İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OBJE TABANLI SINIFLANDIRMA YAKLAŞIMI İLE 3. SEVİYE ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ / KULLANIMININ BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şaziye Özge DÖNMEZ

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OBJE TABANLI SINIFLANDIRMA YAKLAŞIMI İLE 3. SEVİYE ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ / KULLANIMININ BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Şaziye Özge DÖNMEZ
(501121639)

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç Dr. Elif SERTEL

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121639 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Şaziye Özge DÖNMEZ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **"OBJE TABANLI SINIFLANDIRMA YAKLAŞIMI İLE 3. SEVİYE ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ / KULLANIMININ BELİRLENMESİ"** başlıklı tezini aşağıdaki imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :	**Doç Dr. Elif SERTEL** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
Jüri Üyeleri :	**Doç. Dr. Elif SERTEL** İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Şinasi KAYA İstanbul Teknik Üniversitesi	.....
	Doç. Dr. Semih EKERCİN Aksaray Üniversitesi	.....

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **25 Mayıs 2015**

Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam süresince bilgisi ve deneyimleriyle beni yönlendiren ve her türlü desteği veren İTÜ Geomatik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi sayın Doç. Dr. Elif SERTEL'e teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen arkadaşlarım, Adnan Özdemir, Semih Sami Akay, Hasan Tonbul ve Deniz Bilge Kılınçoğlu'na teşekkürlerimi sunarım.İTÜ-Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama UYG-AR Merkezi'nin değerli çalışanlarına tezime katkılarından dolayı teşekkür ederim. Her konuda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bilgi ve birikimleriyle yol gösteren annem Sevgi Dönmez, babam Niyazi Dönmez'e ve kardeşlerime sevgi ve saygılarımı sunuyor ve teşekkür ediyorum.

Mayıs 2015

Şaziye Özge DÖNMEZ
(Geomatik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
KISALTMALAR ..... **xi**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xiii**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **xv**
ÖZET ..... **xvii**
SUMMARY ..... **xix**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Uzaktan Algılama 2
1.2 Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı 4
1.3 Amaç ve Kapsam 5
1.4 Literatür Araştırması 6
2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER **9**
2.1 Çalışma Alanı 9
2.1.1 Yerleşim ve Demografik Özellikler 9
2.2 Coğrafi Özellikler 11
2.3 Topografik ve İklim Özellikleri 11
2.4 Bitki Örtüsü 12
2.4.1 Veriler 12
2.4.1.1 Uydu Görüntüsü ve Özellikleri 12
2.4.1.2 Görsel Yorumlamada Kullanılan Veriler 14
3. YÖNTEM **17**
3.1 Genel Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemleri 17
3.1.1 CORINE Sınıflandırma Sistemi 19
3.1.1.1 CORINE Sınıfları 22
3.1.2 Standardizasyon 24
3.1.3 Yöntem 25
3.1.3.1 Geometrik Düzeltme 25
3.1.3.2 Sınıflandırma 26
3.1.3.3 Doğruluk Analizi 30
3.1.4 Çalışma Aşamaları 30
4. UYGULAMA **33**
4.1 Ortorektifikasyon 34
4.2 Obje Tabanlı Sınıflandırma 36
4.2.1 Segmentasyon İşlemi 36
4.2.2 Sınıflandırmada Kullanılan İndisler 38
4.2.2.1 Simple Ratio (SR) 38

4.2.2.2 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) 39
4.2.2.3 Difference Vegetation Index (DVI) 40
4.2.2.4 Normalized Difference Water Index (NDWI) 40
4.2.2.5 Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI) 41
4.2.3 Sınıflandırma ve Görsel Yorumlama Aşaması 42
4.2.4 Doğruluk Analizi 55
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 57
KAYNAKLAR 59
EKLER 63
EK A: Görsel Yorumlamada Kullanıan Ek Öğeler 65
ÖZGEÇMİŞ 67

KISALTMALAR

AÇA	: Avrupa Çevre Ajansı
ASTER	: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer
ASTER GDEM	: ASTER Global Digital Elevation Model
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CEC	: Avrupa Birliği Komisyonu
CLC	: Corine Land Cover
CWRDM	: Centre for Water Resources Development and Management
EEA	: European Environment Agency
EIONET	: European Topic Centre on Spatial Information and Analysis
FAO	: Food and Agriculture Organizations of the United Nations
FGDC	: Federal Geographic Data Committee
GMES	: Çevre ve Güvenlik için Küresel İzleme
INSPIRE	: Infrastructure for Spatial Information in Europe
LCCS	: Land Cover Classification System
NVCS	: National Vegetation Classification Standards
OBIA	: Oject – Based Image Analysis
SPOT	: Satellite Pour l'Observation de la Terre
TSPT	: Time Series Product Tool
TWG	: Thematic Working Group
UA	: Uzaktan Algılama
WWF	: World Wide Fund for Nature
WWF-Türkiye	: Doğal Hayatı Koruma Vakfı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: 2013 İstanbul ilçelerinin nüfus bilgileri 10
Çizelge 2.2: İstanbul'da aylara göre ortalama sıcaklıklar..... 12
Çizelge 2.3: SPOT 6 Uydu Görüntüsünün Genel Özellikleri..... 14
Çizelge 3.1: U.S.G.S. Level I Arazi Kullanım Sınıfları ve Renk Tonları..... 18
Çizelge 3.2: CLC 90 ve CLC 2000 ana karakterlerinin kıyaslanması [25]..... 20

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Genel olarak uzaktan algılama uygulamalarında uygulanan akış tipinin gösterimi 3
Şekil 1.2 : Arazi Örtüsü Veri Modeli (INSPIRE, 2011) 5
Şekil 2.1 : İstanbul ilinin ülke haritası üzerindeki gösterimi 10
Şekil 2.2 : Pankromatik Bandın Histogramı 13
Şekil 2.3 : Kırmızı Bandın Histogramı 13
Şekil 2.4 : Yeşil Bandın Histogramı 13
Şekil 2.5 : Mavi Bandın Histogramı 14
Şekil 2.6 : Kızıl Ötesi Bandın Histogramı 14
Şekil 3.1 : AÇA Üye Ülkeler 20
Şekil 3.2 : Klagenfurt'ta Şehir Alanları – Avusturya Orijinal CORINE verisi 21
Şekil 3.3 : Klagenfurt'ta Şehir Alanları – Avusturya Realraumanalyse'den CORINE'e çevrilmiş veri 21
Şekil 3.4 : Üç seviye CORINE lejantı 23
Şekil 3.5 : Geometrik Dönüşümün Gösterimi 26
Şekil 3.6 : Priori ve Posteriori sınıflandırma 27
Şekil 3.7 : Genel Bir karar ağacı 28
Şekil 3.8 : Örtüşen sınıflar ile ikili bir karar 29
Şekil 3.9 : Örtüşen sınıflar olmadan ikili bir karar ağacı – alt çizgili sınıf örtüşme göstermektedir. 29
Şekil 3.10 : Uygulamanın genel akışı 31
Şekil 4.1 : Çalışmada Kullanılan Uydu Görüntüsü ve Çalışma Bölgesi 33
Şekil 4.2 : DEM görüntüsünün gösterimi 34
Şekil 4.3 : Sınıflandırma ve Görsel Yorumlama Aşamaları 35
Şekil 4.4 : Çoklu çözünürlüklü segmentasyon parametreleri 37
Şekil 4.5 : Spektral fark segmentasyon parametreleri 37
Şekil 4.6 : Segmentasyon görüntüsü örneği 38
Şekil 4.7 : NDVI görüntüsü 39
Şekil 4.8 : Temel sınıfların ve aynı bölgenin NDWI görüntüsünün gösterimi 41
Şekil 4.9 : Çalışmada Kullanılan Karar Agacı ve Algoritmaların Gösterimi 43
Şekil 4.10 : Simple Ratio İndisinin Etkisinin Sonucu 43
Şekil 4.11 : GNDVI İndisinin Etkisi 44
Şekil 4.12 : Yarı Otomatik Sınıflandırma Örneği 45
Şekil 4.13 : Minimum Haritalama Birimi Satndardına Örnek ve Uygunluk 46
Şekil 4.14 : Genel Sınıfların Gösterimi 46
Şekil 4.15 : 122 ve 121 sınıflarına örnekler 47
Şekil 4.16 : 124 ve 133 sınıflarına örnekler 47

Şekil 4.17 : 141 ve 522 sınıflarına örnekler 47
Şekil 4.18 : Arazi örtüsü ve kullanımı haritası 54
Şekil 4.19 : Arazi Örtüsü Sınıflarının Toplam Alanları 55
Şekil 4.20 : Doğruluk Analizi Tablosu 56
Şekil A.1 : Görsel yorumlamada kullanılan bazı fotograflar 65

OBJE TABANLI SINIFLANDIRMA YAKLAŞIMI İLE 3. SEVİYE ULUSAL ARAZİ ÖRTÜSÜ / KULLANIMININ BELİRLENMESİ

ÖZET

Arazi Örtüsü; yapılaşmış alanlar, tarımsal alanlar, ormanlar ve yarı doğal alanlar, sulak ve ıslak alanlar ve su kütlelerinin oluşturduğu yer yüzeyinin fiziksel ve biyolojik örtüsüdür. Arazi kullanımı ise, belli bir arazi parçasının insan aktivitesi ve ekonomik fonsiyonları ile bağlantılıdır. Ülkemizde arazi örtüsü verisinin yönetimi konusunda hali hazırda kabul edilmiş resmi bir veri standardı bulunmamaktadır. Bununla birlikte şu anda ülkemizde arazi örtüsü verilerinin birçok bakanlık, genel müdürlükler ve çok sayıda daire başkanlıkları tarafından kullanıldığı görülmektedir. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritaları; kentsel gelişmenin izlenmesi, doğal kaynakların yönetimi, doğal hayatın korunması, coğrafi bilgi sistemlerinde altlık olarak kullanılması, hasar tespiti (kasırga, sel, yangın, volkan ve deprem), vergi sistemi ve mülkiyet değerlendirmesi için yasal sınırların belirlenmesi vb. için kullanılabilir. Bu bağlamda, arazi örtüsü haritaların güncel olarak oluşturulması oldukça önemli bir husustur. Uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak hızlı, doğru ve güncel bir şekilde arazi örtüsü haritaları oluşturmak mümkündür. Uzaktan algılama tekniklerinin kullanıldığı uygulamalar hem çağın önde gelen teknolojileri olması özelliği ile tercih sebebi olmasının yanı sıra; uzaktan algılama verileri kolayca güncellenebilir olmasıyla, sağladıkları verinin yüksek mekânsal çözünürlük olanağı ile, arazideki ölçmelere kıyasla çok daha ekonomik olması ve zamandan tasarruf sağlaması, ulaşılması güç bölgelerde çalışma kolaylığı sağlaması özellikleriyle arazi örtüsü ve kullanımı haritasının üretiminde olmazsa olmaz bir tercihtir. Bu nedenle de, bu tez kapsamında arazi örtüsü haritalarını üretmek için, uzaktan algılama verileri ve teknolojisi kullanılması amaçlanmıştır. Tüm dünyada arazi örtüsü ve kullanımı konusudaki çalışmalar yıllar önce başlamış olup, aynı zamanda artan bir hızla önemini sürdürmektedir. Avrupa Birliği Komisyonu (CEC) bu bağlamda uzun yıllar önce, Çevre Bilgi Düzeni (CORINE-Coordination of Information on the Environment) arazi örtüsü programını başlatmıştır. CORINE programı, 1985 yılından 1990 yılına kadar Avrupa Komisyonu tarafından yürütülmüş, terminolojisi ve metodolojisi geliştirilmiştir. Arazi örtüsü ile ilgili bilgilerin kapsamı sadece kırsal ve kentsel gelişmeler, ana altyapı projeleri vb. çalışmalarla etkilenen küçük alanlar için söz konusu iken, CORINE arazi örtüsü programı ile Avrupa Birliği ülkeleri düzeyinde çevre bilgilerinin toplanması, geliştirilmesi ve politikaların oluşturulması boyutuna ulaşmıştır. Aynı şekilde Amerika Birleşik Devletlerinde de eyaletlerin ve şehirlerin kendilerine göre oluşturduğu standartlar çerçevesinde ürettikleri ve güncelledikleri arazi örtüsü sistemleri bulunmaktadır. Bunlar arasında kendi lejant sistemleri ilgili çevre ajansı ve kurumları tarafından geliştirilmiş bazı sistemleri USGS (Amerika Birleşik Devletleri Jeolejik Ölçmeler), CORINE, FAO (Food and Agricultural Organization) vb. şeklinde sıralanabilir. Avrupa Birliğine uyum sürecinde olan ülkemizde arazi örtüsü ve kullanımı çalışmalarına bakıldığında;, CORINE sistemine uygun; en güncel olanı 2006 yılına ait olmak üzere 2000

ve 1990 yıllarına ait Türkiye genelinde arazi örtüsü haritaları üretilmiştir. 2012 arazi örtüsü ve kullanımı haritası Türkiye için şu an yapım aşamasındador. Bu haritalar; 1/100000 ölçeğinde olup, güncellenmeye ve sahip olduğu topografik ve tematik bilgi altyapısı gibi bazı özelliklerinde geliştirilmeye ihtiyacı vardır. Tez çalışması kapsamında, CORINE lejantında bulunan sınıflar baz alınarak, ulusal ihtiyaçlara cevap verebilecek nitelikte 1/25000 ölçeğine karşılık gelen kriterlere uygun 3. seviyede arazi örtüsü/kullanımı haritası üretilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda; 1/25000 ölçeği için en küçük haritalama birimi 1.56 he olarak belirlenmeiş ve ilgili geometrik ve tematik detayları üretebilmek adına yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden faydalanılmıştır.Üretilecek olan arazi örtüsü/kullanımı haritası için obje tabanlı yaklaşım temel alınmış ve seçilen spektral ve mekansal fonksiyonlarla birlikte, sınıflandırmada önce 1.daha sonra 3.seviyede çalışılmış olup, bir karar ağacı oluşturulmuştur. Modern sınıflandırma tekniklerinin tatbikinin yanı sıra, yardımcı verilerin kullanımıyla beraber görsel yorumlama anahtarlarının kullanılması da özellikle 3.seviyedeki sınıfların belirlenmesinde çalışma esnasında kullanılan diğer bir yöntemdir. Çalışma alanı olarak Türkiye için en önemli şehirlerin başında gelen İstanbul seçilmiştir. İstanbul ilinin sınırları içerisinde seçilen bölgede SPOT 6 uydu görüntüsü ve yardımcı başka veriler yardımıyla görüntü işleme adımlarının ardından uygulanan obje-tabanlı sınıflandırma yöntemleri ile sınıflandırma yapılarak arazi örtüsü haritası üretilmiştir. Yapılan çalışmayla ilgili doğruluk analizi yapılmıştır.

DETERMINATION OF LEVEL 3 NATIONAL LAND COVER AND LAND USE BY USING OBJECT BASED CLASSIFICATION APPROACH

SUMMARY

Natural resources on the Earth are limited and resources is rapidly declining with each passing day. Therefore, both the academic studies and the societal level land management is becoming more important every day in terms of follow-up issues of natural resource use. Natural or caused, such great losses occurring from human-induced fires in forest areas, wetlands, and changes in agricultural land is only one reason to turn into artificial field of natural areas. Similarly, all these changes, production plan, when considered together with the right environment and the negative effects of the increasing population and urbanization is increasing the importance of management in a planned manner. Thus, many technical and scientific work is used in an expeditious manner for further analysis in this subject.

Land cover consist of built-up areas, agricultural areas, forests and semi-natural areas, wetlands and water bodies formed by the physical and biological cover of the surface.

In Turkey, there is no official standard method of management for the land cover data. On the other hand, land cover data used by many ministries and different department of the general directorates in our country.

Land use and land cover maps can be useful in the monitoring of urban development,management of natural resources, protection of wildlife, as a base for geographical information systems, damage assessment (hurricanes, floods, fires, volcanic eruptions and earthquakes), determining of legal limits for property assessment and tax collection, etc. Thus, forming an up-to-date land cover map is a crucial matter.

It is easily possible to form up-to-date land cover maps with speed and accuracy using remote sensing technology. Via land cover change analysis applications that will be built with the help of remote sensing, it is possible to accurately predict forest vegetation changes, losses and capacity of regeneration; forest fires, transformation of wetlands, topographic and urban transformations and changes in agricultural patterns.

Applications that utilize remote sensing technology are preferred in this project as they are the leaders of the new age. Not only that, but remote sensing data is also easily updateable, has high spatial resolution to study on, is much more budget and time-friendly, and provides opportunities for areas that are not immediately accessible for surface work. Hence, the utilization of remote sensing data and technologies are planned methods to create the land cover maps in this Thesis.

Around the globe, studies on this issue have started developing years ago and are steadily increasing in importance. In this context, the Central European Committee (CEC) launched the Project ‘CORINE-Coordination of Information on

the Environment' many years ago. Project CORINE was lead by CEC from 1985 to 1990, its terminology and methodology developed. In the past, land consolidation projects only covered rural and urban development and areas affected by changes in basic infrastructure. However, with the CORINE land cover program, the integrity of the European Union states' environmental data was collected and policies regarding the acquired information were created. Similarly, the United States has land cover systems formed upon the individual standards of its states and cities. Immediate examples would be various systems developed by environmental corporations: USGS (United States Geological Survey), CORINE, FAO (Food and Agriculture Organization) etc. Last of all, several studies about these are grown and developed rapidly and remarkably. In that case, whole European region's environmental inventory has been reached with CORINE Program, and developed and assigned valid strategies about now and future.

CORINE Program is the biggest land monitoring project in the Europe. In 38 countries, a total of 5.8 million km^2 of area are monitored , and for three different times has completed (1990, 2000, 2006) and 2012 program is still ongoing for some countries includes Turkey. In this project, 1 : 100000 map scale is used, additionally minimum mapping unit standard is 25 ha, but for change presentation this standard is defined as 5 ha.

CORINE Nomenclature includes 3 hierarchical levels within 44 land cover and land use classes. Level 1 classes are artificial surfaces, agricultural areas, forest and semi-natural areas, wetlands and water bodies. Level 2 has 15 classes. Four of it are related to artificial surfaces, four of it are related to agricultural areas, three of it are under forest and semi natural areas, two of it are under wetlands and the last two classes in level 2 are related to water bodies level 1 class.

Istanbul, one of the most important cities since Turkey has been elected as a study area. Within the borders of Istanbul in a predetermined area, after the image processing phase from the SPOT 6 Satellite Image 1.5 m resolution (2013) and auxiliary data, object-based classification is conducted; and finally level 3 land cover/land use map is created. Object based classification is required to work on objects, not pixels. After the image processing phase, the segmentation phase came and choosing the proper parameters, two different segmentation phases were applied. By this way, the smallest unit of the image, turned to a segment from a pixel by segmentation process. In application, spectral and spatial functions are used respectively, and a decision tree is created for object based classification. Also, screen aided visual interpretation keys are used simultaneously besides automatic classification steps. In this manner, fuzzy classification algorithms are produced by aid of decision tree, various functions, spectral indices, band ratios, band combinations, determining optimal value intervals etc. in order to produce land cover and land use map of İstanbul.

As the study area, İstanbul – one of the most important cities of the country - was chosen. In the Period of accession process to the European Union, the pilot study was vital for improving land cover and land use classification system that was compatible with CORINE project with using high resolution remotely sensed data. In application, image processing steps are performed that initially. To fulfill the aim, object-based classification was conducted , and finally the land cover/land use map was created in 1 : 25000 scale and with 1.56 minimum mapping unit standard. As a result of classification, accuracy assessment has been performed. As a result of the

classification; total areas are calculated separately for each land use and land cover classes.

These kind of studies - land cover and land use producing and updating - are important and pioneer for future planning in national and global scales in order to protect the limited natural resources of Earth and the optimal management of habitat.

1. GİRİŞ

Dünya üzerindeki doğal kaynaklar bilinçli kullanımı zorunlu kılacak kadar sınırlı ve dahası var olan kaynak miktarı bilindiği gibi her geçen gün hızla azalmaktadır. Bu nedenle, gerek akademik dünyada gerekse toplumsal düzeyde arazi yönetimi, doğal kaynak kullanımının takibi açısından her geçen gün daha da önemli bir konu haline gelmektedir. Orman alanlarındaki doğal ya da insan kaynaklı yangın, ağaç kesilmesi vb. gibi sebeplerden meydana gelen büyük kayıplar, erozyon, sulak ve tarım arazilerindeki değişimler, şehirleşme alanındaki genişlemeler doğal alanların yapay alanlara dönüşmesine sebep olan bazı nedenler arasındadır. Benzer şekilde, tüm bu değişimler, şehirleşmenin ve artan nüfusun olumsuz etkileriyle bir arada düşünüldüğünde; çevresel kaynakların izlenmesi ve buralarda meydana gelen zamansal değişimlerin tespiti doğru çevre planlarının üretimi ve planlı bir şekilde yönetiminin içinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla pek çok teknik ve bilimsel çalışma bu alanda detaylı analizler için ivedi bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan,arazi örtüsü ve kulanımının lokal, bölgesel, ülke ve dünya ölçeğinde izlenmesi programları oldukça önemli bir yerdedir. Bu programlar içinde, veri üretimi ve verinin değerlendirilmesi aşamalarında 'Uzaktan Algılama' teknolojileri kullanılan tekniklerin başında gelmektedir. Büyük alanların hızlı bir şekilde periyodik olarak gerekirse geçmişe yönelik bilgi üretme gibi aşamalarda yaygın olan en uygun teknolojileri kapsamaktadır.Örnek verecek olursak: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), USGS (United States Geological Survey), EEA (European Environment Agency), WWF (World Wide Fund for Nature) vb. Dünya'daki başlıca örnekler arasında sayılırken, ülkemizde de Orman ve Su işleri Bakanlığının çalışmalarını yürüttüğü; Avrupa'nın en büyük arazi izleme projesi olan Coordination Of Information on the Environment (CORINE) projesi, öncelikle ülke içinde arazi örtüsü ve kullanımının geçmiş verilerle kıyaslanması ve güncellenmesi aşamasın olanak sağlayıp, ve aynı zamanda projede yer alan ülkelerin oluşturduğu veri seti sayesinde Avrupa Birliği'nin genel durumuna bir bakış ve takip imkanı tanımaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, ulusal ihtiyaçları karşılamak amacıyla farklı kurum ve kuruluşların kullanılabilmesi için, 1/25000 ölçeğini temel alarak, uydu verilerini kullanıp pilot bir bölgede arazi örtüsü/kullanımı haritası oluşturmaktır. İlgili ölçek için en küçük haritalama birimi 1.56 ha ve en küçük lineer obje genişliği 25 m olarak alınmıştır. Tematik içerik olarak CORINE 3. seviye baz alınmış ve 44 tane arazi örtüsü/kullanımı sınıfı temel alınmıştır. Bu çalışmada, uzaktan algılama teknikleri temel alınarak araştırmalar yapılmıştır. Uzaktan algılama tekniklerinin bu çalışmada tercih edilmesinin belli başlı sebepleri; bu tekniklerin kullanıldığı uygulamaların çağın önde gelen teknolojileri olmasının yanında, uzaktan algılama verilerinin kolayca güncellenebilir olması, kullanılan verinin günümüzde yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olma olanağı sayesinde, arazideki ölçmelere kıyasla çok daha ekonomik olması ve zamandan tasarruf sağlamasıdır. Ayrıca ulaşılması güç bölgelerde çalışma kolaylığı sağlaması da arazi örtüsü haritası üretimi için olmazsa olmaz bir tercihtir. Tüm bu nedenler bir arada düşünüldüğünde, tez çalışması kapsamında arazi örtüsü haritalarını üretmek için, uzaktan algılama verileri ve teknolojisi kullanılması amaçlanmıştır.

1.1 Uzaktan Algılama

Bilimsel araştırma projelerinde, ilk olarak problemin tanımlanması, sonrasında problemle ilgili olası çözüm senaryoları ve yine muhtemel sonuç ya da ürün aşamaları belirlenir. Bu aşamalarda bir modelleme söz konusudur. Bu modelin ifadesi, işlevselliğinin görselliği, ve sonuç ürünü günümüzde daha çok dijital platformlarda kendini göstermektedir. Verinin çok büyük yer tutması, sürekli olarak güncellenmesi, erişim kolaylığı, ve kullanım kolaylığı gibi nedenlerden ötürü tercih edilen sayısal veri, model ve , ürünler son yüzyılın şüphesiz ki yükselen trendi olmuştur. Mesleki açıdan bakacak olursak, her türlü alanda üretilen haritaların analog versiyonlarının yerini dijital olanları almaktadır. Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri sayısal ortamda üretilen tüm haritalar için kullanımı kaçınılmaz ve yaygın teknolojilerdir. Uzaktan algılama teknikleri yardımıyla üretilecek arazi örtüsü değişim analizi uygulamaları ile; orman vejetasyonu değişimi, kayıpları, üretkenliği, yenilenebilme (rejenerasyon) ; orman yangınları, sulak alanların değişimi, topografya ve yerleşim alanlarındaki değişimler, tarımsal ürün desenindeki değişimler isabetli bir şekilde saptanabilir [1]. Orman ve Su işleri Bakanlığının Coğrafi Bilgi Sistemleri Daire

Başkanlığının tanımına göre CBS; "Dünya üzerindeki karmaşık sosyal, ekonomik, çevresel vb. sorunların çözümüne yönelik mekana/konuma dayalı karar verme süreçlerinde kullanıcılara yardımcı olmak üzere, büyük hacimli coğrafi verilerin; toplanması, depolanması, işlenmesi, yönetimi, mekansal analizi, sorgulaması ve sunulması fonksiyonlarını yerine getiren donanım, yazılım, personel, coğrafi veri ve yöntemler ile bu verilerin kullanıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir bilgi sistemidir." [2]. CBS veri modelleri ikiye ayrılır.

1. Vektörel Veri Modeli

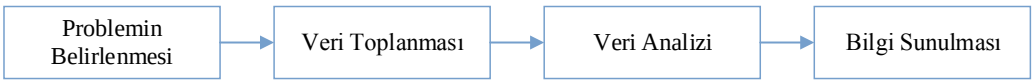
   Vektörel veri modelinde, nokta, çizgi ve poligonlar (kapalı alanlar); (x,y,z) koordinat değerleriyle beraber saklanırlar. Bu model, mekansal objelerin kesin konumlarının tanımlanmasında oldukça büyük yarar sağlar.

2. Raster Veri Modeli

   Raster görüntü, birbirine komşu grid yapıdaki aynı boyutlu hücrelerin bir araya gelmesiyle oluşur. Hücrelerin her biri piksel (pixel) olarak da bilinir. Raster (hücresel) veri modeli, daha çok süreklilik özelliğine sahip coğrafik objelerin ifadesi için kullanılır.

Uzaktan algılama bir bölge veya nesneye ait enerjiyi algılayan sensörler yardımıyla yapılmaktadır. Bu sensörleri dört farklı çözünürlük tipiyle karakterize etmek mümkündür. Bunlar mekânsal (yer üzerinden bir pikselin örnekleyebildiği mesafe), spektral (elektromanyetik bölgede karşılık geldiği bölme), radyometrik ve zamansal (uydunun geçiş periyodu) çözünürlüklerdir [3].

Uzaktan algılama işlemlerinin genel gösterimi şekil 1.1 'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Genel olarak uzaktan algılama uygulamalarında uygulanan akış tipinin gösterimi

1.2 Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı

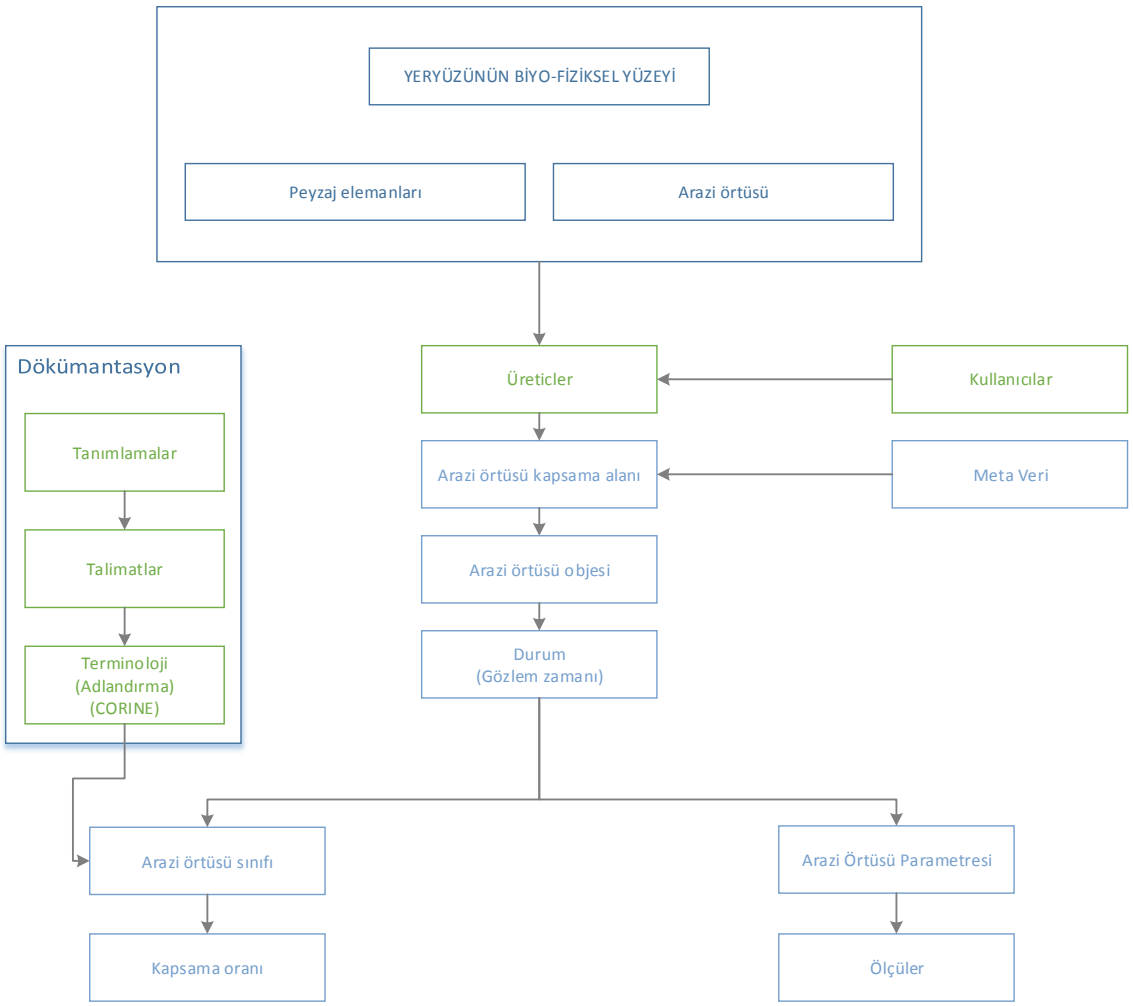
EIONET (European Topic Centre on Spatial Information and Analysis)'in tanımına göre, arazi örtüsü; arazi yüzeyinin fiziksel durumu olarak tanımlayabiliriz. Bunu söz konusu bölgeyi kaplayan bitki örtüsü, toprak, kayalık,su ve yapay yüzeyler olarak açabiliriz. Yerkabuğuyla atmosfer arasında kalan bir arayüzdür [4].

Arazi örtüsünü FAO'ya göre; yeryüzünde gözlenen biyo(fiziksel) örtü şeklinde tanımlayabiliriz. Arazi örtüsü ifadesinde, vejetasyon ve insan yapımı objelerin tanımı gerekli olacaktır. Arazi örtüsü ve kullanımı arasındaki farkı ortaya koymak açısından; örnek verecek olursak; otlak alanlar arazi örtüsü altında geçmektedir. Meralar ve tenis kortları yüzeyi çimenle kaplı olmasının yanı sıra; hayvan otlatmak veya sportif amaçlı kullanılması özelliklerinden ötürü arazi kullanımı altında incelenir. Eğlence ve dinlence tesisleri arazi kullanımın altında incelenmesini yanı sıra; kumsallar, ormanlık alanlar, meskun alanlar, eğlence için kullanılan parklar arazi örtüsü kavramı altında incelenmektedir [5]. Şekil 1.2'de arazi örtüsü veri modeli gösterilmiştir. 06-07-2012 tarihli INSPIRE direktifine göre, EEA tarafından sağlanan referans materyalleri:

1. Arazi örtüsü bilgisinin; Avrupa Birliğinin tarım politikasının izlenmesi ile bağlantısı (IACS)
2. Arazi örtüsü bilgisinin; karbon izlemede kullanılması (LULUCF)
3. Arazi örtüsü bilgisinin; arazide ve ekeosistemde CORINE arazi örtüsüne dayalı önemini içermektedir.

CORINE arazi örtüsü ; arazi örtüsünün haritalanması ve izlenmesi programıdır. Bu gelişmenin süregeldiği esnada diğer veri kaynaklarından olan; Eurostat, LUCAS (Land Use and Cover Area Frame)survey , Urban Atlas, GMES Yüksek Çözünürlüklü Katmanlar ve bazı ulusal ve uluslatı arazi örtüsü sınıflandırma ve ölçme sistemleri de TWG (Thematic Working Group)üyesi olarak geçmektedir [6]. CRWDM (Centre for Water Resources Development and Management)kapsamında, arazi örtüsü çalışmalarının kullanım yerleri olarak tarımsal su yönetimi, yeraltı suyu geliştirme, su kalitesi yönetimi, sulak alan yönetimi, hidroloji bilimi, sulama ve kurutma, su havzası arası setlerinin çalışmaları ve geliştirilmesi, sosyo-ekonomik ölçmeler sayılabilir [7]. Arazi örtüsü veri modeli INSPIRE'a göre şekil 1.2'de gösterilmiştir. Burada yeryüzünün biyo-fiziksel yüzeyi peyzaj elemanları ve arazi örtüsü olarak ayırlıp; daha

sonra üreticiler ve kullanıcıların da etkileşimiyle; son olarak belirlenen parametreler beraberinde; arazi örtüsü sınıflarına tanımlanmıştır.



Şekil 1.2: Arazi Örtüsü Veri Modeli (INSPIRE, 2011)

1.3 Amaç ve Kapsam

Yapılan çalışmada İstanbul ili için arazi örtüsü/kullanımı haritasının SPOT 6 1.5 m çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanarak CORINE sınıflandırma sisteminde üretilecek sınıfların birbiriyle tematik ve geometrik doğruluklarının kıyası amaçlanmıştır. Uzaktan algılama teknolojilerinin yardımıyla, görüntü işleme metotları da kullanılarak, aynı zamanda sınıflandırma işlemi için farklı yöntemlerin denenip, geliştirilmesiyle devam eden bu çalışma, ulusal düzeyde yapılacak olan kapsamlı olası çalışmanın temelini oluşturacak bir pilot uygulama niteliğini taşımaktadır. Üstelik bu yöntem ve çalışma esaslarını da, tüm Türkiye geneline tatbiki için, hali hazırdaki

yöntemlerden daha isabetli ve verimli yeni bir metodoloji geliştirmek tezin amaçları arasında yer almaktadır. Literatürde bu bağlamda mekânsal çözünürlüğü oldukça yüksek olan SPOT 6 uydu görüntüleri kullanımıyla yapılan benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır.CORINE Projesi kapsamında daha önce ortaya çıkan çalışmaların ürünlerinin 1:100000 ölçeğine sahip olmasına yenilik olarak, proje sonunda üretilmesi amaçlanan arazi örtüsü kullanımı haritalarında yaklaşık 1:25000 ölçeğine sahip ürünlerin üretilmesi amaçlanmıştır. Projede, işlem adımlarında öncelikli olarak, veri olarak kullanılacak uydu görüntüsüne geometrik düzeltmeler getirilmiştir. Geometrik distorsiyonların eliminasyonu için ortorektifikasyon işlemi ASTER GDEM verisinin yardımıyla, uydu efemeris bilgilerinin kullanımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin ardından, geometrik olarak düzeltilmiş uzaktan algılama görüntüsü kullanılarak çalışma alanından tematik bilgi çıkartma işlemine geçilmiştir. Bunun için de obje tabanlı sınıflandırmanın kullanılması kararlaştırılmıştır. Bu aşamada piksel bazlı sınıflandırmanın yerine, çağın gelişen teknolojisinin ürünü uyduların sağladığı yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu görüntülerinde kullanılan obje tabanlı sınıflandırmanın en küçük birimi olan segmentler üzerinde çalışılması planlanmıştır. Objeye yönelik sınıflandırma sistemlerinin avantajlarından biri de, uydu görüntüleri üzerinde çalışma esasının yanı sıra, farklı veri gruplarının da yazılımlara entegre edilebilmesi ve çoklu kriter analizleri için uygun bir yöntem olmasıdır. Örnek verecek olursak, yapılan çalışmada, obje tabanlı sınıflandırmanın, metodolojisinde yeri gerekli ve uygun olan, obje tabanlı indisler kullanılması amaçlanmıştır. Bunlardan bazıları NDVI, NDWI vb. gibi vejetasyon bölgelerini veya su ihtiva eden grupları sınıflandırmaya yardımcı çeşitli algoritmalardır. Bu işlemler sonrasında yapılan sınıflandırmalarda tematik doğruluklar araştırılması ve doğruluk analizinin yapılması amaçlanmıştır.

1.4 Literatür Araştırması

Literatür araştırması kapsamında obje tabanlı sınıflandırmaya yönelik arazi örtüsü ve kullanımı haritalarının üretildiği farklı çalışmalar incelenmiştir.

Hollanda'nın güney bölgesinde yapılan bir çalışmada, (Itterin ve Borgharen köyleri) taşkın için risk analizi ve taşkın değerlendirmesi yapılmıştır. Veri olarak IKONOS-2 uydu görüntüsü kullanılmış olup; obje-tabanlı sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırmada, segmentasyon aşamasının ardından; spektral, konumsal ve içeriğe

bağlı (contextual) bilgi kullanılarak %74 genel doğruluğa ulaşılmıştır. Çalışmada detaylı bir arazi örtüsü haritası üretilmiş olup, sonuç üründe EU CORINE arazi örtüsü veri setinden mekansal dağılımda daha yüksek doğruluk içermektedir. Bunun nedenlerinden biri,uygulamada minimum haritalama biriminin daha küçük boyutta seçilmesidir [8].

Arizona'nın Scottsddale şehrinin arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritası oluşturulması için 3 farklı şekilde üretilmiş olup ve ulaşılan sonuçlar kıyaslanmıştır. Bu yöntemler; kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma bir arada kullanılması; raster bazlı mekansal modelleme yöntemi ve görüntü segmentasyonu kullanılarak hiyerarşik sınıflandırma şeklindedir. Çalışmada yüksek çöznürülüklü veri ile çalışmanın şehir alanları için daha uygun olacağı vurgulanmıştır [9].

Mısır'da Batı Delta'da yapılan bir çalışmada, arazi örtüsü değişimleri çok zamanlı bir analiz kapsamında incelenmiş olup, veri seti olarak farklı yıllara ait Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Hibrid sınıflandırma sisteminin yanı sıra, normalized difference vegetaion index (NDVI) kullanımı ile analizler yapılmı ve sonuçlar yıllara göre olan değişimleri belirlemek üzere değerlendirilmiştir [10].

Gaziantep'te yapılan bir çalışmada SPOT 5 uydu görüntüsü kullanılarak Şehir Atlası projesi standartlarına uygun şekilde bir arazi örtüsü ve kullanımı haritası oluşturulmuştur. Sınıflandırma algoritmasının aynı sıra görsel yorumlama yapılarak belirlenen sınıfların genel doğruluğu %94.31 olan haritalar üretilmiştir. Üretilen haritalarda ölçek 1:10000 olup çalışma bölgesinde 14 adet sınıf gösterimi mevcuttur [11].

Kanada'nın New Brunswick bölgesinde yapılan bir çalışmada; yüksek çözünürlüklü Quickbird uydu görüntüsü kullanılarak obje tabanlı sınıflanırma yapılmıştır. Bu sınıflandırmada mekansal ve spektral özelliklerin kullanıldığı farklı indis ve fonsiyonlarr yardımıyla oluşturulan kara ağacı , daha önce belirlenmiş segmentler üzerinde uygulanmıştır [12].

A.B.D.nin Indiana Eyaletinde, Batı Lafayette'de yapılan bir çalışmada; çok yüksek çözünürlüklü uzaktan algılanmış görüntü kullanılarak, arazi örtüsü/arazi kullanımı sınıflandırması, obje-tabanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırmada, farklı seviyelerde segmentasyon aşamaları kullanılmış olup, karakter tespiti, obje pozisyonlanırılması ve kaba sınıflandırmanın ardından, sınıflandırma aşama aşama

geliştirlmiştir. Bu geliştirmede, spektral özellikler, doku bilgisi ve geometrik özelliklerden yararlanışmıştır. Çalışmanın sonucunda %99.10 doğrulukla yaklaşık 3.8km x 2.5 km'lik bir alan sınıflandırılmıştır [13].

Sahel'deki bir nehir havzası olan Kouonbaka 'da yapılan bir çalışmada yaklaşık 50 yıllık zaman periyodunda çoklu görüntü kullanarak 3 ayrı yöntemin sonucunun karşılaştırılması yapılmıştır. Kullanılan veriler; 1952 – 2003 yılları arasında hava fotoğrafları, Landsat MSS, ve SPOT 5 uydu görüntüsü olmakla beraber, yöntemler ise; kontrollü sınıflandırma, grid bazlı ekran üzerinden görüntü yorumlama ve obje-bazlı sınıflandırmadır. Analiz sırasında bazı indisler ve band compozitleri (PCA) kullanılmıştır [14].

2. ÇALIŞMA ALANI VE KULLANILAN VERİLER

2.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak belirlenen il, İstanbul'un yerşelim ve demografik, iklim ve coğrafi vb. özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

2.1.1 Yerleşim ve Demografik Özellikler

İstanbul ülkenin en kalabalık nüfusa sahip olan şehridir. Nüfusun yanı sıra, ekonomik ve sosyo-kültürel açılardan da en önemli şehirlerin başında gelmektedir. İstanbul, tarih boyunca şehir üç farklı imparatorluğa başkentlik yapmıştır. Bunlar; Roma, Bizans ve Osmanlı Devletleridir. Türkiye'nin en kalabalık nüfusa sahip olan ili İstanbul'dur. Nüfusu giderek artan bu megapolün temelleri M.Ö. 7 yy. a dayanmaktadır. Yerleşimin ise, şimdinin Kadıköy, Çatalca, Dudullu, Ümraniye, Pendik, Davutpaşa, Kilyos, ve Ambarlı'da M.Ö. 5000 yıllarda başladığı bilinmektedir [15]. İstanbul; Türkiye'nin topraklarının sadece % 0.7sini kaplamasına rağmen, adrese dayalı nüfus kayıt sisteminin sonucuna göre toplam nüfusu; 14.160.467 kişidir. İstanbul'un toplamda 39'a ulaşan ilçe sayısının, 14 tanesi Anadolu yakasında, 25 tanesi ise Avrupa yakasındadır. 2013 verilerine göre en yüksek nüfusa sahip olan ilçesi Bağcılar ilçesiyken, en seyrek nüfusa sahip olan ilçesi ise Adalar olmuştur. Aşağıda ilçelere göre nüfus dağılımını gösteren tablo mevcuttur. İstanbul'un nüfusu son 20 yılda 2 kat artmıştır. Diğer kentlerden olan göçün sebebi olarak işsizlik başta gelmektedir. Şehrin etrafında genelde gecekondu mahalleleri yer almaktadır [16]. İlin ülke haritası üzerindeki gösterimi şekil 2.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1: 2013 İstanbul ilçelerinin nüfus bilgileri

İlçeler	Nüfus	İlçeler	Nüfus
Adalar	16.166	Gaziosmanpaşa	495.006
Arnavutköy	215.531	Güngören	306.854
Ataşehir	405.974	Kadıköy	506.293
Avcılar	407.240	Kağıthane	428.755
Bağcılar	752.250	Kartal	447.110
Bahçelievler	602.931	Küçükçekmece	740.090
Bakırköy	220.974	Maltepe	471.059
Başakşehir	333.047	Pendik	646.375
Bayrampaşa	269.677	Sancaktepe	304.406
Beşiktaş	186.570	Sarıyer	335.598
Beykoz	248.056	Silivri	155.923
Beylikdüzü	244.760	Sultanbeyli	309.347
Beyoğlu	245.219	Sultangazi	505.190
Büyükçekmece	211.000	Şile	31.718
Çatalca	65.811	Şişli	274.420
Çekmeköy	207.476	Tuzla	208.807
Esenler	461.621	Ümraniye	660.125
Esenyurt	624.733	Üsküdar	534.636
Eyüp	361.531	Zeytinburnu	292.3
Fatih	425.875		



Şekil 2.1: İstanbul ilinin ülke haritası üzerindeki gösterimi

Ülkenin turizm merkezlerinden olan İstanbul, ülkenin hava taşımacılığında da önemli bir merkez konumundadır. Türkiye'de bulunan 153 müzenin, 14'ü İstanbul'dadır ve bu müzelerdeki toplamda 2.400.000 eserin %34'ü İstanbul'daki müzelerde sergilenmektedir.

2.2 Coğrafi Özellikler

İstanbul 28° 01' ve 29° 55' doğu boylamları, ve 41° 33' ile 40° 28' kuzey enlemleri arasında kalmaktadır. İstanbul Boğazı ile, iki kıtayı –Asya ve Avrupa- birbirinden ayıran oldukça büyük stratejik öneme sahip olmasının yanında Karadeniz'i de Marmara Denizi ile birleştirir. İstanbul'a komşu olan iller; Tekirdağ, Kırklareli, Bursa, Kocaeli'dir.

2.3 Topografik ve İklim Özellikleri

İstanbul Çatalca ve Kocaeli yarımadaları üzerinden yer alır Bu yarımadalar aşınmış plataolar özelliğindedir. Bir başka deyişle, İstanbul, geçmiş dönemlerdeki jeolojik hareketler sonucu, aşınmalara uğradığından sislik sayılabilen yeryüzü şekillerinden oluşan bir plato görünümündedir. Her ne kadar yeditepe diye anılsa da, şehir; jeomorfolojik birimlerden olan; vadi, ova, tepelik alanlar olarak keskin ve çarpıcı görünümde değildir. Belli başlı yükseklikler olarak, doğu yakasında Gebze, Ömerli Barajı hattının doğusundan itibaren başlayıp, doğu yönüne doğru yükseltiler (350 +) yer alır. Batı yakasında ise, yer yer 200m.yi bulan ve bazen aşan tepeler dışında geniş tabanlı akarsu vadilerinin yer aldığı plato görünümü söz konusudur. Akarsular, Haliç'e Büyük ve Küçükçekmece göllerine ve Marmara Denizine dökülürler. Bunun dışında, Terkos Gölü ise, suyunu Istıranca Dağları'ndan alır. Aynı zamanda bu dağların yükseklikleri de yer yer 350m.nin üzerinde seyreder [17]. İstanbul ilinin tek bir iklim tipi altında değerlendirmek zordur. Aynı enlemde yer alan birçok yerleşim bölgesine kıyasla, farklı iklim özelliklerine sahiptir. Bunun nedenleri arasında sahip olduğu fiziki özellikler akla gelmektedir. Çizelge 2.2'de İstanbul'da aylara göre ortalama sıcaklıklar belirtilmiştir.

Akarsular olarak, Uzundere, Kilyos deresi, Kıztaşı Deresi, Marmaracıkdere, Değirmen dere, Kılıçpınardere, Sarıyer Deresi, Araöldüren Deresi, Namazgah Deresi, Kurşunyere dereleri sürekli akanlar arasındadır. Gümüşdere kış aylarında akan bir dere olmakla beraber, diğer dereler; Harmancık Dere, Camlıklıdere, Eski Mandıra Deresi, Garip Dere, Ayazağa Deresi, Karataş Deresi, Kızılağaç Deresi, Maslak Deresi, Baltalimanı Deresi şeklinde sıralanabilir.Anadolu yakasında ise, Ağva, ve Riva dereleri mevcuttur [18].

İstanbul'daki baraj gölleri, Ömerli, Elmalı, Alibey, Darlık, Samdıra (Aydos), Sazlıdere ve Büyükçekmecedir.

Çizelge 2.2: İstanbul'da aylara göre ortalama sıcaklıklar

HAVA	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**
	5 °C	6 °C	7 °C	12 °C	16 °C	21 °C
	41 °F	43 °F	45 °F	54 °F	61 °F	70 °F
	Temmuz	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**
	23 °C	23 °C	20 °C	16 °C	12 °C	8 °C
	73 °F	73 °F	68 °F	61 °F	54 °F	46 °F
DENİZ	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**
	9 °C	7 °C	8 °C	11 °C	15 °C	20 °C
	48 °F	45 °F	46 °F	52 °F	59 °F	68 °F
	Temmuz	**Ağustos**	**Eylül**	**Ekim**	**Kasım**	**Aralık**
	23 °C	23 °C	21 °C	17 °C	14 °C	11 °C
	73 °F	73 °F	70 °F	63 °F	57 °F	52 °F

2.4 Bitki Örtüsü

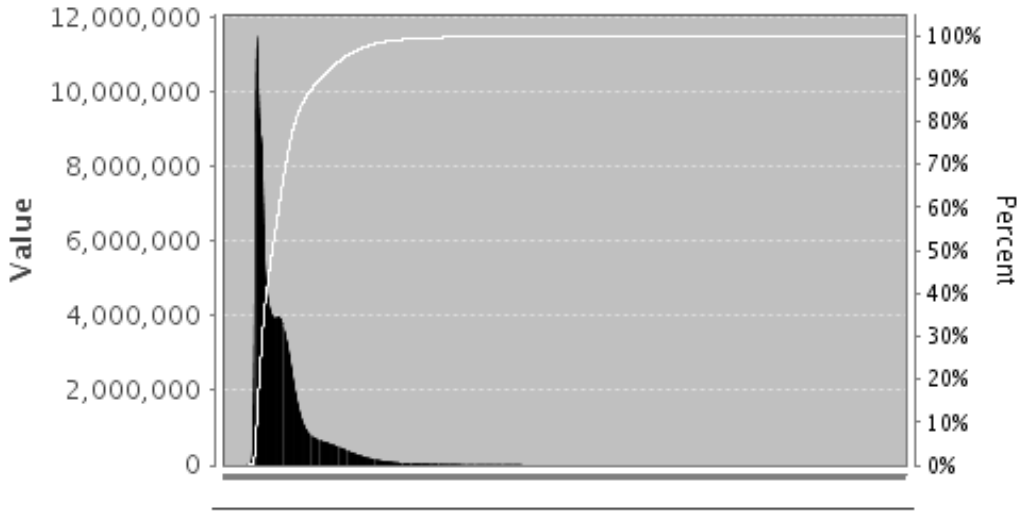
Toprak cinsi ve iklimle bağlantılı olan bitki örtüsü, İstanbul'da orman, maki, psödomaki, ve kıyı bitkileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Kuzey kesimlerde daha çok nemli olmakla birlikte güneyde kuru bitki topluluğu türleri mevcuttur. Psödomaki olarak, kızılcık, fındık, geyik dikeni, güvem çalısı, muşmula, yabani erik, böğürtlen, üvez karaçalı, akçaağaç, mürver, sumak, kurtbağrı ve ayı üzümü gibi kışın yapraklarını döken cinslerle akçakesme, kocayemiş, funda, defne, katırtırnağı, katran ardıcı, kermes meşesi, laden, sakız gibi türler mevcuttur. Nemden dolayı orman karakterine ağaç sahip türlerine ise, kestane, kayın, adi gürgen ve saplı meşeye daha çok 1.Boğazın kuzey-doğusu, Alemdağ'ın kuzeyi ve Polonezköy çevresinde rastlanmaktadır. Riva deresi ve Ağva'da saplı meşesi doğuda Macar Meşesi mevcuttur. Toprak türü olarak kayın topluluklarının bulunduğu bölgelerde kireçsiz kahverengi orman toprakları mevcutken, meşe ve kestane türlerinin olduğu bölgelerde kahverengi orman toprakları bulunur [17].

2.4.1 Veriler

2.4.1.1 Uydu Görüntüsü ve Özellikleri

Calişmada SPOT 6 uydu görüntüsü kullanılmıştır. SPOT serisinin 6. Sırada gelen SPOT 6-7 uyduları ikiz uydulardır. Toplamda 5 adet spektral bantı vardır. Uydunun

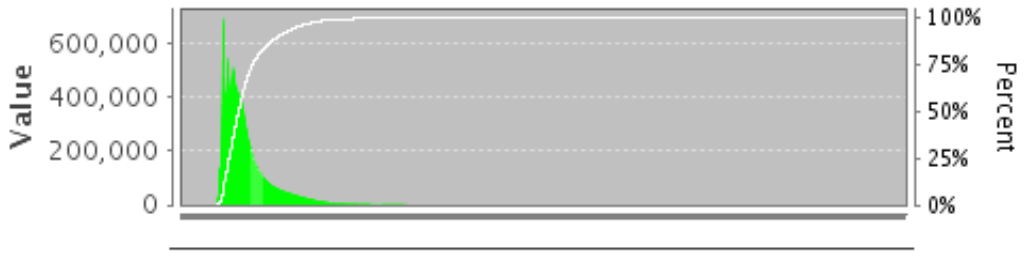
fırlatılış tarihi 9 Eylül 2012'dir. Çizelge 2.3'de [19] uydu özellikleri gösterilmektedir. Mekansal çözünürlüğü pankromatik bantta 1.5 m, multi spektral bantlarda 6 m'dir. Kullanım ömrü 10 yıl olarak öngörülen uydunun, zamansal çözünürlüğü ise; 26 gündür. Uydunun radyometrik çözünürlüğü ise, 12 bittir. Şekil 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 ve 2.6'da bantların histogramları gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Pankromatik Bandın Histogramı



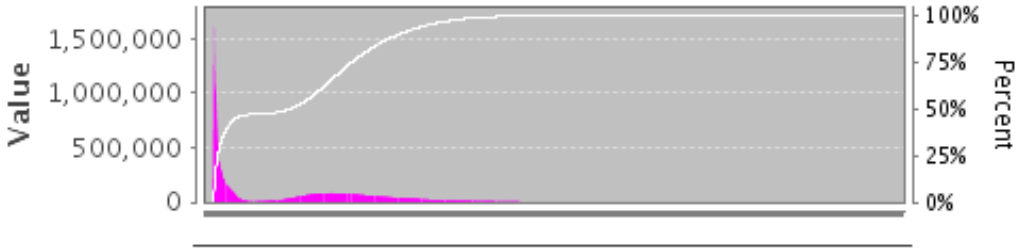
Şekil 2.3: Kırmızı Bandın Histogramı



Şekil 2.4: Yeşil Bandın Histogramı



Şekil 2.5: Mavi Bandın Histogramı



Şekil 2.6: Kızıl Ötesi Bandın Histogramı

Çizelge 2.3: SPOT 6 Uydu Görüntüsünün Genel Özellikleri

Multi spektral Görüntü (4 Bant)	Mavi bant (0.455 μm – 0.525 μm) Yeşil bant (0.530 μm – 0.590 μm) Kırmızı bant (0.625 μm – 0.695 μm) Kızıl ötesi bant (0.760 μm – 0.890 μm)
Çözünürlük	Pankromatik – 1.5 m mekansal çözünürlük Multi spektral – 6 m (B,G,R,NIR) mek. çöz.
Uydu Sayısı	2
Fırlatma Tarihi	SPOT 6: 12 Eylül 2012 SPOT 7: 30 Haziran 2014
Kullanım Ömrü	10 yıl
Boyutlar	Gövde 1.55 x 1.75 x 2.7 m
Fırlatma Kütlesi	712 Kg
Yükseklik	694 m
Depolama Alanı	1 Tbit
Orbit	Güneş Senkronize
Periyot	98.79 dakika
Zamansal Çözünürlük	26 gün
Şerit	60 km (nadir)
Radyometrik Çözünürlük	12bit

2.4.1.2 Görsel Yorumlamada Kullanılan Veriler

Sınıflara manuel atamada kullanılan yardımcı kaynaklar:

1. İstanbul şehir rehberi [20];

OpenStreetMap (OSM) bağımsız yazılım şartları altında oluşturulan ve dünyanın her yerinden gönüllü katılımcıların oluşturdukları açık kaynaklı bir harita oluşturma projesidir. GPS alıcıları, uydu görüntüleri, kamusal kaynaklar ve yerel yönetimler tarafından sağlanan çeşitli veriler yardımıyla elde edilir. Open Street Map'de bütün içerik Open Database License lisansı ile korunmaktadır. Uygulamada özellikle 122 sınıfı için, karayolu, tren yolu vb. tespitinde yardımcı veri olarak başvurulmuştur.

2. Open Street Map verileri

   İnternet üzerinden dinamik harita hizmeti sunan servislerdir. Google Maps, Yahoo Maps, Bing Maps, Mapquest, Ovimaps bu haritalara örnek olarak verilebilir. Uygulamada Google Earth başta olmak üzere bu haritalara görsel yorumlama aşamasında başvurulmuştur.

3. Orman Meşcere haritaları

   Oluştuğu üreme materyali, yaş, ağaç türü, ağaç türü karışımı, katlık, tabakalılık, kapalılık, sıkışıklık (sıklık) gibi meşcere kuruluş özelliklerinin en az biri bakımından çevresinden ayrılan ve yine asgari bir hektar büyüklüğündeki bir alanı kaplayan orman parçasına meşçere denir [21]. Buna bağlı olarak oluşturulan haritalara orman meşçere haritası denir. Özellikle 311, 312, 313, 321, 333, 324 sınıflarının ayrımında kullanılmıştır. 311,312 ve 313 sınıflarının ayrımında, meşcere veritabanındaki ağaç türü bilgisine başvurulmuştur. Bu sınıfların açıklamaları sınıflandırma ve görsel yorumlama aşaması bölümünde ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

4. Çevrimiçi haritalar (Google Earth, Here Maps, Bing Map)

   1/5000 ölçekli yüksek çözünürlüklü 4 milyon adet hava fotoğrafıyla hazırlanan, İstanbul'a ait yaklaşık 1,5 milyon bina, 80 bin sokak-cadde bilgisi yer alan, aranılan yerin hava fotoğraflarına adres girilerek ulaşılabilen bir harita servisidir. Ayrıca; trafik bilgisi, yol çalışması, güzergahlar vb. şeyler hakkında bilgi vermektedir. Ticari ve endüstriyel alanların, yeşil şehir alanlarının tespitinde bu yardımcı veriye başvurulmuştur.

3. YÖNTEM

Yöntem bölümünde öncelikle bazı genel sınıflandırma sistemleri ve özelliklerine değinilmiş, ardından tezde kullanılan yöntem olan CORINE sınıflandırma sistemine ve sınıflarına yer verilmiştir.

3.1 Genel Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemleri

Arazi örtüsü ve kullanımı ile ilgili gelişen teknoloji ve artan ihtiyaçlar doğrultusunda bir çok ülke ve eyalette sınıflandırma sistemleri geliştirlmiştir. Aşağıda bunlardan bir kısmına yer verilmiştir.

FAO (Food and Agriculture Organizations of the United Nations)

Amaçlarından biri, A.B.D.nin sistematik vejetasyon taksonomisini belirlemek amacıyla 1997 yılında FGDC tarafından ulusal vejetasyon sınıflandırma standardı geliştirlmişir [22]. FAO'nun LCCS amacına göre; UNESCO Vejetasyon Sınıflandırması (esas olarak 1 : 1 000 000 ölçekli vejetasyon haritaları için planlanmıştır) gösterim olarak sadece doğal bitki örtüsünü dikkate alır, ekili alanlar ve kentsel bitkisel alanlar gibi diğer bitkisel alanlar dikkate alınmaz. Diğer vejetasyon sınıflandırmaları, tarımsal alan olarak düşünülse bile, bu sınıfların doğal bitki örtüsü sınıflarıyla aynı detay seviyesinde olduğu anlamına gelmez. Aksine, tarımsal alan açıklamalarında kullanılan sistemler doğal bitki örtüsü tanımlamalarında oldukça az detay verirler [5].

FAO'ya göre sınıflandırma sisteminin lejantın belirlenmesinde ölçek ve kaynak bağımsızdırlar. Her ölçekte ve detayda çalışma olasılığıyla beraber, toplanan bağımsız bilgi türleri; uydu görüntüsü, hava fotoğrafı, arazi ölçmesi ve bunların kombinasyonu gibi bir durum mümkündür. Eşik değerleri genellikle belirli coğrafi alanlardan alınan bilgilerle elde edilir, buna bağlı olarak başka iki sınıf arasındaki sınıf sınır tanımı örtüşmeler ve açıklıklara bağlı olarak belirsiz olabilir [5].

USGS (United Satates Geological Survey)

USGS'in level 1 arazi kullanım sınıfları ve renk tonları yukarıdaki tabloda gösterildiği

gibidir. Çizelge 3.1 de arazi kullanım sınıfları ve renk tonları numaraları ile gösterilmiştir.

Çizelge 3.1: U.S.G.S. Level I Arazi Kullanım Sınıfları ve Renk Tonları

Arazi Kullanım Sınıfları	Renk Tonları
Şehir ve Meskun arazi	Kırmızı (Munsell 5 R 6/12)
Tarımsal Alanlar	Açık Kahverengi (Munsell 5YR 7/4)
Otlak Alanlar	Açık Turuncu (Munsell 10YR 9/4)
Ormanlık Alanlar	Yeşil (Munsell 10GY8/5)
Su	Koyu Mavi (Munsell 10B 7/7)
Sulak Alanlar	Açık Mavi (Munsell 7.5B 8.5/3)
Boş Arazi	Gri (Muncsell N 8/0)
Tundra	Yeşil-Gri (Munsell 10G 8.5/1.5)
Kalıcı Kar	White (Munsell N 10/0)

Anderson (1971) Sınıflandırma Kriterleri

Bir arazi örtüsü ve kullanımı sınıflandırma sisteminin, yüksek irtifa ve yörüngeye sahip uzaktan algılama verisini etkin bir şekilde kullanabilmesi için aşağıda belirtilen kriterleri sağlaması gerekmektedir. Aşağıda sınıflandırmada kullanılan ölçütler sıralanmıştır:

- Uzaktan algılama verisi üzerinden arazi örtüsü ve arazi kullanımı kategorilerinin belirlenerek sınıflandırma tespiti yapılabilmesi için yorumlama doğruluğu minumum
- Bazı kategorilere ait yorumlama doğruluğu eşit olmalıdır.
- Sınıflandırma sistemi geniş alanlar üzerinde uygulanabilir olmalıdır.
- Sınıflandırma arazi örtüsüne ait vejetasyon ve diğer türlerin birbirlerinin yerlerine faaliyet için kullanılmasına imkân vermelidir.
- Sınıflandırma sistemi yılın farklı tarihlerinde elde edilen uzaktan algılama verilerinin kullanımına uygun olmalıdır.
- Alt kategorilerin etkin bir şekilde kullanımı mümkünse yersel ölçümler, büyük ölçek kullanımı veya gelişmiş uzaktan algılama verileri sayesinde oluşturulabilir.
- Kategorilerin birleştirilmesi mümkün olmaladır.
- Gelecekteki arazi kullanım verileri ile karşılaştırılması mümkün olmalıdır.

- Arazinin çoklu kullanımı mümkün olduğunda tanınabilir olmalıdır.

3.1.1 CORINE Sınıflandırma Sistemi

CORINE projesi 1985 yılında Avrupa Birliği tarafından başlatılmıştır. Avrupa'nın en büyük arazi izleme projesidir. Toplamda 5.8 milyon km^2 alanda izleme yapılmaktadır. Şu ana kadar 3 farklı tarih için tamamlanmış, ve sonuncusu da yapım aşamasındadır.

Projede 1: 100 000 ölçeğinde fiziksel karakteristiklere bağlı olarak stabil yüzey karakteristikleri haritalandırılır. Minimum haritalama birini 25 hektardır. Ancak değişim haritalarında bu, 5 hektar kadardır. Lejantında toplamda 44 adet sınıf , 3 seviyenin altında hiyerarşik olarak dağılmıştır. Projenin temel veri desteği uydu görüntüleri ve topografik haritalardır.

Açılımı "Coordination of Information the Environment" olarak bilinen CORINE Projesinin temel amacı; Avrupa Çevre Ajansı (EEA) kriterlerine uygun olarak Arazi Kullanım haritalarının oluşturulmasıdır. Şekil 3.1'de AÇA'na üye ülkelerin gösterimi mevcuttur [15].

Türkiye'nin de üye olduğu AÇA'da toplam 27 tanesi AB üyesi ülkeler olmak üzere 32 üye ülke mevcuttur. 1990, 2000 ve 2006 için üretilen Corine Arazi Örtüsü veri setleri AÇA'nın temel veri kaynaklarından sayılmaktadır [23]. EEA'ya göre, üretilen mekansal bilgi, çeşitli şiddetlerde değişimlerin gösterimlerinde, güncel zamandaki varlıklarını ve Avrupa bölgesindeki dağılımları göstermektedir. Arazi kullanımı, bunlara ek olarak; iklim değişikliği adaptasyonu, taşkın yönetimi, tahmin analizleri, üretim ve tüketim modelleri, kıyı bölgesi ve kentsel çevre gibi birçok konunun analizinde sıklıkla kullanılan bir parçadır [23]. Avrupa'da bazı ülkeler ulusal Arazi örtüsü/kullanımı veritabnalarını CLC sistemine çevirmişlerdir. Buna Örnek olarak Avusturya'yı verebiliriz. Ulusal arazi örtüsü ve kullanımı veri tabanları olan Realraumanalyse'ı CORINE 'e çevirme uygulamasına örnek aşağıdaki Şekil 3.2 ve Şekil 3.3'de gösterilmiştir [24]. Bu sınıflandırma da dikkat edilecek en önemli aşamalrdan biri, sınıf tayini söz konusuyken sınıf tanımın doğru anlaşılması ve uygulanması olacaktır.



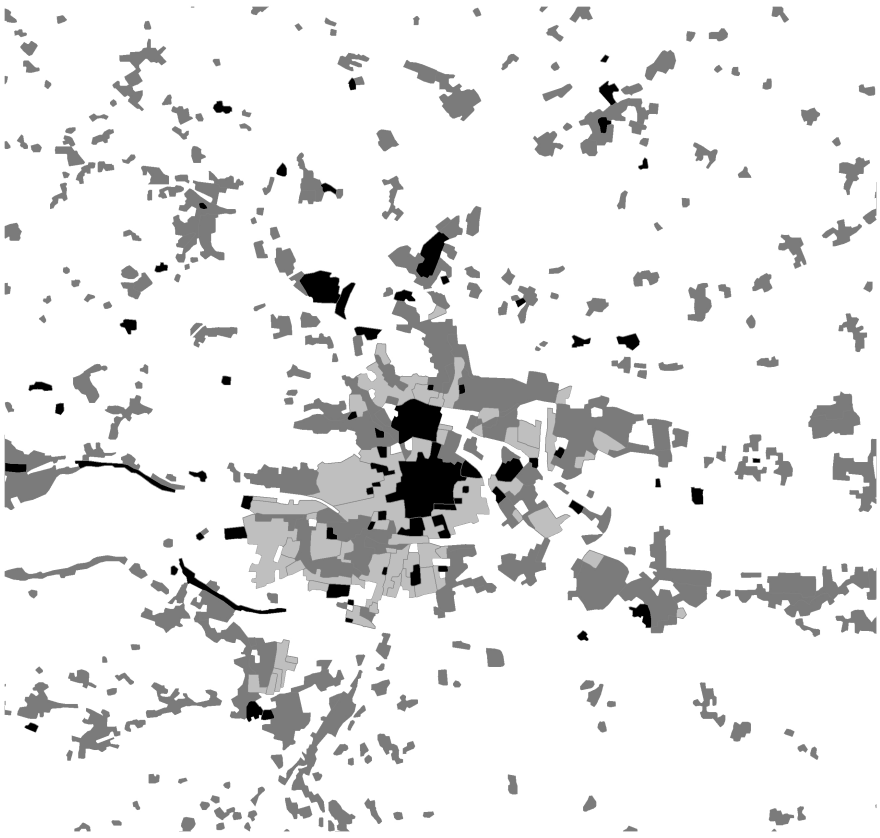
Şekil 3.1: AÇA Üye Ülkeler

Çizelge 3.2: CLC 90 ve CLC 2000 ana karakterlerinin kıyaslanması [25]

	CLC 90	CLC 2000
Organizasyon	Bazı ülkeler bağımsız şekilde üretti ve birleştirildi	29 ülke için koordineli olarak üretildi
Ülkelerin zaman içinde üretimi	1986-1998	2000 +/- 1 yıl
Geometrik Doğruluk Uydu görüntüleri	50 m	25 m
Geometrik Doğruluk CLC verisi	100 m	100 m'den daha iyi
Tematik doğruluk	%85 (Not validated at European level)	87% +/- 0.8%
Proje süresi	10 yıl	4 yıl



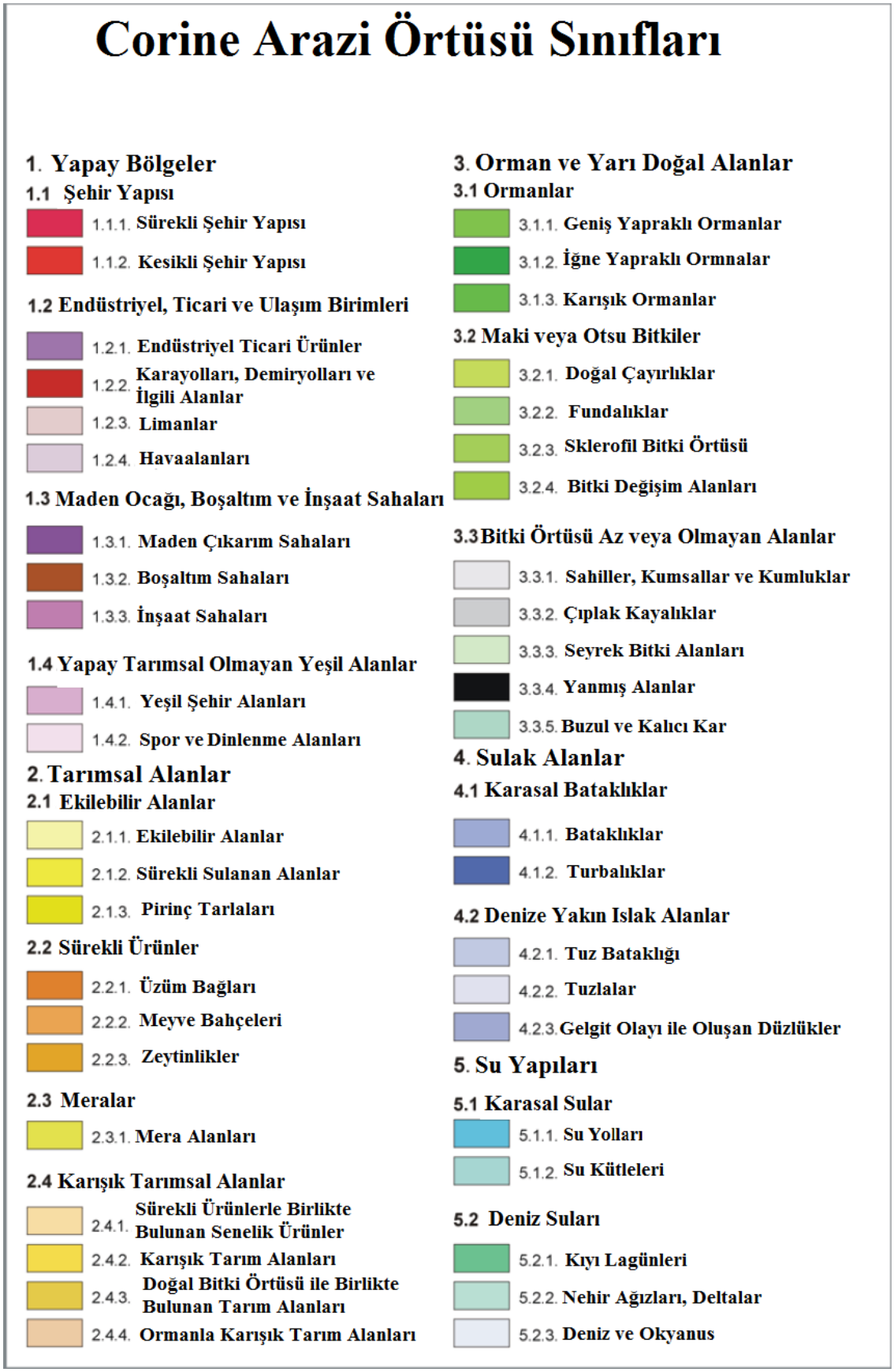
Şekil 3.2: Klagenfurt'ta Şehir Alanları – Avusturya Orijinal CORINE verisi



Şekil 3.3: Klagenfurt'ta Şehir Alanları – Avusturya Realraumanalyse'den CORINE'e çevrilmiş veri

3.1.1.1 CORINE Sınıfları

CORINE Arazi Örtüsü sınıflandırılması üç seviyeli bir hiyerarşik temel üzerine kurulmuştur. Her seviyenin karşılık geldiği ölçek farklıdır. Seviye III, 44 ayrı sınıf için 1:100.000 ölçeğinde bilgi içerir. Seviye II, 1:500.000 ve Seviye I, 1:1.000.000 ölçeklerine karşılık gelmektedirler. Seviye I, dünya ölçeği üzerine temel isabetli gözlenebilir arazi örtüsünün kategorilerine karşılık gelmektedir. Seviye I ve II, bütünleme için olan seviyelerdir [26]. 3 Seviyede CORINE sınıflarının gösterimi şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Üç seviye CORINE lejantı

3.1.2 Standardizasyon

Yıllardır, ajanslar çeşitli kurumsal çalışma aşamalarında, arazi hakkında bilgi topluyorlar. Ancak bunların büyük bir kısmı bağımsız çalışmakla beraber , aralarında koordinasyon da kurulamıyor. Bunun sonucu olarak, sonuç ürünlerde genellikle duplikasyon ortaya çıkarabiliyor ya da özel bir amaç için toplanan bu veri, kısa bir zaman sonra sahip olduğu önemini yitirebiliyor [27]. Var olan arazi örtüsü ve kullanımı ve güncellemeleri hakkında bir çok kaynak zaten mevcuttur. Lokal yerleşim yerlerindeki planlama ajansların (bölge plancılar) sayımlar ve gözlemleri içeren yersel ölçmelerden detay bilgisi üretirler. Büyük ölçekli hava fotoğraflarının yorumlanması işlemi oldukça yaygındır. Ana problem, uygulamanın sunuşu ve var olan verinin yorumlanması kısmıdır. Çünkü bu durum, kategori açıklamalarındaki değişiklikler, kaynağı sağlayan ajanslar tarafından verinin toplanış yöntemleri, tamamlanmamış veri yığını, verinin tarihindeki farklılıklar ve sınıflandırma sisteminde çalışanlar arasındaki farklılıkları da içerir. Ayrıca ek olarak, mevcut verileri toplamak sınıflandırma sistemlerinin farklılığı nedeniyle de neredeyse imkansızdır. Özerk, eyalet ve yerel yönetimlerdeki koordinasyondaki sıkıntı ve duplikasyonla ilgili uzun süren kaygının ardından, Birleşik Devletler verinin toplanışı ve idaresi ile ilgili mükemmel olmayan ancak etkili bir standartlaşma yoluna gitmeye başarmıştır. Bunun örnekleri olarak, toprak ölçümleri, topografik haritalama, hava hakkında bilginin toplanışı ve orman kaynakları hakkında envanter oluşturma gibi bazı programlar mevcuttur [27]. INSPIRE kapsamında farklı arazi örtüsü lejantlarına izin vermektense, belgelerin kod listelerinin standartlara uygunluğu tercih edilmelidir. Bu kapsamda ISO 19144-2 Standartı – Arazi Örtüsü Meta Dili (LCML) ve /veya özellik kataloğu birlikte çalışabilirlilik (interoperability) kavramı açısından önem arz etmektedir. Ayrıca dökümantasyonun anlamsal lejand ve anlamsal çeviri arasında direk bir sentezle oluşturulduğunu bilmek ve böylelikle veri setlerinin gelecekteki sentezi ve, verinin ölçek ve detay kapsamındaki kıyas edilebilirliği de sağlanmış olacaktır [6]. Farklı veri kaynaklarının bir arada kullanılması için, sintaktik ve semantik farklılıklar ortaya çıkacağından, Avrupa'da HarmonISA projesi kapsamında arazi örtüsü ve kullanımı katalogları için komşu bazı ülkeler (Karintiya-Avusturya, Friuli Venezia Giulia-İtalya'da özerk bölge ve Slovenya) bazında ISAMAP uygulaması geliştirlmiştir [24]. Tüm bu standartlaştırma gereklerinden dolayı, LULC'nin bir

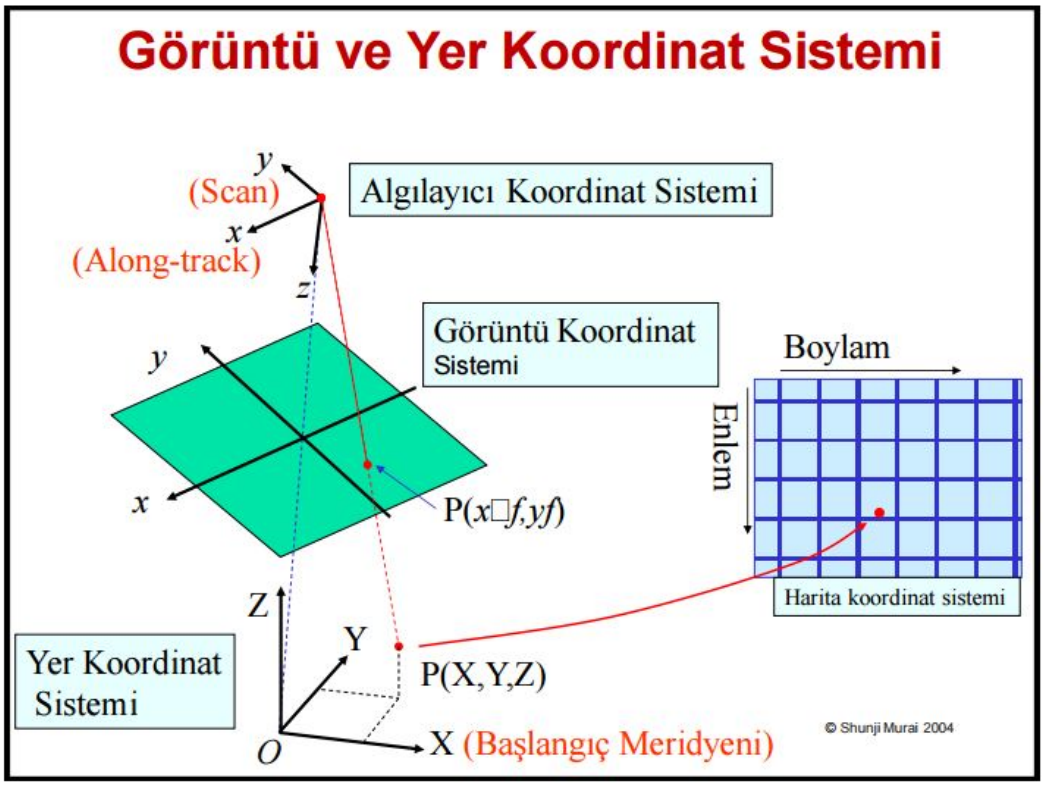
standrtta ifadesi mümkündür. Bu standart, nomenclature sayesinde ve sınıfların tanımlarının iafeseiyle de mümkün olacaktır.Burada alt kategoriler için hiyerarşik sınıflandırma uygun olacaktır. Çünkü CORINE 'den bahsedecek olursak 1.seviyede 5 ana grup altında toplanan sınıflar, 2. Seviyede 15 ve 3. Seviyede 44 sınıfa ayrılmıştır. 4.seviye de ulusal ölçekte belirlenen ülkenin ihtiyaçlarına yönelik belirlenen sınıfları içermektedir.

3.1.3 Yöntem

3.1.3.1 Geometrik Düzeltme

Uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesi, görüntüde yer kontrol noktalarının seçimi, doğruluk kontrolü, yeniden örneklenmesi ve sonuç görüntünün eldesiyle gerçekleştirilmektedir. Yeniden örnekleme yöntemi olarak yaygın kullanılan üç yöntem; en yakın komşu, bilineer enterpolasyon ve kübik kovülüsyondur. Görüntüdeki geometrik dönüşüm ise; , genel anlamda; parametrik yöntemler ve parametrik olmayan yöntemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Ayrıca geometrik düzeltme yöntemi olarak ; görüntüden haritaya veya görüntüden görüntüye geometrik dönüşüm şeklinde yapılır. Bu işlemde, algılayıcının, yörüngesinin, yeryüzünün geometrinin, ve seçilen projekiyon siteminin büyük önemi vardır. Bu konuyla ilgili gösterim; şekil 3.5'te paylaşılmıştır [20].

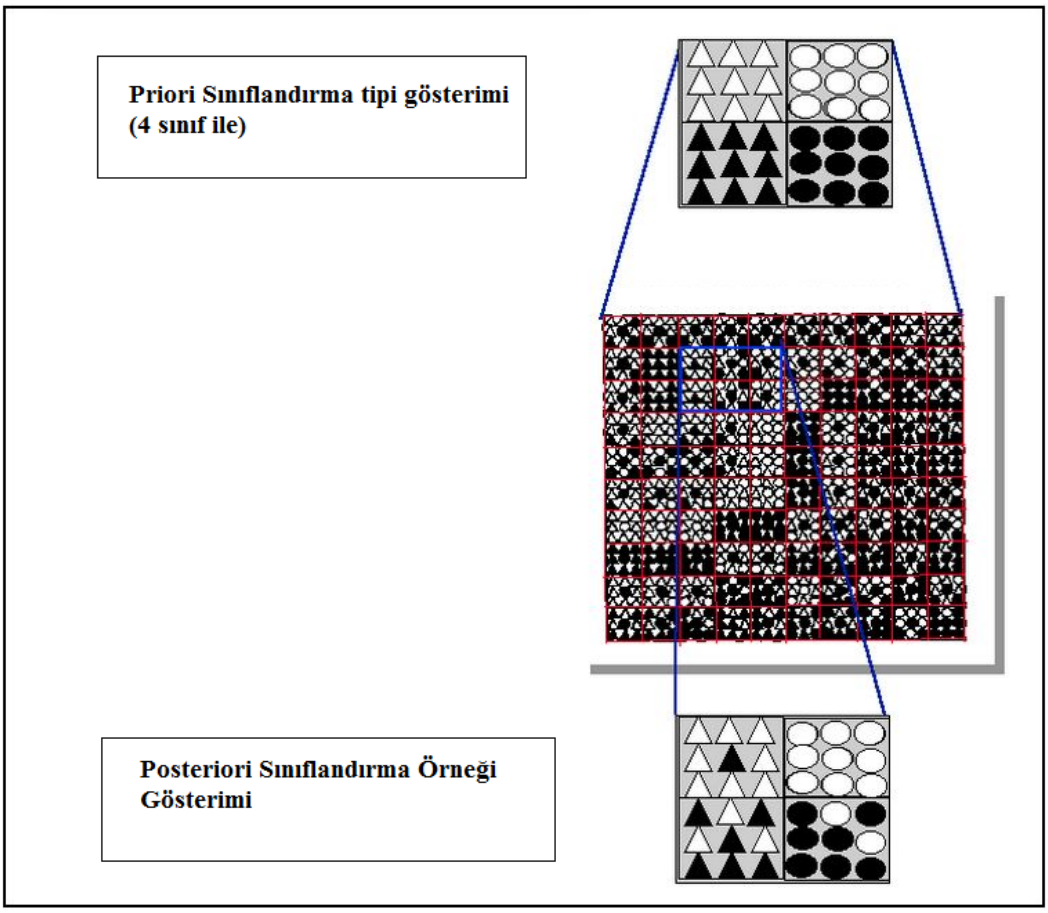
Başka bir deyişle geometrik düzeltmede; "Uydu görüntülerini yersel bir koordinat sisteminde tanımlayarak bir projeksiyon düzlemine kaydetmek ve geometrik hataları gidermek amacıyla uygun yer kontrol noktaları seçilip matematiksel fonksiyonlar kullanılarak görüntünün geometrik dönüşümü gerçekleştirilir. Yer kontrol noktaları, görüntü üzerinde keskin bir şekilde ayırt edilebilen, düzgün geometriye sahip ve görüntü koordinatlarına ait eşlenik yer koordinat değerleri haritalardan veya ölçmelerden elde edilebilen noktalar olmalı dır." [28].



Şekil 3.5: Geometrik Dönüşümün Gösterimi

3.1.3.2 Sınıflandırma

Sınıflandırmada amaç, görüntüdeki her pikselin ilgili sınıf veya temalara atanmasıdır (örnek olarak su, geniş yaoraklı orman, iğne yapraklı orman, şehir alanı, buz vb.) [29]. Literaürde yaygın olarak kullanılan, kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma ve hibrid sınıflandırma yöntemleri mevcuttur. Bunların yanı sıra piksel tabalı sınıflandırmaya alternatif olarak obje tabanlı sınıflandırma sistemleri özellikle yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin veri olarak kullanıldığı çalışmalarda yaygınlaşmaktadır. Bu sınıflandırma sistemlerinde karar ağacı ve bulanık mantık analiz yöntemleri gibi ileri seviye sınıflandırma yöntemleri izlenmektedir. 1. Seviyeden ,itibaren; 2 ve 3.seviye sınıfları içeren arazi örtüsü ve kullanımı haritalarının sınıflandırmalarında bir hiyerarşik ağ kullanımlarına rastlanmaktadır.

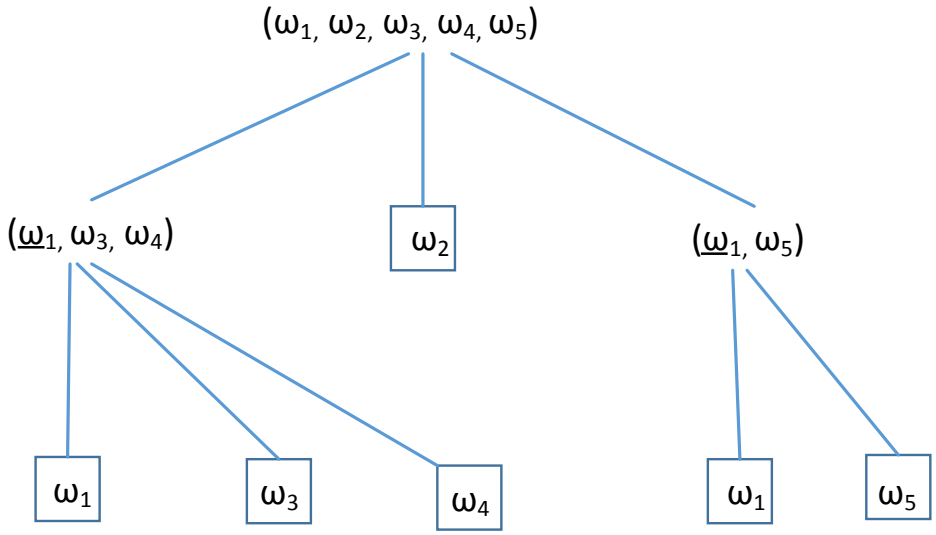


Şekil 3.6: Priori ve Posteriori sınıflandırma

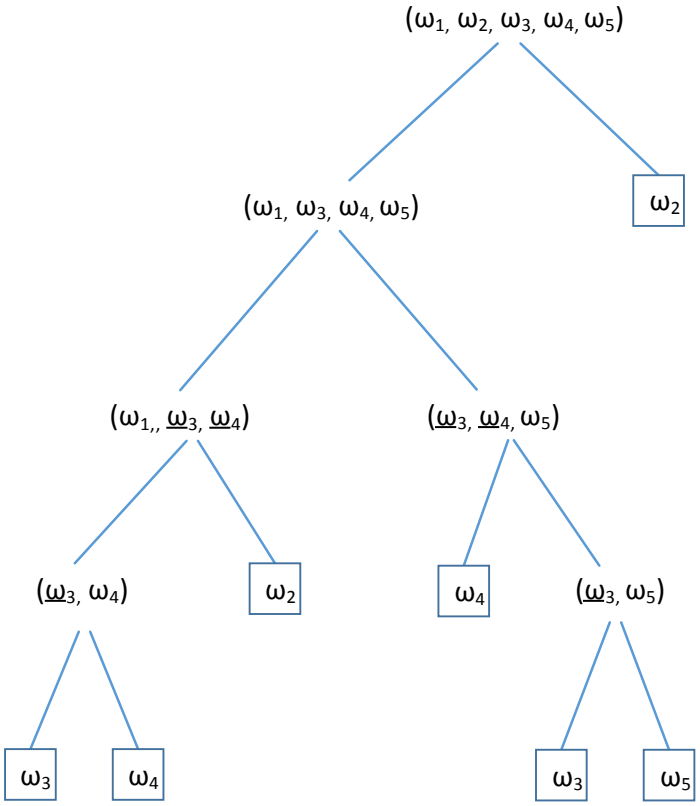
Hiyerarşik Sınıflandırma; priori veya posteriori olarak iki şekilde de yapılabilir. Priori sistemde sınıflar var olan tiplerin soyutlanmış halidir. Bu yaklaşım verinin alınmadan henüz alınmadan sınıfının tanımlanmasını temel almaktadır. Buda sınıf tanımından önce olası tüm kriterlerin gözden geçirilmesini gerektirir. Bu yöntem genellikle bitki ayrıştırması, toprak bilimleri (e.g., The Revised Legend of the Soil Map of the World (FAO, 1988) and the USDA Soil Taxonomy (United States Soil Conservation Service, 1975)) 'inde kullanılmaktadır. Yöntemin temel avantajı alandan bağımsız olarak sınıfların standart hale getirilmesi ve ortalama değerlerin kullanılmasıdır. Yöntemin dezavantajlı yanı ise bu yöntemin her sınıfa kolayca uygulamamasıdır. Diğer yöntem olan posteriori, temelden farlılık göstermektedir. Doğrudan bir yöntem olup, öncelikle sınıflandırma yapmaktan bağımsızdır. Yöntem sınıfların tanılarının yine sınıfların birbiri ile olan benzerlikleri ve farklılıkları ile bulunmasına dayanmaktadır. Braun-Blanquet yöntemi vejetasyon bilimini kullanmaktadır (Yenilikçi bir yaklaşım olup, sınıf içerisindeki tüm türlerin kombinasyonunu kullanır [30]) ve bu yaklaşıma örnek olmaktadır. Bu yaklaşımın

temel avantajı priori yöntemlere göre daha esnek ve uygulanabilir olmasıdır. Yöntem minimal düzeyde genelleme içermektedir. Bu tip bir yöntem belirli bir bölgenin gözlemlenerek sınıflandırılmasına daha uygundur. Posteriori yöntemin dezavantajlı kısmı ise standart bir sınıfın tanımlanamamasıdır. Sınıf tanımlanması ancak verilerin işlenmesinden sonra olabilmektedir. Belirli bir arazi üzerindeki kriterler, biraz farlı başka bir arazi üzerinde yetersiz kalabilmektedir.Şekil 3.6'de sınıflandırma örnekleri gösterilmiştir.

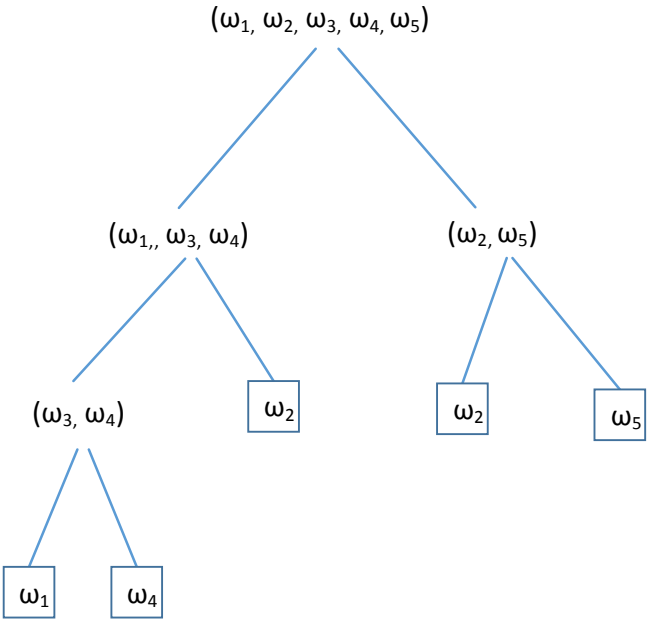
Karar ağacı ile sınıflandırmada izlenecek yol, bir piksel veya obje (segment) için belirlenmiş olan sınıflara atamasının yapılması, ataması henüz yapılmamış olanların ise sınıflandırılmamış sınıfında kalması şeklindedir. Bu adımlar, çok kademeli şekilde ilerler. Şekil 3.7 genel bir karar ağacı gösterimi mevcuttur. Burada altı çizgili olan sınıf gösterimli örtüşen sınıfları ifade etmektedir. Şekil 3.8'de örtüşen sınıflara sahip bir karar ağacı mevcuttur. Örtüşen sınıflar olmadan ikili bir karar ağacına örnek ise şekil 3.9'de gösterilmiştir.



Şekil 3.7: Genel Bir karar ağacı



Şekil 3.8: Örtüşen sınıflar ile ikili bir karar



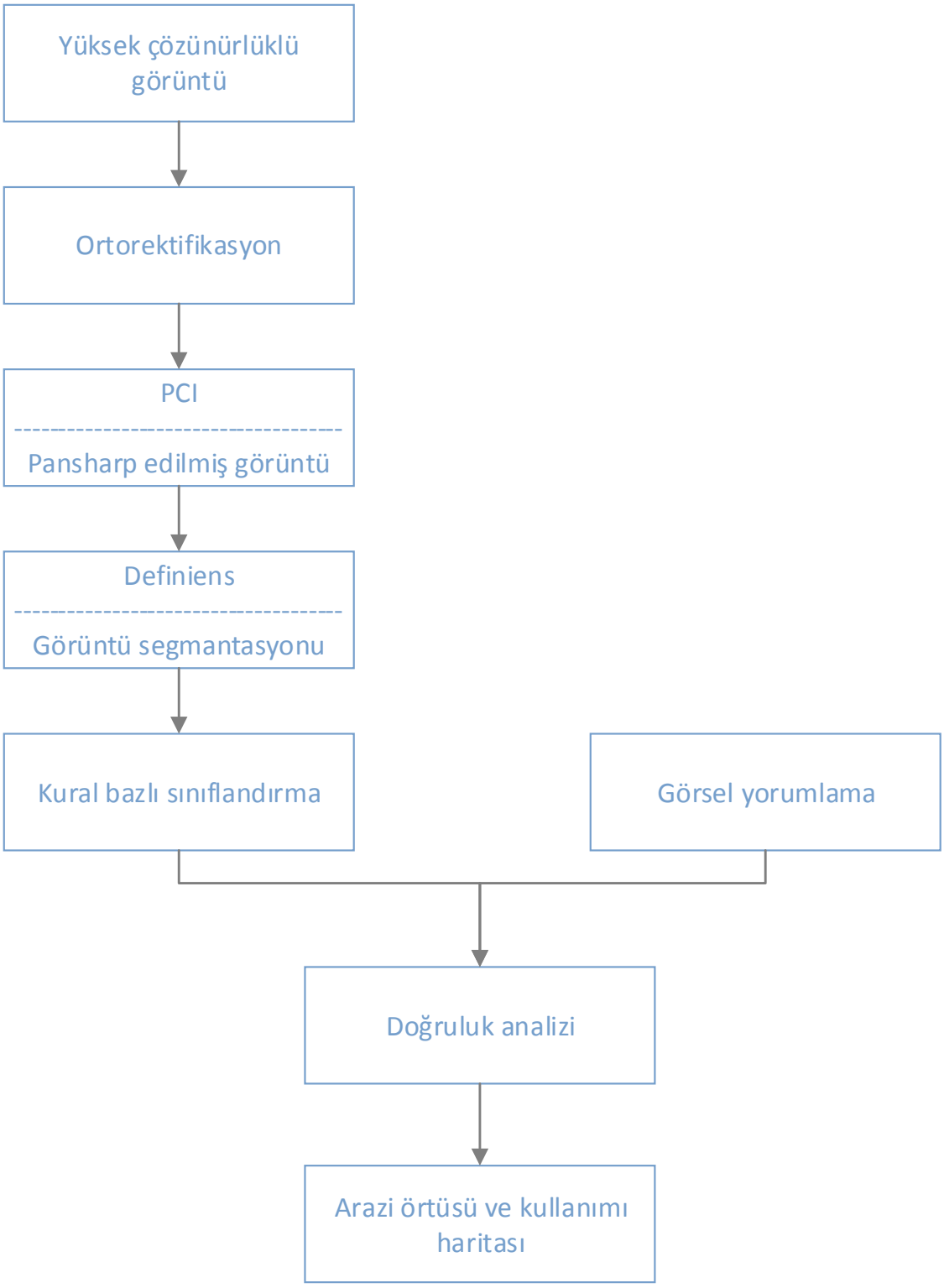
Şekil 3.9: Örtüşen sınıflar olmadan ikili bir karar ağacı – alt çizgili sınıf örtüşme göstermektedir.

3.1.3.3 Doğruluk Analizi

Sınıflandırmada doğruluk analizi, Uydu görüntülerinden elde edilen sınıflandırma sonuçlarının doğruluklarını belirlemeye ve UA verileriyle üretilen haritaların kalite ve kullanılabilirliğini ölçer. Sınıflandırılmış uydu görüntülerinin, çalışma alanlarının doğruluğu kesin olarak bilinen referans verilerle (Çevrimiçi haritalar, GPS ölçmeleri vb.) karşılaştırılmasıyla bu doğruluk oranı belirlenebilir.Analizde kullanılacak olan piksellerin rastgele bir şekilde seçilmesi, analiz hakkında önceden bilgi sahibi olma olasılığını ortadan kaldıracaktır [20]. Toplam doğruluk üretilen haritanın gerçek arazi kullanımını ne kadar iyi tanımladığını ifade ederken, üretici doğruluğu ; bir arazi örtü tipinin haritada kaç kere doğru tip olarak tanımladığını ifade etmektedir. Başka bir deyişle, harita üreticisinin arazi örtü tipini haritada ne kadar doğru tanımladığının ölçütüdür. Kullanıcı doğruluğu ise, haritada bir arazi örtü tipi olarak tanımlanan alanların ne kadarının gerçekten o arazi tipine ait olduğunu göstermektedir. Diğer bir deuyişle, harita kullanıcısının haritayı kullanarak bir arazi türünü ne kadar doğrulukla bulabileceğinin ölçütüdür [31].

3.1.4 Çalışma Aşamaları

Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü, önce ortorektifikasyon işlemine tabii tutulmuştur. PCI programı kullanılarak görüntü pansharp edilmiş ve 1.5 m mekansal çözünürlüklü görüntü elde edilmiştir. Definiens programında segmentasyonun ardından, karar ağacı için kural seti geliştirilmiştir. Bu aşama uygulama bölümünde anlatılmıştır. Kural setinin tatbikinin yanı sıra, ek olarak görsel yorumlama anahtarları da kullanılarak, yardımcı verilerin ve uydu görüntüsü üzerinde spektral ve mekansal fonksiyonların kullanımıyla sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırmanın sonucunda ERDAS programında doğruluk analizi yapılmıştır. Sonuç ürün olarak; İstanbul ilinin Asya ve Anadolu yakalarında olan sınırlarının dahilinde seçilen bir plot bölge için arazi örtüsü ve kullanımı haritası üretilmiştir. Bahsi geçen çalışma aşamaları şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Uygulamanın genel akışı

4. UYGULAMA

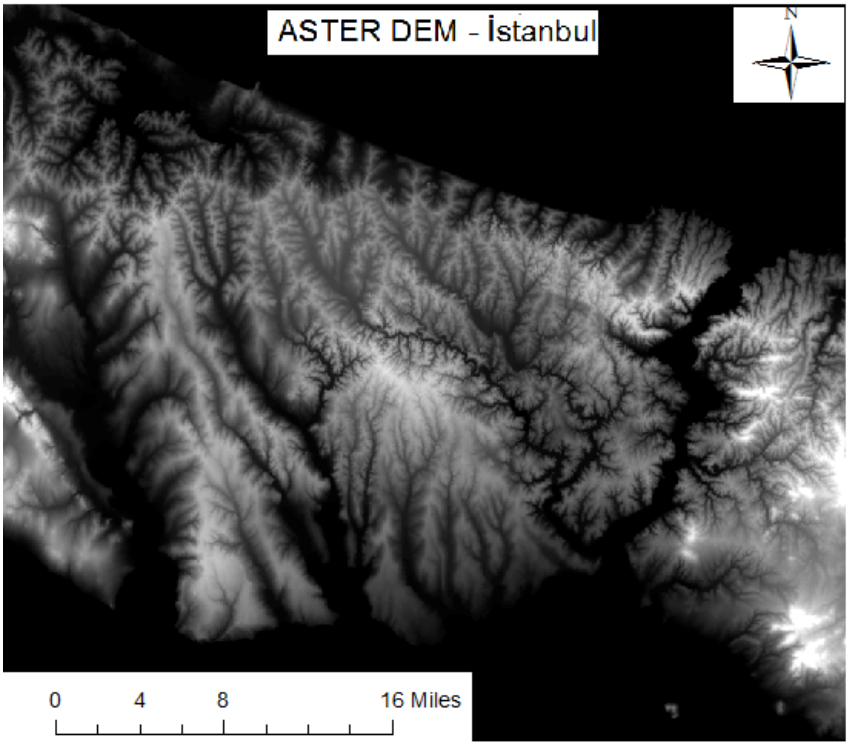
Çalışmada kullanılan SPOT 6 uydusunun görüntü alım tarihi 23 Nisan 2013'tür. Uygulamada kullanılan SPOT 6 görüntüsü şekil 4.1'de gösterilmiştir. Aynı zamanda şekilde belirtilen bölge sınıflandırımıştır. Analiz aşamasında toplamda 5 Band ı (Panc, R,G,B,NIR) da kullanılşmıştır. Fransa Tolouse Uydu yer İstasyonu tarafından lisanslanan SPOT 6 uydu görüntüsü, İTÜ Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılma Merkezi sistemi tarafından 31 Ocak 2014 tarihinde indirilmiştir. Uygulamanın akış diagramı şekil 4.3'de gösterilmiştir.



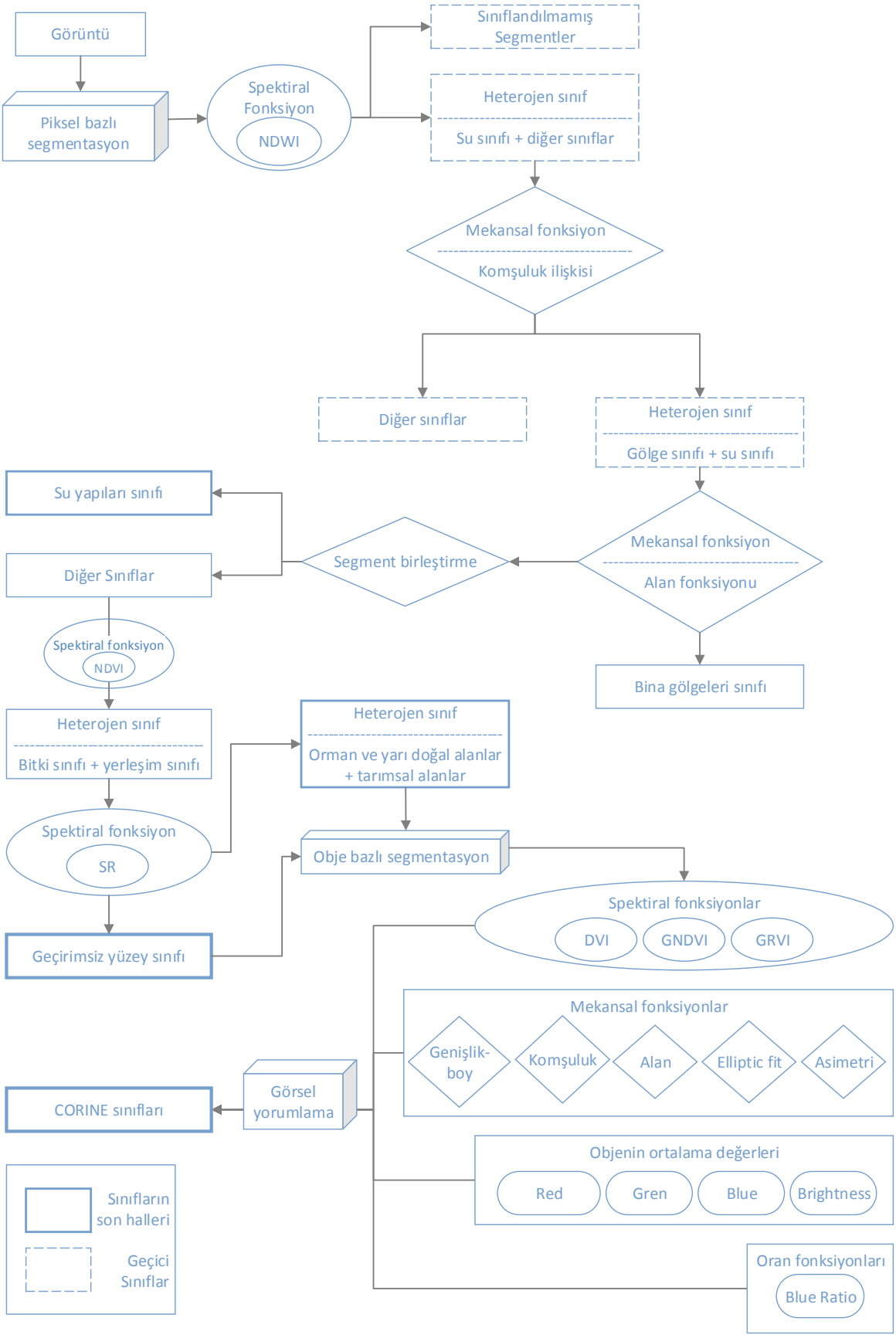
Şekil 4.1: Çalışmada Kullanılan Uydu Görüntüsü ve Çalışma Bölgesi

4.1 Ortorektifikasyon

Uydu görüntülerindeki mevcut sistematik ve sistematik olmayan olmayan hataların giderilmesi işlemine geometrik düzeltme denilmektedir. Geometrik düzeltme işleminde; üçüncü boyut bilgisi kullanılıp; kullanılmamasına göre rektifiye ya da ortorektifiye edilebilir. Bu işlemin gerçekleştirmeden uydu görüntüleri veya hava fotoğraflarından doğru mesafe, pozisyon, açı ve alan ölçümleri yapmak mümkün değildir. Ortorektifikasyonla beraber görüntüde topografik farklılıklardan ortaya çıkan kayıklıklar giderilebilir.Topoğrafik rölyef kayıklığının etkilerinin ortorektifikasyon işlemi sonucunda giderilmesine ile elde edilen sonuç ürününe ortogörüntü veya ortofoto denir. Uygulamada Pankromatik ve Multi Spektral olarak indirilen görüntüler, yükseklik bilgisini ASTER GDEM verisinden almak suretiyle ortorektifikasyon işlemi Erdas 9.1 programında gerçekleştirlmiştir. Kullanılan DEM coğrafi koordinatlar mevcut olup, WGS 84 datumundadır. Aşağıda gösterilen DEM görüntüsü çalışma alanının sınırlarınca kesilmiştir. ASTER GDEM GeoTIFF formatı düşeyde 20 metre geometrik doğruluğa ve yatayda 30 m geometrik doğruluğa sahip bir veridir [32]. Internet üzerinden ücretsiz indirilebilen bu sayısal yükseklik modeli bir çok analizde yaygın olarak kullanılmaktadır.Ortorektifikasyon için kullanılan görüntü şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2: DEM görüntüsünün gösterimi



Şekil 4.3: Sınıflandırma ve Görsel Yorumlama Aşamaları

4.2 Obje Tabanlı Sınıflandırma

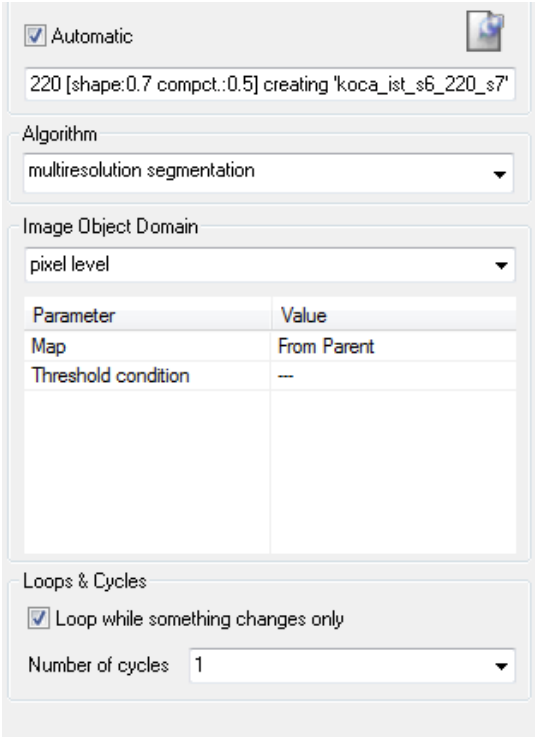
Hava fotoğrafı, uydu görüntüsü, yersel ölçmelerle alınmış fotoğraflarda ifade edilen şey objelerdir, ancak bunlar görüntü üzerinde piksel ile ifade edilir. Ancak gelişen teknolojiyle beraber analiz yöntemlerinde yenilikçi yaklaşımlar her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Obje-tabanlı sınıflandırma da piksel-tabanlı sınıflandırmaya alternatif olarak beraberinde bir çok yeniliği ve avantahı da bir arada getirmiştir. Obje-tabanlı görüntü analiz işlemlerinde en küçük element piksel yerine segmentlerdir. Segmetnler, bir veya birden fazla özellik açısından ortaklık gösteren piksel grupları şeklinde ifade edilebilir. Sınır tespiti, özellik çıkarımı, görüntü sadeleştirme ve sınıflandırma işlemleri gibi farklı aşamalarda kullanılan oje-tabanlı görüntü analizleri (OBIA), signal-to-noise ratio gibi aksaklıkların da önüne geçmek için kullanılabilir. Aynı zamanda sınıflandırma sonucunda, tuz ve biber etkisinin de azaltılmasında önemlidir. Tüm bunların yanı sıra, OBIA analizlerdeki işlem hızını da piksel-tabanlı çalışmalara göre arttırmaktadır.

4.2.1 Segmentasyon İşlemi

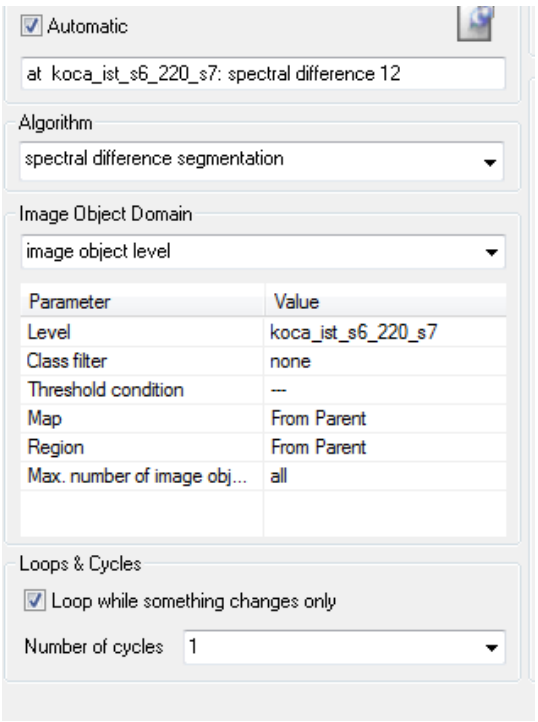
Segmentlerden çıkarılabilecek bilgiler spektral olarak; Ortalama, Varyans, Aralık, ve Oran verileri olmakla beraber, konumsal olarak da; Alan, Şekil, Lokasyon ve Komşuluk verileri olarak sıralanabilir. Segmentasyon için kullanılabilecek yazılımlar arasında ; eCognition – Definiens, Spring , RHSEG ve OTB/Monteverdi programları sayılabilir. Bunlardan Trimble firmasına ait eCognition dışındakiler açık kaynak kodlu yazılımlardır. eCognition yazılımı çoklu-ölçek, çoklu-kaynak, çoklu-çözünürlük, çoklu-zaman özellikleriyle çalışma imkanı sağlar.

Son yıllarda gelişen segmentasyon teknolojisi 3 ana grup altında toplanabilir. Bunlar kenar bulma [33], bölge genişletme [34], ve harita veya bilgi bazlı [35] segmentasyondur. Segmentasyonda ölçek parametresi, segmentasyon sonucu oluşturulacak objelerin boyutu açısından en önemli faktördür. Renk ve şekil ise, arazi kullanım sınıflarının tipleriyle bağlantılı olarak ağırlıklandırılır [8]. Uygulamada yapılan segmentasyon işlemlerinin seçilen parametrelerine dair örnek gösterimler şekil 4.4'de ve şekil 4.5'de mevcuttur. Ayrıca yapılan segmentasyonun seçilen bir

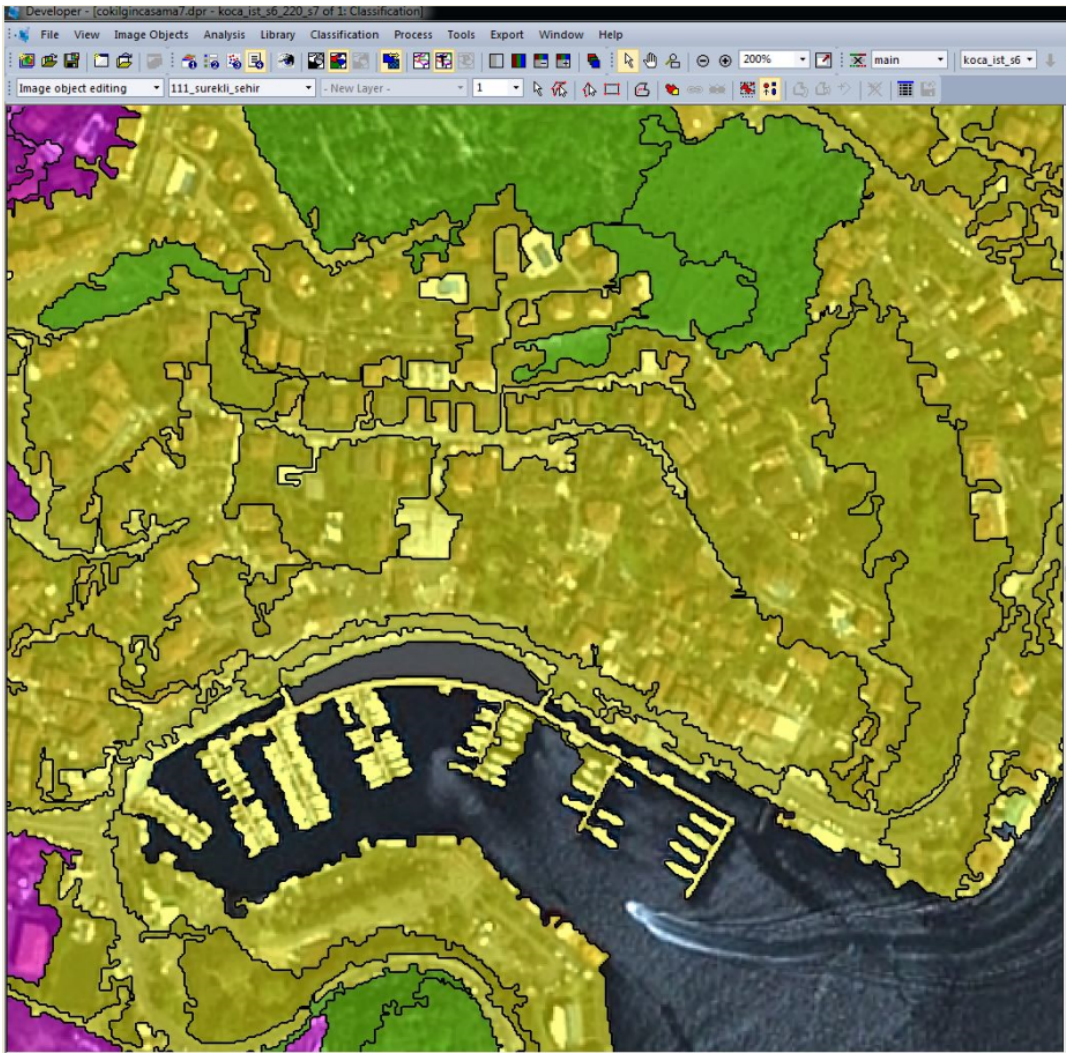
bölgedeki gösterimi de şekil 4.6'de gösterilmiştir. İlk şekilde segmentasyon piksel seviyesinde yapılırken, ikinci segmentasyon spektral fark segmentasyonunda ise, ilk segmentasyonda belirlenmiş olan objelerin üzerinden yenide segmnetle işlemi söz konusudur.



Şekil 4.4: Çoklu çözünürlüklü segmentasyon parametreleri



Şekil 4.5: Spektral fark segmentasyon parametreleri



Şekil 4.6: Segmentasyon görüntüsü örneği

4.2.2 Sınıflandırmada Kullanılan İndisler

Uzaktan algılamada spektral dönüşümler arasında en yaygın kullanıma sahip olanları spektral bant indisleridir. Görüntüde çıkarımı yapılacak bazı özellikler ve/veya spektral özellikler bu transformasyondan sonra, baz görüntüye kıyasla daha ön plana çıkabilmektedir [3]. Çalışmada kullanılan indisler:

4.2.2.1 Simple Ratio (SR)

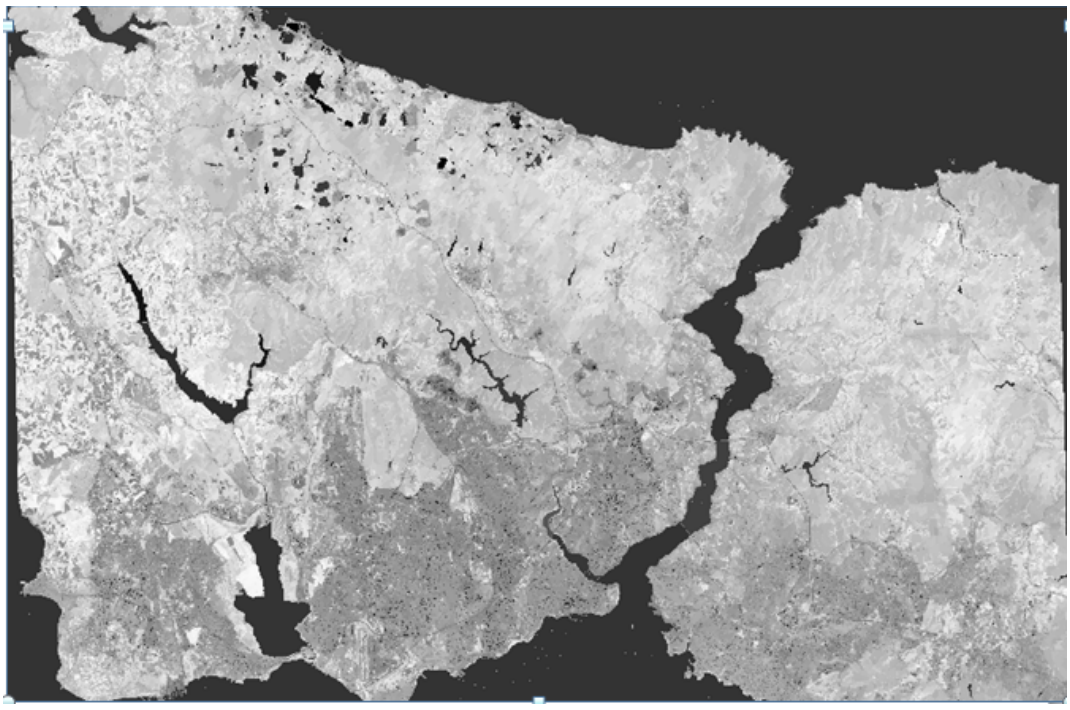
SR [36] basit oran indisidir. Farklı bantların birbirine oranlanmasından oluşur. Uygulamada; kızıl ötesi bandın kırmızı bana olan oranına göre bir sabit ortaya çıkarır. Çalışmada vejetasyon ve şehir alanının karıştığı bölgeler için kullanımı yararlı olmuştur.

$$SR = \frac{NIR}{RED} \tag{4.1}$$

4.2.2.2 Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Araştırmacılar arazideki yeşil örtünün yoğunluğuna karar vermek için elektromanyetik spektrumun görünür bölgesinde farklı renkleri ve bitkiden geri yansıyan kızıl ötesi yansıtım miktarlarından yararlanırlar. Güneş ışığı objelere vurduğunda, ışının bir kısmı emilirken bir kısmı da geri yansır.Yeşil yapraklardaki renk pigmentleri, klorofil, görünür bölgede 0.4 – 0.7 μm arasında güçlü bir emilim yaparlar. Bunun yanı sıra, yapraktaki hücre yapısı, kzıl ötesi ışıkta (0.7 – 1.1 μm) önemli bir yansıtım miktarına sebep olur. Hatta bir bitkideki yaprak miktarı arttıkça, ışığın dalga boylarındaki yansıtım farklılıkları da o kadar çok farklılık gösterecektir [37]. Bu durumda görünür ışıkta (visible light), vejetasyon alanları düşük dijital numara değerleriyle gözürken, çöl bölgeleri (Sahra gibi) ise görüntüde yüksek değerlerde ortaya çıkacaktır. Ancak kızıl ötesi dalga boylarında, vejetasyon kıyasla daha daha yüksek dijital numaralara sahip olacaktır, çöller ise benzer değerlerde kalacaktır. Aşağıdaki NDVI görüntüsünde; beyaza yakın renkler yüksek NDVI değerlerine sahipken; siyaha yakın yerler ise, düşük NDVI değerlerine sahiptir. NDVI'ın genel formülü aşağıda gösterilmiştir.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \tag{4.2}$$



Şekil 4.7: NDVI görüntüsü

NDVI [38] indisinin formülünde , sağlıklı vejetasyon görünür bölgedeki ışığı daha çok emerken, sağlıksız vejetasyon ise; aynı bölgede daha çok yansıtım yapacaktır. NDVI değeri [-1,1] arasında değerler alabilir. Dünya çapında kuraklık takibi için de kullanılmaktadır. Uygulama görüntü üzerinden oluşturulan NDVI görüntüsü şekil 4.7'de gösterilmiştir.

4.2.2.3 Difference Vegetation Index (DVI)

DVI [39] (fark bitki indeksi) indeksi toprak ve bitki örtüsü arasında ayrım yapmaya olanak sağlar, fakat atmosferik etkilerden veya gölgelerden kaynaklanan yansıtma ve parlaklık arasındaki farkları hesaba katmaz. Formülü aşağıda verilmiştir.

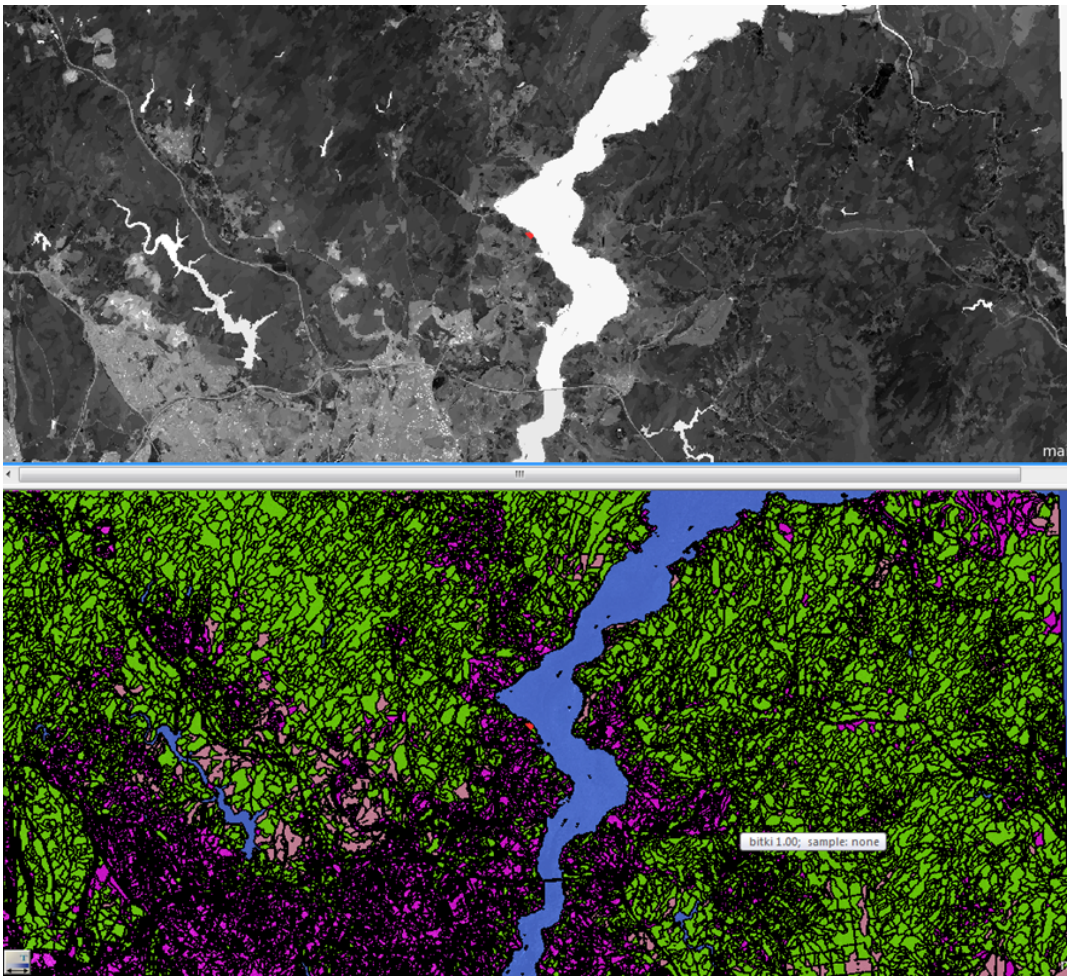
$$DVI = NIR - RED \tag{4.3}$$

Toprak ve vejetasyonun ayırt edilmesinde kullanılan bu indis, çalışma alanında görüntüde denenmiş olup, simpe ratio ile benzer bir sonuç vererek geçiririmsiz yüzey ve ekimsiz toprak parçalarını ayırt etmek için kullanışlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

4.2.2.4 Normalized Difference Water Index (NDWI)

Genel olarak su sınıfın ayrımında kullanılır. USGS 2003-2011 yılları arasında aylık olarak tasniflenmiş NDWI ürünlerini ücretsiz olarak paylaşmaktadır (Normalized Difference Water Index (NDWI)).Bu ürün 1996 yılında McFeeters'ın ürettiği algoritmayı esas almaktadır. NDVI'da olduğu gibi NDWI da [-1,1] arasında değer alır. SPOT 6 uydu görüntüsünde bu indis; (Band 3 – Band 4) / (Band 3 – Band 4) şeklindedir. Uygulamada kullanılan NDWI görüntüsü ve aynı bölgenin temel seviye sınıflandırma gösterimi bir arada şekil 4.8'de gösterilmiştir.

$$NDWI = \frac{(GREEN - NIR)}{(GREEN + NIR)} \tag{4.4}$$



Şekil 4.8: Temel sınıfların ve aynı bölgenin NDWI görüntüsünün gösterimi

4.2.2.5 Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)

Bu indis, kırmızı spektrum yerine 540-570 nm arası yeşil spektrumu ölçmesi dışında NDVI'a benzerdir. Bu indeks, klorofil yoğunluğuna NDVI'dan daha duyarlıdır.

$$GNDVI = \frac{(NIR - GREEN)}{(NIR + GREEN)} \tag{4.5}$$

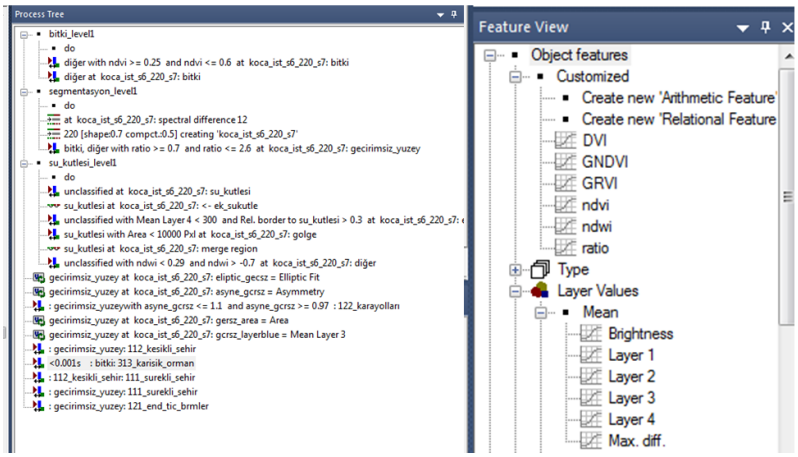
SR, NDVI, DVI indislerinin kullanımın ardından klorofil konsantrasyonuna daha duyarlı olan GNDVI [40] indisi çalışma alanına tatbik edilmiştir. Bu indis, NDVI ile benzer çalışmasının yanı sıra, kırmızı spektrum yerine yeşil spektrumda 540 – 570 nm ölçüm yapmaktadır. Ayrıca bunlar dışında, arazi örtüsü sınıflarının ayrımı için kullanımı yaygın olan bazı indisler de ; SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), LAI (Leaf Area Index), GVI (Green Vegetation Index), EVI (Enhanced Vegetation Index) şeklinde sıralanabilir.

4.2.3 Sınıflandırma ve Görsel Yorumlama Aşaması

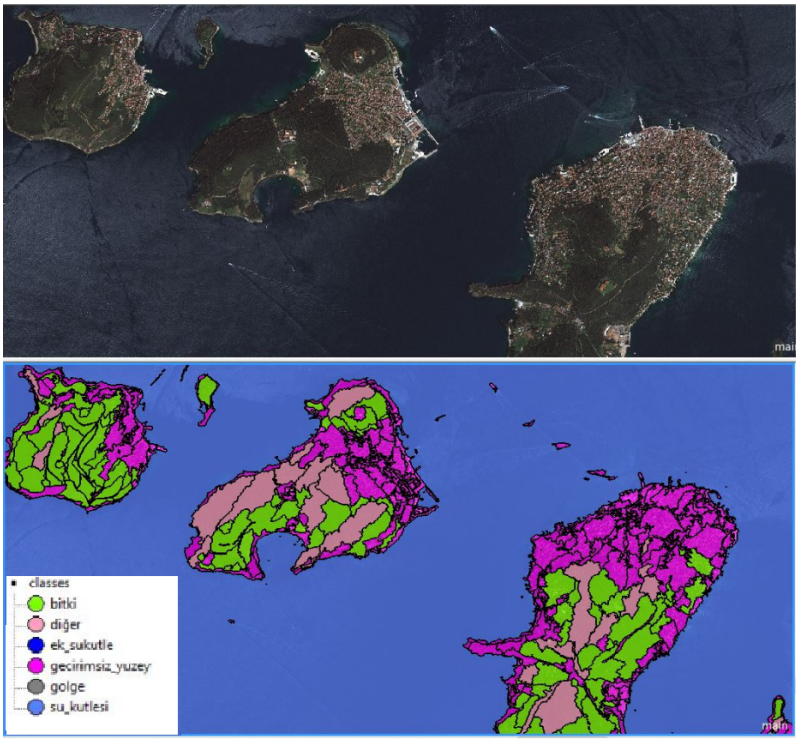
Uzman analistler, özellik çıkarımında görüntüye ait dört ipucundan; renk (spektral), desen, şekil (görüntülen bölgenin geometrisi), ve kontekst (görüntüdeki bölgeler arasındaki ilişki) kullanarak bileşik bir kombinasyon kullanır [3]. Ancak, bu analiz büyük bölgeler için veya çoklu görüntüler kullanıldığında yüksek maliyetli ve zaman alan hale gelir [41].Burada bahsedilen durumdan ötürü, uzaktan algılama görüntülerinden bilgi çıkarma sürecini geliştirmek için; bilim adamları yarı-otomatik veya otomatik özellik çıkarımı tekniklerinin geliştirilmesi gerekliliğinin farkına varmıştır. Burada karşılaşılabilecek zorluk, görüntülenen bölgenin anlaşılır bir programlama ile çözülebilmesi için çok kompleks bir yapıya sahip olabilmesi ya da görüntülenme zamanındaki şartlar değiştiğinde bunu gerçekleştirebilecek bir sistem gereksinimidir [3]. Özellik çıkarımında spektral ve konumsal fonksiyonlardan yardım alınmıştır. Aşağıda CORINE sınıflandırma sisteminin İstanbul'da bulunduğu tespit edilen sınıflarından kısaca bahsedilmiş ve uygulamada bu sınıflar için hangi örnekler olduğundana da yer yer değinilmiştir.

Görüntüde, önce piksel segmentasyon yapılmıştır. Daha sonra sınıflandırma işlemine ilk olarak, Corine lejantına ait ilk seviyedeki 5 ana sınıf oluşturularak başlanmak istenmiştir. Hedefte bu ilk seviyeden sonra, sınıflandırma adımları ve görsel yorumlamanın yardımıyla yarı otomatik olarak, 3.seviyede 44 sınıf arasından , görüntü üzerinde seçilen bölgede varlığı tespit edilen sınıfların sınıflandırılması tamamlanmıştır. Şekil 4.3 gösterildiği gibi, ilk seviye sınıfların oluşturulmasında, öncelik suyla ilgili temel sınıfa verilmiştir. Bunun için spektral fonksiyonlardan olan NDWI indeksine başvurulmuştur. Indekste, görüntünün tamamına uygulanacak şekilde, [-0.7,0.29] değerleri verilmiştir.Ancak bu aşamada, su topluluklarına ait objeler, gölge sınıfına ait segmentlerle aynı anda sınıflandırıldığındanalan mekansal fonksiyonu yardımıyla her segmenti 10.000 pikselden az olduğu tespit edilen gölge sınıfları temel su sınıfından ayrılabilmiştir. Bu aşamadan sonra, su sınıfına ait segmentler mekansal fonksiyon olan merge yardımıyla birleştirilmiştir. Daha sonra NDVI indeksi yardımıyla; bitki alanları ve yerleşim sınıfı belirli bir oranda ayrılabilmiştir. Tek başına bu indeks tüm görünütüde ilk seviyede sınıflandırma için yetersiz kaldığından; Simple Ratio (SR)indisine başvurulmuştur. Belirlenen değer aralığı yardımıyla, geçirimsiz yüzey sınıfı ve orman yarı doğal alanlarla tarımsal

alanlar isabetli bir şekilde birleşik halde ayrılmıştır. Bu ayrıma örnek şekil 4.10'de görülebilir.NDVI yardımıyla geçirimsiz yüzey sınıfında kalan, bitki alanları şekilde görüldüğü üzere, doğru bir şekilde bitkli temel sınıfına SR indisi yardımıyla otomatik atanmıştır.Bunun üzerine, obje bazlı segmentasyon yapılıp, birbiriyle benzer doku, spektral yansıtım vb. özellikleri taşıyan objeler belli bir oranda birleştirilerek, kontrolü ve 3.seviyede sınıflandırılması daha kolay hale getirilmiştir. Bu segmentasyonun parametreleri şekil 4.4'de gösterilmiştir. Çalışmada kullanılan karar ağacı örneği ve kullanılan algoritmaların çeşitleri şekil 4.9'de gösterilmiştir.

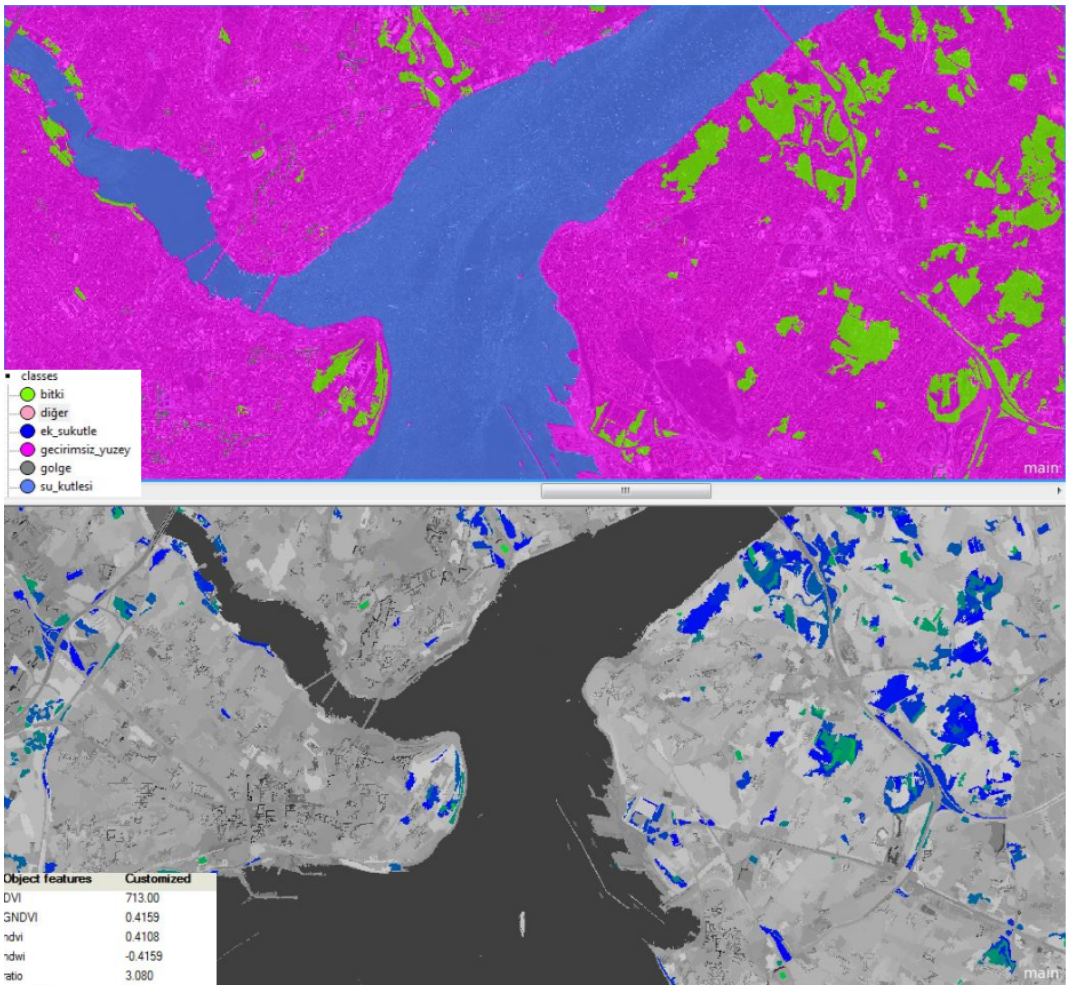


Şekil 4.9: Çalışmada Kullanılan Karar Agacı ve Algoritmaların Gösterimi



Şekil 4.10: Simple Ratio İndisinin Etkisinin Sonucu

Ek olarak, DVI, GNDVI, GRVI indisleri yardımıyla görüntünün tamamında değil, ama seçilen daha küçük alanlarda, ayrımlar yapılmaya çalışılmıştır. Bu aşamalara örnek olarak seçilen küçük bölgedeki yansıtımın belli değer aralığındaki örneği, şekil 4.11'de gösterilmiştir. Ancak, bu indislerde belirlenmeye çalışılan değer aralıkları tüm görüntüde tatbik edildiğinde, anlamlı sonuç ve işe yarar ayrımları tam olarak sağlayamamıştır.

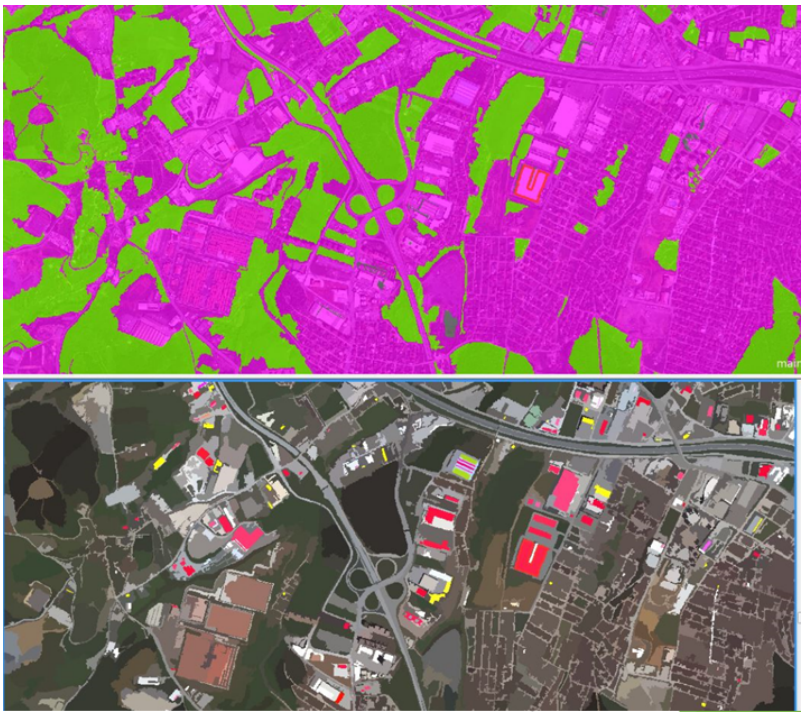


Şekil 4.11: GNDVI İndisinin Etkisi

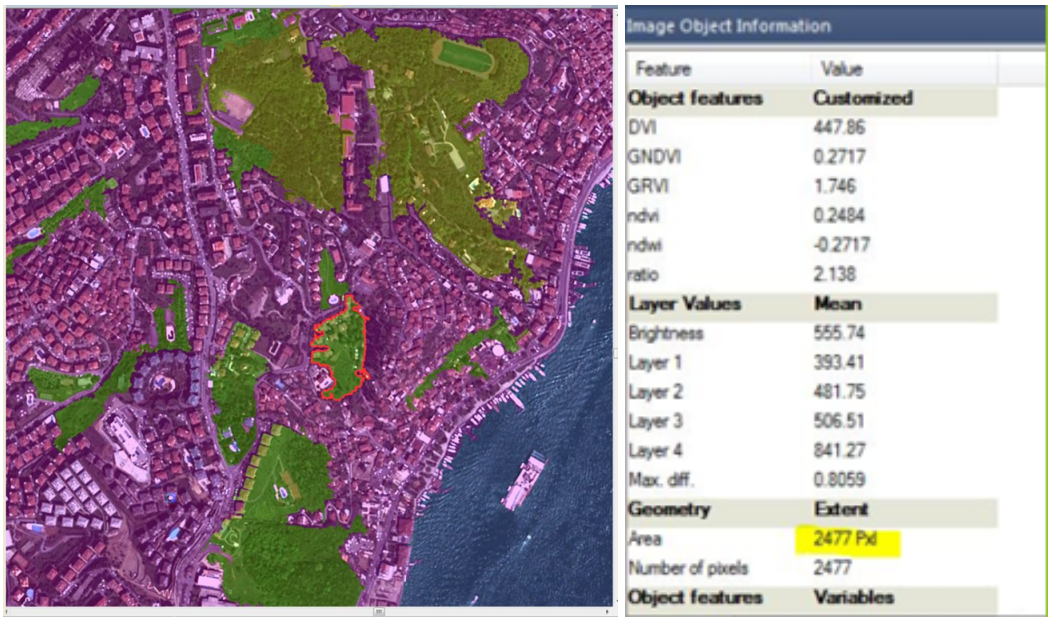
Mekansal fonksiyonlar genişlik-boy, komşuluk, alan, elliptic fit, asimetri vb. yardımıyla, çalışma alanı üzerinde seçilen küçük alanlarda ayrı ayrı olarak, 3.seviye sınıflara otomatik atamalar yapılmıştır. Bunların dışında, örnek vermek gerekirse, sanayi bölgelerinin çıkarımında, yarar sağlayan, mavi oran gibi, oran fonsiyonları da (spektral fonsiyon) 1.seviyede daha önceden ayrılmış olan temel sınıflardan, 3.seviyeye otomatik atamanın imkanını sağlamıştır.Ayrıca bantların ortalama değerleri ve parlaklık değeri yardımıyla; yine 3.seviyede oluşturulacak olan sınıflara, bölge

üzerinde seçilen ayrı ayrı küçük bölgelerde otomatik atamalar gerçekleştirilmiştir. Bunların yanı sıra, sınıflandırmanın son aşamasında sınıflandırmanın başında belirlenmiş olan 1.seviyedeki temel sınıfların, yani geçirimsiz yüzey ve yeşil örtü kaplı alanların, görüntü üzerinde seçilen küçük bölgelerde, programın "assign class" özelliği toplu manuel atama yapılması oldukça büyük yarar sağlamış ve görsel yorumlama ile sınıflara atamanın hızını arttırmıştır. Bu atamalara örnek olarak şekil 4.12'deki görünüm gösterilebilir.

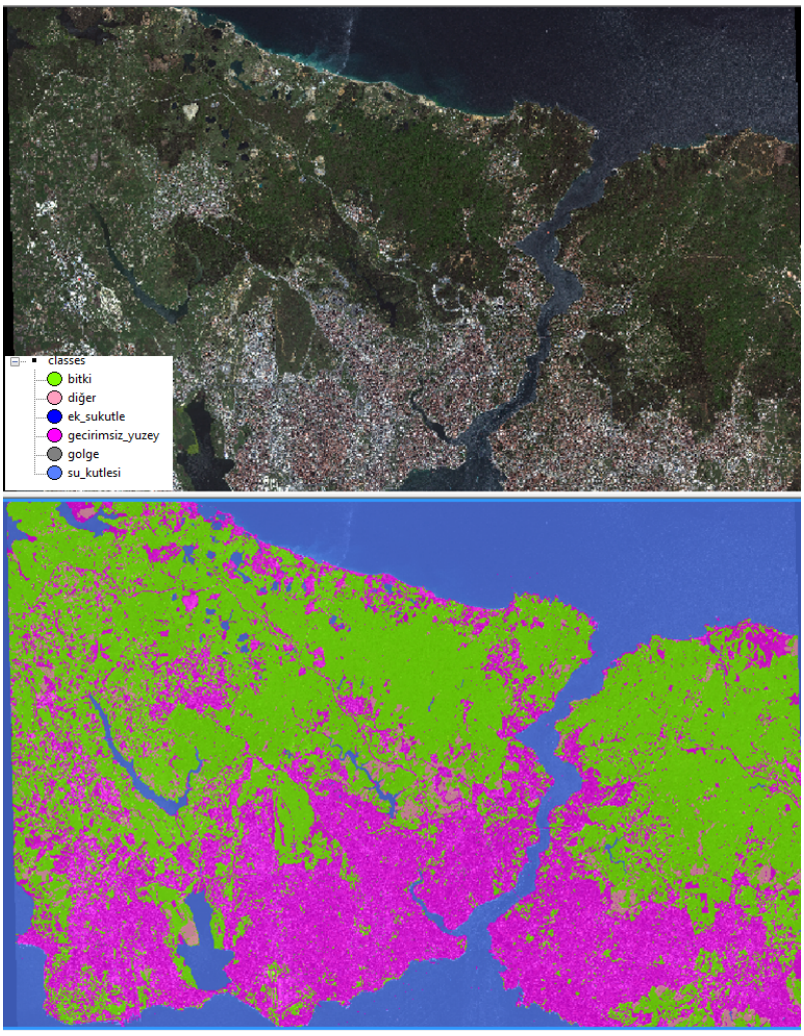
Son olarak dikkat edilmesi gerek önemli bir unsur olarak; Corine sınıflandırma sisteminde, veri olarak yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü üzerinde çalışılan sınıflandırmalar göz önünde bulundurularak, minimum haritalama biriminin seçimidir. Uygulamada bu birim, 1.56 hektar seçilmiştir. Bu, obje özelliklerinde bu toplam piksel alanı hesabı ile bu standardın altında kalan objelerin tek başlarına ayrı bir sınıf ifade edemeyeceği anlamına gelmektedir. Konuyla ilgili standardın altında kalan segment örneği şekil 4.13'de gösterilmiştir. Bu durumlarda, standardın altında kalan segmentler (objeler) komşu oldukları diğer sınıfa ilave edilmişlerdir. Sayfa 47'den itibaren uygulama alnında sınıflandırılan 3.seviyedeki sınıflar listelenmiş, ve Corine nomenclature (lejant) kapsamında olmak üzere, sınıflandırma açısından da sahip oldukları özelliklerin bazıları açıklanmıştır.



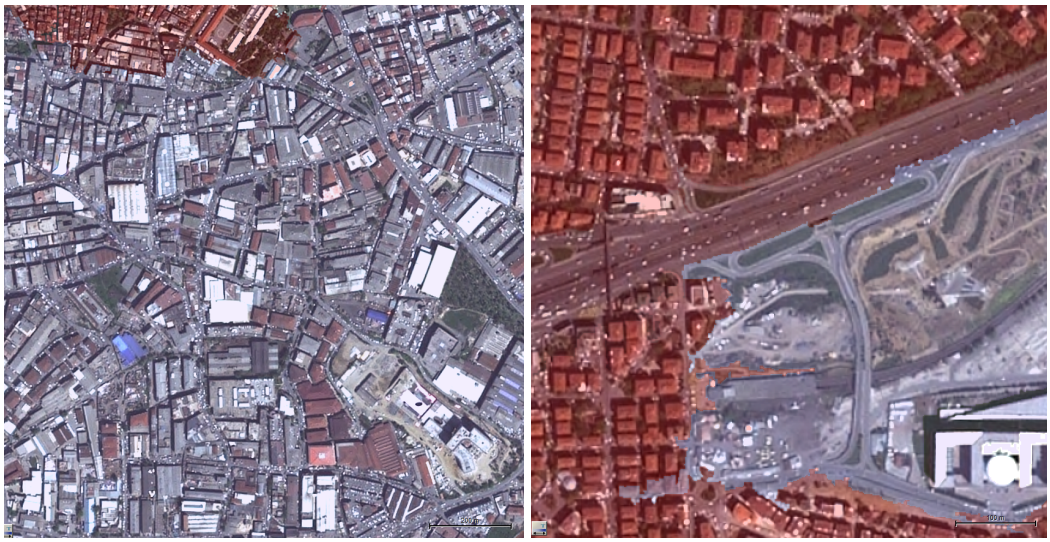
Şekil 4.12: Yarı Otomatik Sınıflandırma Örneği



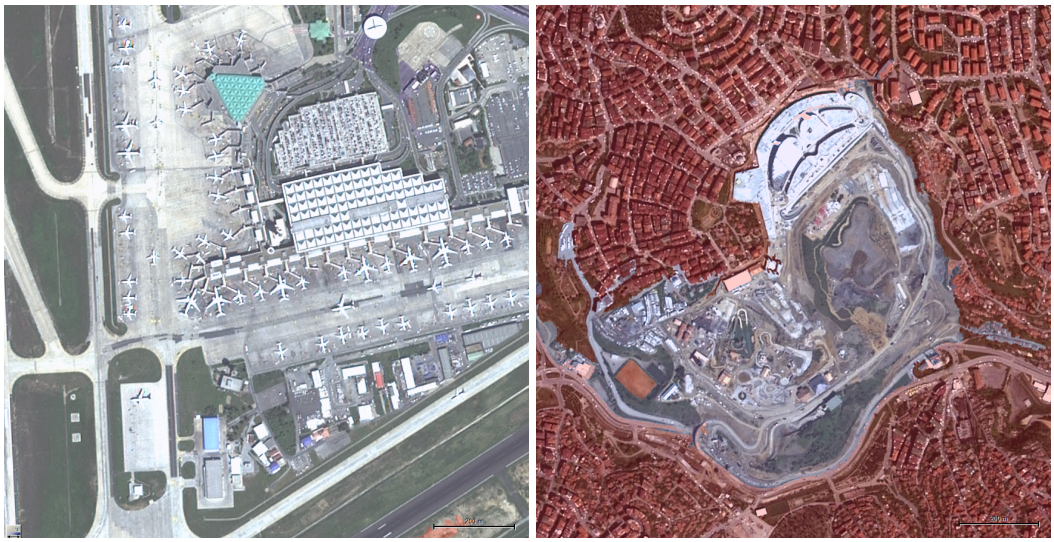
Şekil 4.13: Minimum Haritalama Birimi Satndardına Örnek ve Uygunluk



Şekil 4.14: Genel Sınıfların Gösterimi



Şekil 4.15: 122 ve 121 sınıflarına örnekler



Şekil 4.16: 124 ve 133 sınıflarına örnekler



Şekil 4.17: 141 ve 522 sınıflarına örnekler

111 Sürekli Şehir Yapısı

%80 ve %100 arası oranda yerleşimi belirten bir sınıftır. Genel olarak yerleşimin, 25metreden daha az genişlikte yolların, betonerme yapıların, sitelerin gösteriminde kullanılan sınıftır. Bu sınıfın içerisine şehiriçi mezarlıklar da dahildir. Sürekli ve Kesikli Şehir yapısı sınıfları 11 Şehir yapısı sınıfı altında (2.seviyede) ve 1.seviyede yapay bölgeler altında bulunur. Genel olarak şehir yapısı sınıfı; idari, kamu, ve halk tarafından kullanılan yapılar, bu binaların çevresindeki ilgili alanlar ve bunların ek kullanım ünitelerini (servis yolları, otoparkları) da içerir. Bu sınıfa ait özellik çıkarımında, ilk aşamada belirlenen geçirimsiz yüzey sınıfının büyük katkısı olmuştur. Çünkü 111 sınıfının yüzeyi de genellikle asfalt ve beton kaplıdır. Ekranda belli yakınlık mertebesinde gelindiğinde, önce ekrandaki sınırlar dahilinde görüntüdeki mevcut sınıflar saptanıp, daha sonra objeler toplu seçilerek, daha önce geçirimsiz yüzeyde belirlenmiş olan objeler toplu olarak yeni seçilecek sınıfa atanabilir. Böylece ekran üzerinde tek tek segment seçme zorluğunun da önüne geçilebilmektedir.Minimum haritalama biriminin üzerinde kalan mezarlıklar da bu sınıfta gösterilmektedir.

112 Kesikli Şehir Yapısı

%30 ve %80 arası yoğunlukta olan şehir yapısını gösteren sınıftır. Şehir yapısının dışında aynı objenin içinde yeşil şehir alanı gibi sınıflardan yapılar görülebilir. Aynı zamanda 111'de olduğu gibi mezarlıklar da bu sınıfta yer alabilir. Bahçeli ve müstakil evlerin ve bu evlerin topluluğu daha çok bu sınıfta yer alır. Bu sınıfa şehir merkezlerinde rastlandığı gibi, kırsal kesimlerinde ağırlıklı rastlanmaktadır. Küçük köyler, banliyö konutları da dahildir.Bu iki şehir yapısı sınıfının görsel yorumlamayla tespitinde yüksek çözünürlüklü görüntünün incelenmesinin yanı sıra Google Earth ve Topografik Haritaların kullanılması da yarar sağlayacaktır. Seviye 1'de bitki sınıfında çıkan en ufak segmentler dahil, bitki örtüsü temel sınıfının altında bulunan segmentlerin kesikli şehir yapısı ile sürekli şehir yapısını, görsel olarak hızlı ve etkili ayrımda önemli bir katkısı olmuştur.

121 Endüstriyel Ve Ticari Birimler

Dönüşüm ve imalattın edüstriyel faaliyetleri, ticaret ve finans faaliyetleri ve hizmetler , endüstriyel tesisler bu sınıftadır. Şehirdeki alışveriş merkezleri, üniversiteler, hastaneler, barajlar, Camiiler, Santraller ; ilgili obje minimum haritalama biriminin altında kalmadığı sürece bu sınıfa aittir. Bu sınıfa şehir merkezlerinde rastlanabileceği

gibi, merkez dışındaki bölgelerde de bulunabilmektedir. Endüstriyel ve ticari birimler, mavi oran bandın ortalama değerinin görüntüde kullanımı, özellikle çatı renkleriyle diğer konut yapılarından ayrışan bu sınıfın binalarını, sınıflandırmada önemli bir kolaylık sağlamıştır.

122 Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar

Adından kolayca anlaşılabildiği gibi, şehrin ulaştırma bilgisini ifade eden sınıftır. Bu sınıfın görsel yorumlama aşamasında Open Street Map verileri kullanılabileceği gibi, ulusal bazda üretilmiş olan karayolları haritasına da başvurulabilir. CLC 1/100000 ölçek standartlarında minimum yol genişliği 100 metre ve minimum yol uzunluğu 2.5 kilometredir. Ancak çalışma alanında yapılan uygulamada ölçek 1/25000 seçilip; veri olarak yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanıldığından bu büyüklük değişiklik göstermektedir. Burada kapalı poligon için (obje) minimum 25 metre genişliği özelliği aranması gelmektedir. İkinci önemli husus da, görüntüdeki yolların bu sınıfta yer alması için; yol uzunluğunun minimum 600 metre olması gereğidir. Karayolları sınıflandırılırken, segmentlerin şekil olarak yol görüntüsü ile uyuşumsuzluklarında, segmentler manuel olarak elle yeniden şekillendirilip daha sonra atamaları yapılmıştır.

123 Limanlar

Bu sınıfta marinalar, tersaneler ve limanlar yer almaktadır. Ayrıca limanların denize doğru olan yaklaşık 25 kadar olan uzantısı da bu sınıfın içerisinde gösterilebilmektedir. Söz konusu limanlar ticari yapılar olabileceği gibi, askeri birimlere de ait olabilmektedir. Balıkçı teknelerinin olduğu küçük iskeleler, minimum haritalama biriminin altında kalacağından bu sınıf içinde gösterilememektedir. Bu şartı sağlayan balıkçı limanları bu sınıfta gösterilebilir. Limanlar sınıflandırılırken, bu sınıfa ait segmentlerin yaklaşık 20metre kadar etrafı (denizden veya yan diğer sınıftan) bu sınıfın içinde gösterilebilmektedir.

124 Havaalanları

Şehrin içinde veya sınırlarına yakın yerlerde bulunan hava alanı alanlarının , pistlerin etraflarında kalan yeşil alanlar ve yollarla birlikte tek bir sınıf altında gösterildiği sınıftır. Çalışma alanında, bu sınıfa ait olarak Atatürk Havaalanı yer almaktadır. Havalanlarını sınıflandırıken, hava alanı pist yollarının etrafındaki yeşil alanlar dahil, yan yollar ve boş alanlar da bu sınıfın içinde gösterilmektedir.

131 Maden Çıkarım Sahaları

Maden çıkartılması için kazılan veya üzerinde çalışma yapılan bölgeler bu sınıfta gösterilmektedir. Uygulamada hem Anadolu yakasında hem de Avrupa yakasında bu sınıa ait örneklere rastlanmıştır. Maden çıkarım sahaları çalışma alanında, özellikle kuzey batı ve kuzey doğu şehir yapısından uzak bölgelerde daha sık rastlanmaktadır.

132 Boşaltım Sahaları

Şehrin çöplerinin toplu boşaltım yapıldığı sahalar, molozların hafriyatlarının toplandığı yerler bu sınıf içerisindedir. Boşaltım sahalarının tespiti için, İstanbul Büyükşehir Belediyesinin İSTAÇ bünyesinde toplanılan ve artılıp sıkıştırılıp vs kullanılan çöp yığınları araştırılarak bu bölgelerin şehirdeki yerleri tespit edilmeye çalışılıp, daha sonra görüntüde sahip olduğu doku değerleri sayesinde görsel yorumlamayla , ayırt edilmiştir.

133 İnşaat Sahaları

Minimum haritalama biriminin üzerinde kalan tüm inşaat alanları bu sınıfta yer alır. Herhangi bir sınıfa uzaklık yakınlıkla ilgili ayırd edici özelliği bulunmayan bu sınıfın ayırdında, ilk seviye sınıflandırmada temel geçirimsiz yüzey içinde kalan, ancak üzerinde yapılar bulunmayan alanlar hızla ve kolaylıkla bulunabilmektedir. Ayrıca band ortalamalarının görüntü üzerine uygulanması ile de, farklı yansıtım değerleriyle seyrek bitki alanlarıyla benzerlik gösterse de diğer sınıflardan kolayca ayrılabilmektedirler.

141 Yeşil Şehir Alanları

Genellikle şehir yerleşim sınıflarının yakınlarında ve yanında olan, en küçük haritalama biriminden büyük poligonlar şeklinde gösterimi yapılan yeşil alanlar bu sınıf dahilindedir. Uygulama alanı içerisinde örnek verecek olursak; Emirgan Korusu, Çamlıca Tepesi, Yıldız Parkı gibi şehir merkezinde yer alan yeşillik alanlar da bu sınıftadır. Yeşil şehir alanlarının uygulamada ayrımında, yine temel seviyede sınıflandırılmış olan, temel bitki örtüsü sınıfı büyük yarar sağlamıştır. Bitki örtüsü sınıfı kolaylıkla görüntüde bulunup, görsel yorumlama ile tespit edilen sınıfa atanmıştır. Bu bitki sınıfındaki bölgeler şehir yapılaşmasına yakın yerlerde ve belediye yapımı gibi sonradan oluşturulmuş veya bakımı üstlenilmiş yeşil alanlar ise bu sınıfa atamaları yapılmıştır.

142 Spor ve Eğlence Alanları

Stadlar, Golf sahaları, Lunaparklar, Go park pistleri gibi spor ve eğlence teması içeren bölgeler bu sınıf içinde yer alır. Uygulamada spor ve eğlence alanlarının sınıflandırılmasında minimum haritalama birimi oldukça önemli bir ayraç olmuştur. Görsel yorumlama dışında kolay tespiti mümkün olmayan bu sınıfa ait objeler en küçük haritalama birimi standartı altında kaldığından çoğunlukla bu küçük alanlı ama tematik olarak bu sınıfın konusunu teşkil eden küçük objeler genellikle, kesikli veya sürekli şehir yapısı altında kaldılar. Büyük stadlar ve çok yönlü spor kompleksleri bu sınıf altına atanmıştırlar.

211 Ekilebilir Alanlar

Yanında ve yakınında devletin resmi kurumları tarafından kurulmuş sulama kanalları yoksa, kuru tarım tipi denilen tarım arazileri için kullanılan sınıftır. Uygulamada daha çok yoğun yerleşim bölgelerinden uzak bölgelerde rastlanmıştır.

212 Sürekli Sulanan Alanlar

Yanında ve yakınında su kanalı (Devlet Su İşleri'ne ait haritalarda gözüken kanallar) var ise , söz konusu tarlalar ve tarım arazileri bu sınıfta yer almaktadır. Çalışma bölgesinde bu sınıf mevcut değildir. Ancak diğer bazı sınıflarla benzerlik gösterdiğinden açıklaması yapılmıştır.

231 Mera Alanları

Hayvanların otlak alanları ve meralar bu sınıftadır. Çalışma alanında mevcut değildir.

242 Karışık Tarım Alanları

Tarım alanlarında ağaçlı yeşil doğal bitki örtüsü bir arada bulunuyorsa söz konusu bölgeler bu sınıfta yer almaktadır.

243 Doğal Bitki Örtüsü ile Birlikte Bulunan Tarım Alanları

Tarım alanlarında doğal bitki örtüsü de mevcutsa, söz konusu tarım alanları bu sınıfta yer almaktadır.

311 Geniş Yapraklı Ormanlar

Kışın yapraklarını döken cinsten ağaçları barındıran ormanlardır. Örnek olarak, meşe, kayın, kestane, kızılağaç, kavak ve ıhlamurağaçlarını verebiliriz. Uygulamada, diğer ormanlardan ayrımında, meşcere haritalarının tematik ve kod bilgisi görsel yorumlama aşamasında yardımcı data olrak kullanılmıştır.

312 İğne Yapraklı Ormanlar

İbreli orman türünün oluşturduğu sınıftır. Yaz kış yeşil olan ağaçlardan oluşurlar. İğne ya da pulsu yapraklı ve kozalaklı ağaçların oluşturduğu topluluktur. Örnek verecek olursak; çam, köknar, servi, ladin ve ardıç verilebilir. 311 sınıf ile aynı şekilde,sınıflandırmada yardımcı veri olarak meşcere haritalarından yararlanılmıştır.

313 Karışık Ormanlar

Minimum haritalama biriminin içinde kalacak şekilde; hem geniş hem de iğne yapraklı ormanların bulunduğu ağaç topluluğu sınıfıdır. Uygulama alanında bu sınıfa ait örenkler diğer orman sınıflarına göre daha çok alanda mevcuttur. Meşcerede farklı türden ağaçların bulunduğu alanlarda, bu sınıfa atama yapılmıştır.

321 Doğal Çayırlıklar

Ara ara ağaçların bulunduğu, genelde kısa bitkilerin (çalılık) çoğunlukta olduğu sınıftır. Yeşil şehir alanlarından farklı olarak, herhangi bir belediye veya özel şahsın bakımına ait bulunmayan, sonradan üretilmiş yeşil şehir alanları ile karıştırılmamalıdır.

324 Bitki Değişim Alanları

Orman alanlarının tahribatı, yangını, rehebilitasyon ormanlık alanları, yeşerme olan bölgeler bu sınıf altında kalmaktadır. Ayrıca orman bölgesinde olup da, minimum haritalama birimi şartlarını sağlayan orman içi yollar da bu sınıfta gösterilir. Bu sınıfa ait atamalar için; tarlaların yanı sıra farklı bitki türleri dağınık olarak, boş tarlalar ile birlikte bulunması vb.durumları göz önünde bulundurulmaktadır.

331 Sahiller Kumsallar ve Kumluklar

Karasal ve kıyısal olan kum, kumsallar ve kumluklar bu sınıfta gösterilir. Çalışma alanında Karadeniz kıyısında bulunan bazı bölgelerde bu sınıfa rastlanmaktadır. Uygulamada genel olarak, şehrin Karadeniz'e kıyısı bulunan , yansıtımda kolayca diğer alanlardan ayrılan objelerin birleştirilmesiyle bu sınıf oluşturulmuştur.

333 Seyrek Bitki Alanları

En az bitki vejetasyonunun bulunduğu yerlerdir. Uygulamada bu sınıfta, temel seviyedeki ilk sınıflandırmada, su geçirimsiz yüzey sınıfına ait alanlarda sınıflandırılmış olup, temel bitki alanlarında sınıflandırılmayan, ancak görsel yorumlamayla ara ara yeşilliklerin bulunduğu tespit edilen objelerin ait olduğu sınıftır.

334 Yanmış Alanlar

Orman bölgesindeki veya yeşil alanlarda yangın sonucu, yeşermenin önceki dönemine ait durumu gösteren sınıftır. Anadolu yakasında bu sınıfa rastlanmamıştır.

511 Su Yolları

Doğal ve yapay olan su yolları bu sınıftadır. Devlet Su İşler'nin Baraj ve sulama kanal haritalarından görülebilen bu sınıflarda görsel yorumlama ile atama için Google Earth görüntüleri de kullanılabilir. 512 sınıfı ile kolay karışması olasıdır. Bu karışıklığın önüne geçilmesi için, su brikintilerinin olduğu ana gövde bu sınfın içinde düşünülmelidir. İncelen kollar ise diğer sınftadır.

512 Su Kütleleri

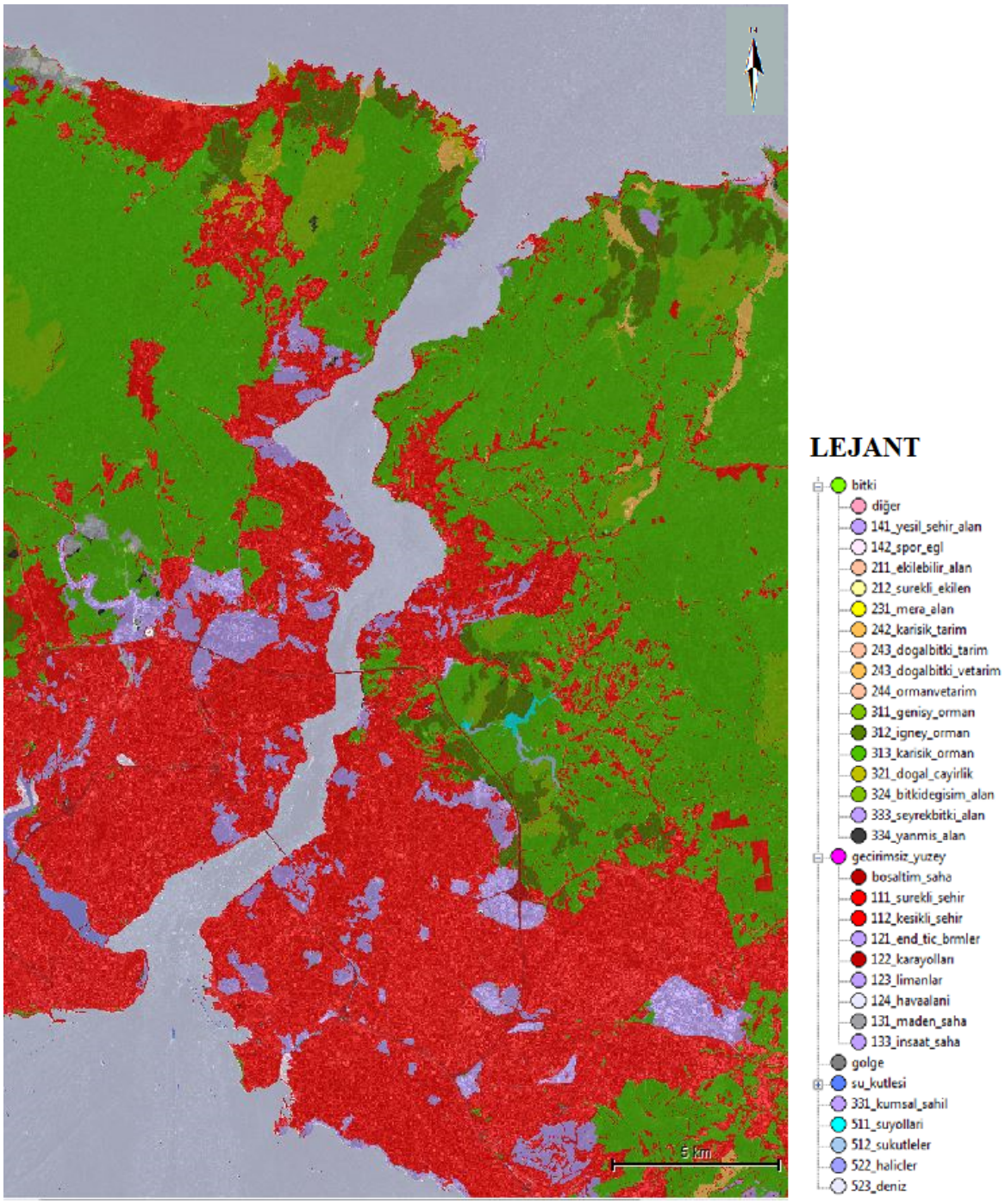
Doğal ve yapay olabilen göl ve barajlar bu sınıf altındadır. İstanbul'da Anadolu yakası ve Avrupa yakasında örnekleri mevcuttur.

522 Nehir Ağızları Deltalar

Haliçler, nehir ağızları ve deltalar bu sınıfta yer alır. İstanbul'da örneği Haliç semtinde mevcuttur.

523 Deniz ve Okyanus

Deniz ve Okyanusları içeren bu sınıf, çalışma alanında en çok kullanılan sınıftır. Boğazı ile Asya ve Avrupa yakasını ayrıldığı, İstanbul'da Karadeniz ve Marmara Denizi için bir geçiş niteliğindedir. Çalışma alanında sık rastlanan sınıflara örneklere ekler bölümünde bulunmaktadır. Son olarak eklerde çalışma bölgesinin arazi örtüsü haritası gösterilmiştir.



Şekil 4.18: Arazi örtüsü ve kullanımı haritası

Çalışma alanında sınıflandırılan sınıflarda toplam alanlar şekil 4.19'de gösterilmiştir.

Seviye I	Seviye II	Seviye III	Toplam Alan (he)
1	11	111	25157,8
		112	4231,1
	12	121	3748,8
		122	750,9
		123	72,6
		124	784,4
	13	131	1677,3
		132	9,9
		133	494,3
	14	141	2851,6
		142	104,0
2	21	211	255,6
	24	242	468,9
		243	260,9
3	31	311	2836,2
		312	3139,1
		313	19832,9
	32	321	293,8
		324	216,5
	33	331	81,0
		333	263,8
5	51	511	360,2
		512	92,3
	52	522	227,6
		523	232602,0

Şekil 4.19: Arazi Örtüsü Sınıflarının Toplam Alanları

4.2.4 Doğruluk Analizi

Sınıflandırma aşamasının ardından; çalışmanın doğruluk analizinde, toplam doğruluk %95.21 olarak hesaplanmıştır. Doğruluk analizi ERDAS programında yapılmış olup, referans veri olarak daha yüksek çözünürlüklü Google Earth Uydu Görüntüleri kullanılmıştır. Daha büyük alanlara sahip sınıflardan daha fazla örnek seçimi yapılmakla beraber toplamda 1022 ayrı noktada sınıflandırma doğrurulğu araştırılmıştır. Bu noktalar, görüntüde rastgele seçilmiştirler. Her bir sınıftan yaklaşık olarak minimum 30 adet örnek seçilmesine dikkat edilmiştir. Sınıflara ait kullanıcı doğrulukları minimum; %80 ve üretici doğrulukları sınıflar için minimum %80 civarındadır. Sınıfların üretici doğrulukları ve kullanıcı doğrulukları ayrı ayrı olarak Şekil 4.20'te gösterilmiştir. Yapılan analizde Kappa katsayısı ise 0,95 olarak hesaplanmıştır.

Genel Sınıflandırma	İSTANBUL																											
Sınıf	111	112	121	122	123	124	131	132	133	141	142	211	242	243	244	311	312	313	321	324	331	333	511	512	522	523	Referans Toplam	Üretici Doğr.(%)	Toplam Doğr.(%)
111	47		1					1	1														1				51	92,15686275	95.21
112	4	32			1					2								1					1	1		1	43	74,41860465	
121			32																						1		33	96,96969697	0.9482
122	2	1		30							1						1										35	85,71428571	
123					29																						29	100	
124						31																					31	100	
131							30											1			2						33	90,90909091	
132								9																			9	100	
133									30																		30	100	
141	2	2		1						31															1		37	83,78378378	
142											28																28	100	
211												29															29	100	
242													28														28	100	
243														29													29	100	
244															29												29	100	
311													1			29	1										31	93,5483871	
312																2	29										31	93,5483871	
313													1				1	44		1				3			50	88	
321															1	1			29								31	93,5483871	
324												1		1						29							31	93,5483871	
331																					28						28	100	
333							1												1			30					32	93,75	
511																							26				26	100	
512																							2	25			27	92,59259259	
522											1													1	28		30	93,33333333	
523																										231	231	100	
Toplam	55	35	33	31	30	31	31	10	31	33	30	30	30	30	30	32	32	46	30	30	30	30	30	30	30	232	1022		
Kullanıcı Doğruluğu (%)	85,5	91,43	97	97	96,7	100	96,8	90	97	93,9	93,3	96,7	93,3	96,7	96,7	91	91	96	96,7	96,7	93	100	87	83	93,3	99,6			

Şekil 4.20: Doğruluk Analizi Tablosu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gelişmekte olan ülkemizin sahip olduğu doğal kaynakların en verimli ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesinde Arazi Örtüsü ve Kullanımı haritalarının aktif ve güncel olarak yaygın bir şekilde kullanılması oldukça önemlidir. Ülkemizin sadece artan nüfusu değil, plansız kentleşmenin bir sonucu olan orman ve tarım alanların kentsel alanlara dönüştürülmesi oldukça tehlikeli ve takip edilmesi gereken bir olgudur. Bunun takibi, ve planlamalar yapılırken arazi örtüsü ve kullanımı kavramının gündeme gelmesi, ülkemizin doğal zenginliklerini, biyoçeşitlilikteki zenginliğini koruma açısında da oldukça büyük önem arz etmektedir. Avrupa Birliği'ne üye olma sürecinde yer alan ülkemiz için , aynı zamanda Avrupa Birliği Komisyonu (CEC) tarafından başlatılan CORINE projesine uyumluluğu ve bu uyumda devam arz etmesi de kaçınılmaz bir gerekliliktir. Bu aynı zamanda Dünya çapında üretilen arazi örtüsü ve kullanımı haritaları arasındaki standart farklılığı ve geliştirilen sınıflandırma sistemlerindeki entegrasyon eksikliklerinin önüne geçmede de kilit bir rol oynayacaktır. Çünkü toplamda 27 tanesi Avrupa Birliğine üye olan, toplamda 32 ülkenin verisinin tek bir standartlaştırılmış sistem altında toplanması küresel ölçekte olan çevre izleme politikalarına da uyumu şüphesiz ki beraberinde getirebilecektir.

Bu çalışmanın amacı; 1/25000 ölçeğinde ulusal arazi örtüsü/kullanımı veritabanı oluşturmak için pilot bir çalışma yapmaktır. İlgili ölçek kapsamında en küçük haritalama birimi 1,56 hektar, en küçük lineer obje genişliği 25 m alınmış ve altlık olarak 1,5 m çözünürlüklü SPOT 6 uydu görüntüsü kullanılarak CORINE 3.seviyede 44 sınıf ayırt edilmiştir.Segmentasyonun obje sınırlarını ortaya çıkarttığı için manuel olarak sayısallaştırma yapmaya gerek kalmamış ve zamandan tasarruf edilmiştir. Ayrıca sınırlar nesnel olarak bu sayede objektif olarak belirlenmiştir. Birinci seviye tematik sınıfların ayırt edilmesinde; SR, NDWI, NDVI gibi indislerin yararlı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Üçüncü seviyede mekansal ve spektral fonksiyonların kullanımının yanı sıra; görsel yorumlama anahtarlarına da

başvurulmuştur. Uygulamada arazi örtüsü/kullanımı sınıfları belirlenip, bu ürün haritad doğruluk analizi yapılmıştır.

Uygulamada karşılaşılan bazı dezavantajlı durumlardan behsetmek gerekirse; segmentasyon aşamasında görüntünün doku ve renk bilgisi kullanıldığından, bazı segmentlerin şekillerinde görüntüdeki objeyle sınır olarak örtüşmediğini görülmüştür. Obje tabanlı sınıflandırma için kullanılan programda yapılan sınıflandırmada; tematik başka bir katman eklemek yapılan işlemi oldukça fazla yavaşlatmaktadır. Birleştirme işlemi (merge) sayesinde ortaya çıkan büyük segmentler (objeler) yine aynı şekilde işlemi ve programı oldukça fazla yavaşlatmaktadırlar. Sahip olunan avantajlara değinecek olursak da; minimum haritalama biriminin altında kalan objelere en yakın ilgili sınıfa otomatik ekleme özelliğ büyük alanlarda yapılan çalışmalar için oldukça elverişli bir durumdur.

Obje tabanlı sınıflandırmada uygun segmentasyon ve fonksiyon parametrelerinin belirlenmesi ve sonrasında karar ağacı oluşturmak sınıflandırma işleminin hızlı, düzgün ve doğru şekilde ilerlemesinde önemlidir. Obje tabanlı sınıflandırma işlemleri için oluşturulan karar ağaçlarının benzerlik gösterdiği görülmüştür. Karar ağaçlarında kullanılan fonksiyonların değer aralıklarının bölgeler arasında farklılık gösterdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

[1] **Akın, A.**, (2007). Çukurova Deltası Kıyı Alanında Arazi Örtüsü DeğiGimlerinin Belirlenmesinde Farklı Uzaktan Algılama Yöntemlerinin Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[2] **Url9**, `http://cbs.ormansu.gov.tr/cob2011/?page_id=23&lang=tr`, alındığı tarih: 22.04.2015.

[3] **Momm, H. ve Easson, G.** (2011). *Feature Extraction from High-Resolution Remotely Sensed Imagery using Evolutionary Computation*, INTECH Open Access Publisher.

[4] **Url18**, `http://sia.eionet.europa.eu`, alındığı tarih: 02.05.2015.

[5] **Url12**, `http://www.fao.org/docrep/003/x0596e/X0596e01e.htm#TopOfPage`, alındığı tarih: 24.04.2015.

[6] **Url2**, `http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_LC_v3.0RC2.pdf`, alındığı tarih: 11.04.2015.

[7] **Url15**, `http://lcluc.umd.edu/Documents/ScienceTeamMtg/2013APR/LCLUC_STM_2013/Presentation/Krishna_Vadrevu_LCLUC_india_meeting.pdf`, alındığı tarih: 11.12.2014.

[8] **Van der Sande, C.**, **De Jong, S. ve De Roo, A.** (2003). A segmentation and classification approach of IKONOS-2 imagery for land cover mapping to assist flood risk and flood damage assessment, *International Journal of applied earth observation and geoinformation*, ***4***(3), 217–229.

[9] **Thomas, N.**, **Hendrix, C. ve Congalton, R.G.** (2003). A comparison of urban mapping methods using high-resolution digital imagery, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, ***69***(9), 963–972.

[10] **Bakr, N.**, **Weindorf, D.**, **Bahnassy, M.**, **Marei, S. ve El-Badawi, M.** (2010). Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data, *Applied Geography*, ***30***(4), 592–605.

[11] **Akay, S.S.**, (2014). Şehir Atlası Projesi Pilot Uygulaması: Gaziantep İli Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi.

[12] **Salehi, B.**, **Zhang, Y.**, **Zhong, M. ve Dey, V.** (2012). Object-based classification of urban areas using VHR imagery and height points ancillary data, *Remote Sensing*, ***4***(8), 2256–2276.

[13] **Li, C. ve Shao, G.** (2012). Object-oriented classification of land use/cover using digital aerial orthophotography, *International journal of remote sensing*, ***33***(4), 922–938.

[14] **Ruelland, D.**, **Tribotte, A.**, **Puech, C. ve Dieulin, C.** (2011). Comparison of methods for LUCC monitoring over 50 years from aerial photographs and satellite images in a Sahelian catchment, *International Journal of Remote Sensing*, ***32***(6), 1747–1777.

[15] **Url14**, `aris.ormansu.gov.tr/sites/default/files/clc.jpg`, alındığı tarih: 11.12.2014.

[16] **Url5**, `http://www.ibb.gov.tr/sites/ks/tr-TR/0-Istanbul-Tanitim/konum/Pages/Nufus_ve_Demografik_Yapi.aspx`, alındığı tarih: 21.04.2015.

[17] **Url6**, `http://www.ibb.gov.tr/sites/ks/tr-TR/0-Istanbul-Tanitim/konum/Pages/Cografi_Konum_ve_Stratejik_Onem.aspx`, alındığı tarih: 21.04.2015.

[18] **Url7**, `http://www.tuik.gov.tr/ilGostergeleri/iller/ISTANBUL.pdf`, alındığı tarih: 21.04.2015.

[19] **Geo-Airbusds**, `http://www.geo-airbusds.com/en/147-spot-6-7-satellite-imagery`, alındığı tarih: 26.03.2015.

[20] **Url16**, `http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/4.html`, alındığı tarih: 23.04.2015.

[21] **Haritası, O.M.**, `http://ormanweb.sdu.edu.tr/dersler/mgenc/orbil/orbil2.pdf`, alındığı tarih: 26.03.2015.

[22] **Url13**, `http://www.fgdc.gov/standards/projects/FGDC-standards-projects/vegetation/vegclass.pdf`, alındığı tarih: 24.04.2015.

[23] **Agency, E.E.**, `http://www.eea.europa.eu/themes/landuse/eea-activities`, alındığı tarih: 26.03.2015.

[24] **Hall, M.M. ve Mandl, P.** Spatially Extended Ontologies for a Semantic Model of Harmonised Landuse and Landcover Information.

[25] **Kleeschulte, S. ve Büttner, G.** (2006). European land cover mapping–the CORINE experience, *North American land cover summit, AAG special issue, chapt*, ***4***, 31–44.

[26] **Url8**, `http://www.csb.gov.tr/db/cbs/editordosya/Arazi_Ortusu.pdf`, alındığı tarih: 22.04.2015.

[27] **Anderson, J.R.** (1976). *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*, cilt964, US Government Printing Office.

[28] **Saroğlu, E.** (2004). Farklı çözünürlükteki uydu görüntülerinin geometrik dönüşümü ve dönüşüm sonucunda elde edilen görüntülerin dış doğruluğunun araştırılması, *Doktora Tezi*.

[29] **Sertel, E.**, **Örmeci, Cankut, D. ve İnşaat Fakültesi**, (2008). Remote sensing and regional climate modeling of impacts of land cover changes on the climate of the Marmara Region of Turkey, *Yüksek Lisans Tezi*.

[30] **Kuechler, A. ve Zonneveld, I.**, (1988). The UNESCO Classification of Vegetation, Vegetation mapping, Springer, s.531–549.

[31] **Url17**, `http://corine.itu.edu.tr/sunumlar`, alındığı tarih: 26.03.2015.

[32] **Url10**, `http://www.jspacesystems.or.jp/ersdac/GDEM/E/4.html`, alındığı tarih: 23.04.2015.

[33] **Roberts, S. ve Jackson, J.** (1991). Active normal faulting in central Greece: an overview, *Geological Society Special Publication*, ***56***(1), 125–142.

[34] **Tilton, J.C.** (1989). Image segmentation by iterative parallel region growing and splitting.

[35] **Janssen, L.** (1994). *Methodology for updating terrain object data from remote sensing data: the application of Landsat TM data with respect to agricultural fields*, Landbouwuniversiteit te Wageningen.

[36] **Birth, G.S. ve McVey, G.R.** (1968). Measuring the color of growing turf with a reflectance spectrophotometer, *Agronomy Journal*, ***60***(6), 640–643.

[37] **Url3**, `http://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php`, alındığı tarih: 15.04.2015.

[38] **Rouse Jr, J.**, **Haas, R.**, **Schell, J. ve Deering, D.** (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, *NASA special publication*, ***351***, 309.

[39] **Tucker, C.J.** (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation, *Remote sensing of Environment*, ***8***(2), 127–150.

[40] **Gitelson, A.A. ve Merzlyak, M.N.** (1998). Remote sensing of chlorophyll concentration in higher plant leaves, *Advances in Space Research*, ***22***(5), 689–692.

[41] **Munyati, C.** (2000). Wetland change detection on the Kafue Flats, Zambia, by classification of a multitemporal remote sensing image dataset, *International Journal of Remote Sensing*, ***21***(9), 1787–1806.

EKLER

EK A: Görsel Yorumlamada Kullanılan Ek Öğeler

EK A: Görsel Yorumlamada Kullanıan Ek Öğeler



Şekil A.1: Görsel yorumlamada kullanılan bazı fotograflar

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Şaziye Özge DÖNMEZ

Doğum Yeri ve Tarihi: Şişli, 21.05.1988

Adres: İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi

E-Posta: donmezsaz@itu.edu.tr

Lisans: 2012, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

Yayın Listesi:

Dönmez, Ş.Ö. Kıyı- Kenar Uzunluğu ile Orantılı Olarak Kıta Sahanlığı Aidiyeti Belirleme: Karadeniz Örneği, Karadeniz ve Kafkasya'da Güvenlik ve İş Birliği Paneli, Harp Akademileri Komutanlığı, 31 Mart 2014.

Dönmez, Ş. Ö. ,Tonbul H., Akay S. S. , Detecting Clear – Cut Area Using Remotely Sensed Data in İstanbul –Şile Region , World Cadastre Summit 20- 25 Nisan 2015