



**T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA (UA) VE COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMİ (CBS)  
TEKNİKLERİ KULLANILARAK ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
YERLEŞKESİ'NDE ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TÜRLERİNİN VE  
ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Elif SEZGİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TOPRAK ANA BİLİM DALI  
BURSA, 2006**

T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**UZAKTAN ALGILAMA (UA) VE COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMİ (CBS)  
TEKNİKLERİ KULLANILARAK ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
YERLEŞKESİ'NDE ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TÜRLERİNİN VE  
ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ**

ELİF SEZGİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK ANABİLİM DALI

Bu Tez 23.03.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/~~oy çokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY  
(Danışman)

Doç. Dr. Kemal Sulhi GÜNDOĞDU

Yrd. Doç. Dr. Zeynal TÜMSAVAŞ

## ÖZET

### UZAKTAN ALGILAMA (UA) VE COĞRAFİK BİLGİ SİSTEMİ (CBS) TEKNİKLERİ KULLANILARAK ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ YERLEŞKESİ'NDE ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM TÜRLERİNİN VE ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ

Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi arazilerinin geçmiş ve şimdiki arazi örtü/kullanım haritalarını uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanarak üretmek ve arazi örtü/kullanım türlerinin zamansal değişimlerini araştırmak çalışmanın temel hedefleridir.

Bu amaçla 1984 yılında çekilmiş 1:5000 ölçekli siyah beyaz orto-fotolar ile 2004 yılında elde edilen IKONOS sayısal uydu verisi Bursa Büyük Şehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığından sağlanmış ve tarayıcı, sayısallaştırıcı, CD-ROM ve klavye kullanılarak bilgisayar ortamına alınmıştır. Sonra yüklenmiş bütün sayısal veriler ILWIS ve ERDAS görüntü işleme ve CBS yazılım formatlarına dönüştürülmüştür. U.Ü. Yerleşkesi arazilerinin 1984 ve 2004 yılları için arazi örtü/kullanım haritalarını üretmek ve 20 yıllık süreçte arazi örtü/kullanım değişimlerini belirlemek amacıyla görüntü zenginleştirme ve birleştirme coğrafik düzeltme, görsel yorumlama ve ekrandan sayısallaştırma, harita ve tablo hesaplama işlemleri uygulanmıştır.

Elde edilen sonuçlar U.Ü. Yerleşkesi'nin kapsama alanının 1984 yılı için 14315,2 dekar, 2004 yılı için ise 14250,1 dekar olarak belirlenmiştir. U.Ü. Yerleşkesi'nin orto-fotoların yorumundan elde edilen arazi örtü/kullanım haritası temel alındığında çalışma alanının % 31,8'i tarım arazileri ile örtülüdür (4563,6 dekar). Toplam arazinin geriye kalan % 22,7, % 21,5 ve % 19,2'si ise sırasıyla ağaçlandırılmış orman araziler, çıplak araziler ve ormanlarla örtülüdür. 1984 yılında toplam alanın sadece % 4,3'ü yerleşim amacıyla kullanılmaktadır.

2004 yılında, U.Ü. Yerleşkesi'nin IKONOS görüntüleri kullanılarak üretilen arazi örtü/kullanım haritasına göre ise toplam alanın % 45,7'si ormanla kaplıdır. Bu arazi örtüsünü tarım arazileri, yerleşim alanları, çıplak araziler ve ağaç-çalı örtüleri sırasıyla % 25,4, % 12,5, % 8,5 ve % 5,4'lük oranlarla izlemektedir.

20 yıllık zaman dilimi dikkate alındığında, 1984 ve 2004 yılı arazi örtüsü/kullanım türleri haritasındaki arazi örtü/kullanım türlerinin kapsama alanlarının kıyaslanmasından elde edilen sonuçlar, sırasıyla orman ve yerleşimlerin kapsama alanlarının % 137,4 ve 184,3'lük oranlarla artar iken çıplak ve tarımsal arazilerin kapsama alanlarının % 60,8 ve % 20,7'lik oranlarla azaldığını da göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Arazi Örtüsü/kullanım ve değişim, orto-fotolar, Ikonos görüntüsü, görüntü yorumlama

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE LAND COVER/USE TYPES AND THEIR TEMPORAL CHANGES AT THE ULUDAĞ UNIVERSTY CAMPUS AREA USING BY REMOTE SENSING (RS) AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) TECHNIQUES

The main objectives of the study were to produce past and present land cover/use maps of the U.Ü. Görükle Campus area using by remote sensing and GIS techniques and to investigate the temporal changes of the land cover/use types.

For this aim, 1:5000 scaled black and white orto-photos taken in 1984 with IKONOS digital satellite data captured in 2004 were gathered from head of city information system directorate of Bursa Big City Municipality and stored into the computer by using scanner, digitizer, CD-ROM and keyboard. Then all the stored digital data was converted to the ILWIS and ERDAS image processing and GIS software formats. Image enhancement and mosaiking, geographic correction, visual interpretation and screen digitizing, map and table calculation procedures were applied to produce land cover/use maps of the U.Ü. Campus area in 1984 and 2004 and to determine land cover/use changes for the 20 years period.

The results indicated that the coverage area of the U.Ü. Campus was determined to be 14315,2 decare in 1984 and 14250,1 decare in 2004. Based on land cover/use map of the U.Ü. Campus produced from orto-photo interpretation 31,8 % of the study area is covered by agricultural lands (4563,6 decare). The remaining 22,7 %, 21,5 % and 19,2 % of the total area is covered by reforested area, bare land and forests, respectively. Only 4,3 % of the total area is used for the settlement in the years of 1984.

In the years of 2004, according to land cover/use map of the U.Ü. Campus produced by using IKONOS image 45,7 % of the total area is covered by forest (6540,1 decare). This land cover is followed by agricultural land, settlement area, bare land and trees-shrubs covers as a rate of 25,4 %, 12,5 %, 8,5 % and 5,4 % respectively.

According to 20 years period, the results obtained by the comparision of the coverage area of land cover/use types in 1984 and 2004 land cover/use maps also showed that while coverage areas of forest and settlements are increased as a rate of 137,4 % and 184,3 %, coverage areas of bare and agricultural lands are decreased as a rate of 60,8 % and 20,7 % respectively.

**Keywords:** Land cover/use types and changes, orto-photos, Ikonos image, image interpretation

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri .....	4
2.1.1. Uzaktan Algılama, Tanımı, Tarihçesi ve Bileşenleri .....	5
2.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Tanımı, Tarihçesi ve Bileşenleri .....	10
2.2. IKONOS Uydusu, Özellikleri ve Kullanım Alanları .....	14
2.3. Doğal Kaynakların İzlenmesinde Yaygın Olarak Kullanılan Diğer Uydular....	17
2.3.1. Landsat Uydusu .....	17
2.3.2. Spot Uydusu .....	18
2.3.3. Earth Observing-1 Uydusu.....	19
2.3.4. Quickbird Uydusu.....	19
2.4. IKONOS Uydu Görüntüleri ve CBS Teknikleri Kullanılarak Dünyada ve Ülkemizde Arazi Kullanım Durumunun Belirlenmesiyle İlgili Yapılmış Çalışmalar .....	20
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	23
3.1. Materyal .....	23
3.1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri ve Konumu .....	23
3.1.2. Jeoloji, Jeomorfoloji ve Toprak Karakteristikleri.....	24
3.1.3. İklim .....	25
3.1.4. Doğal Bitki Örtüsü .....	25
3.1.5. Çalışmada Kullanılan Donanım, Yazılım ve Veriler .....	25

3.1.5.1. Donanımlar .....	26
3.1.5.2. Yazılımlar .....	26
3.1.5.3. Veri Kaynakları .....	26
3.2. Yöntem .....	27
<b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>35</b>
4.1. U.Ü. Yerleşkesi'nin Geçmiş ve Güncel Arazi Örtüsü/Kullanım Türlerinin Haritalanması .....	35
4.1.1. U.Ü. Yerleşkesi'nin 1984 Yılı Arazi Örtüsü/Kullanım Türleri Dağılımı .....	35
4.1.2. U.Ü. Yerleşkesi'nin 2004 Yılı Arazi Örtüsü/Kullanım Türleri Dağılımı .....	39
4.2. U.Ü. Yerleşkesi'nde 1984–2004 Yılları Arasındaki Arazi Örtüsü/Kullanım Değişimleri .....	44
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>48</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>52</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>59</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>60</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 2.1. İkonos uydusunun ve sahip olduğu araçların bir görünüşü.....	14
Şekil 3.1. Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi ve coğrafik konumu.....	23
Şekil 3.2. U.Ü.Yerleşkesi birleştirilmiş orto-foto görüntü (1984 yılı).....	28
Şekil 3.3. U.Ü.Yerleşkesi birleştirilmiş İKONOS uydu görüntüsü (2004 yılı).....	29
Şekil 3.4. U.Ü.Yerleşkesi Ziraat Fakültesi bölümünün İKONOS görüntüsü ve vektör haritası (2004).....	30
Şekil 3.5. U.Ü. Yerleşkesi Ziraat Fakültesi bölümünün vektör haritası (2004).....	30
Şekil 3.6. Çizgisel arazi örtüsü/kullanım haritası, İkonos uydu görüntüsü ve atanmış isimler (2004).....	31
Şekil 3.7. Çizgisel arazi örtüsü/kullanım haritası ve atanmış isimler (2004).....	31
Şekil 3.8. Poligonal (alansal) arazi örtüsü/kullanım türleri haritası 2004.....	32
Şekil 3.9. U.Ü. Yerleşkesi'nin arazi örtüsü/kullanım türleri haritası (üretim; 1984 yılı orto-fotolar).....	33
Şekil 3.10. U.Ü. Yerleşkesi'nin arazi örtüsü/kullanım türleri haritası (Üretim ; 2004 yılı İkonos uydu görüntüsü).....	34
Şekil 4.1. U.Ü. Yerleşkesi arazi örtüsü/kullanım haritası 1984 ve öznetelik tablosu.....	36
Şekil 4.2. U.Ü. Yerleşkesi genel arazi örtüsü/kullanım haritası 1984.....	37
Şekil 4.3. U.Ü. Yerleşkesi arazi örtüsü/kullanım haritası 2004 ve öznetelik tablosu.....	40
Şekil 4.4. U.Ü. Yerleşkesi genel arazi örtüsü/kullanım haritası 2004.....	41

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

<b>Çizelge 2.1.</b> IKONOS uydusu algılayıcılarının genel özellikleri.....	15
<b>Çizelge 4.1.</b> U.Ü. Yerleşkesi'nin 1984 yılına ait genel arazi örtüsü/kullanım gruplarının alansal ve oransal dağılımları.....	38
<b>Çizelge 4.2.</b> U.Ü. Yerleşkesi'nin 2004 yılına ait genel arazi örtüsü/kullanım gruplarının alansal ve oransal dağılımları.....	42
<b>Çizelge 4.3.</b> U.Ü. Yerleşkesi'nde 1984-2004 yılları arasındaki arazi örtüsü/kullanım değişiminin alansal ve oransal dağılımları .....	45

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışı, buna paralel olarak da teknolojiadaki gelişmeler, insanların gereksinimlerini sağlamak için sınırlı olan doğal kaynakların araştırılması ve kullanılmasında daha etkin çalışmaların yapılmasını gerektirmiştir. Doğal kaynakların zenginliği ekonomik gelişmenin temeli olup gelişmeyi hızlandırır. Ancak ekonomik gelişmeye bağlı olarak tüketimin artması sonucunda doğal kaynaklar hızla azalmaktadır. Bunun sonucu olarak doğal kaynakların saptanması ve kullanımındaki çevre ve ilgili dengelerin sağlanmasında teknoloji kullanımı giderek daha fazla rol oynamaktadır (Anonim 1999).

Teknolojide meydana gelen gelişmelere bağlı olarak, tarım alanında çoğunlukla Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistemi Teknikleri kullanılmaya başlanmıştır (Chuvieco 1993; Davidson ve ark. 1994). Bu durum Türkiye'deki tarım topraklarının küçük ve parçalanmış durumda olması nedeniyle arazi kullanım planlaması açısından büyük önem taşımaktadır. Arazi kullanımındaki bu değişim, hem ekolojik hem de ekonomik açıdan çok önemlidir (Stenstrup ve Olesen 1997).

Doğal kaynaklar üzerindeki yanlış kullanımlar, bugünkü ve potansiyel arazi kullanım çelişkileri ülkemizde olduğu gibi birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin de gündemindeki sorunlardır. Bu sorunların yaşanmasında en büyük etkenler, koruma ve kullanım dengesinin yeterince kurulamaması ve alan kullanım planlarında çevresel boyutun yeteri kadar dikkate alınmamasıdır. Doğal ve kültürel kaynakları koruma yönteminin temelinde fiziksel çevrenin işlevselliğini ve çok yönlü yararlanmayı sağlayacak planlama, tasarım ve yönetimden bahsedilebilir. Bu bağlamda doğal kaynakların koruma-kullanım dengesi gözetilerek toplumun talepleri doğrultusunda ve sürdürülebilir biçimde çok yönlü olarak kullanımının sağlanması son derece önemlidir. Sorun çözme-karar verme sürecinde yardımcı olacak bilgilerin üretilmesi ve yönetilmesinde uzaktan algılama ve CBS gibi iki disiplinin bir arada kullanılması, elde edilen bilgilerin takibi ve kontrolü açısından büyük önem kazanmaktadır (Tunay ve Ateşoğlu 2004).

Dünya yüzeyi, mevsimsel, yeraltı ve yerüstünde meydana gelen olaylar veya insan aktiviteleri sonucu devamlı bir değişim sürecindedir. Bu değişimlerin bazıları

hızlı, bazıları ise oldukça yavaştır ve bu yüzden yeryüzü objeleri sabit yapıda, büyüklükte ve pozisyonda görülür. Sık görülen değişimlerin belirlenmesi için bilgi gerekir. Bu değişimlerin karakterleri global, bölgesel veya yerel detaylara bağlıdır. Son durumu tanımlamak ve değişimleri belirlemek için yeryüzeyinin sürekli incelenmesi ve elde edilen verilerin kayıt altına alınması gerekir. Geçmişte bu veriler sadece arazi çalışmaları ile toplanıyordu fakat günümüzde uzaktan algılama bu durumu değiştirmiştir. Bu yeni ve uygulanmasında belli bir bilgi gerektiren teknik, insan için yeryüzeyi hakkında belli bir uzaklıktaki aletlerle bilgi toplamayı sağlayan değerli bir araçtır (Buiten ve Clevers 1993).

Doğal çevre içerisinde ilişkilerin önemli bir bölümünün dinamik nitelikte olması, bunların davranışlarını gözleyebilmek için sürekli olarak yeni bilgi ve veriler elde edilerek işlenmesi, daha sonra da gereksinimlerin ihtiyaçlar doğrultusunda giderilmeye çalışılması gerekmektedir. Toprak gibi geri kazanılması çok zor veya olanaksız olan doğal kaynakların incelenmesinde Uzaktan Algılama (UA) ekonomi, zaman ve işgücü yönünden büyük olanaklar sağlamaktadır (Dinç ve Şenol 1998).

Yersel ölçmelere ve klasik yöntemlere göre hız, doğruluk, maliyet ve zaman açısından büyük avantaj sağlayan sayısal uydu verilerinin coğrafik bilgi sistem teknikleri ile birlikte kullanılması, arazi örtü/arazi kullanım türlerindeki değişimlerin saptanmasında ve güncelleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır (Aksoy ve ark. 2001a).

Uzaktan algılama ve uydu verileri tekniği ile çok kısa zaman sürecinde ve çok geniş yeryüzü alanları hakkında her çeşit veri elde edilebilir. Dünyamızın en önemli doğal kaynağı olan toprakların, toprak taksonomik birimlerinin ortaya konulması ve doğal sınırlarının çizimi, arazi kullanım şekilleri ve bu bağlamda her türlü arazi kullanım tasarımı, ayrımlı tarımsal alanların sınırları, yüz ölçümleri, ürün rekoltesi, jeoloji ve jeomorfoloji, haritacılık ve yeryüzü coğrafyası, meteoroloji, yeşil doku deseni, havza etütleri, sanayi alanları, kent yönetimi ve yeni yerleşim alanlarının tasarımı, pestisit ve insektisitten kaynaklanan bitkisel zararların saptanması, çevresel kirlilik, okyanus, deniz, göl ve akarsular üzerinde araştırmalar, doğal ve hızlandırılmış toprak aşınımı, ormancılık, doğal ve arkeolojik sit alanları, topoğrafik, askeri amaçlı etütler vb. doğal ve kültürel kaynakların ortaya konulması gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (Altınbaş 2003).

Yıllardan beri ekili alan ve elde edilen ürün miktarındaki mevcut değişim, yapılan genel etüd çalışmaları ile tespit edilerek çiftçiye bildirilmektedir. Ancak bu alışılmış metod daha fazla zaman almakta ve her zaman güvenilir olmamaktadır. Bu nedenle yeni tekniklerin kullanılması etkili bir arazi kullanım planlaması için mutlak gereklidir. Tarım alanlarını kapsayan böyle bir veri tabanı oluşturulması ile diğer doğal kaynaklar hakkında bilgi edinmek mümkün olabilmektedir (Tuğaç ve Torunlar 2000).

Uzaktan algılama ve coğrafik bilgi sistemlerindeki gelişmeler yeryüzeyinin en dinamik unsurlarından birisi olan arazi örtüsünün veya arazi kullanım türlerinin belirlenmesi, doğal kaynakların etkin olarak kullanımı ve kırsal planlama çalışmalarında gereksinim duyulan temel çalışmaların ilk sırasında yer alır. Söz konusu çalışmalarda coğrafik bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri yüksek doğruluk oranı, kısa çalışma süresi, uzun vadede düşük maliyet, vb. nedenlerle son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Anonim 2002).

Bu çalışmada Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi arazi örtüsü/kullanım türlerinin ve zamansal değişimlerinin IKONOS uydu verileri ve coğrafik bilgi sistemi teknikleri kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca arazi kullanım değişimlerinin belirlenmesi ile ilgili yürütülecek çalışmalara temel bir kaynak oluşturması, U.Ü. Yerleşkesi'nde meydana gelen olumlu veya olumsuz değişimlerin belirlenmiş olmasıyla geleceğe yönelik planların daha gerçekçi yapılmasına, daha doğru kararların alınmasına yardımcı olması, U.Ü. Yerleşkesi'nin güncel arazi kullanımına yönelik bir veri tabanının oluşturulması, bu alan kapsamında yürütülecek diğer mühendislik çalışmalarının gereksindiği verileri sağlaması açısından temel kaynak olması, U.Ü. Yerleşkesi arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin güncellenmesinin böylelikle çok daha kolay olması da çalışmanın diğer amaçlarını oluşturmaktadır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Teknikleri

Yaşadığımız bilgi çağında, bilgi teknolojisi çok değişik alanlarda insanlığa hizmet vermektedir. Özellikle konuma bağlı bilgilerin yönetilmesinde coğrafi bilgi sistemleri (CBS) birçok konumsal uygulamada önemli rol oynamaktadır. Yine Uzaktan Algılama teknolojisi, yüksek çözünürlükte çok geniş alanlara ait bilgi üretmesi ve CBS ile entegrasyonu artık yeryüzündeki doğal ve yapay kaynakların çok daha verimli yönetilmesine neden olmaktadır (Yomralıoğlu ve Çelik 1994).

Çevre ile ilgili kararların alınabilmesi, çevreyi etkileyen unsurların belirlenmesi için öncelikle söz konusu çevrenin doğal yapısı gerçeğe uygun olarak modellenmeli ve konumsal analizler ile çevresel değişimlere ait iyileştirici ve önlem alıcı kararlar alınmalıdır. Özellikle uzaktan algılama ile sağlanan uydu görüntüleri, çok geniş alanlara ilişkin arazi yapısı hakkında önemli bilgiler içerdiğinden, çevreye yönelik planlamalar daha dinamik olarak gerçekleştirilmektedir (Yomralıoğlu 2000).

Veri toplama genellikle pahalı bir işlemdir. Özellikle zamana bağlı olarak değişen verilerin konumsal ve zamansal geçerliliği sınırlıdır. Arazi yönetiminin çok hızlı bir şekilde değişiklik göstermesi, arazi kullanıcılarının aktivitelerinden ve üretiminden kaynaklanmaktadır. Bunun için çok geniş hacimde veri toplanmalı, sonuçta önemli bir emek harcanmak zorundadır. Bunun yanında arazi yönetimi çalışmalarında konumsal bilgiye (harita formunda) sürekli gereksinim duyulur. Bu açıdan bakıldığında, geniş alanlardan sürekli olarak veri sağlayan uydu görüntüleri, arazi kullanım karakteristiklerinin ortaya çıkarılmasında çok etkili olduğu anlaşılmaktadır (Rosenfeld ve ark. 1994).

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojileri birlikte, alt yapı tesisleri ve yeryüzü kaynaklarıyla ilgili bilgileri toplamak, analiz etmek ve bir rapor halinde sunmak için kullanılır. CBS ortamında, uydu görüntülerinin kullanılması, geniş alanların planlanmasını ve karar vericilerin kararlarını en kısa zamanda ve etkili bir şekilde uygulamalarına olanak sağlamaktadır (Aronoff 1989).

### **2.1.1. Uzaktan Algılama, Tanımı, Tarihçesi ve Bileşenleri**

Yerküre gözlemi (earth observation) veya tele kayıt (tele detection) olarak da adlandırılan uzaktan algılama (remote sensing), yeryüzeyinin uzaktan gözlenmesini sağlayan araçlar yardımıyla yeryüzeyine ait bilgi elde edilmesinde insanlar için çok değerli ve vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Tanım olarak uzaktan algılama, yeryüzünden belirli uzaklıkta, atmosferde veya uzayda hareket eden platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleri aracılığı ile objelerle fiziksel temasa geçilmeden, yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniğidir. Bir başka ifade ile uzaktan algılama, objelerle fiziksel temasta bulunmadan herhangi bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle objeler hakkında bilgi edinme bilim ve sanatıdır. Bu ölçümler objelerin elektromanyetik alandaki spektrumuna, konumsal ve yıl içinde özelliklerinde meydana gelen değişimlere dayanmaktadır. Genel anlamda ise uzaktan algılama, çoğunlukla görüntünün (resmin) oluşturulması ile konum olarak durağan veya hareketli, uzak mesafelerden yeryüzeyinin gözlenmesinde kullanılan yöntemler, teknikler ve araçların bütünüdür. Uzaktan algılama sistemleri tarafından elde edilmiş verilerden genellikle yeryüzeyine ait yararlı bilgiler elde etmek için yapılan bütün kayıt işleme, analiz yorumlama ve sonuç olarak bilgi üretme gibi aktiviteleri kapsamaktadır (Aksoy 2002).

Uzaktan algılama, yeryüzünün ve yer kaynaklarının incelenmesinde onlarla fiziksel bağlantı kurmadan kaydetme ve inceleme tekniğidir. Ya da diğer bir ifadeyle elektromagnetik spektrumun mor ötesi ışınlarla mikrodalga ışınları arasındaki bölümleri aracılığı ile havadan ve uzaydan cisimlerin özelliklerini kaydetme ve inceleme tekniği olarak da tanımlanabilir (Anonim 2001a).

Uzaktan Algılama, Coğrafik Bilgi Sistemleri metodolojisinde kullanılan veri kaynaklarından en önemlisidir. İnsanlığın varlığı ile beraber yapılmaya başlanmıştır. Bu dönemde insanoğlunun yüksek bir yerden çevresini gözlemlemesi ve yaşama ile ilgili gereksinimlerin karşılama yolunda ön değerlendirme yapması, fikir edinmesi, bilgi toplaması aslında uzaktan algılamanın ilk uygulamalarıdır. Daha sonra ilk fotoğraf kameralarının ortaya çıkması uzaktan algılama için yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Böylece uzaktan algılama ile ilgili belge ve kayıt aşamasına geçilmiştir. Özellikle 2. Dünya Savaşı'nda düşman kuvvetleri hakkında istihbarat amaçlı, uçaklardan çekilen hava fotoğrafları, uzaktan algılamanın farkında olmadan uygulanan

gerçek çalışmalarıdır. Modern anlamda uzaktan algılama kavramı 1950'li yılların başlarında gündeme gelmiştir. Özellikle 1970'li yıllardan itibaren de bu alanda çok önemli mesafeler alınmıştır. Kullanılan alet araç ve teknolojilerde ciddi gelişmeler gösterilmiştir. Bu gelişmelere bağlı olarak uzaktan algılama uygulamaları da çok geniş bir kullanım yelpazesi içinde uygulama bulmuştur (Turoğlu 2000).

Uzaktan algılama yoluyla elde edilmiş görüntüler yeryüzüne ait birçok bilgiyi içinde barındırır. Bu bilgiler yeryüzünden yansıyan elektromagnetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla toplanır. Her bir bantta o bandın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunur. Birden fazla bant bir araya gelerek bir görüntü oluşturabildiği gibi, tek bir banttan oluşan görüntüler de mevcuttur (Çelik ve ark. 2004).

Uydu görüntülerinin başlıca özelliği, hava fotoğraflarına oranla çok geniş yeryüzü alanlarını kaplaması ve topografyaya ilişkin büyük çapta konumsal veri içermesidir. Uydu görüntülerinin Sayısal Coğrafi Veri Tabanları ve CBS içindeki etkinliği ve kullanım oranı her gün hızla artmaktadır (Özbalmumcu 1996, Önder 1998).

Uzaktan Algılama çoğunlukla yer yüzeyinden yansıyan ya da yayılan elektromanyetik (EM) radyasyonu algılayan araçlarla donatılmış yüksek veya alçak yörüngeli platformlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Yer yüzeyinden, atmosferden veya uzaydan gerçekleştirilen uzaktan algılamanın,

- i-** Enerji kaynağı (Güneş)
- ii-** Geçiş koridoru (Atmosfer)
- iii-** Hedef (Yer yüzeyi)
- iv-** Platform (Algılayıcıyı düzeneği taşıyan uydular) olmak üzere 4 temel bileşeni bulunmaktadır.

Elektromanyetik enerji ile cisim arasındaki etkileşme anında cisim tarafından yansıtılan, soğurulan ve geçirilen enerji o cismin yansıtma, soğurma ve geçirgenlik özelliklerine bağlıdır. Gama, X ve Ultraviyole ışınları tipindeki enerji atmosfer tarafından emildiği için uzaktan algılamada kullanılamazlar. 0.4-0.7 µm dalga uzunluğundaki elektromanyetik spektrumun gözle görünür kısımları hem fotoğraf makinelerinde hem de algılayıcılarda kullanılır.

Gözle görünür ışık; mavi, yeşil ve kırmızı ışık olarak üçe ayrılır. Elektromanyetik spektrumun kızılötesi dalga boyu 0.7-15  $\mu\text{m}$  arasında değişen kızılötesi radyasyondur. Bu bölge yansayan kızılötesi (0.7-3  $\mu\text{m}$ ) ve yayınan kızılötesi (3-15  $\mu\text{m}$ ) olmak üzere, yansayan kızılötesi ise yakın (0.7-1.3  $\mu\text{m}$ ) ve orta (1.3-3  $\mu\text{m}$ ) kızılötesi olarak da ikiye ayrılır (Lillesand ve Kiefer 1999).

Günümüzde pasif uzaktan algılama mavi ışıktan termal radyasyona kadar değişiklik gösteren radyasyonları kullanmaktadır. Aktif uzaktan algılama (radar) ise daha uzun dalga boylarındaki mikrodalga radyasyonları kullanır. Daha uzun dalga boyları bulutların, sisin ya da yağmurun içinden süzülebildiği için gelecek nesil uyduların mikrodalga boylarına hassas uzaktan algılama algılayıcıları ile donatılacakları açıktır.

Elektromanyetik spektrumun uzaktan algılamayla ilgili bölgeleri ve dalga boyları aşağıda verildiği gibidir (Sesören 1999).

<b>1- Optik dalga boyları</b>	<b>: 0.3 - 15 <math>\mu\text{m}</math></b>
<b>A.Yansiyabilen dalga boyları</b>	
a.Mor ötesi	: 0.3-0.4 $\mu\text{m}$
b.Görünür bölge	: 0.4-0.7 $\mu\text{m}$
Mavi	: 0.4-0.5 $\mu\text{m}$
Yeşil	: 0.5-0.6 $\mu\text{m}$
Kırmızı	: 0.6-0.7 $\mu\text{m}$
c.Yakın kırmızı ötesi	: 0.7-0.9 $\mu\text{m}$
d.Orta kırmızı ötesi	: 0.9-3 $\mu\text{m}$
<b>B.Yayınabilen dalga boyları</b>	
a) Termal kızılötesi	: 3-15 $\mu\text{m}$
<b>2- Mikrodalga dalga boyları</b>	<b>: 0.83-133 cm</b>
<b>A. Pasif mikrodalga</b>	
<b>B.Aktif mikrodalga (radar)</b>	
a.SHF (süper yüksek frekans)	: 1 cm-10 cm
b.UHF (ultra yüksek frekans)	: 10 cm-1 m

Gelişmiş teknolojilerin tarımsal üretim politikalarına yönelik kullanımları giderek yaygınlaşmaktadır. Arazi kullanımı ve doğal kaynaklarımıza ait temel veriler olmadan doğal kaynaklarımızın akılcı kullanımı söz konusu olamaz. Arazi kullanım şekillerinin ve diğer doğal kaynaklarımızın envanterinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda kullanılabilir araçlardan bir tanesi de, son yıllarda yaygın olarak kullanılan uzaktan algılama tekniğidir. Özellikle tarım, orman, jeoloji, maden vb. konularda işlerle kullanılan uzaktan algılama tekniği bazı kültür bitki örtüsü türlerinin dağılım alanlarını belirlenmesi ve haritalanması amacıyla ülkemizde de kullanılmaktadır (Dinç 1997).

Bütün dünyada yaşanan teknolojik gelişmelere paralel olarak, ülkemizde de kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektörde, uzaktan algılama yöntemlerine ilişkin uygulamalar hızla artmaktadır. Harita Genel Komutanlığında uzaktan algılama verilerinin topografik harita üretiminde kullanılmasına, on yılı aşkın bir süredir devam edilmektedir. Özellikle 1997 yılında gerçekleştirilen Modernizasyon Projesi kapsamında temin edilen dijital fotogrametri aletleri ve sayısal görüntü işleme sistemleri ile bu alandaki olanak ve yetenekleri daha üst seviyelere çıkarılmıştır. Yalnızca film formatlı uydu görüntüleri değil, sayısal formatlardaki uydu ve radar görüntülerinin gerek topografik harita üretiminde, gerekse orto-foto ve anaglif harita üretiminde kullanılması olanaklı hale gelmiştir. Aynı şekilde çeşitli üniversitelerde de yer istasyonları kurulması konusunda sistem çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalarla istenilen uydudan istenilen zaman ve formatta veri sağlanabilecektir. Bu sistemlerin kurulması daha fazla desteklenerek Türkiye'deki tüm alanlara cevap verebilecek halde yapılandırılması sağlanmalıdır (Anonim 2001b).

Ülkemizde uzaktan algılamanın etkin olarak kullanılabilir alanlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

**1) Arazi örtüsü ve arazi kullanımının saptanması:** Çevresel problemler özellikle bölgesel ölçekte arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişimlerle ilgilidir. Bu değişimlerle ilgili bilgiler önemli çevresel belirleyicilerdir. Arazi örtüsü ve kullanımının haritalanması ve bunun zaman içerisindeki değişiminin gözlenmesi ile elde edilen verilerin CBS ortamına aktarılarak yerel yönetimlere ve ilgili devlet sektörlerine standart formatlarda sunulması ile doğru ve güncel bilginin ilgili kurumların sağlıklı ve doğru kararlar verebilmelerinde kullanımı sağlanmış olacaktır.

**2) Tarım ve ormancılık:** Tarımın ekonomimizdeki önemi göz önüne alındığında ülkemiz için uzaktan algılamadan tarımla ilgili konularda yararlanma potansiyelinin yüksek olduğu görülür. Ürün miktarının hızlı ve doğru tahmini ve tarım politikalarının buna göre belirlenmesi gibi birçok konuda uzaktan algılamadan faydalanma olanakları bulunmaktadır. Bunların yanı sıra ormancılık faaliyetlerinde yönetim ve zaman içerisindeki değişimleri izleme amacıyla uzaktan algılamadan yararlanılabilir.

**3) Şehircilik:** Ülkemizde iç göçler ve yüksek nüfus artışıyla çok hızlı bir gelişim ve değişim içerisinde bulunan şehirlerimizin kontrollü ve planlı büyümelerinin sağlanmasında uzaktan algılama verilerinin kullanımı çağdaş planlama yöntemlerinden biridir. Özellikle soğuk savaş sonrası kullanımına izin verilen yüksek çözünürlüğü olan uydu verilerinin kullanımı bu amaca hizmet edecektir.

**4) Kıyı alanları yönetimi:** 8333 km kıyı uzunluğuna sahip olan ülkemizde kıyılarımız birçok sorunla karşı karşıyadır. Bu baskıların başında turizm ve kentsel gelişimden kaynaklanan yanlış ve plansız alan kullanımları, karasal (evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar) ve denizsel (gemilerden boşaltılan sintine suları, çöp ve kazaların yol açtığı petrol sızması) orijinli kirlilik gelmektedir. Uzaktan Algılama ve CBS kullanımı kıyı yönetiminde, kıyılardaki fiziksel değişimlerin izlenmesinde, kirleticilerin ve kirlilik düzeyinin belirlenmesinde bu baskılara ve yanlış uygulamalara karşı oluşturulacak politikaların belirlenmesinde önemli rol oynayacaktır.

**5) İçme suyu temini ve sulama:** Bulduğumuz coğrafyada su, girdiğimiz yüzyılda daha da önem kazanmaktadır. İçme suyu, tarım ve endüstri için mevcut su kaynaklarımızın kullanımında özellikle su havzaları yönetiminde suyun sürdürülebilirlik kriterlerine uygun olarak kullanımına yardımcı olacaktır.

**6) Erozyonun izlenmesi:** Ülkemizin karşı karşıya olduğu bir diğer sorundur. Erozyonun neden olduğu değişim ve tahriplerin belirlenmesi ve izlenmesinde kullanılan önemli bir kaynaktır.

**7) Biyomas tespiti:** Kırsal alanlarda biyomasın ve rejenerasyon potansiyelinin tespiti, yer verilerinin uzaktan algılama verileriyle birlikte kullanımıyla ortaya konulabilir ve bu bilgiler ışığında enerji, besin ve hayvansal üretim planlanması daha doğru olarak yapılabilir.

**8) Biyolojik çeşitliliğin saptanması:** Ülkemiz dünyadaki önemli floristik bölgelerden üç tanesini içermesi, değişken topografyası ve iklimi nedeni ile çok zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahiptir. Bu çeşitliliğin özellikle habitatlar bazında haritalanması ve zaman içerisinde değişimin izlenmesi biyolojik çeşitliliğimizin korunması için önemlidir. Bu bağlamda uzaktan algılama bu amaç için çok önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

**9) Meteoroloji:** Çok geniş bir yüzölçümüne sahip olan ülkemizde iklim de çeşitlilik göstermektedir. Bu iklim çeşitliliğinin doğru tahminlerle ifade edilmesi yüksek teknolojilerden, özellikle uydu verilerinden yararlanmayı gerektirmektedir. Uydu sistemleri vasıtasıyla meteorolojik parametrelerin (yağış, çığ, taşkın, sel, don, sıcaklık, güneş enerjisi bütçesi, nem vb.) tahmini ve değişimi yapılabilir. Uzaktan algılama tekniklerinin meteoroloji için doğru ve zamanında kullanımı ülkemizin maddi ve insan kaybına daha az uğraması açısından hayati önem arz eder (Anonim 2001b).

### **2.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Tanımı, Tarihçesi ve Bileşenleri**

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), yeryüzü şekillerini ve yeryüzünde gelişen olayları haritaya dönüştürmek ve bunları analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçların tümü olarak tanımlanabilir. CBS teknolojisi ortak veri tabanlarını birleştirme özelliğine sahiptir. Örneğin, haritaların sağladığı görsel ve coğrafi analiz avantajları sorgulama ve istatistiksel analizler olarak kullanıcıya sunulur. Bu özelliği bakımından, CBS diğer bilgi sistemlerinden farklıdır. Bunun bir neticesi olarak CBS, hizmet alanındaki olayların tanımlanmasında ve ileriye dönük tahminlerde bulunacak stratejik planların yapılmasında kamu ve özel sektör tarafından oldukça yoğun kullanılmaktadır (Anonim 1988).

Coğrafi Bilgi Sistemleri, karmaşık planlama ve yönetim sorunlarının çözülebilmesi için tasarlanan; mekandaki konumu belirlenmiş verilerin kapsanması, yönetimi, işlenmesi, analiz edilmesi, modellenmesi ve görüntülenebilmesi işlemlerini kapsayan donanım, yazılım ve yöntemler sistemidir. Daha basit bir ifade ile, “dünya üzerindeki bölgeleri tarif eden, verileri saklayan ve kullanan bilgisayar sistemi” olarak da tanımlanabilir. CBS'nin bileşenlerini, donanım, yazılım, veri, insan, metotlar oluşturmaktadır (Anonim 2003).

Bir CBS veri tabanında, analiz edeceğimiz ve sorgulayacağımız konu ile ilgili çok farklı kaynaklardan gelen veriler (işlenmiş veya ham uydu verisi, iklim, toprak, yersel ölçümler, yükseklik, yağış, sıcaklık, nüfus, yollar vb.) katmanlar olarak bilgisayarda tutulurlar; belli uzmanlık dalının kriterleri ile sorgulanarak yeni bilgiler üretilir.

Coğrafik varlıklar iki tür veri ile tanımlanmakta ve coğrafik bilgi sistemlerine girilmektedir.

*1- Geometrik veriler;* herhangi bir varlığın coğrafik konumu ile ilgili verilerdir (Örneğin; yol, göl, orman ve toprak türleri gibi varlıkları temsil eden noktasal, çizgisel ve alansal veriler)

*2- Geometrik olmayan veriler;* coğrafik varlığın kaydedilmiş tanımlayıcı bilgileri ile ilgili verilerdir (Örneğin; yolun ismi, asfalt olup olmadığı, gölün tuzluluk durumu, derinliği ve orman türlerinin yoğunluğu, kereste kapasitesi, yaşı, toprakların derinliği, tekstürü, verimlilik durumu gibi tanımlayıcı veriler).

Coğrafik veri toplama yöntemi ve teknolojisi her şeyden önce verilerin kaynağına bağlıdır. Coğrafik veri kaynakları genel olarak;

- ✓ Basılı haritalar ve özniteliksiz tablosal verileri (çizgisel, konulu ve diğer haritalar, özniteliksiz tablosal veriler),
- ✓ Sayısal veya elektronik veriler,
- ✓ Hava fotoğrafları ve diğer görüntüler,
- ✓ Uydu verileri (uydu ve hava platformlarından alınan sayısal veriler),
- ✓ Arazi ölçümleri şeklinde sınıflandırılabilir.

Coğrafik bilgi sistemlerine veri girişi klavye, basılı haritalardan elle sayısallaştırma, taranmış harita, hava fotoğrafları ve görüntülerden otomatik-yarı otomatik sayısallaştırma, sayısal uydu verileri ve diğer sayısal verilerin disket, CD-ROM ve internet araçlarından biri veya birkaçı kullanılarak sağlanmaktadır (Aranoff 1989).

Coğrafik Bilgi Sistemleri ile birlikte yeryüzeyine ait birçok konuda bilgisayar destekli haritalama ve uzaysal analizler geliştirilmiş olup aşağıda verilen alanlar birbiriyle ilişkilendirilmeden olayların şimdiki durumlarının elde edilmesi, anlaşılması ve kıyaslanması olanaksızdır.

- ✓ Kadastral ve topoğrafik haritalama
- ✓ Tematik kartoğrafya
- ✓ İnşaat mühendisliği
- ✓ Coğrafya
- ✓ Uzaysal değişimde matematiksel işlemler
- ✓ Toprak bilimi
- ✓ Haritalama ve fotogrametri
- ✓ Şehirselle ve kırsal planlama
- ✓ Hizmet ağları (telefon, elektrik, yol)
- ✓ Uzaktan algılama ve görüntü işleme
- ✓ Yapay hafıza
- ✓ Bilgisayar bilimi

Günümüzde kapasiteleri her geçen gün artırılan güçlü bilgisayar donanımları ile çok gelişmiş Coğrafik Bilgi Analiz programları kolayca sağlanabilir durumdadır. Ayrıca görüntüleme teknolojileri de yüksek çözünürlük, renkli görüntüleme, interaktif çizim ve diğer birçok konuda gelişmiş olanaklar sağlamaktadır.

CBS kavramı Kanada'da Roger Tomlinson tarafından 1960'ların başında gündeme getirilmiştir. Kabaca 10'ar yıllık periyotlarla CBS' deki gelişim takip edildiğinde aşağıdaki tablo ortaya çıkmaktadır.

**1960 – 1970 yılları;** CBS kavramının şekillendiği dönemdir. Konunun başlangıcı, özellikle mühendislik bilim dallarının çalışmaları için ihtiyaç duyulan, doğal ortamın özelliklerine ait sayısal verilere ulaşma amaçlı gereksinimdir. Doğal ortamın fiziksel özelliklerine ait (Jeolojik, Jeomorfolojik, Bitki Örtüsü, Toprak Özellikleri vs.) hesaplama, hesapların bilgisayar ortamında depolanması ve analiz edilme imkanlarının araştırılması ve CBS yazılım tasarımları üzerinde çalışmaların yapılması bu yıllara rastlar. Özellikle Amerika ve Kanada'daki üniversiteler, araştırma merkezleri ve askeri kuruluşlar, konuya ilgi gösteren kurum ve kuruluşlardır.

**1970 - 1980 yılları;** bilgisayar teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak, kişisel bilgisayarların kapasite ve kullanım kolaylıklarının da gelişme göstermesi CBS metodolojisinin kavram ve yöntem olarak yerleşmesine, yaygınlaşmasına uygun zemin hazırlamıştır. Uzaktan Algılama yöntemlerinin de CBS çalışmalarına entegre olması, CBS kullanımının gelişme ve yayılmasında olumlu rol oynamıştır. Konu ile ilgili

çalışmalar bu dönemde de ağırlıklı olarak halen Amerika ve Kanada'da devam etmektedir.

**1980 - 1990 yılları;** bilgisayar teknolojilerinin gelişim hızı bu dönemde öylesine hızlanmıştır ki, üretilen kişisel bilgisayarlar, aynı yıl içinde daha gelişmiş modellerin çıkarılmasıyla demode olmaktadır. Network sisteminin gelişmesi, zengin bilgisayar donanımlarının tesis edildiği laboratuvarlar (workstation) ve bu teknolojik gelişime ayak uyduran CBS metodolojisini kullanan, farklı bilim dallarına hitap eden, CBS programları (GIS Software) geliştirilmiştir. CBS'nin tarihsel gelişimindeki bu dönemde özel firmaların ağırlığının arttığı görülmektedir. Gerek bilgisayar teknolojisi ve gerekse yazılım teknolojilerinin gelişimindeki etkinlikleri ve ticari olmaları nedeniyle bu dönemde özel şirketler daha aktif hale gelmişlerdir.

**1990-Günümüz;** modern CBS kavramı, yeteneklerinin ve kapsamının bilgisayar teknolojileri ile desteklenerek geliştirildiği bu son dönem içinde uzaktan algılama tekniklerinin de geliştirilmesiyle günümüz seviyesine ulaşmıştır. Farklı bilim dallarına hitap eden ihtiyaçlarına cevap verecek CBS metodolojisini kullanan, farklı fiyatlarda, kapasite ve yeteneklerdeki çok sayıda yazılımlar üretilmiştir. Bunlar bilimsel, ticari ve kamu sektörüne hizmet vermektedir. Halen ticari firmalar, üniversite ve araştırma enstitüleri, askeri kuruluşlar, yerel yönetimler, diğer kamu kurum ve kuruluşları CBS teknolojilerinin gelişmesinde ve kullanılmasında rol alan birimler olarak dikkati çekmektedir (Turoğlu 2000).

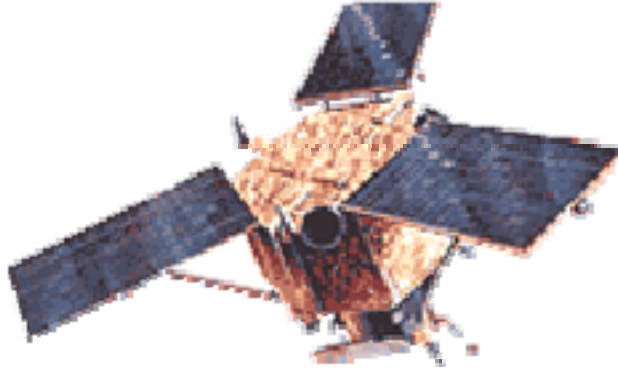
CBS teknolojisi son 20-30 yılda, bilgisayar yazılım ve donanım sistemlerindeki gelişime paralel olarak gelişen yeni bir teknoloji olup başlangıçta, eldeki haritaların bilgisayarda tutulabilmesi için amaçlanmış, daha sonraları ise grafik ve grafik olmayan bilgilerle, bunlara ait sözel ve sayısal diğer bilgileri bir arada tutma, aynı anda sorgulayıp, analiz edebilme gücüne ulaşmıştır (Alpaslan ve Divan 2001).

Son yıllarda, kompleks ve yüksek hacimli çevresel verilerin görüntülenmesi, analizi, depolanması gerekliliği verilerin elde edilmesinde ve karmaşık bilgi sistemlerinin düzenlenmesinde bilgisayar kullanımını zorunlu kılmıştır. Yüksek hacimli uzaysal verilerin etkin kullanımı, bu verileri kullanılabilir bilgilere dönüştürebilen yeterli sistemlerin varlığına bağlıdır (Marble ve Peuquet 1983).

Günümüzde arazi örtüsü/arazi kullanımlarında meydana gelen fiziksel değişimler, biyoçeşitlilik, besin maddeleri üretimi, insan sağlığı ve yaşam kalitesi üzerinde olumsuz etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Alphan ve Yılmaz 2001). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS), peyzaj özelliklerinin tanımlanması ve analizi için değişim tespitinde gereksinim duyulan düzenli ve tutarlı veri sağlanmasında ideal araçlar haline almıştır (Berberoğlu 2003).

## 2.2. IKONOS Uydusu, Özellikleri ve Kullanım Alanları

IKONOS, yeryüzeyine ticari görüntü gönderen uydular içerisinde QUICKBIRD' den sonra en hassas olanıdır (Şekil 2.1). Yurt dışındaki yayınlarda “*Satlık Casus*” olarak anılan IKONOS uydusu, 24 Eylül 1999 tarihinde ABD'nin Kaliforniya eyaletindeki Vandenberg hava üssünden uzaya fırlatılmış ve görüntülerini dünyaya göndermeye başlamıştır<sup>1)</sup>.



**Şekil 2.1.** Ikonos uydusunun ve sahip olduğu araçların bir görünüşü

IKONOS uydusu  $\pm 85$  derece paralel arasında algılama yapabilir. Multispektral ve pankromatik algılama yapan 2 algılayıcıya sahiptir ( Çizelge 2.1).

IKONOS görüntüleri, daha önce ticari olarak sağlanamayan ürün ve bilgileri, müşterilerin karar mekanizmalarına yardımcı olmak üzere sunmaktadır. Değişik uygulamalarda kullanılmak üzere uygun fiyatlarla yüksek detaylarda sunulan çok bantlı, renkli, siyah/beyaz (pankromatik), stereo ve 3 boyutlu IKONOS ürünleri harita bazlı bilgilerin üretilmesi, güncellenmesi ve bu bilgilerin birleştirilmesi için ideal bir ortam sağlar.

<sup>1)</sup> <http://www.hatgis.com.tr/tr/ikonos.html>

**Çizelge 2.1.** IKONOS uydusu algılayıcılarının genel özellikleri

<b>ALGILAYICI ÖZELLİKLERİ</b>	
<b>Algılayıcılar</b>	Siyah beyaz (Panchromatic), Renkli (Multispectral)
<b>Yersel çözünürlük</b>	Her filmin çözünürlüğü (izdüşümünden<26 derece uzaklıkta nominal) 1 metre pankromatik (tüm renklere duyarlı) ve (izdüşümünden<26 derece uzaklıkta nominal) 4 metre renklidir (birden fazla tayflı). Yeryüzü işleme programı tutarlı piksel yeryüzü örnek mesafesi (GSD) ile birlikte sorunsuz görüntü ürünleri ortaya çıkarmak için görüntüleri hızlı bir şekilde işlemektedir.
<b>Spektral çözünürlük</b>	Siyah-Beyaz: 0.45 - 0.90 mikron Renkli: (Landsat 4&5 TM 1-4 bantları ile aynı) #1: Mavi 0.45 - 0.52 mikron #2: Yeşil 0.52 - 0.60 mikron #3: Kırmızı 0.63 - 0.69 mikron #4: Kıızılötesine (IR) Yakın 0.76 - 0.90 mikron
<b>Nominal Görüntü Şerit Genişliği</b>	Nominal dolaşma genişliği:11 km
<b>Zamansal çözünürlük</b>	1 metre çözünürlükte 2.9 gün; 1.5 metre çözünürlükte 1.5 gün. Bu değerler 40 derece enlemindeki hedef yerler için geçerlidir. Uydunun yeniden aynı konuma gelmesi için geçen süre yüksek enlemlerde daha sık olurken ekvatora yakın enlemlerde daha seyrek olacaktır.
<b>Görüş açısı</b>	Hareketli uzay aracı - doğrudan izleme ve yan izleme
<b>Radyometrik çözünürlük</b>	11 - bit data veya 8 - bit data

**Kaynak:** <http://www.sieurasia.com/ikonos.htm>

IKONOS uydusu ticari olarak sağladığı yüksek yersel görüntüler 82 cm çözünürlük ve 1 m koordinat doğruluğu (RMSE) (1:2400 harita ölçeği) ile bugüne kadar ticari kullanıcılara sağlanan detaylı ve hassas uydu görüntüleri arasında yer alır. Yüksek çözümü, geometrik doğruluğu, harita bazlı olması ve çok bantlı oluşu gibi özellikleri ile Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistemleri çalışmalarında bir devrim anlamına gelen bu görüntüler yeryüzünün herhangi bir noktasından 1 ila 3 günde bir alınabilmektedir. IKONOS uydusu 680 km irtifada 26.000 km/saat hızla ilerleyerek dünyayı 98 dakikada bir, güneş eş zamanlı bir yörüngede dönmekte ve dünyanın çevresini günde 14 defa dolaşmakta ve iz düşümü boyunca 700 km eninde bir şerit

içinde 82 cm çözünürlükte görüntü alabilmektedir. Alınan asgari görüntü 100 km alanında olup bir geçişte 10.000 km<sup>2</sup> ye kadar görüntü toplanabilmektedir.

IKONOS sensörü, müşteri tarafından belirtilen koordinatlar doğrultusunda görüntü alma imkanı sağlayan hareketli bir uzay aracı ile ticari uydu görüntüleme sisteminde atılan önemli bir adımdır. Uydu görüntülerinin yer kontrol noktalarıyla birlikte kullanımı, kesin yer tayini ve haritalama çalışmaları için kusursuz bir alan oluşturur. IKONOS uydusunun yüksek çözünürlüklü görüntüleri ile üretilmiş haritalar, değişik arazi özelliklerini gösterir. Bu haritalar geleneksel vektör haritalardan çok daha fazla detay sunar. IKONOS görüntüleri Coğrafik Bilgi Sistemleri (GIS) ve haritalama formatları ile uyumludur<sup>2)</sup>.

Hava fotoğrafları, uydu görüntüleri gibi uzaktan algılama tekniği ile elde edilmiş görüntülerden ortofotoların üretilmesi, çeşitli haritalama uygulamaları için önemli bir görev teşkil etmektedir. IKONOS gibi yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü, büyük ölçekte topoğrafik harita yapımı için yüksek potansiyele sahiptir. Örneğin kentsel planlama için istenilen özellikteki bilginin belirlenmesinde geniş ölçüde kullanılmaktadır (Kuo et.al., 2001; Park ve Kim 2001).

Kentsel gelişmenin takibi ve yönetimi yanı sıra IKONOS uydusunun diğer kullanım alanları aşağıdaki gibidir:

*Alt Yapı:* Gaz, elektrik, su, kanalizasyon.

*Merkezi ve Yerel Yönetimler:* Arazi örtüsü ve arazi kullanım analizleri (sulama alanlarının tespiti, fiziksel yapı, ekimsel yoğunluk, ürün sağlığı ve hastalık alanlarının belirlenmesi ve izlenmesi, tarla sınırları ve dönüm miktarı tespiti, çeşitli toprak türlerinin belirlenmesi, gelecekteki ürün performansı, ürün gelişim ve ürün tahminine ilişkin modellerin geliştirilmesi, tarımsal veya tarım dışı arazi kullanımına ilişkin haritaların çizilmesi).

*Telekomünikasyon:* Kaplama alanı alt yapısının planlanması.

*Emlak:* Yer seçimi analizleri.

*Sigortacılık:* Afet tahmini.

*Acil Yardım:* Rota planlaması.

*Milli Savunma:* Görev planlaması<sup>1)</sup>.

---

<sup>2)</sup> <http://www.sieurasia.com/ikonos.htm>

Bir ülkede, doğal kaynaklar hakkında yeterli bölgesel, nicel ve nitel bilgiler vasıtasıyla en uygun planlama yapılır ve gelişme sağlanır. Yeterli bilgiyi sağlamak amacıyla modern uzaktan algılama teknikleri kullanmak gerekir. Uydu verilerinin zamansal ayırım gücü olarak da nitelendirilen farklı tarihlerde algılanmış görüntülerden oluşturulan arşivler vasıtasıyla, günümüzden on veya yirmi yıl geriye gidilerek, bir ülkedeki arazi örtüsünün durumu, yıldan yıla arazi örtüsü gelişimi bir veri tabanına yerleştirilerek izlenebilir. Bu veri tabanı vasıtasıyla yeni arazi örtüsü haritaları, istatistikler ve ülkenin arazi örtüsü atlası üretilebilir ve bu ürünler ülkenin ziraat politikasını belirlemede, kırsal rehabilitasyonun stratejik ve yöresel alan planlamasında kullanılarak ziraatçılara ve çiftçilere yarar sağlar, yöre halkının kalkınmasına katkıda bulunur (Alparslan ve Divan 2001).

### **2.3. Doğal Kaynakların İzlenmesinde Yaygın Olarak Kullanılan Diğer Uydular**

Bu bölümde doğal kaynakların izlenmesinde, nicelik ve niteliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan uydular ile yeni kuşak yüksek çözünürlüğe sahip uydular ve özellikleri verilmiştir.

#### **2.3.1. Landsat Uydusu**

Bu uydu ilk olarak 23 Temmuz 1972 yılında Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi Başkanlığınca fırlatıldı ve daha sonra ERTS (Dünya Kaynakları Teknoloji Uydusu) olarak isimlendirildi. Bu uyduyu takiben bu seri içinde iki uydu daha 21 Şubat 1975 ve 5 Mart 1978 tarihlerinde kutup doğrultusuna yakın 99.09 derecelik eğimle, güneşle birlikte hareket eden 919 km yükseklikte bir yörüngeye oturtulmuşlardır. Dünya etrafındaki tam bir turu 103 dakika alır ve ekvatorundan geçişi yerel saatle 9.30' dadır. Tekrar devri ise 18 gündür (18 günde bir aynı yeri algılar). Tarama uzunluğu (bir kerede tarayabildiği uzunluk) 185 km ve tam görüntü büyüklüğü ise 185\*185 km<sup>2</sup> dir.

Landsat uydularının ikinci serisi 16 Temmuz 1982 ve 1 Mart 1984 yılında fırlatılan Landsat 4 ve 5 uydularında RBV kamerası bulunmamaktadır. Bunun yerine daha gelişmiş algılayıcı seti olan geliştirilmiş geometrik çözünürlüklü (30\*30 m<sup>2</sup>) ve termal sıcaklığı ölçen bir bant da dahil olmak üzere 7 bantlı spektral çözünürlüklü bir konulu haritalayıcıya; Tematik Mapper'e (TM) sahiptir. Aynı zamanda öncekilerde 18

gün olan aynı yeri tekrar algılama devri bu uyduda 16 gündür. Landsat uydularının en gelişmiş üyeleri 5 Ekim 1993' te yörüngeye oturtulduktan sonra iletişim sağlanamayan Landsat 6 ve 15 Nisan, 1999 tarihinde yörüngeye oturtulan Landsat 7 ETM+ uydularındır. Landsat 4 ve 5 uydularındaki konulu haritalayıcının band özellikleri, yörüngesi ve tekrar görüntüleme gibi karakteristikleri landsat 6 ve 7'de olduğu gibi korunarak 0,50-0,90  $\mu\text{m}$  spektral ve 15\*15 m geometrik çözünürlüğe sahip Pankromatik modül ilave edilmiş ve termal 6. bandının geometrik çözünürlüğü 60\*60 m olarak geliştirilmiştir (Aksoy 2002).

### 2.3.2. Spot Uydusu

Spot uydusu Fransız Uzay Merkezi (CNES) tarafından planlanarak Fransa, Belçika ve İsveç tarafından üretildi. İlk kez 22 Şubat 1986'da işlev kazandı. SPOT1 uydusu da Landsat uyduları gibi kutup doğrultusuna yakın, güneşle eş zamanlı 98,7 derece eğimli, yer yüzeyinden 832 km yükseklikte bir yörüngeye sahiptir.

İki farklı modda çalışan yüksek çözünürlüklü iki görüntüleme cihazına (HRV) sahiptir. Çok bantlı spektral modu (MSm) 20\*20 m<sup>2</sup> geometrik çözünürlüklü tayfın yeşil (.50-.59  $\mu\text{m}$ ), kırmızı (.61-.68  $\mu\text{m}$ ) ve yakın kızılötesi (.79-.89  $\mu\text{m}$ ) bölümünü kaplayan 3 bantdan oluşur. Pankromatik (siyah-beyaz) modu sadece görünür bölgeyi örten tek bant (.51-.73  $\mu\text{m}$ ) ve 10\*10 m<sup>2</sup> yüksek geometrik çözünürlüğe sahiptir. Her iki algılayıcı seti birlikte aralarında 3 km' lik örtme bulunan 117 km' lik tarama genişliğini kapsamaktadır.

SPOT 1'le aynı özellikleri taşıyan SPOT 2 ve 3'ü SPOT uydularının en gelişmiş üyeleri 1998 ve 2002 tarihlerinde yörüngeye oturtulan SPOT 4 ve SPOT 5 uydularındır. SPOT 4 uydusu önceki spot uydularında bulunan görüntüleme sistemine HRV (Yüksek çözünürlüklü vidikon) benzeri HRVIR görüntüleme sistemi taşımaktadır. SPOT 5 uydusunda ise HRVIR (Yüksek çözünürlüklü vidikon kızılötesi) görüntüleme sisteminin yerine iki adet yüksek çözünürlüklü geometrik (HRG) araç taşımaktadır. Söz konusu araç pankromatik modda 5\*5m, çok bantlı modda ise 10\*10m (yeşil, kırmızı ve yakın IR); 20\*20m (orta IR) geometrik çözünürlükte algılama yapmaktadır. SPOT 5 ayrıca yer yüzeyinin tamamına yönelik sayısal yükseklik model oluşturmak üzere yüksek çözünürlüklü stereoskopik (HRS) bir araç taşımaktadır (Aksoy 2002).

### 2.3.3. Earth Observing-1 Uydusu

NASA tarafından yeni bin yıl projesi (NMP) kapsamında Landsat 7 ETM+ uydusunu 1 dakika geriden aynı rota üzerinde takip edecek biçimde tasarlanmıştır. Bu güne kadar en gelişmiş spektral çözünürlüğe sahip dünya gözlem 1( Earth Observing-1) adı verilen uydusu 21 Kasım 2000 tarihinde yörüngeye oturtulmuştur.

Uydu Landsat 7 ETM+ uydusu ile benzer özelliklere sahip 7 band spektral çözünürlük, 30m\*30m multispektral ve 10m\*10m pankromatik yersel çözünürlüğe sahip ALI ( Advanced Land Imaging; ileri arazi görüntüleme ) algılayıcısı, 0,4 – 2,4 µm dalga boyları arasında 10 nm aralıkla yeryüzeyinden yansımaları 220 band spektral 30m\*30m yersel çözünürlükle kaydeden Hyperion (hyperspektral) algılayıcısı ile 0,4 – 2,4 µm dalga boyları arasında 2–6 nm aralıkla yeryüzeyinden yansımaları 256 band spektral 250m\*250m yersel çözünürlükle AC (Atmospheric Corrector; Atmosferik düzeltici) algılayıcısı taşımaktadır<sup>3)</sup>.

### 2.3.4. Quickbird Uydusu

18 Ekim 2001 tarihinde ABD-Kaliforniya eyaletinden fırlatılmıştır. 0.61–0.73 m pankromatik, 2.5–2.9m multispektral konumsal çözünürlüğe sahip görüntü vermektedir. *Arazi örtüsü ve arazi kullanımı analizleri*, sulama alanlarının tespiti, fiziksel yapı, ekimsel yoğunluk, ürün sağlığı ve hastalık alanlarının belirlenmesi ve izlenmesi, tarla sınırları ve dönüm miktarı tespiti, çeşitli toprak türlerinin belirlenmesi, gelecekteki ürün performansı, ürün gelişimi ve ürün tahminine ilişkin modellerin geliştirilmesi, tarımsal veya tarım dışı arazi kullanımına ilişkin haritaların çizilmesi gibi alanlar en önemli kullanım alanlarını oluşturmaktadır. Ayrıca kentsel planlama, altyapı, telekomünikasyon, emlak, sigortacılık, acil yardım, milli savunma gibi alanlarda da Quickbird uydu verileri yoğun olarak kullanılmaktadır<sup>4)</sup>

Quickbird uydusunun devamı olan WorldView uydusunun 2006 yılında yörüngeye yerleştirilmesi planlanmaktadır. WorldView 8 spektral band ve 50 cm'den daha hassas çözünürlükte planlanmış olup, çerçeve boyutu da 16 km olarak kalacaktır. Ayrıca Digital Globe tarafından yapılan açıklamaya göre, QuickBird uydusu da sağlıklı

<sup>3)</sup> <http://eo1.gsfc.nasa.gov/miscPages/home.html>

<sup>4)</sup> <http://www.hatgis.com.tr/>

ve tam randımanla çalışmakta ve 2009 yılına kadar çalışmasına devam edeceği bildirilmiştir<sup>5)</sup>.

#### **2.4. IKONOS Uydu Görüntüleri ve CBS Teknikleri Kullanılarak Dünyada ve Ülkemizde Arazi Kullanım Durumunun Belirlenmesiyle İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Tropikal yağmur ormanlarındaki arazi örtü/arazi kullanım değişimlerinin tespiti (Signh 1986), kurak ve yarı kurak alanların izlenmesi (Ram ve Kolarkar, 1993; Pilon ve ark. 1998), tarım alanlarının izlenmesi (Lenney ve ark. 1996) bu uygulama alanlarından bazılarıdır. Arazi örtü/arazi kullanım değişimlerinin kontrol edilmesi yoluyla çevresel bozulmalara karşı erken dönemde önlem alınması bu nedenle hayati bir konu haline gelmiştir.

Orta Nepal Dağlarında yapılan çalışmada 1947 ve 1990 yılları arasında orman alanlarındaki değişim ve arazi kullanımı CBS teknikleri kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda nispeten alçak alanlardaki ağaçlandırma çalışmaları nedeniyle sulu tarım çalışmalarının daha üst seviyelere kaydığı, otlak alanların azaldığı belirlenmiş ve CBS' nin arazi yönetim ve planlaması için çok uygun bir araç olduğu vurgulanmıştır (Scheirer ve ark. 1994).

Kuo ve ark. (2001), Tayvan'da yaptıkları bir çalışmada yüksek çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsü kullanarak kentsel arazi kullanım sınıflandırma modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada yüksek çözünürlüğe sahip IKONOS uydu görüntüsü kullanılması, düşük çözünürlüğe sahip uydu görüntülerinden daha fazla detay içermesi nedeniyle (binalar, yollar, ağaçlar, yeşil alanlar ve diğer öğeler) avantaj sağlamıştır.

Jonson ve ark. (2003), Kaliforniya'nın Kıyı Bölgesi'nde yetişen iki ticari öneme sahip şaraplık üzüm bağı alanının (yaklaşık olarak 800 ha) haritalanmasında yüksek alansal çözünürlüğe sahip çok batlı IKONOS uydu görüntüsü kullanmışlardır.

Uydulardan elde edilen uzaktan algılama verilerinin ve CBS'nin, mevcut arazi kullanımının saptanmasında ve çevre değişiminin zamansal olarak belirlenmesinde bir yenilik oluşturduğu belirtilerek, özellikle plansız gelişen alanların saptanmasında, şehir gelişme yönetiminin tayininde ve planlamanın yapılmasında hızlı, güvenilir, ekonomik bir sistem olduğu vurgulanmıştır. Bu sonuç İstanbul'un Ümraniye ve İkitelli

<sup>5)</sup> <http://www.isrjournal.com/story.php?F=447672>

bölgelerinde yapılan bir çalışmayla belirlenmiş olup bu alanlara ait arazi kullanım sınıfları; su, yerleşim, orman+yeşil alan, boş alan, sanayi, taş ocağı+yol olarak belirlenmiştir (Kaya ve Musaoğlu 1997).

İstanbul Teknik Üniversitesi (İstanbul); kampus topografyasını dikkate alan bir bilgi sistemi tasarlamıştır (Yomralıoğlu 1999).

Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul); kampusta bulunan yapılar, yollar, duvarlar, spor alanları, yeşil alanlar, ağaçlar, otopark alanları hakkında veriler toplanmış ve nesneye yönelik bir CBS geliştirilmiştir (Yomralıoğlu 1999).

Aksoy ve ark. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada ise Bursa şehri ve Uluabat Gölü'ne ait Landsat 5 TM uydu görüntüleri ve CBS teknikleri kullanılarak Bursa şehri yerleşim alanının 1984-1993 yılları arasında %10 oranında arttığı ve bu artışın ne yazık ki I., II., III. ve IV. sınıf tarım arazilerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca Uluabat Gölü'nün bu süreç içerisinde tarım arazisi drenaj sularının ve yan derelerden gelen sedimentlerin etkisi ile %10 küçüldüğü belirtilmiştir.

Tuğaç ve ark. (2001) tarafından yürütülen bir projede öncelikle çalışma alanının coğrafik konumu ortaya çıkartılmış, çalışma alanı için arazi kullanımı, jeoloji, iklim, topoğrafya ve geçmiş yıllara ait üretim bilgilerini kapsayan bir tarımsal veri tabanı oluşturulmuştur. Bu verileri kullanarak, alana ait tarımsal amaçlı mevcut arazi kullanım planlamasına baz teşkil edecek; parsel alanları ve ürün desenlerinin ortaya konulması, toprak yapısının belirlenmesinde toprağın karakteristik özellikleri ve toprak içindeki elementlerin dağılımı, ürün tipine göre optimum şartlar içeren uygun alanların tespiti, üç boyutlu sayısal arazi modeli Arc-View programına ait değişik modüller kullanılarak tespit edilmiştir.

Aksoy ve Özsoy (2001), Bursa kenti ve yakın çevresinde sanayi ve kentsel yerleşimle meydana gelen tarım arazileri kayıplarının belirlenmesi amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemi tekniklerinden yararlanmışlardır.

Aksoy ve ark. (2001a) tarafından yapılan diğer bir çalışmada Uludağ Üniversitesi Kampus Alanı'nın arazi örtü/arazi kullanım haritası, Uzaktan Algılama ve CBS teknikleri kullanılarak 1:35000 ölçekli hava fotoğrafları ile çözünürlük birleştirmesi yapılan Landsat 5 TM uydu görüntülerinin gözle yorumu ve sayısal görüntü işlemenin bir sonucu olarak üretilmiştir.

Gündoğdu ve ark. (2003), tarafından yapılan ve arazi toplulaştırmada parsel değer sayılarının coğrafi bilgi sistemi kullanılarak belirlenmesi konulu araştırmada, arazilerin derecelendirilmesinin arazi toplulaştırma çalışmalarında önemli aşamalardan birisi olduğunu ve işletmelerin arazi toplulaştırmadan önceki arazilerinin değerlerinin belli kriterlere göre elde edilmesinin ise derecelendirmenin amacını oluşturduğunu belirterek işletmelerin sahip olduğu arazilerin değerlerinin bulunmasının ve farklı toprak dereceleri arasındaki arazi değişiminin ise ancak her bir parselin parsel değer sayısının hesaplanması ile mümkün olabileceğini açıklamışlardır. Araştırmalarında parsel değer sayılarını derecelendirme haritasını ve işletme toplam parsel değer sayısını coğrafik bilgi sisteminin olanak ve yeteneklerini kullanılarak belirlemişler ve bir örnek proje de denemeye çalışmışlardır.

Atatanır (2004), Ege Bölgesi Karpuzlu Ovası rneğinde Ikonos ve Landsat 7 ETM+ sayısal uydu verilerinin detaylı toprak haritalarının hazırlanmasında kullanılmaya olanaklarını araştırarak arazide test alanlarında gerçekleştirdiği kontroller sonucunda, farklı toprak çeşidi ve dağılım alanlarının belirlenmesinde unsupervised görüntünün bitki örtüsünün toprak yüzeyini maskeleyerek yetersiz kaldığını belirleyerek olası toprak sınırlarını içeren yorum haritasını yeni bir yaklaşımla zenginleştirilmiş Ikonos uydu görüntüsünü (band 1,2,3) renkli hava fotoğrafı gibi kullanarak monoskopik yorumla oluşturmuştur. Oluşturulan Ikonos zenginleştirilmiş görüntüsü yorum haritasının çizgisel doğruluk oranının % 65,4, noktasal doğruluk oranının ise % 64,8 olduğunu arazide seçtiği test alanlarında belirlemiştir. Sonuç olarak toprak yüzeyinin bitki rtsnce maskelendiği alanlarda unsupervised sınıflamanın kullanılmayacağını, Ikonos uydu görüntülerinin göz yorumuyla monoskopik olarak elde edilen taslak haritaların belli oranda doğruluk sağladığını ve arazide sınırların belirlenmesinde harcanan zamanı azaltarak detaylı toprak etüd haritalama çalışmalarında toprak etüd uzmanlarına bazı avantajlar sağladığını ifade etmiştir.

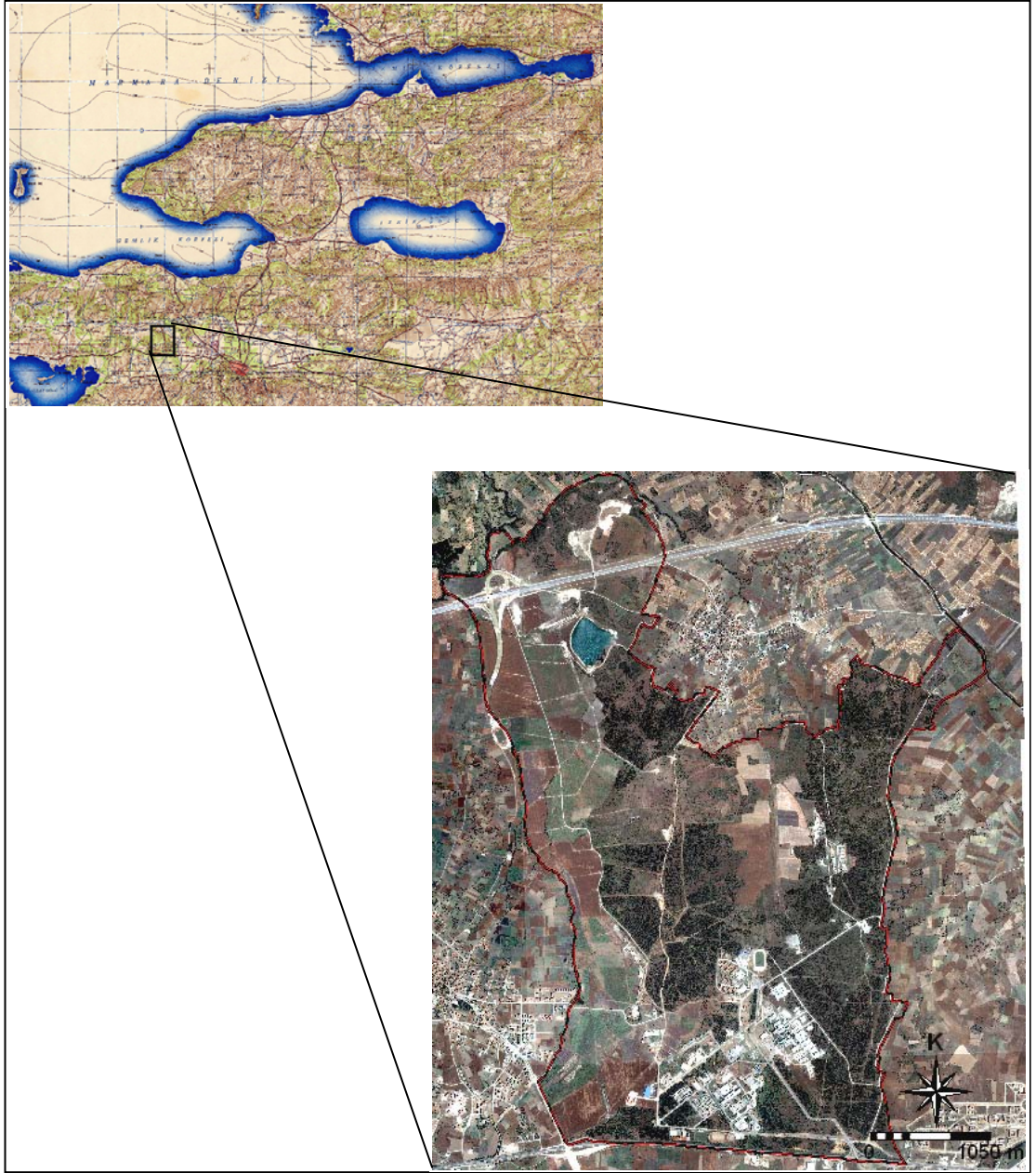
elik ve ark. (2004) tarafından yüksek lisans tezi olarak iki aşamalı gerçekleştirilen çalışmada, Urla (İzmir) kentsel alanının QuickBird uydu görüntüleri kullanılarak, arazi örtüsü belirlenmiş, daha sonraki aşamada girdi olarak 1996 tarihli hava fotoğrafları (Balçova-İzmir), yazılım olarak ise Erdas Imagine 8.6 ve Arc View 3.2 kullanılarak görüntülerin ortorektifikasyonu yapılmış, böylece kısa süre ve az maliyetle alanın sayısal yükseklik modeli (DEM) ve topoğrafik haritası elde edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Alanının Genel Özellikleri ve Konumu

Çalışma alanı, Marmara Bölgesi'nde, Bursa şehir merkezine 20 km mesafede, 656.000-662.000 m doğu boylamları ile 4.453.000-4.460.000 m kuzey enlemleri arasında uzanmakta ve 14250,1 dekar alan kaplamaktadır.



Şekil 3.1. Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi ve coğrafik konumu

Çalışma alanı kuzeyinde Nilüfer nehri ve Yolçatı köyü, güneyinde Bursa-İzmir karayolu, doğusunda Ayvalı deresi ve Özlüce köyü ve batısında ise Görükle köyü ile sınırlanmıştır.

### 3.1.2. Jeoloji, Jeomorfoloji ve Toprak Karakteristikleri

Kampus alanı içerisinde karasal Neojen formasyonları ile Kuvaterner yeni ve eski alüvyonlar (**Qal**) yer almaktadır. Neojen genel olarak kil ve marn katmanlarından ibarettir. Kampus alanının büyük bir bölümünü kaplayan Neojen formasyonun (**nk**) üzerinde eğime bağlı olarak 50-200 cm kalınlıkta, genellikle killi toprak örtüsü yer almaktadır. Kuvaterner alüvyonlar, U.Ü. Kampus alanının kuzeyinde yer alan Nilüfer Çayının; Kuzeydoğusu ve batısında uzanan Ayvalı deresinin biriktirdiği depozitlerden oluşmaktadır. Alüvyon malzemeleri kil, silt, kum ve çakıldan ibarettir. Alüvyon kalınlığı Nilüfer Çayının yakınlarında 50 m kalınlığına erişmektedir (Anonim 1981).

Kampus alanı dalgalı bir araziye sahip olup, daha çok tepe ve tepe yamaçlarından oluşan bir fizyografyaya sahiptir. Alan içerisindeki yükseklikler deniz seviyesinden 85 metre ile 164 metre arasında değişmektedir. Alan içerisindeki en yüksek nokta deniz seviyesinden 164 metre yükseklikte olan Dikilitaş tepesidir. Dikilitaş tepesini deniz seviyesinden 144 metre yükseklikteki Taylan tepe izlemektedir. Alanın kuzey doğusunda Ayvalı deresi, kuzey batısında ise Nilüfer çayı uzanmaktadır.

Aksoy ve ark. (2001b), tarafından yürütülen detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmaları sonunda U.Ü. Kampus arazisinde dört farklı fizyografik ünite üzerinde (Yüksek araziler, kollüviyal etek araziler, çukur kil depozitleri ve allüviyal araziler) oluşmuş 25 toprak serisi tanımlanarak örneklenmiştir. Alınan toprak örneklerinde yapılan fiziksel, kimyasal ve mineralojik analizler sonunda çalışma alanı topraklarında bir tuzluluk ve alkalilik sorunu bulunmadığı, toprakların büyük çoğunluğunun kil tekstürlü, organik madde içerikleri düşük, kation değişim kapasitelerinin yüksek olduğu ve değişebilir kationların büyük bir çoğunluğunu  $Ca^{++} + Mg^{++}$ 'un oluşturduğu belirlenmiştir.

Ayrıca toprak serileri morfolojik tanımlamaları ile fiziksel, kimyasal ve mineralojik özelliklerine dayanılarak Toprak Taksonomisine göre Entisol, İnceptisol, Mollisol ve Vertisol ordolarında; FAO/Unesco Dünya Toprak Haritası Lejandına göre ise büyük bir çoğunluğu Eutric Vertisol olmak üzere, Eutric Leptosol, Calcaric Regesol,

Calcaric Fluvisol, Eutric Cambisol, Calcaric Cambisol ve Calcaric Phaeozem toprak üniteleri içerisinde sınıflandırılmıştır (Özsoy 2001).

### **3.1.3. İklim**

Bölgenin iklimi Akdeniz iklim tipine büyük benzerlik göstermekle beraber Marmara ikliminin etkisi altındadır. Akdeniz ikliminin genel özelliklerine göre bölgenin ortalama sıcaklığı düşük, yağış dengesi daha düzenlidir (Korukçu ve ark., 1989). Yıllık yağış toplamı yüksek ve aylara dağılışı da Akdeniz bölgesine kıyasla kısmen düzenlidir. De Mortanne'nin kuraklık indisi eşitliğine göre yaz ayları kurak, sonbahar ve ilkbahar ayları da az nemli iklim karakterini göstermektedir (Sefa 1983).

Bölgede yıllık ortalama sıcaklık 14.4 °C, ortalama nisbi nem % 68,6'dır. Ortalama yıllık toplam yağış 691.9 mm olup, bunun % 38'i kışın, % 26'sı ilkbahar, % 10'u yaz ve % 25,4'ü sonbaharda düşmektedir. Yılın en yağışlı geçen ayları Aralık, Ocak, Şubat en kurak ayları ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür (Anonim 1974).

### **3.1.4. Doğal Bitki Örtüsü**

Doğal bitki örtüsünün genelini meşe ve çeşitli fundalıklar oluşturmaktadır. Çıplak alanlarda yürütülen ormanlaştırma çalışmalarıyla çam, akçaağaç, kavak gibi ağaçlar dikilmiştir. Aşırı otlatma nedeniyle mer'a olarak kullanılan bölümlerde doğal bitki örtüsü zayıflamıştır. Kuru tarım yapılan bölümlerde ise en fazla hububat, ayçiçeği, mısır, nohut gibi kültür bitkileri yetiştirilmektedir. Ayvalı deresi kenarında yer alan bölümde ise elma, armut, şeftali, kiraz, erik, kayısı, incir, bağ ile ıspanak, domates gibi sebzelerin tarımı yapılmaktadır.

### **3.1.5. Çalışmada Kullanılan Donanım, Yazılım ve Veriler**

Çalışmanın yürütülmesi sırasında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Uzaktan Algılama ve CBS laboratuvarında yazılım ve donanımlar ile Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı Kent Bilgi Sistemi Daire Başkanlığından sağlanan 1:5000 ölçekli basılı orto fotolar ile sayısal uydu görüntüleri kullanılmıştır.

### **3.1.5.1. Donanımlar**

Çalışmada Windows sisteminde çalışan bir bilgisayar, Renkli HP Deskjet yazıcı, A0 boyutlu (renkli) çizici, A1 boyutlu (renkli) tarayıcı kullanılmıştır.

### **3.1.5.2. Yazılımlar**

Çalışmanın yürütülmesinde uydu görüntüsü işleme yazılımı olarak ERDAS Imagine 8.7 ve ILWIS 3.2 kullanılmıştır (Anonim 1997; 2001c).

Erdas Imagine görüntü işleme, görüntü haritalama, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri fonksiyonlarını içeren bir yazılım olup ILWIS ise yukarıda verilen özelliklere ek olarak vektörel işlemlerin de yapılmasına olanak sağlayan araçlara sahiptir. Her iki programda raster ve vektör veriler için gereken veri yapısını bilgisayar ortamına yükleme, yüklenmiş verilere ulaşma, görüntüleme, değiştirme ve analiz imkanlarını sunar.

### **3.1.5.3. Veri Kaynakları**

Araştırmada çalışma alanı olarak seçilen Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi arazilerinin güncel (2004 yılı) ve geçmiş (1984 yılı) yıllara ait arazi örtüsü ve kullanım türlerinin belirlenmesinde;

- ✓ Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı Kent Bilgi Sistemi Daire Başkanlığından basılı olarak temin edilen 1984 yılına ait basılı 9 adet siyah-beyaz 1:5000 ölçekli orto-foto harita,
- ✓ 1:5000 ölçekli topoğrafik haritalara uygun ölçek ve koordinat sisteminde paftalar halinde düzenlenmiş 2004 yılına ait 9 adet renkli (3 band) sayısal IKONOS uydu görüntüsü,
- ✓ Kampus alanınının 1998 landsat uydu görüntüsü ve 1:35000 ölçekli hava fotoğrafı kullanılarak üretilmiş arazi kullanım haritası,
- ✓ 1:5000 ve 25000 ölçekli topoğrafik haritalardan veri kaynağı olarak yararlanılmıştır.

### 3.2. Yöntem

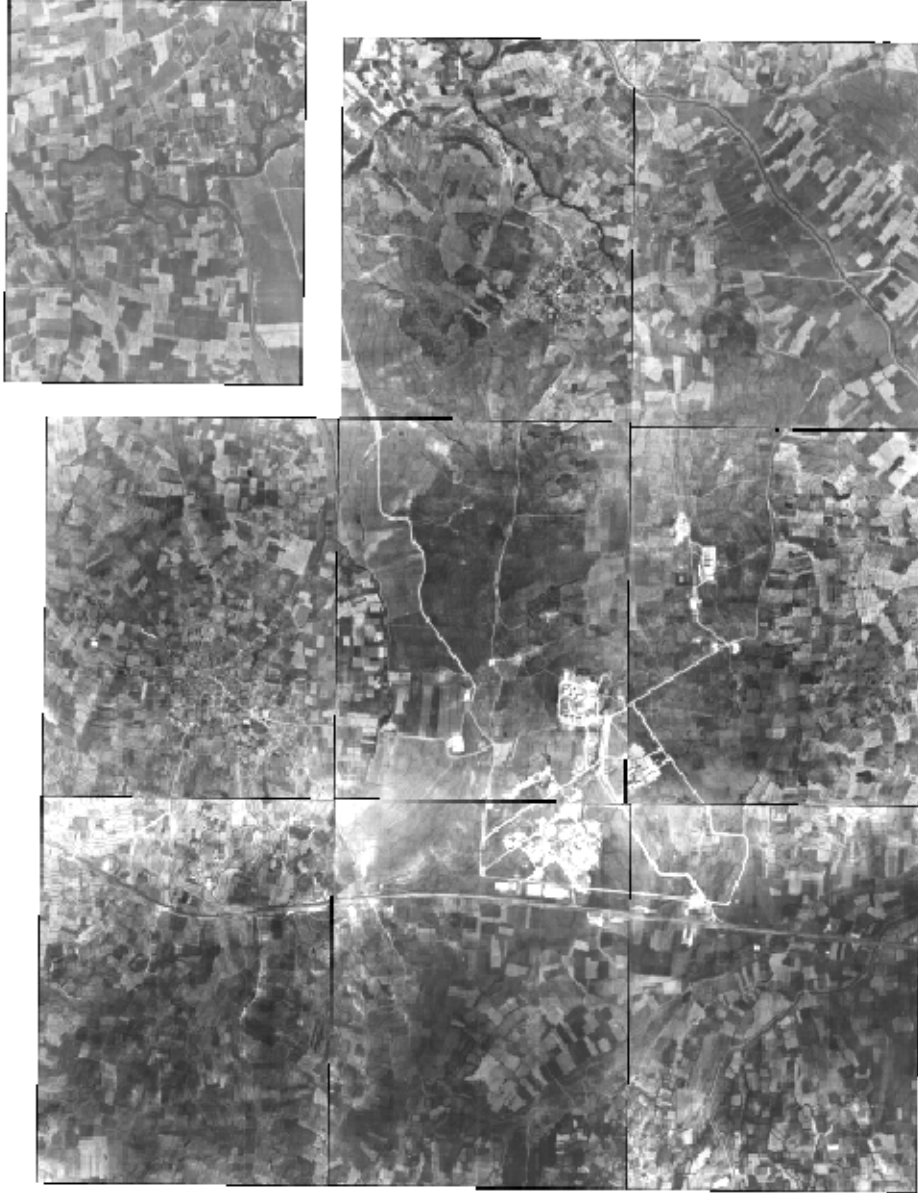
Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi'nin güncel arazi kullanım haritasının oluşturulması amacıyla öncelikle 9 adet 1:5000 ölçekli olarak sağlanan siyah-beyaz 1984 yılı orto-foto haritalar A1 boyutlu tarayıcı ile taranarak, 2004 yılına ait IKONOS uydu verileri ise CD'den okutularak bilgisayar ortamına ERDAS Imagine 8.7 ve ILWIS 3.2 Görüntü işleme ve coğrafik bilgi sistemleri programları yardımıyla alınmıştır (Anonim 1997; 2001c).

U.Ü. Yerleşkesi arazilerinin bütününe kapsayan sayısal mozayik görüntüsünün elde edilebilmesi için kullanılan programların mozayik oluşturma modülleri nedeniyle her bir paftanın topoğrafik haritalardan veya daha önce coğrafik düzeltmeleri yapılmış görüntülerden elde edilen koordinatlar yardımıyla coğrafik düzeltmelerinin yapılması gerekmektedir. Bu nedenle 1984 yılına ait her bir orto-foto haritaların üzerinde bulunan 1:5000 ölçekli haritalama sistemine göre düzenlenmiş gridlerden elde edilen koordinatlar yardımıyla coğrafik olarak düzeltilmiş ve daha sonra ERDAS programının mozayik görüntü oluşturma modülü aracılığıyla birleştirilmiştir. Böylece U.Ü. Yerleşkesi'nin bütününe ait 1984 yılı siyah beyaz görüntüleri elde edilmiştir (Şekil 3.2).

2004 yılına ait IKONOS görüntüleri 1:5000 ölçekli paftalar halinde ve coğrafik düzeltmeli olarak temin edildiğinden herhangi bir düzeltme yapılmadan sadece 11 bit'lik (0-1023 parlaklık seviyesi) veri formatı doğrusal germe uygulanıp 8 bit (0-255) formatına dönüştürülerek mozayik oluşturma modülü aracılığıyla birleştirilmiş ve U.Ü. Yerleşke arazilerinin 2004 yılına ait renkli görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 3.3).

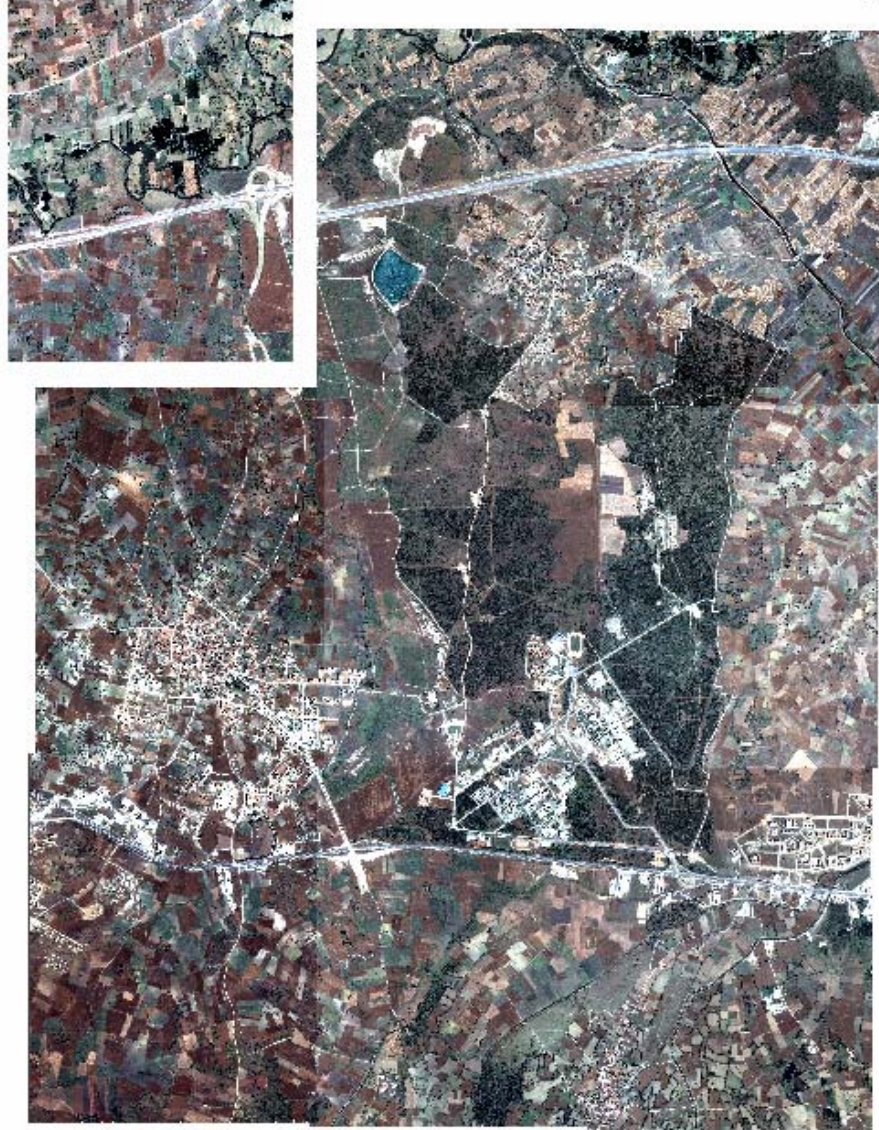
Oluşturulan görüntüler 1:25000 ölçekli topoğrafik haritalar için kullanılan UTM koordinat sistemine ERDAS programının Projeksiyon dönüştürme modülü aracılığıyla dönüştürülerek daha önce U.Ü. Yerleşkesi için üretilmiş arazi kullanım, toprak, eğim vb. verilerden de yararlanma olanağı sağlanmıştır.

Oluşturulan görüntülere görüntü zenginleştirme, sınır zenginleştirme uygulanarak ekran üzerinden sayısallaştırma ve monoskopik yoruma uygun hale getirilmiştir (Rosenfeld ve Chutirattanapan 1994; Anonim 2001a).



**Şekil 3.2.** U.Ü.Yerleşkesi birleştirilmiş orto-foto görüntü (1984 yılı)

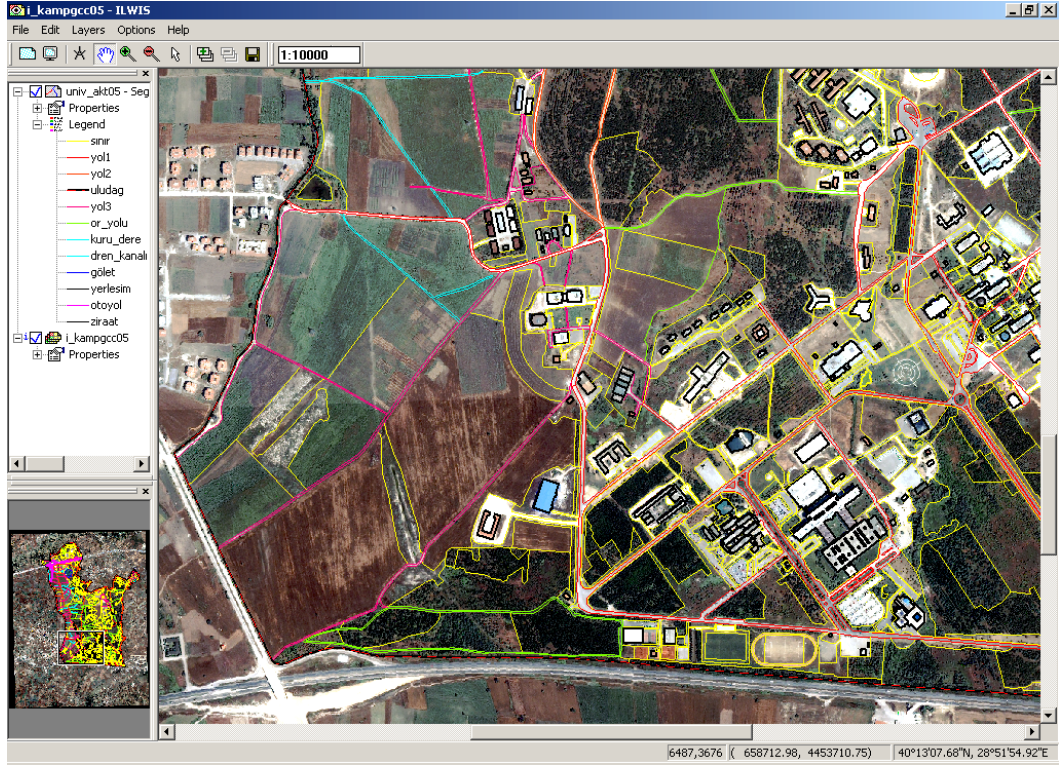
Söz konusu görüntüler üzerinde ton ve renk, büyüklük, desen, şekil, gölge, konum, tekstür gibi görüntü karakteristikleri temel alınarak ILWIS 3.2 programının ekrandan sayısallaştırma modülü yardımıyla U.Ü. Yerleşkesi'nin 1984 ve 2004 tarihlerine ait arazi örtü/ arazi kullanım türlerine ait vektör (çizgisel) haritaları oluşturulmuştur (Sabins 1987; Lillesand ve Kiefer 1999; Anonim 2001c).



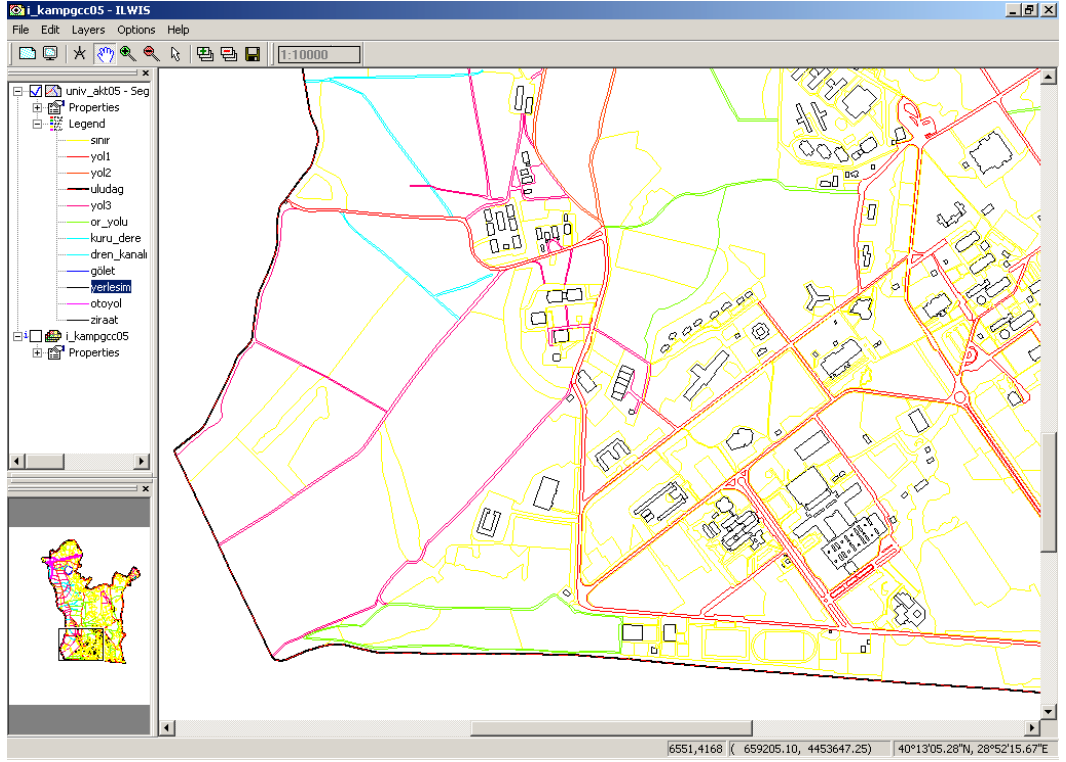
**Şekil 3.3.** U.Ü.Yerleşkesi birleştirilmiş IKONOS uydu görüntüsü (2004 yılı)

Yerleşke arazilerinin güncel arazi örtü/kullanım türlerinin belirlenmesinde kullanılan zenginleştirilmiş İKONOS uydu görüntüsünün Ziraat Fakültesi bölümü ve vektör haritası Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te örnek olarak verilmiştir.

Ekrandan sayısallaştırma ve gözle yorum sonucu oluşturulan çizgisel haritalar sayısallaştırma hataları giderildikten sonra topolojik ilişkileri kurularak daha önce yürütülen arazi çalışmalarında elde edilen bilgiler, üretilen haritalar ve gözle yorum sonucu belirlenen arazi örtü ve kullanım türlerinin adlarına ait noktasal koordinatlar yardımıyla poligonal (alansal) haritalara dönüştürülmüştür (Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8).



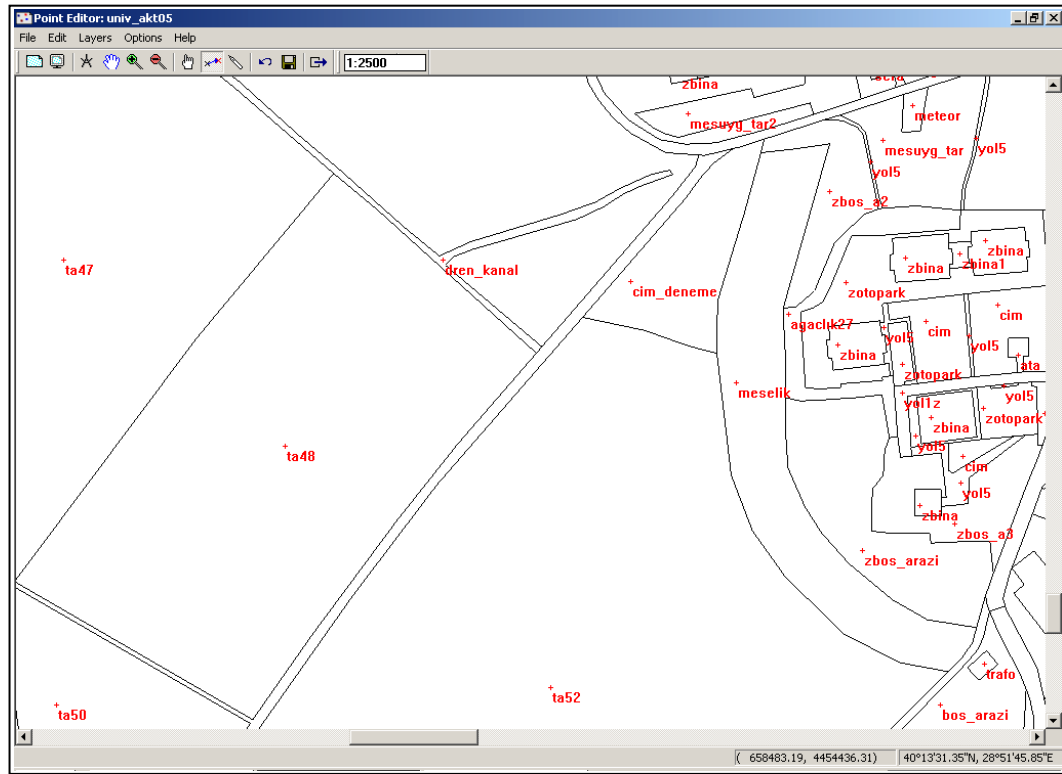
Şekil 3.4. U.Ü.Yerleşkesi Ziraat Fakültesi bölümünün IKONOS görüntüsü ve vektör haritası (2004)



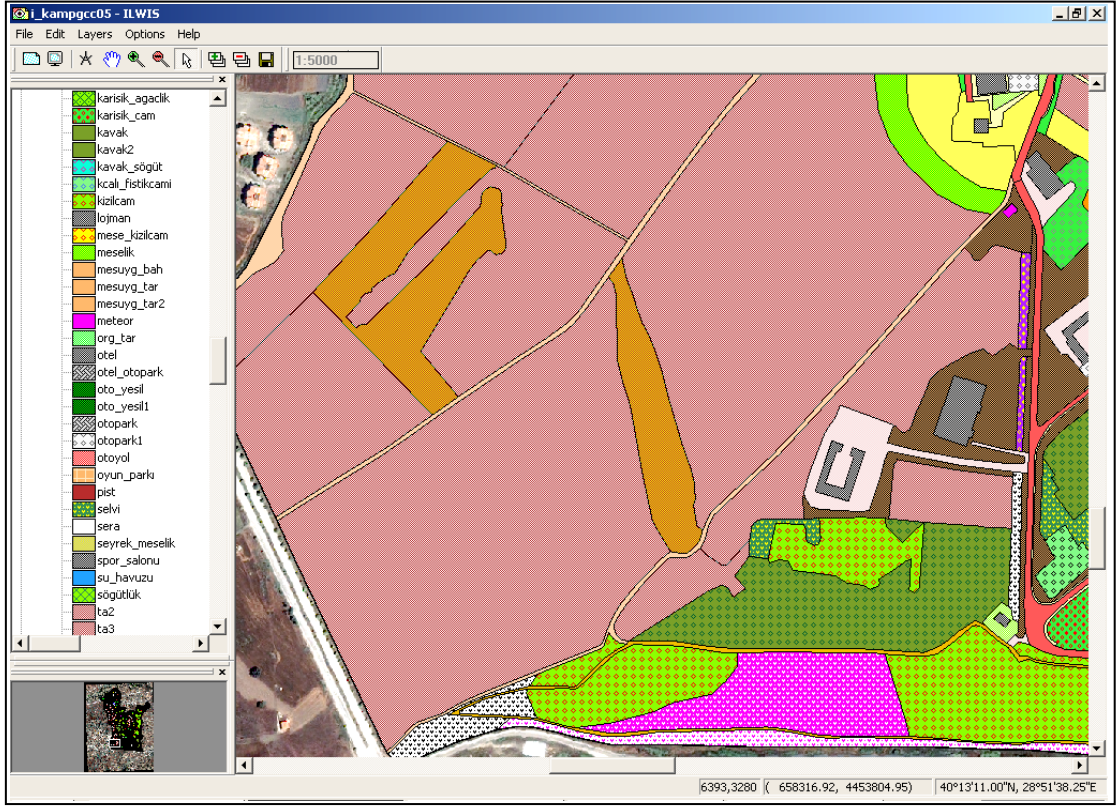
Şekil 3.5. U.Ü. Yerleşkesi Ziraat Fakültesi bölümünün vektör haritası (2004)



Şekil 3.6. Çizgisel arazi örtüsü/kullanım haritası, IKONOS uydu görüntüsü ve atanmış isimler (2004)



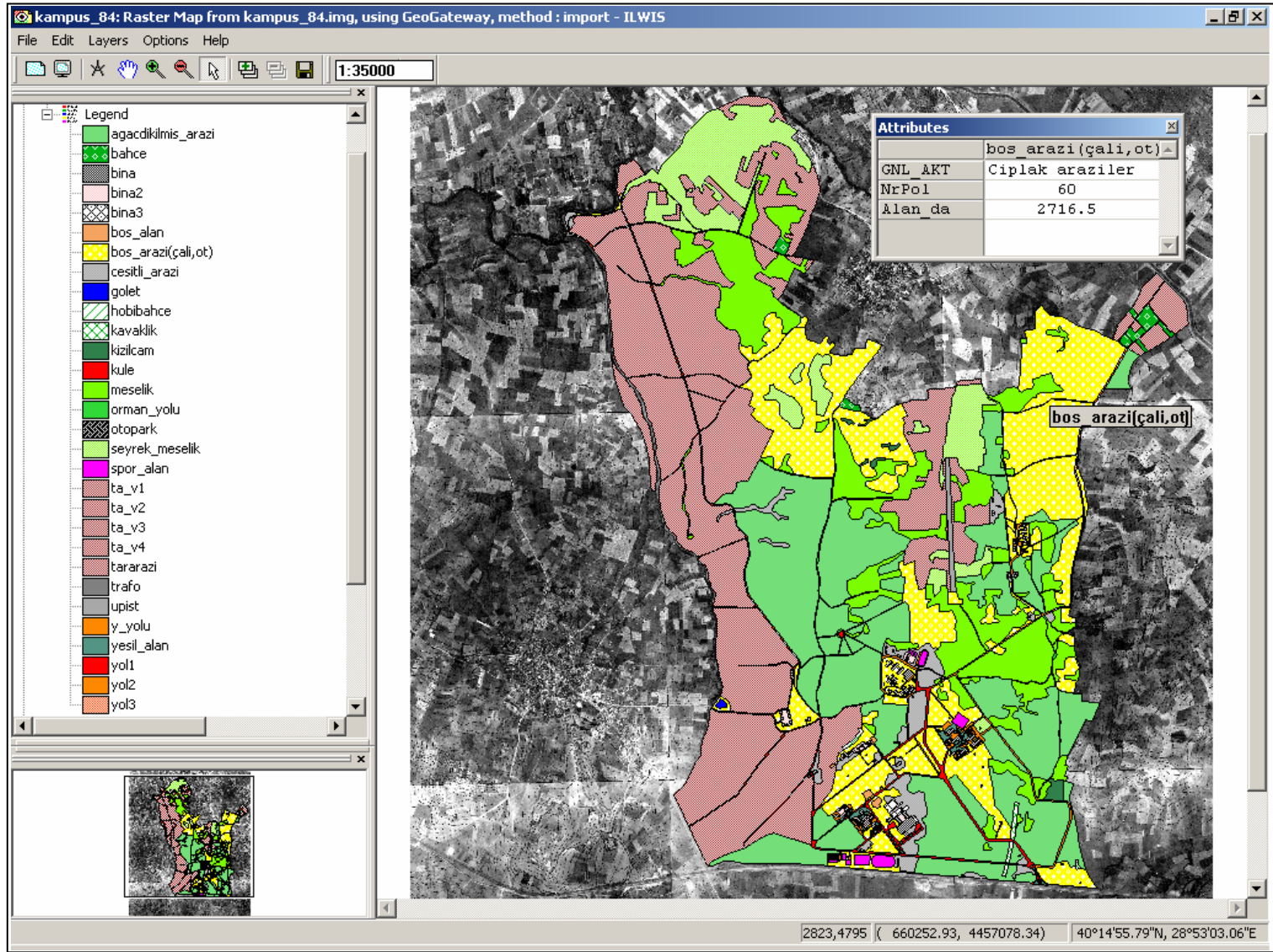
Şekil 3.7. Çizgisel arazi örtüsü/kullanım haritası ve atanmış isimler (2004)



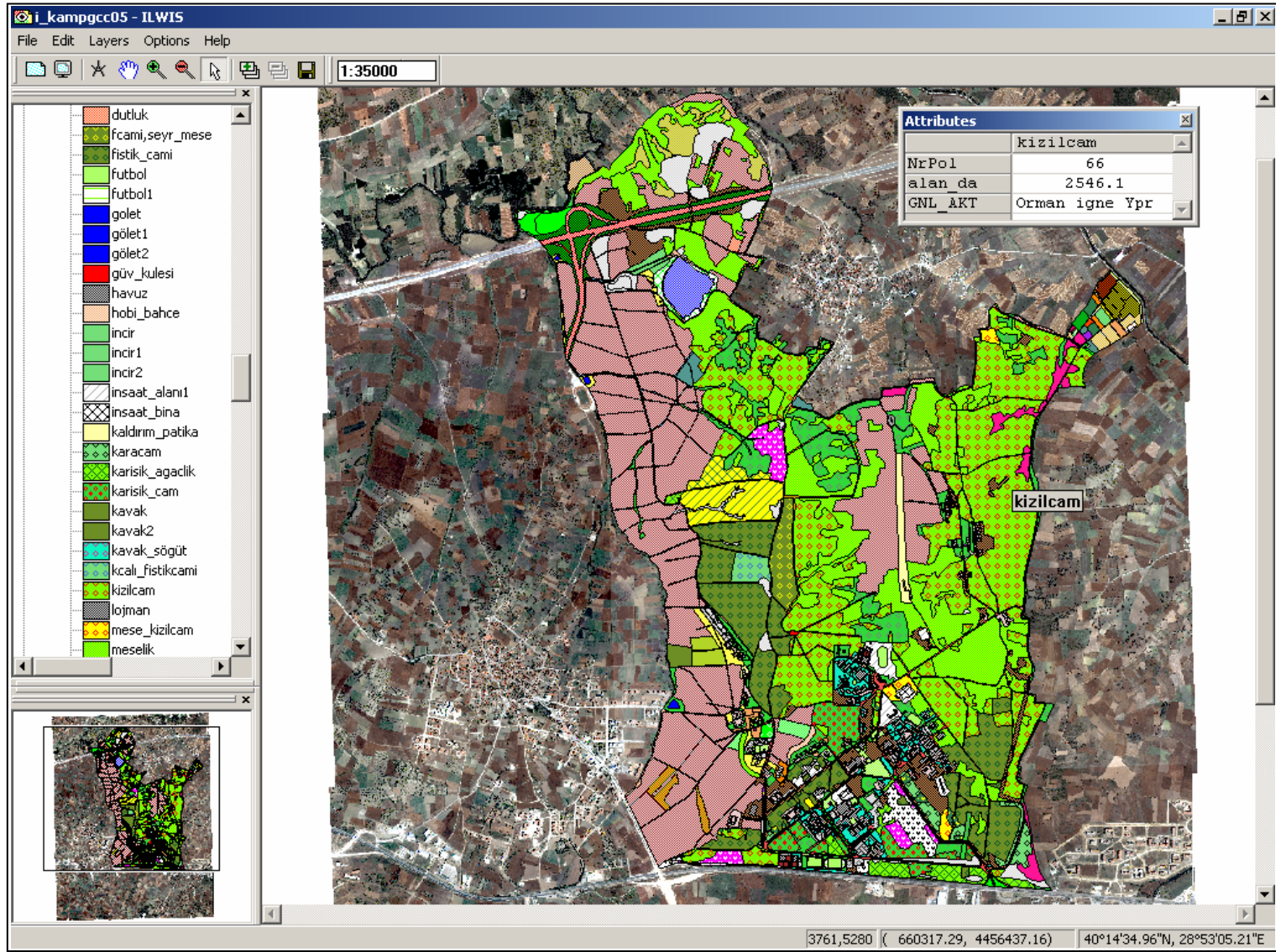
Şekil 3.8. Poligonal (alansal) arazi örtüsü/kullanım türleri haritası 2004

Söz konusu haritalar ve ilişkili tabloları temel alınarak yeniden sınıflandırma, rasterizasyon, kesişim tablosu oluşturma gibi ILWIS programının harita ve tablo hesaplama teknikleri kullanılarak U.Ü Yerleşkesi'nin 1984 ve 2004 yılı genel Arazi örtüsü/kullanım türleri haritaları oluşturulmuş (Şekil 3.9, 3.10) alansal değişim dağılımları belirlenmiştir.

Ayrıca harita ve tablo kesişim işlemleri yardımıyla 1984 ile 2004 yılları arasındaki bazı önemli arazi örtüsü/kullanım türleri arasındaki girişimin niteliği ve alansal dağılımları da ortaya konmuştur (Anonim 2001c).



Şekil 3.9. U.Ü. Yerleşkesi'nin arazi örtüsü/kullanım türleri haritası (üretim; 1984 yılı orto-fotolar)



Şekil 3.10. U.Ü. Yerleşkesi'nin arazi örtüsü/kullanım türleri haritası (Üretim; 2004 yılı IKONOS uydu görüntüsü)

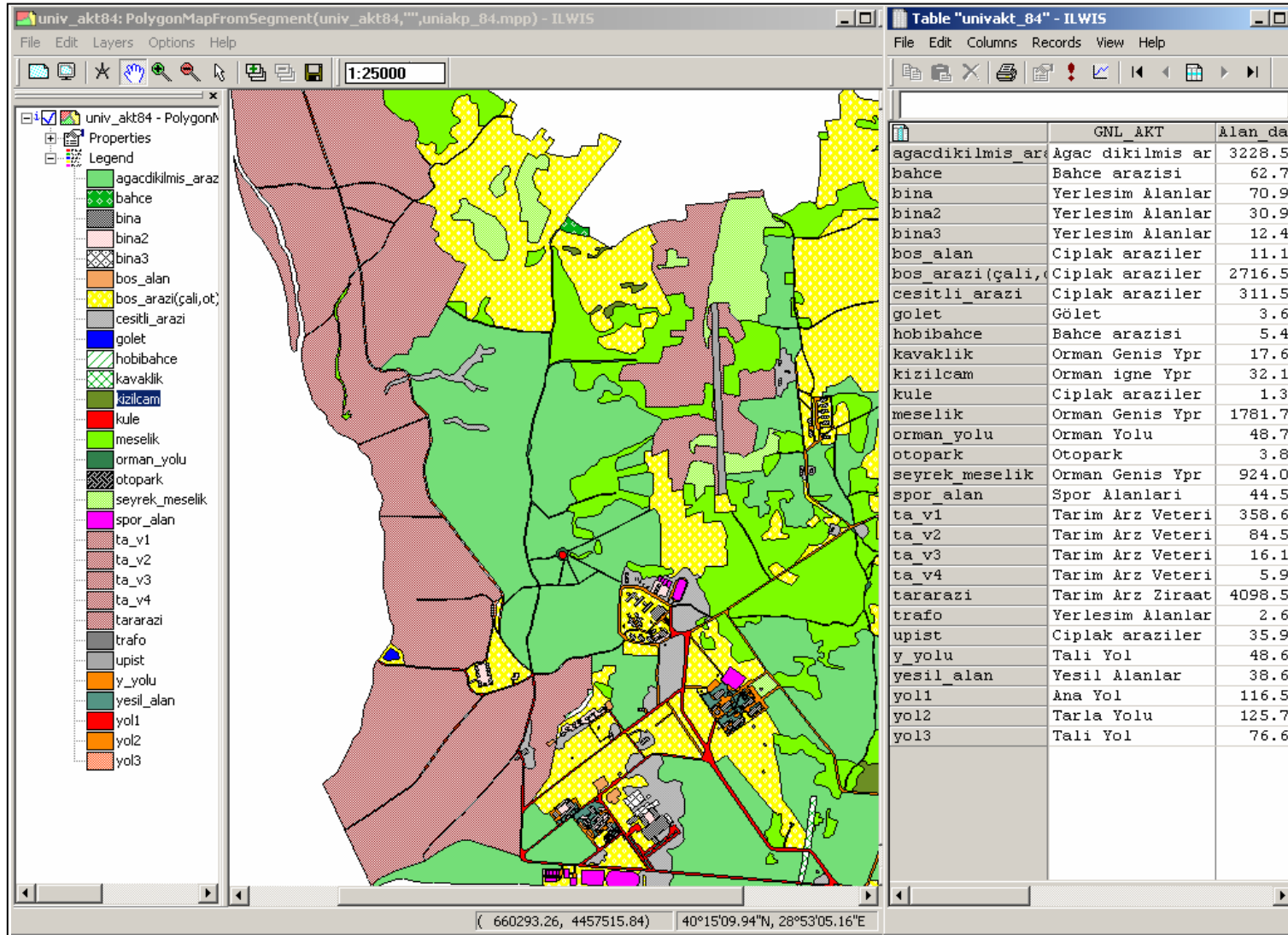
## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

### **4.1. U.Ü. Yerleşkesi'nin Geçmiş ve Güncel Arazi Örtüsü/Kullanım Türlerinin Haritalanması**

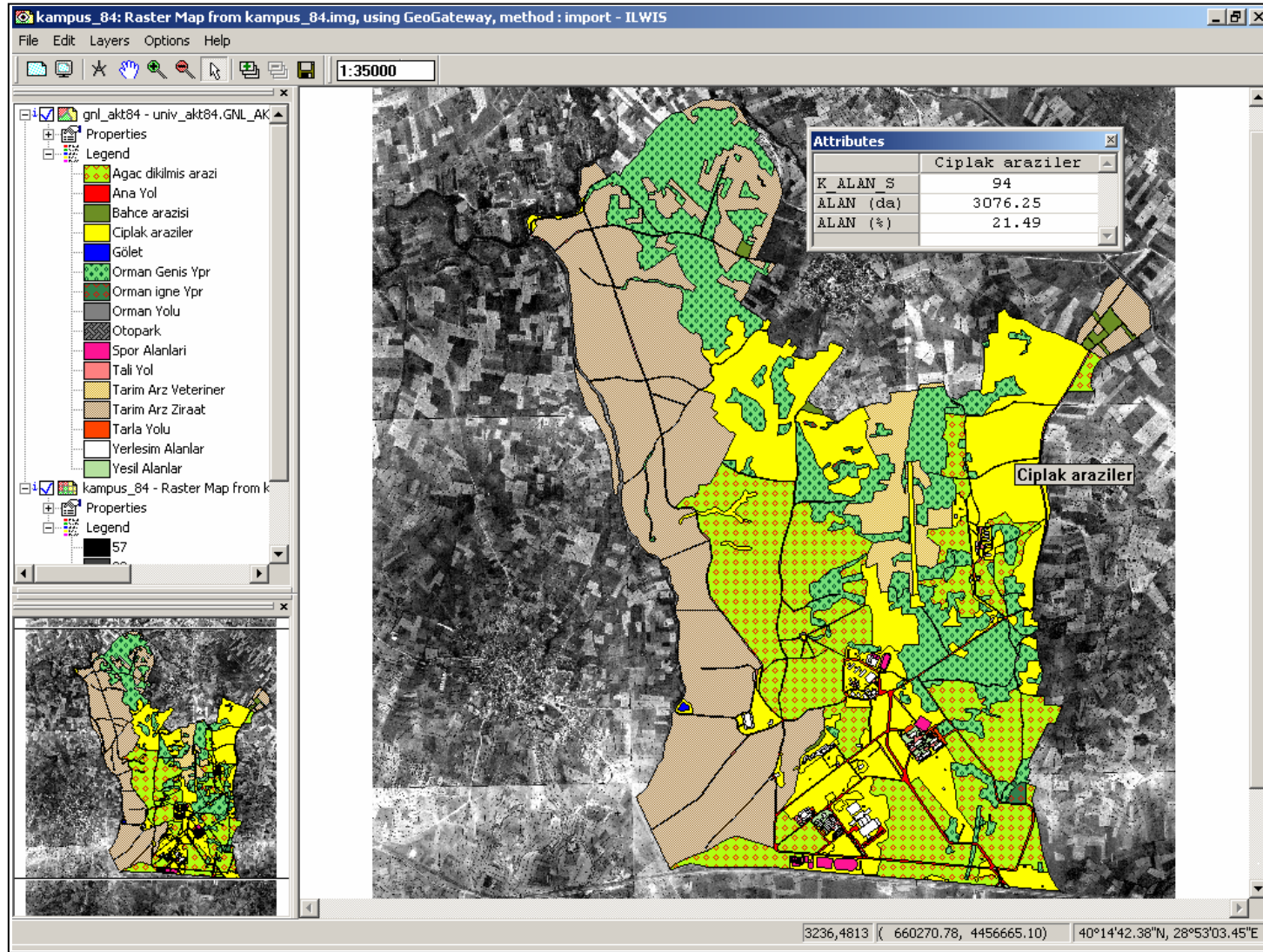
U.Ü. Yerleşkesi'nin geçmişteki arazi örtüsü/kullanım türlerinin belirlenmesinde Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı Kent Bilgi Sistemi Daire Başkanlığından basılı olarak temin edilen 1984 yılı 1:5000 ölçekli orto-foto haritalar, güncel dönemine ait arazi örtüsü/kullanım türlerinin belirlenmesinde ise 1:5000 ölçekli topoğrafik haritalara uygun ölçek ve koordinat sisteminde paftalar halinde düzenlenmiş 2004 yılına ait 9 adet renkli (3 band) ve 2m\*2m yersel çözünürlüklü sayısal IKONOS uydu görüntüsü kullanılmıştır. Basılı olarak sağlanan siyah beyaz 1:5000 ölçekli orto-foto haritalar tarayıcı, sayısal IKONOS görüntüleri ise CD aracılığıyla bilgisayar ortamına alınmış, kullanılan program formatlarına dönüştürülmüş, coğrafik düzeltmeleri yapılarak birleştirilmiş, zenginleştirilerek gözle yorumlanmış ve sayısallaştırılmış mozayik haritalardan 1:5000 ölçekli olarak üretilen genel arazi örtüsü ve kullanım türlerine ait haritalar ve haritalardan elde edilen tablosal hesaplama sonuçları aşağıda ayrı ayrı tartışılmıştır.

#### **4.1.1. U.Ü. Yerleşkesi'nin 1984 Yılı Arazi Örtüsü/ Kullanım Türleri Dağılımı**

U.Ü. Yerleşkesi'nin 1:5000 ölçekli olarak üretilen 1984 yılına ait orto-foto haritalarının mozayik görüntüleri çoğunlukla gri renk tonundaki değişim, şekil, büyüklük, desen ve tekstür gibi görüntü karakteristikleri temel alınarak yorumlanmış ve analiz edilmiştir. Yapılan yorumlama sonucu 1984 yılı için 448 kapalı alan içerisinde 28 farklı arazi örtüsü/kullanım türü belirlenerek haritalanmış ve öznitelik tabloları oluşturulmuştur (Şekil 4.1). Yerleşke arazilerinin 1984 yılına ait arazi örtü/kullanım türleri haritası öznitelik tablosuna 16 arazi örtü/kullanım türü sınıfından oluşan bir sütun (GNL\_akt84) eklenmiş ve eklenen sütun temel alınarak 1984 yılı arazi örtü/kullanım türleri haritası yeniden sınıflandırılmış ve sonuçta Yerleşke arazilerinin 1984 yılı için genel arazi örtüsü/kullanım türleri haritası elde edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. U.Ü. Yerleşkesi arazi örtüsü/kullanım haritası 1984 ve öznitelik tablosu



Şekil 4.2. U.Ü Yerleşkesi genel arazi örtüsü/kullanım haritası 1984

Elde edilen genel arazi örtüsü/kullanım haritasına ait histogramlar ILWIS programının istatistik modülü yardımıyla oluşturularak herbir arazi örtü/kullanım türüne ait alansal ve oransal veriler üretilmiştir (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1.** U.Ü. Yerleşkesi'nin 1984 yılına ait genel arazi örtüsü/kullanım gruplarının alansal ve oransal dağılımları

GENEL ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM TÜRLERİ	KAPALI ALAN SAYISI (Adet)	ALAN		Gruplandırılmış Genel Arazi Örtü/ Kullanım Türleri	ALAN	
		(da)	(%)		(da)	(%)
İĞNE YAPRAKLI ORMAN	6	32,1	0,2	Orman	2755,4	19,2
GENİŞ YAPRAKLI ORMAN	68	2723,3	19,0			
AGAÇ DİKİLMİŞ ARAZİ/ AĞAÇLANDIRMA SAHASI	31	3228,5	22,7	Ağaçlandırılmış Araziler	3228,5	22,7
ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIM ARAZİSİ	33	4098,5	28,6	Tarım Arazisi	4563,6	31,8
VETERİNER FAKÜLTESİ TARIM ARAZİSİ	4	465,1	3,2			
BAHÇE ARAZİSİ	9	68	0,5	Bahçe Arazisi	68	0,5
ÇIPLAK ARAZİLER	94	3076,3	21,5	Çıplak Araziler	3076,3	21,5
GÖLET	1	3,6	0,0	Su Yüzeyleri	3,6	0,0
YERLEŞİM	115	116,8	0,8	Yerleşim Alanları	619,8	4,3
YESİL ALANLAR	45	38,6	0,3			
SPOR ALANLARI	15	44,5	0,3			
OTOPARK	3	3,8	0,0			
ANA YOL	2	116,5	0,8			
TALİ YOL	33	160,2	1,1			
TARLA YOLU	6	75,2	0,6			
ORMAN YOLU	13	64,2	0,4			
<b>TOPLAM</b>	<b>478</b>	<b>14315,2</b>	<b>100,0</b>		<b>14315,2</b>	<b>100,0</b>

Çizelge 4.1'de sunulan sonuçlardan da görülebileceği gibi 1984 yılında U.Ü. Yerleşkesi'ne ait araziler 14315,2 da alan kaplamaktadır. 1984 yılında söz konusu alanının % 28,6'nı yani 4098,5 dekarını Ziraat Fakültesi'ne ait tarım arazileri oluşturmaktadır. U.Ü. Yerleşkesi'nin % 22,7'ni (3228,5 da) ağaçlandırılmış veya ağaç dikimi için hazırlanmış araziler, % 21,5'ni (3076,3 da) çıplak araziler (inşaat amacıyla kazılmış alanlar, aşınmış dere yatakları veya çalı ve otlardan başka üzerinde hiçbir örtü bulunmayan araziler) ve % 19,0'nı (2723,3 da) doğal olarak oluşmuş bodur meşe ormanı ile örtülü araziler Ziraat Fakültesi tarım arazilerini izlemektedir (Çizelge 4.1).

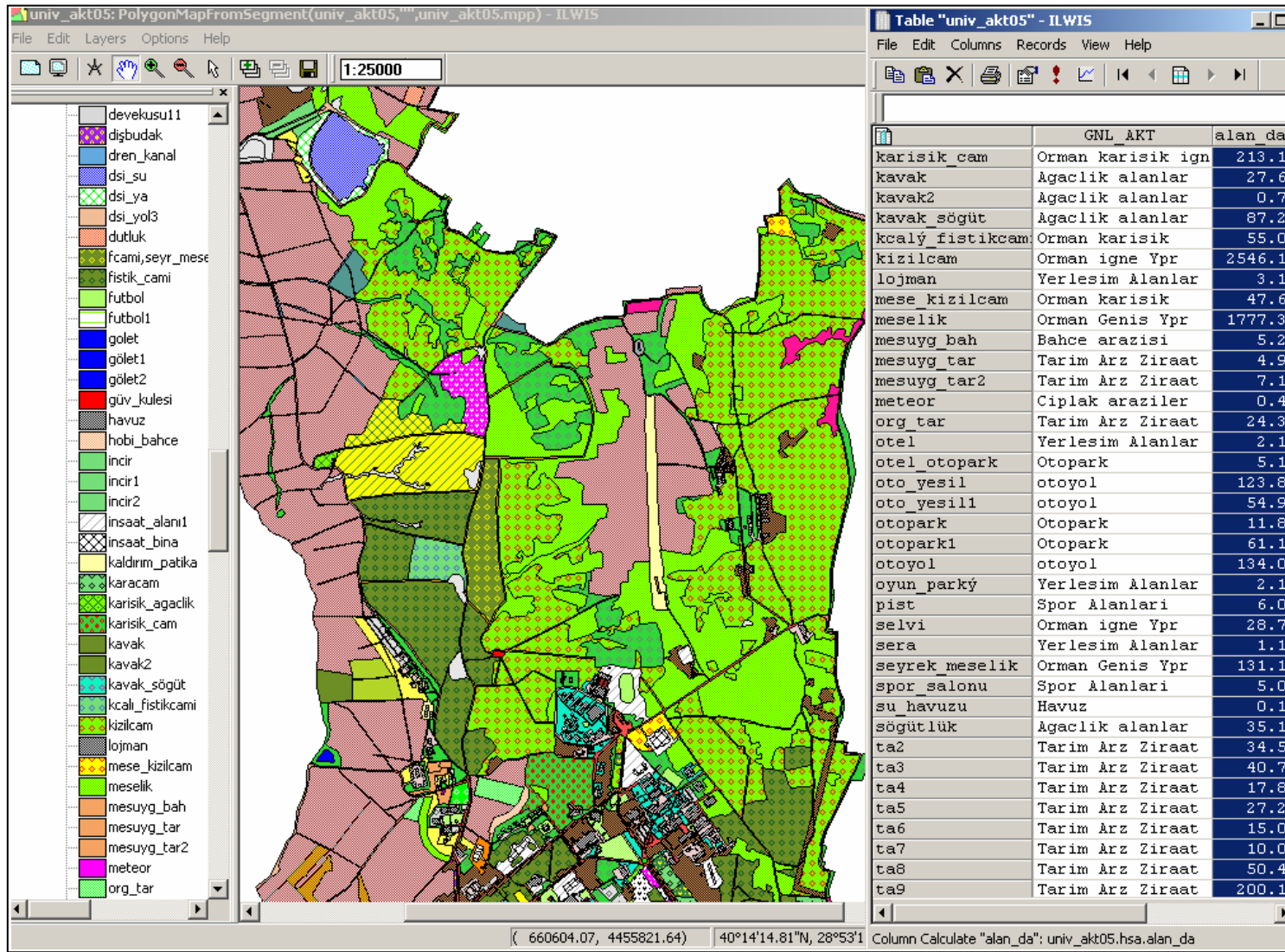
1984 yılında iğne yapraklı ormanlar U.Ü. Yerleşkesi'nin sadece % 0,2'sini (32,1da), oluşturur iken bahçe arazileri ise yerleşkenin % 0,5'ni (68 da) oluşturmaktadır.

Gruplandırılmış genel arazi örtü/kullanım türleri alansal ve oransal dağılımları incelendiğinde araştırma alanının % 31,8'ini tarım, % 22,7'si ağaçlandırılmış, % 21,5'ini çıplak, % 19,2'sini ise orman arazilerinin oluşturduğu görülecektir. 1984 yılında yoğun inşaat çalışmaları devam etmesine rağmen yerleşim alanları kampus arazilerinin sadece % 4,3'nü yani 619,8 dekarını oluşturmaktadır. Yerleşim alanları grubunun % 0,8'ini (116,8 da) bina ve servis alanları, % 0,3'nü (44,5 da) ise spor alanları oluşturmaktadır (Çizelge 4.1).

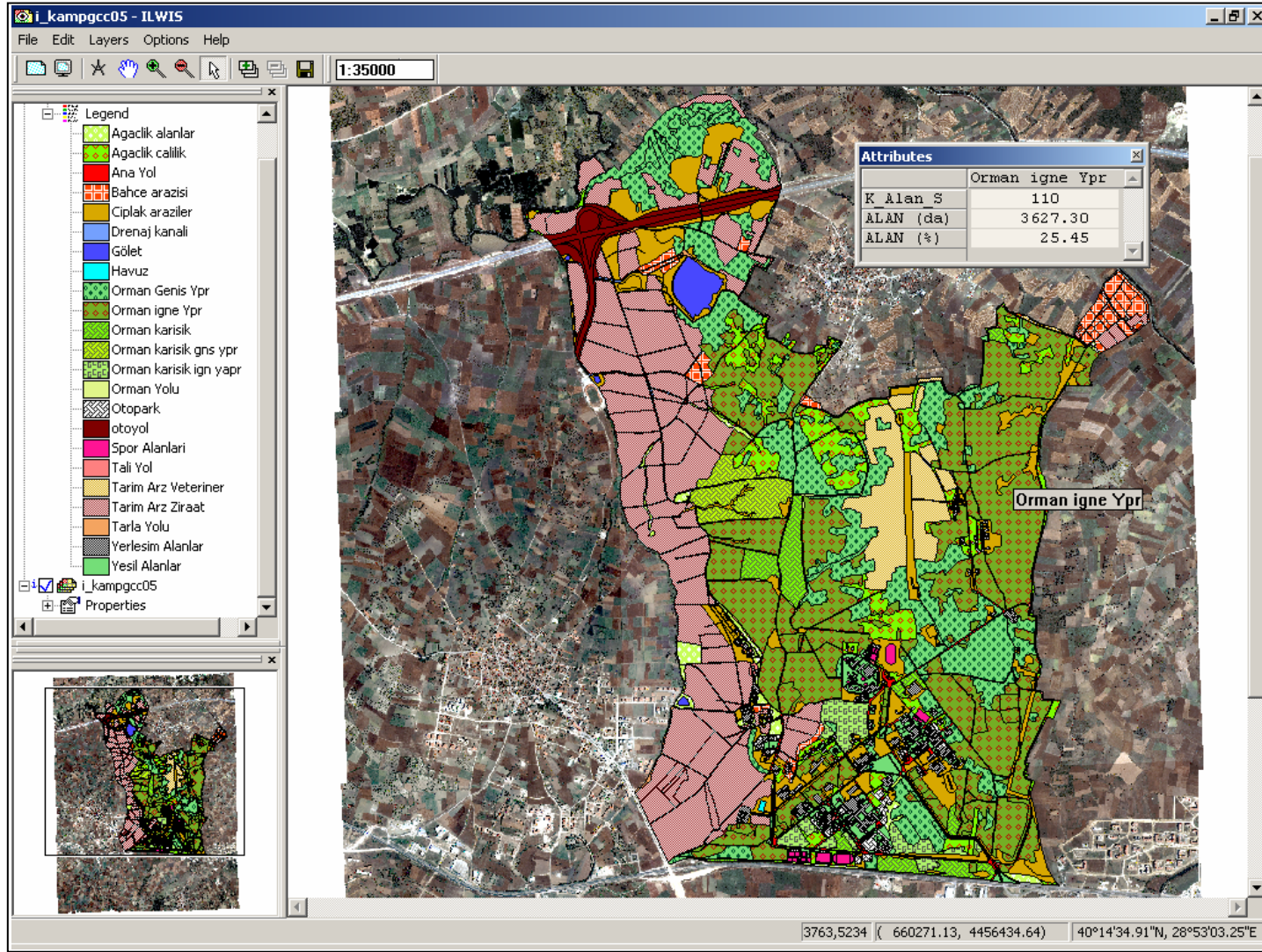
#### **4.1.2. U.Ü. Yerleşkesi'nin 2004 Yılı Arazi Örtüsü/Kullanım Türleri Dağılımı**

U.Ü. Yerleşkesi'nin güncel Arazi örtüsü/kullanım türlerinin belirlenmesi sırasında 1:5000 ölçekli paftalar biçiminde ve koordinat sistemide düzenlenmiş renkli ve 2m\*2m yersel çözünürlüklü İkonos görüntülerinin birtleştirilmesi ile üretilen mozayik görüntüler kullanılmıştır. Görüntü ve sınır zenginleştirilmesi uygulanan İKONOS uydusunun 3. 2. ve 1. bandlarının K, Y, M renklere atanması ile doğal renk bileşimleri oluşturulmuş ve böylece yorumlama ve ekrandan sayısallaştırma işlemine uygun renkli İKONOS görüntüleri oluşturulmuştur.

U.Ü. Yerleşkesi'nin 1:5000 ölçekli olarak üretilen 2004 yılına ait İKONOS uydusunun renkli görüntüleri çoğunlukla renk tonundaki değişim, şekil, büyüklük, desen, gölge ve tekstür gibi görüntü karakteristikleri temel alınarak yorumlanmış ve analiz edilmiştir. Yapılan yorumlama ve analiz sonunda 2004 yılı için 1330 kapalı alan içerisinde 102 farklı arazi örtü/kullanım türü belirlenerek haritalanmış ve öznitelik tabloları oluşturulmuştur (Şekil 4.3). U.Ü. Yerleşkesi arazilerinin 2004 yılına ait arazi örtü/kullanım türleri haritası öznitelik tablosuna 23 genelleştirilmiş arazi örtü/kullanım türü sınıfından oluşan bir sütun (GNL\_akt04) eklenmiş ve eklenen sütun temel alınarak 2004 yılı arazi örtü/kullanım türleri haritası yeniden sınıflandırılmış ve sonuçta U.Ü. Yerleşkesi arazilerinin 2004 yılı için genel arazi örtü/kullanım türleri haritası elde edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. U.Ü. Yerleşkesi arazi örtüsü/kullanım haritası 2004 ve öznetelik tablosu



Şekil 4.4. U.Ü. Yerleşkesi genel arazi örtüsü/kullanım haritası 2004

Elde edilen genel arazi örtüsü/kullanım haritasına ait histogramlar ILWIS programının istatistik modülü yardımıyla oluşturularak her bir arazi örtüsü/kullanım türüne ait alansal ve oransal veriler üretilmiştir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** U.Ü. Yerleşkesi'nin 2004 yılına ait genel arazi örtüsü/kullanım gruplarının alansal ve oransal dağılımları

GENEL ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM TÜRLERİ	KAPALI ALAN SAYISI (Adet)	ALAN		Gruplandırılmış Genel Arazi Örtü/ Kullanım Türleri	ALAN	
		(da)	(%)		(da)	(%)
İĞNE YAPRAKLI ORMAN	110	3627,2	25,3	Orman	6540,1	45,7
KARIŞIK İĞNE YAPR.O.	9	213,1	1,5			
GENİŞ YAPRAKLI ORMAN	78	2129,5	14,8			
KARIŞIK GENİŞ YAPR.O.	2	250,2	1,8			
KARIŞIK ORMAN	9	320,1	2,3			
AĞAÇLIK ÇALILIK	64	768,2	5,4	Ağaçlık çalılık	768,2	5,4
ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIM ARAZİSİ	79	3066,9	21,5	Tarım arazisi	3620,5	25,4
VETERİNER FAKÜLTESİ TARIM ARAZİSİ	9	553,6	3,9			
BAHÇE ARAZİSİ	36	243,2	1,7	Bahçe arazileri	243,2	1,7
ÇIPLAK ARAZİLER	150	1205	8,5	Çıplak araziler	1205	8,5
GÖLET	6	111,3	0,8	Su yüzeyleri	111,3	0,8
YERLEŞİM	330	319,3	2,2	Yerleşim Alanları	1761,8	12,5
YEŞİL ALANLAR	190	232,2	1,6			
AĞAÇLIK ALANLAR	41	170	1,2			
SPOR ALANLARI	24	55,1	0,4			
OTOPARK	28	80,9	0,6			
OTOYOL	14	312,6	2,2			
ANA YOL	3	138,7	1,0			
TALİ YOL	67	149,6	1,1			
TARLA YOLU	33	149,4	1,1			
ORMAN YOLU	23	110,7	0,8			
HAVUZ	5	4,5	0,0			
DRENAJ KANALI	20	38,8	0,3			
<b>TOPLAM</b>	<b>1330</b>	<b>14250,1</b>	<b>100,0</b>			

2004 yılı IKONOS sayısal uydu verilerinin yorumlanması ve analizi sonucu U.Ü. Yerleşkesi genelleştirilmiş arazi örtüsü/kullanım türleri haritasından elde edilen alansal ve oransal dağılımlara göre 2004 yılında 14250,1 dekar alan kaplayan U.Ü. Yerleşkesi arazilerinin en yaygın örtüsünün % 25,3'lük bir oran ve 3627,2 dekar alansal dağılımla iğne yapraklı orman (Kızılçam, karaçam, fıstıkçamı ve selvi) örtüsü olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2.). Bu sonuç 20 yıllık süreçte U.Ü. Yerleşkesi'nde yürütülen

ağaçlandırma çalışmalarının başarıya ulaştığının bir göstergesidir. Yerleşke içerisinde 1984-2004 yılları arasında meydana gelen değişimler bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak tartışılacağından burada sadece iğne yapraklı orman örtüsündeki olumlu değişimin alansal ve oransal dağılımının verilmesi ile yetinilecektir. 1984 yılında iğne yapraklı orman örtüsü yerleşke arazilerinin sadece % 0,2'ni örter iken sürdürülen ağaçlandırma çalışmaları sonunda 20 yılda iğne yapraklı orman örtüsünün yerleşkenin % 25,3'lük bir bölümünü örter duruma getirildiği belirlenmiştir. İğne yapraklı orman örtüsü 1984 yılında 32,1 dekarlık bir alana sahip iken 20 yılda 116 kat artarak 3627,2 dekar alana sahip duruma getirilmiştir. Ayrıca iğne yapraklı orman örtüsünün 1008 dekarının ekonomik değeri yüksek olan fıstıkçami ağaçlarından oluşturulduğu da yapılan çalışma sonucu belirlenmiştir.

Geçmiş yıllarda U.Ü. Yerleşkesi'nin en yaygın arazi örtüsü/kullanım türü olan çoğunlukla meşe ağaçlarından oluşan geniş yapraklı orman örtüsü 2129,5 dekar (%14,8) alan kaplamaktadır ve iğne yapraklı orman örtüsünden sonra en yaygın doğal orman örtüsünü oluşturmaktadır.

2004 yılında U.Ü. Yerleşkesi'nin % 25,4'ünü (3620,5 da) tarım arazileri kullanım türü oluşturmaktadır. Söz konusu arazilerin % 21,5'ini (3066,9 dekar) Ziraat Fakültesinin işlediği tarım arazileri, % 3,9'unu (553,6 dekar) ise Veteriner Fakültesinin işlediği tarım arazileri oluşturmaktadır. Çoğunlukla Ziraat Fakültesi tarafından tesis edilen bahçe arazileri 2004 yılında 243,2 dekarlık bir alana ve % 1,7'lik bir orana sahiptir (Çizelge 4.2).

2004 yılı U.Ü. Yerleşkesi arazilerinin % 12,5'ini yani 1761,8 dekarını yerleşim alanlarının oluşturduğu belirlenmiştir. 1761,8 dekarlık yerleşim alanları kullanım türünün 319,3 dekarı binalar ve bina çevresi hizmet alanları, 232,2 dekarı çim ve çim-ağaç karışık yeşil alanlardan, 55,1 dekarı spor alanlarından ve 80,9 dekarı ise otopark kullanım türleri tarafından oluşturulmaktadır. Yerleşim alanları gruplandırılmış kullanım türünün % 6,2'lik bölümünü yani 861 dekarını U.Ü. Yerleşkesi içerisindeki yollar oluşturmaktadır.

## 4.2. U.Ü. Yerleşkesi'nde 1984-2004 Yılları Arasındaki Arazi Örtüsü/Kullanım Değişimleri

U.Ü. Yerleşkesi'ne ait 1:5000 ölçekli 1984 tarihli siyah beyaz orto-foto ve 2004 tarihli renkli IKONOS sayısal uydu verilerinin monoskopik olarak ekran üzerinden yorumlanması analiz edilerek çizilmesi sonucu üretilen arazi örtüsü/kullanım türleri haritalarının alansal ve oransal dağılım sonuçları tek bir çizelge içerisinde düzenlenmiş ve yapılan karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar kısaca tartışılmıştır.

Yapılan kıyaslamalardan elde edilen en önemli ve çarpıcı sonuç U.Ü. Yerleşkesi'nin 20 yılda yarısına yakın bölümü çeşitli türde özellikle 1008 dekarı sadece fıstık çamından oluşan ormanlık alana sahip bir yerleşkeye dönüştürülmüş olmasıdır. Fakültemizi ilgilendiren diğer önemli sonuç ise 2004 yılında otoyol yapımı, sulama sistemi için yapılan tarla içi yollar ve bina inşaatı gibi nedenlerle yaklaşık 1031 da tarım arazisinin geri dönmeyecek biçimde tarım dışı kullanımlarla kaybedilmiş olmasıdır. Başka bir anlatımla 20 yıllık süreçte Ziraat Fakültesi arazilerinin % 25,2'si tarım dışı kullanımlara kaydırılmıştır (Çizelge 4.3).

Ziraat Fakültesi tarım arazilerine benzer biçimde otoyol yapımı veya tarım arazisine dönüştürülmesi gibi nedenlerle meşelik alanlardan oluşan geniş yapraklı orman örtüsününün % 21,8'i yani 593,8 dekarı yok edilmiştir. Veterinerlik Fakültesi tarım arazilerindeki % 19'luk artış ise 88,5 dekarlık meşelik arazilerin tarıma açılmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

U.Ü Yerleşkesi'nde 1984 yılında 68 dekar olan bahçe arazileri 2004 yılında % 257,6 oranında artarak 243,2 dekara yükselmiştir. Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi'nde yerleşim alanları 20 yıllık süreçte % 184,3 oranında artmış ve 1984 yılında 619,8 dekar iken 2004 yılında 1761,8 dekara yükselmiştir. Yerleşim alanları grubunda en yüksek artış oranı otopark arazi kullanımı türünde (% 2028,9; 77,1 dekar) hesaplanmış olup bu kullanım türünü ise yeşil alanlar (% 501,5; 193,6 dekar) ve bina ve hizmet alanlarından oluşan yerleşim (% 173,4; 202,5 dekar) kullanım türlerinde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.3.** U.Ü. Yerleşkesi'nde 1984-2004 yılları arasındaki arazi örtüsü/kullanım değişiminin alansal ve oransal dağılımları

GENEL ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM TÜRLERİ	1984		2004		DEĞİŞİM		Gruplandırılmış Genel Arazi Örtü/ Kullanım Türleri	1984		2004		DEĞİŞİM							
	ALAN							ALAN											
	(da)	(%)	(da)	(%)	(da)	(%)		(da)	(%)	(da)	(%)	(da)	(%)						
İĞNE YAPRAKLI ORMAN	32,1	0,2	3627,2	25,3	3595,1	11187,2	Orman	2755,4	19,2	6540,1	45,7	3784,7	137,4						
KARIŞIK İĞNE YAPR.O.	-	-	213,1	1,5	-	-													
GENİŞ YAPRAKLI ORMAN	2723,3	19	2129,5	14,8	-593,8	-21,8													
KARIŞIK GENİŞ YAPR.O.	-	-	250,2	1,8	-	-													
KARIŞIK ORMAN	-	-	320,1	2,3	-	-													
AĞAÇ DİKİLMİŞ ARAZİ/ AĞAÇLANDIRMA SAHASI	3228,5	22,7	-	-	-	-	Ağaç Dikilmiş Arazi/ Ağaçlandırma Sahası	3228,5	22,7	-	-	-	-						
AĞAÇLIK ÇALILIK	-	-	768,2	5,4	-	-	Ağaçlık Çalılık	-	-	768,2	5,4	-	-						
ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIM ARAZİSİ	4098,5	28,6	3066,9	21,5	-1031,6	-25,2	Tarım arazileri	4563,6	31,8	3620,5	25,4	-943,1	-20,7						
VETERİNER FAKÜLTESİ TARIM ARAZİSİ	465,1	3,2	553,6	3,9	88,5	19,0													
BAHÇE ARAZİSİ	68	0,5	243,2	1,7	175,2	257,6	Bahçe Arazileri	68	0,5	243,2	1,7	175,2	257,6						
ÇIPLAK ARAZİLER	3076,3	21,5	1205	8,5	-1871,3	-60,8	Çıplak araziler	3076,3	21,5	1205	8,5	-1871,3	-60,8						
GÖLET	3,6	0	111,3	0,8	107,7	2991,6	Su yüzeyleri	3,6	0	111,3	0,8	107,7	2991,7						
YERLEŞİM	116,8	0,8	319,3	2,2	202,5	173,4	Yerleşim Alanları	619,8	4,3	1761,8	12,5	1142,0	184,3						
YEŞİL ALANLAR	38,6	0,3	232,2	1,6	193,6	501,5													
AĞAÇLIK ALANLAR	-	-	170	1,2	-	-													
SPOR ALANLARI	44,5	0,3	55,1	0,4	10,6	23,8													
OTOPARK	3,8	0	80,9	0,6	77,1	2028,9													
OTOYOL	-	-	312,6	2,2	-	-													
ANA YOL	116,5	0,8	138,7	1	22,2	19,1													
TALİ YOL	160,2	1,1	149,6	1,1	-10,6	-6,6													
TARLA YOLU	75,2	0,6	149,4	1,1	74,2	98,7													
ORMAN YOLU	64,2	0,4	110,7	0,8	46,5	72,4													
HAVUZ	-	-	4,5	0	-	-													
DRENAJ KANALI	-	-	38,8	0,3	-	-													
<b>TOPLAM</b>	<b>14315,2</b>	<b>100</b>	<b>14250,1</b>	<b>100</b>										<b>14315,2</b>	<b>100</b>	<b>14250,1</b>	<b>100</b>		

Yerleşim alanları gruplandırılmış genel arazi örtüsü/kullanım türlerini oluşturan sınıfların tamamında 20 yıl içerisinde % 19 - % 2028,9 arasında değişen oranlarla sürekli bir artış belirlenmiştir. Yerleşim alanları grubunda sadece tali yol arazi örtü/kullanım türü sınıfında % 6,6 oranında bir azalma gözlenmiştir. Bu durum ise bazı tali yolların anayollara veya diğer yerleşim türüne ait sınıflara dönüştürülmesinden kaynaklanmıştır. U.Ü. Yerleşkesi'nde inşaat çalışmaları dikkate alındığında yerleşim alanları grubundaki artışın devam edeceği söylenebilir.

Orman arazi örtü/kullanım türleri grubu incelendiğinde 1984 yılında sadece geniş yapraklı (meşe) bitkilerden oluşan ormanlık alanların % 137,4 oranında artarak 1984 yılında 2775,4 dekar iken 2004 yılında 6540,1 dekara ulaştığı görülecektir (Çizelge 4.3). Bu durum U.Ü. Yerleşkesi'nde 20 yıllık süreçte devam eden ağaçlandırma çalışmalarının başarılı bir biçimde sürdürüldüğünün bir göstergesidir. Diğer bir ifade ile buy durum, 3228,5 dekar ağaçlandırılmış arazi/ağaçlandırma sahası arazi örtü/kullanım türü sınıfının tamamının hatta daha fazlasının fıstık çamı, kızılçam, karaçam, selvi ve bunların karşımından oluşan iğne yapraklı orman arazilerine dönüştürülmesinin bir sonucudur.

Bazı önemli arazi örtü/kullanım türlerinin birbirlerine göre meydana gelen değişimlerinden Ziraat Fakültesi ve Üniversite yerleşkesi için çarpıcı ve önemli olanların sunulması amacıyla U.Ü.Yerleşkesi'nin 1984 ve 2004 yıllarına ait vektör (poligon) arazi örtü/arazi kullanım türleri haritaları eşit uzunluk ve genişlikte hücrelerden oluşan resim formatına (raster) dönüştürüldükten sonra aynı koordinatlarda yer alan hücrelerin çakıştırılması işlemi olan girişim tablosu oluşturulmuştur. Elde edilen girişim tablosu sonuçlarına göre Ziraat Fakültesine ait tarım arazilerinin 248,9 dekarı otoyol ve DSİ göleti inşaatında kullanılmak üzere malzeme alınması nedeniyle çıplak araziler kullanım sınıfına, 175,5 dekarı bahçe tesisi nedeniyle bahçe arazileri kullanım sınıfına, 67,3 dekarı ağaçlık alanlar, 71,2 dekarı geniş yapraklı orman (meşelik), 33,2 dekarı yerleşim, 53,0 dekarı tarla yolu, 22,1 dekarı gölet, 3,4 dekarı havuz gibi kullanım sınıflarına dönüştüğü belirlenmiştir. Diğer önemli örnek ise ağaç dikilmiş/ağaçlandırma sahası arazi örtü/kullanım türü sınıfının 1949 dekarı iğne yapraklı orman, 271 dekarı geniş yapraklı orman, 243 dekarı karışık orman, 224 dekarı karışık geniş yapraklı orman, 57,7 dekarı orman yolu, 17,7 dekarı tali yol, 9,4'ü otopark gibi toplam 20 farklı kullanım türü sınıfına dönüştürülmüş olmasıdır. Ayrıca girişim

tablosundan 125,3 dekar geniş yapraklı orman (seyrek meşelik) arazi örtü sınıfının Veterinerlik Fakültesi tarım arazilerine dönüştürüldüğü de belirlenmiştir.

Verilen örneklerde görüldüğü gibi benzer koordinat sisteminde ve eşit boyutlu hücrelerden oluşan farklı tarihlere ait görüntülerden girişim tabloları aracılığıyla istenen kullanım sınıfının ilişkileri ve girişimleri analiz edilerek saptanabilmektedir. Bu özellik ise sayısal haritaların ve öznitelik tablolarının uzaktan algılama teknikleri ile oluşturularak coğrafik bilgi sistemleri içerisinde ilişkilendirilme ve analiz kolaylığından kaynaklanmaktadır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmada, Uludağ Üniversitesi Yerleşke arazisinin genel arazi örtü/kullanım türlerinin ve çok yıllık değişimlerinin doğru, hızlı ve daha ekonomik olarak üretilmesinde gereksinilen ilişkili verilerin 1:5000 ölçekli siyah beyaz orto-foto, IKONOS uydu verileri ve coğrafik bilgi sistemi teknikleri yardımıyla elde edilebilirliği ve söz konusu tekniklerin arazi örtüsü ve arazi/kullanım türlerinin ve çok yıllık değişimlerinin belirlenmesinde uygulama olanakları araştırılmıştır.

Bu amaçla Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi'ne ait 1984 yılı 1:5000 ölçekli siyah beyaz orto-fotolar, 2004 yılı renkli 2m\*2m yersel çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsü, 1:5000-25000 ölçekli topoğrafik haritalar ile daha önce üretilmiş harita ve raporlar, arazinin temel kartoğrafik verileri olarak kullanılmıştır. Sonuçta Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi'nin 1984 ve 2004 yıllarına ait arazi örtüsü/kullanım türleri sınıfları bilgisayar ortamında uzaktan algılama ve coğrafik bilgi sistem teknikleri kullanılarak üretilmiş ve haritaları oluşturulmuştur. Temel kartoğrafik materyal olarak kullanılan sayısal veya sayısal olmayan verilerin bilgisayar ortamına alınması, çizgisel ve alansal haritalarının ve ilişkisel öznitelik tablolarının oluşturulması, öznitelik tablolarında yer verilen arazi örtü/kullanım türleri gruplandırılmış sınıflarına göre poligonal haritaların yeniden sınıflandırılması ve haritalarının oluşturulması aşamalarında elde edilen sonuçlar, karşılaşılan sorunlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Coğrafik bilgi sistemlerinin en önemli unsuru ilgilenilen alana ait konumsal ve konumsal olmayan verilerin varlığı veya üretilmesi ile bunların birbirleri ile ilişkilendirilmesidir.

Coğrafik bilgi sistemi tekniklerinin uygulanması sırasında en zaman alıcı ve dikkat gerektiren işlem verilerin uygun formatta bilgisayar ortamına alınması ve ilişkisel veri tabanının oluşturulmasıdır. Çalışmada 1984 yılı için 9 adet 1:5000 ölçekli siyah beyaz orto-fotolar ile 1:5000 ölçek ve koordinat sisteminde oluşturulmuş 9 adet sayısal IKONOS görüntüsü temel veri kaynağı kullanılmıştır. 1984 yılı orto-fotolar basılı 1:5000 ölçekli paftalar halinde temin edildiğinden uzaktan algılama ve CBS ortamında kullanılabilmesi için tarayıcı yardımıyla sayısallaştırılması zorunludur. Söz konusu fotoğrafların sayısallaştırılması için en azından A1 boyutunda bir tarayıcı ve

150 dpi çözünürlükte taranan veriler için ise yüksek yedekleme kapasitesi gerektiğinden söz konusu işlemler dışardan destek alınarak yapılabilmektedir. Ayrıca orto-fotoların siyah beyaz olması ve bazı paftalarda aşınmış açık renkli araziler ile yerleşim alanlarının beyaza yakın açık gri tonda yansıma vermeleri sayılaştırma sonrasında elde edilen görüntülerin söz konusu alanlarında veri kaybına ve kontrast farklılıklarına neden olmuştur. Bu yüzden sağlanacak siyah beyaz fotoğraflarda görüntü kalitesinin, parlaklığın ve kontrastın uygun olmasına dikkat edilmelidir. Benzer özelliklere her ne kadar renkli görüntüler oluşturulabilmesine, görüntü zenginleştirme işlemleri uygulanabilmesine rağmen IKONOS görüntüleri için de dikkate alınmalıdır. Ayrıca IKONOS uydu görüntüleri temin edilirken arazi örtü/kullanım sınıflarında sınıflandırma ve ayırım olasılığını artırmak için tüm bandlarının (mavi, yeşil, kırmızı ve yakın kızıl ötesi) ve olanaklar ölçüsünde dikey (düşük eğimle) çekilmiş olanların satın alınmasına dikkat edilmelidir.

Herhangi bir konumsal verinin CBS ortamında kullanılabilmesi veriyi oluşturan nokta, çizgi ve alansal unsurlardaki hataların giderilmesine, tanımlamalarının benzersiz bir biçimde yapılmış olmasına yani topolojilerinin eksiksiz olarak oluşturulmasına bağlıdır. Bu nedenle Bilgisayar ortamına alınan görüntülerin yorumlanarak sayısallaştırılması, sayısallaştırılan çizgisel haritalardan kapalı alanların oluşturulması sırasında yapılan isimlendirme hatalarının giderilmesi söz konusu verilerin yeniden üretilmesi kadar bir zamanın ve işgücünün kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle görüntülerin Coğrafik düzeltmelerinin kullanılan hücre boyutunun yarısını geçmeyecek bir hatayla yapılması, ekrandan sayısallaştırma işleminin çok dikkatli yapılması, kapalı alanları oluşturan çizgilerin birbirine bağlanmış olması ve kapalı alanları tanımlayan sınıf isimlerinin doğru ve eksiksiz olarak girilmesine dikkat edilmelidir.

Ülkemizde yüksek maliyet, zaman ve işgücü harcanarak üretilen yeryüzüne ait verilerin herhangi bir kullanıcı tarafından doğrudan kullanılabilmesini sağlamak için söz konusu verilerin CBS kurallarına göre oluşturulması zorunluluğu getirilmelidir. Bu şekilde üretilen haritalar herhangi bir ön işleme ve zaman kaybına neden olmaksızın doğrudan CBS ortamında veri tabanına eklenebilecek ve sayısal uydu görüntüleri ile birlikte direkt olarak kullanılabilir.

Araştırmada ayrıntılı olarak verildiği ve tartışıldığı gibi coğrafik bilgi sistem teknikleri kullanılarak bilgisayar ortamına alınan ve ilişkisel veri tabanı oluşturulan

arazi örtü/kullanım türleri haritalarından klasik yöntemlerle üretilmesi zaman alıcı ve zor olan zamansal değişim, bireysel veya gruplandırılmış örtü/kullanım türlerine göre yeniden sınıflandırma haritalarının ve onların istatistiksel analizlerine ait sonuçların elde edilmesi gibi işlemler CBS ortamında çok kısa bir sürede ve doğru bir biçimde yapılabilmektedir. Ayrıca CBS ortamında topoğrafik haritalardaki eşyüksele eğrilerinin sayısallaştırılması ve interpolasyonu sonucunda üretilen sayısal yükseklik modeli verilerinden de çalışma alanının eğim, bakı, gölge, yükseklik gibi topoğrafik özelliklerine ilişkin veriler kolaylıkla üretilebilmekte ve üretilmiş arazi örtü/kullanım türleri haritaları ile karşılaştırılarak planlama amaçlı karmaşık analizler yapılabilmekte ilişkiler araştırılabilmektedir.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında kullanılan ILWIS 3.2 (Integrated Land and Water Information System; ilişkilendirilmiş arazi ve su bilgi sistemi) CBS programı, 1:5000 ölçekli orto fotoları, topoğrafik haritalar ve sayısal uydu verilerinin tarama, ekrandan sayısallaştırma ve CD-ROM aracılığıyla bilgisayar ortamına alınmasında, mozayik görüntülerinin ve ilişkili öznitelik tablolarının oluşturulmasında, haritadaki haritalama ünitelerini tanımlayan öznitelik tablosundaki karakteristikler temel alınarak programın harita ve tablo hesaplama modülleri aracılığıyla yeniden sınıflandırmasında, interpolasyon, çakıştırma, kesişim tabloları oluşturulması gibi işlemlerin yerine getirilmesinde kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca yüksek hacimli birden fazla haritanın ve ilişkili tablosunun birlikte kullanılmasına ve analizine de izin vermektedir. Böylece araştırmanın sonuç haritaları olan U.Ü. Yerleşkesi arazi örtü/kullanım türleri haritaları üretilmiş, alansal ve oransal dağılımlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar kolaylıkla elde edilmiştir.

Çalışmanın uygulanması sırasında karşılaşılan en önemli eksiklik, ILWIS programının çizgisel veya alansal (vektörel) haritaların üst üste çakıştırılarak yeni çakışmış haritaların oluşturulmasına izin vermemesi olarak göze çarpmıştır. Söz konusu eksiklik arazi kullanım türlerinin birbirlerine göre girişimlerinin alansal ve oransal olarak belirlenmesi için önce eşit hücrelerden oluşan raster görüntülerin oluşturulmasını, girişim tabloları yardımıyla oluşturulan görüntülerin çakıştırılmasını zorunlu kılması ve dolayısıyla daha yüksek bilgisayar kapasitesi gerektirmesidir. Söz konusu programın diğer bir önemli yetersizliği ise mozayik görüntülerin oluşturulması sırasında görüntülerin dörder dörder mozayik görüntüler oluşturulmasına izin

vermesidir. Bu durum da zaman kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle mozayik görüntülerin oluşturulması işlemi sırasında görüntü sayısında sınırlama getirmeyen ERDAS 8.7 programı kullanılmıştır.

Sonuç olarak herhangi bir alana ait konumsal ve konumsal olmayan verilerin elde edilmesi, bilgisayara girilmesi, ilişkisel veri tabanlarının oluşturulması analizi ve çıktıların üretilmesinde çok güçlü araçlar setine sahip olan coğrafik bilgi sistemlerinin özellikle IKONOS gibi bireysel ağaçların bile ayırımına olanak sağlayan sayısal uydu verileriyle birlikte kullanılması arazi örtü/kullanım türleri ile bunların olumlu veya olumsuz değişimlerinin belirlenmesi çalışmalarının hızını ve doğruluğunu arttıracak, karar üretme süreçlerini kısaltacak ve böylece klasik sistemlerdeki verilerin üretilmesi, arşivi ve yeniden çizilmesi sırasında insan gücü gereksinimini ve verim kayıplarını önleyebilecektir.

## KAYNAKLAR

- AKSOY, E., M.A. ÇULLU ve H. ERGÜN. 1997.** Bursa İlinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişimlerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri Uygulamaları. Üçüncü Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs, Bildiriler, V-22, Harita Genel Komutanlığı Matbaası, Ankara.
- AKSOY, E. ve G. ÖZSOY. 2001.** Bursa Kenti ve Yakın Çevresinde Tarım Arazilerinin Sanayi ve Kentsel Yerleşimle Kayıplarının CBS Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi, Nedenleri ve Çözüm Önerileri. Gap II. Tarım Kongresi Bildirisi. Şanlıurfa, 24-26 Ekim 2001.
- AKSOY, E., G. ÖZSOY, M.S. DİRİM ve Z. TÜMSAVAŞ. 2001a.** Arazi Örtü/Arazi Kullanım Haritalamada Uzaktan Algılama ve CBS Tekniklerindeki Son Gelişmeler: U.Ü. Kampus Alanı Örneği. Gap II. Tarım Kongresi Bildirisi. Şanlıurfa, 24-26 Ekim 2001.
- AKSOY, E., M.S. DİRİM, Z. TÜMSAVAŞ, G. ÖZSOY. 2001b.** Uludağ Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Oluşu, Önemli Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflandırılması. U.Ü. Araştırma Fonu Proje No:98/32, Bursa. 118s.
- AKSOY, E. 2002.** Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş, Ders Notları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa. 47 s (Yayınlanmamış).
- ALPHAN, H. ve K.T. YILMAZ. 2001.** Kıyı Alanlarının Planlanmasında İzleme (Monitoring) Çalışmalarının Rolü. In: Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları III. Ulusal Konferansı Bildirisi, 26-29 Haziran 2001, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, s. 91-101.

- ALTINBAŞ, Ü. 2003.** Tarımsal Alanlarda Yeni Tekniklerin Kullanımı-Uydu Teknolojisi- Çiftçi Dergisi sayı: 2, Eylül 2003.
- ANONİM. 1974.** Ortalama ve Ekstrem Kıymetler, Meteoroloji Bülteni. D.M.İ. Genel Müdürlüğü. Başbakanlık Basımevi, Ankara. s. 111-112.
- ANONİM. 1981.** B.Ü. Ziraat Fakültesi Sahası ve Civarının Jeolojik Raporu. Topraksu G.M., Topraksu XVI. Bölge Müdürlüğü, (yayınlanmamış). 5s.
- ANONİM. 1988.** Arc/Info Programmers Manual, Vol. I, Environmental Systems Research Institute, Redlands, California. Available at <http://www.esri.com>.
- ANONİM. 1997.** ERDAS Field Guide. Revised and Expanded, Fourth Edition, ERDAS Inc., Atlanta, Georgia-USA. 639 s.
- ANONİM. 1999.** Uzaktan Algılama İle Türkiye Tahıl Ekili Alan Ve Rekolte Tahmini Çalışması, T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara, 57 s.
- ANONİM. 2001a.** Uzaktan algılama terminolojisi. İşlem Şirketler Grubu, Ankara.
- ANONİM. 2001b.** SEKİZİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI: Harita Tapu Kadastro, Coğrafi Bilgi ve Uzaktan Algıla Sistemleri (Arazi ve Arsa Politikaları, Arazi Toplulaştırması, Arazi Kullanımı) Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001. <http://ekutup.dpt.gov.tr/harita/oik570.pdf>
- ANONİM. 2001c.** ILWIS 3.0, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. May 2001. ILWIS Department, ITC, The Netherlands.520 p.
- ANONİM. 2002.** Harran Ova'sındaki Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi Pilot Projesi. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı. <http://www.gap.gov.tr/Turkish/cbs/hhp.pdf>
- ANONİM. 2003.** ArcGIS. İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Eğitim Ltd. Şti, Ankara.

- ARANOFF, S. 1989.** An Introduction to Geographic Information Systems. WDL Publications, Ottawa. 294 p.
- ATATANIR, L. 2004.** Ikonos Sayısal Uydu Verilerinin Detaylı Toprak Haritalarının Hazırlanmasında Kullanılma Olanaklarının Ege Bölgesinde Seçilen Örnek Bir Alanda Araştırılması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana. Doktora Tezi, Kod No: 834,197s.
- BERBEROĞLU, S. 2003.** Sustainable Management for the Eastern Mediterranean Coast of Turkey. Environmental Management. 31, p. 442-451.
- BUITEN, H.J. and CLEVERS, J.G.P.W. 1993.** Land observation By Remote Sensing Theory and Applications (Introduction), (Edited By:H.J. Buiten and J.G.P.W. Clevers). Gordon and Breach Science Publishers S.A.The Netherlands. 642 p.
- CHUVIECO, E. 1993.** Integration of Linear Programming and GIS for Land Use Modeling. International Journal of Geographical Information Systems, 7 (1), 71-83, 19 ref.
- ÇELİK, M., Ö. SAYGIN, A. SÜER, O. KINACI, E. GÜNAY, E. ÇAÇTAŞ, F. DAL. 2004.** Şehir Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Çalışmaları. Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi. Fatih Üniversitesi, İstanbul, 6-9 Ekim 2004.
- DAVIDSON, D.A., S.P. THEOCHAROPOULOS and R.J. BLOKSMA. 1994.** A Land Evaluation Project in Greece Using GIS and Based on Boolean and Fuzzy Set Methodologies. International Journal of Geographical Information Systems, 8(4), p. 369-384.
- DİNÇ, U. 1997.** Toprak Etütlerinde Uydu Verilerinin Kullanılma Olanakları. Workshop 2. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bornova, İzmir.

- DİNÇ, U. ve S. ŞENOL. 1998.** Toprak Etüd ve Haritalama. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Pub. No:A-50. Adana.
- GÜNDOĞDU, K.S., Ş.T. AKKAYA ASLAN, İ. ARICI. 2003.** Arazi Toplulaştırmasında Parsel Değer Sayılarının Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Belirlenmesi, U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(1): 137-148, Bursa.
- JONSON, L.F., D.E. ROCZEN, S.K. YOUKHANA, R.R. NEMANI and D.F. BOSH. 2003.** Mapping Vineyard Leaf Area with Multispectral Satellite Imagery. Computer and electronics in Agriculture, 38, p. 33-34.
- KAYA, Ş. ve N. MUSAOĞLU. 1997.** Çevre Değişimlerinin Uzaktan Algılama Verileri ile Değerlendirilmesi. Üçüncü Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri Bildirisi, 16-18 Mayıs 1997, V/40-47. Harita Genel Komutanlığı Matbaası. Ankara.
- KORUKÇU, A., S. YAZGAN, K. GÜNDOĞDU. 1989.** Bursa ve yöresinde Su Kaynaklarına İlişkin Sorunlar. Marmara Bölgesinde Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu, 25-27 Ekim 1997, Bursa. Milli Prodüktivite Merkezi Yay. No:387, Ankara. s. 109-119.
- KUO, C. Y., T. Y. CHOV, and R. Y. LEE. 2001.** Identification of Urban Characteristic Using IKONOS High Resolution Satellite Images. Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001. Singapore, p. 1219-1223.
- LENNEY, M.P. , C.E. WOODCOCK, J.B. COLLINS, H. HAMDİ. 1996.** The Status of Agricultural Lands in Egypt: The Use of Multitemporal NDVI Features Derived from Landsat TM. Remote Sensing Of Environment. 56, p. 8-20.
- LILESAND T.M., R.W. KIEFER. 1999.** Remote Sensing and Image Interpretation. J.Willey& Sons, Inc. Fourth ed. New York, 724 p.

- MARBLE, D.F., D.J. PEUQUET (EDS). 1983.** Geographic Information System and Remote Sensing. Chapter 22, Vol.1, Manual Remote sensing, American Society of Photogrametry, USA.
- ÖNDER M. 1998.** Uydu Görüntülerinden Elde Edilen Sayısal Ortofotoların Coğrafi Bilgi Sistemi İçindeki Etkinliği, Harita Dergisi, 120, s. 10-19.
- ÖZBALMUMCU M. 1996.** Coğrafi Bilgi Sistemi Oluşturulması İçin Veri Kaynakları, Yöntemleri ve Sistemlerinin Araştırılması, CBS Sempozyumu Bildirisi, İstanbul.s. 99-107.
- ÖZSOY, G. 2001.** Uludağ Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Genesisi ve Sınıflandırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), Bursa. 120s.
- PARK, S. R. and T. KIM. 2001.** Semi-Automatic Road Extraction Algorithm from IKONOS Images Using Template Matching, Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Asian Conference on Remote Sensing, 5-9 November 2001. Singapore, p. 1209-1213.
- PILON P. G., P. J. HOWARTH, R.A. BULLOCK and R. O. ODENİYİ. 1998.** An Enhanced Classification Approach to Change Detection in Semiarid Environments. Photogrametry Engineering and Remote Sensing. 54, p. 1719-1716.
- RAM, B. And A.S. KOLARKAR. 1993.** Remote Sensing Application in Monitoring Land-Use Changes in Arid Rajasthan. International Journal of Remote Sensing. 14, 3191-3220.
- ROSENFELD, K., CHUTIRATTANAPAN, S., vd. 1994.** The use of local knowledge in land use/land cover mapping from satellite images, ITC journal, vol.4, p. 349-358.

- SABINS, Jr.F.F. 1987.** Remote Sensing Principles and Interpretation, 2<sup>nd</sup> Edition. W.H. Freeman & Co., New York. 449p.
- SCHEIRER, H., S. BROWN, M. SCHMIDT, P. SHAH, B. SHRESTHA, G. NAKORAMI, K. SUBBA and S. WYMAN. 1994.** Environmental Auditing: Gaining Forest but Losing Ground: A GIS Evolution in A Himalayan Watershed. Environmental Management, 18 (1), p. 139-150.
- SEFA, S. 1983.** Bilecik, Bursa, Kütahya Yöresi Kuru ve Sulanabilir Şartlarda Kuru Soğanın Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteği ile Olsen Fosfor Analiz Metodu'nun Kalibrasyonu. Eskişehir Bölge Toprak su Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No:173, Eskişehir, s.1-47.
- SESÖREN, A. 1999.** Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar. Mart Matbaacılık Sanatları Ltd. Şti. İstanbul, 126. s.
- SINGH, A. 1986.** Change Detection in The Tropical Forest Environment of Northeastern India Using Landsat. In: Eden, M.J., T.J. Parry (ends), Remote Sensing and Tropical Land Management Wiley, New York. p. 273-254.
- STENSTRUP, J. and S. OLESEN. 1997.** Relations Between Set Aside, Soil and Landscape Types A GIS Analysis Based on National Databases. Alternative Use of Agricultural Land. Proceedings of A Seminar of The Scandinavian Association of Agricultural Scientists The Research Centre Folium, Denmark, No:18, p. 49-56.
- TUĞAÇ, M.G., H. TORUNLAR, M. PEŞKİRCİOĞLU ve Ş. ARPAK. 2001.** Coğrafik Bilgi Sistemleri Teknikleri Kullanılarak Tarımsal Veri Tabanı Oluşturulması ve Arazi Kullanım Planlaması Yapılması. <http://www.tagem.gov.tr/gis/harun.htm>
- TUĞAÇ, M. G. ve H. TORUNLAR. 2000.** Establishing Agricultural Database and Land Use Planning by Using Geographic Information System (GIS) – Poster.

2nd International Symposium on New Technologies for Environmental Monitoring and Agro Applications Proceedings, 500-502, 18-20 October, 2000 Tekirdağ.

**TUNAY, M. ve A. ATEŞOĞLU. 2004.** Uzaktan Algılama Tekniği ve CBS Kullanılarak Bartın Çevresindeki Doğal Olmayan Değişikliklerin Belirlenmesi. Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi. Fatih Üniversitesi, İstanbul, 6-9 Ekim 2004. <http://cbs2004.fatih.edu.tr/download/file473.pdf>

**TUROĞLU, H. 2000.** Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, Acar Matbaacılık ve Yayıncılık Hizmetleri A.Ş. İstanbul. 246 s.

**YOMRALIOĞLU, T. 2000.** Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar, KTU, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, ISBN: 975-97369-0-X, Seçil Ofset, İstanbul.

**YOMRALIOĞLU, F. 1999.** Coğrafi Bilgi Sistemi İle Kampus Bilgi Sistemi Tasarımı: Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜBİS) Örneği. Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon. Yüksek Lisans Tezi. 67 s.

**YOMRALIOĞLU, T. ve K. ÇELİK. 1994.** GIS ?, I. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Bildiriler. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon. s. 21-32.

1) <http://www.hatgis.com.tr/tr/ikonos.html>

2) <http://www.sieurasia.com/ikonos.htm>

3) <http://eo1.gsfc.nasa.gov/miscPages/home.html>

4) <http://www.hatgis.com.tr/>

5) <http://www.isrjournal.com/story.php?F=447672>

## TEŞEKKÜR

Öncelikle bana bu tez konusuyla ilgili çalışma olanağı sağlayan, çalıŐmalarımın her aŐamasında bilgi ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY' a en içten duygularımınla teşekkür ederim. ÇalıŐmalarımın her zaman ilgi ve desteğini gördüğüm baŐta AraÇ. Gör. Gökhan ÖZSOY olmak üzere her zaman yanımda olan sevgili arkadaşlarıma sonsuz teŐekkürler.

Araştırma sırasında temel kartoğrafik materyal olarak kullanılan 1:5000 ölçekli orto-foto ve IKONOS uydu görüntülerinin sağlandığı Bursa Büyük Şehir Belediye Başkanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığına katkı ve destekleri nedeniyle teşekkür ederim.

Ayrıca evde yaptığım çalıŐmalarım boyunca ve hayatımın her aŐamasında yanımda olan, destek ve yardımlarıyla hayatımı kolaylaŐtıran aileme teŐekkürü bir borç bilirim.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1974 yılında Bursa' da doğdu. 1993 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünü kazandı. 1997 yılında başarıyla mezun oldu. 1998 yılında özel bir şirkette satış sorumlusu olarak iş hayatına adım attı. 2002 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'nde Yüksek Lisans yapmaya hak kazandı ve aynı zamanda Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı.

