hassas olabilir. Bu tip bölgelerde hayvan ve bitki türlerinin tesbiti, korunması ve izlenmesi ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca göl gibi su alanlarının seviyesinin izlenmesi ve bu habitatta yaşayan canlılar üzerine etkisi gibi çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmanın amacı ise çok geniş bir kıyı alanına sahip Antalya'nın Kemer ilçesinin arazi örtüsü ve arazi kullanımının 1975 yılından 2004 yılına kadarki değişiminin izlenmesi ve analizidir. Bu amaçla kullanılan farklı mekansal çözünürlüğe sahip uydu verileri belli zaman aralıklarında alınmıştır. Uydu verilerinin elde edildiği tarihlerdeki arazi kullanımı ve arazi örtüsü durumları ayrı ayrı değerlendirilmiş, daha sonra bütüncül bir bakış açısıyla 29 yıllık değişim istatistikleri ortaya konmuştur.

Uydu görüntüleri analizlerini desteklemek amacıyla, ArcGIS programı yardımıyla bir CBS oluşturulmuştur. Kullanılan haritalar katmanlar halinde bu CBS sistemine yerleştirilmiş, gerekli çizimler gerçekleştirilmiştir. Bilginin sistematik bir biçimde toplanması ve sorgulama bu yolla sağlanmıştır.

Uzaktan algılama verilerinin CBS ile entegre kullanımı, uydu verilerinin tematik analizini geliştirmekle kalmayıp veri tabanının doğrudan güncellenebilmesi için uygun bir yöntemdir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlarla, ilçenin kentsel/kırsal değişim dinamiği ortaya konarak yerel yönetimlere mevcut doğal ortamları olabildiğince korumak ve daha sağlıklı bir kentsel gelişme yolunda adımlar atmak konularında yardımcı olunabilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uzaktan Algılama

Uzaktan algılama, yeryüzündeki cisimlerin fiziksel özellikleri hakkında onlarla direkt temas kurmadan bilgi elde edilebilmesi ve bunların iki veya üç boyutlu olarak ölçülmesidir.

Uzaktan algılamanın bazı uygulama alanları şöyle sıralanabilir: Ziraat, ormancılık, jeoloji, hidroloji, haritacılık, oşinografi, hidrografi ve kıyı mühendisliği, arazi örtüsü ve arazi kullanımı vb. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı kapsamında ise başlıca şu konular yer almaktadır: Doğal kaynakların yönetimi, doğal (yaban) hayatının korunması, CBS girdileri için altlık haritalama, kentsel genişlemenin saptanması, hasar izleme (kasırga, sel, yangın, volkan ve deprem hasarları), vergi sistemi ve mülkiyet değerlendirmesi için yasal sınırların belirlenmesi vb.

2.2. Uydu Verileri

Uzaktan algılama yöntemleri için tasarlanmış algılayıcılar, yansıyan enerjinin kaydı için stabil platformlara yerleştirilir. Bu platformlar genellikle uydulardır. Algılayıcılar belirli amaçlar için tasarımlanmıştır. Optik algılayıcıların tasarımında spektral bantlar önemlidir. Her uygulama; *spektral çözünürlük, mekansal çözünürlük radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlük* bakımından kendine özgü olarak gereksinmelere yanıt verirler.

Spektral çözünürlük, bir algılayıcının elektromanyetik spektrumda kaydedebildiği spesifik dalga boyu aralığını ve sayısını belirtir. *Mekansal çözünürlük*, algılayıcı tarafından ayırt edilebilen en küçük nesnenin ölçüsü veya görüntüde her bir piksel ile simgelenen, yeryüzündeki alanın ölçüsü olarak tanımlanır. Büyük ve küçük ölçekli görüntü terimleri çoğunlukla mekansal çözünürlüğü ifade eder. *Radyometrik çözünürlük* algılanan görüntünün elektromanyetik enerjinin şiddetine olan hassasiyetidir. Bir algılayıcının radyometrik çözünürlüğü ne kadar yüksekse yansıyan veya yayılan enerjideki küçük farklılıkların saptanmasına olan hassasiyeti artar. Görüntüdeki parlaklık seviyelerinin maksimum değeri kaydedilen enerjiyi

tanımlayan “bit”lerin sayısına bağlıdır. Böylece eğer bir algılayıcı veriyi 8 bit’lik kayıt ediyorsa, 2^8=256 dijital değere sahip olacaktır. *Zamansal çözünürlük* ise bir algılayıcının belirli bir bölgenin görüntüsünü hangi zaman sıklığında elde ettiğini tanımlar.

Uygulamadaki tüm gereksinimlerin karşılanması için genellikle fazla sayıda algılayıcı kullanılmaktadır. Çeşitli kaynaklardan sağlanan verilerin birlikte kullanımına “veri entegrasyonu” denir. Verilerin analiz ve yorumlama işleminde kullanılan ek veriler ise “yardımcı veriler” olarak adlandırılır. Bunlar, hava fotoğrafları, yer ölçmeleriyle elde edilen veriler, topoğrafik haritalar vb. olabilir.

Elektromanyetik enerjinin farklı dalga boyları her bir hedefi farklı etkiler, yani farklı oranlarda emilir, yansır veya geçirilir. Her bir uygulamanın veri gereksinimi de farklıdır. Örneğin bir orman yangını izleme çalışmasında hedefin değişimi için saniyelerin geçmesinin yeterli olabileceği göz önüne alınarak, sık aralıklarla alınan görüntüler kullanılmalıdır. Bu tez çalışmasında olduğu gibi, bir bölgenin uzun zamanlı değişimlerinin izlenmesinde ise 5-25 yıl zamansal çözünürlükteki görüntüler yeterlidir. Birçok uygulamada farklı kaynaklardan bilgi toplamak, belirlenen hedefe ait bilgilerin daha doğru olmasını sağlar. Bu çalışmada da bölgeye ait arazi kullanımına yönelik bilgiler çeşitli kaynaklardan elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen veriler ve bir tarihe ait kullanılan uydu verileri bu tarihe yakın yersel verilerle desteklenmiştir. Çok spektrumlu, çok algılayıcılı ve çok zamanlı verilerle bir hedef veya alan hakkında, tek bantta algılamaya oranla çok daha fazla bilgi elde edilir.

Farklı algılayıcılardan elde edilen bilgiler birbirini tamamlayıcı nitelikte kullanılabilir. Bunların entegrasyonu görüntünün yorumlanmasını ve sınıflandırılmasını kolaylaştırır. Buna örnek olarak yüksek mekansal çözünürlüklü pankromatik görüntünün düşük mekansal çözünürlüklü çok spektrumlu görüntüyle veya aktif algılanmış verilerin pasif algılanmış verilerle çakıştırılması verilebilir.

Görüntülerden belirli bir zaman periyodu boyunca alınan bilgiler çok zamanlı olarak adlandırılır. Çok zamanlı veriler; günlük, haftalık veya yıllık periyotlarla elde edilen görüntüleri kapsayabilir. Bu tezdeki Kemer örneğinde olduğu gibi arazi örtüsü değişiminin veya kentsel alanlardaki gelişimin izlenmesi farklı zamanlarda alınan görüntülerle olur. Çok zamanlı bilgiler, aynı alan üzerinde fakat farklı zamanlarda

algılanan görüntülerin yorumlanması ile elde edilir. Görüntülerin hangi sıklıkta alınması gerektiğine incelenen dinamik olayın niteliğine bağlı olarak karar verilmelidir. Yapılan ön çalışmalar sonucunda bu çalışmada yaklaşık on yıl arayla alınan uydu verilerinin kullanılması uygun görülmüştür. Bazı doğal afetler için (toprak kayması, sel, yangın, vb.) birkaç gün arayla görüntü almak gerekirken, çok daha yavaş gelişen olaylar için (buzul erimesi, ormanın tekrar büyümesi, vb.) yıllar gerekebilir. (http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php)

Uzaktan algılama çalışmaları için kullanılan uydu verileri çok ve çeşitlidir. Bu çalışmada LANDSAT ve IKONOS verilerinden yararlanılmıştır. Bu iki uydu ile ilgili kısa bilgiler aşağıda verilmiştir.

LANDSAT

Tüm LANDSAT uyduları kuzeyden güneye doğru tarama yapmakta ve güneşle senkronize hareket etmektedir. İlk üç uydu (LANDSAT 1-3) 900 km. uçuş yüksekliğine ve 18 günlük izleme periyoduna sahiptir. Daha sonrakiler (4-7) ise 700 km. civarında uçuş yüksekliğine ve 16 günlük izleme periyoduna sahiptir.

LANDSAT uydu serisinin algılayıcıları esas olarak: Return Beam Vidicon (RBV) kamera sistemi, Multispectral Scanner (MSS) sistemi ve Thematic Mapper (TM)'dir. LANDSAT Enhanced Thematic Mapper (ETM), LANDSAT 7 ile birlikte tanıtılmıştır. ETM verileri elektromanyetik spektrumun görünür, yakın, orta ve termal kızılötesi spektral bantlarını içerir. Bu algılayıcıların her biri 185 km genişliğinde bir şerit halinde yeryüzünü taramaktadır (Tablo 2.2).

MSS, elektromanyetik ışınımı dört spektral bantta algılamaktadır (Tablo 2.1). Her bant yaklaşık 60*80 metre uzaysal çözünürlüğe ve 6 bitlik (veya 64 renk tonu) radyometrik çözünürlüğe sahiptir. Algılama, uydu bir doğrultu üzerinde hareket ederken salınan bir ayna kullanılarak yapılmakta ve altı tarama doğrultusu eş zamanlı olarak kaydedilmektedir.

Tablo 2.1: LANDSAT MSS Görüntüleme Özellikleri

EM Bölge	Bant genişliği (μm)	Mekansal çözünürlük (m)	Radyometrik çözünürlük
Görünür yeşil	(0.5-0.6)	60	6 bit
Görünür kırmızı	(0.6-0.7)	60	6 bit
Yakın kızılötesi	(0.7-0.8)	60	6 bit
Yakın kızılötesi	(0.8-0.11)	60	6 bit

Tablo 2.2: LANDSAT TM Görüntüleme Özellikleri

EM Bölge	Bant genişliği (μm)	Mekansal çözünürlük (m)	Radyometrik çözünürlük
Görünür mavi	0.45-0.52	30	8 bit
Görünür yeşil	0.52-0.60	30	8 bit
Görünür kırmızı	0.63-0.69	30	8 bit
Yakın kızılötesi	0.76-0.90	30	8 bit
Yakın kızılötesi	1.55-1.75	30	8 bit
Isıl kızılötesi	10.4-12.5	120	8 bit
Kısa dalga kızılötesi	2.08-2.35	30	8 bit

IKONOS

Bu uydu sürekli olarak 4 metre çözünürlükte çok spektrumlu veri elde etmekte ve 1 metre çözünürlüklü pankromatik modda da (0.45-0.90 μm) algılama yapmaktadır (Tablo 2.3). IKONOS, uzaktan algılama amaçlı 1 metre çözünürlüğe sahip ilk yüksek mekansal çözünürlüklü uydudur.

Kullanım alanları: Kentsel planlama, çevrenin izlenmesi, haritalama, doğal afetlerin değerlendirilmesi, telekomünikasyon ağı planlama, petrol ve gaz keşfi ve tarımsal izleme vb. olarak özetlenebilir.

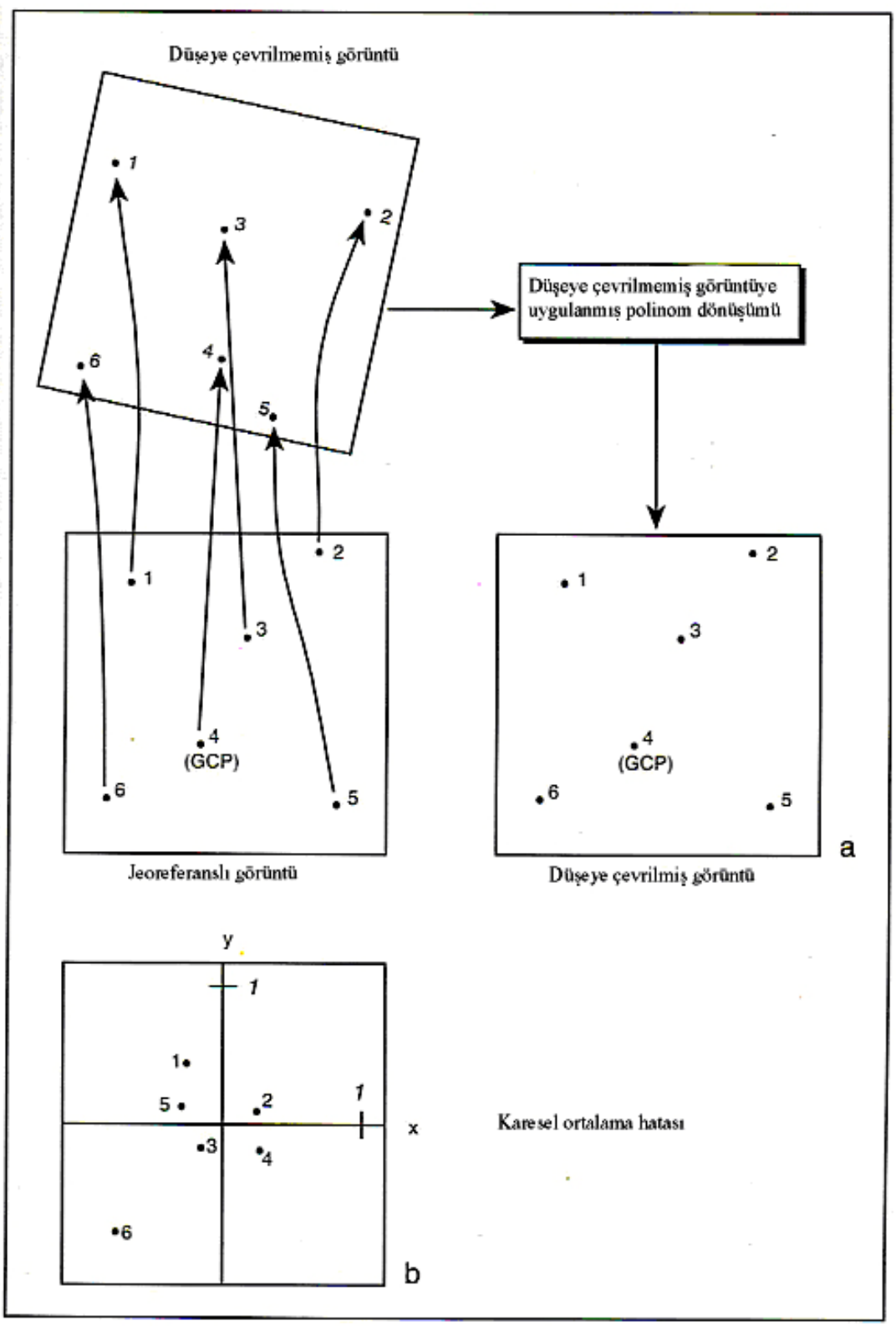
Tablo 2.3: IKONOS Görüntüleme Özellikleri

EM bölge	Bant genişliği (μm)	Uzaysal 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 kızılötesi	0.77-0.86	4	11 bit

2.3 Dijital Görüntü İşleme Teknikleri

2.3.1 Geometrik Düzeltmeler

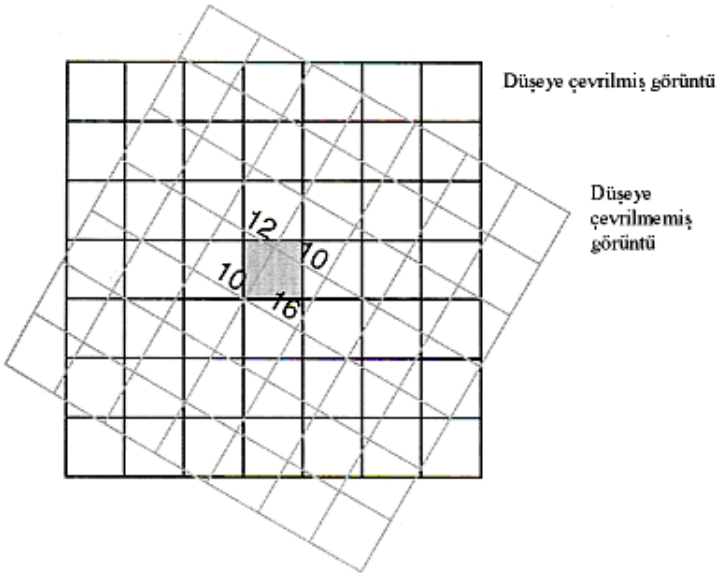
Uydulardan elde edilen görüntülerde yeryüzünün yüksekliği nedeniyle genellikle distorsiyon bulunduğundan bunlara geometrik düzeltme getirmek gerekir. Görüntü distorsiyonları temel olarak iki gruba ayırılır: *Sistematik distorsiyonlar* tahmin edilebilir ve genel olarak belirli bir uzaktan algılama platformu tarafından algılanan tüm verilere uygulanabilir. Sistematik distorsiyonları meydana getiren birçok hata kaynağı vardır. Bunların en önemlisi dünyanın dönmesine bağlı olan hatalardır ve bunların birçoğu, uydunun yörüngesel rotasının doğru izlenmesi ve tarayıcı sistemin karakteristik bilgisi yardımıyla düzeltilebilir. Bunlar normalde görüntü kullanıcıya ulaşmadan önce düzeltilir. *Sistematik olmayan distorsiyonlar* ise her bir görüntüye uygulanır. Başlıca sebebi uydunun yörüngesindeki değişimlerdir. Bir görüntüyü mekansal ve açısal ilişkilerini tanımlamak üzere kullanmak için ilk önce düşeye çevirme (rectification) işlemi yapılmalıdır (Şekil 2.1). Düşeye çevirme işlemi birçok basamaktan oluşur. Ancak işlemin esası, düzeltilmemiş görüntünün jeoreferanslanmış veri seti ile karşılaştırılmasıdır. Jeoreferanslanmış veri seti bir harita veya başka bir görüntü olabilir. Karşılaştırma yer kontrol noktaları yardımıyla yapılır. İlk aşama düzeltilmemiş verinin "bağlanması" için yer kontrol noktalarının toplanmasıdır. Düşeye çevirme işleminin başarısı, önemli ölçüde yer kontrol noktalarının seçimine bağlıdır. İyi bir yer kontrol noktası açıkça görülmeli ve koordinatları, hem harita ve hem de düşeye çevrilmemiş görüntüde zamanla yer değiştirmiş olmamalıdır. Ayrıca görüntü üzerinde homojen olarak dağılmalıdır (Gibson ve Power, 2000).



Şekil 2.1: (a) Düşeye çevirme işlemi (b) Karesel ortalama hatanın grafik gösterimi. (Gibson ve Power, 2000), GCP: Yer kontrol noktası

2.3.2 Dönüşümler ve Yeniden Örnekleme

Düşeye çevirme işleminin tamamlanması için düzeltilmiş görüntüdeki her piksele yeni bir değer atanmalıdır. İnterpolasyona bağlı olarak düşeye çevrilmiş piksele yeni bir değer atamak için bir çok teknik vardır. En basit yaklaşım *En yakın komşu interpolasyonudur* ve yeni DN (dijital numara), düzeltilmiş piksele en yakın düzeltilmemiş pikselin DN'sidir (Şekil 2.2). Böylece aşağıdaki şekildeki gölgeli piksele 16 değeri atanmıştır. *Bilineer interpolasyonunda* ise en yakın dört pikselin ağırlıklı ortalamasından oluşan yeni bir DN üretilir. Her pikselin aynı ağırlıkta olduğu kabul edilmesi halinde, bu dönüşüm ile gölgeli pikselin değeri 12 olurdu. *Kübik katlamada (cubic convolution)* ise en yakın 16 pikselin ağırlıklı ortalaması kullanılır. (Gibson ve Power , 2000)



Şekil 2.2: Düşeye çevrilmiş görüntünün yeniden örneklenmesi (Gibson ve Power, 2000).

Gazioğlu (2001)'e göre dönüşümleri matematiksel olarak ifade etmek gerekirse:

X_i, Y_i dönüşüm öncesi nokta koordinatları, X', Y' dönüşüm sonrası nokta koordinatları ve a_0, a_1, a_2, b_0, b_1, b_2 dönüşüm matrisi katsayıları olmak üzere,

$$X' = b_0 + b_1X_i + b_2Y_i \quad \textbf{(2.1)}$$

$$Y' = a_0 + a_1X_i + a_2Y_i$$

eşitlikleri ile hesaplanır.

Dönüşüm doğruluğu, görüntü koordinatları ile bunlara karşılık gelen referans koordinatları arasındaki uzaklık olan karesel ortalama hatanın (KOH) hesaplanması ile bulunur.

$$\mathbf{R_x}= \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i^2)R_i}\ , \quad \mathbf{R_y}= \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(Y_i^2)R_i} \quad \textbf{(2.2)}$$

$$\mathbf{KOH}= \sqrt{R_x^{\,2} + R_y^{\,2}} \quad \textbf{(2.3)}$$

R_x, R_y : x, y yönündeki karesel ortalama hata
KOH : Karesel ortalama hata
X_i, Y_i : i. yer kontrol noktasının düzeltme değeri
n : Yer kontrol noktası sayısı
(Reis, 2003)

2.3.3 Sınıflandırma

Bir uydu görüntüsünü bir haritadan ayıran temel özellik, haritalarda yeryüzüne ait bir yüzey objesi (örn. su) tek bir renk tonu ile gösterilirken, uzaktan algılanmış bir görüntüde bir yüzey sınıfının tek bir değer yerine bir sayı aralığı ile temsil edilmesidir. Ayrıca bir uydu görüntüsünde arazi örtüsü sınıfları devamlılık gösterirken, bir haritada kesin çizgilerle ayrılmıştır. Bununla birlikte, yeryüzü birimleri genellikle çeşitli örtü tiplerini kapsayan karmaşık bir yapıdadır. Sınıflandırma ise küçük, önemsiz değişimleri gözardı ederek görüntüyü, arazi örtüsünün bir tematik haritası formunda basitleştirir. (Gibson ve Power, 2000)

Bir uydu görüntüsünde cisimlere ait farklı yansıtım değerleri kayıt edilir. Bu değerler dikkate alındığında istatistiksel yöntemler kullanılarak benzer spektral karakteristikte olan piksellerin tek bir renge atanması işlemi sınıflandırma olarak tanımlanır.

Genel olarak, kullanılan bant sayısı arttıkça sınıflandırma doğruluğunun arttığı söylenebilir. Ancak bunun uygulanması bilgisayarın işlem süresini de arttırır. Bunun

yerine iki farklı yaklaşım önerilebilir: 1) Temel bileşenler (principal component) görüntülerinin kullanımı 2) Aralarında en az korelasyon olan bantların kullanımı.

Bir pikselin herhangi bir sınıfa atanması, görüntünün ve pikselin istatistiksel karakteristiğine bağlıdır. Başlıca iki sınıflandırma çeşidi vardır: kontrollü sınıflandırma ve kontrolsüz sınıflandırma (Gibson ve Power, 2000).

2.3.3.1 Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma bilgisayar otomasyonuna dayalı bir sınıflandırma biçimidir, ancak kullanıcı sınıflandırmanın ön aşaması olan kontrol bölgeleri oluşturulması kısmında devreye girmektedir. Kontrollü sınıflandırmada, çalışma alanının arazi örtüsü ve arazi kullanımı hakkında verilen ön bilgileri kullanılarak sınıflandırma için gerekli istatistiksel temel oluşturulur ve sınıflandırma bu temel üzerine kurulur. Sınıflandırma başlatılmadan önce görüntü üzerinden her bir arazi sınıfı için örnek pikseller toplanır. Piksel gruplarından oluşan bu sete kontrol bölgesi denir.

Kontrollü sınıflandırma işleminde her sınıf için toplanan piksel değerleri analiz edilerek sınıfların istatistiksel özellikleri belirlenir. Daha sonra bu örnek özellikleri kullanılarak tüm görüntü sınıflara ayırılır.

Kontrollü sınıflandırmada ilk yapılması gereken iş, sınıf isimlerinin belirlenmesidir. Sınıflandırma işleminden geçirilecek olan alanın kaç sınıfa ayrılmasının hedeflendiği ve bu sınıfların neler olduğu kesin olarak ortaya konmalıdır.

Arazinin kaç tematik sınıfa ayrılacağı ve bu sınıfların ne oldukları belirlendikten sonra bir arazi çalışması ile ya da doğruluğundan emin olunan bir harita veya kaynak yardımı ile görüntü üzerinde bu sınıflara ait örnek piksel setleri toplanmalıdır. Bu işleme geçmeden önce arazi kullanım şekilleriyle ilgili ön bilgilerin elde edilmesi amacıyla kontrolsüz sınıflandırma işlemlerinden biri olan "kümeleme" yöntemi uygulanabilir. Ayrıca arazi kullanım şekilleri hakkında ön bilgilerin edinilmesi amacıyla ham uydu görüntüleri değişik band kombinasyonları ile ekrana yansıtılabilir.

Kontrol alanlarının oluşturulmasında kullanılan örnek pikseller, her bir tematik sınıf için, o sınıfı iyi temsil eden homojen alanlardan toplanmak suretiyle oluşturulur. Sınıflandırma için gerekli istatistiksel bilgiler (ortalama, standart sapma, kovaryans matrisi vb.) öncelikle bu örnek setler için oluşturulur. Daha sonra görüntüdeki tüm

pikseller istatistiksel olarak incelenir ve her bir piksel kendisine en yakın istatistiksel özellikleri gösteren kontrol alanının temsil ettiği sınıfa atanır.

Bu tür sınıflandırma klasik sınıflandırma olarak adlandırılır. Çünkü her bir piksel tanımlanan sınıflardan birine dahil olmak zorundadır. Oysaki bir pikselin; örneğin LANDSAT TM verisinde 30×30 metre boyutlarında olduğu düşünülürse bu alana birden çok sınıf giriyor olabilir.

Her ne kadar görüntü sınıflandırmada kullanılan bulanık (fuzzy) sınıflandırma mantığı, piksellerin diğer sınıflara girme olasılığını da hesaplayarak bu sorunun önüne geçebilmekte ise de, genellikle görüntüler klasik sınıflandırma yöntemleri kullanılarak sınıflandırılır ve piksellerin başka sınıflara girme olasılığı ihmal edilir. Böylece gerçekte birbirine benzer ve doğada yumuşak geçişlerle birbirinden ayrılan sınıflar kesin biçimde birbirinden ayrılmış olur.

Kontrollü sınıflandırmada; yardımcı verilerden yararlanılması da sınıflandırma sonucunun doğruluğunu arttıran bir diğer tekniktir. Yardımcı veriler (arazi kullanımı planları, topoğrafik haritalar, eğim, bakı analizleri vb.) sınıflandırma öncesinde, sonrasında veya sınıflandırma sürecinde analiz edilerek otomatik sınıflandırmanın sonucunu değiştirebilir.

Kontrollü sınıflandırma sonucunda başarılı bir tematik veriye ulaşılabilmesi için sınıfların belirlenmesi ve her sınıfa ait kontrol bölgelerinin dikkatli biçimde oluşturulması gerekmektedir.

Kontrol seti oluşturma, kontrollü sınıflandırma öncesi manuel olarak yapılan bir ön işlemdir. Her bir sınıf için görüntü üzerinden örnek kontrol pikselleri toplanır. Analizci her bir arazi sınıfı için o sınıfı iyi temsil eden piksellerden oluşan kontrol bölgeleri seçer. Bu bölgeler kendi içinde homojen özellik göstermelidir. Örneğin; orman alanları için kontrol seti toplamak üzere belirlenen alan içine giren pikseller tümüyle orman özelliği gösteriyorsa, bu alan kontrol verisi olmaya uygundur. Ancak eğer bu alanda açıklıklar varsa, ya da su yüzeyi, tarım gibi başka tür sınıflar alana giriyorsa, böyle bir alan heterojendir ve kontrol verisi toplamak için uygun değildir. Bir kontrol seti sınıfını iyi temsil etmeli ve homojen olmalıdır. Kontrol seti verisi, araziden GPS yoluyla, ekranda görüntü üzerinden bir poligonal alan belirleyerek ve ekranda görüntü üzerinden noktasal olarak toplanabilir.

Kontrollü sınıflandırmada kullanılan çok sayıda algoritma vardır. Bu algoritmalar her sınıf için toplanmış olan eğitim verileri için spektral modeller oluşturur ve bu modellerin istatistiksel özelliklerini belirler. Bu algoritmalardan hangisinin kullanılacağı, sınıflandırılacak olan görüntülere ve sınıflandırmadan beklediğimiz sonuca bağlıdır.

Sınıflandırmada kullanılan yöntemler tamamen istatistiksel temellere dayanır. Kontrollü sınıflandırma, her bir kontrol bölgesindeki spektral modeli analiz ederek istatistiksel özelliklerini tespit eder. Bu özellikler daha sonra seçilen bantların sınıflandırılmasında kullanılır. Kontrollü sınıflandırmanın başarılı olması en çok kontrol setinin kalitesine bağlıdır. Minimum Uzaklık ve Maksimum Benzerlik en çok kullanılan kontrollü sınıflandırma yöntemleridir. Burada, çalışmada kullanılan Maksimum Benzerlik yöntemine değinilecektir.

Maksimum Benzerlik yönteminde, ortalama vektör, standart sapma, kovaryans gibi istatistiksel kavramlar kullanılır. Seçilen bantlar değerlendirildiğinde her bir pikselin oluşturduğu spektral modelin kontrol sınıflarının spektral modellerine ne oranda benzediği saptanır. Benzerlik genellikle yüzde olarak ifade edilir. Hücrenin spektral modeli en fazla hangi sınıfın spektral modeli ile benzerlik gösteriyorsa piksel o sınıfa atanır.

2.3.3.2 Kontrolsüz Sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma otomatik bir sınıflandırma biçimidir. Bu sınıflandırmada kullanıcı sadece bazı parametreleri belirler. Kontrolsüz sınıflandırmada çalışma alanı ile ilgili ön bilgi gerekmemektedir. Bu yüzden de kontrolsüz sınıflandırma, çalışma alanı hakkında bilgi olmadığı, ya da ön arazi çalışması yapılmadığı durumlarda başvurulan bir sınıflandırma yöntemidir.

Kontrolsüz sınıflandırma spektral modellerin oluşturduğu istatistiksel gruplara dayanarak yapılır. Spektral modellerden yola çıkarak tüm görüntünün sınıflandırılması için kullanılan yönteme göre (ISODATA, basit kümeleme, vb.) kullanıcının bazı parametreleri belirlemesi gerekebilir. (HAT A.Ş., 1996)

Bunlar:

- Maksimum sınıf sayısı
- Maksimum iterasyon sayısı

- Yakınsama eşik değeri (convergence threshold)

olabilir.

2.4 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı terimleri farklı anlamlar taşımaktadır. Arazi örtüsü terimi, zeminin yüzey örtüsü, yani bitki örtüsü, su ile örtülü alanlar, boş toprak vb. içermektedir. Arazi örtüsünün teşhisi, sınırlarının belirlenmesi ve haritalanması, global izleme çalışmaları, kaynak yönetimi ve planlama faaliyetleri konularında önemlidir. Arazi örtüsünün tanımlanması, tematik haritaların oluşturulması aşamasında arazi örtüsü bilgisini içermesi amacıyla gereklidir. Ayrıca arazi örtüsü bilgisi, izleme çalışmalarında değişim saptama için de bir altlık oluşturması bakımından önemlidir. Arazi kullanımı terimi ise arazinin hizmet ettiği amaçla ilgilidir. Örneğin rekreasyon alanı, yerleşim alanı, yaban hayatı ortamı veya tarım gibi. Arazinin güncel özelliği, hangi kullanım alanını içerdiği ve zamanla değişen arazi kullanım değişimlerinin tanınması, arazi kullanımı konuları içinde yer almaktadır.

Arazi örtüsü ve arazi kullanımının bu farklılığını ve herbirinden alınan bilgiyi ayırtetmek önemlidir. Uzaktan algılama teknikleriyle belirlenen arazi örtüsü bilgilerine yardımcı veriler veya ön bilgiler eklenerek arazi kullanımı anlaşılabilir. Arazi örtüsü/kullanımı ile ilgili projeler, farklı disiplinlerden katılımcılarla gerçekleştirilebilir. Örneğin, üniversitelerin çeşitli bölümleri, yaban hayatı koruma kuruluşları, kamu araştırmacıları ve orman kuruluşları gibi.

(http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php)

2.4.1 Kırsal/Kentsel Arazi Kullanımının Değişimi ve Uzaktan Algılamanın Rolü

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı bilgisi birçok planlama ve yönetim aktivitesi için önemlidir ve dünyayı bir sistem olarak anlamak ve modellemek için vazgeçilmez bir unsur olarak kabul edilir. Arazi kullanımı haritaları günümüzde küçük ve büyük ölçekte üretilmektedir. Arazi kullanımı haritalaması için pankromatik orta ölçekli hava fotoğraflarından 1940'lardan beri yararlanılmaktadır. Son yıllarda ise küçük ölçekli hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri de arazi örtüsü/arazi kullanımı haritalaması için kullanılmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 2000).

Arazi kullanımının değişiminin izlenmesi çalışmaları sonucu elde edilen bilgi ile bir arazinin ihtiyaçlara uygun olarak kullanım amacı belirlenir ve işlevi çevredeki diğer arazi kullanımlarına göre dengelenebilir. Böylece uyuşumsuz kullanım durumu engellenebilir ayrıca bölgeyi korumak ve geliştirmek için stratejilerin geliştirilmesinde de bu bilginin kullanılması yararlıdır.

Yerel yönetim birimleri, bölgelerindeki doğal kaynakların yönetimi için kullanıma hazır arazi örtüsü bilgisine ve arazi kullanımı izleme faaliyetlerine ihtiyaç duyar. Arazi örtüsü ve kullanımı bilgisi, arazi kaynaklarının işletilmesinde yardımcı güç olmanın yanı sıra, endüstriyel aktiviteler, arazi ıslahı gibi konularda planlama, izleme ve gelişimin evrimini saptama amaçları için de kullanışlıdır. Arazi yüzeyindeki uzun dönemli değişimin saptanması, yerel ve bölgesel iklim değişimini de ortaya çıkarabilir.

Petrolculuk, kerestecilik, madencilik, ziraat…vb gibi branşlarda hem arazi örtüsü, hem de arazi kullanımı bilgisine ihtiyaç duyulur. Arazi örtüsündeki olası değişimler ise çevre araştırmacıları, çevre koruma otoriteleri ve yerel yönetimler tarafından incelenerek, vergilendirmeden bitki örtüsü belirlemeye kadar pek çok konuda kullanılabilecektir. Yönetimler ayrıca doğal kaynakların korunması ve arazinin uygunsuz kullanımı gibi kamu açısından duyarlı konularda hem geçmiş hem de güncel bilgiyi alabilir. (http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php)

Ancak arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritalarının oluşturulmasında klasik, yer ölçmelerine dayalı sistemlerin kullanılması oldukça zaman alıcı ve pahalıdır. Üstelik arazi kullanımı haritalarının belli periyotlarda güncellenmesi gerekmektedir. Uzaktan algılama teknolojisi ise tüm dünyada geçerli olmak üzere bu ihtiyacı karşılamıştır. Dünyada ve Türkiye'de pek çok kurum mevcut haritalarını artık uzaktan algılama teknolojisini kullanarak güncelleyebilmektedir.

2.4.2 Uzaktan Algılama ile Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimi Saptama Yöntemleri

Singh (1989)'e göre arazi kullanımı/örtüsü değişimini saptama analizi için iki temel yaklaşım vardır: (1) sınıflandırma sonrası karşılaştırmalar (2) çok zamanlı verilerin eşzamanlı analizi. Her iki yaklaşımın da avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

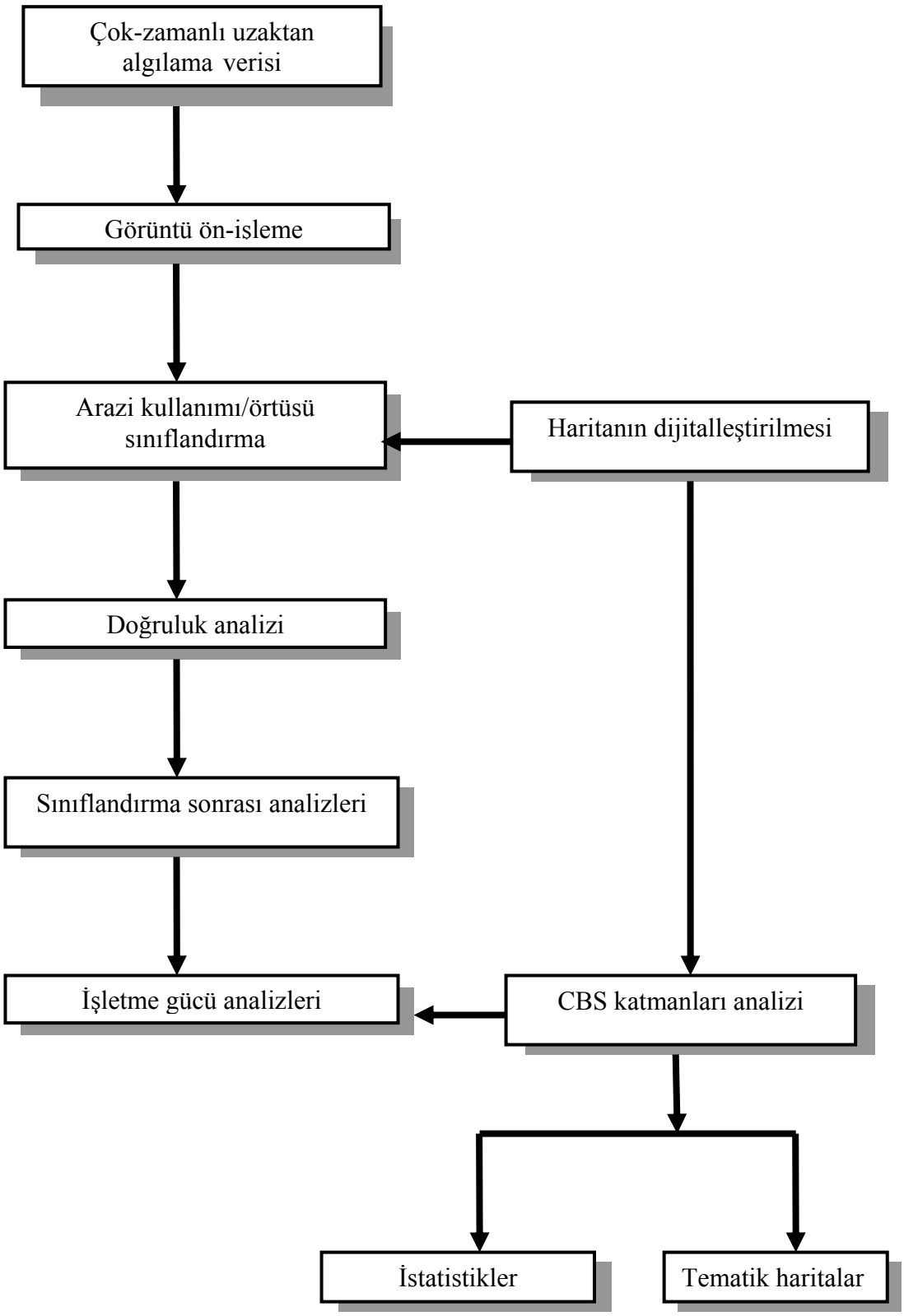
Aspinall ve Hill (1997)'e göre ilk yaklaşım da bazı belirsizlikler bulunmaktadır. Bunlar, farklı sınıflandırmalardaki konumsal doğruluk yetersizliği ve sınıflandırma hatalarından ileri gelen problemlerdir. Singh (1989)'e göre bu yaklaşım sınıflandırmada çok iyi bir doğruluk gerektirir, çünkü değişim haritasının doğruluğu, tek tek sınıflandırmaların doğruluklarının ürünüdür. Fung ve LeDrew (1987) e göre ikinci yaklaşımda ise örneğin çok zamanlı(multi-date) sınıflandırma, görüntü farklarının alınması, bitki indeksi farkının alınması, temel bileşenler analizi ve değişim vektörü analizi gibi birçok prosedür geliştirilmiştir. Bu prosedürlerde başlıca dayanak noktası, arazi kullanımı/örtüsü'ndeki değişimlerin, yansıma değerleri değişimleri ile sonuçlanmasının gerekliliğidir. Bu yansımalar da örneğin atmosferik koşullardaki, güneşin geliş açısındaki, toprak nemindeki veya hassas algılayıcı kalibrasyonundaki farklar gibi diğer faktörlerin yarattığı etkilerden büyük olmalıdır. Pilon ve diğ. (1988)'a göre görüntü elde etme tarihlerinin farklı yıllara ait görüntülerde birbirine olabildiği kadar yakın seçilmesi ile güneşin pozisyonu ve bitki fenolojisi ile ilgili problemler en aza indirgenir. Smits ve Annoni (2000)'e göre ikinci yaklaşımla ilgili gene de bazı problemler vardır: (1) bu prosedürlerin çoğu arazi kullanım/örtüsü değişimlerinin spesifik doğasına ait az bilgi sağlar. (2) değişmeyenleri değişenlerden ayırt etmek için kullanılan eşik tekniği genellikle çok açık değildir. (3) Fung (1992)'e göre algılayıcıların duyarlılıkları gibi, bant sayıları ve bunların dalga boyu aralıkları (spektral bilgi) da farklıdır. Bu, ilk yaklaşım için problem olsa da ikinci yaklaşım için daha da kritiktir (Mundia ve Aniya, 2005).

Bu tez çalışmasında sınıflandırma sonrası karşılaştırılmaları yapılmıştır. Çalışma için kullanılan verilerin farklı mevsimlere ait olması ve farklı mekansal çözünürlüklere sahip farklı algılayıcılardan alınmış olması sınıflandırmanın sonradan karşılaştırılmasına uygun bulunmuştur. Ayrıca bu yöntemin, arazi kullanımı/örtüsü belirlemede daha yaygın bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Değişim saptama konusunda Dwivedi ve diğ. (2005)'nin kullandığı yönteme göre arazi kullanımı ve arazi örtüsü hakkında bilgi elde etmek için öncelikle, kontrolsüz sınıflandırma algoritması kullanılarak 1997 tarihli LANDSAT TM verilerinden spektral olarak homojen sınıflar oluşturulmuştur. Yersel verilere ve kontrolsüz sınıflandırmanın sonuçlarına dayanarak, çeşitli arazi kullanım ve arazi örtüsü kategorilerini temsil eden piksel kümeleri, kontrol bölgesi verileri olarak seçilmiş ve daha sonra bunların spektral yansıma paternleri oluşturulmuştur. Daha sonra,

dönüştürülmüş diverjans değerleri hesaplanarak sınıflara ayırabilme analizleri yapılmıştır (Swain ve Davis, 1978). Bu sınıfların spektral ayrılabilirliklerine bağlı olarak kontrol bölgeleri uygun bir biçimde değiştirilmiş ve nihai spektral yansıma paternleri oluşturulmuş ve bunlar kullanılarak tüm "area of interest" alanları Gauss'un maksimum benzerlik "per-pixel" algoritması ile sınıflandırılmıştır. Ayrıca benzer bir prosedür 1994 yılına ait LANDSAT TM için de gerçekleştirilmiştir. Çeşitli arazi kullanımı/örtüsü kategorilerinin doğruluğu, Bishop ve diğ. (1975) tarafından savunulan prosedür ile kestirilmiştir (Dwivedi ve diğ., 2005).

Şekil 2.3'te değişim saptama için kullanılan görüntü işleme prosedürleri sunulmuştur.



Şekil 2.3: Görüntü ön-işleme, sınıflandırma şemasının tasarımı, görüntü sınıflandırma, doğruluk analizi ve arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve şehirleşme gelişimi dinamiğini içeren görüntü işleme prosedürleri (Mundia ve Aniya, 2005)

2.4.3 Uydu verileriyle Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Değişimlerini İzleme Çalışmaları

Singh (1989)'e göre değişim saptama ve izleme çalışmaları, görüntü alımı tarihleri arasında çevre koşulları ve insan aktiviteleri nedeniyle oluşan arazi kullanımı/örtüsündeki değişimlerin değerlendirilmesi için çok zamanlı görüntülerin kullanımını gerektirmektedir. Örneğin Singh (1986) ve Lambin (1996), uzaktan algılama verileri kullanarak değişim özelliklerini daha iyi gözlemeye ve tanımlamaya çalışmıştır. Chen (2001) geliştirilmiş birçok algoritmayı göz önüne alarak değişim saptama metodlarındaki konuları sunmuştur: Çok tarihli kompozit görüntü değişimi saptama Fung ve LeDrew (1987), Eastman ve Fulk (1993), görüntü değişimi cebrini saptama (image change algebra detection) Green ve diğ. (1994), görüntü regresyonu (Jensen 1983, Singh 1986), değişimin ekrandan manuel dijitalleştirilmesi (manual on-screen digitization of change) (Light 1983, Wang ve diğ., 1992) veya sınıflandırma sonrası karşılaştırmasının saptanması (Rutchey and Velchneck (1994). Jensen'in (1996) dikkat çektiği gibi uygun değişim saptama algoritmasını seçmek önemlidir.

Bulanık mantık, Halls ve diğ. (2000)'nın bahsettiği Sinir Ağları veya Wang (1993), Gong ve diğ. (1996)'nın bahsettiği bilgi tabanlı (knowledge based) görüntüleme sistemleri ile uzaktan algılama verilerinden benzerlik değişimleri test edilmiştir.

Metternicht (1999) bulanık setleri ve bulanık mantık kullanarak bir standart prosedür önermiştir. Burada bulanık modelin üyelik fonksiyonu, gözleme periyodu esnasında değişimlere uğrayan alanların belirlenmesine adapte edilebilir. Lopez ve diğ. (2001) ise Meksika'daki Morelia kentindeki arazi kullanımı/örtüsü değişimi tahmini ile ilgili çalışmasını Markov geçiş matrislerine dayandırmıştır.

Mundia ve Aniya (2005)'nın yaptığı çalışmada yol ağının, mekansal paternleri ve kentsel gelişimin yapısını etkilediği tespit edilmiştir. Böylece kentsel alanların genişlemesinin, ana yollar boyunca doğrusal genişlemeye ek bir gelişim gösterdiği kabul edilir. Kentsel genişlemeyle birlikte orman kaybı ve kentsel yayılım oluşmuştur. Nüfus verilerinin ve sosyo-ekonomik verilerin, arazi kullanımı/örtüsü değişimi ile entegrasyonu, ekonomik büyümenin ve ulaşım yollarına yakınlığın, kentsel genişlemeye yardımcı olan temel faktörler olduğunu ortaya koymaktadır.

Topoğrafya, jeoloji ve topraklar, genişlemeyi etkileyebilecek olası faktörler olarak ayrıca analiz edilmiştir. Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonunun, arazi kullanımı/örtüsü değişiminin izlenmesinde ve planlama ve araştırma için gerekli bilgilerin sağlamasında etkin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada ortaya konulan kentsel büyümenin mekansal ve zamansal dinamiğinin daha iyi anlaşılması, Nairobi kentinin gelecekteki gelişimi için, kentsel aktivitelerin daha iyi planlanması ve etkin mekansal organizasyonu için bir temel oluşturmaktadır. (Mundia ve Aniya, 2005)

2.5 Fotoğrafik Sistemler ve Hava Fotoğrafları

Elektromanyetik enerji, elektronik olduğu gibi fotoğrafik olarak da kaydedilebilir. Fotoğrafik işlemlerde ışığa duyarlı film üzerinde kimyasal reaksiyonlar sonucu enerji değişimleri saptanır ve kayıt edilir.

Cisimlerin hava fotoğraflarından ölçülmesi ve tanınması, biçim, boyut, renk tonu, düzenler (paternler), gölge, topoğrafik konum ve dokuya bağlıdır. Bu etkenlere stereoskopik paralaks, yani üçüncü boyut da eklenebilir. Bu faktörlerin dışında bazı görüntü karakteristikleri de vardır ki bunlar doğrudan doğruya fotoğraf filminin, filtrenin ve çekim zamanının seçimine bağlıdır. Burada filmin çözülme duyarlılığı ve renk duyarlılığı bilhassa önemlidir.

Hava fotoğraflarında çözünürlük, komşu detayların birbirlerinden ayırt edilebilmesidir. Bu özellik film kalitesinin ve resim çekme makinesinin birlikte etkimeleri sonucu ortaya çıkan bir detay keskinliği olup fotoğrafta milimetrede tek tek çizgiler olarak seçilebilen çizgilerin maksimum sayısıdır.

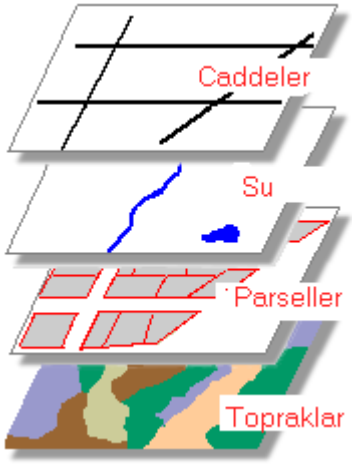
Çözünürlük duyarlılığın azalması, fotoğrafın ölçülebilme ve yorumlanabilme olanağını azaltır. Filmlerin çözünürlükleri 50-1000 çizgi/mm arasında değişmektedir.

Filmin renk duyarlılığı ise emülsiyonun yapım türüne bağlıdır. Emülsiyonun ışık spektrumunun farklı bölgelerine ait duyarlığının bilinmesi önemlidir. İnsan gözü 0.4 den 0.7 μm'ye kadar olan ışık dalgalarını görür. Emülsiyon ise daha geniş (veya ondan daha dar) bir bölgeye duyarlı hazırlanabilir. (Örmeci, 1987).

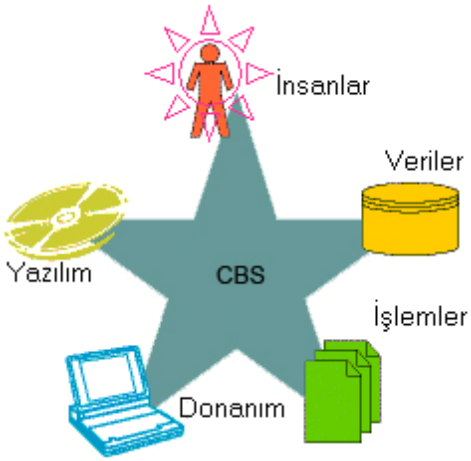
2.6 Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Bileşenleri

Coğrafi Bilgi Sistemleri, coğrafi nesnelere ait coğrafi verilerin toplanması, doğrulanması, bu verilerin veri tabanı işlemleri, sorgulamalar, dönüşümler ve coğrafi analizler ile coğrafi bilgiye dönüştürülmesi ve coğrafi veri ve bilgilerin gösterimi için kullanılan gelişmiş bilgi sistemleridir. Bu işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için veriler sistemde katmanlar halinde bulunur (Şekil 2.4).

Bir CBS'nin, fonksiyonel, teknolojik ve organizasyonel bileşenleri vardır. Şekil 2.5'de ise CBS'nin bileşenleri toplu olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.4: CBS Katmanları



Şekil 2.5: CBS Bileşenleri (http://campus.esri.com)

2.6.1 Fonksiyonel Bileşenler

Fonksiyonel açıdan bakıldığında bir CBS'nde *veri aktarma, veri depolama, veri işleme, coğrafi analiz, sorgulama ve veri sunma* bileşenlerinin olması gerekir. Teknolojinin buradaki rolü ise bu fonksiyonların gerçekleştirilmesini sağlayan donanım ve yazılım araçları sunmaktan ibarettir. Yönetim ise fonksiyonel ve teknolojik bileşenlerin yanı sıra insan ve mali kaynakların yönetimi ile bütünü oluşturmayı ve amaca ulaşmayı hedefler.

Fonksiyonel bileşenlerin ilki olan *veri aktarma*; veri toplama, doğrulama ve kalite kontrol gibi faaliyetleri içerir. CBS için gerekli veriler farklı kaynaklardan ve farklı teknolojiler kullanılarak toplanabilir:

- Arazide ölçme
- Fotogrametri
- Uzaktan algılama
- Haritaların ve dokümanların dijitalleştirilmesi
- Coğrafi bilgi aktarımı

Veri depolama ise fonksiyonu daha çok bilinen veri yönetim işlemlerinin (yedekleme vb.) dışında veri yapılandırma üzerinde yoğunlaşır. Geometrik veri, raster veya vektör yöntemleri ile temsil edilirken, her iki yöntemde de farklı veri yapıları söz konusudur. Örneğin vektör yapılı CBS'lerde, çoğunlukla spagetti yapıda (çizgisel ve alansal objelerin koordinat dizisi halinde kayıtlandığı vektör yapısı) toplanan veriler daha sonra kenar-düğüm yapısına, tam topolojik yapıya dönüştürülmektedir.

Veri İşleme fonksiyonu ise aşağıdaki işlemlerden oluşur:

- Semantik verilerin, yani nesne tanımlayıcı (identifier) ve özniteliklerin veri tabanına girilmesi, değiştirilmesi, silinmesi
- Nokta ve çizgi tipi geometrik elemanların girilmesi, konumunun değiştirilmesi, ölçeklendirilmesi, döndürülmesi, simetrik dönüşümü (mirror), biçiminin değiştirilmesi, nokta sayısının azaltılması (weeding), bölünmesi (split), kopyalanması, birleşmesi (füzyon) gibi bilgisayar destekli tasarım işlemleri
- Polyline ve spline fonksiyonları
- Nokta, çizgi ve alan detay bileşenlerinin (düğüm ve kenarların) topolojik derecelerinin değişmesi
- Benzeşim, afin ve projektif dönüşümler
- Sınıflandırma, kodlama, tutarlılık ve format kontrolleri.

Coğrafi Analiz, bir dizi coğrafi işlemden oluşan, harita cebri (map algebra) olarak da adlandırılan, coğrafi veriyi bilgiye dönüştüren ve üretilen bu bilginin yeni bilgilerin üretilmesinde kullanılması ile CBS'lere kendi içinde doğurganlık kazandıran bir bileşendir. Çizgi ve yüzey enterpolasyonları, yüzey modelleme, istatistiksel analiz, tampon yaratma (buffering), üst üste çakıştırma (overlay), yeniden sınıflandırma, alan birleştirme (dissolve), ikili cebir (boolean algebra), ağ analizi gibi işlemlerden oluşan coğrafi analiz pek çok CBS projesinin temel hedefini oluşturmaktadır.

Sorgulama işlemleri ise hem coğrafi analiz ve coğrafi veri işleme kapsamında ve hem de veri sunma kapsamında yer alabilir. Bir CBS'nin uzun hesaplamalara gerek kalmaksızın cevaplayabileceği soruların toplamı o CBS'nin "Sorgulama Uzayı" olarak adlandırılır ve bu uzayın gerek genişliği, gerekse cevap süre performansı büyük ölçüde verinin depolandığı mantıksal ve fiziksel coğrafi yapısının bir fonksiyonudur. Sorgulama uzayı sonuçta bir sorgu listesidir. Bu sorgulama tipleri şu gruplar altında toplanabilir:

- Grafikten veri tabanına sorgulamalar
- Veri tabanından grafiğe sorgulamalar
- Metrik sorgulamalar
- Topolojik sorgulamalar,
- Düzen sorgulamaları
- Veri tabanı sorgulamaları

Veri sunma bileşeni ise toplanan ve CBS içinde üretilen coğrafi verilerin raporlar, grafikler, haritalar, ekran görüntüleri, coğrafi veri ihraç dosyaları vb. pek çok şekillerde kullanıcılara sunulmasını kapsar. Veri toplama/aktarma bileşeninde de olduğu gibi büyük ölçüde teknolojiye bağımlı bu bileşen, yazılım firmalarının her gün yeni bir çözüm sundukları bir pazar görünümündedir.

Yukarıda kısaca açıklanan fonksiyonel bileşenlerden üzerinde en önemle durulması gereken coğrafi analiz'dir. Çünkü coğrafi analiz, CBS' yi benzerlerinden, özellikle bilgisayar destekli tasarım, bilgisayar destekli dijitalleştirme ve çizim ve bilgisayar destekli harita üretiminden ayırt eden en önemli fonksiyonel bileşendir. Bir CBS' yi CBS yapan en önemli unsurdur.

2.6.2 Teknolojik Bileşenler

Teknolojik bileşenler yukarıda sıralanan fonksiyonel bileşenleri kolaylaştıran donanım ve yazılım araçlarından ibarettir.

2.6.3 Organizasyonel Bileşenler

Bir CBS projesinin başarıya ulaşmasında organizasyonel bileşenler en az fonksiyonel ve teknolojik bileşenler kadar önemlidir. Bu bileşenler insan kaynaklarının yönetimi, kalite yönetimi, risk yönetimi, zaman yönetimi gibi proje yönetim konularının yanı

sıra organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir. (Batuk ve diğ., 1996)

Çalışmada, arazi kullanımı/örtüsü belirleme hiyerarşisi için CORINE (Coordination of Information on the Environment) kullanılmıştır. CORINE, çevre ile ilgili bilgilerin koordinasyonu anlamına gelmektedir.

Çevremiz ve doğal miras uygun şekilde yönetilirse, karar verme organları hem mevcut bilgi özetine, hem de biyosferin belli özelliklerinin tam ve olabildiği kadar güncel bilgisine ihtiyaç duymaktadır. Buna yönelik olarak, Avrupa Komisyonu programı CORINE'nin 3 amacı:

- Avrupa topluluğu üyelerinin önceliğini oluşturan belli konulara yönelik çevre durumunun derlenmesi,
- Verilerin derlenmesinin koordinasyonu ve üye ülkeler bazında veya uluslar arası düzeyde bilginin organizasyonu,
- Bu bilginin devamlı olması ve bu verilerin uyumunun garanti altına alınmasıdır.

Komisyonun çevre politikasının belirlenmesi için bu politikanın etkileri doğru olarak değerlendirilmeli, çevresel boyut diğer politikalarla uyum sağlamalı ve çevreye ilişkin farklı özellikler doğru anlaşılmalıdır. Bunlar:

- Kendine özgü çevrelerin durumu
- Doğal alanların durumu ve coğrafi dağılımı
- Yabani hayvan ve bitki türlerinin zenginliği ve coğrafi dağılımı
- Su kaynaklarının zenginliği ve kalitesi
- Arazi örtüsü yapısı ve toprağın durumu
- Toksik maddelerin miktarı ve çevreye atılması
- Doğal afetlerin envanteri, vb'dir.

CORINE programının ileri bir amacı ise, yıllardır çeşitli düzeylerde (Uluslararası, Avrupa Topluluğu ülkeleri, ulusal ve bölgesel) yapılan çevre ve değişimi hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak için birçok girişimi bir araya getirmektir. (Corine Land CoverTechnicalGuide,http://reports.eea.eu.int/COR0-part1/en/land_coverPart1.pdf).

3 UYGULAMA

3.1 Çalışma Alanı



Şekil 3.1: Türkiye'de Antalya ili sınırları (LANDSAT 7 mozaik)

Antalya'nın Gazipaşa, Alanya, Gündoğmuş, Manavgat, Akseki, İbradı, Serik, Korkuteli, Elmalı, Kemer, Kumluca, Finike, Demre, Kaş olmak üzere 14 ilçesi vardır. Çalışma alanı olan Kemer ilçesi (Şekil 3.1, Şekil 3.2) 36^0 45' 7" ile 36^0 26' 1" kuzey enlemleri ve 27^0 22' 23" ile 27^0 35' 17" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Kemer ilçesinin Çamyuva, Tekirova, Beldibi ve Göynük beldeleri vardır. İlçenin toplam alanı yaklaşık 480 000 dekardır.



Şekil 3.2: Antalya ili ve ilçeleri (LANDSAT 7 mozaik)

1910 yılında kurulan Kemer, Antalya iline 43 km. uzaklıkta Batı Toros Dağları'nın eteklerinde kıyı boyunca uzanan şirin bir yerleşim merkezidir. 52 km. uzunluğunda bir kıyı şeridine sahiptir. Kıyılarının bazı bölümleri oldukça girintili çıkıntılıdır. Yerleşim bölgeleri genellikle düzlüktür. Kemer ile ilgili araştırmalar bir Likya şehri olması ötesinde bilgi vermemektedir. Ancak yerli halktan edinilen bilgilere göre 1910'lu yıllarda Eski Köy adı ile anılan ilçe, Kemer Dağları'ndan gelen seller (Kızılcık Dağı) nedeniyle bir göl ve bataklık görünümüne bürünmüştür. Daha sonraları 1916-17 yıllarında buralarda yaşayan insanlar sel baskınlarından köyü korumak için dağların hemen eteklerine yaklaşık 23 km. uzunluğunda taş duvar örmüşlerdir. Daha sonraları buraya gelip yerleşen halk dağlarla köyü birbirinden ayıran bu örülü duvarı "KEMER"e benzettikleri için yörenin adı o zamandan beri Kemer diye anılır olmuştur. Yine o dönemlere ait bir rivayete göre "İspanyol" diye anılan bir salgın hastalık, burada oturan halkın çoğunun ölümüne neden olduğundan nüfus oldukça azalmış, ancak dışardan gelen yabancılar ve özellikle dağlarda yaşayan yörüklerin buraya inip yerleşmeleri ile köy tekrar bugünkü kalabalık nüfusa ulaşmıştır.

Güney Antalya Gelişim Projesi kapsamında Kemer İlçesi

Antalya ilinin özellikle kıyı bölgeleri hızla göç almakta ve turizme açılmaktadır. Tatil köyleri, otelleri ve yazlık/kışlık yerleşim birimleriyle Antalya'nın Kemer ilçesi de böyle dinamik bir bölgedir. 1960'lı yıllarda Antalya-Kemer arası karayolu olmaması ve sadece deniz yolu ulaşımı olması nedeniyle küçük bir köy olan ve

gelişemeyen Kemer, 1980'li yıllarda açılan karayolu nedeniyle hızla gelişmeye başlamıştır. Ayrıca 1980 sonrasında uygulanan turizme dayalı planlı bir gelişme amaçlı Güney Antalya Turizm Projesi kapsamında yol ve diğer altyapı değerlerine kavuşarak hızla gelişmiş ve bugün Türkiye'nin en gözde turizm merkezlerinden birine dönüşmüştür. Kemer ilçesi ile Kiriş, Tekirova, Çayova, Aslanbucak, Kuzdere, Beycik, Çamyuva, Göynük, Beldibi, Çıralı gibi belde ve köyleri, Antalya turizminde bu süreç içerisinde önemli yer tutan turizm alanları hâline gelmiştir.

Proje ilke ve hedeflerinde 1987 yılına dek bir sapma görülmemekte ancak 1988 yılında yapılan revizyon planı ile ilk kez büyük çapta bir revizyonun planlara yansıdığı ve temel kararları etkileyici değişiklikler olduğu saptanmaktadır. Yapılan bu revizyon plan ile tarım alanlarının bir bölümü otel ve tatil köyü kullanımına açılmış, Göynük'teki kamping alanları otel ve tatil köyleri olarak değiştirilmiş, Beldibi yöresinde daha önce turizm amaçlı kamu tesisleri kararı getirilen alanları konaklama ve günübirlik alanlar gibi yeni kullanım alanlarına dönüştürülmüştür.

Planda organize turizm gelişme alanı olarak tanımlanan Beldibi, Göynük, Kızıltepe, Tekerlektepe, Çamyuva, Tekirova bölgeleri için planlama aşamasında optimal işletme büyüklüğü topoğrafik ve mülkiyet analizi verileriyle hareket edilerek belirlenen 0.3 yapılaşma emsali ile plan kararları delinmiş, dolayısıyla arazi kullanım dengesinin bozulma ortamı yaratılmıştır. Bu dengenin bozulması ile birlikte çevrenin tahrip edilebileceği göz ardı edilmiştir. (Antalya Turizm İl Müdürlüğü, 1991)

Çevre Çekiciliği



Şekil 3.3: Kemer merkezi genel görünümü

Kemer'in başta gelen çekiciliklerinden birisi doğal güzelliğidir (Şekil 3.3). Dağlar denize dik uzandığı için sahil şeridinin ardından düz alan fazla olmayıp kısa mesafede orman ve dağlar başlamaktadır. Denizin berraklığı, ormanın yeşilliği ve deniz dalgalarının çam ağaçlarına kadar uzanması çekiciliğini arttırmaktadır. Beldibi beldesinden başlayarak Tekirova'ya kadar olan kıyının büyük bir bölümü doğal plajdır. Kemer merkezinde bulunan belediye plajı, yat limanı yanında bulunan Ayışığı plajı ve Faselis plajı gibi yerlerde rahatlıkla denize girmek, konaklama tesislerinin havuz ve plajlarından da yararlanmak mümkündür. Yakınında Faselis, Olimpos gibi antik şehirler bulunmaktadır. Kemer'den Faselis ve Olimpos'a denizden ve karadan ulaşmak mümkündür. Son yıllarda Söğüt Cuması, Altınyaka, Dereköy gibi yüksek yerlere safari turları da oldukça ilgi çekmektedir.

Kemer'de spor alanlarının yapılmasına devam edilmektedir. Tesislerin bünyesinde spor tesisi üniteleri de bulunmaktadır. Güney Antalya Gelişim Projesi'nde çok amaçlı spor tesisleri kompleksleri yer almaktadır. Ayrıca su sporları ve dalgıçlık olanakları da bulunmaktadır.

Antalya Ticaret Limanı'ndan başlayarak Çavuşköy (Adrasan) beldesine kadar olan saha "Olimpos Beydağları Sahil Milli Parkı"dır. Bu bölge içerisinde Topçam, Çaltıcak, Beldibi, Göynük, Kındılçeşme, Alacasu, Faselis ve Olimpos gibi günübirlik piknik yerleri ve dinlenme sahaları yer almaktadır. Kemer halkı genellikle yaz

aylarında Gödene Yaylası (Altınyaka), Yeşil Yaylası (Söğüt Cuması), Üçoluk Yaylası ve Belen Yaylası gibi yüksek kesimlere çıkmaktadır.

Kemer yat turizmi bakımından önemli bir yere sahiptir. Yaz ve kış aylarında çeşitli ülkelerden gelen yatların bir merkezidir. 1986 Nisan ayında resmen tüm hizmet birimleriyle devreye giren yat limanı (Park Marina) 100 karada, 200 denizde olmak üzere 300 yat kapasiteli olup, çeşitli üniteler ile 24 saat hizmet vermektedir. Kemer marinası Avrupa Çevre Eğitim Vakfı (FEEK) tarafından yürütülen Mavi Bayrak Kampanyası çerçevesinde 1993 yılında Mavi Bayrak ile ödüllendirilmiştir. Ayrıca Kemer (Merkez), Tekirova, Göynük, Beldibi, Çamyuva ve Kiriş sahilleri de Mavi Bayrak almaya hak kazanmıştır.

İklim

Genellikle Akdeniz iklimi egemendir. Yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı geçer. İlçenin kıyı şeridine kar yağmaz. Kuzeyinin dağlarla kaplı oluşu, ılık ve kuzey rüzgârlarına açık bulunması, kış aylarında dahi en soğuk günlerin genellikle 10 derecenin altına düşmemesine neden olur (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Kemer ilçesine ait iklim verileri
(Kemer Turizm Danışma Müdürlüğü, 2002)

AYLAR	SICAKLIK (ORT.^{0}C)	MAX. (^{0}C)	MİN. (^{0}C)	YAĞIŞ (mm)	GÜNEŞ (cal/cm^2)	NEM (%)
OCAK	9.9	23.9	4.3	238.5	5.9	68
ŞUBAT	10.5	25.9	4.6	166.3	5.4	68
MART	12.6	27.7	1.6	93.2	6.5	66
NİSAN	16.2	32.3	2.3	43.2	6.5	67
MAYIS	20.4	38.7	6.3	27.1	7.6	63
HAZİRAN	25.0	41.5	10.3	9.3	15.4	62
TEMMUZ	28.2	44.7	14.8	2.4	22.1	58
AĞUSTOS	27.8	44.6	13.6	2.1	23.4	60
EYLÜL	24.7	42.5	10.3	10.4	20.9	58
EKİM	19.9	38.7	2.9	61.8	3.0	62
KASIM	15.2	32.7	0.0	124.1	8.6	67
ARALIK	11.5	27.3	1.9	264.6	6.3	69

Tablo 3.2: Kemer ilçesine ait nüfus verileri

1975	**6276**
1980	**8155**
1985	**11 031**
1990	**23 263**
1997	**33 666**
2000	**55 092***
2001	**58 019***
2002	**62 595***
2003	**67 457***
2004	**72 606***
2005	**78 064***
2006	**83 843***
*Tahmini DİE kayıtları	

3.2 Kemer Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Belirleme Çalışmasında Kullanılan Veriler:

Çalışmada kullanılan çeşitli veriler tablo 3.3 ve tablo 3.4'te sunulmuştur.

1.Grup:

Tablo 3.3: Hava fotoğrafları ve tarihleri

Hava fotoğrafı	1981	1:20 000
Hava fotoğrafı	1992	1:40 000

2. Grup:

Tablo 3.4: 2. Uydu görüntüleri ve tarihleri

LANDSAT MSS	16.06.1975
LANDSAT TM	26.08.1987
LANDSAT TM	31.07.1995
ASTER	12.11.2001
IKONOS	08.09.2004

Çalışma iki ana başlığı içermektedir. Bunlardan ilki kentsel/kırsal değişimin saptanması ve arazi örtüsü/kullanımının tespiti olup, bu aşamada raster veri seti olarak çalışmada uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. LANDSAT uydusunun MSS verilerinin 60m. mekansal çözünürlüğe sahip olduğu dikkate alındığında, bu

veri setinden yola çıkılarak arazi sınıfları CORINE sınıflandırma sisteminin ancak 2. seviyesinde belirlenebilmiştir (Tablo 4.1).

Çalışmanın ikinci ana başlığını oluşturan kıyı arazi kullanımının tespitinde ise stereoskopik yorum yapmaya olanak tanıyan hava fotoğrafları kullanılmıştır. Yardımcı veriler olarak ise 1983 tarihli 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar, GPS verileri (Şekil 4.1) ve 1997 tarihli orman amenajman planından yararlanılmıştır.

Çalışmanın yürütülmesi yukarıda ifade edilen iki ana başlık doğrultusunda üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Bu aşamalar, CBS ve uzaktan algılama veri setlerinin hazırlanması, stereoskopik ve görsel analiz ve son alarak dijital görüntü işlemedir.

3.3 Kullanılan Yazılımlar ve Donanımlar

TNTmips®, tamamıyla entegre uzaktan algılama, Coğrafi Bilgi Sistemleri, üç boyutlu modelleme, veritabanı ve metin görüntüleme, düzenleme, analiz etme ve yorumlama yazılımıdır. TNT ürünlerinin en önemli özelliklerinden biri, farklı işlemlerin yapıldığı ayrı ayrı modüller yerine, her tür işlemi içeren tek bir modülden oluşmasıdır. (HAT A.Ş.,1996)

Esri ArcGIS, ArcGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile, haritalama, coğrafi analizler, veri editleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebilen entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır.

ArcGIS Desktop çok çeşitli kullanıcı tiplerinin gereksinimlerini yerine getirebilmek amacıyla kullanılabilir:

- ArcView çok kapsamlı veri kullanımı, haritalama ve analizler üzerine odaklanır.
- ArcEditor, ArcView yazılım özelliklerine ek olarak, gelişmiş coğrafi editleme ve veri üretimi sağlar.
- ArcInfo, çok kapsamlı CBS fonksiyonları ve çok zengin coğrafi işlemler içeren profesyonel bir yazılımdır.(www.esri.com)

ERDAS Imagine, güçlü ve ucuz bir görüntü haritalama ve gösterim aracı olan IMAGINE Essentials yazılımı, değişik tiplerdeki coğrafi verilerle görüntüleri bir araya getirip, bütün bu verileri bir haritalama projesinde organize etmek için tasarımlanmıştır. Bu özelliklere ek olarak IMAGINE Essentials yazılımı, geometrik

düzeltme, reprojeksiyon, görüntü analizleri, görüntüleme, vektör düzenleme, toplu işlem (batch processing) ve harita çıktısı hazırlama araçlarını geniş kapsamlı olacak şekilde sağlamaktadır. (http://www.islem.com.tr/)

Donanım Bilgileri

Çalışmanın ofis bölümünde Akdeniz Üniversitesi Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan Intel Pentium IV 2.60 GHz. İşlemci, 1 GB RAM. (400Mhz), 160 GB ATA HDD, Windows XP Pro. with Sp2, 19 inç monitor, 256 MB. ATI Radeon 9200 ekran kartı özelliklerine sahip bilgisayar kullanılmıştır.

4. METODOLOJİ

4.1 CBS ve Uzaktan Algılama Veri Setlerinin Hazırlanması

Araştırmanın yürütülebilmesi ve sağlıklı bir CBS oluşturma ve görüntü işleme için öncelikle veri setlerinin oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda Kemer ilçesinin tamamını kapsayan 9 adet topoğrafik harita bilgisayar ortamına aktarılmış ve jeoreferanslanmıştır. Bu işlem 1/25.000 ölçekli vektör formattaki harita pafta indeksinden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Jeoreferanslaması yapılan topoğrafik haritalardaki pafta kağıt yapısından oluşan hataların giderilmesi amacıyla, yeniden örnekleme işlemi yapılmıştır. Böylece diğer veri setlerinin jeoreferanslanması ve düşeye çevrilmesi için son derece gerekli olan temel altlık hazırlanmıştır. Bu aşamadan sonra, 1. grup verilerin, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri temeline uygun veri setleri olarak hazırlanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, 1981 ve 1992 yıllarına ait 1/20.000 ve 1/40.000 ölçekli hava fotoğrafları 600 dpi'lık tarayıcı ile raster formatta bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Dijital ortama aktarılan bu veriler, 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalardan ve arazide ölçülen GPS değerlerinden yararlanılarak jeoreferanslandırılmıştır (Şekil 4.1). Özellikle, hava fotoğraflarının jeoreferanslanması işleminde, yüksek arazilerde meydana gelen sapmaların mümkün olduğunca azaltılabilmesi amacıyla oldukça fazla kontrol noktası kullanılmıştır (Şekil 4.2, Şekil 4.4). Jeoreferanslaması tamamlanan hava fotoğrafları son olarak iki sıralı polinom yöntemine göre yeniden örneklenip düşeye çevrilmiştir (Şekil 4.3). Çalışmanın bu aşamasında 1 m. mekansal çözünürlüğe sahip IKONOS uydu verilerinin de jeoreferanslaması yapılmış ve aynı verilerde, hava fotoğraflarında olduğu gibi işlemler gerçekleştirilerek düşeye çevirme işlemleri tamamlanmıştır. Görüntülerin jeoreferanslandırma işlemi ve yeniden örnekleme aşaması TNTmips görüntü işleme ve coğrafi bilgi sistemleri programı ile yapılmıştır.

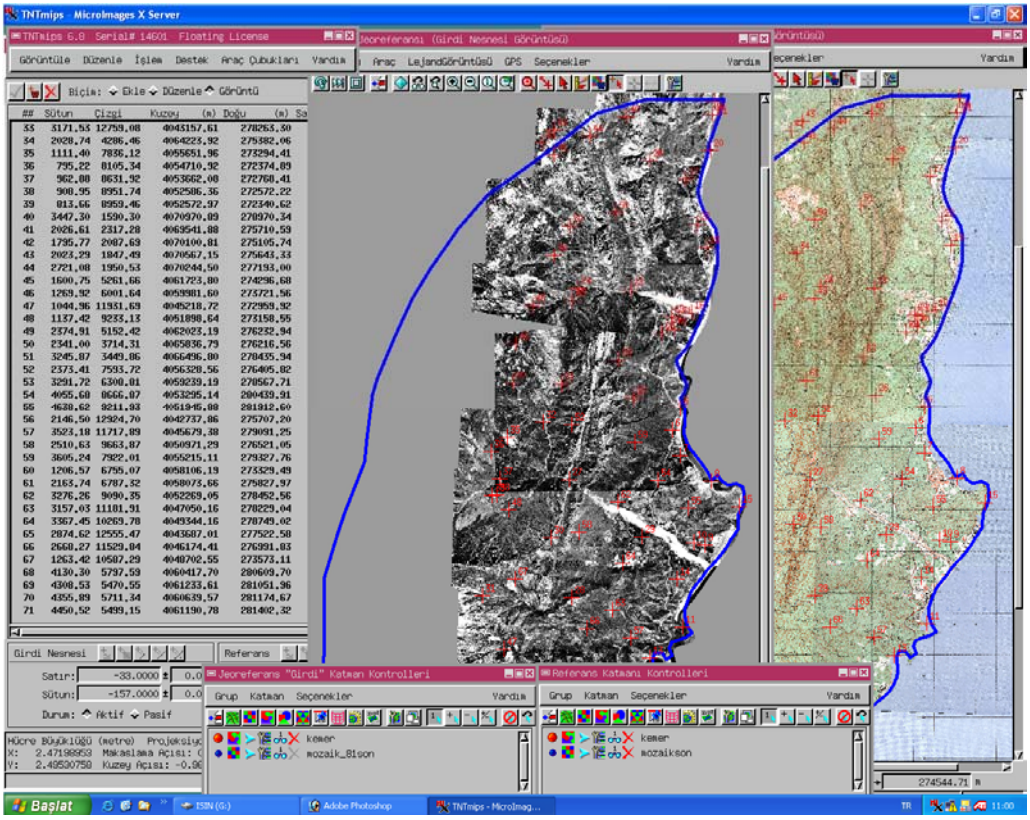
4.2 GPS Okumaları

Jeoreferans noktalarının doğruluğunu arttırmak amacıyla seçilen GPS noktalarının bir kısmı krokide gösterilmiştir (Şekil 4.1).

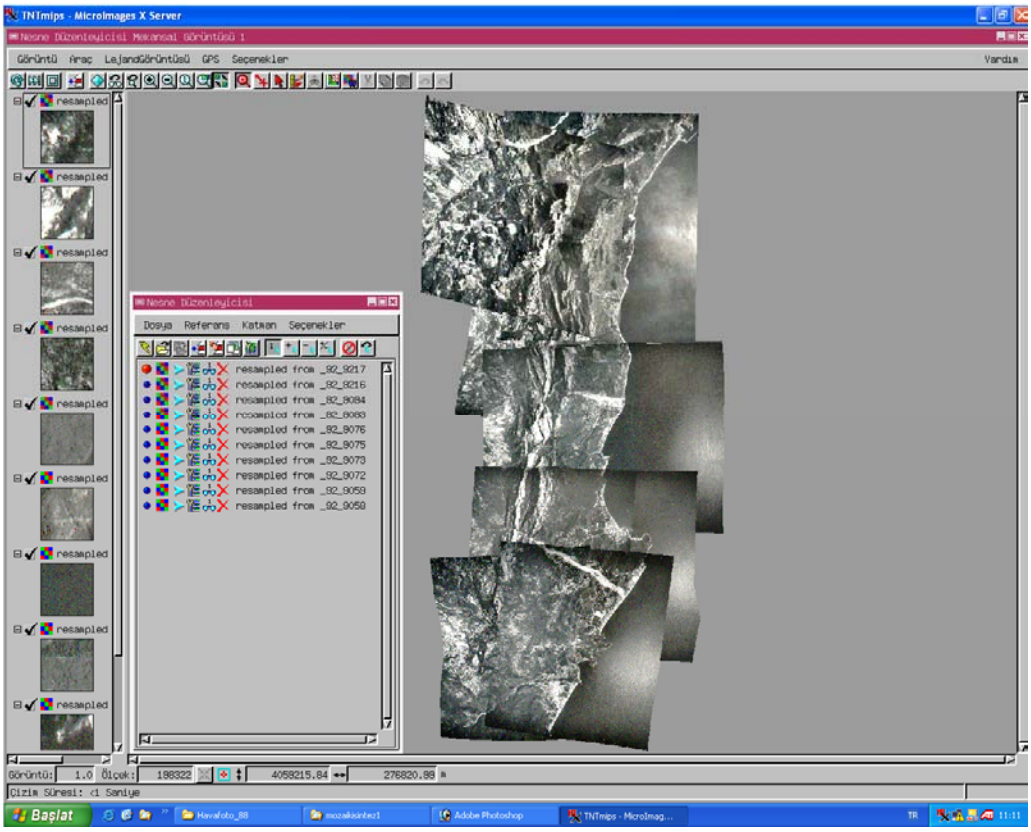


Şekil 4.1: Kemer merkezinde seçilen GPS noktaları

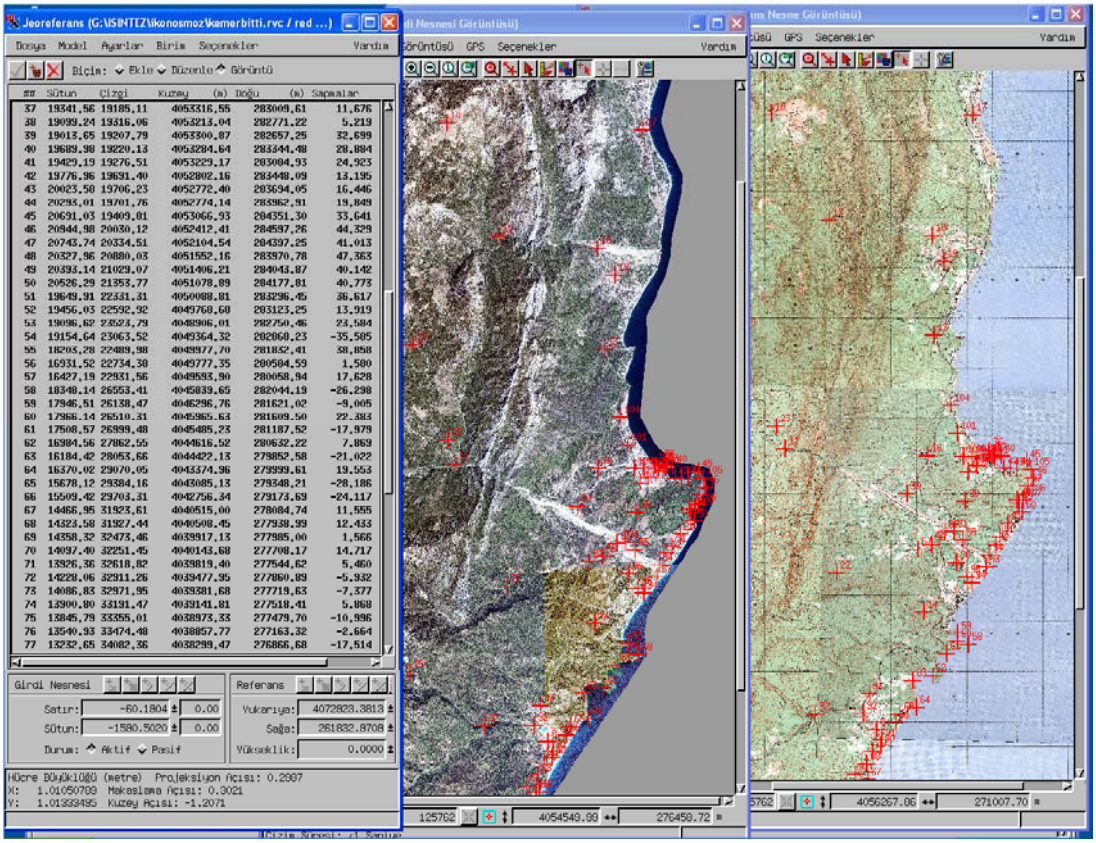
Çalışmada kullanılan GPS, Magellan Platinum Meridian V. 4.06 WAAS EUM_Land-1.00'dir. Magellan Platinum'un en belirgin teknik özelliği ise 12 GPS uydusunu birlikte takip edebilmesi ve U.S Wide Area Augmentation System (WAAS) özelliğinin olmasıdır. Meridian Platinum 3 metre ve daha iyi doğrulukta veri alma imkanına sahiptir (Magellan, www.magellangps.com).



Şekil 4.2: Hava fotoğraflarının jeoreferanslanıp mozaiklenmesi



Şekil 4.3: Hava fotoğraflarının yeniden örneklenerek mozaiğe hazırlanması.



Şekil 4.4: IKONOS görüntüsünün jeoreferanslanması

Ayrıca Kemer ilçesinin 1981 ve 1992 yıllarına ait hava fotoğrafları stereoskopik olarak yorumlanıp arazi kullanım sınıfları belirlenmiştir. Şekil A.1'de 1981 yılında belirlenen sınıflara ait vektör veriler hava fotoğrafları üzerinde açılarak verilmiştir. Şekil A.2'de ise 1992 yılına ait arazi kullanımı sınıfları vektör veriler olarak 1987 yılına ait uydu görüntüsü üzerinde gösterilmiştir. IKONOS görüntüsünden de arazi kullanım sınıfları görsel yorumlama ile belirlenerek çizilmiştir. Bu sınıfların CORINE sınıflandırma sistemine göre 2. seviyeye kadar belirlenebileceği tesbit edilmiştir (Tablo 4.1). Çalışmanın bu aşamaları ArcGIS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.1: CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi (http://reports.eea.eu.int/COR0-part1/en/land_coverPart1.pdf)

Seviye1	Seviye2
1.Yapay Yüzeyler	1.1 Kentsel doku*
	1.2 Endüstri, ticaret ve ulaşım birimleri
	1.3 Maden ocağı, çöplük ve inşaat alanları
	1.4 Tarımsal olmayan yapay yeşil alanlar
2.Tarım Alanları	2.1 Ekili alanlar*
	2.2 Sabit ürünler*
	2.3 Doğal otlaklar
	2.4 Karışık tarım alanları*
3.Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	3.1 Ormanlar*
	3.2 Çalılık ya da otsu doğal alanlar
	3.3 Seyrek bitkili ya da bitkisiz açık alanlar*
4.Sulak Alanlar	4.1 Karasal sulak alanlar*
	4.2 Kıyı sulak alanları
5.Su Alanları	5.1 Karasal sular
	5.2 Deniz suları
* Çalışmada kullanılan arazi örtü tipleri	

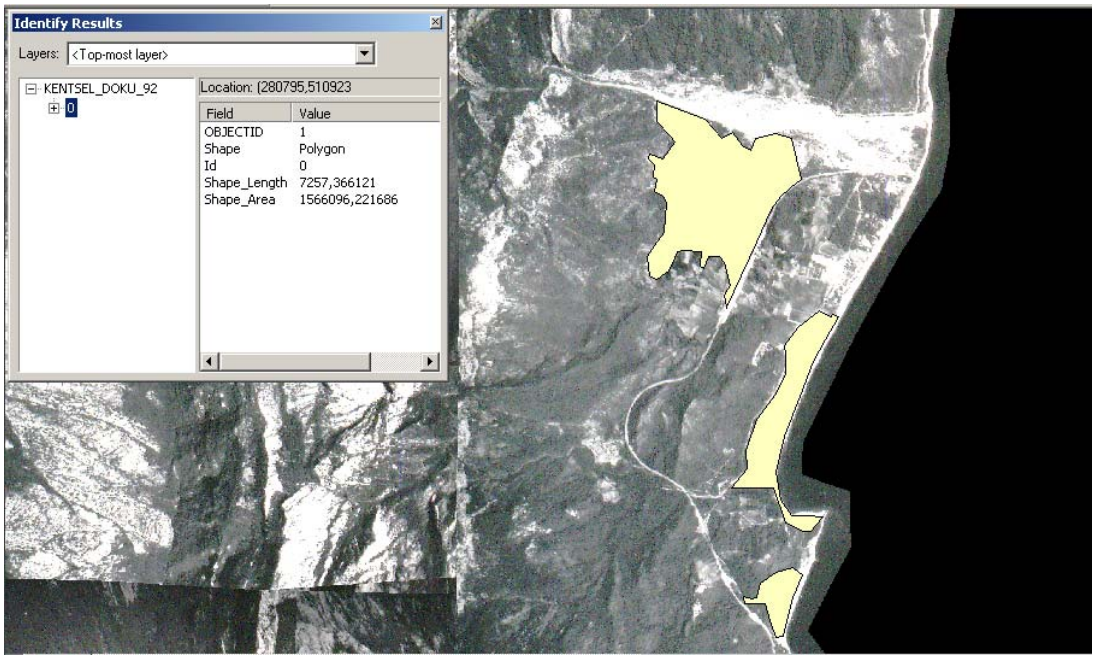
4.3 Stereoskopik ve Görsel Analiz

Bu aşamada, kentsel değişimin ve dönüşümün yıllara göre değişiminin ortaya konulabilmesi amacıyla, 1981 yılına ait 1/20 000 ölçekli ve 1992 yılına ait 1/40 000 ölçekli hava fotoğrafları aynalı stereoskop ile stereo olarak yorumlanmıştır. Böylelikle çalışma alanındaki arazi kullanımı sınırları belirlenmiştir. 2004 yılına ait arazi kullanımı ise, 1m. mekansal çözünürlüklü IKONOS görüntüsünün bilgisayar ortamında görsel analizi ile belirlenmiştir. Daha sonra, hem stereoskopik, hem de görsel analizlerden elde edilen veriler ArcGIS ortamında ve vektör formatında *.shp dosyası olarak saklanmış ve *.shp dosya formatı, uzunluk ve alan bilgilerinin sorgulanmasına olanak tanıyan "Personal Geodatabase Feature Class" formatına

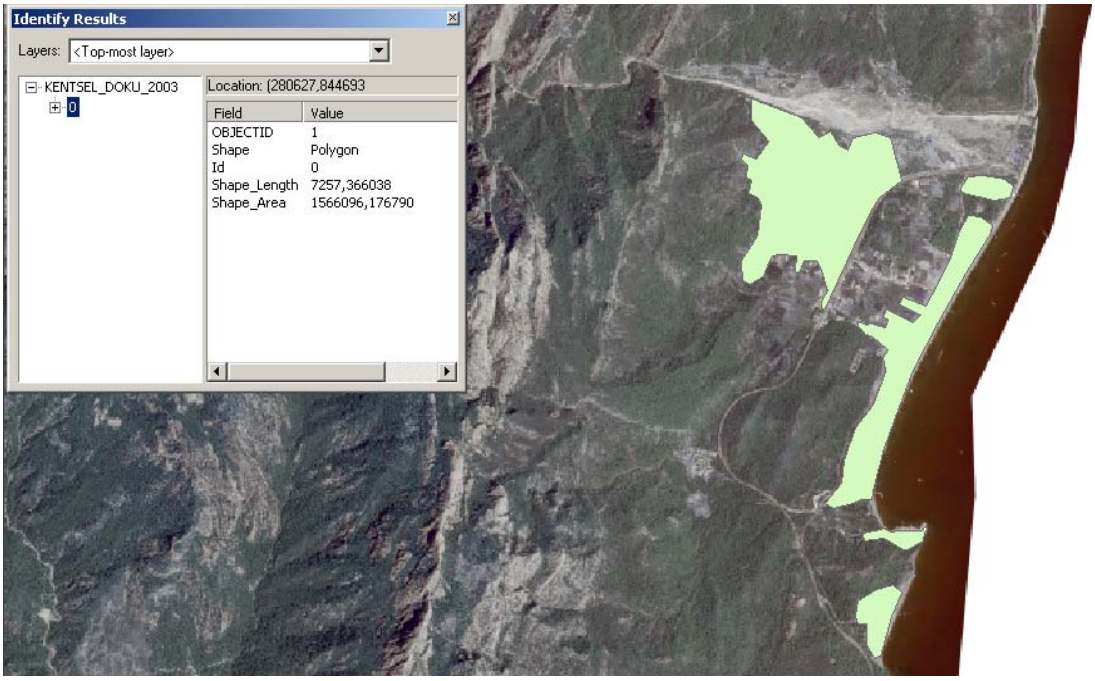
dönüştürülmüştür (Şekil 4.5, Şekil 4.6, Şekil 4.7). Sadece sahil şeridini kapsaması dolayısıyla hava fotoğrafları ile sadece kentsel doku incelenmiştir.



Şekil 4.5: ArcGIS programında 1981 yılına ait "Kentsel Doku" uzunluk ve alan sorgulaması.



Şekil 4.6: ArcGIS programında 1992 yılına ait "Kentsel doku" uzunluk ve alan sorgulaması.



Şekil 4.7: 2003 yılına ait "Kentsel Doku" uzunluk ve alan sorgulaması.

4.4 Dijital Görüntü İşleme

Kemer ilçesi'nde 1975 yılından 2004 yılına kadar kentsel/kırsal değişimin ortaya konulmasında ve arazi örtüsünün/kullanımının saptanmasında düşük mekansal çözünürlüklü uydu verilerinden de yararlanılmıştır. Bu aşamada öncelikle 1975 tarihli LANDSAT MSS, ardından 1987 ve 1995 tarihli LANDSAT TM görüntüleri kontrollü ve kontrolsüz olarak sınıflandırılmıştır. 1. grup veriler bu aşamada yardımcı veriler olarak kullanılmıştır.

Dijital görüntü işleme Erdas IMAGINE programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma işleminden önce görüntülere görüntü zenginleştirme işlemi uygulanmıştır. Bunun için önce histogram eşitleme, standart sapma strech işlemleri uygulanmıştır. Bunun yanısıra gerekli görülen parlaklık/kontrast ayarları da yapılmıştır.

Kontrolsüz sınıflandırma işleminde arazi kullanımındaki değişimin belirlenmesinde sıklıkla yararlanılan ISODATA yöntemi kullanılmıştır. Ancak kontrolsüz sınıflandırmada özellikle kentleşme alanlarının dağlık arazinin karlı zirveleriyle, orman alanlarının ve seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlarının ise tarım alanları ile karıştığı gözlenmiştir. Dağlık arazide mevcut olan gölge etkisi de sınıflandırma doğruluğunu etkilemiştir.

Bu değerlendirmelerden sonra kontrollü sınıflandırma uygulamalarına geçilmiştir. 1975 tarihli LANDSAT MSS görüntüsünün kontrollü sınıflandırması yapılırken arazi kullanım sınıfları 2. seviyeye kadar belirlenen 1981 yılına ait hava fotoğrafları yardımcı veriler olarak kullanılmıştır. 1987 tarihli LANDSAT TM değerlendirilirken ise 1992 tarihli hava fotoğrafları yardımcı veriler olarak seçilmiştir. Sınıflandırma için kontrol bölgeleri belirlenirken MSS görüntüsü için 4-2-1, TM görüntüleri içinse 4-5-3 band kombinasyonu seçilmiştir. Bu band kombinasyonu seçilmeden önce her bandın histogramları incelenerek, arazi kullanım alanlarını en iyi ayırt edebilen bandların bunlar olduğuna karar verilmiştir. Ancak sınıflandırmada daha iyi sonuç verdiği için termal band hariç tüm bandlar sınıflandırmaya sokulmuştur. Kontrollü sınıflandırmada önemli bir aşama, sınıf isimlerinin belirlenmesidir. Sınıflandırma işleminden geçirilecek olan alanın kaç sınıfa ayrılmasının hedeflendiği ve bu sınıfların neler olduğu tasarlanmalıdır. Bu çalışmada sınıfların ayırt edilebirliği kontrolsüz sınıflandırma ile incelenmiş, sınıf isimleri ise CORINE programına göre uyarlanmıştır. CORINE arazi örtüsü projesi CORINE programının bir parçasıdır ve Avrupa Birliği'ne üye 12 ülkeye ait bölgesel, tutarlı veri sağlamak için tasarımlanmıştır. (http://www.ecgis.org/document.cfm?id=426&db=document). Avrupa ülkelerinde her seviyede arazi kullanımı ve arazi örtüsü tesbiti bu yönteme göre yapılmaktadır.

Kontrollü sınıflandırma işleminde "en çok benzerlik" yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem benzer araştırmalarda çoğunlukla kullanılan bir yöntem olup bir pikselin belli bir sınıfa atanma olasılığına dayanmaktadır (Beaudoin ve diğ.,1997). Yeğingil 1992'e göre bu yöntemle sınıflandırma işleminde, piksellerin parlaklık değerlerinin yanısıra, her sınıf için ayrım oluşturacak varyans-kovaryans matris değerlerine göre de işlem yapılıyor olması, yöntemin güvenilirliğini önemli ölçüde arttırmaktadır (Kuşçu, 2005).

Ayrıca en çok benzerlik yönteminde arazi örtüsü cisimlerinin her birinin normal dağılım eğrisine sahip olduğu varsayılmaktadır. Bölgedeki örtü çeşitlerinin histogramlarının bu özelliğe sahip olduğu görülmüş ve yöntemin elverişli olduğu saptanmıştır.

Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma çalışmalarının ileri aşamalarında orman gençleştirme alanlarının sabit ürünlerle, yani narenciye bahçeleriyle karıştığı gözlenmiştir. Bu alanlar bölgedeki arazi örtüsünü iyi tanıyan ormancı ve ziraatçi

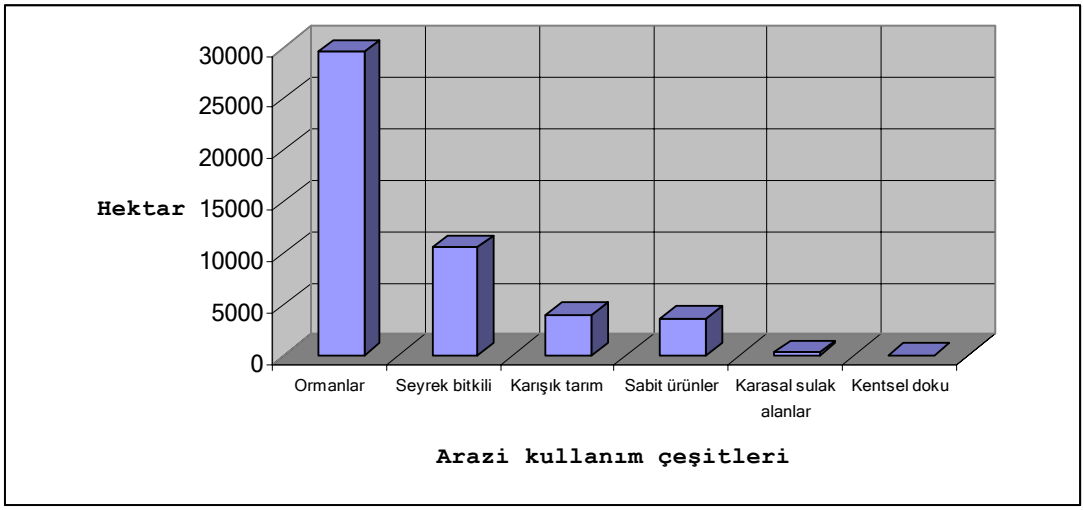
araştırmacıların yardımıyla belirlenmiştir. 1975 yılına ait MSS görüntüsüyle yapılan sınıflandırmada ise sabit ürünlerle ormanlar karışmıştır (Şekil A.3)

Kontrollü sınıflandırma ile elde edilen 1975 yılına ait sonuçlar Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: 1975 yılına ait LANDSAT MSS görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları

Arazi kullanım çeşitleri	*Kapladığı alan (ha)*	*Alan yüzdesi (%)*
(1) Ormanlar	29584.22	61.6
(2) Seyrek bitkili ya da bitkisiz açık alanlar	10559.19	21.9
(3) Karışık tarım alanı	3974.24	8.3
(4) Sabit ürünler	3587.38	7.5
(5) Karasal sulak alanlar (dereler)	293.97	0.6
(6) Kentsel doku	1	0
Toplam	48000.00	100

Bu alanlara ait verilerin grafiksel dağılımı Şekil 4.8'de sunulmuştur.



Şekil 4.8: 1975 yılına ait arazi örtüsü/kullanımının grafik gösterimi

1975 yılında kentsel doku tesbit edilememiştir (Tablo 4.2). 1987, 1995 yıllarına ait LANDSAT TM görüntülerinde ise "kentsel doku" karla kaplı alanlarla karıştığı için, "Region of Interest" alanları olarak tanımlanarak görüntüden çıkarılmış, alansal değerleri ayrıca hesaplanmıştır. ROI alanları belirlenirken 1987 görüntüsü, 1992

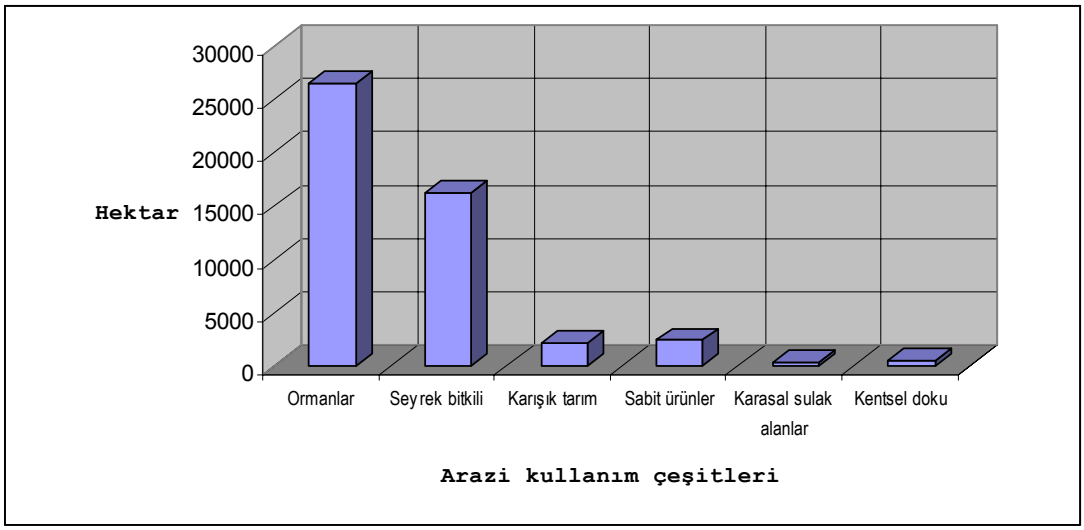
hava fotoğraflarıyla birlikte değerlendirilmiştir. 1995 görüntüsünde ise, 1992 hava fotoğrafları, 1987 ve 1995 TM görüntüleri birlikte değerlendirilerek belirlenmiştir.

Kontrollü sınıflandırma sonucunda elde edilen 1987, 1995 ve 2004 yıllarına ait sonuçlar Tablo 4.3, Tablo 4.4 ve Tablo 4.5'te gösterilmiştir. 1987 ve 1995 yıllarına ait kontrollü sınıflandırma sonuç görüntüleri Şekil A.4 ve Şekil A.5'de, 2004 yılına ait görsel yorumlama sonucu ise Şekil A.6'da sunulmuştur.

Tablo 4.3: 1987 yılına ait LANDSAT TM görüntüsünün arazi kullanımı amaçlı kontrollü sınıflandırma sonuçları

Arazi kullanım çeşitleri	***Kapladığı alan (ha)***	***Alan yüzdesi (%)***
(1) Ormanlar	26485.88	55.2
(2) Seyrek bitkili ya da bitkisiz açık alanlar	16226.47	33.8
(3) Karışık tarım alanı	2117.54	4.4
(4) Sabit ürünler	2409.79	5.0
(5) Karasal sulak alanlar (dereler)	297.45	0.6
(6) Kentsel doku	462.87	1.0
Toplam	48000.00	100.0

Tablo 4.3'e ait grafik Şekil 4.9'da sunulmuştur.

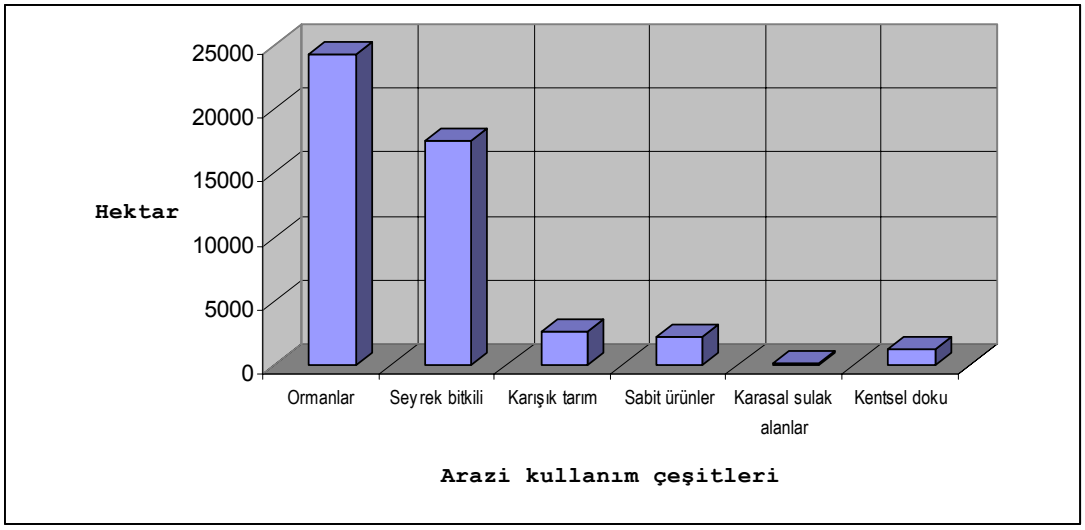


Şekil 4.9: 1987 yılına ait arazi örtüsü/kullanımı grafik gösterimi

Tablo 4.4: 1995 yılına ait LANDSAT TM görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları

Arazi kullanım çeşitleri	*Kapladığı alan (ha)*	*Alan yüzdesi (%)*
(1) Ormanlar	24274.46	50.6
(2) Seyrek bitkili ya da bitkisiz açık alanlar	17567.91	36.6
(3) Karışık tarım alanı	2601.25	5.4
(4) Sabit ürünler	2248.40	4.7
(5) Karasal sulak alanlar (dereler)	107.98	0.2
(6) Kentsel doku	1200	2.5
Toplam	48000.00	100

Tablo 4.4'e ilişkin grafik Şekil 4.10'da sunulmuştur.



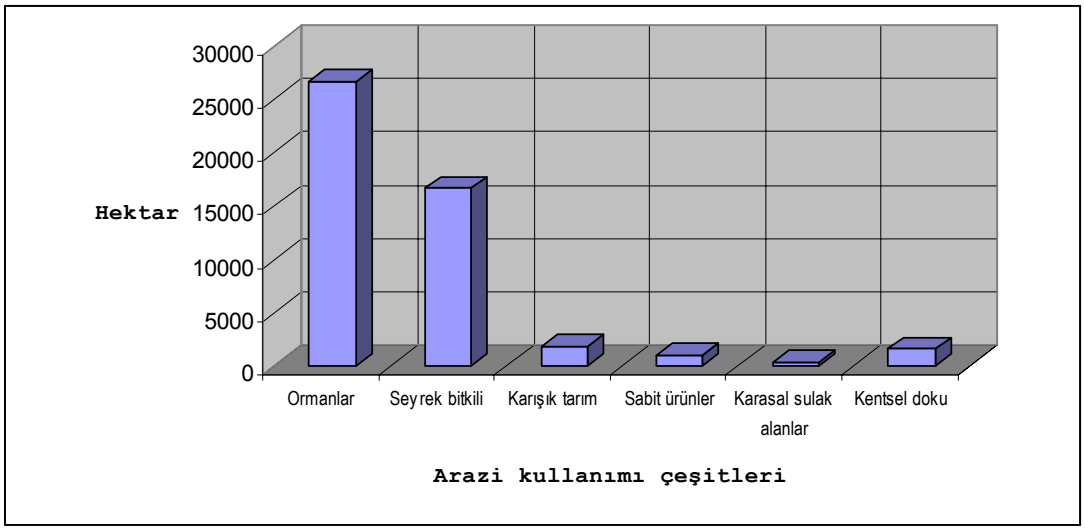
Şekil 4.10: 1995 yılına ait arazi örtüsü/kullanımının grafik gösterimi

1995 yılında karasal sulak alanların azalması, tamamen görüntünün spektral yansıtım değerlerinin o dönemdeki kaydı ile ilgilidir. Görsel yorumlamada böyle bir azalma gözlenmezken bilgisayar otomasyonuna dayalı kontrollü sınıflandırmada seyrek bitkili veya bitkisiz açık alanlarla karışmaktadır. Derelere ait "aoi" alanlarının arttırılması ile de bu sorun çözülememiştir.

Tablo 4.5: 2004 yılına ait IKONOS görüntüsünün görsel yorumlama sonuçları

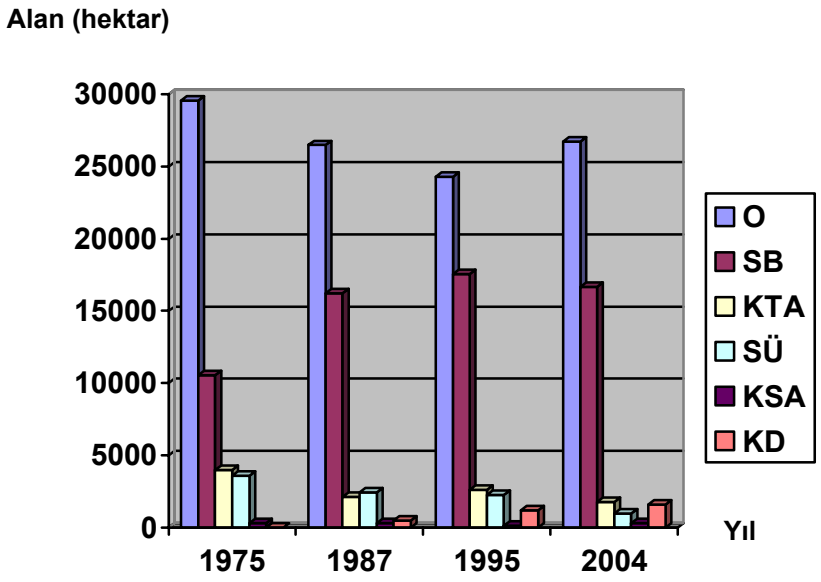
Arazi kullanım çeşitleri	*Kapladığı alan (ha)*	*Alan yüzdesi(%)*
(1) Ormanlar	26725.46	55.7
(2) Seyrek bitkili ya da bitkisiz açık alanlar	16670.99	34.7
(3) Karışık tarım alanı	1769.58	3.7
(4) Sabit ürünler	965.24	2.0
(5) Karasal sulak alanlar (dereler)	302.00	0.6
(6) Kentsel doku	1566.73	3.3
Toplam	48000.00	100.0

Tablo 4.5'in verileriyle çizilen grafik Şekil 4.11'de sunulmuştur.



Şekil 4.11: 2004 yılına ait arazi örtüsü/kullanımının grafik gösterimi

Uydu verilerinin değerlendirilmesi sonucunda elde edilen alanların yıllara bağlı değişim grafiği Şekil 4.12'de sunulmuştur.

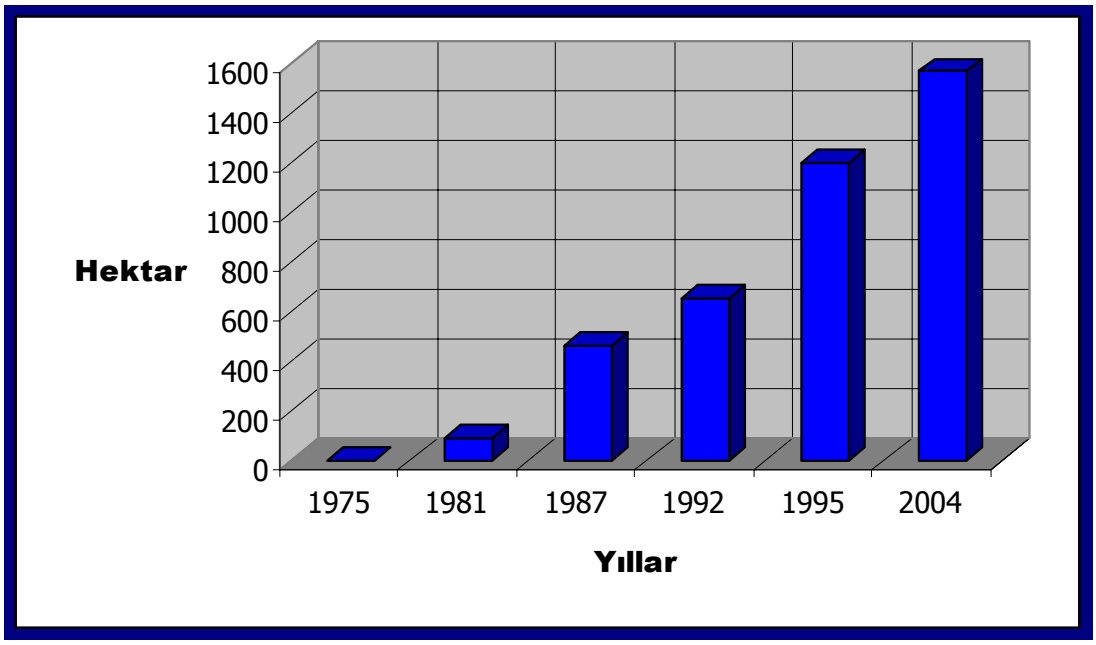


O: Ormanlar
SB: Seyrek bitkili veya bitkisiz açık alanlar
KTA: Karışık tarım alanları
SÜ: Sabit ürünler
KSA: Karasal sulak alanlar
KD: Kentsel doku

Şekil 4.12: 1975, 1987, 1995 ve 2004 yıllarına ait değişim grafiği

Daha önce bahsedildiği gibi Kemer'in sahil kesimindeki arazi kullanımı, hava fotoğraflarının 3 boyutlu yorumlanması ile belirlenmiştir. Ancak çok incelikli yapılan jeoreferanslama işlemleri sonucunda bu fotoğraflar kullanılabilmiştir. Bu arazi kullanımına ait vektörler uydu verileri üzerine oturtulduğunda jeoreferanslamanın oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Uydu görüntülerinin üzerine oturtulan arazi kullanımına ait vektörler, spektral yansıtım değerleriyle yapılan değerlendirme ile bağlantılı olarak çok iyi sonuçlar vermiştir. Ancak uydu verilerinden farklı olarak hava fotoğrafları sadece sahil kesimini içerdiği için arazi kullanımı değişimi sadece sahil şeridindeki kentsel yapının değişiminin izlenmesi için kullanılmıştır. Elde edilen rakamlar ise, 1981 için 91.60 ha iken, 1992 için 654.97 ha'dır.

Kentsel dokunun izlenmesi ise 1975, 1981, 1987, 1992, 1995 ve 2004 yıllarına ait olmak üzere uydu ve hava fotoğraflarına ait verilerden elde edilen sonuçlar ile gerçekleştirilmiş ve buna ait grafik Şekil 4.13'te sunulmuştur.



Şekil 4.13: Farklı periyotlarda alınan verilerle belirlenen "Kentsel doku" değişimi

Ayrıca çalışmada 12.11.2001 tarihli ASTER uydusundan elde edilen görüntü yardımıyla bir 3 boyutlu model elde edilmiştir. Bu model ASTER uydusunun 15 metre çözünürlüklü algılayıcıları tarafından alınan nadir (düşey) ve backwards (geri) görüntülerinin fotogrametrik yorumlanması sonucu elde edilmiştir (Şekil A.7).

Bulunan bu değerlere göre orman alanları 1975 yılında toplam alanın %62'sini kapsayarak arazi örtüsünün çoğunluğunu oluşturmaktadır. 1987 tarihinde ise %55'lik bir alanı kapsamakta ve aynı özelliği sürdürmektedir. 1975 yılından 1987 yılına kadar olan arazi kullanım ve arazi örtüsü değişimlerine bakılacak olursa, rakamlar şöyle sıralanabilir: Ormanlarda %10'luk bir azalma, seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlarda %54'lük bir artma. Seyrek bitkili ve bitkisiz alanda şaşırtıcı olarak bu kadar farklı çıkan değerde uydu mekansal çözünürlüğündeki 30m.lik değişimin (60m.den 30m.ye olan düşüşle çözünürlükteki iyileşme) etkisi olduğu söylenebilir. Orman örtüsündeki detaylar ortaya çıkmakta ve program, karışık piksellerin ayırımını başarabilmektedir. Karışık tarım alanlarında %47, sabit ürünlerde ise %33 oranında bir azalma tesbit edilmiştir. Karışık tarım alanları ile kastedilen genellikle kuru tarım yapılan alanlardır, yani buğday, arpa, yulaf, çavdar ve susam gibi. Bu alanlarda hasat yapıldığında veya tarla nadasa bırakıldığında toprak örtüsüyle kaplı olduğu için seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlarla karışması muhtemeldir. Sabit ürünlerin ise, 1975 yılına ait görüntüde çözünürlüğün düşük olması sebebiyle orman örtüsü ile karıştığı gözlenmiştir. Yine bu yıllarda, kentsel

dokuda ise % 46187 oranında bir artış tesbit edilmiştir. Bu kentsel gelişimin, Antalya ve Kemer arasında açılan karayolu ile bağlantılı olarak arttığı ve Kemer'in keşfedilmeye başlanmasıyla ticaret ve turizmin kıpırdanmaya başlamasının etkili olduğu tahmin edilmektedir. 1995 yılında orman örtüsü toplam alanın %51'ini oluşturmaktadır. 1987 yılı ile 1995 yılına ait verilerde, aynı algılayıcıdan alınan görüntüler olması sebebiyle belli bir tutarlılık gözlenmektedir. 1995 yılına ait veriler 1987 yılı ile karşılaştırıldığında ise orman örtüsünde %8 oranında azalma, seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlarda %8 oranında artma, karışık tarım alanlarında %23'lük artma, sabit ürünlerde %7'lik azalma, karasal sulak alanlarda sınıflandırma hatasına bağlı olarak %64'lık azalma, karasal sulak alanlarda, görsel yorumlamaya dayanılarak elde edilen düşüşün normal olmadığı belirlenmiş ve "area of interest" (aoi) alanları arttırılarak daha sağlıklı bir sonuca ulaşılmak istenmiş ancak bu durumda da nehirin seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlar ile karışarak piksel sayısında normalin üzerinde bir artış tesbit edildiği için bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Son olarak bu yıllara ait kentsel dokuda ise %159'luk bir artma tesbit edilmiştir. Kentin şehirleşme trendinin devam etmekte olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan verilerden günümüze en yakın olan 2004 IKONOS görüntüsünde görsel yorumlama tekniği ile arazi kullanım alanları belirlenmiştir (Şekil A.6). Bu yılda orman alanları azalma eğiliminden artma eğilimine geçmiş, 1995 yılına göre %10 artış göstermiştir. Toplam alana göre yüzdesi ise 56'dır. Yüksek çözünürlüklü verilerde seyrek bitkili veya bitkisiz açık alanların ormanlardan ayırdedilmesi uzmana bırakıldığı için, yapılan poligonal çizimler ve orman yangınları ile açılan bölgelerin ormana geri kavuşması ve orman yangınları ile yok olan alanların yeniden yeşillendirilmesi bu artışın sebepleri olarak sıralanabilir. Diğer arazi örtü tiplerindeki değişim ise 1995 yılına göre şöyle sıralanmaktadır: Seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlarda % 5 azalma, karışık tarım alanlarında %32 azalma, sabit ürünlerde %57 azalma, kentsel dokunun artmasıyla birlikte tarım alanlarında azalma görülmektedir. Karasal sulak alanlarda %180 artma, kentsel dokuda ise %31 artma tesbit edilmiştir.

Kemer ilçesinin kentleşme açısından değişiminden çıkacak sonuçlar, DİE nüfus kayıtları (Tablo 3.2) ile de değerlendirilebilir. Bu kayıtlara göre 1980 yılından 1990 yılına kadar nüfus %185 oranında artarken 1981'den 1992'ye kadar kentleşme görülen bölgenin alanı %3024 oranında artmıştır. Bu yıllarda Kemer'in turizm açısından hızlı bir büyüme gösterdiğini söyleyebiliriz. 1980'li yıllarda Antalya-

Kemer karayolunun açıldığı gözönüne alınacak olursa bu değişimin sebebi daha iyi anlaşılabilir. Yine, 1990 yılından 2004 yılına kadar nüfus %212 oranında artarken 1992 yılından 2004 yılına kadar kentleşme %147 oranında artmıştır.

4.5. Doğruluk Analizleri

Son olarak, sınıflandırılan uydu görüntülerinin doğruluk analizleri yapılmıştır. Doğruluk analizlerinde, sınıflandırılmış görüntü, yer gerçekleri bilinen referans görüntüsü ile karşılaştırılır. Bu çalışmada geçmiş yıllara ait görüntüler sınıflandırıldığı için, doğruluk analizi, sınıflandırılmış görüntü ile orijinal görüntünün spektral karakteristikleri karşılaştırılarak yapılmıştır. Doğruluk analizi raporlarında sınıf sayısı büyüklüğünde köşegen ve kare bir matris elde edilmiştir. Bu matrisin köşegen değerleri, referans veriyle uyuşumlu olan sınıflandırma değerlerini göstermektedir. Bu çalışmada referans değeriyle karşılaştırma yapmak için 250 adet nokta seçilmiştir. Her sınıf için 50 adet olarak hesaplanmıştır ancak program bunları arazi kullanım sınıfının kapladığı alana göre dağıtmıştır.

Kappa katsayısı ise Cohen (1960) tarafından bulunmuştur. Maingi ve Marsh (1992)'e göre Kappa uzaktan algılama görüntülerinden yararlanılarak tesbit edilen, arazi örtüsü ve arazi kullanımı bilgilerinin doğruluk değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu ölçümde matris içindeki yalnız diagonal elemanlar değil, tüm elemanlar kullanılmaktadır.

Jensen (1996)'e göre bu hata matrisinin sütunları referans verileri, satırları ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil etmektedir. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistiksel olarak analiz edilmektedir. 0 ile 1 arasında değişen 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. (Kuşçu, 2005).

Her bir görüntü için bulunan Kappa değerleri ve toplam doğruluk değerleri şu şekildedir:
1975 yılı toplam doğruluk: %93.60. Toplam Kappa değeri: 0.9270.
1987 yılı toplam doğruluk: %93.60. Toplam Kappa değeri: 0.9268.
1995 yılı toplam doğruluk: %89.20. Toplam Kappa değeri: 0.8724.

Her sınıfa ait üretici ve kullanıcı doğruluğu ve Kappa değerleri, doğruluk analizi raporlarında Ek 8, Ek 9 ve Ek 10'da sunulmuştur.

5. SONUÇLAR

Yeryüzünün belirli bölgelerinin arazi örtüsü/arazi kullanımının belirlenmesinde ve/veya değişimlerinin analizinde uydu görüntülerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada, yüksek mekansal çözünürlüklü ve çok spektrumlu uydu verilerinden birlikte yararlanılmıştır. Antalya'nın Kemer ilçesinin yaklaşık 30 yıllık arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimi farklı zamanlarda elde edilen çok spektrumlu uydu görüntüleri ile izlenmiştir.

Buna göre, ilçede 1975 yılından 2004 yılına kadar en yaygın görülen arazi örtüsü tipi ormanlardır. 1975 yılından 1995 yılına kadar ormanlık alanlar azalma göstermesine rağmen bu özellik değişmemiştir. Daha sonra, 1995 yılından 2004 yılına kadar geçen zaman içinde ormanlık alanlar bir miktar artmış, 29 yıllık süreç içinde %10 azalmıştır. İlçede yer alan ormanların genel anlamda azalmamasındaki en önemli etken, bu alanların bir kısmının milli park olarak koruma altına alınmış olmasıdır. Olimpos Sahil Milli Park'ı 1972 tarihinde milli park olarak ilan edilmiş, 1998'de ise daraltılarak sınırları yeniden belirlenmiştir. Diğer taraftan, seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlar ise ormanların azaldığı dönemde artış göstermiştir. Nitekim 1975 yılından 2004 yılına kadar geçen zaman içinde %58 oranında genel bir artış saptanmıştır. Yine 29 yıl aralığında tesbit edilen, sabit ürünlerdeki azalma ise %73'tür. Kemer'in özellikle sahil kesiminde bulunan narenciye bahçelerinin birçoğu yok edilerek tatil köyü ve otellere dönüştürülmüştür. Yine aynı tarihler arasında karışık tarım alanlarında ise %56 oranında bir azalma saptanmıştır. Tarım İlçe Müdürlüğü'nden alınan bilgiler de Kemer'de yaygın olarak yapılan domates, patlıcan, biber, susam gibi ürünlerin yetiştiriciliğinin oldukça düştüğü ve beldelerde yaşayan çiftçi sayısının çok azaldığı yönünde olduğundan elde ettiğimiz sonuçlarla doğrulanmaktadır.

1975 yılında 6276 kişilik bir nüfusa sahip bir köy olan Kemer, 2004 yılında 72 606 kişiye ulaşan nüfusuyla, ülkemizin güney kıyılarındaki turizm merkezlerinden biri haline gelmiştir. Bu zaman aralığında ortaya çıkan kentsel değişim yüzdesi 156 672'dir. Uydu verileriyle yapılan analiz sonucu ortaya çıkan kentleşme ve nüfus

artışı birbirleriyle paralellik göstermektedir. 1981 yılından 1992 yılına kadar olan zaman aralığında kentsel dokunun %3024 oranında bir artışla patlama göstermesinin sebebi ise Güney Antalya Turizm Projesi kapsamında Antalya-Kemer arasında ilk karayolunun açılmasıdır.

İlçe sınırları içinde bulunan diğer bir arazi örtüsü şekli ise sahip olduğu derelerdir. Kemer'de iki dere bulunmaktadır ve bunların yıllara bağlı alansal dağılımında ise önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

Bu çalışmada her arazi sınıfına ait bölgelerden GPS okuması yapılmıştır, ölçme yapılan bölgeler görüntü üzerinde bulunmuş böylelikle bölgenin ne tür bir özelliğe sahip olduğu saptanmıştır. Bu işlem, sınıflandırma aşamasında yardımcı olmuştur ayrıca arazinin tanınmasında büyük yarar sağlamıştır. Ancak GPS'in hassasiyeti, nokta koordinatlarının doğruluk analizleri için kullanılmasını mümkün kılacak kadar yüksek olmadığı için bu analizler, orijinal görüntü MSS algılayıcısında 421, TM algılayıcısında ise 453 RGB bantları ile açılarak yapılmıştır.

Bu çalışma ile elde edilen sonuçlar, ilçenin kentsel ve kırsal değişim dinamiğini ortaya koyması açısından yerel yönetimlere mevcut doğal ortamları olabildiğince korunması ve daha sağlıklı bir kentsel gelişim yolunda adımlar atılması konularında yardımcı olabilir. Belediye tarafından yapılan buna yönelik yapılan proje ve planlarda (örneğin güney Antalya turizm projesi), elde edilen bu sonuçlardan yararlanılabilir.

Ayrıca ilçedeki nüfusun artış trendi ile kentsel yayılımın yönünün belirlenmesi gibi gelecek yıllara ait arazi kullanımının kestiriminde kullanılabilecek bir CBS sisteminin ilçe için oluşturulması oldukça gerekli ve faydalı olacaktır. Bu ve buna benzer analizlerin daha detaylı ve çok disiplinli bir araştırmaya dayalı olarak bir CBS ortamında yapılması mümkündür.

KAYNAKLAR

Antalya Turizm İl Müdürlüğü, 1991. Güney Antalya Turizm Projesi Raporu, Antalya, Türkiye

Batuk, G., Külür, S., Sarbanoğlu, H., Toz, G., 1996. Veriden Bilgiye Coğrafi Bilgi Sistemleri, *Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu.*

Beaudoin C., Booth J., Gou Z., Pongonis J., Zhou Y.M., 2002, Görüntü İşleme, *Tour Guides el kitabı*., Hughes and Applied Research Corporation, USA

Gibson P. J., Power C. H., 2000. Introductory Remote Sensing: Digital İmage Processing and Applications. Routledge.

Dwivedi R.S., Sreenivas K., Ramana K.V., 2005, Land-use/land-cover change analysis in part of Ethiopia using LANDSAT Thematic Mapper data, *International Journal of Remote Sensing,* **26**, 1285–1287.

HAT Coğrafi Bilgi Sistemleri Sanayi ve Tic. A.Ş., 1996, *Coğrafi Bilgi Sistemleri el kitabı,* Ankara.

HAT Coğrafi Bilgi Sistemleri Sanayi ve Tic. A.Ş., 1996, *Uzaktan Algılama el Kitabı*, Ankara.

Infocitymap, 2004, *Kemer'in krokisi*, Antalya Belediyesi, Antalya

Kemer Belediyesi, 2002, *Turizm envanteri,* Kemer Turizm Danışma Müdürlüğü, Antalya, Kemer

Kuşçu C., 2005. Antalya-Aksu Tarım Alanlarında Expert Sınıflandırma Yöntemi ile Arazi Kullanımının Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Lillesand, T. M., Kiefer R. W., 2000. Remote Sensing and Image Interpretation *Land Use/Land Cover Mapping.,*Wiley and Sons, Inc., New York.

Mundia, C. N., Aniya M., 2005. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS, *International Journal of Remote Sensing,* **26***,* 2831–2849

Örmeci C., 1987 Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri) Cilt 1, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.

Reis S., 2003 Çevresel Planlamalara Altlık Bir Coğrafi Bilgi Sistemi Tasarımı ve Uygulaması: Trabzon İl Bilgi Sistemi (TİBİS) Modeli, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

http://campus.esri.com

http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php

http://www.ecgis.org/document.cfm?id=426&db=document

http://www.esri.com

http://www.hatgis.com.tr/

http://www.islem.com.tr/

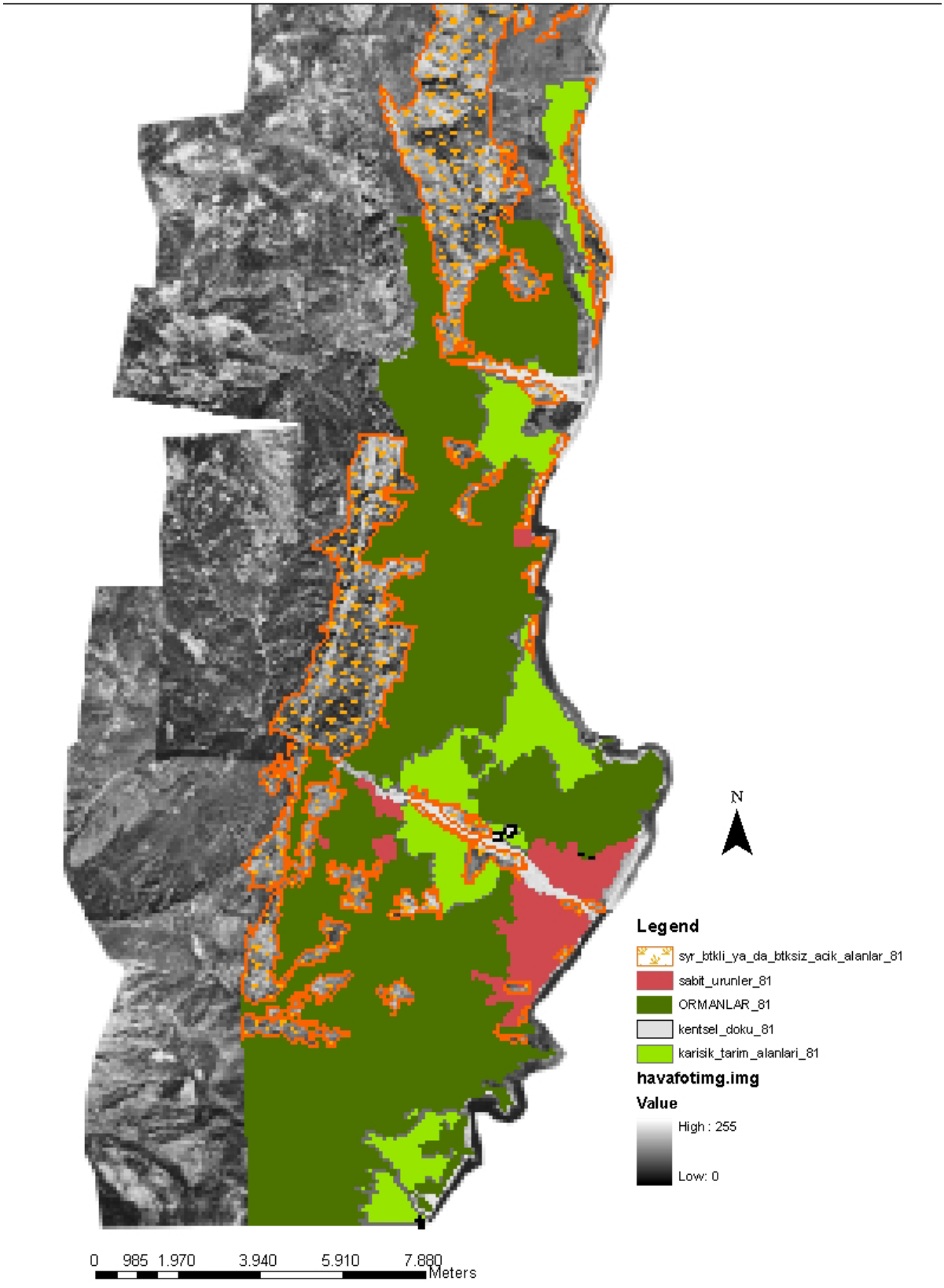
http://www.magellangps.com

http://reports.eea.eu.int/COR0-part1/en/land_coverPart1.pdf

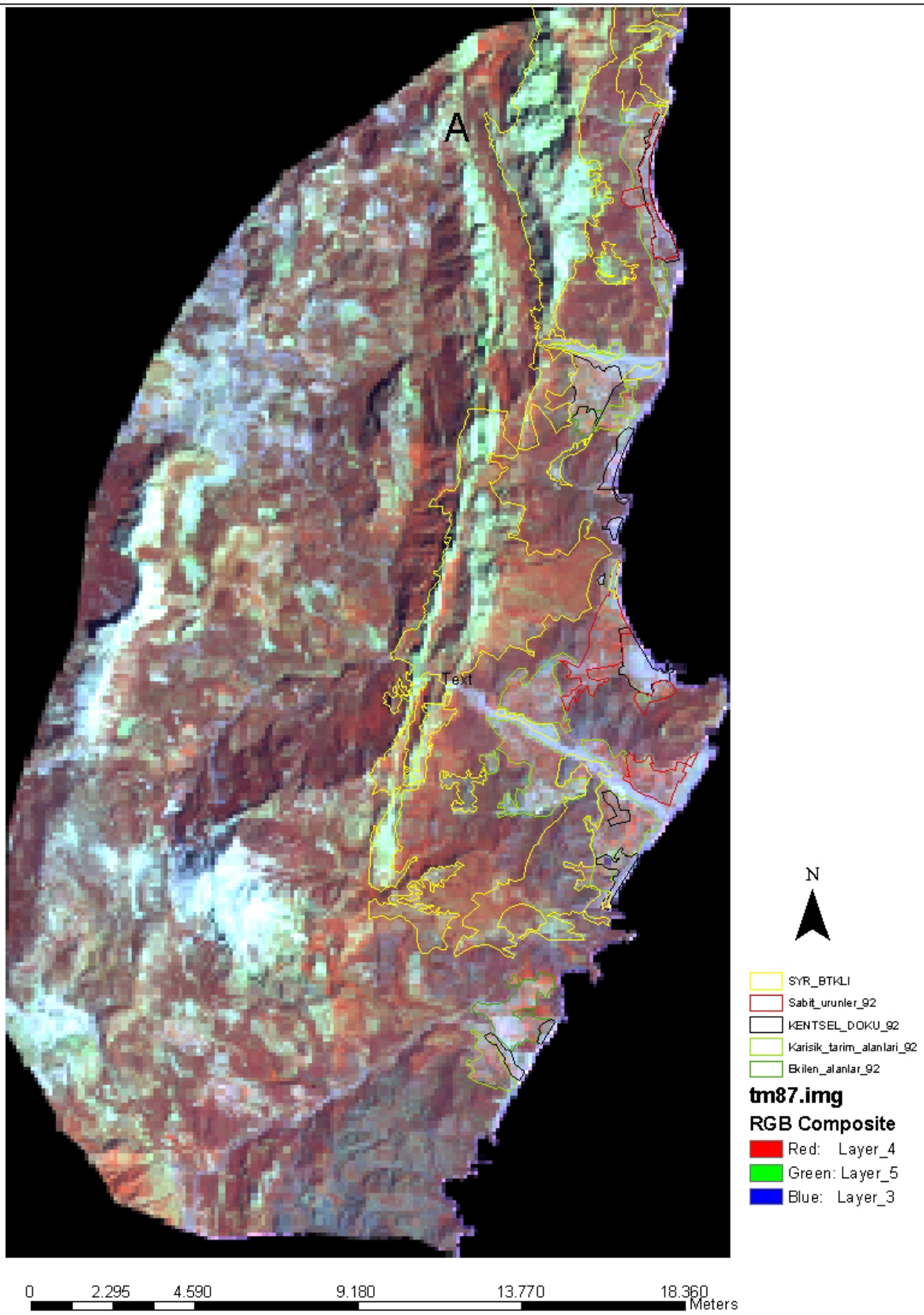
ÖZGEÇMİŞ

Işın Onur 1976 yılında Bursa'da doğdu. Orta Öğrenimini Antalya Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1995 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü'nden 2000 yılında mezun oldu. Lisans tezini, uluslararası "Büyükçekmece District by Means of Integration of Satellite Data and Conventional Field Data" projesi kapsamında "Yerleşim alanlarındaki değişimlerin uydu verileriyle izlenmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle entegrasyonu (Büyükçekmece Örneği)" adlı çalışmayla tamamladı. Aynı yıl Trakya Üniversitesi'nde "2nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications" Agroenviron 2000 kapsamında "Precision Farming and GIS and Remote Sensing" adlı Workshop'ta Raportör olarak görev aldı. 2001 yılında "Precision Agriculture" konusunda 1 ay Almanya'da Rostock Üniveristesi'nde çalıştı. Daha sonra Dr. Caner Onur Fidanları kendi aile firmasının kuruluş aşamasında yer alarak çalışmalarına burada devam etti. 2005 yılı Nisan ayından itibaren Akdeniz Üniversitesi Uzaktan Algılama Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde (AKUZAL) çalışmalara katılmaktadır. Burada Antalya merkez ilçenin üç boyutlu modellenmesi çalışmasını gerçekleştirmiştir. Halen 2000 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği programında yüksek lisans eğtimini sürdürmektedir

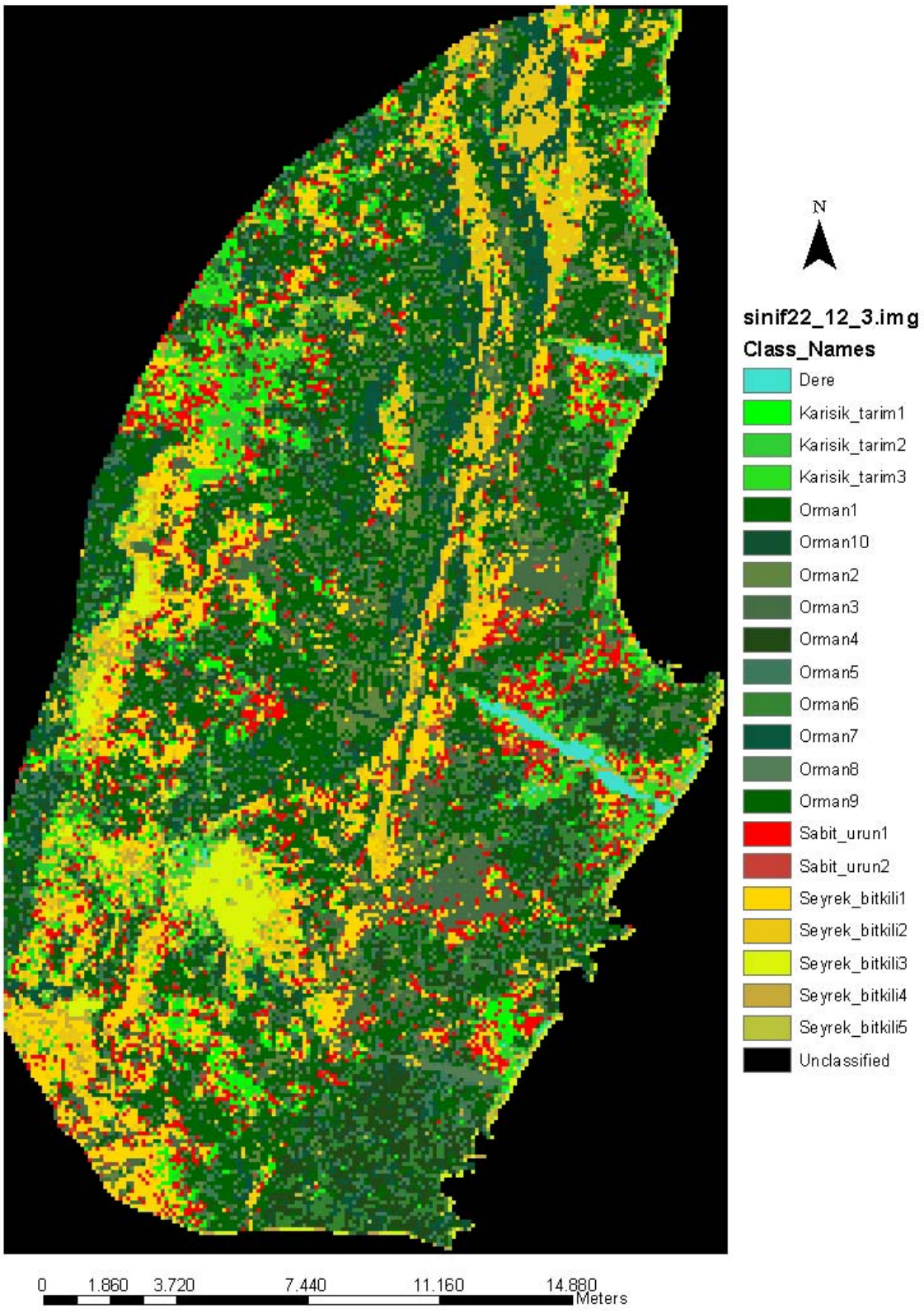
EKLER



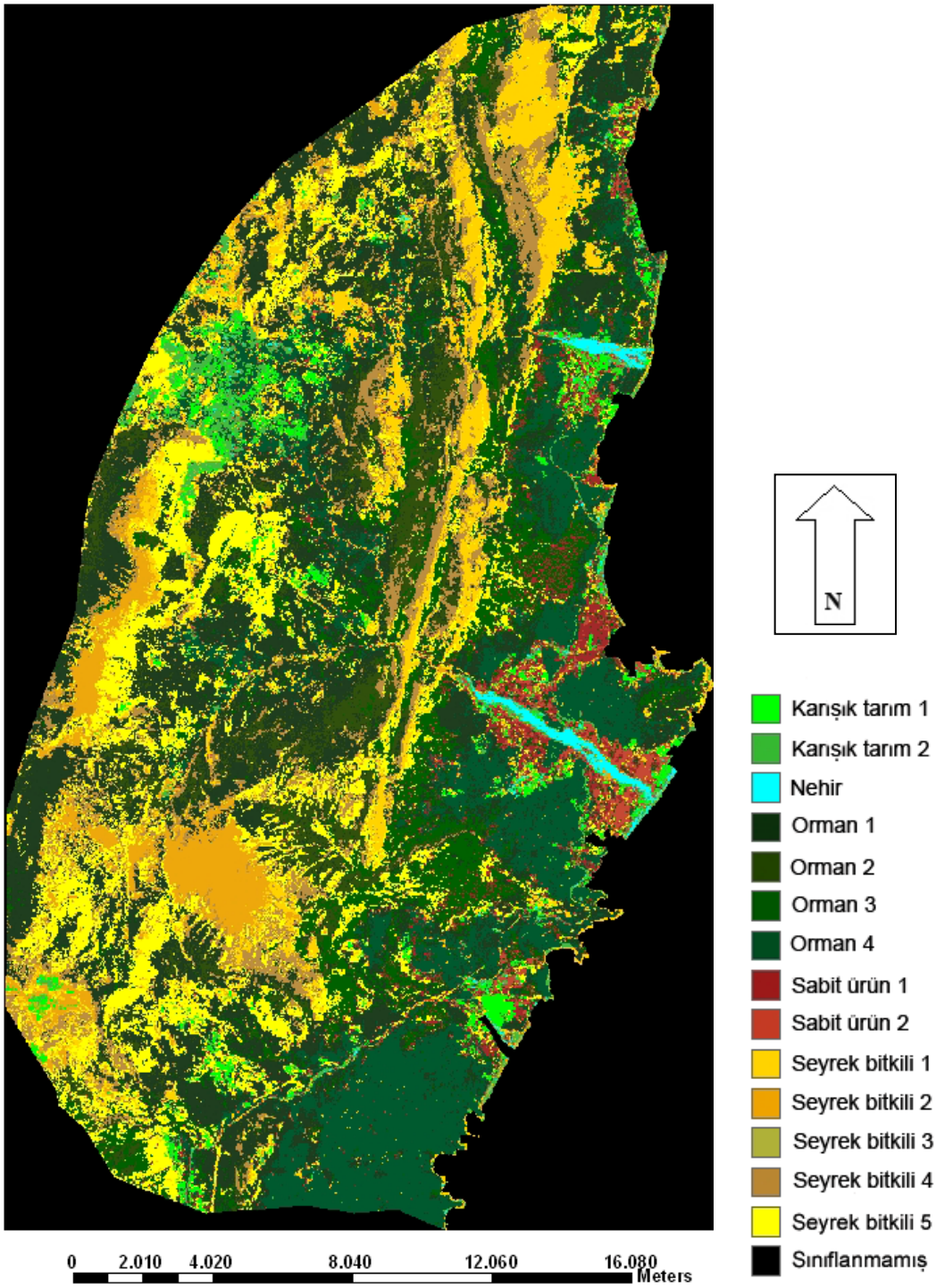
Şekil A.1: 1981 yılına ait hava fotoğrafları üzerinde arazi kullanımı sınıflarının gösterimi



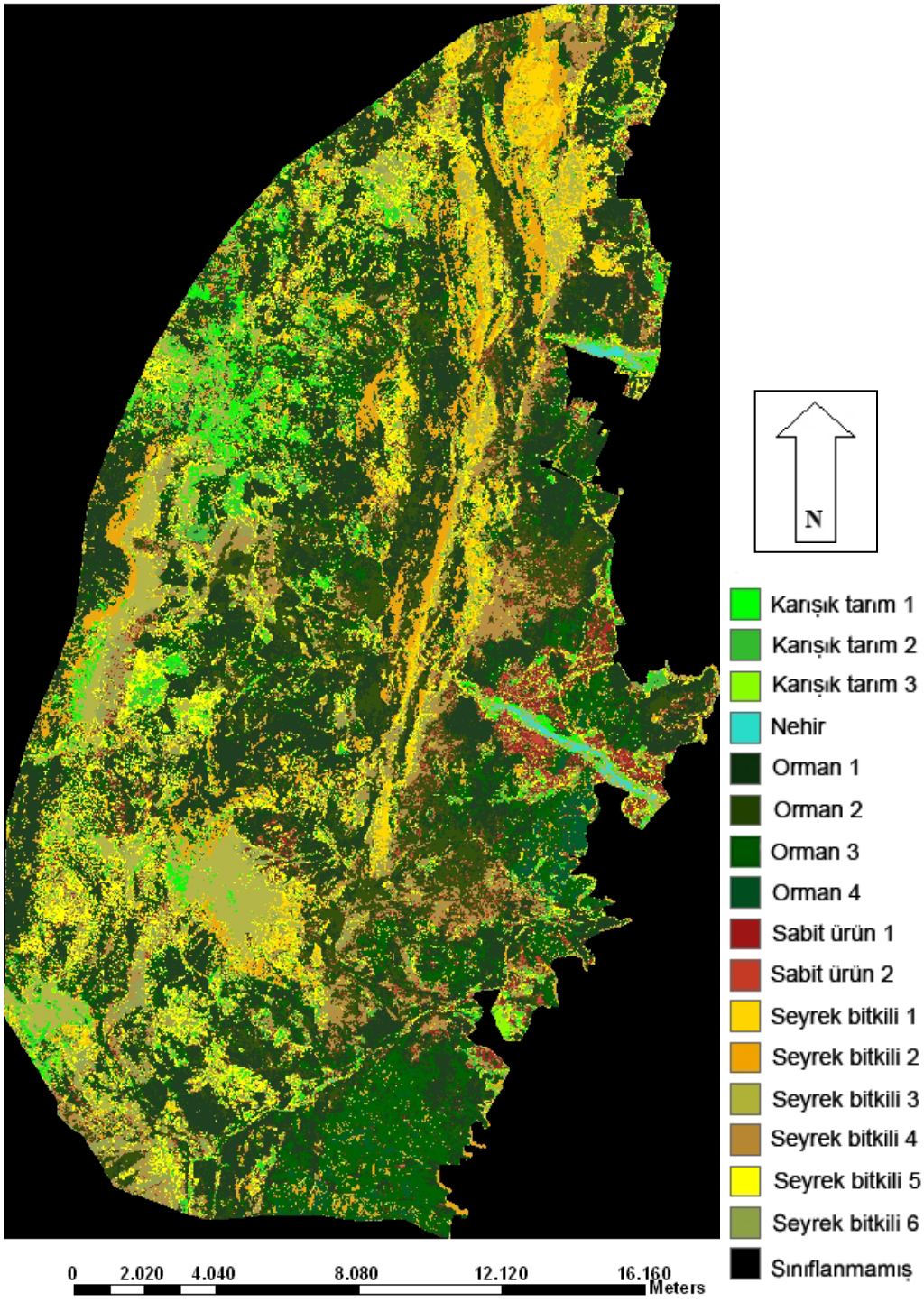
Şekil A.2: 1992 yılına ait arazi kullanımı sınıflarının 1987 yılına ait LANDSAT TM görüntüsü üzerinde gösterimi



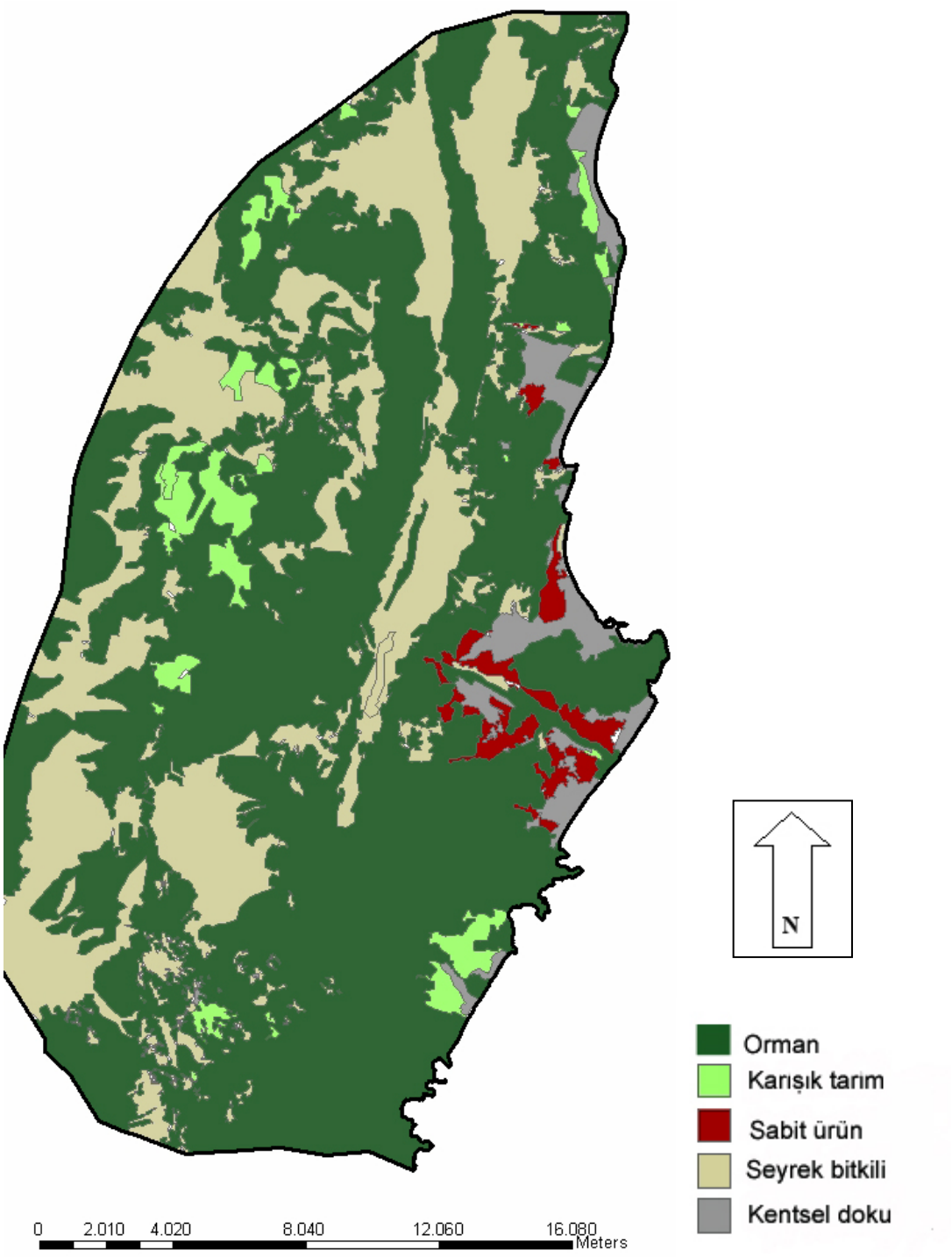
Şekil A.3: 1975 yılı LANDSAT MSS görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonucu



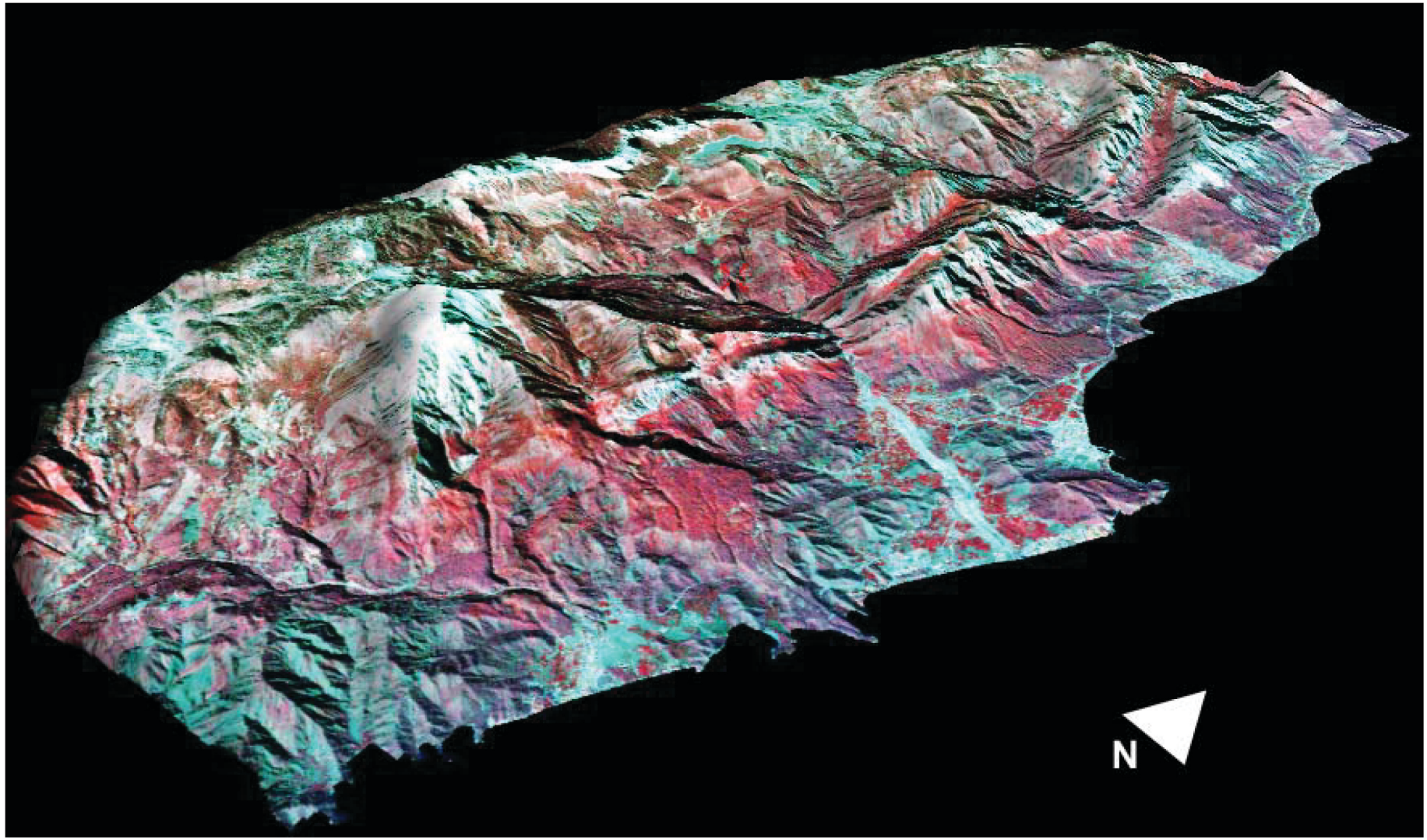
Şekil A.4: 1987 yılı LANDSAT TM görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonucu



Şekil A.5: 1995 yılı LANDSAT TM görüntüsü kontrollü sınıflandırma sonucu



Şekil A.6: 2004 yılı IKONOS görüntüsü görsel yorumlama sonucu



Şekil A.7: Kemer'in ASTER uydusuna ait dijital yükseklik modeli üzerine oturtulmuş 2001 yılı görüntüsü

Tablo B.1 : 1975 LANDSAT MSS görüntüsü doğruluk analizi raporu

CLASSIFICATION ACCURACY ASSESSMENT REPORT

Image File : d:/isintez/erdas_proje/mss75/siniflandirma_son_75/sinif22_12_3.img
User Name : XP
Date : Sat Dec 23 12:41:36 2006

ERROR MATRIX

Classified Data	Reference Data: Unclassifi	Karisik_ta	Karisik_ta	Orman3
Unclassified	0	0	0	0
Karisik_tarim1	0	14	0	0
Karisik_tarim2	0	0	7	0
Orman3	0	0	0	25
Orman2	0	0	0	0
Orman5	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman6	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Orman7	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
Orman8	0	0	0	0
Orman9	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman10	0	0	0	0
Column Total	0	14	7	25

Classified Data	Reference Data: Orman2	Orman5	Orman1	Orman4
Unclassified	0	0	0	0
Karisik_tarim1	0	1	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Orman2	11	0	0	0
Orman5	0	5	0	0
Orman1	0	0	68	0
Orman4	0	0	0	19
Sabit_urun1	0	0	2	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman6	0	0	0	0

Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	1
Orman7	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
Orman8	0	0	0	0
Orman9	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman10	0	0	0	0
Column Total	11	6	70	20

	Reference Data			
Classified Data	Sabit_urun	Sabit_urun	Orman6	Seyrek_bit
Unclassified	0	0	0	0
Karisik_tarim1	0	0	2	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Orman5	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Sabit_urun1	3	0	2	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman6	0	0	18	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	2
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Orman7	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
Orman8	0	0	0	0
Orman9	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman10	0	0	0	0
Column Total	3	0	22	2

	Reference Data			
Classified Data	Seyrek_bit	Orman7	Seyrek_bit	Seyrek_bit
Unclassified	0	0	0	0
Karisik_tarim1	1	0	1	0
Karisik_tarim2	0	0	1	0
Orman3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Orman5	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Sabit_urun1	2	0	1	0

Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman6	0	0	1	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	18	0	0	0
Orman7	0	13	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	17	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	5
Karisik_tarim3	0	0	0	0
Orman8	0	0	0	0
Orman9	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman10	0	0	0	0
Column Total	21	13	21	5

	Reference Data			
Classified Data	Karisik_ta	Orman8	Orman9	Nehir
Unclassified	0	0	0	0
Karisik_tarim1	1	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Orman5	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman6	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Orman7	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Karisik_tarim3	5	0	0	0
Orman8	0	0	0	0
Orman9	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	1
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman10	0	0	0	0
Column Total	6	0	0	1

	Reference Data			
Classified Data			Seyrek_bit	Orman10
Unclassified	0	0	0	0
Karisik_tarim1	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Orman5	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0

Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman6	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Orman7	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
Orman8	0	0	0	0
Orman9	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman10	0	0	0	3
Column Total	0	0	0	3

----- End of Error Matrix -----

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
Karisik_tarim1	14	20	14	100.00%	70.00%
Karisik_tarim2	7	8	7	100.00%	87.50%
Orman3	25	25	25	100.00%	100.00%
Orman2	11	11	11	100.00%	100.00%
Orman5	6	5	5	83.33%	100.00%
Orman1	70	68	68	97.14%	100.00%
Orman4	20	19	19	95.00%	100.00%
Sabit_urun1	3	10	3	100.00%	30.00%
Sabit_urun2	0	0	0	---	---
Orman6	22	19	18	81.82%	94.74%
Seyrek_bitkili5	2	2	2	100.00%	100.00%
Seyrek_bitkili1	21	19	18	85.71%	94.74%
Orman7	13	13	13	100.00%	100.00%
Seyrek_bitkili2	21	17	17	80.95%	100.00%
Seyrek_bitkili3	5	5	5	100.00%	100.00%
Karisik_tarim3	6	5	5	83.33%	100.00%
Orman8	0	0	0	---	---
Orman9	0	0	0	---	---
Nehir	1	1	1	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
Seyrek_bitkili4	0	0	0	---	---
Orman10	3	3	3	100.00%	100.00%
Totals	250	250	234		

Overall Classification Accuracy = 93.60%

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

KAPPA (K^) STATISTICS

Overall Kappa Statistics = 0.9270

Conditional Kappa for each Category.

Class Name	Kappa
Unclassified	0.0000
Karisik_tarim1	0.6822
Karisik_tarim2	0.8714
Orman3	1.0000
Orman2	1.0000
Orman5	1.0000
Orman1	1.0000
Orman4	1.0000
Sabit_urun1	0.2915
Sabit_urun2	0.0000
Orman6	0.9423
Seyrek_bitkili5	1.0000
Seyrek_bitkili1	0.9425
Orman7	1.0000
Seyrek_bitkili2	1.0000
Seyrek_bitkili3	1.0000
Karisik_tarim3	1.0000
Orman8	0.0000
Orman9	0.0000
Nehir	1.0000
	0.0000
	0.0000
Seyrek_bitkili4	0.0000
Orman10	1.0000

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

Tablo B.2 : 1987 LANDSAT TM görüntüsü doğruluk analizi raporu

CLASSIFICATION ACCURACY ASSESSMENT REPORT

Image File : g:/isintez/erdas_proje/tm87/raster87son/siniflandirma/sinifson3.img
User Name : XP
Date : Sun Dec 10 23:48:31 2006

ERROR MATRIX

	Reference Data			
Classified Data	Unclassifi	Orman2	Seyrek_bit	Orman1
Unclassified	0	0	0	0
Orman2	0	28	0	0
Seyrek_bitkili4	0	1	11	2
Orman1	0	0	0	56
Karisik_tarim1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	0	1	0	2
Sabit_urun1	0	0	0	1
Sabit_urun2	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
Column Total	0	30	11	61

	Reference Data			
Classified Data	Karisik_ta	Seyrek_bit	Orman3	Orman4
Unclassified	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Karisik_tarim1	7	1	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman3	0	0	29	0
Orman4	0	0	0	33
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0

Column Total	7	1	29	33

	Reference Data			
Classified Data	Seyrek_bit	Seyrek_bit		Karisik_ta
Unclassified	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman1	1	0	0	0
Karisik_tarim1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	1
Seyrek_bitkili1	18	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	10	0	0
	0	0	0	0
Karisik_tarim2	3	0	0	7
Seyrek_bitkili5	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	1	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
Column Total	23	10	0	8

	Reference Data			
Classified Data	Seyrek_bit	Sabit_urun	Sabit_urun	
Unclassified	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Karisik_tarim1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman3	0	1	0	0
Orman4	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	24	1	0	0
Sabit_urun1	0	4	0	0
Sabit_urun2	0	0	5	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
Column Total	24	6	5	0

	Reference Data			
Classified Data			Nehir	Row Total
Unclassified	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	28
Seyrek_bitkili4	0	0	0	14
Orman1	0	0	0	57
Karisik_tarim1	0	0	0	8
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	30
Orman4	0	0	0	34
Seyrek_bitkili1	0	0	0	18
Seyrek_bitkili2	0	0	0	10
	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	10
Seyrek_bitkili5	0	0	0	28
Sabit_urun1	0	0	0	5
Sabit_urun2	0	0	0	6
	0	0	0	0
	0	0	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	2	2
Column Total	0	0	2	250

----- End of Error Matrix -----

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
Orman2	30	28	28	93.33%	100.00%
Seyrek_bitkili4	11	14	11	100.00%	78.57%
Orman1	61	57	56	91.80%	98.25%
Karisik_tarim1	7	8	7	100.00%	87.50%
Seyrek_bitkili3	1	0	0	---	---
Orman3	29	30	29	100.00%	96.67%
Orman4	33	34	33	100.00%	97.06%
Seyrek_bitkili1	23	18	18	78.26%	100.00%
Seyrek_bitkili2	10	10	10	100.00%	100.00%
	0	0	0	---	---
Karisik_tarim2	8	10	7	87.50%	70.00%
Seyrek_bitkili5	24	28	24	100.00%	85.71%
Sabit_urun1	6	5	4	66.67%	80.00%
Sabit_urun2	5	6	5	100.00%	83.33%
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
Nehir	2	2	2	100.00%	100.00%
Totals	250	250	234		

Overall Classification Accuracy = 93.60%

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

KAPPA (K^) STATISTICS

Overall Kappa Statistics = 0.9268

Conditional Kappa for each Category.

Class Name	Kappa
Unclassified	0.0000
Orman2	1.0000
Seyrek_bitkili4	0.7759
Orman1	0.9768
Karisik_tarim1	0.8714
Seyrek_bitkili3	0.0000
Orman3	0.9623
Orman4	0.9661
Seyrek_bitkili1	1.0000
Seyrek_bitkili2	1.0000
	0.0000
Karisik_tarim2	0.6901
Seyrek_bitkili5	0.8420
Sabit_urun1	0.7951
Sabit_urun2	0.8299
	0.0000
	0.0000
	0.0000
Nehir	1.0000

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

Tablo B.3: 1995 LANDSAT TM görüntüsü doğruluk analizi raporu

CLASSIFICATION ACCURACY ASSESSMENT REPORT

Image File : g:/isintez/erdas_proje/tm95/siniflama/sinif345.img
User Name : XP
Date : Mon Dec 11 00:12:38 2006

ERROR MATRIX

	Reference Data			
Classified Data	Unclassifi	Sabit_urun	Sabit_urun	Orman1
Unclassified	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	8	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	67
Orman3	0	0	0	0
Karisik_tarim1	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	1
Orman4	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	0	0	0	1
Seyrek_bitkili4	0	1	0	5
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
Seyrek_bitkili6	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Column Total	0	9	0	74

	Reference Data			
Classified Data	Orman3	Karisik_ta	Karisik_ta	Karisik_ta
Unclassified	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	1
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman3	49	1	0	0
Karisik_tarim1	0	3	0	0
Karisik_tarim2	0	0	2	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	1	0	1	0
Seyrek_bitkili4	0	0	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
Seyrek_bitkili6	0	0	0	1
Seyrek_bitkili3	0	1	1	0
Orman2	0	0	0	0

Column Total	50	5	4	2

	Reference Data			
Classified Data		Seyrek_bit	Seyrek_bit	Orman4
Unclassified	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman1	0	0	1	0
Orman3	0	0	1	0
Karisik_tarim1	0	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	5	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	16	0
Orman4	0	2	0	3
Seyrek_bitkili5	0	0	0	2
Seyrek_bitkili4	0	0	0	1
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	0
Seyrek_bitkili6	0	1	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Column Total	0	8	18	6

	Reference Data			
Classified Data	Seyrek_bit	Seyrek_bit		Nehir
Unclassified	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	0	0
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	0
Orman3	0	0	0	0
Karisik_tarim1	1	0	0	0
Karisik_tarim2	0	0	0	0
Karisik_tarim3	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	0
Seyrek_bitkili2	0	0	0	0
Orman4	0	0	0	0
Seyrek_bitkili5	21	0	0	0
Seyrek_bitkili4	0	10	0	0
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	1
Seyrek_bitkili6	0	0	0	0
Seyrek_bitkili3	0	0	0	0
Orman2	0	0	0	0
Column Total	22	10	0	1

	Reference Data			
Classified Data	Seyrek_bit	Seyrek_bit	Orman2	Row Total
Unclassified	0	0	0	0
Sabit_urun1	0	0	1	10
Sabit_urun2	0	0	0	0
Orman1	0	0	0	68
Orman3	1	0	0	52
Karisik_tarim1	0	0	0	4
Karisik_tarim2	0	0	0	2
Karisik_tarim3	0	0	0	0
	0	0	0	0
Seyrek_bitkili1	0	0	0	5
Seyrek_bitkili2	0	0	1	18
Orman4	0	0	0	5
Seyrek_bitkili5	0	0	0	26
Seyrek_bitkili4	0	0	0	17
	0	0	0	0
Nehir	0	0	0	1
Seyrek_bitkili6	3	0	0	5
Seyrek_bitkili3	0	16	0	18
Orman2	0	0	19	19
Column Total	4	16	21	250

----- End of Error Matrix -----

ACCURACY TOTALS

Class Name	Reference Totals	Classified Totals	Number Correct	Producers Accuracy	Users Accuracy
Unclassified	0	0	0	---	---
Sabit_urun1	9	10	8	88.89%	80.00%
Sabit_urun2	0	0	0	---	---
Orman1	74	68	67	90.54%	98.53%
Orman3	50	52	49	98.00%	94.23%
Karisik_tarim1	5	4	3	60.00%	75.00%
Karisik_tarim2	4	2	2	50.00%	100.00%
Karisik_tarim3	2	0	0	---	---
	0	0	0	---	---
Seyrek_bitkili1	8	5	5	62.50%	100.00%
Seyrek_bitkili2	18	18	16	88.89%	88.89%
Orman4	6	5	3	50.00%	60.00%
Seyrek_bitkili5	22	26	21	95.45%	80.77%
Seyrek_bitkili4	10	17	10	100.00%	58.82%
	0	0	0	---	---
Nehir	1	1	1	100.00%	100.00%
Seyrek_bitkili6	4	5	3	75.00%	60.00%
Seyrek_bitkili3	16	18	16	100.00%	88.89%
Orman2	21	19	19	90.48%	100.00%
Totals	250	250	223		

Overall Classification Accuracy = 89.20%

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

KAPPA (K^) STATISTICS

Overall Kappa Statistics = 0.8724

Conditional Kappa for each Category.

Class Name	Kappa
Unclassified	0.0000
Sabit_urun1	0.7925
Sabit_urun2	0.0000
Orman1	0.9791
Orman3	0.9279
Karisik_tarim1	0.7449
Karisik_tarim2	1.0000
Karisik_tarim3	0.0000
	0.0000
Seyrek_bitkili1	1.0000
Seyrek_bitkili2	0.8803
Orman4	0.5902
Seyrek_bitkili5	0.7891
Seyrek_bitkili4	0.5711
	0.0000
Nehir	1.0000
Seyrek_bitkili6	0.5935
Seyrek_bitkili3	0.8813
Orman2	1.0000

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