



**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN
ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE ARAZİ
ÖRTÜSÜ/ALAN KULLANIM DEĞİŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ: BİNGÖL KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ**

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN

**Yüksek Lisans Tezi
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Prof. Dr. Sevgi YILMAZ
2019
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA
YÖNTEMLERİ İLE ARAZİ ÖRTÜSÜ/ALAN KULLANIM
DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ: BİNGÖL KENT MERKEZİ
ÖRNEĞİ

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

ERZURUM
2019

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ
İLE ARAZİ ÖRTÜSÜ/ALAN KULLANIM DEĞİŞİMLERİNİN
BELİRLENMESİ: BİNGÖL KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Sevgi YILMAZ danışmanlığında, Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN tarafından hazırlanan bu çalışma .07.../01.../2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (3./3) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Sevgi YILMAZ

İmza :

Üye : Doç. Dr. Metin DEMİR

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hüccet ULRAK

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 10.../01.../2019 tarih ve 02.../...26..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE ARAZİ ÖRTÜSÜ/ALAN KULLANIM DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİ: BİNGÖL KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Sevgi YILMAZ

Geçmiş çok eski tarihlere dayanan kentleşme, sanayi devrimi ve gelişen teknolojik faaliyetlerle birlikte çok hızlı bir değişim sergilemiştir. En kalıcı değişim ise yanlış alan kullanımdan kaynaklı olarak arazi örtüsü üzerinde gerçekleşmektedir. Bu nedenden dolayı kentlerin sağlıklı bir şekilde büyüebilmesi için sahip oldukları arazi örtüsünün sürdürülebilir kullanımını sağlayacak şekilde yönetilmesi ve planlaması gerekmektedir. Günümüzde zamanla gerçekleşen bu hızlı ve dinamik değişimi analiz edebilmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama yöntemleri etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Bu amaçla çalışmada 1985-2017 yılları arasındaki yaklaşık 32 yıllık süre içerisinde Bingöl kent merkezinde arazi örtüsü/alan kullanımında meydana gelen değişim uydu görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. 1985 ve 2000 yıllarına ait 30m konumsal çözünürlüğe sahip Landsat 4-5 TM ve 2017 yılına ait 10m konumsal çözünürlüğü olan Sentinel-2 uydu görüntüleri ile birlikte Arcgis 10.4.1 ve Erdas Imagine 2014 yazılımları kullanılarak değişim süreci değerlendirilmiştir. Uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve yöntem için kentsel alan, tarım alanı, yeşil alan, su kütleleri ve boş alan olmak üzere 5 ana sınıf belirlenmiştir. Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntüye doğruluk analizi uygulanmış ve 1985 yılına ait sınıflandırılmış görüntü için %95, 2000 yılına ait sınıflandırılmış görüntü için %96, 2017 yılına ait sınıflandırılmış görüntü için ise %92 doğruluk sonuçları elde edilmiştir. Bulgular sonucunda 1985 yılından 2017 yılına kadar Bingöl kent merkezinde kentsel alanlarda 512 ha miktarında bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Su varlığında 54 ha ve boş alanlarda 712 ha azalma, yeşil alan miktarında 231 ha ve tarım alanlarında 13 ha artış yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır. Arazi örtüsü üzerinde hangi alan kullanımının geliştiği belirlenmiş ve gelişim yönleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda gelecekteki büyümesi beklenen kent merkezi ile ilgili sürdürülebilir alan kullanımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2019, 97 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bingöl, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama Yöntemleri, Uydu görüntüleri, Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Değişimi.

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF LAND COVER/ LAND USE CHANGES WITH GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND REMOTE SENSING METHODS: BİNGÖL CITY CENTER EXAMPLE

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Sevgi YILMAZ

The urbanization, with its roots in ancient times, has rapidly changed with the industrial revolution and development of technological achievements. The most persistent change which happens to vegetation is due to improper land use. For a good urban growth, cities must be managed and planned to ensure the sustainable use of the vegetation. Today, Geographical Information Systems and Remote Sensing are effective methods for fast and dynamic analysis of changes,

To this aim, the change in land cover / land use in city center of Bingöl was investigated in timespan of 32 years between 1985-2017 using satellite images. The softwares used for the evaluation of the images for the years between 1985-2000 was Landsat 4-5 TM with a positional resolution of 30m, and Sentinel-2 satellite images with a spatial resolution of 10m using the ArcGIS 10.4.1 and Erdas Imagine 2014 software for 2017. Controlled classification method was applied to satellite images and 5 main classes were determined for this method: urban area, agricultural area, green area, water bodies and free space. Accuracy assesment was applied to the images obtained as a result of the classification and it was 95% for the classified image of 1985, 96% for the classified image for the year 2000 and 92% for the classified image of the year 2017. As a result of the findings, an increase of 512 ha was observed in the residential areas of Bingöl city from 1985 to 2107. In the presence of water, it was concluded that there were 54 ha and 712 ha decrease in free spaces, 231 ha in green area and 13 ha increase in agricultural areas. It was determined which land uses on land cover were developed and what the development ways were. Based on the results obtained, suggestions for sustainable land use were made about the city center which is expected to be expanded in the future.

2019, 97 pages

Keywords: Bingöl, Geographical Information Systems, Remote Sensing methods, Satellite imagery, land cover / land use change

TEŞEKKÜR

‘Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Arazi Örtüsü/Alan Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi: Bingöl Kent Merkezi Örneği’ başlıklı yüksek lisans tez çalışmamda mesleki bilgi, deneyimi ve yardımlarını esirgemeyen sayın danışman hocam Sayın Prof. Dr. Sevgi YILMAZ’a,

Çalışmam sırasında destekleri ile bana yön veren Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Süha BERBEROĞLU’na ve tez çalışmam esnasında yardımları olan Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarının tüm çalışanlarına,

Tez çalışmalarım sırasında yardımlarını ve hoşgörüsünü esirgemeyen Bingöl Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bilim Dalı Bölüm Başkanı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hüccet VURAL’a

Her konuda desteğini esirgemeyen sevgili ailem ve eşim Yalçın DOĞAN’a teşekkürü bir borç bilirim.

Sülem ŞENYİĞİT DOĞAN

Ocak, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri.....	3
1.2. Uzaktan Algılama Sistemleri.....	6
1.3. Uzaktan Algılama Sistemlerinde Çözünürlük.....	8
1.4. Uydu Sistemleri.....	10
1.5. Landsat Uydusu.....	11
1.6. Sentinel-2 Uydusu	13
1.7. Uydu Görüntülerinin İşlenmesi	14
1.7.1. Uydu görüntülerinde ön işlem.....	15
1.7.2. Uydu görüntülerinde sınıflama.....	15
1.7.3. Doğruluk analizi	17
1.7.4. Değişim analizi.....	17
2. KAYNAK ÖZETLERİ	19
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	29
3.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu ve Doğal Yapısı.....	29
3.2. Geçmişten Günümüze Bingöl Kent Merkezinde Yerleşim Alanları.....	40
3.3. Nüfus ve Sosyoekonomik Yapı.....	42
3.4. Veri Kaynakları, Kullanılan Yazılımlar ve Donanımlar	44
3.5. Yöntem	45
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	56
4.1. 1985-2000-2017 Yıllarına Ait Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntülerin Doğruluk Analizleri.....	56
4.2. 1985-2000-2017 Yılı Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı	58

4.2. 1985-2000 Yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişimi.....	69
4.3. 2000-2017 Yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişimi.....	71
4.4. 1985-2000-2017 Yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişimi.....	74
5. TARTIşMA ve SONUÇ.....	83
KAYNAKLAR	93
ÖZGEÇMİş	98



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

ha	hektar
km ²	kilometrekare

Kisaltmalar

AK	Alan Kullanımı
AÖ	Arazi Örtüsü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	Uzaktan Algılama

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Coğrafi bilgi sistemleri bileşenleri	4
Şekil 1.2. Raster veri (Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü)	6
Şekil 1.3. Pasif (a) ve Aktif algılayıcılara (b) ait sistem	8
Şekil 1.4. Mekansal çözünürlük kavramı.....	9
Şekil 1.5. Radyometrik çözünürlük kavramı	10
Şekil 1.6. Elektromanyetik spektrumda bulunan elektromanyetik dalgaların özellikleri	11
Şekil 3.1. Bingöl kent merkezine ait mücavir alan sınırına göre belirtilmiş çalışma alanı sınırı.....	29
Şekil 3.2. Bingöl kent merkezi genel görünüm	30
Şekil 3.3. Bingöl kent merkezi yükseklik haritası	31
Şekil 3.4. Bingöl kent merkezi eğim haritası.....	32
Şekil 3.5. Bingöl kent merkezi bakı grupları haritası	33
Şekil 3.6. Bingöl kent merkezinden geçen Çapakçur Çayı (a), Gayt Çayı (b)	34
Şekil 3.7. Bingöl kent merkezi Topoğrafik Nem İndeksi haritası	36
Şekil 3.8. Bingöl Uzundere Köyünde bulunan Çır Şelalesi.....	38
Şekil 3.9. Yüzen Adalar (2018 Ağustos)	39
Şekil 3.10. Kös Kaplıcaları (2018 Haziran).....	39
Şekil 3.11. Bingöl kentsel alanın gelişim dönemleri	41
Şekil 3.12. Bingöl merkez ilçe 1965-2017 yılları arası nüfus değişimi.....	42
Şekil 3.13. Çalışma yönteminin aşamaları.....	46
Şekil 3.14. Uydu görüntülerinin ERDAS İmagine 2014 programında birleştirilmesi....	48
Şekil 3.15. Çalışma alanının sınırlarının ERDAS İmagine 2014 yazılımında Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü üzerinde düzenlenmesi	49
Şekil 3.16. ERDAS İmagine 2014 yazılımı ile Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü üzerinde sınıflandırma işlemi	53
Şekil 3.17. 2017 sınıflandırılmış uydu görüntüsünün Erdas İmagine 2014 yazılımı ile doğruluk analizi aşamaları	54
Şekil 4.1. 1985 yılı Bingöl Kent merkezi arazi örtüsü/alan kullanım haritası.....	59

Şekil 4.2. Bingöl kent merkezi 1985 yılı arazi örtüsü/alan kullanım miktarları ve yüzdeleri	60
Şekil 4.3. 2000 yılı Bingöl kent merkezi arazi örtüsü/alan kullanım haritası.....	62
Şekil 4.4. Bingöl kent merkezi 2000 yılı arazi örtüsü/alan kullanım miktarları ve yüzdeleri	63
Şekil 4.5. 2017 yılı Bingöl kent merkezi arazi örtüsü/alan kullanım haritası.....	65
Şekil 4.6. Bingöl kent merkezi yerleşim alanlarına ait örnek alanlar (Nisan 2017)	66
Şekil 4.7. 2017 yılı Bingöl kent merkezi tarım alanlarına ait örnek alanlar (Nisan 2017).....	67
Şekil 4.8. Bingöl kent merkezinden geçen iki ana akarsu (a) Gayt Çayı (Eylül 2017) ve (b) Çapakçur Çayı (Mayıs 2017).....	67
Şekil 4.9. Bingöl kent merkezi boş alanlara ait örnek alanlar (Ekim 2017)	67
Şekil 4.10. Bingöl kent merkezi yeşil alanlar sınıfına ait örnek alanlar (2017 Ekim)....	68
Şekil 4.11. 2017 Yılı arazi örtüsü/alan kullanım yüzdeleri	69
Şekil 4.12. 1985-2000 yılları arası sınıfların alansal değişimi.....	70
Şekil 4.13. 2000-2017 yılları arası sınıfların alansal değişiminin grafiksel gösterimi ...	71
Şekil 4.14. Kent merkezinin kuzeyinde konumlu Bingöl Üniversitesinden görünüm ...	73
Şekil 4.15. Bingöl kent merkezi Bingöl Üniversitesi yakınlarında köy konutlarının yıkılıp tekrar inşa edilmesi	73
Şekil 4.16. 1985-2000-2017 yılları arası sınıfların alansal değişimin grafiksel gösterimi.....	74
Şekil 4.17. Bingöl Kent Merkezi 1985,2000 ve 2017 yılı Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı.....	75
Şekil 4.18. 2017 yılı Bingöl kent merkezi mahalle sınırları	76
Şekil 4.19. Bingöl Yenişehir mahallesi (Eylül 2017)	79
Şekil 4.20. Bingöl kent merkezi Kültür Mahallesi deprem konutlarından görünüm (Nisan 2016).....	80
Şekil 4.21. Recep Tayyip Erdoğan Mahallesi TOKİ Konutlarından görünüm (Eylül 2017).....	81
Şekil 4.22. Recep Tayyip Erdoğan Mahallesi konut inşaat alanları (Mart 2017).....	81
Şekil 5.1. Bingöl kenti için 1985-2017 yılları arası nüfusa bağlı kentleşme oranları.....	85

Şekil 5.2. Elazığ-Bingöl-Muş Karayolunun üzerindeki parsellerin niteliklerinin sorgulanması (Anonim 2018c)..... 89



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Landsat 4-5 TM uydusunun bant özellikleri.....	13
Çizelge 1.2. Sentinel-2 bant kombinasyonlarının yersel çözünürlükleri	14
Çizelge 3.1. Bingöl iline ait uzun yıllar ortalaması (1975-2015) ve 2016 yılına ait iklim verileri	37
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan alan kullanım sınıfları	50
Çizelge 4.1. 1985 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi	56
Çizelge 4.2. 2000 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi	57
Çizelge 4.3. 2017 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi	57
Çizelge 4.4. Bingöl kent merkezinde bulunan mahallelerin yüzölçüm, hane sayısı, nüfus ve nüfus yoğunluğu özellikleri	77

1. GİRİŞ

Arazi örtüsü (AÖ) dünya yüzeyinin tüm özelliklerini bulunduran alan olarak tanımlanmaktadır (Ramachandra and Bharath 2012). İnsan yaşamının var olmasından bu yana gerçekleştirdiği tüm faaliyetler arazi örtüsünün sunmuş olduğu kaynaklara bağlıdır. Arazi örtüsünün yetenek sınıflarına uygun kullanılmaması neticesinde, topraklar doğal özelliklerin yitirmektedirler. Orman, tarım veya mera alanlarının yerine yerleşim ve sanayi alanlarının büyümesi, toprakların verimsizleşmesine, katı atıklarla kirlenmesine neden olmaktadır (Öztürk vd 2010; Gülersoy 2014).

1800'lü yılların başında dünya üzerinde bulunan tüm kentlerde yaklaşık 50 milyon insan yaşamını sürdürmekteyken bu rakam 2 milyar sayıya ulaşarak önemli ölçüde artış göstermiştir. Fakat bu artışla birlikte dünya nüfusu giderek kentsel alanlarda yoğunlaşmaya başlamıştır. Türkiye'nin artan nüfusu 1950 yılları sonrasında kentlerde toplanmaya başlamış kentleşme oranı o yıllarda %29,0 iken, 2000 yılında %47,1 oranına kadar yükselmiştir (Çelebi 2018). TÜİK verilerine göre Türkiye'nin genel nüfusu 31 Aralık 2017 tarihi itibarıyla 80.810.525 kişi olup, kentleşme oranının ise %78,0 olduğu belirtilmiştir (TÜİK 2017). Dünya nüfusunun hızlı yükselişi ve gelişimi ile artan ihtiyaçların elde edilmesi isteğiyle araziye olan ihtiyaç gün geçtikçe artmakta ve bu da arazi üzerindeki baskıyı daha da etkin hale getirmektedir (Duran vd 2007; Denizdurduran 2012). Arazi örtüsündeki değişimin en büyük etkeni olarak yoğun tarım, ormansızlaşma, aşırı kentleşme gibi çoğu insan aktivitelerine dayanan faktörlerle ilişkilendirilebilmektedir.

Kentler, dünya yüzeyinin oransal olarak çok az miktarının kaplamış olmalarına rağmen arazi örtüsü üzerindeki değişimin yoğun olarak görüldüğü yerlerdir (Oğuz vd 2012).Kente ait doğal çevre bileşenlerinin sağladığı imkanlar, tarihsel ve kültürel etkenler, kentsel alanların değişim ve gelişim süreçlerini farklı bir hale getirebilmektedir. Diğer bir söylemle kentsel varlığın ve gelişme sürecinin temel bileşenleri; kentsel alan ve çevresine ait verimli toprak yapısı, uygun iklim şartları, su kaynaklarının varlığına bağlıdır (Kızılelma vd 2013). Kentlerde yaşanan aşırı nüfus

artışına bağlı hatalı yapılaşma ve yanlış arazi kullanımları, doğal kaynakların sürdürülebilir olmayacak şekilde kullanımı gibi kentler için birçok çevre sorunlarına sebep olmakta ve bu durum gelecekteki kent yaşamını tehdit etmektedir. Bu hıza uyum sağlamak için de yeni teknolojilere gereksinim duyulmaktadır. Bu durumda Uzaktan Algılama teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri önemli bir rol oynamaktadır (Caldia 2010).

Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) arazi örtüsündeki zamansal ve mekansal değişimin dağılımı ile ilgili bilgi üreten güçlü araçlardır (Carlson *et al.* 1999; Reis 2008). CBS değişim tespiti için gerekli dijital verilerin toplanması, saklanması, görüntülenmesi ve analiz edilmesi için geniş bir alan sağlamaktadır (Yomralıoğlu 2000; Reis 2008). CBS ve UA verilerinin entegrasyonu şeklinde kullanımı ile uydu verilerinin tematik analizinin gerçekleştirilmesi ve veri tabanının güncelleştirilmesi sağlanabilmektedir (Onur 2007). UA ile elde edilen görüntüler CBS için önemli veri kaynaklarını oluşturmaktadır (Ulbricht *et al.* 1998).

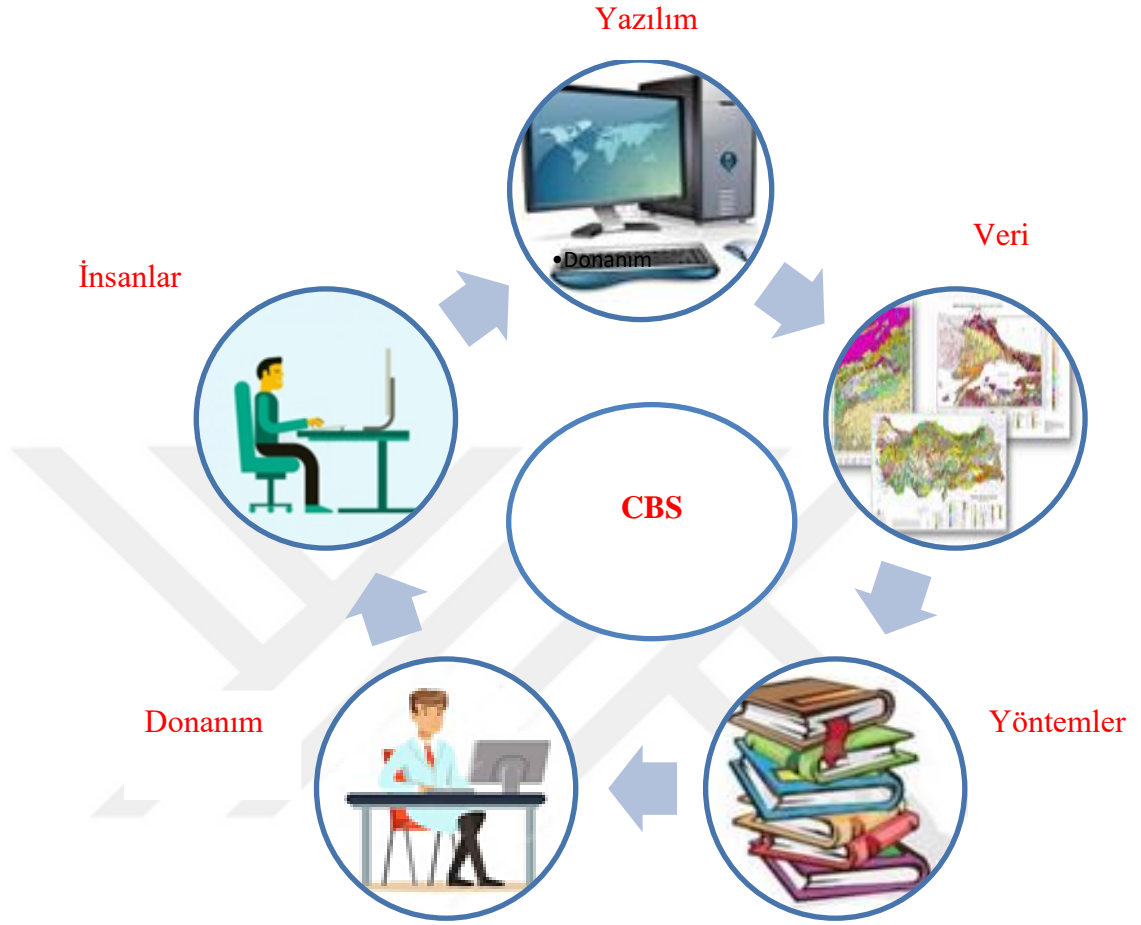
Planlama aşamasında en uygun kararı alabilmek, doğru bir zamanlama ile birlikte doğru değişim analizi yöntemleriyle mümkün olmakta ve böylelikle Dünya üzerindeki değişimlerin, doğal kaynaklar ve insan etkileşimlerinin ne yönde olduğu izlenebilmektedir. Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen veriler değişim analizlerinde son dönemlerde sıklıkla kullanılmaktadır ve birçok değişim analizi yöntemleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Geçmişte gerçekleştirilen çalışmalardan da anlaşılacak üzere, görüntü çıkarma, temel bileşenler analizi, sınıflama sonrası karşılaştırma çalışmaları değişim analizi çalışmalarında en sık kullanılan yöntemlerdir (Lu *et al.* 2004; Akın Tanrıöver 2011).

Kentlerin de insan hayatına benzer şekilde büyüme ve gelişme evreleri vardır (Şahap 2015). Kentsel planlama çalışmaları ile bu evrelerin entegrasyonunu sağlamak sağlıklı büyüyen kentler için büyük önem arz etmektedir.

Bingöl kenti sahip olduğu su kaynakları ve zengin doğal kaynakları ile ülkemiz için önemli değere sahiptir. Fakat son dönemlerde kent merkezi alanında yerleşim alanlarının hızlı artışı alan kullanımı (AK) değişimlerinin ne yönde değiştiği sorusunu düşündürmektedir. TÜİK verilerine göre Bingöl için 1965 yılında kentleşme oranı %13,6, 2000 yılında %48,7 ve 2017 yılında ise %64,3 olarak belirtilmiştir (TÜİK 2017). Geçmişten bugüne sürekli artış gösteren kentleşme oranı gelecekte de bu değişimi göstermesi arazi örtüsü üzerindeki baskının artmasına neden olabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda geçmişten günümüze kentsel gelişim dönemleri doğru bir şekilde analiz edilirse, ileri dönemdeki alansal gelişim için sürdürülebilir kullanım doğrultusunda daha planlı kararlar alınabilmektedir. Bu çalışmanın temel amacı Bingöl kent merkezinin 1985-2017 yılları arasındaki arazi örtüsü/alan kullanımındaki değişimini belirli periyotlarla tespit etmek, gelecek çalışmalara ışık tutması için elde edilen sonuçların kent merkezine olumlu veya olumsuz etkilerini analiz etmek ve geleceğe yönelik kentsel gelişimin ne yönde ilerlemesi gerektiği ile ilgili öneriler sunmaktır.

1.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), alana ait verilerin bir araya getirildiği, ne zaman istenilirse bilgiye erişildiği, uzaya ait bilgileri görüntüleyebilen, büyük orandaki coğrafi verileri depolayabilmemizi, birleştirebilmemizi, analiz etmemizi ve kontrol edebilmemizi sağlayan, planlama ve analiz çalışmaları ile ilgili sıkıntıların çözümüne katkıda bulunan, harita ve tabloların entegrasyonu için olanak sunabilen bilgisayar destekli programdır. CBS yalnızca yerbilimleri ile ilgili değil aynı zamanda insan ve yeryüzü ile ilgili yaklaşımları, mevcut arazi örtüsünden en uygun şekilde faydalanma ve planlama çalışmalarını, alan kullanımının yıllar içerisindeki değişiminin izlenmesi, karşılaştırılması ve somut sonuçlara ulaşma gibi yetenekleri barındıran sistemdir (Turoğlu 2000; Yiğit vd 2011). CBS'nin işlevlerini gerçekleştirebilmesi için beş ana bileşen gereklidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Coğrafi bilgi sistemleri bileşenleri (Albut 2012)

Bu bileşenlerin CBS için işlevleri;

Donanım: CBS'nin işlevselliğini sağlayan verilerin kaydedilmesini ve de yoğun hacimli verilerin depolanmasına da olanak veren bilgisayar ve bilgisayar destekli ürünlerin bütününe verilen adlandırılmadır. Yazıcı, tarayıcı, sayısallaştırıcı gibi teknolojik araçlar CBS için önem arz eden donanımlardır.

Yazılım: Yüksek programlama diliyle yazılmış olan, elde edilen verileri analiz etmek, yorumlamak ve görüntülemek gibi işlevleri kullanıcıya sunan çeşitli yazılımlardır. Alan ile ilgili veri girişi, verinin işlenmesi için gerekli komutları bulundurması, veri tabanı yönetim sistemini bulundurması, ayrıntılı konumsal sorgulama, harita ve analiz yapmayı

desteklemesi CBS için kullanılacak yazılımdan beklenen donanımlardır. Idrisi, ArcView Gis, Arc/Info, MapInfo vb. en sık kullanılan yazılımlardır (Aydınoglu vd 2010).

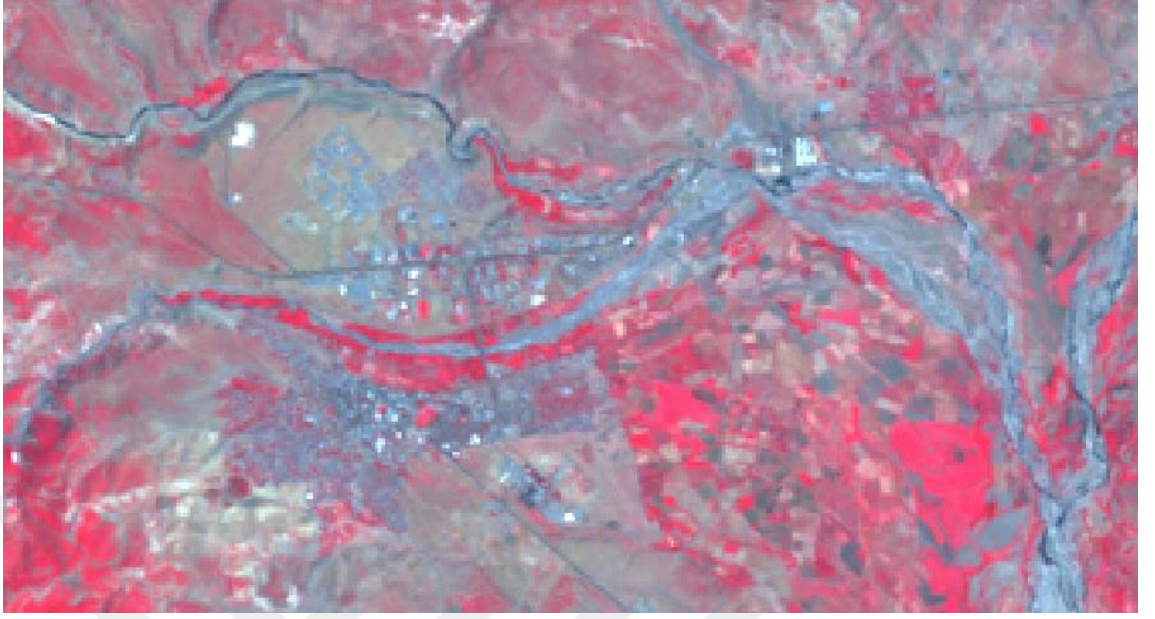
Veri: CBS için temel bileşen olarak kabul edilmektedir. Çeşitli kaynaklardan elde edilebilen ve farklı yapılarda olabilen, elde edilmesi en zor bileşenler arasındadır. CBS’de veri, grafik veriler (Haritalar, uydu görüntüleri, hava fotoğrafları vb.) ve öznitelik verileri (grafik veri ile bilgileri içeren tablosal veri) olmak üzere 2 şekilde sınıflandırılabilir (Anonim 2010).

Yöntem: Çeşitli mantık zincirlerinden meydana gelen, sistemin başarılı şekilde çalışmasını olanak veren kurallar ve bu kuralların birbiriyle olan ilişkilerini derleyen matematiksel sistemlerdir (Erdoğan 2018).

CBS’nin vektörel (nokta, çizgi, alanlar) ve raster (hücresel) olmak üzere iki çeşit veri tabanı modeli bulunmaktadır.

Vektörel veri: Vektör veriler, Dünya yüzeyindeki gerçek konumu belirtilmiş olan ve koordinat verisini bulunduran, nokta, çizgi ve alanlar şeklindeki değerlerin (x, y) koordinat değerleriyle tanımlanmasıyla oluşan verilerdir (Anonim 2015c). Nokta verileri koordinatlardan, çizgi verileri noktalardan, poligon (alan) verileri ise çizgilerden oluşmaktadır. Amaca bağlı olarak değişen veri özelliği, genellikle bir ağaç veya sokak lambası nokta ile, nehir, yol gibi coğrafi alanlar çizgi, tarım arazileri, yapısal alanlar ise poligon şeklinde tanımlanır ve bilgisayar ortamında depolanırlar.

Raster veri: Dünya üzerinde süreklilik özelliği bulunduran coğrafik alanların, hücresel (piksel) model olarak tanımlanmasıyla oluşan verilerdir (Şekil 1.2). Her bir hücre alanın özelliğine göre bir renk ve numerik değeri bulundurur. Hücre boyutu ve mekansal çözünürlük arasında ters bir orantı bulunmakta, hücre boyutu büyüdükçe mekansal çözünürlük azalmaktadır. Hücre boyutu küçüldükçe çözünürlük artar yani algılanabilen detay sayısı o kadar fazlalaşır. Uydu görüntüleri, hava fotoğrafları, taranmış haritalar raster formatında verilerdir.



Şekil 1.2. Raster veri (Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü) (Anonymous 2018a)

CBS arazi örtüsü ile ilgili bazen çok karmaşık bazen de çok basit olan farklı birçok problemin giderilmesi noktasında çözüm sağlar. Belirli bir bölgede yolların uygunluğu ve yeterliliği ilgili problemlere cevap bulmaya çalışırken, bir diğer sorunda ise afet ihtimali ve olası zararı gibi daha karmaşık problemlere çözüm arayabilir. Alan ilgili verilerin kontrol edilmesi ve yorumlanmasının zorluğu, çözülmesi istenen problemle ilgili ne kadar sayısal verinin sisteme aktarıldığına bağlıdır. CBS, mühendislik, haritacılık, bilgisayar, istatistik, mimarlık, peyzaj mimarlığı, uzaktan algılama, coğrafya vb. disiplinlerin birlikte çalışması sonucu ortaya çıkar (Gezici 2012).

Yaşadığımız dönemin güçlü bir bilgi yönetim aracı olan CBS ile toplanan ve elde edilen bilgilerin büyük çoğunluğunu oluşturan harita şeklinde verilerin elektronik ortamlarda yönetilmesi mümkün hale gelmiştir (Nişancı vd 2010).

1.2. Uzaktan Algılama Sistemleri

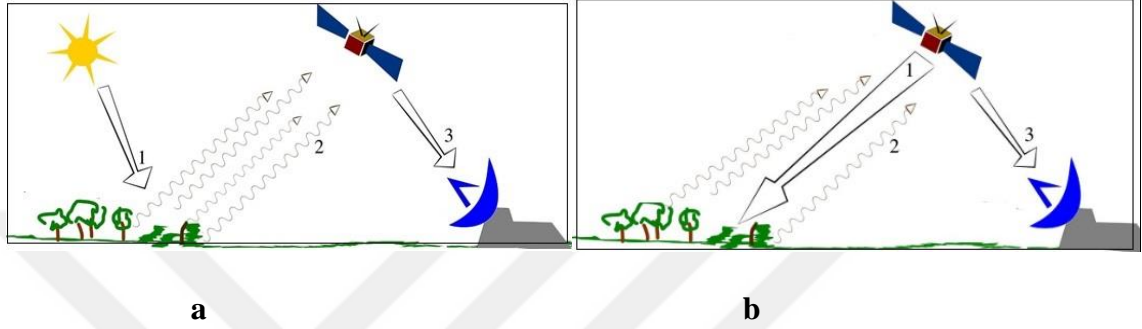
Uzaktan Algılama (UA) ile ilgili birçok tanımlama bulunmaktadır. Bu tanımların pek çoğu yeryüzünde bulunan nesnelere ile ilgili bilgi edinmek için belirli bir uzaklıktan

çeşitli araçlarla gerçekleştirilen tespitleri içermektedir. UA ile ilgili genel olarak, nesnelere fiziksel temas olmaksızın, değişken bir uzaklıktan yapılan ölçümlerle, nesnelere hakkında bilgi elde edilmesi bilimidir denilebilir. Esas olarak nesnelere elektro manyetik spektrum içerisindeki davranışlarına, konumsal ve zaman içerisindeki değişimlere bağlı olarak ölçüm değerleri de farklılık göstermektedir (Curran 1985; Yeler 2014).

Elektro manyetik spektrum ise elektro manyetik dalgaların dalga boylarına göre sınırlandırılması, dizilmesi ile oluşan sürekli enerji bölgesi olarak ifade edilir (Anonim 2015a). Her nesne birbirinden değişik yansıtım değerleri gösterir. Bu değerlerler spektral yansıtım eğrisi denilen bir eğri ile ifade edilir ve eğri, dalga boyu değişimine bağlı olarak yüzeyden iletilen ışınımın yüzeye gelen toplam ışınımın yüzdesi şeklinde tanımlanır. Nesnelere spektral yansıtım eğrileri spektral yansıtım katsayısı hesaplanarak çizilmesi ve elde edilen yansıtım eğrilerinden, çalışılacak hedef alanın ve kullanılacak algılayıcının tercihinde faydalanılır. Her nesnenin kendine özgü spektral yansıtım değeri belirtmesi nesnelere ile ilgili bilgi edinmemize olanak verir (Yeler 2014). Nesnelere spektral özelliklerinin bilinmesi, UA ile edilen verilerin bilgisayar ortamında analizinin uygulanabilmesi için önemlidir

Elektromanyetik spektrumda insan gözünün algılayabildiği alan görünür bölge olarak ifade edilmiş ve 0,4µm ile 0,7µm aralığında bulunan dalga boyuna karşılık gelen alan olarak bilinmektedir. İnsanlar görülebilir spektrumun yalnızca çok az bir bölümünü algılayabilirler. Uzaktan algılama sistemleri ile özel olarak üretilmiş algılayıcılar kullanılarak bu alan aralığının dışında kalan bölgeler belirlenir. Uzaktan algılama sistemlerinin temelini algılama oluşturmaktadır ve algılamanın gerçekleşmesini sağlayan aktivite enerjidir. Algılayıcılar kullandıkları enerji şekline göre aktif ve pasif olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar (Şekil 1.3). Pasif algılayıcılar, güneş enerjisine bağlı olarak çalışırlar. Uzaktan algılama özelliğine sahip kameralar vb. sensörler gece ortamında algılama gece çalışması durumunda olumsuz sonuçlar verebilir. Ayrıca meteorolojik etkenlerde algılamanın kalitesini değiştirebilir (Schowengerdt 2007; Gezici 2012). Aktif algılama da ise sensörler algılama için gerekli enerjiyi bünyesinde

bulundurduğu kaynaktan elde etmektedirler. Aktif algılayıcılar hedef alana kendi kaynağından enerji iletir ve alandan yansıyan enerjiyi kendi kaynağından enerji gönderir ve takiben hedef den yansıyan enerjiyi tespit eder ve ölçüm yapar. Aktif algılayıcılar için meteorolojik koşullar veya gece, gündüz olması önem arz etmez (Anonim 2015b).



Şekil 1.3. Pasif (a) ve Aktif algılayıcılara (b) ait sistem (Anonim 2015b)

Kısaca Uzaktan Algılama sistemleri şu şekilde çalışır (Gezici 2012):

- 1) Enerji kaynağından solar enerji yayılır. Örnek olarak güneş verilebilir.
- 2) Güneşten gelen solar enerjinin belirli bir miktarı dünyaya doğru yönelim gösterir.
- 3) Dünya yüzeyine gelen solar enerji ile karşılaşan nesnelere, bunun bir kısmını bir kısmını da yansıtırlar.
- 4) Yansıyan ışık algılayıcılara geri döner ve oluşan yansıma veri olarak kaydedilir (Albut 2012).
- 5) Kaydedilen veri görüntüye dönüştürülmesi için uydu yer istasyonuna iletilir ve görüntü analiz edilerek veri olarak işlenecek şekilde zenginleştirilir (Ertürk 2018).

1.3. Uzaktan Algılama Sistemlerinde Çözünürlük

Uzaktan algılamada veri genellikle uyduların kullanılmasıyla elde edilir ve elde edilen verilerin analiz edilmesinde çözünürlük önemli bir kavramdır. Çözünürlük görüntü aracının ekranında görünen piksel sayısı veya görüntü verisindeki pikselin dünya üzerinde belirttiği alan olarak tanımlanmaktadır (Çölkesen 2009). Kısaca çözünürlük

görüntüdeki ayrıntıların ne kadarını ayırt edebilme veya tanımlayabilme gücüdür. Çözünürlük dört farklı ana başlık altında incelenmektedir:

Konumsal çözünürlük: Yeryüzündeki bir nesnenin özelliklerinin algılanabilmesi ve kendisine komşu olan nesneden ayırt edilebilmesini ifade eden çözünürlük tanımıdır. Konumsal çözünürlük, görüntüyü oluşturan pikselin boyutu ile alakalıdır ve ölçü birimi ile ifade edilir. Piksel boyutu küçüldükçe konumsal çözünürlük artar, diğer bir ifadeyle, görüntünün mekânsal detayı artar ve ufak ayrıntılar da tanımlanabilir (Anonim 2015d).

Şekil 1.4'de aynı konuma ait farklı mekansal çözünürlüklere sahip uydu görüntüleri bulunmaktadır. Mekansal çözünürlük azaldıkça nesnelere birbirinden ayırt etmenin daha güç olduğu görülmektedir.



(a)

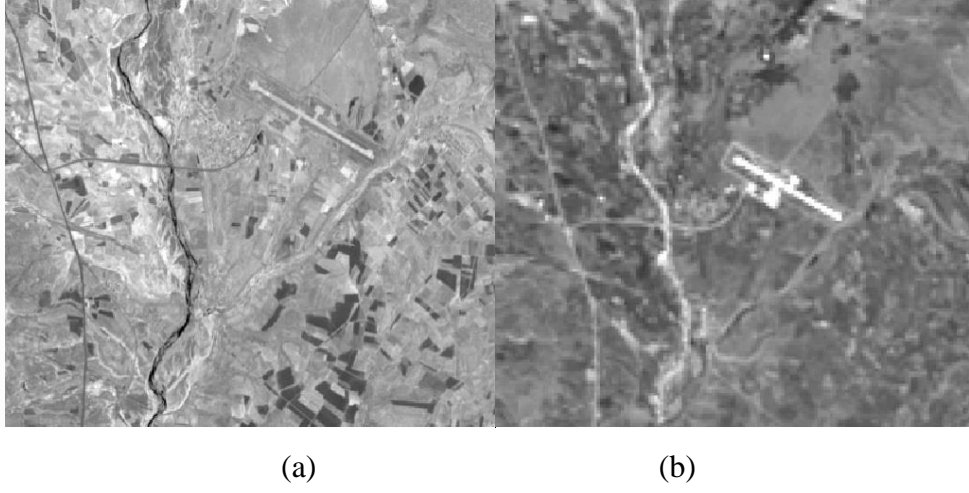
(b)

Şekil 1.4. Mekansal çözünürlük kavramı

(a) 30m çözünürlüklü Landsat 7 ETM, (b) 10 m çözünürlüklü Sentinel-2 uydu görüntüsü

Spektral Çözünürlük: Algılayıcıların elektromanyetik spektrum alanında objelerin yansıma enerjilerini toplayarak kaydettiği genişlik olarak ifade edilmektedir. Bir uydu görüntüsündeki çeşitli objeler ve ayrıntılar genellikle gösterdikleri yanıtların karşılaştırılması yolu ile ayırt edilebilir (Anonim 2015c).

Radyometrik Çözünürlük: Görüntünün ne kadar elektromanyetik enerji miktarına sahip olduğu hassasiyete bağlı ölçülen çözünürlüktür. Bu çözünürlükle ifade edilen enerji farklılıkların ayırt edilebilmesi kabiliyetidir. Radyometrik çözünürlük, ikili sayı tanımlaması ve bit cinsinden ifade edilir ve fark edilmesi mümkün olan gri tonu yoğunluğuna eşit olarak gelen enerji miktarıdır. Şekil 1.5’de aynı konuma ait farklı radyometrik özellikte iki görüntü bulunmakta ve radyometrik çözünürlük arttıkça görüntünün analiz edilmesi de daha kolay olmaktadır (Anonim 2015d).



Şekil 1.5. Radyometrik çözünürlük kavramı

(a) 16 bit ve (b) 8 bit çözünürlüğe sahip iki görüntünün karşılaştırılması (Anonymous 2018a).

Zamansal Çözünürlük: Uzaktan algılama sistemleri için zamansal çözünürlük, aynı algılayıcının bir alandan sırasıyla iki görüntü alması için geçen zaman olarak ifade edilir (Yılmaz 2016). Farklı zaman ve çeşitli zaman dilimleriyle görüntülerin elde edilmesi çok zamanlı uydu görüntülerinin ortaya çıkmasını sağlar. Görüntülerin farklı olmasını sağlayan en önemli sebepler zaman farkı ve alım zamanıdır (Çölkesen 2009).

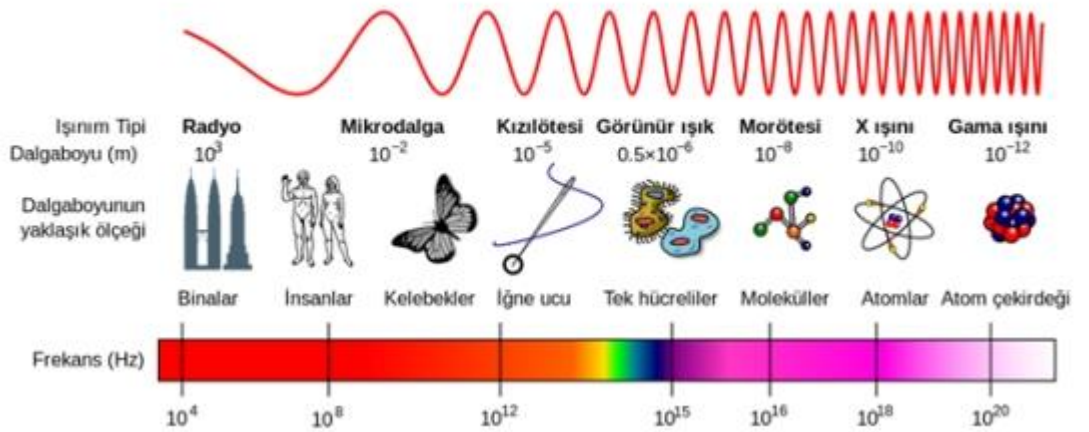
1.4. Uydu Sistemleri

Uzaktan algılama çalışmaları için tasarlanmış algılayıcılar, alan üzerinde bulunan objelerin yansıma enerjilerinin kaydedilebilmesi için sabit platformlara yerleştirilirler. Platform olarak kullanılan bu araçlar genellikle uydu denilen sistemlerdir ve çeşitli

amaçlar için tasarlanmıştır. Optik algılayıcılara sahip uydu sistemlerinin tasarımında en önemli husus elektromanyetik spektrumda iki dalga boyu arasında kalan bölge olarak ifade edilen spektral bantlardır (Onur 2007).

Uzaktan algılama sistemi ile çalışan çeşitli uydular elektromanyetik spektrumda özel olarak ayrılmış dalga boylarında, elektromanyetik enerjiyi algıladıktan sonra ölçerek kaydetmektedirler. Elektromanyetik spektrumda gama ışınlarının dalga boyu 10-12 m iken radyo dalgalarının boyları 10000 m'ye uzanabilmektedir (Şekil 1.6).

Uydular sayısal kameraların sahip olduğu sistem ile aynı şekilde çalışmakta ve elde ettiği görüntüler sayısal özellik taşımaktadır (Ceylan 2014).



Şekil 1.6. Elektromanyetik spektrumda bulunan elektromanyetik dalgaların özellikleri (Özkareyel 2013)

1.5. Landsat Uydusu

İlk olarak dünya yüzeyindeki kaynakları tespit etmek amacıyla NASA (National Aeronautical Space Administration-Ulusal Havacılık Dairesi) tarafından 23 Temmuz 1972 yılında fırlatılmıştır. Daha sonra bu uyduyu takiben ilk uydu ile aynı seride yer alan 21 Şubat 1975 yılında Landsat-2 ve 5 Mart 1978 tarihinde ise Landsat-3 uyduları

fırlatılarak kutup doğrultusuna yakın bir eğimle ve güneşle aynı doğrultuda hareket eden bir yörüngeye oturtulmuştur (Sezgin 2006). İlk seri uydular RBV (Return Beam Vidicon) kamera ve Multispectral Scanner (MSS) isimli iki sensör taşımaktadır. RBV kameralar dünya yüzeyini üç çeşit bantta algılar ve çerçeve olarak algıladıkları alan MSS (çok bantlı sistem)'in kapladığı alanın %25'i kadardır (Anonim 2015d).

Landsat uydularının ikinci serideki ilki olan 6 bantta 30m, termal bantta ise 120m ayırma gücü özelliğine sahip görüntü elde etmeyi sağlayan Landsat-4 uydusu 1982 tarihinde fırlatılmıştır (Çizelge 1.1). Landsat-4 uydusunda RBV kamera yerine, geliştirilmiş spektral ve alansal çözünürlük sağlaması için Thematic Mapper (TM) olarak adlandırılan yeni cihaz bulunmaktadır. Sonrasında 1984 yılında Landsat4 ile aynı özelliklere sahip Landsat-5 uydusu ve ardından 1993 yılında Landsat-6 uydusu fırlatılmış fakat talihsiz bir şekilde düşmüş ve işlevi sonlanmıştır. Geliştirilmiş Thematic Mapper (TM) ve yüksek çözünürlük özelliğine sahip tarayıcı (MSS) ile donatılarak hazırlanan Landsat-7 uydusu 1999 yılında uzaya fırlatılmıştır. En son olarak da 11 Şubat 2013 tarihinde TM ve MSS yerine OLI (Operation land imager) ve TIRS (thermal infrared sensor) iki yeni algılayıcıya sahip olan Landsat-8 uydusu gönderilmiştir (Anonim 2015d).

Çizelge 1.1. Landsat 4-5 TM uydusunun bant özellikleri (Anonim 2015d)

Bant No	Landsat 4-5 TM Bantları	Konumsal çözünürlük (m)	Özellikler
1	Mavi	30	Su yüzeylerinin, toprak ve bitkilerin ayırt edilmesinde etkilidir.
2	Yeşil	30	Yüzeyde yansıyan yeşil renge hassasiyet gösterir. Bitki materyallerinin ayırt edilmesinin tespitinde kullanılır.
3	Kırmızı	30	Kırmızı renk ve demir bulunduran minerellere hassasiyet gösterir. Jeolojik sınırların ayırt edilmesi, toprak sınıfları ve yapay objelerin tespitinde, bitki türlerinin tanınmasında kullanılır.
4	Yakın kızıl ötesi	30	Bitkilerde bulunan klorofile hassastır. Bitki, toprak ve su yüzeylerinin ayırt edilmesinde kullanılır.
5	Orta kızıl ötesi	30	Bitkilerdeki su oranına hassasiyet gösterir. Bulut, kar ve buzun birbirinden ayırt edilmesinde işlev görür.
6	Termal kızıl ötesi	60	Isı yayan objelere karşı hassastır. Yerleşim alanlarının tespitinde kullanılır.
7	Orta kızıl ötesi	30	Toprak sınıflarının tespiti amacı ile kullanılır.

1.6. Sentinel-2 Uydusu

Türkçe adıyla “gözcü” anlamına gelen Sentinel Avrupa Uzay Ajansı tarafından geliştirilen bir program ismidir. Sentinel-2 serisi uydu görüntüleri yüksek çözünürlük özelliğine sahiptir. Sentinel-2 serinin ilk uydusu olan Sentinel-2A 23 Haziran 2015 tarihinde uzaya gönderilmiştir (Yılmaz 2017).

Sentinel-2 uydu görüntüleri, görünür, yakın kızıl ötesi ve kısa dalga kızılötesi spektrumunda yersel çözünürlüğü 10-60m arasında değişen 13 farklı bant kombinasyonuna sahip multispektral verilerdir (Çizelge 1.2). Arazi örtüsü haritalarının oluşturulması, arazi örtüsündeki değişikliklerin tespit edilmesi, jeofiziksel değişkenlerin

belirlenmesi çalışmalarında kullanılabilir. Ayrıca Sentinel-2 uydu yardımıyla arazi izleme, afet durumunda müdahale ve güvenlik hizmetlerine doğrudan katkıda bulunabilme imkanı olabilmektedir. Sentinel-2 verileri ücretsizdir ve bu olanak arazi kullanımının izlenmesini mükemmel kılar (Abdishakur 2017).

Çizelge 1.2. Sentinel-2 bant kombinasyonlarının yersel çözünürlükleri (Abdishakur 2017)

Sentinel-2 bantları	Konumsal Çözünürlük (m)
Bant-1	60
Bant-2	10
Bant-3	10
Bant-4	10
Bant-5	20
Bant-6	20
Bant-7	20
Bant-8	10
Bant-8A	20
Bant-9	60
Bant-10	60
Bant-11	20
Bant-12	20

1.7. Uydu Görüntülerinin İşlenmesi

Uzaktan algılama sistemleri ile elde edilen sayısal verilerin istenilen amaç doğrultusunda yorumlanması ve analizlerinin elde edilebilmesi için görüntülerin belirli işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Görüntülere uygulanan bu işlemler belirli aşamalardan oluşmaktadır.

1.7.1. Uydu görüntülerinde ön işlem

Uzaktan algılama amaçlı elde edilen uydu görüntülerinin sınıflanması aşamasında önce, sensör yanlışlıkları, yeryüzü eğriliği gibi birçok hatanın düzeltilmesi için veriler ön işleme aşamalarından geçerek sınıflamaya uygun hale getirilmektedir. Elektromanyetik ışınım yeryüzünden algılayıcıya ulaşırken çeşitli atmosferik etkiler altında kalabilir ve bozulmaya uğrayabilir. Atmosferik şartlar, görüntüler üzerinde aydınlanma, görüş alanı geometrisi ve algılayıcının cevap vaktinde oluşan değişimler sebebi ile radyometrik bozulmalar da ortaya çıkabilir. Algılayıcı- yer geometrisinin değişiminden kaynaklı görüntüler üzerinde geometrik hatalar da oluşabilir. Sistemsel yanlışlıkları düzeltmek ve atmosferik parçacıklardan kaynaklı bozulma etkilerini en düşük seviyeye getirebilmek için uydu görüntülerinin radyometrik, geometrik ve atmosferik düzeltmeleri sınıflandırma işleminden önce gerçekleştirilmelidir (Balçık ve Göksel 2009).

1.7.2. Uydu görüntülerinde sınıflama

Uydu görüntülerinde farklı özellikte bulunan objelerin farklı yansıma değerlerine bağlı olarak çeşitli sayısal değerleri içeren kombinasyonlar bulunmaktadır. Bu değişikliklerden faydalanılarak dünya yüzeyindeki objeler dijital görüntü üzerinde sınıflandırma işlemi gruplandırılabilir. Buradaki amaç görüntülerdeki her pikseli spektral özelliklerine bağlı olarak gruplandırmak ve pikseli yansıma değerine bağlı olarak dünya yüzeyinde bulunduğu sınıfa atamaktır (Işın 2007). Kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere iki farklı sınıflandırma çeşidi bulunmaktadır.

a. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, uydu görüntüsü üzerindeki bulunan piksellerin kullanıcı müdahalesine gerek duymaksızın belirlenmiş sabit algoritmaların kullanılmasıyla gruplandırılması işlemine dayanmaktadır. Araştırma alanına ait yeterli bilginin elde edilememesi ve alanın bulunduğu bölgeye ait ön bilginin bulunmaması durumunda kullanılan yöntemdir. Bu yöntem ile yapılacak çalışmada arazi örtüsü tipi ile

ilgili bilgi edinilmeden görüntü üzerindeki objelerin kaç sınıfa ayrılacağı belirlenmelidir. Uydu görüntüsü üzerindeki farklı pikseller sahip oldukları sayısal değerler doğrultusunda benzer olanlarının bulunması ve otomatik olarak sınıflara atanması şeklinde sınıflandırma işlemi sonlanmaktadır (Çölkesen 2009).

b. Kontrollü sınıflandırma

Bu sınıflandırma yönteminde araştırma alanındaki nesnelerin özelliklerini belirten ve amaca yönelik olması dikkate alınarak yeterli sayıdaki örnek alanlar kullanılarak, sınıflandırılacak her nesnenin spektral yansıma değerlerini içeren dosyalar oluşturulur. Seçilen örnek alanlarının özellik dosyaları görüntü verilerine uygulandıktan sonra, her piksel hesaplanan olasılık değeri doğrultusunda en çok benzer olduğu sınıfa atanmaktadır. Kontrollü sınıflandırma ve kontrolsüz sınıflandırmayı birbirinden farklı kılan en önemli özellik, örnek alanların veya bir diğer deyişle eğitim alanlarının kullanıcı tarafından belirlenmesidir. Kontrolsüz sınıflandırmada piksel değerleri karşılığında yazılım otomatik bir sınıflandırma işlemi uygularken, kontrollü sınıflandırmada ise kullanıcı tarafından alanı tanımlayacak şekilde yeterli sayıda örnek alan seçilir ve bu örnekler yazılımın uygulayacağı sınıflandırmaya kaynak oluşturur. Kullanıcı piksellerin farklı yansıtım değerlerini inceledikten sonra, piksellerin çalışma alanı üzerinde hangi sınıfa dahil olabileceği ile ilgili bazı tahminlerde bulunur. Kontrollü sınıflamanın güvenilirliğini, kullanıcının belirleyeceği örnek alan, toplanan örneklerin büyüklüğü ve sayısı, alınan örneğin dahil olacağı sınıfı kullanıcının belirlemesi gibi bütün değişkenler uygulamanın güvenilirliğini kontrolsüz sınıflandırmaya göre artırır (Gezici 2012). Bu sınıflandırma yönteminde de üç farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlar;

Paralelkenar (Parellelepiped) Yöntemine Göre Sınıflandırma: Araştırma alanında tanımlanan her sınıf için, kullanılan her bandın en düşük ve en yüksek piksel değerleri kullanılarak, bilinmeyen her pikselin sahip olduğu değeri ile ilgili bulunduğu paralel yüze atanmasıdır (Oruç vd 2007).

En Küçük Uzaklık (Minimum Distance to Means) Yöntemine Göre Sınıflandırma:

Örnek alanlara ait verilerin kısıtlı olduğu zaman, verilerin sınıf ortalamaları alınarak, görüntü üzerindeki her pikselin sadece spektral sınıfların ortalama vektörleri doğrultusunda en yakın ortalamaya sahip olduğu sınıfa atanması şeklindeki sınıflamadır (Oruç vd 2007).

En Büyük Olasılık (Maximum Likelihood) Yöntemine Göre Sınıflandırma:

Uzaktan algılama çalışmalarında en sık kullanılan kontrollü sınıflandırma yöntemi olarak bilinmektedir. Bu sınıflandırma yönteminin esası görüntü üzerinde sınıflandırılacak piksellerin ait olma olasılığı en fazla olan sınıfa atanmasına dayanır. Bu sınıflandırma yönteminde tüm sınıflara ait bantların ortalama verileri ve varyansları bulunur. Görüntü üzerinden alınan örneklerin belirlenen sınıflara ait olma ihtimali bulunur ve hesaplamalar doğrultusunda alınan örnekler bulunduğu en yakın sınıfa atanır (Gezici 2012).

1.7.3. Doğruluk analizi

Sınıflandırma sonrası elde edilen verilerin güvenilirliğini sağlamak amacıyla, yüksek düzeyde referans verileriyle kıyaslanması ve sonucunun istatistiksel verilerle uyumluluğunun belirlenmesi aşamasıdır. Hataların temeli ise sınıflandırma aşamasında bazı hücrelerin yanlış sınıflandırılmasından oluşmaktadır. Referans verilerin kullanımıyla hata matrisi oluşturulur (Menderes 2014). İşlemler sonucunda elde edilen Kappa katsayısı 0 ile 1 arasında değer alır, analiz değerinin 1'e yakın değer alması sınıflandırmanın doğruluğunun yüksek olduğunu göstermektedir.

1.7.4. Değişim analizi

Arazi örtüsü/alan kullanım değişimi çalışmalarında farklı zamanlara ait uydu görüntülerinin sınıflandırılması sonucunda fiziksel ve alansal olarak belirlenen sınıflarda ne miktarda ve ne yönde bir değişim olduğu tespit edilebilir (Menderes 2014).

Değişim analizleri geleceğe yönelik kentsel planlama çalışmalarına önemli katkılar sunabilmektedir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

UA ve CBS teknolojilerinin bütünleşmesiyle, yeryüzü ile ilgili edinilen bilgilere diğer yöntemlere göre daha hızlı ve daha az insan gücü ile ulaşılması sağlanmakta ve durum önemli bir avantaj sağlamaktadır (Kavzaoğlu ve Çölkesen 2011). CBS ve UA yöntemleri haritacılık, hidroloji, tarım, çevre, jeoloji-maden, şehircilik faaliyetleri gibi birçok çalışma alanında kullanılmaktadır. Fakat çalışmanın temel konusu sebebi ile literatür taraması yapılırken kentsel alanlar için AÖ/AK değişiminin incelendiği çalışmalar dikkate alınmıştır.

Literatür taraması sonucunda özellikle çalışma konusu ile ilgili son dönemlerde gerçekleştirilen bazı önemli yayınların özetleri eski tarihten yeni tarihe göre sıralandırılarak verilmiştir.

Alphan 2003, 1984 ve 2000 yılları arasını kapsayan çalışmasında UA ve CBS entegrasyonu ile uydu görüntüleri kullanarak Adana kentinin arazi örtüsü/alan kullanım değişimini incelemiştir. Temel amacı kentsel alanların tarım alanları ve yarı-doğal alanlar üzerine doğru genişlemesinin irdelenmesi olan çalışmada farklı iki tarihe ait uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulamıştır. Çalışma sonucu olarak yerleşim alanlarının 16 yıl boyunca artış gösterdiği, bu artışın büyük kısmının yarı doğal alanlar üzerine gerçekleştiği analiz edilmiştir. Kentin sürekli göç alması ve uygulanan kentsel kalkınma stratejileri bu sonucun sebebi olarak gösterilmiştir .

ABD'nin Minnesota eyaletinin arazi örtüsü/alan kullanım değişimini UA yöntemleri ve Landsat TM uydu görüntüleri ile incelemiştir. Sınıflandırma sonrası değişim analizinin yöntem olarak kullanıldığı çalışmada uydu görüntüleri 7 başlık altında sınıflandırılmış ve doğruluk analizleri de yüksek oranda sonuç verdiğini ifade edilmiştir. 1986 ve 2002 yılları arasında kentsel alanların oransal olarak %23,7'den, %32,8'e kadar genişlediği izlenmiştir. Tarım, orman ve sulak alanlarda ise alansal olarak azaldığı sonucuna ulaşılmıştır (Yuan *et al.* 2005).

Bangladeş'in başkenti Dakka kenti için 1960 ve 2005 yılları arasındaki arazi örtüsü/alan kullanım değişiminin incelenmesi amacıyla farklı uzaktan algılama verileri ile maksimum olabilirlik sınıflandırma yöntemi kullanarak çalışmayı gerçekleştirmişlerdir. Analiz sonucunda kentsel alanların artışının sulak alanların, ekili arazilerin, bitki örtüsü ve su kütlelerinin önemli ölçüde azaldığı izlenmiştir. Bu çalışmanın Dakka kenti için sürdürülebilir alan kullanımını sağlamasına yönelik alınacak kararlarda ışık tutacağı öngörmüşlerdir (Dewan and Yamaguchi 2009).

Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesini kapsayan çalışmalarında farklı uzaktan algılama teknikleri ile alan kullanım değişimlerini değerlendirmişlerdir. 1985, 1993 ve 2005 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntülerine görüntü çıkarma, görüntü oranlama, vektör değişim analizi, görüntü regresyonu tekniklerini uygulamışlardır. Farklı alan sınıflarının farklı değişim teknikleri ile daha doğru sonuçlara götürdüğünü belirttikleri çalışmanın sonucunda vektör değişim analizi tekniğinin Akdeniz bölgesi için en uygun yöntem olduğunu belirtmişlerdir (Berberoğlu and Akın 2009).

Çin'de hızlı nüfus artışı ve kentleşmenin yoğun olarak görüldüğünü belirten Sun *et al.* 2009, ülkeyi kapsayan çalışmalarında Uzaktan Algılama sistemleri ve Landsat uydu görüntülerini kullanarak AÖ/AK değişimini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Ana 6 sınıf başlığı altında kontrollü sınıflama uyguladıkları çalışma bulguları ışığında hızlı ekonomik gelişme ve nüfus artışı sebebi ile kentsel alanlarda büyük artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca orman, su ve sulak alanlarda da azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Alphan vd 2009, Kahramanmaraş ve çevresinin 1989-2000-2004 yılları arasındaki arazi örtüsü değişimlerini inceledikleri çalışmalarında alana ait Landsat ve ASTER uydu görüntülerini veri olarak kullanmışlardır. Kentsel ve yerleşim alanları, orman, seyrek bitki örtüsüne sahip alanlar, otlak, bitki örtüsündeki dere yatakları, gelişmemiş dere yatakları, çıplak alanlar, bitki alanları ve su kütleleri olmak üzere 9 başlık altında sınıflandırma işlemi uygulanmış ve yöntem olarak da maksimum olabilirlik tekniği

kullanılmıştır. Dönemler arasında en büyük değişimin kentsel alanlar ve tarımsal alanların artışı şeklinde gözlemlenmiştir.

Calda 2010, yüksek lisans tez çalışmasında UA ve CBS yöntemleri ile 1987 ve 2008 tarihleri arasında Kayseri ilinde arazi örtüsü /alan kullanım değişimini farklı tarihlere ait Landsat MSS, TM ve ETM+ uydu görüntüleri kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada yöntem olarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemlerini kullanmıştır. Elde edilen analizler sonucunda en büyük değişimin kullanılmayan alanlar ve kentsel alanlar sınıfında olduğu sonucuna varmıştır. Kullanılmayan alanların hızla azaldığı ve yerleşim alanlarının arttığını gözlemlenmiştir.

Everest 2010; tez çalışmasında 2008 yılına ait 3 Aster uydu görüntüsü ile ERDAS Imagine ve ARC GIS programları kullanılarak Edirne kentine ait majör alan kullanımları belirlemiştir. Çalışma sonucunda 7 farklı majör alan kullanımı belirlenmiş ve kente ait oransal dağılımlarına ait sonuç elde edilmiştir. Elde edilen verilere göre çalışma alanında göre en çok alan miktarını kuru tarım kullanımının kapladığı belirtilmiştir.

Mısırdaki Bulunan Nil deltasının kuzeyini kapsayan çalışmada El-Kawy *et al* 2011, geçmiş ve güncel AÖK/AK durumunu belirleyebilmek ve sonuçların gelecekteki sürdürülebilir planlama programlarına katkıda bulunması amacını edinmişlerdir. Bu doğrultuda 1984-2005 yılları arasında seçilmiş 4 farklı tarihli Landsat uydu görüntüsü kullanılarak değişim analizi yapılmıştır. Analiz yaparken 5 ana başlık altında kontrollü sınıflaması yapıldıktan sonra en büyük değişimin çorak arazi örtüsünün tarım alanlarına dönüştüğü sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca insan müdahaleleri sonucunda arazi örtüsünde bozulmalarında gözlemlendiği çalışmada alanın ileriki süreçte iyi yönetilebilmesi için yöneticilerin önemli politikalar geliştirilmesi önerilerinde bulunmuşlardır.

Derse ve Alphan 2012, çeşitli verilerden faydalanarak Mersin Erdemli ilçesinin Arazi örtüsü alan kullanım değişimini tespit ettikleri çalışmalarında sınıflandırma aşamasında

CORINE Arazi Örtüsü sınıflama hiyerarşisi kullanmışlardır. 1984-2000-2006 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntülerini sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve değişimi analizini ikili tarihler şeklinde karşılaştırmışlardır. Tarım alanları üzerinde kentsel alanların ciddi artış gösterdiği yönünde izlenimleri çalışmanın en önemli sonucu olarak görülmüştür. Akdeniz ekosistemine sahip alanın geleceğe yönelik sürdürülebilir yönetimi için çeşitli önerilerde bulunmuşlardır.

Oğuz ve Zengin 2012, 1984-2010 yılları arasında Kahramanmaraş merkez ilçesini kapsayan Landsat Thematic Mapper (TM) uydu görüntülerini kullanarak zaman içerisinde meydana gelen arazi örtüsü değişimini analiz etmeyi amaçladıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. ERDAS Imagine programı ile kontrollü sınıflaması yapılan bölgenin bu zaman dilimi içerisinde kentsel alanın 3 kat artış gösterdiği ve orman alanlarının da azaldığı sonucuna varmışlardır.

Doygun vd 2012, çalışmalarında Landsat TM ve ETM uydu görüntüleri kullanılmış, 1984 ve 2009 yılları arasında belirlenen 8 ana sınıf çerçevesinde değişim analizini tespit etmişlerdir. Elde edilen analiz sonucunda yerleşim ve endüstriyel kaynaklı alanların bu yıllar arasında çok fazla artış gösterdiğini, bataklık alanları kurutmak amacıyla yapılan ağaçlandırma çalışmaları sonucunda ormanlık alanların da büyüdüğünü ve tüm bu faktörlerin etkileşimi ile hassas kıyı ekosisteminin olumsuz yönde değişim gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Alana ait yönetim planının doğru bir şekilde takip edilmesi gibi çeşitli önerilerde bulunmuşlardır.

Gezici 2012, Konya kentini ele aldığı çalışmasında 1985-2011 yılları arasındaki arazi örtüsü/kullanımında meydana gelen değişimi, 1985, 2000 ve 2011 yıllarına ait 30 m çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüleri kullanarak belirlemeyi amaçlamıştır. Ayrıca bu tez çalışmasında kontrollü ve kontrolsüz sınıflama yöntemleri uygulanmış ve bu uygulama için yerleşim alanı, tarım alanı, yeşil alan ve kullanılmayan arazi şeklinde 4 ana sınıf belirlenmiştir. Sınıflamaların doğruluk analizleri yapılmış, kontrolsüz sınıflama için %86.25 ve kontrollü sınıflama için ise %91.66 olarak doğruluk analiz sonuçlarını elde etmiştir. Sonuç olarak ise 1985-2011 yılları arasında hızlı bir kentleşme

meydana geldiği ve bunun büyük bir kısmının kentin kuzeyine doğru olduğunu belirlemiştir. Kentsel planlama çalışmalarında uzaktan algılama yöntemlerinin önemini vurgulamıştır.

Ustaoğlu 2012, çalışma olan Akfırat (İstanbul, Tuzla) ve çevresine ait 2003-2010 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri ArcGIS 9.1 ve Erdas Imagine 9.1 yazılımı kullanılarak arazi değişim haritalarını elde etmiştir. Alanın arazi örtüsü sınıfları belirlenirken CORİNE arazi örtüsü sınıflama yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda alana ait uydu görüntülerin yıllar arasındaki değişimi incelendiğinde en çok yerleşme alanında artış gözlemlendiği karışık orman ve tarım alanlarının azaldığını tespit etmişlerdir. Alanın daha planlı kullanımı için çeşitli önerilerde bulunmuşlardır (Kandemir 2012).

Son dönemlerde hızlı kentleşme süreci geçirdiği belirtilen İzmir Bornova ilçesi için yürütölen çalışmada 1984 ve 2009 yılları aralığında bu değişimin alan kullanıma etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. Uydu görüntülerine kentsel alanlar, tarım, orman, maki ve otsu bitkiler, su ve çıplak alanlar olmak üzere toplam 6 başlık altında sınıflama uyguladıkları çalışmalarında kentsel alanların ciddi artış gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Büyümenin çıplak alanlar, maki ve otsu bitkiler ve tarım alanları üzerine gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Kentsel alanların artışının gelecekte de devam edeceğini ve diğer alan kullanım sınıflarına baskı oluşturacağını öngörmüşlerdir. Ekolojik planlama temelli alan kullanım yaklaşımlarının uygulanması gerekliliğini belirtmişlerdir (Doğun ve Erdem 2013).

Marmara Gölü ve yakın bölgesindeki alan kullanım faaliyetlerinin zamansal değişimini ve oluşturduğu sonuçları belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmalarında farklı yıllara ait Landsat TM görüntülerinin Erdas 9.2 yazılımı ile kontrollü sınıflandırılması yapıldıktan ve belirlenen alan için kullanım türlerindeki değişimi analiz etmişlerdir. Bu yıllar arasındaki en büyük değişimi yerleşim alanlarındaki artış olmasının yanında sucul bitkilerin ve mera alanlarının da azaldığını tespit etmişlerdir. Ayrıca Marmara gölü ve çevresindeki arazi kullanım türlerinin göl ekosistemine ciddi zararlar verdiği analiz

edilmiş ve bu alanın sürdürülebilirliğinin sağlanması için önerilerde bulunmuşlardır (Gülersoy 2013a).

Farklı uzaktan algılama teknikleri ile Manisa merkez ilçesinin 1986-2010 yılları arasındaki arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerinin UA ve CBS yöntemleri ile incelendiği çalışmada uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Doğruluk analizlerinin de kıyaslanması neticesinde sonuç olarak en büyük değişimin yerleşim alanlarında olduğunu gözlemlemişlerdir. Yerleşim alanlarında %109,5 artış ve mera alanlarında %-31,5 azalış meydana geldiğini belirtmişlerdir Koruma-kullanma dengesi doğrultusunda arazi örtüsünün yeteneklerine göre kullanılması hakkında çeşitli önerilerde bulunmuşlardır (Gülersoy 2013b).

Dengiz ve Demirağ Turan 2014, Samsun ve yakın çevresini ele aldıkları çalışmalarında alan kullanımını değişimini UA ve CBS yöntemleri ile belirlemeyi amaçlamışlardır. 1983-2011 tarihleri arasındaki farklı yıllara ait uydu görüntüleri ve haritalar kullanılmış ve dört ana başlık altında kontrolsüz sınıflaması yapılmıştır. Veriler sonucunda 1984 yılına ait alan kullanım türleri ile 2005 ve 2011 yılına ait alan kullanım türlerini karşılaştırmışlardır. Sonuç olarak ise verimli tarım arazilerinde kentleşmenin gerçekleştiğini, tarım olarak kullanılmayan alanlar ve mera alanlarında da artış olduğu gözlemlenmiştir.

Butt *et al.* 2015'in Pakistan'ın İslamabad kenti ve Simly havzasının bir kısmını kapsayan çalışmalarında 1992-2012 yılları arasında AÖ/AK değişimini haritalamayı amaçlamışlardır. UA ve CBS ile farklı uydu görüntülerini materyal olarak kullanmışlardır. Uygulanan Kontrollü sınıflama ve doğruluk analizleri sonucunda bitki varlığında azalma görülürken çıplak toprak/ kayalık, yerleşim, su, tarım alanlarında artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yaşanan bu dönüşümün asıl olarak havza kaynaklarına zarar verdiğini belirtmişlerdir. Alanın sosyo-ekonomik gelişiminde önemli bir rolü olan havzanın sürdürülebilir kullanımı için doğru yönetilmesi gibi çeşitli önerilerde bulunmuşlardır.

Dünyanın nüfus yoğunluğu açısından en kalabalık kentlerinden biri olan İstanbul kentini kapsayan yüksek lisans tez çalışmasında Menderes 2014, farklı zamanlara ait Landsat-5 uydu görüntüleri kullanarak toplam 5 sınıf altında kentin alan kullanım değişimini analiz etmiştir. 1997-2009 yılları arasında en fazla değişimin yerleşim alanların artışı ve orman ve tarım alanlarının azalışı olarak tespit etmiştir. Kontrollü sınıflama uyguladığı çalışmasında kent için geleceğe yönelik simülasyon modeli oluşturmuştur (Menderes 2014).

Tağıl 2014; Edremit Körfezi'nin kuzey Sahili bölgesinde, CBS teknikleri ve Landsat TM ve ETM+ (1987, 2000 ve 2010) uydu görüntüsü kullanılarak hızlı kentleşme sürecinde olan Edremit Körfezi'nin kuzey sahil bölgesindeki arazi örtüsünün zamansal ve mekânsal değişimini ve peyzaj paternini nicel olarak ortaya çıkarmayı hedeflemişlerdir. Bulgular sonucunda özellikle ekili tarım alanlarının azaldığı, zeytinlik-meyvelik arazilerinin kentleşme sürecinde inşa edilmiş alanlara dönüştüğü ve peyzaj desenin farklılık gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Doygun vd 2015; Kahramanmaraş kentinde belediye sınırları ile belirledikleri çalışma alanında 2000-2012 tarihleri arasında yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerin coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte kullanılarak, o tarihlere ait zaman içerisinde kentte meydana gelen yeşil alanın ve yapılaşma oranının değişimin incelenmesi amaçlamışlardır. Meydana gelen değişimlerin analizini yapabilmek için kente ait alanlar “Yapılaşma Alanları, Aktif Yeşil Alanlar, Diğer Yeşil Alanlar ve Diğer Alanlar” şeklinde dört ana sınıf başlığı altında sayısallaştırma işlemi uygulamışlardır. Sonrasında bu analizlerin daha da algılanabilir şekilde yapılabilmesi için çalışma “Yeşil alanların kent bütününe ve nüfusa oranı, Yeşil alanların parsel sayıları ve genişlikler, Yeşil alanlara ulaşılabilirlik” olmak üzere üç başlık altında incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 2000-2012 yılları arasında kentin aktif yeşil alanının dört katı büyüdüğü fakat kişi başına düşen yeşil alan miktarının yeterli olmadığı ve doğal zenginlikleri ile yüksek bir potansiyele sahip olan kentin bütüncül bir yeşil alan sistemi ile planlamasını öngörmüşlerdir.

Güney ve Polat 2015; birçok sebepler ile baskı altında olan Aliğa ve Çandarlı arasında kalan kıyı çizgisinin Uzaktan algılama teknolojileri ve farklı tarihli Landsat uydu görüntüleri kullanılarak bu yıllar arasındaki zamansal değişimin tespit edilmesini amaçladıkları bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Analizler sonucunda özellikle kıyı doldurma gibi işlemlerin yaşandığı Aliğa bölgesindeki kıyı çizgisinde en büyük değişimin olduğunu belirlemişlerdir. Liman ve iskele gibi yapılaşma çalışmalarının devam edip kıyı çizgindeki değişim ilerde de devam edeceğini öngörmüşlerdir.

Rawat ve Kumar 2015, Hindistan'ın kuzeyinde bulunan Uttarakhand eyaletinin Almond bölgesinde bulunan Hawalbagh bloğu olarak anılan alan için 1990-2010 tarihleri arasında 20 yıllık arazi AÖ/AK değişimini uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile modellemişlerdir. Materyal olarak kullandıkları görüntülere bitki varlığı, tarım, boş arazi, su varlığı ve yapısal alan olmak üzere 5 ana başlık altında kontrollü sınıflama uygulamışlardır. Elde ettikleri bulgular sonucunda yapısal alan ve bitki varlığında artış, boş alan, tarım ve su varlığında azalma olduğunu belirlemişlerdir ve alanın planlı gelişimi için önerilerde bulunmuşlardır.

Sewnet 2015, Kuzeydoğu Etiyopya Infraz Havzasını kapsayan çalışmasında 1973-2011 yılları arasındaki farklı Landsat uydu görüntüleri ve uzaktan algılama yazılımları kullanarak arazi örtüsü/alan kullanım değişimini tespit etmiştir. Nüfus ve yerleşim alanlarının artması ile bitki varlığının ve sulak alanların azaldığını gözlemlemişlerdir. Nüfus oranının artışının dengelenmesinin ve arazi kullanım yönetiminin sağlanması yakın zamanda önlem alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Hızlı kentleşmenin yaşandığı belirtilen Mısırın kuzey kesiminde bulunan Dekahliye kentinde Hegazy ve Kaloop 2015'in CBS ve UA yöntemleri kullanılarak yaptıkları çalışmada 1985-2010 yılları arasındaki kentsel gelişim ve AÖ değişimini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Sınıflarını 4 başlık altında adlandırdıkları çalışmada elde ettikleri bulgular doğrultusunda yapısal alanların ciddi bir artış gösterdiğini buna karşın tarım arazilerinin ise azaldığı sonucuna varmışlardır. Geleceğe yönelik kentsel gelişim tahminlerini ise Markov zinciri modeliyle belirlemiş ileriki dönemlerde kentte yapısal

alanların daha çok artacağı su varlığı ve tarımsal alanların azalacağını tablo şeklinde de belirtmişlerdir.

Jouma ve Dadaşer Çelik 2016, çalışmalarında ülkemizin önemli sulak alanlarından olduğu belirtilen İç Anadolu Bölgesi Develi Ovası'nda bulunan Sultan Sazlığı için 1987-2013 tarihleri arasındaki arazi örtüsü değişimini Uzaktan Algılama teknikleri ve Landsat uydu görüntüleri kullanılarak belirlemeyi amaçlamışlardır. Danışmansız ve danışmanlı maksimum olasılık sınıflandırması (maximum likelihood classification) yapılan görüntülerin doğruluk değerlendirilmeleri analiz edildikten sonra tarım ve yerleşim alanlarının arttığı aynı zamanda sultan salığının ekosisteminde değişimlerin olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çeşitli faaliyetlerle gerçekleşen bu değişimlerin devam etmesi durumunda gelecekte de konu olan sulak için tehlike oluşturabileceğini öngörmüşlerdir.

Erzincan kentinin alansal değişiminin izlendiği çalışmada 1987 ve 2006 yıllarına ait UA yöntemleri ile Landsat TM ve Landsat ETM uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmış ve değişim matrislerini oluşturmuşlardır. Şehir alanlarının analizler sonucunda artış gösterdiği ve bu değişimin nüfus artışına paralel olarak geliştiğini belirtmişlerdir (Yücer ve Erener 2016).

Dutucu ve İkiel 2016; çalışmalarında Türkiye'nin en büyük ikinci delta ovası olan Yeşilirmak Deltası üzerinde yer alan Çarşamba Ovası Tarım faaliyetlerine uygunluğu ve topoğrafik şartlarının uygunluğu sebebi ile yoğun kullanıma maruz kaldığı belirtilen alan için arazi örtüsü üzerinde önemli değişiklikleri analiz etmişlerdir.

Mersin il bütünü ve Akdeniz ilçesini kapsayan çalışmada 2006 ve 2014 yılları arasındaki arazi kullanımı değişimini incelemeyi amaçlamışlardır. SPOT uydu görüntülerini CORINE arazi örtüsü hiyerarşisine göre sınıflandırmışlardır. Uygulama işlemlerinin doğruluk ve değişim analizleri sonucunda yerleşim alanlarının tarım alanları ve boş araziler üzerine genişlediği gözlemlenmiştir. Kente ait İl Çevre Düzeni

Planının sürdürülebilir planlama yaklaşımının ve uygun arazi kullanımının sağlanması için önemli olduğunu vurgulamışlardır (Göksel vd 2016).

Karip ve Göksel 2017; çalışmalarında önemli bir ekosistemi içinde barındıran alan için geleceğe yönelik daha uygun planların önerilmesi amacıyla İğneada koruma alanında zaman içinde meydana gelen değişimi ve değişimin hangi yönde eğilim gösterdiğini belirlemeye çalışmışlardır. 1984 ve 2010 tarihleri arasında belirlenen dört zamanlı Landsat 5 TM uydu görüntüleri kullanılarak arazi örtüsü kullanımlarını belirlemişlerdir. Bölgenin ilerde nasıl değişeceği hakkında öngörüye sahip olabilmek amacıyla Markov zincirleri yöntemine bağlı 4 farklı model uygulanmış ve çalışma alanını 2010 yılı için modellemişlerdir. Uygulanan modeller arasında MLP_Markov modeli'nin alansal değerlendirme bakımından daha fazla doğruluk vermesi, faydalı sonuçlar sunması sebebi ile 2030 yılı modellemesi için tercih edilmesini öngörmüşlerdir ve sonuçları belirtmişlerdir.

Parakasam vd 2018, Hindistanın kırsal bölgesi olan Shimla'da yürüttükleri çalışmalarında farklı zamanlara ait Landsat uydu görüntüleri ile 1980 ve 2017 yılları arasındaki arazi örtüsü/alan kullanım değişimini analiz etmişlerdir. Tarım, yerleşim, orman, ve boş alan olmak üzere 4 ana sınıf altında UA ve CBS yazılımları ile kontrollü sınıflama uyguladıkları çalışmalarında analizlerinin sonucunda en büyük değişimin orman ve yerleşim alanlarında olduğu sonucuna varmışlardır. Yerleşim alanları büyük bir hızla artarken, orman alanlarının da aynı şekilde azaldığını gözlemlemişlerdir. Bu çalışmanın geleceğe yönelik sürdürülebilir alan kullanım planlarına katkıda bulunabileceğini önermişlerdir.

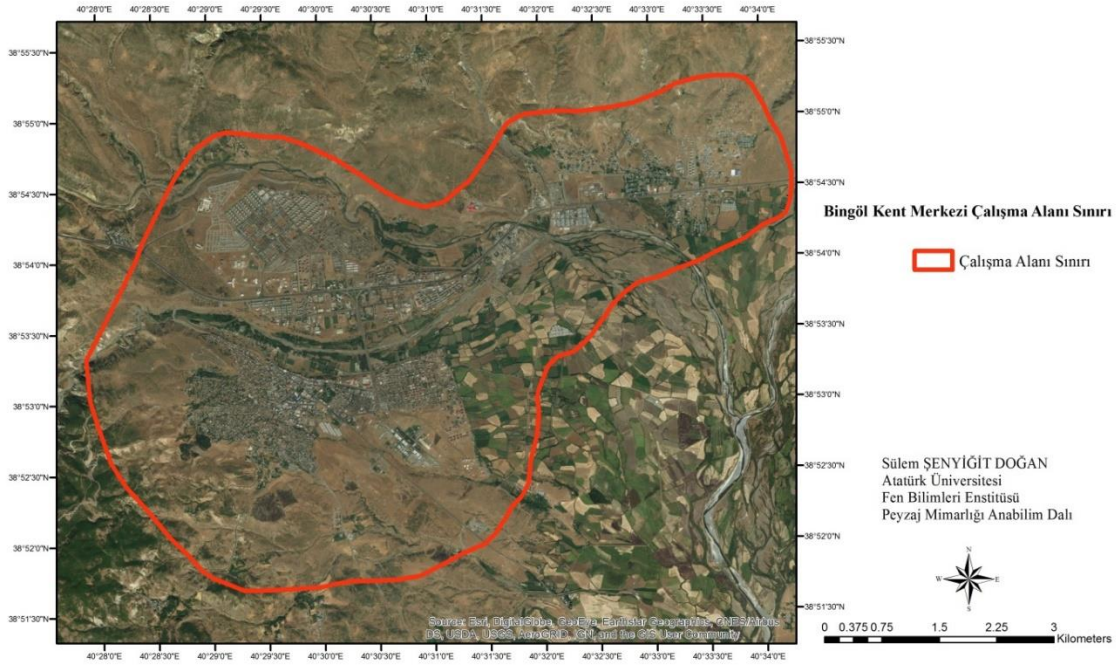
Batman kentinin alansal genişlemenin arazi örtüsüne olan etkilerinin incelendiği çalışmada 1985 ve 2016 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda genel olarak yerleşim yönünde değişimin yoğun olarak görüldüğü tespit edilmiştir. Kent 30 yıllık süre boyunca 1730 ha genişleme göstermiş fakat kuru tarım alanlarında ise ciddi oranda alan kaybı yaşandığı gözlemlenmiştir (Alkan 2018).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu ve Doğal Yapısı

Çalışma alanı olarak seçilen Bingöl kent merkezi, Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünde, Çapakçur ve Gayt Derelerinin Bingöl Ovasına birleştiği arazide bulunmaktadır (Şekil 3.1). Bingöl ili $38^{\circ} 27'$ ve $40^{\circ}27'$ doğu boylamlarıyla $41^{\circ} 20'$ ve $39^{\circ}54'$ kuzey enlemleri arasında yer almakta ve denizden yaklaşık 1151 metre yüksekliktedir. Bingöl kentinin komşuları doğusunda Muş, güneyinde Diyarbakır, kuzeyinde Erzincan ve Erzurum, batısında ise Tunceli ve Elazığ illeridir. Çalışma alanı sınırı olan Bingöl kent merkezi yaklaşık olarak 3653 ha'lık bir alana sahiptir (Şekil 3.1). Çapakçur vadisi içerisinde yer alan Bingöl kent merkezi vadinin iki yakasında bulunan alan üzerine yayılım göstermiştir (Şekil 3.2).

CBS ve UA Yöntemleri İle AÖ/AK Değişimlerinin Belirlenmesi: Bingöl Kent Merkezi Örneği

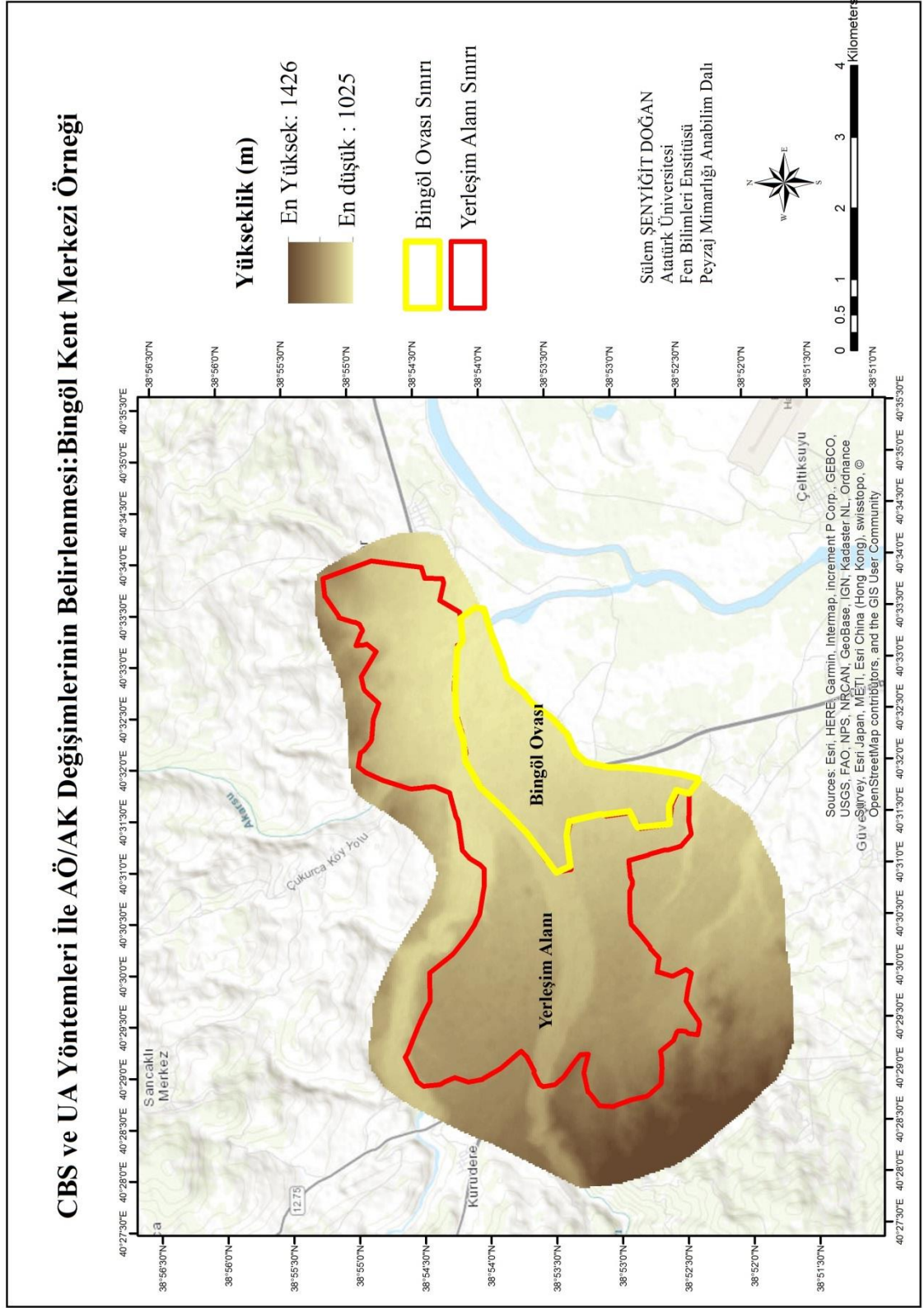


Şekil 3.1. Bingöl kent merkezi mücavir alan sınırına göre belirtilmiş çalışma alanı sınırı

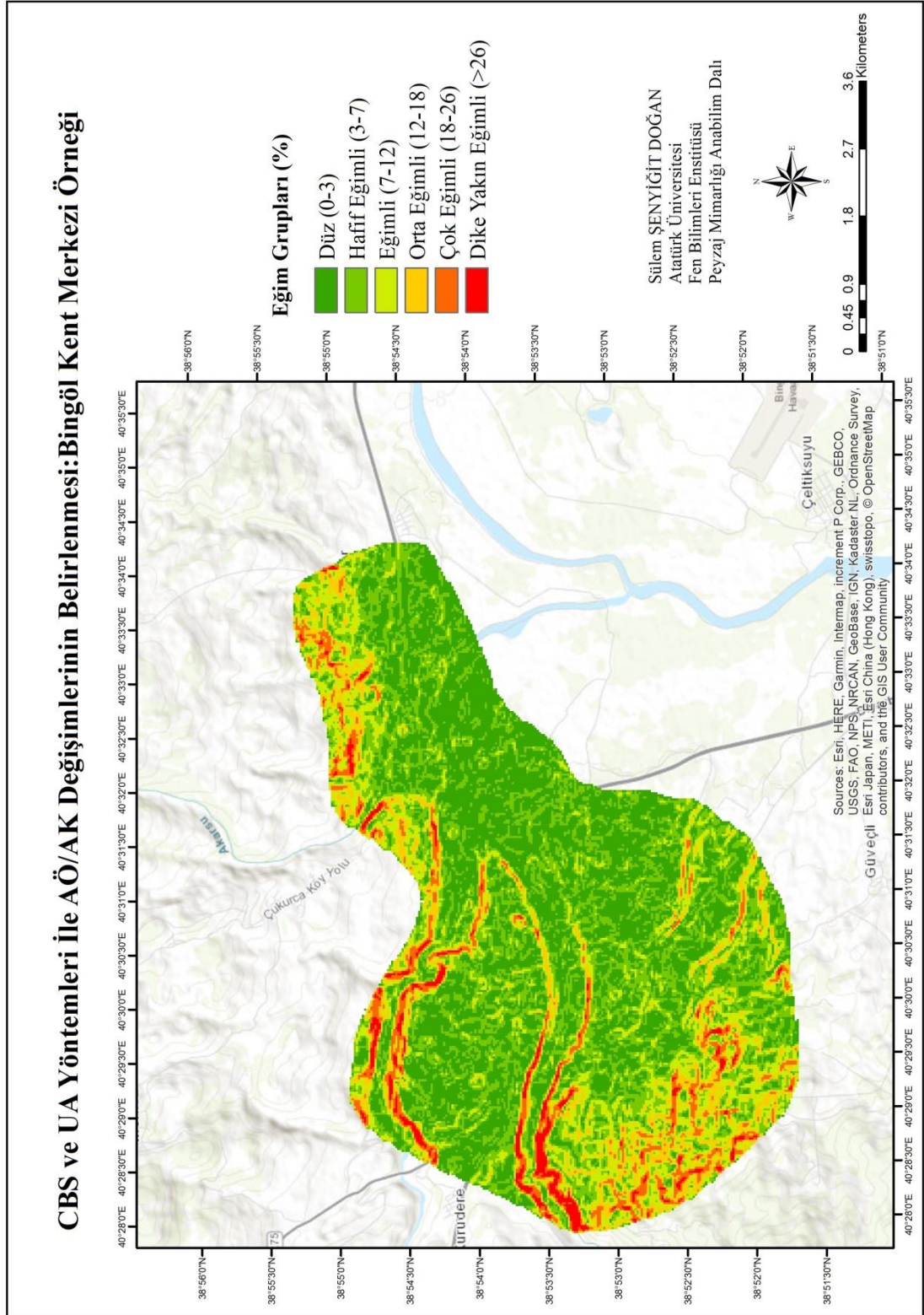


Şekil 3.2. Bingöl kent merkezi genel görünüm (Anonim 2017)

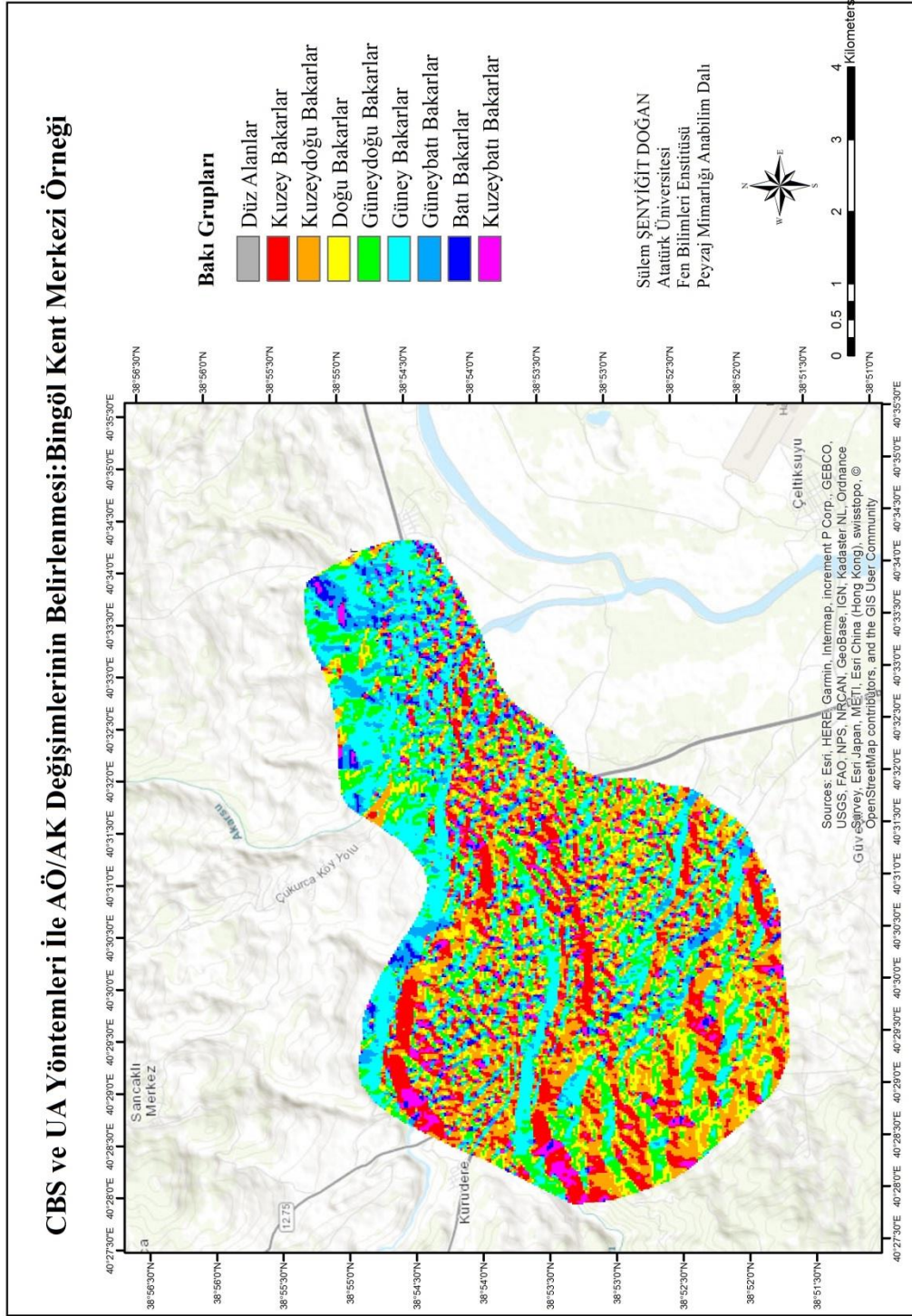
Bingöl ili genel itibariyle dağlık ve engebeli bir yapıya sahip olmasına rağmen çalışma alanı olan kent merkezi daha düz bir yapıya sahip ve yükseltisi 1025-1426 metre arasında değişmektedir (Şekil 3.3). Kent merkezinin üç bölgesi tepelik diyebileceğimiz yükseltilerle çevrilidir. Şekil 3.4’de belirtilen çalışma alanının eğim haritası, DEM verisi üzerinde Külahlıoğlu 2017’nin çalışmasında belirtilen eğim grupları temel alınarak hazırlanmıştır. Kent merkezinden kuzeye ve batıya gidildikçe yükseltiler artmakta, aynı zamanda bu bölgelerde eğimli alanlar da yoğunlaşmaktadır. Eğimli alanların yoğunlaştığı bu alanlarda %12’ nin üzerinde eğim grupları bulunmaktadır. Kentin güneydoğusunda bulunan ova konumundaki alanın eğimi %0 ile %7 arasında değişmektedir. Bingöl kent merkezi bakı grupları açısından da çeşitlilik sergilemektedir (Şekil 3.5). Kentin kuzeydoğu kısmı genel itibariyle güney bakılıdır. Yerleşim alanlarının bulunduğu alan ise çoğunlukla kuzey ve güney bakılıdır.



Şekil 3.3. Bingöl kent merkezi yükseklik haritası



Şekil 3.4. Bingöl kent merkezi eğim haritası



Şekil 3.5. Bingöl kent merkezi bakı grupları haritası

Yaklaşık 500 km²'lik bir yüzeye sahip Bingöl ovası Türkiye'nin en aktif jeolojik unsurlarından biri olan Doğu Anadolu fayı üzerinde bulunmaktadır (Tonbul 1990). Araştırma alanı olan Bingöl kent merkezi de ovanın kuzeyinde konumlanmış olması ve aynı zamanda ülkemizde bulunan ve dünyadaki en tehlikeli fay hattı olarak bilinen Kuzey Anadolu Fayı'nın da etkisinde de olmasından dolayı deprem tehlikesi yönünden 1. derece riskli bölge olarak bilinmektedir (Seymen vd 1972).

Tarım Reformu Genel Müdürlüğünden alınan toprak verilerine göre araştırma sahasında kireçsiz kahverengi orman toprağı, kahverengi orman toprağı, alüvyal toprak, kolüvyal toprak, bazaltik toprak, kireçsiz kahverengi toprak türleri bulunmakta ve toprakların kabiliyet sınıfına göre kategorize edildiğı alanda II., III. ve VI. sınıf araziler bulunmakta fakat yoğunluğunu II. sınıf kabiliyete sahip araziler oluşturmaktadır (Tarım Reformu Genel Müdürlüğü 2017).

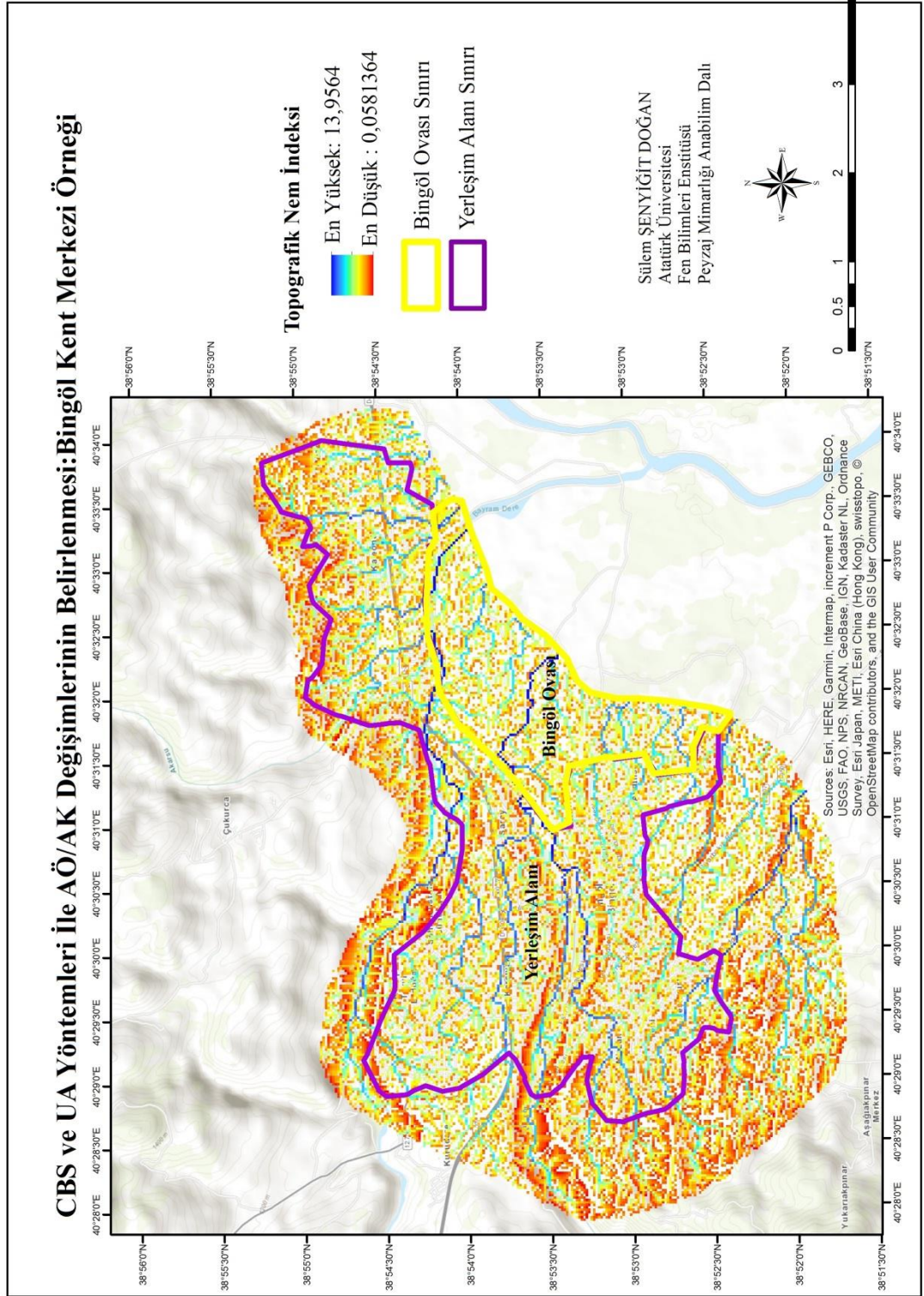
Bingöl kent merkezinin ana su kaynakları Murat nehrinin iki kolu olan Bingöl ovasının kuzeybatısından gelen Gayt Çayı ve kentin orta merkezinden geçen Çapakçur Çayıdır (Şekil 3.5). Kent merkezinin Bingöl ovasının kuzeybatısında konumlanmış olması ve ovanın etrafının yükseltiler ile çevrelenmiş olmasından dolayı akarsuların çoğunluğu ovaya doğru akış yönü göstermektedir (Üstündağ 2010).



Şekil 3.6. Bingöl kent merkezinden geçen Çapakçur Çayı (a), Gayt Çayı (b) (Eylül 2017)

Çalışma alanında bulunan su kaynakları göz önünde bulundurularak yerleşim alanlarının heyelan karşı uygunluğunun analiz edilmesi amacı ile topografik nem indeksi diğer bir deyimle su tutma kapasitesi USGS explorer sitesinden ücretsiz olarak indirilen DEM verisi kullanılarak elde edilmiştir (Şekil 3.7).





Şekil 3.7. Bingöl kent merkezi Topografik Nem İndeksi haritası

Araştırma alanı olan Bingöl kent merkezinde genel itibariyle karasal iklim hakimdir. Kent merkezi ve çevresinin kuzeyden gelen nemli ve serin hava kütlelerine açık olması ve yükselti etkeni nedeni ile kışları soğuk ve kuru yazları ise sıcak iklim özelliği göstermektedir. İlkbahar ve sonbahar aylarında yağış yağmur, kış aylarında ise kar şeklinde görülür. Bingöl kent merkezinin iklimi kentin geneline oranla yumuşak geçmektedir (MGM 2017). Bingöl iline ait iklim verileri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Çizelge 3.1’de Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan Bingöl ilinin uzun yıllar (1975-2015) ve 2016 yılının iklimsel istatistikleri belirtilmiştir. Çizelgeden anlaşılacak üzere Bingöl’de uzun yıllar sıcaklık ortalaması 11,5°C’dir. Belirtilen uzun yıllar iklim ortalamalarına göre en soğuk Ocak ve Şubat, en sıcak ise Temmuz ve Ağustos aylarıdır.

Çizelge 3.1. Bingöl iline ait uzun yıllar ortalaması (1975-2015) ve 2016 yılına ait iklim verileri (MGM 2017)

Bingöl	Ortalama Sıcaklık Değerleri (°C)		Maksimum Sıcaklık Ortalaması (°C)		Minimum Sıcaklık Ortalaması (°C)		Nispi Nem Ortalaması (%)		Toplam Yağış (mm)	
	Uzun Yıllar	2016	Uzun Yıllar	2016	Uzun Yıllar	2016	Uzun Yıllar	2016	Uzun Yıllar	2016
Ocak	-2,6	-2,8	7,2	1,1	-13,9	-5,9	72,2	75,3	121,6	235,1
Şubat	-1,6	2,4	8,9	7,5	-13,7	-1,3	71,5	73,7	144,7	86,3
Mart	3,6	7,0	16,9	12,9	-7,8	2,4	66,9	60,4	130,2	125,5
Nisan	10,2	14,0	23,9	21,3	-0,1	7,3	59,2	48,4	120,8	45,5
Mayıs	17,4	16,3	29,4	23,4	4,6	10,2	53,1	57,4	77,1	62,2
Haziran	21,3	22,2	34,6	29,4	9,6	15,4	43,3	43,6	21,0	34,6
Temmuz	25,0	27,0	38,6	34,6	14,4	19,6	35,1	33,4	8,4	3,5
Ağustos	24,6	28,1	38,3	36,6	14,7	20,2	37,5	28,0	5,1	0,0
Eylül	20,3	20,1	34,8	27,9	8,8	13,2	43,1	40,3	11,5	29,1
Ekim	13,5	15,2	28,7	23,4	2,6	8,4	57,3	43,0	69,1	4,4
Kasım	6,2	6,4	19,0	13,8	-4,1	0,7	68,0	48,0	113,6	53,7
Aralık	0,4	-2,2	11,3	2,2	-10,8	-5,3	73,6	73,4	139,8	152,6
Ort.	11,5	12,8	24,3	19,5	0,36	7,1	56,7	52,1	962,9	832,5

Bingöl kent merkezinin bitki örtüsünün oluşumunda iklim, fiziki coğrafya ve toprak yapısı önemli faktörler olarak gözlemlenmektedir. Şartların uygun olduğu alanlarda bitki örtüsü varlığının yoğun, olmadığı alanlarda ise seyrek olduğu görülmektedir. Bingöl, bulunduğu bölgede orman varlığı açısından zengin bir alan varlığına sahiptir. Çalışma alanını sıralayan yükseltilerin üzerinde yoğunluğunu meşe (*Quercus ssp.*)

türlerinin oluşturduğu orman alanları bulunmaktadır. Bunlardan mazı meşesi (*Quercus infectoria*), tüylü meşe (*Quercus pubescens*), saçlı meşe (*Quercus cerris*), çınar (*Platanus orientalis*), çitlenbik (*Celtis australis*) gibi türler daha sık bulunmaktadır. Kent merkezinden geçen akarsu kenarlarında söğüt (*Salix caprea*), ılgın (*Tamarix tetrandra*) ve akasya (*Robinia pseudocacia* L.), kavak (*Populus alba*) ağaçlarının oluşturduğu formasyonlar da görülmektedir (Üstündağ 2010). Ayrıca kent merkezinde karaçam (*Pinus nigra*) ağaçlarının oluşturduğu küçük ormanlık alanlar da bulunmaktadır.

Bingöl turistik değer taşıyan alanları açısından önemli doğal kaynaklara sahiptir. Dağlık arazi örtüsüne sahip olması yönünden şelale oluşumları dikkat çekmektedir. Örneğin merkeze bağlı Uzundere Köyündeki Çır Şelalesi doğa turizmi bakımından önem taşıyan alan olma özelliğini bulundurmaktadır (Mansuroğlu ve Dağ 2016) (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Bingöl Uzundere Köyünde bulunan Çır Şelalesi (2017 Nisan)

Solhan ilçesi Hazerşah Köyü Aksakal Göl mezrası yakınlarında yer alan Yüzen Adalar farklı tabiat olaylarının oluşumu sonucunda meydana gelen krater göl konumundadır. Gölün üzerinde üç tane ada bulunmaktadır ve üzerine binildiğinde hareket etmektedir (Şekil 3.9). Kentin Karlıova İlçesinin 3250 metre yükseklikteki Bingöl dağlarının Kala

tepesinden güneşin doğuşunun eşsiz görünümünü izlemek mümkün olabilmektedir (Kürüm Varolgüneş 2016).



Şekil 3.9. Yüzen Adalar (2018 Ağustos)

Bingöl kenti genel olarak aktif fay hatlarının üzerinde bulunmaktadır. Bu durum termal suların varlığı açısından zengin olma durumunu sağlamaktadır ve sağlık turizmi bakımından önemli konuma sahip olabilmektedir. Bingöl-Karlıova yolu üzerinde Ilıca ilçesinde bulunan Kös Kaplıcaları bulundurduğu sıcak su kaynaklarının yanında aynı zamanda zengin bitki örtüsü, doğası ve mikro ikliması ile de bölge için önemli bir doğal değerdir (Varolgüneş 2016) . Kös Kaplıcalarına ait görünüm Şekil 3.10’de verilmiştir.

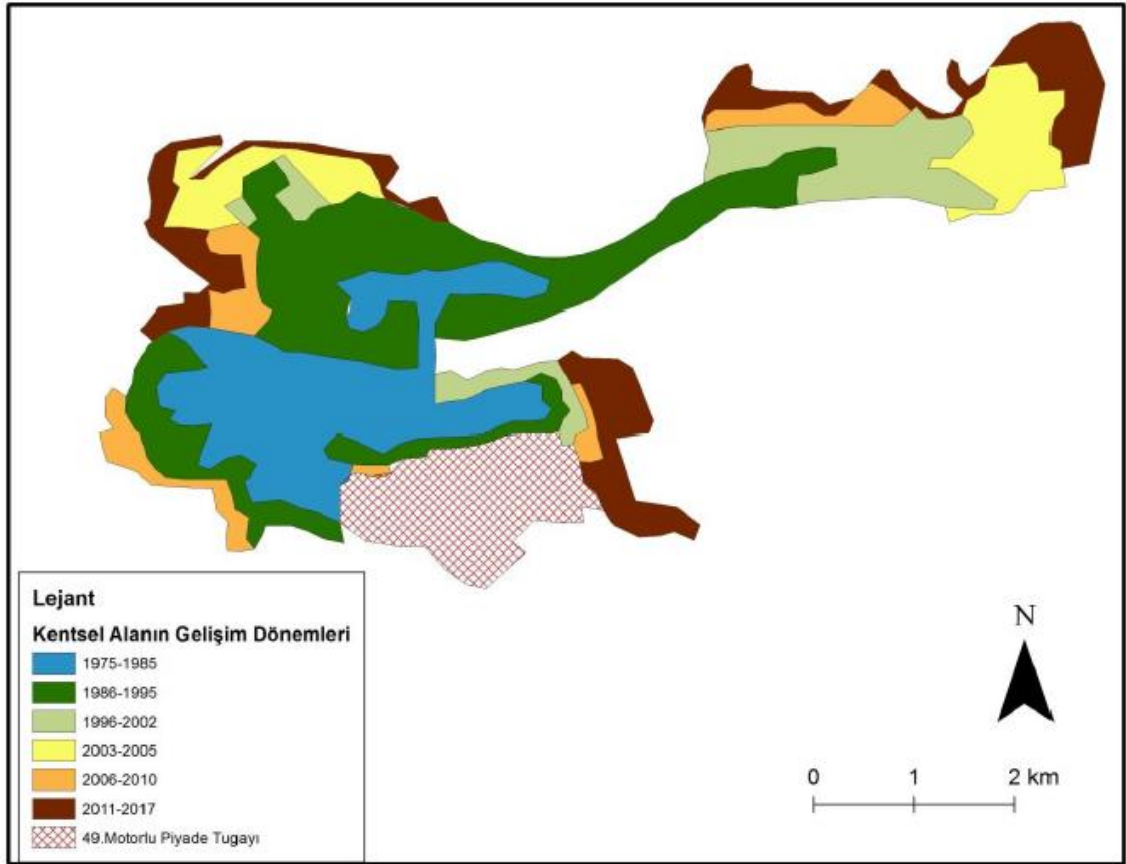


Şekil 3.10. Kös Kaplıcaları (2018 Haziran)

3.2. Geçmişten Günümüze Bingöl Kent Merkezinde Yerleşim Alanları

Araştırma alanı olan Bingöl kent merkezi Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Fırat Bölümünde Çapakçur ovasının kuzeybatı köşesinde bulunan alanda yer almaktadır (Caf 2014). Kentin ilk kurulum yeri Çapakçur deresinin ovaya ulaştığı vadi tabanı üzerindeki alandır ve bugünkü adıyla bilinen Bahçelievler ve Karşıyaka mahalleleridir. Tarihi yaklaşık 100-150 yıllık bir geçmişe sahip Bingöl kentinin bu alanda kurulmasının sebepleri arasında kullanım suyunu kolay temin edebilme, tarım arazilerine yakınlık, güvenli bölgede bulunma ve iklimin olumsuz koşullarından daha az etkilenme gibi olanakların varlığı olduğu düşünülmektedir (Akkan 1971).

1900-1955 yılları arasında kent merkezinin ilk kurulum yeri olan Çapakçur deresi boyunca doğu- batı yönünde bir gelişim göstermiştir. Bu dönemden sonra nüfus artışı, jeolojik ve jeomorfolojik etkenlerin de etkisiyle Genç ilçesine bağlı yol kenarında bulunan ve genelde tarım arazisi için kullanılan düz alanlar yerleşim için açılmıştır. 22 Mayıs 1971 yılında kentte yaşanan deprem felaketinin ardından yeni yerleşim alanı ihtiyacı ortaya çıkmış, İller Bankası Genel Müdürlüğü tarafından yerleşim için yeni alanların önerildiği kent merkezini kapsayan uygulama imar planı hazırlanmıştır. İmar planının uygulanması ile birlikte kent merkezi güney ve güneydoğu ekseninde gelişim göstererek Bingöl ovası üzerine yayılım göstermiş fakat bu yapılaşma çok da sağlıklı olmayan bir kentleşme sonucunu ortaya çıkarmıştır. Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası karayolu da kent merkezi gelişimini etkileyen bir diğer önemli faktörler arasında yer almaktadır. Çapakçur deresinin kuzeyinde kalan şehirlerarası karayolu, yeni yerleşim yerlerinin oluşmasına kent merkezinin doğu-batı ekseninde gelişim göstermesine neden olmuştur (Üstündağ 2010). Şekil 3.11.'de Bingöl kent merkezinin kentsel alan genişleme dönemleri belirtilmiştir.



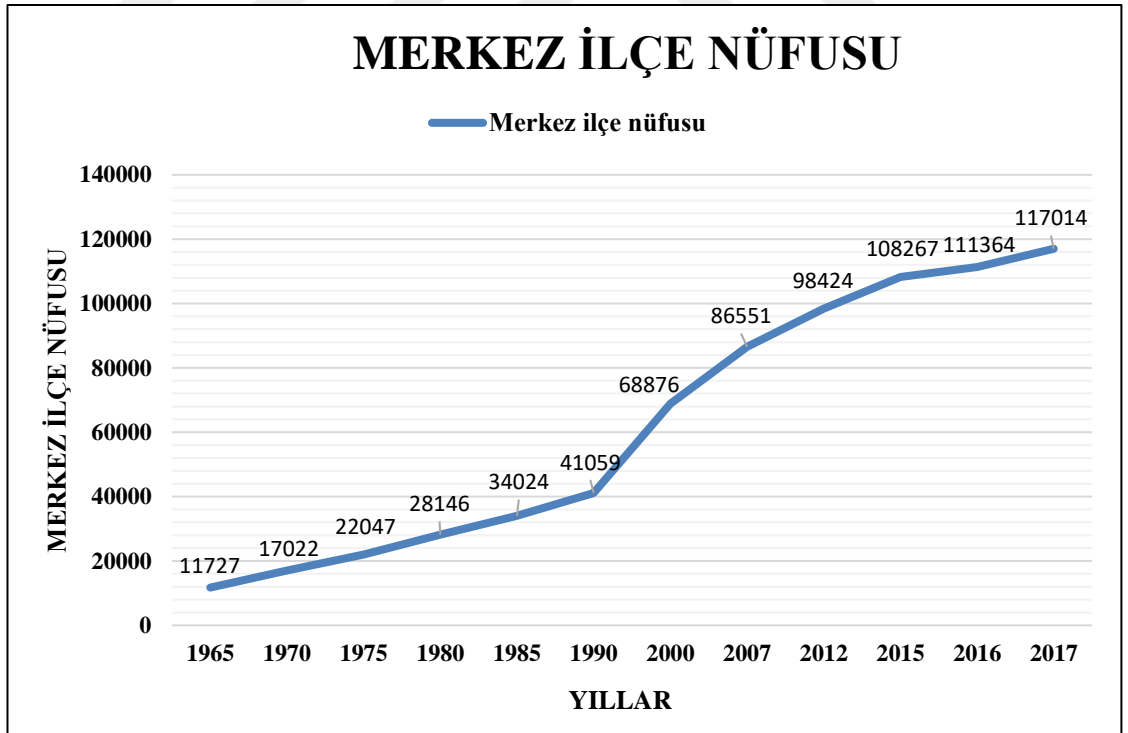
Şekil 3.11. Bingöl kentsel alanın gelişim dönemleri (Kan 2018)

1 Mayıs 2003 tarihinde Bingöl bölgesinde meydana gelen deprem sonucunda ortaya çıkan yerleşim ihtiyacı doğrultusunda kentin kuzeyinde bulunan ormanlık alanlar imara açılmış ve genelde tek veya iki katlı olan deprem konutları inşa edilmiştir. Kent merkezinin kuzey kesiminde konumlanan Bingöl Üniversitesinin 2008'de faaliyete geçmesi ile de bölge nüfusu artış yaşamış ve yeni yerleşim alanları kuzey yönünde artış göstermiştir.

3.3. Nüfus ve Sosyoekonomik Yapı

Geçmişten bugüne yapılan çalışmalardan da anlaşılacağı üzere nüfus hareketliliği ve kentleşme arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Nüfus yoğunluğundaki artış, yeni ihtiyaçların doğmasına, bunun sonucu olarak da arazi örtüsündeki baskının daha da yoğunlaşmasına sebep olmaktadır. Bu sebepten dolayıdır ki arazi örtüsü üzerinde bulunana alan kullanımlarındaki değişim incelenirken nüfus yoğunluğundaki hareketlilikler de irdelenmelidir.

Bingöl il nüfus yoğunluğu, TÜİK verilerine göre geçmişten bugüne genel anlamda artış göstermiştir. Nüfus gelişimi incelendiğinde ise 1965-2017 yıllarını kapsayan 52 yıllık süreçte kent merkezi nüfusu 11,727'den 117,014'e yükselerek yaklaşık 10 kat kadar bir artış göstermiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Bingöl merkez ilçe 1965-2017 yılları arası nüfus değişimi (TÜİK 2017)

Bu dönemdeki değişimin en önemli nedenleri kamu kurumlarının yaygınlaştırılması, tarımda insan gücü yerine makineleşmenin çoğaltılması, sanayi tesislerinin kurulması, hizmet sektörü ile ilgili büyük veya küçük işletmelerin çok sayıda açılması, Bingöl Üniversitesi'nin kente kazandırılması, sosyal, ulaşım ve sağlık alanlarında yaşanan olumlu gelişmeler olarak gösterilebilir. Ayrıca 1971 ve 2003 yılında yaşanan deprem felaketi sonucunda kırsal alanlardaki dayanıksız yapıların hasar görmüş olması ve bunun sonucu olarak insanların kent merkezine yönelmelerine neden olmuş ve merkez nüfusunun yoğunluğu açısından hızla artmasına neden olmuştur (Kan 2018).

Kentleşmeye yön veren bir diğer olgu kentin sahip olduğu sosyoekonomik yapıdır. Bir kentin sosyoekonomik yapısını üretim ve gelir düzeyi, demografik yapı, eğitim ve sağlık alanındaki olanaklar, işgücü isteği, fiziki ve sosyal alanlarda altyapı imkanları gibi faktörler etkilemektedir (Erdoğan vd 2018).

Bingöl kenti bulunduğu bölge olan Doğu Anadolu Bölgesi ve aynı zamanda Türkiye ortalamalarına göre sosyoekonomik gelişmişlik düzeyi daha düşük seviyelerde bulunmaktadır (Erkan vd 2012). Bunun nedenleri arasında en büyük etken kentin ekonomisinin tarım ve hayvancılığa dayalı olması ve bu faaliyetlerin geleneksel yöntemler ile yapılmasından kaynaklanmaktadır. Bölgesel kalkınmada birinci derecede önemli bölgelerden biri olan Bingöl kentinde sanayi alanında Devlet tarafından verilen tüm desteklere rağmen istenilen seviyeye ulaşılamamıştır. Fakat 2007 yılında faaliyete geçen Bingöl Üniversitesi kente eğitim ve öğretim alanında getirdiği faaliyetlerin yanı sıra bölgedeki halka iş imkânları sunması ve ekonomik alanda yaptığı yatırımlar, eğitim gören öğrencilerin ve personelin harcama yapması, gibi katkıları ile bölgesel refaha pozitif etkileri bulunmaktadır. Ayrıca son dönemde Bölgesel Kalkınma Odaklı Misyon Farklılaşması ve İhtisaslaşması Programı kapsamında “Tarım ve Havza Bazlı Kalkınma” alanında bölgede akademik açıdan ihtisaslaşmış pilot üniversite görevi üstlenmesi ile birlikte kentin sosyoekonomik gelişmişlik farkının azaltılması yönünde önemli katkı sağlayacağı beklenmektedir.

3.4. Veri Kaynakları, Kullanılan Yazılımlar ve Donanımlar

Araştırma alanı olan Bingöl kent merkezi için gerekli verilerin elde edilmesi ve çalışmanın hangi yöntem ile sürdürüleceğinin karar verilmesi amacı ile konu ile ilgili önceki çalışmaların ve kent ile ilgili bilgilerin derlenmesi aşaması önemli yer tutmuştur. Bu amaç doğrultusunda Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi, Bingöl Üniversitesi Kütüphanesi elektronik dergi erişim sistemi ve online tarama olanakları etkin olarak kullanılmıştır.

Alan ile ilgili yükseklik, eğim, topoğrafik nem indeksi haritalarını elde etmek için DEM (sayısal yükseklik modeli) görüntüsü USGS earth explorer web sitesinden ücretsiz olarak elde edilmiştir (Anonymous 2018b). Kent merkezi sınırlarını belirlemek için Bingöl Belediyesinden temin edilen 1:1000 ölçekli uygulama imar planından faydalanılmıştır. Güncel arazi örtüsü/ alan kullanımının daha güvenilir sonuç vermesi amacı ile Tarım Reformu Genel Müdürlüğünden Corine seviye-3 ve toprak sınıflarına ait sayısal haritalar altlık olarak kullanılmıştır.

Bingöl kent merkezinin AÖ/AK değişimini analiz etmek amacıyla farklı üç tarihe ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bunlar 30m yer çözünürlüğüne sahip 9 Haziran 1985 ve 2 Temmuz 2000 tarihli ait Landsat 4-5 TM uydu görüntüleri ve 21 Ağustos 2017 tarihli 10m yer çözünürlüğü olan Sentinel-2 uydu görüntüsüdür. Kullanılan uydu görüntüleri USGS Glovis web sitesinden ücretsiz olarak indirilerek temin edilmiştir (Anonymous 2018a).

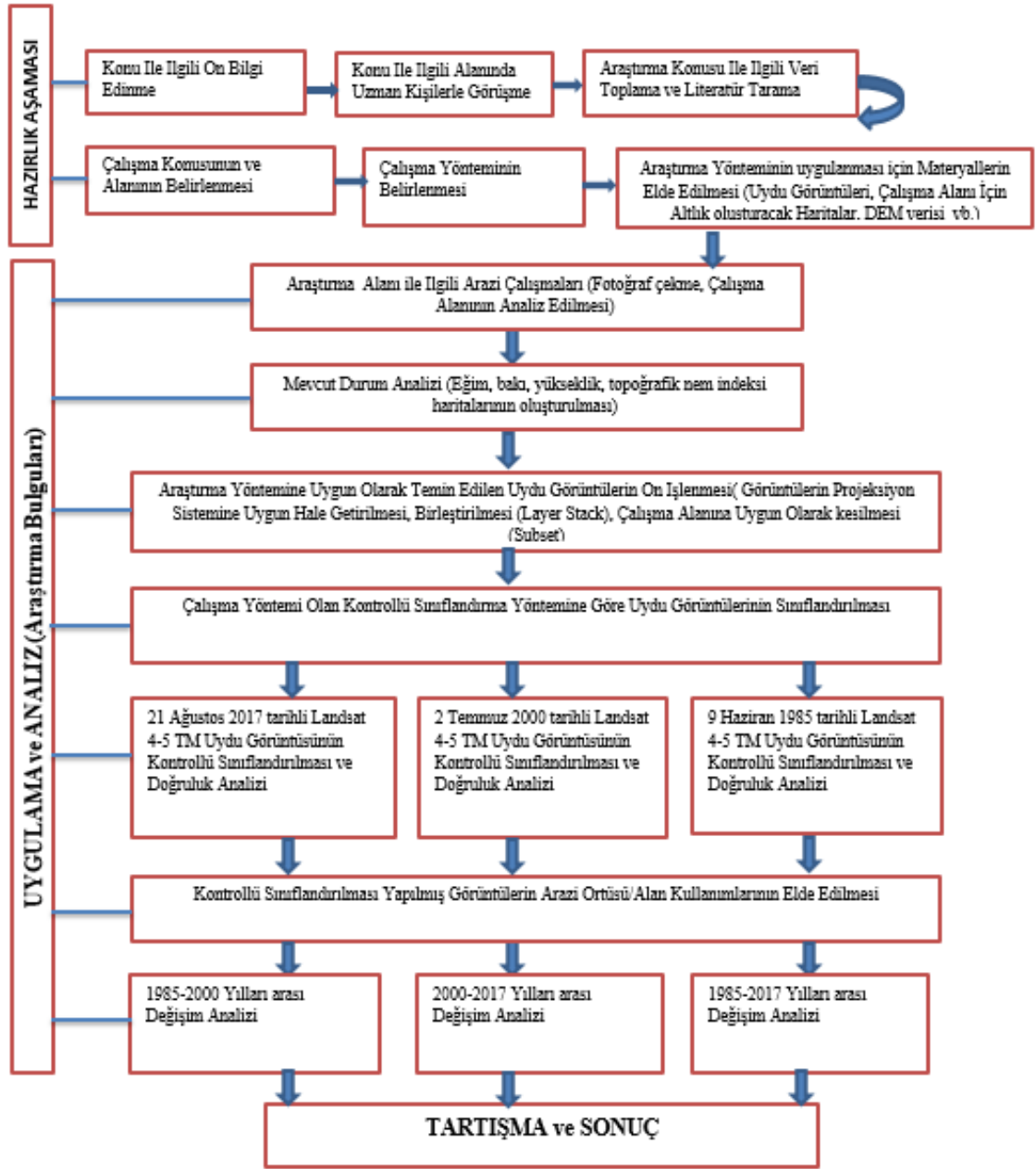
Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında ve sınıflandırma sonrası verileri depolama işlemlerinde ArcGIS 10.4.1 ve ERDAS Imagine 2014 yazılımları kullanılmıştır. ERDAS Imagine programı, çeşitli coğrafi verilerin bir araya gelmesini ve bu verilerin geometrik düzeltme, görüntüleme ve görüntü analizleri gibi uzaktan algılama çalışmaları için gerekli komutları bulduran yazılımdır. ArcGIS ise coğrafi verilerin analizlerini, veri yönetimi, görüntüleme ve depolanmasını sağlayan entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır (Onur 2007).

Donanım olarak ise 64 bit işletim sistemine sahip Asus marka dizüstü bilgisayar ve Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarında bulunan donanım olanaklarından faydalanılarak uygulamalar yapılmıştır.

3.5. Yöntem

AÖ/AK çalışmaları Dünyada ve Türkiye’de genelde iki farklı şekilde analiz edilmiş, Bunlardan birincisi mevcut arazi durumunu karakterize etmek, ikincisi ise farklı en az iki tarihli görüntü kullanılarak meydana gelen değişimlerin belirlenmesi şeklindedir. Bu çalışmada ikinci yöntem olan değişim analizi uygulanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yaklaşık 32 yıllık bir dönemi kapsayan 1985-2000-2017 yılları arasındaki arazi örtüsü/alan kullanım değişimi analiz edilmiştir.

Araştırmada uygulanacak aşamalar Oğuz vd. (2011), Gezici (2012), Doygun ve ark. (2015), Rawat *et al.* (2015)’in kentsel alanlarda AÖ/AK değişim analizi ile ilgili çalışmalarındaki yaklaşımlar temel alınarak hazırlanmıştır. Bu kapsamda çalışma Şekil 3.12’de belirtilen aşamalardan oluşmaktadır.



Şekil 3.13. Çalışma yönteminin aşamaları

Bingöl kent merkezinin AÖ/AK değişiminin analiz edilmesi için kullanılacak yöntemin belirlenmesi aşamasında ilk olarak bu konu ile ilgili bilimsel çalışmaları içeren kaynaklar incelenmiştir. Sonrasında konu ile ilgili alanında uzman kişilerin görüşüne başvurulmuştur. Bu kapsamda Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarında hizmet veren Öğretim Üyelerinden konunun yöntem aşamasının belirlenmesinde destek alınmıştır. AÖ/AK

değişimlerinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu konuda uzman Öğretim Üyelerine Bingöl kenti için AÖ/AK değişiminin belirlenmesinde hangi yöntemin uygulanması halinde en uygun olması gerektiği ile görüşler alınmıştır.

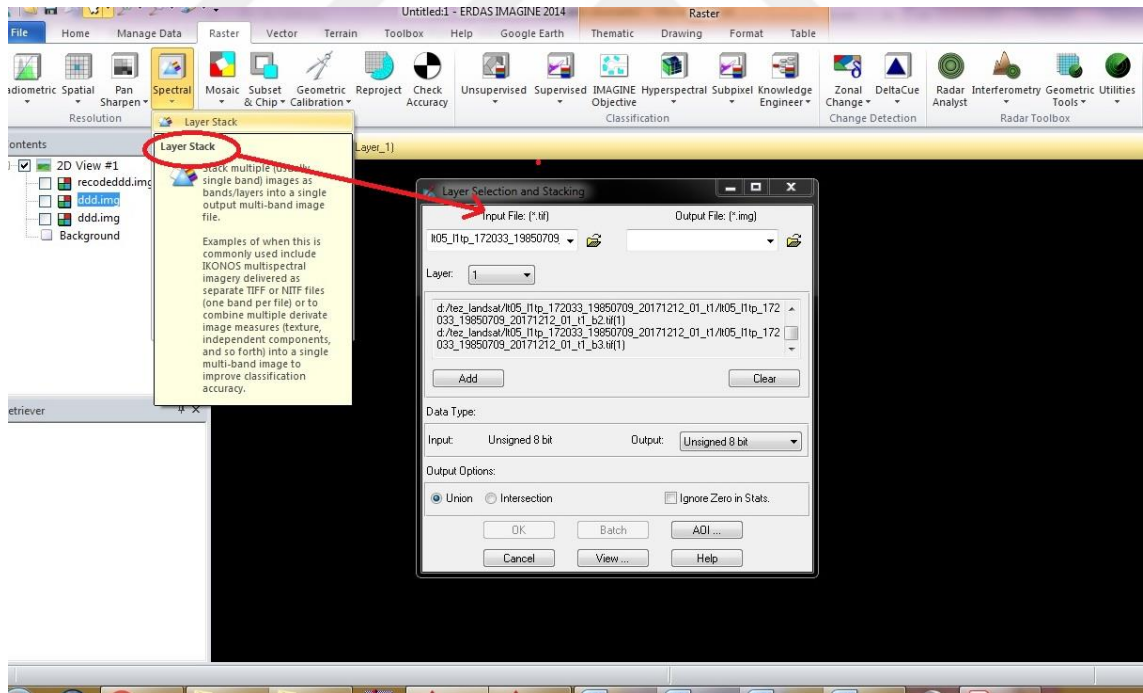
Bingöl kent merkezinin belediye mücavir alan sınırları doğrultusunda 1985-2017 yılları arasında farklı 3 tarihe ait uydu görüntüsüne kontrollü sınıflandırma uygulanması sonrasında AÖ/AK değişiminin belirlenmesi yöntemi uygulanmasına karar kılınmıştır.

Çalışma yönteminin belirlenmesi sonrasında çalışmada kullanılacak olan ArcGis 10.4.1 ve Erdas Imagine 2014 yazılımlarının öğrenilmesi amacıyla Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarında yaklaşık 6 haftalık bir eğitim süreci alınmıştır. Ayrıca bu eğitim sırasında Peyzaj Mimarlığı Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Laboratuvarında bulunan Öğretim Üyelerinden çalışmada kullanılacak materyallerin ne şekilde sağlanacağı ile ilgili bilgiler edinilmiştir. Bu bağlamda çalışma yönteminin uygulanması için istatistiki veriler, sayısal haritalar ve uydu görüntüleri çeşitli kurum ve kuruluşlardan elde edilmiştir. Kentin geçmiş verilerin elde edilebilmesi amacıyla Bingöl belediyesi ile ikili görüşmelerde bulunulmuş fakat kent merkezine ait verilerin arşivlenmesinde yaşanan sıkıntılardan dolayı gerekli bilgiler temin edilememiştir. Çalışma alanının sınırlarının da belirlenmesi amacıyla Bingöl Belediyesinden 1:1000 ölçekli uygulama imar planı elde edilmiştir.

Çalışma yönteminin daha iyi uygulanabilmesi amacıyla Bingöl kent merkezinin çalışma sınırı olan mücavir alan sınırları içerisinde kalan alanının mevcut durumu analizi amacıyla arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 2017 yılının Nisan, Mayıs, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında arazi çalışmaları yapılmış ve çalışmalar sırasında alanla ilgili fotoğraf çekimleri yapılmıştır. Ayrıca yine bu aşamada USGS web sitesinden ücretsiz olarak indirilen DEM verisi kullanılarak yükseklik, eğim, bakı ve topografik nem indeksi haritaları üretilmiştir. Topografik nem indeksi haritasının yorumlanması aşamasında konusunda uzman Bingöl Üniversitesi Coğrafya Bölümü öğretim üyelerinden destek alınmıştır.

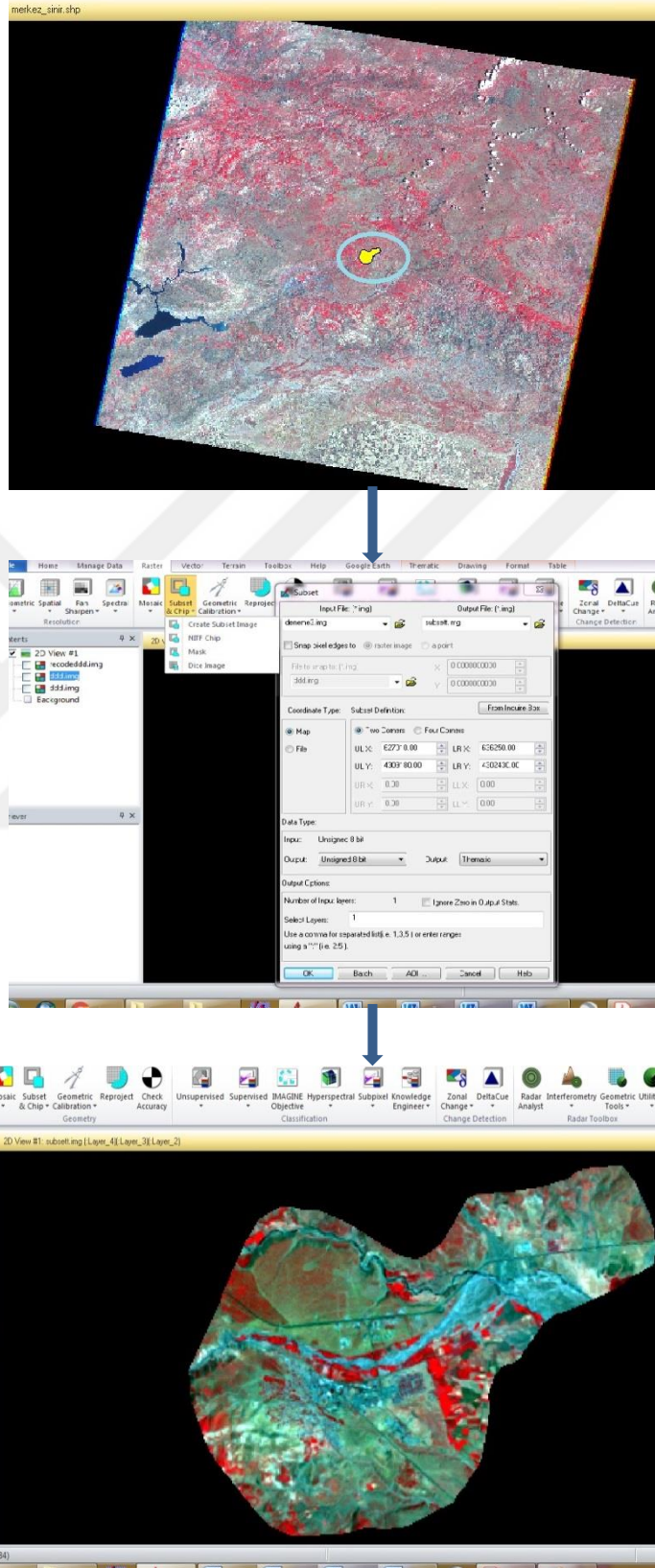
Bir sonraki aşama ise uydu görüntülerinin sınıflandırması işleminden oluşmaktadır. Sınıflandırmanın daha doğru gerçekleştirilmesi amacıyla bulutluluk oranı en az olan uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Sınıflandırma yapılmadan önce farklı bantlara sahip uydu görüntülerinin birleştirilmesi gerekmektedir. Sınıflandırma çalışmada kullanılacak olan 9 Haziran 1985 tarihine ait Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü 7 farklı bant ve 21 Ağustos 2017 tarihli Sentinel-2 uydu görüntüsü 13 farklı bant içermektedir. Çalışmanın amacına uygun olarak, Landsat 4-5 TM uydu görüntüsünün 30m yersel çözünürlüğe sahip 1-2-3-4-5 ve 7 sayılı bantları ve Sentinel-2 uydu görüntüsünün 10m yersel çözünürlüğü özelliği olan 2-3-4 ve 8 sayılı bantları ERDAS Imagine 2014 programında Layer Stack komutu ile birleştirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Uydu görüntülerinin ERDAS Imagine 2014 programında birleştirilmesi

Birleştirilen uydu görüntüleri çalışma alanının sınırlarına uygun olarak Erdas Imagine 2014 yazılımında Subset & Chip Create Subset Image komutu ile düzenlenerek, çalışma alanı elde edilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.15. Çalışma alanının sınırlarının ERDAS İmage 2014 yazılımında Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü üzerinde düzenlenmesi







Geçmiş çalışmalardan edinilen bilgiler ışığında hata oranını en aza indirmek amacıyla sınıflama yöntemlerinden kontrollü sınıflama yöntemi tercih edilmiş ve sınıflandırma ERDAS İmagine 2014 yazılımı yardımıyla uygulanmıştır. Bazı alan kullanım sınıflarının yüksek doğrulukla ve detayda sonuçlanabilmesi ve diğer alan kullanım sınıflarından ayırt edilebilmesi için yer yer ekran üzerinden el ile sınıflandırma yöntemi ile sonuçlandırılmıştır.

Alan kullanımlarının sınıflandırılmasında, Bingöl kentsel yapısını ve özelliklerini ayırt etmeye yardımcı olacak şekilde 5 farklı alan kullanım sınıfı belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan alan kullanım sınıfları

Alan Kullanımı	Örnek Alan	Açıklama
Yerleşim Alanı		Kentsel yapılar, inşaat alanları, eğitim, sağlık, ibadet ve diğer kamu alanları, sanayi tesisleri, şehir içi ve şehirlerarası kara yolları, iş merkezleri, konutlar.
		
		

Çizelge 3.2. (devam)

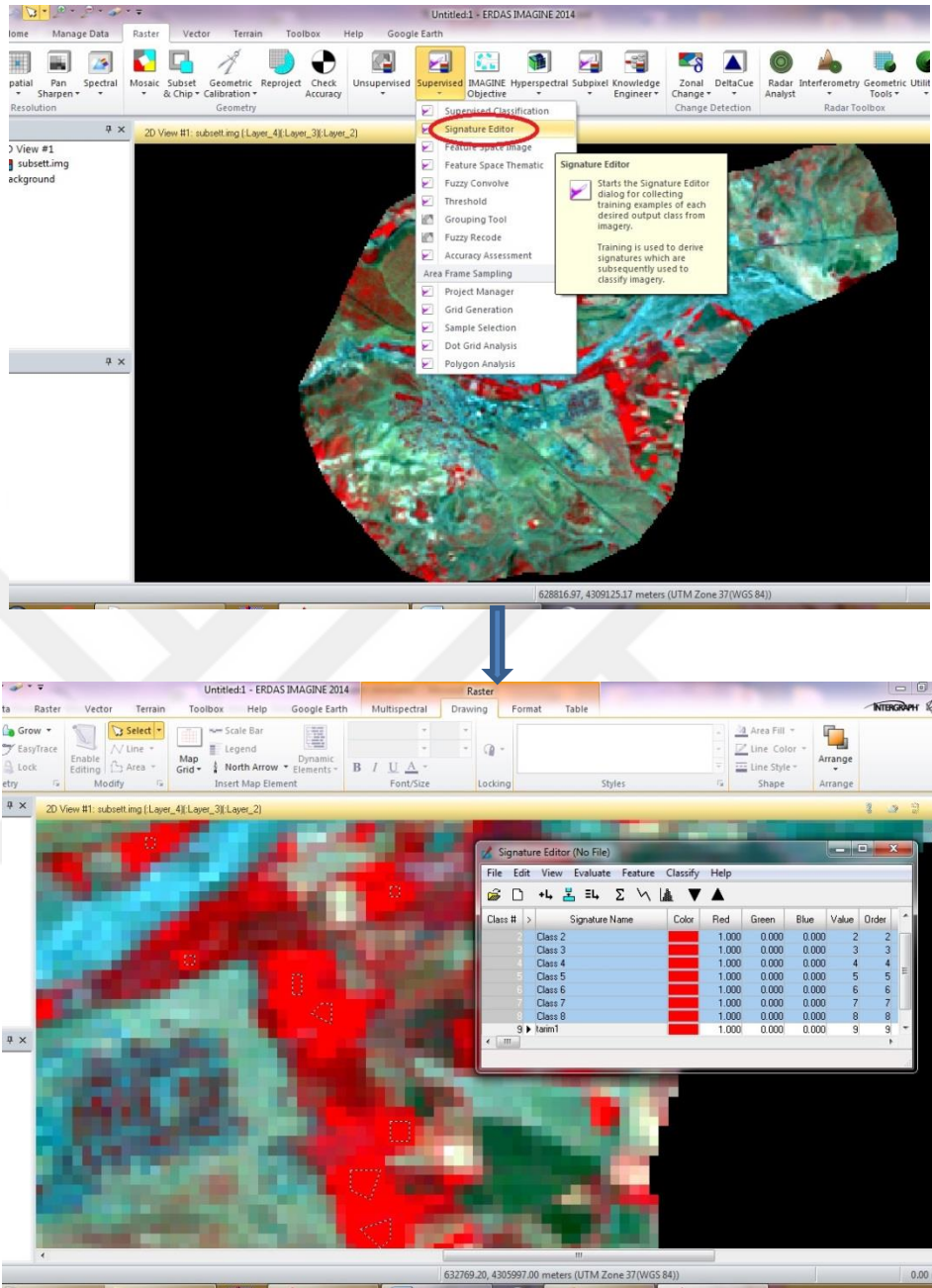
<p>Tarım Alanı</p>	 	<p>Kuru ve sulu tarım alanları, ekili ve ekili olmayan tarım alanı, meyve bahçeleri.</p>
<p>Yeşil Alan</p>	  	<p>Mahalle veya semt parkları, konut bahçeleri, refüjler, rekreasyon alanları, ormanlar, mesire alanları vb.</p>
<p>Su Yapıları</p>		<p>Akarsular, su yüzeyleri.</p>

Çizelge 3.2. (devam)

Boş Arazi		Boş alanlar, çıplak kayalıklar, üzerinde herhangi bir eylem gerçekleştirilmeyen alanlar.
-----------	---	--

Yürütülen çalışmanın ana amacı olarak kentsel gelişimin izlenmesi olmasından dolayı belirlenen sınıflar kendi içinde alt sınıfları da bulunduran kısımlarıyla değerlendirilmiştir. Tarım alanları ekili ve ekili olmayan tarım alanı, sulu tarım alanı veya kuru tarım alanı, meyve bahçeleri gibi alt sınıflara ayırmaksızın belirlenmiştir. Yine aynı şekilde yeşil alan sınıflanmasında ağaç türü göz önünde bulundurulmadan ormanlar veya refüjde bulunan bitkiler de aynı gruba dâhil edilmiş ve diğer sınıflara da bu yöntem uygulanmıştır.

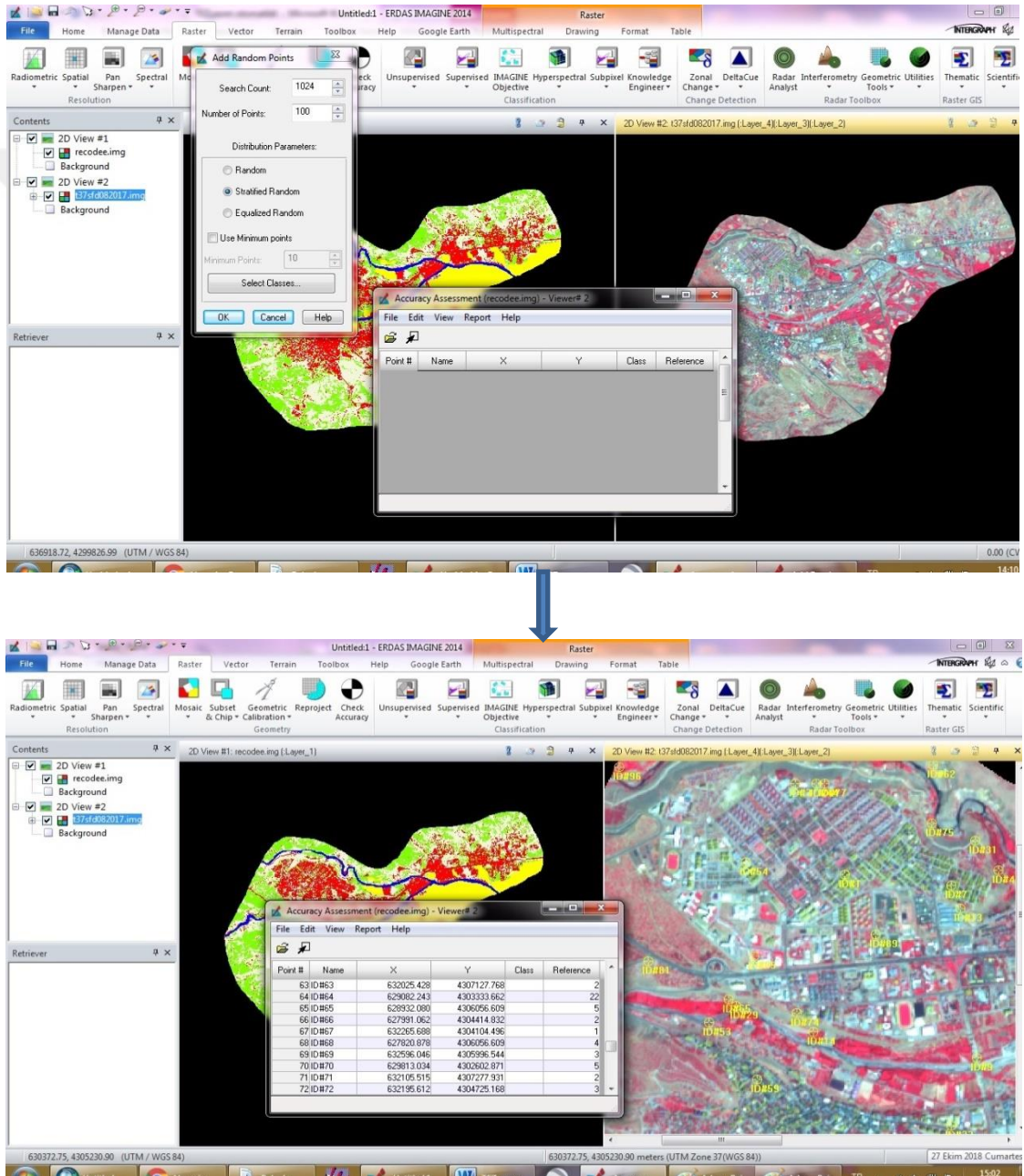
Alan sınıfları belirlendikten sonra kontrollü sınıflandırmanın ilk aşaması olan eğitim kısmı, arazi analizi çalışması, fotoğraf alma ve uydu görüntüleri gibi diğer kaynaklardan yararlanmak kaydıyla, arazi üzerinde hangi sınıfı temsil ettiğini yaklaşık olarak bildiği piksellerden eşit dağılımla örnekler alarak uygulandığı aşama gerçekleştirilmiştir. Bu işlem ERDAS Imagine yazılımındaki supervised butonu altında bulunan signature editor (imza düzenleyicisi) yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bu aşamadan sonra alınan örneklerin referansıyla görüntünün kontrollü sınıflandırması (supervised classification), maksimum olasılık (maximum likelihood) algoritması kullanılarak tamamlanmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. ERDAS Imagine 2014 yazılımı ile Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü üzerinde sınıflandırma işlemi

Çalışmanın dördüncü aşaması sınıflandırma sonrası elde edilen tematik haritaların doğruluk analizlerinin yapılması ve belirlenen sınıfların ne kadar alan kapladıkları hesaplanması şeklinde oluşmuştur. Kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanan görüntülerin doğruluğunun analizi, Erdas Imagine 2014 programının ana menüsünden

Supervised-Accuracy Assessment komutları seçilerek gerçekleştirilmiştir. Doğruluk analizi aşamasında, sınıflandırılmış çalışma alanı üzerinde her bir sınıf için 20 adet olmak üzere, her görüntü için toplam 100 adet ve toplamda 3 görüntü için 300 adet referans noktası belirlenmiş ve tüm noktaların görüntü üzerinde gerçekte hangi sınıfa ait oldukları tek tek değerlendirilmiştir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. 2017 sınıflandırılmış uydu görüntüsünün Erdas Imagine 2014 yazılımı ile doğruluk analizi aşamaları

Çalışmanın beşinci aşaması, uygulanan doğruluk analizinin sonucunda doğruluk oranı yüksek sonuç veren kontrollü sınıflandırılmış görüntülerin, ArcGis 10.4.1 yazılımı kullanılarak vektör veriye dönüştürülmesi ile sınıfların kapladıkları alanlarının hesaplanması ve değişim analizlerinin uygulanması şeklinde olmaktadır. Öncelikle 1985 ve 2000, daha sonra 2000 yılından 2017 yılına ait sınıfların alansal değişimi hesaplanmış ve en son olarak 1985 ve 2017 yılları arasındaki yaklaşık 32 yıllık değişim analiz edilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bingöl kent merkezinin mücavir alan sınırları göz önünde bulundurularak AÖ/AK değişimlerinin incelenmesi amacıyla 1985 ve 2000 yılına ait Landsat görüntüsü ve 2017 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntülerinin kontrollü sınıflandırılması sonucu elde edilen bulgular değerlendirilmiştir.

4.1. 1985-2000-2017 Yıllarına Ait Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntülerin Doğruluk Analizleri

Kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanan 1985 ve 2000 tarihli Landsat TM ve 2017 tarihli Sentinel-2 uydu görüntülerinin doğruluk analizleri Erdas Imagine 2014 programı ile gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırılmış görüntü üzerine her sınıf için 20 örneklem ile uygulanan analiz sonuçları çizelgelerle belirtilmiştir. Buna göre 1985 yılına ait hata matrisi ve doğruluk analizi çizelge 4.1.'de, 2000 yılına ait hata matrisi ve doğruluk analizi çizelge 4.2'de, 2017 yılına ait hata matrisi ve doğruluk analizi çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. 1985 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi

1985 YILI KONTROLLÜ SINIFLANDIRMA HATA MATRİSİ ve DOĞRULUK ANALİZİ							
Sınıf Adı	Yerleşim Alanı	Su Kütleleri	Tarım Alanı	Yeşil Alan	Boş Alan	Satır Toplamı	Kullanıcı Doğruluğu
Yerleşim Alanı	8	0	0	1	1	10	%80
Su Kütleleri	0	4	0	0	0	4	%100
Tarım Alanı	0	0	13	0	0	13	%100
Yeşil Alan	0	0	0	18	1	19	%94,74
Boş Alan	1	1	0	0	52	54	%96,30
Üretici Doğruluğu	%88,89	%80	%100	%94,74	%96,30	Genel Sınıflandırma Doğruluk Değeri %95	
Kappa Değeri	0,7802	1,0000	1,0000	0,9350	0,9195	Ortalama Kappa Değeri 0,9224	

Çizelge 4.2. 2000 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi

2000 YILI KONTROLLÜ SINIFLANDIRMA HATA MATRİSİ ve DOĞRULUK ANALİZİ							
Sınıf Adı	Yerleşim Alanı	Su Kütleleri	Tarım Alanı	Yeşil Alan	Boş Alan	Satır Toplamı	Kullanıcı Doğruluğu
Yerleşim Alanı	15	0	0	1	1	17	%88,24
Su Kütleleri	0	5	0	0	0	5	%100
Tarım Alanı	0	0	13	0	0	13	%100
Yeşil Alan	0	0	0	28	1	29	%93,10
Boş Alan	0	0	0	1	37	38	%97,30
Üretici Doğruluğu	%100	%100	%100	%93,10	%94,74	Genel Sınıflandırma Doğruluk Değeri %96	
Kappa Değeri	0,8616	1,0000	1,0000	0,9497	0,9564	Ortalama Kappa Değeri 0,9455	

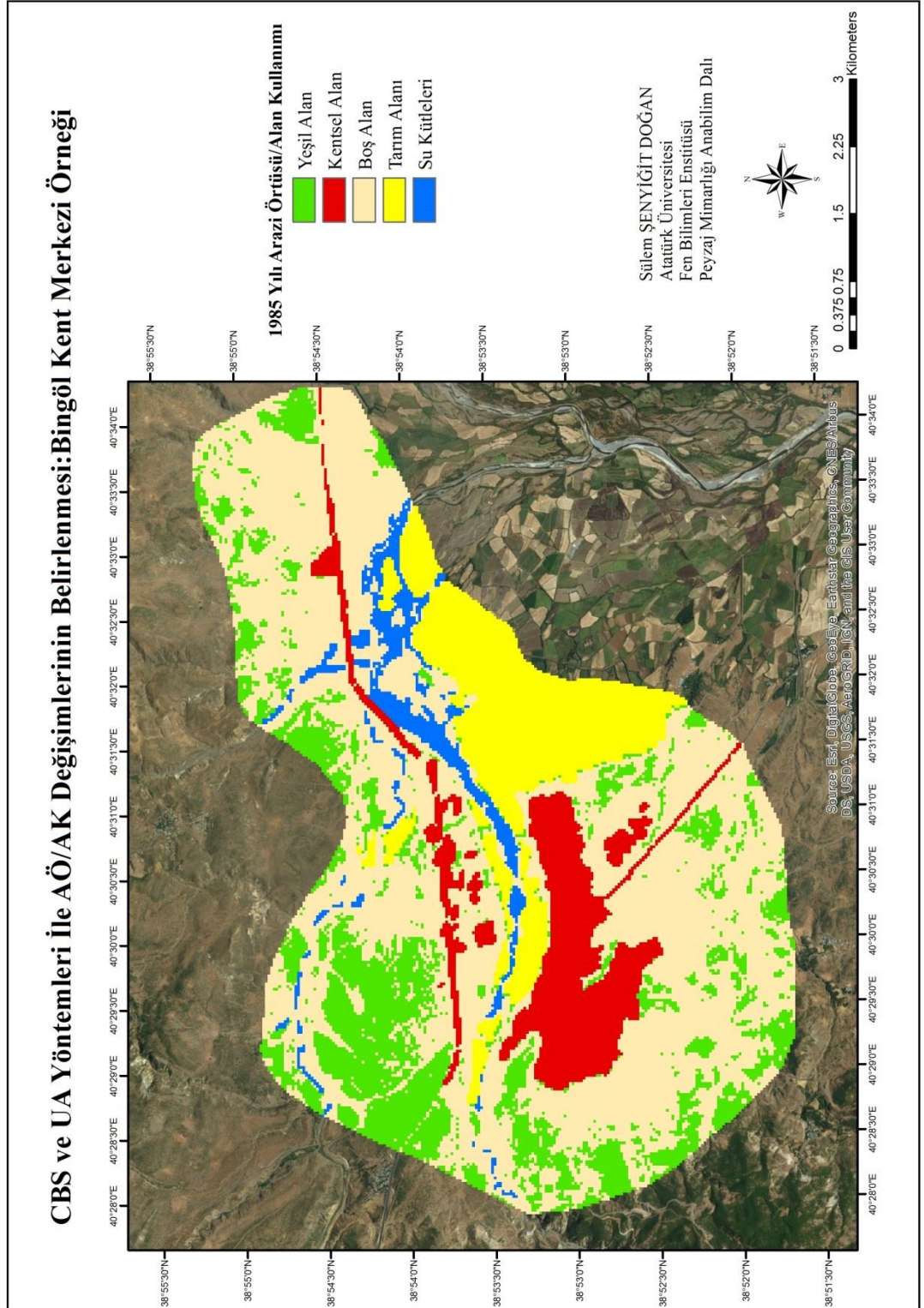
Çizelge 4.3. 2017 yılı kontrollü sınıflandırma hata matrisi ve doğruluk analizi

2017 YILI KONTROLLÜ SINIFLANDIRMA HATA MATRİSİ ve DOĞRULUK ANALİZİ							
Sınıf Adı	Yerleşim Alanı	Su Kütleleri	Tarım Alanı	Yeşil Alan	Boş Alan	Satır Toplamı	Kullanıcı Doğruluğu
Yerleşim Alanı	22	0	0	2	0	24	%91,67
Su Kütleleri	0	3	0	0	0	3	%100
Tarım Alanı	0	0	13	0	0	13	%100
Yeşil Alan	1	0	0	23	1	25	%9,00
Boş Alan	1	0	0	2	32	35	%88,57
Üretici Doğruluğu	%91,67	%100	%100	%82,14	%96,88	Genel Sınıflandırma Doğruluk Değeri %92	
Kappa Değeri	0,8904	1,0000	1,0000	0,8889	0,8319	Ortalama Kappa Değeri 0,8923	

Bu çizelgelere göre üretici doğruluğu satırı belirlenen her sınıf için sınıflandırılmış referans nokta sayısının, bu sınıfa doğru veya yanlış önemsemeden atanmış toplam referans nokta sayısına (sütun toplamına) bölünmesiyle elde edilmiştir. Kullanıcı doğruluğu sütunu ise, her sınıfın kendi arasında doğru sınıflandırılmış referans nokta sayısının, o sınıf için seçilmiş referans nokta sayısına bölünmesi şeklinde hesaplanmıştır. Genel Sınıflandırma doğruluk değeri ise, doğru şekilde sınıflandırılmış piksellerin toplamının referans noktaların toplamına bölünmesiyle analiz edilmiştir. Sonuç olarak doğruluk değeri sonucu, herhangi bir sınıfa seçilmiş bir pikselin seçildiği sınıfa ait olma olasılığı anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen doğruluk analizleri sonucunda en yüksek genel sınıflandırma doğruluk değeri %96 ile çizelge 4.2.'de belirtilen 2000 tarihli kontrollü sınıflandırma uygulanmış Landsat 4-5 TM görüntüsünde gözlemlenmiştir. En düşük doğruluk değeri ise %92 ile çizelge 4.3'de belirtilen 2017 tarihli kontrollü sınıflandırma uygulanmış Sentinel-2 görüntüsünde görülmektedir.

4.2. 1985-2000-2017 Yılı Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı

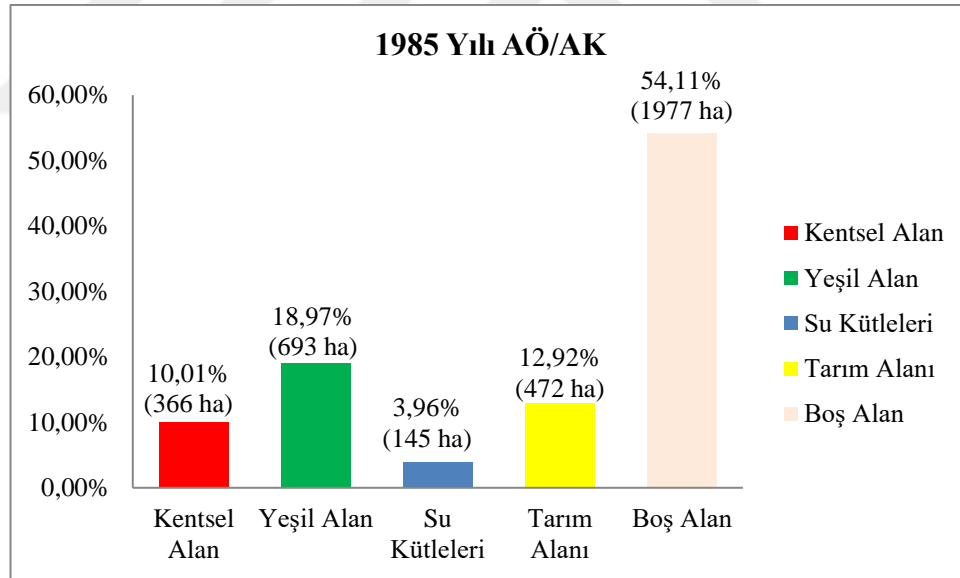
Bingöl kent merkezinin gelişimin daha doğru izlenebilmesi için AÖ/AK değişiminin analiz edilmesi amacıyla 1985 ve 2000 yılı Landsat TM uydu görüntüleri ve 2017 yılı Sentinel-2 uydu görüntülerinin kontrollü sınıflandırılmasına ait tematik haritalar elde edilmiştir. 1985 yılına ait tematik harita şekil 4.1'de, 2000 yılına ait tematik harita şekil 4.2.'de, 2017 yılına ait tematik harita şekil 4.3.'de verilmiştir. Sınıflandırma için belirlenen 5 ana sınıfın birbirinden ayırt edilebilmesi için yerleşim alanları kırmızı, yeşil alanlar yeşil, tarım alanları sarı, su kütleleri mavi ve boş alanlar açık kahverengi ile renklendirilmiştir.



Şekil 4.1. 1985 yılı Bingöl Kent merkezi arazi örtüsü/alan kullanım haritası

Şekil 4.1.'e göre 1985 yılında, yerleşim alanlarının kent merkezinin kuruluş alanı olan Çapakçur vadisinin güney kısmında yoğunlaştığı kuzeyde ise daha az olarak yayılmış gösterdiği net olarak görülmektedir. Yeşil alanların kentin kuzeyinde ve kent genelinde dağlık alanlarda bulunduğu izlenmektedir. Orman Genel Müdürlüğünden (OGM) alınan bilgiler doğrultusunda günümüzde Bingöl Üniversitesi ve Uydukent mahallerinin bulunduğu bölge olan Çapakçur vadisinin kuzeyinde bulunan yeşil alanların formasyonunun genelini doğal olarak yayılmış gösteren meşe ağaçlarının oluşturduğu bilinmektedir.

1985 yılına ait Landsat 4-5 TM uydu görüntüsüne kontrollü sınıflandırma uygulanması sonucu elde edilen tematik haritada belirtilen sınıfların çalışma alanında kapladığı alan ve yüzdeler Şekil 4.2.'de belirtilmiştir.



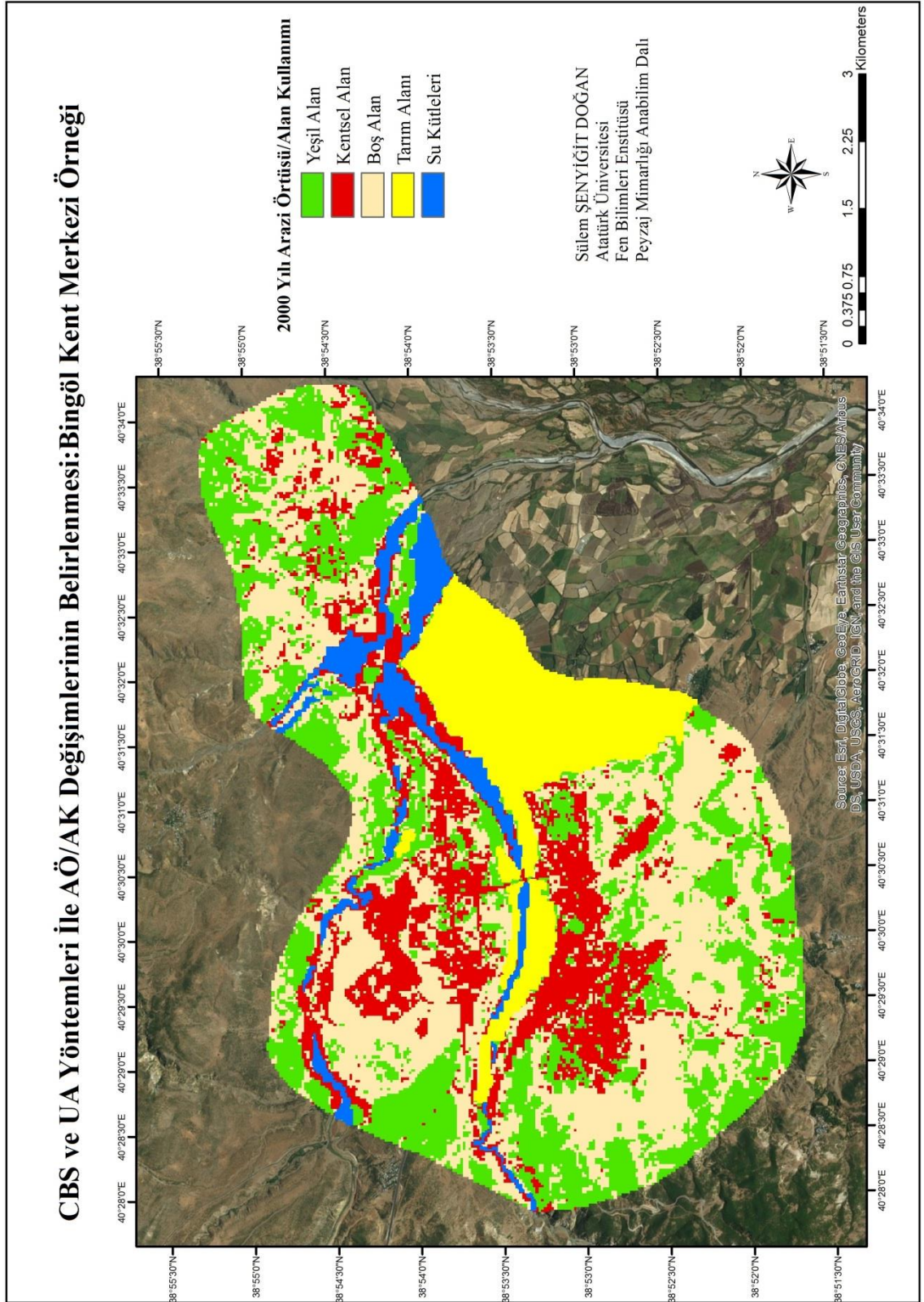
Şekil 4.2. Bingöl kent merkezi 1985 yılı arazi örtüsü/alan kullanım miktarları ve yüzdeleri

Şekil 4.2'e göre 1985 yılında kentsel alanların yaklaşık 366 ha'lık bir alanla, tarım alanlarının yaklaşık 472 ha'lık bir alanı kapladığını, yeşil alanların yaklaşık 693 ha'lık bir alanı kapladığını, su kütlelerinin 145 ha'lık ve boş alanların yaklaşık 1977 ha'lık bir alanı kapladığı belirlenmiştir.

1985 yılı itibariyle boş alanların yaklaşık %54,11'lik bir oranla çalışma alanında en çok alan kapladığı ve su kütlelerinin yaklaşık % 3,96'lık bir oranla en az yer kaplayan arazi örtüsü/alan kullanımı sınıfı olduğu belirtilmektedir. Yeşil alanların ise çalışma alanında % 18,37'lik, tarım alanları % 12,92'lik ve kentsel alanların % 10,01'lik alan kapladığı görülmektedir.

Yaklaşık 15 yıl sonrası olan 2000 yılına ait 30m konumsal çözünürlüğe sahip Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü aynı yöntemle sınıflandırılmıştır. Şekil 4.1'de 2000 yılına ait kontrollü sınıflandırması ve doğruluk analizi uygulanmış tematik harita verilmiştir.

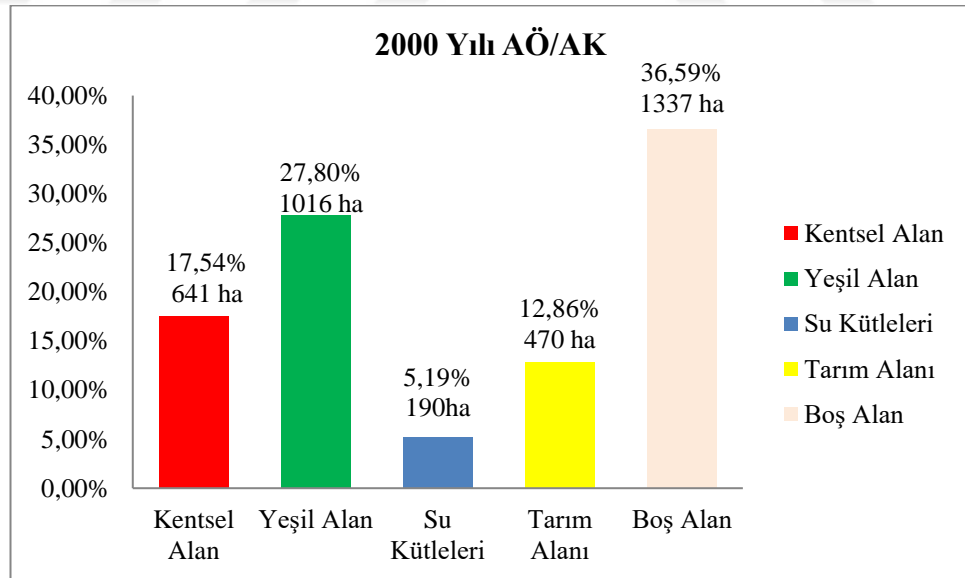




Şekil 4.3. 2000 yılı Bingöl kent merkezi arazi örtüsü/alan kullanım haritası

Şekil 4.3' den anlaşılacağı üzere 2000 yılında Bingöl kent merkezinde yerleşim alanlarının kuzey yönünde daha çok artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Kentin kuzeyinde bulunan ormanlık alanların imara açılması ve Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası karayolunun bu alan üzerinde konumlanmış olması yerleşim alanların bu yönde gelişim göstermesine neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bingöl ovası üzerinde bulunan tarım alanlarının imar planına göre yerleşime kapalı olmasından dolayı kentin güneydoğusunda yerleşim alanları artış göstermemiştir. Murat nehrinin iki kolu olan güneyde bulunan Gayt Çayı ve kent merkezinin ortasından geçen Çapakçur Çayı Bingöl Ovasında birleşerek tarım alanlarını beslediği fakat iklimsel koşulların değişmesi ile birlikte su kaynaklarının miktarında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4.4'de 2000 yılına ait Landsat 4-5 TM uydu görüntüsüne kontrollü sınıflandırma uygulanması sonucu elde edilen tematik haritada belirtilen sınıfların çalışma alanında kapladığı alan ve yüzdeleri belirtilmiştir.



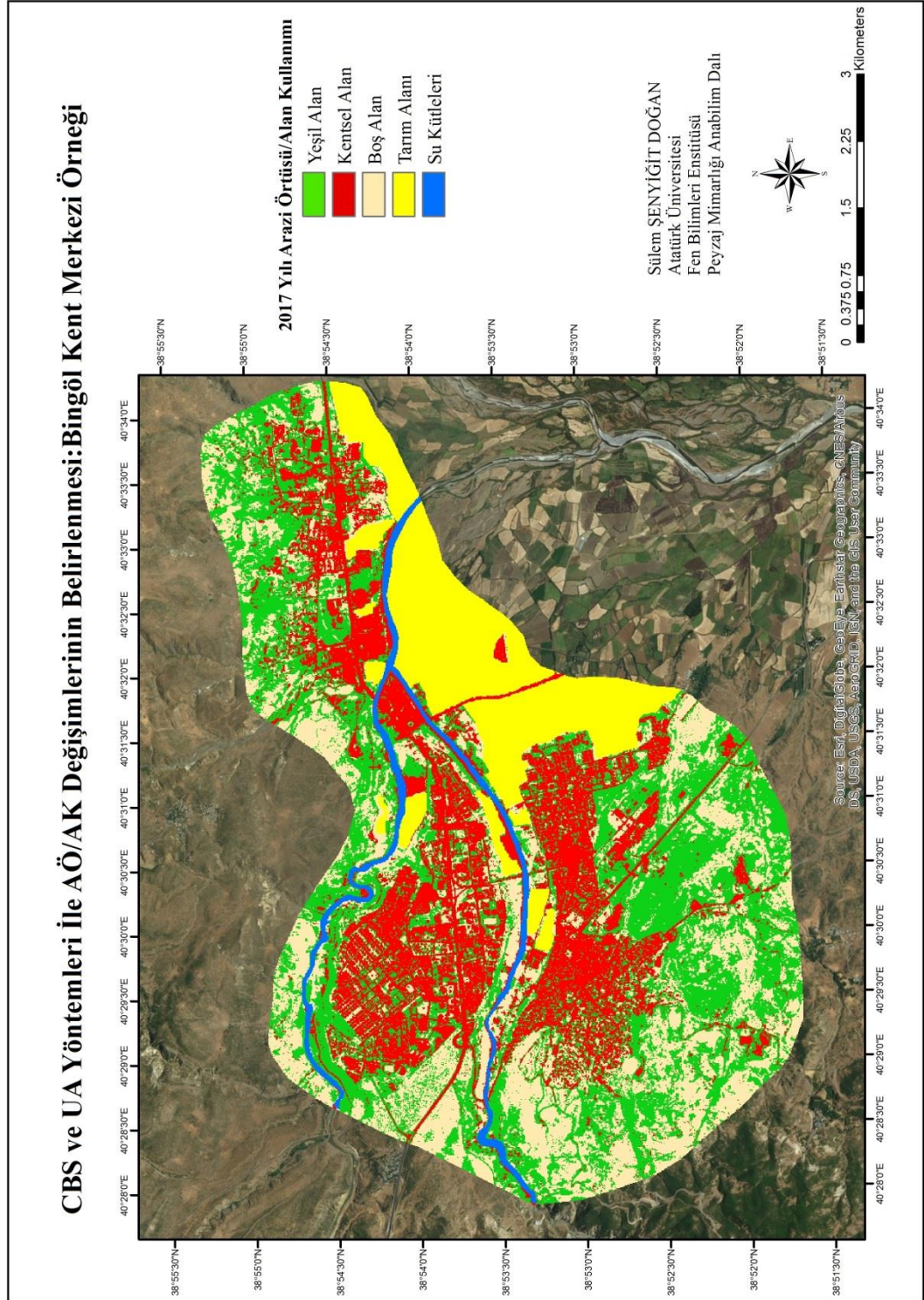
Şekil 4.4. Bingöl kent merkezi 2000 yılı arazi örtüsü/alan kullanım miktarları ve yüzdeleri

Şekil 4.4'e göre 2000 yılında kentsel alanların yaklaşık 641 ha'lık bir alanı kapladığını, tarım alanlarının yaklaşık 470 ha'lık bir alanı kapladığını, yeşil alanların yaklaşık 1016

ha'lık bir alanı kapladığını, su kütlelerinin 190 ha'lık ve boş alanların yaklaşık 1337 ha'lık bir alanı kapladığını görmekteyiz.

2000 yılında boş alanların yaklaşık % 36,59'lık bir oranla çalışma alanında en çok alan kapladığı ve su kütlelerinin yaklaşık % 5,19'lık bir oranla en az alan kaplayan AÖ/AK sınıfı olduğu Şekil 4.4'de belirtilmiştir.

17 yıl kadar süreç sonrası olan 2017 yılına ait 10m konumsal çözünürlüğe sahip Sentinel-2 uydu görüntüsü kontrollü sınıflandırma yöntemi ile sınıflandırılmıştır. Şekil 4.5'de 2017 yılına ait kontrollü sınıflandırması ve doğruluk analizi uygulanmış tematik harita verilmiştir.



Şekil 4.5. 2017 yılı Bingöl kent merkezi arazi örtüsü/alan kullanım haritası

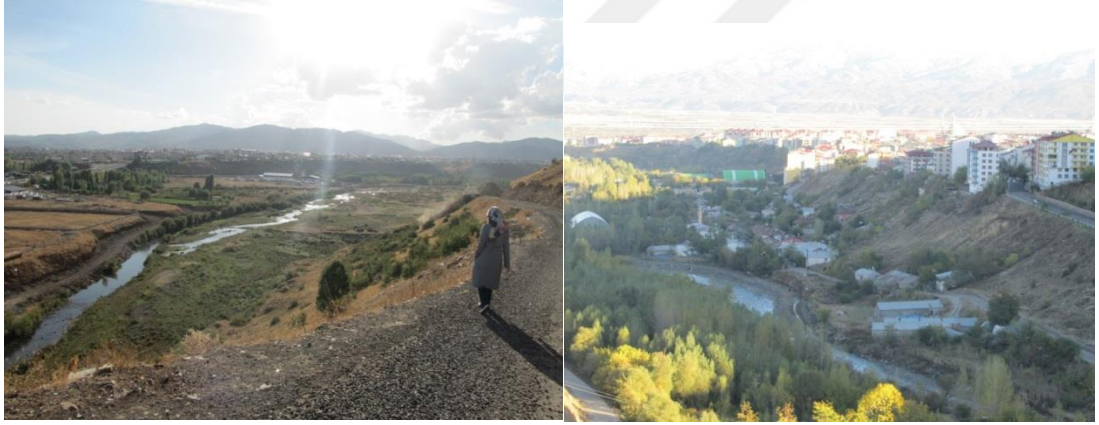
2017 yılında ise kent merkezindeki kentsel alanlarda kentin kuzey ve güney yönlü değişiminin devam ettiği fakat kuzeyinde daha yoğun yaşandığı, Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası karayolu boyunca yerleşim alanlarının gelişim gösterdiği ve böylelikle kentin doğu bölgesinde genişlemenin olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.6). Kent halkının ana geçim kaynaklarından biri tarımın olması sebebi ile yerleşim birimlerinin artış gösterdiği kent merkezinin doğu bölümünde boş alanların tarım alanlarına dönüştürüldüğü görülmektedir (Şekil 4.7). Kent için önemli su kaynaklarında olan Gayt ve Çapakçur Çayının yanlış alan kullanımlarına bağlı olarak su miktarında azalma yaşandığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.8). Kentin merkezinde bulunan boş alanların büyük oranda yerleşim alanlara dönüşmüştür fakat güney kısmında halen boş araziler bulunduğu görülmektedir (Şekil 4.9). Kentin kuzey bölümünde yoğun yerleşim alanının artışına bağlı olarak yeşil alan miktarının azaldığı analiz edilmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.6. Bingöl kent merkezi yerleşim alanlarına ait örnek alanlar (Nisan 2017)



Şekil 4.7. 2017 yılı Bingöl kent merkezi tarım alanlarına ait örnek alanlar (Nisan 2017)



(a)

(b)

Şekil 4.8. Bingöl kent merkezinden geçen iki ana akarsu (a) Gayt Çayı (Eylül 2017) ve (b) Çapakçur Çayı (Mayıs 2017)

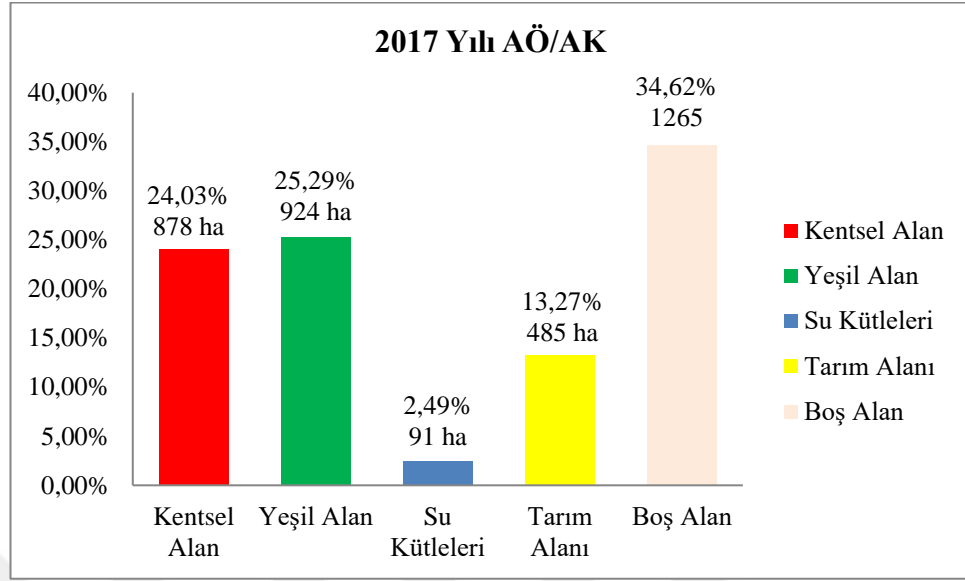


Şekil 4.9. Bingöl kent merkezi boş alanlara ait örnek alanlar (Ekim 2017)



Şekil 4.10. Bingöl kent merkezi yeşil alanlar sınıfına ait örnek alanlar (2017 Ekim)

Şekil 4.11’de 2017 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüsüne kontrollü sınıflandırma uygulanması sonucu elde edilen tematik haritada belirtilen sınıfların çalışma alanında kapladıkları alan ve yüzdeleri belirtilmiştir.



Şekil 4.11. 2017 Yılı arazi örtüsü/alan kullanım yüzdeleri

Şekil 4.11.'ya göre 2017 yılında yerleşim alanlarının yaklaşık 878 ha'lık bir alanı kapladığını, tarım alanlarının yaklaşık 485 ha'lık bir alanı kapladığını, yeşil alanların yaklaşık 924 ha'lık bir alanı, su kütlelerinin 91 ha'lık ve kullanılmayan arazilerin yaklaşık 1265 ha'lık bir alanı kapladığı analiz edilmiştir.

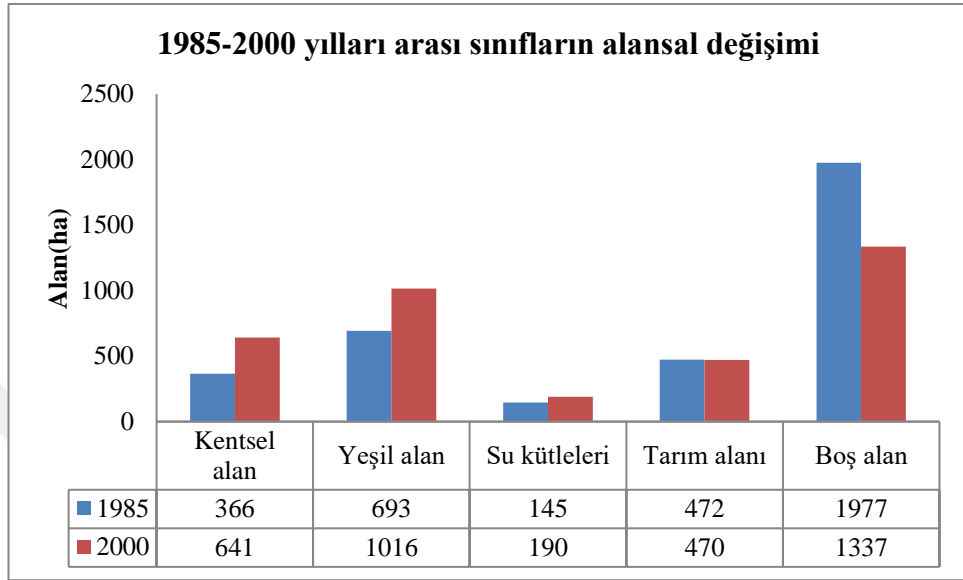
2017 yılı itibariyle kullanılmayan arazilerin yaklaşık %34,62'lik bir oranla çalışma alanında en çok alan kapladığı ve su kütlelerinin yaklaşık % 2,49'lık bir oranla en az yer kaplayan AÖ/AK sınıfı olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.11).

4.2. 1985-2000 Yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişimi

1985-2000 yıllarına ait kontrollü sınıflandırılmış görüntülerin vektörize edilmesi elde edilen alansal verilerin ne kadar ve ne yönde değiştiği değerlendirilmiştir. Her sınıfın alansal değişimi yıllar bazında kendi içinde hesaplanması ve farklarının alınmasıyla arazi örtüsü/alan kullanım değişimi saptanmıştır.

1985-2000 yılları arası arazi örtüsü/alan kullanım değişimi şekil 4.12'de grafiksel olarak gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde yerleşim alanlarında ve yeşil alanda artış, boş

alanlarda azalış, su kütleleri ve tarım alanlarında değişimin sınırlı miktarda olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. 1985-2000 yılları arası sınıfların alansal değişimi

1985-2000 yılları arasında yerleşim alanlarında %75,13, yeşil alan miktarında %46,6 oranında bir artış, su kütlelerinde %31,03, tarım alanlarında %0,4, boş alanlarda %32,37 oranında bir azalma analiz edilmiştir.

Bingöl kent olarak orman varlığı açısından zengin illerimiz arasında yer alır. Fakat belirli bir dönem güvenlik önlemleri sebebi ile orman alanları tahribata uğramış, OGM'den alınan bilgilere göre o dönemlerden sonra özellikle kent merkezinin güney kısmına yapılan bazı ağaçlandırma çalışmaları ile yeşil alan varlığı artış göstermiştir.

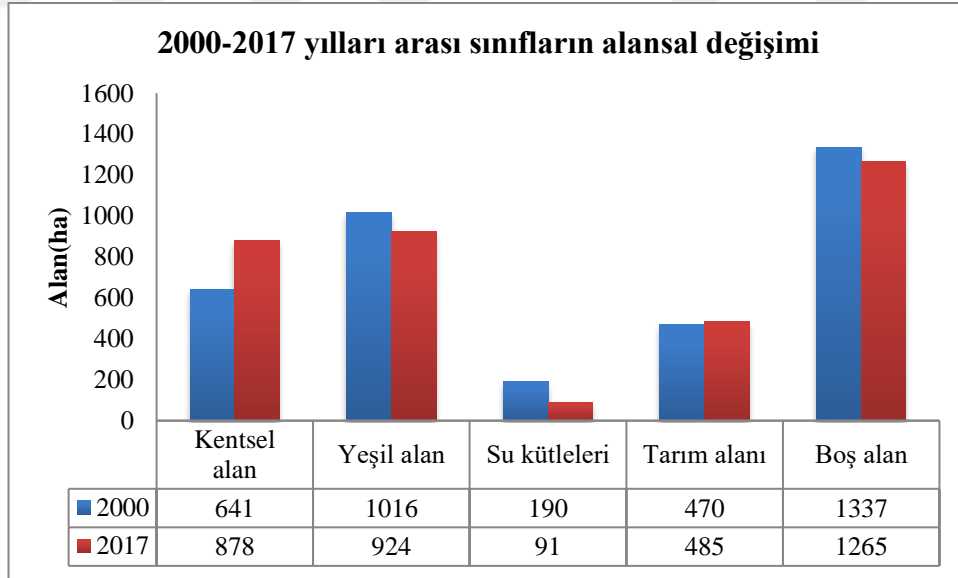
Yerleşim alanlarının ve yeşil alanların iki kata yakın artış göstermesi en dikkat çekici değişim olduğu gözlemlenmiştir. Köyden kente göç olaylarının yaşanması, nüfus artışına bağlı olarak yerleşim birimlerine ihtiyaç doğması, kamu kurumlarının yaygınlaşması, şehrin ortasından geçen Elazığ-Bingöl-Muş karayolunun doğrultusunda kentsel gelişimin hızlı ilerlemesi vb. diğer sebepler yerleşim alanlarının artış göstermesi nedenleri olarak verilebilmektedir. En büyük değişim kentin kuzey bölgesinde olan

Uydukent ve Kaleönü olarak adlandırılan mahallerinde görülmektedir. Üzerinde konumlandıkları bölge kahverengi orman toprağı niteliğinde ve daha önceleri orman varlığıyla kaplı iken zaman içinde ağaç varlığının tahrip edilmesiyle yerleşime açılmış alandır.

Yerleşim alanlarının bir kısmının boş alan üzerinde büyüme göstermesi ve çorak arazilerin ağaçlandırılması ile de boş alanlar sınıfını kapsayan alanlar da azalış meydana gelmiştir.

4.3. 2000-2017 Yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişimi

Yaklaşık 17 yıllık değişimi gösteren Şekil 4.13'den anlaşılacağı üzere yerleşim alanlarında önemli bir artış, yeşil alan, su kütleleri ve boş alanlarda azalış, tarım alanlarında ise çok az miktarda bir azalış olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 4.13. 2000-2017 yılları arası sınıfların alansal değişiminin grafiksel gösterimi

2000-2017 yılları arasında yerleşim alanlarında %36,9, tarım alanlarında %3,19 oranında bir artış, yeşil alanlarda %9,05, su kütlelerinde %52,21 ve boş alanlarda %5,38 oranında bir azalma olduğu analiz edilmiştir.

Yerleşim alanlarının bu süreçte artış göstermesinin çeşitli nedenleri bulunmaktadır. Genel olarak kent yaşamına olan talep, nüfus artışı, eğitim- sağlık gibi olanaklara yakın olma isteği gibi sebeplerin yanında farklı ana nedenler de Bingöl kent merkezi yerleşim alanlarının hızlı artışına neden olmuştur. 1 Mayıs 2003 yılında yaşanan deprem felaketi sonucunda kırsalda bulunan konutların tahrip olmasıyla kent merkezinde genelde iki katlı olan deprem konutlarının inşa edilmesi ve köy halkının merkezlerdeki bu konutlara yerleştirilmesi ile hızlı nüfus artışının yaşanması ve eğitim ve sağlık gibi kamusal alanların artması nedenler arasında yer almaktadır. Kent merkezinde meydana gelen konut alanlarındaki yıkım sonrası ise yerleşim alanları oluşturma adına çok sayıda binanın kentin kuzey ve güneyde bulunan bölgesine inşa edildiği görülmektedir. Bu yapılaşmanın bir kısmı ağaçlandırılmış alan üzerine bir kısmı da boş olan araziler üzerine yapılmıştır. Bir diğer en büyük değişim sebebi ise 2007 yılında Bingöl Üniversitesinin kent merkezindeki ana binasıyla eğitim-öğretim faaliyetlerine başlamış olmasıdır (Şekil 4.14). O tarihten itibaren kampüs alanındaki eğitim binası sayısını arttırmakla birlikte aynı zamanda kent merkezine önemli derecede bir hareketlilik getirdiği gözlemlenmektedir. Kent merkezine eğitim-öğretim getirmekle kalmayıp aynı zamanda oluşturduğu kaynakla istihdam ortamı oluşturmuş ve çektiği öğrenci sayısı ile de nüfus artışı yaşanmıştır. Artan nüfus ile birlikte yeni yerleşim ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak için yeni yerleşim yerleri ile birlikte aynı zamanda eski yerleşim birimleri yıkılıp tekrar inşa edilmektedir (Şekil 4.15). Bu değişimin en yoğun gözlendiği alan üniversitenin bulunduğu bölge olan kent merkezinin kuzey kesimidir.

Kent merkezinin doğu kesiminde de yerleşim alanlarının arttığı görülmektedir. Bu artış aynı zamanda yeşil alan varlığının azalmasına neden olmuştur. Su varlığında ise değişen ekolojik koşullar, iklim şartları veya su kaynaklarının sürdürülebilir nitelikte kullanılmamasına bağlı olarak azalma olduğu düşünülmektedir.

Kent merkezinde bulunan Bingöl ovası üzerinde Murat nehrinin iki kolu olan Çapakçur ve Gayt Çayları ile beslenen tarım arazileri bulunmaktadır. Kent genelinin gelir kaynağının temelini tarım faaliyetleri oluşturmaktadır. Buna bağlı olarak tarım arazilerinin yerleşime açılmaması ile de bu alanlarda önemli değişiklikler oluşmamıştır.

Yerleşim birimlerinin artışı daha çok boş alan ve yeşil alan sınıflarının azalışına neden olmuştur.



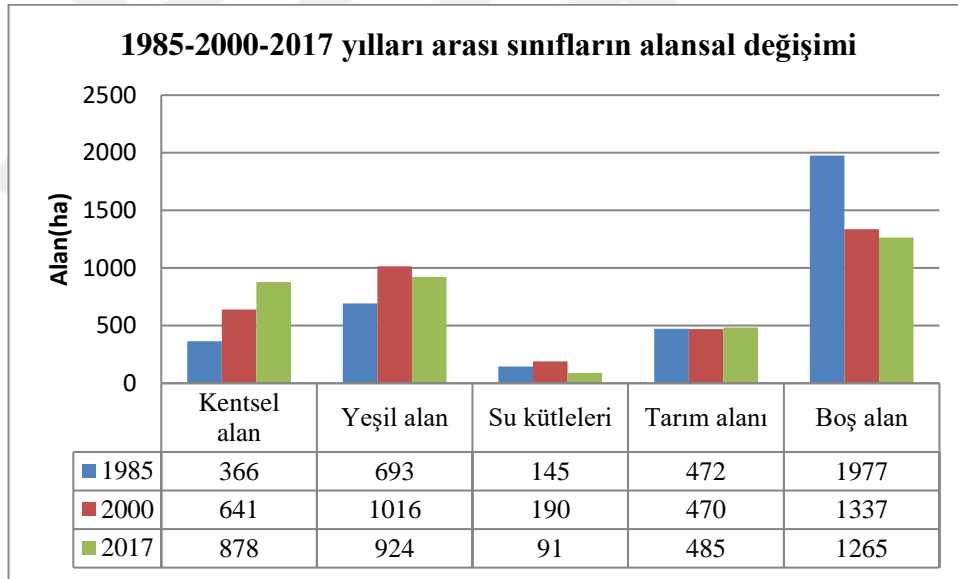
Şekil 4.14. Kent merkezinin kuzeyinde konumlu Bingöl Üniversitesinden görünüm (Anonim 2017)



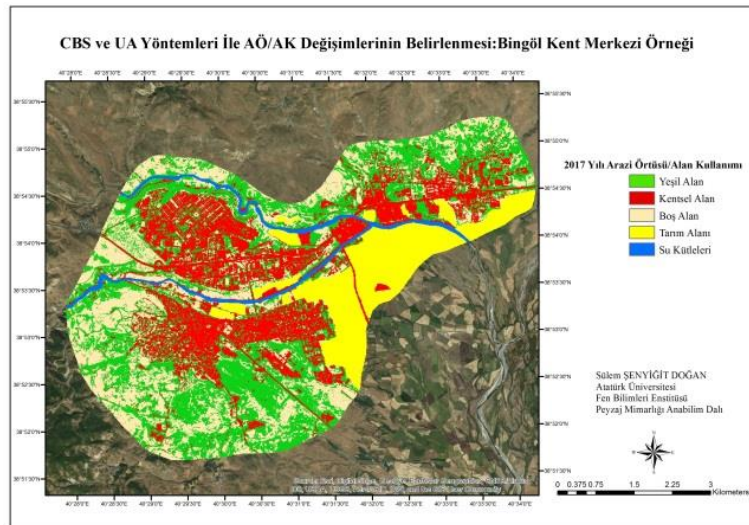
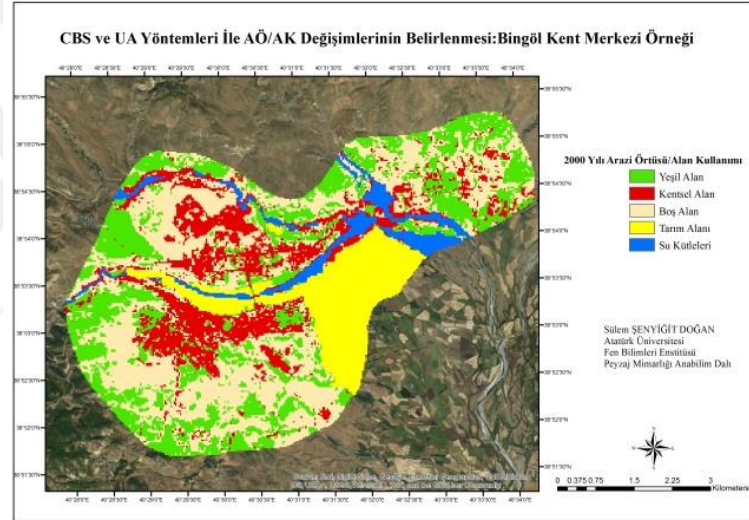
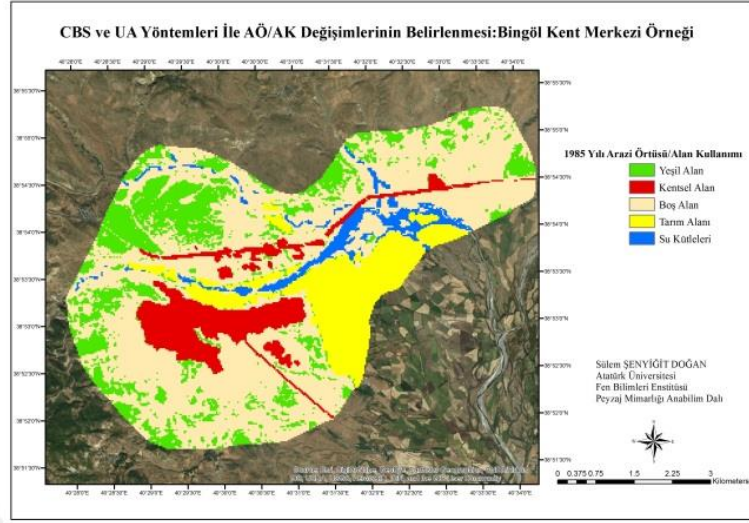
Şekil 4.15. Bingöl kent merkezi Bingöl Üniversitesi yakınlarında köy konutlarının yıkılıp tekrar inşa edilmesi

4.4. 1985-2000-2017 Yılı Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişimi

Çalışmanın temel amacı olan 1985 yılından 2017 yılına kadar çalışma alanında meydana gelen AÖ/AK değişimi grafiksel olarak gösterilmiştir (Şekil 4.16). Grafik incelendiğinde yerleşim alanları sınıfında çok büyük bir artış gözlemlenirken, yeşil alanlar da önemli bir artış olduğu, tarım alanlarında ciddi bir değişim olmadığı, su kütleleri ve boş alanlar sınıfında da alansal olarak azalma meydana geldiği görülmektedir . 1985 yılında kentsel gelişimin büyük oranda güney yönünde gelişim gösterdiği fakat kentleşmenin yoğun olmadığını 2000 yılında kentleşmenin güney ve kuzey yönünde artış gösterdiği, 2017 yılında ise kentleşmenin çalışma alanında baskın olarak görüldüğü analiz edilmiştir (Şekil 4.17.)



Şekil 4.16. 1985-2000-2017 yılları arası sınıfların alansal değişiminin grafiksel gösterimi

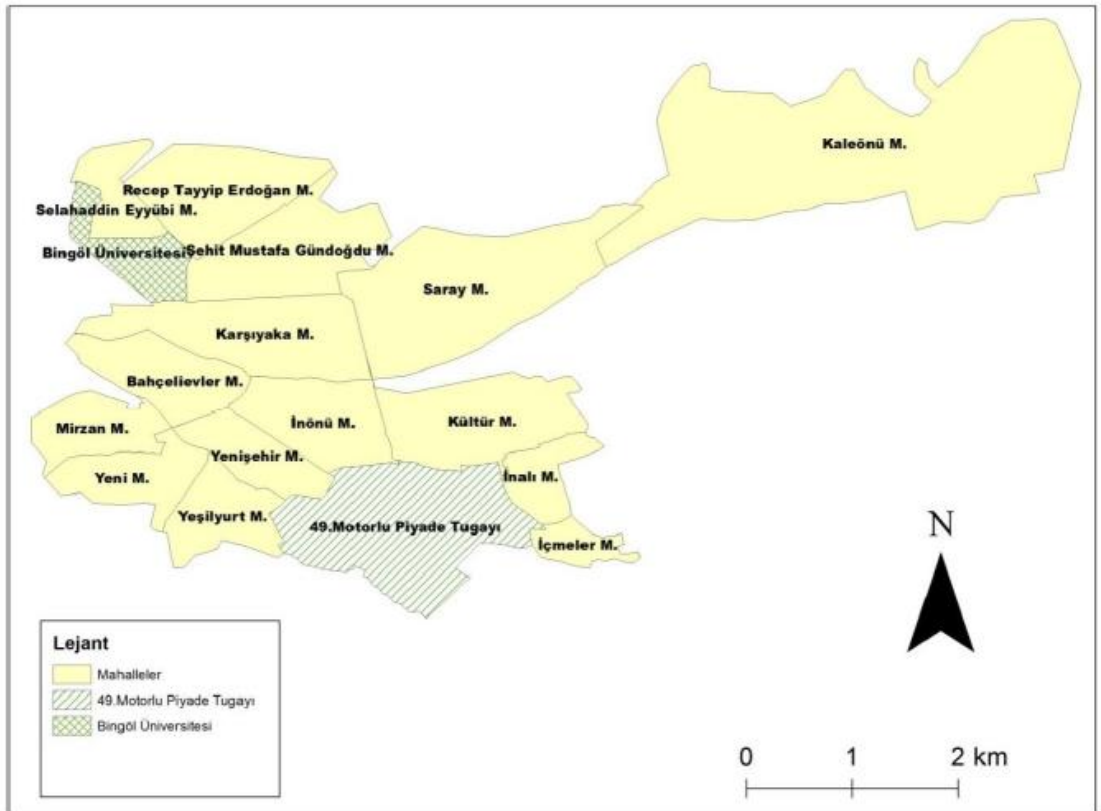


Şekil 4.17. Bingöl Kent Merkezi 1985, 2000 ve 2017 yılı Arazi Örtüsü /Alan Kullanımı

32 yıllık süreçte en büyük artışı gerçekleştiren sınıf olan yerleşim alanlarında yaklaşık olarak 512 ha'lık artış, yeşil alanlarda 231 ha artış, su varlığında 54 ha azalış, tarım alanlarında 13 ha'lık bir artış ve boş alanlarda 712 ha'lık bir azalış olduğu analiz edilmiştir. Yerleşim alanları yaklaşık olarak %139,89, yeşil alanlarda %33,33 ve tarım alanlarında %2,75 oranında bir artış, boş alanlarda %36,01 ve su kütlelerinde %37,24 oranında bir azalma olduğu görülmektedir.

Yerleşim alanlarındaki artış oranı çalışmanın odak noktasını oluşturmaktadır. Hızlı yapılaşmanın son dönemlerde hızla gerçekleştiği kent merkezindeki bu artış olası bir sonuç olarak görülmektedir.

Şehir merkezindeki kentsel yayılım mahalle bazında incelendiğinde 1985-2000 yılları arasında 10 mahalle bulunmakta iken 2000-2017 yılları arasında 5 mahallenin eklenmesi ile 15 mahalle bulunmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. 2017 yılı Bingöl kent merkezi mahalle sınırları (Kan 2018)

Karşıyaka ve Bahçelievler mahalleri kent merkezinin en eski yerleşim birimleridir. Kentsel alan 1985-2000 yılları arasında Karşıyaka, Bahçelievler, Saray, Kültür, Mirzan, Yenişehir, Yeşilyurt mahallerinde daha fazla yayılım göstermiştir. Bingöl üniversitesinin de içinde bulunduğu Şehit Mustafa Gündoğdu, Recep Tayyip Erdoğan, Selahaddin Eyyübi, İnalı ve İçmeler mahalleleri 2000 yılından sonra kurulan mahallelerdir.

Kent merkezinin orta bölümü denilecek alanda bulunan Çapakçur vadisinin güneyinde Bahçelievler, İçmeler, İnalı, İnönü, Kültür, Mirzan, Yenişehir, Yeni ve Yeşilyurt Mahalleleri yer alırken kuzeyinde ise Karşıyaka, Kaleönü, Recep Tayyip Erdoğan, Şehit Mustafa Gündoğdu, Saray ve Selahaddin Eyyübi Mahalleleri yer almaktadır. Nüfus yoğunluğu incelendiğinde ise 2016 yılında 111.364 olan nüfusun 52.680 'nin kent merkezinin kuzeyinde bulunan mahallerde, 58.684'nün güneyinde bulunan mahallelerde yaşadığı tespit edilmiştir. Kentin kuzey kısmında bulunan Selahaddin Eyyübi, Şehit Mustafa Gündoğdu mahalleleri ise yaklaşık son 15 yıllık dönem içinde meydana gelen yerleşim birimleridir.

Çizelge 4.4. Bingöl kent merkezinde bulunan mahallelerin yüzölçüm, hane sayısı, nüfus ve nüfus yoğunluğu özellikleri (TÜİK 2017).

Mahalleler	Alan (ha)	Hane Sayısı	Nüfus	Ort. Nüfus Yoğunluğu
Bahçelievler	65	1900	7098	109
Kaleönü	401	1700	8320	20
Karşıyaka	113	1700	4478	40
Kültür	103	5100	15976	155
Mirzan	50	1150	3397	68
Recep Tayyip Erdoğan	94	2900	12174	130
Saray	183	2000	6135	34
Selahaddin Eyyübi	37	1800	3515	95
Yeni	54	1800	7230	134
Yeni Şehir	47	2600	7720	164
Yeşilyurt	54	1777	5799	107
İnalı	34	1650	6093	180
İnönü	75	1800	7042	94
İçmeler	22	1386	4128	188
Şehit Mustafa Gündoğdu	99	2000	12259	123
Toplam	1644	31257	111364	68

Bingöl kent merkezinde yer alan mahallelerin nüfus yoğunluğu incelendiğinde, İcmeler ve Yenişehir mahallelerinin hektara düşen kişi sayısının fazla olması, nüfusun fazla fakat yüz ölçümünün az olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzölçümü açısından kent merkezinin en büyük alanına sahip mahalle olması nedeni ile aynı zamanda nüfus yoğunluğu açısından da en düşük olan mahallesi ise Kaleönü Mahallesi olarak görülmektedir. Kent parklarının mahalleler bazında niceliği ve gelişimi değerlendirildiğinde Recep Tayyip Erdoğan Mahallesi son dönemlerde kurulmasına rağmen yaklaşık 50 ha'lık Millet Bahçesini ve 6 adet semt parkını alanları içerisinde bulundurmaktadır. Aktif yeşil alan olarak parklar sayıca en fazla kuzey kesimde yer alan mahallelerde bulunmaktadır.

Kentin güney bölümünde yer alan Kaleönü ve Mirzan mahalleleri yapılaşmanın daha az görüldüğü genelde tek veya iki katlı konutların bulunduğu ve konut alanlarının etrafında genelde meyve ağaçlarının olduğu küçük bahçelerle çevrelendiği bir alan olarak gelişim sergilemiştir.

Kent merkezini oluşturan ve sınırları içerisinde birçok kamu kurum ve kuruluşları, ticari alanları, eğitim alanları ve yerleşim birimlerini barındıran Yenişehir ve İnalı mahalleri bu özellikleri ile kentin şehirleşme vasfını kazanmasında önem arz etmektedirler. Fakat bu alanlar kentin alansal olarak en yoğun kullanıldığı ve yapılaşmanın da en düzensiz olarak görüldüğü mahalleler olarak gelişim göstermiştir. Yeşil alan miktarının da en az görüldüğü yerleşim birimleridir(Şekil 4.19)



Şekil 4.19. Bingöl Yenişehir mahallesi (Eylül 2017)

Bingöl kent merkezinin yoğun nüfus artışının ilk nedenleri arasında 1971 yılında yaşanan deprem felaketidir. Kırsal alanda depreme karşı dayanıksız konutlarda yaşayan yöre halkı bu felaketten sonra daha güvenli ve modern yaşam isteğiyle kent merkezine göç etmeye başlamıştır. Bu dönemde ilk olarak Kültür, Mirzan ve İnönü mahalleri yerleşime açılmıştır. Kültür mahallesinden felakete uğrayan halk için deprem konutları inşa edilmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.20. Bingöl kent merkezi Kültür Mahallesi deprem konutlarından görünüm (Nisan 2016)

Fakat son dönemde konutların tahribata uğrandığının gözlemlenmesi ile Bingöl Belediyesinin Çevre ve Şehircilik Bakanlığına başvurusu sonucunda 15,1 hektarlık alan üzerine bulunan deprem konutları Bakanlar Kurulu Kararı ile 07/03/2017 tarihli 30010 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak ‘Riskli Alan’ olarak ilan edilmiştir. O tarihten itibaren deprem konutları yıkılarak kentsel dönüşüm için faaliyetlerin başlanması Bakanlık tarafından uygun görülmüştür. Yapılması planlanan proje içerisinde Yenişehir mahallesinde bulunan merkez çarşının yoğunluğunu azaltmak amacı ile ticari iş merkezlerinin bulunduğu devam niteliğinde bir çarşı oluşturmak, ayrıca konut alanları, cami, alışveriş merkezi ve çocuk parkı bulunmaktadır. Geçmişte sadece konut alanlarının bulunduğu şu an için ise boş alan olarak duran alan gelecekte yeşil alanların da bulunduğu yerleşim birimi olarak kent merkezi için önemli bir değişim olarak görülmektedir.

Kent merkezinin kuzey kesiminde bulunan, Recep Tayyip Erdoğan, Şehit Mustafa Gündoğdu ve Selahaddin Eyyübi Mahalleleri 2003 depremi ve Bingöl Üniversitesinin kurulması ile hızlı kentleşen alanlar olarak gelişim sergilemiştir. 2003 deprem felaketinden sonra Recep Tayyip Erdoğan mahallesi çok sayıda TOKİ konutları inşa edilmiştir (Şekil 4.21). Bu yapılar genelde içinde meyve ağaçlarının bulunduğu alanla

çevrilidir.Son dönemlerde kentin kuzey kısmında bulunan bu mahallelerde eski konut alanlarının yıkımı sebebi ile yoğun inşaat faaliyetleri gerçekleşmektedir. Fakat yeni inşa alanları kişi başına düşmesi gereken yeşil alan miktarı gözetilmeden, otopark alanları düşünülmeden konutlar inşa edilmekte ve bu durum kent yaşamını tehdit etmektedir (Şekil 4.22.)



Şekil 4.21. Recep Tayyip Erdoğan Mahallesi TOKİ Konutlarından görünüm (Eylül 2017)



Şekil 4.22. Recep Tayyip Erdoğan Mahallesi konut inşaat alanları (Mart 2017)

Su kaynaklarında yaşanan azalma tüm dünyada kendisini gösterdiği gibi Bingöl kentinde de gözlemlenmiştir. Su kaynaklarının bilinçsizce kullanımı, iklim değerlerinin değişmesi bu sonucun nedenleri olarak görülmektedir.

Yeşil alanların dönemler bazında artış ve azalış göstermesi çeşitli nedenlere bağlı olarak değişmiştir. OGM alınan bilgilere göre kent merkezinde 2008 yılında merkez Yeni mahallede yeşil kuşak ağaçlandırması adı altında yaklaşık 50 ha badem (*Prunus dulcis*) ve sedir (*Cedrus ssp.*) ağaçlarının dikimi, 2012 ve 2015 yıllarında belirli alanlarda badem (*Prunus dulcis*), sedir (*Cedrus ssp.*) ve karaçam (*Pinus nigra*) türlerinin dikimi yapılmıştır. Ayrıca Bingöl Park ve Bahçeler Müdürlüğünden alınan bilgilere göre kent merkezinde mahalle ve semt parkları olmak üzere yaklaşık 14 ha'lık alan aktif yeşil alan tesis edilmiştir. Fakat yerleşim alanlarının hızlı artışı yeşil alanların kaybına neden olmuştur. Ayrıca meşe ağaçlarını oluşturduğu orman formasyonunun da artış göstermesi yeşil alan miktarını artışı sağlamıştır.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünya genelinde yaşanan kırsal nüfus oranının azalması ve kentsel nüfus oranlarının artışı beraberinde kent merkezlerinde yerleşim alanlarının alansal olarak genişlemesine neden olmaktadır. Bu artışın olması muhtemel sonuç iken, önem arz edecek konunun bu genişlemenin hangi alanlar üzerine genişlediği ile ilgili izlemlerin elde edilmesidir. UA ve CBS yöntemleri ile kentsel alanların AÖ/AK değişiminin izlenmesi günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır.

Türkiye'nin genelinde yaşanan hızlı kentleşme Bingöl kent merkezinde de gözlemlenmiştir. Yapılan uygulamalar sonucu, 1985-2017 yılları arasında Bingöl kent merkezinde hızlı bir kentleşme meydana geldiği gözlemlenmiştir. İlk araştırma tarihi olan 1985 yılında yerleşim alanları yaklaşık 366 ha'lık bir alanı kapsarken 2017 yılına gelindiğinde ise 512 ha'lık bir alan artışı sergilemiş ve yaklaşık olarak iki katından da fazla olan 878 ha'a ulaşmıştır. Yerleşim alanları 1985 yılında çalışma alanı olan kent merkezinin %10,01'lik bir bölümünü oluşturmaktayken, 32 yıl sonrası olan 2017 yılında ise %34,62'lik bir bölümünü oluşturmaktadır. Elde edilen bu sonuç, aynı yöntemle AÖ/AK değişimini analiz ettikleri çalışmalarında Calda (2010)'nun Kayseri kentinde 1987 yılında yerleşim alanlarının 34,1 km²'den 2009 yılında 136,4 km²'ye kadar artış gösterdiği ve Gezici (2012)'nin Konya kentinde yerleşim alanlarının 1985 yılında 43,22 km²'den 2011 yılına kadar üç kat kadar artış göstererek 146,51 km²'ye ulaştığı sonucu ile paralellik göstermektedir.

Yerleşim alanlarındaki bu değişimin önemli ölçüdeki kısmı Bingöl kent merkezinde boş alanlar üzerinde gerçekleşmiştir. Boş alan sınıfında bulunan alan kullanımları 1985 yılında 1977 ha alan kaplarken 2017 yılında 1267 ha alan kaplayarak yaklaşık 710 ha'lık bir alan, oransal olarak ise %36 oranında azalış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç Doygun ve Erdem 2013'ün İzmir'in Bornova ilçesi için uyguladıkları 25 yılı kapsayan çalışmalarında kentsel alanların 4440 ha büyüdüğünü ve bunun neticesinde çıplak alanların azaldığı, Calda (2010)'nun tez çalışmasında Kayseri kenti için yerleşim

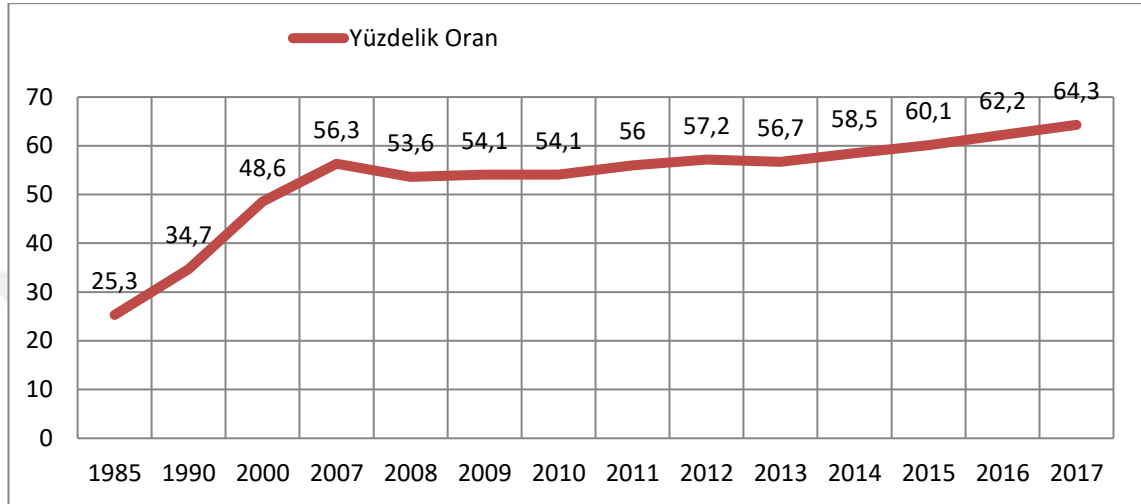
alanlarının artması ile kullanılmayan arazilerin 1987 yılında 869 km²'den 2009 yılında 451,2 km²'ye kadar azalış gösterdiği bulguları ile paralellik göstermektedir.

Bingöl Kent merkezi bu süreçte ilk olarak özellikle Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası bulunduğu konum olan doğu-batı yönünde bir gelişim göstermiştir. 2003 yılında yaşanan deprem felaketi sonrasında kent merkezi için önemli bir değişime neden olmuştur. Bu durum kırsal alandan kentsel alana göç olayını hızlandırmış ve kent merkezinde nüfus oranı artış göstermiştir. Bu netice ile birlikte yeni yerleşim alanlarına ihtiyaç duyulmuş ve özellikle kentin kuzey ve güney bölümlerinde yapılaşma oranı artmıştır.

Diğer bir süreçte ise 2007 yılında Bingöl Üniversitesinin kurulması ile yaşanmıştır. Kente büyük katkıları olan Bingöl Üniversitesi özellikle kent merkezinde kurulu olması sebebi ile çeşitli etkenlerle kentleşmeyi hızlandırdığı gözlemlenmiştir. Üniversitenin Bingöl kent merkezinde eğitime başlaması ile kentli nüfusun artışı yaşanmış, örneğin 2012 yılında personel sayısı 375 öğrenci sayısı ise 6716 iken, 2017 yılına gelindiğinde ise personel sayısı 1164 ve öğrenci sayısı 15074 rakamına ulaşmıştır. Nüfus artışı Bingöl kent merkezinde yeni istihdam alanlarının artışına, konut piyasasının canlanmasına ve böylelikle kentsel alanın büyümesine doğrudan etkileri olmuştur. Gezici 2012 de tez çalışmasında Türkiye'nin üçüncü büyük kampüsüne sahip Selçuk Üniversitesinin Konya iline kurulmasıyla birlikte kent için büyük bir ticaret alanı oluşturduğunu, sahip olduğu personel ve öğrenci sayısı ile merkezde bulunan nüfusun artışını sağladığı ve buna bağlı olarak kent merkezinde hızlı kentleşmenin yaşadığı sonucuna ulaşmıştır. Elde edilen benzer sonuçlar üniversitelerin kent alanlarında alan kullanım değişimlerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmamızı sağlamaktadır.

Kentsel alan artışının ana nedenlerinden biri olarak görülen nüfus artışı aynı zamanda kentleşme oranlarını da elde etmemizi sağlamaktadır. Bingöl kenti için nüfusa bağlı kentleşme oranlarını incelendiğinde 1985-2007 yılları arasında daha hızlı fakat 2007 yılından sonra daha dengeli bir artış sergilemektedir. Kızıroğlu 2014'e göre 1965-2000 yılları arasında Türkiye geneli nüfus verilerine göre Bingöl kenti en hızlı kentleşen iller

arasında yer almaktadır. Kırsal alanda yaşanan güvenlik sorunları nedeniyle kentsel alanlara yönelme, 1971 yılında yaşanan deprem felaketi ve kentsel alanlarda yaşama isteği sebebiyle yaşanan iç göçler bu artışın ana nedenleri arasında bulunmaktadır.



Şekil 5.1. Bingöl kenti için 1985-2017 yılları arası nüfusa bağlı kentleşme oranları (TÜİK 2017)

Çalışma alanında 1985 yıllarında aktif yeşil alan olarak 3 adet semt parkı bulunmaktayken 2017 yılında 28 adet semt veya mahalle parkı bulunmaktadır. Alansal olarak parklar o dönemde ortalama 3 ha kadar alan kaplarken bu dönemde yaklaşık olarak 17 ha'lık bir alan kaplamaktadır. Bu parkların büyük çoğunluğu kent merkezi için yeni yerleşim alanı olan Bingöl Üniversitesinin de bulunduğu konum olan kentin kuzey bölümünde inşa edilmiştir. Kent merkezinde 1985 yılındaki parklarda genelde akasya, dişbudak, çınar (*Platanus orientalis*), karaçam (*Pinus nigra*), akçaağaç (*Acer negundo* L.) ıhlamur (*Tilia tomentosa* Moench.) türleri mevcut iken günümüzdeki parklarda ise bu türler ile birlikte akçaağaç (*Acer negundo* L.), salkım söğüt (*Salix babylonica*), süs elması (*Malus floribunda*), süs eriği (*Prunus cerasifera*), karaağaç (*Ulmus glabra* Huds.), ceviz (*Juglans regia*), pavlonya (*Poulownia* spp.), dut (*Morus alba*) gibi ağaç türleri kullanılmaktadır. Çalı türünde ise park alanlarında kadın tuzluğu (*Berberis thunbergii*), gül (*Rosa* spp.), kartopu (*Vibirnum opulus* L.), altınçanağı (*Forsythia intermedia*), hanımeli (*Lonicera caprifolium* L.) sıklıkla bu türlerin kullanıldığı görülmektedir. Kent merkezi genelinde, yol kenarlarında veya refüjlerde,

konut bahçelerinde, resmi kurumların yeşil alanlarında akçaağaç (*Acer negundo* L.), atlas sediri (*Cedrus atlantica* Endl.), adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.), dut (*Morus alba* L.), kara kavak (*Populus nigra* 'Italica'), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), elma (*Malus domestica* L.), çınar (*Platanus orientalis* L.), huş (*Betula verrucosa* Ehrh.), İğde (*Eleagnus angustifolia* L.) sık bulunan bitki türleridir. Kullanılan bu türlerin büyük çoğunluğu egzotik bitkiler olup nadiren doğal türler kullanılmıştır. Huş (*Betula verrucosa* Ehrh.), iğde (*Eleagnus angustifolia* L.), ceviz (*Juglans regia*), elma (*Malus domestica* L.), kara kavak (*Populus nigra* 'Italica') gibi doğal türlerin kent merkezi genelinde kullanımı arttırılırsa bölgeye uyum sağlamaları daha kolay olabilmektedir.

Bingöl kent merkezinin üç tarafını çevreleyen yükseltilerinde ise bölgenin doğal bitki örtüsü olan meşe (*Quercus* spp.) türleri bulunmaktadır. Çalışma alanında 32 yıllık süreçte yeşil alan artışının en büyük göstergelerinden biri de meşe (*Quercus* spp.) türlerinin bu alanlarda kendini doğal yollar ile yenilenmesi ve artış göstermesidir. Çalışma konusu olan 1985 yıllarında bu türün yükseltilerde yoğunluğunun daha az olduğu görülmektedir. Bu tarihten önce yaklaşık olarak 1970'li yıllarda ısınma amaçlı bilinçsizce ağaç kesimleri veya hayvanların bölgede aşırı otlatılması sonucu meşe (*Quercus* spp.) türleri bu alanlarda azalış göstermiştir. Meşe (*Quercus* spp.) türlerinin herhangi bir tahrip olmadan kendini yenilemesi yaklaşık 30-35 yıl kadar bir süreci almaktadır. Orman varlığının son 30 yılı kapsayan süreçte korunma altına alınması ile günümüzde kent merkezini yeşil bir kuşak gibi çevreleyen yükseltilerde artış gösterdiği görülmektedir.

Tarım alanları 1985 yılında 472 ha alan kaplarken 2017 yılına gelindiğinde ise 485 ha alan kapladığı ve %3 oranında bir artış gösterdiği analiz edilmiştir. Yerleşim alanlarının artışına bağlı olarak boş alanlar ve seyrek bitki örtüsüne sahip alanlar üzerinde gerçekleşen bu artış Alphan vd 2009' un Kahramanmaraş kenti için yaptığı çalışmada 1984 ve 2004 yılları arasını kapsayan çalışmasında kentsel alanların 1,443.45 ha artışla ikiye katlandığı ve buna bağlı olarak tarım alanlarının da 1.075.79 ha alan seyrek bitki örtüsü alanlarından tarım alanlarına dönüştüğü bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Türkiye genelinde kent merkezleri batı yönlü bir genişleme sergilemekte iken Bingöl kent merkezi özellikle son dönemlerde doğu yönünde bir ilerleme göstermektedir. Kent merkezinin batısının yükseltilerle sınırlı olması, güney ve doğu bölgelerinde orman varlığının bulunması bunun nedeni olarak görülmektedir. Fakat kentin güneydoğusunda bulunan tarım alanları kentin bu yönde ilerlemesi ile tehdit altındadır. Bingöl-Genç çevre yolunun da bu alan içerisinde konumlanmış olması yerleşim alanlarının bu doğrultuda ilerleyebileceği olasılığını akıllara getirmektedir. Bakanlar kurulu kararıyla 2017 yılında 49 ildeki 41 ovanın tarım arazilerinin korunması amacı ile tarımsal sit ilan edilmesi ile birlikte, Bingöl ovasında bulunan çevre yolunun sağ bölgesinden 150 m sonrası tarımsal faaliyet dışında diğer kullanımlara yasak getirilmiş fakat sol kısmında kalan tarımsal bölge için sınırlayıcı bir karar bulunmamaktadır. Bu bölgede kalan tarım alanlarının yerleşime açılmadan sürdürülebilir korumaya yönelik sınırlayıcı kararların alınması büyük önem arz etmektedir.

Dünya genelinde çeşitli nedenlerle kent merkezlerinde yaşanan nüfus artışı Türkiye genelinde de gözlemlenmektedir. Bingöl kent merkezi nüfus oranı olarak TÜİK verilerine göre 32 yıllık süreçte nüfus sayısı 34024'den, 117011'e kadar yükselme göstermektedir ve oluşan bu durum yerleşim alanının genişlemesine ve arazi örtüsü değişimine neden olmuştur. Bu sonuç ve Yücer ve Erener (2016)'nın Erzincan kenti için kentsel alan değişimini analiz ettikleri çalışmalarında 1987 yılından 2000 yılına kadar nüfusun 24,559 arttığı ve buna bağlı olarak şehir alanında mekansal büyümenin gerçekleştiği ve alan kullanımlarında değişime sebebiyet verdiği sonucu ile örtüşmektedir.

Yapılaşmanın gerçekleştiği kuzey bölümündeki arazi örtüsü olan bozuk meşe orman vasfındaki alanların 2B arazine dönüştürülmesi ile yerleşime açılmıştır. 2000-2017 yılları arasındaki yeşil alanların 92 ha azalması sonucunun nedenleri arasında bu alanların yerleşim alanına dönüşmesi olarak görülmektedir. 2000'li yıllardan sonra yeşil alan varlığındaki azalma nedeni, yerleşim alanlarının orman alanları üzerine inşa edilmesinden kaynaklanmaktadır. Ustaoglu 2012'nin İstanbul, Tuzla bölgesini kapsayan çalışmasında yerleşim alanlarının 271 ha artışına bağlı olarak yeşil alanı sınıfı olarak

belirlediği karışık orman alanlarında 231,1 ha azalma sonucu ile benzerlik göstermektedir.

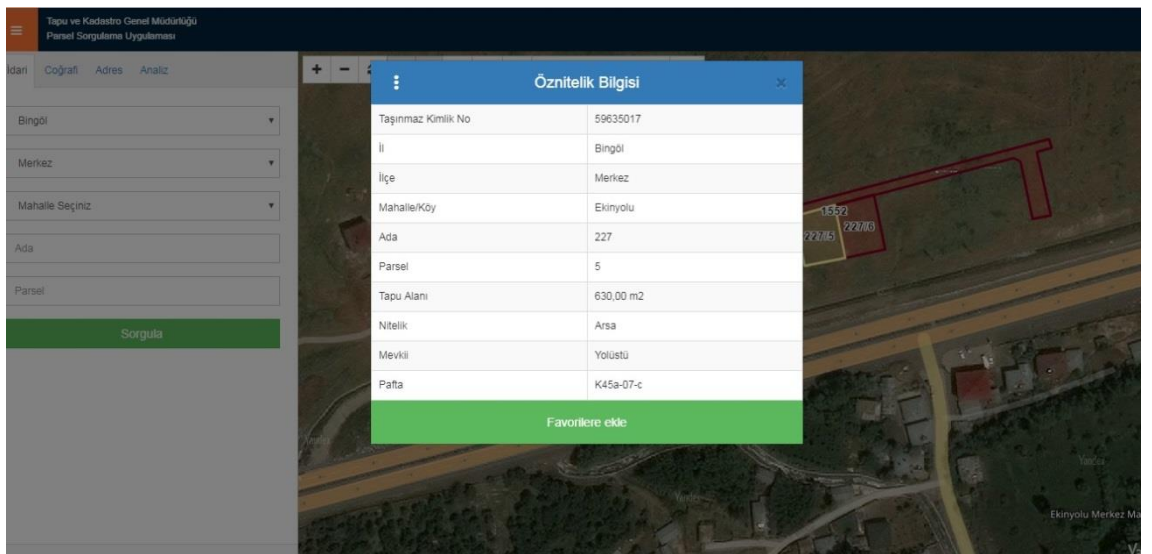
UA ve CBS yöntemleri ile 1985-2017 yılları arasında Bingöl kent merkezinde yanlış alan kullanımlarına bağlı olarak su varlığında yaklaşık olarak 54 ha'lık bir azalma analiz edilmiştir. Derse ve Alphan (2012) ise Mersin'in Erdemli için UA verilerine dayalı değişim tespiti yaptıkları çalışmalarında su yüzeylerinde 1984-2006 yılları arasında 46,3 ha'lık bir artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Akdeniz'e kıyısı olan ilçenin yerleşim alanlarındaki artışın baskısıyla kumul alanlarındaki azalmaya bağlı olarak su yüzeylerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Farklı iki sonuç kentsel alanların büyümesinin alanın yapısına bağlı olarak farklı sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir.

Bingöl kent merkezinin 1985-2017 yılları arasında UA ve CBS ile analiz edilmesi ile tarım alanlarında 13 ha kadar artış olduğu gözlemlenmiştir. Kentin özellikle 2000'li yıllardan sonra Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası karayolu doğrultusunda doğu yönünde yerleşim alanlarının artış göstermesi ile birlikte ana geçim kaynağı olan tarımsal faaliyetleri uygulamak için bu bölgede kullanılmayan arazileri tarım arazine dönüştürmesi ile bu değişim gerçekleşmiş boş alanlarda azalma yaşanmıştır. El-Kawy *et al* Mısır'ın kuzey bölgesini UA yöntemleri ile alansal değişimini analiz ettikleri çalışmalarında 1984 yılında 234 ha olan kullanılmayan arazilerinin yerleşim alanlarının artmasına bağlı tarım arazisine dönüştürülmesi ile 2009 yılında 73 ha kadar azaldığı sonucu ile paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak, farklı alan kullanımlarının yıllara göre değişim analizi;

Kentsel alanlarda; çalışma analizleri sonucunda 1985-2017 yılları arası olan 32 yıllık süreçte Bingöl kent merkezinde 512 ha'lık genişleme ve % 139,89 oranında artış yaşandığı gözlemlenmiştir. Kentsel alanlardaki bu genişleme büyük oranda yeşil alan ve boş alan üzerinde gerçekleşmiş, aynı zamanda bu genişlemeye bağlı olarak oluşan yanlış alan kullanımları ile de su varlığında azalma yaşanmıştır. Bu değişimin ana

sebebi çeşitli faktörlerle kent merkezinde meydana gelen nüfus artışı ile artan ihtiyaçlar doğrultusunda arazi örtüsü üzerindeki baskının daha fazla oluşmasıdır. Bingöl kent merkezi gelecekte yaşanması muhtemel nüfus artışı ve doğacak olan kentsel alan ihtiyacı doğrultusunda tarım alanları ve yeşil alan varlığı üzerine genişleme gösterme eğilimini sergilemektedir. Bingöl kent merkezinin kuzey kesiminin yükseltilerle sınırlandırılmış olmasından dolayı kent merkezi gelişimi bu yönde ilerleyememektedir. Çalışma alanının topoğrafik nem indeksi haritası incelendiğinde kent merkezinden geçen iki ana akarsu ve yakın çevresi heyelan riski açısından yerleşim birimleri açısından tehlike arz etmektedir. Kentin güney kısmında bulunan orman alanları ve güneydoğusunda bulunan tarım alanlarının yerleşim alanlarına açılması olası bir durum olarak görülmektedir. Kentin doğu batı aksamında bulunan Elazığ-Bingöl-Muş şehirlerarası yolunun faaliyete geçmesinden bu yana kentsel alan gelişimi bu yönde de artış göstermiştir. Fakat bu yolun batı kısmında yoğun orman alanları mevcuttur. Yolun doğu kısmı yani Muş iline bağlanan bölümünde önemli orman alanları veya tarım arazileri bulunmamaktadır. Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü Parsel sorgulama ekranında da bu aksam boyunca arsa sınıfında arazilerin yani yerleşime açık alanların olduğu görülmektedir (Şekil 5.2). Bu bağlamda yerleşim alanının şehirlerarası karayolunun Muş iline bağlanan doğu kısmına ilerlemesi daha uygun görülmektedir.



Şekil 5.2. Elazığ-Bingöl-Muş Karayolunun üzerindeki parsellerin niteliklerinin sorgulanması (Anonim 2018c)

Bingöl kenti Türkiye'deki birçok kent gibi deprem kuşağında bulunmaktadır. Kent merkezinin sürdürülebilir AÖ/AK sağlanması için yerel yönetimler tarafından imar planları hazırlanırken deprem olgusu göz ardı edilmemelidir. Fakat kentsel sürdürülebilirlik sadece kamu yönetimlerinin sağlayacağı bir durum değil aynı zamanda toplumsal katılımın sağlanması ile oluşabilmektedir. Bu nedenle kent yönetimleri uygulayacakları sürdürülebilirlik uygulamalarında toplum desteğini almalı ve toplumla bu konuda iletişim halinde olmalıdır.

Yeşil alanlarda; 1985-2017 yılları arası olan 32 yıllık süreci kapsayan çalışmada Bingöl kent merkezinde 231 ha'lık ve %33,33 oranında bir artış yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu artışın ana nedeni kent merkezi çevresinde doğal yayılış gösteren meşe (*Quercus* spp.) türlerinin oluşturduğu orman alanlarının boş alanlar üzerine genişlemesidir. Kent için oksijen görevi üstlenen ormanlık alanların gelecekteki süreçte sürdürülebilir alan kullanımının sağlanması için yerleşime açılması engellenmelidir. Bingöl kent merkezinde mahalle parklarında da artış yaşanmıştır. Kent merkezinin kuzey kısmında bulunan mahallelerde kent parkları güney kesiminde bulunan mahallere oranla daha az alan kaplamaktadır. Kent parkları biyolojik çeşitliliğin muhafaza edilmesi, yapılaşmanın yoğun olarak görüldüğü alanlarda hava ve gürültü kirliliğinin azaltılması rolüyle kentler için önemli alanlardır. Bu açıdan Bingöl kent merkezinde var olan kent parklarının iyileştirilmesi, olmayan bölgelerde de örneğin kentin güney kısmında bulunan sayıca oldukça az semt parkı bulunan Bahçelievler ve Mirzan mahallelerine sürdürülebilir alan kullanımına uygun olarak semt parkları inşa edilmelidir. Ayrıca kent için büyük önem arz eden Çapakçur ve Gayt Çaylarının etrafında bulunan yeşil alanların korunması ve iyileştirilmesi ile bu kaynakların sürdürülebilir kullanımı da sağlanmış olacaktır.

Tarım alanlarında; 1985-2017 yılları arası olan 32 yıllık süreci kapsayan çalışmada Bingöl kent merkezinde 13 ha'lık alan ve %2,75 oranında bir artış yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kentsel nüfusun artışı ve buna bağlı olarak yerleşim alanlarının artması sonucunda bölge için ana geçim kaynağı alan tarımsal faaliyetlere talep nedeni ile özellikle kentin doğu kısmında yer alan boş arazilerim tarım arazilerine dönüştüğü

analiz edilmiştir. Bingöl kent merkezinin güneydoğu bölümünde yer alan Bingöl-Genç çevre yolunun sol kısmında yer alan tarım arazilerinin yanlış arazi kullanımlarına açılmaması için gerekli yasal tedbirlerin alınması gerekmektedir. Yerel ekonomik ve sürdürülebilir kentsel gelişmeye katkısı nedeniyle tarım alanları kentsel alanlar için büyük önem taşımaktadır. Tarım alanları kentsel peyzaj içerisinde sadece üretim sağlamakla kalmayıp aynı zamanda habitat oluşturarak yaban hayatını destekler ve sürdürülebilir alan kullanımına katkıda bulunur. Bu sebeple bu alanların korunması kent ekolojisi için büyük önem taşımaktadır.

Su varlığında; çalışma analizlerinin bulguları sonucunda 54 ha'lık alansal ve %37,24'lük azalma olduğu görülmüştür. Bingöl kent merkezinden geçen Çapakçur Çayı yerleşim alanı için geçmişten bugüne çekim merkezi olmuştur. Zamanla su kaynağının etrafında meydana gelen yanlış arazi kullanımları sonucu su varlığında azalma ya sebep olmuştur. Özellikle kentin güney kısmında yoğun betonlaşma yaşanmaktadır. Yağış suları geçirimsiz yüzeylerden akıp sel ve taşkın riski oluşturmaktadır. Bu nedenle su varlığının sürdürülebilir yöntemi açısından kentin yoğun yapılaştığı alanlara yağmur suyunu drene eden veya yağmur suyu toplama ve yeniden kullanma sistemleri tesis edilebilir. Böylelikle kentte bulunan akarsu kaynakları da daha etkin olarak yağmur sularıyla beslenebilir. Tarımsal faaliyetlerin geleneksel yöntemlerle daha çok uygulandığı Bingöl ilinde, su kaynaklarını sürdürülebilir nitelikte daha az sulama ile modern tarım uygulamalarının gerçekleştirilmesi gelecekte bu kaybın yaşanmaması için önem arz edecek tedbir olarak uygulanmalıdır.

Gelişmiş ülkelerde bulunan kent yönetimleri iklim değişikliği için çözümde hedef alanının kentler olduğunun farkında olarak sürdürülebilir arazi kullanımını sağlayan, atık üretimi ve yönetimi, su yönetimi, entegre çevre yönetimi vb. koşulları sağlayan kentlere 2010 yılından bu yana Avrupa'nın Yeşil Başkentlerini ödüllendirmektedir. Ödül alan kentlerin çoğunda su varlığı ve su varlığının etkin bir şekilde yönetildiği görülmektedir. Bingöl kent merkezinin ortasından geçen Çapakçur Çayı ve kuzeyinden geçen Gayt Çayı bu kapsamda kent için önemli kaynaklardır ve sürdürülebilir su

yönetiminin sağlanması ile Bingöl kent merkezi gelecekte Avrupa Yeşil Başkenti için aday olma niteliği taşıyabilmektedir.

Boş alanlarda; çalışma bulguları ile 1985-2017 yılları arasında 712 ha'lık alan ve %36,01 oranında bir azalma yaşandığı sonucuna ulaşılmıştır. Boş alanların çalışma alanında azalma nedenleri kentsel, yeşil ve tarım alanlarının bu alanlar üzerinde genişleme göstermesidir. Bingöl kent merkezinin güneybatısında bulunan kentsel alan çeperinde olan ve geniş alana yayılmış boş alanlar yerleşim birimlerinin genişleme alanı için uygun görülebilir.

Elde edilen analizler neticesinde Bingöl kentinde 1985'ten 2017 yılına kadar önem arz edecek şekilde kentleşme yaşandığı görülmüştür. Sonuç olarak Bingöl kent merkezi AÖ/AK 'nın tespiti ve izlenmesi ile kentsel gelişimin hangi alan sınıfına daha çok baskı uygulandığı analiz edilmiştir. Bu baskılar daha çok yeşil alan ve boş alan üzerinde gerçekleşmiş, yanlış alan kullanımlarının da oluşması ile su varlığında azalma yaşanmıştır. Gelişen ve değişen kentsel ihtiyaçların karşılanabileceği aynı zamanda bütüncül arazi yönetimini de içeren planların yerel yönetimler tarafından kentsel palanlara entegre edilmesi ile sürdürülebilir AÖ/AK sağlanabilir, gelecek nesillere daha sağlıklı kentsel yaşam alanları kazandırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abdishaqur, 2017. Land use/Land cover classification with Deep Learning. <https://towardsdatascience.com/land-use-land-cover-classification-with-deep-learning-9a5041095ddb> (29.10.2018).
- Akın, A., 2011. Çukurova deltası kıyı alanında arazi örtüsü değişimlerinin belirlenmesinde farklı uzaktan algılama yöntemlerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akkan, E., 1971. Bingöl'ün Yer Değiştirmesinde Rol Oynayan Jeomorfolojik Etkenler. *Jeomorfoloji Dergisi*, 3(3), 38-44.
- Albut, S., 2012. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Ders Notları. Tekirdağ. [https://ipfs.io/ipfs/Qme2sLfe9ZMdiuWsEtajWMDzx6B7VbjzpSC2VWhB6GoB1/wiki/Bing%C3%B6l_\(il\).html](https://ipfs.io/ipfs/Qme2sLfe9ZMdiuWsEtajWMDzx6B7VbjzpSC2VWhB6GoB1/wiki/Bing%C3%B6l_(il).html) (29.10.2018).
- Alkan, A., 2018. Batman Kentinde Mekânsal Büyümenin Arazi Kullanımına Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 260-273.
- Alphan, A., 2003. Land-use change and urbanization of Adana, Turkey. *Land Degradation and Development* 14(6), 575 – 586.
- Alphan, H., Doygun, H., Ünlükaplan YI., 2009. Post-classification comparison of land cover using multitemporal Landsat and ASTER imagery: the case of Kahramanmaraş, Turkey. *Environ Monit Assess*, 151(1-4), 327-336.
- Anonim, 2010. Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş. Ulusal Açık Ders Malzemeleri Konsorsiyomu, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara
- Anonim, 2015a. Elektromanyetik spektrum nedir? Bilgimanya, <http://www.bilgimanya.com/elektromanyetik-spektrum-nedir-kisaca> (25.09.2018).
- Anonim, 2015b. Uzaktan Algılamada Sensör Sistemleri. Harita Online, <https://haritaonline.blogspot.com/2014/06/uzaktan-algilamada-sensor-sistemleri.html> (25.09.2018).
- Anonim, 2015c. NetcadPortal. <http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=106727005> (24.09.2018).
- Anonim, 2015d. http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_2b94d.pdf
- Anonim, 2017. Bingöl Üniversitesi Basın, Yayın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü.
- Anonim, 2018c. <https://parselorgu.tkgm.gov.tr/>. (15.11.2018).
- Anonymous, 2018a. <https://glovis.usgs.gov/app> (29.09.2018).
- Anonymous, 2018b. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. (15.10.2018).
- Aydinoğlu, A. Ç., Yıldız S. S., Demir E. ve Ateş S., 2010. Coğrafi Bilgi Sistemleri Nasıl Çalışır?. *Bilim ve Teknik*, 79, 53-57.
- Bektaş Balçık, F. ve Göksel, Ç., 2009. Spot 5 ve farklı görüntü birleştirme algoritmaları.12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Berberoğlu, S. and Akın, A., 2009. Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(1), 46-53.
- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., Aziz, N., 2015. Land Use Change Mapping and Analysis Using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly Watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(2), 251-259.

- Caf, A., 2014. Bingöl-Erzurum Karayolu Güzergâhının Görsel Kalite Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Calda, D., 2010. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yöntemleriyle Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Analizi: Kayseri İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
- Carlson, T.N., Azofeifa S.G.A., 1999. Satellite Remote Sensing of Land Use Changes in and around San Jose', Costa Rica. *Remote Sensing of Environment*, 70, 247–256.
- Ceylan, M., 2014. Uzaktan Algılama ve CBS İle Yayla Alanlarındaki Değişimin İzlenmesi: Gümüşhane Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane.
- Curran, P. J., 1985. Principles of Remote Sensing (London: Longman). *The Geographical Journal*, 151(3), 401.
- Çelebi Zengin, E., 2018. Kent ve Kentleşme Sarmalında Türkiye. Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 20(1), 85-103.
- Çölkesen, İ., 2009. Uzaktan Algılamada İleri Sınıflama Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Dengiz, O., ve Demirağ, Turan, İ., 2014. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1, 78-90.
- Denizdurduran, M., 2012. Uzaktan Algılama Yöntemleri İle Kahramanmaraş İli'nin Arazi Kullanım Ve Arazi Örtüsü Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Derse, MA. ve Alphan, H., 2012. Sürdürülebilir Arazi Kullanım Planlaması İçin Uzaktan Algılama Verilerine Dayalı Bölgesel Değişim Tespiti: Erdemli (Mersin) Örneği. *Çukurova Üniv. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(5), 29-38.
- Dewan AM. and Yamaguchi Y., 2009. Using remote sensing and GIS to detect and monitor land use and land cover change in Dhaka Metropolitan of Bangladesh during 1960-2005. *Environ Monit Assess*, 150(1-4), 237-249.
- Doygun, H., Oğuz H., Kesgin Atak, B., Nurlu, E., 2012. Alan Kullanım Değişimlerinin Doğal Karakterli Kıyı Alanları Üzerindeki Etkilerinin Uzaktan Algılama ve CBS Yardımıyla İncelenmesi: Çiğli/İzmir Örneği. *KSÜ Mühendislik Bilimleri dergisi*, özel sayı, 1-7.
- Doygun, N. ve Erdem, Ü., 2013. Kentsel Gelişim Sürecinin Alan Kullanım Yapısı Üzerine Etkilerinin İncelenmesi: Bornova, İzmir Örneği. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6 (1), 17-22.
- Duran, C. ve Günek H., 2007. Hazar Gölü Havzası Arazi Kullanımındaki Değişikliklerin Belirlenmesi (1956-2004). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(2), 31-52.
- Dutucu, A. A., İkiel, C., 2016. Çarşamba Ovası ve Yakın Çevresinde Arazi Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Analizi (1985-2013). *Journal of Human Science*, 13 (3).
- El-Kawy, O. R., Abd, Rod, J. K., Ismail, H. A., and Suliman, A. S., 2011. 'Land Use and Land Cover Change Detection In The Western Nile Delta Of Egypt Using Remote Sensing Data. *Applied Geography*, 31, 483-494.

- Erdoğan, M. A., 2018. CBS’de Veri/Kaynak Analizi Dersi. Çukurova Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Adana.
- Erkan B., Şentürk M., ve Akbaş Y. E., 2012. Bingöl İlinin Türkiye’nin İhracat ve GSYH’sına Katkısının Alt Sektörler İtibarıyla İncelenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21, 107-126.
- Ertürk, A., 2018. Uzaktan Algılama Teknolojileri Ders Notları, <http://docplayer.biz.tr/19843101-Uzaktan-algilama-teknolojileri.html> (26.09.2018).
- Everest, T., 2010. Edirne İli Arazi Kullanım Türlerinin Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Gezici, A., 2012. Uzaktan Algılama ve CBS Entegrasyonu ile Arazi Örtüsü/Kullanımı Değişiminin Analizi; Konya İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, Konya.
- Göksel, Ç., Balçık, FB., Keskin M., Çelik, B., 2016. Uzaktan Algılama Teknolojisi İle Arazi Kullanımı Değişiminin Belirlenmesi; Mersin İl Bütünü Ve Akdeniz İlçesi Örneği. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, Adana.
- Gülersoy, A., 2013a. Marmara Gölü Yakın Çevresindeki Arazi Kullanım Faaliyetlerinin Zamansal Değişimi (1975-2011) ve Göl Ekosistemine Etkileri. Türk Coğrafya Dergisi, 61, 31-44.
- Gülersoy, A., 2013b. Seferihisar’da Arazi Kullanımının Zamansal Değişimi (1984-2010) ve İdeal Arazi Kullanımı İçin Öneriler. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, 31, 155-180.
- Güney, Y. ve Polat, S., 2015. Uzaktan algılama Verileri ile Kıyı Çizgisi Değişiminin Belirlenmesi: Aliğa ve Çandarlı Örneği. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 8(1), 11-17.
- Hegazy, I. R., Kaloop, M. R., 2015. Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. International Journal of Sustainable Built Environment, 4, 117–124.
- Jouma, N., Dadaşer Çelik, F., 2016. Sultan Sazlığı ve Çevresinde Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimlerinin Landsat Görüntüleri ile Belirlenmesi. 6. Uzaktan Algılama-Cbs Sempozyumu (Uzal-Cbs 2016), Adana.
- Kan, C., 2018. Bingöl Şehrinin Depremselliği ve Yerleşim İlişkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kandemir, N., 2012. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Akfırat ve Çevresinde (Tuzla - İstanbul) Arazi Örtüsü Değişimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Karip, A., Göksel, Ç., 2017. İğneada Koruma Alanının Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımının Zamana Bağlı Değişiminin Markov Zincirleri İle Modellenmesi. Geomatik Dergisi, 2(2),94-105.
- Kızıroğlu, A.M., 2017. Türkiye’nin Nüfus Değişiminin Göre İl Bazında Kentleşmesine Bir Bakış (1965-2014). Karadeniz Sosya Bilimler Dergisi, 9(16), 153-183.
- Koç, A., Caf, A., ve Yılmaz, S., 2017. Kentleşmenin Hava Kalitesi Üzerine Etkisi; Bingöl İli Örneği. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(3), 231-238.
- Külahlıoğlu, M., 2017. Gaziantep Kenti Peyzaj Analizi ve Peyzaj Planlama Önerileri Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

- Kürüm Varolüneş, F., 2014. Termal Tesislerin Ekolojik Mimarlık Tasarım Ölçütlerine Göre Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Lu, D. S., Mausel P., Brondı'Zio E. S. and Moran E., 2004. Change Detection Techniques. *International Journal Of Remote Sensing*, 25, 2365– 2407.
- Mansuroğlu, S. ve Dağ, V., 2016. Bingöl İlinin peyzaj potansiyelinin kırsal turizm olanakları (SWOT analizi yöntemi kullanılarak) açısından değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(1), 9-16.
- Menderes, A., 2014. İstanbul'un Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Arazi Örtüsünün/Arazi Kullanımının Zamana Bağlı Değişiminin Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- MGM 2017. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2017 Yılı Bingöl İklim Verileri.
- Nişancı, R., Yıldırım V. ve Çolak H.E., 2010. Coğrafi Bilgi Sistem Uygulamaları. *Bilim ve Teknik*, 79, 58-63.
- Oğuz, M. ve Zengin M., 2012. Peyzaj Patern Metrikleri ve Landsat 5 TM Uydu Görüntüleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Değişimi Analizi (1984 - 2010): Kahramanmaraş Örneği. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Özel Sayı, 22-29.
- Onur, I., 2007. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleriyle Kıyı Bölgelerde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Değişiminin İzlenmesi ve Analizi: Antalya-Kemer Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Oruç, M., Marangoz A.M. ve Karakış, S., 2007. Pan-Sharp Landsat 7 ETM Görüntüsü Kullanılarak Piksel-Tabanlı ve Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması. 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
- Ozturk, M., Mermut A. ve Çelik A., 2010. Land Degradation, Urbanisation, Land use & Environment. *NAM Science & Technology Centre*, 445.
- Özkarayel, L., 2013. Elektromanyetik Spektrum Bize Ne Anlatıyor?. <http://www.acikbilim.com/2013/11/dosyalar/elektromanyetik-spektrum-bize-ne-anlatiyor.html>. (28.10.2018).
- Parakasam C., Aravinth, R. and Kanwar, V., S., 2018. Land Use Land Cover Change Detection & Urban Sprawl Study: A Case Study on Shimla Tehsil, Himachal Pradesh, India. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 16(1), 1-13.
- Ramachandra, T. V., Kumar U. and Joshi N. V., 2012. Landscape Dynamics in Western Himalaya-Mandhala Watershed, Himachal Pradesh, India. *Asian Journal of Geoinformatics*, 12(1).
- Rawat, J. S., ve Kumar, M., 2015. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1) , 77-84.
- Reis, S., 2008. Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey. *Sensors*, 8, 6188-6202.
- Schowengerdt, R.A., (2007). *Remote Sensing: Models And Methods For Image Processing*, 2, Burlington, USA.
- Sewnet, A., 2015. Land Use/Cover Change at Infrac Watershed, Northwestren Ethiopia. *Journal of Landscape Ecology*, 8(1), 70-83.

- Seymen, İ. ve Aydın, A., 1972. Bingöl Deprem Fayı ve Bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu İle İlişkisi, <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/111059> (11.10.2018).
- 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, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Sun, Z., Rui M. and Wang Y., 2009. Using Landsat data to determine land use changes in Datong basin, China. *Environmental Geology*, 57(8), 1825–1837.
- Şahap, A., 2015. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanarak Şehirselleşimin Arazi Kullanımına Etkisi: Şanlıurfa Şehri Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Tağıl, Ş., 2014. Peyzaj Ekolojisi Prensipleri Doğrultusunda Edremit Körfezi'nin Kuzey Sahil Bölgesinde Peyzaj Paterni Ve Arazi Örtüsünün Zamansal ve Mekansal Değişimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(31), 1-16.
- Tonbul, S., 1990. Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*.2(2), 329–352.
- Turoğlu, H., 2003. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Coğrafya. (Ed.. S. Karabağ) *Türk Coğrafya Kurumu Coğrafya Kurultayı*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- TÜİK, 2017. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Kaynak: file:///C:/Users/LZ/Downloads/Adrese_Dayal%C4%B1_N%C3%BCfus_Kay%C4%B1t_Sist_31.01.2017.pdf (05.12.2018).
- Ulbricht, K. A. and Heckendorf W.D., 1998. Satellite images for recognition of landscape and land use changes. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 53, 235-243.
- Yeler, O., 2014. Tarımsal Peyzajın Uzaktan Algılama İle İzlenmesi: Aşağı Seyhan Ovası Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz, M., 2016. Taşkın Riski Ön Değerlendirmesinde Uzaktan Algılama Sistemlerinin Kullanılabilirliği: Meriç Nehrinde Uygulanması. Uzmanlık Tezi, T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Yiğit, İ., Ataoğlu M. Ve Dinç A., 2011. Coğrafya Bölümlerindeki CBS Eğitimi Ve CBS'nin Gerekliliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 24, 312-331.
- Yomralıoğlu, T., 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Seçil Ofset, İstanbul, 479s, Türkiye.
- Yuan, F., Sawaya K., Loeffelholz, B.C., Bauer, M.E., 2005. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98, 317-328.
- Yücer, E. ve Erener, A., 2016. Kentsel Alan Değişiminin Uydu Görüntüleri İle Zamansal Takibi. Uluslararası Erzincan Sempozyumu, Erzincan.

ÖZGEÇMİŞ

1987 Yılında Mersin Merkez ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Mersin’de tamamladı. 2008 yılında eğitim almaya hak kazandığı Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünden 2012 yılında mezun oldu.2014 yılında Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2015 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Evli ve bir çocuk sahibidir.

