

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ANKARA'DAKİ İMAR PLANLARI VE KENTSEL GELİŞİM ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Melek HOROZ

Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı

HAZİRAN 2025

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**ANKARA'DAKİ İMAR PLANLARI VE KENTSEL GELİŞİM ARASINDAKİ
İLİŞKİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Melek HOROZ
(706211012)**

Bilişim Uygulamaları Anabilim Dalı

Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Uğur ALGANCI

HAZİRAN 2025

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ZONING PLAN AND
URBAN DEVELOPMENT USING REMOTE SENSING METHODS: A CASE
STUDY OF ANKARA**



M.Sc. THESIS

**Melek HOROZ
(706211012)**

Department of Applied Informatics

Geographic Information Technologies Programme

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Uğur ALGANCI

JUNE 2025

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 706211012 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Melek HOROZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "ANKARA'DAKİ İMAR PLANLARI VE KENTSEL GELİŞİM ARASINDAKİ İLİŞKİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Uğur ALGANCI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ozan ÖZTÜRK
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi

Teslim Tarihi : **30 Mayıs 2025**
Savunma Tarihi : **26 Haziran 2025**





Değerli ailem ve çok sevdiğim arkadaşlarıma,



ÖNSÖZ

Çalışmamın her aşamasında bilgi, tecrübe ve rehberliğiyle bana yol gösteren, desteğini ve ilgisini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli danışmanım Doç. Dr. Uğur ALGANCI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte her zaman yanımda olan, destekleriyle bana güç veren çok değerli ailem ve her aşamada desteğini hissettiren ve katkılarını sunan sevgili arkadaşlarıma da gönülden teşekkür ederim.

Mayıs 2025

Melek HOROZ
(Harita Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
SEMBOLLER	xv
ÇİZELGE LİSTESİ	xvii
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxi
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	7
1.2 Literatür Araştırması	7
2. ÇALIŞMA ALANI	15
3. METODOLOJİ	17
3.1 Uzaktan Algılamanın Temel Esasları	17
3.2 Elektromanyetik Enerji	18
3.3 Elektromanyetik Spektrum	19
3.4 Uzaktan Algılamada Enerjinin Atmosfer ve Yeryüzü ile Etkileşimleri	20
3.4.1 Enerjinin atmosfer ile etkileşimi	20
3.4.2 Enerjinin yeryüzü objeleri ile etkileşimi	21
3.5 Yeryüzü Objelerinin Spektral Yansıtım Özellikleri	22
3.5.1 Su kütlelerinin spektral yansıması	22
3.5.2 Bitki örtüsünün spektral yansıması	23
3.5.3 Toprağın spektral yansıması	24
3.6 Uzaktan Algılamada Sınıflandırma Algoritmalarının Tarihsel Süreci	25
3.7 CBS'nin Temel Esasları	27
3.8 Uzaktan Algılama Veri Setleri	27
3.9 1994 Yılına Ait Ankara Ortofotosu	29
3.10 Veri Kaynakları ve Erişim Yolu	29
3.11 Uydu Tabanlı Gözlem Verilerinin İşlenmesi ve Değerlendirilmesi	29
3.11.1 Landsat uydu görüntüleri	29
3.11.2 Uzaktan algılama görüntüleri veri ön işleme temelleri	29
3.11.2.1 Atmosferik düzeltme	30
3.11.2.2 Radyometrik düzeltme	30
3.11.2.3 Geometrik düzeltme	30
3.11.2.4 Topoğrafik düzeltme	30
3.12 Doğruluk Analizi	31
4. UYGULAMA VE BULGULAR	33
4.1 Çalışma Alanı	33
4.1.1 Çalışma alanlarının özellikleri	33
4.1.1.1 Sincan-Bağlıca Mahalleleri	33

4.1.1.2 İvedik-OSTİM OSB	34
4.2 Veri.....	34
4.2.1 Uydu görüntüleri	34
4.2.2 1994 yılına ait ortofoto	35
4.3 Uygulamada Kullanılan Yazılımlar.....	35
4.3.1 Erdas Imagine.....	35
4.3.2 SNAP.....	36
4.3.3 ArcGIS Pro	36
4.3.4 Google Earth Pro	36
4.4 Yöntem	36
4.5 Görüntü İşleme ve Sınıflandırma	38
4.6 Arazi Kullanım/ Örtüsü Haritaları	38
4.7 Doğruluk Analizi	41
4.8 Arazi Örtüsü Değişim Haritaları	42
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZGEÇMİŞ	57

KISALTMALAR

AK/AÖ	: Arazi Kullanımı/ Arazi Örtüsü
CA	: Cellular Automation
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemeleri
CNN	: Convolutional Neural Network
DL	: Deep Learning
EE	: Earth Explorer
ETM+	: Enhanced Thematic Mapper Plus
HGM	: Harita Genel Müdürlüğü
Landsat	: Land Remote-Sensing Satellite
LULC	: Land Use/ Land Cover
MLC	: Maximum Likelihood Classifier
MLP	: Multilayer Perceptron
MRF	: Markov Random Field
MSS	: Multispectral Scanner Sensor
NASA	: National Aeronautic and Space Administration
OA	: Overall Accuracy
OBIA	: Object-Based Image Analysis
OLI	: Operational Land Imager
OSB	: Organize Sanayi Bölgesi
PA	: Producer Accuracy
RF	: Random Forest
SAR	: Synthetic Aperture Radar
SNAP	: Sentinel Application Platform
SVM	: Support Vector Machines
TIRS	: Thermal Infrared Sensor
TM	: Thematic Mapper
UA	: User Accuracy
USGS	: United States Geological Survey



SEMBOLLER

κ	: Kappa değeri
N	: Toplam referans piksel sayısı
r	: Sınıf sayısı
x_{ii}	: i. Satır ve i. Sütundaki değer
x_{i+}	: i. satır toplamı
x_{+i}	: i. sütun toplamı
λ	: Dalga boyu
ν	: Frekans
c	: Işık hızı



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Landsat 4-5 TM band bilgileri.....	28
Çizelge 3.2 : Landsat 8 OLI ve TIRS band bilgileri.....	28
Çizelge 4.1 : Çalışma kapsamında kullanılan Landsat uydu görüntüleri bilgileri.....	35
Çizelge 4.2 : 1994 yılı için kullanılan ortofoto bilgileri.	35
Çizelge 4.3 : OSB alanının doğruluk analizi sonuçları.....	41
Çizelge 4.4 : 29 Ekim- Bağlıca Mahallesi alanının doğruluk analizi sonuçları	42



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Ankara fiziki il haritası.....	15
Şekil 3.1 : Farklı yeryüzü cisimlerinin spektral yansıması.....	17
Şekil 3.2 : Uzaktan algılama sistemlerinin elemanları A. Güneş, B. Atmosfer, C. Radyasyon ve yeryüzeyi, D. Sensör E. Yeryüzü İstasyonu, F. Veri Analizi ve G. Uzaktan Algılama uygulaması.	18
Şekil 3.3 : Elektromanyetik dalga.....	19
Şekil 3.4 : Elektromanyetik spektrum..	20
Şekil 3.5 :Görüntü verilerinin oluşumunda karşılaşılan saçılma davranışları a. Aynasal yansıma, b. Dağınık yansıma, c. Köşe yansıtıcı etkisi ve d. Hacimsel saçılma.	21
Şekil 3.6 : Görünür ve yakın-orta kızılötesi aralıkta yaygın yeryüzü materyallerinin spektral yansıtma özellikleri. 1: Su, 2: Bitki örtüsü, 3: Toprak.	22
Şekil 3.7 : Su kütlelerinin spektral yansıma değerleri..	23
Şekil 3.8 : Bitki örtüsünün spektral yansıması.	24
Şekil 3.9 : Toprağın spektral yansıma eğrisi.	25
Şekil 4.1 : Çalışma alanı.	33
Şekil 4.2 : Akış şeması.	37
Şekil 4.3 : OSB arazi kullanım/ örtüsü haritaları (a) 1994, (b) 2004, (c) 2014 ve (d) 2014	39
Şekil 4.4 : 29 Ekim-Bağlıca Mahallesi arazi kullanım/ örtüsü haritası (a) 1994, (b) 2004, (c) 2014 ve (d) 2024.	40
Şekil 4.5 : OSB arazi örtüsü değişim haritaları (a) 1994-2004, (b) 2004-2014, (c) 2014-2024 ve (d) 1994-2024.	43
Şekil 4.6 : 29 Ekim – Bağlıca Mahallesi alanlarının arazi örtüsü değişim haritaları (a) 1994-2004, (b) 2004-2014, (c) 2014-2024 ve (d) 1994-2024..	44
Şekil 4.7 : OSB alanında yıllar içindeki sınıflar arası geçiş miktarı (a) 1994-2004, (b) 2004-2014, (c) 2014-2024 ve (d) 1994-2024.....	45
Şekil 4.8 : 29 Ekim- Bağlıca Mahalleri yıllar içindeki sınıflar arası geçiş miktarı (a) 1994-2004, (b) 2004-2014, (c) 2014-2024 ve (d) 1994-2024.....	46



ANKARA'DAKİ İMAR PLANLARI VE KENTSEL GELİŞİM ARASINDAKİ İLİŞKİNİN UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE BELİRLENMESİ

ÖZET

Kentler sahip oldukları roller ve bu roller için uygun mekânsal çözümlerle kendi kimliklerini ifade ederler. Kentleşme olgusu kent çevresi üzerinde sürekli değişimlere sebep olmaktadır ve mekânsal değişimlerin şekillenmesiyle oluşur. Kentsel planlama, kentsel büyümeyi yönetmek ve mekânsal gelişimlerin daha sağlıklı ilerlemesini sağlamayı hedefler. Mekânsal değişimlerin kent çerçevesinde izlenmesi, değerlendirilmesi ve geleceğe yönelik planlamalarının yapılması sürecinde uzaktan algılama ve CBS birlikte kullanılabilir. Bu çalışmada, başkent Ankara'da kentsel gelişimin son 30 yılda en çok yaşandığı iki farklı bölge (Sincan 29 Ekim Mahallesi – Bağlıca Mahallesi ile Batıkent toplu konutların çerçevelediği alan ile, İvedik-OSTİM Organize Sanayi Bölgeleri) çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Ankara ilinin mevsimsel olarak yaşadığı kuraklık ve bunun uydu görüntülerindeki yansımaları da göz önünde bulundurularak 1994-2004-2014 ve 2024 yılları için haziran ayına ait olan Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri indirilmiştir. Bu uydu görüntüleri kullanılarak kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Random Forest algoritması seçilerek arazi kullanımı/örtüsü haritaları oluşturulmuş ve arazi örtüsü değişimleri uygun yazılımlarda hazırlanarak değişimlerin istatistiksel sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu yöntemler sonucunda kentsel gelişim ortaya konulmuş, oluşturulan arazi örtüsü değişim haritaları, imar planlarının öngördüğü büyüme ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma kent planlamasında uzaktan algılama tekniklerinin ve CBS'nin etkili araçlar olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Bu çalışma kapsamında, başkent Ankara'da kentsel gelişimin son 30 yılda en çok yaşandığı iki farklı bölge (Sincan 29 Ekim Mahallesi – Bağlıca Mahallesi ile Batıkent toplu konutların çerçevelediği alan ile, İvedik-OSTİM Organize Sanayi Bölgeleri) çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Ankara ilinin mevsimsel olarak yaşadığı kuraklık ve bunun uydu görüntülerindeki yansımaları da göz önünde bulundurularak 1994-2004-2014 ve 2024 yılları için haziran ayına ait olan Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri indirilmiştir. Bu uydu görüntüleri kullanılarak kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Random Forest algoritması seçilerek arazi kullanımı/örtüsü haritaları oluşturulmuş ve arazi örtüsü değişimleri uygun yazılımlarda hazırlanarak değişimlerin istatistiksel sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu yöntemler sonucunda kentsel gelişim ortaya konulmuş, oluşturulan arazi örtüsü değişim haritaları, imar planlarının öngördüğü büyüme ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışma kent planlamasında uzaktan algılama tekniklerinin ve CBS'nin etkili araçlar olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Çalışmanın ilk bölümünde, Ankara kenti için uygulanan imar planları, çalışmanın amacı ve arazi örtüsü değişimleri ve kentsel yayılım ile ilgili yapılmış çalışmaların bulunduğu literatür taraması bulunmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, çalışma alanının tarihsel, coğrafi ve topoğrafik bilgilerine yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, uzaktan algılamanın temel esasları, elektromanyetik enerji, elektromanyetik spektrum, enerjinin atmosfer ve yeryüzü ile etkileşimleri ve yeryüzü objelerinin spektral yansıtma özellikleri başlıkları altında incelenmiş ve objelerin yansıtma değeri gösterilmiştir. Uzaktan algılamada sınıflandırma algoritmalarının tarihsel süreci hakkında bilgi verilmiştir. CBS'nin temel esasları ve bileşenleri anlatılmıştır. Ardından uzaktan algılama görüntülerinin veri ön işleme temelleri, atmosferik, radyometrik, geometrik ve topoğrafik düzeltme işlemleri hakkında bilgiler verilmiştir. Doğruluk analizinin temelleri ve uzaktan algılamadaki değerlendirme yöntemlerine de üçüncü bölümde yer verilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde, uygulama ve bulgular aktarılmıştır. Bu bölümde çalışma alanlarının özelliklerine, çalışmada kullanılan uzaktan algılama ve ortofoto verilerinin özelliklerine ve kullanılan uzaktan algılama ve CBS yazılımlarına yer verilmiştir. Çalışmanın yöntemi, görüntü işleme ve sınıflandırma aşamaları ve Random Forest yöntemi kullanılarak sınıflandırılan ve ardından doğruluk analizlerinin yapıldığı arazi kullanım/ örtüsü haritalarına yer verilmiştir. Doğruluk analizi için iki alanın da kullanıcı doğruluğu, üretici doğruluğu, genel doğruluk ve Kappa değerleri verilmiştir. Doğruluk analizinin sonuçlarının 0,80 üzerinde olması sınıflandırılan görüntülerin arazi örtüsü değişimi için kullanılabileceğini doğrulamıştır. Arazi örtüsü değişim haritalarının oluşturulmasında kullanılan yöntemler sebepleriyle birlikte anlatılmıştır. Yapılan arazi örtüsü değişim haritalarından istatistiksel veriler çıkartılmış ve aynı bölümde gösterilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde, elde edilen sonuçlar Ankara kenti için uygulamaya alınmış imar planları ile karşılaştırılarak aradaki ilişki aktarılmıştır. Kentin imar planlarındaki öngörüyle kesiştiği noktaların olduğu ve imar planlarının öngördüğünden farklı yönlerde ve hızda büyüdüğü noktaların da olduğu tespit edilmiştir. Kentsel yayılma çalışmalarında ve imar planlarının hazırlanma aşamalarında uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımının önemine vurgu yapılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, Ankara'daki kentsel planlama süreçlerinde; imar planlarının hazırlanması ve planların revizyon aşamalarında uzaktan algılama teknikleri ile CBS tabanlı arazi örtüsü değişim analizlerinin birlikte kullanılmasını önermektedir. Kentsel büyümenin, yüksek doğruluk oranı sağlayan sınıflandırma yöntemleri kullanılarak planlanmasını ve bu büyümenin öngörülebilirliğini mekânsal

gelişim stratejilerini oluşturmak için kullanılabileceğini önermektedir. Bu yöntemler ile kentsel gelişimin yaşandığı alanlarda kontrollü yayılma ve büyüme sağlanacaktır.





DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN ZONING PLAN AND URBAN DEVELOPMENT USING REMOTE SENSING METHODS: A CASE STUDY OF ANKARA

SUMMARY

Cities express their identities through the roles they assume and the spatial configurations tailored to fulfil those roles. The phenomenon of urbanization continuously alters the urban environment, and these spatial changes shape the urban fabric. Urban planning aims to manage urban growth and ensure the spatial development progresses in a more sustainable manner. In this context, monitoring and evaluating spatial changes, and planning for the future can be effectively supported by the utilizing remote sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS) technologies.

This study focuses on two distinct regions in Ankara where urban development has been most significant over the last 30 years: the area framed by Sincan's 29 Ekim and Bağlica neighbourhoods, including the Batıkent mass housing area, and the İvedik-OSTIM Organized Industrial Zones. Taking into account the seasonal drought conditions experienced in Ankara and their reflections in satellite imagery, Landsat 5 TM and Landsat 8 OLI satellite images for the months of June in the years 1994, 2004, 2014, and 2024 were obtained. Using these satellite images, land use/land cover (LULC) maps were generated by applying the Random Forest algorithm, one of the supervised classification methods. Land cover changes were analysed using appropriate software, and the statistical results of these transformations were evaluated. Through this methodology, urban development was assessed, and the generated LULC change maps were compared with the urban growth projections proposed in the master development plans. This study demonstrates that remote sensing techniques and GIS are effective tools in urban planning.

The first section of the study includes an overview of the master development plans implemented for Ankara, the objectives of the study, and a literature review covering land cover changes and urban sprawl.

The second section provides historical, geographical, and topographical information on the study areas.

The third part addresses the fundamental principles of remote sensing, including electromagnetic energy, the electromagnetic spectrum, the interactions of energy with the atmosphere and Earth's surface, and the spectral reflectance properties of surface objects. It also discusses the historical development of classification algorithms used in remote sensing, as well as the core principles and components of GIS. Additionally, pre-processing steps of satellite imagery—such as atmospheric, radiometric, geometric, and topographic corrections—are described. The section also outlines the fundamentals of accuracy assessment and evaluation methods in remote sensing.

In the fourth part, the application process and findings are presented. This section details the characteristics of the study areas, the remote sensing and orthophoto data used, and the RS and GIS software employed in the analysis. The study methodology, image processing and classification stages, as well as the resulting land use/land cover maps classified using the Random Forest method and subjected to accuracy assessments, are discussed. Accuracy metrics including user accuracy, producer accuracy, overall accuracy, and Kappa coefficients are provided for both regions. With accuracy values exceeding 0.80, the classified images were deemed reliable for assessing land cover change. The reasons behind the applied LULC change detection methods are also explained, and statistical outputs derived from the maps are presented in the same section.

In the fifth and final part of the study, the obtained results are compared with the development projections of Ankara's master plans. It was found that while some areas aligned with the anticipated growth directions, other areas experienced expansion at different rates and in unplanned directions. The study emphasizes the significance of integrating remote sensing technologies into urban sprawl analysis and the formulation of future urban development plans.

In light of the results obtained, it is suggested that in the urban planning processes of Ankara, land cover change analyses based on remote sensing techniques and GIS should be used together during the preparation and revision of zoning plans. It is also recommended that urban growth be planned using classification methods with high accuracy, and that the predictability of this growth can be utilized to develop spatial development strategies. These methods will support controlled expansion and growth in areas experiencing urban development.





1. GİRİŞ

Kent, insan yaşamındaki faaliyetlerin sistematik bir biçimde örgütlendiği, sosyal ve kültürel faaliyetlerin, altyapı ve üst yapı hizmetlerinin gelişmiş olduğu yerleşim alanlarıdır. Ekonomik çeşitliliğin, tarım dışı faaliyetlerin, nüfus yoğunluğunun daha fazla olduğu ve toplumsal dinamizm açısından daha fazla imkân sağlayan alanlardır.

Kentin itici gücüne bu tanım üzerinden bakacak olursak en temel itici gücün tarım dışı üretim gücünün artması ve yeni üretim biçimlerine sahip olan kentin kentleşme olgusunun ortaya çıktığı görülmektedir. Kentlerde etkili olan kentleşme süreçleri, ülkelerin gelişmişlik seviyelerine göre farklılık göstermektedir. Türkiye'deki kentleşme süreci kırdan kente olan göçlerle gerçekleşmektedir ve sanayileşmenin ivme kazandığı 1950'li yıllardan itibaren kentler yeni kimlikler kazanarak kentsel ve planlama ölçeklerinde yeni ihtiyaçları da yanında getirmektedir.

Ankara tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmış ve 13 Ekim 1923 tarihinde başkent ilan edilmiştir. Cumhuriyet'in de ilan edilmesiyle başkent yeni bir kimlik kazanarak modern bir kent üretilmesi çabalarını da içinde barındıran kent planları hazırlanmıştır. Başkent olduktan sonra ülkenin merkezi haline gelen Ankara'da sanayi alanlarında gelişmeler görülmüş, kırdan kente göçler yaşanmış ve göç dalgaları kentsel büyümede oldukça önemli bir yer kaplamıştır. Kentsel büyümenin hızla arttığı Ankara'da kente özel politikalar geliştirilmiş ve konuta duyulan ihtiyacı gidermek amaçlı düzenleme sistemleri oluşturulmuştur. Bu ihtiyacı gidermek ve modern bir başkent oluşturmak amacıyla kente özel imar planları ve düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler, toplu konut projelerini, kooperatifçilik ve yapılaşmayı sağlayan stratejileri içermektedir (İrdem ve Lenger, 2021).

Ankara için geçmişten günümüze birçok imar planı hazırlanmıştır. Kent için Cumhuriyet ideolojisini yansıtan planlı büyüme ve ilerlemeyi politik hedefler etrafında şekillendirecek kentsel düzenlemeleri içinde barındıran planlar uygulamaya alınmıştır. Ankara'da ilk planlama iki aşamalı olacak şekilde Alman mimar Carl Christoph Lörcher tarafından 1924 yılında kale ve çevresi olarak anılan Eski kent ve 1925 yılında Yenişehir için önerilmiştir. Önerilen plan ile eski şehir olarak tanımlanan Ulus ve

Yenişehir olması amaçlanan Kızılay ve Atatürk Bulvarını kapsamaktadır (Baykan, 2006). Plan eski kentin güney yönünde gelişmesine yol açmıştır.

Şehir büyümesinin öngörülenden çok daha hızlı artması ve Lörcher planının eski kent aşamasının uygulanamaması sebebiyle yeni plan için bir yarışma düzenlenmiş ve yarışmayı Prof. Hermann Jansen'in 1500 hektar üzerinde yaptığı plan kazanmıştır. Jansen planında Ankara Kalesi, Ankara'nın simgesi ve merkezi olarak belirlenmiş ve şehir için kuzey-güney yönelimli bir omurga olarak tasarlanmıştır. Bu planla kentin sahip olduğu idari kimliği korumak amacıyla Bakanlıklar Sitesinin kurulması, Gençlik Parkı, Hipodrom ve 19 Mayıs Spor Sitesi gibi alanlar ile spor kompleksleri ve dinlenme alanlarını da barındırıyor olması Lörcher planıyla arasındaki farklılıkları göz önüne sermiştir.

Daha sonra hayata geçirilen Bakanlık Omurgası alanına ait önerilere ilk olarak Jansen Planı'nda yer verilmiştir. Aynı planda kentin tüm yapısında etkili olan kuzey-güney aksının da tasarımı yapılmıştır (Çamur, 2020). Kentin çok hızlı büyümesi, yerel ve merkezi yönetim arasındaki uyumsuzlukların yaşanması, arsa spekülasyonları ve hedeflediği nüfusa 30 sene önce varılmasından dolayı plan gerçekliğini yitirmiştir.

Bir sonraki plan için 1957 yılında bir yarışma planlanmış ve yarışmayı 12000 hektarlık alan üzerinde Nihat Yücel ve Raşit Uybadın tarafından hazırlanan plan kazanmıştır.

Jansen Planındaki bahçeli ev düzeni 1-2 katlı olarak öngörülmüştür ancak Yücel-Uybadın Planı'nda bu düzen 4 kattan başlayarak 10 kata kadar çıkan yapılaşmalara dönüşmüştür. Bu kat artışı Atatürk Bulvarı üzerinde blokların oluşmasına, bulvarın fiziksel yapısının değişmesine neden olmuştur (Boz ve Kubat, 2017). Bu yapılaşma kentin kuzey-güney doğrultusundaki gelişiminin artmasına sebep olmuş ve Ulus-Kızılay merkezlerinin aşırı yoğunlaşmasıyla ve bir önceki planda da yaşanan hızlı nüfus artışı ile geçerliliğini yitirmiştir. Jansen Planı'nın geçerliliğini yitirmesinin ardından yeni bir plan hazırlıklarına başlanmış ve 1982 yılında Ankara İmar Planı önerilmiştir. Önerilen bu plan kapsamında Eskişehir yolu üzerindeki batı koridoru kurgulanmıştır ve bu gelişme Ankara'nın kentsel yapısını büyük ölçüde belirlemiştir (Söylemez ve diğ., 2018). 1980'li yıllarda kent tüm yönlerde sınırlarına kadar yayılmış ve kent gecekondu yerleşimleriyle kuşatılmıştır (Baykan, 2006). Kent merkezi bu kuşatılma sebebiyle sıkışmış ve gelişim potansiyelini yitirmiştir. Kent bu durumun ardından, topoğrafyanın daha elverişli olması sebebiyle batı aksı yönünde büyümeye başlamıştır. Bu yeni yönelim ile Ankara'nın kentleşmesi batı ekseninde kayarak,

Ümitköy, Batıkent, Konutkent, Eryaman gibi uydu kentlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Baykan, 2006).

2015 yılı hedef alınarak düzenlenen ancak onanmayan 2015 Planlama Çalışmaları da daha sonra hazırlanan 2025 planlama çalışmalarının temelini oluşturmuştur. Bu plan 1990 Nazım Planı'nın temel ilkelerini büyük oranda koruyarak, kentin gelişim dinamikleri doğrultusunda çok merkezli yapılaşma modeli öngörmüştür.

Kentleşme olgusu bağlamında, yerleşim alanlarındaki arazi kullanım/ örtüsü değişim analizleri CBS ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılmasıyla gerçekleşmektedir. Uzaktan algılama, yüksek mekânsal çözünürlüklü geçmişe dönük zaman serilerinin sağlanması ve incelenmesi bakımından önemli bir avantaj sağlamaktadır (Jensen ve Cowen, 1999). Ayrıca, uzaktan algılama verileri, özellikle arazi kullanım yönetimi hakkındaki bilgilerin tutarsız ve yetersiz olduğu alanlarda, arazi kullanım değişimini izlemek için etkilidir.

Uzaktan algılanan görüntülerden tematik sunum veya haritalama, bilgisayar destekli veya görsel analizle elde edilen görüntü sınıflandırmasına dayanır. Görüntü sınıflandırmasının temel kullanımı, geliştirilmiş ve avantajlı bilgi çıkarımı için yakalanan görüntülerdeki piksellerin gerçek dünyanın anlamlı bilgileriyle etiketlenmesidir (Usman, 2013).

CBS, belli bir amaç ve hedef doğrultusunda, yeryüzüne ait mekânsal verilerin toplanması, depolanması, verilerin analiz edilmesi, sorgulanması ve görselleştirilmesi işlevlerini yerine getiren, yazılım, donanım, tüm araç ve sistemlerin bütününe ifade eder (Akıncı, 1991). Yomralıoğlu (2005), CBS'yi genel harita bilgilerini görüntülemeye yarayan bilgi yönetimi sisteminin bir şekli olarak tanımlamaktadır.

Yerleşim birimine ait farklı zamanlardaki uydu görüntülerinin işlenmesi ve elde edilen verilerin CBS yardımıyla sınıflandırılmasıyla yerleşim birimindeki zamana bağlı değişimler ortaya konulabilmektedir. Uzaktan algılama teknikleri, kentsel gelişim süreçleri ve arazi kullanımındaki değişimlerin mekânsal ve zamana bağlı boyutlarının analiz edilmesinde katkı sağlar (Herold ve diğ., 2003). Bu nedenle uzaktan algılama teknikleri faydalı sonuçlarla değişik ölçeklerde arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi ve izlenmesinde geniş kullanıma sahiptir (Stefanov ve diğ., 2001).

Belirli bir yerin veya yörenin arazi örtüsünün bir türden diğerine değişmesi ve dönüşmesi AK/AO (Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü) değişimi olarak belirtilir. AK/AO değişim analiz sürecinin performansını incelemek amacıyla farklı zaman aralıklarında çekilmiş iki veya daha fazla uydu görüntüsünün karşılaştırılması gerekmektedir.

Uzaktan algılama, AK/AO değişimlerinin incelenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Uzaktan algılama görüntü sınıflandırması, bir görüntüyü işlemede temel bir uygulama olarak kabul edilir ve bu nedenle doğal kaynak yönetimi için arazi örtüsü doğasının spektral işaretlerini sınıflandırarak değerli bilgilerin çıkarılmasında kullanılır (Sangram ve diğ., 2017).

Kentsel ortamlar genellikle önemli piksel içi ve pikseller arası değişikliklerle yüksek derecede heterojen yüzey örtüleri ile karakterize edilir. Kentsel uygulamalar için kullanılan veriler, zamansal, mekânsal, spektral ve radyometrik özellikler açısından belirli koşulları karşılamalıdır (Lo, 1986).

Uzaktan algılama teknikleri yaklaşık 55 yıl önce yeryüzünü temas olmadan gözlemlemek ve ölçmek üzerine başlamıştır. 1970'lerde orta çözünürlüklü uydu verileri Landsat Multispectral Scanner Sensor (MSS) kullanılabilir hale geldiğinde, ilk uygulamalar kentsel- kırsal sınırdaki geniş ölçekli değişiklikleri ayırt etmek için basit bant oranlarına, görüntü eşikleme ve görüntü farklılaştırmaya dayanmıştır (Freidman ve Angelici, 1979).

İlk yaklaşımların mevcut teknoloji ile sağladığı başarılarına rağmen bu teknoloji potansiyel kullanıcıları tarafından benimsenememiş, uydu verilerinin hava fotoğraflarına veya saha araştırmalarına göre mekânsal detay eksikliği ve dolayısıyla düşük bilgi içeriği nedeniyle, kentsel planlama literatüründe nispeten az uygulama görmüştür (Michalak, 1993).

1984 yılında Landsat Tematik Haritalayıcının (TM) fırlatılması, daha yüksek spektral mekânsal ve radyometrik çözünürlüklü veriler sağlayan yeni bir uzaktan algılama veri kaynağı oluşturmuştur. Landsat MSS spektral bantları ve bant genişlikleri, bitki örtüsü ve jeolojik özellikleri haritalamak için genel faydaları nedeniyle sensör tasarımcıları tarafından yoğunlukla seçilirken, Landsat TM spektral kanalları özellikle bitki örtüsü türünü, toprak nemini ve diğer önemli peyzaj özelliklerini haritalamak ve analiz etmek için seçilmiştir (Jensen, 2000).

Uzaktan algılama teknolojilerinde 1990-2000'ler olarak görülen orta dönemde Landsat TM in ardından ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus)'ler geliştirilmiş olup farklı algoritmalarla teknikler geliştirilmesine ön ayak olmuştur. Farklı disiplinler, kentsel genişlemenin çevresel sistemler ile insan sağlığı ve refahı üzerindeki etkilerini anlamak için uydu verilerini benimsemiştir. Ayrıca, kentleşmeye ve etkilerine bölgeselden küresel perspektife bakarak yaklaşan büyüyen bir çalışma grubu bulunmaktadır, bu da kentsel alan ve kentsel değişimlerin orta ila kaba

özünürlüklü geniş alan haritalarını gerektirmektedir (Mills, 2007; Schneider ve diğ., 2010).

Farklı disiplinlerdeki büyüme ve yayılmayı haritalamak için etkili yöntemler geliştirmek, veri kaynaklarını keşfetmek ve özellikle bu ihtiyaçların göz önünde bulundurularak yapılması uzaktan algılama çalışmalarının devam etmesi için kritik önem taşımaktadır. Kullanıcı topluluğu geniş çapta değişmiş olsa da kentsel büyüme haritaları oluşturma yöntemleri, yerleşik alanların ve yeni gelişen arazilerin spektral profillerini kullanan ilk yaklaşımlardan önemli ölçüde değişmemiştir (Ehlers ve diğ., 1990; Ulbricht ve Heckendorff, 1998).

İkili veya çoklu tarihli görüntüleri kullanmak anlamına gelen çoklu tarihli kompozit yaklaşımlar değişim haritası üretmek için kullanılmaya başlanmıştır. 1990’larda aynı yaklaşım kentsel uygulamalar için kullanılmaya başlanılmıştır (Ridd ve Liu, 1998). İlk çoklu tarihli teknikler, yığılmış temel bileşen analizi (Deng ve diğ., 2008), değişim vektörü analizi (Chen ve diğ., 2003) ve yığılmış çoklu tarihli kompozit sınıflandırmayı (Schneider ve Woodcock, 2008) içermiştir. Kentsel ortamın karmaşıklığını ele almak için, 1990’ların sonlarında çeşitli makine öğrenimi yaklaşımları benimsenmiş ve bu yöntemler çalışmalarda hızlıca yer almıştır.

Mekânsal çözünürlük düzeyinde, kentsel ve bölgesel planlama amaçları, yapılı çevrenin kapsamını belirlemede iyi hizmet görmüştür. Tekniğin zaman içinde uygulanması, büyüme ve değişim desenlerini tanımlamak, haritalamak, izlemek ve ölçmek için etkili bir araç sağlamıştır (Qluch, 2002).

İlerleyen süreçlerde veri füzyonu da uzaktan algılama yöntemlerinde kullanılmaya başlamıştır. Veri füzyonu, çok bantlı optik ve radar verilerinin birleştirilmesini içerir. Görünür ve yakın kızılötesi bantlar arazi bileşimini belirlemek için, radar verileri ise insan yapımı yapıları ayırt etmek için kullanılmaktadır (Henderson ve Xia, 1997).

Çok kaynaklı veri füzyonu uzaktan algılama için en umut verici gelişmelerden biri olarak lanse edilse de genellikle iki veya daha fazla farklı veri kaynağını düzeltme ve sentezleme görevinin zor ve zaman alıcı olması nedeniyle yaygın olarak kullanılmamıştır (Dell'Acqua, 2009; Dobson ve diğ., 1996; (Sanli ve diğ., 2009).

Uzaktan algılama yöntemleri kentsel gelişim ve genişlemeyi tespit ve takip etmek için yıllar içinde daha da gelişerek yeni yöntemler oluşturmuştur. Spektral ve mekânsal bilgilerin birlikte kullanılması karmaşık veri setlerinin verimli bir şekilde işlenebilmesi için yeni yöntem arayışları geliştirilmiş ve geliştirilmeye devam edilmektedir.

Görüntü sınıflandırması; sınıflandırma sonrası ve sınıflandırma öncesi değişim tespit yaklaşımlarınca uygulanır ve kontrollü veya kontrolsüz yaklaşımlar kullanılarak gerçekleştirilir.

Kontrolsüz sınıflandırmada, uzaktan algılanmış bir görüntü veri kümesi alınır ve ölçüm uzayında bir algoritma seçilir; bu yöntem için kalibrasyon verisine ihtiyaç duyulmaz (Schowengerdt, 1997).

Kontrollü sınıflandırmadan önce ise, söz konusu her sınıfın spektral değişkenliğini hesaba katmak için uygun alanlardan yeterli kalibrasyon verisi örneklenmelidir.

Uzaktan algılamada görüntü verilerinin analizinde en sık kullanılan tekniklerden biri olan kontrollü sınıflandırma, yer örtüsü sınıflarıyla ilişkilendirilen bölgelerin ayrılması temeline dayanır.

Kontrollü sınıflandırma, çalışma alanındaki yer örtüsü hakkında ön bilgi gerektirir ve bu nedenle arazi örtüsü değişim haritalaması için daha sezgisel bir yöntemdir. Kontrollü sınıflandırmada, kalibrasyon pikselleri seçilir ve ilgi alanındaki sınıflar için ilişkili istatistikler oluşturulur (Rogan ve Chen, 2004).

Kontrollü sınıflandırma algoritmaları Lojistik Regresyon, Karar Ağaçları (Decision Trees), Rastgele Orman (RF), Destek Vektör Makineleri (SVM), K-En Yakın Komşu (KNN), Naive Bayes, Yapay Sinir Ağları (ANN) ve Derin Öğrenme (DL) şeklindedir. Bu çalışmada kullanılan veriler ve çalışma amacı kapsamında kontrollü sınıflandırma algoritmalarından Rastgele Orman algoritması kullanılmıştır.

Rastgele Orman Sınıflandırıcısı algoritması, her bir sınıflandırıcının girdi vektöründen bağımsız olarak örneklenen rastgele bir vektör kullanılarak oluşturulan ve her ağacın bir girdi vektörünü sınıflandırmak için en popüler sınıfa bir birim oy verdiği ağaç sınıflandırıcılarının bir kombinasyonundan oluşur (Breiman, 1997). Orijinal eğitim kümesinin boyutu olan N örneğini yerine koyup rastgele çizerek bir eğitim veri kümesi oluşturma yöntemi olan bagging ve her karar ağacının eğitiminde tüm özellikleri değil, rastgele seçilmiş bir alt kümesini kullanmanın faydalı olabileceğini gösteren Rastgele Alt Uzaylar (Random Subspaces) algoritmalarının 2001 yılında Leo Breiman tarafından yazılan Random Forest makalesiyle bir araya getirilmesi ile Rastgele Orman Sınıflandırıcısı algoritması tanıtılmıştır (Breiman, 1996).

RF algoritması, bir özellik vektörünün bileşenlerini seçmek için rastgele bir prosedüre dayanır ve karar ağaçları yalnızca seçilen özellik bileşenleri kullanılarak oluşturulur. Her ağaç, seçilmeyen özellik boyutlarındaki değişmezlikler yoluyla sınıflandırmayı

görülmeven noktalara farklı şekillerde genelleştirir. Ağaçların kararları, yapraklardaki arka olasılık tahminlerinin ortalaması alınarak birleştirilir (Ho, 1998).

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı; Ankara kentinde kentsel gelişimin en yoğun yaşandığı alanları belirlemek, imar planlarının kentsel gelişime olan etkilerini daha iyi göstermek adına OSTİM ve İvedik Organize Sanayi Bölgelerini de içine alan seçili bölgelerde, uydu görüntüleri aracılığıyla kentsel gelişim dinamiklerini analiz etmek ve elde edilen mekânsal veriler doğrultusunda bu gelişimin ilgili imar planları ile olan ilişkisini ortaya koymaktır.

Çalışma kapsamında, Ankara'nın güneyinde yer alan Bağlıca Mahallesi, Sincan 29 Ekim Mahallesi, Batıkent toplu konut alanları ile OSTİM ve İvedik Organize Sanayi Bölgelerini kapsayan iki ayrı çalışma alanı belirlenmiştir. Bu alanlara ait 1994, 2004, 2014 ve 2024 yılları için dört farklı Landsat uydu görüntüsü kullanılarak, 10'ar yıllık periyotlar üzerinden çeşitli analizler gerçekleştirilmiştir. Söz konusu analizler, kentsel gelişim süreci ile imar planları arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamaktadır. Literatürde Ankara kentine özgü bu nitelikte böyle bir çalışmanın bulunmaması, bu çalışmanın hem kentsel gelişimin anlaşılması hem de gelecekteki imar planlarının entegrasyonu açısından önemli bir katkı sağlamasını hedeflemektedir.

1.2 Literatür Araştırması

Arazi kullanımı/ örtüsü değişimlerinin belirlenmesinde zaman serisine dayalı verilerin kullanımı birçok akademik çalışmada yer almıştır. Bu çalışmalarda uzaktan algılama teknolojileri ve CBS güçlü araçlar olarak kullanılmıştır.

Todd (1977), çalışmasında Atlanta Georgia bölgesindeki arazi kullanımı/ örtüsü değişimini Landsat uydu görüntüleri kullanarak tespit etmiştir. Atlanta Bölgesel Komisyonu ve Dünya Kaynakları Gözlem Sistemleri Veri Merkezi için yapılan bu çalışmada General Electric Image 100 sistemi kullanmış ve 1972-1974 yıllarına ait Landsat bant 5 verilerini birleştirerek zamansal katmanlar oluşturmuş, arazi kullanımı /örtüsü değişim alanlarını göstermiştir. Bu alanlar için bir değişim teması oluşturmuştur. 1974 yılına ait olan görüntü için 1) Ticari- endüstriyel çok aileli, (2) tek aileli konut, (3) temizlenmiş arazi (4) açık alan, (5) ormanlık arazi ve (6) su

arazi kullanım sınıflarını belirlemiştir. Çalışma sonunda Landsat verilerinin üst üste bindirilmesi yöntemiyle değişim türü ve alanları kolayca gözlemlenmiştir.

Howarth ve Boasson (1983), çalışmasında kentsel alanlardaki değişimi saptamak ve dijital iyileştirme tekniklerini kullanmanın önemini göstermek için Ontario bölgesine ait 1974 ve 1978 Landsat verilerini kullanmıştır. Bu verilerde Bant 5 katmanı, Bant 5 ve 7 oranları ve bitki örtüsü indeksi olan üç ayrı renk iyileştirme yöntemi denemiştir. Sınıflandırmadan farklı olarak iki avantajını gösteren bu çalışmada dijital iyileştirmenin çok daha kolay olduğu ve iyileştirme için gereken sürenin çok daha kısa olup karşılaştırmanın da çok daha kısa sürdüğü görülmüştür. Li ve Yeh (1998), çalışmasında İnci Nehri Deltasındaki kentsel büyümenin çoklu zamanlı görüntüler kullanılarak değişiklik tespitindeki hataların azaltılması ve kentsel genişleme için yeni yollar geliştirilmesi amaçlanmıştır. Alanın 1988 ve 1993 yıllarına ait görüntüleri sınıflandırılmış ve sınıflandırmalar değişim analizinden geçmiştir. Sınıfların birbirine dönüştüğü görülmüş ve bazı sınıfların hatalarını gidermek amacıyla CBS yazılımları kullanılmıştır. Yeni önerilen Principal Component Analysis (PCA) yönteminin denendiği çalışmada bu analizin geleneksel yöntemlerden daha az hata içerdiği ve kentsel gelişimi izlemede daha yararlı olacağı görülmüştür.

Chen ve diğ. (2003), yaptıkları çalışmada Kaliforniya'daki San Francisco Körfezi Landsat, IRS Pan ve Radarsat SAR görüntüleri kullanılarak enterpolasyon yöntemleri ile performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma iki aşamada gerçekleşmiş ve ilk aşamada IRS Pan ve Radarsat görüntüleri çeşitli enterpolasyon algoritmaları kullanılarak elde edilen kayıt tutarlılıkları gösterilmiştir. Tüm durumlarda optimize edici olarak simpleks arama algoritması kullanılmıştır. İkinci aşamada ise Landsat TM ve IRS Pan görüntüleri kullanılmış olup çeşitli enterpolasyon algoritmaları kullanılarak kayıt tutarlılıkları gösterilmiştir. Çalışmada kısmi hacim enterpolasyonunun tüm enterpolasyon yöntemleri arasında en yüksek kayıt tutarlılığını sağladığı gözlemlenmiştir.

Deng ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmada Çin'in Hangzhou şehrindeki arazi kullanım değişikliklerini çok zamanlı değişiklik tespiti için birincil kaynak olarak farklı görüntü modlarından (SPOT-5 XS ve Pan) benzer mekansal çözünürlüğe sahip çok sensörlü verileri kullanma girişimi yapılmıştır. Sınıfları geliştirmek ve nicelendirmek için PCA ve Hibrit Görüntü Kontrollü Sınıflandırma tekniğini entegre etme yöntemi, arazi kullanımının ve arazi kullanım değişikliklerinin yönü,

hızı ve konumu hakkında kapsamlı bilgiler çıkarma yeteneği göstermiştir. Bu entegre Teknik PCA kullanılarak arazi kullanım değişikliği tespitinin genel doğruluğu %89,54 ve kappa indeksi için 0,88 iken, sınıflandırma sonrası yöntem kullanıldığındaki oranların sırasıyla sadece %86,85 ve 0,78 olduğu görülmüştür. PCA tabanlı yöntemin, bu çalışmada arazi kullanım değişikliği tespiti için geleneksel yöntemle göre daha iyi bir performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Yang ve Lo (2002) çalışmasında ABD'nin Georgia eyaletindeki metropol alanın 25 yıllık arazi kullanım/değişim haritasını çıkartmak farklı çözünürlük ve kalitedeki uydu görüntülerinden görüntü sınıflandırması sağlayacak operasyonel bir yaklaşım geliştirmek amacıyla Landsat MSS ve TM görüntüleri kullanılarak yapılmıştır. Farklı yer teknikleriyle işlenen, farklı değişken kalitesindeki görüntüler radyometrik olarak normalleştirildikten sonra ISODATA kümelenmesi kullanılarak kontrolsüz sınıflandırma yaklaşımı benimsenmiştir. Bu çalışmanın devamında sınıflandırma hatalarını ele almak için CBS tabanlı yeniden sınıflandırma prosedürü uygulanmış ve arazi kullanımı/örtüsü değişimi haritalanmıştır. Çalışma sonuçları bilgisayar destekli görüntü sınıflandırmasının doğruluğunu etkileyen spektral ve radyometrik çözünürlüklerin önemini göstermiştir. Analiz, Atlanta'nın hızlandırılmış kentsel gelişiminin başlıca sorunları olarak orman kaybını ve plansız şehirleşmeyi (kentsel yayılma) ortaya çıkarmıştır.

Lubis ve Nakagoshi'nin (2011), yaptığı çalışma Endonezya'nın Bodri havzasındaki arazi kullanımı/örtüsü değişimini Landsat uydu görüntülerini CBS ile entegre ederek haritalamak ve tespit etmeyi amaçlamıştır. Çalışmada 1991-2001 ve 2001-2009 olmak üzere iki zaman dilimi belirlenmiştir. Çalışmada görüntü ön işleme, görüntü sınıflandırma ve değişim tespiti işlemleri ile CBS analizleri yapılmıştır. Çalışma alanında su, çeltik tarlası, kuru tarım arazisi, yerleşim, ağaçlandırma ve orman olmak üzere altı ayrılabilir arazi kullanım/örtü (AK/AO) kategorisi belirlenmiş ve kontrollü sınıflandırma için gerekli olan eğitim alanları seçilerek 3 görüntü de kontrollü sınıflandırılmıştır. Değişim analizinden sonra kappa değerleri %75'in üzerinde kalarak başarılı bir analiz ortaya konulmuştur. Değişim tespiti analizi, Bodri havzasında çalışma dönemi boyunca dinamik değişikliklerin meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bodri havzasındaki arazi kullanım ve arazi örtüsü değişiminin başlıca nedenleri olarak kentleşme ve tarımsal faaliyetler tespit edilmiştir.

Phama ve diğ. (2011), çalışması Hanoi, Hartford, Nagoya ve Şangay şehirlerinde 1975-2003 yılları arasındaki kentleşme ve kentsel arazi kullanım planları arasındaki ilişkiyi araştırmak ve uzaktan algılama ile mekansal metrikleri birleştiren bir yaklaşımı göstermek amacıyla orta çözünürlüklü uzaktan algılama verileri (ASTER 15m ve Landsat 30m) kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada, kentsel büyüme haritaları üretmek için PLADJ mekansal metriğine dayalı bir program uygulanmıştır. Daha sonra, kentsel kompozisyonun özelliklerini değerlendirmek için FRAGSTATS kullanılmıştır. Sonuçlar her şehrin farklı eğilimlerle geliştiğini göstermiştir. Uzaktan algılama ve mekansal metriklerin birleştirilmiş yaklaşımı, yerel şehir planlamacılarına, özellikle Hanoi'de, kentsel alanlardaki kentsel planlama politikalarının etkilerini daha iyi anlamak için kullanılabilecek değerli bilgiler sağlamaktadır.

Pratap (2023), çalışmasında Orta Hindistan'ın Vidarbha- Nagpur Bölgesi'nde 2000' den 2020' ye kadar geçen 20 yılda arazi örtüsünün nasıl değiştiğini ve tarımın nasıl etkilendiğini USGS Earth Explorer'dan ulaştığı Landsat 5,7 TM ve Landsat 8 uydu görüntülerini kullanılarak incelemiştir. Çalışmada 5 arazi örtüsü kategorisi seçilmiştir. Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırmayı birleştiren hibrit bir teknik kullanılmış olup uydu görüntüsü sınıflandırması maksimum olabilirlik sınıflandırıcısını kullanarak tamamlamıştır. Arazi doğrulama ve doğruluk analizinden sonra, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak arazi kullanım ve arazi örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Seçilen sınıfların her birinde sınıfa özgü artış ya da azalış gözlemlenmiş ve özellikle inşaat faaliyetleri ve diğer ekonomik gelişmeler nedeniyle, yerleşim alanının 1990'dan bu yana arttığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma Vidarbha'nın Nagpur Bölgesi'ndeki arazi kullanımı, arazi örtüsü ve tarımın kapsamlı bir mekansal-zamansal analizini yaparak bölgenin değişen peyzajı, tarımsal dinamikleri ve ilgili zorlukları hakkında değerli bilgiler sağlamıştır.

Das ve Angadi (2022), yaptıkları çalışmada, Hindistan' ın Barrackpore Alt Bölgesi'nde uzaktan algılama verilerini kullanarak arazi kullanım/ örtüsü değişim dinamiklerini değerlendirerek kentsel büyümeyi analiz etmek amaçlanmıştır. Arazi kullanım/ örtüsü haritalarını üretmek amacıyla çok zamanlı Landsat uydu görüntüleri Maksimum Olabilirlik Sınıflandırıcısı (MLC) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Arazi örtüsü değişimi kaynak- hedef değişim (LULCC)matrisi yöntemiyle gerçekleştirilmiş olup 1972-2016 yılları arasında doğal alan diye

belirtilen vejetasyon örtüsü, tarım/arazi kullanım alanları, sulak alanlar ve su yüzeylerinde azalış yaşanırken, yapay alan olarak belirtilen yapılaşmış alanların ve nadasa bırakılmış arazilerin alanlarında artış gözlemlenmiştir. Yapılan çalışma uygun arazi kullanımı ve kentsel gelişim için doğru politikalar geliştirilmesi gerektiğini göstermiştir.

Liping ve diğ. (2018), çalışması Çin'in Fujian kenti Jiangle ilçesindeki arazi kullanımı/örtüsü değişimini uzaktan algılama verileri ve CBS araçlarını kullanarak analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışma kapsamında 1992-2003 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri karşılaştırılmış ve Markov modeli kullanılarak transfer olasılıkları belirlenmiştir. Bu model üzerinden 2014 yılına ait tahmin verileri, transfer olasılıkları ve uygunluk haritaları kullanılarak Hücresel Otomasyon (CA) modelinde işlenmiştir. 1992-2003 yılları arasındaki transfer olasılığı IDRISI yazılımı tarafından elde edilmiştir. Buna dayanarak 2025 ve 2036 yılları için bir arazi kullanım kalıpları belirlenmiştir. Bu çalışma bölgenin ekolojik dengesinin korunması ve kaynakların optimal kullanımı için karar vermenin bilimsel bir temelini sağlaması amacıyla yapılmıştır.

Deng ve ark. (2018), çalışmada kentsel planlamanın kentsel büyüme üzerindeki etkisi Çin'in Shenzen kenti örneği üzerinden incelenmiştir. Çalışmada kentsel planlamanın etkileri, detaylı fonksiyonel planlaması ve farklı planlama kombinasyonları 2000-2010 yılları arasında incelenmiş ve kentsel planlamanın kentsel büyüme üzerindeki kontrol etkisi; orta ölçekli düzeyde ve mikro ölçekli düzeyde ele alınmıştır. İki ölçekte de kontrol işlevi ve kontrol etkinlikleri arasındaki farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu çalışma kentsel planlamanın SEZ alanı içerisindeki kentleşmeye pozitif yönde etki yarattığı fakat kentsel yenileme ve gelişimi yönlendirmede özellikle belirgin bir rol oynamadığını ortaya koymuştur. Planlama kombinasyonlarının ise arazi gelişiminde önemli bir rol oynadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma kentsel planda çok düzeyli örtüşen politikaların mekânsal yönetim etkilerini artıracak ve bu tür bölgelerin geliştirilmesi için ilham vereceğini göstermiştir.

Gong ve ark. (2014), çalışması Çin'in Guangzhou kenti için 1979, 1990, 2000 ve 2009 yıllarına ait Landsat görüntülerini, kentin imar planını ve sosyoekonomik verilerini kullanarak arazi kullanımındaki özellikleri ve değişimlerini analiz etmeyi amaçlamıştır. Çalışma alanı imar ve imar dışı alanlar olarak ayrılmış ve imar dışı alanlar tarım arazisi, meyve bahçesi, ormanlık alan, çayır-çalılık alanları,

su yüzeyleri ve diğerleri olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, imar alanı yoğunluğu değerleri Back Propagation (Geri Yayılım) sinir ağı modeli kullanılarak simüle edilmiştir. İmar alanı yoğunluğunu ölçmek amacıyla ilgili yıllara ait sosyoekonomik veriler Guangzhou İstatistik Yıllığı'ndan alınmıştır. İmar planlarının bunun üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla da en güncel imar planı kullanılmıştır. İlgili işlemlerden sonra imar alanlarının sürekli arttığı gözlemlenmiştir. Çalışma şehrin, tüm yönleri doğru genişlediğini göstermektedir. Son otuz yıldaki hızlı sosyal ve ekonomik gelişme ile birlikte imar alanlarına olan talep artmış; bu da gelişim dışı arazilerin işgal edilmesine ve yerel çevre açısından çeşitli tehditlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Xiao ve diğ. (2006), yaptıkları çalışmada Çin' in Hebei eyaleti Shijiazhuang kentindeki kentsel yayılmanın zamansal ve mekânsal özellikleri, 1984 ve 2001 yılına ait Landsat uydu görüntüleri, kente ait topoğrafik haritaları, çok yıllık sosyoekonomik istatistiksel verileri kullanılarak 1934-2001 yılları arasındaki arazi örtüsü/kullanım değişimini analiz etmek amaçlanmıştır. Arazi kullanım özellikleri gözetilerek alan 9 sınıfa ayrılmış ve yaygın kullanılan kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden Maksimum Olabilirlik Sınıflandırıcısı (MLC) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Analizler sonucunda kentteki kentsel yayılımın 3 döneme ayrılabilirdiği görülmüştür. Bunlar Savaş dönemi, Büyük İleri Atılım- Kültürel Devrim dönemleri ve son 20 yıllık dönemdir. Shijiazhuang şehrinin kentsel genişlemesi, kentselleşmiş bölgenin çevresindeki alana yayılma eğilimindedir. Bu, Çin'deki çoğu şehirdeki kentsel gelişimde oldukça yaygın bir fenomendir. Bu çalışmada kentsel genişleme ve arazi kullanım/örtüsü değişimini etkileyen başlıca faktörlerin; nüfus, trafik koşulları, sanayileşme ve politika olduğu ortaya konulmuştur.

Jat ve diğ. (2008), çalışmasında Hindistan' daki Rajasthan Eyaleti Ajmer şehrindeki kentsel yayılma tespiti ve bunun mekansal ve zamansal değişkenliğinin yönetimi için uzaktan algılama ve CBS birlikte kullanılmıştır. Çalışmada 1997-2002 yılları arasında 8 farklı yıldan alınan uzaktan algılama görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında uzaktan algılama verileri farklı sensörlerden alınan görüntülerle sınıflandırılmıştır. Görüntü ön işleme aşamasından sonra kontrollü sınıflandırma yapılmış ve arazi kullanım/ örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Bu aşamalarda uzaktan algılama yazılımları görüntü analizi için

kullanılırken CBS yazılımları da sınıflandırma ve harita oluşturma aşamasında kullanılmıştır. Bu çalışma önemli metrikleri (Shannon entropisi, Patchiness ve Yoğunluk) tanımlayarak ve bunları gelecekteki tahminler için modelleyerek kentsel yayılma süreçlerini nicel olarak değerlendirmiştir. Tüm metriklerin kentin yayılımı üzerindeki etkisi belirtilmiştir. Bu metrikler dışında da sosyo-ekonomik koşullar, kamu sektörü yatırımları, sanayileşme kapsamı, turistik faaliyetler, fiziksel engeller ve önemli yerlere uzaklık gibi diğer sebep faktörlerinin de gelecekteki kentsel büyüme modellemesi için dikkate alınabileceği belirlenmiştir. Çalışmada Shannon entropisi ve peyzaj metrikleri, son 25 yıl boyunca kentsel yayılmanın mekansal dağılımını ortaya koymuştur.

Gilbert ve Shi (2024)'nin çalışması, Nijerya'nın Lagos kenti için uzaktan algılama teknikleri kullanarak, Global Land 30 (GL30) verileri, uydu tabanlı gece ışığı gözlemleri, yerleşim ve nüfus yoğunluğu verileri ile kentsel büyümeyi izlemeyi ve tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Nijerya'daki eksik arazi örtüsü verilerinin olması sebebiyle GL30 verileri uydu tabanlı gece ışığı gözlemleri ve Landsat uydu görüntüleri birlikte kullanılarak arazi kullanım/örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Çalışma gelecekteki arazi kullanım/örtüsü haritalarını oluşturmak için MLP (Çok Katmanlı Perceptron) sinir ağı kullanılarak yapılmıştır. Bu ağ, Markov zincirinin olasılık matrislerine dahil edilmek üzere geçiş ağırlıkları belirlemiştir. Elde edilen matris, her bir ağırlıklı geçiş için tahmin edilen bitiş tarihlerine yol açan değişim kapsamını nicelendirmektedir. 2000 ile 2020 arasındaki AK/AO değişimleriyle ilgili geçiş olasılık matrisi üzerinde ayrıntılı bir nicelendirme yapılmıştır. CA (Hücresel Otomasyon) Markov zinciri yöntemi kullanılarak gelecekteki AK/AO değişimlerinin bir projeksiyonu yapılmış ve bu da kentsel büyüme ve arazi örtüsü dinamiklerinin izlenmesini sağlamıştır. Kentsel yayılmanın olumsuz etkilerini azaltmak için bu çalışma, sürdürülebilir kentsel gelişim stratejilerinin, etkili arazi kullanım politikalarının ve koruma faaliyetlerinin uygulanmasının kritik önemini vurgulamaktadır. Sonuç olarak, çalışmanın bulguları, evrilen peyzaj dinamikleri, kentselleşme desenleri ve potansiyel çevresel sonuçlara dair önemli içgörüler sunmaktadır.

Topaloğlu ve diğ. (2016)'nin çalışması İstanbul'a ait Sentinel-2 ve Landsat 8 verileri kullanılarak oluşturulan arazi örtüsü/ kullanımı haritalarındaki

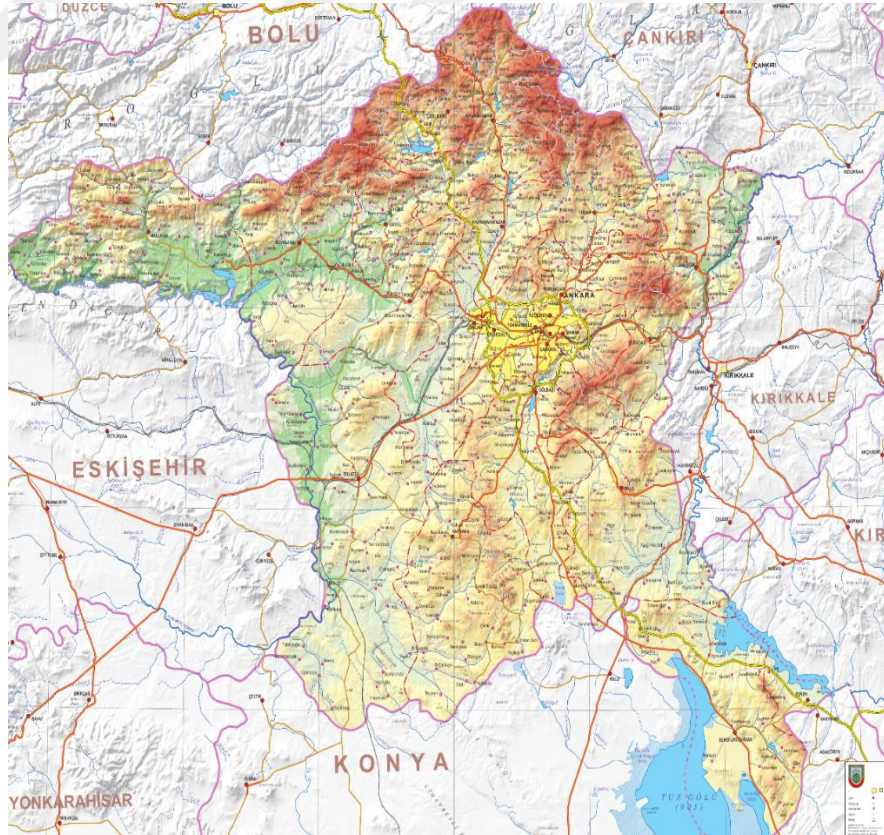
sınıflandırmalardaki doğruluklarını kıyaslamak amacıyla CORINE sınıflanmasından uyarlanan ana arazi örtüsü/kullanımı sınıfları tanımlanarak yapılmıştır. 2 görüntüde de aynı sınıflandırma yöntemleri Maksimum Olabilirlik (MLC) ve Destek Vektör Makinesi (SVM) uygulanmıştır. Toplamda 4 sınıflandırma gerçekleştirilen çalışmada 8 arazi örtüsü sınıfı tanımlanmıştır. Belirlenen sınıflar için eğitim alanları oluşturulmuş ve sınıflandırmalarda kullanılmıştır. Veri setleri ve sınıflandırma sonuçlarına bakıldığında iki görüntüde de SVM yönteminin MLC ile kıyaslandığında daha iyi sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Genel sınıflandırma doğruluklarına bakıldığında da aynı alanın benzer tarihlerde alınan ve benzer işlemlerden geçen iki veri setinden: Sentinel-2 veri setinin Landsat-8 veri setine kıyasla daha doğru sonuçlar ortaya çıkartmıştır.

,

2. ÇALIŞMA ALANI

Ankara tarihsel süreci boyunca birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış köklü geçmişe sahip bir kenttir. Kentin bulunduğu bölgede Paleolitik, Neolitik ve Bakır Çağı boyunca toplu yaşamın ve yerleşimlerin devam ettiği arkeolojik kazılardan elde edilen bulgularla anlaşılmıştır (Url-1).

Yaklaşık 26.897 km²'lik yüzölçümüne sahip olan kent, 39°57'N enlemi ile 32°53'E boylamları arasında bulunmaktadır. Ankara'nın ortalama rakımı yaklaşık olarak 890 metre seviyesindedir. Eskişehir, Konya, Aksaray, Kırıkkale, Kırşehir, Çankırı ve Bolu illeri ile sınır komşusudur (Url-2). Kentin fiziki il haritası Şekil 2.1'de gösterilmektedir (Harita Genel Müdürlüğü, 2025).



Şekil 2.1 : Ankara fiziki il haritası.

Ankara'nın coğrafi durumuna bakıldığında yakın çevresinde Sakarya Nehri ve kollarının bulunması, Tuz Gölü'ne de yakın olması, şehir merkezi çevresinde de önemli barajlar bulundurması sebebiyle suya erişimin rahat olduğu bir kenttir ve belli bölgeleri de tarıma elverişlidir. Ankara ve çevresi, dağlar, platolar ve ovalardan oluşan çeşitli bir topografyaya sahiptir. Kuzeyinde Köroğlu Dağları'nın uzantıları yer alırken, güneyinde daha düzlük alanlar bulunur. Bu durum da kentin güney ve batı aksında gelişmesinin başlıca sebebidir.

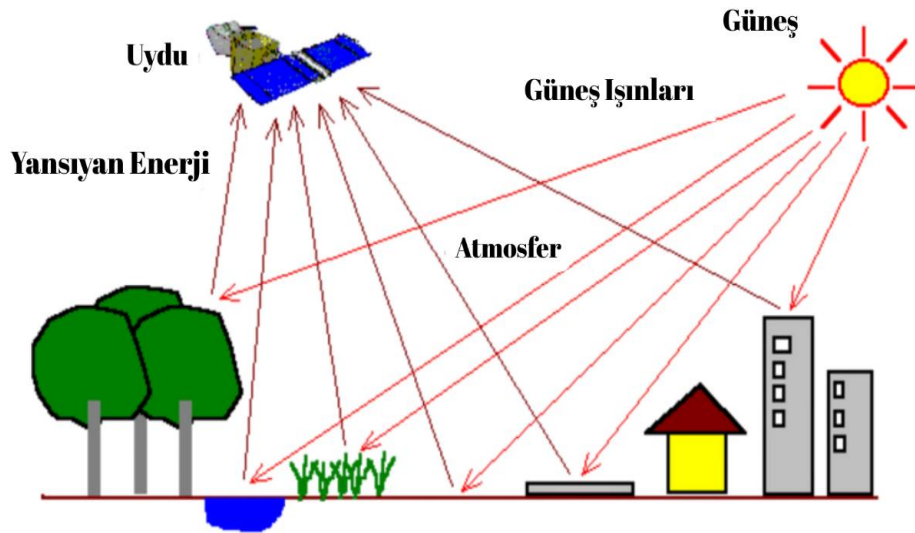
Ankara karayolu, demiryolu ve havayolu bağlantıları ile Türkiye'nin önemli ulaşım akslarının kesişim noktasında bulunmaktadır. Ulaşım konusunda bulunduğu konum kente hem ekonomik hem de askerî açıdan stratejik bir avantaj sunmaktadır. Demiryolunun Ankara'yı İstanbul ile birleştirme amacıyla tasarlanmış olması, şehir gelişiminin ve büyümesinin batı yönünde hız kazanması kentin hem topoğrafyası hem de komşu kentleri ile arasındaki ilişkileri sonucunda ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma kapsamında; Ankara'nın güneyinde yer alan Bağlıca Mahallesi, batısında Sincan 29 Ekim Mahallesi, doğusunda da Batıkent toplu konut alanları ile OSTİM ve İvedik Organize Sanayi Bölgelerini kapsayan iki ayrı çalışma alanı belirlenmiştir.

3. METODOLOJİ

3.1 Uzaktan Algılamanın Temel Esasları

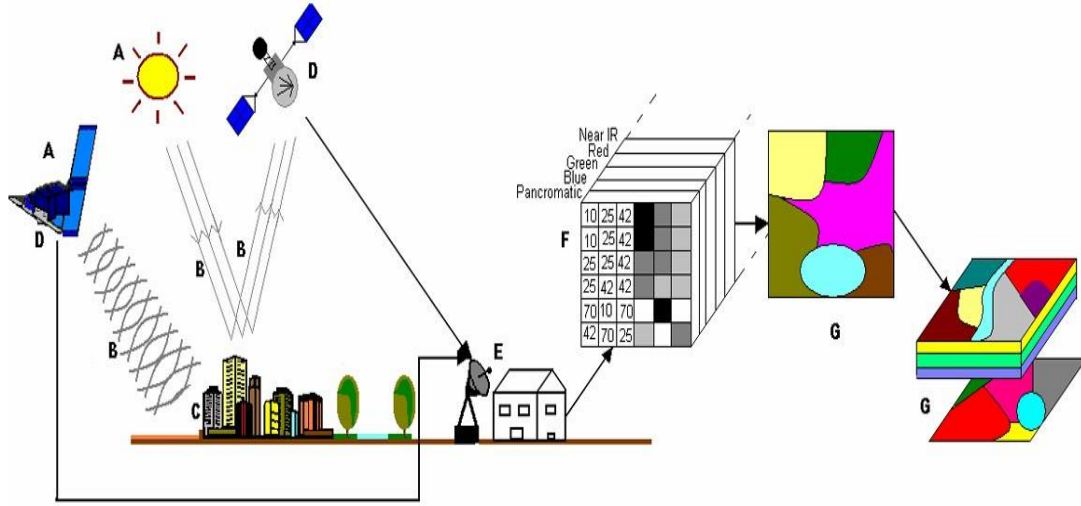
Uzaktan algılama (UA), yeryüzündeki nesnelerin ve süreçlerin fiziksel temas olmaksızın, elektromanyetik enerji aracılığıyla algılanması ve analiz edilmesi sürecidir ve bu teknoloji yer yüzeyi, atmosfer ve deniz ortamlarındaki değişimleri gözlemlemek amacıyla kullanılmaktadır. Uzaktan algılama sistemleri, elektromanyetik enerjiyi ölçerek elde edilen verileri analiz eder ve bu sayede yüzey özellikleri hakkında bilgi üretir (Jensen, 2007). Yeryüzünden yayılan bu elektromanyetik enerji bir uçak ya da uzay aracına monte edilmiş sensör ile ölçülebilmektedir. Şekil 3.1’de görüldüğü gibi tüm nesneler elektromanyetik enerji yayar ya da yansıtır. Bu enerji yansıtılmış güneş ışığı enerjisi olabileceği gibi, nesnelerin kendi ısı ve ışık enerjileri de olabilir.



Şekil 3.1 : Farklı yeryüzü cisimlerinin spektral yansıması (CRISP, 2011).

Uzaktan algılama sistemleri elektromanyetik enerjileri algılayıp bu enerjileri işlenebilir ve analiz edilebilir hale getiren sistemlerdir. Uzaktan algılama sistemlerinin

temel elemanları Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Bu elemanlar; enerji kaynakları, atmosfer, dünya yüzeyi- yeryüzü objeleri, sensörler ve veri alma, kayıt ve işleme’den oluşmaktadır.



Şekil 3.2 : Uzaktan algılama sistemlerinin elemanları A. Güneş, B. Atmosfer, C. Radyasyon ve yeryüzeyi, D. Sensör E. Yeryüzü İstasyonu, F. Veri Analizi ve G. Uzaktan Algılama uygulaması (Düzgün, 2011).

3.2 Elektromanyetik Enerji

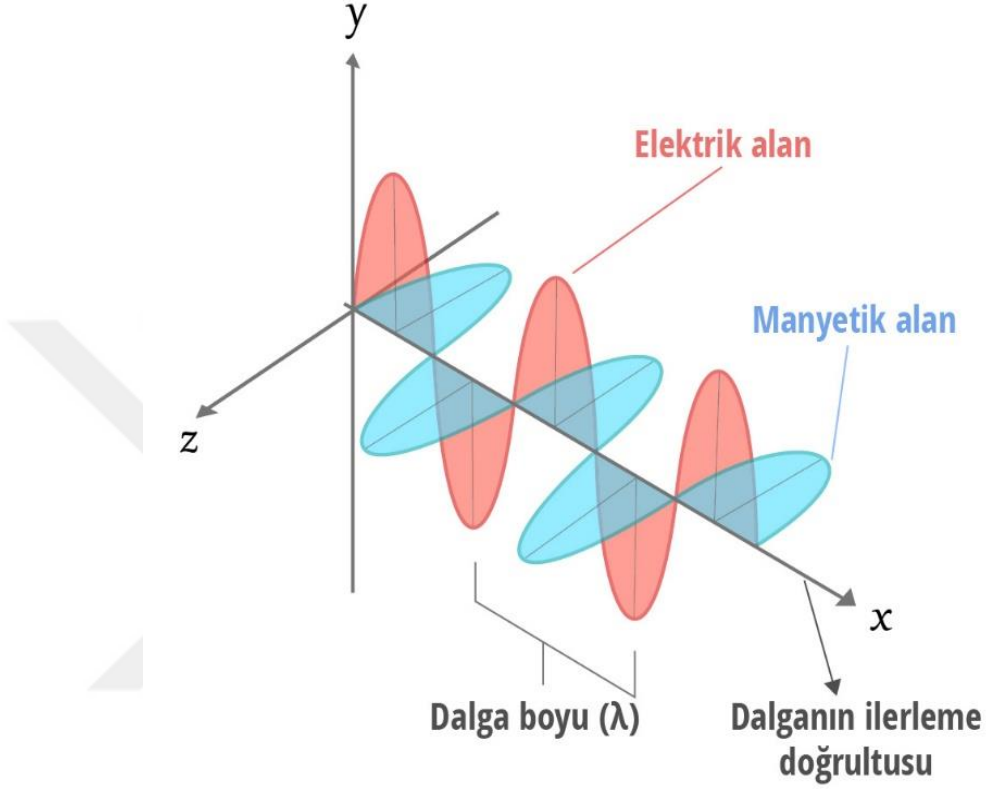
Elektromanyetik dalgalar, herhangi bir ortama ihtiyaç duymadan, uzayda veya maddesel ortamda yayılabilen enerji taşıyan dalgalardır. Elektromanyetik ışıınım uzaktan algılama verisinin oluşması ve taşınmasını sağlar (Sunar, 2011). Elektromanyetik dalgalar, elektrik ve manyetik alan bileşenlerinin birbirine ve yayılma yönüne dik olarak ilerlediği dalgalardır. Enerji bu dalgalar aracılığıyla iletilmektedir (Sabins F. F., 1997). Şekil 3.3’te elektromanyetik dalgalarda elektrik ve manyetik alanın birbirine dik düzlemlerde salınım yaparak yayıldığını gösteren ve elektromanyetik dalgayı temsil eden diyagram gösterilmiştir. Dalga boyu(wavelength), şiddet(amplitude) ve frekans(frequency) elektromanyetik dalgaların temel özelliklerini oluşturur.

Bu iki değişken (dalga boyu ve frekans) arasındaki matematiksel ilişki, denklem 3.1’de verilen formülle ifade edilir.

$$c = \lambda \cdot \nu \quad (3.1)$$

Bu formülde:

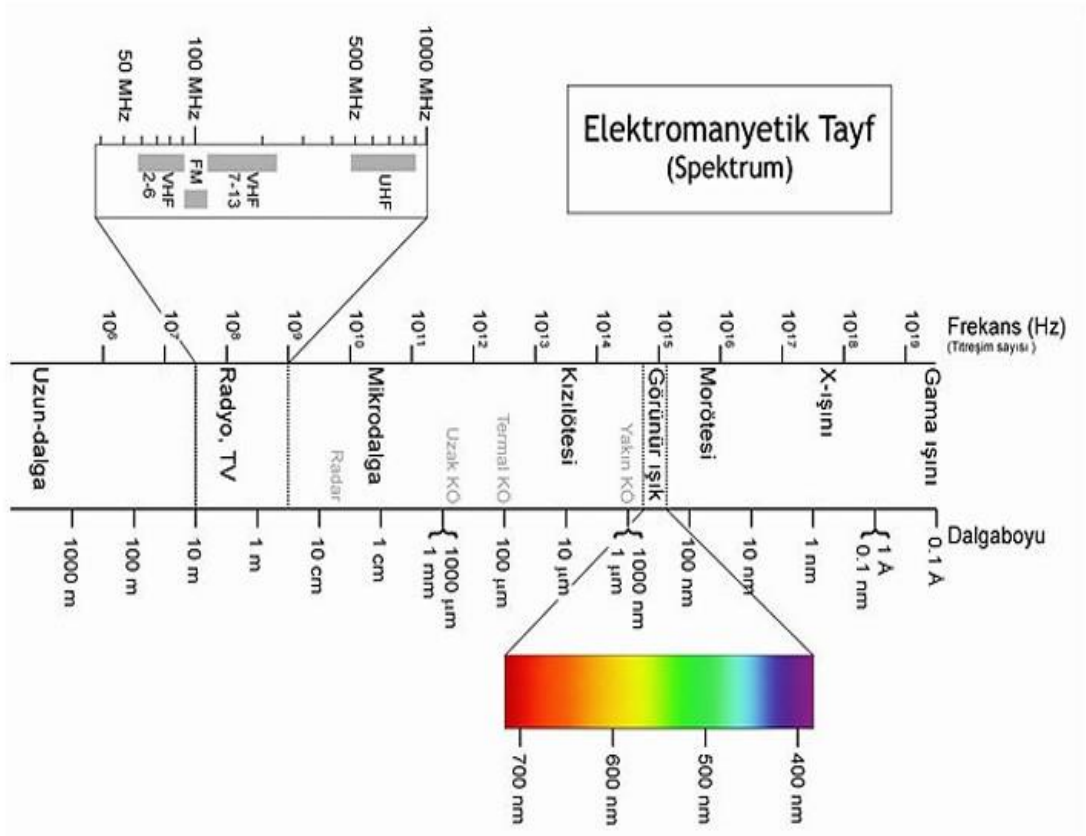
λ : Dalga boyu(m), ν : Frekans(Hz), c : ışık hızı($3 \cdot 10^8$ m/s) ifade eder.



Şekil 3.3 : Elektromanyetik dalga (Tubitak, 2013).

3.3 Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum, elektromanyetik dalgaların farklı dalga boy veya frekanslarına göre sınıflandırılmasıdır. Elektromanyetik spektrum uzaktan algılamanın temelinde yer almaktadır. Elektromanyetik spektrum, farklı dalga boylarında yayılan radyant enerjiyi içerir ve bu enerji, elektromanyetik dalgalar yoluyla hareket eder (Sabins F. F., 1987). Yeryüzündeki farklı nesnelerin yansım değerleri elektromanyetik spektrumun farklı dalga boylarındaki enerjilere denk gelmektedir. Bu farklılıklar, uydu veya hava platformlarındaki sensörler aracılığıyla algılanarak dijital görüntülere dönüştürülür (Lillesand ve diğ., 2015). Şekil 3.4'te Elektromanyetik spektrum yer almaktadır.



Şekil 3.4 : Elektromanyetik spektrum (Karayol, 2012).

3.4 Uzaktan Algılamada Enerjinin Atmosfer ve Yeryüzü ile Etkileşimleri

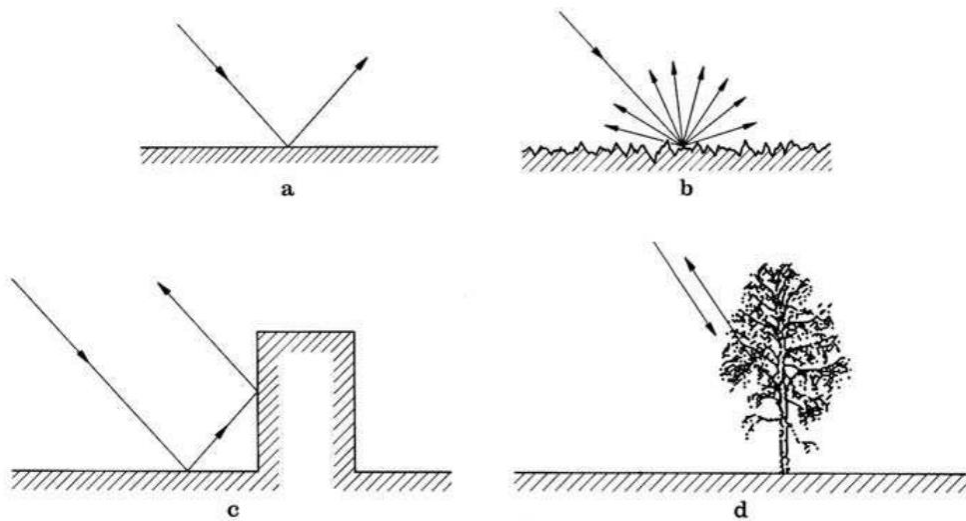
3.4.1 Enerjinin atmosfer ile etkileşimi

Elektromanyetik enerji atmosfer boyunca, atmosferdeki parçacıklar ve gazlar ile etkileşime girer. Bu etkileşimler elektromanyetik enerjinin saçılması veya yutulması şeklinde meydana gelir. Elektromanyetik enerjinin atmosferdeki moleküllerle etkileşime girip farklı yönlerde yayılmaya devam etmesine saçılma denmektedir. Atmosfer kalınlığı, etkileşime girilen parçacıkların büyüklükleri ve yoğunlukları saçılmayı etkilemektedir. Saçılma parçacık boyutlarına göre Rayleigh Saçılması, Mie Saçılması ve Seçimsiz Saçılma olmak üzere üçe ayrılır. Enerjinin atmosfer tarafından emilmesi durumuna ise yutulma denmektedir ve yutulma durumuna Ozon(O_3), karbondioksit (CO_2) ve su buharı (H_2O) sebep olmaktadır.

3.4.2 Enerjinin yeryüzü objeleri ile etkileşimi

Atmosferde saçılmayan ve yutulmayan enerjinin bir kısmı yeryüzü ile etkileşime geçer. Uzaktan algılamadaki görüntü verileri de gönderilen enerjiye karşılık uydu veya hava aracına geri saçılan enerjinin şiddetinin ölçülmesiyle elde edilir (Richards ve Jia, 2006). Yeryüzüne ulaşabilen enerji geçiş(transmission), soğurma(absorption) ve yansıtım(reflection) yolları ile etkileşime geçmektedir. Su, saydam veya yarı saydam materyallerde meydana gelen enerjinin karşılaştığı yüzeyin içinden geçmesi durumuna geçiş denir. Enerjinin etkileşim halinde olduğu madde tarafından yutulması ve dolayısıyla cisimde ısınmanın yaşandığı bu duruma soğurma denir. Enerjinin yüzeyden geri saçılması durumu ise yansıtım olarak ifade edilir. Enerjinin yüzeyden geri dönüşünün miktarı yüzeyin yansıtma özelliklerine bağlıdır.

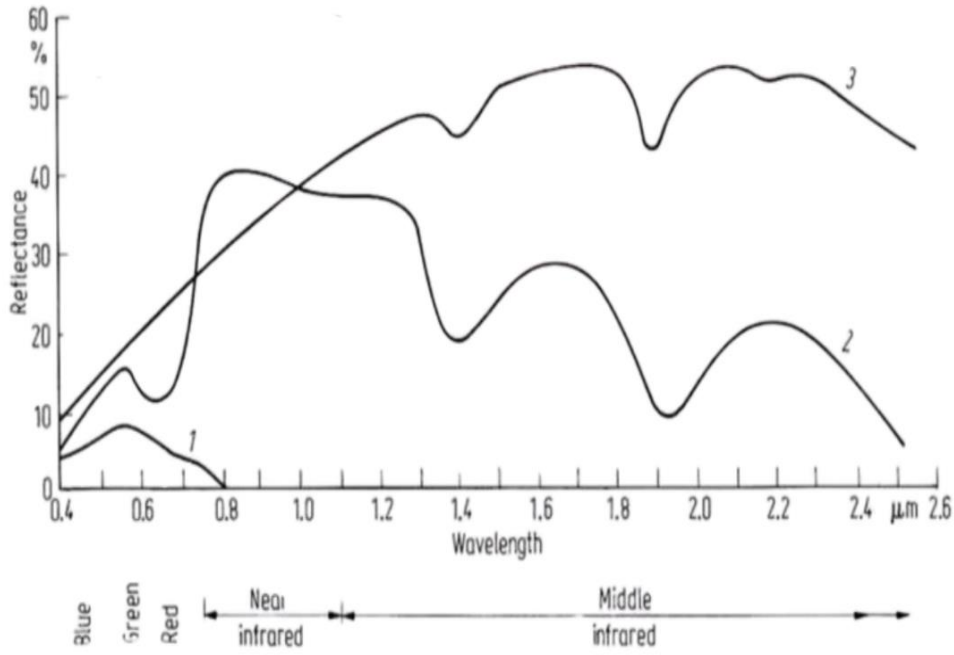
Düz yüzeyler gelen enerjiyi ters yüzeye yansıtarak ayna benzeri yansıtıcılar (specular reflection) gibi davranırken, pürüzlü yüzeyler ise gelen enerjiyi tüm yönlere yansıtmaktadır (diffuse reflection). Köşe yansıtıcı saçılma mekanizması (corner reflection) ise birbirine dik duran iki yüzeyin, gelen sinyali geri yansıttığı mekanizmadır. Buzullar ya da bitki yüzeyindeki ortamlarda gelen enerjinin geri saçılmasıyla hacimsel saçılma (volume scattering) gözlemlenir. Yansıma yönleri Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5 : Görüntü verilerinin oluşumunda karşılaşılan saçılma davranışları a. aynasal yansıma, b. dağınık yansıma c. köşe yansıtıcı etkisi ve d. hacimsel saçılma (Kumar N. D., 2011).

3.5 Yeryüzü Objelerinin Spektral Yansıtım Özellikleri

Yansıma ve dalga boyu, enerjinin etkileşim içinde olduğu cisimlerin türlerine göre değişiklik göstermektedir. Drury (1993)'nin çalışmasında yeryüzü özellikleri bitki, toprak ve su olarak nitelendirilir ve Şekil 3.6'da Drury'nin nitelendirdiği 3 türün yansıma eğrileri gösterilmiştir.



Şekil 3.6 : Görünür ve yakın-orta kızılötesi aralıkta yaygın yeryüzü materyallerinin spektral yansıtım özellikleri. 1: Su, 2: Bitki örtüsü, 3: Toprak (Drury, 1993).

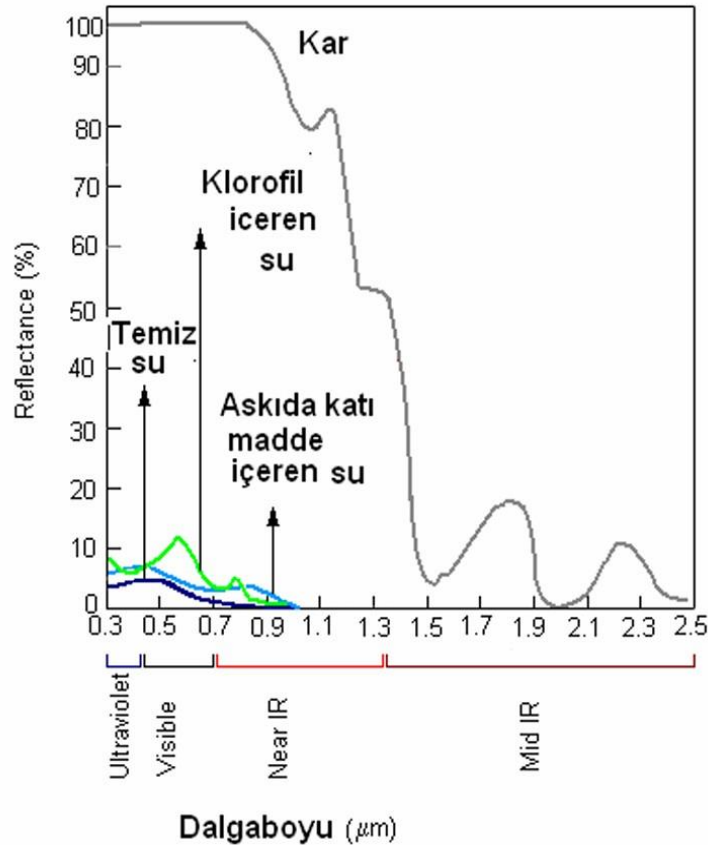
3.5.1 Su kütlelerinin spektral yansıtması

Su, elektromanyetik radyasyon için yarı saydam bir ortam sağlar. Bu nedenle elektromanyetik radyasyonlar suda yansır, iletilir veya emilir. Spektral tepkiler, radyasyonun dalga boyuna ve suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre değişir (Kumar N. D., 2011).

Su kütlelerinin yansıma özelliklerini etkileyen faktörler; yüzeyin durağanlığı, derinlik ve içerisindeki fiziksel ve kimyasal maddelerdir. Suyun bulunduğu formlar da yansıtma değerini etkilemektedir; sıvı formdaki su, 0.4 μm ile 0.6 μm arasındaki

görünür bölgede yüksek yansıtma gösterir. 0.7 μm 'nin ötesindeki dalga boyları tamamen emilir. Bu nedenle berrak su, NIR görüntüsünde daha koyu bir tonda görünür (Kumar N. D., 2011).

Eğer suyun içerisindeki fiziksel ve kimyasal madde yoğunluğu fazlaysa ve su berrak değilse yeşil spektral bantta daha yüksek yansıma meydana gelirken, mavi ve kırmızı bantlardaki yansıma düzeyi belirgin şekilde azalır (Urfalı, 2006). Su kütlelerinin spektral yansıma değerleri Şekil 3.7’de gösterilmiştir.

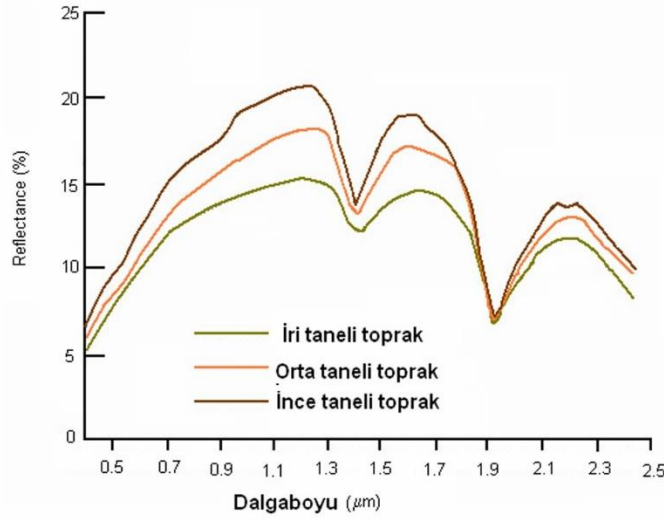


Şekil 3.7 : Su kütlelerinin spektral yansıma değerleri (Düzgün, 2011).

3.5.2 Bitki örtüsünün spektral yansıması

Sağlıklı, yeşil bitkilerdeki spektral yansıma profilleri, karakteristik olarak dalgalı bir formda, ardışık tepe ve çukurlar halinde ilerlemektedir ve Şekil 3.8’de gösterilmiştir. Bitki örtüsünün spektral yansıma değerleri bitki yapraklarının dokusuna, bitkinin su içeriği, klorofil içeriği ve hücre yapısına bağlıdır. Genel olarak, sağlıklı bitkiler görünür bölgedeki elektromanyetik enerjiyi çok iyi soğururlar. Soğurulmanın büyük

içeriğindeki fazlalıklar yansıtmayı azaltan diğer faktörlerdir. Toprağın yansımaya eğrisi Şekil 3.9'da yer almaktadır.



Şekil 3.9 : Toprağın spektral yansımaya eğrisi (Düzgün, 2011).

3.6 Uzaktan Algılamada Sınıflandırma Algoritmalarının Tarihsel Süreci

Görüntü sınıflandırma için çeşitli sınıflandırma yaklaşımı önerilmiştir; Lu ve Weng (2007), sınıflandırma yaklaşımlarını piksel tabanlı, alt piksel tabanlı, alan tabanlı, bağlamsal tabanlı, bilgi tabanlı vb. olarak genellemektedir. Literatüre göre sınıflandırma algoritmaları üç kategoriye ayrılabilir: 1) öğrenme türüne göre: kontrollü ve kontrolsüz; 2) veri dağılımı varsayımına göre: parametrik veya parametrik olmayan ve temel sınıflandırma yöntemlerinin sınırlamaları içeren, 3) hibrit sınıflandırma yaklaşımı (Pencue-Fierro ve diğ., 2016). Fakat uzaktan algılama görüntülerinin işlenmesinde kullanılan temel iki yaklaşım kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleridir.

1980'ler ve 1990'lar boyunca, çoğu sınıflandırma tekniği temel analiz birimi olarak pikseli kullanmıştır.

Uzaktan algılama verilerinin sınıflandırılmasında kullanılan yöntemler, teknolojik gelişmelere bağlı olarak önemli bir dönüşüm geçirmiştir. İlk dönemlerde yaygın olarak kullanılan piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri, her pikselin yalnızca bir sınıfa ait olduğu varsayımına dayanmakta ve spektral benzerlik esasına göre çalışmaktadır. Bu

yöntemler, kontrollü ve kontrolsüz olmak üzere iki gruba ayrılmakta; özellikle K-ortalamalar ve ISODATA gibi algoritmalar sıkça kullanılmaktadır.

Ancak düşük ve orta çözünürlüklü görüntülerde bir pikselin birden fazla arazi örtüsü içerebilmesi, bu yaklaşımların sınırlı kalmasına neden olmuştur. Bu durum, karışık piksellerin sınıflandırılmasında bulanık mantık, yapay sinir ağları, spektral karışım analizi ve regresyon tabanlı yöntemlerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu teknikler, özellikle sınıf içi belirsizliklerin modellenmesinde önemli katkılar sağlamıştır.

Görüntü çözünürlüğünün artmasıyla birlikte, yalnızca spektral bilgiyi değil aynı zamanda uzamsal özellikleri de dikkate alan nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri yaygınlaşmıştır. Bu yaklaşımda, benzer özellikteki pikseller birleştirilerek homojen nesneler oluşturulmakta ve analiz bu nesneler üzerinden yürütülmektedir. Bu sayede sınıflandırma doğruluğu artmakta, özellikle kentsel alanlardaki heterojenlik daha başarılı bir şekilde temsil edilebilmektedir.

Spektral sınırlamaları aşmak ve sınıflandırma başarımını artırmak amacıyla geliştirilen bir diğer yaklaşım ise uzamsal-bağlamsal analiz teknikleridir. Markov Rastgele Alanları, doku çıkarımı, görüntü bölütleme ve nesne tabanlı görüntü analizi gibi yöntemler, hem spektral hem de mekânsal bağıntıları birlikte değerlendirerek daha bütüncül sınıflandırma sonuçları üretmektedir.

Son yıllarda ise yapay zeka temelli yöntemlerin yükselişiyle birlikte, derin öğrenme yaklaşımları uzaktan algılama alanında yoğun şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle Evrişimli Sinir Ağları (CNN), özellik mühendisliği ihtiyacını azaltarak yüksek doğruluklu ve uçtan uca (end-to-end) sınıflandırma imkânı sunmaktadır. Transfer öğrenme gibi tekniklerle, sınırlı etiketli veriyle etkili sonuçlar elde edilebilmektedir.

Bunun ötesinde, üretici çekişmeli ağlar (GAN), transformer tabanlı modeller ve zaman serisi verilerle çalışan yeni nesil derin öğrenme yaklaşımları, özellikle anlamsal segmentasyon, görüntü sentezi ve büyük veri setleri üzerinde verimli öğrenme gibi alanlarda öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, sınıflandırma süreçlerinde daha yüksek doğruluk, düşük etiket ihtiyacı ve gelişmiş uzamsal-temporal temsil olanakları sunmaktadır.

3.7 CBS'nin Temel Esasları

CBS her türlü coğrafi veriyi toplamak, depolamak, sorgulamak, analiz etmek ve görselleştirmek için mekansal verileri analizleri ile birlikte sunan, yazılım, donanım ve kullanıcıların birarada olduğu, karar alma süreçlerini destekleyen sistemlerdir. Burrough (1986) CBS'yi 'dünyadan elde edilen konuma dayalı bilgilerin kaydedilmesi ve saklanması, istenildiği zaman geri çağırmak, dönüştürmek ve görüntülemek için kullanılan güçlü bir araçlar bütünü' olarak tanımlamıştır. Mekansal veri, konuma dayalı olan verilerdir. Bu veriler, koordinat veya adres gibi bilgiler içerir (Longley ve diğ., 2015). CBS çeşitli kaynaklardan elde edilen verileri mekansal çerçeveye dönüştürerek verileri entegre etme olanağı sağlar. Verilerin coğrafi bileşenlerine ilişkin olarak analiz etme araçları sunar, bunlar katman analizi, veri kümelerinin istatistiksel hesaplamalarının yapılması veya modelleme olabilir. CBS'nin bir diğer görevi ise büyük miktardaki verinin kolayca düzenlenmesi ve yönetilebilmesini sağlamaktır. CBS bileşenleri; donanım, yazılım, veri, kullanıcı ve yöntemler olmak üzere 5 grupta incelenmektedir. CBS uygulamalarına trafik ve ulaşım planlama, tarımsal planlama, çevre ve doğal kaynak yönetimi, mekansal planlama, hizmet planlaması ve pazarlama örnek olarak gösterilebilir.

3.8 Uzaktan Algılama Veri Setleri

Bu çalışmada kapsamında veri seti olarak Ankara kentinin belirlenen çalışma alanlarına ait 1994- 2004- 2014 ve 2024 yılları için Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI görüntüleri temel veri kaynağı olarak kullanılmıştır. 1984-2013 yılları arasında veri sağlayan Landsat 5, özellikle uzun süreli arazi örtüsü değişim analizlerinde önemli bir kaynak olarak kullanılmaktadır. Bu uydu, piksel tabanlı sınıflandırmalar ve zaman serisi analizleri gibi uygulamalarda geçmişe dönük veri sağlama açısından avantaj sunmaktadır. 2013 yılından itibaren görevine başlayan Landsat 8 ise, sahip olduğu gelişmiş sensör teknolojisiyle (OLI ve TIRS) önceki Landsat görevlerinden ayrılmaktadır. Yüksek radyometrik çözünürlük (12-bit), iyileştirilmiş geometrik doğruluk ve gelişmiş bant yapısı sayesinde daha güvenilir ve kararlı ölçümler elde edilmesini sağlamaktadır. Bu özellikleriyle Landsat 8, özellikle son dönemlerde yapılan kentsel gelişim, arazi kullanım ve çevresel değişim analizlerinde sıkça tercih edilmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan verilerin spektral ve mekansal özellikleri, Landsat 4-5 TM sensörü için Çizelge 3.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1 : Landsat 4-5 TM band bilgileri.

Band Numaraları	Band Tanımları	Dalga Boyu(mikrometre)	Çözünürlük(m)
Band 1	Mavi	0.45-0.52	30
Band 2	Yeşil	0.52-0.60	30
Band 3	Kırmızı	0.63-0.69	30
Band 4	Yakın Kızılötesi (NIR)	0.76-0.90	30
Band 5	Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR)	1.55-1.75	30
Band 6	Termal Kızılötesi	10.40-12.50	120
Band 7	Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR2)	2.08-2.35	30

Çalışmada kullanılan Landsat 8 OLI ve TIRS band bilgileri ise ayrıntılı olarak Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 : Landsat 8 OLI ve TIRS band bilgileri.

Band Numarası	Band Tanımları	Dalga Boyu(mikrometre)	Çözünürlük(m)
Band 1	Kıyı Aerosolü	0.435 – 0.451	30
Band 2	Mavi	0.452 – 0.512	30
Band 3	Yeşil	0.533 – 0.590	30
Band 4	Kırmızı	0.636 – 0.673	30
Band 5	NIR	0.851 – 0.879	30
Band 6	SWIR 1	1.566-1.651	30
Band 7	SWIR 2	2.107-2.294	30
Band 8	Pankromatik	0.503-0.676	15
Band 9	Sirrus	1.363-1.384	30
Band 10	Termal Kızılötesi (TIRS)1	10.60-11.19	100
Band 11	Termal Kızılötesi (TIRS) 2	11.50-12.51	100

3.9 1994 Yılına Ait Ankara Ortofotosu

Ankara kenti için 1994 yılına ait ortofoto bu çalışmada doğruluk analizi aşamasında HGM'den temin edilmiş olup CBS yazılımı olan ArcGIS Pro 3.4.0'da altlık olarak kullanılmıştır.

3.10 Veri Kaynakları ve Erişim Yolu

Bu çalışmada kullanılan uydu görüntüleri USGS tarafından sağlanan EarthExplorer platformu üzerinden çalışma alanının kml dosyası olarak yüklenmesi, farklı zaman dilimlerine ait görüntülerin aynı ay içerisinde olması ve bulut oranının %10'un altında olması gözetilerek elde edilmiştir (United States Geological Survey, 2025).

3.11 Uydu Tabanlı Gözlem Verilerinin İşlenmesi ve Değerlendirilmesi

3.11.1 Landsat uydu görüntüleri

Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ve ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey (USGS))'nin birlikte çalışmasıyla geliştirilen Landsat-1 1972 yılında fırlatılmıştır. Landsat programının ilk yıllarında, görüntü toplama işlemi talep üzerine veya o dönemdeki depolama ve yer istasyonuna veri aktarım kapasitesinin sınırları dahilinde gerçekleştirilmiştir (Wulderve diğ., 2008).

Landsat 5 ve 7 uydularının modern veri toplama hızları ve dağıtılmış sahne seçimi (Arvidson ve diğ., 2006) ile eşleşmesi, yörüngede birden fazla operasyonel uydunun eş zamanlı bulunmasıyla gerçekleşmeye başlamıştır. 2013'te fırlatılan Landsat 8, 8 günlük tekrarlı kapsama sürekliliği sağlamakla birlikte görüntünün radyometrik kalitesinde önemli iyileştirmeler sağlamıştır. Landsat 1-2 ve 3'te yeryüzü görüntülemesi Landsat MSS ile sağlanmışken, Landsat 4 ve 5'te TM kullanılarak daha yüksek mekansal ve spektral çözünürlüğe ulaşılmıştır. Landsat 7 ETM+ sensörü ile geliştirilmiştir. 2013 yılında yörüngeye yerleştirilen Landsat 8 uydusu ise OLI ve TIRS sensörlerine sahiptir ve gelişmiş radyometrik kalibrasyon sağlamaktadır.

3.11.2 Uzaktan algılama görüntüleri veri ön işleme temelleri

Uydu görüntülerindeki ham uzaktan algılama verileri, ileri işleme ve sınıflandırma adımları için kullanıma hazır halde üretilmemektedir. Çok zamanlı Landsat görüntüleri; sensörlerin kararlılığı, uyduların tepki değişimi, aydınlatma koşulları ve atmosferik etkileşimler gibi çeşitli gürültü kaynaklarından etkilenmektedir (Vicente-Serrano ve diğ., 2008). Daha doğru, güvenilir ve anlamlı sonuç almayı amaçlayan

işlem adımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Uydu görüntülerinin ihtiyaç duyduğu bu aşamalar veri ön işlemenin temellerini oluşturmaktadır. Bu işlemlerin temel amacı görüntüdeki sensörlerden ve atmosferden kaynaklanan bozulmaları gidermektir. Bu temeller şu şekilde sıralanabilir:

3.11.2.1 Atmosferik düzeltme

Uzaktan algılama verilerinde atmosferik gazların varlığından oluşan yansıma hatalarını azaltmak amacıyla veri ön işleme adımlarından atmosferik düzeltme işlemi yapılmalıdır. Atmosferik düzeltme doğrudan kullanılamayan uzaktan algılama verilerinin kalitesini ve sınıflandırma doğruluğunu arttırmak için yapılmaktadır.

3.11.2.2 Radyometrik düzeltme

Radyometrik düzeltmede ürün haritalama ve değişim analizindeki uygulamalarda doğru ve güvenilir çıktı elde edebilmek adına çevresel etkileri ortadan kaldırmayı amaçlayan ve sensörün gözlem yüzeyiyle ilişkili bozulmaları ele alıp düzelten iki yaklaşımı bulunmaktadır. Mutlak radyometrik düzeltme, uydu sensörleri tarafından kaydedilen sayısal değerleri (DN) gerçek yüzey yansıma değerlerine dönüştürmeyi hedeflerken; görelî radyometrik düzeltme, yalnızca görüntüden elde edilen bilgileri kullanarak sayısal değerler arasındaki farkları düzeltmeyi amaçlamaktadır (Du, ve diğ., 2002; López ve diğ., 2011).

3.11.2.3 Geometrik düzeltme

Veri ön işleme sürecinde sistemlerin doğruluk ve hassasiyetinin üzerindeki büyük etkisi sebebiyle en önemli adım olarak ifade edilen geometrik düzeltme adımındaki temel işlem, görüntü verisindeki piksellerin konum koordinatları ile yeryüzündeki gerçek koordinatlar arasındaki uyumsuzluğu gidermektir (Baboo ve Devi, 2011). Geometrik düzeltme, görüntü üzerindeki bozulmaları, yer koordinatlarına göre açıkça tanımlanabilen yer kontrol noktaları (GCP'ler) kullanarak düzeltir (Pignatti ve diğ., 2009).

3.11.2.4 Topoğrafik düzeltme

Topoğrafik düzeltme, eğimli yüzeylerden yatay düzlemlere kadar olan görüntü öğelerinin farklı yansıma değerlerinin, arazi yüzeyinin düzensiz yapısını ortadan kaldırması amacıyla düzeltilmesini ifade etmektedir (Riaño ve diğ., 2003). Bu

değerlerin azaltılması uygulama çeşitliliğini arttırmak açısından da oldukça önemlidir.

3.12 Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi uzaktan algılama ve CBS uygulamalarında veri işlenmesindeki önemli adımlardan biridir. Doğruluk analizinin amacı görüntü sınıflandırılması ile elde edilmiş verinin gerçeğe ne kadar yakın olduğunun belirlenmesidir. Sınıflandırılmış görüntülerdeki doğruluk, sınıflandırılmış piksellerin görüntüdeki karşılığının sahadan elde edilen verilerle kıyaslanmasıyla elde edilir.

Genel doğruluk (overall accuracy) toplam piksel sayısının, hata matrisindeki total piksel sayısına bölünmesiyle elde edilir (Congalton R. G., 1991)

Kullanıcı doğruluğu (User Accuracy), sınıflandırılmış bir pikselin karşılık gelen gerçek dünya konumunun arazi örtüsü türüyle eşleşme olasılığını temsil eden yanlış atama hatalarını ölçer (Jensen, 2007). Kullanıcı doğruluğu, belirli bir sınıf altında doğru sınıflandırılan birimlerin, o sınıfa ait olarak sınıflandırılan toplam birim sayısına oranıdır. Görüntüdeki belirli bir sınıfa atanan bir pikselin, gerçekte de o sınıfı temsil etme oranını gösterir (Story ve Congalton, 1986).

Üretici doğruluğu (Producer Accuracy) ise, doğru sınıflandırılan birimlerin, o sınıfa ait toplam doğrulama (referans) birimi sayısına oranıdır (Praticò ve diğ., 2021).

Uzaktan algılama uygulamalarındaki doğruluk analizini gerçekleştirmek için birçok doğruluk değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir; bu yöntemler arasında karmaşıklık matrisi veya hata matrisi, yer kontrol noktalarının (GCP'ler) toplanması, sınıflandırma şeması, örnekleme türü, mekansal otokorelasyon ve örneklem büyüklüğü ve birimi gibi bazı faktörlere dayalı doğruluk değerlendirmesi için en yaygın tekniktir (Congalton ve Plourde, 2001). Doğruluk değerlendirmesindeki önemli unsurlar; yanlış atama hataları (commission error), eksik bırakma hataları (omission error), genel doğruluk ve Kappa katsayısı (veya khat katsayısı)dır. Kappa istatistiği, görüntü sınıflandırmasının genel doğruluğunun ve sınıflandırma ile gözlem arasındaki gerçek uyumun bir ölçüsü olarak bireysel kategori doğruluğunu dikkate alır. Kappa değeri 0 ile 1 arasındadır; 0 değerine yakın olan kappa, görüntüdeki doğruluğun şansa bağlı olduğunu gösterirken değer 1'e yaklaşması doğruluğun yüksek olduğunu gösterir. Her bir matris için hesaplanan Kappa istatistiği değeri ve varyansı, rastgele

sınıflandırmadan büyük ölçüde farklıdır ve her iki hata matrisi de birbirinden net bir biçimde ayrılmaktadır (Wilson ve Sader, 2002).

Kappa katsayısı, gerçekleştirilen sınıflandırmanın doğru mu, yoksa rastgele ve şans eseri mi olduğunu gösterir. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması, makine öğrenmesi model doğruluğunun, anket verilerindeki gözlemciler arasındaki uyumun değerlendirilmesi gibi kullanım alanları bulunmaktadır. Kappa katsayısı, verinin güvenilirliğinin çalışmalara sunacağı katkının da bir göstergesidir. Kullanıcı, üretici ve genel doğruluk değerlendirmesi temelde belirli bir doğrulukta şansa bağlıdır ve şansın etkisinden kurtulmak için, uyum katsayısı hesaplanarak kappa tahmini yapılır. Kappa matematiksel olarak denklem 3.2'deki şekilde ifade edilir:"

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^k x_{ii} - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^k (x_{i+} \times x_{+i})} \quad (3.2)$$

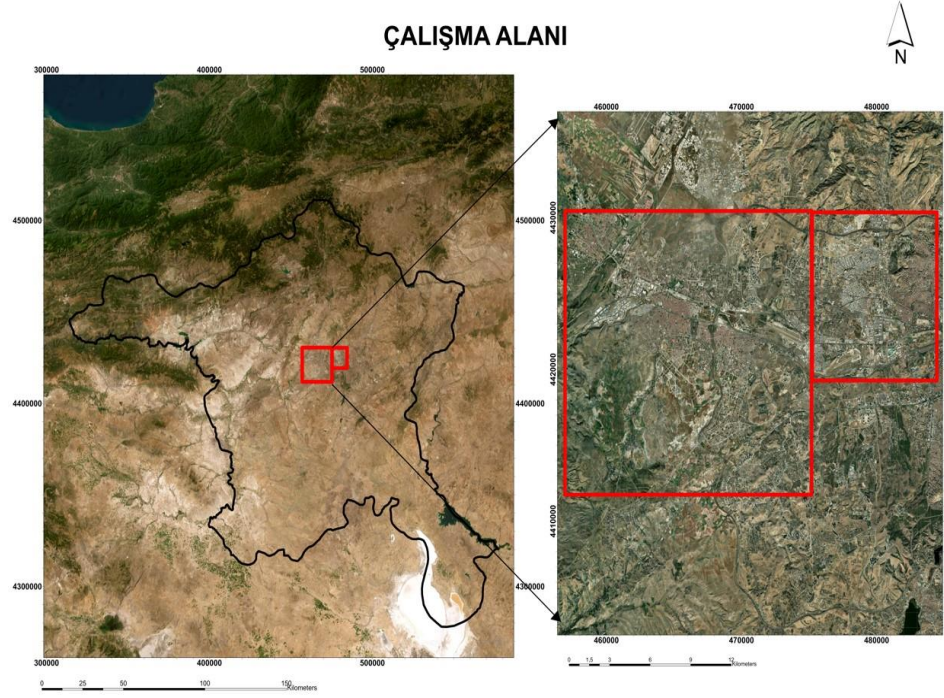
Burada;

- N : Toplam örneklem sayısı
- k : Sınıf sayısı
- x_{ii} : Karmaşıklık matrisinin köşegenindeki değer (doğru sınıflandırılan piksel sayısı)
- x_{i+} : Satır toplamı (referans verisinde sınıf i'ye ait toplam piksel sayısı)
- x_{+i} : Sütun toplamı (sınıflandırılmış görüntüde sınıf i'ye atanan toplam piksel sayısı)

4. UYGULAMA VE BULGULAR

4.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı Ankara'nın son 30 yılda en hızlı kentsel gelişim yaşandığı gözlemlenen Sincan-Bağlıca Mahalleleri ve İvedik- OSTİM OSB'leri olarak iki farklı alan şeklinde belirlenmiştir ve alan Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Çalışma alanı.

4.1.1 Çalışma alanlarının özellikleri

4.1.1.1 Sincan-Bağlıca Mahalleleri

Bu çalışma kapsamında; Ankara'nın güneyinde yer alan Bağlıca Mahallesi, batısında Sincan 29 Ekim Mahallesi, doğusunda da Batıkent toplu konut alanlarının sınırlandığı 342.91 km²'lik bir alan; imar planlarındaki maddelerin uygulanabilirliği

açısından ve uzaktan algılama verileri ile analiz edilebilirliği göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Eskişehir(D-200) ve çevre yollarının çevrelediği Bağlıca Mahallesinin kentsel gelişimi özellikle 2000’li yıllarda bu mahallenin imar planları ile tarım alanlarından çıkartılarak konut ve karma kullanıma açılmasıyla hız kazanmıştır. Ankara’nın batı aksındaki gelişimine Ankara 2023 Çevre Düzeni Planı ile Bağlıca ve Alacaatlı mahalleleri ve çevreleri de dahil edilmiştir. 29 Ekim Mahallesindeki kentsel gelişimdeki hızlı artışın en önemli sebebinin alanın OSB’lere yakın olması, konut fiyatları ve yaşam maliyetleri açısından Ankara’nın geri kalan kısımlarından daha uygun olmasıdır. Toplu konut projeleri ve metro yapımıyla daha da cazip hale gelen Batıkent toplu alanları da son 30 yılda kentsel gelişimin en çok yaşandığı bölge olduğu için bu çalışmada incelenmiştir.

4.1.1.2. İvedik- OSTİM OSB

Ankara’daki Yenimahalle ilçesi İvedik mahallesinde, İvedik OSB 477 hektar, OSTİM OSB ise 488 hektar üzerinde kurulan günümüzde ise yaklaşık 1200 hektarlık alana sahip olan Ankara’nın sanayi alt yapısının güçlenmesini amaçlayan 2 sanayi bölgesidir OSB, 2024; USIMP, 2019. İvedik ve OSTİM sanayi bölgelerinin büyümesi ve yönlendirilmesini sağlayan imar planları, Ankara Büyükşehir Belediyesi ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından hazırlanmaktadır. 1998 yılındaki 1/5000 ölçekli Nazım İmar Planı ile İvedik OSB tüzel kişiliği için alt yapı çalışmalarına başlanmış ve 2001 yılında resmi olarak OSB statüsü kazanmıştır. Bundan sonraki imar planları, imar planlarındaki revizeler ve mevzi planları ile OSB’nin kuzey ve özellikle batı yönünde büyümesi için yeni parseller oluşturulmuştur.

4.2 Veri

4.2.1 Uydu görüntüleri

Bu çalışmada çalışma alanlarındaki arazi örtüsü değişimlerini analiz etmek amacıyla çoklu spektral uydu görüntüleri, 10 yıllık zaman aralıkları ile dört farklı yıla ait olarak EarthExplorer üzerinden temin edilmiştir. Her yıl için görüntüler atmosferik etkilerin en aza indirgenmesi hedeflenerek bulutluluk oranı %10’un altında olacak şekilde ve atmosferik düzeltmelerin halihazırda yapılması ve herhangi bir ön işleme aşamasına

gerek duyulmaması sebebiyle Level-2 düzeyinde indirilmiştir. Böylelikle veriler için herhangi bir ön işlem sürecine ihtiyaç duyulmadan direkt analiz aşamasına geçilmiştir

Bu çalışmanın veri setini oluşturan Landsat uydu görüntüleri Çizelge 4.1’ de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1: Çalışma kapsamında kullanılan Landsat uydu görüntüleri bilgileri.

Uydu	WRS 2	İşletme	Görüntü	Çözünürlük(m)	Bulut
	Path/Row	Seviyesi	Tarihi		Oranı %
Landsat5	177/32	C2L2	1994.06.03	30	1.0
Landsat5	177/32	C2L2	2004.06.30	30	1.0
Landsat8	177/32	C2L2	2014.06.26	30	0.81
Landsat8	177/32	C2L2	2024.06.05	30	1.26

4.2.2 1994 yılına ait ortofoto

Sınıflandırmaların doğruluk analizleri için ihtiyaç duyulan görüntüler çalışma kapsamında Google Earth Pro üzerinden kullanılmıştır. Google Earth Pro’da 1994 yılına ait kullanılabilecek çözünürlükte herhangi bir görüntü bulunamadığı için ihtiyaç duyulan görüntü HGM’den 1990 ve 1991 yıllarına ait ortofotolar ile karşılanmıştır. Ortofoto metaverileri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : 1994 yılı için kullanılan ortofoto bilgileri.

Tarih	Kamera	Odak	Ölçek	Bindirme Oranları
		Uzaklığı		(İleri- Geri)
25.06.1990	Wild RC 10.2126	88.02	1/25000	30
26.06.1991	Zeiss RMKA 124225	152.95	1/25000	30

4.3 Uygulamada Kullanılan Yazılımlar

4.3.1 Erdas Imagine

Erdas Imagine görüntü analizi, uzaktan algılama ve CBS verilerini birlikte çözümleyebilen, raster vektör ve nokta bulutu operatörleriyle mekansal modelleme ve gerçek zamanlı sonuç ön izlemesi sunan bir yazılımdır (Hexagon, 2025).

Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi raster verilerin, vektör ve nokta bulutu operatörleriyle de mekansal modelleme sağlayan Hexagon tarafından geliştirilmiş profesyonel bir yazılım olan Erdas uzaktan algılama ve CBS alanında kullanılır.

4.3.2 SNAP

Sentinel Application Platform (SNAP) Sentinel uydu verilerini işlemek ve analiz etmek için Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilen, açık kaynaklı ve ücretsiz bir uydu görüntüsü işleme yazılımıdır. Görüntü ön işleme aşamaları, radar verisi işleme, sınıflandırma, mozaikleme ve değişim analizleri gibi çeşitli konularda işlem yapabilme yeteneğine sahiptir. Özellikle Sentinel uydu verilerini işlemek için geliştirilmiş olmasından kaynaklı bu uydularla yapılan çalışmalarda yüksek doğruluk göstermektedir, farklı uydular için de özel araç kutuları içermektedir (Esa, 2025).

4.3.3 ArcGIS Pro

Esri tarafından geliştirilmiş bir coğrafi analiz platformudur. Her türlü mekansal veriyi yönetme, analiz etme, haritalama ve görselleştirme konusunda CBS alanında en yaygın kullanılan platformdur. ArcGIS ile coğrafi modelleme, mekansal analiz, sayısal ve basılı haritaların üretilmesi ve uzaktan algılama verileri ile de entegre çalışabilmesi mümkündür (Esri, 2025).

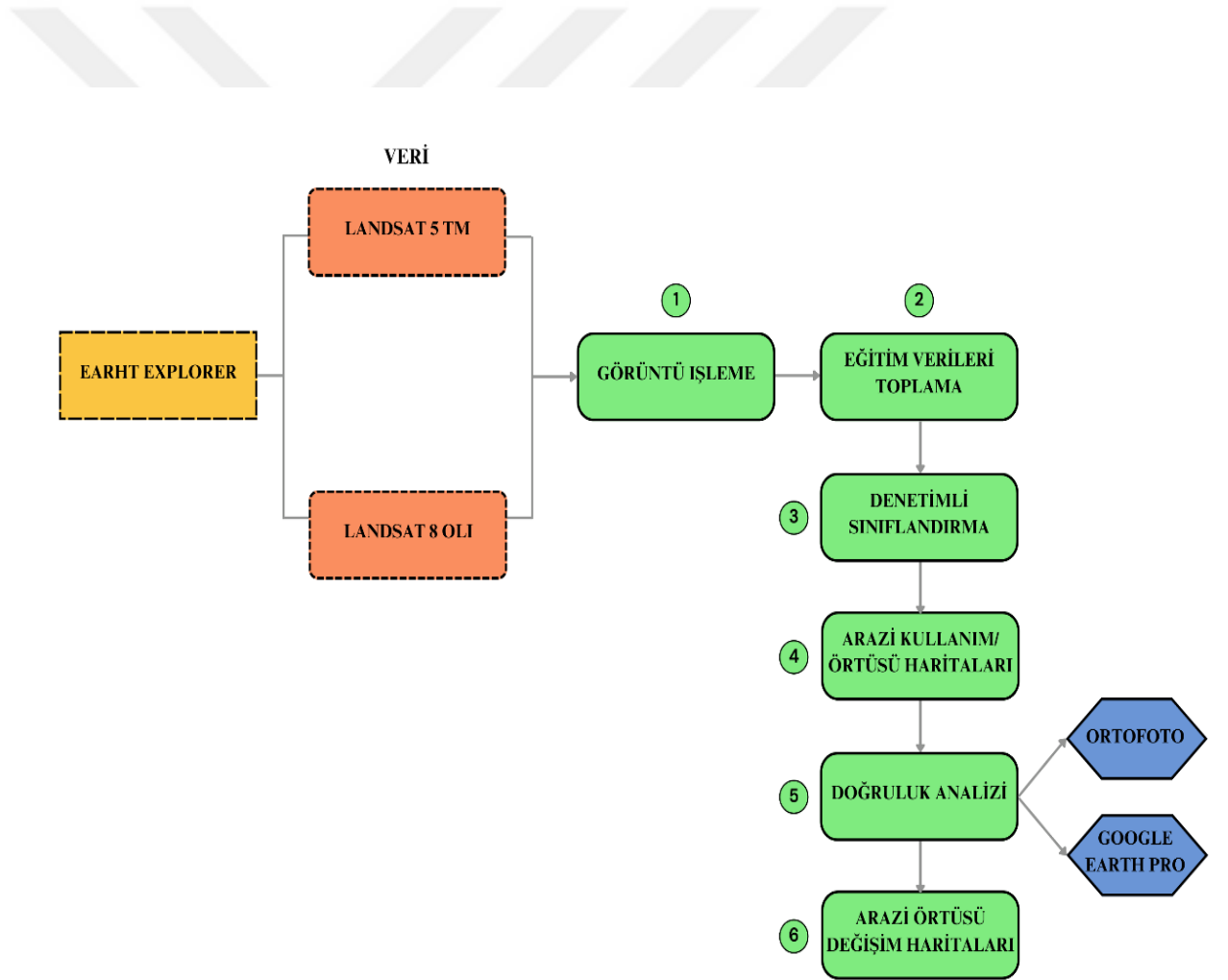
4.3.4 Google Earth Pro

Google Earht Pro dünya üzerindeki yerleri 3 boyutlu olarak gösteren, alan ve mesafe ölçülebilmesini, harita oluşturulması ve coğrafi bilgilerin analiz edilmesine imkân tanıyan, Google tarafından geliştirilen ve 2015 yılından itibaren ücretsiz olarak kullanıma sunulan bir CBS uygulamasıdır. Tarihsel uydu görüntülerini görüntüleme, CBS verilerini içe ve dışa diğer programların da kullanabileceği uygun formatlarda aktarma, yüksek çözünürlüklü görüntüleri indirebilme özellikleri ile CBS alanında önemli bir uygulama olarak kullanılmaktadır.

4.4 Yöntem

Çalışma alanındaki arazi örtüsü/ kullanımını analiz etmek için 4 Landsat uydu görüntüsü incelenmiştir. Ankara kentinde yazlar sıcak ve kuru geçtiği için yapılan analizlerin doğruluğunun yüksek olması gözetildiğinden dolayı veriler haziran

ayından alınmıştır. Ankara’da uygulamaya geçirilen imar planlarının kentin gelişmesindeki büyüme hızının arttığı ve değişimlerin daha yüksek yaşandığı 1990 Nazım İmar Planı’nın etkileri analiz edilmek istendiği için tarih aralığı 1994-2024 yılları arasında 10’ar yıllık periyotlar şeklinde belirlenmiştir. Arazi örtüsü değişim analizlerinde kontrollü sınıflandırma yöntemlerinden olan Random Forest kullanılmıştır. Veriyi sınıflandırmak için eğitim verilerinin alınması aşamasında Erdas Imagine yazılımı kullanılırken, daha gelişmiş sınıflandırma seçeneklerini sunması sebebiyle sınıflandırma işlemi SNAP yazılımı ile yapılmıştır. Oluşturulan sınıflandırılmış görüntüdeki doğruluk analizleri CBS yazılımı olan ArcGIS Pro’da gerçekleştirilmiş, ardından değişim haritaları için de aynı yazılım kullanılmıştır. Şekil 4.2’de uygulama aşamalarının akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 4.2 : Akış şeması.

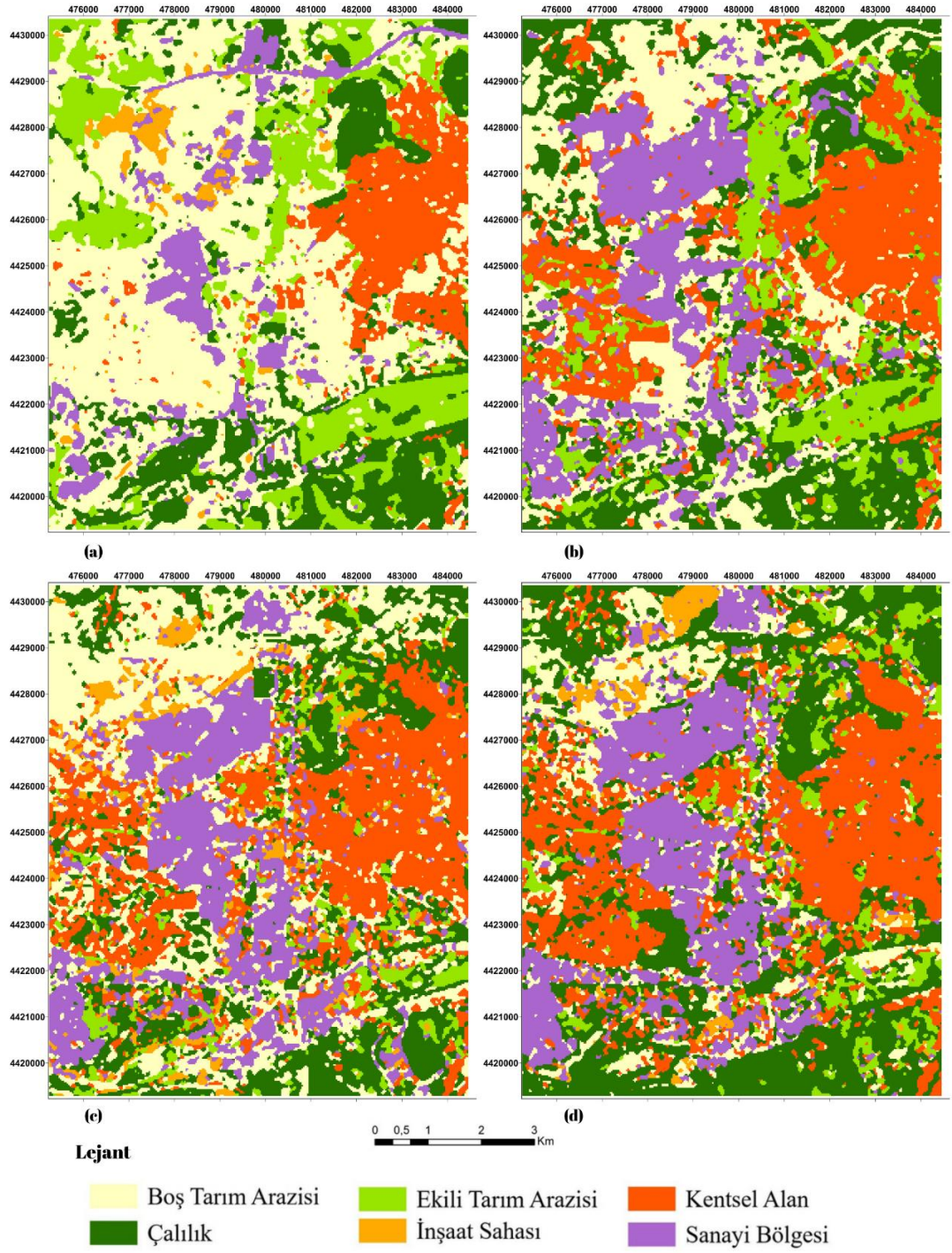
4.5 Görüntü İşleme ve Sınıflandırma

EarthExplorer'dan temin edilen uydu görüntüleri ile çok bantlı analiz yapılabilmesi amacıyla katman birleştirme (Layer Stack) işlemi Erdas Imagine yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Layer stack tüm bandların bir arada bulunduğu çok bantlı veri setini oluşturur ve tek görüntü üzerinden sınıflandırma, analiz etme ve renkli kompozit görüntüler oluşturma işlemleri için gerekli bir adımdır. Görüntülerin mekânsal çözünürlüğünü ve sınıflandırma doğruluğunu artırmak amacıyla, 30 m çözünürlüklü bir banda göre resolution merge işlemi uygulanmıştır. Böylelikle tüm bandlar 30 m çözünürlüğe sahip hale getirilmiş ve piksel uyumu da sağlanarak doğruluk artırılmıştır. Birleştirilmiş ve işlenmiş uydu görüntüleri çalışma alanı sınırlarına göre kesilmiştir (subset). Subset işlemi ile çalışma içerisinde ihtiyaç duyulmayan veriler çıkartılmış ve işlem yükü azaltılmıştır. Arazi örtüsü sınıflandırma amacıyla her bir çalışma alanı için farklı sınıflar belirlenmiş ve her sınıf için minimum 150 olacak şekilde eğitim verisi toplanmıştır. Eğitim verileri farklı yansıma değerlerine sahip örneklemeleri birleştirme ve tek sınıf gibi gösterme kapasitesinden dolayı Erdas Imagine yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Sınıflandırma işlemi dijital maskeleme aracı olan AOI (Area of interest) oluşturularak, çalışma alanının tamamını kapsayacak şekilde ve sayıda örneklem alarak tamamlanmıştır ve başka yazılımlarda da kullanılabilecek formatta dışarı aktarılmıştır. Yüksek boyutlu veri setlerinde daha iyi performans gösteren RF Erdas Imagine yazılımında bulunmadığı için, sınıflandırma işlemleri SNAP yazılımı üzerinden gerçekleştirilmiştir.

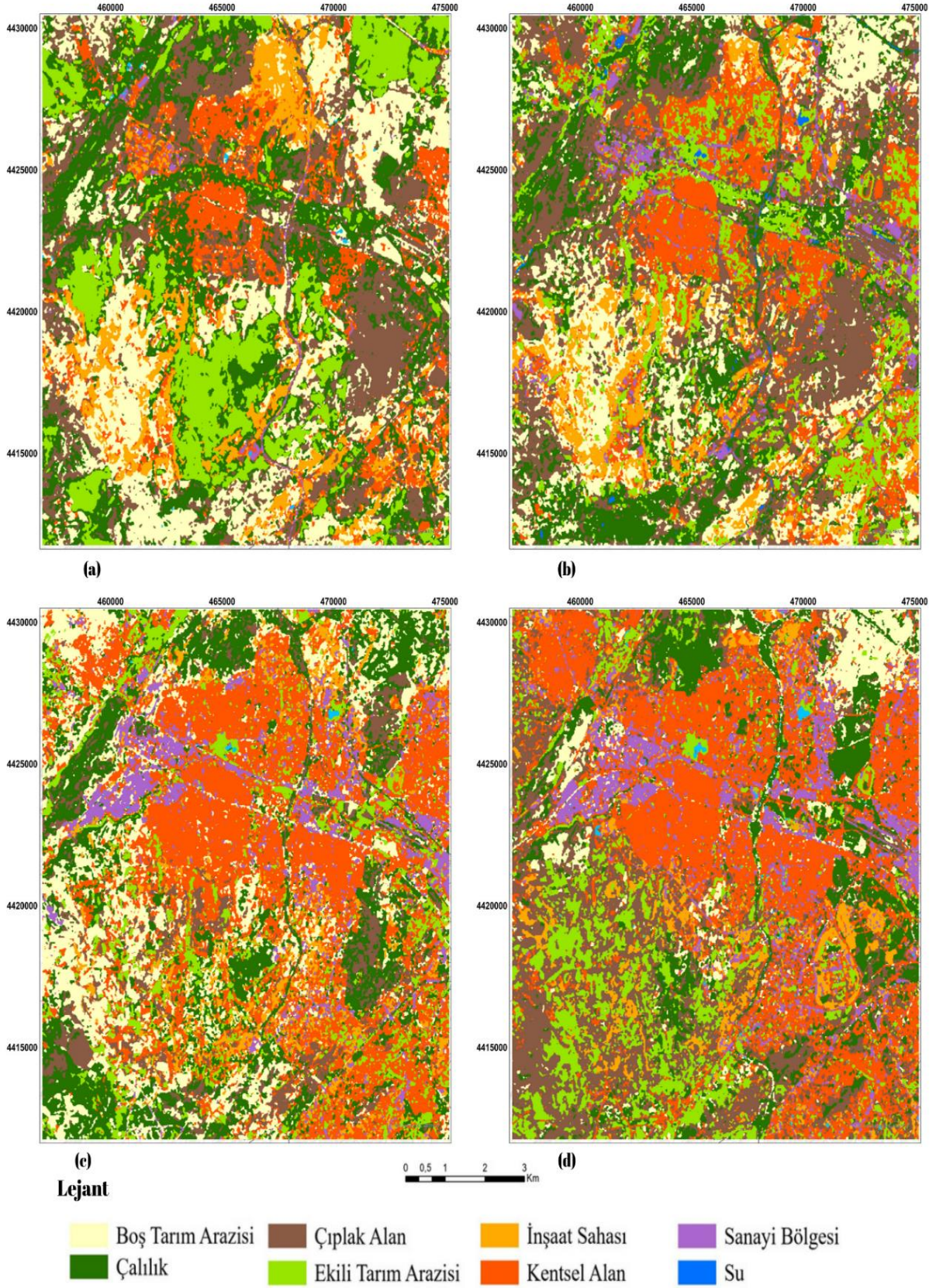
4.6 Arazi Kullanım/ Örtüsü Haritaları

Çalışma alanlarındaki kentsel gelişimin analiz edilebilmesi için ilk aşamada arazi kullanım/ örtüsü haritaları RF yöntemi ile oluşturulmuştur. Sınıflandırılmış arazi kullanımı örtüsü haritalarının raster çıktıları arazi kullanım/ örtüsü ve arazi örtüsü değişim haritalarının oluşturulması ve doğruluk analizlerinin yapılması amacıyla ArcGIS Pro yazılımına aktarılmış ve her bir sınıfın kendine özgü rengini temsil edebilmesi için semboloji kısmından Unique Value formatında görüntülenmiştir. Focal istatistik, bir pikselin değerini komşu piksellerin istatistiksel özelliklerine göre hesaplayan ve bu istatistiğe göre mekansal analiz sağlayan bir yöntemdir. Focal istatistik aracındaki Majority istatistiği bu çalışmada görüntüdeki gürültüyü azaltıp

çoğunluğun sınıf değerini alarak hatalı piksellerin etkisini azaltmak amacıyla kullanılmıştır. Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de çalışma alanları için oluşturulan arazi kullanım/ örtüsü haritaları gösterilmiştir.



Şekil 4.3 : OSB arazi kullanımı/ örtüsü haritaları (a) 1994, (b) 2004, (c) 2014 ve (d) 2024.



Şekil 4.4 : 29 Ekim- Bağlıca Mahallesi arazi kullanım/ örtüsü haritaları (a) 1994, (b) 2004, (c) 2014 ve (d) 2024.

4.7 Doğruluk Analizi

Doğruluk analizini gerçekleştirmek amacıyla Create Accuracy Assesstment aracıyla tüm veriler için Stratified Random Sampling yöntemiyle her sınıf için rastgele 100 adet doğruluk noktası oluşturulmuştur. Oluşturulan doğruluk noktaları sınıflandırma yapılan tarihe ait yüksek çözünürlüklü görüntülerin kullanılabilmesi amacıyla kml formatına dönüştürülerek Google Earth Pro ortamına aktarılmıştır. Noktaların gerçek arazi örtüsü bilgileri ile sınıflandırılmış görüntüde atandıkları sınıflar görsel yorumlama yoluyla belirlenmiş ve ardından hata matrisi oluşturulmuştur. Yapılan doğruluk analizleri sonucunda elde edilen genel doğruluk değerlerinin 0.80 in üzerinde olması, (Kumar Y. H., 2021) çalışmasında ve literatürdeki birçok çalışma için arazi örtüsü sınıflandırmalarında 0.80 ve üzerindeki Kappa katsayısı değerleri, istatistiksel olarak sınıflandırma performansının güçlü ve anlamlı bir doğruluk düzeyinde olduğunu gösterirken, 0.40'ın altındaki değerler metodolojik revizyon gerektiren zayıf sınıflandırmaları işaret etmesi sebebiyle, bu çalışmadaki verilerin değişim analizi amacıyla kullanılabileceğini doğrulamıştır. OSB'nin doğruluk analizleri sonuçları Çizelge 4.3' te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 : OSB alanının doğruluk analizi sonuçları.

Yıl	1994		2004		2014		2024	
Sınıf / Metrik	UA	PA	UA	PA	UA	PA	UA	PA
Boş Tarım Arazisi	0.79	0.85	0.73	0.82	0.92	0.86	0.86	0.75
İnşaat Sahası	0.80	0.80	NaN	NaN	0.90	0.90	0.90	0.90
Sanayi Bölgesi	0.72	1.00	0.94	0.85	0.83	0.83	1.00	0.95
Çalılık	1.00	1.00	0.80	0.91	0.66	0.93	0.70	1.00
Kentsel Alan	1.00	0.60	0.96	0.79	0.96	0.82	0.96	0.81
Ekili Tarım Arazisi	1.00	1.00	0.93	1.00	0.90	0.90	0.90	0.82
Overall Accuracy / Kappa	0.85	0.81	0.86	0.83	0.86	0.82	0.87	0.84

Genel doğruluk ve kappa değerinde yıllara göre olan artış, uydu görüntüleme teknolojilerindeki gelişime ve sınıflandırma aşamasında altlık olarak kullanılan görüntülerin de doğruluk ve güncellik açısından gelişim göstermesine bağlanabilir.

29 Ekim – Bağlıca Mahallesiindeki alanın doğruluk analizi sonuçları Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 : 29 Ekim- Bağlıca Mahalleleri alanının doğruluk analizi sonuçları.

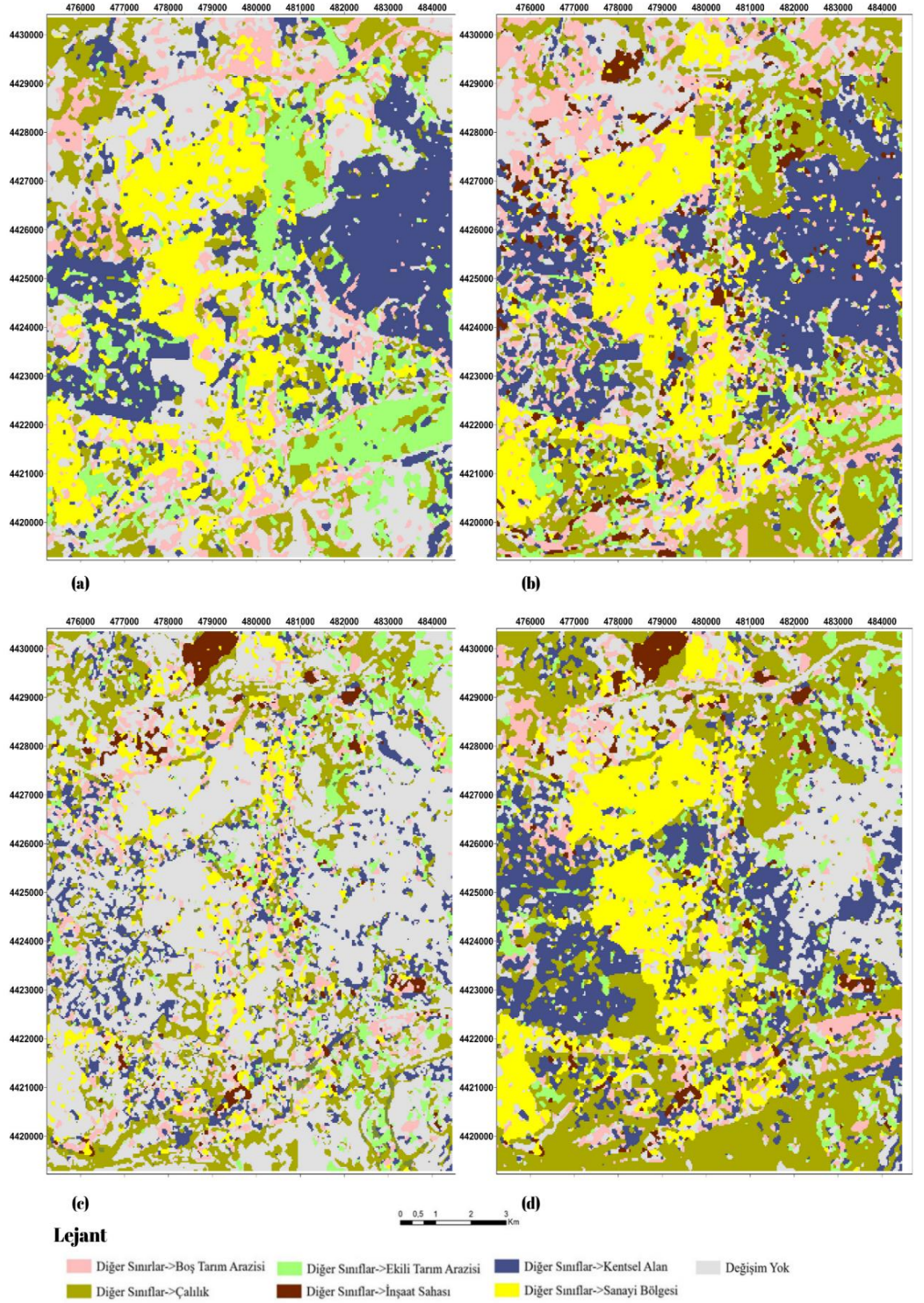
Yıl	1994		2004		2014		2024	
Sınıf / Metrik	UA	PA	UA	PA	UA	PA	UA	PA
Boş Tarım Arazisi	0.94	0.68	1.00	0.81	0.95	0.78	0.80	0.80
Çıplak Alan	0.81	0.86	0.86	0.89	1.00	0.71	0.91	0.91
İnşaat Sahası	0.61	0.80	0.60	1.00	0.90	0.82	1.00	0.67
Sanayi Bölgesi	0.60	0.60	1.00	0.90	0.80	0.80	1.00	0.91
Çalılık	0.97	0.95	1.00	0.94	0.95	0.90	0.92	0.92
Kentsel Alan	0.69	0.91	1.00	0.61	0.75	1.00	0.90	0.86
Ekili Tarım Arazisi	1.00	0.95	0.69	0.90	1.00	0.77	1.00	1.00
Su	0.50	1.00	0.20	1.00	0.70	1.00	0.30	1.00
Overall Accuracy / Kappa	0.83	0.80	0.83	0.80	0.86	0.84	0.87	0.85

4.8 Arazi Örtüsü Değişim Haritaları

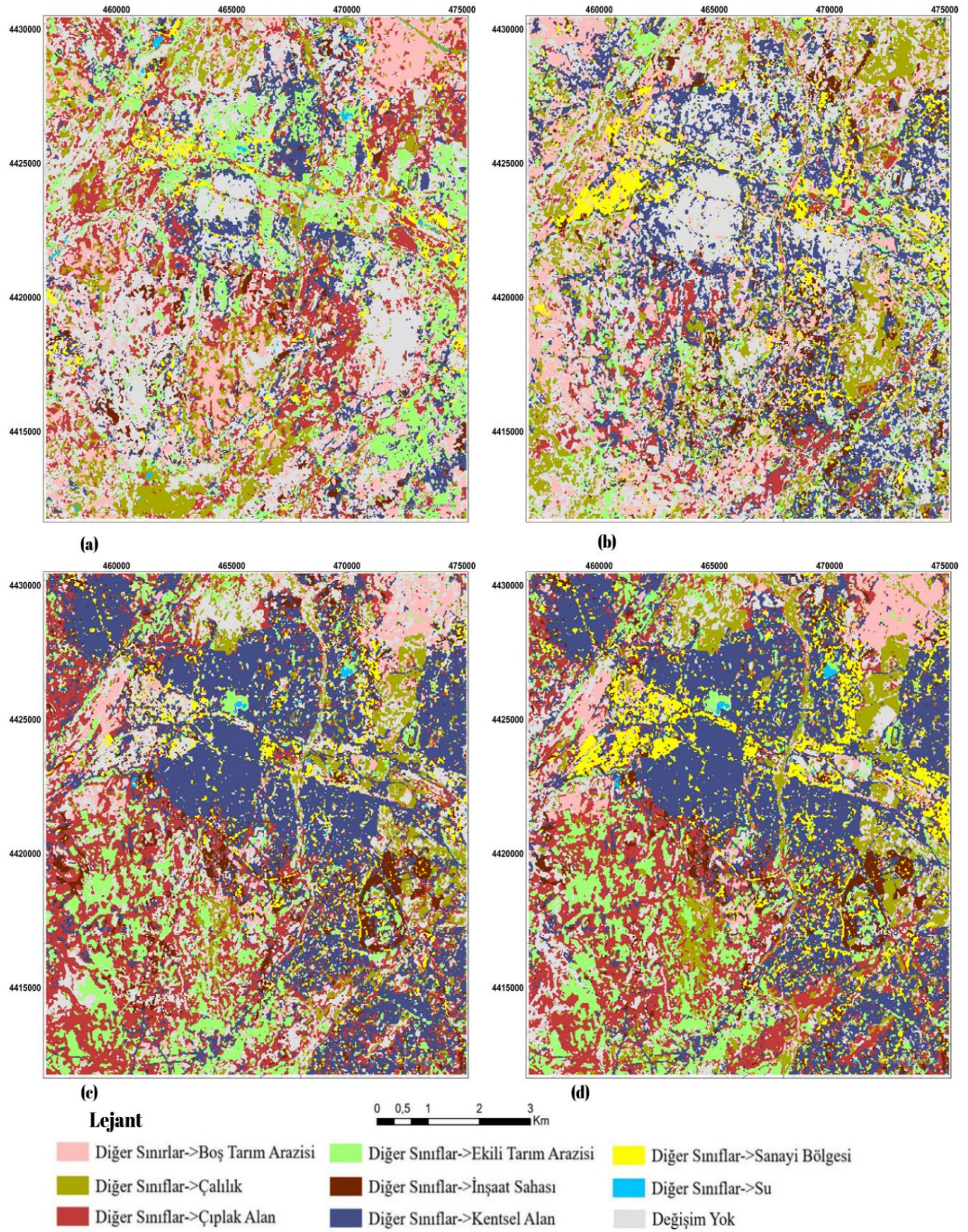
Arazi örtüsü haritaları üzerinden değişim analizleri Change Detection Wizard aracı ile, Categorical Change yöntemiyle tüm değerlerin değişmesi seçilerek yapılmıştır. Sınıflar arası değişimlerin tümünün detaylıca tespit edilmesi ve dönüşümlerin mekansal dağılımlarının tematik olarak görselleştirilmesi amacıyla bu yöntem kullanılmıştır.

Üretilen değişim haritalarının sembolojileri sınıflar arası geçişi daha açık göstermek amacıyla yeniden düzenlenmiştir. Farklı sınıflardan tek bir sınıfa olan değişim için aynı renk seçilmiş ve yıllar içindeki değişimlerin görselleştirilmesi sağlanmıştır.

Tüm yıllara ait arazi örtüsü sınıflarının alanları ve bu alanlardaki değişim miktarları gibi istatistiksel veriler elde edilerek ArcGIS Pro üzerinden Microsoft Excel ortamına aktarılmıştır. Bu istatistiksel analizler, arazi örtüsündeki değişimleri sayısal olarak raporlanması ve kentsel gelişimin yorumlanabilmesini sağlamıştır. OSB ve 29 Ekim-Bağlıca Mahalleleri’nin arazi örtüsü değişim haritaları Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir.

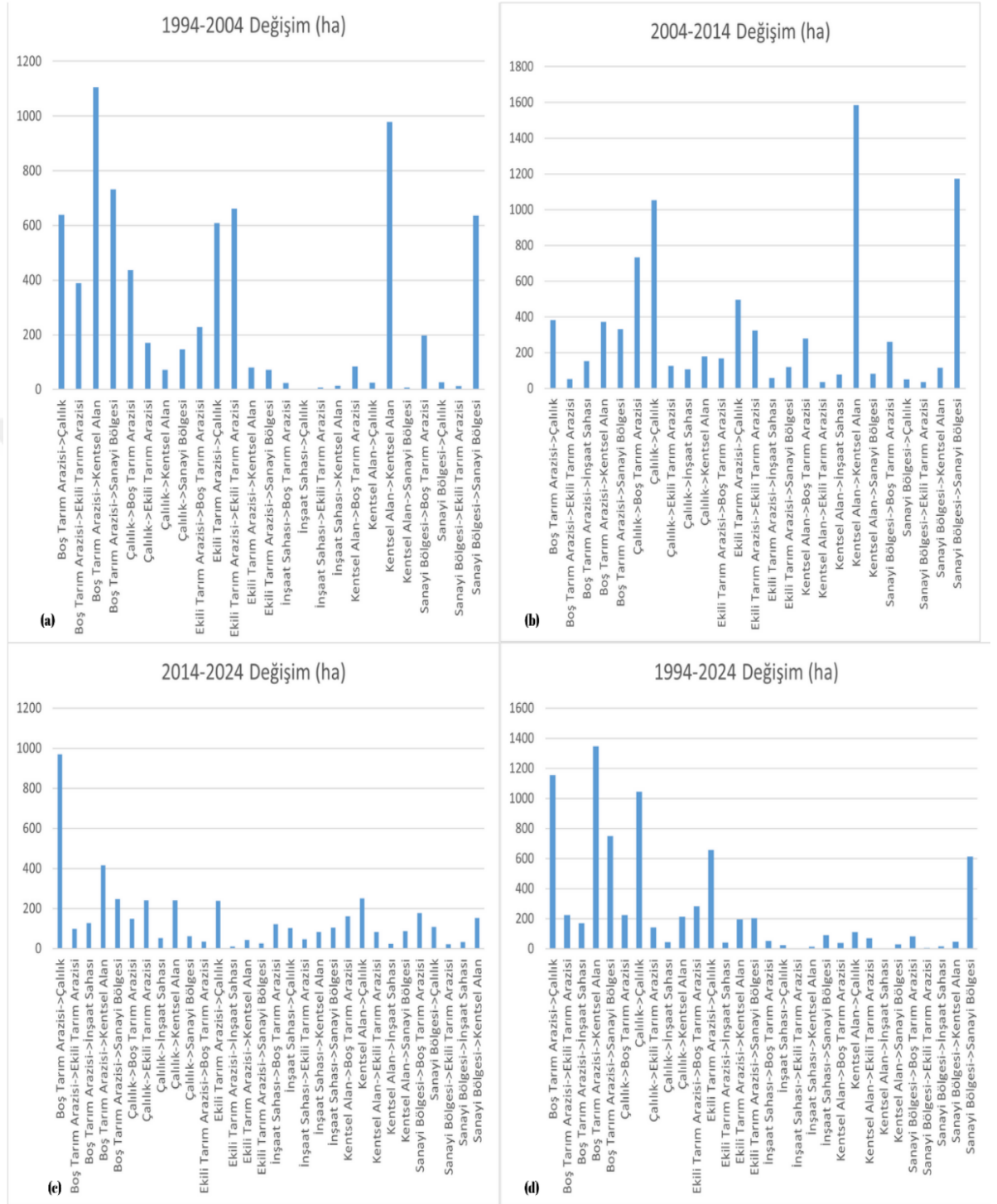


Şekil 4.5 : OSB arazi örtüsü değişim haritaları (a) 1994-2004, (b) 2004-2014, (c) 2014-2024 ve (d) 1994-2024.



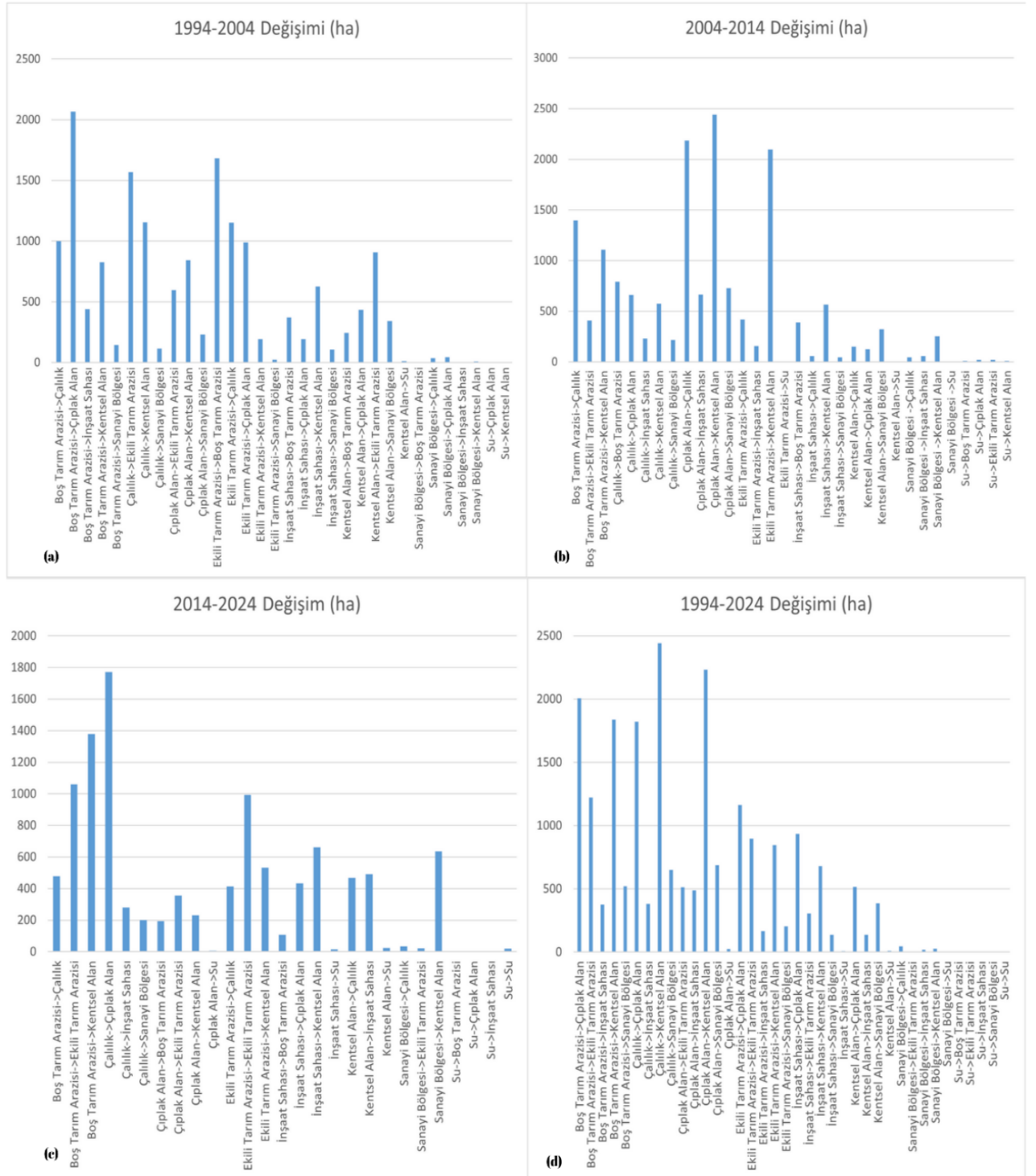
Şekil 4.6 : 29 Ekim-Bağlıca Mahalleleri değişim haritaları (a) 1994-2004, (b) 2004-2014, (c) 2014-2024 ve (d) 1994-2024.

Şekil 4.7’de OSB alanının yıllar içindeki sınıf bazında geçiş miktarları verilmiştir.



Şekil 4.7 : OSB alanında yıllar içindeki sınıflar arası geçiş miktarı a. 1994-2004, b. 2004-2014, c. 2014-2024 ve d. 1994-2024.

Şekil 4.8'de 29 Ekim-Bağlıca Mahallelerinin yıllar içindeki sınıf bazında geçiş miktarları verilmiştir.



Şekil 4.8 : 29 Ekim- Bağlıca Mahalleleri alanında yıllar içindeki sınıflar arası geçiş miktarı a. 1994-2004, b. 2004-2014, c. 2014-2024 ve d. 1994-2024.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kent, tarım dışı ekonomik faaliyetlerin çeşitlilik gösterdiği, sanayi, ticaret, hizmet ve yönetim işlevlerinin yoğunlaştığı, toplumsal yaşamın daha komplike yapılarla sürdürüldüğü yerleşim alanlarıdır. Kentleşme kentlere olan göç faaliyetlerinin artması ve kentlerdeki fiziksel büyümenin, nüfus ve sosyal ilişkilerdeki değişimini de içermektedir. Kentleşme, çeşitli faktörlerden etkilenerek kırsal alanları da etkileyerek, bu alanlara doğru yayılma eğilimindedir. Çalışmada Ankara kenti için son 30 yıldaki kentsel gelişimin gözle görülür ölçüde büyüme yaşadığı 2 çalışma alanı belirlenmiş ve bu alanlar için uydu görüntüleri kullanılarak kentsel gelişim arazi örtüsü/ kullanımı üzerinden belirlenerek imar planlarıyla arasındaki ilişki gözlemlenmiştir. Çalışma sonucu son 30 yılda belirlenen alanlardaki arazi örtüsü değişimlerinin yaşandığı sınıfların en çok Kentsel Alan ve Sanayi Bölgesi olduğunu göstermiştir.

OSB için 1994-2004 yılları arasındaki en büyük alan artışı Kentsel Alan ve Sanayi Bölgesi için yaşanmıştır. 2004-2014 yılları arasındaki artışın en çok yaşandığı sınıflar İnşaat Sahası ve Kentsel Alandır. 2014 – 2024 yılları arasındaki alansal artışın en çok olduğu iki sınıf Kentsel Alan ve Sanayi Bölgesi sınıflarıdır. 1994-2024 yılları için en fazla alansal artış Kentsel Alan ve Sanayi Bölgeleri sınıflarında yaşanmıştır. İvedik OSB alanının imar planlarıyla önce OSB statüsü kazanması ardından imar planları revizeleriyle alanının genişletilmesiyle beklenen sonuç çalışmanın sonucuyla örtüşmektedir. İmar planlarının öngördüğünden daha hızlı ve daha geniş alanda büyümesi kentsel büyümenin ivme kazanması ve nüfusun beklenenden daha hızlı bir şekilde artmasıyla açıklanabilmektedir. OSB alanı için 1994-2024 yılları için yapılan analizlere göre Kentsel Alan yaklaşık 1815,66 ha ve Sanayi Bölgesi yaklaşık 1074,51 ha artış gösterirken, alansal olarak en çok kayıp yaşayan ve küçülen iki sınıf; 3643,20 ha azalma ile Boş Tarım Arazisi ve 1381,77 ha azalma hesaplanan Ekili Tarım Arazisi olmuştur.

Bağlıca- 29 Ekim Mahalleleri için yapılan sınıflandırmalar ve analizler doğrultusunda 1994-2004 yılları arasında alan olarak en çok artış yaşanan sınıflar Çıplak Alan ve

Kentsel Alan olarak tespit edilmiştir, bu veri doğrultusunda doğal ve tarıma elverişli alanların çıplak alanlara dönüşümünün çok yoğun yaşandığı ve Kentsel Alandaki büyümelerin başladığı görülmektedir. 2004- 2014 yılları için alansal olarak en çok artan sınıfın Kentsel Alan olduğu görülmektedir. 2014- 2024 yılları için alansal değişimin en çok yaşandığı ve alansal artışın yaşandığı sınıf Çıplak Alan olarak görülmüştür. 1994-2024 yılları arası için bakıldığında alansal artışın en çok yaşandığı 2 sınıf Kentsel Alan ve Sanayi Bölgesidir. Bu alan için 1994- 2024 yılları için yapılan analizlere göre Kentsel Alan yaklaşık 6757.74 ha, Sanayi Bölgesi ise yaklaşık 2445,49 ha artarken, bu yıllar arasında alansal olarak en çok yer kaybeden iki sınıf 4884.38 ha ile Boş Tarım Arazisi ve 3895.40 ha azalış ile Çalılık olmuştur.

Ankara'nın kentsel gelişimi Lörcher planından itibaren sırasıyla; Jansen, Yücel-Uybadin, 1990 Nazım İmar, 2015 Yapı ve 2023 Nazım İmar Plan'ları çerçevesinde şekillenmiştir. İmar planlarındaki kentsel büyüme öngörülleri, kentin hızlı büyümesi, nüfus artışı ve kırsal alandan kente göçün artması sebebiyle çoğunlukla geçerli olamamıştır. Yapılan çalışma kentsel yayılımın imar planlarının öngördüğü batı aksındaki gelişimle örtüşmektedir. 1990 Nazım İmar Planı'nda öngörülen kentleşmenin etkisiyle yaratılan Çayyolu gibi uydu kentlerin tamamının yerleşim için dolmadığı ancak planın öngörmediği Bağlıca- Alacaatlı Mahallelerinde kentsel yapılarıdaki yığılmalarda artış yaşandığı gözlemlenmiştir. OSB alanları için ise imar planlarının ön gördüğü büyüme ve gelişme yeterli olmamış bu sebeple mevzi planları ve büyükşehir meclis kararlarıyla yeni parseller OSB alanlarına eklenmiştir.

Sincan 29 Ekim Mahallesiindeki kentsel büyümenin sebepleri arasında, Ankara 2. ve 3. OSB'ye yakın olması, konut ve yaşam maliyetlerinin kentin geri kalan kısmına kıyasla daha uygun olması örnek gösterilebilir. Bağlıca Mahallesi'nin batı koridorunda olması, çevre yolları tarafından çevrelenmiş olması ve 2023 Nazım İmar Planı'yla da çevresindeki alanların imara açılması bölgenin kentsel gelişiminin hızlanmasını sağlamıştır.

Kentsel büyümeyi kontrol altına alabilmek için geliştirilen politikalar, şehir planlamaları ve büyüme için kullanılan araçlara uzaktan algılama tekniklerinin de entegre edilmesi daha güvenilir ve kentsel büyümenin öngörülebilir hale gelmesini sağlayabilir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, kentsel planlama aşamalarında, yüksek doğruluklu sınıflandırma yöntemlerinin kullanılması, imar planlarının hazırlanma ve revize süreçlerinde standart bir araç olarak dahil edilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adams, J. B., Sabol, D. E., Kapos, V., Almeida, R., Roberts, D. A., Smith, D. A., & Gillespie, A.** (1995). Classification of Multispectral Images Based on Fractions of Endmembers: Application to Land-Cover Change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing of Environment*, 52, 137–154. doi:10.1016/0034-4257(94)00098-8
- Adams, J. B., Smith, M. O., & Jonhson, P. E.** (1986). Spectral mixture modeling: A new analysis of rock and soil types at the Viking Lander 1 site. *Journal of Geophysical Research*, 91(B8), 8098–8112. doi:10.1029/JB091iB08p08098
- Akıncı, G.** (1991). Ankara Kenti Açık Ve Yeşil Alan Planlama Çalışmalarında Sürekli Yeşilin Önemi Ve Öneriler. *2000'li Yıllar İçin Ankara Kenti'nin Açık Ve Yeşil Alan Sistemi Ne Olmalıdır?* (s. 48-52). Ankara: Peyzaj Mimarisi Derneği Yayın Organı.
- Alzu'bi, A., Amira, A., & Ramzan, N.** (2017). Content-based Image Retrieval with Compact Deep Convolutional Features. *Neurocomputing*, 249, 95-105. doi:10.1016/j.neucom.2017.03.072
- Arvidson, T., Goward, S., Gasch, J., & Williams, D.** (2006). Landsat-7 long-term acquisition plan. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(10), 1137–1146. doi:10.14358/PERS.72.10.1137
- Atkinson, P. M., & Naser, D. K.** (2010). A geostatistically weighted k-NN classifier for remotely sensed imagery. *Geographical Analysis*, 42(2), 204-225. doi:10.1111/j.1538-4632.2010.00790.x
- Baboo, D. S., & Devi, R. M.** (2011). Geometric Correction in Recent High Resolution Satellite Imagery: A Case Study in Coimbatore, Tamil Nadu. *International Journal of Computer Applications*, 14(1), 32-37. doi:10.5120/1808-2324
- Baykan, G.** (2006). Ankara Çekirdek Alanının Oluşumu ve 1990 Nazım Planı Hakkında Bir Değerlendirme. G. Baykan içinde, *Cumhuriyet'in Ankara'sı* (s. 61-118). Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
- Blaschke, T.** (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65, 2-16. doi:10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004
- Boz, M., & Kubat, A. S.** (2017). Başkent Ankara'nın İki Simgesel Örnek Üzerinden Morfolojik Analizi. *Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı, II. Kentsel Morfoloji Sempozyumu*. İstanbul: Türkiye Kentsel Morfoloji Ağı .
- Breiman, L.** (1996). Bagging Predictors. *Machine Learning*, 26(1), 123-140. doi:10.1007/BF00058655
- Breiman, L.** (1997). *Random Forests — Random Features*. Statistics Department, University of California. Berkeley: Statistics Department, University of California, Berkeley. <https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf> adresinden alındı

- Burrough, P. A.** (1986). *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment* (2. Baskı b.). Oxford: Clarendon Press (Oxford University Press).
- Ceccarelli, T., Smiraglia, D., Bajocco, S., Rinaldo, S., De Angelis, A., Salvati, L., & Perini, L.** (2013). Land cover data from Landsat single-date imagery: an approach integrating pixel-based and object-based classifiers. *European Journal of Remote Sensing*, 46, 699-717. doi:10.5721/EuJRS20134641
- Chen, H.-m., Arora, M. K., & Varshney, P. K.** (2003). Mutual Information-Based Image Registration for Remote Sensing Data. *International Journal of Remote Sensing*, 24(18). doi:10.1080/0143116031000117047
- Chen, J., Gong, P., Chunyang, H., Pu, R., & Shi, P.** (2003). Land-Use/Land-Cover Change Detection Using Improved Change-Vector Analysis. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(4), 369-379. doi: 10.14358/PERS.69.4.369
- Chen, Y., Lin, Z., Zhao, X., Wang, G., & Gu, Y.** (2014). Deep Learning-based Classification of Hyperspectral Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 7(6), 2094-2107. doi:10.1109/JSTARS.2014.2329330
- Congalton, R. G.** (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, 37, 35-46. doi:10.1016/0034-4257(91)90048-B
- Congalton, R. G., & Plourde, L.** (2001). *Manual of Geospatial Science and Technology. Quality Assurance and Accuracy Assessment of Information Derived from Remotely Sensed Data.* R. G. Congalton, L. Plourde, & R. G. Congalton (Dü.) içinde, *Manual of Geospatial Science and Technology* (s. 349-361). Florida: CRC Press.
- CRISP.** (2011). *CRISP Optical Remote Sensing*. Centre for Remote Imaging, Sensing & Processing: <https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/optical.htm>
- Çamur, K. C.** (2020). Yeni Liberal Politikaların Kentsel Arazi Kullanım Yapısına Etkileri: Çankaya (Ankara) İlçesi'nde Yapılaşmanın Çözümlemesi 1985-1990 *Yeni Liberal Politikaların Kentsel Arazi Kullanım Yapısına Etkileri: Çankaya (Ankara) İlçesi'nde Yapılaşmanın Çözümlemesi 1985-1990.* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Das, S., & Angadi, D. P.** (2022). Land use land cover change detection and monitoring of urban growth using remote sensing and GIS techniques: a micro-level study. *GeoJournal*, 87, 2101-2123. doi:<https://doi.org/10.1007/s10708-020-10359-1>
- Dell'Acqua, F.** (2009). *Global Mapping of Human Settlements: Experiences, Datasets, and Prospects.* (M. H. Paolo Gamba, Dü.) Florida: CRC Yayıncılık. doi:10.1201/9781420083408
- Deng, J., Wang, K., & Guojun, Q.** (2008). PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 29(16), 4823-4838. doi:10.1080/01431160801950162
- Deng, J., Wang, K., Deng, Y., & Qi, G.** (2008). PCA-based land-use change detection and analysis using multitemporal and multisensor satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 29(16), 4823-4838. doi:10.1080/01431160801950162
- Deng, Y., Fu, B., & Sun, C.** (2018). Effects of urban planning in guiding urban growth: Evidence from Shenzhen, China. *Cities*, 118-128. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.06.014>

- Dobson, M. C., Pierce, L. E., & Ulaby, F. T.** (1996). Knowledge-based Land-Cover Classification Using ERS-1/JERS-1 SAR Composites. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 34(1), 83-99. doi:10.1109/36.551936
- Dribault, Y., Chokmani, K., & Bernier, M.** (2012). Monitoring seasonal hydrological dynamics of minerotrophic peatlands using multi-date GeoEye-1 very high resolution imagery and object-based classification. *Remote Sensing*, 4, 1887-1912. doi:10.3390/rs4071887
- Drury, S. A.** (1993). *Image Interpretation in Geology* (2. Baskı b.). Londra: Chapman & Hall.
- Du, Y., Teillet, P. M., & Cihlar, J.** (2002). Radiometric normalization of multitemporal high-resolution satellite images with quality control for land cover change detection. *Remote Sensing of Environment*, 82(1), 123-134. doi:10.1016/S0034-4257(02)00058-3
- Düzgün, Ş.** (2011, Ocak 5). Uzaktan Algılamaya Giriş. *Uzaktan Algılamaya Giriş*. Ankara. <https://ocw.metu.edu.tr/course/view.php?id=128> adresinden alındı
- Ehlers, M., Jadkowski, M. A., Howard, R. R., & Brostuen, D. E.** (1990). Application of SPOT Data for Regional Growth Analysis and Local Planning. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56(2), 175-180.
- Esa, E.** (2025). *Earth Online*. Erişim: 1 Mayıs 2025, <https://earth.esa.int/eogateway/tools/snap>
- Esri.** (2025). *ArcGIS*. Erişim 1 Mayıs 2025 tarihinde, <https://www.esri.com/en-us/arcgis/geospatial-platform/overview>
- Fisher, P.** (1997). The Pixel: A Snare and a Delusion. *International Journal of Remote Sensing*, 18, 679-685. doi:10.1080/014311697219015
- Foody, G. M.** (1999). The Continuum of Classification Fuzziness in Thematic Mapping. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 65, 443-451. doi:10.1080/014311697219015
- Freidman, S. Z., & Angelici, G. L.** (1979). The detection of urban expansion from Landsat imagery. *Remote Sensing Quarterly*(1), 58-79.
- Gilbert, K. M., & Shi, Y.** (2024). Urban Growth Monitoring and Prediction Using Remote Sensing Urban Monitoring Indices Approach and Integrating CA-Markov Model: A Case Study of Lagos City, Nigeria. *Sustainability*, 16(1), 1-30. doi:10.3390/su16010030
- Gong, J., Chen, W., Liu, Y., & Wang, J.** (2014). The intensity change of urban development land: Implications for the city master plan of Guangzhou, China. *Land Use Policy*, 40, 91-100. doi: 10.1016/j.landusepol.2013.05.001
- Gong, P., Wang, J., Yu, L., Zhao, Y., Zhao, Y., Liang, L., . . . Chen, J.** (2008). Finer resolution observation and monitoring of global land cover: First mapping results with Landsat TM and ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing*, 34(7), 2607-2654. doi:10.1080/01431161.2012.748992
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., . . . Bengio, Y.** (2014). Generative Adversarial Nets. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)* (s. 2672-2680). Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). https://papers.nips.cc/paper_files/paper/2014/hash/5ca3e9b122f61f8f06494c97b1afccf3-Abstract.html adresinden alındı
- Gürsoy, C.** (1959). Ankara Şehri. *Coğrafya Haberleri*, 6-14.
- Harita Genel Müdürlüğü.** (2025). *Ankara Fiziki İl Haritası*. Erişim 18 Mayıs 2025, <https://www.harita.gov.tr/urun/ankara-fiziki-il-haritasi/458>

- Henderson, F. M., & Xia, Z.-G.** (1997). SAR Applications in Human Settlement Detection, Population Estimation, and Urban Land Use Pattern Analysis: A Status Report. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 35(1), 79-85. doi:10.1109/36.551936
- Herold, M., Goldstein, N. C., & Clarke, K. C.** (2003). The spatiotemporal form of urban growth:. *Remote Sensing of Environment*(86), 286-302. doi:10.1016/S0034-4257(03)00075-0
- Hexagon.** (2025). *Erdas Imagine*. 05 01, 2025 tarihinde Erdas Imagine: <https://hexagon.com/products/erdas-imagine> adresinden alındı
- Ho, T. K.** (1998). The Random Subspace Method for Constructing Decision Forests. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (PAMI)*, 20(8), 832-844. doi:10.1109/34.709601
- Howart, P. J., & Boasson, E.** (1983). Landsat Digital Enhancements for Change Detection in Urban Environments. *Remote Sensing of Environment*, 13, 149-160. doi:10.1016/0034-4257(83)90019-6
- İrdem, İ., & Lenger, A.** (2021). 1923-1950 Arası Dönemde Ankara Kentleşmesi ve Sorunları. *Gazi Akademik Bakış*, 14(28). doi:10.19060
- Jat, M. K., Garg, P. K., & Khare, D.** (2008). Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10, 26-43. doi:10.1016/j.jag.2007.04.002
- Jensen, J. R.** (2000). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective*. New Jersey: Prentice Hall.
- Jensen, J. R.** (2007). *Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective* (2. Baskı b.). Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Jensen, J. R., & Cowen, D. C.** (1999, May). Remote Sensing of Urban/ Suburban Infrastructure and Socio-Economic Attributes. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 611-622.
- Karayol, Ö.** (2012). *Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak arazi kullanım değişimlerinin belirlenmesi: Konya örneği*. (Yüksek Lisans Tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Kavak, K. Ş.** (1998). Uzaktan algılamanın temel kavramları ve jeolojideki uygulama alanları. *Jeoloji Mühendisliği Bölümü Yayını*, 63-73.
- Keleş, R.** (2019). *100 Soruda Türkiye'de Kentleşme, Konut ve Gecekondu*. İstanbul: Cem Yayınevi.
- Kıray, M. B.** (2007). *Kentleşme Yazıları* (3. Baskı b.). İstanbul: Bağlam Yayıncılık.
- Kumar, N. D.** (2011). Spectral reflectance curves. Bangalore: National Programme on Technology Enhanced Learning. doi:<https://archive.nptel.ac.in/content/storage2/courses/105108077/module1/lecture5.pdf>
- Kumar, Y. H.** (2021). Accuracy Assessment of Land Cover Classification and Change Detection using Remote Sensing and GIS. National Institute of Technology Karnataka. *International Conference on Emerging Technologies and Engineering*. Karnataka: National Institute of Technology Karnataka.
- Li, X., & Yeh, A. G.-O.** (1998). Principal Component Analysis of Stacked Multi-Temporal Images for the Monitoring of Rapid Urban Expansion in the Pearl River Delta. *International Journal of Remote Sensing*, 19(8), 1501-1518. doi:10.1080/014311698215315
- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W.** (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation* (5. Baskı b.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd.

- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W.** (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation* (7. Baskı b.). Wiley.
- Liping, C., Yujun, S., & Sadiq, S.** (2018). Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques: A case study of a hilly area, Jiangle, China. *PLOS ONE*, 13(7). doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200493
- Lo, C. P.** (1986). *Applied Remote Sensing*. Newyork: Longman Publishing Group.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W.** (2015). *Geographic Information Science and Systems* (4. Baskı b.). Hoboken, New Jersey: Wiley.
- López, D. H., García, B. F., Piqueras, J. G., & Alcázar, G. V.** (2011). An approach to the radiometric aerotriangulation of photogrammetric images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66(6), 883–893. doi:10.1016/j.isprsjprs.2011.08.002
- Lu, D., & Weng, Q.** (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. *International Journal of Remote Sensing*, 28(5), 823-870. doi:10.1080/01431160600746456
- Lubis, J. P., & Nakagoshi, N.** (2011). Land Use and Land Cover Change Detection Using Remote Sensing and Geographic Information System in Bodri Watershed, Central Java, Indonesia. *Journal of International Development and Cooperation*, 18(1), 139-151. doi:10.15027/32459
- Ma, X., Wang, H., & Wang, J.** (2016). Semisupervised Classification for Hyperspectral Image Based on Multi-decision Labeling and Deep Feature Learning. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 120, 99–107. doi:10.1016/j.isprsjprs.2016.08.005
- Michalak, W. Z.** (1993). GIS in Land Use Change Analysis: Integration of Remotely Sensed Data into GIS. *Applied Geography*, 13(1), 28-44. doi:10.1016/0143-6228(93)90078-F
- Mills, G.** (2007). Cities as agents of global change. *International Journal of Climatology*, 27, 1849-1857. doi:10.1002/joc.1604
- Moser, G., Serpico, S. B., & Benediktsson, J. A.** (2013). Land-cover mapping by Markov modeling of spatio-contextual information in very-high-resolution remote sensing images. *Proceedings of the IEEE*, 101, 631-651. doi:10.1109/JPROC.2012.2211551
- Myint, S. T., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., & Weng, Q.** (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115, 1145–1161. doi:10.1016/j.rse.2010.12.017
- Pal, N. R., & Bhandari, D.** (1992). On Object Background Classification. *International Journal of Systems Science*, 23, 1903-1920. doi:10.1080/00207729208949429
- Pencue-Fierro, E., Leonairo, Y., Solana-Correa, T., Corrales-Muñoz, J. C., & Figueroa-Casas, A.** (2016). A Semi-Supervised Hybrid Approach for Multitemporal Multi-Region Multisensor Landsat Data Classification. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 9(12), 5424-5435. doi:10.1109/JSTARS.2016.2603984
- Pham, H. M., Yamaguchi, Y., & Bui, T. Q.** (2011). A Case Study on the Relation Between City Planning and Urban Growth Using Remote Sensing and Spatial Metrics. *Landscape and Urban Planning*, 223-230. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.12.009

- Pignatti, S., Cavalli, R. M., Cuomo, V., Fusilli, L., Pascucci, S., Poscolieri, M., & Santini, F.** (2009). Evaluating Hyperion Capability for Land Cover Mapping in a Fragmented Ecosystem: Pollino National Park, Italy. *Remote Sensing of Environment*, 113(3), 622-634. doi:10.1016/j.rse.2008.11.006
- Pratap, S.** (2023). Spatio-Temporal Analysis of Land Use Land Cover Change: A Case Study of Nagpur Division of Vidarbha Region. *ACCST Research Journal*, 21(2), 9-21. doi:10.5281/zenodo.7966715
- Praticò, S., Solano, F., Di Fazio, S., & Modica, G.** (2021). Machine learning classification of Mediterranean forest habitats in Google Earth Engine based on seasonal Sentinel-2 time-series and input image composition optimisation. *Remote Sensing*, 586. doi: 10.3390/rs13040586
- Qluch, R.** (2002). Urban Growth Detection Using Texture Analysis on Merged Landsat TM and SPOT-P Data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 68(12), 1283-1288. doi:10.14358/PERS.68.12.1283
- Reimers, C., & Reguena-Mesa, C.** (2020). Deep Learning – An Opportunity and a Challenge for Geo- and Astrophysics. C. Reimers, & C. Reguena-Mesa içinde, *Knowledge Discovery in Big Data from Astronomy and Earth Observation* (s. 251–265). Amsterdam: Elsevier.
- Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J.** (2017). Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 39(6), 1137–1149. doi:10.1109/TPAMI.2016.2577031
- Riaño, D., Chuvieco, E., Salas, J., & Aguado, I.** (2003). Assessment of Different Topographic Corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 41(5), 1056–1061. doi:10.1109/TGRS.2003.811693
- Richards, J. A., & Jia, X.** (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis* (4. Baskı b.). Berlin: Springer.
- Ridd, M. K., & Liu, J.** (1998). A Comparison of Four Algorithms for Change Detection in an Urban Environment. *Remote Sensing of Environment*, 63(2), 95-100. doi:10.1016/S0034-4257(97)00112-0
- Rogan, J., & Chen, D.** (2004). Remote Sensing Technology for Mapping and Monitoring Land-Cover and Land-Use Change. *Progress in Planning*, 61(4), 301-325. doi:10.1016/S0305-9006(03)00066-7
- Sabins, F. F.** (1987). *Remote Sensing: Principles and Interpretation* (2 b.). New York: W.H. Freeman and Company.
- Sabins, F. F.** (1997). *Remote Sensing: Principles and Interpretation* (3. Baskı b.). W.H. Freeman and Company.
- Sangram, P., Kesari, V., & Priyanka, T.** (2017). Data mining algorithms for land cover change detection: a review. *Sadhana Academy proceedings in Engineering*(42), 2018-2097. doi:10.1007/s12046-017-0751-4
- Sanli, F. B., Kurucu, Y., & Esetlili, M. T.** (2009). Determining Land Use Changes by Radar-Optic Fused Images and Monitoring Its Environmental Impacts in Edremit Region of Western Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 151, 45-58. doi:10.1007/s10661-008-0248-z
- Schneider, A., & Woodcock, C. E.** (2008). Compact, Dispersed, Fragmented, Extensive: A Comparison of Urban Growth in Twenty-five Global Cities using Remotely Sensed Data, Pattern Metrics and Census Information. *Urban Studies*, 45(3), 659-692. doi:10.1177/0042098007087340

- Schneider, A., Friedl, M. A., & Potere, D.** (2010). Mapping urban areas globally using MODIS 500m data: New methods and datasets based on urban ecoregions. *Remote Sensing of Environment*, 1733-1746. doi:10.1016/j.rse.2010.03.003
- Schowengerdt, R. A.** (1997). *Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing* (2. Baskı b.). San Diego: Academic Press.
- Söylemez, E., Demiröz, İ., & Kubat, A. S.** (2018). Jansen Planı'nın Ankara Kentinin Gelişimi ve Kentin Çeper-Kuşak Alanlarına Etkisi. *Uluslararası Jansen ve Ankara Sempozyumu*. Ankara: Uluslararası Jansen ve Ankara Sempozyumu.
- Stefanov, W. L., Ramsey, M. S., & Christensen, P. R.** (2001). Monitoring urban land cover change:. *Remote Sensing of Environment*, 173-185.
- Story, M., & Congalton, R. G.** (1986). Accuracy assessment: A user's perspective. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 52, 397-399.
- Sunar, F.** (2011). Uzaktan Algılama. *Uzaktan Algılama*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Todd, W. J.** (1977). Urban and Regional Land Use Change Detected by Using Landsat Data. *Journal of Research of the U.S. Geological Survey*, 5(5), 529-534. doi:10.3133/70112341
- Topaloğlu, R. H., Sertel, E., & Musaoğlu, N.** (2016). Assessment of Classification Accuracies of Sentinel-2 and Landsat-8 Data for Land Cover / Use Mapping. *ISPRS Congress, xli-b8*. Prag.
- Tubitak.** (2013, Ekim 29). Dalga Nedir? Dalgaların Özellikleri Nelerdir? *Bilimgenç*. (TUBİTAK, doi:https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/elektromanyetik_dalga.jpg
- Turner, B., W.C., C., Kates, R., F., R. J., Mathews, J. T., & B., M. W.** (1990). *The Earth as transformed by human action: global change and regional changes in the biosphere over the past 300 years*. Cambridge: Cambridge University Basım.
- Uddin, Z., Hassan, M., Almogren, A., Md., Z., Fortino, G., & Torresen, J.** (2017). A Facial Expression Recognition System Using Robust Face Features from Depth Videos and Deep Learning. *Computers & Electrical Engineering*. doi:10.1016/j.compeleceng.2017.07.002
- Ulbricht, K. A., & Heckendorff, W. D.** (1998). Satellite Images for Recognition of Landscape and Land Use Changes. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 53(4), 235-243. doi:10.1016/S0924-2716(98)00006-9
- United States Geological Survey.** (2025). *Earth Explorer*. Erişim: 05 Mayıs 2025, https://earthexplorer.usgs.gov/
- Urfalı, N. E.** (2006). *Bakırçay Deltası ve çevresinin doğal ve kültürel kaynak potansiyelinin uydu verileri ile belirlenmesi üzerine araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- USIMP.** (2019). *Üniversite Sanayi İşbirliği Merkezleri Platformu*. Erişim: 27 Nisan 2025, https://www.usimp.org.tr/tr/sayfa/icerik/ankara-ivedik-osb-85utm
- Usman, B.** (2013). Satellite Imagery Land Cover Classification using K-Means Clustering Algorithm: Computer Vision for Environmental Information Extraction. *Elixir Journal of Computer Science and Engineering*, 18671-18675.
- Vicente-Serrano, S. M., Perez-Cabello, F., & Lasanta, T.** (2008). Assessment of radiometric correction techniques in analyzing vegetation variability and

- change using time series of Landsat images. *Remote Sensing of Environment*, 112, 3916–3934. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rse.2008.05.002>
- Wang, F.** (1990). Fuzzy supervised classification of remote-sensing images. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28, 194–201. doi:10.1109/36.46698
- Wilson, E. H., & Sader, S. A.** (2002). Detection of forest harvest type using multiple dates of Landsat TM imagery. *Remote Sensing of Environment*, 80, 385–396. doi:10.1016/S0034-4257(01)00318-2
- Wilson, M. J., & Oreopoulos, L.** (2013). Enhancing a simple MODIS cloud mask algorithm for the Landsat Data Continuity Mission. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 51, 723–731. doi:10.1109/TGRS.2012.2203823
- Wulder, M. A., White, J. C., Goward, S. N., Masek, J. G., Irons, J. R., Herold, M., . . . Woodcock, C. E.** (2008). Landsat continuity: Issues and opportunities for land cover monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 112(3), 955–969. doi:10.1016/j.rse.2007.07.004
- Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, R., Tang, C., Liang, Y., & Huang, Z.** (2006). Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*, 75(1-2), 69–80. doi:10.1016/j.landurbplan.2004.12.005
- Xu, M., Watanachaturaporn, P., Varshney, P. K., & Arora, M.** (2005). Decision Tree Regression for Soft Classification of Remote Sensing Data. *Remote Sensing of Environment*, 97, 322–336. doi:10.1016/j.rse.2005.05.008
- Yang, C.-C., Prasher, S., Enright, P., Madramootoo, C., Burgess, M., Goel, P. K., & Callum, I.** (2003). Application of Decision Tree Technology for Image Classification using Remote Sensing Data. *Agricultural Systems*, 76, 1101–1117. doi:10.1016/S0308-521X(02)00051-3
- Yang, X., & Liu, Z.** (2005). Use of Satellite-derived Landscape Imperviousness Index to Characterize Urban Spatial Growth. *Computers, Environment, and Urban Systems*, 29, 524–540. doi:10.1016/j.compenvurbsys.2005.01.005
- Yang, X., & Lo, C.-P.** (2002). Using a Time Series of Satellite Imagery to Detect Land Use and Land Cover Changes in the Atlanta, Georgia Metropolitan Area. *International Journal of Remote Sensing*, 23(9), 1775–1798. doi:10.1080/01431160110075802
- Yomralıoğlu, T.** (2005). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar Ve Uygulamalar* (5. Baskı b.). Trabzon: Akademi Kitabevi.
- Zhang, J., & Foody, G. M.** (1998). A Fuzzy Classification of Sub-urban Land Cover from Remotely Sensed Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 2721–2738. doi:10.1080/014311698214479
- Url-1**<<https://www.ankara.bel.tr/>> erişim tarihi 01.05.2025.
- Url-2**<<https://www.ktb.gov.tr/yazdir?67927A2F4D87EE98FC9D090954FDF53F>> erişim tarihi 01.05.2025.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Melek HOROZ

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2020, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN SUNUM:

- **Horoz M., & Alganci U.** (2025). Determining the Relationship Between Zoning Plans and Urban Development Using Remote Sensing Methods: A Case Study of Ankara. *Turkish Journal of Engineering*, (*accepted for publication*)