



**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIMSAL UYGULAMA  
VE ARAŞTIRMA MERKEZİ ARAZİ BİLGİ SİSTEMİNİN  
OLUŞTURULMASI (ZFTUAM-ABS)**

**Ekin Ulaş KARAATA**



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

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIMSAL UYGULAMA VE  
ARAŞTIRMA MERKEZİ ARAZİ BİLGİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI  
(ZFTUAM-ABS)**

**Ekin Ulaş KARAATA**

**Doç.Dr. Ertuğrul AKSOY  
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI  
BURSA – 2014**

## TEZ ONAYI

Ekin Ulaş KARAATA tarafından hazırlanan “ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIMSAL UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ ARAZİ BİLGİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI (ZFTUAM-ABS)” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY

**Başkan** : Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY  
U.Ü. Ziraat Fakültesi,  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Prof. Dr. Feza KARAER  
U.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,  
Çevre Bilimleri Anabilim Dalı

İmza

**Üye** : Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÖZSOY  
U.Ü. Ziraat Fakültesi,  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

İmza

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Ali Osman DEMİR**

**Enstitü Müdürü**

.././.....

**U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

...../...../.....

**İmza**

**Ekin Ulaş KARAATA**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ TARIMSAL UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ ARAZİ BİLGİ SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASI (ZFTUAM-ABS)

**Ekin Ulaş KARAATA**

Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Ertuğrul AKSOY

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) arazilerine ait çevrimiçi veritabanını, uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak oluşturmak, ilerleyen yıllarda aynı bilgilerin güncellenip sisteme girişinin sağlanması ve çok yıllık verilerin değerlendirilmesinde kolaylık sağlanabilmesi bu çalışmanın temel hedefleridir. Bu amaçla çalışma kapsamında, ZF-TUAM'ne ait, güncel arazi örtüsü / arazi kullanım haritası, toprak serileri haritası, sayısal yükseklik modeli, eğim haritaları ve öznitelik tabloları ile veri tabanları oluşturulmuştur.

Worldview-2 uydusuna ait görüntüler ve sayısal renkli hava fotoğrafları kullanılarak arazi örtüsü / arazi kullanım türlerine ait sınırların ekrandan sayısallaştırma yöntemiyle mevcut arazi örtüsü/ arazi kullanımı türleri alan bazında belirlenerek her bir haritalama ünitesine ait öznitelik bilgileri güncellenmiştir. Geçmişten günümüze kadar olan ürün desenleri ve verimler ile yapılan uygulamalar veri tabanına girilebilecek hale getirilmiştir. Toprak ve sayısal yükseklik modeli haritaları ise daha önce U.Ü. Yerleşkesi için üretilmiş olan toprak serileri haritası ile orto-foto haritalarının eş yükselti eğrilerinden sayısallaştırma ve kesme işlemleri ile üretilmiştir. Ayrıca üretilen haritaların öznitelik tablolarından ArcGIS yazılımının tablo ve harita hesaplama araçları kullanılarak ZF-TUAM arazilerine ait istatistiksel bilgiler elde edilmiştir.

Araştırma sonunda, ZF-TUAM arazilerinin 3145 dekar alan kapladığı ve en yaygın arazi kullanım türünün ise % 72,5 oran ve 2279,0 dekar alan ile tarım arazileri parselleri olduğu belirlenmiştir. Ek olarak ZF-TUAM arazilerinin % 28,5'ni (895,5 dekar) Çiftlik serisi topraklarının oluşturduğu, Çiftlik serisi topraklarını ise sırasıyla Açma (%14,2; 444,9 dekar) ve Taşköprü serilerinin (%12,0; 377,7 dekar) takip ettiği saptanmıştır. Yapılan çalışmalar ZF-TUAM arazilerinin deniz seviyesinden 54,6m - 143,9m yükseklikleri arasında uzandığı, düz düze yakın eğimli arazilerin ZF-TUAM arazilerinin %60,6'nı (1925,9 dekar) kapladığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Coğrafi veri tabanı, uzaktan algılama, ArcGIS,  
2014, IX+ 61 sayfa.

## ABSTRACT

MSc Thesis

GENERATING THE LAND INFORMATION SYSTEM OF ULUDAG UNIVERSITY  
AGRICULTURE FACULTY AGRICULTURAL EXPERIMENT AND RESEARCH  
CENTER (AFAERC-LIS)

**Ekin Ulaş KARAATA**

Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Soil Science and Plant Breeding

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Ertuğrul AKSOY

Developing the land database system of Uludağ University Agriculture Faculty Agricultural Experiment and Research Center (AF-AERC) via using the remote sensing and geographic information systems, providing the ability of updating same data fields in following years and easing up verification and evaluation and compassion of perennial data are main objectives of the study. For this aim, the scope of work, the current land cover / land use map, soil series map, digital elevation model, slope map and database of the AF-AERC have been created with the attribute table.

With using the method of screen digitizing, boundaries of land cover / land use types from satellite image of Worldview-2 and colored digital aerial photographs has digitized thus detecting the current land usage based on area and updating attribute data belongs to each of mapping units has become available. Formation the data represents production pattern and yield information with the realized experiments belongs to previous years has been completed. Soil maps and digital elevation model maps were produced by the digitizing and clipping procedure from previously produced soil maps and contour lines of ortho-photo maps of the U.U. campus area. In addition, statistical information of the produced maps has been gathered from attributes tables for the AF-AERC's areas using by table and map calculation tools of ArcGIS program.

At the end of research, the coverage of the AF-AERC lands were determined as 3145 da of land and it was also determined that the most common land use types were agricultural land parcels with the rate of 72.5% and an area of 2279.0 acres. In addition, it was found to be as 28.5% (895.5 decare) of lands of the AF-AERC consisted by the Çiftlik series soils and followed by soils of Açma series (14.2% and 444.9 decare) and Taşköprü series (12.0%, 377.7 decare), respectively. Studies, showed that lands of AF-AERC lies on the areas of having height between 54.6 and 143.9 amsl. and also showed that flat-nearly flat areas were covered 60.6 % ( 1925.5 decare) of the AF-AERC areas.

**Keywords:** Geographic Database, Remote Sensing, ArcGIS  
2014, IX+ 61 pages.

## TEŞEKKÜR

Bana bu yönde alıŐma konusunda ilham veren, bu araŐtırmayı yapma olanağı tanıyan, çalıŐmalarım sırasında bana her yönden destek olan, bilgi ve tecrübeleriyle yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım başta danışmanım Doç.Dr. Ertuğrul AKSOY ve Yrd. Doç. Dr. Gökhan ÖZSOY'a, çalıŐmalarım süresince desteklerini esirgemeyen aileme en içten duygularımla teşekkür ederim.

Ekin Ulaş KARAATA  
29/12/2014

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	I
ABSTRACT .....	II
TEŞEKKÜR .....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IX
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	4
2.1 Uzaktan Algılama .....	4
2.1.1 Uzaktan algılama tanımı ve bileşenleri .....	5
2.1.2 Uzaktan algılamada kullanılan bazı uydular ve özellikleri .....	7
2.1.2.1 Landsat 8 uydusu .....	8
2.1.2.2 Spot uyduları .....	9
2.1.2.3 GeoEye uydusu.....	11
2.1.2.4 Ikonos uydusu.....	11
2.1.2.5 RapidEye uydusu.....	11
2.1.2.6 WorldView uyduları.....	12
2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	12
2.2.1 CBS'nin tanımı ve kullanım alanları .....	13
2.2.2 Coğrafi veri kaynakları ve veri toplama.....	14
2.2.3 Konumsal veritabanları .....	15
2.2.4 Coğrafi alan modellemesi.....	16
2.2.5 Uzaktan algılama ve CBS ile üretilmiş benzer çalışmalar .....	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	23
3.1 Materyal .....	23
3.1.1 Coğrafi konum ve fizyografya.....	23
3.1.2 Jeoloji, jeomorfoloji ve toprak özellikleri .....	24
3.1.3 İklim .....	25
3.1.4 Doğal bitki örtüsü ve arazi kullanımı .....	25
3.1.5 Çalışmada kullanılan donanım, yazılım ve veriler .....	26



3.1.5.1 Donanımlar .....	26
3.1.5.2 Yazılımlar .....	26
3.1.5.3 Veri kaynakları .....	27
3.2 Yöntem .....	28
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....	34
4.1. ZF-TUAM Arazilerinin Güncel Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanım Türleri Haritası ve Veritabanı.....	34
4.1.1 U.Ü. yerleşkesinin güncel arazi örtüsü ve arazi kullanım türleri dağılımı.....	36
4.2. ZF-TUAM Arazilerinin Sayısal Toprak Haritası ve Veritabanı.....	40
4.2.1. ZF-TUAM arazileri toprak serileri haritası .....	41
4.2.2. ZF-TUAM arazileri yetenek sınıfları haritası.....	43
4.2.3. ZF-TUAM arazileri sulu tarıma uygunluk sınıfları haritası.....	45
4.2.4. ZF-TUAM arazileri toprak derinliği sınıfları haritası .....	47
4.2.5. ZF-TUAM arazilerinin sayısal yükseklik modeli ve eğim haritası ve veritabanı .....	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	52
KAYNAKLAR .....	57
ÖZGEÇMİŞ .....	61

## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>ZF-TUAM</b>	Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi
<b>SYM</b>	Sayısal yükseklik modeli
<b>DEM</b>	Digital elevation model
<b>UA</b>	Uzaktan Algılama
<b>CBS</b>	Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>EMR</b>	Elektromanyetik Radyasyon
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>TIN</b>	Triangulated Irregular Network
<b>NASA</b>	National Aeronautics and Space Administration
<b>OLI</b>	Operational Land Imager
<b>TIRS</b>	Thermal Infrared Sensor
<b>HRV</b>	High Resolution Vidicon
<b>MS</b>	Multi-spectral
<b>HRV-IR</b>	High Resolution Stereoscopic-Infrared
<b>HRG IR</b>	High Resolution Geometric Infrared
<b>HRS</b>	High Resolution Stereoscopic
<b>NAOMI</b>	New Astrosat Optical Modular Instrument
<b>UTM</b>	Universal Transfer Merkatör Koordinat Sistemi
<b>ED 50</b>	European Datum 50 Projeksiyon Sistemi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Uzaktan algılamanın bileşenleri .....	6
Şekil 2.2 Tek boyutlu nesnelere örnekler .....	18
Şekil 2.3 İki boyutlu nesnelere örnekler .....	19
Şekil 3.1 Uludağ Üniversitesi Görükle yerleşkesi konumu .....	23
Şekil 3.2 Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) arazileri ve coğrafik konumu .....	24
Şekil 3.3 ZF-TUAM arazileri hava fotoğrafı görüntüsü (2010) ve Worldwiev-2 görüntüsü .....	28
Şekil 3.4 ZF-TUAM arazileri sayısal eşyüksekti haritası ve orto-foto haritası (Sezgin 2006). ...	29
Şekil 3.5 U.Ü. yerleşke arazileri sayısal toprak haritası (Aksoy ve ark. 2001a). .....	30
Şekil 3.6 Arazi örtüsü / arazi kullanım haritası ve atanmış isimler (2011). .....	31
Şekil 3.7 Poligonal (alansal) arazi örtüsü/kullanım türleri haritası (2011). .....	31
Şekil 3.8 ZF- TUAM arazilerinin arazi örtüsü / arazi kullanım türleri haritası. ....	32
Şekil 3.9 ZF-TUAM arazi örtüsü / arazi kullanım türleri haritası ve öznitelik verileri. ..	33
Şekil 4.1 U.Ü yerleşkesi ve ZF-TUAM arazilerinin güncel durumları (2011).....	35
Şekil 4.2 ZF-TUAM arazileri arazi örtüsü/kullanım haritası (2011) ve öznitelik tablosu. 37	
Şekil 4.3 ZF-TUAM arazileri genel arazi örtüsü / arazi kullanım haritası (2011). ....	38
Şekil 4.4. ZF-TUAM arazisi toprak haritası, haritalama üniteleri ve isimlendirmeler.....	40
Şekil 4.5. ZF-TUAM arazisi toprak haritası öznitelik tablosu ve seçilen özellikler.....	41
Şekil.4.6. ZF-TUAM arazisi toprak seri haritası .....	42
Şekil 4.7. ZF-TUAM arazisi arazi yetenek sınıfları haritası.....	44
Şekil 4.8. ZF-TUAM arazisi sulu tarıma uygunluk sınıfları haritası.....	45
Şekil 4.9. ZF-TUAM arazisi toprak derinlik sınıfları haritası .....	47
Şekil 4.10. U.Ü. yerleşkesi arazisi sayısal yükseklik modeli ve ZF-TUAM arazisi.....	49

<b>15ekil4.11.</b> ZF-TUAM arazisi sayısal yükseklik modeli.....	<b>49</b>
<b>15ekil4.12.</b> ZF-TUAM arazisi eğim sınıfları haritası.....	<b>50</b>



## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 2.1</b> Landsat-8 görünür bölge algılayıcısı teknik özellikleri .....	<b>9</b>
<b>Çizelge 2.2</b> Landsat-8 termal algılayıcı teknik özellikleri .....	<b>9</b>
<b>Çizelge 4.1</b> U.Ü yerleşkesi arazilerinin güncel alansal ve oransal dağılımı .....	<b>35</b>
<b>Çizelge 4.2</b> ZF-TUAM arazilerinin 2011 yılına ait genel arazi örtüsü / arazi kullanım türlerinin alansal ve oransal dağılımları .....	<b>39</b>
<b>Çizelge 4.3</b> ZF-TUAM arazileri toprak serilerinin alansal ve oransal dağılımları .....	<b>43</b>
<b>Çizelge 4.4.</b> ZF-TUAM arazileri AKK sınıfları, alansal ve oransal dağılımları .....	<b>44</b>
<b>Çizelge 4.5.</b> ZF-TUAM arazileri sulu tarıma uygunluk sınıflarının alansal ve oransal dağılımları .....	<b>46</b>
<b>Çizelge 4.6.</b> ZF-TUAM arazileri toprak derinlik sınıflarının alansal ve oransal dağılımları .....	<b>47</b>
<b>Çizelge 4.7.</b> ZF-TUAM arazileri eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımları .....	<b>50</b>

## 1. GİRİŞ

Ülkemizde artan çevre bilinci ve buna paralel olarak ortaya çıkan çeşitli çevresel faaliyetlerin büyük oranda toprakla ilgili bilgiye olan gereksinimi arttırmıştır. Tarım ve diğer insan faaliyetlerinin toprak üzerindeki etkileri çeşitli politikalar ve yasal düzenlemelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tüm bunların uygulanabilmesi için de detaylı ve kolay ulaşılabilen bir toprak bilgisine gereksinim duyulmaktadır. Bu tip bir toprak bilgi sistemi üniversite adına fakülte araştırma çiftliği bünyesinde yapılan bitkisel üretimin izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından da önemlidir.

Sürdürülebilir ve etkili bir yönetim planı oluşturmak için gereken en temel unsur doğal kaynakların nitelik ve niceliklerine ait doğru ve güncel bilgilerin üretilmesi ve elde edilmesidir. Günümüzde çevreye ait bilgilerin elde edilmesi, bu bilgilerin işlenmesi ve modellenmesine olanak veren teknolojiler her geçen gün gelişmektedir. Bu gelişmelere paralel olarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) gibi sistemlerin gelişimi, bu sistemlerin çevresel veri kaynaklarıyla entegrasyonunu kolay hale getirmiştir. Uzaktan algılama (UA) teknikleri ve CBS, verilerin yetersiz olduğu bazı alanlarda çevresel veri üretiminde de önemli rol oynamaktadır (Sezgin 2006).

Dünya yüzeyi, mevsimsel, yeraltı ve yerüstünde meydana gelen olaylar veya insan aktiviteleri sonucu devamlı bir değişim sürecindedir. Yeryüzüne ait nesnelerin zamanla değişimi yer yer hızlı fakat genellikle insan algılayışı için yavaş ilerlemeleri sonucu bu nesneler sabit yapıda ve konumda görünürler. Bu yavaş fakat istikrarlı değişimleri takip edebilmek ve değişimlere ait bilgileri kayıt altına alabilmek için geleneksel yöntemler kullanıldığında büyük miktarlarda zaman ve işgücü gerektirmektedir. Geçmişte bu veriler sadece arazi çalışmaları ile toplanmaktaydı. Fakat günümüzde uzaktan algılama bu durumu büyük ölçüde değiştirmiştir. Bu yeni ve uygulanmasında belli bir bilgi gerektiren teknik, insan için yer yüzeyi hakkında belli bir uzaklıktaki algılayıcılar ile bilgi toplamayı sağlayan değerli bir araçtır (Buiten ve Clevers 1993).

Doğal evre 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 ekonomi, zaman ve işgücü yönünden büyük olanaklar sağlamaktadır (Din ve şenol 1998).

Yersel ölümlere ve klasik yöntemlere göre hız, doğruluk, maliyet ve zaman açısından büyük avantaj sağlayan sayısal uydu verilerinin coğrafi bilgi sistem teknikleri ile birlikte kullanılması, arazi örtü / arazi kullanım türlerindeki değişimlerin saptanmasında ve güncellenmesinde önemli bir 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 ölümleri, ürün rekoltesi, tahmini, jeoloji ve jeomorfoloji, haritacılık ve yeryüzü coğrafyası, meteoroloji, yeşil doku deseni, havza etütleri, sanayi alanları, kent yönetimi ve yeni yerleşim alanlarının tasarımı, pestisit ve insektisit kaynaklanan bitkisel zararların saptanması, çevresel kirlilik, okyanus, deniz, gl ve akarsular üzerindeki 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).

CBS'nin, farklı kaynaklardan elde edilmiş bilgileri bütünleştirip çeşitli veriler üretebilme özelliği, daha sonra bütünleştirilen verilere dayanarak zaman içinde yaşanan gelişmeleri analiz etme ve bu gelişmelerin neden olduğu etkileri istenilen çalışma alanı değerlendirebilme özelliği bu çalışmada kullanılan başlıca faktörlerden biridir.

Bu çalışmanın amaçlarını; U.Ü. yerleşkesinde daha önce yapılmış olan toprak bilgi sistemi ve arazi örtü / arazi kullanım durumunu güncellemek, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazi veri tabanını yüksek çözünürlüklü ve güncel Worldview-2 uydu görüntüsü kullanarak coğrafi bilgi sistemi içinde oluşturmak; araştırma çiftliğine ait eski ve yeni verilerin bir araya getirilmesi ile verilerin zamana bağlı değişimlerinin izlenmesi ve yorumlanması, sağlıklı bir parsel veritabanı oluşturmak, ileri tarihlerde araştırma çiftliği arazilerinde yapılacak olan her türlü bilimsel araştırmaya parsel, toprak ve arazi kullanım / arazi örtüsü ile ilgili veri sağlamak, araştırma çiftliği bünyesinde coğrafi veritabanının yaygın kullanımını sağlayarak işletme için kolaylıklar sağlamak, parsellerde ileride yapılacak olan tarımsal üretim ile ilgili verilerin girilebilmesi sağlanarak U.Ü. araştırma çiftliği için çok yıllık tarımsal veri birikiminin oluşması sağlamak oluşturmaktadır.



## **2. KAYNAK ARAŞTIRMASI**

### **2.1. Uzaktan Algılama**

Yer yüzeyinde yeraltı ve yerüstü kuvvetlerinin, iklim ve insan faaliyetlerinin ortak etkilerinin bir sonucu olarak sürekli bir değişim meydana gelmektedir. Bu değişimlerin bazıları çok hızlı meydana gelen değişimler iken bazıları ise objelerin konum, büyüklük ve yapıları nedeniyle durağanmış gibi görünen ve çok yavaş meydana gelen değişimlerdir. Yer yüzeyinde meydana gelen değişimlerin sıklığı ve kaynaklarının farklılığı sürekli artan bilgi üretimini zorunlu kılmaktadır. Değişimlerin karakterize edilmesi ve onlar hakkında bilgi üretilmesi büyük ölçüde gözlenmek istenen objeye, tanımlanan objenin ne olduğuna ve onun küresel, bölgesel ya da yerel detaylarına bağlıdır. Yer yüzeyinin yoğun ve çok amaçlı bir biçimde gözlenmesi ve bu gözlemlerin ölçülmüş veriler şeklinde kaydedilmesi ile ancak yer yüzeyinin gerçek koşulları ya da durumları tanımlanabilmekte, nitelik ve nicelikleri ortaya koyulabilmektedir.

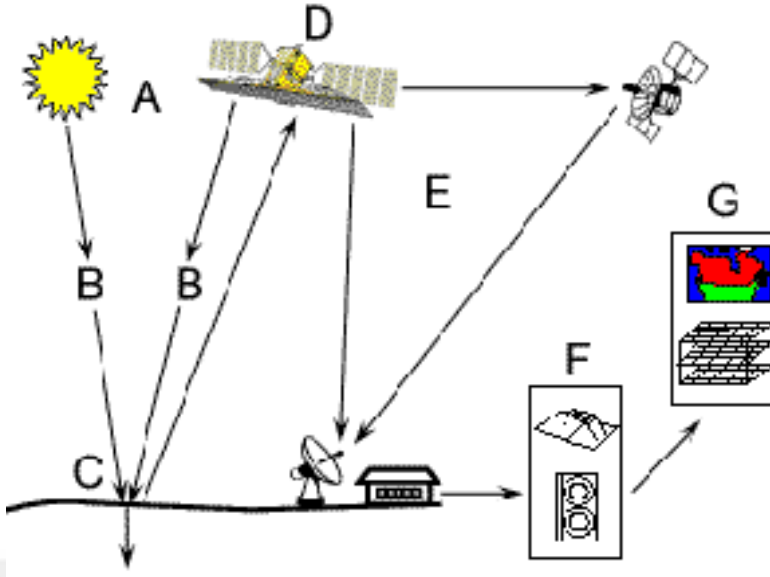
Geçmişte yer yüzeyine ait söz konusu veriler arazi gözlemleri ile elde edilir, sonuçlar harita ve yazılı metin olarak sunulurdu. Fakat bilgisayar teknolojisinin gelişmesi, uzaktan algılama tekniklerinin ortaya çıkışı ile veri üretim yöntemleri de değişmiş ve gelişmiştir.

Yerküre gözlemi, tele kayıt veya daha çok uzaktan algılama olarak adlandırılan ve çok hızlı gelişen yeni bir teknoloji olan uzaktan algılama, yer yüzeyinin uzaktan gözlenmesini sağlayan araçlar yardımıyla yer yüzeyine ait bilgi elde edilmesinde insanlar için çok değerli ve vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Uzaktan Algılama, bir temas olmaksızın, algılayıcı sistemleri kullanarak yeryüzü hakkında bilgi edinme bilimidir. Uzaktan Algılama teknolojileri yer yüzeyinden yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydedilmesi, elde edilen materyalin bilgi çıkarmak üzere işlenmesi ve analiz edilmesinde kullanılır.

### 2.1.1 Uzaktan algılama tanımı ve bileşenleri

Yerküre gözlemi (earth observation) veya tele kayıt (tele detection) olarak da adlandırılan uzaktan algılama (remote sensing), yer yüzeyinin uzaktan gözlenmesini sağlayan araçlar yardımıyla yer yüzeyine 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 yer yüzeyinin gözlenmesinde kullanılan yöntemler, teknikler ve araçların bütünüdür. Uzaktan algılama sistemleri tarafından elde edilmiş verilerden genellikle yer yüzeyine ait yararlı bilgiler elde etmek için yapılan bütün kayıt işleme, analiz yorumlama ve sonuç olarak bilgi üretme gibi aktiviteleri kapsamaktadır (Aksoy 2002).

Uzaktan algılama işlemi iki temel aşamadan oluşur. Bunlar “veri elde etme” ve “veri işleme” aşamalarıdır. Verinin elde edilmesi kısmı ise Şekil 2.1’de görülen bileşenler kullanılarak gerçekleşir.



**Şekil 2.1** Uzaktan algılamanın bileşenleri

Bu bileşenler:

- A. **Enerji kaynağı:** Hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefi aydınlatır veya hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Pasif algılamalı uydular için enerji kaynağı güneştir, ancak radar verileri ile çalışanlar gibi aktif algılamalı uydular ise enerji kaynaklarını kendi üzerlerinde taşırlar ve elektromanyetik enerji üreterek hedefe yollarlar.
- B. **Işınım ve Atmosfer:** Enerji, kaynağından çıkarak hedefe yol alırken atmosfer ortamından geçer, atmosfere girip yer yüzeyine çarpana kadar ve yer yüzündeki objelerden yansıyor tekrar uzaya çıkana kadar bazı atmosferik etkileşimlere maruz kalır.
- C. **Hedef ve Etkileşim:** Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışının hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur.
- D. **Yansıyan enerjinin algılayıcı tarafından yakalanması:** Algılayıcı hedef tarafından yayılan ve saçılan enerjiyi algılar ve buna ilişkin verileri kaydeder.
- E. **Verinin iletimi, alınması ve işlenmesi:** Hedeften toplanan enerji miktarına ait veri, algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, görüntüye dönüştürülmek ve işlenmek üzere ilgili uydu yer istasyonuna gönderilir.

### 2.1.2 Uzaktan algılamada kullanılan bazı uydular ve özellikleri

Uzaktan algılama platformları üzerindeki algılayıcılar yardımıyla çoğunlukla elektromanyetik radyasyonu kaydeder. Elektromanyetik radyasyon (EMR) elektrik ve manyetik dalgalar şeklinde uzaydan yayılan enerjidir. Uzaktan algılayıcılar elektromanyetik spektrumun belirli dalgalarını kaydedecek detektörlerle donatılmıştır. Elektromanyetik radyasyonun kozmik dalgadan radyo dalgalarına kadar genişletilmiş bölümüne elektromanyetik spektrum adı verilir. Bitki örtüleri kaya tipleri, su yüzeyleri gibi arazi örtü türleri güneşten gelen enerjinin bir kısmını yansıtırlarken birbirlerinden ayırt edilmelerini sağlayacak belirli elektromanyetik enerji izleri oluştururlar. Uzaktan algılanmış görüntüleri analiz edebilmek veya görüntünün temsil ettiği alanla ilgili doğru tahminler yapabilmek için yansıtılan dalga boyunun belirgin nitelikleri ve yansıma yoğunluğu ile ilgili bilgilere sahip olunması zorunludur (Star ve Estes 1990).

Uydu görüntüleri 1960'lı yıllardan beri elde edilmektedir. Genel olarak uydu, elde ettiği verileri dünya üzerindeki bir alıcıya aktarır ve bu veriler çeşitli görüntülere dönüştürülür. Doğal kaynakların izlenmesinde ve görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılan uyduların kullanım alanlarını sınırlayan veya belirleyen en önemli unsur veri çözünürlüğüdür. Uydu verilerinde dört temel çözünürlük dikkate alınmaktadır. Spektral çözünürlük, bir algılayıcının kaydedebildiği elektromanyetik spektrumun belirli dalga boyu aralıklarını ve sayısını; geometrik çözünürlük, algılayıcı tarafından ayırt edilen en küçük objenin veya her bir piksel (resim elementi) tarafından temsil edilen yer yüzeyine ait en küçük alanın ölçüsü (Simonett ve ark. 1983); radyometrik çözünürlük, dinamik dizini veya her band içerisinde bir pikselin alabileceği olası veri değerleri sayısını ( $2^8$ ; 8 bitlik veri; her bir piksel için 0 ile 255 arasında değişebilen 256 olasılık); zamansal çözünürlük, yeryüzü parçasının uydu tarafından algılanma sıklığını ifade etmektedir.

İlk uzaktan algılama uydularının kamu ve askeri amaçla kullanılmalarından dolayı resmi kuruluşların tekelinde bulunmaktaydı. Ancak yakın geçmişte ve günümüzde özel sektörde uzaktan algılama platformları üretilmiş ve başarıyla yörüngelerine yerleştirilmiştir. Günümüzde birçok önemli sivil uydu düzenli olarak yeryüzüne ait yüksek çözünürlükte veri sağlamaktadır. Doğal kaynakların gözlenmesinde sıklıkla

kullanılan bazı uzaktan algılama uyduları LANDSAT, SPOT, IRS, GeoEye, Ikonos, RapidEye, Quickbird ve WorldView olarak özetlenebilir. Bu uyduların bazı temel özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

### **2.1.2.1 Landsat 8 uydusu**

Landsat 8, NASA'nın bu serideki sekizinci uydusu olup yiyecek, su ve ormanlar gibi insan geçim kaynakları için gerekli kaynakların düzenlenmesi, izlenmesi ve anlaşılmasında Landsat programının önemli rolünün devam etmesi sağlanmıştır. Dünya nüfusunun 7 milyar kişiyi geçmesiyle birlikte insanoğlunun dünya üzerindeki etkisi arttıkça, Landsat bu etkileri çevresel değişimler olarak izlemeye devam edecektir.

Landsat 8, Landsat 7'nin yörüngesine katılmış olup algıladığı yüksek çözünürlüklü görüntülerin yanında bilimsel veriler de sağlamaktadır. Landsat 8 güneşle eş zamanlı, 98,2 derece eğimli, yer yüzeyinden 705 km yükseklikte bir yörüngeye sahiptir. Landsat 8 uydusu, görünür, yakın-infrared, kısa dalga infrared ve termal infrared aralıklarında görüntü almakta olup, spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 metre arasında bir orta konumsal çözünürlüğe sahiptir (Anonim 2014a).

Landsat 8 iki farklı cihaz taşımaktadır:

- OLI (Operasyonel Arazi Görüntüleyici), daha önceki geleneksel bantların yanında kıyı/aerosol çalışmaları için derin mavi bandı, sirus bulutlarının tespiti için kısa dalga infrared band ve bir de kalite değerlendirme bandı içermektedir.
- TIRS (Termal Kızılötesi Sensör) sensörü iki adet termal banda sahiptir. Bu sensörler sinyal-gürültü radyometrik performansı 12bit üzerinde radyometrik çözünürlük sağlamaktadır. Bu 8 bit 256 gri seviye renge göre 4096 potansiyel gri renk seviyesi sağlamaktadır. Görüntüler 16-bit olarak teslim edilmektedir.

**Çizelge 2.1** Landsat-8 görünür bölge algılayıcısı teknik özellikleri.

<b>Spektral Aralık</b>	<b>Dalga boyu</b>	<b>Çözünürlük</b>
<b>Band 1 - Kıyı/ Aerosol</b>	0.433 - 0.453 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 2 - Mavi</b>	0.450 - 0.515 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 3 - Yeşil</b>	0.525 - 0.600 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 4 - Kırmızı</b>	0.630 - 0.680 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 5 -Yakın Infrared</b>	0.845 - 0.885 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 6 - Kısa Dalga Infrared</b>	1.560 - 1.660 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 7 - Kısa Dalga Infrared</b>	2.100 - 2.300 $\mu\text{m}$	30 m
<b>Band 8 - Pankromatik</b>	0.500 - 0.680 $\mu\text{m}$	15 m
<b>Band 9 - Sirkül</b>	1.360 - 1.390 $\mu\text{m}$	30 m

**Çizelge 2.2.** Landsat-8 termal algılayıcısı teknik özellikleri.

<b>Spektral Aralık</b>	<b>Dalga boyu</b>	<b>Çözünürlük</b>
<b>Band 10 -Uzun Dalga boyu Infrared</b>	10.30 - 11.30 $\mu\text{m}$	100 m
<b>Band 11 - Uzun Dalga boyu Infrared</b>	11.50 - 12.50 $\mu\text{m}$	100 m

### 2.1.2.2 Spot uyduları

Spot 1 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 bandlı spektral modu (MSm) 20 x 20 m geometrik çözünürlüklü tayfın yeşil (0,50 – 0,59  $\mu\text{m}$ ), kırmızı (0,61 – 0,68  $\mu\text{m}$ ) ve yakın kızılötesi (0,79 – 0,89  $\mu\text{m}$ ) bölümünü kaplayan 3 banddan oluşur. Pankromatik (siyah-beyaz) modu sadece görünür bölgeyi örten tek bant (0,51 – 0,73  $\mu\text{m}$ ) ve 10 x 10 m yüksek geometrik çözünürlüğe sahiptir. Her iki algılayıcı seti aralarında 3 km'lik örtme bulunan 117 km'lik tarama genişliğini kapsar. SPOT 1 uydusunu aynı karakteristiklere ve algılama düzeneklerine sahip 21 Ocak 1990 ve 25 Eylül 1993 tarihlerinde yörüngeye oturtulan SPOT 2 ve SPOT 3 uyduları takip etmiştir.

Dik olmayan (düşey eksenden her iki tarafa 27 derecelik yatay) görüntü alma özelliği nedeniyle jeomorfoloji, jeoloji ve toprak vs. amaçlı görüntü yorumlamaları için özellikle kullanışlı olan dünya yüzeyinin stereoskopik (üç boyutlu) görüntülerini alabilir. SPOT uydularının en gelişmiş üyeleri 23 Mart 1998 ve Mayıs 2002 tarihlerinde yörüngeye oturtulan SPOT 4 ve SPOT 5 uydularıdır. SPOT 4 uydusu önceki spot uydularında bulunan görüntüleme sistemine HRV (Yüksek çözünürlüklü vidikon) benzeri HRV-IR görüntüleme sistemi taşımaktadır. SPOT 5 uydusu ise HRV-IR (Yüksek çözünürlüklü vidikon kızılötesi) görüntüleme sisteminin yerine 8 adet yüksek çözünürlüklü geometrik araç (HRG) taşımaktadır. Söz konusu araç pankromatik modda 5 x 5 m, çok bantlı modda ise 10 x 10 m (yeşil, kırmızı ve yakın IR); 20 x 20 m (orta IR) geometrik çözünürlükte algılama yapmaktadır. SPOT 5 ayrıca yer yüzeyinin tamamına yönelik sayısal yükseklik modeli oluşturmak üzere yüksek çözünürlüklü stereoskopik (HRS) bir araç taşımaktadır (Anonim 2014b).

Spot 6 ve 7, Spot 4 ve 5 uydularının verdiği servisi devam ettiren iki gözlem uydusudur. Her iki uydu da 2 metre yersel çözünürlüğe sahip olup önceki Spot uydularına göre geliştirilmiş tasarımı ile daha çevik bir yapıda 60 km x 60 km'lik bir çerçevede çekim yapmaktadırlar.

Uyduların iki adet NAOMI (New AstroSat Optical Modular Instrument) sensörleri, yüksek çözünürlüklü push-broom sensörler olup Korsch tipi teleskop temel alınarak EADS Astrium tarafından dizayn edilip geliştirilmiştir. Sensörler 2 m yersel çözünürlükte pan ve 8 m yersel çözünürlükte 4 adet multispektral banda sahiptir. 1/25 000 ölçekli haritalandırma işlemleri için özel olarak tasarlanan bu uydular günlük olarak bütün Avrupa kıtasından daha büyük olan 6 milyon metrekare alana ait görüntü oluşturabilmektedir.

Uydular yüksek çözünürlüklü Pleaides uyduları ile aynı yörüngeyi (coorbital) paylaşmaktadırlar.

### **2.1.2.3 GeoEye uydusu**

Fırlatıldığı 6 Eylül 2008 tarihiyle birlikte, dünyanın en yüksek çözünürlüklü ticari gözlem uydularından biri olmuştur. GeoEye-1 pankromatikte (siyah-beyaz) 0,41 m, multispektral olarakta 1,65 m yersel çözünürlüğe sahiptir. GeoEye-1 sensörü, günlük 350 000 km<sup>2</sup> görüntü toplayabilme özelliği ile büyük ve geniş alan kapsayan projeler için geliştirilmiştir (Anonim 2014c).

### **2.1.2.4 Ikonos uydusu**

24 Eylül 1999'da Kaliforniya Vandenberg hava sahası ABD'den fırlatılan Ikonos uydusu Geoeeye tarafından çalıştırılan yüksek çözünürlüklü bir uydudur. 3,2 metre yersel çözünürlüklü multispektral (çok bandlı, renkli), 0,82 metre yersel çözünürlüklü pankromatik (siyah-beyaz) görüntü elde edebilir. Ikonos uydusu 680 km irtifada 26 000 km/saat hızla ilerleyerek dünyayı 98 dakikada bir (günde 14 defa), güneşe eş zamanlı bir yörüngede dolaşmaktadır. Ikonos uydusu iz düşümü boyunca 700 km eninde bir şerit içinde görüntü alabilmektedir. Alınan asgari görüntü 100 km alanında olup bir geçişte 10 000 km<sup>2</sup>'ye kadar görüntü toplanabilmektedir. Uydu görüntülerinin yer kontrol noktalarıyla birlikte kullanımı, kesin yer tayini ve haritalama çalışmaları için kusursuz bir alan oluşturur. Ikonos uydusunun yüksek çözünürlüklü görüntüleri ile üretilmiş haritalar, değişik arazi özelliklerini gösterir. Bu haritalar geleneksel vektör haritalardan çok daha fazla detay sunar. Doğal kaynakların kent ve kırsal kesimler için haritalanması, doğal afet yönetimi, tarım ve orman uygulamaları, madencilik, mühendislik ve inşaat gibi birçok uygulama alanına sahiptir (Anonim 2014d).

### **2.1.2.5 RapidEye uydusu**

Rapid Eye uydusu üzerinde bulunan Red-Edge Bandı, ticari olarak ilk kez bir uydu üzerinde bulunan bir bant aralığıdır. Bu bant aralığı, klorofil içeriği içindeki değişimlere karşı hassastır. Yapılan çalışmalar bu bandın vejetasyon sağlığının izlenmesi, biokütle içindeki protein ve nitrojen içeriğinin ölçülmesi ve ürün ayırımının daha rahat yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.



RapidEye uydusu 630 km yükseklikte güneş eşzamanlı bir yörüngede 77 km eninde 12 bitlik görüntüler olarak dolaşmaktadır (Anonim 2014e).

### **2.1.2.6 WorldView uyduları**

WorldView-1 uydusu DigitalGlobe şirketine ait bir ticari yeryüzü gözleme uydusudur. 18 Eylül 2007'de fırlatılıp, aynı şirketin bir önceki uydusu olan QuickBird'ün altıncı yılını doldurduğu Ekim 2007 itibariyle görüntü göndermeye başlamıştır. Bütün görüntüleri kullanıma açıktır ve artan ticari multi-spektral uydu görüntüsü taleplerini karşılamada QuickBird'ün yükünü hafifletmiştir. Üzerinde pankromatik 0,5 metre yersel çözünürlükte görüntüler elde edebilen bir görüntüleme ekipmanı vardır. 1,7 günlük ortalama ziyaret aralığı ile günde 750 000 km<sup>2</sup> alanı 0,5 m çözünürlükte görüntüleyebilmektedir.

WorldView-2 uydusu 8 Kasım 2009'da aynı firmanın üçüncü uydusu olarak fırlatılmıştır. Ticari olarak alınabilen 0,46m yersel çözünürlükteki pankromatik ve 1,84 m çözünürlükteki sekiz-bandlı multi-spektral görüntüleri sağlayabilmektedir. Uydunun yörünge turu 1,1 gün olmasıyla dünyanın herhangi bir bölgesini görüntüleme hızı bir önceki modelden 0,6 gün (14,4 saat) daha hızlıdır. (McDowell 2014; Phillips 2014)

WorldView-3 uydusu 13 Ağustos 2014 tarihinde fırlatılarak, Ikonos (1999), Quickbird (2001), WorldView-1 (2007), Geoeye-1 (2008), WorldView-2 (2009) ile birlikte DigitalGlobe şirketinin yörüngedeki altıncı ticari uydusu olmuştur. Ticari olarak 31 cm pankromatik ve 1,24 m sekiz-bandlı multispektral görüntüler sağlayabilmektedir (Anonim 2014f).

## **2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri**

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kamusal kullanımı son yıllarda oldukça büyük bir artış göstermektedir. Bu artışta etkili olan etmenlerden bazıları ise yazılım ve özelleşmiş veri temini alanında yaşanan gelişmeler kadar uydu görüntülerinden coğrafi veri üretimine

kadar olan süreçte bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin (CAD) kullanımının önemli ölçüde kolaylaşmasıdır (Martin 1991). Günümüzde GIS'in kullanım alanları suç önlemeden sağlık hizmetlerine, kentsel dönüşüm, çevre stratejileri planlanması ve karayolu trafiği düzenlenmesine kadar varabilmektedir (Meijer 2002).

En basit anlamıyla, CBS, çok farklı verileri sağlayabilecek kapasitede, yüksek derecede özelleşmiş haritaların üretilmesi için kullanılabilir. Bunun temeli, sayısal olarak depolanmış verilerin, ihtiyaçlara göre çeşitli konulara özgü haritalar içinde kullanılabilmesinden ileri gelir. Daha önemlisi, CBS ile doğaya ait sayısal verilerin kolayca kullanılabilmesi ve bu sayede çeşitli analizlerin yapılabilmesidir. Bir CBS içindeki veri kolaylıkla güncellenebilir, silinebilir veya tamamen değiştirilebilir.

CBS sisteminin içinde birden çok katmanın kombine edilmesi ile her gerçek nokta için birçok öznelik ve karakteristik tanımlanabilir. Örneğin bir tiyatro, bir çift koordinatı olan bir nokta olarak tanımlanabilir. Tanımlanan noktaya adres, bina ismi, insan kapasitesi ve ne zaman yapıldığı gibi bilgiler eklenebilir. Çünkü bütün bu özellikler ortak koordinat sisteminde eklenmiştir ve o koordinata ait öznelikler ve özellikler ile ilgili çok sayıda çalışma yapılabilir.

### **2.2.1 CBS'nin tanımı ve kullanım alanları**

Bir CBS genel olarak coğrafik konumlu verilerin kaydedilmesi yönetimi ve işletiminde kullanılan bilgisayar destekli işlemler seti olarak dikkate alınabilir. Coğrafi Bilgi Sistemleri; konumsal veri ve o veri ile ilişkili bilgilerin toplandığı, depolandığı, görselleştirildiği, yönetildiği, analiz edildiği ve sorgulandığı ve gerektiğinde güncelleştirildiği bir veri bilgisayar donanım ve yazılımından oluşan bir bilgi sistemidir. CBS'nin bileşenlerini donanım, yazılım, veri, insan ve metotlar oluşturmaktadır.

Yeryüzünü modellemek üzere kullanılan bu bilgi sisteminde belirli veri grupları (örn. yollar, binalar, parseller) farklı katmanlarda tutulur. Bu katmanlarda tutulan her grafik gösterim gerçek dünyada o objenin konum, koordinat ve şekil özelliklerini taşır ve veri tabanında da temsil ettiği nesneye ait bilgiler ile ilişkili olarak saklanır. Bir CBS farklı

çalışmalar için sadece gerekli katman ve veri tablolarının kullanılmasına uygundur. Aynı zamanda hızlı sonuçlara ve daha gerçekçi yaklaşımlara ulaşılmasını sağlayan bir teknolojidir. CBS bir çeşit modelleme olarak düşünülebilir. Geometrik veri, veri tabanında tutulan bilgi ile ilişkilidir. Bu sayede hem grafik hem de yazılı bilginin sorgulanması sağlanır. Sonuçlar geometrik, metin, grafik veya istatistik bilgi gibi farklı formatlarda alınabilir. CBS 'nin en temel kazançları organizasyon ve kaynakların yönetilmesinde sağlanan hız, hassasiyet ve başarıdır. CBS genellikle devletle ilişkili, şehir bölge planlama, altyapı planlaması, kaynak yönetimi, tarım, çevre, mühendislik, pazarlama, ulaşım ve belediyeçilik ile ilgili çalışmalarda kullanılır (Komesli 2014).

### 2.2.2. Coğrafi veri kaynakları ve veri toplama

Coğrafi varlıklar iki tür veri ile tanımlanmakta ve coğrafi bilgi sistemlerine girilmektedir.

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

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

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

- Basılı haritalar ve öznelikselsel tablosal veriler (çizgisel, konulu ve diğer haritalar, öznelik bilgileri),
- Sayısal veya elektronik veriler,
- Hava fotoğrafları ve diğer görüntüler,
- Uydu verileri (uydu ve hava platformlarından alınan sayısal veriler),

- Arazi ölçümleri şeklinde sınıflandırılabilir.

Coğrafi bilgi sistemlerine veri girişi klavye, basılı haritalardan sayısallaştırıcı (ing. digitizer) kullanılarak elle sayısallaştırma, taranmış harita, hava fotoğrafları ve görüntülerden otomatik-yarı otomatik ekrandan sayısallaştırma, sayısal uydu verileri ve diğer sayısal verilerin, DVD, HDD ve İnternet araçlarından biri veya birkaçı kullanılarak yapılabilmektedir. (Aranoff 1989).

### 2.2.3 Konumsal Veri tabanları

Geleneksel basılı kağıt haritaların kullanımının sonlanmasından bahsedildiğinde, büyük boyutları, her gün uydular tarafından kaydedilen görüntülerin miktarı ve bu bilgilerin karmaşık iç yapıları ile yeni nesil bilgi üretiminden bahsetmek bir zorunluluktur. Ayrıca coğrafi bilgiler yapılmak istenen uygulamalara ve ediliş biçimlerine göre farklılıklar gösterirler. Temel olarak bu bilgilerin kaynaklarını şu şekilde gruplayabiliriz:

- *Doğrudan yapılan saha içi ölçüm ve gözlemler.* Bu şekilde veri doğrudan araziden, arazide yapılan çalışmalardan alınır. Yeryüzü üzerindeki örnek noktalarının belirlenmesi genellikle Küresel Konumlandırma Sistemi (GPS) yardımıyla gerçekleştirilmektedir. Başka bir seçenek ise verilerin uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve diğer veri kaynakları gibi çeşitli uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmesidir. Doğrudan yapılan veri toplanması işleminde bazı sınırlamalarla (sınırların belirsizliği, örneğin toprak çeşitleri için) karşılaşılabilmektedir.
- *Mevcut haritalardan elde edilen bilgiler.* Bu haritalar birkaç sayısal veri kaynağının (haritanın) entegre edilmesi ile oluşturulmuş olabilirler. Örneğin basılı haritalar ve diğer kartoğrafik materyaller manual, otomatik veya yarı otomatik yöntemlerle sayısallaştırılabilirler. Buna ek olarak iki boyutlu haritalarda coğrafik koordinatları belirtmek için (enlemler, boylamlar) ek olarak bir *referans sistemi* de gereklidir (Merkatör, Evrensel Transfer Merkatör, vb.). Çeşitli kaynaklardan gelen verilerin birleştirilmesinde verilerin kalitesi yanında

heterojen ölçekler ve koordinat sistemlerinin varlığı, ortaya çıkabilecek hataların temel sebeplerindedir.

Sayısal verilerin kullanımları yapılacak uygulamaya göre oldukça çeşitli olabilmektedir. Örneğin arkeolojik bir kazı alanının haritalandırılması ile itfaiye araçlarının rotalandırılması çok farklı tarzda çalışmalardır. Fakat her durumda şu özellikleri sağlayabilen sistemlere ihtiyaç duyarlar:

- Veri girişi ve doğrulanması
- Veri depolama ve yönetimi
- Veri çıkışı ve sunumu
- Veri tipleri arası dönüşümler
- Son kullanıcılarla etkileşim

Tamamlanmış bir coğrafi veri sistemi bu görevlerin hepsini yerine getirebilmelidir. Bu yüzden coğrafi bilgi sisteminin çekirdeğine verilerin depolanması ve yönetilmesi ile son kullanıcılarla etkileşimini sağlaması açısından veritabanı yönetim sistemi adı verilmektedir (Rigaux 2002).

Bu tarzda bir sistemin kullanılmasından önce ilgili nesnelere modellenmelidirler. Bir diğer deyişle gerçek dünyanın basitleştirilerek bir model içinde sunulması gerekmektedir. Bundan sonraki adım ise bütün verilerin saklanabileceği uygun bir yapı oluşturmaktır.

#### **2.2.4 Coğrafi Alan Modellemesi**

Coğrafik alanları kullanarak veri üretmek için nesnelere hakkında bilgilerin oluşturduğu yapılar olan modelleri kullanmak yapılan çalışmalar için bir kaynak teşkil etmektedirler. Bu modellerin oluşturulması çalışmanın amacına uygunluğuna ve verilerin istenilen alanda elde edilebilirliğine bağlıdır.

Coğrafi bilgi sistemlerindeki *veri modeli* kavramı, coğrafi nesnelere veya yüzeylere ait bilgilerin matematiksel bir altyapıda tanımlanmış hali olarak kabul edilmektedir. Buna göre vektörel bir veri modeli coğrafi yapıları noktalar, doğrular ve çokgenler olarak, raster veri modeli ise coğrafyayı her biri içinde nümerik değerler saklanan hücreli matrisler olarak ve TIN veri modeli ise coğrafyayı ardışık, kesişmez üçgen yüzeyler ile temsil etmektedir (Soller 1999).

Coğrafi alanların modellenmesinde kullanılan teknikler başlıca iki grup altında toplanabilmektedir.

### 1- Öğe Bazlı Modeller

Coğrafi nesnelere iki bileşene sahiptirler; (1) tanımlama ve *yersel-nesne* veya *yersel-boyut* olarak da isimlendirilebilen nesnenin şekli ve uzaydaki yerine karşılık gelen (2) konumsal bileşen.

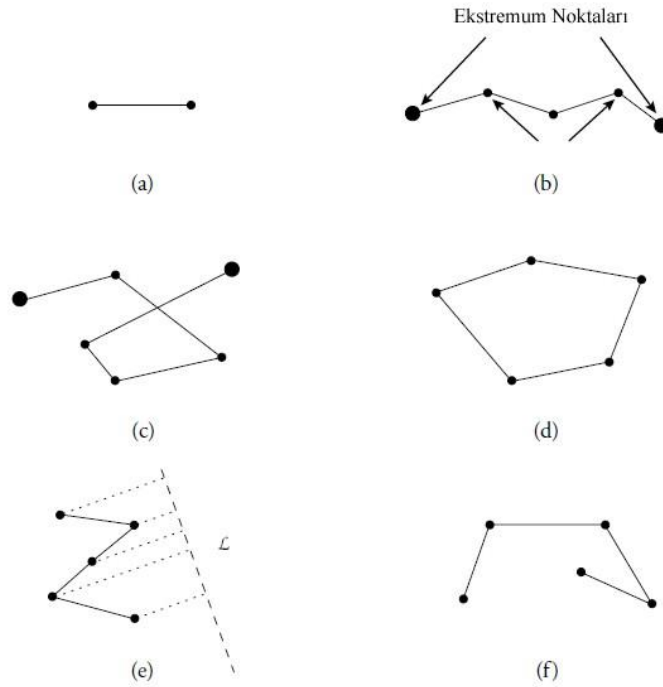
Bu yaklaşım türünde bazı benzer özellikleri taşıyan yersel nesne noktalarına ait veriler toplanır. Bir nesneyi diğerinden ayırmak için o nesne benzersiz bir kimlikle ilişkilendirilir. O nesneye ait bütün veri seti (kimlik, yersel bilgiler ve ortak özellikler), literatürde *varlık (entity)* veya *özellik (feature)* olarak da geçebilen *coğrafi nesne*'yi oluşturur.

Gerçek bir alanın izah edilmesi, coğrafyanın kullanım anlamına bağlıdır. Ülkelerin yönetimi söz konusu olduğunda siyasi bölgeler, jeolojik açıdan bakıldığında ise jeolojik bölgeler ele alınır. Bu yüzden aynı bölgeye ait çok fazla sayıda farklı yorum ve projeksiyon şekillenebilmektedir. Her ne kadar genel bir tabirle her nesnenin projeksiyonu nokta ve ardışık nokta grupları ile yapılsa da pratikte bazı genel kullanım biçimleri mevcuttur:

- Boyutsuz nesnelere veya noktalar. Noktalar, şekillerinin veya kapladıkları alanın önemsiz olduğu coğrafi nesnelere konumlarını belirtmede veya kapladıkları alanlar büyük ölçekli bir haritada önemsiz boyutlarda olduğunda kullanılırlar.

- Tek boyutlu veya çizgisel nesnelere. Bu nesnelere genelde bilgi ağlarını tanımlamada kullanılmaktadır (yollar, hidrografi, vb.). Bu tarzda gösterimler için en çok kullanılan nesne tipi *polyline* olarak geçer.

Polyline; iki bitim noktası (ekstremum noktası) sadece bir segmente ait olanlar haricinde her kesit bitim noktası (tepe noktası, vertex) kesin iki alt kesitle eşleşen sonlu bir çizgiler kesiti veya köşeleri olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.2).

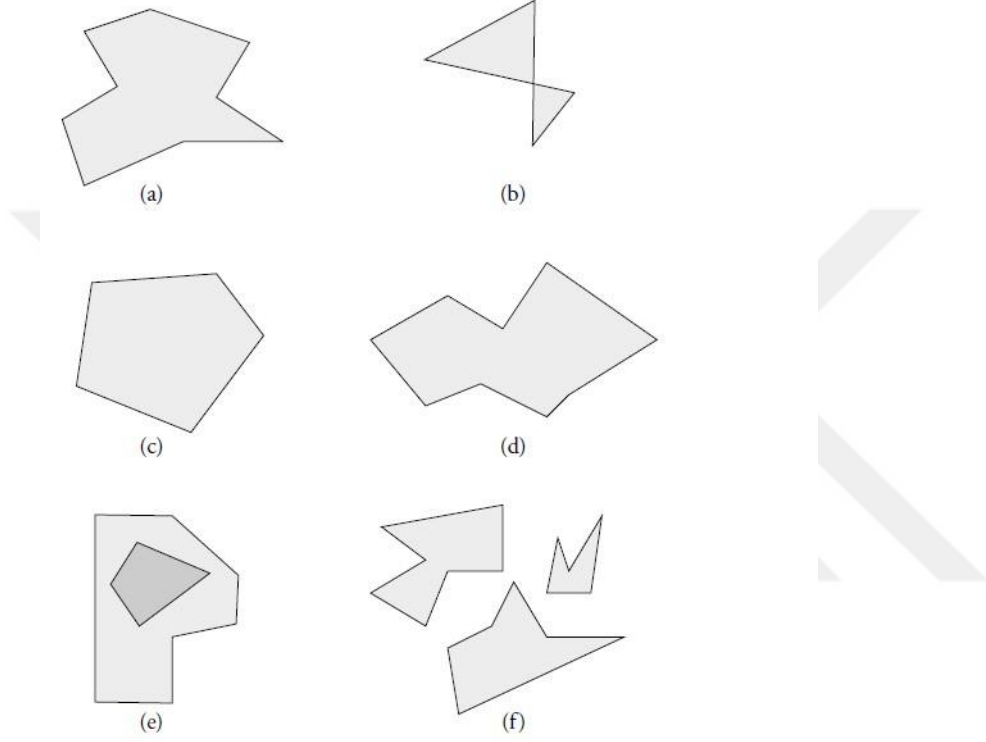


**Şekil 2.2** Tek boyutlu nesnelere örnekler: çizgi kesit (a), polyline (b), karmaşık polyline (c), basit kapalı polyline (d), tek düze polyline (e), tek düze olmayan polyline (f).

## 2- Alan Bazlı Modeller

Alan bazlı modelleme yaklaşımında, alandaki her nokta sürekli  $x$  ve  $y$  fonksiyonları ile tanımlanmış bir veya birçok öznelik değerleri ile ilişkilendirilmektedir. Deniz seviyesinden yükseklik  $x$  ve  $y$  üzerine tanımlanmış fonksiyon olması ve 2 boyutlu uzaydaki herhangi bir noktaya ait değişken oluşturabilmesi ile bunlara bir örnektir.

Nesnelerin düzlemdeki yerlerine göre çeşitli olaylara ait ölçümler öznel değerleri olarak kaydedilebilmektedirler. Bunlara örnek olarak yağış miktarı, sıcaklık ve kirlilik verilebilir. Alanların süreğen bir düzlem olarak kabul edilmesi bakışı, öğeleri veya nesnelere noktalar kümesi (bölge, doğru) olarak gören öge bazlı modeller ile karşıtlık halindedir (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3** İki boyutlu nesnelere örnekler: basit poligon (a), karmaşık poligon (b), dışbükey poligon (c), tek düze poligon (d), boşluklu poligon (e), ve bölge (f).

### 2.2.5 Uzaktan algılama ve CBS ile üretilmiş benzer çalışmalar

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak CBS daha etkin kullanılmaya başlanmış ve arazi-toprak bilgi sistemine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle uydu görüntüleri kullanılarak doğal kaynaklar gözlenmiş (monitoring) ve çalışmalara büyük kolaylıklar sağlamıştır.



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 çalışmalardan bazılarıdır.

Orta Nepal Dağlarında yapılan başka bir 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 alanlarının daha yüksek rakımlara kaydığı, otlak alanların azaldığı belirlenmiş ve CBS' nin arazi yönetim ve planlaması için çok uygun bir araç olduğu vurgulanmıştır (Scheirer ve ark. 1994).

Uydulardan elde edilen uzaktan algılanmış verilerin 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. Yapılan bir çalışma ile İstanbul'un Ümraniye ve İkitelli bölgelerinde söz konusu çalışma alanlarına ait arazi kullanım sınıfları; su, yerleşim, orman ve yeşil alan, boş alan, sanayi, taş ocağı+yol olarak belirlenmiştir (Kaya ve Musaoğlu 1997).

Son yıllarda bazı kamu ve özel kuruluşlar da arazi bilgi sistemi çalışmalarına başlamışlardır. Yomralıoğlu ve Çelik (1994) İstanbul Teknik Üniversitesi kampüs topografyasını dikkate alan bir bilgi sistemi tasarlamıştır.

Yıldız Teknik Üniversitesi (İstanbul); yerleşkede 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 genişlediği ve bu artışın ne yazık ki I., II., III. ve IV. sınıf tarım arazilerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca

Uluabat Gölü'nün bu süreç içerisinde Mustafakemalpaşa çayı ve yan derelerden gelen yoğun sedimentlerin tarım arazisi drenaj sularının etkisi ile %10 küçüldüğünü belirtmişlerdir.

Çelik ve ark. (2004) tarafından yüksek lisans tezi olarak iki aşamalı gerçekleştirilen bir çalışmada, Urla (İzmir) kentsel alanının QuickBird uydu görüntüleri kullanılarak, arazi örtüsü belirlenmiş, daha sonraki aşamada girdi olarak 1996 yılı tarihli hava fotoğrafları (Balçova-İzmir), yazılım olarak ise Erdas Imagine 8.6 ve ArcView 3.2 kullanılarak görüntülerin orto-rektifikasyonu yapılmıştır. Böylece kısa süre ve az maliyetle alanın sayısal yükseklik modeli (DEM) ve topoğrafik haritası elde edilmiştir.

Aksoy ve Özsoy (2004) U.Ü. yerleşkesi arazilerinin arazi örtü / arazi kullanım durumunu uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanarak haritalandırmışlardır. U.Ü. yerleşkesi arazilerinin ilk arazi bilgi sistemini oluşturmuşlardır. Bu çalışmada arazi kullanım / arazi örtü bireyleri 1/25 000 ölçekli siyah-beyaz hava fotoğrafları kullanılarak arazi gözlemleri ile doğrulanmış ve haritalandırılmıştır.

Akbaş ve Yıldız (2004) tarafından yapılan bir çalışmada daha önce detaylı temel toprak haritası hazırlanmış bir arazide seçilen test alanında yüzey toprağının bazı özelliklerinin değişimlerinin jeostatistiksel teknikler (kriging enterpolasyonu) yardımıyla haritalandırılması amaçlanmış olup bunun için çalışma alanının temel toprak haritası sayısallaştırılıp araziden alınan örnekler ve IKONOS uydu görüntüleri üzerinden kriging metodu ile üretilen veriler karşılaştırılmıştır.

Sezgin (2006), yüksek lisans tez çalışmasında U.Ü. Z.F. Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazilerinin parselasyon haritasını hazırlamış ve Aksoy ve ark. (2001a) tarafından üretilmiş olan U.Ü. yerleşkesi toprak haritası ve sulu tarıma uygunluk haritası ile ilişkilendirmiştir.

2007 yılında yürütülen bir diğer çalışmada ise yersel ölçüm tekniklerine dayanan klasik yöntemler yerine uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak Antalya ili

Altınova bölgesine ait sürdürülebilir arazi yönetim ve toprak koruma planlarının oluşturulması amaçlanmıştır. (Sönmez ve ark. 2007).

Aksoy ve ark. (2009) Bursa Karacabey’de yürüttükleri bir toprak etüd ve haritalama çalışması için toprak profil yerlerinin belirlenmesi, eğim haritası ve üç boyutlu görüntüleri oluşturarak olası toprak sınırlarının çiziminde uydu görüntüsü, eğim haritası ve sayısal yükseklik modeli (SYM) kullanılabilirliğini bir CBS içinde test etmişler ve etüd haritalama çalışmalarında zaman, iş gücü ve ekonomik kazançlar elde etmişlerdir.

Vohland ve ark (2014) spektroskopik veri analizinde spektral değişken seçiminin önemini vurgulamak için toprakların görünür - yakın kızılötesi arası yansımaları fourier dönüşümleri ile modelleyip kimyasal ve biyolojik özelliklerini belirleyerek özişler bir coğrafi veritabanı sistemi geliştirmişlerdir.

Khalil ve ark. (2014) tarafından yürütülen bir çalışmada Fas’ta yer alan terkedilmiş maden ocaklarına ait jeokimyasal, hidrokimyasal, jeolojik ve iklimsel verilerin birleştirildiği bir arazi veritabanı oluşturularak ülkedeki diğer terkedilmiş maden ocaklarının çevreye olan etkilerinin izlenmesinde kullanılabilecek bir rol sistem geliştirilmiştir.

Mukherjee ve Scwabe (2014) Kaliforniya havzasındaki sulama suyu olarak kullanılan yeraltı sularının zirai kalitesi ve bu sularla sulanan toprakların tuzluluk değişimlerini izlemek için bir coğrafi veritabanı geliştirerek 2030 yılına kadar olabilecek toprak tuzluluğu değişimlerini tahminlemişlerdir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

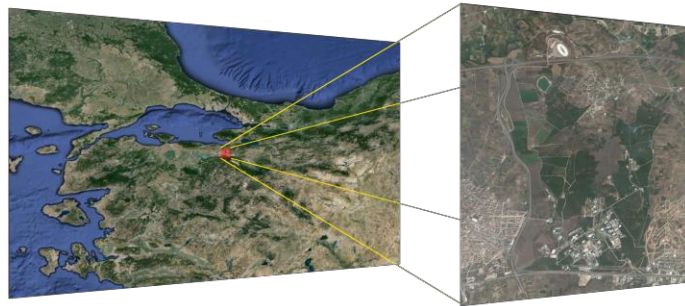
#### 3.1. Materyal

Uludağ Üniversitesi yerleşkesi arazisi sınırları içerisinde yer alan Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) arazileri çalışma alanı olarak seçilmiştir.

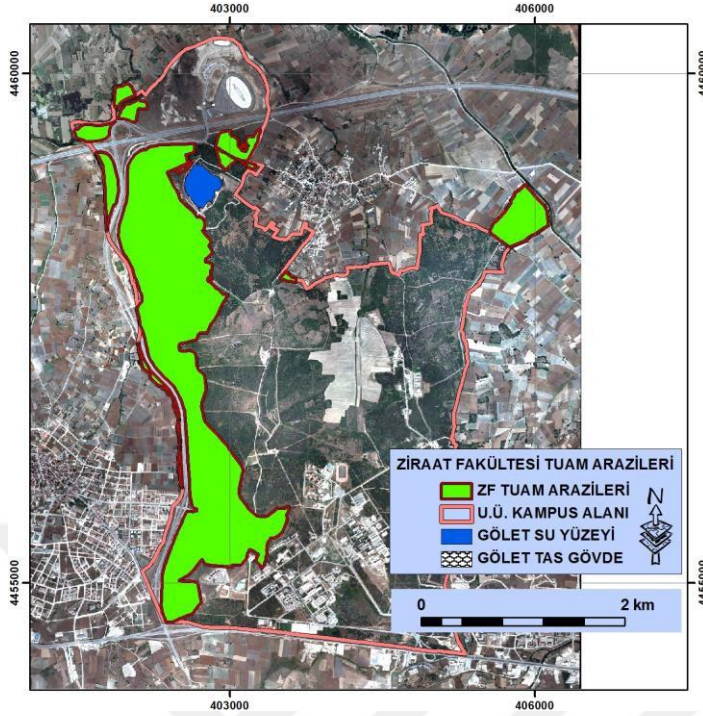
Bu bölümde ZF-TUAM arazilerinin arazi örtü / arazi kullanımı, toprak ve topoğrafya karakteristiklerine ilişkin sayısal verilerin üretilmesinde ve güncellenebilir, paylaşılabilir, çok amaçlı veri üretimi ve analizinde temel altlık olarak kullanılabilir veri tabanlarının oluşturulmasında kullanılan materyaller ve özellikleri sunulacaktır.

##### 3.1.1 Coğrafik konum ve fizyografya

ZF-TUAM arazileri U.Ü. Görükle yerleşkesinin batı kısmında, güney-kuzey doğrultusunda uzanmakta ve Bursa şehir merkezine 20 km mesafededir. Çalışma alanı 401 400 - 406 200 m doğu boylamları ile 4 454 600m - 4 460 000 m kuzey enlemleri (UTM 3° koordinat sistemi) arasında uzanmakta ve 3145 dekar alan kaplamaktadır (Şekil 3.1, Şekil 3.2). Çalışma alanı sınırları daha önce yapılan eski çalışmalardaki verilerin yorumu ve Worldview-2 sayısal uydu verisinde gözlenen yerleşke sınır hattının sayısallaştırılması ile çıkarılmıştır. Olası sınırlar arazi gözlemleri ile düzeltilmiş ve kesinleştirilmiştir. Alansal verileri ArcGIS 10.0 yazılımı ile hesaplanmıştır.



**Şekil 3.1** Uludağ Üniversitesi Görükle yerleşkesi konumu



**Şekil 3.2.** Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) arazileri ve coğrafik konumu.

### 3.1.2 Jeoloji, jeomorfoloji ve toprak özellikleri

U.Ü. yerleşkesi içerisinde karasal Neojen formasyonları ile Kuvaterner yeni ve eski alüvyonlar (Qal) yer almaktadır. Neojen genel olarak kil ve marn katmanlarından ibarettir. Yerleşke 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. yerleşke 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).

Alanın kuzey doğusunda Ayvalı deresi, kuzey batısında ise Nilüfer çayı uzanmaktadır. (Aksoy ve ark. 2001a), tarafından yürütülen detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmaları sonucunda U.Ü. yerleşke arazilerinde dört farklı fizyografik ünite üzerinde (Yüksek araziler, kollüviyal etek araziler, çukur kil depozitleri ve allüviyal araziler) oluşmuş 25 farklı toprak serisi tanımlanarak örneklenmiştir. Çalışma kapsamında alınan

toprak örneklerinde yapılan bazı 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  $Ca^{++}$  ve  $Mg^{++}$ '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 bölgenin yaz ayları kurak, sonbahar ve ilkbahar ayları da az nemli iklim karakterini göstermektedir (Sefa 1983).

Bölgede yıllık ortalama sıcaklık  $14,4^{\circ}C$ , 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 ve arazi kullanımı**

U.Ü. yerleşkesinde; doğal bitki örtüsünün genelini meşe ve çeşitli fundalıklar oluşturmaktadır. Çıplak alanlarda yürütülen ağaçlandırma çalışmalarıyla kızıl çam, kara çam, fıstık çamı, selvi, akçağaç ve kavak gibi ağaçların dikimi yapılmıştır. Aşırı

otlatma nedeniyle mer'a olarak kullanılan bölümlerde doğal bitki örtüsü zayıflamıştır. Tarımsal üretim yapılan bölümlerde ise en fazla hububat, ayçiçeği, mısır, nohut gibi kültür bitkileri ile fiğ, yonca gibi yem bitkileri yetiştirilmektedir. Ayvalı deresi kenarında yer alan bölümde ise elma, armut, şeftali, kiraz, erik, kayısı, incir, bağ ile sebze tarımı yapılmaktadır. Bunlardan başka sulama göleti civarındaki arazilerde yakın geçmişte dikimi yapılmış zeytin, incir ve bağ yetiştiriciliği de önemli tarımsal bitki çeşitliliği oluşturmaktadır.

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

Çalışmanın yürütülmesi sırasında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Uzaktan Algılama ve CBS laboratuvarında var olan yazılım ve donanımlar ile Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı Kent Bilgi Sistemi Daire Başkanlığından elde edilmiş olan sayısal uydu görüntüleri (0,5 x 0,5 m çözünürlüklü 2010 yılı sayısal hava fotoğrafları ve Worldview-2 uydu görüntüsü) ile Sezgin (2006) tarafından oluşturulmuş U.Ü. yerleşke alanı 1:5000 ölçekli sayısal orto-foto haritaları kullanılmıştır.

#### **3.1.5.1. Donanımlar**

ArcGIS 10.0 yazılımının işletilmesi, veri girişi ve veri çıktılarının elde edilmesinde Windows işletim sisteminde çalışan dizüstü ve masaüstü bilgisayarlar, renkli HP Deskjet yazıcı, A0 boyutlu renkli yazıcı, A1 boyutlu (renkli) tarayıcı çalışmada kullanılan donanımları oluşturmaktadır.

#### **3.1.5.2. Yazılımlar**

Çalışmanın yürütülmesi sırasında veri tabanının oluşturulmasında, sayısal veri girişinde, verilerin analizinde, taslak ve sonuç çıktılarının oluşturulmasında ve sayısal uydu görüntülerinin işlenmesinde ArcGIS 10.0 yazılımı kullanılmıştır (Anonim 2014 g).

ArcGIS yazılımını temel olarak Coğrafi Bilgi Sistem tekniklerinin uygulanması amacıyla vektör tabanlı; sayısal veri girişi, analizi ve çıktı elde etme fonksiyonları ile donatılmış bir yazılım olmasına rağmen günümüzde raster tabanlı verilerin (sayısal görüntülerin) işlenmesine ve analizine olanak sağlayan fonksiyonlar da eklenerek güçlü ve yaygın kullanıcı sayısına ulaşmış bir coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yazılımına dönüşmüştür. Başka bir anlatımla ArcGIS yazılımını vektör ve raster veriler için gereksinilen veri yapısını bilgisayar ortamına yükleme, yüklenmiş verilere ulaşma, görüntüleme, dönüştürme, güncelleme ve analiz imkanlarını birlikte sunabilmektedir.

### **3.1.5.3. Veri Kaynakları**

Araştırmada çalışma alanı olarak belirlenen Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) arazilerinin güncel (2010-2011 yılı) arazi örtüsü ve arazi kullanım türlerinin belirlenmesinde;

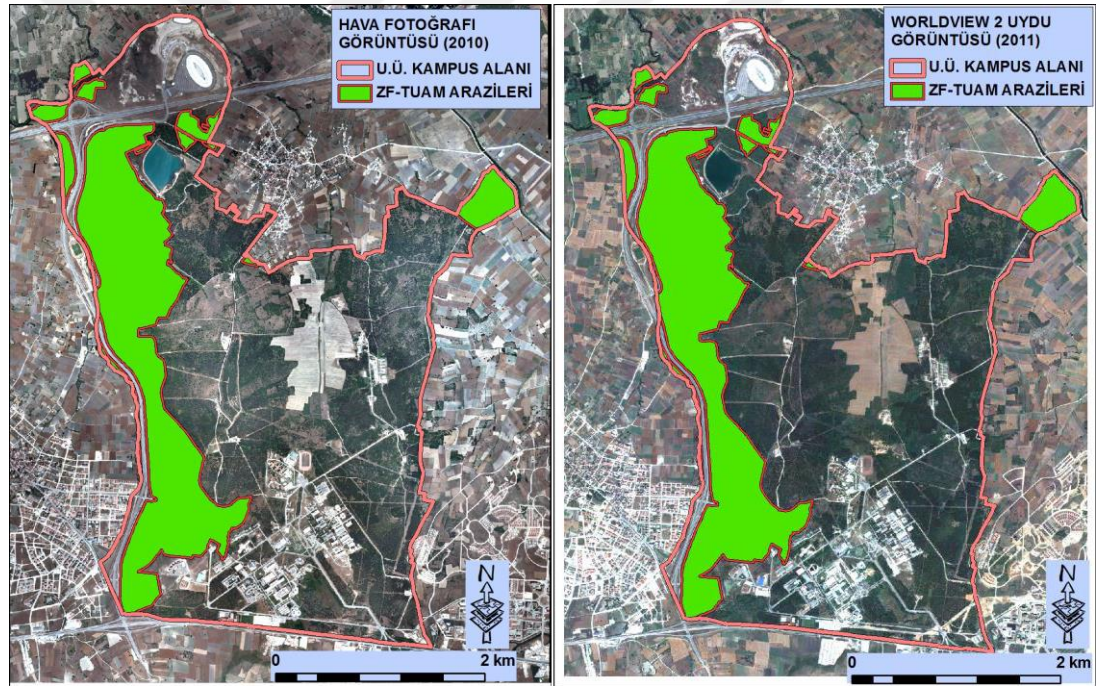
- ✓ 1:1000 ölçekli arazi örtü / arazi kullanım türleri haritalarının oluşturulmasına olanak tanıyan 0,5m x 0,5 m yersel çözünürlükte ve UTM 3° koordinat sisteminde üretilmiş 2010 yılına ait renkli sayısal hava fotoğrafları ile Worldview-2 uydu görüntüsü,
- ✓ Sezgin (2006) tarafından üretilmiş Uludağ Üniversitesi Yerleşkesine ait siyah beyaz 1:5000 ölçekli orto-foto haritaları,
- ✓ Aksoy ve ark. (2001a) tarafından üretilmiş Uludağ Üniversitesi Yerleşkesine ait 1:25 000 ölçekli sayısal toprak haritası,
- ✓ Aksoy ve Özsoy (2004) tarafından üretilmiş U.Ü. yerleşkesi 1:25 000 ölçekli sayısal arazi kullanım durumu haritası, temel veri kaynaklarını oluşturmaktadır.



### 3.2 Yöntem

Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi (ZF-TUAM) arazilerinin güncel arazi kullanım haritasının oluşturulması amacıyla öncelikle 2010 yılına ait sayısal renkli hava fotoğrafları ile Worldview-2 uydu görüntüsü DVD'den okutularak ArcGIS yazılımı yardımıyla bilgisayar ortamına alınmıştır (Anonim 2014 g).

Bilgisayar ortamına alınan ve Bursa ili kent bütününe ait 2010 ve 2011 yılı hava fotoğrafı ve uydu görüntülerinden ZF- TUAM arazilerini kapsayacak şekilde alt görüntüleri oluşturulmuştur (Şekil 3.3).



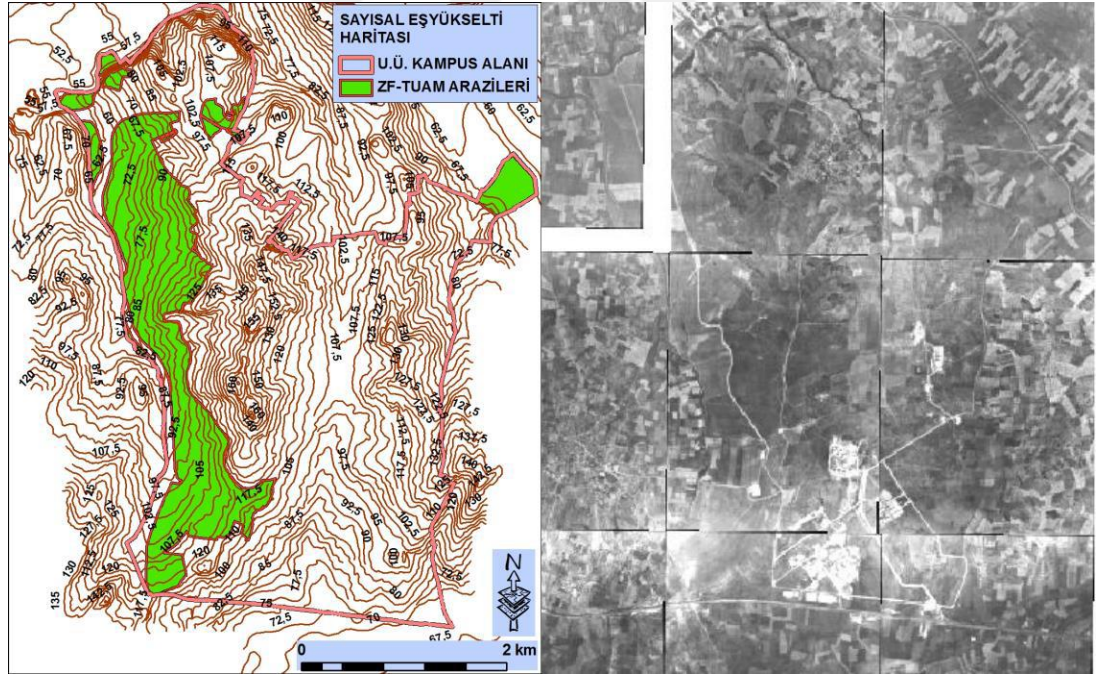
**Şekil 3.3.** ZF-TUAM Arazileri hava fotoğrafı görüntüsü (2010) ve Worldview-2 uydu görüntüsü (2011).

ZF- TUAM arazilerinin sayısal yükseklik modeli ve eğim haritalarının elde edilmesinde yararlanılacak olan sayısal eş yükselti eğrileri daha önce Sezgin (2006) tarafından üretilmiş Uludağ Üniversitesi yerleşkesine ait siyah beyaz 1:5000 ölçekli orto-foto

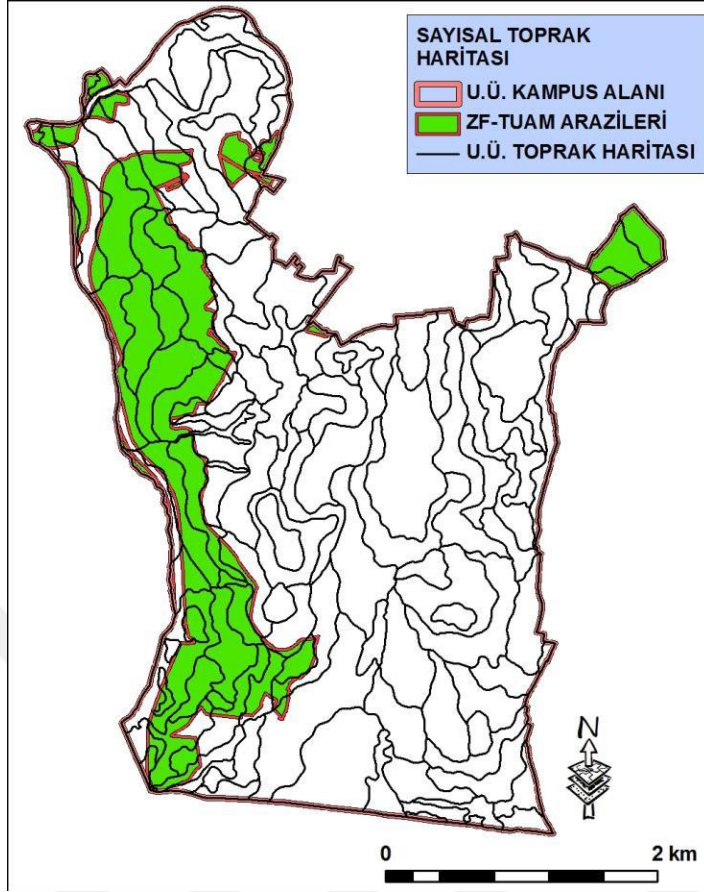
haritalarında yer alan 5 m aralıklı deniz seviyesine göre konumu gösteren yükseklik eğrilerinin sayısallaştırılması yoluyla elde edilmiştir (Şekil 3.4).

ZF-TUAM arazileri sayısal toprak haritalarının ve toprak karakteristiklerine ait öz nitelik verilerinin üretilmesinde ise Aksoy ve ark. (2001a) tarafından üretilmiş U.Ü. yerleşkesi sayısal toprak haritası ve raporu kullanılmıştır (Şekil 3.5).

Oluşturulan altlık görüntüleri görüntü zenginleştirme, sınır zenginleştirme uygulanarak ekran üzerinden sayısallaştırma yapılmış ve monoskopik yoruma uygun hale getirilmiştir (Rosenfeld and Kak, 1976). Söz konusu görüntüler üzerinde ton ve renk, büyüklük, desen, şekil, gölge, konum, tekstür gibi görüntü karakteristikleri temel alınarak ArcGIS yazılımı kullanılarak ekrandan sayısallaştırma tekniğiyle ZF-TUAM arazilerinin 2011 tarihlerine ait arazi örtü / arazi kullanım türlerine ait vektörel (çizgisel) haritaları üretilmiştir (Sabins 1987; Lillesand and Kiefer 1999).



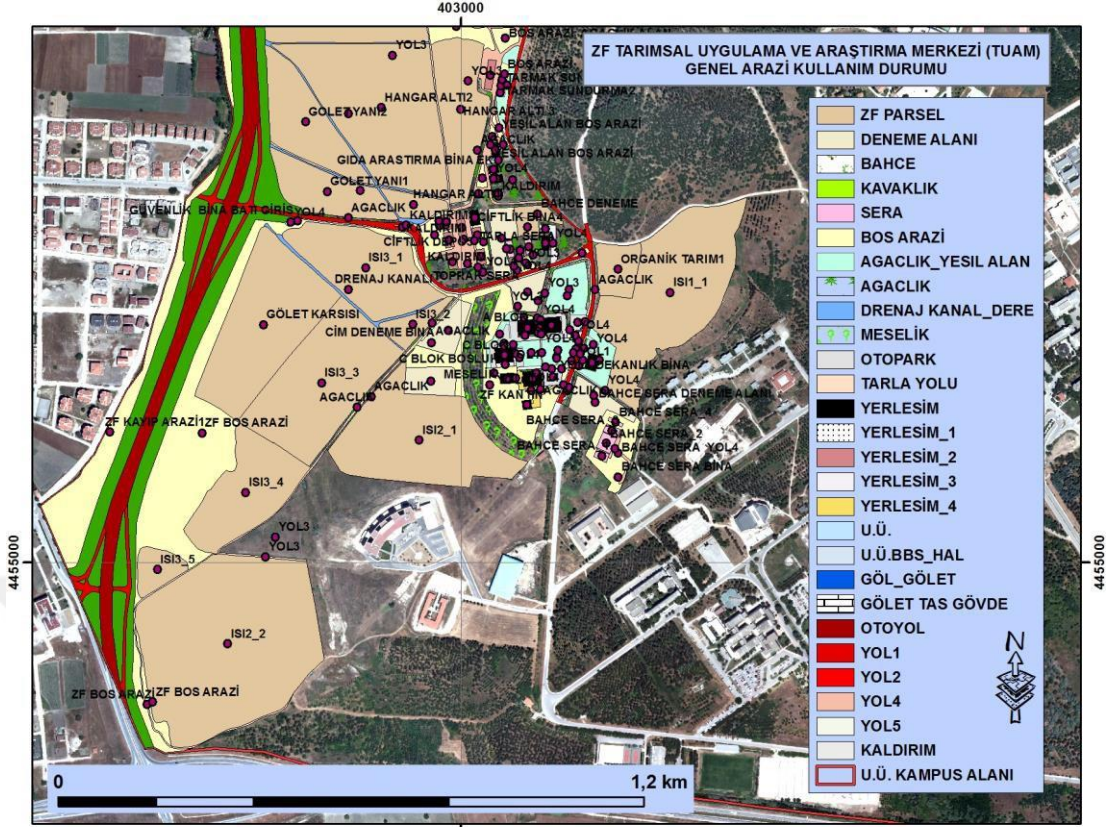
**Şekil 3.4.** ZF-TUAM arazileri sayısal eşyüksekti haritası ve orto-foto haritası (Sezgin 2006).



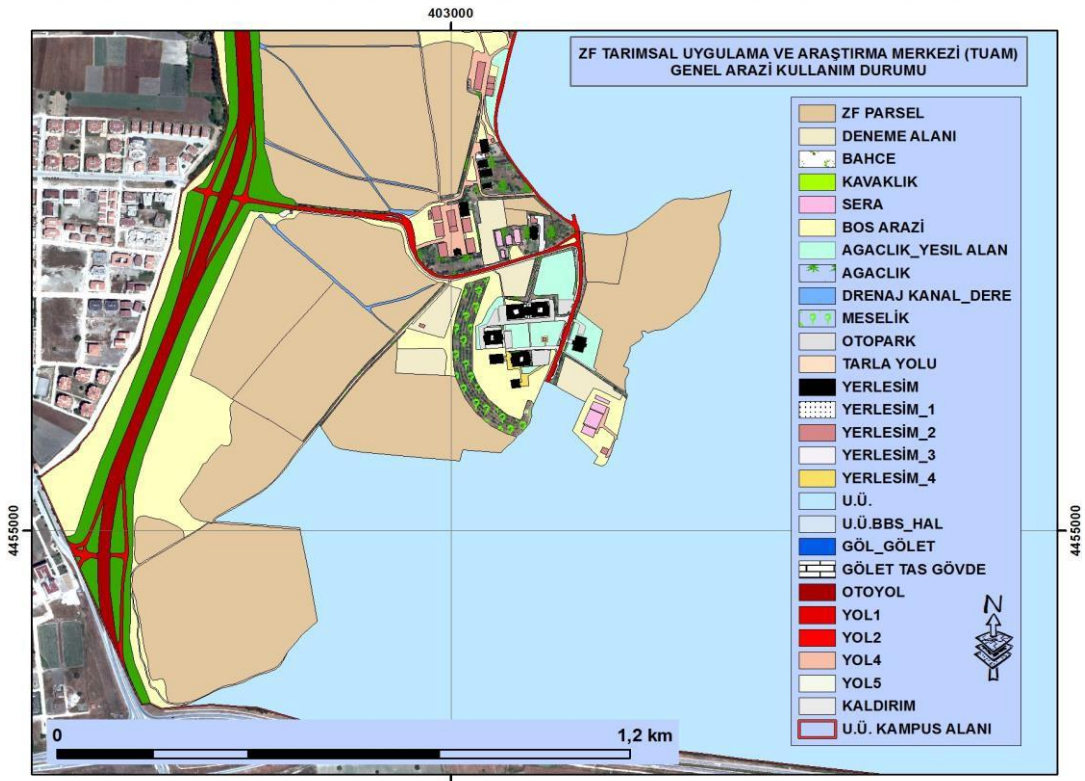
Şekil 3.5. U.Ü. yerleşke arazileri sayısal toprak haritası (Aksoy ve ark. 2001a).

Ekrandan sayısallaştırma ve gözle yorum sonucu üretilen çizgisel haritalar sayısallaştırma hataları giderildikten sonra topolojik ilişkileri kurulmuştur. TUAM yöneticileri ve çalışanları ile yapılan görüşmeler, yürütülen arazi çalışmaları daha önce üretilmiş olan U.Ü. yerleşkesi arazi örtü / arazi kullanım türleri haritasının yorumu (Aksoy ve Özsoy 2004) ve güncel uydu verilerininin gözle yorumu sonucunda elde edilen bilgiler sentezlenmiştir. Güncel arazi örtü / arazi kullanım türleri, parsel adları ile bunlara ait noktasal koordinatlar belirlenmiş ve poligonal (alansal) haritalara dönüştürülmüştür ( Şekil 3.6, 3.7).



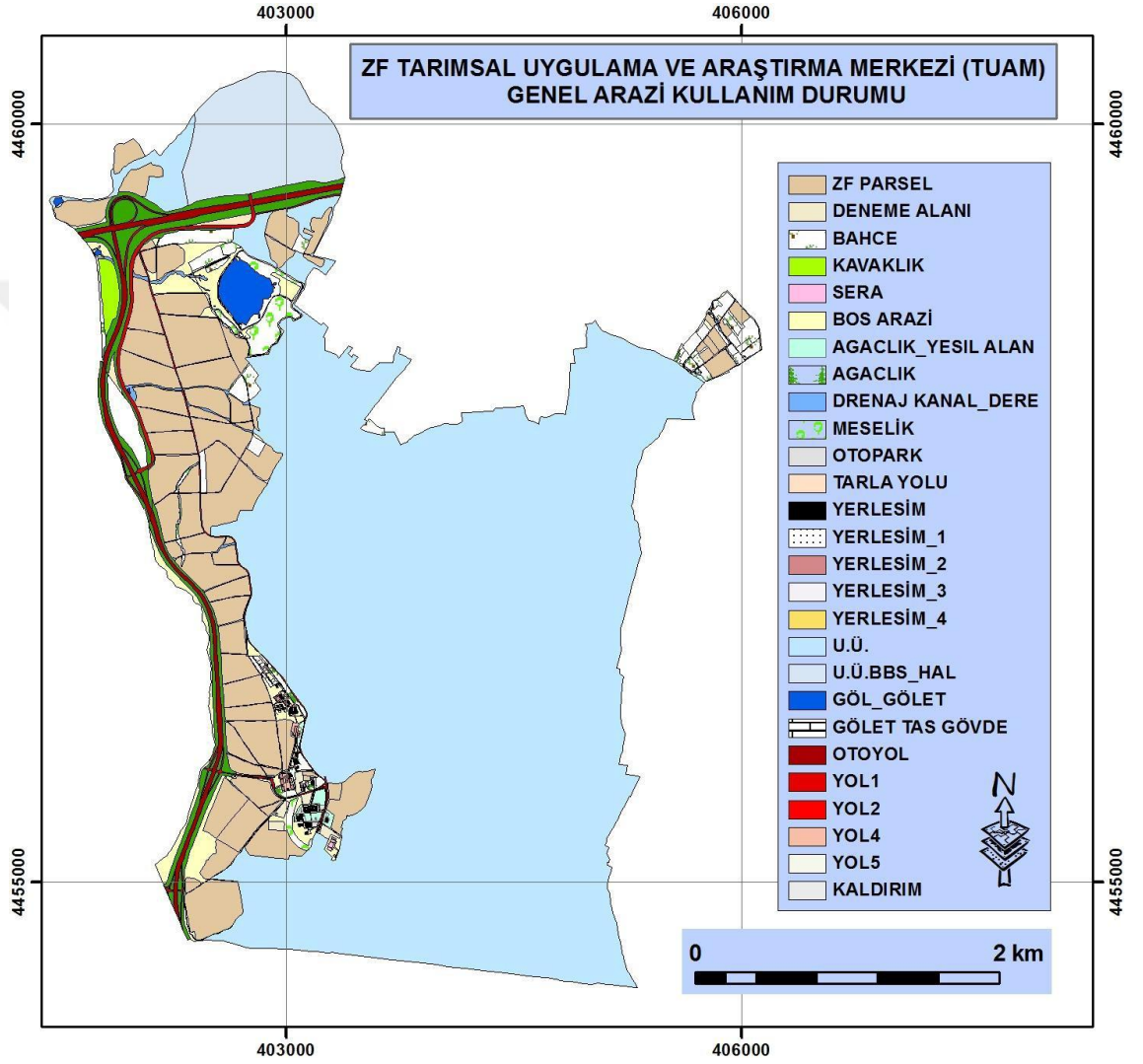


Şekil 3.6. Arazi örtüsü / arazi kullanım haritası ve atanmış isimler (2011).



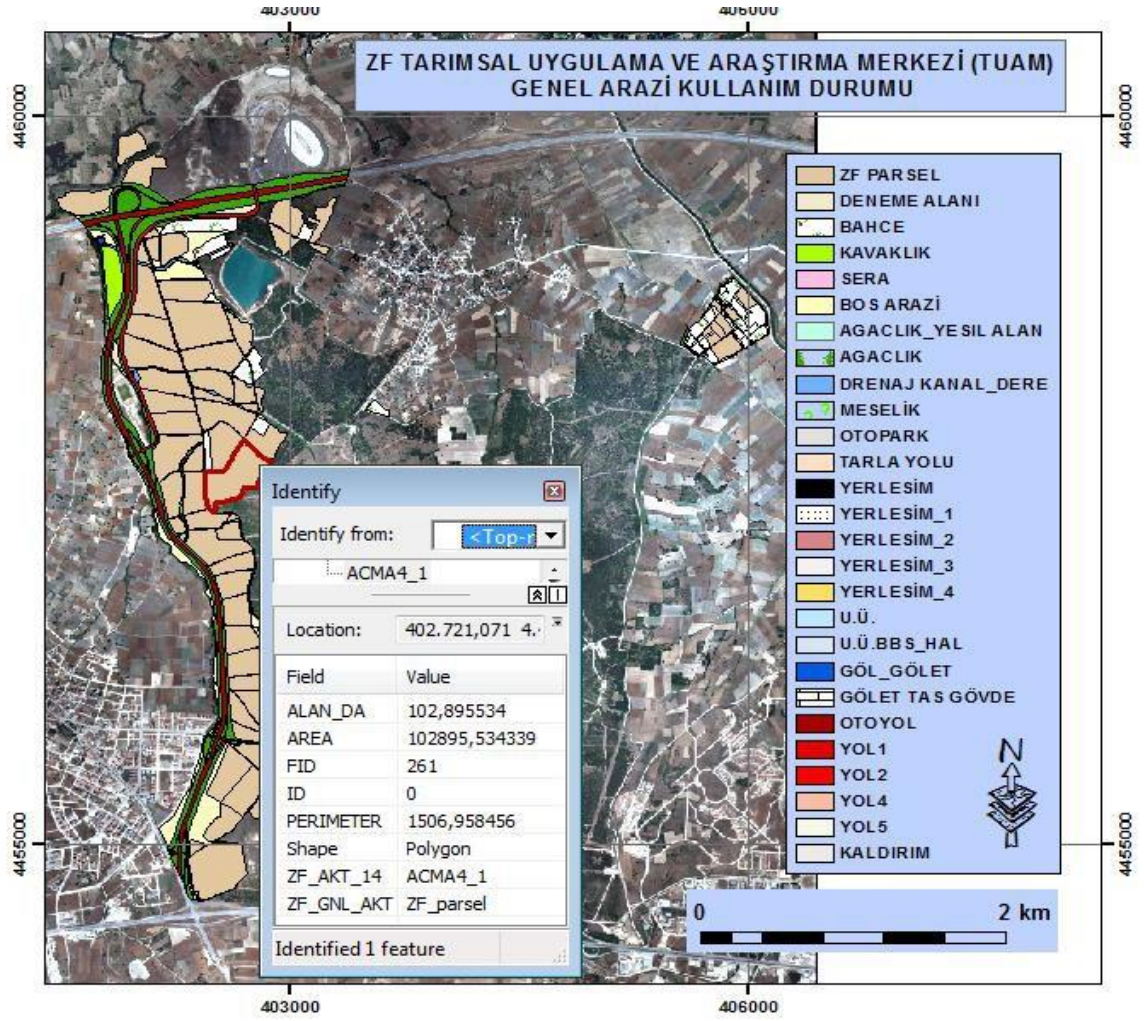
Şekil 3.7. Poligon alansal arazi örtüsü / arazi kullanım türleri haritası (2011).

Söz konusu haritalar ve ilişkili tablolar temel alınarak yeniden sınıflandırma, çakıştırma, harita ve tablo hesaplama teknikleri kullanılarak U.Ü. yerleşkesinin 2011 yılı genel arazi örtüsü / arazi kullanım türleri haritaları oluşturulmuş ve alansal dağılımları hesaplanmıştır (Şekil 3.8, 3.9) , (Anonim 2014g).



Şekil 3.8. ZF- TUAM arazilerinin arazi örtüsü / arazi kullanım türleri haritası.





**Şekil 3.9.** ZF-TUAM arazi örtüsü / arazi kullanım türleri haritası ve öznelik bilgileri.

## **4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

### **4.1. ZF-TUAM Arazilerinin Güncel Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanım Türleri Haritası ve Veritabanı**

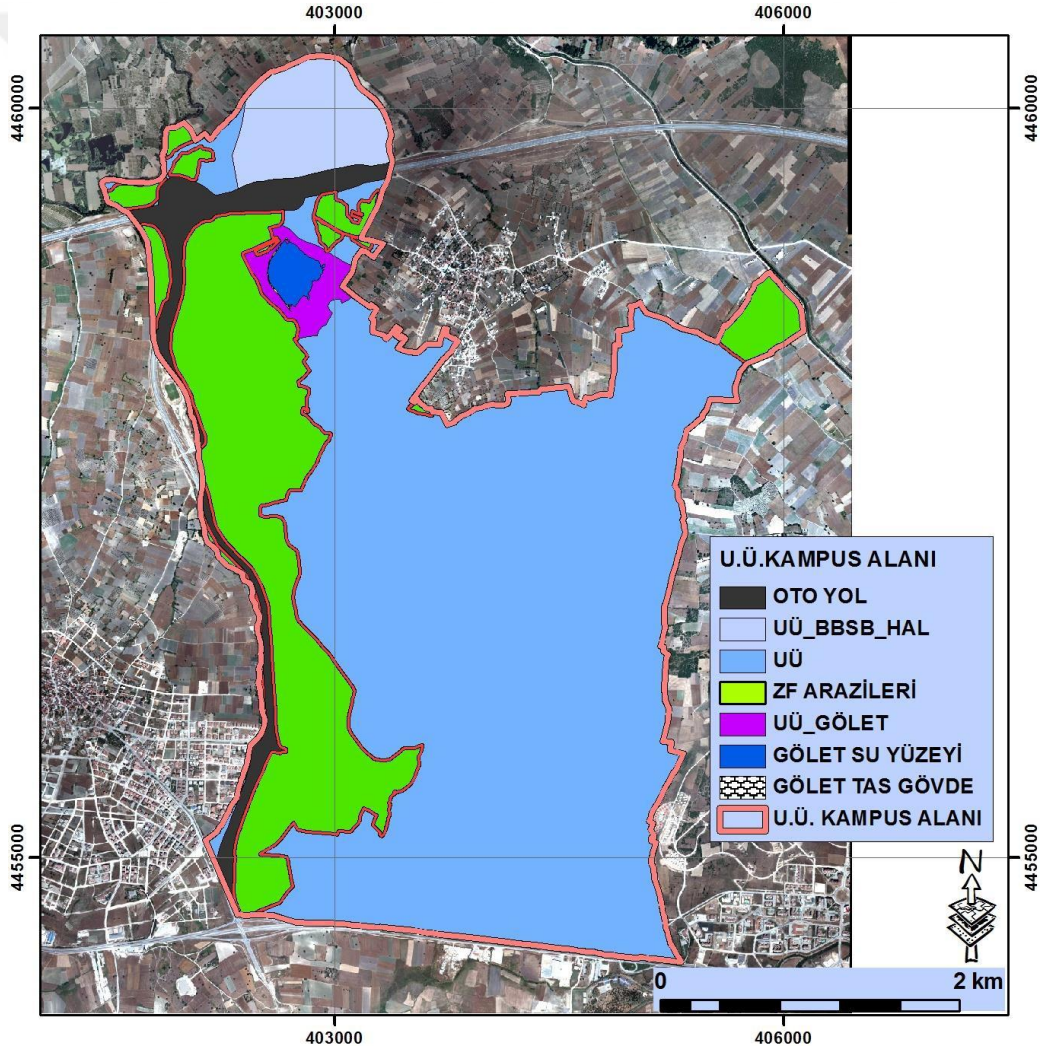
ZF-TUAM arazilerinin güncel dönemine ait arazi örtüsü / arazi kullanım türlerinin, belirlenmesinde 1:5000 ölçekli topoğrafik haritalara uygun ölçek ve koordinat sisteminde (UTM ED50 3<sup>o</sup>) düzenlenmiş 0.5 m x 0.5 m yersel çözünürlüklü 2010 yılına ait sayısal hava fotoğrafları (Bursa Büyükşehir sınırları kapsamında) ile 2011 yılına ait Worldwiev-2 uydu görüntüsü (Bursa İl sınırları kapsamında üretilen) kullanılmıştır. Sayısal ortamda DVD'lerde sağlanan hava fotoğrafı ve uydu görüntüsü ArcGIS 10.0 yazılımı aracılığı ile bilgisayar ortamına alınarak ArcGIS yazılımı formatına dönüştürülmüştür.

Söz konusu görüntülerden, öncelikle ZF-TUAM arazi sınırlarını kapsayacak biçimde renkli alt görüntüler oluşturulmuştur. Arazi örtü / arazi kullanım türlerinin (bitki örtüleri, parsel sınırları, yerleşimler, yollar, su yüzeyleri, kanal vb. doğal ve kültürel objeler) monoskopik olarak tanıma ve tanımlama, analiz, sınıflandırma ve sayısallaştırma işlemlerinin daha kolay yapılabilmesi için görüntüler zenginleştirilmiştir. Zenginleştirilen görüntüler altlık harita olarak kullanılarak ekrandan sayısallaştırma tekniği ile vektör tabanlı (çizgisel) U.Ü yerleşkesi ve ZF-TUAM arazilerine ait güncel sınırlar çizilmiş, 1:5000 ölçekli haritaları üretilmiştir (Şekil 4.1).

Ayrıca, ArcGIS yazılımının harita hesaplama modülü yardımıyla U.Ü yerleşkesi arazilerinin güncel durumuna ait haritalardan özniteliklerin alansal ve oransal dağılım verileri de üretilmiştir (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1.** U.Ü yerleşkesi arazilerinin alansal ve oransal dağılımı.

U.Ü. ARAZİ KULLANIMI	ALAN (da)	ORAN (%)
Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazileri ( ZF-TUAM Arazileri )	3144,98	22,0
UÜ. DSİ Gölet-Piknik alanı	298,64	2,09
UÜ. Büyükşehir Belediyesi Hali	658,04	4,61
Otoyol–Bağlantı yolları	672,2	4,71
Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi (Diğer araziler)	9509,11	66,59
<b>TOPLAM</b>	<b>14282,97</b>	<b>100</b>



**Şekil 4.1.** U.Ü yerleşkesi ve ZF-TUAM arazilerinin durumu (2011) .

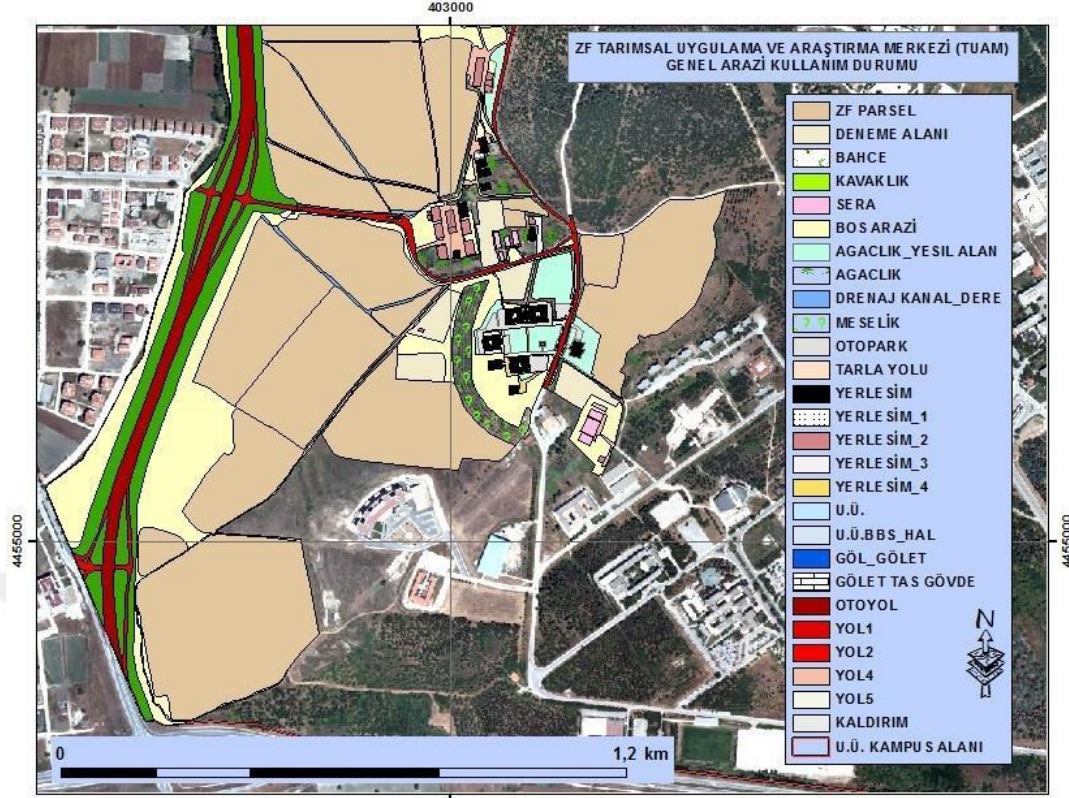


U.Ü. Yerleşkesi arazileri 14 283 dekar alan kapsamakta olup bu alanın 3145 dekarı (% 22) ZF-TUAM arazilerinden oluşmaktadır. U.Ü. yerleşkesinde geçmişte çoğu ZF-TUAM tarım arazileri sınırlarında yer alan 672 dekar arazi Bursa çevre yolu - Görükle bağlantısı için kullanılmıştır. Bunlara ek olarak büyük çoğunluğu bodur meşelik olan ve kısmen de Göbelye parselleri olarak bilinen Ziraat Fakültesi arazilerinden 658 dekar arazi Büyük Şehir Belediyesi tarafından hal ve atış poligonu olarak kullanılmaktadır. Dolayısı ile U.Ü. yerleşkesinin % 9.3'ü (toplam 1300,24 dekar) amacı dışında kullanılarak yok edilmiştir. DSİ göleti ve çevresinde rekreasyon amaçlı kullanılan arazilerin alansal miktarı ise 298,64 dekardır (Çizelge 4.1).

Bu çalışma ile belirlenen güncel ZF-TUAM arazileri kullanım sınırları temel alınarak daha önce oluşturulmuş olan renkli alt görüntüler arazi örtü / arazi kullanım türlerinin monoskopik olarak tanıma ve tanımlama, analiz ve sınıflandırma işlemleri uygulanarak ZF-TUAM arazilerinin arazi örtü / arazi kullanım türlerine ait vektör tabanlı haritası oluşturulmuştur. Sayısallaştırma hataları giderilen vektör tabanlı ZF-TUAM arazisi arazi örtüsü / arazi kullanım haritası TUAM yöneticileri ve çalışanları ile yapılan görüşmeler, yürütülen arazi çalışmaları daha önce Aksoy ve ark. (2001a) tarafından üretilen U.Ü. yerleşke alanı arazi örtü / arazi kullanım türleri haritası ve yeni görüntülerin gözle yorumuna dayalı güncel bilgilerin birlikte sentezi sonunda her bir kapalı alana ait güncel arazi örtü / arazi kullanım türleri belirlenmiştir. CBS içinde ilgili tablolara parsel adları girilmiş ve parsellerin konumsal koordinatları yardımıyla veri tabanında poligonal (alansal) bir harita üretilmiştir. Söz konusu alansal harita ve haritalama ünitelerinden ArcGIS yazılımı içindeki harita ve tablo hesaplama modülü kullanılarak alansal ve oransal sonuçlar elde edilmiştir.

#### **4.1.1 U.Ü. yerleşkesinin güncel arazi örtüsü ve arazi kullanım türleri dağılımı (2011)**

ZF-TUAM arazilerinin arazi örtüsü / arazi kullanım türlerinin elde edilmesinde renkli olarak oluşturulan alt görüntüler çoğunlukla renk tonundaki değişim, şekil, büyüklük, desen ve tekstür gibi görüntü karakteristikleri temel alınarak yorumlanmış ve analiz edilmiştir.

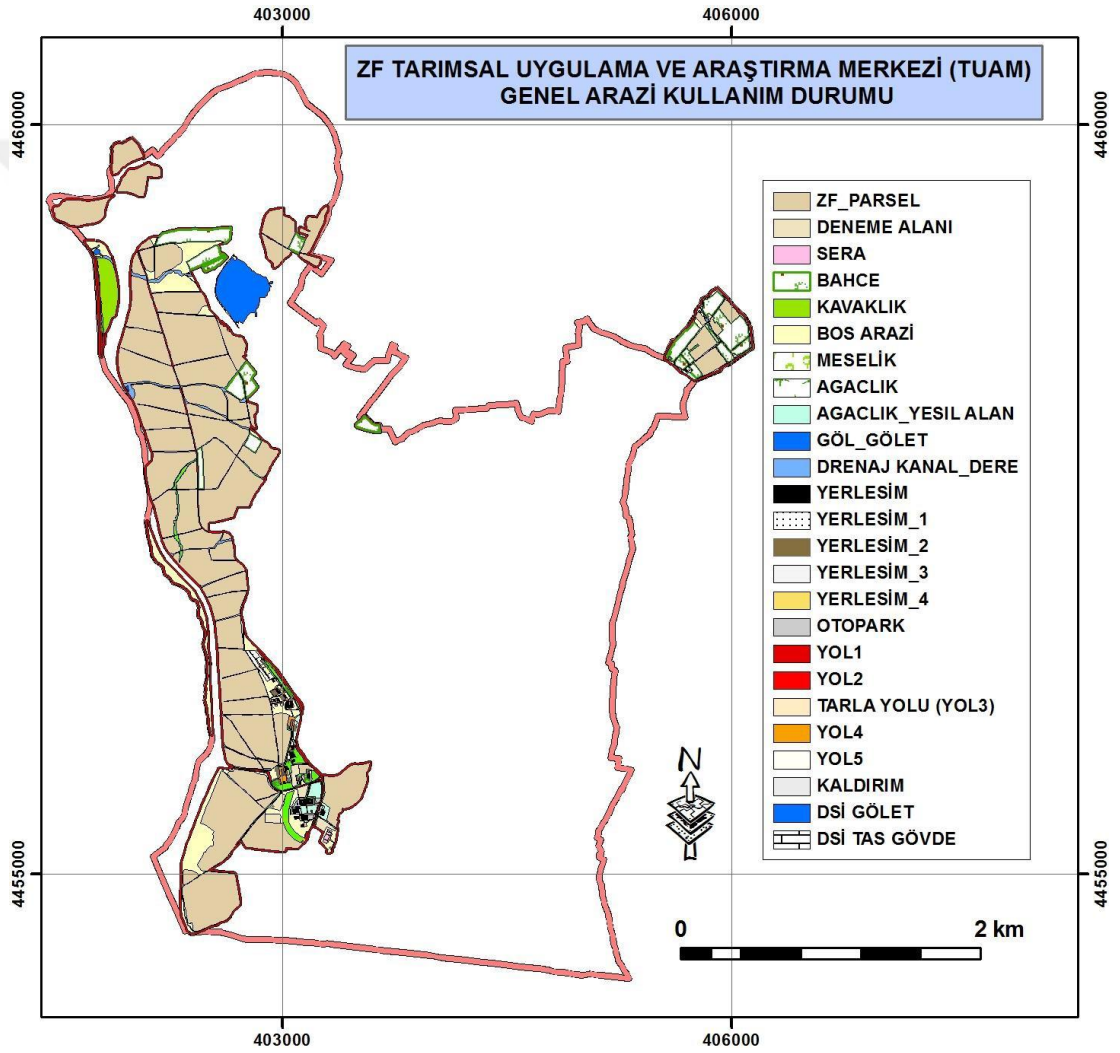


FID	Shape *	ID	ZF AKT 14	ZF GNL AKT	ALAN DA	AREA	PERİMETER
68	Polygon	1	A BLOK	YERLESİM	1,001001	1001,000731	183,4509
65	Polygon	1	A BLOK BOSLUK	YERLESİM_1	0,123685	123,684781	44,498562
179	Polygon	2	ACMA1_1	ZF_parsel	33,577964	33577,963827	856,337281
206	Polygon	2	ACMA1_2	ZF_parsel	48,932756	48932,755534	923,821488
232	Polygon	2	ACMA1_3	ZF_parsel	36,60984	36609,839816	799,418717
245	Polygon	3	ACMA2_1	ZF_parsel	16,683216	16683,216174	535,796446
244	Polygon	3	ACMA2_2	ZF_parsel	64,298056	64298,055755	1323,061524
246	Polygon	3	ACMA2_3	ZF_parsel	9,157414	9157,414214	377,217209
248	Polygon	4	ACMA3_1	ZF_parsel	2,224054	2224,054335	202,341261
251	Polygon	4	ACMA3_2	ZF_parsel	28,83712	28837,120451	750,74526
256	Polygon	4	ACMA3_3	ZF_parsel	38,848081	38848,081458	872,448036
258	Polygon	4	ACMA3_4	ZF_parsel	17,877584	17877,583934	578,503787
261	Polygon	5	ACMA4_1	ZF_parsel	102,895534	102895,534339	1506,958456
267	Polygon	5	ACMA4_2	ZF_parsel	50,490595	50490,594508	911,993327
236	Polygon	6	ACMALAR ARAS1	ZF_parsel	34,628356	34628,35643	751,606078
237	Polygon	6	ACMALAR ARAS2	ZF_parsel	34,01733	34017,329745	771,611446
240	Polygon	6	ACMALAR ARAS3	ZF_parsel	28,760249	28760,248807	783,263775
14	Polygon	7	AGACLİK	AGACLİK_YESİL ALAN	0,422764	422,764427	105,023572
24	Polygon	7	AGACLİK	AGACLİK	0,287953	287,953187	163,43856
26	Polygon	7	AGACLİK	AGACLİK	0,029961	29,961132	43,874392

Şekil 4.2. ZF-TUAM arazileri 2011 yılı arazi örtüsü / arazi kullanım haritası ve öznetelik tablosu.

Yapılan yorumlama sonucu 2011 yılı için 399 kapalı alan içerisinde 118 farklı arazi örtü / arazi kullanım türü belirlenerek haritalanmış ve öznetelik tabloları oluşturulmuştur. ZF-TUAM arazilerinin 2011 yılı arazi örtü / arazi kullanım türleri haritası, öznetelik tablosu

25 adet arazi örtü / arazi kullanım türü sınıfından oluşan yeni bir sütun (ZF\_GNL\_AKT) eklenerek yeniden düzenlenmiştir (Şekil 4.2). Öznitelik tablosuna eklenen genel sınıflara göre 2011 yılı arazi örtü / arazi kullanım türleri haritası yeniden sınıflandırılmış ve sonuçta ZF-TUAM arazilerinin 2011 yılı için genelleştirilmiş arazi örtü / arazi kullanım türleri haritası elde edilmiştir. Elde edilen verilerle ilgili yersel kontroller yapılmış ve 2011 yılı uydu görüntüsüne ait arazi örtü / arazi kullanım verileri güncellenmiştir ( Şekil 4.3 ).



Şekil 4.3. ZF-TUAM arazileri genel arazi örtüsü / arazi kullanım haritası (2011).

Elde edilen genel arazi örtüsü / arazi kullanım haritası öznitelik tablosu ve ArcGIS yazılımı içinde yer alan tablo hesaplama modülü yardımıyla her bir arazi örtü / arazi kullanım türüne ait alansal ve oransal veriler hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1’de sunulan sonuçlardan da görülebileceği gibi 2011 yılında ZF-TUAM arazileri 3145 dekar alan kaplamaktadır. 2011 yılında söz konusu alanının % 72.6’sını yani 2279 dekarı Ziraat Fakültesi’ne ait tarım arazisi parsellerinden oluşmaktadır. ZF-TUAM arazilerinde tarım arazisi parsellerini % 8.16’lık oran ile (256,57 da) çıplak araziler (inşaat amacıyla kazılmış alanlar, aşınmış dere yatakları veya seyrek çalı ve otlardan başka üzerinde hiçbir örtü bulunmayan çıplak araziler); %7.42’lik oran ile (233,31 da) bahçe arazileri izlemektedir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2.** ZF-TUAM arazilerinin 2011 yılına ait genel arazi örtüsü / arazi kullanım türlerinin alansal ve oransal dağılımları.

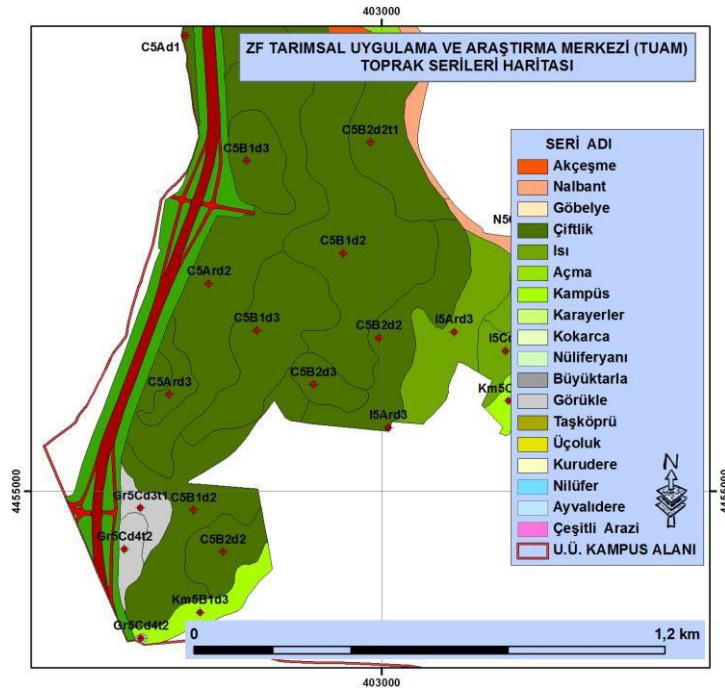
ZF GENEL ARAZİ ÖRTÜ/KULLANIM TÜRLERİ	ALAN (da)	ORAN (%)
ZF_PARSEL	2279,00	72,46
DENEME ALANI	28,50	0,91
SERA	3,54	0,11
BAHCE	233,31	7,42
KAVAKLIK	46,54	1,48
BOS ARAZİ	256,57	8,16
MESELİK	28,33	0,90
AGACLIK	69,39	2,21
AGACLIK_YESIL ALAN	24,78	0,79
GÖL_GÖLET	1,96	0,06
DRENAJ KANAL_DERE	42,39	1,35
YERLESİM	11,61	0,37
YERLESİM_1	0,42	0,01
YERLESİM_2	9,36	0,30
YERLESİM_3	13,92	0,44
YERLESİM_4	1,38	0,04
OTOPARK	6,72	0,21
YOL1	9,09	0,29
YOL2	14,71	0,47
TARLA YOLU (YOL3)	38,99	1,24
YOL4	19,64	0,62
YOL5	0,23	0,01
KALDIRIM	4,63	0,15



ZF-TUAM arazileri kapsamında binaların (yerleşim, yerleşim\_1 sınıfları) kapladığı alan sadece 12,03 dekadır ve ZF-TUAM'nin %0,5'inden az yer kaplamaktadır. ZF-TUAM'nin %3,9'nu (122,5 da) doğal ve/veya tesis edilen yeşil alanlar (meşelik, ağaçlık ve ağaçlık\_yeşil alan sınıfları) oluşturmaktadır (Çizelge 4.2).

#### 4.2. ZF-TUAM Arazilerinin Sayısal Toprak Haritası ve Veritabanı

ZF-TUAM arazileri sayısal toprak haritalarının ve toprak karakteristiklerine ait öz nitelik verilerinin üretilmesinde ise Aksoy ve ark. (2001a) tarafından Toprak Taksonomisi (1999), Soil Survey Manual (1993) uyarınca seri ve fazları düzeyinde ve 1:25 000 ölçekli olarak üretilmiş U.Ü. yerleşkesi sayısal toprak haritası ve raporu temel alınmıştır. Öncelikle U.Ü. yerleşkesi sayısal toprak haritası ZF-TUAM arazi sınırları kapsamında ArcGIS yazılımının analiz modülünün Clip (kesme) komutu yardımıyla ekstrakte edilerek vektör tabanlı toprak haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan toprak haritası, U.Ü. yerleşkesi toprak haritası ve toprak raporundaki bilgiler temel alınarak, ZF-TUAM arazisi kapsamında yer alan her bir kapalı alana ilgili toprak serisi ilişkilendirilecek şekilde haritalama ünitelerine ait poligonlar (kapalı alanlar) oluşturulmuş ve isimlendirilmiştir (Şekil 4.4). Ayrıca her bir haritalama ünitesinde yer alan toprak serilerinin özelliklerine ait öz nitelik bilgileri de veri tabanına girilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.4. ZF-TUAM arazisi toprak haritası, haritalama üniteleri ve isimlendirmeler.

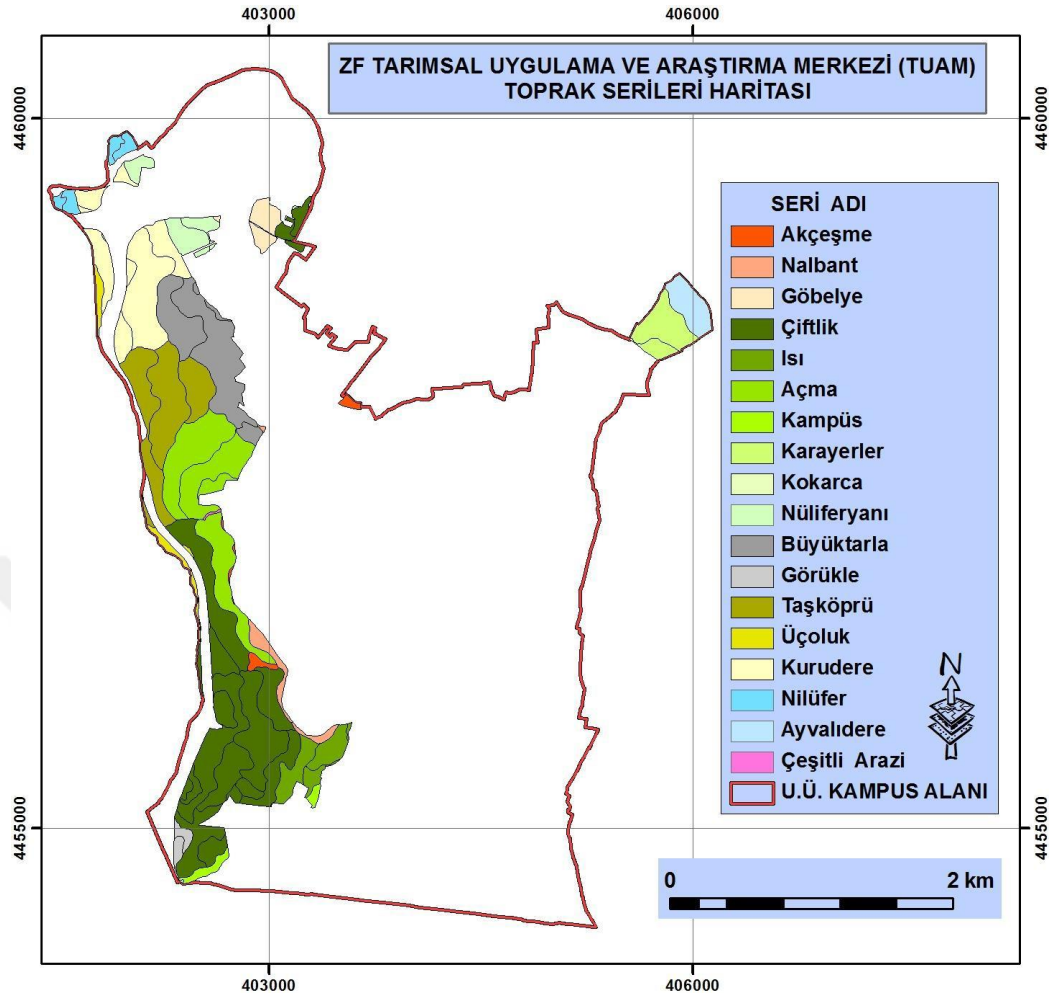
FID	Shape *	Id	SERİ ADI	TOPRAK 14	JEO UNİ	SOIL TAX	FAO UNESCO	AKK	AKK SIN	AKK ASIN	SAT SIN	DERİNLİK	EGİM	TAS SIN	alan da
15	Polygon	2	Açma	Ac5B2d2t1	TEPE_SIRTI	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	se	3ts	d2	B2	t1	130,02
17	Polygon	2	Açma	Ac5B2d2t1	TEPE_SIRTI	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	se	3ts	d2	B2	t1	20,37
18	Polygon	2	Açma	Ac5Cd2t1	TEPE_SIRTI	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	es	4PVst	d2	C	t1	128,83
20	Polygon	2	Açma	Ac5B2d2	TEPE_SIRTI	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	es	3ts	d2	B2	t0	165,65
12	Polygon	1	Akçeşme	A5B2d4	TEPE_SIRTI	Mollisol	Calcic Phaeozem	İİİİİ	IV	es	4Vst	d4	B2	t0	13,38
21	Polygon	1	Akçeşme	A5B2d3t1	TEPE_SIRTI	Mollisol	Calcic Phaeozem	İİİİİ	IV	es	4Vst	d3	B2	t1	8,48
74	Polygon	1	Akçeşme	A5Cd3t1	TEPE_SIRTI	Mollisol	Calcic Phaeozem	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t1	0,3
75	Polygon	1	Akçeşme	A5Cd3t1	TEPE_SIRTI	Mollisol	Calcic Phaeozem	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t1	1,61
76	Polygon	1	Akçeşme	A5Cd3t1	TEPE_SIRTI	Mollisol	Calcic Phaeozem	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t1	0,89
77	Polygon	1	Akçeşme	A5Cd3t1	TEPE_SIRTI	Mollisol	Calcic Phaeozem	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t1	0,96
29	Polygon	3	Ayvaldere	Ay5A1	ALLUVİYAL	Entisol	Calcic Fluvisol	İİİİİ	I	ws	2ds	d0	A	t0	77,63
19	Polygon	4	Büyüktarıa	Bt5Cd4t1	YAMAC	Entisol	Calcic Regosol	İİİİİ	VI	es	6ts	d4	C	t1	18,16
27	Polygon	4	Büyüktarıa	Bt5Cd4	YAMAC	Entisol	Calcic Regosol	İİİİİ	VI	es	6ts	d4	C	t0	219,72
28	Polygon	4	Büyüktarıa	Bt5Cd3	YAMAC	Entisol	Calcic Regosol	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t0	105,98
53	Polygon	4	Büyüktarıa	Bt5Cd3t1	YAMAC	Entisol	Calcic Regosol	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t1	5,24
54	Polygon	4	Büyüktarıa	Bt5Cd3t1	YAMAC	Entisol	Calcic Regosol	İİİİİ	IV	es	4PVst	d3	C	t1	2,49
16	Polygon	6	Cesitli Arazi	CA1	TANIMSIZ	CA1	CA1	VIII	VIII				TANIMSIZ		2,18
4	Polygon	5	Çiftlik	C5B1d2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	es	2ts	d2	B1	t0	83,89
5	Polygon	5	Çiftlik	C5B2d3	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	se	3ts	d3	B2	t0	16,65
6	Polygon	5	Çiftlik	C5Ard3	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	s	3s	d3	Ar	t0	14,51
7	Polygon	5	Çiftlik	C5B1d3	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	se	2ts	d3	B1	t0	76,1
9	Polygon	5	Çiftlik	C5B1d3	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	se	2ts	d3	B1	t0	31,78
10	Polygon	5	Çiftlik	C5Ard2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	s	2s	d2	Ar	t0	146,65
14	Polygon	5	Çiftlik	C5B1d2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	es	2ts	d2	B1	t0	149,52
33	Polygon	5	Çiftlik	C5Cd2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	es	3ts	d2	C	t0	17,58
55	Polygon	5	Çiftlik	C5Ard2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	I	s	2s	d2	Ar	t0	5,36
56	Polygon	5	Çiftlik	C5Ard2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	I	s	2s	d2	Ar	t0	0,07
57	Polygon	5	Çiftlik	C5Ard2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	I	s	2s	d2	Ar	t0	13,56
65	Polygon	5	Çiftlik	C5B2d2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	es	2ts	d2	B2	t0	28,88
66	Polygon	5	Çiftlik	C5B2d2	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	III	es	2ts	d2	B2	t0	61,17
69	Polygon	5	Çiftlik	C5Ad1	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	s	2s	d1	A	t0	6,54
70	Polygon	5	Çiftlik	C5Ad1	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	s	2s	d1	A	t0	38,1
78	Polygon	5	Çiftlik	C5B2d2t1	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	es	2ts	d2	B2	t1	141,65
79	Polygon	0	Çiftlik	C5B2d2t1	YAMAC	Vertisol	Eutric Vertisol	İİİİİ	II	es	2ts	d2	B2	t1	63,5

Şekil 4.5. ZF-TUAM arazisi toprak haritası öznitelik tablosu ve seçilen özellikler

Toprak serileri haritası her bir haritalama ünitesi için veri tabanına girilmiş ve Şekil 4.5’ de gösterildiği gibi seçilmiş toprak serileri, arazi yetenek (AKK), sulu tarıma uygunluk (SAT) ve derinlik sınıfları gibi toprak özelliklerinin öznitelik değerlerine göre yeniden sınıflandırılarak, haritaları oluşturulmuş ve her bir toprak haritasına ait alansal ve oransal veriler üretilmiştir.

#### 4.2.1. ZF-TUAM arazileri toprak serileri haritası

Sayısal toprak haritasının seri sınıflarına göre yeniden sınıflandırılması ile üretilen ZF-TUAM arazileri toprak serileri haritası Şekil 4.6, toprak serilerinin alansal ve oransal dağılım sonuçları ise Çizelge 4.3’de sunulmuştur.



**Şekil 4.6.** ZF-TUAM arazisi toprak seri haritası.

Şekil 4.6 ve Çizelge 4.3 incelendiğinde Aksoy ve ark. (2001) tarafından yürütülen toprak etüd ve haritalama çalışmaları sırasında U.Ü. yerleşkesinde belirlenmiş olan 25 toprak serisinden 17'sinin değişen oranlarda ZF-TUAM arazisi kapsamında yayılım gösterdiği saptanabilir.

Toplam olarak 3145 dekar alan kaplayan ZF-TUAM arazisinin %28,5'ni yani 895,5 dekarını Çiftlik serisi toprakları oluşturmaktadır. Çiftlik serisi topraklarını %14,2'lik oran ve 444,9 dekar ile Açma ve %12 oran ve 377,7 dekar ile Taşköprü serileri takip etmektedir (Çizelge 4.3).

**Çizelge 4.3** ZF-TUAM arazileri toprak serilerinin alansal ve oransal dağılımları.

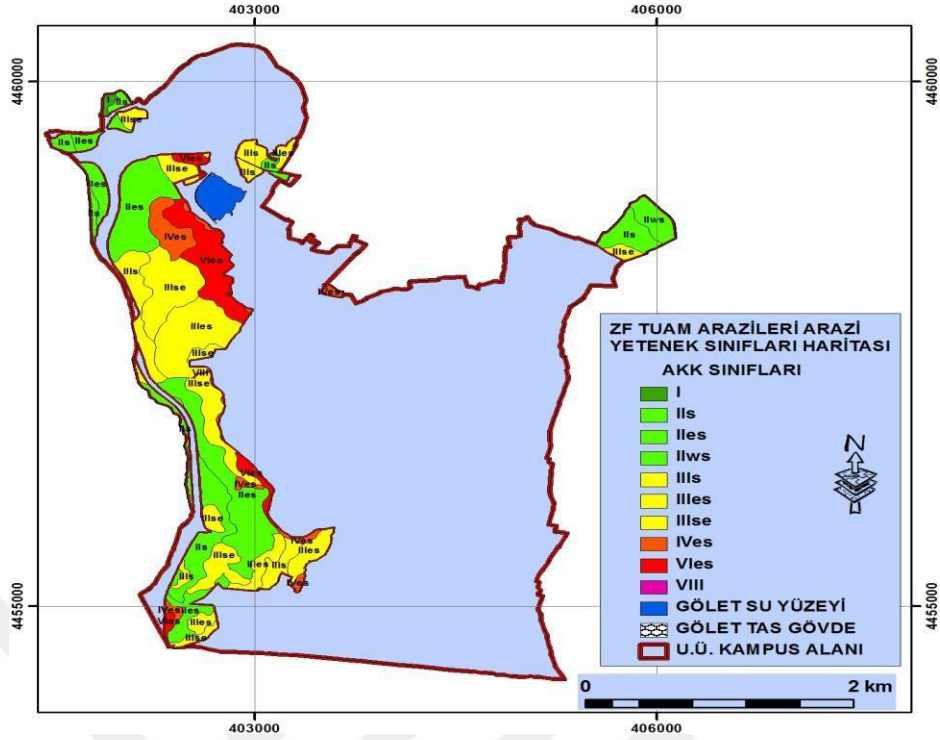
<b>ADI</b>	<b>Alan ( da )</b>	<b>ORAN ( % )</b>
<b>Açma</b>	444,88	14,15
<b>Akçeşme</b>	25,62	0,81
<b>Ayvaldere</b>	77,63	2,47
<b>Büyükarla</b>	351,58	11,18
<b>Çeşitli Arazi</b>	2,18	0,07
<b>Çiftlik</b>	895,48	28,47
<b>Göbelye</b>	59,82	1,90
<b>Görükle</b>	26,20	0,83
<b>Isı</b>	125,83	4,00
<b>Kampüs</b>	30,54	0,97
<b>Karayerler</b>	118,33	3,76
<b>Kokarca</b>	0,60	0,02
<b>Kurudere</b>	369,55	11,75
<b>Nalbant</b>	50,02	1,59
<b>Nilüfer</b>	50,12	1,59
<b>Nülferyanı</b>	98,12	3,12
<b>Taşköprü</b>	377,68	12,01
<b>Üçoluk</b>	40,85	1,30

Çeşitli araziler (erozyona uğramış eski dere oyuntuları) ile Kokarca, Görükle, Kampüs ve Akçeşme serisi topraklarının ZF-TUAM arazileri içerisinde kapladıkları alanlar çok küçük olup dolayısı ile yayılım oranları %1'den daha azdır.

#### **4.2.2. ZF-TUAM arazileri yetenek sınıfları haritası**

Sayısal toprak haritasının öznitelik tablosunda arazi yetenek sınıfları değerlerine göre yeniden sınıflandırılması ile ZF-TUAM arazileri arazi yetenek sınıfları haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.7). Arazi yetenek sınıflarının ArcGIS yazılımının tablo hesaplama aracı ile hesaplanan alansal ve oransal dağılım sonuçları ise Çizelge 4.4 'de sunulduğu gibidir.





Şekil 4.7. ZF-TUAM arazisi arazi yetenek sınıfları haritası.

Çizelge 4.4. ZF-TUAM arazileri AKK sınıfları, alansal ve oransal dağılımları.

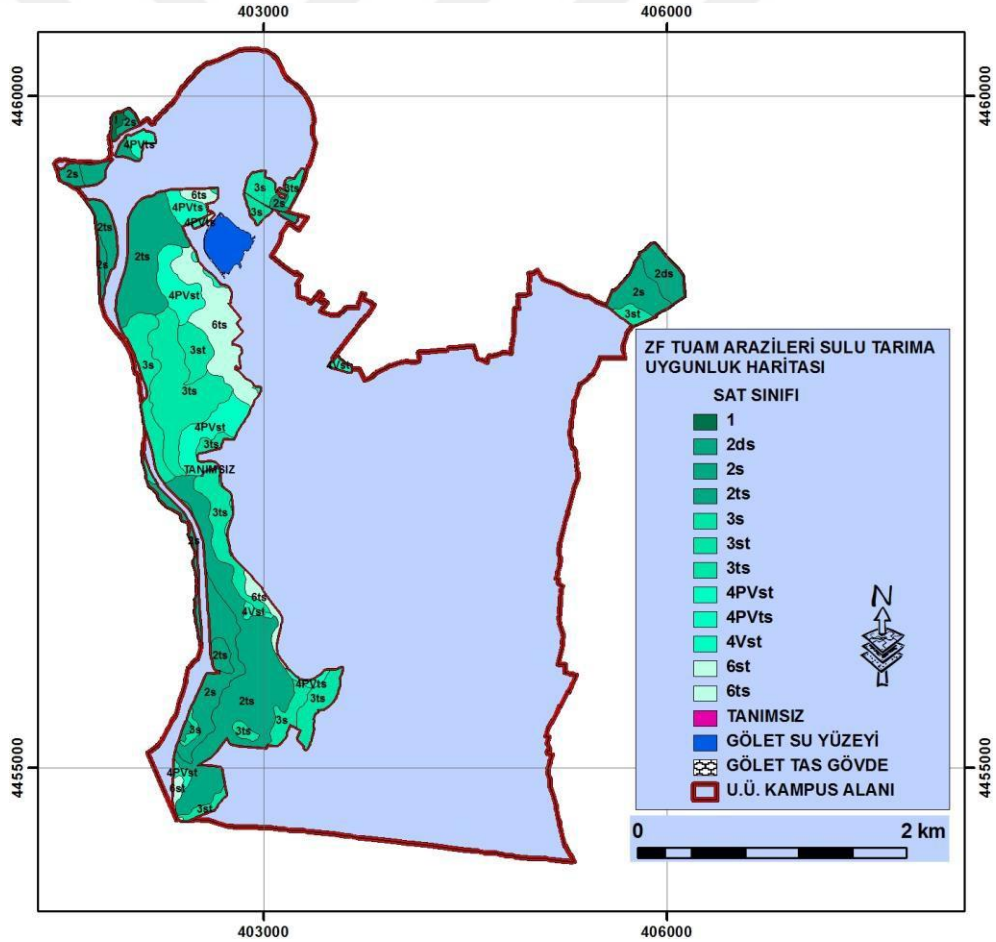
Arazi Kullanım Kabiliyeti (AKK)	TOPRAK İŞLEMELİ TARIMA UYGUNLUK	AKK SINIFLARI	ALAN ( da )	ORAN %
I	Çok uygun	I. Sınıf tarım arazileri	12,24	0,39
IIs			383,61	12,20
IIses	Uygun	II. sınıf tarım arazileri	808,10	25,69
IIws			77,63	2,47
IIIIs			271,40	8,63
IIIses	Orta uygun	III. sınıf tarım arazileri	632,79	20,12
IIIses			471,36	14,99
IVses	Az uygun	IV. sınıf tarım arazileri	176,82	5,62
VIses		VI. sınıf araziler	308,86	9,82
VIII	Uygun değil	VIII. sınıf araziler	2,18	0,07

ZF-TUAM arazileri kapsamında toprak işlemeli tarıma uygun sorunsuz I. ve II. sınıf tarım arazileri 1281,6 dekar alan kaplamaktadır. ZF-TUAM arazilerinin %40,8' si dik eğim, toprak sağlığı, drenaj bozukluğu gibi tarımsal üretimi kısıtlayan olumsuz özelliklere sahip olmayan arazilerden oluşmaktadır. Ziraat Fakültesi Tarımsal

Uygulama ve Araştırma Merkezi arazilerinin %90,1'i yani 2834 dekarı toprak işlemeli tarımsal üretime uygun I., II.,III. ve IV. sınıf arazilerden oluşmaktadır (Çizelge 4.4). Toprak işlemeli tarıma uygun olmayan araziler ZF-TUAM arazileri içerisinde sadece %9,9'luk bir orana (311 dekar) sahiptir.

#### 4.2.3. ZF-TUAM arazileri sulu tarıma uygunluk sınıfları haritası

Sayısal toprak haritasının öznitelik tablosunda sulu tarıma uygunluk sınıflarına göre yeniden sınıflandırılması ile ZF-TUAM arazileri sulu tarıma uygunluk sınıfları haritası (Şekil 4.8) oluşturularak sulu tarıma uygunluk sınıflarının ArcGIS yazılımının tablo hesaplama aracı ile hesaplanan alansal ve oransal dağılım sonuçları ise Çizelge 4.5'de sunulmuştur.



Şekil 4.8. ZF-TUAM arazisi sulu tarıma uygunluk sınıfları haritası.

**Çizelge 4.5.** ZF-TUAM arazileri sulu tarıma uygunluk sınıflarının alansal ve oransal dağılımları.

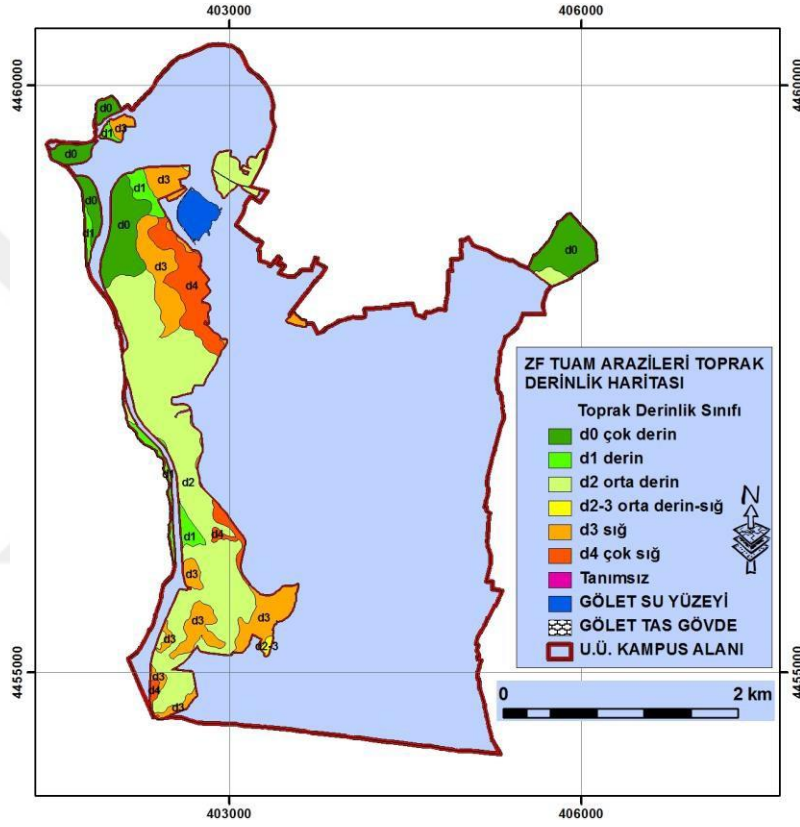
SULU TARIMA UYGUNLUK SINIFI (SAT)	SULU TARIMA UYGUNLUK	SULU TARIMA UYGUNLUK SINIFLARI	ALAN ( da )	ORAN ( % )
<b>I</b>	Çok uygun	1. Sınıf sulu tarıma uygun	12,24	0,39
<b>2s</b>		2. Sınıf sulu tarıma uygun	383,61	12,20
<b>2ds</b>	Orta uygun	2. Sınıf sulu tarıma uygun	77,63	2,47
<b>2ts</b>		2. Sınıf sulu tarıma uygun	1006,01	31,99
<b>3s</b>	Az uygun	3. Sınıf sulu tarıma uygun	272,93	8,68
<b>3st</b>		3. Sınıf sulu tarıma uygun	122,28	3,89
<b>3ts</b>		3. Sınıf sulu tarıma uygun	587,75	18,69
<b>4PVst</b>	Şartlı uygun	4. Sınıf sulu tarıma şartlı uygun	260,07	8,27
<b>4PVts</b>		4. Sınıf sulu tarıma şartlı uygun	89,56	2,85
<b>4Vst</b>		4. Sınıf sulu tarıma şartlı uygun	21,86	0,70
<b>6st</b>	Uygun Değil	6. Sınıf sulu tarıma uygun değil	12,42	0,39
<b>6ts</b>		6. Sınıf sulu tarıma uygun değil	296,45	9,43
<b>TANIMSIZ</b>			2,18	0,07

ZF-TUAM arazileri kapsamında sulu tarıma uygun sorunsuz 1. ve 2. sınıf araziler 1479,5 dekar alan kapsamaktadır. Yani ZF-TUAM arazilerinin %47'si sulu koşullarda tarımsal üretimi kısıtlayan ciddi sorunlara sahip olmayan arazilerden oluşmaktadır. Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazilerinin %78,3'ü yani 2462,5 dekarı sulu koşullarda tarımsal üretime uygun 1., 2. ve 3. sınıf arazilerdir (Çizelge 4.5).

Toprak işlemeli tarıma uygun olmayan ancak meyve, sebze, baklagil veya yem bitkileri vb. ürünlerin yetiştirilmesi koşuluyla sulu tarım yapılabilecek sulu tarıma şartlı uygun (4. sınıf) araziler ZF-TUAM arazilerinin %11,8'ni (371,5 dekar) oluştururken, sulu tarıma uygun olmayan araziler ise %9,8'lik bir orana ve 308,9 dekar alana sahiptir.

#### 4.2.4. ZF-TUAM arazileri toprak derinliği sınıfları haritası

Sayısal toprak haritasının öznitelik tablosunda toprak derinlik sınıflarına (Soil Survey Manual 1993) göre sınıflandırılması ile ZF-TUAM arazileri toprak derinlik sınıfları haritası (Şekil 4.9) oluşturularak toprak derinlik sınıflarının ArcGIS yazılımının tablo hesaplama aracı ile hesaplanan alansal ve oransal dağılım sonuçları ise Çizelge 4.6'da sunulmuştur.



Şekil 4.9. ZF-TUAM arazisi toprak derinlik sınıfları haritası.

Çizelge 4.6. ZF-TUAM arazileri toprak derinlik sınıflarının alansal ve oransal dağılımları.

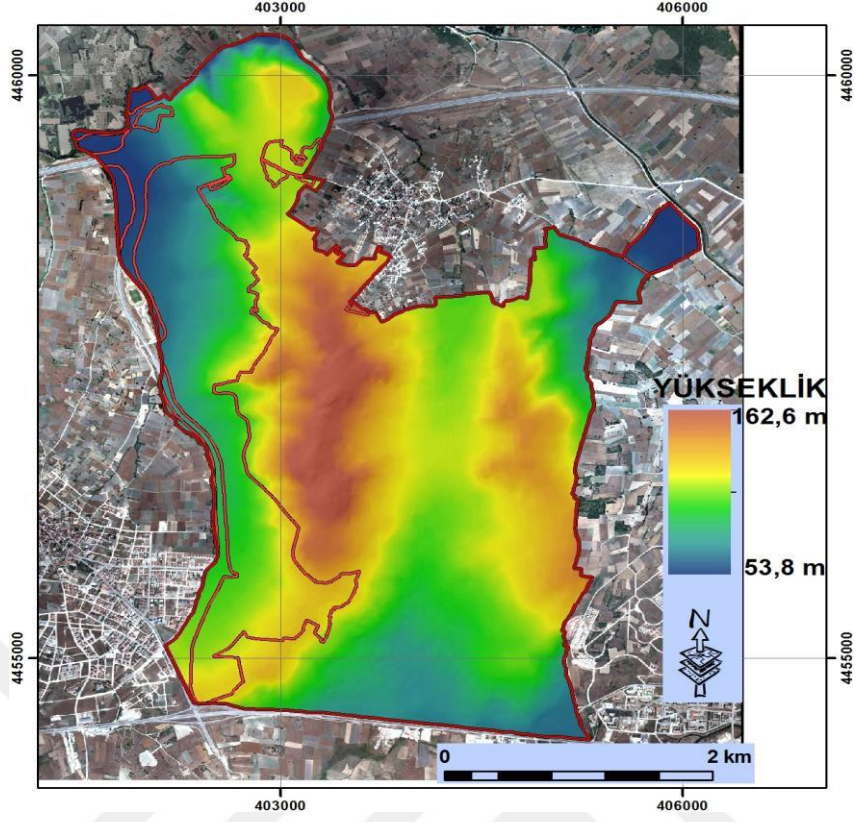
DERİNLİK SINIFLARI (cm)	ALAN (da)	ORAN (%)
d <sub>0</sub> :Çok derin (150 +)	528,11	16,79
d <sub>1</sub> : Derin (100-150)	149,28	4,75
d <sub>2</sub> : orta derin (50-100)	1542,78	49,05
d <sub>2-3</sub> :orta derin-sığ	8,96	0,28
d <sub>3</sub> :Sığ (25-50)	614,76	19,55
d <sub>4</sub> : Çok sığ (10-25)	298,94	9,51
Tanımsız	2,18	0,07

ZF-TUAM arazileri kapsamında sulu tarıma uygun sorunsuz 1. ve 2. sınıf araziler 677,5 dekar alan kapsamaktadır. Yani ZF-TUAM arazilerinin %21,5'i iklim koşullarının izin verdiği tüm ürünlerin yetiştiriciliğinin yapılabileceği çok derin ve derin topraklardan oluşmaktadır. Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi arazilerinin yaklaşık %50'si; 1542,8 dekarı orta derin topraklardan oluşmaktadır (Çizelge 4.6). Toprak işlemeli tarımın yapılmaması gereken, doğal hayata terk edilmesi veya sadece çayır-mera, yem bitkileri vb. ürünlerin yetiştirilmesine uygun sığ ve çok sığ topraklara sahip araziler ZF-TUAM arazilerinin %29,06'sını yani 913,7 dekarını oluşturmaktadır.

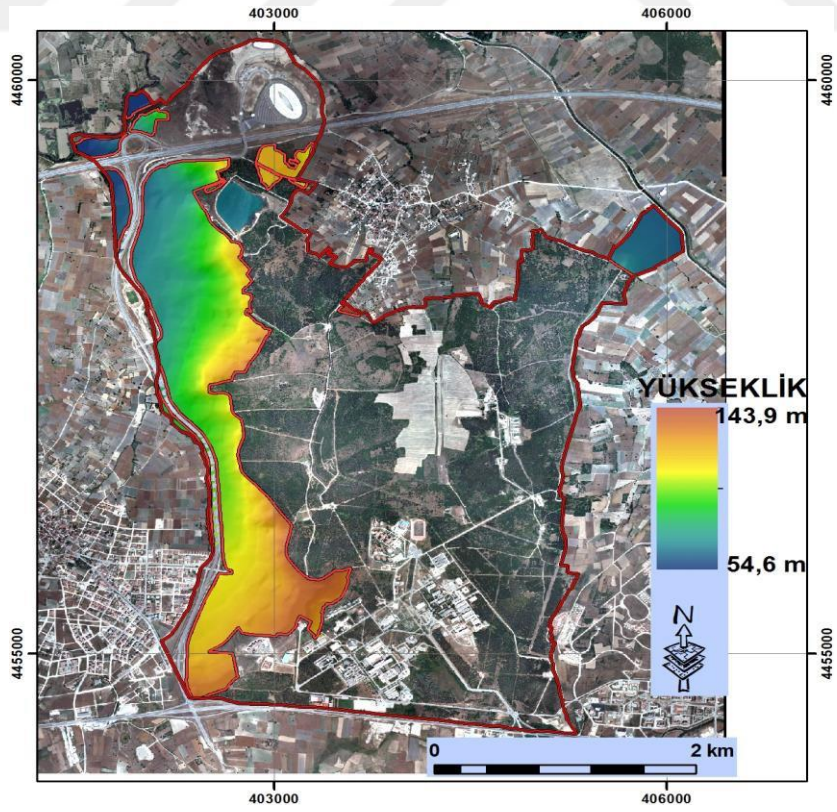
#### **4.2.5 ZF-TUAM arazilerinin sayısal yükseklik modeli ve eğim haritası ve veritabanı**

ZF-TUAM arazilerinin sayısal yükseklik modeli ve eğim haritalarının oluşturulması için temel alınacak sayısal eş yükselti eğrileri Sezgin (2006) tarafından bütünleştirilmiş olan Uludağ Üniversitesi yerleşkesine ait siyah-beyaz 1:5000 ölçekli orto-foto haritalarından 5 m aralıklı deniz seviyesine göre yükseklikleri gösteren eğrilerinin sayısallaştırılması yoluyla elde edilmiştir. Elde edilen sayısal eş yükselti eğrileri ArcGIS yazılımının 3B analiz modülü içerisinde eş yükselti eğrilerinden sayısal yükseklik modeli oluşturma komutu (topo to raster) yardımıyla U.Ü yerleşke alanına ait sayısal yükseklik modeli (SYM) oluşturulmuş (Şekil 4.10), oluşturulan UÜ. yerleşke alanı sayısal yükseklik modeli ise ZF-TUAM arazisi kapsamında kesilerek ZF-TUAM SYM'i üretilmiştir (Şekil 4.11). Şekil 4.11 incelendiğinde ZF-TUAM arazilerinin deniz seviyesinden yüksekliklerinin 54,6 m - 143,9 m arasında değiştiği görülebilir. Ziraat Fakültesi TUAM arazileri 162,6 m yüksekliğindeki kuzeydoğu - güneybatı doğrultusunda uzanan Dikilitaş tepesinin hafif eğimli yamaçlarında ve etek arazilerinde yer almaktadır. ZF-TUAM arazisi SYM raster yüzeyler oluşturma komutlarından eğim yüzeyi oluşturma ve yeniden sınıflandırma komutları kullanılarak eğim sınıfları haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.12).



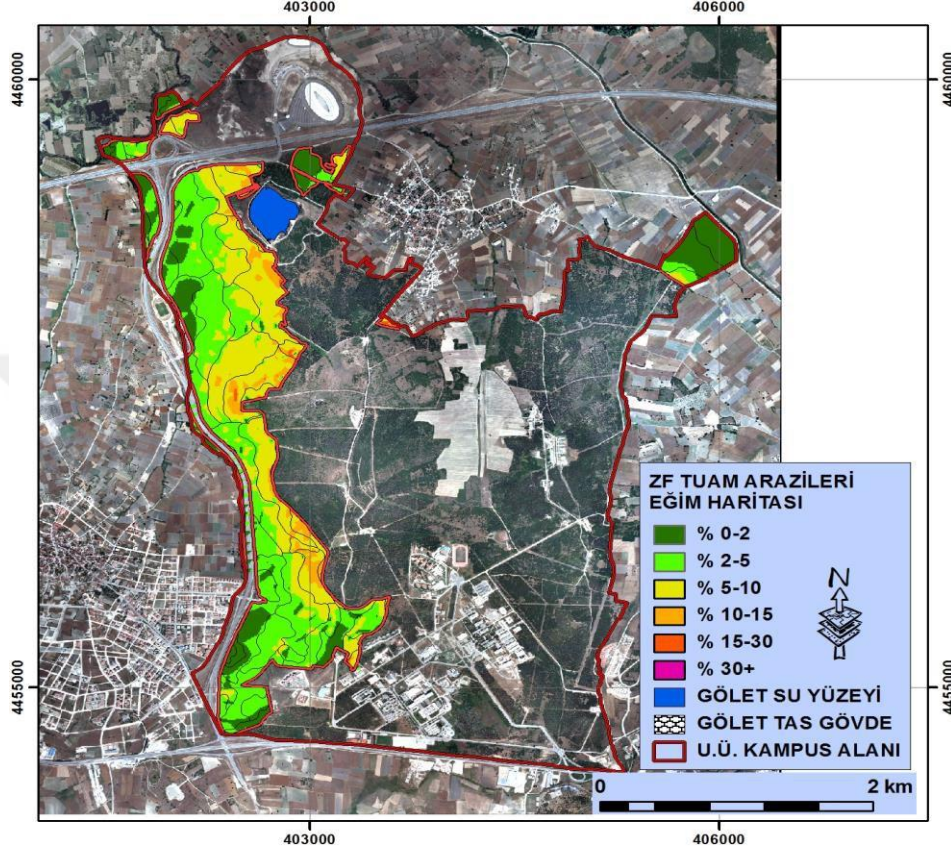


Şekil 4.10. U.Ü. yerleşkesi arazisi sayısal yükseklik modeli ve ZF-TUAM arazisi.



Şekil 4.11. ZF-TUAM arazisi sayısal yükseklik modeli.

Eğim sınıflarının oluşturulmasında Soil Survey Manual (1993)'de verilen eğim sınır değerleri kullanılmıştır. Eğim sınıfları haritasından tablo hesaplama işlemi ile ZF-TUAM arazilerinin eğim sınıflarına ait alansal ve oransal dağılım sonuçları üretilmiştir (Çizelge 4.7).



Şekil 4.12. ZF-TUAM arazisi eğim sınıfları haritası.

Çizelge 4.7. ZF-TUAM arazileri eğim sınıflarının alansal ve oransal dağılımları.

EGİM ( % )	EĞİM SINIFLARI	ALAN ( da)	ORAN ( %)
0-2	Düz düze yakın	629,50	19,80
2-5	Hafif eğimli	1296,40	40,78
5-10	Orta eğimli	1048,70	32,99
10-15	Tepelik	188,40	5,93
15-30	Dik Eğimli	15,60	0,49
30+	Çok dik eğimli	0,30	0,01

ZF-TUAM arazileri kapsamında düz ve düze yakın araziler (%0-2; %2-5) araştırma ve uygulama merkezi arazilerinin %60,6'nı yani 1925,9 dekarını oluşturmaktadır. Bu durumda arazilerin yarısından fazlasında eğim tarımsal üretim için ciddi sorunlar

oluşturmayacak kadar düz ve düze yakındır. Dikkatli tarımsal üretim yapılması gereken, ciddi toprak koruma önlemlerinin alınmasını zorunlu kılan orta eğimli (%5-10) araziler Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi'nin %33'nü (1048,7 dekar) oluşturmaktadır (Çizelge 4.7).

Toprak işlemeli tarımın yapılmaması gereken ve sadece çayır-mera, yem bitkileri veya toprak derinliğinin yeterli olduğu alanlarda bağ bahçe vb. ürünlerin yetiştirilmesine uygun tepelik eğimli arazilerin araştırma ve uygulama merkezi arazilerindeki oranı sadece %5,9 yani 188,4 dekadır. Doğal hayata terk edilmesi gereken ve ağaçlandırılması gerekecek kadar dik ve çok dik eğimli olan arazilerin oranı ve kapladığı alan ise çok düşüktür (%0,5; 15,9 dekar),(Çizelge 4.7).



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada ZF-TUAM arazilerinin güncel arazi örtü / arazi kullanım durumu UA ve CBS teknikleri kullanılarak haritalandırılmıştır. Ayrıca çalışma alanı ile ilgili daha önce yapılmış olan toprak haritası, eğim haritası, sulu tarıma uygunluk haritası, AKK sınıfları haritası, arazi kullanım durumu haritası bir bilgi sistemi içinde toplanmış, eksiklikleri giderilmiş, gerekli güncellemeleri ve düzeltmeleri yapılmış ve ZF-TUAM yönetiminin kullanacağı parsel haritaları üretilmiştir. Bu çalışma ile (1) arazi örtü / arazi kullanımı, toprak ve topoğrafya karakteristiklerine ait sayısal verilerin üretilmesinde; (2) çok amaçlı veri üretimi ve analizinde temel altlık olarak kullanılabilir, güncellenebilir ve paylaşılabilir veri tabanlarının doğru, hızlı ve daha ekonomik olarak üretilmesinde sayısal hava fotoğrafları, orto-foto haritaları, Worldview-2 uydu verileri ve coğrafi bilgi sistemi tekniklerinin uygulanması olanakları araştırılmıştır.

Bu amaçla Sezgin (2006) tarafından oluşturulan Uludağ Üniversitesi yerleşkesine ait 1984 yılı 1:5000 ölçekli sayısal siyah-beyaz orto-fotolar, 0,5 m x 0,5 m yersel çözünürlüklü 2010 yılı renkli sayısal hava fotoğrafları, 2011 yılı Worldview-2 uydu görüntüleri ile daha önce üretilmiş toprak haritası ve raporları araştırmada temel kartoğrafik veriler olarak kullanılmıştır. Sonuçta ZF-TUAM arazilerinin 2011 yılına ait arazi örtü / arazi kullanım türleri ve sınıfları bilgisayar ortamında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistem teknikleri kullanılarak üretilmiş ve haritaları oluşturulmuştur. Temel kartoğrafik materyal olarak kullanılan sayısal ve sayısal olmayan verilerin bilgisayar ortamına alınması, çizgisel ve alansal haritaların ve ilişkisel öznitelik tablolarının oluşturulması, öznitelik tablolarında yer verilen arazi örtü / arazi kullanım türlerinin gruplandırılmış sınıflarına göre üretilmiş olan poligonal haritalarının yeniden sınıflandırılması ve sonuç haritalarının oluşturulması aşamalarında elde edilen sonuçlar, karşılaşılan sorunlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

Söz konusu haritalara ek olarak Aksoy ve ark. (2001a) tarafından üretilmiş U.Ü. yerleşkesi toprak haritalarından ZF-TUAM arazileri sınırlarını kesmiş ve her bir haritalama ünitesine ait veritabanı oluşturulmuştur. Toprak haritası, oluşturulan veri tabanındaki toprak serileri, arazi yetenek, sulu tarıma uygunluk, derinlik sınıfları gibi

toprak karakteristiklerine ilişkin oluşturulan haritalar ve haritalardan elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Bunlara ek olarak oluşturulan sayısal yükseklik modeli temel alınarak Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Çiftliği arazilerinin deniz seviyesinden yüksekliği, eğim sınıfları gibi topoğrafik ve jeomorfolojik özellikleri tartışılmıştır.

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemlerinin en önemli avantajı ilgilenilen alana ait konumsal ve konumsal olmayan verilerin yeniden üretilerek veya var olan verilerin yeniden işlenerek bilgisayar ortamına alınabilmesi, bunların birbirleri ve sayısal uydu görüntüleri ile ilişkilendirilmesi, analizi ve çıktı oluşturulabilmesi için gereksinilen tüm araçlara sahip olmasıdır.

Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi tekniklerinin uygulanması sırasında en zaman alıcı ve dikkat gerektiren işlem verilerin uygun formatta ve koordinat sistemlerinde bilgisayar ortamına alınması ve ilişkisel veri tabanlarının oluşturulmasıdır. Çalışmada yapılacak işlemlerin doğru ve hızlı bir biçimde yapılabilmesinin en önemli nedeni araştırmada kullanılan hava fotoğraflarının, uydu görüntülerinin, sayısal orto-foto ve toprak haritalarının sayısal ortamda UTM ED50 3° koordinat sisteminde sağlanabilmiş olmasıdır.

Uydu görüntülerinin temin edilmesi sırasında, arazi örtü / arazi kullanım türleri sınırlarının doğru biçimde belirlenmesi aşamasında sınıflandırma ve ayırım olasılığını artırmak için tüm bandların (mavi, yeşil, kırmızı ve kızılötesi) olanaklar ölçüsünde dikey olarak (düşük eğimle 10°'den küçük) algılanmış olmasına dikkat edilmelidir. Bu çalışmada kullanılan tüm görüntüler daha önce temin edilmiş görüntüler olduğundan yukarıda açıklanan kriterlere uygun olmayan özelliklerden kaynaklanan yorumlama ve sınıflandırma hataları 2010 yılı renkli hava fotoğrafları ile Worldview-2 uydu verilerinin birlikte kullanılmasını ve yorumlanmasını zorunlu kılmıştır. Worldview-2 uydu görüntüsünün eğik algılanmasından kaynaklanan gölge oluşumuna bağlı konum hataları sayısal hava fotoğraflarının kullanılması ile giderilmiş ve özellikle yüksek binaların konumsal doğruluğu artırılmıştır.

Herhangi bir konumsal verinin CBS ortamında kullanılabilmesi veriyi oluşturan nokta, çizgi ve alansal unsurlardaki hataların giderilmesine, tanımlamalarının benzersiz bir biçimde yapılmış olmasına yani topolojilerinin 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 zaman ve işgücünün de 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 ve standart koordinat sistemine 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 kullanılacaktır.

Araştırmada ayrıntılı olarak verildiği ve tartışıldığı gibi coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılarak bilgisayar ortamına alınan ve ilişkisel veri tabanı oluşturulan arazi örtü / arazi kullanım türleri haritalarından klasik yöntemlerle zaman alıcı ve zor bir işlem olan bireysel veya gruplandırılmış örtü / kullanım türlerine göre yeniden sınıflandırma ile üretilen alt tematik harita üretimi istatistiksel verilerinin elde edilmesi ve güncelleme işlemi CBS ortamında çok kısa bir sürede ve doğru bir biçimde yapılabilmektedir.

Ayrıca CBS ortamında basılı veya sayısal topoğrafik harita, orto-fotolar gibi herhangi bir konumun deniz seviyesinden yüksekliğini gösteren veri kaynağından eşyüksekti eğrilerinin sayısallaştırılması ve interpolasyonu ile elde edilen sayısal yükseklik modeli verilerinden çalışma alanının eğim, bakı, gölge, yükseklik gibi topoğrafik özelliklerine ilişkin veriler kolaylıkla üretilebilmektedir. Bu veriler arazi örtü / arazi kullanım türleri

haritaları ile karşılaştırılarak planlama amaçlı karmaşık analizler yapılabilmekte ve ilişkiler araştırılabilmektedir.

Bu amaçla U.Ü. yerleşke alanı için bütünleştirilmiş orto-foto haritalardaki 5 m aralıklı eş yükselti eğrileri temel alınarak ZF-TUAM arazilerinin SYM, SYM verileri kullanılarak çalışma alanının eğim haritaları oluşturulmuştur. ZF-TUAM arazileri için veri tabanına girilen SYM verileri görünürlük, bakı, gölge, 3 boyutlu görüntüler gibi birçok verinin oluşturulması için kullanılabilir doğruluk ve detayda üretilmiştir.

Bu araştırmanın yürütülmesi sırasında kullanılan ArcGIS yazılımı, 1:5000 ölçekli ortofotoların, topoğrafik haritaların ve sayısal uydu verilerinin taranmasında, ekrandan sayısallaştırılmasında CD-DVD-ROM ve klavye aracılığıyla bilgisayar ortamına alınmasında, mozaik görüntülerinin ve ilişkili öznitelik tablolarının oluşturulmasında, her bir haritanın haritalama ünitelerini tanımlayan öznitelik tablosundaki karakteristikler temel alınarak yazılımın harita ve tablo hesaplama modülleri aracılığıyla yeniden sınıflandırmasında, interpolasyon, karşılaştırma, kesişim ve sınıflandırma tabloları oluşturulması gibi işlemlerin yerine getirilmesinde kullanıcıya büyük kolaylık sağlayan araçlar sunmaktadır. Ayrıca yüksek hacimli birden fazla verinin (raster formda; harita, hava fotoğrafı, görüntü, vektör formda; nokta, çizgi, poligon) ve ilişkili tabloların birlikte kullanılmasına ve analizine de imkan vermektedir. Böylece araştırmanın sonuç haritaları olan ZF-TUAM arazilerinin arazi örtü / arazi kullanım türleri haritası, toprak haritası, eğim haritası hızlı ve doğru olarak üretilmiş, alansal ve oransal dağılımlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak herhangi bir alana ait konumsal ve konumsal olmayan verilerin elde edilmesi, bilgisayara girilmesi, ilişkiyel veri tabanlarının oluşturulması analizi ve çıktılarının üretilmesinde çok güçlü araçlar setine sahip olan coğrafi bilgi sistemlerinin özellikle 0,5 m x 0,5 m yersel çözünürlüklü renkli hava fotoğrafları ve Worldview-2 uydusu verileri gibi bireysel ağaçların bile tespitine olanak sağlayan sayısal uydu verileriyle arazi örtü / arazi kullanım türlerinin belirlenmesi, olumlu veya olumsuz değişimlerin saptanması, güncellenmesi çalışmalarının hızını ve doğruluğunu arttıracak, karar üretme süreçlerini kısaltacaktır. Böylece klasik sistemlerdeki verilerin üretilmesi,

arşivi ve yeniden çizilmesi sırasında insan gücü gereksinimini ve verim kayıplarını önleyebilecektir.

CBS ile oluşturulan bir bilgi sisteminin kullanılabilirliğinin artması ve daha çok kullanıcıya ulaşabilmesi, oluşturulan bilgi sisteminin sağlıklı bir altyapıya sahip olması, güncel tutulması, paylaşılabilir olması ve içerdiği bilgilerin zenginleştirilmesi ile sağlanabilir. Bu çalışma kapsamında yapılandırılan ZF-TUAM bilgi sistemi sağlıklı bir alt yapıya sahip, güncellenebilir ve paylaşılabilir özelliktedir. Bilgi sisteminin zenginleştirilmesi (örneğin; parsel bilgi sistemine kullanılan gübre cinsi, miktarı, hangi bitkinin ekildiği, verimi, kullanılan ilaç cinsi, miktarı vb. bilgilerin ayrı sütunlar şeklinde girilmesi) ile daha çok kullanıcıya ulaşması sağlanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Akbaş, F., Yıldız, H. 2004.** Toprak Özelliklerinin Haritalanmasında Jeostatistiksel Tekniklerin Kullanımı. 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 6-9 Ekim 2004.
- Aksoy, E., Çullu M.A., Ergün, H. 1997.** Bursa İlinde Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değışimlerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafik 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., Dırım, M.S., Tümsavaş, Z, Özsoy, G. 2001a.** Uludağ Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Oluşu, Önemli Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflandırılması. U.Ü. Araştırma Fonu Proje No:98/32, Bursa. 118s.
- Aksoy, E., Özsoy, G., Dırım, M.S., Tümsavaş, Z.. 2001b.** 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. 2002.** Uzaktan Algılama ve Coğrafik Bilgi Sistemlerine Giriş, Ders Notları. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa. 47 s.
- Altınbaş, Ü. 2003.** Tarımsal Alanlarda Yeni Tekniklerin Kullanımı-Uydu Teknolojisi-Çiftçi Dergisi sayı: 2, Eylül 2003.
- Aksoy E., Özsoy, G. 2004.** Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi arazilerinde arazi kullanım haritalaması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18;1:57-68.
- Aksoy, E., Özsoy, G., Dırım, M.S. 2009.** Soil mapping approach in GIS using Landsat satellite imagery and DEM data. African Journal of Agricultural Research, 4(11):1295-1302
- Anonim. 1974.** Ortalama ve Ekstrem Kıymetler, Meteoroloji Bülteni. D.M.İ. Genel Müdürlüğü. Bakanlık Basımevi, Ankara. 111-112 s.
- Anonim. 1981.** B.Ü. Ziraat Fakültesi Sahası ve Civarının Jeolojik Raporu. Topraksu G.M., Topraksu XVI. Bölge Müdürlüğü, 5 s.
- Anonim. 2014a.** Landsat 8 Data Documentation and Information. <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>. Erişim tarihi: 21.10.2014.
- Anonim. 2014b.** Spot satellite specifications and usage. <http://www.geo-airbusds.com/en/143-spot-satellite-imagery>. Erişim tarihi: 21.10.2014.
- Anonim. 2014c.** Geoeye international satellite world imagery representation: Specifics of geoeye. <http://geofuse.geoeye.com/landing/Default.aspx> Erişim tarihi: 21.10.2014.

- Anonim. 2014d.** Sattelite Ikonos information systems. <http://www.satimagingcorp.com>. Erişim tarihi: 21.10.2014.
- Anonim. 2014e.** The RapidEye Earth Observation satellites specifications. <https://earth.esa.int/web/guest/missions/3rd-party-missions/current-missions/rapideye>. Erişim tarihi: 21.10.2014.
- Anonim. 2014f.** Worldview 1-2-3 remote sensing imagery services WV2 specifications. <https://earthdata.nasa.gov/labs/worldview>. Erişim tarihi: 21.10.2014.
- Anonim. 2014g.** ESRI (Environmental Systems Resource Institute). 2014. ArcMap 10.0. ESRI, Redlands, California.
- Aranoff, S. 1989.** An Introduction to Geographic Information Systems. WDL Publications, Ottawa. 294 p.
- Buiten, H.J., Clevers, J.G.P.W. 1993.** Land observation By Remote Sensing Theory and Applications (Introduction). Gordon and Breach Science Publishers S.A., Netherlands, 642 p.
- Çelık, M., Saygin, Ö., Süer, A., Kinaci, O., Günay, E., Çaçtaş, E., Dal. F. 2004.** Şehir Planlamada Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Çalışmaları. Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi, 6-9 Ekim 2004, Fatih Üniversitesi, İstanbul.
- Dınc, U., S. ŐENOL. 1998.** Toprak Etüd ve Haritalama. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana, 94 s.
- Kaya, Ő., Musaoğlu, N. 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.
- Khalil, A., Hanich, L., Hakkou, R., Lepage, M. 2014.** GIS-based environmental database for assessing the mine pollution: A case study of an abandoned mine site in Morocco. *Journal Geochemical Exploration*, 47:335-342.
- Komesli, M. 2014.** Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Kullanım Alanları, ders notları. Yaşar Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, s 10-14. İstanbul.
- Korukçu, A., Yazgan, S., Gündoğdu, K. 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.
- Lenney, M.P., Woodcock, C.E., Collins, J.B., Hamdı, H. 1996.** The Status of Agricultural Lands in Egypt: The Use of Multitemporal NDVI Features Derived from Landsat TM. *Remote Sensing Of Environment*. 56, 8-20 s.

**Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. 1999.** Remote Sensing and Image Interpretation. Wiley & Sons, Incorporated, Chigago, USA, 457 p.

**McDowell, J. 2014** "Launch Log". Jonathan's Space Page.  
<http://planet4589.org/space/log/launchlog.txt>. (Erişim tarihi: 14.9.2014).

**Martin, D. 1991.** Geographic Information Systems and Their Socioeconomic Implications. Routledge, London, 284s.

**Meijer, A. 2002.** Geographical Information Systems and Public Accountability. OU Press, New London, USA, 568 s.

**Mukherjee, M., Schwabe, K.A. 2014.** Where's the salt? A spatial hedonic analysis of the value of groundwater to irrigated agriculture. *Agricultural Water Management*, 43: 12-25 s.

**Özsoy, G. 2001.** Uludağ Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Genesisi ve Sınıflandırılması. *Yüksek Lisans Tezi*. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı , Bursa.

**Phillips, N., Grubb, B. Aston, H. 2014 .** Detection of MH370 debris required a 'human eyeball operation'. Sydney Morning Herald.  
<http://www.smh.com.au/national/detection-of-mh370-debris-required-a-human-eyeball-operation-20140321-358rx.html#ixzz2wbj6cU6t> (Erişim tarihi: 22.9.2014)

**Pilon P. G., Howarth, P. J., Bullock, R.A., Odeniyi, R. O. 1998.** An Enhanced Classification Approach to Change Detection in Semiarid Environments. *Photogrametry Engineering and Remote Sensing*. 54: 1719- 1716 s.

**Ram, B., Kolarkar, A.S. 1993.** Remote Sensing Application in Monitoring Land-Use Changes in Arid Rajasthan. *International Journal of Remote Sensing*. 14, 3191-3220 s.

**Rigaux, P., Scholl, M., Voisard, A. 2002.** Representation of Spatial Objects: Spatial Databases With Application to GIS. Elsevier Science, San Francisco, ABD, 9-35 s.

**Rosenfeld, A., Kak, A.C. 1976.** Digital Picture Processing. New York: Academic Press, New York, USA, 457 s.

**Sabins, F. F. 1987.** Remote sensing; principles and interpretation. W. H. Freeman, New York, USA, 185 s.

**Scheirer, H., Brown, S., Schmidt, M., Shah, P., Shrestha, B., Nakorami, G., Subba, K., Wymann, S. 1994.** Environmental Auditing: Gaining Forest but Losing Ground: A GIS Evolution in A Himalayan Watershed. *Environmental Management*, 18 (1), 139-150 s.



**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*,173: 1-47 s.

**Sezgin, E. 2006.** Uzaktan Algılama (Ua) Ve Coğrafik Bilgi Sistemi (Cbs) Teknikleri Kullanılarak Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi'nde Arazi Örtüsü/Kullanım Türlerinin ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Bursa.

**Simonett, D.S., Reeves, R.G., Estes, J.E., Bertke, S.E., Sailer, C.T. 1983.** The Development and Principles of Remote Sensing. *Manual of Remote Sensing*. American Society of Photogrammetry, Falls Church Virginia, 1-32 s.

**Singh, A. 1986.** Change Detection in The Tropical Forest Environment of Northeastern India Using Landsat. *Remote Sensing and Tropical Land Management*, 44: 273-254 s.

**Soller, D.R., Price, S.D., Kempton, J.P., Berg, R.C. 1999.** Proposed guidelines for inclusion of digital map products in the National Geologic Map Database. Digital Mapping Techniques '99—Workshop Proceedings U.S. Geological Survey Open-File Report November, 1999, Washington City, USA.

**Sönmez, N.K., Sarı, M., Aksoy, E. 2007.** Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Ve Toprak Koruma Planının Oluşturulması: Antalya- Altınova Örneği. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1),11-22.

**Star, J., Estes, J. 1990.** Geographic information systems: An introduction. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 5-6 (45) s 461-463

**Vohland, M., Ludwig, M., Thiele-Bruhn, S., Ludwig, B. 2014.** Determination of soil properties with visible to near- and mid-infrared spectroscopy: Effects of spectral variable selection, *Geoderma*, 38(3): 28-35.

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

**Yomralıoğlu, T., Çelik. K. 1994.** Kentsel Bir Coğrafi Bilgi Sistemi Modelleme. I. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 21-25 Ekim 1994, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ekin Ulaş KARAATA  
Doğum Yeri ve Tarihi : Gaziantep / 1987  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Bursa Hürriyet Anadolu Lisesi / 2005  
Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Mühendisliği / 2011  
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü / 2015

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

İletişim (e-posta) : ekinulas@uludag.edu.tr

### Yayınları

**Aksoy, E., Özsoy, G., Karaata, E.U. 2013.** Ürün Alan ve Üretim (Verim) Tahminlerinde Uzaktan Algılama Teknikleri, Uludağ Üniversitesi 3. Bilgilendirme ve Ar-Ge Günleri, Poster Sunumu.

**Karaata, E.U., Öztüfekçi, S., Aksoy, E., Özsoy, G. 2014.** İnsansız Hava Aracı (Uav) ile Tarım Alanlarındaki Potansiyel Verim Kayıpları Erken Uyarı Sistemi, Uludağ Üniversitesi Teknoloji Transfer Ofisi ve ULUTEK Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Bilim ve Teknoloji Haftası Etkinlikleri, Proje Pazarı ve Patent Sergisi 12-14 Mart 2014, Poster Sunumu.

**Özsoy, G., Aksoy, E., Karaata, E.U. 2013.** Estimating Soil Loss of Doganci Dam Watershed, Northwest Turkey and Lifetime Analyze of Doganci Dam Using Multi-Year Remotely Sensed Data and GIS Techniques. Soil Water Journal. 2013. 2-1. S.927-936.

**Aksoy, E., Özsoy, G. Karaata, E.U. 2013.** Highway Destruction on Agricultural Lands and Natural Areas in Bursa Province, Turkey. Soil Water Journal. 2013. 2-2. S.1971-1978.

