

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ARAZİ
ÖRTÜSÜ DEĞİŞİM ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan YILMAZ

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

MAYIS 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ARAZİ
ÖRTÜSÜ DEĞİŞİM ANALİZİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Sercan YILMAZ
(705191013)**

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sedef KENT PINAR

MAYIS 2023

İSTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**CLASSIFICATION OF LANDSAT SATELLITE IMAGES AND ANALYSIS OF
LAND COVER CHANGE**

MASTER'S THESIS

**Sercan YILMAZ
(705191013)**

Communication Systems

Satellite Communication and Remote Sensing

Thesis Advisor: Prof. Dr. Sedef KENT PINAR

MAY 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 705191013 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Sercan YILMAZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİM ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Sedef KENT PINAR**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Mesut KARTAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üye. Serdar KARGIN
İstanbul Arel Üniversitesi

Teslim Tarihi : 8 Mayıs 2023
Savunma Tarihi : 12 Nisan 2023



ÖNSÖZ

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca ve tez çalışmam süresince bana her daim yardım eden ve desteklerini esirgemeyen değerli hocam Sayın Prof. Dr. Sedef Kent Pınar'a en derin saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Aynı şekilde tez çalışmam boyunca beni motive eden, enerjimi pozitif anlamda yükseltmemi sağlayan sevgili anneme, babama, tüm aileme ve tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak kendimi geliştirmem için moralimin düştüğü zamanlarda bana moral veren, yardımlarını hiç esirgemeyen sevgili eşim Fatma Dokumacı Yılmaz'a teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2023

Sercan Yılmaz
(Elektronik Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	viii
SEMBOLLER	x
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiv
ÖZET.....	xvi
SUMMARY	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Uzaktan Algılama ve Temel Esasları	3
2.1.1. Elektromanyetik enerji	4
2.1.2. Atmosferik etkiler	4
2.1.3. Nesnelerin spektral özellikleri	5
2.1.4. Algılayıcılar	5
2.2. Uzaktan Algılamada Çözünürlük	6
2.3. Uydu Sistemleri.....	6
2.3.1. Uydu yörüngeleri	7
2.3.2. Landsat uydularının spektral özellikleri	9
2.3.3. Algılayıcılar ve özellikleri	9
2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri	13
2.5. Dijital Veri İşleme	16
2.5.1. Raster görüntü verisi	16
2.5.2. Görüntü mozaikleme	16
2.6. Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)	18
2.7. Piksel Tabanlı Sınıflandırma	19
2.7.1. Kontrolsüz sınıflandırma.....	19
2.7.2. Kontrollü sınıflandırma.....	20
2.7.3. Maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi	23
2.8. Nesne Tabanlı Sınıflandırma.....	24
2.9. Doğruluk Analizi.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Çalışma Alanı	27
3.2. Materyal	28
3.3. Yöntem	29
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI	31
4.1. Uydu Görüntülerinin Elde Edilmesi.....	31
4.2. Verilerin Aktarılması.....	32
4.3. Uydu Görüntülerinin Merge ve Clip Edilmesi	35
4.4. Band Birleştirme	38
4.5. Band kombinasyonları.....	41
4.6. Örnekleme Noktalarının Alınması	43

4.7. Piksel Tabanlı Kontrollü Sınıflandırma.....	44
4.8. Maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi.....	44
4.9. Alan Hesabı ve Doğruluk Analizi	47
4.10. Arazi Örtüsü Değişim Analizi	49
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	51
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ	55



KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi bilgi sistemleri
RGB	: Kırmızı, Yeşil, Mavi (Red, Green, Blue)
GD	: Genel Doğruluk
NDVI	: Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi
EM	: Elektromanyetik
TM	: Thematic Mapper
OLI	: Operational Land Imager
TIRS	: Thermal Infrared Sensor
ETM	: Enhanced Thematic Mapper
N	: Tüm kategorilerdeki örnek sınıfların toplamı
MLC	: Maximum Likelihood Classification
USGS	: United States Geological Survey
MSS	: Multispectral Scanner



SEMBOLLER

κ : Kappa Katsayısı

Σx_{ij} : Doğru sınıflandırılmış örnek sayısı

$\Sigma (x_i + x + j)$: Her kategorideki hata matrisinin satır ve sütunlarının toplamı





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Landsat 5 TM uydusu teknik özellikleri.....	11
Çizelge 2.2 : Landsat 5 TM uydusu görüntüleme özellikleri.....	11
Çizelge 2.3 : Landsat 7 ETM+ uydusu teknik özellikleri.....	12
Çizelge 2.4 : Landsat 7 ETM+ uydusu görüntüleme özellikleri.....	12
Çizelge 4.1 : Landsat TM 4-5 uydusu bandlarının kullanım amaçları.....	39
Çizelge 4.2 : Landsat 8 uydusu bandlarının kullanım amaçları.....	40
Çizelge 4.3 : Landsat TM 4-5 uydularında kullanılan RGB band kombinasyonları....	42
Çizelge 4.4 : Landsat-8 uydularında kullanılan RGB band kombinasyonları.....	42
Çizelge 4.5 : 1990 yılı uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında alınan örneklemeler..	43
Çizelge 4.6 : 2021 yılı uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında alınan örneklemeler..	43
Çizelge 4.7 : 1990 ve 2021 yıllarına ait sınıflandırmada alan hesabı.....	47
Çizelge 4.8 : 1990 ve 2021 yıllarına ait uydu görüntülerinde doğruluk analizi.....	48
Çizelge 4.9 : 1990 ve 2021 yıllarına ait arazi örtüsü değişim analizi.....	49



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : LANDSAT uydularının çalışma süreleri.....	7
Şekil 2.2 : Kepler kanununa göre uydu yörüngeleri.....	8
Şekil 2.3 : Kutupsal ve ekvatorial yörüngeler.....	8
Şekil 2.4 : Dijital raster görüntüsü (8x8 piksel).....	16
Şekil 2.5 : Çoklu uydu görüntüsü mozaikleme katmanları.....	17
Şekil 2.6 : Mozaik görüntü.....	18
Şekil 2.7 : Görüntü sınıflandırma aşamaları.....	19
Şekil 2.8 : Kontrollü sınıflandırma.....	20
Şekil 2.9 : Kontrollü sınıflandırmada kullanılan yardımcı veriler.....	21
Şekil 2.10 : Kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanan uydu görüntüsü.....	22
Şekil 2.11 : Maksimum olabilirlik yöntemi.....	23
Şekil 2.12 : Hata matrisi.....	25
Şekil 3.1 : Manavgat ilçesi çalışma alanına ait uydu görüntüsü.....	27
Şekil 3.2 : Manavgat nüfusunun yıllara göre artış grafiği.....	28
Şekil 3.3 : Çalışma yöntemine ait akış diyagramı.....	30
Şekil 4.1 : USGS Earth Explorer sayfasından indirilen uydu görüntüsü.....	31
Şekil 4.2 : Manavgat İlçesi'ne ait shapefile'in QGIS uygulamasına aktarılması.....	32
Şekil 4.3 : 1990 yılına ait uydu görüntülerinin QGIS uygulamasına aktarılması.....	33
Şekil 4.4 : 2021 yılına ait uydu görüntülerinin QGIS uygulamasına aktarılması.....	34
Şekil 4.5 : Uydu görüntülerinin birleştirilmesi(merge edilmesi).....	36
Şekil 4.6 : Uydu görüntülerinin kesilmesi(clip edilmesi).....	37
Şekil 4.7 : QGIS üzerindeki uydu görüntülerinde band birleştirme işlemi.....	41
Şekil 4.8 : 1990 yılına ait kontrollü sınıflandırma görüntüsü.....	45
Şekil 4.9 : 2021 yılına ait kontrollü sınıflandırma görüntüsü.....	46



LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİM ANALİZİ

ÖZET

Günümüzde dünyanın büyük bir kısmı uzaktan algılama ile farklı spektral bölgelerde eş zamanlı olarak gözlemlenmekte ve temin edilen veriler birçok çalışma alanında kullanılmaktadır.

En yaygın olarak kullanılan çalışma alanlarından biri de arazi örtüsünün analiz edilerek kentsel gelişimin izlenmesidir. Kentsel gelişim sonucunda arazi örtüsündeki değişimin belirlenmesi ile çok zamanlı uydu görüntü verileri ile zaman içindeki kentsel değişimin izlenmesi mümkündür. Kentsel gelişimin izlenmesi için farklı değişim tespit yöntemleri mevcuttur.

En yaygın yöntemlerden biri verilerin sınıflandırılması ve sınıflandırma sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Arazi kullanımının yönetilebilmesi, planlanabilmesi, tasarlanabilmesi ve onarılabilmesi için arazi örtüsü tanınmalı ve kullanılan alanlar bilinmelidir. Arazi kullanımı/arazi örtüsü haritaları oluşturmak için uzaktan algılama tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde farklı tarihlerde çekilmiş uydu görüntülerinin sınıflandırma sonuçları karşılaştırılarak arazi örtüsü değişimi belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada çalışma alanı olarak Antalya Manavgat ilçesi belirlenmiştir. Çalışma alanının 1990 yılındaki Landsat 4-5 TM uydu görüntüsü ve 2021 yılındaki Landsat-8 uydu görüntüsü sınıflandırılarak 1990 ve 2021 yıllarına ait arazi kullanım/arazi örtüsü haritaları elde edilmiştir. Her iki görüntüye de denetimli sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. 1990 ve 2021 görüntüleri için sırasıyla %96,7 ve %94,4 doğruluk bulunmuştur.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıyla oluşturulan arazi kullanım/arazi örtüsü haritalarının analizi yapılarak arazi örtüsünün zaman içindeki değişimi incelenmiştir.



CLASSIFICATION OF LANDSAT SATELLITE IMAGES AND ANALYSIS OF LAND COVER CHANGE

SUMMARY

Today, a large part of the earth is observed simultaneously in different spectral regions with remote sensing and the data obtained are used in many application areas.

One of the most widely used application areas is the monitoring of urban development by analyzing the land cover. Monitoring urban change over time with multi-time satellite image data is possible by determining the change in land cover / use as a result of urban development. Different change detection methods are available for monitoring urban development.

One of the most common method is classification of the data and comparison of the classification results. The land cover must be recognized and the used areas must be known so that the land use can be managed, planned, designed and repaired. Remote sensing technique is widely used to create land use / land cover maps. In this method, the land cover change can be determined by comparing the classification results of satellite images taken on different dates.

Land cover indicates the physical materials covering the surface of the Earth. It refers to distribution of the surface that covers the ground such as water, bare soil, urban areas, vegetation etc. Land cover can refer to surface properties of natural objects such as seas and forests or man-made structures such as urban areas and agricultural areas [1].

Land cover features of a particular area are the results of some outcomes related to nature and socio-economic status of that area. Therefore, information about land cover is crucial to plan and apply land use programs. These programs aim to satisfy human needs and environmental well-being. Land cover information also helps observing the changes at surface in time. Land cover change plays a critical role observing the alterations in land use and climate change as well as needs of the public.

Land cover change occurs mainly by land use. However, land use does not mean only land degradation. There are some reasons that affects climate and biodiversity including water use, urbanization, air pollution [2]. In order to maintain sustainable managing operations, land cover change detection is very important. Because, landscape changes are becoming very rapid and are affecting the ecosystems in the nature [3]. Understanding the land cover patterns provides a comprehensive data of specific region. This data is primary part of the decision making, management and monitoring programs of local or national organizations and authorities. In addition, governments and researchers use land cover change information to define natural sources [4].

For land cover detection, satellite remote sensing data is very useful [5]. High resolution satellite imagery has been widely utilized in latest times for urban ground structure analysis and natural resource tracking as it is feasible to distinguish between numerous ground structures of the earth thanks to high spatial and temporal resolution [6].

Geographical Information System (GIS) methods allow to acquire detailed mapping of land cover. Implementing GIS to remote sensing data makes land cover detection faster and more precise [7]. Development of high-resolution satellite images and advancement of image processing and GIS methods, observing land cover patterns have become more popular.

Extensive number of studies have been conducted by researchers to analyze land cover change detection with remote sensing data [8,9]. Moreover, these studies have investigated the importance of pre-processing steps such as radiometric calibration, data extraction, and post-processing steps such as classification, cross tabulation.

There are lots of Landsat remote sensing data have been gathered in last three decades. In addition, many of them are open to public and used by many researchers.

Manavgat is the second biggest district in Antalya. It has area of 2283 km² and a population of 245.740 thousand at 2022. There is a significant population growth and urbanization in Manavgat.

Therefore, land cover change detection of Manavgat is significant to make effective plans about urbanization and resources. There are previous studies investigating land cover changes of Manavgat.

This study aims to investigate land cover change of Manavgat analyzing Landsat images in 1990 and 2021. In order to process Landsat images and conduct supervised classification, QGIS software was used. Performance of GIS technique and classification methods were tested.

In this study, Istanbul Antalya Manavgat town was determined as the study area. Landsat 4-5 TM satellite image of the study area in 1990 and Landsat-8 satellite image in 2021 were classified and land use / land cover maps for 1990 and 2021 were obtained. Supervised classification process was applied to the both images. 96.7% and 94.4% accuracy were found for 1990 and 2021 images, respectively.

The land cover change over time is examined by making the analysis of the of land use / land cover maps created by classifying the satellite images.



1. GİRİŞ

Arazi örtüsü, Dünya'nın yüzeyini kaplayan su, çıplak toprak, kentsel alanlar, bitki örtüsü vb. alanlar gibi fiziksel malzemeleri gösterir [1].

Belirli bir alanın arazi örtüsü özellikleri, o alanın doğası ve sosyo-ekonomik durumu ile ilgili bazı sonuçların sonucudur. Bu nedenle, arazi örtüsü hakkında bilgi, arazi kullanım programlarının planlanması ve uygulanması için çok önemlidir. Bu programlar, insan ihtiyaçlarını ve çevresel refahı karşılamayı amaçlamaktadır. Arazi örtüsü bilgisi aynı zamanda zaman içinde yüzeydeki değişimlerin gözlemlenmesine de yardımcı olur. Arazi örtüsü değişimi, arazi kullanımındaki değişimler ve iklim değişikliği ile halkın ihtiyaçlarının gözlemlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Arazi örtüsü değişimi esas olarak arazi kullanımı ile gerçekleşir. Ancak arazi kullanımı sadece arazi bozulması anlamına gelmemektedir. İklimi ve biyoçeşitliliği etkileyen su kullanımı, kentleşme, hava kirliliği gibi bazı nedenler vardır [1]. Sürdürülebilir yönetim operasyonlarını sürdürmek için, arazi örtüsü değişikliği tespiti çok önemlidir. Çünkü peyzaj değişiklikleri çok hızlı hale gelmekte ve doğadaki ekosistemleri etkilemektedir. Arazi örtüsü modellerini anlamak, belirli bir bölgeye ilişkin kapsamlı bir veri sağlar. Bu veriler, yerel veya ulusal kuruluşların ve yetkililerin karar alma, yönetim ve izleme programlarının birincil parçasıdır. Ek olarak, hükümetler ve araştırmacılar, doğal kaynakları tanımlamak için arazi örtüsü değişim bilgilerini kullanırlar.

Arazi örtüsü tespiti için uydu uzaktan algılama verileri oldukça kullanışlıdır. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri, yüksek mekansal ve zamansal çözünürlük sayesinde yeryüzünün sayısız zemin yapısını ayırt etmek mümkün olduğundan, kentsel zemin yapısı analizi ve doğal kaynak takibi için son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır [1].

Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yöntemleri, arazi örtüsünün ayrıntılı haritalandırılmasını sağlar. CBS'yi uzaktan algılama verilerine uygulamak, arazi örtüsü tespitini daha hızlı ve daha kesin hale getirir. Günümüzde yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin daha fazla geliştirilmesi için görüntü işleme ve CBS yöntemlerinin ilerlemesi, arazi örtüsü görüntülerinin gözlemlenmesi popüler hale gelmiştir.

Araştırmacılar tarafından uzaktan algılama verileriyle arazi örtüsü değişikliği tespitini analiz etmek için çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmalar, radyometrik kalibrasyon, veri çıkarma gibi ön işleme adımlarının ve sınıflandırma, çapraz tablolama gibi işlem sonrası adımların önemini araştırmıştır.

Son otuz yılda toplanan çok miktarda Landsat uzaktan algılama verisi vardır. Ayrıca bu verilerin birçoğu halka açıktır ve birçok araştırmacı tarafından kullanılmaktadır. Çok zamanlı Landsat görüntülerini kullanan Yuan ve arkadaşları 1986 ve 2002 yılları arasında Minnesota'daki arazi örtüsü değişimini gözlemlemek için bir yöntem tasarlamıştır. Adepoju ve arkadaşları 1984 Landsat TM ve 2000 Landsat ETM verilerini kullanarak büyük şehir Lagos'ta kentleşme için çalışmıştır. Rogan ve arkadaşları çok zamanlı Landsat TM verilerini kullanarak sınıflandırma ağaçlarıyla San Diego County'deki arazi örtüsü değişikliğini araştırmıştır. Alam ve arkadaşları 1992, 2001 ve 2015 yıllarında Keşmir vadisinin Landsat görüntülerini kullanarak arazi kullanımını araştırmıştır.

Antalya'nın Manavgat ilçesi, Antalya İli'nin en büyük ikinci ilçesidir ve yüzölçümü 2283 km² 'dir. Manavgat Şelalesi ve Manavgat Irmağı bu ilçede bulunmaktadır. İlçe'nin nüfusu 242.490 (2020 sayımı) olarak belirlenmiştir. İlçe merkezinin 2008 nüfusu 76.605, 2012 nüfusu ise 99.254'tür.

Antalya'da önemli bir nüfus artışı ve kentleşme yaşanmaktadır. Bu nedenle, Antalya'nın arazi örtüsü değişiminin tespiti, kentleşme ve kaynaklarla ilgili etkin planlamalar yapmak için önemlidir.

Bu çalışma, 1990 ve 2021 yıllarındaki Landsat uydu görüntülerini analiz ederek Manavgat'ın arazi örtüsü değişimini incelemeyi amaçlamaktadır.

Landsat görüntülerini işlemek ve kontrollü sınıflandırma yapmak için QGIS yazılımı kullanılmıştır. CBS tekniğinin performansı ve sınıflandırma yöntemleri test edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Arazi örtüsü; dünya yüzeyinin tüm özelliklerine sahip olan sürekli alan olarak tanımlanır. İnsanlık tarihinin varlığının ilk gününden itibaren yapılan tüm çalışmaların toprak örtüsü üzerinde olduğu bilinmektedir. İnsanlar tarafından yürütülen tarımsal çalışmalar da bu yüzeyde gerçekleştirilmiştir ve arazi örtüsü tarafından sunulan kaynaklara bağlıdır.

2.1. Uzaktan Algılama ve Temel Esasları

Uzaktan algılama, bir nesne hakkında onunla doğrudan temas etmeden bilgi edinme tekniği olarak tanımlanır [2].

Uzaktan algılama, yeryüzünün doğal veya yapay nesneleri hakkında bilgi edinme ve nesnelerle fiziksel temas etmeden, Dünya'dan belirli bir mesafede, uzayda veya atmosferde hareket eden uydulara yerleştirilen ölçüm aletleriyle değerlendirme tekniğidir [2]. Uzaktan algılamada, uydularda taşınan sensörler ile yapılan gözlem ve ölçümler dikkate alınarak toplanan veriler, uzaktan algılama sistemlerinde ölçülerek elde edilir.

Uzaktan algılamanın temel bileşenleri:

1. Enerji kaynağı: Uzaktan algılamanın ilk şartı, hedefe elektromanyetik enerji sağlayacak bir enerji kaynağına sahip olmaktır.

2. Radyasyon ve atmosfer: Enerji, kaynaktan Dünya'ya ve Dünya'dan sensöre giderken atmosferle etkileşime girer.

3. Hedefle etkileşim: Atmosferden geçen elektromanyetik enerji, hedefin yansıtıcılık özelliklerine bağlı olarak hedefle etkileşime girer.

4. Enerjinin sensör tarafından kaydedilmesi: Elektromanyetik radyasyonu toplamak ve kaydetmek için bir sensöre ihtiyaç vardır.

5. İletim, bilgi edinme ve işleme: Sensör tarafından kaydedilen enerji, görüntülerin işlenmesi için alıcı istasyonlarına iletilir.

6. Yorumlama ve analiz: Hedef hakkında yüksek doğruluklu veriler ve bilgiler elde etmek için görüntüler analiz edilir ve yorumlanır.

7. Uygulama: Uydu teknolojisi sayesinde elde edilen görüntülerin, Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegre olan bazı platformlarda işlenerek ve analiz edilerek yüksek doğruluklu verilerin elde edilmesi sürecidir.

Uzaktan algılama tekniğinde yeryüzünden yansıyan ve yayılan enerjinin algılanması, kaydedilmesi, işlenmesi ve analiz edilmesi gibi işlemler kolaylıkla yapılabilmektedir. Uydu görüntüleri, uydular ve uçaklar üzerinde taşınan cihazlar veya algılayıcılar kullanılarak elde edilirler. Nesnelerden yayılan ve yansıyan elektromanyetik enerji ile yüksek doğruluklu verilerin elde edilmesi, uzaktan algılama ve uydu sistemlerinin kullanımında avantajlar sağlamaktadır. Uzaktan algılama tekniğinin uygulanması dört temel ilkeye dayanmaktadır [2]. Bunlar; atmosferik etkiler, elektromanyetik enerji, nesnelerin spektral özellikleri ve sensörlerin spektral özellikleridir.

2.1.1. Elektromanyetik enerji

Uzaktan algılamada, yeryüzündeki cisimleri tespit edebilmek için enerji kaynağına sahip olmak gerekir ve kullanılan en önemli enerji kaynağı Güneş'tir. Elektromanyetik enerji, elektromanyetik dalgalar şeklinde Dünya'ya ulaşır. Güneş enerjisi Dünya'ya elektromanyetik dalgalar şeklinde ulaşır. Bu enerji elektromanyetik radyasyon biçimindedir. Uzaktan algılamada enerjinin radyasyonla taşınması elektromanyetik radyasyon olarak ifade edilir.

2.1.2. Atmosferik etkiler

Güneş'ten Dünya'ya gelen ışınlar, yoğun bir atmosfer katmanından geçer ve geçiş esnasında bazı değişikliklere uğrarlar.

Atmosferden geçerek Dünya'ya ulaşan Güneş ışınlarının bir kısmı emilir, bir kısmı yansılır ve atmosferden geçen ışınlar sensöre ulaşır.

Atmosferik etkiler iki şekilde ortaya çıkar: enerjinin emilmesi ve saçılması. Saçılma, atmosferdeki parçacıklardan gelen radyasyonun yansıması veya kırılması ile gerçekleşir.

2.1.3. Nesnelerin spektral özellikleri

Atmosfer, Güneş'ten Dünya'ya gelen elektromanyetik enerjinin bazı kısımlarını emerken, bazı kısımlarının dünya'ya geçmesine izin verir. Elektromanyetik spektrumun atmosferden fazla emilmeden geçen kısımlarına atmosferik pencereler denir. Başka bir deyişle, atmosferik pencereler elektromanyetik spektrumun radyasyonun geçmesine izin veren kısımlarıdır.

Uzaktan algılamada, nesnenin dalga boyu ve sıcaklığının yanısıra enerji miktarı da önemlidir. Katı, sıvı veya gaz halindeki nesnelerle temas eden elektromanyetik enerji yoğunluk, yön, dalga boyu ve faz farkı açısından birçok değişikliğe uğrar. Uzaktan algılamadaki bu değişiklikleri belirleyerek, bu işlemde elde edilen görüntüler ve veriler, kaydedilen elektromanyetik radyasyonda değişikliklere neden olan nesnenin özelliklerini belirlemek için yorumlanır. Uzaktan algılama tekniğinde elde edilen verilerin işlenebilmesi ve analiz edilebilmesi için nesnelerin spektral özellikleri hakkında bilgi sahibi olunması gerekmektedir.

Bu sebeple, bitki örtüsü, toprak, su ve çalışılan diğer zemin yüzeylerinin spektral özellikleri hakkında bilgi sahibi olunması, uzaktan algılama tekniği ile elde edilen verilerin yüksek doğruluklu analizi ve işlenebilmesi açısından çok önem taşımaktadır.

2.1.4. Algılayıcılar

Uzaktan algılamada sensörler; aktif ve pasif olmak üzere ikiye ayrılırlar. Pasif sistemler, bir enerji kaynağına ihtiyaç duymadan dünya'dan yansıyan doğal kendi enerjisinin veya güneş enerjisinin yansımalarını algılayan sensörlerdir.

Aktif sistemler ise üzerlerindeki enerji kaynağından yaydıkları enerjiyi Dünya'ya iletirler. Geri gönderilen ve yansıyan enerjiyi ölçen sensör sistemleridir. Bu tür sensörlerin güneş enerjisine ve kendisinin haricinde herhangi bir enerji kaynağına ihtiyacı yoktur. Mevsim şartlarından bağımsız olarak günün her saatinde kendi enerjilerini gönderirler ve yansıyan enerjiyi alarak görüntü elde ederler.

2.2. Uzaktan Algılamada Çözünürlük

Uzaktan algılama tekniğinde çözünürlük, elde edilen görüntüdeki piksel sayısı veya görüntüdeki pikselin temsil ettiği dünya alanı olarak tanımlanabilir. Çözünürlük, ayrıntıları ayırt etme gücünü gösterir. Çözünürlük, bir görüntünün en küçük yapı birimi olan pikselin dünya eşdeğerindeki alanıdır ve kaliteyi temsil eder.

Piksel, bir uydu görüntüsünün matrisini elde etmek için ızgara şeklinde küçük yapı birimlerine bölündüğünde oluşan her hücreye denir ve tüm piksellerin oluşturduğu matris dijital görüntü olarak tanımlanmaktadır.

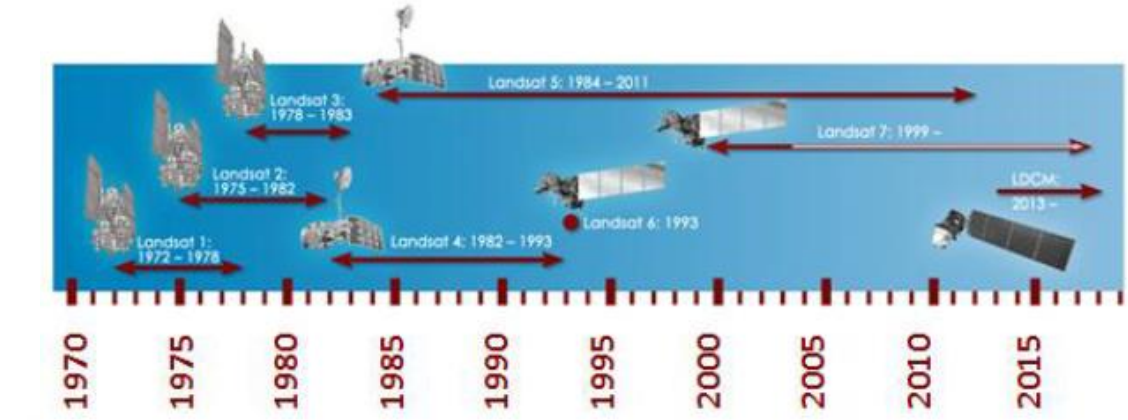
Analog bir görüntünün taranıp bilgi işleme ortamına aktarılmasıyla dijital bir görüntü elde edilebilir veya doğrudan modern çok bantlı tarayıcılar ve bazı elektronik kameralarla elde edilebilir. Elde edilen dijital görüntüler gerçekliği yansıtabilmelidir. Uzaktan algılamada dört farklı çözünürlük kavramı mevcuttur. Bunlar; uzaysal, spektral, radyometrik çözünürlük ve zamansal çözünürlüktür.

2.3. Uydu Sistemleri

Genel olarak bir nesnenin etrafında dönen nesneler olarak adlandırılır. Bu bağlamda Dünya'nın uydusu Ay, Güneş'in uydusu ise Dünya'dır. Doğal uydular olarak isimlendirilen bu uyduların haricinde, insan tarafından Dünya'dan fırlatılarak bir gezegenin etrafında yörüngeye yerleştirilen uydu sistemleri de vardır ve bu sistemlere yapay uydu sistemleri denir. Bugün, Dünya etrafında dönen 920'nin üzerinde uydu sistemi vardır. Farklı amaçlarla uzaya gönderilen, askeri ve sivil amaçlarla kullanılan bu uydu sistemleri, ilk olarak iletişim alanında daha etkin, hızlı ve yüksek kapasiteli sistemler oluşturma çabalarının bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İlk uydunun (SPUTNİK) 1957 yılında uzaya gönderilmesiyle uzay çağı başlamıştır ve uydu sistemleri iletişim dışındaki alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır.

ERTS (Yer Kaynakları Teknolojisi Uydusu) olarak bilinen ilk uzaktan algılama uydusu LANDSAT-1, 23 Temmuz 1972'de uzaya fırlatılmıştır. LANDSAT-2 uydusu 22 Ocak 1975'te, LANDSAT-3 uydusu 5 Mart 1978'de ve LANDSAT-4 uydusu 16 Temmuz 1982 tarihinde yörüngeye konumlandırılmıştır (Şekil 2.1). Bu uydular şu anda aktif değildir. LANDSAT-1,2,3 uydularında RBV (Dönüş ışını Vidicon) kamera sistemi ve MSS (MultiSpektral Tarayıcı) sensörleri bulunmaktadır. Diğer taraftan LANDSAT-4 uydusunda MSS ve TM (Tematik Eşleyici) sensörleri bulunmaktadır.

1 Mart 1984 tarihinde LANDSAT-5 uydusu yörüngeye alınmıştır. LANDSAT-5 uydusunda MSS ve TM sensörleri bulunmaktadır. Bu uydulardan sonra fırlatılan LANDSAT-6 yörüngeye yerleşecek hıza ulaşamadığından dolayı düşmüştür [3].



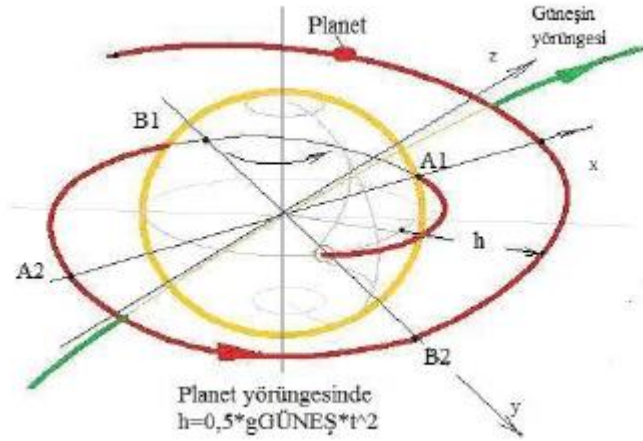
Şekil 2.1 : LANDSAT uydularının çalışma süreleri [3].

15 Nisan 1999'da LANDSAT-7 yörüngeye fırlatılmıştır, 6 Nisan 2022'de bilimsel görevini tamamlamıştır. LANDSAT-7 uydusunda bir ETM (Gelişmiş Tematik Eşleyici) sensörü bulunmaktadır. 11 Şubat 2013 tarihinde son olarak LANDSAT-8, LANDSAT-7'nin yörüngesine dahil edilmiştir. LANDSAT-8 uydusunda OLI (Operasyonel Kara Görüntüleyici) ve TIRS (Termal Kızılötesi Sensör) sensörleri bulunur.

2.3.1.Uydu yörüngeleri

Uzayda bulunan gök cisimleri birbirinin etrafında dönmemektedir. Uzayda bulunan iki farklı nesne ortak bir merkez etrafında dönmektedir. Merkez noktası, kütlesi daha fazla olan nesneye daha yakındır (Kepler yasası) (Şekil 2.2). Daha az kütleyle sahip olan nesne daha fazla hareket etmektedir. Daha fazla hareket eden bu nesneye uydu denir.

Uydu yörüngeleri Kepler'in hareket yasasına göre belirlenir. Gezegenler, merkezinde Güneş olan elips şeklinde olan yörüngeler üzerinde hareket eder. Güneş ve gezegen arasındaki çizgi eşit bir alanı tarar. Nesnenin yörünge periyodunun karesi, yörüngenin eksen uzunluğunun küpü ile doğru orantılıdır.

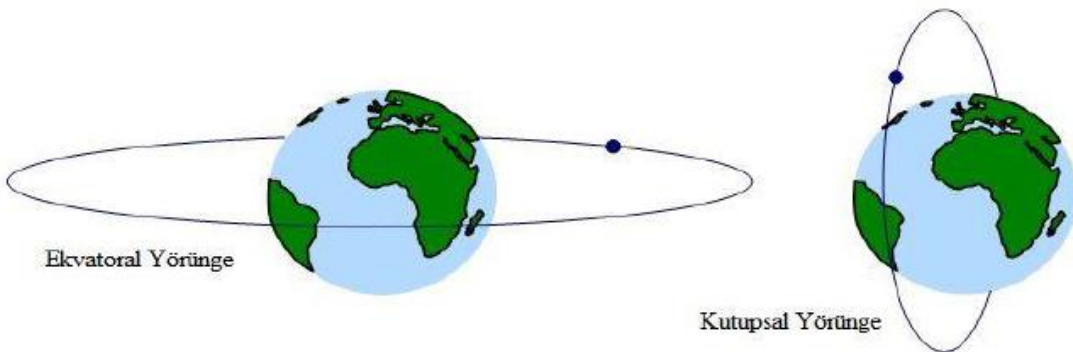


Şekil 2.2 : Kepler yasasına göre uydu yörüngeleri [3].

Yörüngeler, kutupsal yörünge ve ekvatorial yörünge olmak üzere iki çeşittir. Doğal veya yapay uydular, Dünya ve Güneş gibi gök cisimlerinin kuzey ve güney kutuplarından geçerek bir yörünge üzerinde yol izlerler (Şekil 2.3). Kutupsal yörünge, 90 derecelik bir eğim ile ekvatora diktir. Kutup yörüngeleri genellikle haritalama veya Dünya'nın uzaydan gözlemlenmesi için bilimsel ve casus uydular tarafından kullanılmaktadır. Ancak Dünya'daki herhangi bir nokta, kutup yörüngesi üzerinde bulunan aynı uydu tarafından kesintisiz ve sürekli olarak gözlemlenememektedir.

Ekvator yörüngeleri, uydu sistemlerinin ekvator düzlemi içinde yer aldığı yörüngelerdir (Şekil 2.3).

Bu tür uyduların ekvator yörüngesine yerleştirilebilmesi için ekvatora yakın bir noktadan fırlatılmaları gerekir. Ancak bu yörünge, orta ve alçak bir yörünge olması sebebiyle çok fazla tercih edilmemektedir.



Şekil 2.3 : Kutupsal ve ekvatorial yörüngeler [3].

2.3.2. Landsat uydularının spektral özellikleri

Landsat MSS(Multispektral Algılayıcılar) uydusu, Hughes Santa Barbara Araştırma Merkezi tarafından 1969 tarihinde tasarlanan ilk uzaktan algılama uydusudur. Bu uydunun yapımı 1970 tarihinde tamamlanmış ve Yosemite Ulusal Parkı Half Dorne'da test edilmiştir. 1972 tarihinde üretilen ilk Landsat uydusu uzaya fırlatılmıştır. Tasarlanan ilk kuşak Landsat uyduları 3 uydudan oluşmaktadır. Bu uydular Landsat-1-2-3 olarak isimlendirilmektedir ve MSS algılayıcılarını kullanmaktadır.

İkinci kuşak Landsat uyduları ise Landsat 4-5-6 olarak isimlendirilmektedir ve ikinci kuşak Landsat-4 uydusu ilk olarak 1982 tarihinde uzaya fırlatılmıştır. Bu uydular TM(Thematic Mapper) algılayıcılarını kullanmaktadır ancak Landsat-6 uydusu uzaya fırlatıldıktan sonra düşmüştür. Bu uydular, 30m çözünürlüklü 6 adet band ve 120m çözünürlüğe sahip Termal Band'a sahiptir.

Daha sonra NASA tarafından üretilen Landsat-7 uydusu ilk olarak 15 Nisan 1999 tarihinde uzaya fırlatılmıştır ve bu uydu ETM(Enhanced Thematic Mapper) algılayıcısı ile donatılmıştır. Bu uydu, Standart 7 Band'a ek olarak 15m çözünürlüğe sahip pankromatik banda sahiptir.

Landsat-8 uydusu bu serinin NASA tarafından üretilen son uydusudur. Landsat-8 uyduları OLI ve TIRS algılayıcılarını kullanmaktadırlar. Uzaya gönderilen bu uydu, Landsat-7 uydusunun bulunduğu yörüngeye yerleştirilmiştir ve Landsat-8 uydusu 15 ile 100 metre arasında bir orta çözünürlüğe sahiptir.

2.3.3. Algılayıcılar ve özellikleri

MSS (Çoklu Spektral Tarayıcı) Sensörü: MSS, elektromanyetik spektrumun görünür yeşil, görünür kırmızı ve yakın kızılötesi bölgelerinde 8 bit görüntülerle 80 metre uzamsal çözünürlüğe sahip bir algılayıcıdır. Landsat TM (Tematik Eşleyici) adı verilen sensörün spektral ve uzamsal çözünürlük üstünlüğü nedeniyle MSS'ye olan talep azalmıştır.

TM (Tematik Eşleyici) Sensörü: TM, görünür NIR ve SWIR bölgesinde 30m çözünürlüğe sahip 6 bant ve 120m çözünürlüğe sahip termal bant içerir. Landsat 5 TM uydusunun teknik özellikleri Çizelge 2.1 ve Çizelge 2.2'de verilmiştir [4].

ETM (Geliştirilmiş Tematik Eşleyici) Sensörü: Landsat 7, geliştirilmiş Tematik Eşleyici tarayıcıyı taşır. Standart 7 banda ek olarak, 15 metre çözünürlükte bir pankromatik bant eklenmiştir. Ek olarak, termal bandın uzamsal çözünürlüğü 60 metreye düşürülmüştür. Landsat 7 ETM uydularının teknik özellikleri Çizelge 2.3 ve Çizelge 2.4'te verilmiştir [4].

OLI (Operasyonel Kara Görüntüleyici) Sensörü: OLI dokuz spektral bantta veri toplar. Bu dokuz banttan yedisi, önceki Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM sensörlerinde bulunan aralıklara sahiptir, böylece önceki Landsat verileriyle uyumluluk sağlanır.

TIRS (Termal Kızılötesi Sensör) Sensörü: TIRS sensörü, NASA Goddard Uçuş Merkezi tarafından üretilen bir termal görüntüleme sensörüdür ve su regülasyonu için evapotranspirasyon hızı ölçümleri gibi acil durum uygulamalarını destekler. Radyometrik, geometrik ve arazi düzeltmeli 12bit Landsat 8 verisi elde etmek için TIRS verileri OLI verilerine uygun olarak kaydedildi.

Çizelge 2.1 : Landsat 5 TM uydusu teknik özellikleri [4].

Uydu Özelliği	Açıklama
İşletmeci	US Geological Survey(USGS)
Fırlatılma Tarihi	1 Mart 1984
Yörünge Yüksekliği	705 km
Tasarım Ömrü	5 Yıl
Yörünge Özellikleri	Dairesel Yaklaşık Polar Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 derece
Yörünge Periyodu	16 Gün
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8212.5 MHz
Veri İletim Hızı	85 Mbit/sn (TM) 15 Mbit/sn (MSS)
Algılayıcılar	Tematik Haritalayıcı (TM) Çok Spektrumlu Tarayıcı (MSS)

Çizelge 2.2 : Landsat 5 TM uydusu görüntüleme özellikleri [4].

EM Bölge	Bant No ve Spektral Çözünürlük (µm)	Mekansal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük (bit)
Görünür Mavi	1 (0.45-0.52)	30	8
Görünür Yeşil	2 (0.52-0.60)	30	8
Görünür Kırmızı	3 (0.63-0.69)	30	8
Yakın Kızılötesi	4 (0.76-0.90)	30	8
Orta Kızılötesi	5 (1.55-1.75)	30	8
Isıl Kızılötesi	6 (10.4-12.5)	120	8
Orta Kızılötesi	7 (2.08-2.35)	30	8

Çizelge 2.3 : Landsat 7 ETM+ uydusu teknik özellikleri [4].

Uydu Özelliği	Açıklama
İşletmeci	US Geological Survey(USGS)
Fırlatılma Tarihi	15 Nisan 1999
Yörünge Yüksekliği	705 km
Tasarım Ömrü	5-6 Yıl
Yörünge Özellikleri	Polar
	Güneş-Senkronize
Yörünge Eğimi	98.2 derece
Yörünge Periyodu	16 Gün
	8082.5 MHz
Görüntü Taşıyıcı Frekansı	8212.5 MHz
	8342.5 MHz
Veri İletim Hızı	105 Mbit/sn
Algılayıcılar	Gelişmiş Tematik Haritalayıcı (ETM+)

Çizelge 2.4 : Landsat 7 ETM+ uydusu görüntüleme özellikleri [4].

EM Bölge	Bant No ve Spektral Çözünürlük (µm)	Mekansal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük (bit)
Görünür Mavi	1 (0.45-0.52)	30	8
Görünür Yeşil	2 (0.52-0.60)	30	8
Görünür Kırmızı	3 (0.63-0.69)	30	8
Yakın Kızılötesi	4 (0.76-0.90)	30	8
Orta Kızılötesi	5 (1.55-1.77)	30	8
Isıl Kızılötesi	6 (10.4-12.5)	60	8
Orta Kızılötesi	7 (2.08-2.35)	30	8
Pankromatik	8 (0.52-0.90)	15	8

2.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri

Sosyal, çevresel, ekonomik vb. dünyada. kullanıcılara problem çözmede yardımcı olacak coğrafi veriler; Toplama, işleme, depolama, mekansal analiz, sunum ve sorgulama işlevlerini tamamlayan; donanım, personel, yazılım, yöntem ve coğrafi verilerin bütünüdür. CBS, coğrafi koordinatlara sahip verilerin bir bilgi sistemi ortamında depolanmasıdır. Bu verilere "mekansal veri" denir. Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde bu coğrafi veriler görüntülenebilir ve işlenebilir, aynı zamanda veriler arasında çeşitli bağlantılar kurulabilir. Haritalar çoğunlukla Coğrafi Bilgi Sistemlerinde verileri görüntülemek için kullanılmaktadır.

Yine Dale ve Mclaughlin'e (1988) göre CBS, geometrik nesne verilerini basit bir şekilde toplamak, depolamak, kullanmak ve analiz etmek için oldukça verimli bir hesaplama, donanım ve yazılım sistemidir. Bu sistemin en önemli özelliği, hem grafiksel hem de grafiksel olmayan bilgileri aynı veritabanında tutması ve mevcut bilgilerden yeni bilgilerin türetilmesine izin vermesidir. Bu bilgiler bilgisayarda "vektör" veya "raster" biçiminde saklanabilir. Vektör yapılarında depolanan coğrafi veriler, çokgenin çevresini, çizgilerini ve koordinatlarını tanımlayan çizgiler, noktalar veya noktalar olarak depolanır [5]. Coğrafi Bilgi sistemleri;

- Yazılım
- Donanım
- Veriler
- Yöntemler
- İnsanlar da dahil olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır [5].

Verilerin gerçek dünyadaki coğrafi özelliklerle hızlı ve doğru bir biçimde analiz edilerek işlenebilmesi için bilgisayar ortamında modellenmesi gerekmektedir. Analiz için modellemede, CBS'deki gerçek dünya verileri “grafiksel veriler” ve “grafiksel olmayan veriler” olmak üzere ikiye ayrılır.

Grafiksel olmayan veriler, bilgisayar ortamında öznitelik tabloları şeklinde oluşturulur. Coğrafi verilerin; bilgisayar analizi, sorgulama ve görüntüleme için veri modellerine dönüştürülmesi gerekmektedir.

CBS'de kullanılan veriler farklı şekillerde elde edilmektedir. Veriler; alandaki coğrafi araştırmalar fotogrametri, uzaktan algılama, sayısallaştırma veya klasik haritaların taranması gibi yöntemlerle elde edilebilir. CBS'ye veri sağlanmasında uzaktan algılama en önemli yere sahiptir [6]. Uzaktan algılama teknolojisi Raster veri modeli sayesinde raster veri modelinde elde edilen veriler CBS ortamında hızlı ve doğru bir şekilde analiz edilebilmekte ve uygun bir harita üretilebilmektedir. Uzaktan Algılama ve CBS bilimi arasındaki veri ilişkisi göz önüne alındığında, bu yöntemlerin birbirini tamamladığı görülmektedir [6]. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile:

- Veri girişi
- Veri yönetimi: veri arşivleme ve düzeltme
- Veri işleme ve veri analizi
- Veri çıkışı mümkündür.

CBS, coğrafi olarak tanımlanmış sorunlar ve konular hakkında elektronik bir çözüm merkezidir. İşlevsel bir CBS'nin bazı özellikleri; kolay kullanılabilir olmalı, birden fazla uzamsal veri türünü kullanabilmeli, farklı veri girdilerini kabul etmeli, diğer benzer sistemlerle uyumlu olmalı, büyük veri kullanımına uygun olmalı, analitik kullanım araçlarına sahip olmalı ve hızlı bir şekilde analiz yapılabilir olmalıdır.

Coğrafya, farklı yöntem ve teknikleri gelişen teknolojik olanaklarla birleştirerek insan ve doğa arasındaki etkileşimi inceler. Günümüzün teknolojik olanakları, katkılarından en büyüğü CBS'dir. CBS, çeşitli coğrafi referanslı mekansal verileri entegre bir şekilde depolamak, yönetmek, analiz etmek, modellemek, sorgulamak ve çıkarmak için kullanılan bir yazılım, donanım, kullanıcı, yöntem ve coğrafi bilgi bileşenleri sistemidir [7]. Bu veritabanları yönetilerek farklı harita kombinasyonlarının elde edilmesi sağlanır. destekler.

Tematik olarak etkinleştirilmesi CBS haritalama ve mekansal veri depolama Haritalar oluşturmak için kullanılır ve dünya'nın coğrafi unsurlarını belirli bir görsel kapsamda tek tek veya birlikte semboller olarak temsil etmeye yardımcı olur. Bu özelliği ile Coğrafi Bilgi Sistemleri coğrafya bilimine büyük ölçüde yardımcı olmaktadır [7].

CBS, coğrafyacıların kendilerini anlayabildiklerini ve ifade edebildiklerini, teknik imkanların sağladığı kolaylıkla kavisli bir dünyayı nasıl düz kağıda dönüştürebileceklerini, iki veya üç boyutlu arazilerin nasıl modelleneceğini göstermektedir. Ayrıca CBS, yeni konumsal bilgi oluşturmak için mevcut bilgileri kullanarak birden fazla veri katmanını ayrı veri katmanları olarak analiz etme olanağı sağlayan bir araçtır [7]. CBS, Dünya'nın hem insan hem de fiziksel özelliklerini tanımlamak için bir CBS ortamında oluşturulan haritaları kullanır.

CBS teknolojisinin mekansal analizi, simülasyonları ve modellemesi, mevcut CBS teknolojisinde bölgesel ve kentsel planlama, işletme yönetimi veya çevre koruma ile ilgili karmaşık sorunların çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemlerinin tarihi aslında insanın tematik haritalara olan ihtiyacı ile başladı. CBS'nin temelleri, o zamanlar bilgisayar olmamasına rağmen, farklı konuların tematik haritalarının üretimine dayanmaktadır. Bunun en çarpıcı örneği, 1819'da siyah beyaz tonlama ve farklı taramalarda Fransız Pierre Charles Dupin'dir. Dupin'in Fransa'da okuma yazma bilmeme ve eğitimsizliğin dağılımını gösteren haritası cbs'nin temelini oluşturmaktadır [7]. Bulguları, başta Londra olmak üzere dünyanın diğer şehirlerinde atık bertaraf sistemlerinin ve su kaynaklarının geliştirilmesinde kullanılmış ve böylece halk sağlığının iyileştirilmesinde önemli ilerleme kaydedilmesinde önemli bir rol oynamıştır.

CBS'nin günlük yaşamdaki etkinliğinin sürekli artması, bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle olmuştur. 1980'lerden bu yana bilgisayar teknolojisinin yaygın kullanımı, bilgisayar ekranlarında grafik ve haritaların görsel tasarımını kolaylaştırmıştır [7].

Gelişen teknolojik olanaklar CBS'nin işlevselliğini arttırmıştır. Bu sayede sadece bir harita oluşturmaktan fazlasını yapar, verilerin dijital ortamda depolanmasını ve geleneksel yöntemlere göre daha hızlı değerlendirilmesini sağlar.

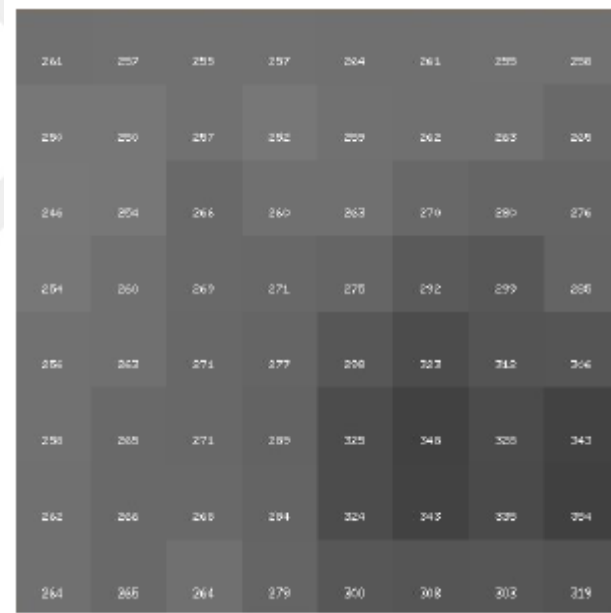
CBS ortamında oluşturulan haritalar bilgisayar ortamında kolaylıkla depolanabilir ve zaman içinde güncellenebilir. Bu da verilerin güncelliğini yitirmesini engellemektedir.

2.5. Dijital Veri İşleme

2.5.1. Raster görüntü verisi

Raster veriler, görüntülerin piksellerden oluşması ve mekansal verilerin hücresel kareler olarak ifade edilmesidir (Şekil 2.4). Görüntüde bulunan piksel sayısı, görüntünün kalitesi ile doğru orantılıdır. Her hücre coğrafi alana bağlı olarak farklı renk değerleri alır ve temsil ettiği coğrafi alanı tanımlar.

Raster hücrelerin boyutu, veri kümesinin çözünürlüğünü ve belirtilen alanın detayını belirtir. Uydu görüntüleri, ortofotolar, hava fotoğrafları, taranan planlar ve her türlü elde edilen görüntü raster formatta çalışmaktadır.

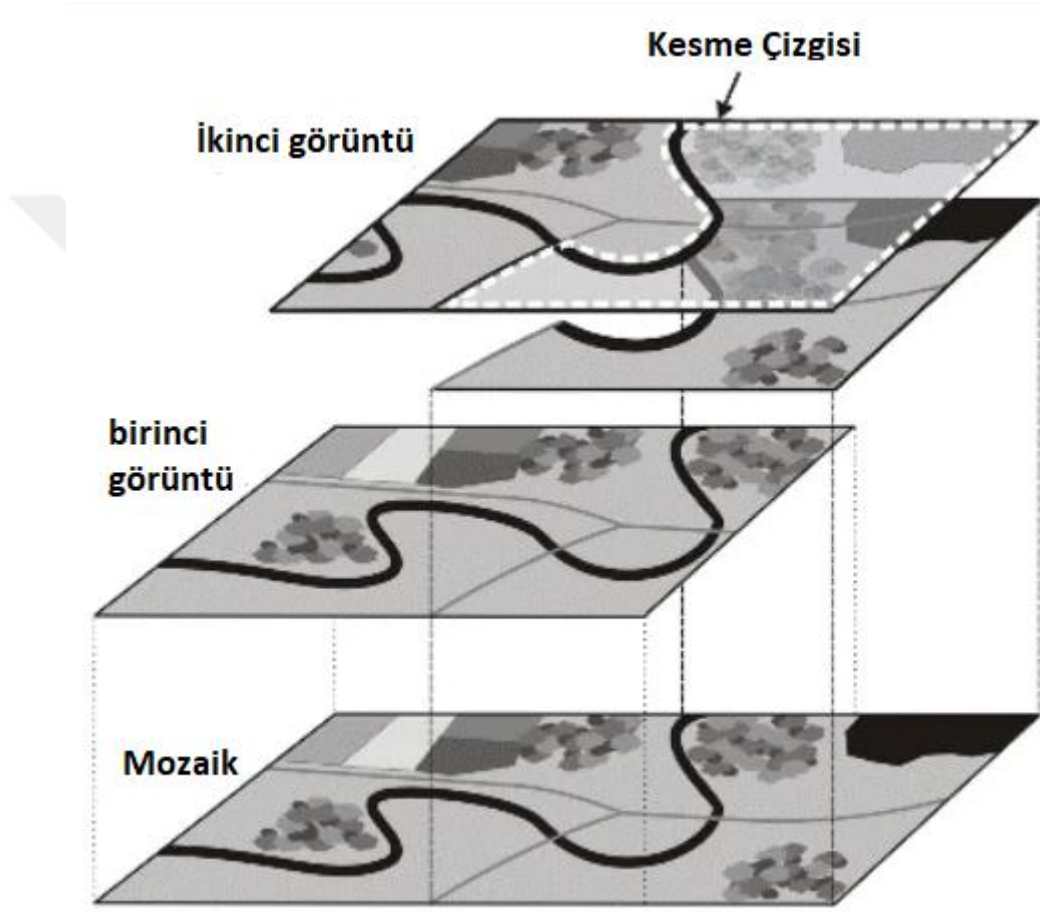


Şekil 2.4 : Dijital raster görüntüsü (8x8 piksel).

2.5.2. Görüntü mozaikleme

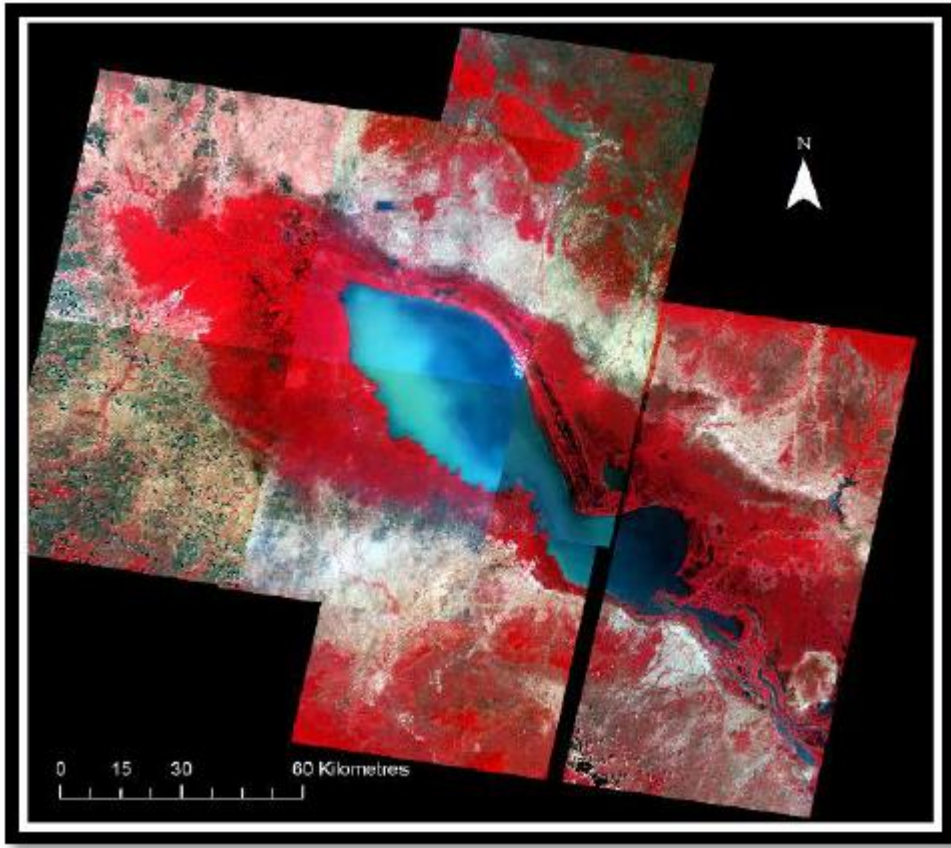
Mozaikleme, aynı bölgeye ait farklı bantlarda elde edilen birkaç raster görüntünün birleştirilmesi ve tek band haline getirilmesi işlemidir. Aydınlatma geometrisindeki, atmosfer koşullarındaki, bakış geometrisindeki ve sensördeki gürültüdeki değişiklikler nedeniyle çoklu uydu görüntülerinde radyometrik düzeltmeler yapılır. Bu problemlerin her biri, sensörün özelliklerine ve algılama sırasındaki koşullara bağlıdır.

Verileri karşılaştırmak için radyasyon ve yansıtma birimleri olarak bilinen verileri değiştirmeye veya kalibre etmeye ihtiyaç vardır. Bu sebeple, farklı tarihlerde sensörler tarafından tespit edilen görüntülerin veya tek bir sensörden aynı aydınlatma koşullarını içeren birden fazla görüntünün (mozaik görüntüler) karşılaştırılması gerekir. Aşağıdaki şekilde çoklu görüntü mozaik katmanları ve seviyeleri gösterilmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Çoklu uydu görüntüsü mozaikleme katmanları.

Aşağıdaki şekilde örnek bir mozaik harita görüntüsü gösterilmektedir (Şekil 2.6). Mozaikleme, tek bir görüntü oluşturmak için üst üste binen birkaç görüntüyü birleştirmektir. Mozağin bir resim kolajı yerine tek bir resim gibi görünmesi için resimlerin birbirine iyi oturması önemlidir.



Şekil 2.6 : Mozaik görüntü.

2.6. Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI)

Raster görüntülerdeki piksellerin, bölerek, çarparak, çıkararak ve birbirine ekleyerek farklı özellikteki alanlara dönüştürülmesine aritmetik band işlemleri denir. Aritmetik band işlemleri uygulanarak raster görüntülerdeki alanların sınıf türüne göre renklendirilerek daha kolay tespit edilebilmesi için spektral indeksler oluşturulmaktadır.

Bitkilerde bulunan klorofil ile bitkiler kızılötesi bölgede yüksek yansıma gösterirler. Bitkilerin farklılaşması, incelenmesi ve analizi, yakın kızılötesi bantlı sensörlerle iyi tespit edilir. Bitki örtüsünün tespitinde en yaygın kullanılan aritmetik bant işlemi normalize bitki örtüsü indeksidir. NDVI değeri matematiksel olarak aşağıdaki denklemle verilir.

$$NDVI = \frac{\text{Yakın Kızıl Ötesi Bant} - \text{Kırmızı Bant}}{\text{Yakın Kızılötesi Bant} + \text{Kırmızı Bant}} \quad (2.1)$$

2.7. Piksel Tabanlı Sınıflandırma

Piksel tabanlı sınıflandırma, raster uydu görüntülerinde bulunan her pikselin renk değerlerinin okunarak ve bu değerlerin komşuluk ilişkilerinin analiz edilerek sınıflandırma yapılması işlemidir.

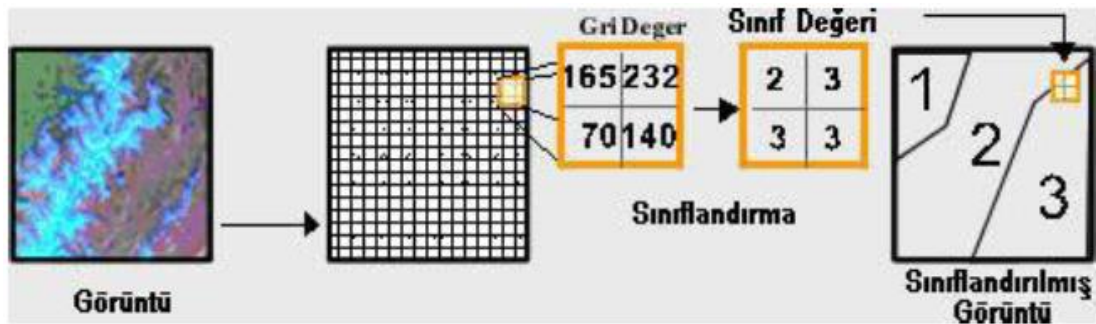
Uydu görüntülerinde sınıflandırma, belirlenen sınıfların kapladığı alanların spektral yansıma değerlerine bakılarak raster görüntüde bulunan nesnelerin özellik gruplarına ayrılması işlemi ile yapılmaktadır. Ayrımcılık veya tanıma sorunu, tespit edilen spektral bantlara göre farklılık gösteren her pikselin sayısal değerleri kullanılarak aşılr [8]. Bu çalışmada, literatürde yaygın olarak kullanılan iki farklı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır.

2.7.1. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, bir kullanıcının çalışması olmadan yalnızca kullanılan uydu görüntüsü analiz yazılımındaki bazı algoritmaların kullanılmasıyla görüntüdeki piksellerin otomatik bir şekilde gruplandırılması ve sınıflandırılmasıdır.

Kontrolsüz sınıflandırma işlemi ile elde edilen veriler kesin, net ve yüksek doğruluklu sonuçlar elde edilememektedir. Ancak elde edilen sonuçlara göre sınıf sayısı ve sınıfların boyutları hakkında bilgiler elde edilebilmektedir.

Kontrolsüz sınıflandırma sonucunda oluşan spektral sınıfların doğası önceden bilinmemektedir ve daha sonra sınıfların doğal özellikleri, o bölgenin topografik haritaları, hava fotoğrafları ve mevcut yardımcı bilgileri ile karşılaştırılarak belirlenebilir [8]. Görüntü sınıflandırma aşamaları Şekil 2.7’de verilmiştir.



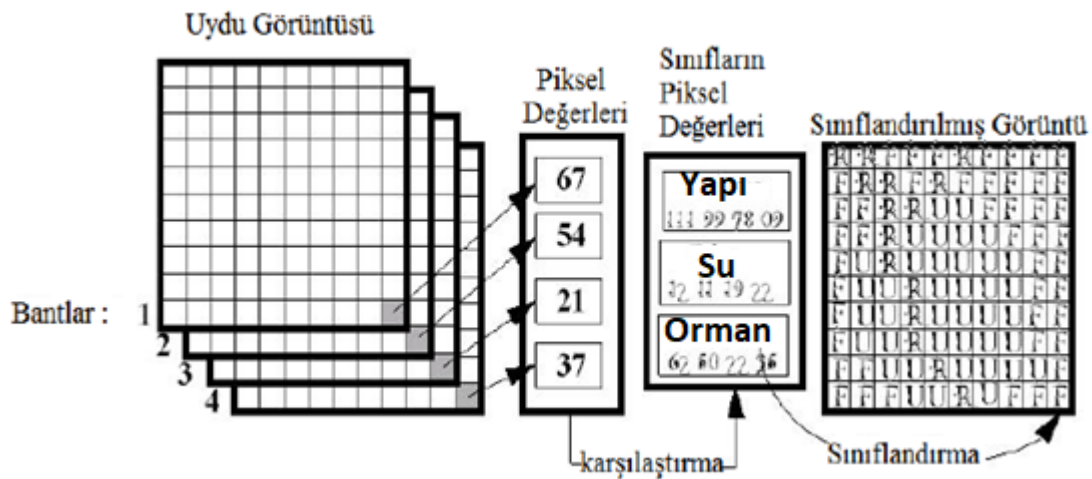
Şekil 2.7 : Görüntü sınıflandırma aşamaları.

KontROLSÜZ sınıflandırma işlemi ile elde edilen sınıfların özellikleri, ortofoto ve topografik haritalar ile karşılaştırılarak belirlenmektedir. Multispektral görüntülerin sınıflandırması, uydu görüntülerinden bilgi elde etmek için en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Piksellerin spektral yansıma değerlerindeki benzerlikler, raster uydu görüntüsündeki arazi örtüsü türlerinin ve sınıfların belirlenmesini zorlaştırmaktadır.

2.7.2. Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma işlemi, görüntüdeki piksellerin yansıma değerlerinin belirli sayıda örneklenmesi ve referans noktalarının seçilmesi ile gerçekleştirilir. Her nesne için tanımlanmış spektral özelliklere sahip özellik dosyaları oluşturulur. Bu dosyalar görüntü verilerine uygulanarak, görüntüdeki her piksel hesaplanan olasılık değerlerine en çok benzediği sınıfa atanır (Şekil 2.8).

Kontrollü sınıflandırma yöntemi, eğitim veri seti kullanıldığı için kontROLSÜZ sınıflandırma yönteminden daha doğru sonuçlar vermektedir. Bu nedenle kontrollü sınıflandırma en çok tercih edilen yöntemdir [8]. Bu sınıflandırma sürecinde paralelkenar, en yakın mesafe ve maksimum olasılık sınıflandırma yöntemi olarak üç teknik kullanılmaktadır [8]. Bu alanların doğal kaynakları beklendiği gibi sınırsız değildir. Bu faktörler göz önüne alındığında ülkemizin coğrafi konumu ve bu konuma bağlı iklim koşullarına göre ülkemiz tarımsal faaliyetler açısından oldukça zengindir.



Şekil 2.8 : Kontrollü sınıflandırma.

En Yakın Mesafe Yöntemi: Raster uydu görüntülerindeki hücreler için belirlenmiş merkezlere en yakın hücre değerlerinin belli bir algoritmaya göre sınıflandırılması tekniğine denir. Bu yöntem kullanıldığında görüntüde sınıflandırılmamış tanımsız alanlar oluşmamaktadır. Bu sınıflandırma yönteminde her piksel hücresine bir sınıf atandığından dolayı yüksek doğruluklu verilerin elde edilmesini zorlaştırmaktadır.

Paralelkenar Yöntemi: Raster uydu görüntülerindeki her hücre minimum ve maksimum değerlere bağlı olarak karşılaştırma yapılır ve bu değerler arasında bulunan her hücreye ilgili sınıflar atanır. Bu sınıflandırma yönteminde, bazı paralel alanların diğer sınıflarla çakışmasından dolayı sınıflandırılmamış hücreler ve boş alanlar elde edilebilmektedir.

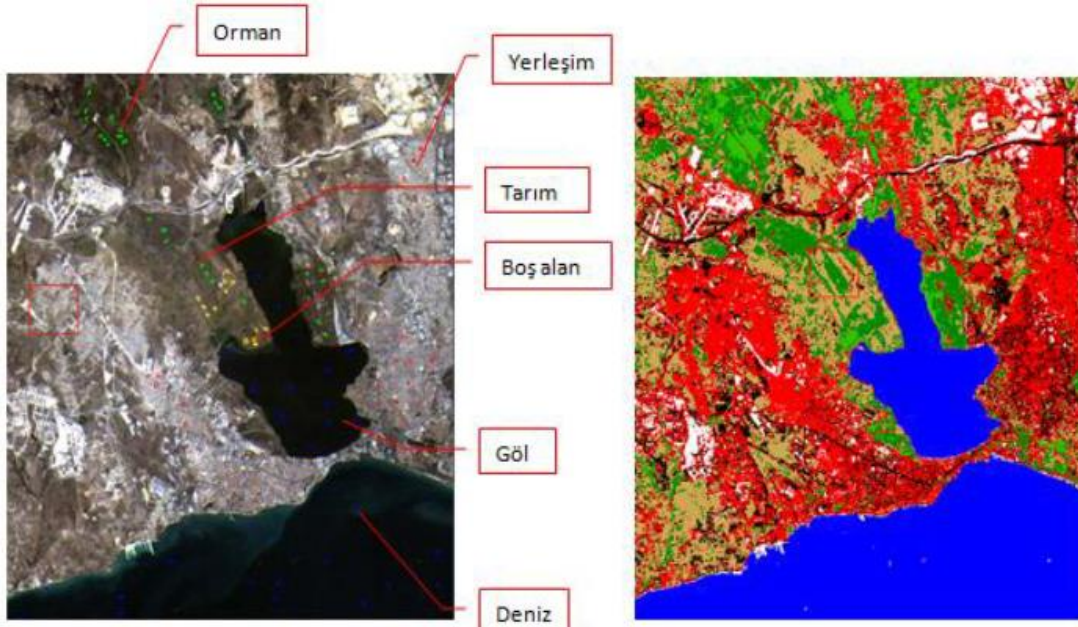
En Büyük Olasılık Yöntemi: Raster uydu görüntülerindeki her hücrenin, belirli bir algoritmaya bağlı olarak, belirlenen sınıflara ait olma olasılıklarının hesaplanmasıyla yapılan sınıflandırma tekniğidir. Bulunan olasılık sonuçlarına göre, en yüksek olasılığa sahip olan görüntü hücresi ilgili sınıfa atanır. Bu sınıflandırma yönteminde algoritma yavaş çalışmaktadır ve normal dağılım göstermeyen sınıflarda doğruluk düşmektedir.

Sınıflandırma işlemlerinde, mevcut haritalar yardımıyla saha çalışmaları yapılarak, hava fotoğrafları analiz edilerek ve raster görüntülerdeki nesneler ile ilgili elde edilen sonuçlara bağlı olarak kontrollü sınıflandırma yapılmaktadır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 : Kontrollü sınıflandırmada kullanılan yardımcı veriler.

Kontrollü sınıflandırma işleminde ilk olarak kontrol bölgeleri seçilmelidir. Sınıflandırma sonuçlarının yüksek doğruluklu veriler olması, analistin raster uydu görüntülerindeki kontrol bölgelerini doğru belirlemesine bağlıdır. Kontrol bölgelerinin analist tarafından doğru belirlenmesi, sınıflandırma doğruluğunu büyük ölçüde etkiler. Sınıflandırma aşamasında, görüntü verilerindeki her piksel, algoritmaya göre hesaplanan en yüksek ait olma olasılığına göre arazi örtüsü sınıflarına dahil edilir. Görüntüdeki piksel hücreler, örnekleme alanlarıyla eşleşmiyorsa, bilinmeyen sınıfa dahil edilir. Tüm görüntü matrisi için bu işlemler tamamlandıktan sonra ortaya çıkan görüntü matrisi arazi örtüsü sınıfları tarafından oluşturulur. Sonuçlar Coğrafi Bilgi Sistemlerine dahil edilebilecek tematik haritalar, istatistiksel tablolar veya sayısal veriler olarak kullanılabilir. Örnek bir çalışma bölgesine ait kontrollü sınıflandırma görüntüsü verilmiştir (Şekil 2.10).



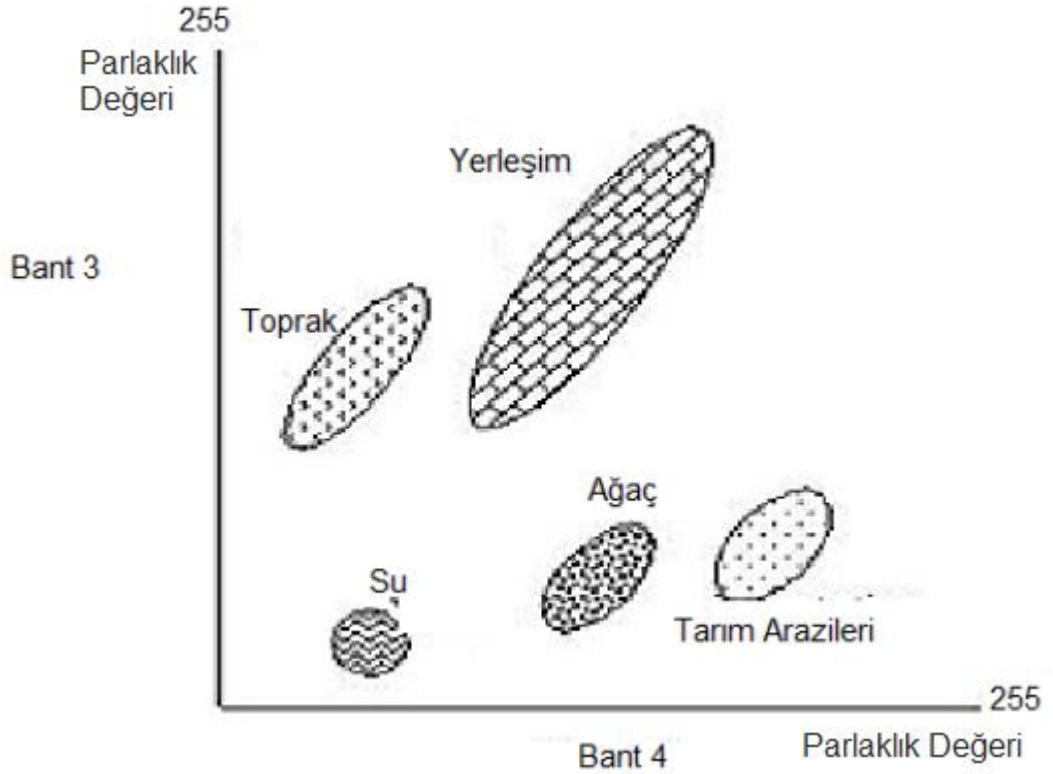
Şekil 2.10 : Kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanan uydu görüntüsü.

Uzun süredir kullanılan ve hala gelişmeye devam eden uydu teknolojileri, çalışmanın daha hızlı, daha yüksek doğruluklu ve daha maliyetsiz hale getirilmesinde kolaylık sağlamaktadır. Çalışma alanı olarak belirlenen Antalya İli Manavgat İlçesi, konumu, arazi örtüsü yapısı ve doğal kaynakları açısından avantajlı bir konuma sahiptir.

Çalışma alanı olarak küçük bir bölge seçilmesi ve sınıflandırma işleminin yapılması ,kentsel ve tarımsal faaliyetlerin daha etkin bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır. Elde edilen bu bilgiler doğrultusunda, devlet tarafından çiftçi ve tarım faaliyetleriyle uğraşan insanlar için devlet teşviklerinin daha doğru ve planlı bir şekilde verilmesi, bölgesel arazi örtüsünün daha doğru ve verimli bir şekilde kullanımının planlanması gibi çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir.

2.7.3. Maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi

Maksimum olabilirlik, her spektral banttaki istatistiklerin normal bir dağılıma sahip olduğu ve raster uydu görüntüsündeki piksellerin belirli bir sınıfa ait olma olasılığının bir algoritmaya göre hesaplandığı sınıflandırma yöntemidir. Örnekleme bölgesi için yeterli veri olmadığında istenen sınıflandırma doğrulukları elde edilemez (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 : Maksimum olabilirlik yöntemi.

Sınıflandırma işleminde eşik değeri, seçilen piksellerin belirlenen sınıflara ait olma olasılığının belirlenmesi için kullanılır. Seçilen pikselin hesaplanan olasılığı bütün sınıflar için belirlenen eşiğin altında ise, belirlenen piksel bilinmeyen bir sınıf olarak tanımlanır.

Maksimum olabilirlik yönteminde kullanılan formül aşağıdaki gibidir [9]:

$$D = \ln(a_c) - \left[0.5 * \ln(|Cov_c|) \right] - \left[0.5 * (X - M_c)^T * (Cov_c^{-1}) * (X - M_c) \right] \quad (2.2)$$

Bu denklemde; D mesafe ağırlıklı olasılık değeridir; C örnek bir sınıftır; X, aday pikselin ölçüm vektörüdür; M_c , örnek sınıf C'nin ortalama vektörüdür; a_c , C sınıfına ait referans pikselin yüzdesi, C'nin varyans-kovaryans matrisine eşittir.

2.8. Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Nesne tabanlı sınıflandırma, raster uydu görüntülerindeki gruplandırılmış piksellerden oluşan nesnelerin sınıflandırılması işlemidir. Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinde kullanılan spektral bilgilerin yanı sıra şekil özelliklerini ve komşuluk ilişkilerini kullanırlar.

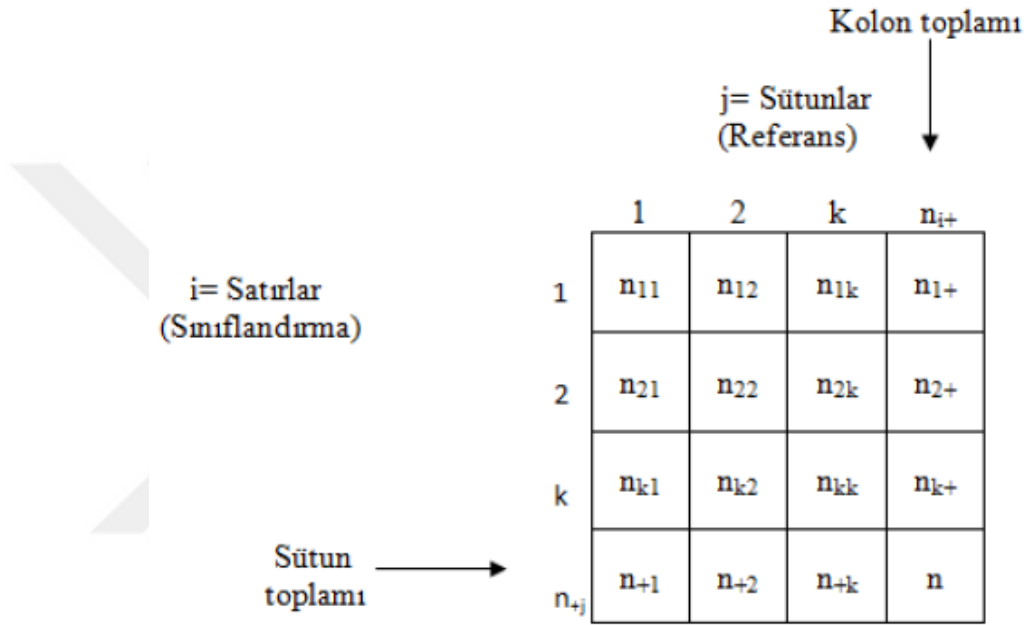
Nesne tabanlı sınıflandırma işleminde genelde yüksek çözünürlüklü raster uydu görüntüler kullanıldığından dolayı daha yüksek doğruluklu veriler elde edilebilmektedir. Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin uygulanması sonucu elde edilen sınıflandırma haritası, gerçek dünya nesnelere gerçekçilik ve şekil bakımından daha yakın benzerlikte olmasından dolayı tercih edilmektedir.

2.9. Doğruluk Analizi

Doğruluk, elde edilen sonuçların hesaplanan ve kabul edilmiş değerlere yakınlık derecesi olarak tanımlanır. Değişim analizinde kesin bir tespit yapmak ve yüksek doğruluklu sonuçlar elde etmek için atmosferik koşullar, toprak özellikleri, meteorolojik özellikleri, hidrolojik özellikleri, bitki örtüsü özellikleri ve diğerleri gibi bazı çevresel değişkenler ve faktörler dikkate alınmalıdır. Çevresel faktörler dinamik bir özelliğe sahiptir ve sürekli değişim gösterebilmektedirler.

Doğruluk analizi, sınıflandırma sonucunun doğru olduğu düşünülen coğrafi verilerle karşılaştırılması işlemidir. Bununla birlikte, çalışılan alan uzak veya kısıtlı bir alan ise, doğruluk analizi işlemi sonucu elde edilen veriler ile yüksek doğruluklu sonuçlar elde etmek mümkün değildir. Bu durumda, yüksek doğruluklu sonuçların elde edilmesi, kullanıcı veya yazılım tarafından seçilen referans piksellerin doğruluğuna bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir.

Sınıflandırma doğruluklarını belirlemek için en yaygın kullanılan teknik, hata matrisidir. Hata matrisinin oluşturulması işleminde, her sınıfın referans veri pikselleri kullanılmaktadır. Hata matrisi oluşturulurken, raster uydu görüntüsündeki tüm pikseller sınıflandırılır ve seçilen referans verilere belirlenen sınıflara atanırlar. Sonraki adımda, referans verilerinin bu sayıları bir hata matrisi oluşturmak için sütunlara yan yana yerleştirilir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : Hata matrisi.

Şekil 2.11'de n , referans veri modellerinin toplam sayısıdır. n_{ij} , sınıf 1'e (1) atanan kalıp sayısını gösterir= $1,2,\dots,k$) sınıflandırılmış verilerde j kategorisi ($j=1,2,\dots,k$) referans verilerinde. Kategori 1'e atanan sınıflandırma verilerindeki kalıp sayısı:

$$n_{i+} = \sum_{j=1}^k n_{ij} \quad (2.3)$$

J kategorisi için referans verilerindeki kalıp sayısı:

$$n_{+j} = \sum_{i=1}^k n_{ij} \quad (2.4)$$

Sınıflandırmada en çok kullanılan doğruluk kriteri genel doğruluktur.

$$\text{Genel doğruluk} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{\sum_{j=1}^k n_{+j}} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad (2.5)$$

Genel doğruluk, her sınıf için sınıflandırma doğruluğu hakkında vermemektedir. Bu sebeple her sınıf için kullanıcı ve üretici doğruluğu hesaplanmaktadır. Üretici doğruluğu, doğru sınıflandırılmış noktaların sayısının o sınıf için sütun sayısına bölünmesiyle hesaplanır. Kullanıcı doğruluğu, doğru sınıflandırılmış nokta sayısının o sınıf için satır sayısına bölünmesiyle hesaplanır.

Doğruluk analizinde kullanılan diğer metod ise Kappa istatistiğinin analizidir. Kappa istatistiği doğruluk analizi, hata matrisindeki genel doğruluk ile olasılıksal doğruluk arasındaki farka göre belirlenir. Kappa katsayısı, sınıflar arasındaki doğruluk oranlarını da içerdiğinden dolayı genel doğruluk ölçüsünden daha etkin bir ölçüm değeridir.

Genel sınıflandırma için Kappa istatistiği formülü aşağıda verilmiştir.

$$\text{Kappa} = \frac{N \sum x_{ij} - (\sum (x_{i+} + x_{+j}))^2 / N}{N^2 - \sum (x_{i+} + x_{+j})} \quad (2.6)$$

N = Tüm sınıflardaki örnek sınıfların toplamı

$\sum x_{ij}$ = Doğru sınıflandırılmış nokta sayısı

$\sum (x_{i+} + x_{+j})$ = Her sınıftaki hata matrisinin satır ve sütunlarının toplamı

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Antalya İli'nde bulunan Manavgat İlçesi seçilmiştir (Şekil 3.1).



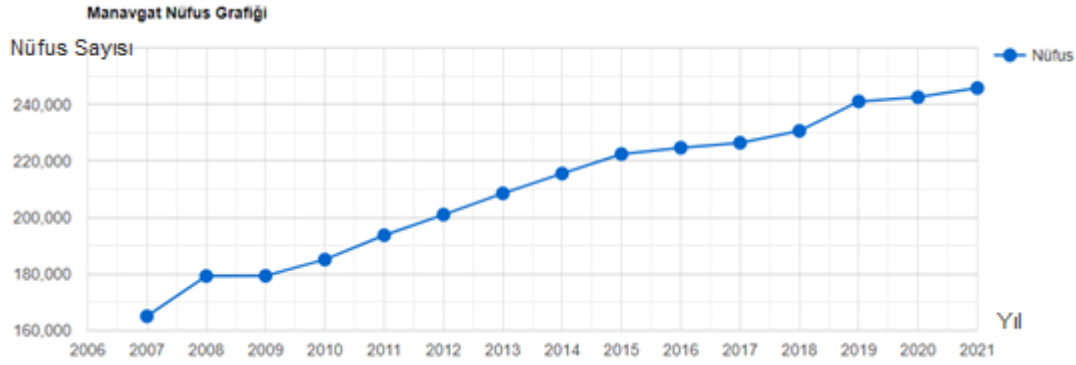
Şekil 3.1. Manavgat ilçesi çalışma alanına ait uydu görüntüsü.

Antalya İli nüfus büyüklüğü açısından Türkiye'nin en büyük beşinci şehridir ve toplam nüfusu 2.364.396'dır.

Antalya İli 19 ilçeden (Aksu, Akseki, Alanya, Demre, Döşemealtı, Elmalı, Finike, Gündoğmuş, Gazipaşa, Ibradı, Kaş, Kepez, Kemer, Korkuteli, Konyaaltı, Kumluca, Muratpaşa, Manavgat, Serik) ve 911 mahalleden oluşmaktadır.

Manavgat İlçesi, Antalya İli'nin en büyük ikinci ilçesidir ve yüz ölçümü 2283 km²'dir. Manavgat Şelalesi ve Manavgat Nehri bu ilçede bulunmaktadır. İlçenin nüfusu 245.740'tır (2022 nüfus sayımı). İlçe merkezinin nüfusu 2008 yılında 76.605, 2012 yılında 99.254'tür.

Manavgat nüfusunun yıllara göre artış grafiği aşağıdaki grafikte verilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Manavgat nüfusunun yıllara göre artış grafiği.

Manavgat İlçesi'nin kuzeyi Toros Dağları ile çevrilidir. Ayrıca Manavgat İlçe'sinde 2014 yılında Naras Barajı açılmıştır. Bu sebeple Manavgat'ta su ile kaplı arazi örtüsünde artış gözlenmiştir.

3.2. Materyal

Bu çalışmada Antalya ilinin Manavgat ilçesine ait 28 Eylül 1990 tarihli Landsat TM 4-5 Level-1 ve 11 Nisan 2021 tarihli Landsat 8 OLI/TIRS Level-1 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntüleri Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun USGS Earth Explorer isimli resmi internet sayfasından ücretsiz olarak indirilmiştir (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

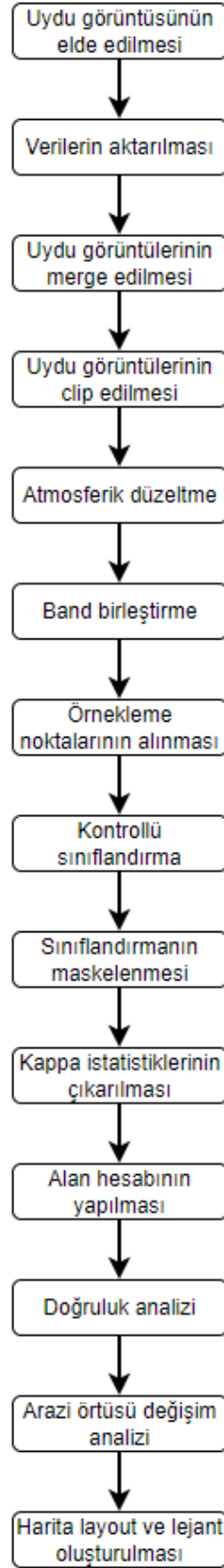
Çalışma alanına ait uygun tarihli ücretsiz uydu görüntüsü elde edilebilir olması büyük bir öneme sahiptir.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve arazi örtüsü değişim analizi işlemlerinde açık kaynak kodlu ve ücretsiz olan QGIS yazılımı kullanılmıştır.

3.3. Yöntem

Çalışma metodu; uydu görüntüsünün elde edilmesi, verilerin aktarılması, uydu görüntülerinin merge edilmesi, uydu görüntülerinin clip edilmesi, atmosferik düzeltme, band birleştirme işleminin yapılması, örnekleme noktalarının alınması, piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma işleminin yapılması, yapılan sınıflandırmanın maskelenmesi, kappa istatistiklerinin çıkarılması, alan hesabının yapılması, doğruluk analizi, arazi örtüsü değişim analizi, harita layout ve lejant oluşturulması işlemlerinin yapılması olarak belirlenmiştir. Çalışmada izlenen aşamalar akış şeması olarak Şekil 3.3'te verilmiştir.





Şekil 3.3 : Çalışma yöntemine ait akış diyagramı.

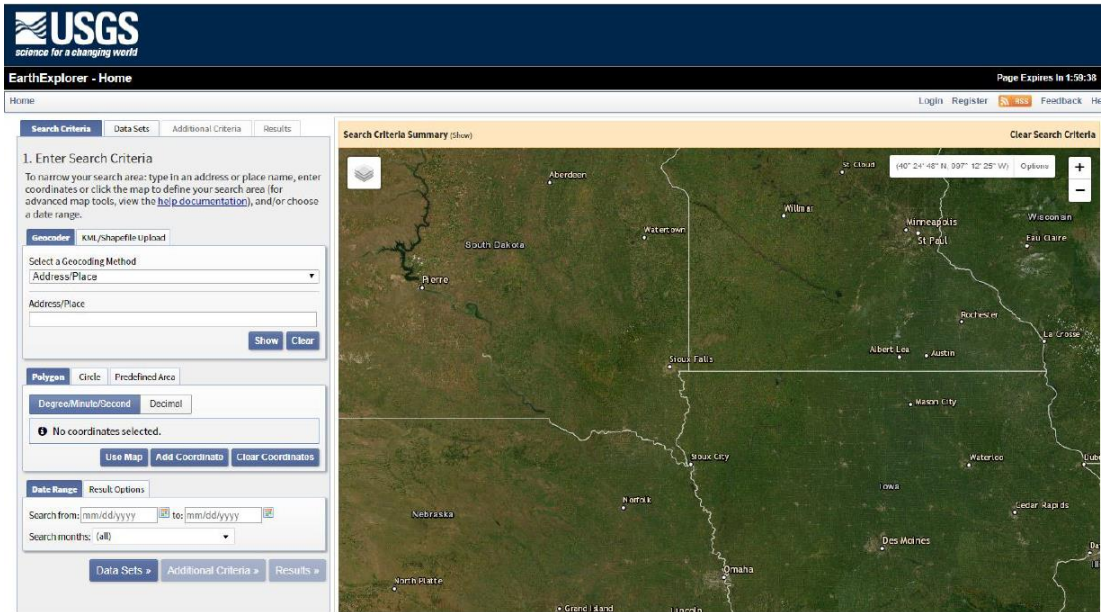
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Çalışma verilen akış şemasına göre gerçekleştirilmiş ve araştırma sonuçları bu süreç aşamalarına göre gösterilmiştir.

4.1. Uydu Görüntülerinin Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılan uydu görüntüleri USGS Earth Explorer (ücretsiz) resmi sayfasından indirilmiştir (Şekil 4.1) [10]. USGS Earth Explorer web sayfasından indirilen uydu görüntüleri, Landsat TM 4-5 ve Landsat 8 OLI / TIRS C1 Seviye-1 uydularının 11 bantlı görüntüleridir [10].

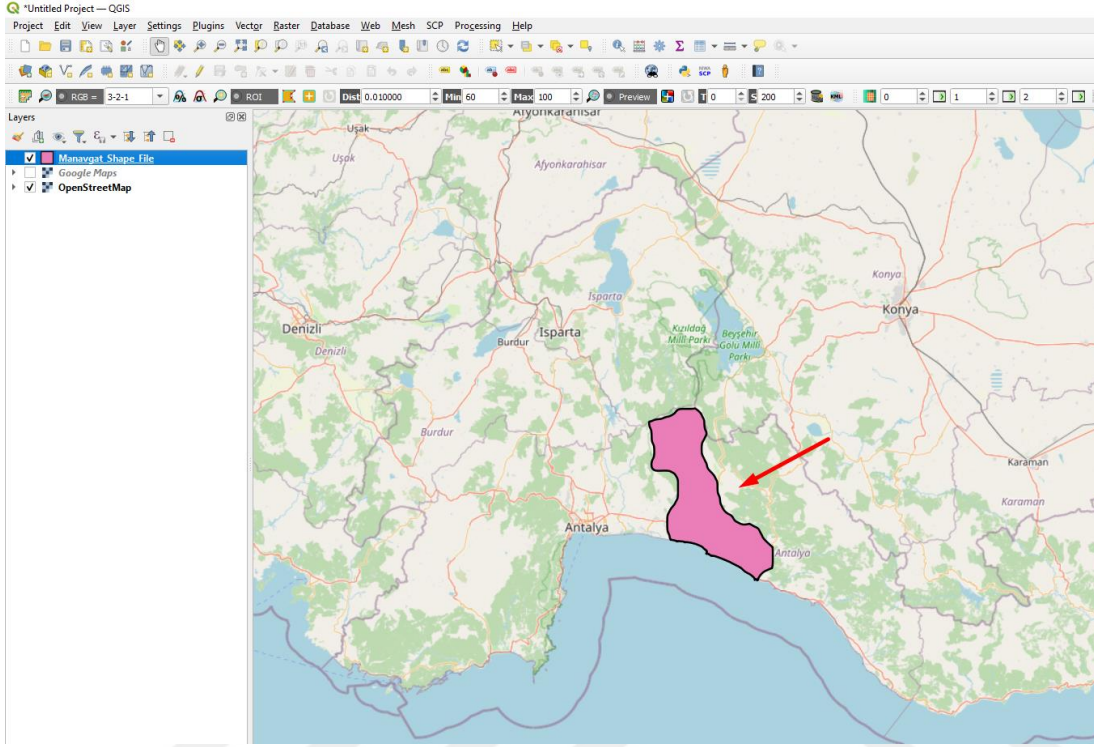
Uydu görüntülerinin belirlenmesinde gözönüne alınması gereken bir diğer faktör de tarihlerin seçimidir. Çalışmanın amacına göre uygun bir tarih aralığındaki uydu görüntüleri seçilmelidir. Çalışma kapsamında uygulama alanındaki bitki örüntüleri dikkate alınarak uydu görüntüleri belirlenmiştir. Bitki ekim tarihinden önce veya hasat işleminden sonra seçilecek görüntüler bu uygulama kapsamında kullanılamaz. Bu çalışmada Landsat TM 4-5 için 28 Eylül 1990 tarihli uydu görüntüleri ve Landsat 8 için 11 Nisan 2021 tarihli uydu görüntüleri kullanılmıştır.



Şekil 4.1 : USGS Earth Explorer sayfasından indirilen uydu görüntüsü [10].

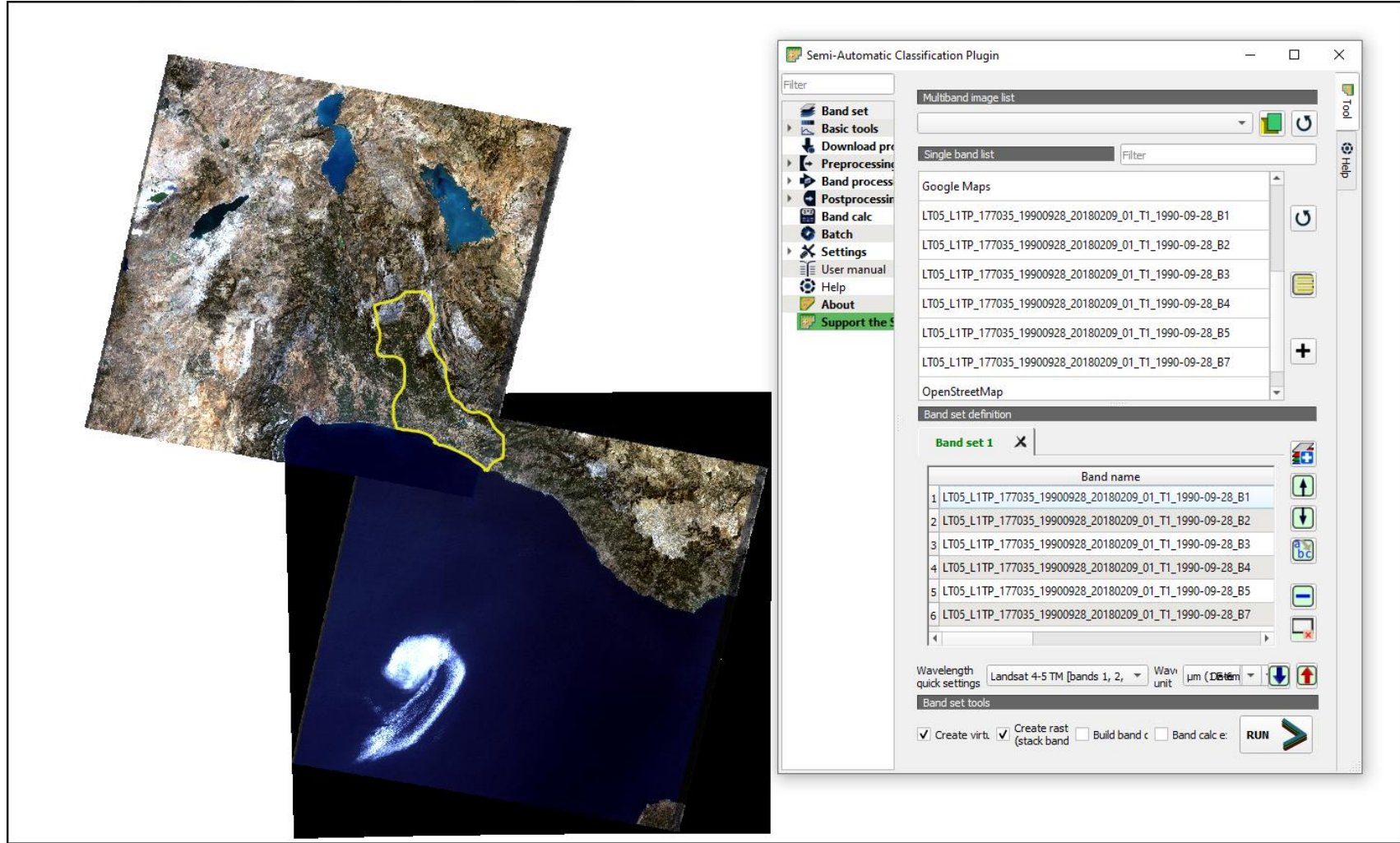
4.2. Verilerin Aktarılması

Çalışmada Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü resmi sitesinden elde edilen ilçe vektör dosyası QGIS ortamına aktarılmıştır (Şekil 4.2) [11].

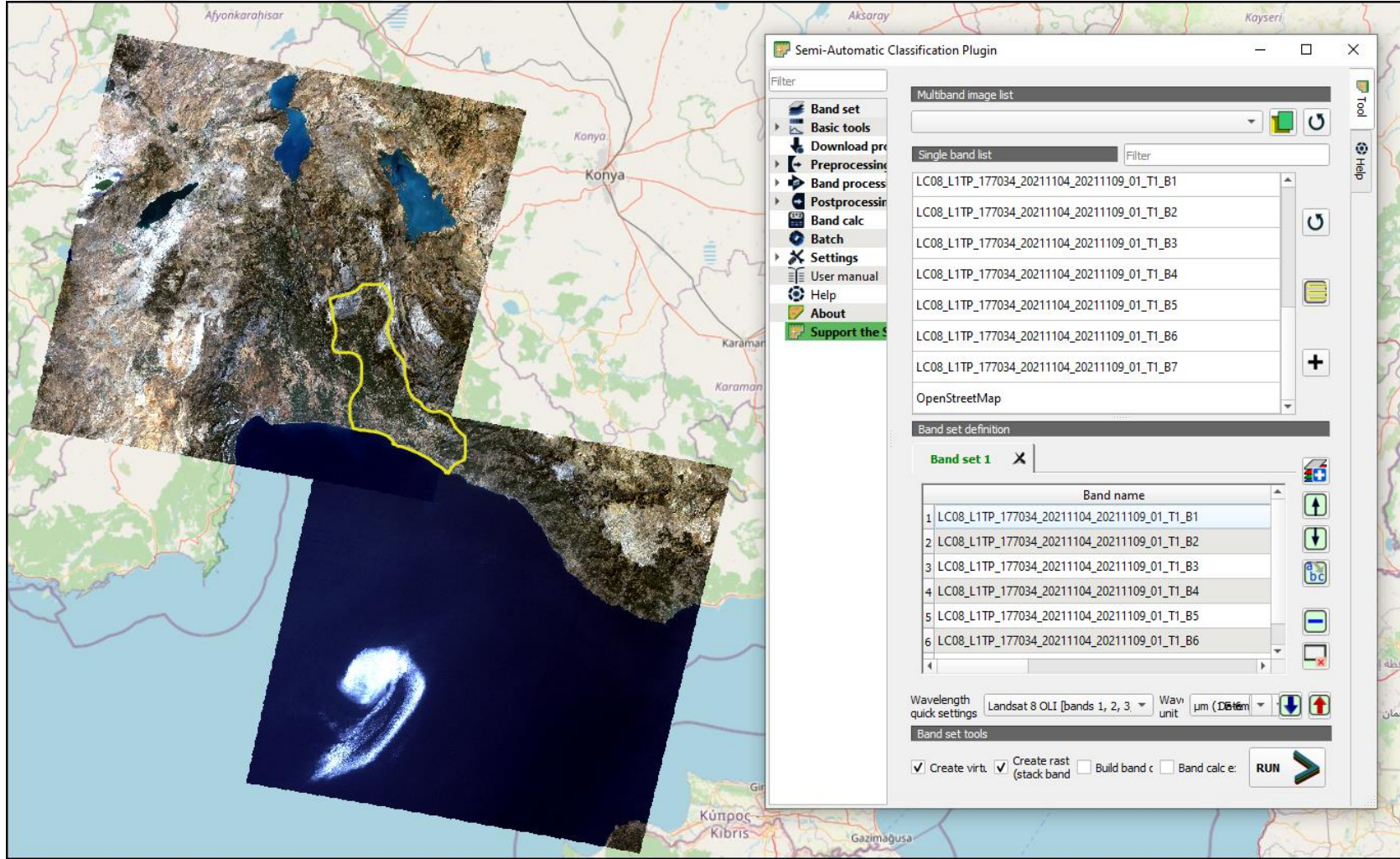


Şekil 4.2 : Manavgat İlçesi'ne ait shapefile'in QGIS uygulamasına aktarılması [11].

Aynı şekilde ilk adımda USGS Earth Explorer web sayfasından indirilen 1990 yılına ait Landsat TM 4-5 uydu görüntüleri ve 2021 yılına ait Landsat-8 uydu görüntüleri QGIS ortamına aktarılmıştır (Şekil 4.3 ve Şekil 4.4)



Şekil 4.3 : 1990 yılına ait uydu görüntülerinin QGIS uygulamasına aktarılması.



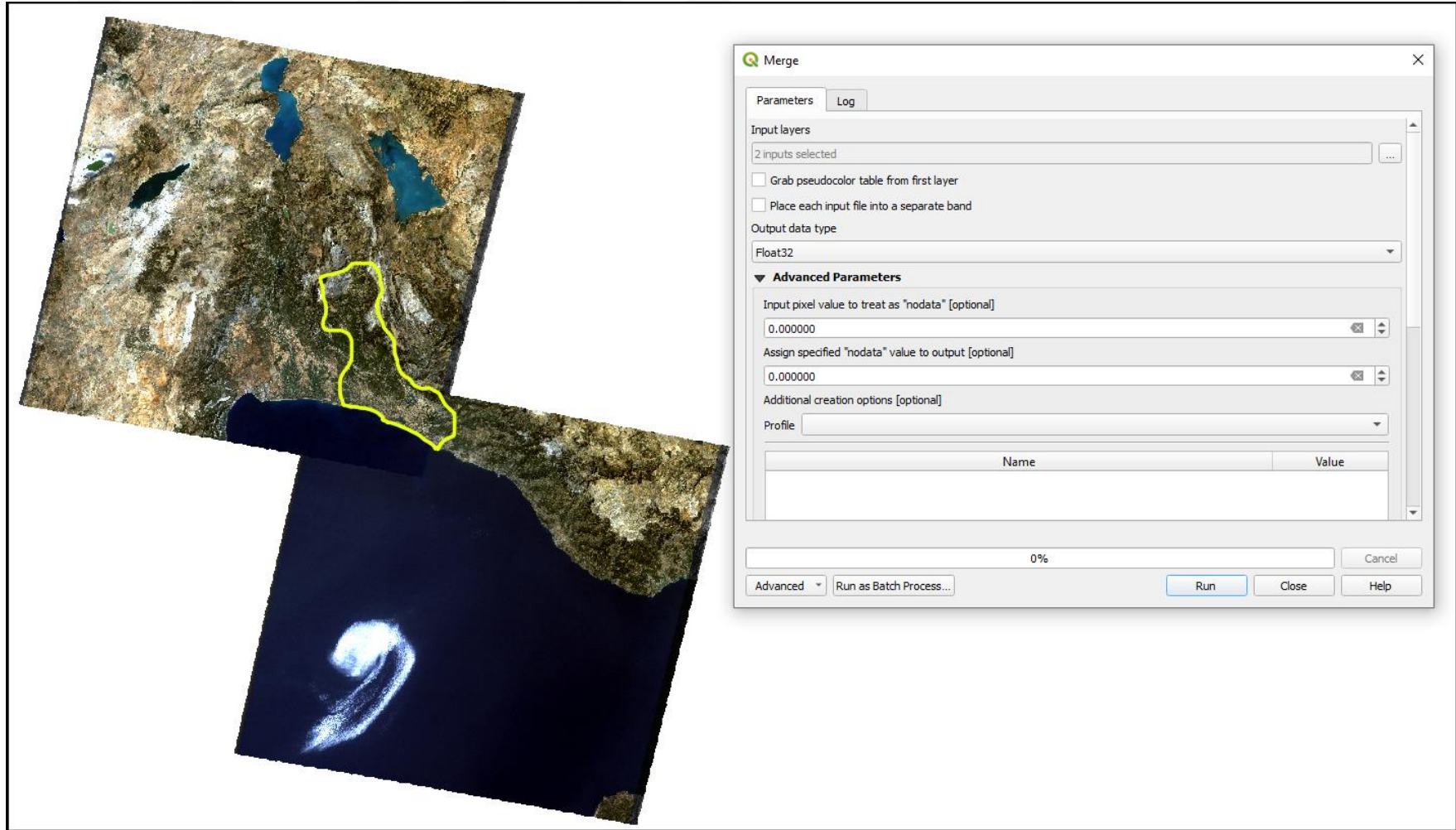
Şekil 4.4 : 2021 yılına ait uydu görüntülerinin QGIS uygulamasına aktarılması.

4.3. Uydu Görüntülerinin Merge ve Clip Edilmesi

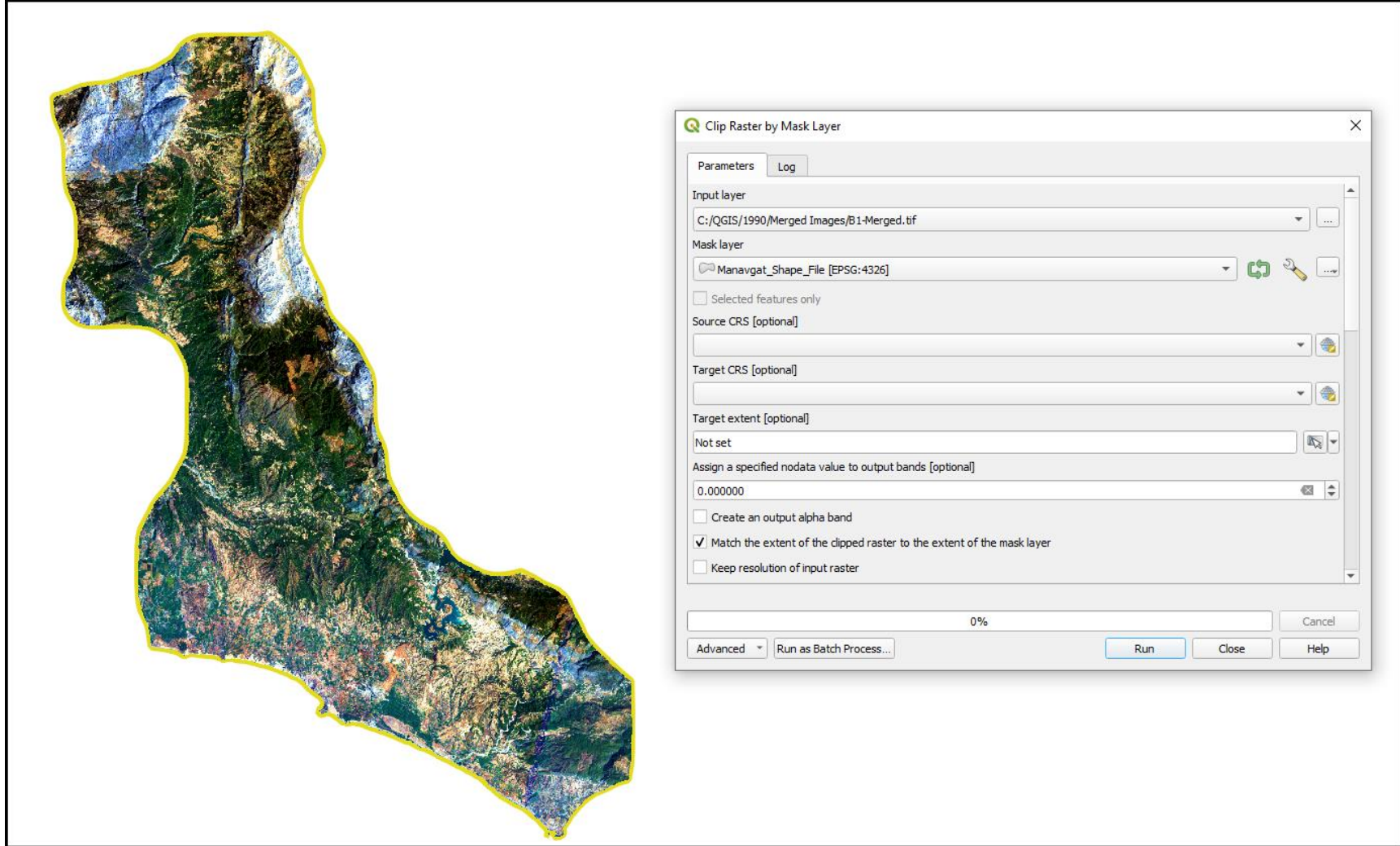
Daha önce belirtildiği gibi çalışma alanı olarak Manavgat İlçe sınırları kullanılmaktadır. Fakat USGS 'de bu alanı tek karede kapsayan bir uydu görüntüsü bulunmadığından dolayı iki farklı uydu görüntüsü birleştirilerek çalışma alanının, bu birleştirilen alan içerisinde kalması sağlanmıştır.

Dolayısıyla çalışmada QGIS ortamına uydu görüntü verilerinin aktarılmasından sonra ilk olarak Landsat uydu görüntülerinin merge edilmesi işlemi uygulanmıştır (Şekil 4.5).

Birleştirme işlemi yapılan Landsat uydu görüntüleri, Milli Savunma Bakanlığı Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen ilçe vektör dosyası ile ilçe sınırlarından clip işlemi uygulanmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.5 : Uydu görüntülerinin birleştirilmesi(merge edilmesi).



Şekil 4.6 : Uydu görüntülerinin kesilmesi(clip edilmesi).

4.4. Band Birleştirme

LANDSAT TM 4-5 uydularında da kullanılan Tematik Eşleyici (TM) tarayıcı, gelişmiş spektral çözünürlüğe sahip görüntüler elde etmek tasarlanmıştır. Hassas sensörlerin, daha iyi lenslerin ve daha düşük bir yörüngeinin kullanılması sayesinde 7 farklı spektral banttan gelen radyasyonlar 30 m uzamsal çözünürlük, 256 yoğunluk seviyesi (8 bit) olarak toplanır. Bu 7 bandın spektral özellikleri ve kullanım alanları ile ilgili bilgiler izelge 4.1’de verilmiştir [12].

Elektromanyetik spektrumdaki büyük bir alandan yansıtılan ölçülebilen enerji, sensörler aracılığıyla temin edilir ve oluşan bu görüntüye pankromatik görüntü denir. Pankromatik sensörler için bantlar, spektrumun görünür ve yakın kızıl ötesi bölümünü içeren verileri siyah-beyaz görüntü olarak gösterirler. Bu görüntüler yeryüzü nesnelerinin fiziksel özelliklerini (şekil, boyut, renk, yönelim vb.) elde etmek veya saptamak, insan yapıları olan binalar, evler, yollar, havaalanları vb. yapıların yerleşimlerini haritalandırmak, haritalardaki fiziksel yapıları güncelleştirmek, kara ve su sınırlarını belirlemek, kentlerin büyümesi ve gelişmesi ile arazi örtüsü kullanımını saptamada yaygın olarak tercih edilmektedir.

Landsat 8 OLI/TIRS uydusu, 11 banttan oluşur ve 15m - 100m arasında karasal çözünürlüklere sahiptir. Her bant, farklı dalga boyu genişlikleri sayesinde farklı amaçlara sahip projelerin ihtiyaçları doğrultusunda kullanılmaktadır (izelge 4.2) [13]. Landsat 8’in karasal çözünürlüğü 15 m bant olan 8. pankromatik görüntüsü, ayrıntıların tespit edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bu aşamada pankromatik görüntünün bant birleştirme işlemi yapılmıştır. Bant birleştirme işlemi, yüksek çözünürlüklü renkli bir görüntü elde etmek için düşük çözünürlüklü renkli görüntüler yardımıyla yüksek çözünürlüklü pankromatik (siyah beyaz) görüntü oluşturulmasıdır.

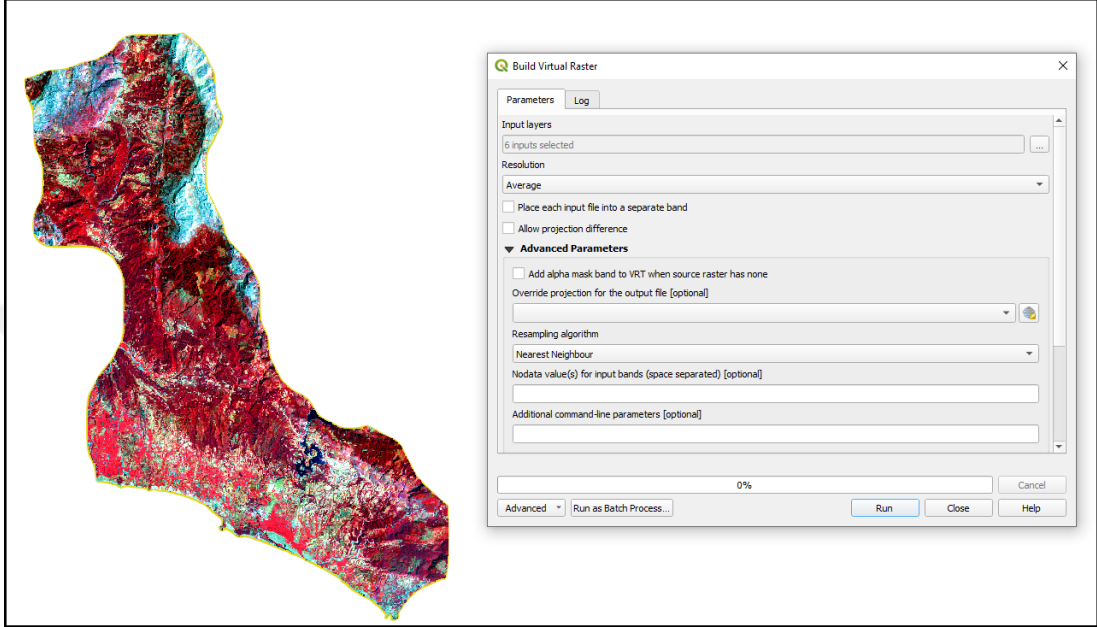
Çizelge 4.1 : Landsat TM 4-5 uydusu bandlarının kullanım amaçları [12].

Band	Spektral Aralık (µm)		Çözünürlük(m)	Kullanım Amaçları
1	0,450 – 0,515	Mavi	30	Mavi renge ve su yüzeylerine duyarlıdır. Su yüzeylerini tespit etmek, toprağı ve bitkileri ayırt etmek için kullanılır.
2	0,525 – 0,605	Yeşil	30	Yeşil renge duyarlıdır. Bitki örtüsünü (canlı bitkilerin yeşil kısımları), ormanlık alanları görselleştirmek ve yapay malzemeleri tespit etmek için kullanılır.
3	0,630 – 0,690	Kırmızı	30	Farklı bitki türlerini ayırt etmek, yapay malzemeleri tespit etmek, toprak sınıflarını ve jeolojik sınırları belirlemek için kullanılır.
4	0,760 – 0,900	Yakın Kızılötesi	30	Bitki ve toprak örtüsünün tespit edilmesi için kullanılır.
5	1,55 – 1,75	Kısa Dalga Kızılötesi	30	Tarımsal çalışmalarda, çorak arazilerin ve su miktarının Tespit edilmesinde, bulutların ve karın analiz edilmesinde kullanılır.
6	10,4 – 12,5	Termal Kızılötesi	60	Sıcaklık, tesis, termal kirlilik ve jeotermal alanların miktarını belirlemek, su kirliliğini tespit etmek ve yerleşim-üretim alanlarını belirlemek için kullanılır.
7	2,08 – 2,35	Kısa Dalga Kızılötesi	30	Topraktaki ve bitkilerdeki su miktarını belirlemek, jeolojik kaya oluşumlarını ve toprak sınıflarını belirlemek için kullanılır.

Çizelge 4.2 : Landsat 8 uydusu bandlarının kullanım amaçları [13].

Band	Spektral Aralık (µm)		Çözünürlük(m)	Kullanım Amaçları
1	0.43 - 0.45	Mavi	30	Bitki örtüsü ve toprak, ormanlık alan ve kıyı şeridi arasındaki farkların haritalanmasında.
2	0.45 - 0.51	Yeşil	30	Bitkilerin yeşil kısımlarının gösterilmesinde.
3	0.53 - 0.59	Kırmızı	30	Farklı bitki türlerinin tespiti edilmesi ve belirlenmesinde.
4	0.64 – 0.67	Yakın Kızılötesi	30	Bitkileri ölçmek için su / kara arasındaki kontrastı gösterilmesinde.
5	0.85 – 0.88	Kısa Dalga Kızılötesi	30	Öorak araziler arasındaki farkı bulmada su ve kar miktarının gösterilmesinde.
6	1.57 – 1.65	Termal Kızılötesi	30	Sıcaklık, tesis, ısı kirliliği ve jeotermal alanların miktarının belirlenmesinde.
7	2.11 – 2.29	Kısa Dalga Kızılötesi	30	Toprak ve bitkilerdeki su miktarının belirlenmesinde.
8	0.50 – 0.68	Pankromatik	15	

Birleştirilen ve Manavgat ilçe sınırlarına göre kesilen Landsat uydu görüntülerinde band birleştirme işlemi QGIS yazılımı üzerinde “Build Virtual Raster” menüsü ile gerçekleştirilmiştir ve örnek olarak sınıflandırmada kullanılacak olan bitki örtüsü analizi için 4-3-2 RGB kombinasyonuna bağlı olarak renklendirilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 : QGIS üzerindeki uydu görüntülerinde band birleştirme işlemi.

4.5. Band kombinasyonları

Farklı bandlarda temin edilen uydu görüntülerinde mozaikleme ve band işlemleri yapılarak yüksek çözünürlüklü birleşik bir görüntü elde edilir. Bu adımdan sonra elde edilen birleşik görüntü, çalışmada yapılacak sınıflandırma işleminin amacına bağlı olarak RGB kombinasyonuna göre renklendirilir.

Bu çalışmada arazi örtüsünü belirleyebilmek için Landsat TM 4-5 uydu görüntülerinde Çizelge 4.3 ‘teki, Landsat-8 uydu görüntülerinde ise Şekil Çizelge 4.4 ‘teki RGB band kombinasyonları kullanılmıştır.

Çizelge 4.3 : Landsat TM 4-5 uydularında kullanılan RGB band kombinasyonları [13].

Analiz	Kombinasyon
Doğal Renk	3 2 1
Yanlış Renk (kentsel)	7 5 3
Renkli Kızılötesi (bitki örtüsü)	4 3 2
Tarım	5 4 1
Atmosferik Penetrasyon	7 5 4
Sağlıklı Bitki Örtüsü	4 5 1
Kara/Su	4 5 3
Atmosferik Düzeltme ile Doğal	7 4 2
Kısa Dalga Kızılötesi	7 4 3
Bitki Örtüsü Analizi	5 4 3

Çizelge 4.4 : Landsat-8 uydularında kullanılan RGB band kombinasyonları [14].

Analiz	Kombinasyon
Doğal Renk	4 3 2
Yanlış Renk (kentsel)	7 6 4
Renkli Kızılötesi (bitki örtüsü)	5 4 3
Tarım	6 5 2
Atmosferik Penetrasyon	7 6 5
Sağlıklı bitki örtüsü	5 6 2
Kara/Su	5 6 4
Atmosferik Düzeltme ile Doğal	7 5 3
Kısa Dalga Kızılötesi	7 5 4
Bitki Analizi	6 5 4

4.6. Örnekleme Noktalarının Alınması

Kontrollü sınıflandırma işlemi öncesi maksimum olabilirlik yönteminin uygulanabilmesi için RGB renk kombinasyonlarına göre renklendirilmiş uydu görüntülerinde örneklem noktaları seçilmesi gerekmektedir. Örneklem noktaları poligonal şekilde seçilir.

Bu işlemde 1990 yılı sınıflandırma haritası için alınan örneklem sayıları Çizelge 4.5 'te verilmiştir. Aynı şekilde 2021 yılına ait sınıflandırma haritası için alınan örneklem sayıları Çizelge 4.6 'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 : 1990 yılı uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında alınan örneklemeler.

Sınıf	Örneklem Sayısı
Su	60
Orman	100
Yapı	10
Tarım	30
Çorak Arazi	35

Çizelge 4.6 : 2021 yılı uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında alınan örneklemeler.

Sınıf	Örneklem Sayısı
Su	65
Orman	75
Yapı	30
Tarım	20
Çorak Arazi	115

4.7. Piksel Tabanlı Kontrollü Sınıflandırma

4.8. Maksimum olabilirlik (maximum likelihood) yöntemi

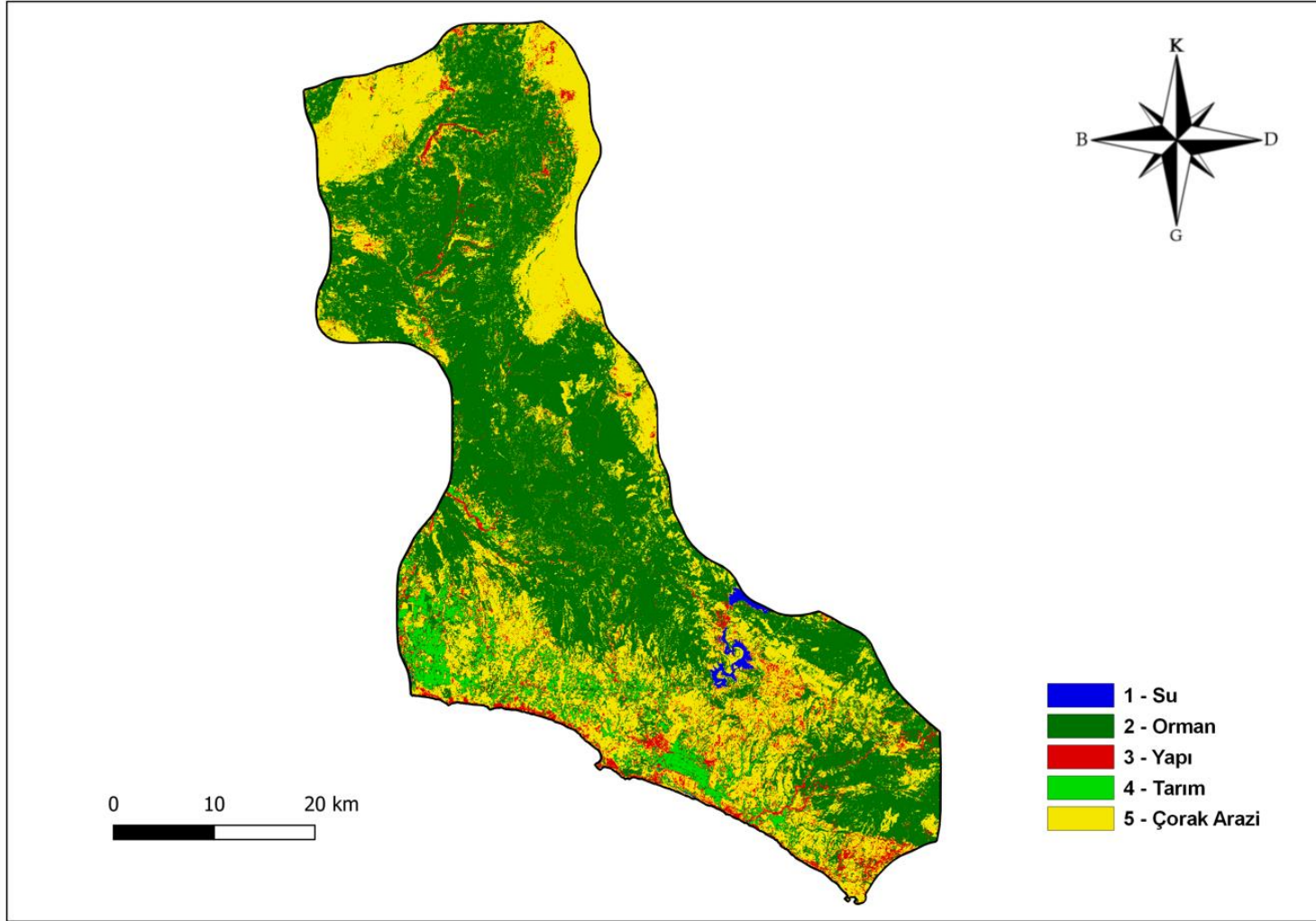
Uzaktan algılamada sınıflandırma, cisimlerin farklı spektral yansıtma değerlerine bağlı olarak görüntüdeki piksellerin ait olduğu özellik sınıfına ayırarak tematik harita üretme işlemidir [15]. Sınıflandırma, görüntü elemanlarının elde edilen spektral bantlara bağlı olarak çeşitlilik belirten dijital veriler kümesinden faydalanılarak yapılmaktadır. Sınıflandırma işleminde kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olmak üzere iki teknik vardır. Kontrollü sınıflandırma yöntemleri arasında doğruluğu ve güvenilirliği bakımından en fazla kullanılan yöntem Maksimum Olabilirlik(Maximum Likelihood) metodudur.

Maximum likelihood sınıflandırma (MLC), bir veri noktasının en yüksek olasılıkla hangi sınıfa ait olduğunu tahmin etmek için kullanılan bir sınıflandırma yöntemidir [15]. MLC, veri setinde belirli bir sınıfı tanımlayan bir olasılık fonksiyonunu kullanır ve veri noktasının bu olasılık fonksiyonuna göre en yüksek olasılığa sahip sınıfı seçer.

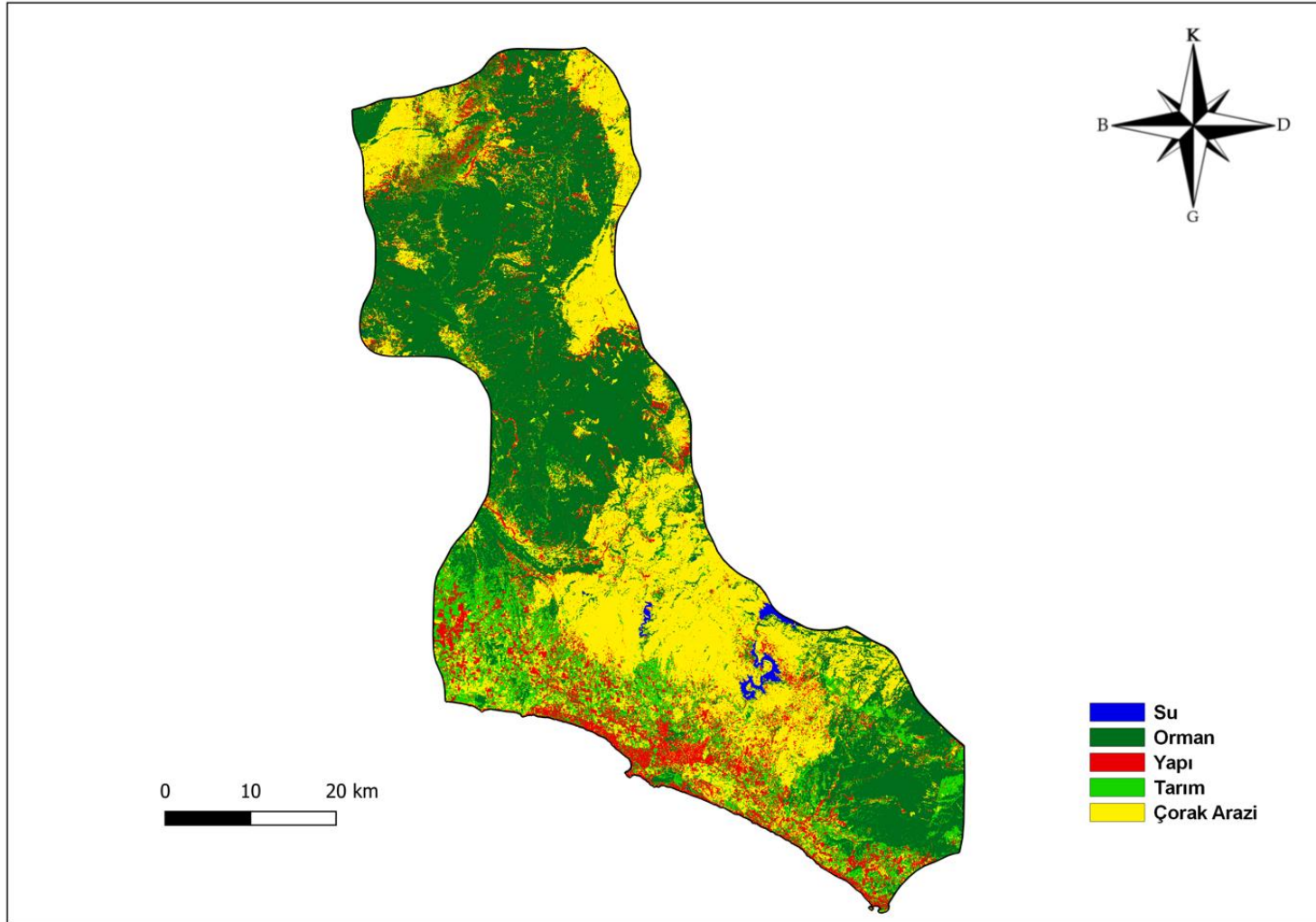
MLC'nin temel varsayımı, veri noktalarının her bir sınıf için belli bir olasılık dağılımına sahip olduğudur. Öncelikle veri setinde her bir sınıf için bir olasılık dağılımı modellenir. Bu modeller, veri setinde her bir sınıf için bir olasılık fonksiyonu olarak kullanılır. Daha sonra, veri setinde sınıflandırmak istediğimiz her bir veri noktası için, her sınıfın olasılık fonksiyonunun değeri hesaplanır. Veri noktası, tüm sınıfların olasılık fonksiyonlarına göre en yüksek olasılığa sahip olan sınıfın etiketine sahip olur.

Bu çalışmada, uydu görüntülerinde ayrılan sınıflara göre uygun örneklemeler seçildikten sonra kontrollü sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Her sınıf için uygun band kombinasyonları belirlenmiştir. Bu seçilen band kombinasyonlarından “Band Kombinasyonları” bölümünde bahsedilmiştir. Çalışmada en yüksek olasılık yöntemi ile piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma uygulanmıştır.

Sınıflar Su, Orman, Yapı, Tarım ve Çorak Arazi olmak üzere 5 sınıf olarak belirlenmiştir. 1990 yılına ait sınıflandırma için toplamda 235 örneklem ve 2492807 adet piksel seçilmiştir. 2021 yılına ait sınıflandırmada ise 305 örneklem ve 24992807 adet piksel seçilmiştir. 1990 yılına ait sınıflandırma sonucu Şekil 4.8 ‘de gösterilmiştir. 2021 yılına ait sınıflandırma sonucu ise Şekil 4.9 ‘da verilmiştir.



Şekil 4.8 : 1990 yılına ait kontrollü sınıflandırma görüntüsü.



Şekil 4.9 : 2021 yılına ait kontrollü sınıflandırma görüntüsü.

4.9. Alan Hesabı ve Doğruluk Analizi

Sınıflandırılmış görüntülerin istatistiksel olarak güvenilirliğini belirlemek için belirlenen 5 sınıf için alan hesabı ve doğruluk analizi yapılmıştır. Doğruluk analizi, sınıflandırmadan sonra elde edilen sınıflandırılmış harita üzerindeki konumu net olarak bilinen ve hesaplanmış bir piksel veya piksel grubunun, sınıflandırma işlemi sonucunda atanan sınıflarla karşılaştırılarak sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesidir.

1990 ve 2021 yıllarına ait kontrollü sınıflandırmadaki her sınıfa ait alan hesabı yapılmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 : 1990 ve 2021 yıllarına ait sınıflandırmada alan hesabı.

Sınıf	1990			2021		
	Piksel Sayısı	Alan (ha)	Oran (%)	Piksel Sayısı	Alan (ha)	Oran (%)
Su	11190	1007	0.45	12340	1110	0.50
Orman	1284915	115642	51.54	1001411	90126	40.17
Yapı	147107	13239	5.90	224863	20237	9.02
Tarım	77789	7001	3.12	135700	12213	5.44
Çorak Arazi	971806	87462	38.98	1118493	100664	44.87

Yapılan analiz sonucunda genel doğruluk, üretici doğruluğu, ve Kappa istatistiği'ne ulaşılmıştır (Çizelge 4.8). 1990 yılı uydu görüntüsü için genel doğruluk %93,06, Kappa istatistiği 0,87; 2021 yılı uydu görüntüsü için genel doğruluk %85,34, Kappa istatistiği 0,76 olarak elde edilmiştir. Kappa değeri 0 ile 1 arasında değerler alır. Kappa değeri 1'e ne kadar yakınsa, sınıflandırma doğruluğu o kadar fazladır. Atanmış verilerin, maksimum olasılık yöntemiyle elde edilen referans verilerine oranıyla Kappa değeri hesaplanır.

Çizelge 4.8 : 1990 ve 2021 yıllarına ait uydu görüntülerinde doğruluk analizi.

1990			2021	
Sınıf	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)	Üretici Doğruluğu (%)	Kullanıcı Doğruluğu (%)
Su	98,76	99,83	98,37	99,49
Orman	95,90	99,49	80,36	98,58
Yapı	99,34	86,72	99,95	76,62
Tarım	99,51	97,47	99,91	71,16
Çorak Arazi	88,87	96,87	89,24	99,63
Genel Doğruluk(%)	93,06		85,34	
Kappa İstatistiği	0,87		0,76	

Kappa katsayısı, üretici doğruluk yüzdesi ile kullanıcı doğruluk yüzdesi arasındaki uyumu ifade eder.

Kappa katsayısı, 0-1 arasında değerler alır.

- $0 < \kappa < 0.20$ ise uyumluluk yoktur.
- $0.20 < \kappa < 0.40$ ise düşük seviyede uyumluluk vardır.
- $0.40 < \kappa < 0.60$ ise orta seviyede (yeterli) uyumluluk vardır.
- $0.60 < \kappa < 0.80$ ise çok iyi (yüksek) seviyede uyumluluk vardır.
- $0.80 < \kappa < 1.00$ ise mükemmel seviyede uyumluluk vardır.

4.10. Arazi Örtüsü Değişim Analizi

Değişim analizi, uzaktan algılama uygulamalarında kullanılan en yaygın analizlerden biridir. Sınıflandırma yöntemi uygulanan farklı bölge haritalarındaki arazi örtülerindeki değişimlerin analiz edilmesini ve oluşan değişimlerin saptanmasını sağlar.

Bu çalışmada, Manavgat İlçe'si için belirlenen 5 sınıfa göre kontrollü sınıflandırma uygulanan, alan hesabı ve doğruluk analizi yapılan 1990 ve 2021 yıllarına ait uydu görüntülerinde arazi örtüsü değişim analizi yapılmıştır. Yapılan arazi örtüsü değişim analizine göre elde edilen veriler ve sonuçlar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9 : 1990 ve 2021 yıllarına ait arazi örtüsü değişim analizi.

1990			2021		
Sınıf	Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)	Değişim
Su	1007	0.45	1110	0.50	Artma
Orman	115642	51.54	90126	40.17	Azalma
Yapı	13239	5.90	20237	9.02	Artma
Tarım	7001	3.12	12213	5.44	Artma
Çorak Arazi	87462	38.98	100664	44.87	Artma
Toplam	224351	100.00	224350	100.00	

Arazi örtüsünde yapılan değişim analizine göre Orman sınıfında yaklaşık %10 'luk bir azalma görülürken, diğer sınıflarda artış gözlenmiştir. Bunun en büyük sebebi, Türkiye Cumhuriyeti'nin en büyük yangını olarak tarihe geçen 28 Temmuz 2021 'de Antalya İli Manavgat İlçe'sinde çıkan orman yangınlarıdır. Aynı sebepten dolayı, yeşil alanların yanmasıyla birlikte Çorak Arazi sınıfında da yaklaşık %6'lık bir artış gözlenmiştir.

Değişim analizindeki veri sonuçlarına göre Su alanlarının artış göstermesindeki en büyük sebeplerden biri, 2014 yılında Manavgat İlçe'sinde Naras Barajı'nın açılmasıdır. Bu sebeple Su sınıfında yaklaşık %0.05 'lik bir artış gözlenmiştir.

Manavgat İlçe'sinin 1990 yılından beri yoğun bir göç alması sebebiyle ilçede nüfus artışı olmuş ve yerleşim bölgelerinde artış olmuştur. Bu sebeple değişim analizindeki Yapı sınıfında da yaklaşık %4'lük bir artış gözlenmiştir.

Türkiye 'de devlet teşviği ile artan tarım faaliyetleri sebebiyle Manavgat İlçe'si arazi örtüsü değişim analizleri sonucu Tarım sınıfında yaklaşık %2.5'luk bir artış gözlenmiştir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Günümüzde uzaktan algılama ve uydu teknolojileri hızla gelişmektedir. Uydu teknolojisi ile Coğrafi Bilgi Sistemleri'nin entegre olmasıyla yapılan çalışmalar daha kapsamlı hale gelmektedir.

Uydularda kullanılan gelişmiş algılayıcılar sayesinde elde edilen orta veya yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri analiz edilerek haritacılık, ziraat, tarım, jeoloji, ormancılık, şehir planlama, kentsel gelişimin izlenmesi veya arazi örtüsü değişiminin tespit edilmesi gibi birçok alanda çalışma yapılabilir.

Bu çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri'nin uzaya gönderdiği gözlem uydusu olan Landsat-5 (TM) ve Landsat-8 (OLI-TIRS) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Landsat uydu görüntüleri, Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) 'nın resmi internet sitesinden ücretsiz olarak elde edilmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen Antalya İli'nin Manavgat İlçesi 'nde, 1990 ve 2021 yılları arasındaki arazi örtüsü değişim analizi yapılmıştır. 1990 yılı için 30m çözünürlüklü Thematic Mapper (TM) algılayıcıya sahip olan Landsat-5 uydu görüntüleri kullanılmıştır. 2021 yılı için ise 30m çözünürlüklü Thermal Infrared Sensor (TIRS) algılayıcıya sahip olan Landsat-8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Su, Orman, Yapı, Tarım ve Çorak Arazi olmak üzere 5 sınıfa ayrılan uydu görüntülerinde, Maksimum Olabilirlik (Maximum Likelihood) yöntemi ile kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanarak belirlenen sınıflara ait alan hesabı ve doğruluk analizi yapılmıştır.

2014 yılında Manavgat'ta Naras Barajı inşa edilmiştir ve 2021 yılında Manavgat'ta Türkiye Cumhuriyeti tarihinin en büyük orman yangını gerçekleşmiştir. Bu olaylar neticesinde arazi örtüsünde oluşan değişimin analiz edilmesi için çalışma alanı olarak Manavgat İlçesi seçilmiştir.

1990 ve 2021 Landsat-5 (TM) ve Landsat-8 (TIRS) kontrollü sınıflandırılmış uydu görüntüleri ile yapılan arazi örtüsü değişim analizinde; Su alanlarında 1.03 km², Orman alanlarında 255.16 km², Yapı alanlarında 69.98 km², Tarım alanlarında 52.12 km² ve Çorak Arazi alanlarında 132.02 km² alansal değişim görülmüştür.

Yapılan çalışmanın genel doğruluğu 1990 yılı için %93,06 ve 2021 yılı için %85,34 olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada karşılaşılan en büyük sorun, kontrollü sınıflandırma işleminde kullanılan gridlerin 30m orta çözünürlüklü ve kenar uzunluklu karelerden oluşması Landsat uydu görüntülerindeki Yapı sınıfında bulunan küçük alanlarda oluşan piksel karmaşıklığıdır. Bu sebepten dolayı analiz aşamasında görüntü yakınlaştırıldığında kalite düşüklüğü olmuştur ve bu durum örneklem referans noktaları seçiminde sorun oluşturmuştur.

Sonuç olarak, arazi kullanımı, şehir planlama, kentsel gelişim ve arazi örtüsü değişiminin analiz edilmesi vb. çalışmalarda düşük veya orta çözünürlüklü uydu görüntülerinin kullanılması sebebiyle bazı sınırlamalar ile karşılaşılabilir ve analiz çalışmasında bazı sorunlar oluşturabilir. 10m 'nin altında yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanılmasıyla daha kapsamlı ve doğruluğu daha yüksek sonuçlar elde edilebileceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Sümeýra, Ç.** (2022). Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) Yardımıyla Deprem Riski Altında Bulunan Alanların Yapısal Analizi: İzmit Körfezi Güneyi, *Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale.*

[2] **Berk, H.** (2013). Uydu Görüntüleri ile Peyzaj Tiplerinin Belirlenmesinde Mekan sal Çözünürlüğün Etkisi, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*

[3] **URL-1** <http://www.nasa.gov/mission_pages/LANDSAT/news/LANDSAT-history.html>, alındığı tarih 07.10.2022

[4] **Özge, K.** (2015). Spektral İndekslerin Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına Etkisi: İstanbul, Beylikdüzü İlçesi, Arazi Kullanımı Değişimi, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*

[5] **Luginbühl, Y.** (2001). *Landscape dentification, Assessment And Quality Objectives Using Cultural And Natural Resources.* First Conference Of The Contracting And Signatory States To The European Landscape Convention Council of Europe, Palais de l'Europe, Strasbourg, 22-23 November 2001.

[6] **Lillesand, T.M. ve Kiefer, R.W.** (1994). *Remote sensing and photo interpretation.* 3rd. Edition, John Wiley & Sons: New York.

[7] **Shackelford, A. K. ve Davis, C. H.** (2003). *A Combined Fuzzy Pixel-Based and Object-Based Approach for Classification of High-Resolution Multispected Data Over Urban Areas,* IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 41 (10): 2354-2364

[8] **Çoban, H.O.** (2006). *Uydu verileri ile orman alanlarındaki zamansal değişimlerin belirlenmesi,* Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[9] **Othman, K.** (2017). Farklı Sınıflandırma Yöntemleri ile Konya İlinin Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü Haritasının Oluşturulması ve Değişim Analizinin Gerçekleştirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*

[10] URL-2 <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>, alındığı tarih: 16.11.2022

[11] URL-3 <<https://www.harita.gov.tr/>>, alındığı tarih:16.11.2022

[12] URL-4 <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/education/teacherkit/html/lesson1.html>>, alındığı tarih:09.12.2022

[13] URL-5 <https://gisenglish.geojamal.com/2020/04/the-best-band-combinations-for-landsat_27.html>, alındığı tarih:09.12.2022

[14] URL-6 <<https://gisenglish.geojamal.com/2020/04/the-best-band-combinations-for-landsat-8.html>>, alındığı tarih:09.12.2022

[15] Adem, P. (2012). Adıyaman Civarındaki Hidrokarbon Sızıntılarının Landsat Tm Uydu Görüntüleriyle Belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul.*

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Sercan YILMAZ

EĞİTİM BİLGİLERİ:

- **Lisans** : 2015, Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektronik Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2023, İstanbul Teknik Üniversitesi, İletişim Sistemleri Anabilim Dalı, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

MESLEKİ DENEYİMLER:

- 2018-2019 yılları arasında Belbim şirketinde Test Mühendisi olarak çalıştı.
- 2019-2023 yılları arasında Architechtt şirketinde Devops Mühendisi olarak çalıştı.