



**YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK
İMAR BARIŞINA AYKIRI YAPILARIN TESPİT EDİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mustafa Erkan ŞAHİN

Eskişehir 2019

**YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK
İMAR BARIŞINA AYKIRI YAPILARIN TESPİT EDİLMESİ**

MUSTAFA ERKAN ŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Uğur AVDAN**

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kasım 2019

ÖZET

YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜKLÜ UYDU GÖRÜNTÜLERİ KULLANILARAK İMAR BARIŞINA AYKIRI YAPILARIN TESPİT EDİLMESİ

Mustafa Erkan ŞAHİN

Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Kasım, 2019

Danışman: Doç. Dr. Uğur AVDAN

İmar Barışı yasası ile yaklaşık 13 milyon yapının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılması amaçlanmaktadır. 31.12.2017'den önce ruhsatsız veya ruhsat eklerine aykırı yapılmış kırsal ve kentsel alanlardaki tüm yapılar İmar Barışı kapsamındadır. Yapı Kayıt Belgesi başvuruları için son tarih olarak yasada 31.10.2018 tarihi duyurulmuş ancak bu tarih 15.06.2019'a kadar uzatılmıştır. Çalışmanın amacı 31.12.2017'den, yapı kayıt belgesi için son başvuru tarihi olan 15.06.2019'a kadar olan başvuruların mekânsal olarak incelenebilmesidir. Bunun için Aralık 2017 ve Haziran 2019 tarihli Planet uydu görüntüleri kullanılmıştır. Planet uydusu her gün aynı noktadan görüntü alabilmesi, yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olabilmesi ve ücretsiz olmasından dolayı bu çalışma için uygun görülmüştür. Çalışma alanı Muğla ili Marmaris ilçesi Orhaniye köyü olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde, nesne tabanlı sınıflandırma işleminin segmentasyon aşamasında yapılan testler sonucunda ölçek:30, şekil:0,3, bütünlük:0,7 parametreleri kullanılmış, tüm segmentlerden yapılaşmalara ulaşıncaya kadar eCognition yazılımı ile filtreler uygulanmıştır. Doğruluk analizleri ArcGIS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. İkinci bölümde, farklı iki tarih arasında elde edilen yapılaşmalar için konumsal kesişim ile farklılık tespit edilmiş, kural filtresi ile yasaya aykırı olan yapılaşmalar tespit edilmiş, saha kontrollerini gerçekleştiren ilgili kuruma referans veri olarak sunulması planlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: İmar Barışı, Kaçak Yapılaşma, Nesne Tabanlı Sınıflandırma, Segmentasyon, Planet

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF STRUCTURES CONTRARY TO ZONING PEACE LAW USING HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGES

Mustafa Erkan ŞAHİN

Department of Remote Sensing and Geographical Information Systems

Eskişehir Technical University, Graduate School of Science, November, 2019

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Uğur AVDAN

The Law on Zoning Peace aims to license approximately 13 million buildings by the Ministry of Environment and Urbanization. Before 31.12.2017, all buildings in rural and urban areas that were not licensed or contradicted to the license annexes are within the scope of Zoning Peace. The deadline for building registration applications is announced in the law as 31.10.2018 but this date has been extended until 15.06.2019. The aim of the study is to examine applications from 31.12.2017 to 15.06.2019 which is the deadline for building registration documents. Planet satellite images of December 2017 and June 2019 were used for this purpose. Planet satellite is suitable for this study because it can get the same spot every day, has high spatial resolution and is free to use. The study area was determined as Orhaniye village in Marmaris district of Muğla province. In the first part of the study, the parameters of scale: 30, figure: 0.3, integrity: 0.7 were used as a result of the tests performed during the segmentation phase of the object-based classification process and filters were applied with eCognition software until all segments reached the structures. Accuracy analysis was performed with ArcGIS software. In the second part, the differences between spatial intersections have been determined for constructions obtained between two different dates, constructions that are contrary to the law have been determined by rule filter and it is planned to be presented as reference data to relevant institution performing field controls.

Keywords: Zoning Peace, Illegal Building, Object Oriented Classification, Segmentation, Planet

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimime başladığım günden beri benimle tüm bilgi birikimini paylaşmakla kalmayıp, hayat tecrübelerini de her ihtiyaç duyduğumda hiç esirgmeden paylaşan, bu candan tutumu ile sadece akademik değil, hayatımda da çok kıymetli bir yeri olan değerli hocam Sayın Doç. Dr. Uğur AVDAN’a,

Hayatta en önemli şey olduğuna inandığım vakitlerinden hocamın bana ayırdığı her dakikaya gösterdiği anlayış ve desteği için değerli hocam Sayın Dr. Zehra Yiğit AVDAN’a,

Yüksek lisans eğitimim boyunca hiçbir sorumu yanıtsız bırakmayan, her ihtiyaç duyduğumda desteğini esirgemeyen, tez sürecime de teknik bilgi birikimi ile katkılarından dolayı değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Resul ÇÖMERT’e,

Tezin oluşturulmasında konu ile ilgili tüm mesleki deneyimini benimle paylaşan, bölümümüz yüksek lisans mezunlarından Sayın Harita Yüksek Mühendisi Nevzat ALPASLAN’a,

Hayatım boyunca attığım her adımda sonsuz destek ve sevgisini her zaman arkamda hissettiren yol arkadaşım, sevgili annem Aynur ŞAHİN’e,

Benimle tecrübelerini paylaşacak kadar vakit geçiremediğimiz, eksikliğini her zaman hissetsem de bir o kadar yanımda olduğunu bildiğim rahmetli babam Bilal ŞAHİN’e,

Teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa Erkan ŞAHİN

08/11/2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Mustafa Erkan ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. UZAKTAN ALGILAMA.....	2
2.1. Işık ve Yapısı.....	2
2.2. Uzaktan Algılama	4
2.3. Elektromanyetik Spektrum.....	5
2.4. Uydu Teknolojileri.....	6
2.5. Yüksek Çözünürlüklü Yer Gözlem Uyduları.....	8
2.6. Planet Gözlem Uydusu	9
3. KENTLEŞME	10
3.1. Kent ve Kentleşme	10
3.2. Kentleşmenin Nedenleri	10
3.3. Kaçak Yapılar.....	11
3.4. Kaçak Yapıların Önlenmesine İlişkin Düzenlemeler	12
3.5. İmar Barışı.....	13
3.6. İmar Barışına Aykırı Yapılara İlişkin Mevcut Çalışmalar.....	14
4. UZAKTAN ALGILAMADA SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİ.....	15

4.1. Piksel Tabanlı Sınıflandırma	15
4.2. Nesne Tabanlı Sınıflandırma	16
5. UYGULAMA	17
5.1. Çalışma Alanı.....	17
5.2. Kullanılan Yazılım ve Donanım.....	19
5.3. Planet Uydu Görüntülerinin Temin Edilmesi ve Özellikleri.....	20
5.4. İşlem Diyagramı	22
5.5. Maskeleye	23
5.6. Segmentasyon	23
5.7. Filtreleme	28
5.7.1. Spektral filtreler.....	28
5.7.1.1. Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI)	28
5.7.1.2. Ashburn Bitki İndisi (AVI).....	29
5.7.1.3. Gelişmiş Bitki Örtüsü İndisi (EVI).....	29
5.7.1.4. Parlaklık (Brightness)	30
5.7.2. Geometrik filtreler	30
5.7.2.1. Alan filtresi	30
5.7.2.2. Uzunluk/Genişlik filtresi	30
5.8. Uygulama	30
5.8.1. Gölge Alan Sınıflandırması.....	31
5.8.2. Yeşil Alan Sınıflandırması.....	32
5.8.3. Toprak Alan Sınıflandırması.....	34
5.8.4. Sahil Alan Sınıflandırması.....	36
5.8.5. Çıplak Alan Sınıflandırması.....	37
5.8.6. Yol Alan Sınıflandırması	40
5.8.7. Çatısız Yapıların Sınıflandırması.....	41
5.8.8. Çatılı Yapıların Sınıflandırması.....	43

5.8.9. Düzenleme	43
5.8.10. Homojenlik Problemleri	44
5.9. Doğruluk Analizi	46
5.10. Fark Tespit Etme	48
5.11. Kural Filtresi	50
6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	53
6.1. Sonuç	53
6.2. Tartışma	53
6.3. Öneriler	54
KAYNAKÇA	55

TABLÖLER DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1. Toplam Uydu Sayısı ve Ülkelere Göre Dağılımı (Nisan 2019) [12].....	8
Tablo 2.2. Yüksek çözünürlüklü uydular ve özellikleri [http-2].....	9
Tablo 2.3. Planet gözlem uyduları ve özellikleri [13].....	9
Tablo 3.1. Türkiye’de net göç (aldığı göç-verdiği göç) sayısına göre ilk 10 il [15].....	11
Tablo 3.2. Türkiye’de nüfus artış hızına göre ilk 10 il [16].....	11
Tablo 5.1. PlanetScope Uydu Görüntüsü İndirme Seçenekleri [13].....	21
Tablo 5.2. Bant katsayısı test parametreleri.....	24
Tablo 5.3. NIR katsayılarına bağlı olarak üretilen segment sayıları.....	25
Tablo 5.4. Ölçek test parametreleri	25
Tablo 5.5. Ölçek parametresine bağlı olarak üretilen segment sayıları.....	26
Tablo 5.6. Homojenlik test parametreleri	27
Tablo 5.7. Homojenlik parametrelerine bağlı olarak üretilen segment sayıları.....	27
Tablo 5.8. Test sonucunda karar verilen segmentasyon parametreleri.....	28
Tablo 5.9. Gölge sınıflandırma parametreleri.....	32
Tablo 5.10. Yeşil alan sınıflandırma parametreleri.....	34
Tablo 5.11. Toprak alan sınıflandırma parametreleri.....	35
Tablo 5.12. Sahil alan sınıflandırma parametreleri	36
Tablo 5.13. Çıplak alan sınıflandırma parametreleri.....	38
Tablo 5.14. Yol alan sınıflandırma parametreleri	40
Tablo 5.15. Çatısız yapılar sınıflandırma parametreleri	42
Tablo 5.16. Çatılı yapılar sınıflandırma parametreleri	43
Tablo 5.17. Doğruluk analizi sonuçları	48
Tablo 5.18. Kural filtresi parametreleri.....	50
Tablo 5.19. Çalışma sonucu İmar Barışı'na aykırı olduğu belirlenen yapılar.....	52

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Prizmanın içerisinden geçen ışık [5]	3
Şekil 2.2. Çift Yarık Deneyi [5].....	3
Şekil 2.3. Işık Görünürlük Aralığı Diyagramı [5]	4
Şekil 2.4. Kamera taşıyan güvercinler [9].....	5
Şekil 2.5. Elektromanyetik Spektrum [7].....	6
Şekil 2.6. Sputnik 1 Uydusu	7
Şekil 3.1. Ankara Altındağ Öncüler Mahallesi [2]	12
Şekil 3.2. Atlas Uydu Görüntüsü ve Atlas Ortofoto Görüntüsü (Soldan Sağa)	14
Şekil 5.1. Çalışma Alanı – Orhaniye Köyü.....	18
Şekil 5.2. Orhaniye Köyü Geleneksel Yapıları [25].....	19
Şekil 5.3. PlanetScope Uydu Görüntüsü İndirme Detayları.....	20
Şekil 5.4. Çalışmada uygulanan iki aşamalı iş akışı	22
Şekil 5.5. Maskeleye işlemi sonrası çalışma alanı - Orhaniye Köyü.....	23
Şekil 5.6. NIR bant katsayısındaki artışın yapı segmentlerine etkisi (a) NIRx1 (b) NIRx2 (c) NIRx3	24
Şekil 5.7. Ölçek parametresinin yapı segmentlerine olan etkisi (a) Ölçek 30 (b) Ölçek 40 (c) Ölçek 50 (d) Ölçek 60 (e) Ölçek 70.....	26
Şekil 5.8. Şekil ve bütünlük parametrelerinin yapı segmentlerine etkisi (a) Şekil 0,1 Bütünlük 0,5 (b) Şekil 0,2 Bütünlük 0,8 (c) Şekil 0,5 Bütünlük 1,0	27
Şekil 5.9. Çalışmada kullanılan sınıflar	31
Şekil 5.10. Çalışmadaki işlem ağacı analizleri.....	31
Şekil 5.11. Parlaklık filtresi ekran görüntüsü	32
Şekil 5.12. Gölge alan sınıflandırma sonucu.....	32
Şekil 5.13. NDVI filtresi ekran görüntüsü	33
Şekil 5.14. eCognition yazılımındaki tüm aralık atama fonksiyonları [38]	33
Şekil 5.15. Yeşil alan sınıflandırma sonucu	34
Şekil 5.16. AVI filtresi ekran görüntüsü	35
Şekil 5.17. Toprak alan sınıflandırma sonucu	36
Şekil 5.18. Sahil alan sınıflandırma sonucu	37
Şekil 5.19. EVI filtresi ekran görüntüsü.....	37
Şekil 5.20. Çıplak alan sınıflandırma sonucu	38

Şekil 5.21. (a) Bölge büyütme işlemi öncesi sınıflandırma sonucu (b) Sınıflandırma olmadan uydu görüntüsü (c) Sınıflandırma olmadan Google Earth görüntüsü.....	39
Şekil 5.22. (a) Bölge büyütme işlemi sonrası sınıflandırma sonucu (b) Sınıflandırma olmadan uydu görüntüsü (c) Sınıflandırma olmadan Google Earth görüntüsü.....	40
Şekil 5.23. Yol alan bölge büyütme işlemi öncesi sınıflandırma sonucu	41
Şekil 5.24. Yol alan bölge büyütme işlemi sonrası sınıflandırma sonucu	41
Şekil 5.25. Çatılı ve çatısız yapılar	42
Şekil 5.26. Çatısız yapılar sınıflandırma sonucu	42
Şekil 5.27. Çatılı yapılar sınıflandırma sonucu	43
Şekil 5.28. Aralık 2017 tarihli görüntü sınıflandırma sonucu	44
Şekil 5.29. Sınıflandırmadaki homojenlik problemleri (Aralık 2017).....	45
Şekil 5.30. Haziran 2019 tarihli görüntü sınıflandırma sonucu.....	45
Şekil 5.31. Sınıflandırmadaki homojenlik problemleri (Haziran 2019)	46
Şekil 5.32. Google Earth sokak görünümü (çatılı ve çatısız yapılar örneği)	46
Şekil 5.33. Google Earth sokak görünümü aktif lokasyonlar (mavi daireler).....	47
Şekil 5.34. Google Earh görüntüleri ile oluşturulan doğruluk analizi verileri	47
Şekil 5.35. (a) 2017 görüntüsü sınıflandırma hataları Google Earth (b) 2017 görüntüsü sınıflandırma hataları uydu görüntüsü.....	48
Şekil 5.36. 2017 sınıflandırması hatalardan arındırılmış görüntüsü.....	49
Şekil 5.37. 2019 sınıflandırması hatalardan arındırılmış görüntüsü.....	49
Şekil 5.38. Yeni yapılaşmalar.....	50
Şekil 5.39. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 1 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü.....	51
Şekil 5.40. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 2 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü.....	51
Şekil 5.41. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 3 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü.....	52
Şekil 5.42. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 4 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü.....	52

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AVHRR	: Advanced Very High Resolution Radiometer (Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometre)
AVI	: Ashburn Vegetation Index (Ashburn Bitki Örtüsü İndisi)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇŞB	: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
DN	: Digital Number (Dijital Numara)
DEM	: Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)
DoD	: Department of Defense (Savunma Bakanlığı)
EVI	: Enhanced Vegetation Index (Gelişmiş Bitki Örtüsü İndisi)
LİDAR	: Light Detection and Ranging (Işığın Algılama ve Mesafe Ölçme)
MODIS	: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi)
NASA	: The National Aeronautics and Space Administration (Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi)
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi)
NIR	: Near-Infrared (Yakın-Kızılötesi)
NRT	: Near Real-Time (Yakın Gerçek-Zaman)
RGB	: Red Green Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
SWIR	: Short-Wave Infrared (Yakın Dalgaboyu Kızılötesi)
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı

UCS : Union of Concerned Scientists (Kaygılı Bilim Adamları Derneği)

USA : United States of America (Amerika Birleşik Devletleri)



1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan teknolojik gelişimle birlikte uzaktan algılamada kullanılan veri ve yöntemlerdeki gelişim de oldukça hızlanmıştır. Özellikle 2000’li yıllardan sonra uydu teknolojilerinde artan özel firma sayısı ve yatırım bütçesi ile yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine erişim imkânı da artmıştır. Özellikle uydu üreticilerinin “takım yıldızı” adını verdikleri çok sayıda küçük uydudan oluşan sistemler geliştirmesi ile aynı bölgeden sık aralıklarla yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine erişim mümkün olmuştur (http-1). Jeodezi, ormancılık, meteoroloji, jeoloji, çevre, askeri uygulamalar gibi geniş bir kullanım alanı olan bu görüntüler ile kentsel aktivitenin de hassas ve sürekli olarak gözlemlenmesi kolaylaşmıştır [1].

Kentlerde yaşayan nüfus oranının artmasıyla tanımlanabilen kentleşme, plansız ve denetimsiz gerçekleştiği durumlarda ciddi sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Ekonomik, siyasi ve sosyo-psikolojik nedenlerin ağırlıkta olduğu köyden kente göç süreci, özellikle 1950’li yıllardan sonra ülkemizde artış göstermiştir [2]. Kentlerdeki barınma kapasitesinin mevcut nüfus ve gelen göç ile karşılanamadığı durumlarda kaçak yapılar ortaya çıkmıştır. Türkiye’de 1960’lara kadar herhangi bir planlama yapılmadan, gecekondular ve kaçak yapılaşmanın önlenemediği düşünülse de, planlamanın önemi 1970’li yıllara gelindiğinde anlaşılmaya başlanmış, ilk resmi uygulamaları 1980’li yıllarda gerçekleşmiştir [3].

18 Mayıs 2018 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 3194 sayılı İmar Kanunu’nun Geçici 16. Maddesine Göre; Ülkemizde sadece gecekondular ve kaçak yapılaşmanın önlenmesi değil, imarsız bölgelerdeki turistik tesislerin, kaçak sanayi yapıları gibi her türlü kayıt dışı yapılaşmanın kayıt altına alınabilmesi ve vergilendirilebilmesi için birçok İmar Barışı yasası çıkarılmıştır. İmar Barışı yasası kapsamında kayıt dışı yapıların kayıt altına alınabilmesi için gereken “Yapı Kayıt Belgesi”, 31.12.2017 tarihinden önce yapılmış yapılar için alınabilmektedir. Bu tarihten sonra inşa edilen yapılar İmar Barışı yasası kapsamı dışında olup, ilgili yasa ile ceza-i işleme tabidirler. Yapı Kayıt Belgesi başvuruları için son tarih olarak yasa ile duyurulan tarih 31.10.2018 olmasına rağmen, yoğun talebi karşılamak için bu tarih 15 Haziran 2019 tarihine kadar uzatılmıştır. Temmuz 2019 tarihinde ise Resmi Gazete’de yayınlanan kararla Yapı Kayıt Belgesi bedeli ödemeleri için son tarih 31.12.2019’a kadar uzatılmıştır [4].

İmar Barışı yasası ile yaklaşık 13 milyon yapının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılması amaçlanmaktadır. 31.12.2017'den önce ruhsatsız veya ruhsat eklerine aykırı yapılmış kırsal ve kentsel alanlardaki tüm yapılar İmar Barışı kapsamındadır. Yapı Kayıt Belgesi başvuruları için son tarih olarak yasada 31.10.2018 tarihi duyurulmuş ancak bu tarih 15.06.2019'a kadar uzatılmıştır. Çalışmanın amacı 31.12.2017'den, yapı kayıt belgesi için son başvuru tarihi olan 15.06.2019'a kadar olan başvuruların mekânsal olarak incelenebilmesidir. Çalışma, göç artış hızı yüksek, aktif turizm faaliyetleri sebebiyle yapılaşmanın hızlı gerçekleştiği Muğla ili Marmaris ilçesi Orhaniye köyü için uygulanmıştır. Çalışmada, literatürde yaygın olarak kullanılan uydu görüntülerinden farklı olarak Planet uydu görüntüleri kullanılmıştır. Planet uyduları, aynı noktadan her gün görüntü alabilmesi sonucu ilgili denetleme birimlerinin aynı bölgede ile ilgili günlük analiz yapabilmesine olanak sağlaması, yüksek çözünürlüklü (3m) olması sebebiyle nesne tabanlı analizlerde kullanılabilir olması, radyometrik ve atmosferik düzeltmeleri yapılmış ve ücretsiz olarak indirilip analizlerde kullanmaya hazır olması sebepleriyle tercih edilmiştir.

2. UZAKTAN ALGILAMA

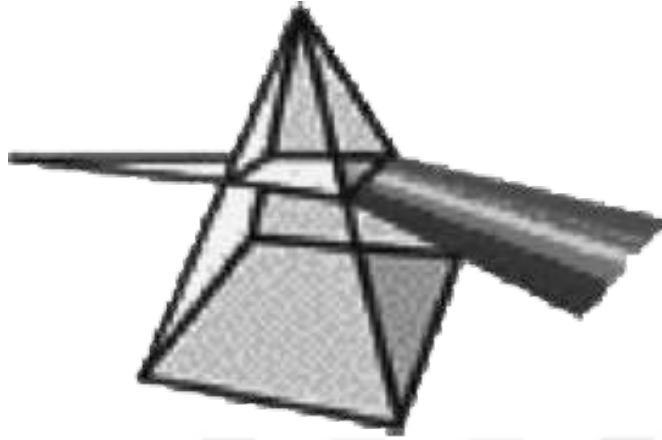
2.1. Işık ve Yapısı

Atalarımızın görsel keşifleriyle başlayan ışık ve özelliklerini anlama süreci, bilim insanlarının kapsamlı araştırmalarıyla uzaktan algılama teknolojilerinin oluşması ve gelişmesini sağlamıştır.

İlk cam prizmanın ne zaman yapıldığı bilinmese dahi ışık üzerindeki etkisi, oldukça farklı birçok fikir ortaya çıkarmıştır. Isaac Newton 1666 yılında camın renklerin kaynağı olmadığını, doğal ışığın kendisi olduğunu kanıtlayana dek, insanlar camda bulunan farklı maddelerin gökkuşaklarında görülen renkler gibi farklılıklar yarattığına inanıyorlardı. Işığı spektral aralıklara bölmek için bir prizma kullanan Newton, farklı renkler için farklı prizmalar kullanmıştır. Deney sonucunda prizmadan çıkan ışığın prizmaya giren ışıqla (Şekil 2.1) aynı olduğunu kanıtladığında, renklerin kaynağının prizma ile bir bağlantısı olmadığı, doğal ışığın kendisi olduğu kabul görmüştür.

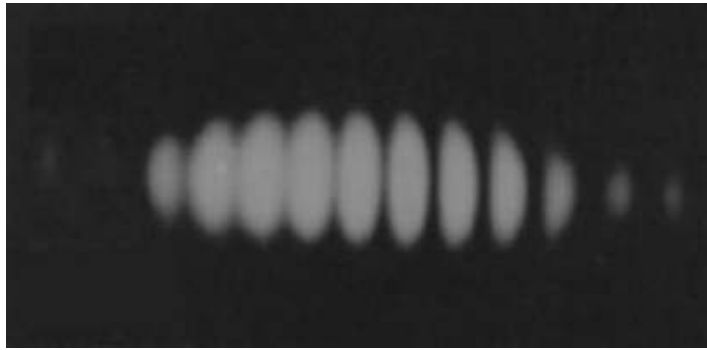
Deneyin ardından bilim adamları, doğal ışığın renk taşıdığı bilgisiyle ışığın ne olduğu, renklere neyin sebep olduğu, ışığın bir dalga mı yoksa parçacık mı olduğu

sorularına cevap aramaya başlayarak modern fizik ve elektro-optik alanlarında büyük keşiflerin yapılmasına öncülük etmişlerdir [5].



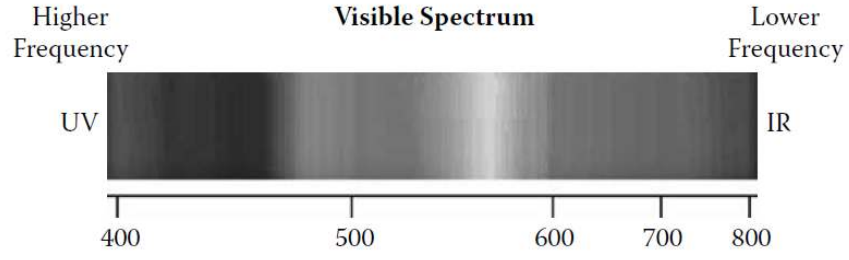
Şekil 2.1. *Prizmanın içerisinde geçen ışık [5]*

1803 yılına kadar devam eden araştırmalar sonucunda Thomas Young, ışığın hareketlerindeki dalga izlerini ispatlamıştır. Deneyinde, bir delikten yansıtılan ışık demetinin dikey ve dar bir açıklıktan geçirilerek başka bir yüzeye yansıtılması, günümüzde hala fizik derslerinde çift yarık deneyi (Şekil 2.2) olarak uygulanmaktadır [5, 6].



Şekil 2.2. *Çift Yarık Deneyi [5]*

Aynı dönemde devam eden farklı bir deneyde, renklerin farklı sıcaklıklarda çeşitlilik gösterdiği William Herschel tarafından keşfedilmiştir. Yeşil ve mavi renkler soğuk iken kırmızı renklerin sıcak olduğu, kırmızı aralığın dışında kalan renklerin ise daha sıcak olduğunu keşfetmiş, resmi arşivlere geçmiş ilk dalga boyu ve frekansa bağlı ışık görünürlük aralığı diyagramını (Şekil 2.3) oluşturmuştur [5].



Şekil 2.3. Işık Görünürlük Aralığı Diyagramı [5]

Dalga boyu, renk ve frekans arasındaki ilişkilerin belirlendiği bu bilimsel araştırmalar, nesnelerden yansıyan ışığın ölçülüp sınıflandırılması çalışmalarında, günümüz modern multispektral ve hiperspektral uzaktan algılama tekniklerinin oluşmasına öncülük etmişlerdir [5].

2.2. Uzaktan Algılama

“Uzaktan Algılama” teriminin kullanımı yakın zamanlara dayansa da özellikle I. Dünya Savaşında orduların balonlar ve II. Dünya Savaşında uçaklarla yaptıkları havadan görüntüleme faaliyetleri, savaşların seyrinde önemli rol oynamıştır [7, 8].

Uzaktan algılama teknolojilerinin gelişiminin başından beri karasal nesnelerin havadan görüntülenmesi hayati öneme sahip olmuştur. Uzaktan algılamanın tarihte kayıtlı ilk örneklerinden biri olarak; 1908 yılında Julius Neubronner tarafından geliştirilen kamera taşıyan güvercinler, Bavyera Almanya’da bir kalenin havadan fotoğraflarını çekmiştir. Kamuoyuna açıklanmayan bu buluştan yaklaşık 20 yıl sonra, İsviçre’de saatçilik işi ile uğraşan bir aile şirketinin yöneticisi olan Christian Adrian Michel tarafından ticari amaçla kullanılmak üzere kamera taşıyan güvercinlerin ilk prototipi hazırlanmıştır (Şekil 2.4). Patent işlemlerinin ardından model İsviçre ordusuna askeri kullanım amacıyla önerilmiş, başarılı test uçuşları gerçekleştirilmiş ancak ticari olarak istenilen başarıyı elde edemeden, niteliği artan askeri gözlem ihtiyaçları, uzaktan algılama yöntemlerinde yeni uygulamaların ortaya çıkmasına sebep olmuştur [5, 9].



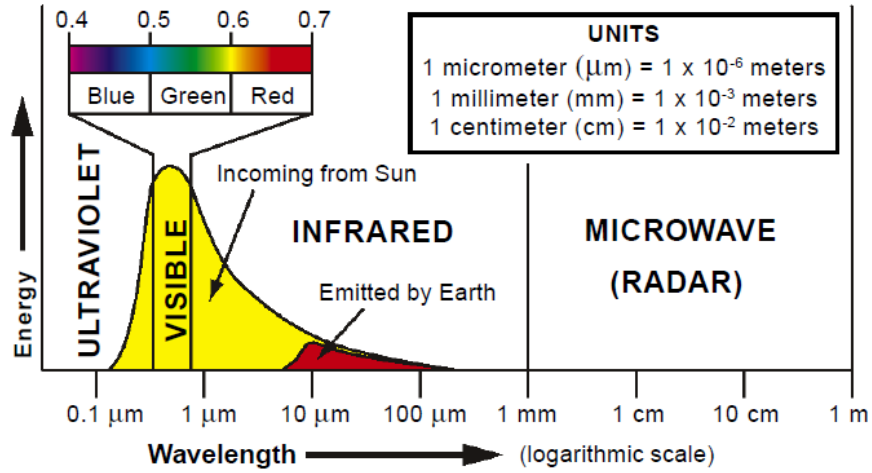
Şekil 2.4. Kamera taşıyan güvercinler [9]

Aynı senelerde uçağa yerleştirilen kameralar ile ilk hava fotoğrafı Wilbur Wright ve L.P. Bonvillain adındaki yolcusu tarafından çekilmiş ve bilinen anlamda modern uzaktan algılama teknolojilerine olan ihtiyaç ve gelişim hızlanmıştır [8].

Uzaktan algılama teknolojilerinin modern havacılık endüstrisine entegrasyonu, sektörün güvenli, sürdürülebilir ve uygulanabilir bir yapıya dönüşümüyle kaçınılmaz hale gelmiştir. Özellikle 1960'lı yılların başında Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı (USA DoD) ve Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA), birçok sistemin gelişimine öncülük etmiştir. DoD, U-2 isimli yüksek irtifaya sahip keşif uçağını özel spektral filtrelerle revize ederek ilk multispektral kameralardan birini aktif gözlemlerde kullanmıştır [5].

2.3. Elektromanyetik Spektrum

Uzaktan algılamanın temel mantığı, güneşten gelen görünür ışığın enerji kaynağı olarak kullanılmasıdır. Dünya güneşten gelen elektromanyetik radyasyonla aydınlatılır. En yüksek güneş enerjisi, görünür ışığın dalga boyu aralığındadır ($0.4 - 0.7 \mu\text{m}$). Hayvanların çoğunun görsel sistemlerinin bu dalga boylarına duyarlı olduğu bilinmesine rağmen insanlarda görünür ışık elektromanyetik spektrumun sadece küçük bir kısmını oluşturur (Şekil 2.5) [7].



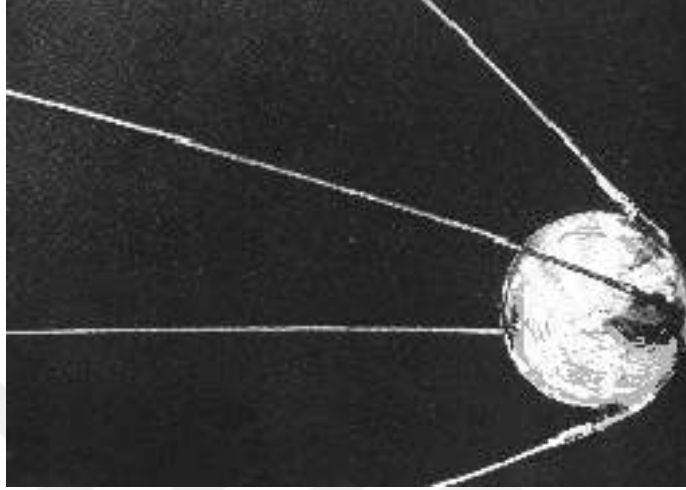
Şekil 2.5. Elektromanyetik Spektrum [7]

Elektromanyetik spektrumun her bir fotonu enerji seviyesine göre bir dalga boyuna sahiptir. Elektromanyetik radyasyonun formları ve ışık dalga boylarına göre tanımlanmıştır. Gökkuşağında görülen tüm renkler görünür ışık aralığında olmasına rağmen uzaktan algılamada kırmızı, yeşil ve mavi dalga boyu bölgelerine bölünmüştür. Güneşten gelen enerjinin diğer aralıkları ise çıplak gözle görünmez durumda olan ultraviyole ve kızılötesi radyasyon formundadır. Güneş ışınımının en az yayıldığı bölge ise mikrodalga aralığıdır [5, 7].

2.4. Uydu Teknolojileri

II. Dünya savaşının sonlarına doğru, uçaklarla çekilen hava fotoğraflarının önemi giderek artmıştır. 4 Ekim 1957 tarihinde dünyanın ilk bilinen yapay uydusu olan Sputnik 1 (Şekil 2.6) Sovyetler Birliği tarafından başarılı bir şekilde fırlatılarak, “Soğuk Savaş” yıllarının “Uzay Çağı” olarak adlandırılmasına öncülük etmiştir. Hemen akabinde, 1 ay sonra Sputnik 2 uydusu fırlatılmıştır. 1 Ocak 1958 tarihinde ABD tarafından Explorer 1 uydusu başarılı bir şekilde fırlatılmış, 2 ay sonra ise günümüzde hala aktif olan Vanguard 1 uydusu fırlatılmıştır. İlk kez sadece gözlem uydusu olarak fırlatılan Vanguard 2 uydusu, teknolojik yetersizlikler sebebiyle bulutluluk oranı çok yüksek fotoğraflar çekmiş, TIROS meteorolojik uydularının 1960 yılında fırlatılmasıyla bu engel de aşılmıştır. TIROS uyduları meteorolojik amaçlarla üretilmesine rağmen, taşıdıkları 5 spektral bant ölçüm yapabilen Gelişmiş Çok Yüksek Çözünürlüklü Radyometreler (AVHRR) ile gözlem uyduları teknolojilerinde birçok cihazın geliştirilmesi için temel oluşturmuştur. 1960-1980 yılları arasında uydu teknolojileri açısından çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bunların en önemlisi NASA’nın 1972

senesinde fırlattığı, 8 spektral bant ve 15 metrelik mekansal çözünürlüğe sahip, tamamen gözlem amaçlı olan Landstat 1 uydusudur. Landstat 1 uydusunun fırlatılışı literatür ve birçok resmi makam tarafından, uydu teknolojilerinde bir dönüm noktası olarak kabul görmüştür.



Şekil 2.6. *Sputnik 1 Uydusu*

1980’li yıllarda, mevcut teknolojilerin yanı sıra, birkaç spektral banttan gelen bilgileri birleştiren hiperspektral sensörlerler geliştirilmiştir. 1990’lı yıllarda ise uydu teknolojilerinde daha büyük multisensör platformları geliştirilmesi, gözlem uydularının operasyon kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve daha yüksek çözünürlüklü görüntüler ile izleme yeteneklerinin artırılması üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Kaygılı Bilim Adamları Derneği’nin (UCS) 31 Mart 2019 tarihli güncel raporuna göre; şu an dünyanın farklı yörüngelerinde toplam 2062 uydu bulunmaktadır. Bu uydular çeşitli parametrelere ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmıştır (Tablo 2.1) [10, 11, 12].

Tablo 2.1. *Toplam Uydu Sayısı ve Ülkelere Göre Dağılımı (Nisan 2019) [12]*

Kullanım Amacı	Toplam	Ülke						
		ABD	Rusya	Çin	Fransa	Japonya	Türkiye	Diğer
Yer Gözlem/Yer Bilimleri	791	402	27	145	14	29	4	170
İletişim	773	334	83	41	2	20	3	290
Teknoloji Geliştirme	265	90	10	68	13	26	1	57
Navigasyon	138	32	28	40	0	4	0	34
Uzay Gözlem/Uzay Bilimleri	91	39	5	15	1	3	0	28
Gözetim	3	3	0	0	0	0	0	0
Eğitim	1	1	0	0	0	0	0	0

2.5. Yüksek Çözünürlüklü Yer Gözlem Uyduları

Özellikle 2000’li yıllardan sonra yüksek çözünürlüklü görüntü üretebilen uyduların gelişimi hızlanmıştır. Uzay ajanslarından bağımsız olarak, uydu üretimi için fon ayıran şirket sayısının artışı ile birlikte hem uyduların sensör teknolojilerinin gelişimi hız kazanmış hem de bu verilere ulaşım kolaylaşmıştır. Özellikle uydu üreticilerinin “takım yıldızı” adını verdikleri çok sayıda küçük uydudan oluşan sistemler geliştirmesi ile, aynı bölgeden sık aralıklarla yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine erişim mümkün olmuştur (http-1). Mekansal veri üretiminde çok büyük kolaylıklar sağlayan bu görüntüler ile kentsel aktivitenin hassas ve sürekli olarak gözlemlenmesi kolaylaşmıştır [1]. Literatürde yaygın olarak kullanılan yüksek çözünürlüklü yer gözlem uyduları ve özellikleri Tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. Yüksek çözünürlüklü uydular ve özellikleri [http-2]

	GeoEye-1	WorldView-2	QuickBird	IKONOS	OrbView-3
Bant Sayısı	0,41m	0,46m	0,61m	1m	1m
Mekansal Çözünürlük (Multispektral)	1,65m	1,84m	2,4m	4m	4m
Fırlatma Tarihi	2008	2009	2001	1999	2003
Görüntü Tekrarı (Nadir)	3 gün	3,7 gün	3,5 gün	3 gün	3 gün

2.6. Planet Gözlem Uydusu

Bu çalışmada imar barışına aykırı olarak inşa edilmiş kaçak yapıların belirlenmesi için 31 Ekim 2017’de fırlatılan yüksek çözünürlüklü planet uydu görüntüleri kullanılmıştır. Planet projesi; 130’un üzerinde PlanetScope, 13 adet Skysat ve 5 adet RapidEye adı verilen takım uydular olmak üzere 3 ana sistemden oluşmaktadır. Planet takım uyduları, mevcut uydular içerisinde en hızlı görüntü toplanabilen sistem olup, aynı lokasyonun görüntüleri her gün güncellenebilmekte, günlük yaklaşık 340 milyon km² alan görüntülenebilmektedir (Tablo 2.3).

Tablo 2.3. Planet gözlem uyduları ve özellikleri [13]

	PlanetScope	RapidEye	Skysat
Bantlar	4 (RGB, NIR) Mavi: 455 – 515 nm Yeşil: 500 – 590 nm Kırmızı: 590 – 670 nm NIR: 780 – 860 nm	5 (RGB, Red Edge, NIR) Mavi: 440 - 510 nm Yeşil: 520 - 590 nm Kırmızı: 630 - 685 nm Red Edge: 690 - 730 nm NIR: 760 - 850 nm	5 (RGB, NIR, PAN) Mavi: 450 - 515 nm Yeşil: 515 - 595 nm Kırmızı: 605 - 695 nm NIR: 740 - 900 nm Pan: 450 - 900 nm
Mekansal Çözünürlük	3 m	5 m	0.8 m
Görüntü Tekrarı (Nadir)	1 gün	5,5 gün	4-5 gün
Veri Türü	GeoTIFF	GeoTIFF	GeoTIFF

3. KENTLEŞME

3.1. Kent ve Kentleşme

İnsanların yaşamlarını sürdürdükleri mekân parçasına “kent” ya da “köy” denir. Kent ile köyün her zaman birbirinden kesin çizgilerle ayrılması mümkün değildir. Yerleşik hayata geçiş tarım faaliyetleri ile başlamıştır. Tarımcılık kentleşme ihtiyacını yaratmış, belirli bir bölgede uzun süre göç etmeden yaşayan insan toplulukları, düzenli toplum yaşamına geçişin temellerini oluşturmuştur. Kentleşme dar anlamda sayısının ve kentlerde yaşayan nüfusun artmasını ifade eder [2]. Toplulukların bir araya geldikleri sosyal, kültürel ve ekonomik paylaşımda bulundukları kentlerde ulaşım başta olmak üzere birçok farklı dinamik, kentleşmenin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Günümüzde dünya nüfusunun büyük çoğunluğu kentlerde yaşamakta olup üretim, ticaret, ulaşım ve kültürel faaliyetler genellikle kentlerde gerçekleştirilmektedir. Modern dünyada kentler belli alanlarda uzmanlaşmış olup toplumlara her türlü hizmeti sunmak üzere örgütlenmiş olup üretimde bulanmaktadır. Ülkelerin gelecekleri her türlü ekonomik, siyasi ve sosyal değişimin yaşandığı büyük kentlerde şekillenmektedir [14].

3.2. Kentleşmenin Nedenleri

Kentleşmenin birçok farklı dinamik nedeni bulunmaktadır. Bu nedenler birbiri ile etkileşim içerisinde olup, kentleşmeyi hızlandıran, denetim mekanizmalarını zorlaştıran süreçlerdir. Ekonomik, siyasi, teknolojik, sosyo-psikolojik nedenler kentleşme sürecini hızlandıran başlıca faktörlerdir [2]. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Kentleşme ve Yerel Yönetimler Çalışma Grubu raporuna göre Türkiye’de özellikle 1950 yılından sonra kentleşme hızı artmıştır. Raporda bu durumun başlıca sebepleri köyden kente göç ve aşırı nüfus artışı olarak belirtilmiştir [3]. 2017 Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı (TÜİK) verilerine göre Türkiye’de köyden kente göç ve nüfus artışındaki ilk 10 il tabloları incelendiğinde, çalışmanın yapıldığı Muğla ilinin Net Göç rakamlarında 4. sırada olduğu görülmektedir (Tablo 3.1 ve Tablo 3.2).

Tablo 3.1. Türkiye’de net göç (aldığı göç-verdiği göç) sayısına göre ilk 10 il [15]

İl	Net Göç Sayısı (Aldığı göç – Verdiği Göç)
Çankırı	28.027
Ordu	24.661
Sivas	19.590
Muğla	18.340
Antalya	15.571
Balıkesir	15.210
Rize	14.853
Giresun	14.405

Tablo 3.2. Türkiye’de nüfus artış hızına göre ilk 10 il [16]

İl	Yıllık Ortalama Nüfus Artış Hızı (%)
Yalova	34,1
Tekirdağ	32,1
Kocaeli	27,1
Şanlıurfa	22,0
Antalya	20,3
Sakarya	19,4
Gaziantep	19,1
Eskişehir	18,9

3.3. Kaçak Yapılar

Özellikle hızlı göç ile artan barınma ihtiyacına karşılık, 1930’lu yıllarda Ankara’da başlayan gecekondü inşaatları, Türkiye’de kaçak yapılaşmanın ilk örneklerindendir. 1950’li yıllara gelindiğinde yaygınlaşan kaçak yapılar, kentlerin planlı gelişimine kalıcı zararlar vermiştir (Şekil 3.1) [2, 3].



Şekil 3.1. *Ankara Altındağ Öncüler Mahallesi [2]*

TMMOB Kentleşme ve Yerel Yönetimler Çalışma Grubu raporuna göre kentleşme politikalarındaki yanlış uygulamalar, planlama eksiklikleri, yerel ve idari yönetimlerin denetim süreçlerindeki aksaklıklar sonucu ortaya çıkan kaçak yapılar, afet riskli yerleşim yerlerinin oluşmasına, doğal ve kültürel mirasın dolaylı yoldan zarar görmesine, sel yatakları, kıyı alanları, tarım alanları, orman alanları, su havzaları gibi alanların yapılaşma ile kontrolsüz bir şekilde yok olmasına neden olmuştur. Süreç içerisinde yerel ve idari yönetimler tarafından yürürlüğe konulan yasal düzenlemeler ile kaçak yapılaşma ile mücadele günümüzde hala devam etmektedir [3].

3.4. Kaçak Yapıların Önlenmesine İlişkin Düzenlemeler

1960'lara kadar herhangi bir planlama yapılmadan, gecekondular ve kaçak yapılaşmanın yıkımlarla önlenemediği düşünülmüştür. Konut edindirme çalışmaları gecekondulardan oluşan mahallelerin oluşumunu hızlandırmış, bu kaçak yapılar mevzuata uygun hale getirilmiştir. Planlamanın önemi 1970'li yıllarda anlaşılmaya başlanmış, uygulamaya 1980'li yıllarda geçilmiştir. 1985 yılında yürürlüğe giren 3194 sayılı İmar Kanunu ile kaçak yapılaşma ile mücadelede caydırıcı hükümlerin yasal temelleri atılsa da her kentte aynı tip yapılaşma yaklaşımı, konut edinme gücünün aynı olduğu varsayımı ve denetlemenin kusursuz yapılabileceği inancı ile etkin ve kesin bir sonuç ortaya koyulamamıştır [3]. 1996 yılında gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Yerleşimleri Konferansı (Habitat II) ile, sürdürülebilir insan yerleşimlerinin temin edilmesi, sosyal, ekonomik kalkınma ve çevre koruma çalışmalarının kapsamlı olarak

bir arada yürütülmesi için eylem planları oluşturulmuştur. 2000’li yıllarda gecekonduyla mücadele için kentsel dönüşüm kavramı ortaya çıkmıştır [17].

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı’nın, Türkiye İktisat Kongresi Afet Komisyonu Raporunda (2004), afetle mücadelede risk azaltma faktörü olarak ön plana çıkmıştır. Ardından “Kentsel Dönüşüm Kanun Taslağı” ve Avrupa Birliği (AB) uyum yasaları ile kentsel dönüşüm hız kazanmıştır [3, 18, 19].

3.5. İmar Barışı

Ülkemizde sadece gecekondu ve kaçak yapılaşmanın önlenmesi değil, imarsız bölgelerdeki turistik tesislerin, kaçak sanayi yapıları gibi her türlü kayıt dışı yapılaşmanın kayıt altına alınabilmesi ve vergilendirilebilmesi için birçok İmar Barışı yasası çıkarılmıştır [20]. 18 Mayıs 2018 tarihinde resmi gazetede yayınlanan, 3194 sayılı İmar Kanunu’nun Geçici 16. Maddesine Göre; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Türkiye’de geniş bir kesimin yararlanmasını beklediği “İmar Barışı Düzenlemesi” adı ile kayıt altında olmayan yapılar için “Yapı Kayıt Belgesi” alınmasına olanak sağlayan düzenlemeyi yürürlüğe koymuştur. Düzenlemenin başlıca maddeleri şu şekildedir:

1. İmar Barışı, 31.12.2017 tarihinden önce yapılmış yapıları kapsar.
2. İmar Barışı başvuruları e-devlet üzerinden gerçekleştirilir.
3. İmar Barışı kapsamında değerlendirilen yapılar için “Yapı Kayıt Belgesi” oluşturulur.
4. Yapı Kayıt Belgesi imar açısından ekstra bir hak sağlamaz, müktesep oluşturmaz.
5. Üçüncü kişilere ait özel mülkiyete konu taşınmazlarda bulunan, hazineye ait sosyal donatı için tahsisli araziler üzerinde bulunan ve 3194 sayılı İmar Kanunu’nun Geçici 16. Maddesinde belirtilen istisnai alanlarda bulunan yapılar İmar Barışı kapsamı dışındadır.
6. Yapı Kayıt Belgesi, yapının yeniden yapılması veya kentsel dönüşüm uygulamasına kadar geçerlidir.

İmar Barışı kapsamında Yapı Kayıt Belgesi için son başvuru tarihi 31.10.2018 olarak duyurulmuş, yoğun talep üzerine bu tarih 15 Haziran 2019’a kadar uzatılmıştır. 1

Temmuz 2019 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanan kararla Yapı Kayıt Belgesi bedeli ödemeleri için tarih 31.12.2019’a kadar uzatılmıştır.

3.6. İmar Barışına Aykırı Yapılara İlişkin Mevcut Çalışmalar

İmar Barışı yasası sonucunda gerçekleştirilen yapı kontrol işlemleri beyana dayalı olarak sahada yapılan gözlemlerle gerçekleştirilmektedir. Uydu görüntüleri kullanılarak rutin bir kontrol yapılmamaktadır. Hava görüntüleri kullanımı, ortofoto üretimi için yetkin firmalara uçuş yaptırılarak, verilerin ATLAS platformuna eklenmesi ve ilgili birimlerin değerlendirmesine esas olarak yürütülmektedir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Atlas Uydu Görüntüsü ve Atlas Ortofoto Görüntüsü (Soldan Sağa)

Özellikle Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü uzmanları bu görüntülerden elde edilen sonuçları sahada yaptıkları yerinde tespitlerle ilişkilendirerek ceza-i işlem kararını vermektedirler. Ortofoto görüntüsü bulunmayan bölgelerde ise Google Earth görüntüleri kullanılmaktadır. Ek olarak, şikayetlere esas saha çalışmaları yapılmaktadır.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilecek anlamlı veri, ilgili kurumun saha çalışmalarında lokasyon bazlı gözlem yapmasına olanak sağlayacak, sahadaki yetkililer tarih ve görüntüdeki yapılaşma farklılıkları üzerinden bir yaklaşım geliştirebileceklerdir. Yetkili kurumun uygun görmesi durumunda, saha çalışmaları analiz sonuçlarına göre planlanıp daha etkin ve nitelikli bir denetim yapılması sağlanabilecektir. Atlas Portal’da bulunan ortofoto görüntüleri (Şekil 8b) tüm Türkiye’yi kapsamadığı için, kaçak yapılaşmanın tespiti için yüksek çözünürlüklü, tüm bölgenin sürekli güncellenen uydu görüntülerinin kullanımı önemlidir.

Atlas Platformu ÇŞB bünyesinde yürütülen, halka açık ve açık kaynak kodlu bir platform olup, katmanlara erişim yetkilendirme dahilinde yapılmaktadır.

4. UZAKTAN ALGILAMADA SINIFLANDIRMA YÖNTEMLERİ

Uzaktan algılamada sınıflandırma işlemlerinin amacı, benzer spektral değerlere sahip piksellerin belirli gruplara ayrılmasını sağlamaktır. Çok bantlı uydu görüntüleri, görüntüdeki her bir pikselin gruplandırılması için kullanılmaktadır. Farklı nesnelerin spektral imzaları, görüntülerin her bir pikselindeki yansıtım ve yayılım özellikleri ile dikkate alınarak oluşturulan Digital Number (DN) değerlerinin kombinasyonları ile elde edilmektedir. Şekil, süreklilik, komşu pikseller gibi parametreler sınıflandırma sonuçlarını doğrudan etkilediği için, görsel yorumlamaların doğruluğunun artırılması için ortaya konulan çalışmalar tekrar edilerek doğruluk artırılmaktadır [21].

Uzaktan algılamada sınıflandırma yöntemleri ikiye ayrılmaktadır.

4.1. Piksel Tabanlı Sınıflandırma

Piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinde, sadece piksellerin gri değerine dayalı detay çıkarımı esastır [1]. Özellikle yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde farklı spektral değerlere sahip heterojen piksellerin yoğunluğu sebebiyle sınıflandırma işlemlerinde bazı sınırlamalara neden olmaktadır [1, 22].

Kontrollü sınıflandırma yönteminde, yeryüzündeki nesnelerin özellikleri göz önüne alınarak, örnek spektral özellik alanları oluşturulur. Bu alanlar eğitim verisi olarak kullanılarak her bir pikselin en çok benzer olduğu gruba atanmasını sağlar [23]. Kontrollü sınıflandırmanın ilk aşaması eğitim verisinin oluşturulmasıdır. Bu aşamada seçilen örnek alanların spektral özellikleri ile yeryüzündeki gerçek nesneler arasında ilişki kurulmaktadır. Eğitim verisinin oluşturulması, operatör tarafından yapılan, otomatik olmayan bir işlemdir. Bu aşamada yapılacak çalışmanın kalitesi sonrasındaki sınıflandırma ve sonuç aşamalarını doğrudan etkilediği için, bu işlemin dikkatle yapılması gerekmektedir. Kontrollü sınıflandırmanın ikinci aşaması sınıflandırma işlemidir. Bu aşamada, görüntüde bulunan her bir piksel, analist tarafından eğitim verisinde belirlenen en yakın gruba atanmaktadır. Sınıflandırma işlemi ilgili yazılımlar tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmekte olup, örnek alanlar ile pikseller arasında yeterli ilişki kurulamaz ise bu alanlardaki pikseller yazılım tarafından otomatik olarak “sınıflandırılmamış” tanımı ile gruplandırılır. Yazılım tarafından otomatik olarak gerçekleştirilen sınıflandırma işleminde üç ana yaklaşım türü kullanılmaktadır. Operatör literatürde oldukça yaygın ve kabul görmüş; “Paralelyüz”, “En Yakın Uzaklık” ve “En

Yüksek Olabilirlik” yaklaşımlarını kullanarak sınıflandırma işlemini gerçekleştirir. Üçüncü ve son aşamada ise, gruplandırılan veriler analist tarafından yorumlanmak üzere çıktı veriler olarak sunulmaktadır. Sonuç aşamasında elde edilen x ve y eksenlerindeki iki boyutlu DN’ler istatistiksel ve grafiksel olarak yorumlanabilir, diğer çalışmalar için altlık veriler olarak kullanılabilirler [21, 23].

Kontrolsüz sınıflandırma yönteminde, eğitim verisi kullanılmadan, algoritmalar ile spektral olarak ayrılabilir sınıflar belirlenerek bilgi elde etme yoluna gidilmektedir. Kontrolsüz sınıflandırmada kullanılan görüntüdeki piksel değerleri birbirine yakın olanlar ve uzak olanlar şeklinde çok iyi ayrılabilir durumda olmalıdır. Analiz gerçekleştirilirken, her bir pikselin hangi gruba dâhil edileceği, önceden belirlenmiş gruplandırma merkezinin piksele olan uzaklığı ile kıyaslanması sonucu belirlenmektedir. Spektral sınıfların tanımlamalarının ne olduğu önceden bilinmeyen bu gruplandırma işlemi sonucunda operatör tanımlamaları hava fotoğrafları, topoğrafik haritalar gibi referans veriler ile karşılaştırılarak belirlenerek spektral olarak ayırt edilebilir sınıf ve tanımlamalar elde edilmektedir [21, 23, 24].

4.2. Nesne Tabanlı Sınıflandırma

Günümüzde özellikle yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinde, detay çıkarımının maksimum düzeyde gerçekleştirilebilmesi için nesne tabanlı sınıflandırma analizleri daha çok kullanılmaya başlanmıştır [1]. Nesne tabanlı sınıflandırmada piksel tabanlı sınıflandırma yönteminden farklı olarak, sınıflandırma işlemi tekil pikseller üzerinde çalışmaz ve bulanık mantık sınıflandırmaya olanak sağlar [23]. Nesnelerin şekil, doku, spektral değer gibi farklı özelliklerinin parametre olarak belirlenebildiği nesne tabanlı sınıflandırma analizlerinde ilk ve temel adım olarak segmentasyon işlemi uygulanmaktadır. Nesne tabanlı sınıflandırmanın piksel tabanlı sınıflandırmadan farklılaşması burada başlamaktadır. Nesnelerin spektral ve dokusal bilgilerinin kullanıldığı piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerine ek olarak nesne tabanlı sınıflandırmada şekil karakteristikleri ve komşuluk ilişkileri de kullanılmaktadır. Gerçek dünya nesnelerinin daha iyi belirlenebilmesi için oldukça avantaj sağlayan bu parametreler ile birim olarak piksel değil, piksel gruplarından oluşan segmentler kullanılmaktadır [1, 21-23].

Segmentasyon işleminin kalitesi, sınıflandırma işleminin başarısını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, segmentasyon işleminde belirlenen parametrelerin olabildiğince gerçeğe yakın olarak belirlenebilmesi için bu aşamada yapılan test sürecinde bolca deneme yapılmalıdır.

Çalışmada yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile bina tespitlerinin yapılabilmesi için geleneksel yöntemlerden farklı olarak detay çıkarımı yüksek, literatürde yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve kabul görmüş nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri tercih edilmiştir.

5. UYGULAMA

5.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Muğla İli Marmaris İlçesi Orhaniye Mahallesi (Köyü) seçilmiştir (Şekil 5.1). Yüksek göç artış hızı ve aktif turizm faaliyetleri sebebiyle çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bölgede Özel Çevre Koruma Bölgesi'ne bağlı olarak korunması gereken sit alanları yer almaktadır. Akdeniz ve Ege arasında geçiş için elverişli konumu sebebiyle özellikle yat turizmi açısından önemli olan köyde, başlıca geçim kaynakları arıcılık ve turizmdir [25].



Şekil 5.1. Çalışma Alanı – Orhaniye Koyü

Köyün yerleşimi dağınık mahallelerden oluşmaktadır. Kıyı ve dağlık alanlara yoğunlaşan yerleşim modelinde yapıların çoğu tek katlı sundurmalı örnekler olup, kabayonu taş ile yapılmış dış cepheleri sıvalıdır. Yapıların çoğu kullanıcı müdahalesine uygun olarak tasarlanmış, birçok bölüm sonradan kapatılarak kapalı alanlara dönüştürülmüştür (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Orhaniye Köyü Geleneksel Yapıları [25]

20.12.2010 tarihli eski adı ile T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı – Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı’nın hazırladığı Datça – Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi Sosyo-Ekonomik, Tarihi ve Kültürel Değerler Araştırması raporu TÜİK nüfus projeksiyonlarında köyün nüfusunun 2040 yılı sonunda 1262 olacağı tahmini paylaşılmıştır.

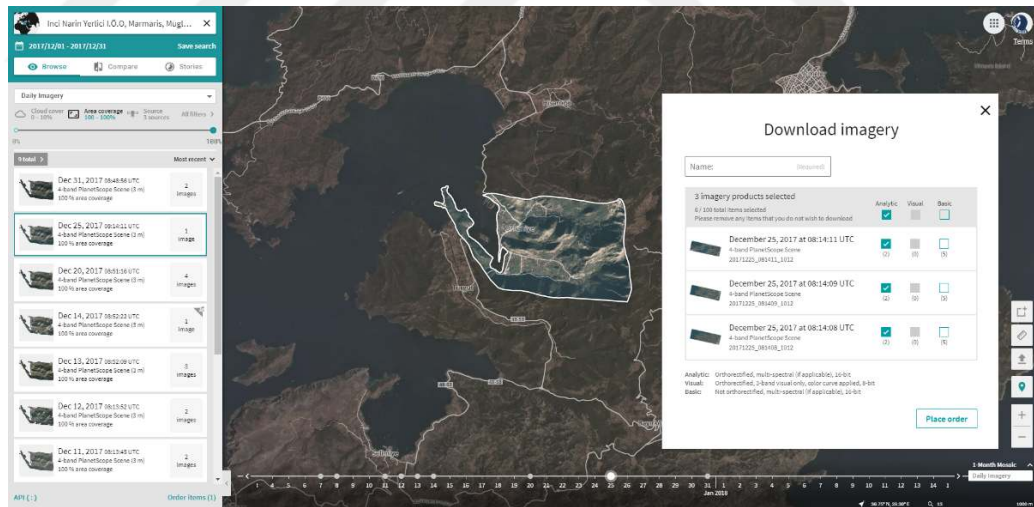
5.2. Kullanılan Yazılım ve Donanım

Çalışma kapsamında nesne tabanlı sınıflandırma işlemleri için eCognition Developer (v.9.0) yazılımı kullanılmıştır. Sınıflandırma aşamasında eklenebilen segmentlerin geometrik (alan, uzunluk vb.) özelliklerine göre filtrelenebilmesi, işlem adımlarının işlem ağacı (process tree) altında görüntülenip bir iş akışı olarak kaydedilebilmesi, varsayılan fonksiyonlara ek olarak kodlanabilen ve ekranda

görüntülenerek kullanıcılara eşik değerlerle ilgili test yapma imkanı sağlayan özelleştirilebilir nesneler (customized features) özellikleri sebebiyle eCognition Developer yazılımı tercih edilmiştir. Çalışmanın farklılık tespit etme işlemlerinde ise ArcGIS yazılımı kullanılmıştır.

5.3. Planet Uydu Görüntülerinin Temin Edilmesi ve Özellikleri

Çalışmada kullanılan Planet uydu görüntüleri Planet Web Sitesi'nden (www.planet.com.tr) çalışma alanı olan Orhaniye Köyü ShapeFile dosyası referans gösterilerek indirilmiştir. Siteden, 0.8 m çözünürlüğe sahip Skysat görüntüleri ücretli üyelik ile, 5 m çözünürlüğe sahip RapiedEye ve 3 m çözünürlüğe sahip PlanetScope görüntüleri ücretsiz olarak, günlük belirli bir alan kotası ile indirilebilmektedir. Aktif bir üniversite e-posta hesabı ile sınırsız görüntü indirmesi yapılabilmektedir. Çalışmada sadece PlanetScope görüntüleri kullanılmıştır (Şekil 5.3). PlanetScope uyduları her gün aynı noktadan güncel görüntü alınabilmesi ve yüksek çözünürlüğü ile (Tablo 5.1) araştırma konusu olan kaçak yapıların izlenmesinin sürekli güncellenebilir olması açısından önem teşkil etmektedir.



Şekil 5.3. PlanetScope Uydu Görüntüsü İndirme Detayları

PlanetScope uydu görüntüleri 3 farklı seçenek ile indirilebilmektedir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. *PlanetScope Uydu Görüntüsü İndirme Seçenekleri [13]*

PlanetScope Görüntü Türleri	Ortorektifikasyon	Bantlar	Bit Derinliği
Analytic	Yapılmış	Multi-Spektral	16
Visual	Yapılmış	3 Bant – Görsel	8
Basic	Yapılmamış	Multi-Spektral	16

Uydu görüntüleri üzerinde analiz işlemlerinin doğru sonuçlar vermesi için ortorektifikasyon işlemi çok önemlidir. Algılayıcının eğikliği ve arazideki değişimler uydu görüntülerinde distorsiyona sebep vermektedir [1]. Her gün aynı noktadan görüntü alınabildiği düşünüldüğünde, indirilen görüntülerin ortorektifikasyon işlemlerinin yapılmış olması, çalışma kapsamında amaçlanan yapı değişimlerinin günlük izlenebilir olmasında işlem kolaylığı sağlamaktadır. Radyometrik ve Atmosferik düzeltmeler yapılmış olduğu için çalışmada kullanılmak üzere Analytic türü görüntüler seçilmiştir. İndirilen görüntülerdeki Radyometrik ve Atmosferik düzeltmelerin detayları şu şekildedir [13]:

Radyometrik Düzeltmeler;

- Kalibrasyon katsayılarına dayanarak mutlak radyometrik değerlere dönüştürme,
- Ölçme hatasını azaltmak için 100'lük ölçeklendirilmiş radyometrik değerler,
- Kalibrasyon katsayılarının yörüngedeki kalibrasyon teknikleriyle düzenli olarak izlenmesi ve güncellenmesi.

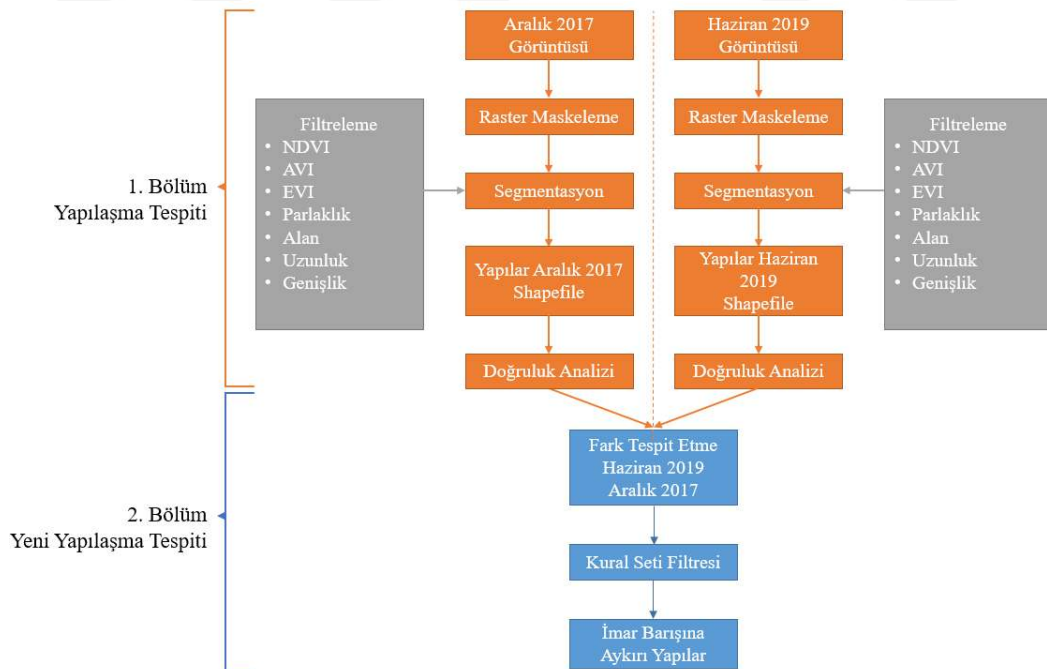
Atmosferik Düzeltmeler;

- Atmosfer parlaklığı yansıtma değerlerinin, sensör parlaklığı ve katsayılar kullanılarak dönüştürülmesi,
- 6SV2.1 radyasyon transfer kodu ve Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektroradiometresi (MODIS) Yakın Gerçek-Zamanlı (NRT) verisi kullanılarak yüzey değerlerine dönüşüm,
- Yansıtma değerlerinin, nicelme hatasının azaltılması için 10.000 oranında ölçeklenmesi.

Çalışmada, 31.12.2017 tarihinden, yapı kayıt belgesi için son başvuru tarihi olan 15.06.2019 tarihine kadar olan başvuruların mekânsal olarak incelenebilmesi için Aralık 2017 ve Haziran 2019 tarihli PlanetScope Analytic türü uydu görüntüleri kullanılmıştır.

5.4. İşlem Diyagramı

İmar Barışına aykırı olan yapıların belirlenmesi için yapılan çalışma iki bölümde gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde farklı tarihlerdeki iki uydu görüntüsündeki yapılaşmalar, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemleri kullanılarak tespit edilmiş, doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde eCognition yazılımının gelişmiş özellikleri kullanılmış, elde edilen yapılar vektör veri formatına dönüştürülmüştür. İkinci bölümde ise farklılık tespit etme işlemleri, 26.09.2019 tarihli yapıların 25.12.2017 tarihli yapılarla konumsal kesişimiyle gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrasında elde edilen veride kural seti filtresi uygulanarak, kaçak yapılaşma olduğu düşünülmeyen yapılar çıkarılmıştır. Elde edilen nihai veri İmar Barışına aykırı olduğu düşünülen yapılar olarak değerlendirilmiş, ilgili kurum ve kuruluşların yasa kapsamında gerçekleştirdiği saha denetlemelerinde kullanılması planlanmıştır. Çalışmanın detaylı işlem ağacı Şekil 5.4'te gösterilmiştir.

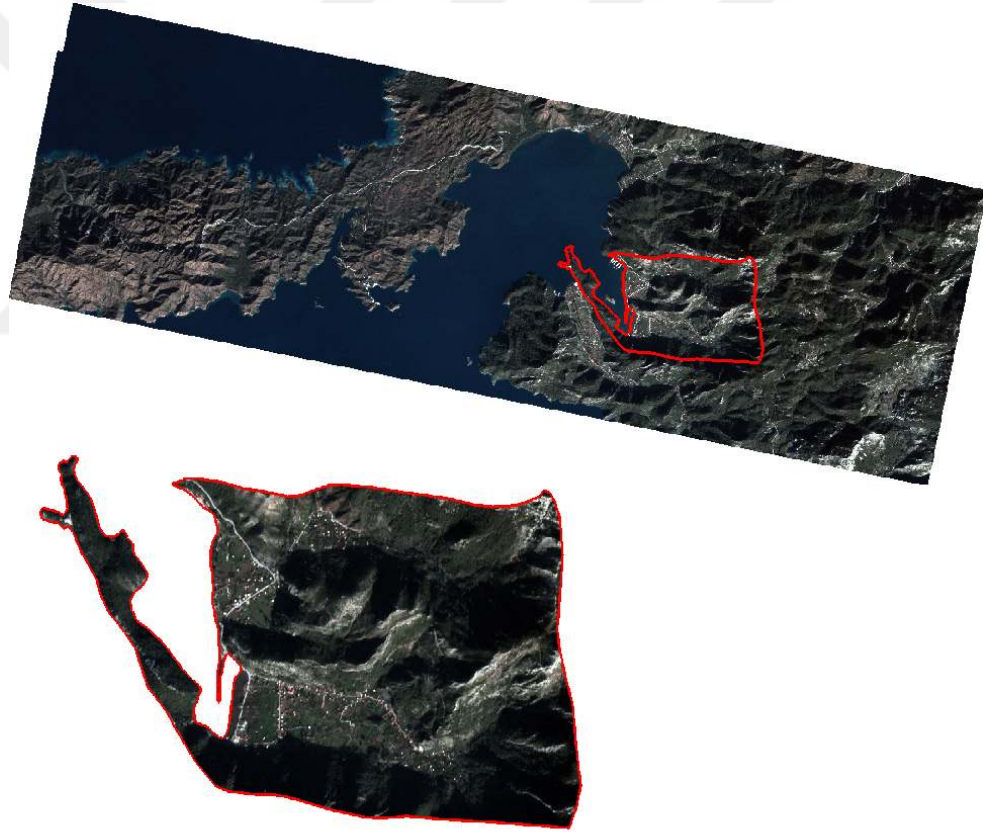


Şekil 5.4. Çalışmada uygulanan iki aşamalı iş akışı

Doğruluk analizlerinde, Google Maps 3 boyutlu sokak haritaları kullanılmış, yapılar sayısallaştırılıp Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamına aktarılarak oluşturulan referans veri ile analizler sonucunda elde edilen veriler karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir.

5.5. Maskeleme

Çalışma için Planet platformundan indirilen uydu görüntüleri, Orhaniye köyü sınırları üzerinden ArcGIS platformunda “Clip” özelliği kullanılarak kesilmiştir. Bu işlemin amacı çalışma amacı dışarısında kalan bölgelerin, özellikle deniz alanlarının çalışma bölgesi dışarısında bırakılarak spektral aralıkların daha tutarlı sonuçlar vermesini sağlamaktır (Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Maskeleme işlemi sonrası çalışma alanı - Orhaniye Köyü

5.6. Segmentasyon

Segmentasyon işlemi belirli parametreler ile gerçekleştirilen, nesne tabanlı sınıflandırma işleminin en önemli adımıdır. eCognition Developers yazılımı segmentasyon işlemi arayüzünde, ölçek, şekil ve bütünlük parametreleri, farklı değerler

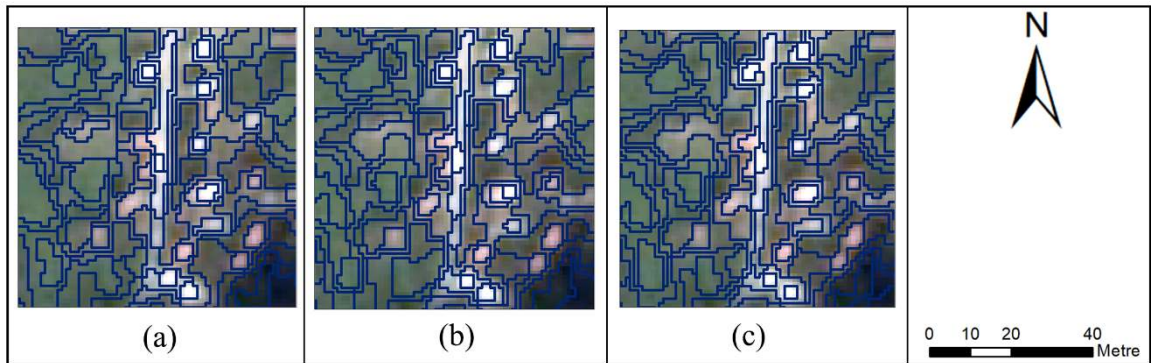
kullanılarak test edilmiş, en uygun parametrelere test sonucunda karar verilmiştir. Farklı algoritmalar ile gerçekleştirilebilen segmentasyon işleminde, nesnelerin ortalama heterojenliğini en aza indiren çoklu çözünürlük algoritması kullanılmıştır [22]. Segmentasyon işleminde uygulanan çoklu çözünürlük algoritmasındaki bant katsayıları da değiştirilebilmektedir.

İlk test aşamasında, ölçek ve homojenlik parametreleri, yazılımdaki varsayılan değerler ile sabit tutularak, dördüncü bant olan NIR bant katsayıları değiştirilerek, sonuçlar gözlemlenmiştir (Tablo 5.2).

Tablo 5.2. Bant katsayısı test parametreleri

Bant	Bant Katsayısı	Ölçek	Şekil	Bütünlük
Kırmızı	1	50	0,1	0,5
Mavi	1	50	0,1	0,5
Yeşil	1	50	0,1	0,5
NIR	1,2,3	50	0,1	0,5

Test sonucunda NIR bant katsayısındaki artışın, bina nesnelerini aynı segment içerisinde gruplandığı (Şekil 5.6), segment sayısında da artış olduğu anlaşılmıştır (Tablo 5.3).



Şekil 5.6. NIR bant katsayısındaki artışın yapı segmentlerine etkisi (a) NIRx1 (b) NIRx2 (c) NIRx3

Tablo 5.3. NIR katsayılarına bağlı olarak üretilen segment sayıları

NIR Bant Katsayıları	Segment Sayısı
x1	11816
x2	13000
x3	13715

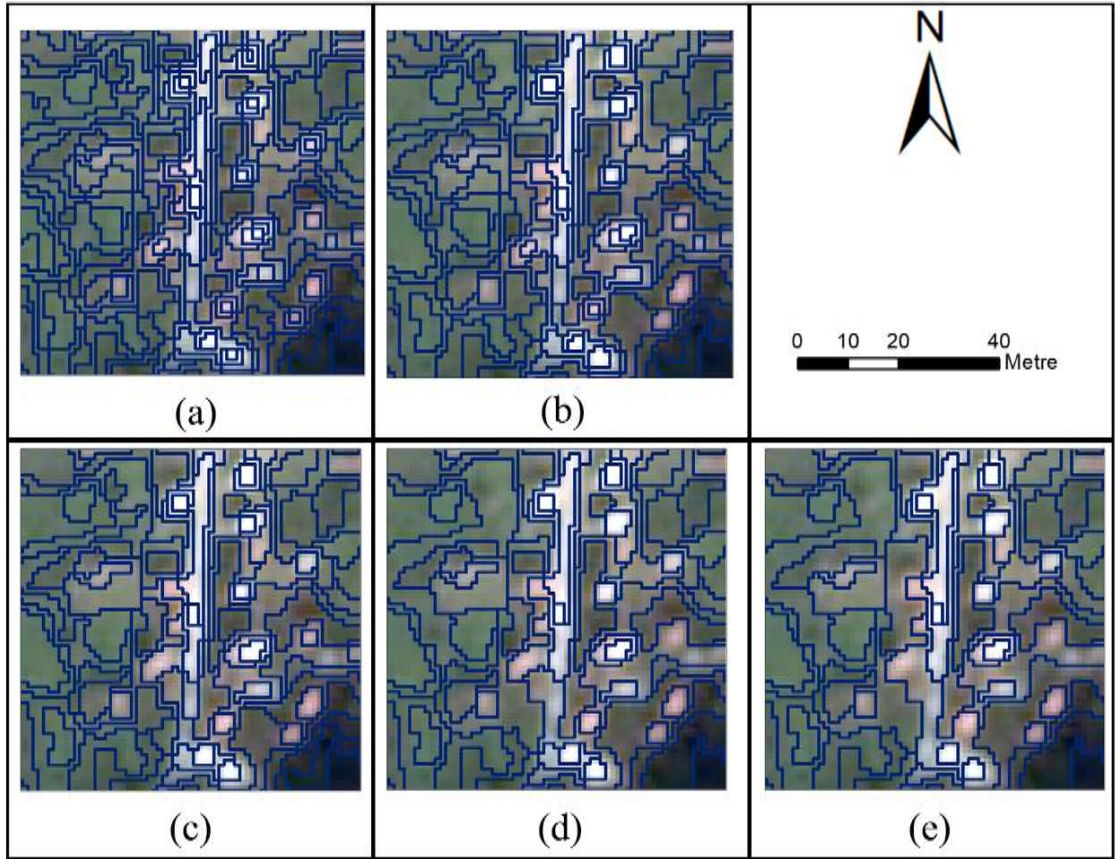
Test sonucunda daha homojen segmentler üretilen, tüm bantların tek katsayı ile ağırlıklandırılmasına karar verilmiştir.

İkinci test aşamasında ölçek parametresi azalan ve artan değerlerde test edilmiştir. Homojenlik parametreleri, yazılımdaki varsayılan değerler ile sabit tutularak, ölçek parametresi değiştirilerek test işlemi gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.4).

Tablo 5.4. Ölçek test parametreleri

Ölçek	Şekil	Bütünlük
30	0,1	0,5
40	0,1	0,5
50	0,1	0,5
60	0,1	0,5
70	0,1	0,5

Test sonucunda ölçek parametresinin segment sayısına doğrudan etki ettiği görülmektedir. (Şekil 5.7). Ölçek değerinin azaldığı durumlarda (Şekil 5.7 (a), Şekil 5.7 (b)) nesne sayısının artarak daha detaylı segmentlerin oluştuğu, arttığı durumlarda ise (Şekil 5.7 (d), Şekil 5.7 (e)) nesne sayısının azalmasıyla doğru orantılı olarak detayların da kaybolduğu gözlemlenmiştir (Tablo 5.5).



Şekil 5.7. Ölçek parametresinin yapı segmentlerine olan etkisi (a) Ölçek 30 (b) Ölçek 40 (c) Ölçek 50 (d) Ölçek 60 (e) Ölçek 70

Tablo 5.5. Ölçek parametresine bağlı olarak üretilen segment sayıları

Ölçek	Segment Sayısı
30	28763
40	17460
50	11816
60	8717
70	6640

Ölçek parametresi testi sonucunda mekânsal çözünürlüğü 3m olan Planet uydu görüntülerinde, detayların kaybolmadığı, nesnelerin en uygun homojenlikte segmente edildiği en uygun ölçek değerinin 30 olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

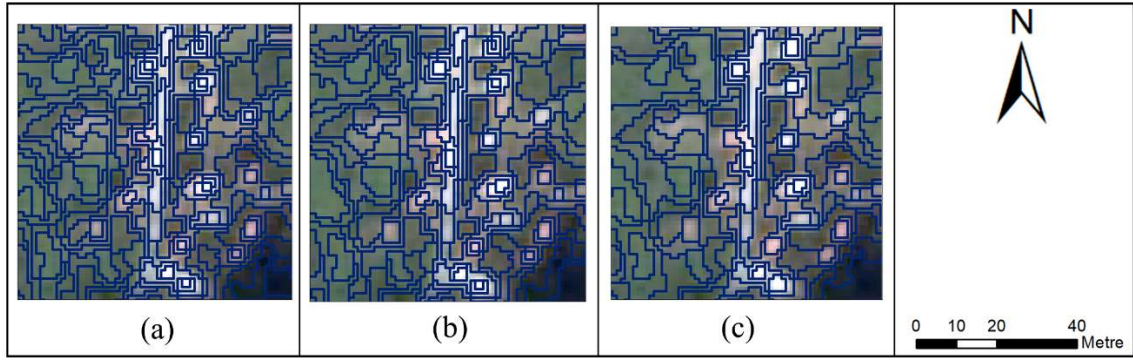
Segmentasyon testi işleminin son aşamasında ise homojenlik parametreleri test edilmiştir. Homojenlik parametresi şekil ve bütünlük parametrelerini içermektedir. Testte birinci ve ikinci aşamada karar verilen bant tekil, ölçek parametresi 30 değerleri

sabit tutulup, yazılımın varsayılan şekil ve bütünlük parametreleri değiştirilerek gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.6).

Tablo 5.6. *Homojenlik test parametreleri*

Ölçek	Şekil	Bütünlük
30	0,1	0,5
30	0,3	0,7
30	0,5	1,0

Test sonucunda şekil ve bütünlük değerlerindeki artışın segment sayısını arttırdığı (Tablo 5.7), ancak oluşturulan segmentlerin daha homojen, pürüzsüz ve çalışma alanındaki nesne tanımlarını kapsayıcı nitelikte olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. *Şekil ve bütünlük parametrelerinin yapı segmentlerine etkisi (a) Şekil 0,1 Bütünlük 0,5 (b) Şekil 0,2 Bütünlük 0,8 (c) Şekil 0,5 Bütünlük 1,0*

Tablo 5.7. *Homojenlik parametrelerine bağlı olarak üretilen segment sayıları*

Şekil	Bütünlük	Segment Sayısı
0,1	0,5	28763
0,3	0,7	28389
0,5	1,0	35979

Gerçekleştirilen homojenlik testi sonucunda şekil parametresinin 0,3 bütünlük parametresinin 0,7 olarak kullanılmasının, çalışmanın amacına uygun olduğu görülmüştür. Kapsamlı olarak gerçekleştirilen üç test sonucunda segmentasyon işlemi için kullanılacak tüm parametreler belirlenmiştir (Tablo 5.8).

Tablo 5.8. Test sonucunda karar verilen segmentasyon parametreleri

Bant	Bant Katsayısı	Ölçek	Şekil	Bütünlük
Kırmızı	1	30	0,3	0,7
Mavi	1			
Yeşil	1			
NIR	1			

5.7. Filtreleme

Segmentasyon işlemi sonucunda elde edilen segmentlerin kapsadığı spektral yansıma değerlerinin, bir işlem ağacı oluşturularak, en uygun sınıflara atanabilmesi için filtreleme işlemi uygulanmıştır. Bu aşamada spektral değerler kullanılarak sınıflandırma yapabilmek için literatürde yaygın olarak kullanılan indisler, geometrik özellikler ile sınıflandırma için ise geometrik filtreler kullanılmıştır. Birbirine çok yakın spektral ve geometrik özelliklerin farklı sınıflara atanabilmesi için bu iki filtreleme mantığı literatürde de yaygın olarak kullanılmaktadır [26]. eCognition yazılımının gelişmiş özellikleri ile filtreleme işlemleri çoklu parametre kullanımı ile gerçekleştirilebilmektedir.

5.7.1. Spektral filtreler

Çalışma kapsamında bant kombinasyonları ile elde edilen, literatürde yaygın olarak kullanılan ve kabul görmüş, bant çeşitleri Planet görüntüleri ile uyumlu olan indisler kullanılmıştır. Bina çıkarımı için uygulanan obje tabanlı sınıflandırma yaklaşımlarının çoğunda kullanılan indisler taranıp çalışma alanına uygulanmış, bu indislerden sınıflar arası karar ilişkisini etkileyenler belirlenmiştir [27].

5.7.1.1. *Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndisi (NDVI)*

NDVI indisi, yeşil yapraklı bitki alanlarının belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan indistir. Yakın kızılötesi bant ile kırmızı bant arasındaki farktan bitki örtüsünün yoğunluğunun belirlenebilmesine olanak sağlar. NDVI indisi uygulanmış bir görüntüde piksel veya piksellerden oluşan segmentler -1 ve +1 arasında tanımlanırlar. Sadece yeşil yapraklı bitki örtüsü değil genel arazi örtüsü sınıflandırmalarında da

oldukça etkili karar parametreleri oluşturulmasını sağlayan bir indistir. Yapılan literatür araştırmaları sonucunda, NDVI negatif değerlerde azalıyorsa alanın su, 0' a yakın değerlerde yerleşim, +1' e yakın değerlerde ise yoğun yeşil yapraklı bitki örtüsü olma ihtimali yüksektir [27, 28]. Çalışma alanındaki sınıflandırmaların çoğunda NDVI indisi kullanılmıştır.

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)} \quad [27] \quad (5.1)$$

Formüldeki NIR, yakın kızılötesi, Red ise kırmızı bandın yansıma değeridir.

5.7.1.2. *Ashburn Bitki İndisi (AVI)*

AVI indisi, kırmızı ve NIR bantları kullanarak bitki örtüsünün çıplak topraktan ayırt edilmesinde fark yaratmaktadır. Uzaktan algılama literatüründe NDVI ile birlikte uzun süredir kullanılan indislerden biridir. NDVI çoğunlukla düşük ve yoğun bitki örtüsünü belirlemede kullanılırken, AVI kızılötesi bandın güç derecesi sebebiyle özellikle toprak alanlardaki hassasiyeti sebebiyle tercih edilmektedir [29]. Çalışma alanındaki toprak sınıflarının belirlenebilmesi sebebiyle bu indis tercih edilmiştir.

$$AVI = 2 \times NIR - Red \quad [29] \quad (5.2)$$

Formüldeki NIR, yakın kızılötesi, Red ise kırmızı bandın yansıma değeridir.

5.7.1.3. *Gelişmiş Bitki Örtüsü İndisi (EVI)*

EVI indisi, toprak ve atmosfer sınırlamalarını minimize etmek için üretilmiş en yaygın bitki örtüsü indisidir. Yüksek biyokütle alanlarındaki değişikliklere karşı daha duyarlı olmasını sağlayan gölgelik arka plan sinyallerini ve atmosferik etkileri düzeltmek için ekili olan EVI indisinde kullanılan üç farklı düzeltme parametresi ile bu etkiler minimize edilip, indisin hassasiyeti artırılmıştır. Çalışma alanındaki toprak ve çıplak alanların yol ve çatılı binalara olan benzerliklerinde farklılık yaratabilmek amacıyla EVI indisi kullanılmıştır [27, 30].

$$EVI = 2.5 \times \frac{(NIR - Red)}{(NIR + C_1 \times RED - C_2 \times Blue + L)} \quad [31] \quad (5.3)$$

Formüldeki NIR, yakın kızılötesi, Red ise kırmızı bandın yansıma değeridir. L toprak alanı düzeltme değeri, C₁ ve C₂ değerleri ise aerosol saçılımını düzelteren

katsayılarıdır. NASA MODIS sensöründe kullanılan standart katsayılar şu şekildedir: $L=1$, $C_1=6$ ve $C_2=7.5$ [31].

5.7.1.4. Parlaklık (Brightness)

Literatürde parlaklık parametresi, farklı sınıfların spektral parlaklık değerleri kullanılarak farklılık çıkarımı amacıyla kullanılmaktadır. Kullanım amacına göre yerleşim yerleri, bitki örtüsü, sulak alanlar, gölge alanlar vb. için özelleştirilmiş parlaklık indisleri mevcuttur. Çalışma kapsamında parlaklık parametresi, özellikle gölge alanlar, yapılaşma alanları, çıplak alanlar ve yollar arasındaki parlaklık değerlerini tespit edebilmek amacıyla kullanılmıştır [32].

5.7.2. Geometrik filtreler

Nesne tabanlı sınıflandırma işleminin sağladığı en önemli avantajlardan birisi, segmentasyon işlemi sonrası oluşturulan segmentlerden spektral yansıma değerleri benzer olanlarının, geometrik filtreler ile farklı sınıflara ayrılabilmesidir [23]. Çalışmada geometrik filtrelerin kullanılma amacı, birbirine yakın spektral yansıma değerlerini temsil eden homojen segmentlerin ayrı sınıflara atanabilmesini sağlamaktır [33, 34].

5.7.2.1. Alan filtresi

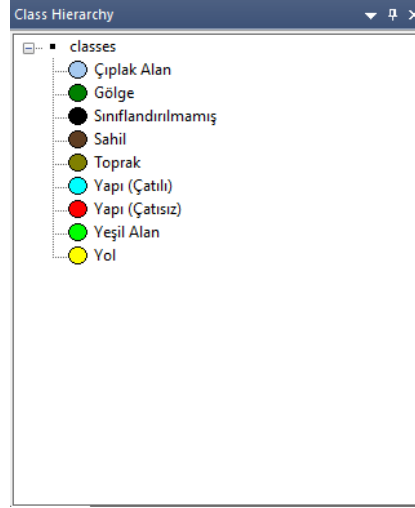
eCognition yazılımında oluşturulan segmentlerin alan parametreleridir. Yazılımda alan değerleri birimi olarak piksel kullanılmaktadır. Oldukça homojen spektral yansıma değerlerine sahip olan yapılaşma alanları, çıplak alanlar ve yollar gibi alanların ayrı sınıflara tanımlanabilmesi için alan parametresi kullanılmıştır [35].

5.7.2.2. Uzunluk/Genişlik filtresi

Segmentlerin kenar uzunluğu ve genişliğinin birbirine oranı ile elde edilen, piksel biriminde kullanılan parametredir. Çizgisel yapıdaki segmentlerle temsil edilen yolların ayrımı için kullanılmıştır [35].

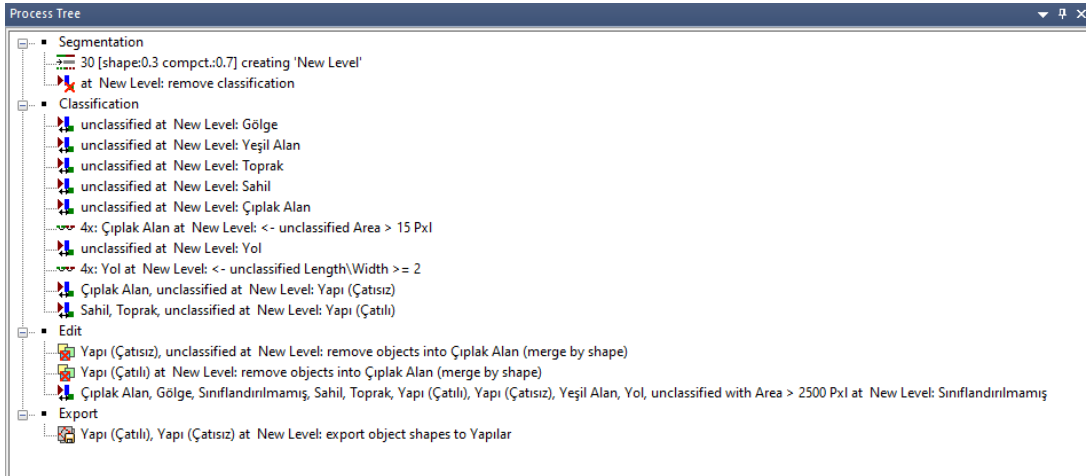
5.8. Uygulama

Çalışma alanı olan Orhaniye Köyü için maskelenmiş 2017 Aralık ayı uydu görüntüsü ve segmentasyon işlemi sonrasında filtreleme parametreleri ile uygun olan sınıflar için literatür taranmış [36], eCognition yazılımında tanımlanmıştır (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. Çalışmada kullanılan sınıflar

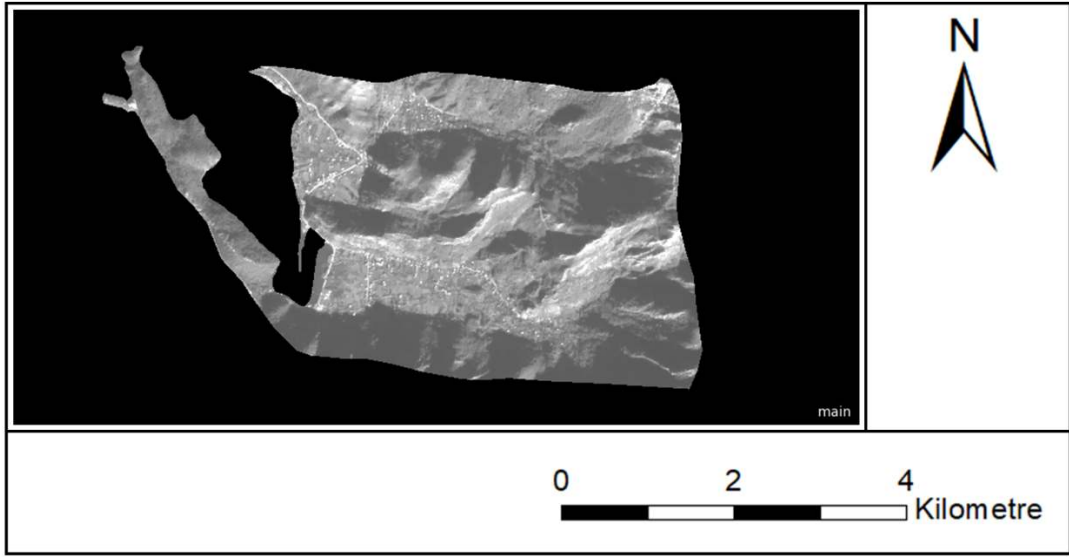
eCognition yazılımında işlem ağacı dört ana bölüme ayrılmış, bu bölümler başka bir analizde de uygulanabilir şekilde yapılandırılmıştır. İşlem ağacındaki analizler yukarıdan aşağıya doğru, sırasıyla farklı yeryüzü nesnelerinin sınıflandırılarak, en son adımda yapılaşma alanlarına ulaşılacak şekilde belirlenmiştir. İlk bölümü segmentasyon, ikinci bölümü sınıflandırma, üçüncü bölümü düzenleme ve son bölümü düzenleme olacak şekilde oluşturulmuştur (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Çalışmadaki işlem ağacı analizleri

5.8.1. Gölge Alan Sınıflandırması

İlk işlem adımında, uydu görüntüsündeki belirli bir görünür parlaklık değerinin altında kalan alanların gölge sınıfına atanması sağlanmıştır (Şekil 5.11). Bu işlem için parlaklık filtresi kullanılmıştır [32].

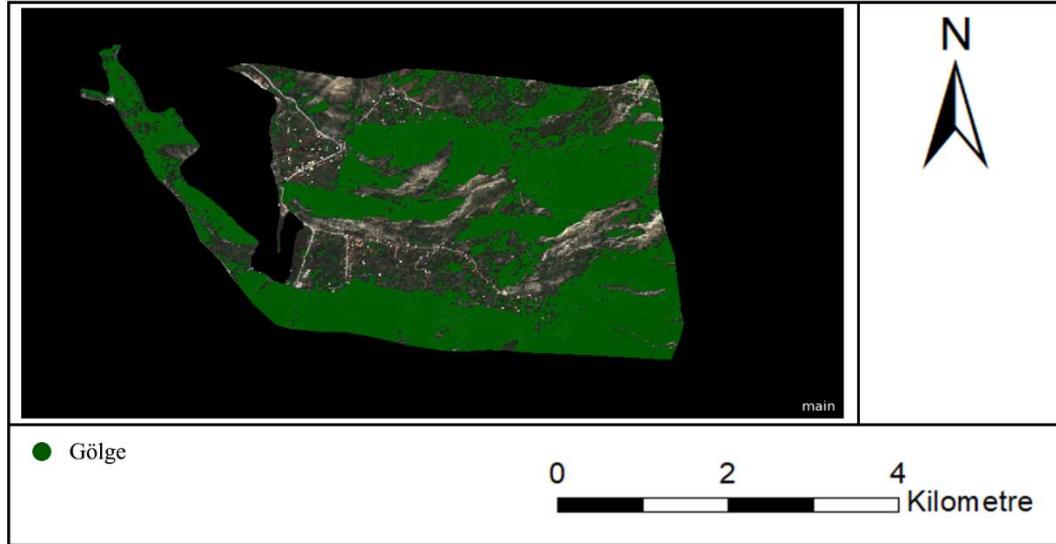


Şekil 5.11. Parlaklık filtresi ekran görüntüsü

Segmentlerin gölge sınıfına atanabilmesi için uygulanan parametreler Tablo 5.9’da, sınıflandırma işleminin sonucu Şekil 5.12’de verilmiştir.

Tablo 5.9. Gölge sınıflandırma parametreleri

Filtre	Minimum	Maksimum
Parlaklık	1750	2250

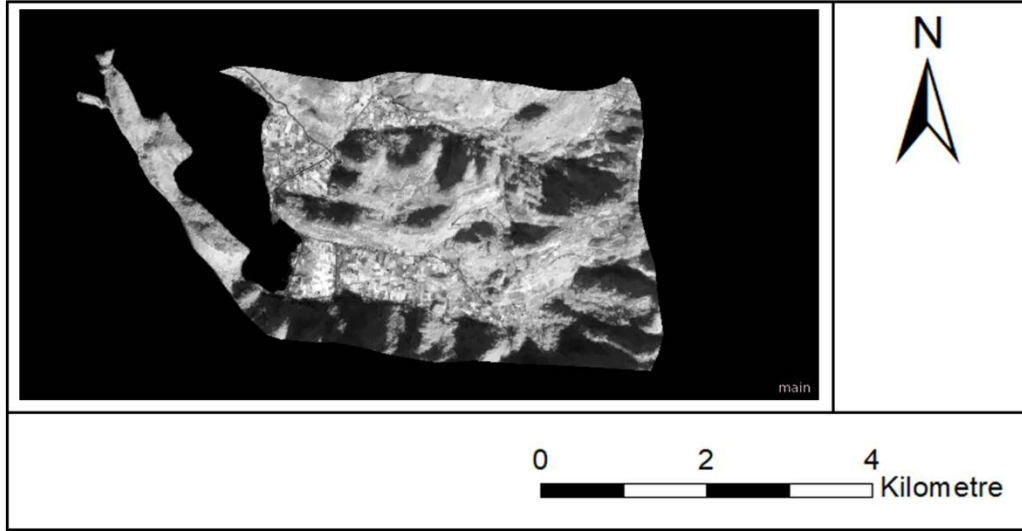


Şekil 5.12. Gölge alan sınıflandırma sonucu

5.8.2. Yeşil Alan Sınıflandırması

İkinci işlem adımında yeşil alanların belirlenebilmesi için NDVI (Şekil 5.13), seyrek de olsa bitki örtüsü barındıran çıplak alanların sınıf dışarısında bırakılması için

parlaklık filtreleri kullanılmıştır. Çalışmanın amacına uygun olarak, bu aşamada bitki örtüsünün türü gözetilmeden, tüm yeşil alanların tanımlı olabileceği spektral aralıklarda testler yapılarak sınıflandırılma yapılmıştır [37].



Şekil 5.13. NDVI filtresi ekran görüntüsü

Segmentlerin yeşil alan sınıfına doğru atanabilmesi için eCognition yazılımındaki sınıf tanımı (class description) menüsü ile çoklu parametre seçeneği kullanılmıştır. Çoklu parametre kullanımı, spektral ve geometrik filtrelerin aynı anda uygulanabilmesini sağlamaktadır. Çoklu parametre işlemindeki aralık tanımlamalarında farklı atama fonksiyonları (membership function) kullanılabilmektedir (Şekil 5.14). Çalışmada kullanılan filtrelerin tanım aralıklarında sınır değerlerin referans alındığı tüm aralık (full range) fonksiyonu kullanılmıştır.

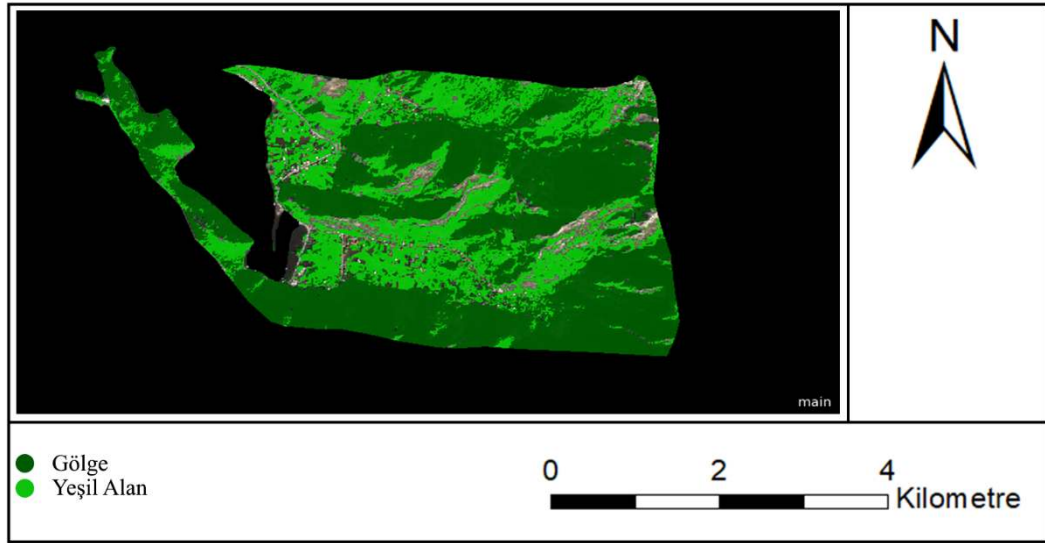
Button	Function Form
	Larger than
	Smaller than
	Larger than (Boolean, crisp)
	Smaller than (Boolean, crisp)
	Larger than (linear)
	Smaller than (linear)
	Linear range (triangle)
	Linear range (triangle inverted)
	Singleton (exactly one value)
	Approximate Gaussian
	About range
	Full range

Şekil 5.14. eCognition yazılımındaki tüm aralık atama fonksiyonları [38]

NDVI ve parlaklık filtresinde uygulanan parametreler Tablo 5.10’da, sınıflandırma işleminin sonucu Şekil 5.15’de verilmiştir.

Tablo 5.10. Yeşil alan sınıflandırma parametreleri

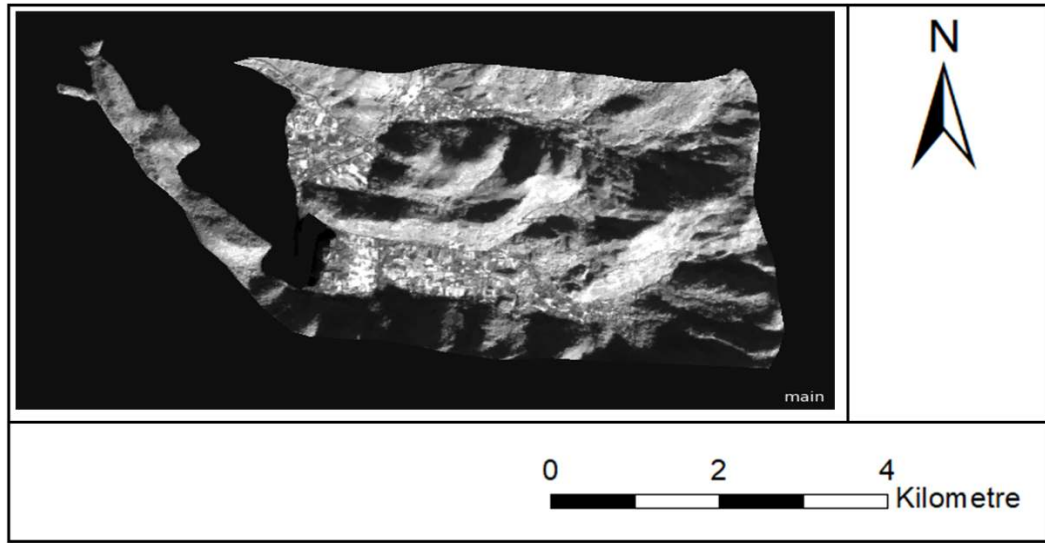
Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI	0.1	1
Parlaklık		3000



Şekil 5.15. Yeşil alan sınıflandırma sonucu

5.8.3. Toprak Alan Sınıflandırması

Bir sonraki işlem ağacı adımı toprak alanlar sınıflandırılmıştır. Toprak alanların bitki örtüsünden ayrılması amacıyla NDVI filtresi kullanılmıştır. Test sınıflandırmalarında, toprak alanların spektral yansıma değerlerinin çatılı yapılarla homojenlik gösterdiği belirlenmiş, literatür araştırması yapılarak aradaki farkın mümkün olduğu kadar belirgin hale getirilebilmesi için farklı indisler kullanılmıştır [27]. Görsel kontrollerde kullanılan indisler içerisinde en başarılı sonuç AVI indisi ile alınmıştır (Şekil 5.16).

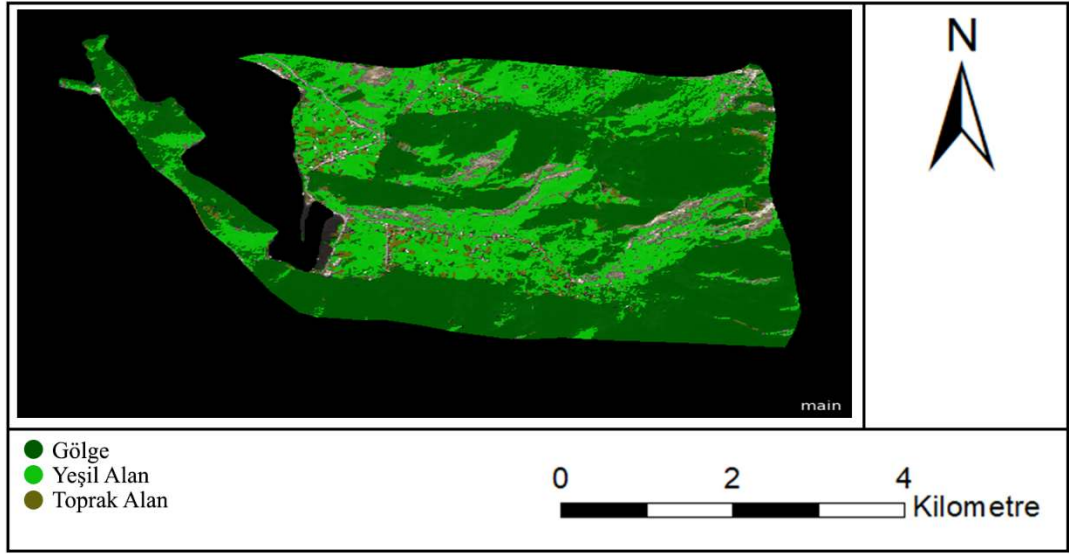


Şekil 5.16. *AVI filtresi ekran görüntüsü*

Çatılı yapıların parlaklık değerlerinin toprak alanlara oranla daha fazla olduğu belirlenmiş ve parlaklık filtresi de eklenmiştir. Çatılı yapılarla olan ayrımın maksimum düzeyde sağlanması için geometrik filtre olarak alan filtresi de kullanılmıştır. Kullanılan parametreler Tablo 5.11’de, sınıflandırma işleminin sonucu ise Şekil 5.17’de verilmiştir.

Tablo 5.11. *Toprak alan sınıflandırma parametreleri*

Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI	0.1	1
AVI	1000	4000
Parlaklık		3000
Alan	30	



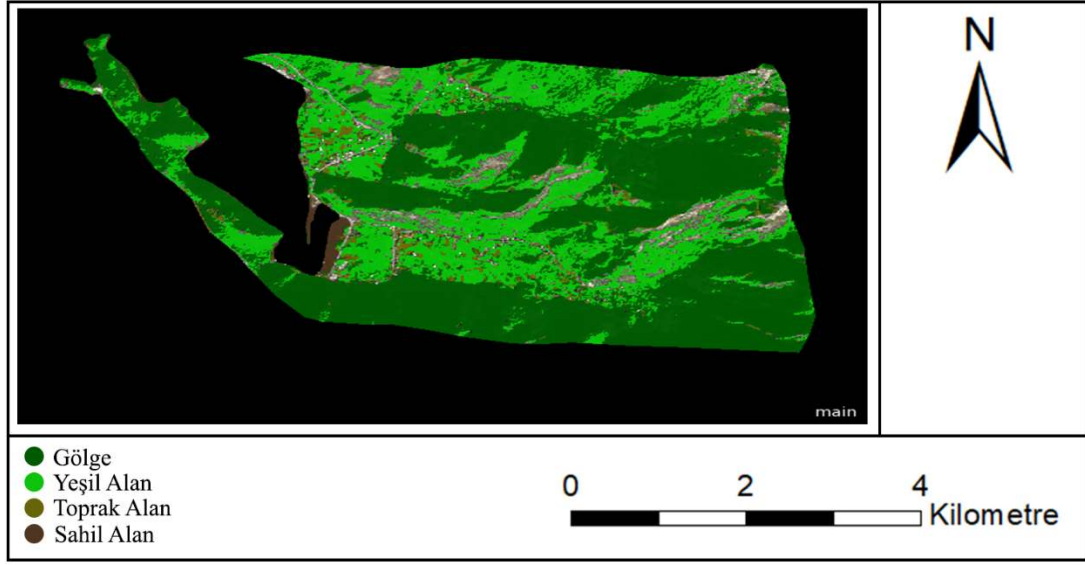
Şekil 5.17. Toprak alan sınıflandırma sonucu

5.8.4. Sahil Alan Sınıflandırması

Sahil alanların sınıflandırılması için NDVI, AVI ve parlaklık filtreleri kullanılmıştır. AVI indisinin toprak alan, NDVI indisinin bitki örtüsü ve parlaklık filtresinin kumun yansıtma değerine olan duyarlılıkları sayesinde tutarlı bir sınıflandırma gerçekleştirilebilmiştir. Sınıflandırmada kullanılan parametreler Tablo 5.12’de, sınıflandırma sonucu Şekil 5.18’de verilmiştir.

Tablo 5.12. Sahil alan sınıflandırma parametreleri

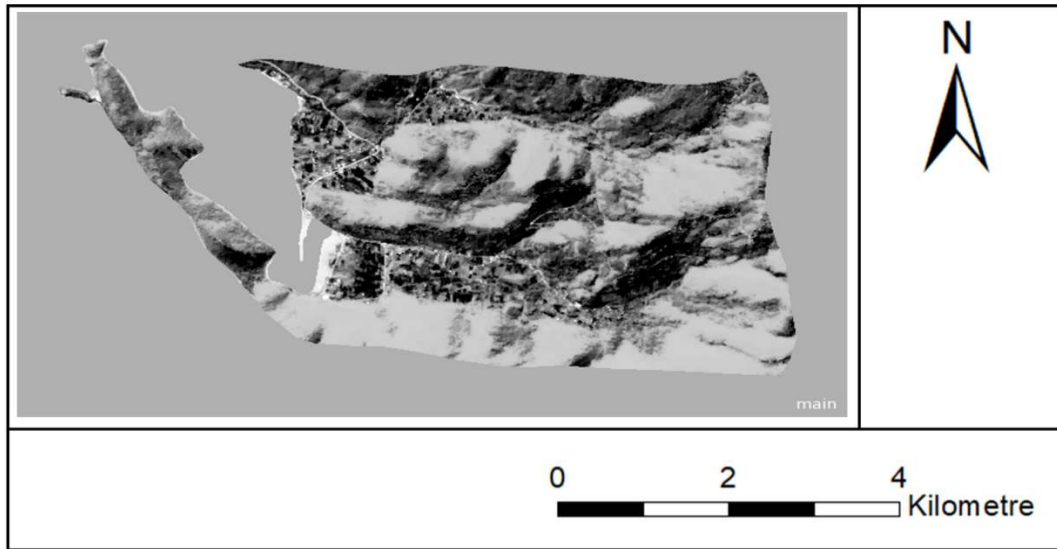
Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI		-0.01
AVI	-1000	1000
Parlaklık		3000



Şekil 5.18. Sahil alan sınıflandırma sonucu

5.8.5. Çıplak Alan Sınıflandırması

Sonraki işlem adımında çıplak alanlar sınıflandırılmıştır. Çalışma boyunca sınıflandırma sürecinde en çok zorlanılan süreçlerden biri, çıplak alanların sınıflandırılması olmuştur. Bölgenin seyrek ve hiç bitki örtüsü olmayan kayalık alanlara sahip olması, çatısız yapılar ve yolların tanımlandığı bazı segmentlerin spektral yansıma ve geometrik özelliklerinin birbirine çok yakın olması sebebiyle, sınıflar arası farklılığın belirginleştirilmesi için literatür taranmış [39], yapılan testlerde en uygun sonuç EVI indisi ile alınmıştır (Şekil 5.19).

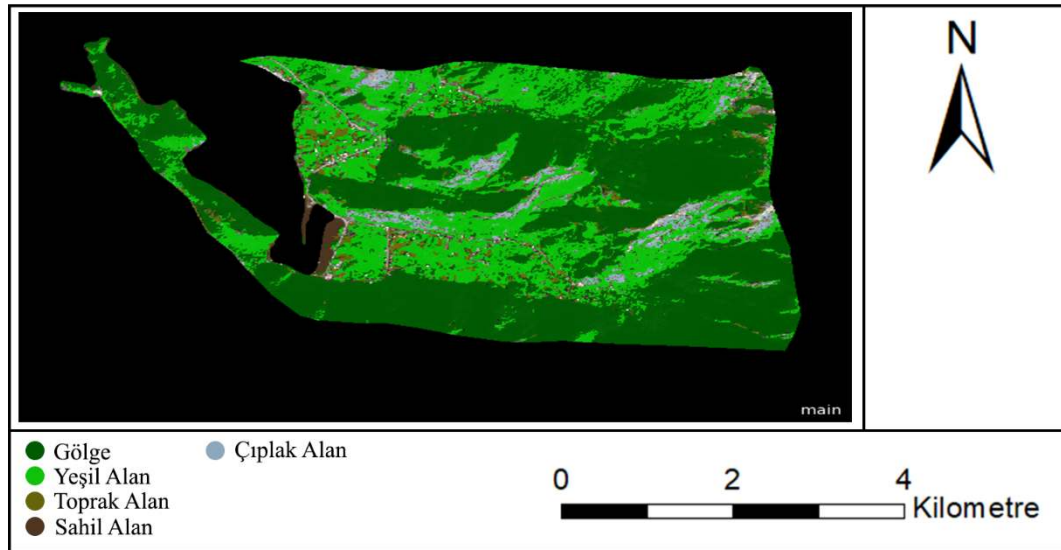


Şekil 5.19. EVI filtresi ekran görüntüsü

Çıplak alanların bitki örtüsünden ve toprak alanlardan ayrılabilmesi için NDVI, EVI ve parlaklık, homojen spektral özelliklere sahip olan çatısız binaların ayrılabilmesi için alan, yolların ayrılabilmesi için ise uzunluk/genişlik filtresi kullanılmıştır [40]. Sınıflandırmada kullanılan parametreler Tablo 5.13’de, sınıflandırma sonucu Şekil 5.20’de verilmiştir.

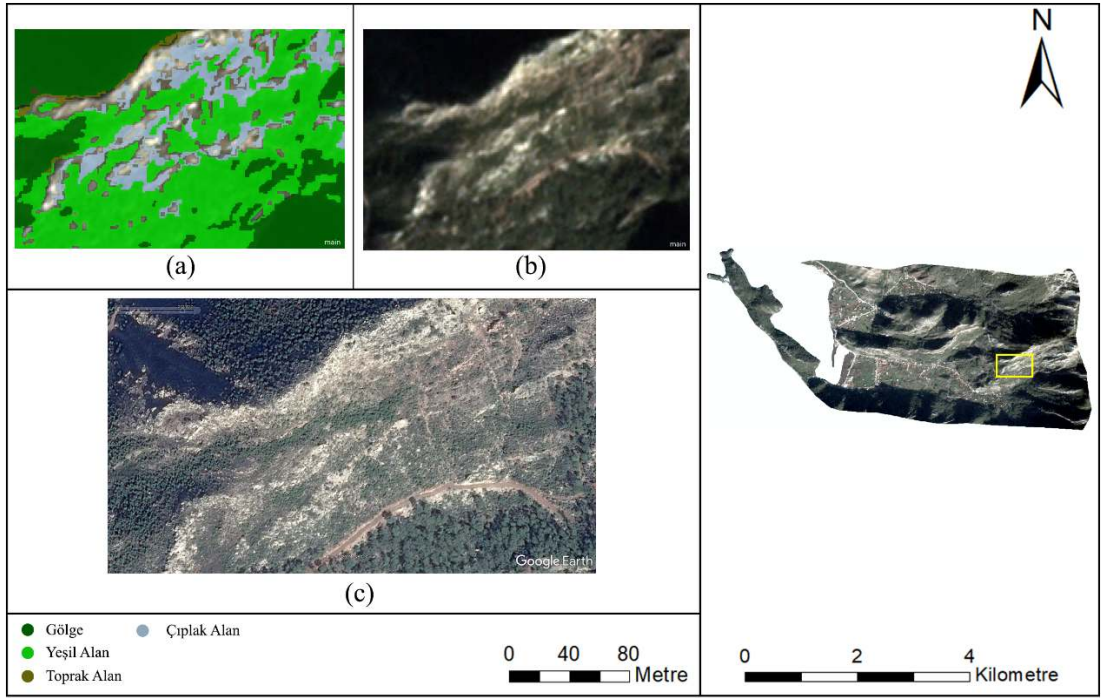
Tablo 5.13. Çıplak alan sınıflandırma parametreleri

Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI	0.05	0.3
EVI		-0.25
Parlaklık	3000	
Alan	30	
Uzunluk/Genişlik		4



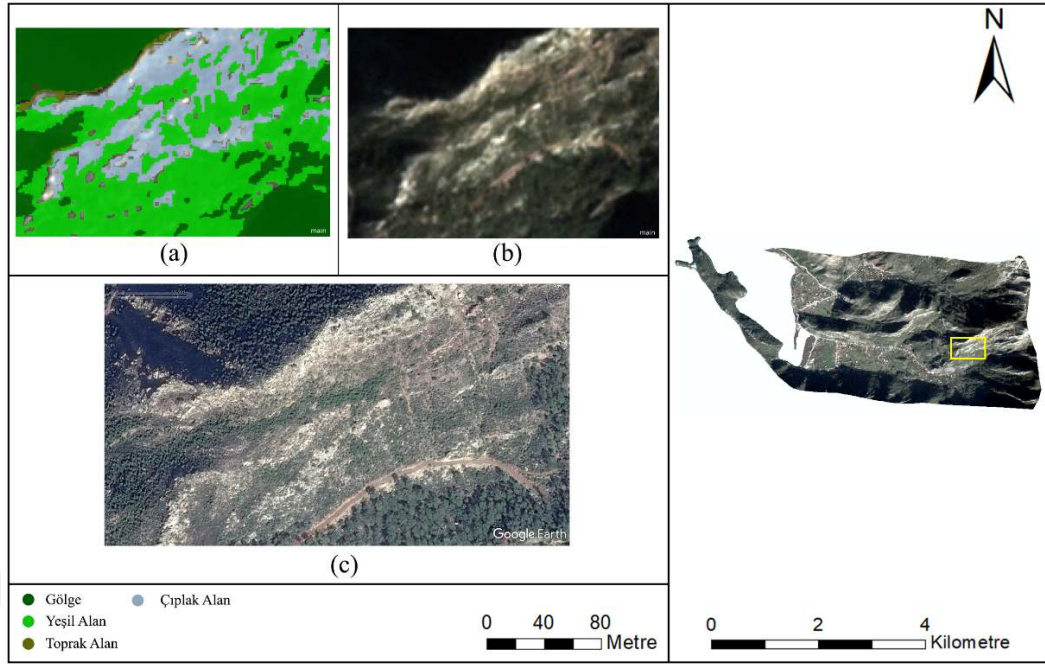
Şekil 5.20. Çıplak alan sınıflandırma sonucu

Tüm parametreler uygulandığında çıplak alan sınıfının içerisinde olması gereken ancak segmentasyon işlemi sonucu oluşan küçük alanlar ve spektral yansıma değerlerinin benzerliği sebebiyle eCognition yazılımındaki bölge büyütme (grow region) işlemi test edilmiştir [41]. Testler sonucunda alanı 15 pikselden büyük olan sınıflandırılmamış segmentler için 4 tekrar parametresiyle uygulanmıştır (Şekil 5.21).



Şekil 5.21. (a) Bölge büyütme işlemi öncesi sınıflandırma sonucu (b) Sınıflandırma olmadan uydu görüntüsü (c) Sınıflandırma olmadan Google Earth görüntüsü

İşlem ağacında yukarıdan aşağıya, yapılara ulaşana kadar sınıflandırmaların doğruluğu yapıların sınıflandırma kalitesini doğrudan etkileyeceği için, son işlem adımlarına kadar her segmentin doğru sınıfa atanmasının sağlanması amacıyla bu işlem gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.22).



Şekil 5.22. (a) Bölge büyütme işlemi sonrası sınıflandırma sonucu (b) Sınıflandırma olmadan uydu görüntüsü (c) Sınıflandırma olmadan Google Earth görüntüsü

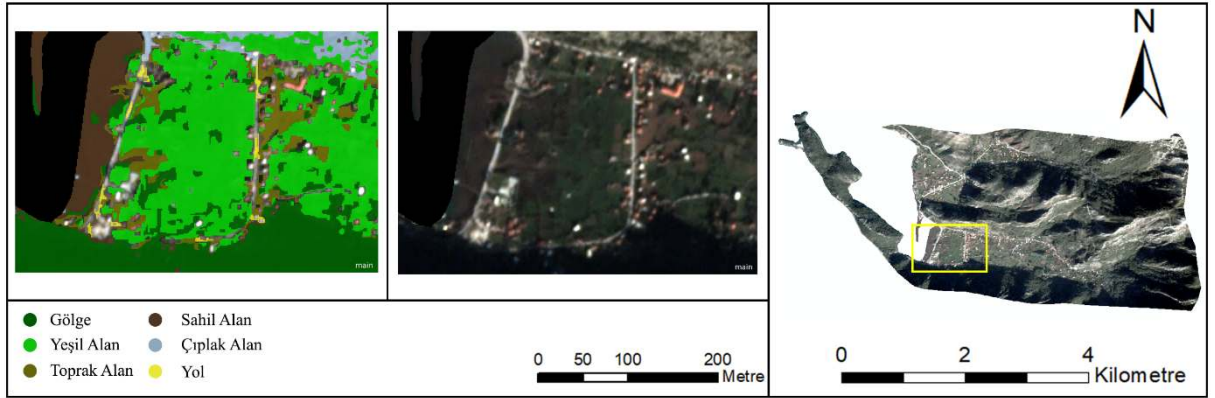
Bölge büyütme işlemine rağmen bazı segmentlerin çıplak alan sınıfına atanamadığı görülmüştür. İşlem ağacının son bölümündeki sınıflandırma düzenlemeleri ile bu bölüm iyileştirilmiştir.

5.8.6. Yol Alan Sınıflandırması

Sonraki işlem adımında yol alanların sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Yolların sınıflandırılması için NDVI ve EVI spektral filtreleri, alan ve uzunluk/genişlik geometrik filtreleri uygulanmıştır [40]. Sınıflandırma parametreleri Tablo 5.14’de, sınıflandırma sonucu Şekil 5.23’de verilmiştir.

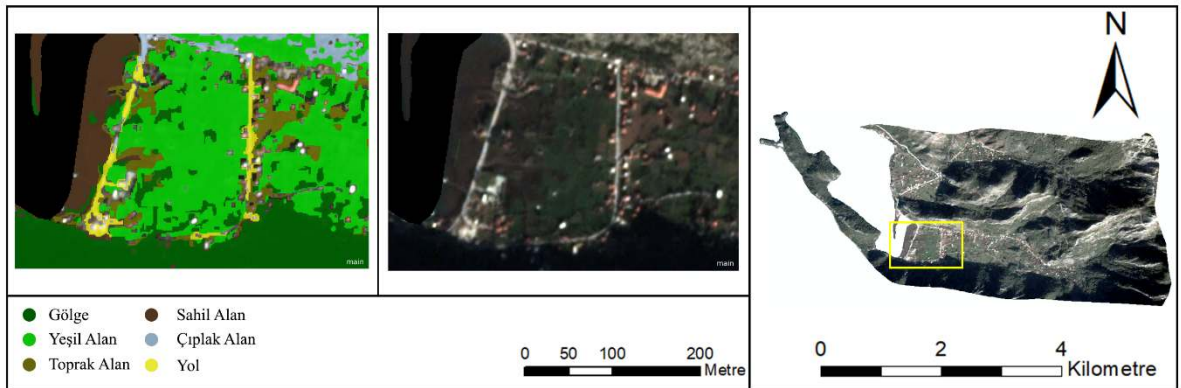
Tablo 5.14. Yol alan sınıflandırma parametreleri

Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI	-0.15	0.15
EVI	0	
Alan	30	
Uzunluk/Genişlik	2	



Şekil 5.23. Yol alan bölge büyütme işlemi öncesi sınıflandırma sonucu

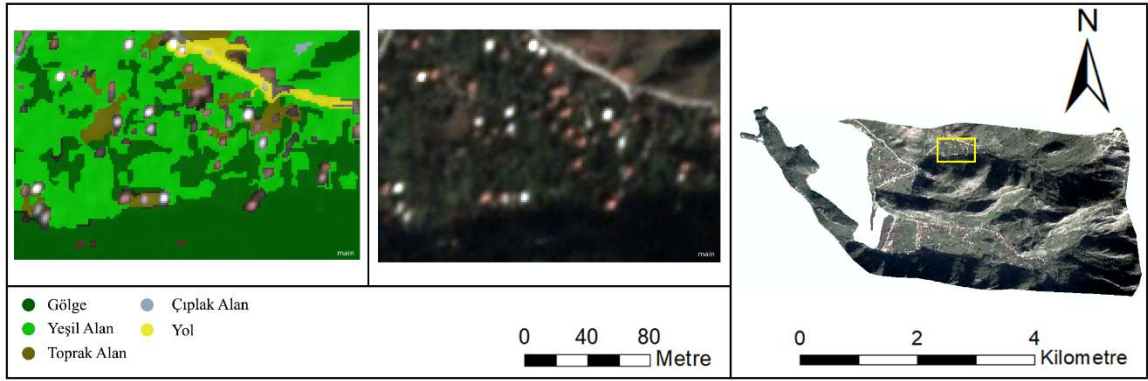
Çıplak alanlarda olduğu gibi homojenliğin en aza indirgenmesi, yol alanlarının doğru sınıflandırılması için bu aşamada da bölge büyütme işlemi uzunluk/genişlik oranı 2 pikselden büyük ve eşit olan sınıflandırılmamış segmentler için 4 tekrar parametresiyle uygulanmıştır (Şekil 5.24).



Şekil 5.24. Yol alan bölge büyütme işlemi sonrası sınıflandırma sonucu

5.8.7. Çatısız Yapıların Sınıflandırması

Bu aşamaya kadar gerçekleştirilen sınıflandırma işlemlerinden sonra uydu görüntüsü incelendiğinde (Şekil 5.25) yapıların çatılı ve çatısız olarak iki farklı sınıf ile gruplandırılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Çatısız yapıların çıplak alan ve yollarla, çatılı yapıların ise toprak, yol, çıplak alanlarla olan homojen spektral ve geometrik özellikleri sebebiyle yapılaşmalar iki farklı sınıf ile temsil edilmiştir [42].

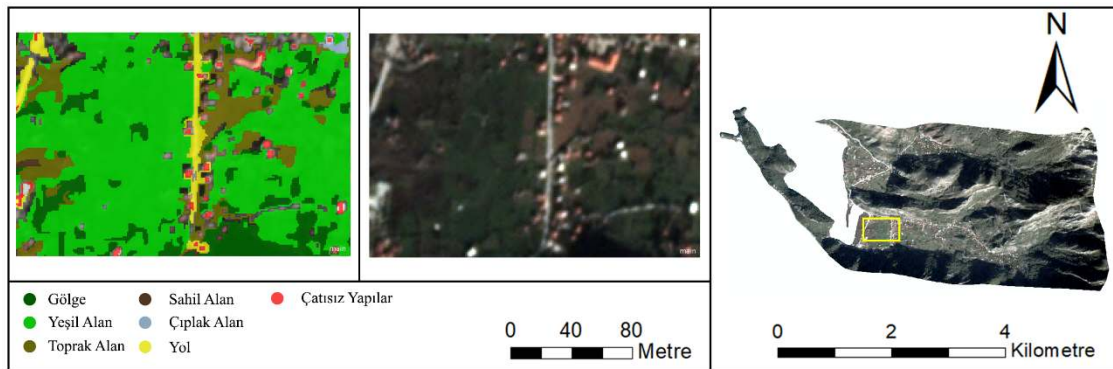


Şekil 5.25. Çatılı ve çatısız yapılar

İlk olarak çatısız yapılar sınıflandırılmıştır. Çatısız yapıların sınıflandırılması için spektral filtrelerden NDVI, geometrik filtrelerden alan, parlaklık ve uzunluk/genişlik kullanılmıştır. Sınıflandırılacak hedef segment seçiminde önceki sınıflandırma işlemlerinden farklı olarak, önceki işlem adımlarında sınıflandırılan çıplak alan grubu da işleme dâhil edilmiştir. Bu hedef segment seçimi ile çıplak alanlar sınıflandırılırken uygulanan tüm parametrelere rağmen, yapıların sınıflandırılmasında asıl farklılığı yaratacak olan alan parametresinin kullanılması ve çatısız yapılara dâhil edilerek sınıflandırma kalitesinin artırılması amaçlanmıştır. Sınıflandırma parametreleri Tablo 5.15’de, sınıflandırma sonucu ise Şekil 5.26’da verilmiştir.

Tablo 5.15. Çatısız yapılar sınıflandırma parametreleri

Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI	-0.4	-0.01
Parlaklık	4000	
Alan		30
Uzunluk/Genişlik		2



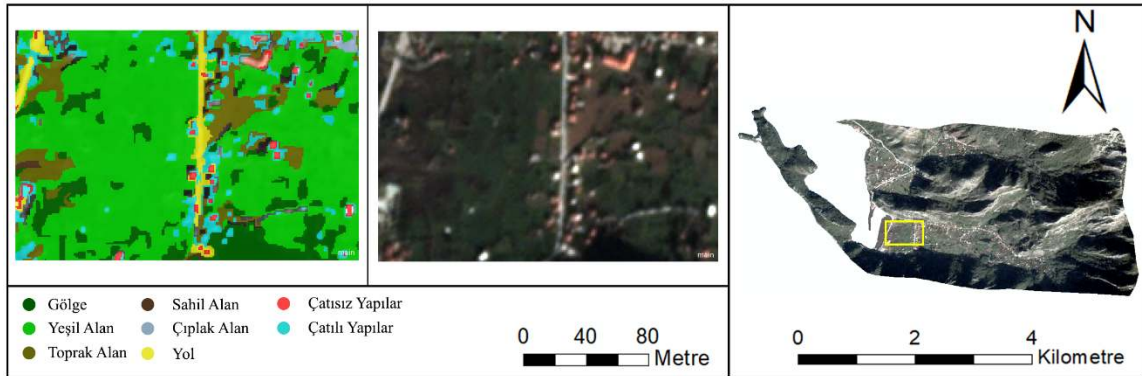
Şekil 5.26. Çatısız yapılar sınıflandırma sonucu

5.8.8. Çatılı Yapıların Sınıflandırması

Sınıflandırma işlemlerinin son bölümünde çatılı yapılar sınıflandırılmıştır. Çatılı yapılar sınıflandırılırken NDVI, EVI, parlaklık, alan ve uzunluk/genişlik parametreleri kullanılmıştır. Sınıflandırılacak hedef segment seçimine önceki işlem adımlarında sınıflandırılan sahil ve toprak alanlar da dâhil edilmiştir. Hedef segment seçimine bu alanların dâhil edilmesiyle önceki adımlarda çatılı yapılar sınıfına dâhil edilmesi gereken ancak homojen spektral ve geometrik parametreler sebebiyle yanlış sınıflandırılan segmentlerin doğru sınıfa atanması amaçlanmıştır. Sınıflandırma parametreleri Tablo 5.16’da, sınıflandırma sonucu Şekil 5.27’de verilmiştir.

Tablo 5.16. Çatılı yapılar sınıflandırma parametreleri

Filtre	Minimum	Maksimum
NDVI	-0.25	0.25
EVI	-0.7	0.7
Parlaklık	2500	5000
Alan		50
Uzunluk/Genişlik		2

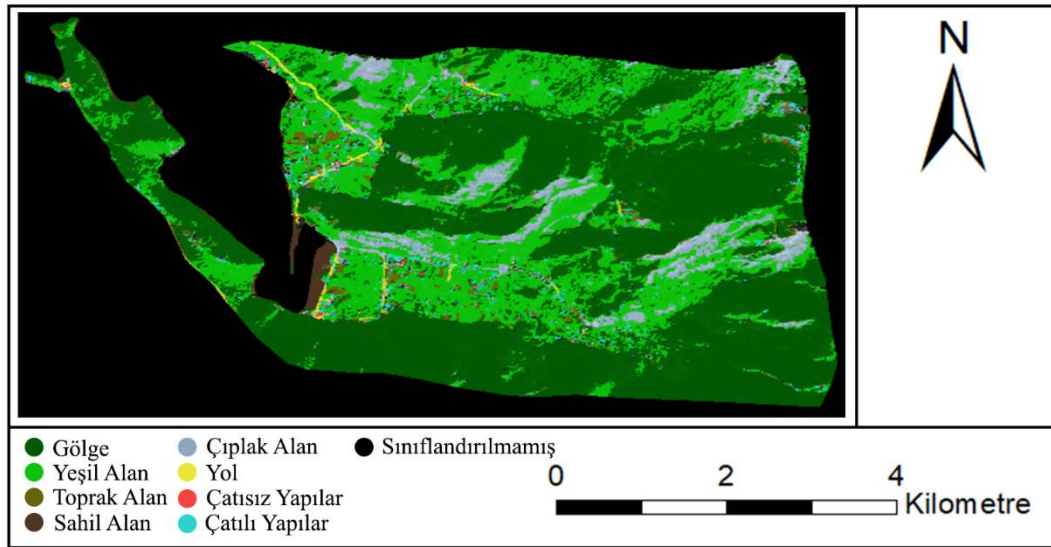


Şekil 5.27. Çatılı yapılar sınıflandırma sonucu

5.8.9. Düzenleme

İşlem ağacının son bölümü olan düzenleme bölümünde homojenlik sebebiyle özellikle küçük segmentlerin yanlış sınıflara atanması problemlerinin çözümü amaçlanmıştır. Bu bölümde eCognition yazılımındaki nesne silme (remove objects) işlemi kullanılmıştır. Nesne silme işlemi varsayılan parametreleriyle komşu segmentlerle komşuluk ilişkileri üzerinden gerçekleştirilmektedir. İlk olarak, çıplak alanların içerisinde kalan çatısız yapılar ve sınıflandırılmamış segmentler çıplak alan

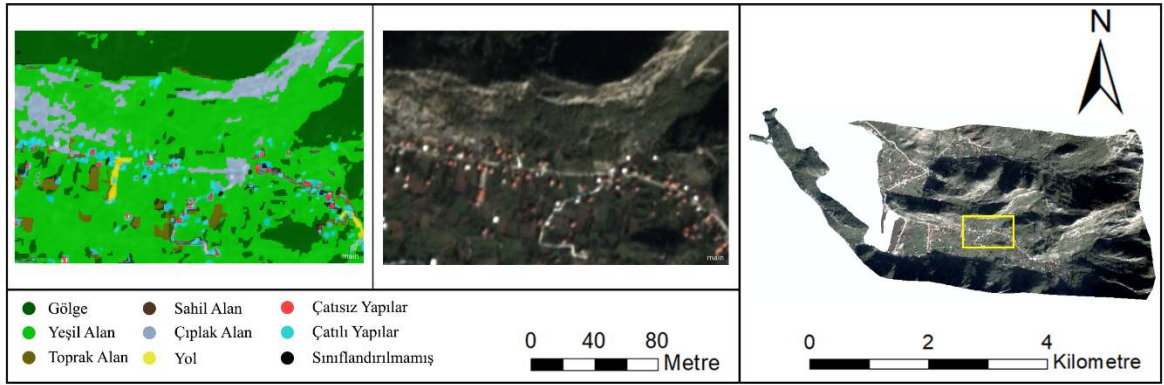
sınıfına atanmıştır. İkinci düzenleme adımında ise yine çıplak alanların içerisinde kalan çatılı yapılar çıplak alan sınıfına atanmış, bir önceki adımda sınıflandırılmamış segmentler aynı gruba atandığı hedef sınıf seçimi için sadece çatılı yapılar kullanılmıştır. Son düzenleme adımında ise sınıflandırma işlemi dışarı aktarılmadan sınıflandırılmamış ve alanı 2500 pikselin üzerinde olan tüm segmentler sınıflandırılmamış sınıfına atanmıştır. Düzenleme işlemleri sonucunda, dışarı aktarılmadan önceki nihai sınıflandırma sonucu görüntüsü Şekil 5.28’de verilmiştir.



Şekil 5.28. Aralık 2017 tarihli görüntü sınıflandırma sonucu

5.8.10. Homojenlik Problemleri

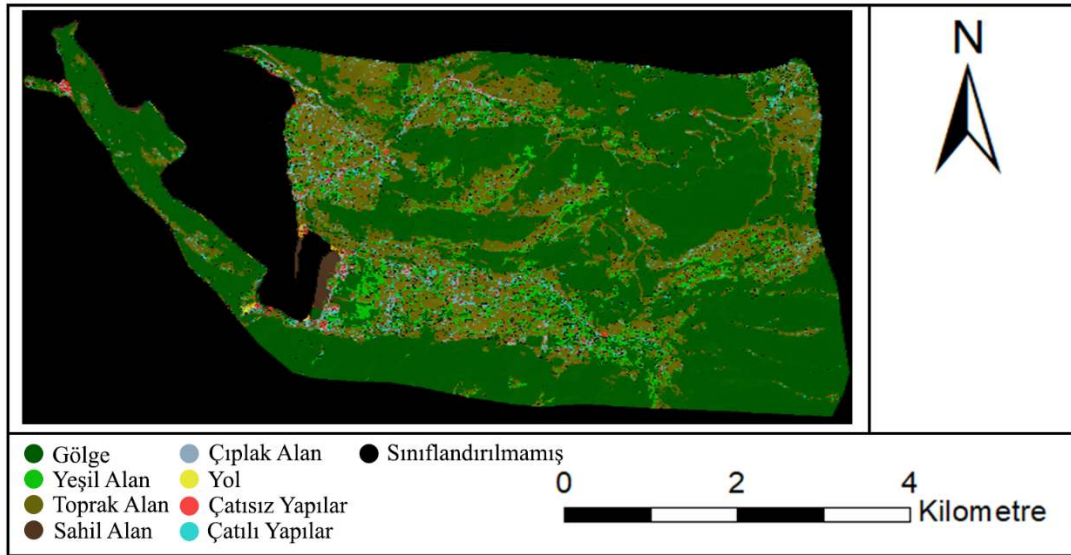
Sınıflandırma sonucu görsel incelendiğinde tüm spektral ve geometrik filtrelerle yapılan testlere rağmen özellikle çatılı yapıların sınıflandırılmasında zorluk yaşanmıştır. Uygulanan geometrik filtreler, segmentlerin genel anlamda yapıların tespit edilmesine yönelik olumlu sonuç verdiği ancak çatılı yapıların özellikle çıplak ve toprak alanlarla homojenlik taşıdığı görülmüştür (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Sınıflandırmadaki homojenlik problemleri (Aralık 2017)

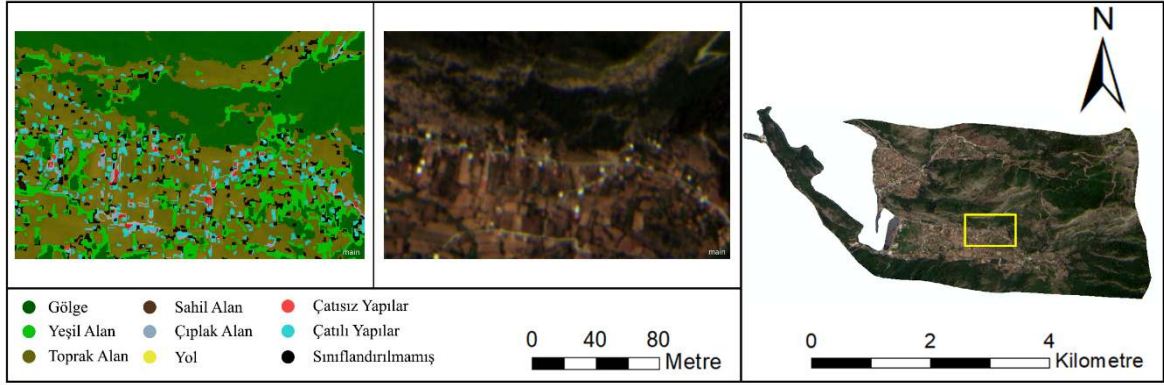
Genel anlamda başarılı sonuçların elde edildiği sınıflandırma işlemi sonucunda, çalışmanın amacı kapsamında fark tespit etme işlemi yapılacağı için, bu yanlış sınıflandırılan segmentlere elle müdahale edilmemiş, fark analizi sonrası otomatik olarak silinmesi planlanmıştır.

Çalışmanın işlem diyagramına uygun olarak, aynı işlem ağacı farklı mevsimsel etkiler sebebiyle parametreler uygun şekilde değiştirilerek Haziran 2019 tarihli uydu görüntüsünde uygulanmış, sınıflandırma sonucu görüntüsü Şekil 5.30’da verilmiştir.



Şekil 5.30. Haziran 2019 tarihli görüntü sınıflandırma sonucu

Aralık 2017 sınıflandırma sonucundakine benzer homojenlik problemleri Haziran 2019 sınıflandırmasında da tespit edilmiştir (Şekil 5.31).



Şekil 5.31. Sınıflandırmadaki homojenlik problemleri (Haziran 2019)

5.9. Doğruluk Analizi

Çalışmada en çok güçlük yaşanan bölümlerden birisi doğruluk analizi için kullanılacak referans verilere erişim olmuştur. Çalışmanın amacı günlük erişilebilir, herkese açık ve ücretsiz veriler ile analiz ve tespitlerin gerçekleştirilmesi olduğu için, ilgili kurumlardan bu veriler sağlanamamıştır. Bu doğrultuda literatür araştırması yapılmış, çalışmanın referans verilerinin üretimi için Google Earth veri tabanı kullanılarak sayısallaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir [43, 44]. Google Earth yazılımında bulunan sokak görünümü özelliğiyle kararsız kalınan yapılar için çalışma alanındaki fotoğraflar incelenmiştir (Şekil 5.32).



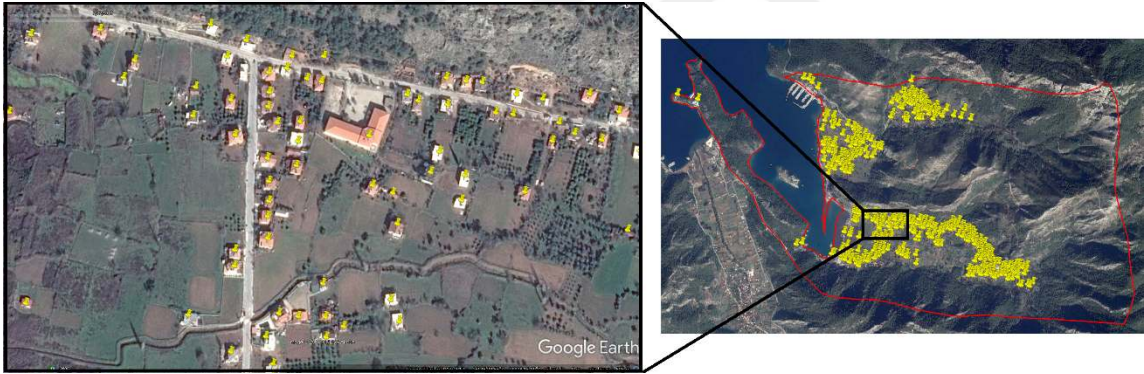
Şekil 5.32. Google Earth sokak görünümü (çatılı ve çatısız yapılar örneği)

Sokak görünümü özelliği bölge için tümüyle aktif olmadığından emin olunamayan yapılarda sayısallaştırma işlemi yapılmamıştır (Şekil 5.33).



Şekil 5.33. *Google Earth sokak görünümü aktif lokasyonlar (mavi daireler)*

Google Earth görüntülerinden 2017 Aralık ve 2019 Haziran ayı görüntüleri filtrelenerek emin olunan tüm yapılar nokta nesnesi olarak sayısallaştırılmıştır (Şekil 5.34).



Şekil 5.34. *Google Earh görüntüleri ile oluşturulan doğruluk analizi verileri*

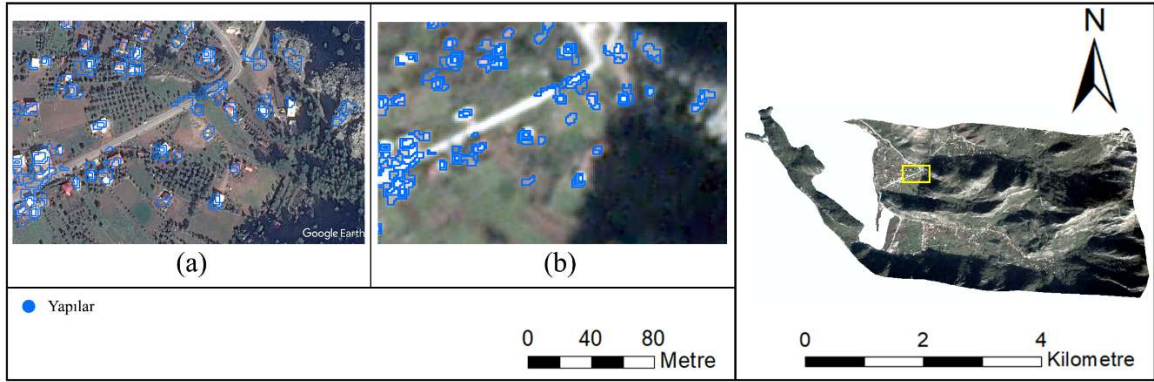
eCognition yazılımında gerçekleştirilen nesne tabanlı sınıflandırma işlemleri sonucunda elde edilen yapılarla Google Earth’ de doğruluk analizi için sayısallaştırılan yapılar kullanılarak, ArcGIS yazılımındaki konumsal kesişim işlemi ile çalışmanın doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. Özellikle toprak alanlarla çatılı yapıların, çıplak alanlarla çatısız yapıların spektral ve geometrik özelliklerinin homojenliğinin yüksek olması sebebiyle, doğruluk analizleri çatılı ve çatısız yapılar için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, iki yapı türü birleştirilip tüm yapılar için doğruluk analizi uygulanmıştır (Tablo 5.17).

Tablo 5.17. Doğruluk analizi sonuçları

Doğruluk Oranı (%)					
2017 Aralık			2019 Haziran		
Çatısız Yapılar	Çatılı Yapılar	Çatısız ve Çatılı Yapılar	Çatısız Yapılar	Çatılı Yapılar	Çatısız ve Çatılı Yapılar
70,86	86,20	80,20	79,62	76,17	84,18

5.10. Fark Tespit Etme

Fark tespit etme işleminde kullanılacak nihai veriler için üretilen Google Earth verileri ile sınıflandırma sonucu üretilen yapılar, konumsal kesişim analizi ile ayrı birer katman olarak dışa aktarılmıştır. Bu işlem ile sınıflandırma sonucunda üretilen verideki hataların (Şekil 5.35) işleme dâhil edilmemesi amaçlanmıştır.



Şekil 5.35. (a) 2017 görüntüsü sınıflandırma hataları Google Earth (b) 2017 görüntüsü sınıflandırma hataları uydu görüntüsü

Konumsal kesişim sonrası dışa aktarılan 2017 Aralık tarihli yapıların görüntüsü Şekil 5.36'da verilmiştir.



Şekil 5.36. 2017 sınıflandırması hatalardan arındırılmış görüntüsü

Aynı işlem 2019 Haziran tarihli yapılara uygulanmış, fark tespit etme işlemi öncesi nihai görüntüsü Şekil 5.37’de verilmiştir.



Şekil 5.37. 2019 sınıflandırması hatalardan arındırılmış görüntüsü

Fark tespit etme işleminde 2017 Aralık tarihinden sonraki yeni yapılaşmaların tespiti için 2017 tarihli yapılarla konumsal kesişmeyen 2019 tarihli yapılar belirlenmiş, ayrı bir katman olarak dışa aktarılmıştır (Şekil 5.38).



Şekil 5.38. Yeni yapılaşmalar

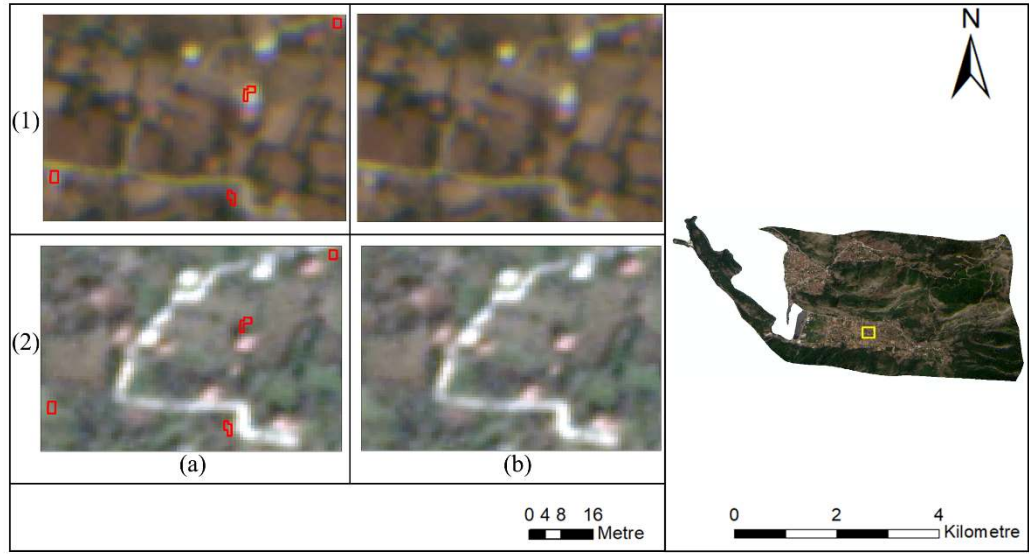
5.11. Kural Filtresi

Kural filtresi oluşturulurken çalışma boyunca kullanılan parametreler dikkate alınarak alan ve çevre filtreleri uygulanmıştır. Bölgedeki yapıların ve kullanılan uydu görüntüsünün çözünürlüğü referans alınıp yapılan testler sonucunda uygulanan filtreler Tablo 5.18’de verilmiştir.

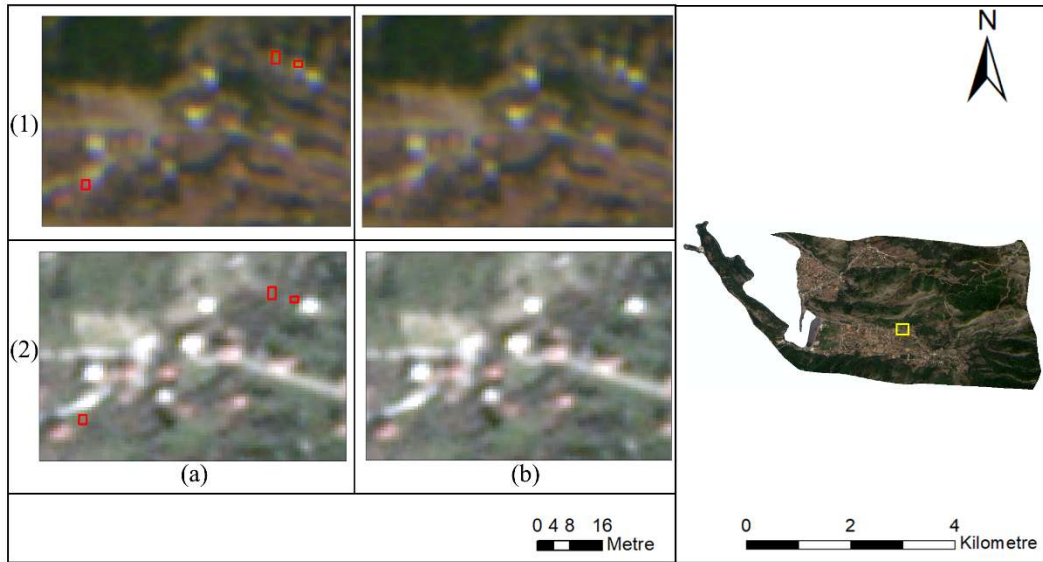
Tablo 5.18. Kural filtresi parametreleri

Filtre	Minimum	Maksimum
Alan (m ²)	30	90
Çevre (m)	20	90

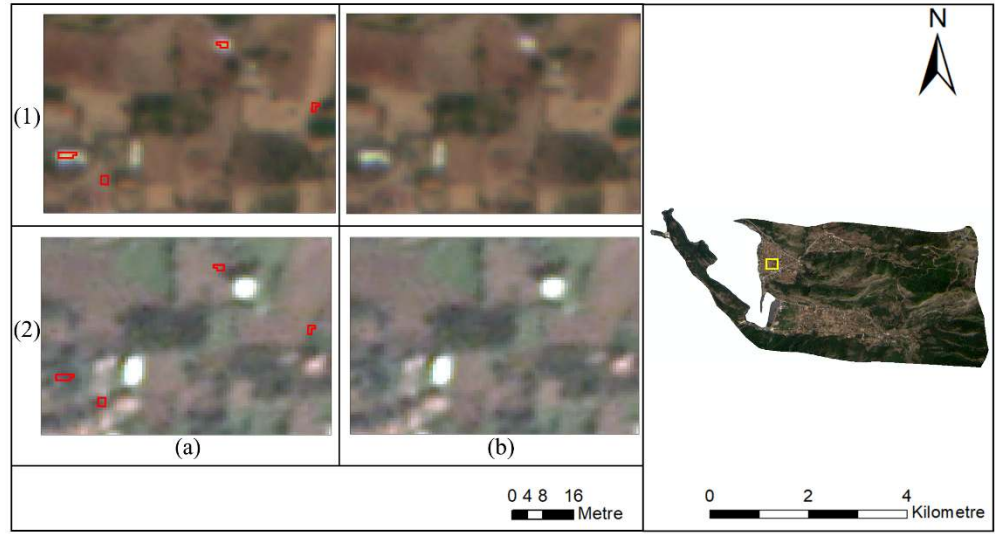
Uygulanan tüm işlem diyagramı ve kural filtresi sonucunda İmar Barışı’na aykırı olan yapılaşmalar belirlenmiştir (Şekil 5.39, Şekil 5.40, Şekil 5.41 ve Şekil 5.42).



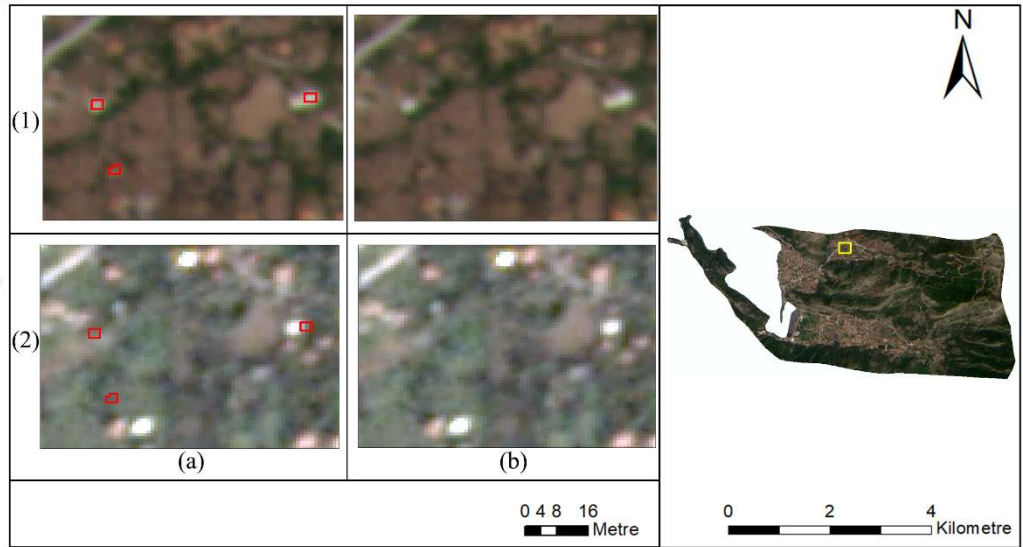
Şekil 5.39. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 1 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü



Şekil 5.40. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 2 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü



Şekil 5.41. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 3 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü



Şekil 5.42. İmar barışına aykırı yapılar görüntüsü 4 (1) 2019 Haziran tarihli görüntü (2) 2017 Aralık tarihli görüntü (a) İmar Barışına aykırı yapılar (b) Uydu görüntüsü

Çalışma sonucunda İmar Barışı'na aykırı olduğu belirlenen yapılar ve istatistikleri Tablo 5.19'da verilmiştir.

Tablo 5.19. Çalışma sonucu İmar Barışı'na aykırı olduğu belirlenen yapılar

Tür	2017 Aralık (Adet)	2019 Haziran (Adet)	Fark (Adet)	Fark (%)
Yapı	394	526	132	33,50

6. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Çalışma neticesinde İmar Barışı'na son başvuru tarihi olan 31 Aralık 2017, Yapı Kayıt Belgesi'ne son başvuru tarihi olan 15 Haziran 2019 arasında inşa edilmiş yapılara ilişkin bulgular, ilgili kanun gereği, mülk sahiplerinin başvurularını geçersiz kılacak niteliktedir.

Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanımının yaygınlaşmasıyla uzaktan algılama ile bina çıkarımı teknikleri oldukça gelişmiştir. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerine erişim maliyeti ve kolaylığı bu noktada öne çıkmaktadır. Çalışmada kullanılan Planet uydu görüntülerine erişim ücretsiz sağlanmıştır.

Özellikle kısa süreli değişim izleme çalışmalarında uydu görüntülerinin güncelliği çok önemlidir. İmar Barışı gibi son uygulama tarihi bulunan yasal düzenlemelerin uygulamaları için, aynı noktadan günlük görüntü alabilen Planet uydu görüntüleri benzer platformlardan avantajlı konumdadır.

Farklı uydu görüntüleri ile yapılan benzer çalışmalar incelendiğinde sonuç ve doğruluk parametrelerinin homojenlik taşıdığı görülmüştür [45, 46]. Bu bağlamda çalışma sonuçları, benzer çalışmalarda, literatürde kullanımı yaygın olmayan Planet uydu görüntülerinin kullanılabilirliği için önem arz etmektedir.

6.2. Tartışma

Sınıflandırma işlemlerinde toprak alanlar ile çatılı yapılar, çıplak alanlar ile çatısız yapıların ayrımında hatalar oluşmuştur. Segmentasyon işlemindeki ölçek parametresinin düşük tutulmasıyla küçük yapıların da tespit edilmesi amaçlandığı için geometrik filtrelemeler ile homojenlik hatalarının çözümünde kapsayıcı bir sonuç elde edilememiştir. Spektral ve geometrik homojenlik hataların çözümü, fark tespit etme işleminde Google Earth ile üretilen mevcut yapılar konumsal kesişim işlemine tabi tutularak sağlanmıştır. Bu işlem ile uydu görüntüleri ile yapılan sınıflandırmalardaki homojenlik problemleri çözülmüş ancak sınıflandırma sonucu ile Google Earth verilerinin kesişmediği durumda kalan yapılar nihai veriye aktarılamamıştır.

Planet uydu görüntülerinin bant çeşitliliğinin az olması, toprak ve çıplak alanların ayrımında yaygın olarak kullanılan “Yakın Dalgaboyu Kızılötesi” (SWIR) bant ve bu

bandın kombinasyonları ile üretilen bazı indislerin kullanılamamasına sebep olmuş, homojenlik problemleri mevcut bant kombinasyonları ile çözülmüştür [47, 48].

6.3. Öneriler

Yapıların tespit edilmesi için yapılan benzer çalışmalarda sınıflandırma kalitesinin artırılması için “Işığı Algılama ve Mesafe Ölçme” (LİDAR) [49], “Sayısal Yükseklik Modeli” (DEM) ve bu veriden üretilen eğim, bakı haritaları [50, 51] ve yardımcı vektör verilerin [52] bu çalışma için de uygulanabileceği düşünülmektedir.

Çalışma neticesinde elde edilen bulguların ilgili kurum veya kuruluşların gerçekleştirdiği saha kontrollerindeki lokasyon sayısını azaltarak, daha etkin ve efektif denetim yapılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir. Ancak sonuç verilerinin doğruluk analizinin gerçekleştirilebilmesi için erişime açık bir veri seti bulunmadığından, saha kontrolleri ile doğrulanması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] Kalkan, K., (2011), *Kentsel gelişim için potansiyel açık alanların belirlenmesinde nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile transfer edilebilir kural dizisi oluşturulması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [2] Tunçer, P., (2015). *Türkiye’de kentleşme politikaları*. The Journal of Academic Social Science Studies, 37: 275-290.
- [3] (2004). *Kaçak yapılaşma ile ilgili süreçler, sorunlar, çözüm önerileri değerlendirme raporu*. TMMOB Kentleşme ve Yerel Yönetimler Çalışma Grubu.
- [4] (2018). *İmar Barışı Broşürü*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- [5] Borengasser, M., Hungate, S.R., Watkins, R., (2008). *Hyperspectral remote sensing principles and applications*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- [6] Young, T., (1997). *The bakerian lecture. Experiments and calculations relative to physical optics*. The Royal Society.
- [7] Smith, B.R., (2012). *Remote Sensing of Environment (RSE)*. MicroImages.
- [8] Cracknell, P.A., Hayes, L., (2007). *Introduction to Remote Sensing*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- [9] Mardikian, P., Chemelo, C., Watters, C., Hull P., (2010). Metal 2010. *Proceedings of the Interim meeting of the ICOM-CC Metal Working Group*. South Carolina: Clemson University.
- [10] Pelton, J.N., (2015). *History of Satellite Communications*. New York: Springer Science+Business Media.
- [11] Tatem, A.J., Goetz, S.J., Hay, S.I., (2008). *Fifty Years of Earth Observation Satellites*. Europe PMF Funders Group, 96(5): 390-398.
- [12] (2019). *UCS Satellite Database Report*. Union of Concerned Scientists.
- [13] (2018). *Planet Imagery Product Specifications*. Planet.

- [14] Kızıroğlu, A.M., (2017). *Türkiye'nin Nüfus Değişimine Göre İl Bazında Kentleşmesine Bir Bakış (1965-2014)*. Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi, 9(16): 153-183.
- [15] (2017). *Türkiye Göç İstatistikleri (illere göre)*. TÜİK.
- [16] (2017). *Türkiye Yıllık Ortalama Nüfus Artışı (illere göre)*. TÜİK.
- [17] (2014). *Türkiye Habitat III Ulusal Raporu*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- [18] Genç, F.N., (2014). *Gecekonduyla Mücadeleden Kentsel Dönüşüme Türkiye'de Kentleşme Politikaları*. Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(1): 15-30.
- [19] Öcal, C., İnce, H.H., (2012). *Türkiye'de Mevcut Yapı Stoğu ve Kentsel Dönüşüm*. SDU International Technologic Science, 4(1): 89-95.
- [20] (2011). *Türkiye'de Konut Sorunu ve Konut İhtiyacı Raporu*. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.
- [21] Bayburt, S., (2009). *Uydu Görüntülerinin Piksel ve Nesne Tabanlı Sınıflandırma Sonuçlarının Karşılaştırılması (Doğu Trakya Bölgesi Örneği)*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [22] Tonbul, H., Kavzoğlu, T., (2017). *Nesne Tabanlı Sınıflandırmada Segmentasyon (Bölütleme) Kalitesinin Sınıflandırma Doğruluğu Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Özel Sayı: 118-25
- [23] Bilgilioğlu, B.B., (2014). *Uzaktan Algılanmış Görüntülerden Faydalınalarak Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yöntemi ile Kent Merkezlerindeki Detayların Çıkarımı ve Yorumlanması*. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [24] Oruç, M., Marangoz, A.M., Karakış, S., (2007). *Pan-Sharp Landstat 7 ETM+ Görüntüsü Kullanılarak Piksel-Tabanlı ve Nesne-Tabanlı Sınıflandırma Yaklaşımlarının Karşılaştırılması*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.

- [25] (2010). *Datça – Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi Sosyo – Ekonomik Tarihi ve Kültürel Değerler Araştırması Raporu*. Çevre ve Orman Bakanlığı Özel Çevre Koruma Kurumu Başkanlığı.
- [26] Mulla, D. J., (2013). *Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps*. Biosystems engineering, 114(4): 358-371.
- [27] Xue, J., Su, B., (2017). *Significant remote sensing vegetation indices: A review of developments and applications*. Journal of Sensors.
- [28] 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.
- [29] Kuruca, M., (2018). *Yanmış Orman Alanlarının Uydu Görüntüleri ile Tespiti*. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- [30] Liu, H. Q., Huete, A., (1995). *A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise*. IEEE transactions on geoscience and remote sensing, 33(2): 457-465.
- [31] Matsushita, B., Yang, W., Chen, J., Onda, Y., Qiu, G., (2007). *Sensitivity of the enhanced vegetation index (EVI) and normalized difference vegetation index (NDVI) to topographic effects: a case study in high-density cypress forest*. Sensors, 7(11): 2636-2651.
- [32] Lemenkova, P., (2015). *Topology, homogeneity and scale factors for object detection: application of eCognition software for urban mapping using multispectral satellite image*. In Proceedings of 7th International Scientific and Practical Conference. INSO2015, Akaki Tsereteli State University ATSU, 80-85.
- [33] Benz, U., Baatz, M., & Schreier, G., (2001). *Oscar-object oriented segmentation and classification of advanced radar allow automated information extraction*. In IGARSS 2001. Scanning the Present and Resolving the Future. Proceedings. IEEE 2001 International Geoscience and Remote Sensing Symposium (Cat. No. 01CH37217), 4: 1913-1915.

- [34] Fu, G., Liu, C., Zhou, R., Sun, T., Zhang, Q., (2017). *Classification for high resolution remote sensing imagery using a fully convolutional network*. Remote Sensing, 9(5): 498.
- [35] Truax, D. D., (2004). *Comparing spectral and object based approaches for classification and transportation feature extraction from high resolution multispectral imagery*.
- [36] Mathieu, R., & Aryal, J., (2005). *Object-oriented classification and Ikonos multispectral imagery for mapping vegetation communities in urban areas*.
- [37] Yu, Q., Gong, P., Clinton, N., Biging, G., Kelly, M., Schirokauer, D., (2006). *Object-based detailed vegetation classification with airborne high spatial resolution remote sensing imagery*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 72(7): 799-811.
- [38] (2018). *Trimble eCognition Developer User Guide v.9.3.1*. Trimble.
- [39] Huete, A., Justice, C., Van Leeuwen, W., (1999). *MODIS vegetation index (MOD13)*. Algorithm theoretical basis document, 3: 213.
- [40] Nobrega, R. A. A., O'hara, C. G., Quintanilha, J. A., (2006). *Detecting roads in informal settlements surrounding Sao Paulo city by using object-based classification*. In 1st International Conference on Object-based Image Analysis (OBIA 2006), Salzburg University, Austria.
- [41] Yan, G., Mas, J. F., Maathuis, B. H. P., Xiangmin, Z., Van Dijk, P. M, (2006). *Comparison of pixel-based and object-oriented image classification approaches - a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China*. International Journal of Remote Sensing, 27(18): 4039-4055.
- [42] Kalkan, K., Maktav, D., (2010). *Nesne Tabanlı ve Piksel Tabanlı Sınıflandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması (IKONOS Örneği)*. III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 12: 2010-15.
- [43] Tilahun, A., Teferie, B., (2015). *Accuracy assessment of land use land cover classification using Google Earth*. Am. J. Environ. Prot, 4: 193-198.

- [44] Finegold, Y., Ortmann, A., Lindquist, E., d'Annunzio, R., Sandker, M., (2016). *Map accuracy assessment and area estimation: a practical guide*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- [45] Marangoz, S. K., Oruç, M., Büyüksalih, G., (2005). *Nesne Tabanlı Görüntü Analizi ve İkonos Pansharpedned Görüntüsünü Kullanarak Yol ve Binaların Çıkarımı*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28.
- [46] Djenaliev, A., Hellwich, O., (2014). *Extraction of built-up areas from Landsat imagery using the objectoriented classification method*. In 9th International Symposium on Applied Informatics and Related Areas.
- [47] Zhao, H., & Chen, X., (2005). *Use of normalized difference bareness index in quickly mapping bare areas from TM/ETM+*. In International geoscience and remote sensing symposium, 3: 1666.
- [48] Gürsoy, Ö., Ekici, T., (2015). *Görüntü zenginleştirme analizleri ve spektral ölçmeler kullanılarak ultramafik kayaların tespit edilmesi*. TUFULAB VIII. Teknik Sempozyumu.
- [49] Uzar, M., Yastıklı, N., (2011). *Lidar ve hava fotoğraflarının füzyonu ile otomatik bina çıkarımı*. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı.
- [50] Luo, K., Tao, F. L., Moiwo, J. P., (2017). *When to Detect Changes in Object-Based Image Analysis: Before or after Classification?*.
- [51] San, D. K., Türker, M., (2007). *Binaların yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden belirlenebilme potansiyeli*. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon.
- [52] Silván-Cárdenas, J. L., Almazán-González, J. A., Couturier, S. A., (2014). *Remote Identification of Housing Buildings with High-Resolution Remote Sensing*. Mexican Conference on Pattern Recognition, 380-390.

İnternet Kaynakları:

http-1 <https://www.pixalytics.com/eo-satellites-in-space-2018> (14.06.2019)

http-2 <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors> (18.06.2019)

