

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTSEL GELİŞİM İÇİN POTANSİYEL AÇIK ALANLARIN
BELİRLENMESİNDE NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA YÖNTEMİ İLE
TRANSFER EDİLEBİLİR KURAL DİZİSİ OLUŞTURULMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kaan KALKAN**

Anabilim Dalı : Geomatik Mühendisliği

Programı : Geomatik Mühendisliği

OCAK 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KENTSEL GELİŞİM İÇİN POTANSİYEL AÇIK ALANLARIN
BELİRLENMESİNDE NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA YÖNTEMİ İLE
TRANSFER EDİLEBİLİR KURAL DİZİSİ OLUŞTURULMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kaan KALKAN
(501081622)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 20 Aralık 2010

Tezin Savunulduğu Tarih: 26 Ocak 2011

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Derya MAKTAV (İTÜ)

Diğer Jüri Üyeleri: Prof. Dr. Filiz SUNAR (İTÜ)

Doç. Dr. Hayriye EŞBAH (İTÜ)

OCAK 2011

ÖNSÖZ

Arazi kullanımının uydu görüntülerinden belirlenmesi, ve sonrasında planlamada kullanılabilirlik açısından değerlendirilmesi şehir ve bölge planlama açısından önemli bir konudur. Arazi kullanımının transfer edilebilir ve güncellenebilir bir yapı içerisinde tespit edilmesi sınıflandırma işlemi kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada nesne tabanlı sınıflandırma yaklaşımı kullanılarak geliştirilen sınıflandırma kural dizisi test edilerek, transfer edilebilir yapının başarısı üzerine yorumlar yapılmıştır.

Bu çalışmanın yürütücülüğünü üstlenen, akademik hayata başlamamda büyük katkısı olan ve bu sürede vizyonu ve tecrübesiyle, yardımlarını ve bilgisini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Derya Maktav’a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans öğrenimim sırasında uzaktan algılama konusundaki tecrübelerini ve vizyonunu benimle paylaşan değerli hocam Prof. Dr. Filiz Sunar’a da sonsuz şükranlarımı sunarım.

Ayrıca yüksek lisans öğrenimim boyunca beni bursiyer öğrenci olarak destekleyen TÜBİTAK’a minnettarlığımı sunarım.

Akademik hayata beraber başladığım, tezim süresince manevi desteklerini esirgemeyen başta Jeomorf İrfan Akar olmak üzere, değerli proje çalışma arkadaşlarım Yük. Müh. Cihan Uysal ve Onat Yiğit Mercan’a ve bursiyer öğrenci olarak görev yaptığım “Gaining Additional Urban Space” Inten-C projesinin Alman grubunda çalışmakta olan Nils Wolf ve Holger Thunig’e de nesne tabanlı sınıflandırma sürecindeki katkıları, kural dizisi geliştirmede sahip oldukları deneyimi benimle paylaşımları ve dostlukları için teşekkür ederim.

Her alanda desteklerini hiç eksik etmeyen hayat duruşu, fikirleri ve liderlik vasfı ile hep örnek aldığım babam Mehmet Kalkan’a, bana sevginin sonsuzluğunu öğreten ve beni büyütmekten fazlasını yapan annem İraz Kalkan’a, zekası ve varlığıyla hep yanımda olan abim Murat Kalkan’a, yaşam ve çalışma hayatı tecrübeleri ile beni her zaman bilgilendiren dayım Cuma Yılmaz’a da sonsuz teşekkür ederim.

Ocak, 2011

Kaan Kalkan

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. KENTSEL GELİŞİM VE UZAKTAN ALGILAMA	5
3. SINIFLANDIRMA ÖN-İŞLEME ADIMLARI.....	9
3.1 Uydu Görüntüsü Seçimi (QuickBird)	10
3.2 Pansharpening	16
3.3 Ortorektifikasyon	18
4. SINIFLANDIRMA ŞEMALARI	19
4.1 CORINE (Coordination Of INformation on the Environment)	20
4.2 USGS (United States Geological Survey) Arazi Örtüsü Enstitüsü (LCI).....	22
4.3 GSE Arazi Bilgi Servisi Sınıflandırma Şeması (GSE Land Cover).....	22
4.4 Michigan Üniversitesi Sınıflandırma Sistemi	23
5. NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA	25
6. UYGULAMA.....	29
6.1 Çalışma Alanı	29
6.2 Kullanılan Yazılım ve Donanım.....	31
6.3 Uygulanan Arazi Örtüsü / Kullanımı Şeması	35
6.4 Segmentasyon.....	36
6.4.1 Parametre seçimi ve testler	39
6.4.2 Obje katmanları.....	42
6.5 Kural Dizisi (Rule Set) Geliştirilmesi	43
6.5.1 İşlem ağacı (Process Tree) ve kural dizileri (Rule Set)	43
6.5.2 Arazi örtüsü sınıflandırması kural dizisi	45
6.5.3 Arazi kullanımı sınıflandırması kural dizisi.....	51
6.6 Uygulama Sonuçları	60
6.7 Doğruluk Analizi.....	67
6.7.1 Doğruluk analizi kural dizisi geliştirilmesi	69
6.7.2 Doğruluk analizi sonuçları	72
7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	77
KAYNAKLAR	81

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKDA	: Çok Kriterli Karar Destek Analizi
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
DEM	: Digital Elevation Model
DYM	: Dijital Yükseklik Modeli
ESP	: Estimation of Scale Parameter
GLCM	: Gray Level Co-occurrence Matrix
HPF	: High Pass Filter (Yüksek Geçirgenli Filtre)
IHS	: Intensity-Hue-Saturation
KIA	: Kappa Index of Accuracy
LIDAR	: Light Detection and Ranging
MS	: Multispektral
NDVI	: Normalized Difference Vegetation Index
NDWI	: Normalized Difference Water Index
NN	: Nearest Neighbour (En Yakın Komşuluk)
NTGA	: Nesne Tabanlı Görüntü Analizleri
PAN	: Pankromatik
PCA	: Principal Component Analysis (Ana Bileşenler Analizi)
PS	: Pansharpened
QB	: QuickBird
RMS	: Root Mean Square (Karekök Ortalama)
TTA	: Test and Training Area (Test ve Eğitim Alanları)
USGS	: United States Geological Survey
VHR	: Very High Resolution
WV2	: WorldView-2
YKN	: Yer Kontrol Noktası

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1 : Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve özellikleri.....	10
Çizelge 3.2 : QuickBird uydusunun teknik özellikleri	12
Çizelge 3.3 : Çalışma kapsamında kullanılan QB uydu görüntülerinin özellikleri ...	15
Çizelge 3.4 : Kullanılan QuickBird görüntülerinin HPF özellikleri.....	17
Çizelge 3.5 : R değerlerine dayalı Kernel boyutu.....	17
Çizelge 3.6 : Kernel boyutundaki orta hücre değerleri.....	17
Çizelge 3.7 : Ortorektifikasyon sonrasında elde edilen KOH değerleri.	18
Çizelge 4.1 : Harita ölçeği ve ilgili olduğu özellikler (CORINE Guide, 2000)	21
Çizelge 4.2 : CORINE Sınıflandırma şeması sınıfları ve renk kodları.....	21
Çizelge 4.3 : USGS Sınıflandırma şeması 1 ve 2 aşama sınıfları.....	22
Çizelge 4.4 : GSE land cover sınıflandırma şeması	23
Çizelge 6.1 : Definiens yazılımı için donanım gereksinimleri	35
Çizelge 6.2 : Arazi örtüsü kural dizisi segmentasyon parametreleri	43
Çizelge 6.3 : Arazi kullanımı kural dizisi segmentasyon parametreleri.....	43
Çizelge 6.4 : Arazi örtüsü kural dizisinde kullanılan sınıf özellik tanımlamaları	47
Çizelge 6.5 : Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan sınıf özellik tanımlamaları	53
Çizelge 6.6 : İstanbul arazi örtüsü sınıflandırması doğruluk analizi	73
Çizelge 6.7 : İstanbul potansiyel alanlar sınıflandırması için doğruluk analizi.....	73

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışmanın genel akış diyagramı	4
Şekil 3.1 : Çalışma kapsamında verilere uygulanan ön-işleme adımları.....	9
Şekil 3.2 : Atatürk havaalanı 08.06.2009 tarihli QuickBird görüntüsü	12
Şekil 3.3 : Bakırköy, İstanbul. 08.06.2009 QuickBird uydu görüntüsü.	17
Şekil 3.4 : Erdas Imagine yazılımında ortorektifikasyon ve YKN'ları	18
Şekil 4.1 : Arazi kullanımı sınıflandırma şemalarının genel teorik şema yapısı (CORINE Guide, 2000).....	20
Şekil 5.1 : Görüntü yorumlamanın elemanları (Elements of photointerpretation) (Chandra ve Ghosh'tan uyarlanmıştır, 2007)	25
Şekil 5.2 : ERDAS Imagine ve Definiens yazılımları arasındaki işlem akışı farkı (Ohlhof'dan uyarlanmıştır 2006).....	28
Şekil 6.1 : İstanbul çalışma alanının İstanbul coğrafyası üzerindeki konumu	29
Şekil 6.2 : İstanbul çalışma alanına ait uçaktan çekilmiş görüntüler (08.11.2009)...	30
Şekil 6.3 : Bochum çalışma alanının Bochum coğrafyası üzerindeki konumu	31
Şekil 6.4 : Definiens Developer 8 yazılımının sahip olduğu fonksiyonlar.....	33
Şekil 6.5 : Definiens yazılımında segmentasyon kısıtlamaları (Willhauck, 2009)....	34
Şekil 6.6 : Erdas Imagine yazılımında görüntülerin kesilmesi	34
Şekil 6.7 : Arazi örtüsü sınıflandırmasında kullanılan sınıflandırma şeması	35
Şekil 6.8 : Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan sınıflandırma şeması.....	36
Şekil 6.9 : 0.9 şekil değeri ve 50 ölçek faktörü ile yapılan segmentasyon sol görüntü: pansharpened sağ görüntü: çok spektrumlu	38
Şekil 6.10 : 0.1 şekil değeri ve 100 ölçek faktörü ile yapılan segmentasyon sol görüntü: pansharpened sağ görüntü: çok spektrumlu	39
Şekil 6.11 : ESP testinde kullanılan parametreler	41
Şekil 6.12 : Çok spektrumlu görüntünün ölçek parametresi tahmini sonuç grafiği ..	41
Şekil 6.13 : Pankromatik görüntünün ölçek parametresi tahmini sonuç grafiği	41
Şekil 6.14 : Pansharpened görüntünün ölçek parametresi tahmini sonuç grafiği.....	42
Şekil 6.15 : Definiens Developer yazılımındaki veri yapısı	44
Şekil 6.16 : Arazi kullanımı kural dizisindeki değişkenler.....	45
Şekil 6.17 : Arazi örtüsü kural dizisinde kullanılan işlem akış şeması	45
Şekil 6.18 : Arazi örtüsü kural dizisinde ek katmanların eklenmesi	46
Şekil 6.19 : Arazi kullanımı kural dizisi su sınıflandırması bloğu	46
Şekil 6.20 : Sol: orjinal görüntü Sağ: su sınıflandırması sonucu.....	48
Şekil 6.21 : Arazi örtüsü kural dizisi vejetasyon sınıflandırması bloğu	49
Şekil 6.22 : Vejetasyon sınıflandırması sonucu sol: orijinal görüntü sağ: vejetasyon sınıflandırması sonucu	49
Şekil 6.23 : Arazi kullanımı kural dizisi toprak alanlar sınıflandırması bloğu.....	50
Şekil 6.24 : Toprak alanların sınıflandırması	50
Şekil 6.25 : Arazi kullanımı sınıflandırması sonuçlarının dışa aktarılması.....	50
Şekil 6.26 : 5_4 arazi örtüsü sınıflandırması sonuçları (ArcGIS)	51
Şekil 6.27 : Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan tematik veri yapısı	52
Şekil 6.28 : Arazi kullanımı kural dizisi işlem akış şeması	52

Şekil 6.29 : Arazi örtüsü sınıflandırması sonucunun kural dizisine eklenmesi	54
Şekil 6.30 : Arazi örtüsü sınıflandırması “analizler” haritası 1.katman	54
Şekil 6.31 : Arazi örtüsü sınıflandırması “analizler” haritası gelişmiş alanlar bloğu	55
Şekil 6.32 : Geçici ek gelişmiş katmanlarının oluşturulması.....	55
Şekil 6.33 : Gelişmiş alanların ayrılması.....	56
Şekil 6.34 : Arazi örtüsü sınıflandırması “analizler” haritası 2. katman	56
Şekil 6.35 : Arazi örtüsü sınıflandırması potansiyeller haritası.....	57
Şekil 6.36 : Arazi örtüsü sınıflandırması “endüstri” haritası	58
Şekil 6.37 : Arazi kullanımı kural dizisi endüstri sınıflandırması bloğu	58
Şekil 6.38 : Arazi kullanımı kural dizisinde sonuçların dışa aktarılması	59
Şekil 6.39 : Oluşturulan CBS yapısının ekran görüntüsü (ArcGIS).....	60
Şekil 6.40 : İstanbul çalışma alanı arazi örtüsü sınıflandırması sonucu	61
Şekil 6.41 : İstanbul çalışma alanı arazi örtüsü sınıflandırma sonucu 3B gösterimi	62
Şekil 6.42 : Bochum çalışma alanı arazi örtüsü sınıflandırması sonucu	62
Şekil 6.43 : Açık alanlar sınıflandırmasında toprak alan örneği.....	63
Şekil 6.44 : Potansiyel açık alanlar sınıflandırmasına örnekler.....	64
Şekil 6.45 : Potansiyel açık alanlar sınıflandırmasına ait örnekler.....	64
Şekil 6.46 : İstanbul çalışma alanına ait potansiyel açık alanlar sınıflandırması	65
Şekil 6.47 : İstanbul çalışma alanına ait endüstriyel alanlar sınıflandırması sonucu	66
Şekil 6.48 : “Classification Stability” yönteminin örnek çıktısı.....	67
Şekil 6.49 : “Best Classification Result” yönteminin örnek çıktısı	68
Şekil 6.50 : Chessboard segmentasyonu sonucu elde edilen potansiyel örnek alanlarından rastgele seçilen örnek seçim alanları	70
Şekil 6.51 : Rastgele oluşturulan örnek alanlarının segmentasyonu	70
Şekil 6.52 : Örneklemenin oluşan segmentler üzerinden yapılması	71

KENTSEL GELİŞİM İÇİN POTANSİYEL AÇIK ALANLARIN BELİRLENMESİNDE NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA YÖNTEMİ İLE TRANSFER EDİLEBİLİR KURAL DİZİSİ OLUŞTURULMASI

ÖZET

Uydu teknolojilerindeki gelişimin son yıllarda hızlanması ile birlikte uzaktan algılama teknolojilerinde önemli bir gelişme olmuştur. Yüksek çözünürlüklü uyduların sağladığı mekânsal ve spektral bilgi birçok alandaki uygulamalarda çok büyük kolaylık sağlamaktadır. Kentsel planlamada uzaktan algılama araçlarının ve yöntemlerinin yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile kullanımı güncel ve büyük ölçekte çalışmalarda kullanılmaktadır. Kentsel planlama için geliştirilen bu araçlar çoğu zaman farklı bölgelerdeki, farklı kriterler ve özellikler dolayısı ile transfer edilebilir bir yapıda geliştirilememektedir.

Kentsel alanlardaki yapılaşmanın hızla artması, mevcut boş alanların doğru özellikte kullanılıp kullanılmadığı sorusunu gündeme getirmiştir. Bu nedenle mevcut potansiyel açık alanların değerlendirilmesi, şehrin kendi içersinde akıllı büyümesi büyük önem taşımaktadır. Bu alanların tespiti ve değerlendirilmesi aşamaları şehir planlamacıların üzerinde çok mesai harcadıkları işlemlerdir. Bu noktada uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin kullanılması, potansiyel alanlar ve planlamacıların karar verme analizleri arasındaki bir boşluğu kapatacak anlamlı sonuçlar üretebilmektedir. Potansiyel açık alanların güncel uzaktan algılanmış uydu görüntüleri ile belirlenmesi, hem verinin güncelliği hem de pratikliği açısından önemlidir. Bu işlem için kullanılacak sınıflandırma parametrelerinin seçimi ve bu işlemlerin otomasyon yapısına benzer bir şekilde oluşturulması, zaman ve bilgi birikimi eksik kullanıcılar için büyük bir boşluğu giderecektir.

Bu çalışma potansiyel alanların belirlenmesi için transfer edilebilir kural dizisi oluşturularak, şehir plancılara bu alanların değerlendirilmesi için uygun altyapıyı hazırlamıştır. Arazi örtüsü ve kullanımı özelliklerinin belirlenmesinde piksel tabanlı sınıflandırma yöntemine göre birçok avantajı olan nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem sayesinde kural dizileri oluşturularak sınıflandırma işlemi bir işlem ağacı dâhilinde geliştirilerek, sınıf özellikleri geliştirilen kural dizisine dâhil edilmiştir. Genel arazi örtüsü özelliklerinin transfer edilebilir bir yapıda geliştirilen kural dizisi ile elde edilmesinden sonra bu özellikler arazi kullanımı kural dizisinde kullanılarak, arazi kullanımı özellikleri üzerinde yapılan analizler ile potansiyel açık alanlar belirlenmiştir. Potansiyel alanların belirlenmesi yerleşim bölgelerinin uç sınırları ve objelerin komşuluk ilişkileri gibi özellikler kullanılmıştır.

Sınıflandırmada kullanılan uydu görüntüsünün seçimi ve uygulanacak ön-işleme adımları sırasında testler uygulanarak sınıflandırma işlemine geçilmiştir. Nesne tabanlı görüntü analizlerinin en önemli parçası olan segmentasyon aşamasında kullanılacak parametre ve veri setleri yapılan testler sonucunda belirlenerek objelerin yanlış oluşturulması engellenmiştir. Kural dizisinin transfer edilebilir hale getirilmesi için işlem adımları esnek bir yapıda geliştirilmiş ve birçok aşamada değişik bölgelere göre değişebilecek parametreler için kullanıcının müdahale edebileceği kısımlar eklenmiştir.

Geliştirilen transfer edilebilir kural dizileri şehir plancıları için planlama işlemlerine altlık oluşturabilecek potansiyel açık alanları belirlemektedir. Nüfus artışı ve büyük kentlerdeki konut alanlarının artışı göz önüne alındığında akıllı büyüme konusu günümüzün önemli problemlerindendir ve gelecekte daha önemli sorunlara neden olmaması için bazı önemli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Geliştirilen bu araç şehirlerin kendi içlerinde akıllı ve anlamlı büyümelerine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

TRANSFERABLE OBJECT BASED CLASSIFICATION RULE SET FOR DETECTION OF POTENTIAL OPEN SPACES FOR URBAN GROWTH

SUMMARY

Recent advances about satellite technologies caused a big improvement on remote sensing technologies. Spatial and spectral information from very high-resolution (VHR) satellite imageries can be used for many kinds of applications about different subjects. Use of remote sensing tools and techniques for urban planning with VHR satellite imagery can be useful for big scale and up-to-date applications. Determination of current land use/cover features is a difficult process for urban planners. Digital image analysis related to remote sensing can answer this problem about this difficult process. Tools that are created for urban planning are generally not transferable because of different criteria and specifications of different test areas.

Rapid growth of settlements on big cities bring up with a new question, which is about use of open spaces. Smart growth can be an answer to urban sprawl problem. Open spaces can be evaluated according to current usage and usage near this spaces. According to this question, detection of open spaces is important for smart growth of cities. Detection and valuation of these open spaces is hard and long processes for urban planners. At this point use of GIS and remote sensing for detection of potential open spaces can provide a solution. Detection of potential open spaces from up-to-date satellite imageries is important for practical usage and data currency. Selection of classification parameters and automation of these procedures can provide a solution for users whom do not have enough time and profession. In this study, suitable architecture is prepared for urban planners for detection of potential spaces with transferable rule set.

Object based classification approach is used for land use/cover specifications, which has many advantages comparing to pixel based classification approach. Transferable rule sets of object based classification approach work with decision trees, which can create some rules and class descriptions for classification process. For different image object levels, several maps related to land use/cover specifications have been created while developing rule set. In addition, users can export classification results as a “shp” files to use in GIS applications. Users can add many different class related features to class hierarchy to define thematic classes. Before classification, selection of appropriate satellite imagery and pre-processing steps are managed according to tests. QuickBird satellite imagery has been chosen for image analysis, which has 0.6m panchromatic resolution. Orthorectification and pansharpening processes applied on these satellite imageries as pre-processing steps. Performances of pre-processing steps are directly connected to classification result. Original spectral values of satellite imageries conserved as much as possible for better results in classification process.

Segmentation is the most important step for object based image classification. Segmentation parameters must be chosen correctly to avoid misclassification of some pixels. Incorrect segmentation of pixels is prevented with some tests on different data sets and parameters for segmentation procedure. Pansharpened imageries are also used for segmentation process, which has higher spatial resolution than multispectral imagery. 0.6-meter resolution gives more detailed segments for classification so more land cover/use specifications can be achieved in this way.

Transferable rule set for land cover classification is created and results of this classification are used in land use rule set to determine potential open spaces with analysis on land use. 5 thematic classes are created for determination of current land cover, optimum numbers of classes are chosen to protect transferability between different regions. Some modifiable variables related to classification are added to achieve transferability within rule set. Users can apply this developed rule set to different region and satellite imageries by changing these variables.

Land use rule set is using land cover results as a base map and determines some land use features, which are related to this study. By using features of object based image analysis, developed rule sets can make different analysis on objects. Urban footprints are used for decisions of potential areas. Detection of urban footprint has been carried out by using “built-up” thematic class, which is created, by using land cover classification rule set. Green areas have been also taken into consideration while detection of potential open spaces because all of open spaces are not suitable for urban growth according to their land use features which are related to vegetation cover. As an advantage of object based image analysis, neighbor segments of candidate areas are also checked for this decision process. Detection of urban and rural settlements, industrial and semi-natural areas is also added to land use rule set. These several classes help to detect potential areas. Detection of these potential open spaces is a difficult process; these open spaces are named as “potential” because they need to be checked for different kind of conditions for suitability. Transferability of object based image analysis rule sets is a difficult subject. Modifiable variables must be chosen correctly to achieve transferability.

Accuracy assessment is an important step after classification to test reliability of classification results. Many times, selection of samples are not objective from satellite imagery. In this study, accuracy assessment rule set which randomize sample collection areas has been developed for accuracy assessment. Object based image analyze software have a big gap about this accuracy assessment process. Geospatial image analyses are quite different from other classical digital image analysis approaches which need different tools, algorithms and accuracy assessment tools.

Developed transferable rule sets detect potential open spaces that can be used by urban planners in order to provide a base for planning procedures. Therefore, a gap between planning and detection of potential open spaces are filled with this method. Different regions and different satellite imageries can be used in this tool to export land cover features and detect potential open spaces. Users only need to modify some parameters to adopt this tool to their study area. Transferability of object based image analysis rule sets is a current problem for researchers whom work with rule sets. This method suggests a different approach to transferability problem with an example about land cover features detection.

According to growth in population and urban areas, smart growth issue is remarkable problem nowadays and for the purpose of not being caused more serious problems some precautions need to be taken into considerations. This developed tool aims to produce logical and meaningful decision-making processes for smart growth of cities.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Uydu teknolojilerindeki gelişimin son yıllarda hızlanması ile birlikte uzaktan algılama teknolojilerinde önemli bir gelişim olmuştur. Özellikle son yıllarda yüksek çözünürlükte mekansal ve spektral bilgi üreten ve bu bilgiyi topluma sunan yüksek çözünürlüklü uyduların gelişmesi mekânsal bilgi üretiminde çok büyük kolaylık sağlamaktadır. Uydu görüntülerinin fiyatlarının düşmesi ve topluma sunulması da birçok uygulamanın yapılmasını kolaylaştırmıştır. Uydu görüntüleri ormancılıktan jeodeziye, meteorolojiden askeri uygulamalara kadar birçok alanda kullanılmaktadır. Uydu görüntülerinin insan gözünün algılayamadığı bitki hastalıkları, klorofil miktarı, su kalitesi ve su kirliliği gibi özellikleri ayırt edebilmesi birçok kolaylığı ve analiz kolaylığını da beraberinde getirmiştir. Kentsel alanlardaki uzaktan algılama tanımı doğasıyla şehirlerdeki arazi kullanımı/örtüsü özelliklerinin ve yüzey yansıtımının ölçülmesi olarak tanımlanabilir. Günümüzde birçok yer gözleme sisteminden koordinatlı, kentsel,banliyo ve diğer alanlarında çeşitli spektral, mekânsal ve zamansal çözünürlükte veri elde etmek mümkündür (Netzband ve Jürgens, 2010).

Küreselleşmeye paralel olarak kentsel alanlar da hızla büyümektedir. Nitekim 1970'li yılların sonlarında nüfusun sadece %38'i kentlerde otururken, bu sayı 2008 yılına kadar %50'nin üzerinde artmıştır. 2030'da dünyadaki tüm nüfusun 2/3'ünün kentlerde ve bunların çoğunun da megakentlerde oturacağı beklenmektedir. Kentsel yayılım (urban sprawl), farklı karakteristiklerde ve kıtalarda bu kentleri ve kentsel yerleşim alanlarını etkileyen önemli bir çevre sorunudur. Son 10-30 yıldaki kentsel yayılımdaki artışla ilgili olarak çeşitli nedenler ortaya atılmakta olup, bu artış ekseriya kentlerin sosyo ekonomik durumuna bağlanmaktadır. Kent planlamasında taşınmaz tüketiminin kantitatif azaltılması dışında, sınırlı kaynakların ve akıllı büyümenin (smart growth) sürdürülebilir biçimde ele alınması ve buna yönelik hassas ve uygulanabilir enstrümanların geliştirilmesi gerekmektedir.

Yüksek mekânsal (IKONOS, QUICKBIRD, GeoEye-1 gibi) ve spektral çözünürlüklü uydu görüntüleri kent çevresinin analizinde uygun bir bilgi kaynağı olduğundan bu kaynaklardan yararlanılan bir planlama enstrümanının geliştirilmesi gerekir (Maktav v.d. 2010).

Günümüzde, kentlerin, denetimsiz büyümenin getirdiği sorunlara ve bu çerçevede bireylerin ve toplumun gereksinmelerine nasıl yanıt vereceği konusu, en temel sorulardan birini oluşturmaktadır. Bugün dünya nüfusunun yarısının kentlerde yaşadığı düşünülürse, bu sorunun doğru yanıtlarının arandığı bir kent planlama sisteminin önemi daha da artmaktadır. İnsanların çevre bilincinin geçmiş yüzyıllara oranla arttığı günümüzde daha kontrollü, akıllı, sürdürülebilir olması gereken geleceğin kentlerini planlamak hedefi yeni çözümler üretilmesine neden olmuştur.

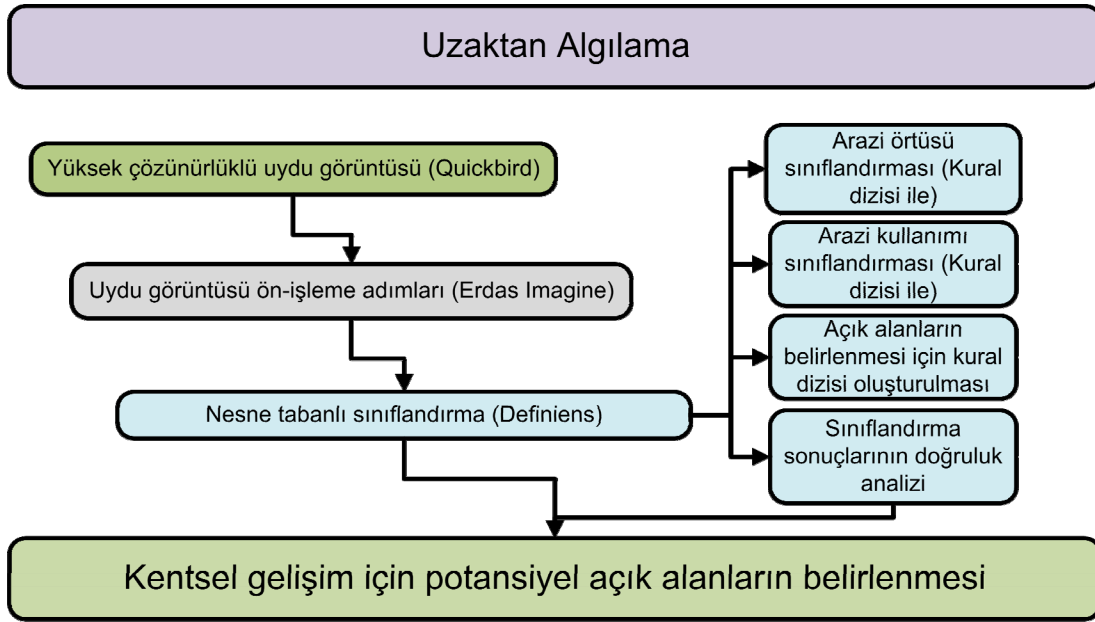
Bu çalışmada son yıllarda etkin olarak kullanılmaya başlanan nesne tabanlı görüntü analizleri kullanılarak kentsel gelişime bağlı uygulamalara temel olacak bazı analizler gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma, görüntü yorumlama teknikleri kullanılarak görüntüdeki homojen piksel gruplarının ilgilenilen yeryüzü özelliklerine ve yeryüzü kullanım özelliklerine ayrılması şeklinde tanımlanabilir (Chandra ve Ghosh, 2007). Dijital görüntü sınıflandırmada ise, kullanıcı görüntüdeki dijital sayılarla gösterilen spektral bilgiyi kullanarak çeşitli bantlar üzerinde spektral özelliklere göre pikselleri sınıflandırır. Bu tip sınıflandırmaya spektral doku tanımlama da denebilir. Burada amaç görüntüdeki tüm pikselleri çeşitli sınıflara ya da temalara atamaktır. Sınıflandırma sonucunda oluşan haritada her piksel kendine mahsus bir özelliğe atanmış bir şekilde orijinal görüntünün tematik haritası elde edilmiş olur.

Klasik piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinde, sadece piksellerin gri değerine dayalı detay çıkarımı esastır. Bu durum, görüntüden ancak belirli özelliklerin çıkartılabilmesi nedeniyle sınıflandırmada bazı sınırlamalara neden olmaktadır. Buna alternatif olarak günümüzde nesne tabanlı görüntü analizi uygulanmaktadır. Bu yöntem, spektral değer, şekil ve doku gibi değişik nesne özelliklerinin geniş spektrumunun tamamlanmasını sağlayan bulanık mantık esasına dayanmaktadır.

Sözü edilen klasik yöntemlerin yapısından kaynaklanan yetersizliklerden dolayı, nesne tabanlı görüntü analizi günümüzde daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Nesne tabanlı yaklaşım, yapıyı, dokuyu ve spektral bilgiyi dikkate almaktadır. Piksel tabanlı sınıflandırma mantığından farklı olarak nesne tabanlı sınıflandırma, pikselleri gruplandırarak nesneler üzerinde işlemler yapmaktadır. Segmentasyon işlemi değişik çözünürlüklerde yapılabilirken, nesne kategorilerinin katmanlarını ayırt etmeye de izin vermektedir.

Çalışma kapsamında kentsel gelişim alanları için potansiyel açık alanlar belirlenmiştir. Potansiyel alanların belirlenmesinde öncelikle genel arazi örtüsünü temsil eden bir arazi örtüsü sınıflandırmasının ardından daha detaylı nesneye dayalı analizler yapılarak arazi kullanımı haritaları üzerinde potansiyel açık alanlar belirlenmiştir. Burada bu alanların “potansiyel” olarak isimlendirilmesi gerekmektedir. Uzaktan algılama teknikleri ile bu alanların gerçekten yapılaşma ve bunun gibi diğer özelliklere uygun alanlar olduğunun belirlenmesi mümkün değildir. Uzaktan algılama ile elde edilen potansiyel alanlar daha sonrasında çok kriterli karar verme analizleri yardımı ile CBS ortamında değerlendirilerek mevcut kısıtlamalar, mülkiyet hakları ve CBS analizleri beraberinde değerlendirilebilir.

Çalışma kapsamında yapılan işlem adımları Şekil 1.1’de verilmektedir. Kentsel gelişim için potansiyel alanların belirlenmesi için uzaktan algılama yöntemleri kullanılacaktır. Nesne tabanlı görüntü analizi işlemlerinde kullanılması ile başarılı sonuçlar elde edilen yüksek çözünürlüklü QuickBird uydu görüntüsünün seçilmesinin ardından, sınıflandırma işlemine geçmeden önce bu görüntü üzerinde bazı ön-işleme adımları gerçekleştirilmiştir. Görüntülere yapılan bu ön-işleme adımları ile görüntülerden elde edilecek bilgi miktarı arttırılabilmektedir. Elde edilen işlenmiş uydu görüntüsü üzerindeki nesne tabanlı görüntü analizleri Definiens Developer yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda sınıflandırma işlemi iki ana başlık altında gerçekleştirilerek, ilk etapda belirlenen genel arazi örtüsü sınıflandırması sonuçları üzerinden arazi kullanımına ait özellikler çıkarılmıştır. Bu sınıflandırmalar sırasında birçok farklı veri seti ve segmentasyon algoritmaları kullanılmış ve test edilmiştir. Arazi kullanımının bir parçası olarak çalışmanın genel amacı olan potansiyel açık alanlar belirlenmiştir. Tüm bu sınıflandırma sonuçları vektör formatta CBS ortamına aktarıldıktan sonra yapılan sınıflandırmalara ait doğruluk analizi işlemleri gerçekleştirilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır.



Şekil 1.1 : Çalışmanın genel akış diyagramı

2. KENTSEL GELİŞİM VE UZAKTAN ALGILAMA

21. yüzyıla girer iken, dünya hem insan nüfusu hemde dünya üzerinde kaplanan yerleşim alanları olarak gün geçtikçe daha fazla kentleşmektedir. 1900’lerde kentsel nüfus %13 civarında iken, bu oran 1950’lerde %29’a ulaşmıştır. 2030 yılında 8 milyarlık dünya nüfusunun 5 milyarlık bölümünün kentsel alanlarda yaşaması beklenmektedir. 1900’lerde nüfusu 1 milyondan fazla olan 16 şehir bulunmasına rağmen bu sayı bugün 400’e ulaşmıştır (UN, 2006). Gelecek 20 yılda Çin nüfusu 1 milyondan fazla olan yaklaşık 30 şehre sahip olacaktır. Hindistan için ise bu rakam 26 olacaktır. Günümüzde ABD bu şekilde 9 şehre sahiptir. Diğer taraftan Amerika ve Avrupa’daki kentleşme oranı oldukça yüksektir. Güney Amerika’da %80, Kuzey Amerika ve Avrupa’da %75-78. Afrika ve Asya’da ise kentlerdeki nüfus tüm nüfusun %40 civarındadır. Bu kıtalarda kentleşmeden payına düşeni alacak ve bu oran gelecek 20 yılda %50’nin üzerindeki bir oranda artacaktır (Seto, 2009). Bu nedenle şehirlerin kontrollü ve akıllı büyümeleri gelecek nesiller açısından önem arz etmektedir. Beklenen bu hızlı şehirleşmenin planlanması için güncel teknolojiler olan uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri ve çok kriterli karar destek sistemleri gibi araçlar kullanılmaktadır.

Akıllı büyüme (smart growth) kelimesi 1990’lı yılların ortasında Amerika’nın planlama stratejileri içerisinde geçen ve sonrasında birçok organizasyon ve kurum tarafından kabul edilen prensiplerdir. Kentsel yayılımın hasarlarına (urban sprawl) karşı ortaya çıkan bu fikir, strateji olarak mevcut yapılaşmaya uygun alanları planlayarak kompakt şehirler elde etmeyi amaçlamaktadır (Zhu, 2009). Kentsel yayılım ise (urban sprawl) 1950-60’lardan itibaren arabaların ve otoyolların kullanılmasının başlamasının ardından gelişmiş ülkelerdeki kentsel alanların kırsal alanlara doğru genişlemesi olarak tanımlanabilir. Bu genişlemenin sonucunda kentsel-kırsal ayrımını gerçekleştiren çizgiler yok olmuştur. Birbirine bağlanan bu kentsel alanlar arasında bir gelişim trendi meydana gelmiş ve kentsel yayılım oluşmuştur. Sürdürülebilir gelişme “gelecek nesillerin ihtiyaçlarını göz ardı etmeden günün gereksinimlerini göz önüne alarak gelişim” olarak tanımlanmaktadır.

Sürdürülebilir gelişme, günün insani gereksinimlerini ve çevresel faktörleri göz önüne alarak, sadece günümüz için değil gelecek nesiller içinde koruyan kaynak kullanımı konusunun bir parçasıdır (Bhatta, 2010). Tüm bu tanımlamalar göz önüne alındığında şehirleşmenin yoğun olduğu bölgelerdeki açık alanların doğru şekilde tespiti ve değerlendirilmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde kentlerin kendi içlerinde akıllı ve anlamlı büyümeleri sağlanabilir.

Uzaktan algılama insan yerleşimlerinin araştırılması için mekansal verinin sağlanmasında en uygun sistematik yaklaşımı sunmaktadır. Yer gözlemleme uzun yıllardır, haritalama, izleme ve kentsel kullanımların anlamlandırılması konuları üzerinde gelişmiştir. Fakat bu araştırmalar genellikle bölgesel olarak gerçekleşmektedir. İnsan yerleşimlerinin küresel olarak haritalanması, kentsel alanların mekânsal ve spektral farklılıkları yanında bu alanların mekansal olarak bölünmüş şekilde bulunmaları dolayısı ile güç olmaktadır (Herold, 2009). Bu noktada uzaktan algılama teknolojilerinin kentsel planlamada kullanımı amacıyla üretilen araçların transfer edilebilir yani farklı bölgelere uygulanabilir olması önem taşımaktadır.

Şehirlerin fiziksel boyutları ve sayıları artmaya devam ettikçe, bu şehirlerin çevreye olan etkileri de artacaktır. Bu hızlı büyüyen şehirlerin yarattığı fırsat ve problemler yüksek zamansal ve mekânsal çözünürlüğe sahip zaman serilerini ve bu görüntüleri işleyecek algoritmaları gerektirmektedir. Bu görüntülerin sınıflandırılması ve değerlendirilmesi işleminde harcanan zamanı ve işgücünü azaltmak için yeni sınıflandırma yöntemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Çok zamanlı haritalamada geliştirilen birçok araç 1,2 ya da 3 görüntü sınıflandırmaktadır. Fakat şehirlerin gelişimini sosyal ve ekonomik açılardan incelemek için birden çok görüntüyü sınıflandıran araçlar geliştirilmelidir (Boucher, 2009). Bu açıdan bakıldığında büyük veri setleri ile çalışan transfer edilebilir araçların geliştirilmesi önem taşımaktadır. Arazi örtüsü terimi yeryüzünde gözlemlenen biyofiziksel örtüyü temsil eder ve su, vejetasyon ve toprak alanlar gibi sınıfları içerir. Arazi kullanımı ise gerçek anlamda insanlar tarafından bu arazi örtüsü alanlarının nasıl kullanıldığını işaret eder ve çiftlikler, tarım alanları gibi sınıfları içerir (Maktav ve Sunar, 2010). Bu tanımlamalar ışığında arazi örtüsünü belirleyen ve arazi kullanım özelliklerini tespit eden sınıflandırma araçlarının geliştirilmesi ile arazi kullanımı özellikleri üzerinde detaylı analizler yapılabilir. Güncel bir sınıflandırma yöntemi olan nesne

tabanlı sınıflandırma yöntemi ile transfer edilebilir kural dizileri oluşturulabilmekte ve bu oluşturulan işlem ağacı algoritmaları sayesinde sınıflandırma işlemi farklı zamanlı ve farklı bölgelere ait görüntüler üzerinde uygulanabilmektedir. Potansiyel açık alanların tespiti ise bu yöntem kullanılarak geliştirilen araçlarla gerçekleştirilebilir. Bu aşamada uzaktan algılama ve uydu görüntüleri ile tespit edilen açık alanların potansiyel alanlar oldukları unutulmamalıdır. Bu alanların gerçekten hangi tür yapılaşmaya uygun olduğu, yapılaşma için elverişli olup olmadığı uzaktan algılanmış görüntüler ile belirlenemeyecek özelliklerdir. Burada devreye giren kanunsal kısıtlamalar, sit alanları ve eğim gibi özelliklerin belirlenen potansiyel açık alanlar üzerinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu noktada devreye çok kriterli karar destek analizi (ÇKKDA) girmektedir. CBS ortamında geliştirilecek ya da mevcut analizleri ile gerçekleştirilecek çok kriterli analizler, birçok kriterin devreye girdiği kentsel planlama işleminde kullanılabilir araçlar üretebilmektedir. Bu işlem sonunda da kesin karar elde edilemeyecektir. Çeşitli teknikler ile belirlenen potansiyel açık alanlar ve bu alanların ÇKKDA analizi ile değerlendirilmesi sonucunda elde edilen sonuçlar sadece karar vericilere destek sağlayacaktır, son kararı karar vericiler tüm politik ve diğer kriterleri göz önüne alarak karar vereceklerdir. Lo (2003) yaptığı çalışmada doğal alanlar ile yapılan fiziksel ya da görsel temasın fizyolojik ve psikolojik sağlığa yardım ettiğini belirtmektedir. Bu yüzden tespit edilen her potansiyel açık alan yerleşime, endüstriye ya da tarıma uygun alanlar olarak değerlendirilmemelidir.

3. SINIFLANDIRMA ÖN-İŞLEME ADIMLARI

Quickbird görüntüsü temin edildikten sonra görüntünün görüntü işleme için hazırlanması gerekmektedir. Uygulanacak ön-işleme adımlarının doğruluğu, bu işlemler sonrasında yapılacak sınıflandırmanın doğruluğunu etkilemektedir. Bu aşamada yapılacak görüntü işleme teknikleri ile görüntünün orjinal görüntüye en yakın biçimde elde edilmesi gerekmektedir. Orjinal spektral değerlerden uzaklaştıkça sınıflandırma sonucunun yer gerçeği ile uyum oranı da düşecektir. Bu nedenle yapılacak görüntü işleme adımları sırasında en uygun yöntemin seçimi önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan ve önerilen ön-işleme adımları sırası ile Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1 : Çalışma kapsamında verilere uygulanan ön-işleme adımları

Quickbird uydusunun bir özelliği olarak yüksek çözünürlüklü verilerin dosya boyutu büyük olduğundan uzaktan algılama yazılımlarında yaşanabilecek olumsuzlukları engellemek amacıyla görüntüler “.TIL (Tile Map)” formatında kaydedilmektedir. Birçok CBS, görüntü işleme ve kartografya yazılımı 2GB’ın üzerindeki verileri açamamaktadır (Digital Globe, 2003). Bu dosya tipi, kesilmiş görüntüler beraberinde “.TIL” uzantılı bir text dosyası ile beraber gelmektedir ve bu dosyada bu parçaların kodlamaları saklıdır. ENVI yazılımı TIL dosyalarını otomatik olarak tanıyıp birleştirme özelliğine sahiptir. Bu kapsamda kullanılacak uydu görüntüsü birleştirilerek tek bir görüntü elde edilmiştir.

Bu aşamadan sonra elde edilen 2 ayrı görüntü (PS,MS) yüksek çözünürlüklü spektral veri elde etmek üzere “pansharpening” işlemi ile birleştirilerek PAN,PS,MS olmak üzere 3 ayrı görüntü elde edilmiştir. Diğer bir aşama görüntülerin ortorektifikasyon işlemidir. Pankromatik ya da pansharpened görüntü üzerinde geliştirilen model hem PS hem de PAN görüntü üzerine uygulanabilir. Bu iki görüntüde aynı çözünürlüğe sahip olduğundan aynı model ile ortorektifiye edilmiştir. MS görüntü için ise ayrı bir model geliştirilmiştir.

Ortorektifikasyon sonrası elde edilen 3 ayrı görüntü için yapılacak işleme göre mozaik yada kesme işlemleri yapılabilir. Mozaikleme işlemi spektral değerleri yeni bir örnekleme metodu ile az da olsa etkilediğinden ortorektifikasyon yada pansharpening işlemleri öncesinde yapılmamıştır. Kesme işleminde bu tip bir değişim söz konusu değildir, sadece görüntü QB uydusunun sipariş aşamasında elde edildiği gibi TIL mantığı ile parçalara ayrılmaktadır. Yapılan bu çalışma kapsamında kullanılan Definiens Developer yazılımı ile büyük boyutta görüntülerde analiz yapılamadığından ve sınıflandırma için orjinalle en yakın değerlerin kullanılması gerektiğinden çalışma kapsamında mozaik işlemi uygulanmamıştır.

3.1 Uydu Görüntüsü Seçimi (QuickBird)

Şehir ve bölge planlama ile ilgili çalışmalara altlık oluşturmayı amaçlayan bu çalışmada kullanılacak uydu görüntülerinin kentin tüm yapısal özelliklerini ortaya çıkarabilecek nitelikte ve nesne tabanlı sınıflandırma sırasında anlamlı nesneler elde edilebilmesi için yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olması gerekmektedir. Çalışmanın yapıldığı tarihlerde mevcut görüntü alan yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri Çizelge 3.1’de görülmektedir.

Çizelge 3.1 : Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve özellikleri

	Mekansal Çözünürlük (Pankromatik) *	Mekansal Çözünürlük (Çok Spektrumlu) *	MS Bant Sayısı	Fırlatma Tarihi
GeoEye-1	0,41 m	1,65 m	4	2008
WorldView-2	0,46 m	1,84 m	8	2009
QuickBird	0,61 m	2,4 m	4	2001
IKONOS	1 m	4 m	4	1999
WorldView-1	0,5 m	-	-	2007
Cartosat-2	0,8 m	-	-	2007
OrbView-3	1 m	4 m	4	2003

* Nadirde

Kullanılabilir halde birçok uydu görüntüsü olmasına rağmen henüz yeni çekim yapmaya başlamış olması, yörünge parametrelerinin istenilen düzeyde olmaması ve farklı uygulamalar için uydunun kullanılabilirliğinin test edilmemiş olması nedeniyle; yüksek çözünürlüklü ve literatürde nesne tabanlı sınıflandırma işlemi için birçok uygulaması bulunan QuickBird uydusu tercih edilmiştir. Quickbird uydusunun temel özellikleri ve spektral bant özellikleri Çizelge 3.2’de görülmektedir. Yeni çekim yapmaya başlamış olan WorldView-2 uydusu ileride nesne tabanlı sınıflandırma için başarılı sonuçlar verecek bir uydu görüntüsü olması beklenmektedir. Sahip olduğu 8 MS bant ile yüksek çözünürlük ile ürettiği anlamlı objeleri spektral bilgilerle zengileştirerek anlamlı sınıflandırma sonuçları elde edilecektir. Navulur (2009) WV2 görüntülerinde yüksek çözünürlüklü spektral bantların 0.46 metrelik mekânsal çözünürlük ile birleştirildiğinde arazi örtüsü/kullanımı özelliklerinin sınıflandırma şemalarının 3. Ve 4. Seviye özelliklerini sınıflandıracak kapasiteyi beklediğini belirtmiştir. Aynı iddaa Digital Globe tarafından WV2 uydusu için hazırlanan beyaz sayfalarda da belirtilmektedir (2009). Ayrıca QuickBird 2 uydusunun 2001 yılından bu yana çekim yapmakta olması ve literatürde birçok uygulamaları olması, yapılacak uygulamalar açısından bu uydu görüntülerinin seçiminin daha doğru olacağı görüşünü doğurmuştur. Jacobsen’e (2002) göre Quickbird uydusu 1:6000 ölçeğine eşdeğerdir. IKONOS ise 1:10000 ölçek civarındaki haritalara eşdeğerdir. Şehir bölge planlama gibi hassas ölçekte çalışmalar gerektiren bir çalışmada daha hassas ölçekte sonuçlar üreten Quickbird uydusunu kullanmak mantıklı olacaktır. Volpe ve Rossi’ye (2003) göre QuickBird verisi kentsel alanlara yönelik geniş yelpazede birçok uygulama için uygun bir bilgi kaynağı olarak gösterilmiştir. Genel olarak avantajlarını ise; yüksek geometrik çözünürlük, çok spektrumluluk (multispectrality), yüksek radyometrik hassasiyet, yüksek konum doğruluğu ve tekrarlı geçiş kapasitesi olarak sıralamıştır.

Nesne tabanlı sınıflandırma işleminde piksellerin hem spektral hemde yapısal özellikleri incelenmektedir. Bu doğrultuda kullanıcı tanımlı katmanların (NDVI – normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi, NDWI – normalleştirilmiş fark su indeksi) oluşturulması için çok sayıda spektral bant aralığına sahip uydu görüntülerini tercih etmek değişik kullanıcı tanımlamaları yapmak için yararlı olacaktır. Quickbird uydu görüntüsü 2.4 metrelik çok spektrumlu 4 bandı ile kullanıcı tanımlı katmanların oluşturulmasında yarar sağlamaktadır.

Kentsel planlama sınıflandırması göz önüne alındığından en küçük objenin ağaç ve bina çatısı olduğu göz önüne alınabilir. Bu doğrultuda 2.4 m MS ve 0.6 m PS görüntü üretebilme yeteneğine sahip QB uydusu ile ağaç grupları ve bina çatıları başarılı bir şekilde segmentasyon aşamasında anlamlı nesneler olarak çıkarılabilmektedir. Quickbird'ün sahip olduğu 0.6 metre çözünürlüklü pankromatik algılayıcının sahip olduğu nesne ayırt etme başarısı Şekil 3.2'de uçaklar üzerinde de görülebilmektedir.

Çizelge 3.2 : QuickBird uydusunun teknik özellikleri

Yörünge özellikleri	Güneşle senkronize
Yörünge yüksekliği	450 km
Yörünge eğikliği	98 °
Yörünge süresi	93.5 dakika
Zamansal çözünürlük	2-3 gün
Algılayıcı	MS , Pan
Tarama alanı	16,5 km * 16,5 km

Spektral Bölge	Bant Genişliği (nm)	Mekansal Çözünürlük (m)	Radyometrik Çözünürlük
Görünür (Mavi)	450 - 520	2.4 (nadir)	11 bit
Görünür (Yeşil)	520 - 600	2.4 (nadir)	11 bit
Görünür (Kırmızı)	630 - 690	2.4 (nadir)	11 bit
Yakın Kızılötesi (NIR)	760 - 900	2.4 (nadir)	11 bit
Pankromatik	445 - 900	0.61 (nadir)	11 bit



Quickbird
Pankromatik (PAN)
(0.6m)



Quickbird
Pansharpened
(0.6m)



Quickbird
Çok spektrumlu (MS)
(2.4m)

Şekil 3.2 : Atatürk havaalanı 08.06.2009 tarihli QuickBird görüntüsü

QuickBird görüntü tipleri;

Yapılan çalışmada piksellerin yapısı önemli olduğundan seçilecek olan görüntü tipi de büyük önem taşımaktadır, bu nedenle QuickBird görüntülerinin özelliklerinin incelenmesi ve doğru irdelenmesi önemlidir. Bu ürünler üç şekilde sınıflandırılmaktadır: (Digital Globe, 2003)

Basic imagery

Standard imagery, Standard Ortho Ready imagery

Orthorectified imagery

Basic Imagery;

Üzerinde en az dijital işlem yapılmış ürünler olup gelişmiş özel uzaktan algılama yazılımlarına sahip kullanıcılar için en uygun veri tipidir. Verilere ek olarak verilen yükseklik, efemeris (ephemeris), ve kamera model bilgileriyle birleştirildiğinde ortorektifikasyon için uygun verilerdir. Bu görüntüler, Pan, MS ve Bundle (aynı bölgenin MS ve Pan görüntülerinin eş zamanlı elde edilmesi, Image Support Data (ISD) ile birlikte MS ve Pan ayrı ayrı alınır) olarak alınabilir.

Bu görüntülerde radyometrik ve algılayıcıdan kaynaklanan hatalar düzeltilmiştir, ancak herhangi bir harita projeksiyonu veya datum kullanılarak bir düzleme izdüşürülmemiştir. Verilerin yatay doğruluğu, ek olarak verilen ISD ile ve kullanıcının sağladığı DEM ve yer kontrol noktaları ile 4m olabilmektedir. Görüntüler, çerçeveler (frames) (16.5 km x 16.5 km nadirde) şeklinde alınabilir.

Standart Imagery;

“Standard” görüntüler, çok fazla doğruluk istemeyen ve/veya küçük alanlarda çalışmak isteyen kullanıcılar için uygundur. Bu tip görüntüler, genellikle yeterli dijital görüntü işleme yazılımlarına ve görüntüleri çeşitli uygulamalarda kullanabilmek ve manipule edebilmek için yeterli bilgiye sahip kullanıcılar için uygundur.

Bu görüntüler, radyometrik olarak düzeltilmiş, algılayıcıdan kaynaklanan hatalar düzeltilmiş ve kullanıcının isteğine göre bir harita projeksiyonu ve datum kullanılarak bir düzleme izdüşürülmüştür. Bilindiği gibi, radyometrik düzeltmeler, detektörlerle ilgili olup, algılayıcı düzeltmeleri ise optik distorsiyon, tarama distorsiyonu ve Pan ve MS bantların kayıt edilmesi ile ilgilidir. Geometrik düzeltmeler ise, yörünge konumu, yükseklik, panoramik distorsiyon ve Dünya'nın dönmesi ve eğriliği ile ilgilidir.

“Standard” görüntüler; siyah beyaz, pansharpened (50-70 GSD (Ground Sample Distance)) ve çok spektrumlu (2.0-2.8 m GSD) olarak mevcuttur. Tüm “standard” görüntülerde üniform bir GSD vardır.

Bu görüntüler ikiye ayrılmaktadır: “Standard” görüntüler ve “Ortho Ready Standard” görüntüler.

“Standard” görüntülere, arazi topoğrafyasını referans elipsoidine göre düzeltmek için kullanılan bir DEM (doğruluğu fazla olmayan) uygulanmıştır, yani arazi yükseklik farklarından kaynaklanan hatalar her ne kadar giderilmişse de, görüntülerin tam olarak ortorektifikasyonu yapılmıştır denemez. “Ortho Ready Standard” görüntüler ise, ortalama bir arazi yüksekliğine göre hesaplanmış bir sabit yüksekliğe göre izdüşürülmüştür. Ortorektifikasyon yapılmaya uygun görüntülerdir.

Gerek “Standard”, gerekse “Ortho Ready Standard” görüntülerin doğrulukları algılayıcıya göre değişir. Çalışmada kullanılan uydu olan QuickBird için konum doğruluğu 23 m olarak verilmektedir. “Ortho Ready Standard” görüntülerde yüksek doğruluklu DEM kullanıldığında 4m civarında bir doğruluk elde edilebilir.

Çalışma kapsamında mevcut olan DEM'in kullanılması daha uygun olacağı düşünüldüğünden, çalışma alanı için ‘Ortho Ready Standard’ görüntüler kullanılarak ortorektifikasyon yapılmıştır. Diğer taraftan, bu görüntüler alansal bazda (km²) (yani daha ekonomik olarak) temin edilebilmektedir.

Görüntü siparişinde ‘bundle’ modu tercih edilmiştir, zira bu modda Pan ve MS görüntüler üzerinde istenilen müdahaleler ayrı ayrı yapılabilmektedir. Bu özellik, aynı zamanda sınıflandırma sırasında tüm katmanlar ayrı ayrı kullanılacağından faydalı olacaktır.

Orthorectified imagery;

Bu görüntüler, radyometrik düzeltmesi yapılmış, algılayıcı hataları giderilmiş ve CBS için hazır verilerdir. Ortorektifikasyonu, kullanıcının istediği harita projeksiyonu ve datum kullanılarak DTM ile yapılmıştır. Ancak yukarıda da ifade edildiği gibi ortorektifikasyon işlemi çalışma kapsamında yapılacağından bu veriler teknik açıdan tercih edilmemiştir.

Kullanılan uydu görüntüsünün özellikleri;

Çalışma kapsamında kullanılan 08.06.2009 tarihli Quickbird uydu görüntüsünün teknik özellikleri Çizelge 3.3'te görülmektedir.

Çizelge 3.3 : Çalışma kapsamında kullanılan QB uydu görüntülerinin özellikleri

	Pankromatik	MS	Tarih
Mekansal Çözünürlük	0.60	2.40	08.06.2009 / 02.34
Bulutluluk oranı (%)	0	0	
Güneş azimutu (°)	139.7	139.7	
Güneş yükseklik açısı (°)	67.9	67.9	
Nadir açısı (°)	11.5	11.5	
Referans yüksekliği (m)	107	107	
Görüntü boyutu	27832X26988	6958X6747	
Bochum			
	Pankromatik	MS	Tarih
Mekansal Çözünürlük	0.60	2.40	16.08.2009 / 10.48
Bulutluluk oranı (%)	0.138	0.138	
Güneş azimutu (°)	161.50	161.50	
Güneş yükseklik açısı (°)	299.40	299.40	
Nadir açısı (°)	13.3	13.3	
Referans yüksekliği (m)	75.8	75.8	
Görüntü boyutu	27595*27316	6899*6829	

3.2 Pansharpening

Çalışma kapsamında yapılacak olan nesne tabanlı (object based) sınıflandırma ve diğer uygulamalar öncesi QB görüntülerine uygulanan önemli adımlardan biri de “pansharpening” işlemidir. Pansharpened görüntülerin en önemli özelliği, hem çok spektrumlu verilerin spektral değerlerini içermesi, hem de pankromatik verilerin sahip olduğu yüksek mekânsal çözünürlüğü korumasıdır. Nesne tabanlı yaklaşımda, yapı, dokular ve spektral bilgiler temel alınmaktadır. Bu nedenle pansharpened görüntüler nesne tabanlı yaklaşımda önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu şekilde pansharpened görüntüdeki mekânsal bilgi ve renk özellikleri “segmentasyon” aşamasında olumlu sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır.

Pansharpening işleminde High Pass Filter (HPF) yöntemi seçilmiştir. Bu yöntem, özellikle kentsel yapıların bulunduğu alanlara ait görüntülerde orijinale en yakın sonucu veren yöntemlerden biridir. Görüntülerin birleştirilmesi, aynı bölgeyi kapsayan, aynı (ya da farklı) algılayıcıya ait, birbirini bütünleyen iki (ya da daha fazla) görüntüden (spektral banttı) daha fazla bilgi elde etmek ve görüntü kalitesini artırmak için kullanılan bir yöntemdir. Uzaktan algılamada görüntü birleştirme işlemi görüntünün görsel yorumlanabilirliğini arttırmada sıklıkla kullanılmaktadır. En yaygın kullanılan görüntü birleştirme teknikleri HPF (High Pass Filter), IHS (Intensity-Hue-Saturation), Brovey dönüşümü, PCA (Principal Component Analysis), DWT (Discrete Wavelet Transformation), GST (Gram Schmidt Transformation), SFIM (Smoothing Filter Based Intensity Modulation), SVR (Synthetic Variable Ratio) ve Ehlers Fusion yöntemleridir.

HPF yönteminde bant ekleme yaklaşımı kullanılarak, hem spektral, hem de mekânsal bilgiler birleştirilmektedir. Bu yöntemde yüksek çözünürlüklü görüntünün kenar bilgisi çıkarılarak düşük çözünürlüklü banda piksel piksel eklenerek, bant ekleme yaklaşımı kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlüklü görüntünün yüksek frekans bileşeni mekânsal bilgiyi taşıdığından yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip görüntüye HPF uygulanır. Çok bantlı görüntü HPF uygulanmış görüntüye örneklenir ve yüksek geçirgenli filtre uygulanmış görüntü çok bantlı görüntüye eklenir.

HPF yöntemi ile “pansharpening” işlemi yapılırken MS görüntü ile pankromatik görüntünün çözünürlük oranı (R) hesaplanmış ve bu çalışmada kullanılacak QuickBird görüntüleri için $R=4$ olarak bulunmuştur. Bu işlem sırasında hücre boyutu (Kernel size) oranı 9×9 olarak seçilmiştir (Çizelge 3.4). Hücre boyutu, HPF yöntemi uygulanırken R oranına bağlı olarak değişen bir değerdir (Çizelge 3.5). Merkez değeri, HPF hücrenin merkez değeridir. Bu değer seçimi R oranına bağlıdır (Çizelge 3.6). Şekil 3.3’te orjinal çok spektrumlu görüntü ve pansharpening işlemi gerçekleştirilmiş görüntü görülmektedir.

Çizelge 3.4 : Kullanılan QuickBird görüntülerinin HPF özellikleri.

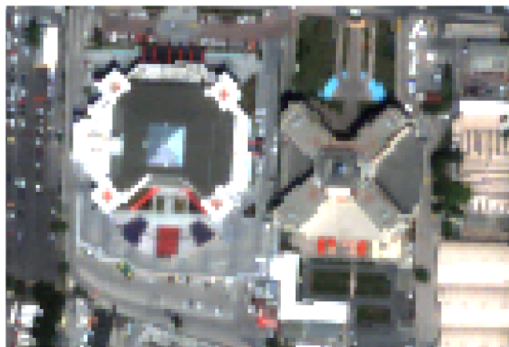
R oranı	Kernel oranı	Merkez oranı	Ağırlık faktörü
4	9×9	80	0.50

Çizelge 3.5 : R değerlerine dayalı Kernel boyutu.

R değeri	Kernel size
$1 < R < 2.5$	5×5
$2.5 \leq R < 3.5$	7×7
$3.5 \leq R < 5.5$	9×9
$5.5 \leq R < 7.5$	11×11
$7.5 \leq R < 9.5$	13×13
$R \geq 9.5$	15×15

Çizelge 3.6 : Kernel boyutundaki orta hücre değerleri.

Kernel değeri	Merkez değeri		
	Varsayılan değerler	Seçeneğe bağlı	
5×5	24	28	32
7×7	48	56	64
9×9	80	93	106
11×11	120	150	180
13×13	168	210	252
15×15	336	392	448



QuickBird MS



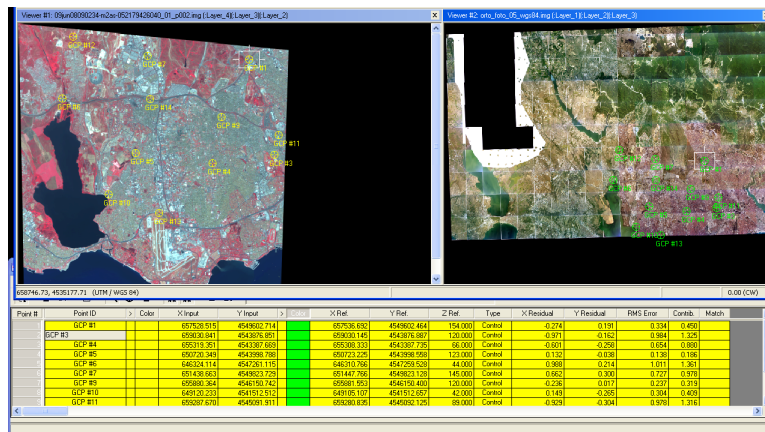
QuickBird Pansharpened

Şekil 3.3 : Bakırköy, İstanbul. 08.06.2009 QuickBird uydu görüntüsü.

3.3 Ortorektifikasyon

Arazi topoğrafyasındaki değişimler ve algılayıcının eğikliği, uydu görüntülerinde distorsiyona neden olmaktadır. Ayrıca görüntü verileri sistematik hatalardan ve uydudan kaynaklanan geometrik hatalardan da etkilenir. Görüntüdeki distorsiyonları giderebilmek için DEM kullanılarak ortorektifikasyon yapılır.

Çalışma kapsamında yapılacak uygulamalar açısından ortorektifikasyon önemli adımlardan birini oluşturmaktadır. Bu nedenle ortorektifikasyon işleminin son derece dikkatli ve doğru yapılması gerekmektedir. Sonuç olarak ortaya çıkacak olan karesel ortalama hatanın (rms) düşüklüğü oranında, diğer verilerin, QuickBird verileri ile çakışma oranı da artacaktır. Ortorektifikasyon işlemi yapılırken yer kontrol noktaları (YKN) 1/5000 ölçekli ortofotolardan seçilmiştir (Şekil 3.4). Ortofotolar ile birlikte 1/25000 ölçeğinde SYM (DEM) kullanılmıştır. Ortorektifikasyon işlemi sonucunda görüntülerin rms oranlarının birbirlerine yakın olduğu görülmektedir (Çizelge 3.7). Ortorektifikasyon işlemi sırasında örnekleme metodu olarak bilineer örnekleme (bilinear resampling) seçilmiştir. Ortorektifikasyon işlemi yapıldıktan sonra görüntülerin analizi, kantitatif olarak rms değerleri ile ve kalitatif olarak da görsel olarak yapılmıştır. Görsel analizlerde yapılan ortorektifikasyon işleminin doğru ve güvenilir olduğu saptanmıştır.



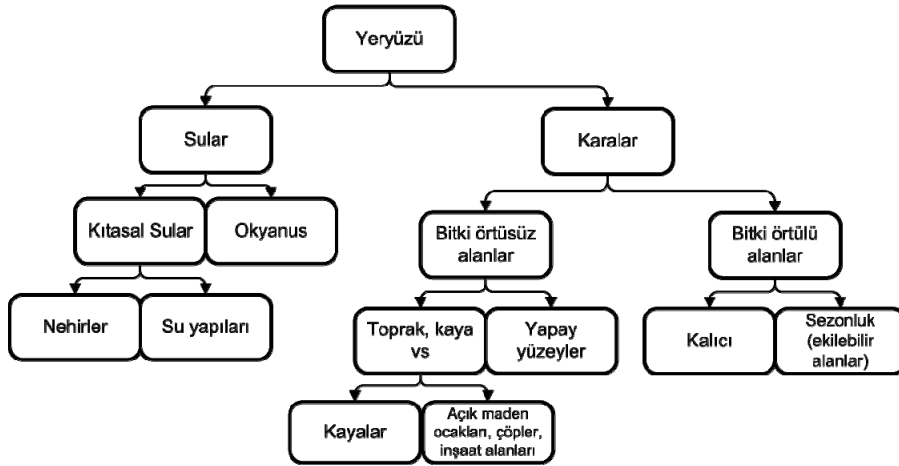
Şekil 3.4 : Erdas Imagine yazılımında ortorektifikasyon ve YKN'ları

Çizelge 3.7 : Ortorektifikasyon sonrasında elde edilen KOH değerleri.

	Karesel Ortalama Hata (KOH)(RMS) (m)	Yer Kontrol Noktası
Çok spektrumlu görüntü (MS)	0.370	12
Pankromatik görüntü (PAN)	0.376	12
Pansharpened görüntü (PS)	0.379	12

4. SINIFLANDIRMA ŞEMALARI

Uzaktan algılama en çok kullanılan görüntü analizlerinden olan sınıflandırma işlemi çeşitli amaçlar için yapılmaktadır. Bu amaçlar çalışmanın çeşitine, elde edilmek istenen sonuca, uydu görüntüsünün çözünürlüğüne ve diğer etmenlere göre değişiklik göstermektedir. Bu amaçlar doğrultusunda kullanılacak sınıflandırma őemalarıda çeşitlenmektedir. ıkarılmak istenen özelliklerin sınıflandırmaya başlamadan önce belirlenmesi gerekmektedir, böylece bu şekilde bir bilgi havuzu oluşturulacak, yöntemler ise bu özelliklerin çıkarımına uygun şekilde seçilecektir. Arazi kullanımı sınıflandırma şemasının geliştirilmesindeki genel teorik şema yapısı şekil 4.1’de görülmektedir. şehir planlama, vejetasyon analizi vb gibi birçok uygulama için sınıflandırma işlemi gerçekleştirilebilir. Dünya üzerinde standart diyebileceğimiz birçok sınıflandırma şeması bulunmaktadır. Bu őemalar arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritalanmasında baz alınarak birlikte çalışabilirliği güçlendiren sonuçlar üretebilmektedir. Bu bölümde dünya üzerinde çok kullanılan dört adet sınıflandırma şeması ayrıntılarıyla anlatılacaktır ve çalışma kapsamın kullanılan özel şema ayrıntılandırılacaktır. n-tanımlı bu őemalar genel olarak çeşitli ölçek seviyelerinde üretilmektedir. 1. Seviye genel olarak arazi örtüsünü temsil ederken aşağı seviyelere inildiğinde arazi kullanımı üzerine temel kabul edilen arazi örtü tipleri görülebilmektedir. Ayrıca geliştirilen bu sınıflandırma şemaları ile birlikte her sınıf için bazı renk kodu değerleride verilmetkedir (RGB – Red/Green/Blue). Uluslararası standarttaki bu renk kodu değerleri kullanılarak üretilen tematik haritalarda anlaşılabilirlik arttırılabilmektedir.



Şekil 4.1 : Arazi kullanımı sınıflandırma şemalarının genel teorik şema yapısı (CORINE Guide, 2000)

Ayrıca sınıflandırma şemalarının ayrılmaz şekilde bağlı olduğu 4 temel özellik vardır;

1. Ölçek
2. Temsile konu olan en küçük özelliğin boyutu
3. Kullanılan verinin özellikleri (bu çalışmada uydu görüntüsü)
4. Sınıflandırma şemasının yapısı ve sahip olduğu sınıf sayısı

Kullanılan uydu görüntüsünün yetenekleri ve üretebileceği çözünürlük tüm sonuçları etkileyecek niteliktedir ve bu sebeple önem arz etmektedir. Ayrıca çalışmanın amacına bağlı olarak temsile konu olacak nesne boyutlarında şemanın seviye yapısını etkilemektedir.

4.1 CORINE (Coordination Of INformation on the Environment)

1985 yılında Avrupa Konseyi tarafından çevresel ve doğal kaynaklar hakkında bilgi toplama ve koordinasyon amacıyla üye ülkeler ve uluslararası seviyede kullanılması amaçlanarak başlatılan bir projedir. Üye ülkelerin öncelikleri göz önüne alınarak üretilmiştir fakat sonrasında Avrupa Birliği'ne üye olmayan birçok ülke geliştirilen sistemi kullanmıştır.

Geliştirilecek sınıflandırma şemasının karar vericilerin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde hızlı ve anlaşılabilir sonuç üretmesi gerekmektedir. Büyük ölçeklerde geliştirilen CORINE sınıflandırması için karar verme tablosu aşağıda görülmektedir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 : Harita ölçeği ve ilgili olduğu özellikler (CORINE Guide, 2000)

Ölçek	Özellik	Kararın türü
1 : 1000000	Arazi kullanımındaki uzun süreli trendler	Ulusal planlar ve temel kalkınma programlarının hazırlanmasında için genel fikir verici
	Arazi kullanımı özelliklerinin uluslararası düzeyde karşılaştırılması	
1 : 100000	Çevre uygulamalarının ulusal düzeyde programlanması	Ulusal bazda alınan kararların uygulanıp uygulanmadığının takibi
	Temel sorunlu alanların belirlenmesi	
	Hangi alanların korunacağını belirlenmesi	
1 : 25000	Bölgesel arazi kullanımının belirlenmesi	Bölgesel yönetim
	Hassas bölgelerin analizi	

Haritada gösterilecek en küçük birim boyutu 25 hektar, ölçek ise 1 : 100000 olarak belirlenmiştir. Temel olarak üç aşama içeren bir sınıflandırma şeması kullanılmaktadır (Çizelge 4.2)

Çizelge 4.2 : CORINE Sınıflandırma şeması sınıfları ve renk kodları

1. Aşama	2. Aşama	3. Aşama	Kodu	1. Aşama İsmi	2. Aşama İsmi	3. Aşama İsmi	RGB Kodu	Renk
1	1	1	111	Artificial surfaces	Urban fabric	Continuous urban fabric	230-000-077	
1	1	2	112	Artificial surfaces	Urban fabric	Discontinuous urban fabric	255-000-000	
1	2	1	121	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Industrial or commercial units	204-077-242	
1	2	2	122	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Road and rail networks and associated land	204-000-000	
1	2	3	123	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Port areas	230-204-204	
1	2	4	124	Artificial surfaces	Industrial, commercial and transport units	Airports	230-204-230	
1	3	1	131	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Mineral extraction sites	166-000-204	
1	3	2	132	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Dump sites	166-077-000	
1	3	3	133	Artificial surfaces	Mine, dump and construction sites	Construction sites	255-077-255	
1	4	1	141	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Green urban areas	255-166-255	
1	4	2	142	Artificial surfaces	Artificial, non-agricultural vegetated areas	Sport and leisure facilities	255-230-255	
2	1	1	211	Agricultural areas	Arable land	Non-irrigated arable land	255-255-168	
2	1	2	212	Agricultural areas	Arable land	Permanently irrigated land	255-255-000	
2	1	3	213	Agricultural areas	Arable land	Rice fields	230-230-000	
2	2	1	221	Agricultural areas	Permanent crops	Vineyards	230-128-000	
2	2	2	222	Agricultural areas	Permanent crops	Fruit trees and berry plantations	242-166-077	
2	2	3	223	Agricultural areas	Permanent crops	Olive groves	230-166-000	
2	3	1	231	Agricultural areas	Pastures	Pastures	230-230-077	
2	4	1	241	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Annual crops associated with permanent crops	255-230-166	
2	4	2	242	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Complex cultivation patterns	255-230-077	
2	4	3	243	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation	230-204-077	
2	4	4	244	Agricultural areas	Heterogeneous agricultural areas	Agro-forestry areas	242-204-166	
3	1	1	311	Forest and semi natural areas	Forests	Broad-leaved forest	128-255-000	
3	1	2	312	Forest and semi natural areas	Forests	Coniferous forest	000-166-000	
3	1	3	313	Forest and semi natural areas	Forests	Mixed forest	077-255-000	
3	2	1	321	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Natural grasslands	204-242-077	
3	2	2	322	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Moors and heathland	166-255-128	
3	2	3	323	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Sclerophyllous vegetation	166-230-077	
3	2	4	324	Forest and semi natural areas	Scrub and/or herbaceous vegetation associations	Transitional woodland-shrub	166-242-000	
3	3	1	331	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Beaches, dunes, sands	230-230-230	
3	3	2	332	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Bare rocks	204-204-204	
3	3	3	333	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Sparsely vegetated areas	204-255-204	
3	3	4	334	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Burnt areas	000-000-000	
3	3	5	335	Forest and semi natural areas	Open spaces with little or no vegetation	Glaciers and perpetual snow	166-230-204	
4	1	1	411	Wetlands	Inland wetlands	Inland marshes	166-166-255	
4	1	2	412	Wetlands	Inland wetlands	Peat bogs	077-077-255	
4	2	1	421	Wetlands	Maritime wetlands	Salt marshes	204-204-255	
4	2	2	422	Wetlands	Maritime wetlands	Salines	230-230-255	
4	2	3	423	Wetlands	Maritime wetlands	Intertidal flats	166-166-230	
5	1	1	511	Water bodies	Inland waters	Water courses	000-204-242	
5	1	2	512	Water bodies	Inland waters	Water bodies	128-242-230	
5	2	1	521	Water bodies	Marine waters	Coastal lagoons	000-255-166	
5	2	2	522	Water bodies	Marine waters	Estuaries	166-255-230	
5	2	3	523	Water bodies	Marine waters	Sea and ocean	230-242-255	
9	9	9	999	NODATA	NODATA	NODATA		

Buna göre;

1. aşamada: 5 sınıf
2. aşamada: 15 sınıf
3. aşamada: 44 sınıf içermektedir.

Ayrıca CORINE sınıflandırma programının Türkiye’de uygulanması amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından dönüşüm tabloları hazırlanmıştır.

4.2 USGS (United States Geological Survey) Arazi Örtüsü Enstitüsü (LCI)

U.S. Geological Survey tarafından geliştirilen bu sınıflandırma şeması Standart Land Use Coding (SLUC) gibi insan ve aktiviteleri üzerine geliştirelen sınıflandırma araçlarından farklı olarak kaynaklar üzerine geliştirilmiştir. Sistem temel olarak 9 temel sınıftan oluşmaktadır. Bu sistem uluslararası kullanıma uygun olarak ve birçok ölçek ve çözünürlükte çalışması için esnek olarak tasarlanmıştır (Ghosh ve Chandra, 2006).

USGS sınıflandırma şemasının 1. Ve 2. Aşama sınıfları Çizelge 4.3'te gösterilmiştir (Anderson, 1976).

Çizelge 4.3 : USGS Sınıflandırma şeması 1 ve 2 aşama sınıfları

Level I		Level II
1 Urban or Built-up Land	11 12 13 14 15 16 17	Residential. Commercial and Services. Industrial. Transportation, Communications, and Utilities. Industrial and Commercial Complexes. Mixed Urban or Built-up Land. Other Urban or Built-up Land.
2 Agricultural Land	21 22 23 24	Cropland and Pasture. Orchards, Groves, Vineyards, Nurseries, and Ornamental Horticultural Areas. Confined Feeding Operations. Other Agricultural Land.
3 Rangeland	31 32 33	Herbaceous Rangeland. Shrub and Brush Rangeland. Mixed Rangeland.
4 Forest Land	41 42 43	Deciduous Forest Land. Evergreen Forest Land. Mixed Forest Land.
5 Water	51 52 53 54	Streams and Canals. Lakes. Reservoirs. Bays and Estuaries.
6 Wetland	61 62	Forested Wetland. Nonforested Wetland.
7 Barren Land	71 72 73 74 75 76 77	Dry Salt Flats. Beaches. Sandy Areas other than Beaches. Bare Exposed Rock. Strip Mines, Quarries, and Gravel Pits. Transitional Areas. Mixed Barren Land.
8 Tundra	81 82 83 84 85	Shrub and Brush Tundra. Herbaceous Tundra. Bare Ground Tundra. Wet Tundra. Mixed Tundra.
9 Perennial Snow or Ice	91 92	Perennial Snowfields. Glaciers.

4.3 GSE Arazi Bilgi Servisi Sınıflandırma Şeması (GSE Land Cover)

GSE Arazi Bilgi Servisi Avrupa'da Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından desteklenen bir projedir. Bu proje büyük alanlar için birçok arazi uygulamasında kullanılabilecek yersel bilgiyi üretmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla geliştirdikleri Urban Atlas sistemine 1 : 10000 ölçeğinde ve haritada gösterilen en küçük özelliğin 0.25 hektar olduğu bir sistem geliştirmişlerdir (Garzon, 2006).

Bu sistemde kullanılan sınıflandırma şeması Çizelge 4.4'te görülmektedir.

Çizelge 4.4 : GSE land cover sınıflandırma şeması

Aşama - Kodu	Sınıf İsmi	Aşama - Kodu	Sınıf İsmi
1	Artificial surfaces	2	Agricultural Areas
1.1	Urban fabric	2.1	Arable land
1.1.1	Continuous Urban fabric	2.2	Permanent crops
1.1.1.1	Residential continuous dense urban fabric	2.3	Pasture
1.1.1.2	Informal continuous dense settlement	2.4	Heterogeneous agricultural areas
1.1.2	Discontinuous urban fabric	3	Forests and semi-natural areas
1.1.2.1	Residential discontinuous dense urban fabric	3.1	Forests
1.1.2.2	Residential discontinuous medium dense urban fabric	3.2	Shrubs and / or herbaceous vegetation
1.1.2.3	Residential discontinuous sparse urban fabric	3.3	Permanently non-vegetated areas
1.1.2.4	Residential urban blocks	4	Wetlands
1.1.2.5	Informal discontinuous dense residential structures	4.1	Inland wetlands
1.1.2.6	Informal discontinuous sparse residential structures	4.2	Coastal wetlands
1.2	Industrial, commercial and transport units	5	Water
1.2.1	Industrial, commercial, public and private units	5.1	Inland waters
1.2.1.1	Industrial areas	5.2	Marine waters
1.2.1.2	Commercial areas		
1.2.1.3	Public, military and private services not related to the transport system		
1.2.2	Road and rail network and associated land		
1.2.2.1	Fast transit roads and associated land		
1.2.2.2	Other roads and associated land		
1.2.2.3	Railways and associated land		
1.2.3	Port areas		
1.2.4	Airports		
1.3	Mine, dump and construction sites		
1.3.1	Mineral extraction sites		
1.3.2	Dump Sites		
1.3.3	Construction sites		
1.3.4	Land without current use		
1.4	Artificial non-agricultural vegetated areas		
1.4.1	Green urban areas		
1.4.2	Sports and leisure facilities		

4.4 Michigan Üniversitesi Sınıflandırma Sistemi

Bu sınıflandırma şeması Michigan Üniversitesi Coğrafya Bölümü, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama departmanı tarafından geliştirilmiştir. Michigan Arazi Örtüsü/Kullanımı sınıflandırma sistemi U.S. Geological Survey tarafından geliştirilen ulusal sisteme benzemektedir. Bu sistem çok seviyeli ve hiyerarşik bir şekilde Michigan Arazi Örtüsü/Kullanımı sistemini yaklaşık olarak 500 ayrı kategoride gruplandırır. Urban ve Built- Up sınıflarının 4. Ve 5. Kategorilerinde Standart Land Use Coding Manual (American Planning Association's Land-Based Classification Standards) ve Standart Endüstriyel Kod Sınıflandırması (North American Industry Classification System) sistemleri mümkün olduğu seviyede kullanılmıştır (Lusch, ve diğerleri., 2010).

Bu sistemde haritaya temsil olan en küçük alan 4000m² dir. Ayrıca 30 metrenin altındaki özellikler haritada temsile konu olmamaktadır. 1. Aşamada toplam 7 kategori bulundurmaktadır. 7 kategori yapısal özellikler üzerinden yaklaşık 500 sınıfa bölünmüştür. Michigan Üniversitesi tarafından geliştirilen bu sistem en kapsamlı sınıflandırma şemalarından biridir.

- 1.Urban & Built Up
- 2.Agricultural Land
- 3.Grass and Shrub Lands
- 4.Forest Land
- 5.Water
- 6.Wetlands
- 7.Barren

5. NESNE TABANLI SINIFLANDIRMA

Görüntü yorumlama elemanları Şekil 5.1’de verilmektedir. Bu şekil üzerinde pikseller adım adım önce bireysel sonra gruplar halinde ele alındığında piksellerin renk ve tonlaması, piksel boyutlarının boyutu, şekili ve dokusu beraberinde konum ve birlikteliği zamansal çözünürlükle birlikte görüntü yorumlamanın temel elemanlarını oluşturmaktadır. Piksel tabanlı sınıflandırma ele alındığında piksellerin renk yansıtım özellikleri temel alınarak bazı analizler yapılmaktadır. Bu durum nesne tabanlı sınıflandırmada piksellerin gruplandırılması ile oluşturulan objeler ile piksel gruplarının birçok özelliğinin analiz edilmesini sağlamaktadır. Pikseller gruplandırıldığında boyut, şekil, doku gibi özellikleri üzerinden analizler yapılabilmektedir. Ayrıca nesne tabanlı görüntü işleme yazılımlarının da sağladığı avantajlar ile birlikte objelerin birbirine olan konumu ve birlikteliği gibi özelliklerde sorgulanabilmektedir. Bu da uzaktan algılamada en önemli analizlerden olan sınıflandırma işleminin yapılması sırasında kullanıcıya birçok avantaj sağlamaktadır. Genel spektral faktörlerin yanısıra doku, şekil ve birliktelik gibi özelliklerin uydu görüntüleri üzerindeki tematik obje grupları üzerinden sorgulanması uzaktan algılama uygulamalarında büyük bir gelişime neden olmuştur. Ormancılıktan, kentsel gelişime birçok alanda yapılan uygulamalar için nesne tabanlı görüntü analizleri anlamlı ve başarılı sonuçlar vermektedir.



Şekil 5.1 : Görüntü yorumlamanın elemanları (Elements of photointerpretation)
(Chandra ve Ghosh'tan uyarlanmıştır, 2007)

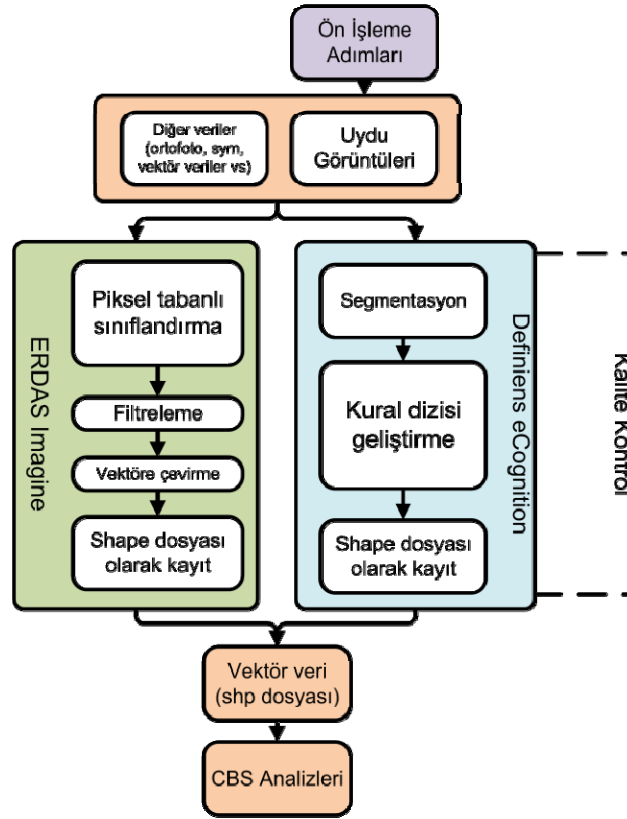
Jacquin ve diğerkleri 2008 yılında yaptıkları “kentsel gelişimin haritalanmasında nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi” çalışmasında yarı-otomatik nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin kentsel yayılımın izlenmesinde iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir. Bu noktada kullanıcıların nesne tabanlı yöntemle olan yatkınlıkları ve kullanılan verinin kaliteside önemlidir. Kentsel gelişim için potansiyel açık alanların belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin kullanılması başarılı sonuçlar vermiştir. Çalışmanın amacı kentsel gelişimin belirlenmesi olduğundan bu çalışmada tesbite konu olan en küçük obje, binalardır. Binalar arasında küçük boş alanlar da yapı bloğunun bir parçası olarak gösterilebilir. Açık alanların belirlenmesinde tespit edilen boş alanların etrafındaki yapılaşmaya ya da bitki örtüsü özelliklerindeki incelenmesi gerekmektedir. Bu sebeple nesne tabanlı yöntem bu tip analizler için tercih edilmiştir.

Günümüzde uydu görüntülerinin ulaştığı yüksek çözünürlük ile birlikte görüntülerden detay çıkarımı başarısı da artmaktadır. Yüksek çözünürlüklü piksel grupları spektral özellikleri ile birleştirilerek nesne tabanlı görüntü analizlerinde kullanıldığında ayrıntılı analizlere izin vermektedir. Çalışmada kullanılan QB görüntüsü 0.6 metrelik çözünürlüğü ile birçok arazi kullanımı detayının haritalanmasında 1:6000 ölçeğine yakın sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca nesne tabanlı görüntü analizi yazılımlarındaki gelişmeler gün geçtikçe artmakta ve yapılabilecek analizlerin sayısı da buna paralel olarak artmaktadır. Ayrıca kullanıcılar bu tip yazılımları sahip oldukları programlama becerilerini kullanarak yeni özellikler ekleyebilmektedir. Nesne tabanlı görüntü analizi yazılımlarında tekel konumuna oturan Definiens Developer yazılımı geniş bir yelpazede çeşitli analizleri kullanıcıya hazır olarak sunmaktadır ve sahip olduğu birlikte çalışılabilirlik özellikleri ile kullanım açısından olumlu sonuçlar vermektedir. Kural dizisi özelliği ile yapılacak işlem aşamalarının kayıt altında tutulması ve parametrelerin düzenlenebilmesi beraberinde kullanıcıya sınıflandırma süresince geri dönüşlerde ve oluşan hataları gidermede yardımcı olmaktadır. Ayrıca yazılımın sahip olduğu NN sınıflandırma yöntemi seçilen örnek alanlardaki ortalama yansıtım değerleri ile objeleri sınıflandırarak piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımına benzer bir şekilde hızlı ve başarılı sonuçlar üretebilmektedir.

Piksel tabanlı sınıflandırma birim olarak pikselleri kullanırken, nesne tabanlı sınıflandırma birim olarak piksel gruplarından oluşan segmentleri kullanmaktadır.

Böylece yazılımın ilgilendiği birim sayısı azalmaktadır. 1000*1000 piksellik bir uydu görüntüsü içerisinde veri barındıran 1000000 piksele sahip olmasına rağmen bu pikseller segmentasyon aşamasından sonra birleşerek kullanılan ölçeğe göre çok daha az sayıda anlamlı segmente dönüşür. Bu aşamada da segmentasyonun önemi gündeme gelmektedir. Segmentasyon aşamasındaki başarı sınıflandırma sonucundaki başarı ile birebir bağlantılıdır. Segmentlerin içerisindeki başka sınıflara ait pikseller sınıflandırma doğruluğunu düşürecek niteliktedir. Bu sorunların önüne geçilmesi için orijinale en yakın uydu görüntüsünü kullanmak faydalı olacaktır. Ayrıca segmentasyon parametrelerini belirlenmesinde yapılan test sonuçlarına göre yapılacak istatistiksel yorumlamalar daha başarılı segmentasyon sonuçları elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

Nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemleri farklı uydular üzerinde karşılaştıran birçok çalışma (Kalkan 2010; Oruç v.d. 2007; Qian v.d. 2007) nesne tabanlı sınıflandırmanın daha başarılı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Uzaktan algılama analizlerinde en çok kullanılan yazılım olan Erdas Imagine ve en çok kullanılan nesne tabanlı görüntü işleme yazılımı Definiens arasındaki sınıflandırma işlem adımları karşılaştırması Şekil 5.2’de görülmektedir. Piksel tabanlı sınıflandırmada en önemli bölüm olan örnekleme gibi nesne tabanlı sınıflandırma da ise kural dizisinin oluşturulması uzun ve zorlu bir süreçtir. Vektöre çevirme ve bunun gibi diğer işlemler Definiens yazılımı ile daha kolay bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Definiens yazılımı ayrıca ek bazı veri katmanları ile birlikte çalışarak (SYM, LIDAR, Vektör harita) detay çıkarımı doğruluğunu artırmaktadır.

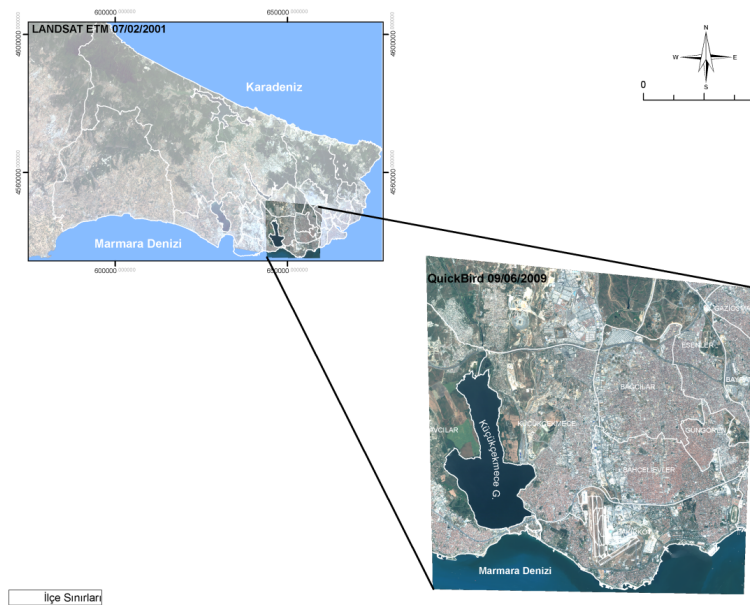


Şekil 5.2 : ERDAS Imagine ve Definiens yazılımları arasındaki işlem akışı farkı (Ohlhof'dan uyarlanmıştır 2006)

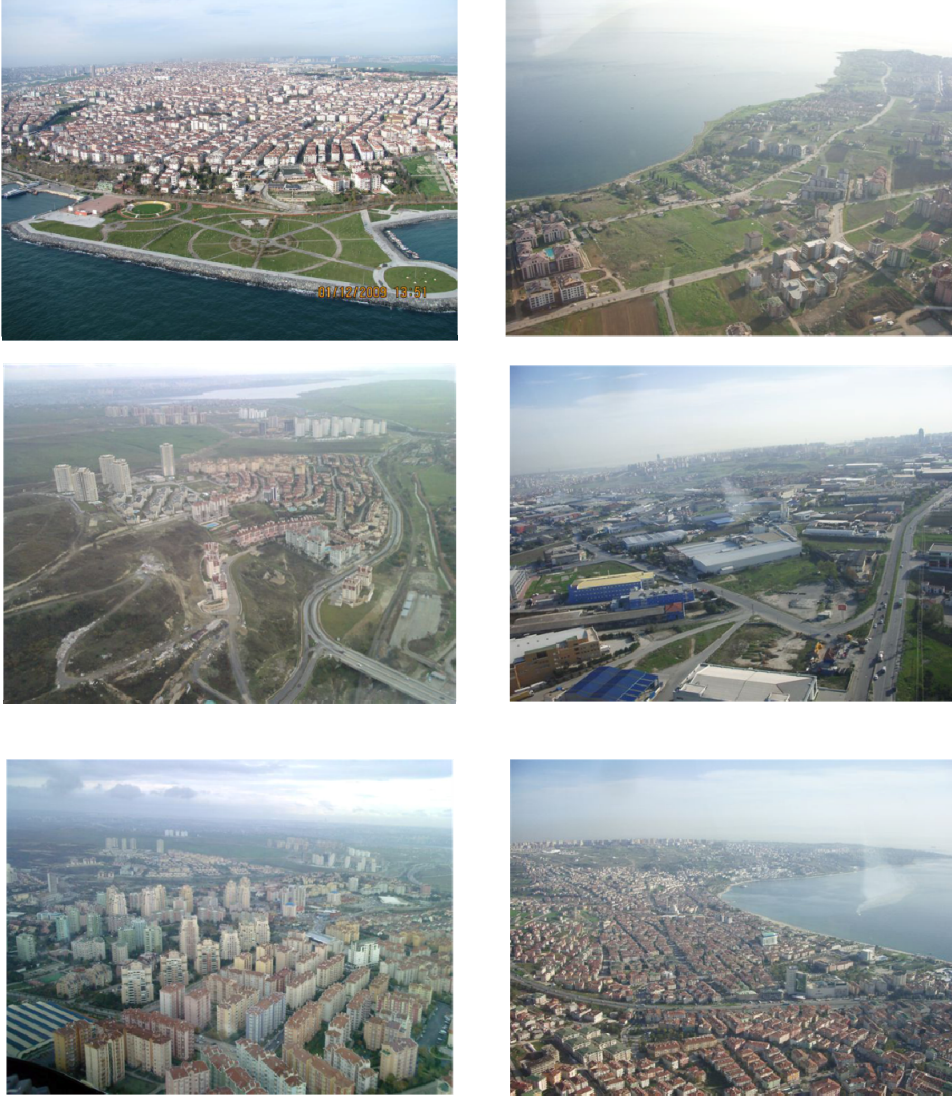
6. UYGULAMA

6.1 Çalışma Alanı

Kentsel gelişim için açık alanların belirlenmesinde test alanı olarak kullanılacak olan bölgenin seçimi için öncelikle seçilecek bölgenin tarihsel süreçteki gelişimi, şehirleşme oranı ve transfer edilebilir bir yapının kurulmasına zemin hazırlayacak şekilde birçok arazi örtüsü özelliğini içerisinde barındırması göz önüne alınmıştır. Çalışma alanı olarak İstanbul'un Avrupa yakasında göller arası denilen bölgede Küçükçekmece gölü ve etrafındaki birkaç ilçe çalışma alanı olarak seçilmiştir (Şekil 6.1). Bu kapsamda seçilen çalışma alanı Küçükçekmece, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Esenler, Güngören ve Başakşehir'i kapsamaktadır. Bu küçük bölge birçok ilçeye ayrılmıştır. Bu ayırma sebep olarak bölgedeki yerleşim yoğunluğu gösterilebilir, son yıllarda birçok toplu konut projesi bu bölgede yoğunlaşmış ve bölgedeki nüfus oranı yıllar geçtikçe artmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda açık alanların tesbiti ve sonrasında değerlendirilmesi açısından bu bölgede önemli örnekler bulunmaktadır. İstanbul çalışma alanı çok spektrumlu görüntüsü 6747*6958 pikseldir. İstanbul çalışma alanına ait uçaktan çekilmiş fotoğraflar Şekil 6.2'de verilmektedir.

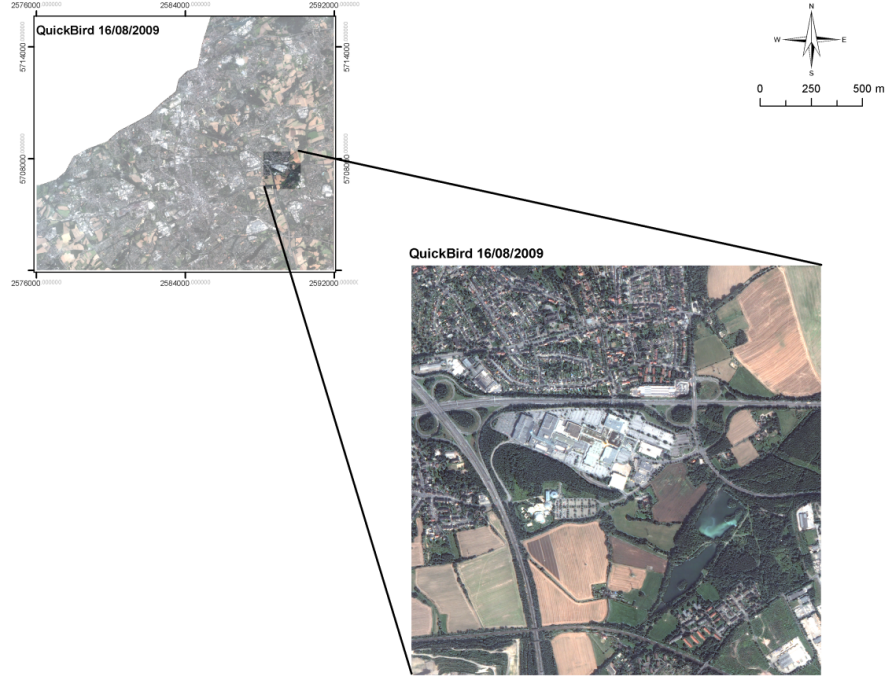


Şekil 6.1 : İstanbul çalışma alanının İstanbul coğrafyası üzerindeki konumu



Şekil 6.2 : İstanbul çalışma alanına ait uçaktan çekilmiş görüntüler (08.11.2009)

TÜBİTAK ve Alman Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Inten-C projeleri kapsamında desteklenen “Gaining Additional Urban Space” projesinin bir parçası olan bu tez kapsamından kural dizilerinin geliştirilmesi için kullanılan İstanbul çalışma alanı görüntülerinin yanı sıra transfer edilebilir yapının test edilmesi için Almanya’nın Bochum şehrine ait yakın tarihli QB görüntüsünün bazı bölümleri geliştirilen kural dizisinin test edilmesi için kullanılmıştır. Bu bölgelerin seçiminde arazi örtüsü kural dizisi içerisinde mevcut olan tematik sınıfları içermesine dikkat edilmiştir. Çalışma alanları seçilirken tüm sınıfları içerecek test bölgeleri seçilmiştir. Bochum çalışma alanının il üzerindeki konumu Şekil 6.3’te görülmektedir. Bochum çalışma alanı için belirlenen test alanının pansharpened görüntüsü 3341*3341 pikseldir.



Şekil 6.3 : Bochum çalışma alanının Bochum coğrafyası üzerindeki konumu

6.2 Kullanılan Yazılım ve Donanım

Son yıllarda yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin elde edilebilir hale gelmesiyle birlikte piksel tabanlı sınıflandırma yönteminin bazı alanlarda kısıtlamalara neden olduğu görülmüştür. Yüksek mekansal çözünürlüğe sahip görüntülerin genellikle 4 bantlı görüntüler olması da piksel tabanlı sınıflandırmada bir handikap olarak ortaya çıkmaktadır. En güncel yüksek çözünürlüklü uydu olan WorldView 2 uydusunun 8 spektral bantlı (Blue, Green, Red, Nir-1, Nir-2, Coastal, Yellow, Red edge) yapısıyla bu sorunların çözümünde olumlu sonuçlar üretecek bir uydu görüntüsü olduğu görülmektedir. Son 10 yıl içerisinde gelişim gösteren nesne tabanlı görüntü analizleri yüksek çözünürlüklü görüntüler ile kullanıldığında piksel tabanlı sınıflandırmaya göre daha başarılı sonuçlar alınabilmektedir. Bu kapsamda ilk yıllarda görüntü işleme yazılımı olarak piyasaya sürülen sonraki yıllarda ise mekansal görüntü işleme uygulamalarında sık kullanılması ile bu zemine kayan Trimble firmasına ait Definiens eCognition yazılımı hali hazırda en gelişmiş özelliklere sahip en popüler mekansal görüntü işleme yazılımıdır.

Bu çalışma kapsamında nesne tabanlı görüntü analizleri Definiens Developer 8 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Yazılım genel olarak görüntü işleme yazılımı olsada son yıllarda git gide bir mekânsal görüntü işleme yazılımına dönüşmüştür. Yazılım

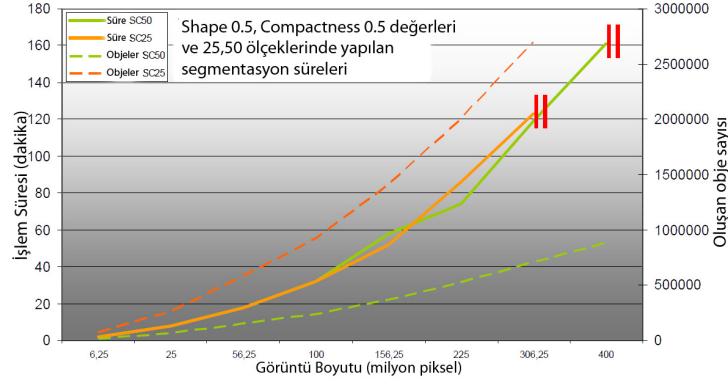
içerindeki menüler, ön-tanımlı fonksiyonlar ve dışa aktarım (export) seçenekleri bu şekilde gelişmiştir.

Yazılımın ilk versiyonu olan Definiens eCognition 4 versiyonunda basit nesne tabanlı üyelik fonksiyonları, sınıf hiyerarşisi ile tanımlanan bulanık mantık algoritmaları ve piksel tabanlı sınıflandırma yaklaşımı ile çalışan en yakın komşuluk sınıflandırıcısı (nearest neighbour classifier) özellikleri bulunmaktadır. 5. Versiyona gelindiğinde artık kullanıcılar eşik değerleri belirleyebilmekte, çalışmada yaptıkları işlemleri adım adım görebildikleri bir işlem ağacı (process tree) oluşturabilmektedirler. Definiens Professional diye adlandırılan bu versiyon ile görüntü üzerinden isteğinize göre özellik ayırt edebilmeniz mümkün olmaktadır. Ön-tanımlı fonksiyonların ötesinde kullanıcı kendi istediği özellikleri ayırt etmek için düzenlenebilen özellikleri (customized features) programa kodlayabilmektedir (NDVI, DDVI, red/blue vb). Definiens Developer olarak adlandırılan 7. Versiyona gelindiğinde ise yazılım büyük bir adım atlayarak kural dizisi (rule set) oluşturma yaklaşımına dayanan bir yöntemle sınıflandırmanın kolay ve esnek bir yapıya geçişini sağlamaktadır. Böyle kullanıcı adım adım işlemleri kural dizisine girebilmekte istediği aşamada değerleri değiştirerek haritaları güncelleyebilmektedir, böylece zaman kazancı ve esnek bir yapı elde edilebilir. Ayrıca yazılım bir çok altbaşlıkta ön-tanımlı olarak kullanıcıya sunulan 79 adet algoritma ile kural dizisi programlama (rule set programming) açısından kolaylık sunmaktadır. Bu algoritmalar segmentasyon, sınıflandırma, değişken operasyonları, yeniden şekillendirme (reshaping), örnek operasyonları, tematik katman operasyonları ve dışa aktarma (export) operasyonları olarak gruplandırılabilir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4 : Definiens Developer 8 yazılımının sahip olduğu fonksiyonlar

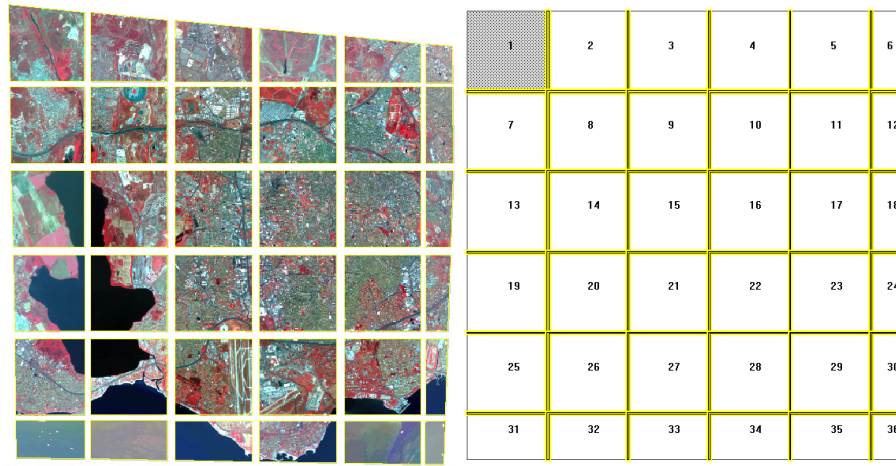
Nesne tabanlı görüntü analizleri için en gelişmiş yazılım olmasına rağmen, çok bantlı yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin bu tip görüntü işleme yazılımlarında analiz edilmesi çok uzun süreler ve güçlü bilgisayar donanımı gerektirmektedir. 0.5 şekil değeri ve 0.5 compactness sabit değeri ile 25 ve 50 ölçeklerinde değişik boyutta görüntüler ile yapılan segmentasyon işlemlerinin süreleri ve oluşan obje sayıları Şekil 4.9’da görülmektedir. Şekil 6.5’te görüldüğü gibi yazılım 400 milyon piksellik bir görüntüden sonrası için 50 ölçeğinde bu işlemi gerçekleştirememektedir. Çalışma kapsamında kullanılan Quickbird pansharpened görüntüsü $27000 \times 27000 = 729000000$ piksellik bir görüntüdür. Bu görüntünün Definiens yazılımı ile çalışma için belirlenen 30 ölçeğinde sınıflandırma işlemini gerçekleştirmesi mümkün değildir.



Şekil 6.5 : Definiens yazılımında segmentasyon kısıtlamaları (Willhauck, 2009)

eCognition'daki bellek kısıtlamalarının bir sonucu olarak 32 bit bir işlemcide çalışan eCognition yazılımında geliştirilen kural dizisinin optimum çalışması için yaklaşık 35 milyon piksellik bir görüntü kesiti gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilen transfer edilebilir kural dizisi dosyasının tüm görüntüye uygulanması için pankromatik ve pansharpened görüntülerde 6000*6000 piksellik görüntü subsetleri oluşturulmuştur. Bu işlem sırasında her subset birbiri ile 100*100 piksel oranında örtüşmektedir. Aynı işlem çok spektrumlu görüntü için 1500*1500 piksellik kesitler ve 25*25 oranındaki örtüşme oranları ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 6.6). Böylece yapılacak merge (birleştirme) işleminde oluşacak sorunlarda giderilmiş olacaktır.

Bu işlem için Erdas Imagine görüntü işleme yazılımındaki “Dice Image” menüsü kullanılmıştır.



Şekil 6.6 : Erdas Imagine yazılımında görüntülerin kesilmesi

Definiens eCognition 8 yazılımının optimum şartlarda çalışması için gereken sistem gereksinimleri ve kullanılan donanım Çizelge 6.1 de görülmektedir.

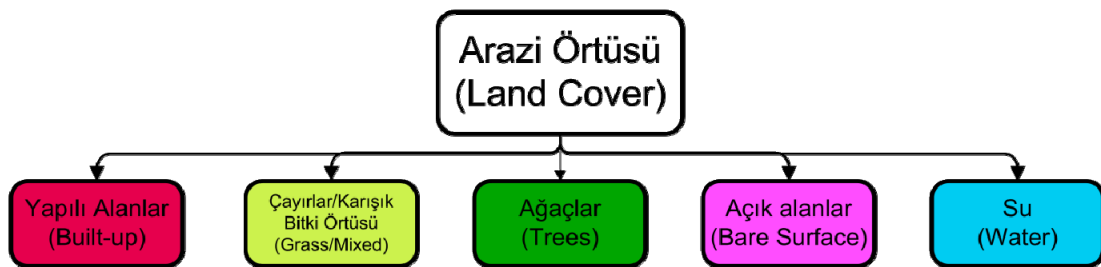
Çizelge 6.1 : Definiens yazılımı için donanım gereksinimleri

Önerilen Donanım Gereksinimleri	Kullanılan Donanım
Intel® Dual Core veya eşdeğeri işlemci	Intel® Core 2 Quad işlemci
NVIDIA yada ATI OpenGL grafik kartı	NVIDIA Geforce 9800 GT grafik kartı
4 GB RAM	4 GB RAM
200 GB boş harddisk alanı	1000 GB boş harddisk alanı
1600 x 1200 çözünürlüklü ekran	1440*900 çözünürlüklü ekran
Windows işletim sistemi	Windows XP işletim sistemi

Nesne tabanlı görüntü analizleri için kullanılan Definiens Developer yazılımının yanı sıra, uydu görüntülerinin ön-işleme adımlarında Erdas Imagine 9.1 yazılımı kullanılmıştır. Haritaların hazırlanması, vektör verilerin birleştirilmesi gibi işlemler ise yaygın CBS yazılımlarından ArcGIS 9.3 ile gerçekleştirilmiştir.

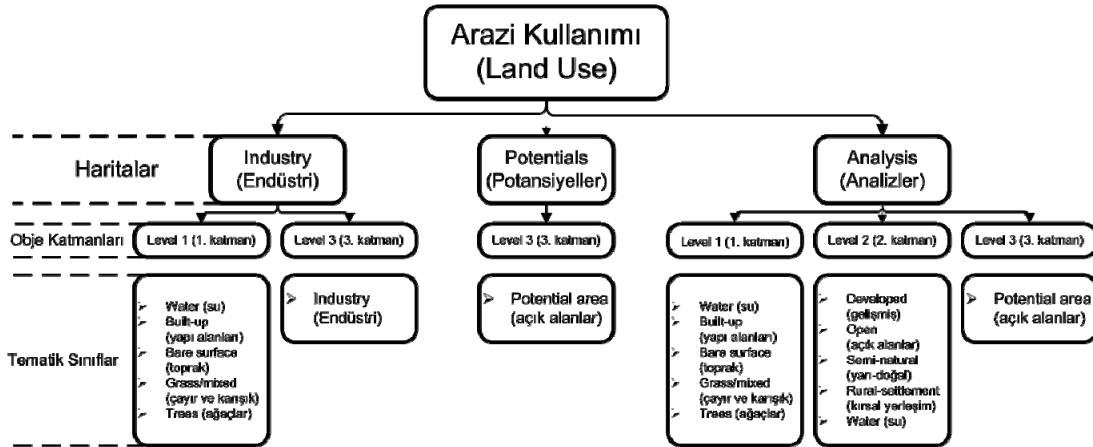
6.3 Uygulanan Arazi Örtüsü / Kullanımı Şeması

Kentsel planlama açık alanların belirlenmesinde birçok bölgeye uygulanabilen transfer edilebilir bir kural dizisi geliştirmeyi hedefleyen bu çalışmada, çalışmanın gereksinimlerine göre ve transfer edilebilirliği korumak amacıyla optimum sayıda sınıf seçilerek arazi örtüsü sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Bu kısımda sınıf sayısı mümkün olduğu kadar az sayıda tutulmaya çalışılmıştır. Bu sayede transfer edilebilir yapı korunabilir aksi taktirde sınıf sayısı ve istenilen özellik artırıldığında transfer edilebilirlik seviyesi azalış gösterecektir. Ayrıca arazi örtüsü sınıflandırması sonucu alınan vektör sonuç haritası arazi kullanımı analizleri aşamasında ek katman (additional layer) olarak kullanılmaktadır. Bu noktalar göz önüne alınarak 5 sınıftan oluşan sınıflandırma şeması çalışma kapsamında kullanılmıştır (Şekil 6.7). Yapılı alanlar sınıfında tüm endüstri, binalar, havaalanı, yollar vb gibi insan eliyle yapılmış tüm nesneler kastedilmektedir. Çayırlar/Karışık bitki örtüsü sınıfı ise bitki örtüsü ile kaplı olan tüm arazi kullanım tiplerini kapsar. Açık alanlar sınıfı bitki örtüsü ile kaplı olmayan toprakları ve doğal toprak alanlarını ifade etmektedir.



Şekil 6.7 : Arazi örtüsü sınıflandırmasında kullanılan sınıflandırma şeması

Arazi kullanımı kural dizisi genel olarak arazi örtüsü sınıflandırması ile yapılan analizler sonrasında daha alt düzeyde sınıfların çıkarımı için geliştirilmiştir. Çalışmanın temel amacı olan açık alanların belirlenmesi amacı ile geliştirilen arazi kullanımı kural dizisinde bunun dışında analizlerde gerçekleştirilmiştir. Endüstriyel alanların çıkarılması buna örnek verilebilir. Açık alanlar, yarı doğal alanlar ve kırsal yerleşim alanları bu analizlerin yapılabilmesi için ayrıca çıkarılmıştır. Arazi kullanımı için kullanılan sınıflandırma şeması Şekil 6.8’de görülmektedir. Bu şemada temel olarak üretilmesi hedeflenen 3 farklı harita içerisinde farklı sınıflar mevcuttur. Her haritada arazi kullanımı sınıflandırması sonucu 1. Aşama sınıflandırma olarak içeri aktarılmıştır. Endüstri haritası seviyesinde sınıflandırma şeması 3. Katmanda endüstri alanları sınıflandıracak şekilde tasarlanmıştır. Çalışmanın amacı olan açık alanların belirlenmesi için ise “potentials” haritasının 3. Katmanında potansiyel açık alanlar sınıflandırılacak şekilde tasarlanmıştır. Analizler haritası ise 3 katmanda farklı sınıflandırma şemaları ile analizler yapmaktadır. 1. Katmanda arazi örtüsü sınıflarını içeri aktarıırken, ikinci katmana gelindiğinde 5 farklı sınıf ile arazi kullanımı özelliklerini belirleyebilecek nitelikte tasarlanmıştır. Analizler haritası 3. Katmanda ise açık alanları belirlemektedir.



Şekil 6.8 : Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan sınıflandırma şeması

6.4 Segmentasyon

Segmentasyon aşamasında birbirine benzer yansıtım özelliklerine sahip pikseller gruplandırılır ve böylece milyonlarca piksel ile çalışmak yerine bu ortak özelliklere sahip pikseller birleşerek segmentler oluşur ve bu aşamada segmentlerin kendileri arasındaki heterojenlik en düşük seviyeye indirilmiş olur. Kullanıcı bu aşamada spektral homojenliğin ya da heterojenliğin önemine göre istediği spektral katmanları kullanarak çeşitli ölçek faktörlerinde segmentasyon katmanları oluşturur (Benz et al.,

2004). Ayrıca, oluşan segmentlerin yansıtım özellikleri yanında doku, uzunluk ve alan gibi özellikleri de kullanılarak sınıflandırma sırasında birçok özelliğin elde edilmesi kolaylaştırılır (Kalkan, 2010).

Ryherd (1996) segmentasyon işlemini, uzaktan algılanmış verilerin spektral ve mekansal karakterlere dayanarak birbirinden ayırık bölgeler ve objelere ayrılması olarak tanımlanmıştır. Segmentasyon işlemi yüksek çözünürlüklü görüntülerde sınıf içi spektral varyansları azaltır ve doğru ölçek parametresi ile uygulandığında sınıflandırma ve istatistiksel doğruluğu artırır (Addink, 2007). Nesne tabanlı görüntü analizleri görüntü segmentasyonunu genel olarak sınıflandırmanın ön aşaması olarak gerçekleştirir. Bununla beraber nesne tabanlı sınıflandırma segmentasyon sonucunun kalitesine dayanmaktadır (Radoux ve Defourny, 2008).

Nesne tabanlı sınıflandırma birçok uygulamada başarılı sonuçlar vermesine rağmen segmentasyon aşaması nesne tabanlı sınıflandırmanın bir olumsuzluğu olarak görülebilir (Munoz ve diğerleri, 2003); Obje sınırları düzensiz yada objeler yanlış konumlanmış olabilir, ayrıca bazı piksel grupları segmentasyonun seviyesine göre alt segmentasyon seviyelerinde farklı piksel grupları içerebilir.

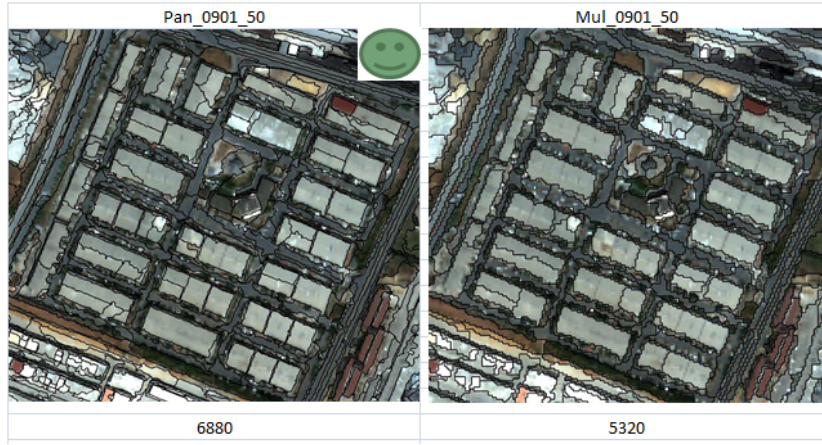
Mevcut segmentasyon algoritmaları göz önüne alındığında (Guigues ve diğerleri, 2006; Baatz ve Schape 2000; Hay ve diğerleri, 2003; Pal ve Pal 1993; Zhang 1997); en uygun segmentasyon algoritmasının seçimi objektif bir segmentasyon kalite analizi ile gerçekleştirilmelidir.

Bu çalışma kapsamında kullanılan Definiens yazılımı, Baatz ve Schape'nin 2000 yılında geliştirdiği algoritmayı kullanmaktadır. Bu noktada da uygun segmentasyon parametrelerinin seçimi göz önüne gelmektedir. Çalışma kapsamında kullanılacak segmentasyon parametrelerinin seçimi Bölüm 6.4.1'de ayrıntılandırılmıştır. Baatz'ın algoritmasında 3 adet parametre kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir. Bu algoritma bölge birleştirme "region merging" yöntemine dayanmaktadır. İlk etapta her piksel ayrı bir obje olarak düşünülür. Birleştirme kararı ise renk ve homojenlik kriterlerinin ağırlıklı toplamalarına dayanır. Heterojenlik artışları en küçük olan obje çiftleri iteratif bir yöntemle birleştirilir. Bu işlem en küçük artışın kullanıcının belirlediği eşik değerini geçene kadar devam eder (ölçek parametresi). Heterojenlik kriterinde şekil sabitine verilen ağırlığa şekil parametresi denir. 3. Parametre ise

“compactness” parametresidir. Bu parametre büyük şekillerin kompakt, küçük şekillerin ise düzgün bir şekilde çıkması için kısıtlamalar sunar.

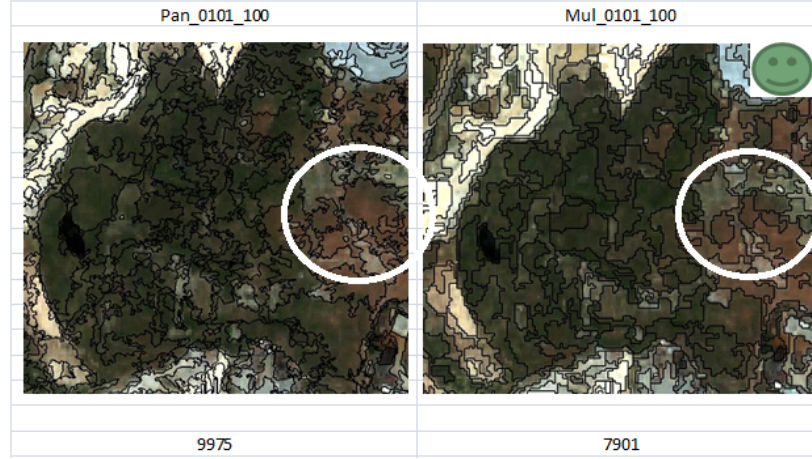
Kural dizisi geliştirirken kullanılacak olan bu parametrelerin belirlenmesi için bazı testler uygulanmıştır. Ayrıca segmentasyon esnasında hangi veri setinin kullanılacağı ile ilgili bazı testler uygulanmıştır, buna göre pansharpened, çok spektrumlu ve pankromatik görüntüler üzerinde değişik parametreler ile segmentasyon işlemi gerçekleştirilerek görsel analiz yapılmıştır.

Pansharpened görüntü kullanılarak ve yüksek bir şekil kriteri (0.9) seçildiğinde binalar ve yollar gibi lineer özelliklerin daha belirgin şekilde elde edildiği Şekil 6.9’da görülmektedir.



Şekil 6.9 : 0.9 şekil değeri ve 50 ölçek faktörü ile yapılan segmentasyon
sol görüntü:pansharpened sağ görüntü: çok spektrumlu

Çok detaylı bitki örtüsü ayırımı ve bu şekildeki çalışmalar için ise çok spektrumlu orjinal veriyi kullanmak en doğru sonucu verecektir. Şekil 6.10’da içerisinde toprak ve bitki örtüsü barındıran bir segmentin pansharpened ve çok spektrumlu veri ile segmentasyonu görülmektedir. Pansharpened görüntüde elde edilmeyen toprak alan çok spektrumlu görüntüde elde edilmiştir. Bu segmentasyonda spektral özelliklere önem verilmesi için “shape” parametresi 0.1 gibi düşük bir değer seçilmiştir.



Şekil 6.10 : 0.1 şekil değeri ve 100 ölçek faktörü ile yapılan segmentasyon
sol görüntü: pansharpened sağ görüntü: çok spektrumlu

6.4.1 Parametre seçimi ve testler

Görüntü segmentasyonunda en uygun ölçeğin belirlenmesi önemli bir problemdir, buna rağmen mevcut segmentasyon algoritmalarında uygun ölçeğin belirlenmesi için objektif bir yöntem bulunmamaktadır (Kim ve diğerleri, 2008). Nesne tabanlı görüntü analizleri uzaktan algılama biliminde gün geçtikçe daha etkin kullanılmasına rağmen, ölçek parametresinin seçimi hala subjektif deneme yanılma yoluyla yapılmaktadır (Meinel ve Neubert, 2004).

Strahler ve diğerlerinin 1986'da yaptığı çalışmanın üzerine, Woodcock ve Strahler tarafından 1987'de görüntünün mekansal yapısının ortaya çıkarmak için lokal varyans grafiklerini kullanan yöntemi geliştirilmiştir. Bu fikir daha sonrasında Kim ve diğerleri tarafından 2008 yılında nesne tabanlı görüntü analizleri içeriğinde açıklanmıştır. Buna paralel olarak bu yöntemi geliştiren bir grup yayın hazırlanmıştır (Hay ve diğerleri 1997, Hall ve diğerleri 2004, Hay ve diğerleri 2005). Buna rağmen hali hazırda kullanıma hazır (ready-to-use) bir şekilde kullanıcının ölçek parametresini görüntünün mekansal yapısına bağlı olarak bulmasının sağlayan bir program NTGA'de bulunmamaktadır.

Çok ölçekli görüntü segmentasyonu nesne tabanlı görüntü analizlerinde (NTGA) en önemli bölümlerden biri olmasına rağmen, günümüzde segmentasyon için uygun ölçeğin seçilmesi için yardımcı olacak bir araç bulunmamaktadır. Dragut ve arkadaşları geliştirdikleri ESP (Estimation of scale parameter) yöntemi ile Definiens Developer yazılımında çalışan ve görüntü segmentasyonuna yardımcı olan

bir yöntem geliştirmişlerdir (2010). Görüntü objelerindeki heterojenlik derecesi Definiens yazılımında ölçek parametresi denilen bir değer ile kontrol edilmektedir. Geliştirilen bu araç ile obje heterojenliğinin lokal varyansı üzerine kurulan bir ölçek parametresi tahmini yapılabilmektedir. ESP aracı iteratif bir yöntem ile birçok görüntü katmanı seviyesinde aşağıdan yukarıya (bottom-up) yaklaşımına göre görüntü objelerini üretir ve her ölçek için lokal varyans değerlerini hesaplar. Heterojenlikteki değişim ölçek parametrelerine göre çizilmiş lokal varyans değişkeni ile değerlendirilebilir. Lokal varyansın değişim oranlarındaki (rate of change) eşik değerleri hangi ölçek parametresinde anlamlı objelerin segmentasyonun yapılacağını belirler (Dragut, 2010).

ESP aracı Definiens yazılımında çoklu çözünürlüklü segmentasyon parametrelerinin hızlı tahminine yardımcı olan bir araçtır. ESP aracı kullanıcının tanımladığı artış miktarına göre görüntüyü otomatik olarak segmentlere ayırır ve her obje aşamasında objeler arasında standart sapmaların ortalaması olarak lokal varyansları hesaplar. Lokal varyans grafikleri uygun ölçek parametrelerinin yorumlanmasında kullanılır (Dragut ve diğerleri, 2010).

ESP aracı eCognition Developer yazılımının Cognition Network Language (CNL) ortamında programlanmıştır. Bu ortam NTGA uygulamaları için modüler bir programlama dilidir (Tiede ve Hoffman, 2006).

ESP aracı 6 adet parametre değiştirilebilir olarak kullanmaktadır;

1. Ölçek parametresinin artış oranı
2. Başlangıç ölçek parametresi
3. Segmentasyon sırasında obje hiyerarşisinin kullanılması
4. Toplam döngü sayısı
5. Shape ağırlık kriteri (0.1-0.9)
6. Compactness ağırlık kriteri (0.1-0.9)

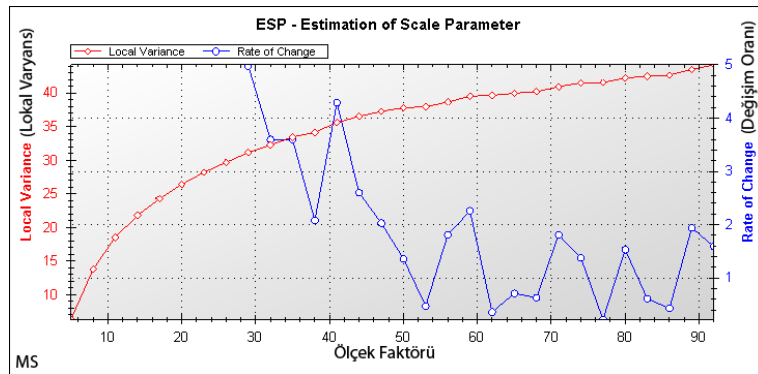
Çalışma kapsamında kullanılan ESP parametreleri Şekil 6.11’de görülmektedir.

Kullanılacak optimum ölçek parametresinin belirlenmesi için pankromatik, pansharpened ve çok spektrumlu görüntü ayrı ayrı ESP aracında analiz edilmiştir. Bu analizlerin sonucu oluşan lokal varyans ve değişim oranları grafikleri Şekil 6.12, Şekil 6.13 ve Şekil 6.14’ de görülmektedir.

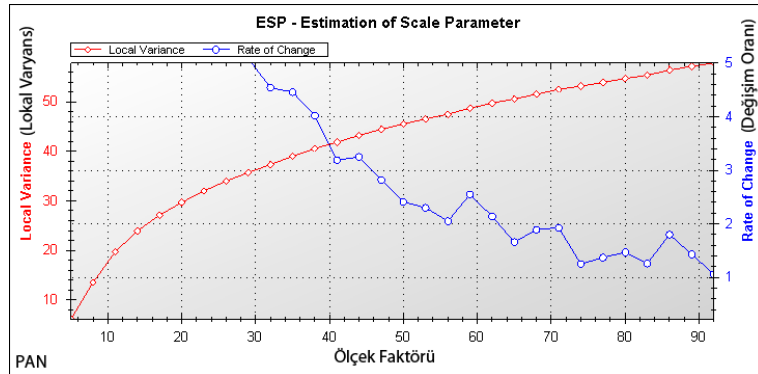
Grafiklere göre çok spektrumlu görüntü için optimum ölçek parametreleri 40,60 ve 70 olarak belirlenebilir. Pankromatik görüntü için ise bu değer 40 olarak yorumlanabilir. Pansharpened görüntü için ise 40 ve 50 arasında seçilecek bir ölçek parametresi anlamlı sonuçlar üretebilir. Buna paralel olarak çalışma kapsamında arazi örtüsü sınıflandırması sırasında pansharpened ve pankromatik bantların kullanılması ile yapılan segmentasyonda 30 ve 40 değeri kullanılmıştır (Çizelge 6.2). Arazi kullanımı kural dizisinin geliştirilmesi sırasında arazi kullanımı sınıflandırması sonucu oluşturulan sonuçlar kullanıldığından ve büyük ölçekte objeler ile çalışıldığından en düşük ölçek parametresi 70 olarak seçilmiştir (Çizelge 6.3).

Parameter	Value
StepSize_ScaleParameter	3
scaleParameter	5
Use of hierarchy (0 = no, 1 = yes)	0
numberLoops	30
Shape (between 0.1 and 0.9)	0.5
Compactness (between 0.1 and 0.9)	0.5

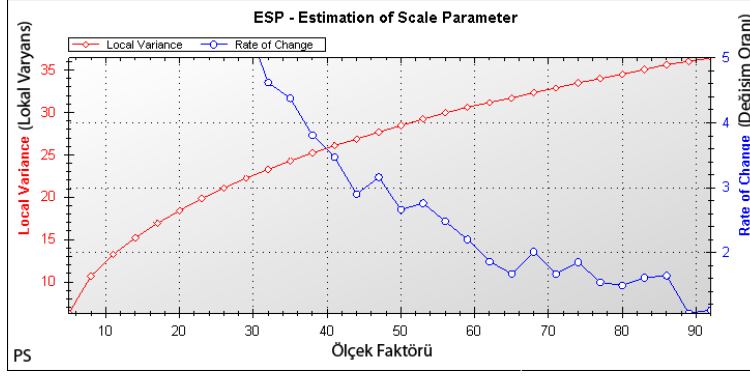
Şekil 6.11 : ESP testinde kullanılan parametreler



Şekil 6.12 : Çok spektrumlu görüntünün ölçek parametresi tahmini sonuç grafiği



Şekil 6.13 : Pankromatik görüntünün ölçek parametresi tahmini sonuç grafiği



Şekil 6.14 : Pansharpened görüntünün ölçek parametresi tahmini sonuç grafiği

4.4.2 Obje katmanları

Çalışma kapsamında aynı bölgeye ait uydu görüntüsünün 9 farklı katmanı kullanılmıştır. Çok spektrumlu görüntü (4 band), pansharpened görüntü (4 band) ve pankromatik görüntü. Bu kısımda her görüntü dilimi için ayrı ayrı eklenen görüntü katmanları aşağıdaki gibi isimlendirilmiştir;

Çok spektrumlu görüntü için (MS): blue,green,red,nir

Pansharpened görüntü için (PS): ps_blue,ps_green,ps_red,ps_nir

Pankromatik görüntü için (PAN): pan

Bu isimlendirme sayesinde gerekli katmanın kural dizisi oluşturulması sırasında çağırılması daha kolay bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Definiens Developer yazılımının önceki versiyonlarında büyük bir sorun olarak ortaya çıkan lineer olmayan kesimlerden kaynaklanan ve veri olmayan kısımların sınıflandırma sırasında “0” piksel olarak görülmesi sorunu Definiens Developer 8. Versiyonda eklenen “No Data” bölümü ile kaldırılmıştır. Her proje için görüntü katmanları eklenirken proje oluşturma bölümündeki “no data” butonu ile veri olmayan bölümlerin sınıflandırma sırasında göz önüne alınmaması sağlanmıştır. Aksi takdirde bu alanların su sınıfına karıştığı gözlenmektedir.

Kullanıcı oluşturduğu segmentasyon katmanları ile değişik parametreler kullanarak nesne çıkarımları için en uygun parametreleri analiz edebilir ve her sınıf için kendine özgü bir bulanık mantık fonksiyonu geliştirebilir (Lewinski, 2004). Bu kapsamda farklı ölçek parametrelili ile çeşitli segmentasyonlar yürütülmüştür. Çalışma kapsamında geliştirilen arazi örtüsü kural dizisinde kullanılan segmentasyon parametreleri Çizelge 6.2’de görülmektedir. Daha büyük objeler çıkarması hedeflenen arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan segmentasyon parametreleri ise

Çizelge 6.3’de görülmektedir. Bu aşamalar daha sonra kural dizisi geliştirilmesi bölümünde detaylandırılacaktır.

Çizelge 6.2 : Arazi örtüsü kural dizisi segmentasyon parametreleri

	Scale	Shape	Compactness	Kullanılan Katmanlar
1. Aşama (Level 1)	30	0.4	1	ps_blue,ps_red,ps_green,ps_nir,pan
2. Aşama (Level 2)	40	0.6	1	ps_blue,ps_red,ps_green,ps_nir
Loop	300	0.5	1	ms_red,ms_green,ms_blue,ms_nir,pan

Çizelge 6.3 : Arazi kullanımı kural dizisi segmentasyon parametreleri

	Scale	Shape	Compactness	Kullanılan Katmanlar
1. Aşama (Level 1)	70	0.5	1	ms_red,ms_green,ms_blue,ms_nir
3. Aşama (Level 3)(pot)	150	0.8	1	ms_red,ms_green,ms_blue,ms_nir
3. Aşama (Level 3)(end)	250	0.5	1	ms_red,ms_green,ms_blue,ms_nir

6.5 Kural Dizisi (Rule Set) Geliştirilmesi

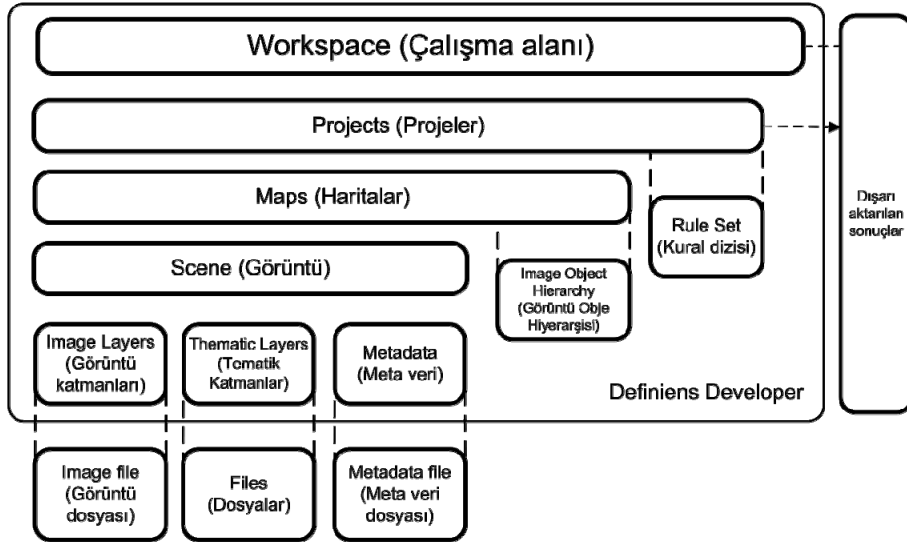
6.5.1 İşlem ağacı (Process Tree) ve kural dizileri (Rule Set)

Definiens eCognition Developer yazılımının getirdiği bir yenilik olarak nesne tabanlı sınıflandırma dahilinde kullanıcılar yaptıkları her işlemi parametreleri ile birlikte kayıt ederek bir kural dizileri oluşturabilmektedir. Bu işlemlerin sırası ile kayıt edildiği ortama Definiens yazılımında işlem ağacı (process tree) denilmektedir. Böylece kullanıcı çeşitli özellikler için çeşitli işlem adımları oluşturabilmekte ve parametreleri kolay bir şekilde güncelleyebilmektedir. Bu çalışma kapsamında birçok bölgeye uygulanabilecek bir kural dizisi geliştirilmek istenildiğinden işlem ağacının etkin bir şekilde hazırlanması önem arz etmektedir. Böylece başka bir bölgede başka bir veri ile kural dizisi uygulandığında değişen özellikler için kural dizisini hazır hale getirmek kolaylaşacaktır.

Definiens yazılımı içerisindeki ön-tanımlı her işlem görüntü üzerinde bir algoritma çalıştırır. Bu işlemler kural dizisinin birim elemanlarıdır ve görüntü analizi problemleri için çözümler üretir. Kural dizileri ise bu işlemlerin düzenli bir sıra içerisinde birleştirilmesi ile oluşur (Reference Book, 2010).

Definiens developer yazılımındaki veri yapısı Şekil 6.15’de görülmektedir. Oluşturulan çalışma alanı dosyaları ile birçok farklı görüntü üzerinde projeler gerçekleştirilebilir. Bu projeler dahilinde farklı özellikler için farklı obje katmanlarında haritalar üretilebilir. Bu haritaların içersinde barındırdığı uydu görüntüleri ise görüntü (scene) olarak tanımlandırılabilir. Bu aşamalar hiyerarşik bir yapıda devam ederek en küçük veri birimine doğru ilerlemektedir. Her aşamada veri dışarıya aktarılarak sonuçlar analiz edilebilir. Kural dizileri projelerin içerisine işlem

ağaçları şeklinde yüklenerek işlemler sırası ile çalıştırılarak Definiens Developer yazılımı dahilindeki işlemler bir sıra içerisinde gerçekleştirilebilir.



Şekil 6.15 : Definiens Developer yazılımındaki veri yapısı

Çalışma kapsamında geliştirilen kural dizisinin birçok aşamasında bazı bölümlerde değişik değişkenler oluşturularak bu değişkenler üzerinden transfer edilebilirlik sağlanmaya çalışılmıştır. Bu kısımlara kullanıcının müdahalesini kolaylaştıran “user interaction” kısımları eklenmiştir. Böylece geliştirilen kural dizisinin başka kullanıcılar tarafından kullanımı kolaylaştırılmıştır.

Transfer edilebilir yapının elde edilmesinde ve Definiens Developer kapsamında yapılan işlemlerin kolaylaştırılması açısından değişken tanımlama işlemide kural dizisi geliştirme aşamasında kullanılmıştır. Öntanımlı değerler ile değişkenler yaratabilir böylece “user interaction” kısımlarında sadece ilgili değişkenin ismini yazmak yeterli olacaktır. Yada bazı değişkenler güncellenmek istendiğinde sadece “update variable” seçeneği ile ilgili değişkenin değeri değiştirilebilir. Çalışma kapsamında tanımlanan değişkenler Şekil 6.16’da görülmektedir. Bu değişkenler sayesinde farklı uydu görüntüleri kullanıldığında “scale” ölçek değişkeni kolaylıkla değiştirilerek işlem kolaylaştırılabilir. Ayrıca NDVI, ağaçlık alanlar ve su yapıları için tanımlanan değişkenler ile eşik değerlerinin kolaylıkla değiştirilerek sınıf hiyerarşisi içerisindeki üyelik fonksiyonlarının kolay bir şekilde değiştirilebilmesi sağlanmıştır.

Manage Variables

Region		Map		Feature List		Image Object List	
Scene	Object	Class	Feature	Level	Image Layer	Thematic Layer	
Name				Value			
scale				18			
strExportPath				D:\GAUS\results			
temp				603.998331247393			
th_ndvi				0.2			
th_ndvi_low				0.25			
treesBG				0.7			
treesStd				20			
vegNdvi				0.3			
waterGreenRed				1.85			
waterGrowNdwi				-0.376936788068594			
waterGrowPan				215.417755344112			
waterNdwi				-0.25			
waterNdwi_r				-0.35			
waterNirSet				110			
waterStdPanSet				30			

Add...
Edit...
Delete

Şekil 6.16 : Arazi kullanımı kural dizisindeki değişkenler

6.5.2 Arazi örtüsü sınıflandırması kural dizisi

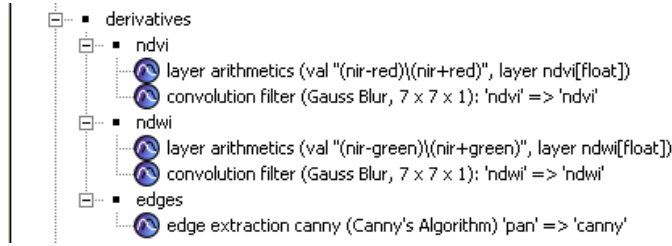
Geliştirilen arazi örtüsü (land cover) kural dizisinin genel işlem akışı Şekil 6.17’de görülmektedir.



Şekil 6.17 : Arazi örtüsü kural dizisinde kullanılan işlem akış şeması

Arazi örtüsü kural dizisi oluşturulurken izlenen akış şemasına göre, öncelikle ek özellik katmanları oluşturulmuştur. Definiens Developer sahip olduğu “layer arithmetics” fonksiyonu ile kullandığımız 4 bantlı QB görüntüsü üzerinden çeşitli bant değerleri üzerinde işlem yapmamıza olanak sağlamaktadır. Ayrıca program dâhilinde tanımlı bazı kenar belirleme “edge detection” filtreleri de bulunmaktadır (canny ve lee sigma). Bu aşamada vejetasyon belirleme için en sık kullanılan indeks olan NDVI (Rouse, 1973) (yakın kızılötesi – kırmızı / yakın kızılötesi +kırmızı) indeksi ve su alanlarının belirlenmesi için NDWI (Gao, 1996) (yakın kızılötesi – yeşil / yakın kızılötesi + yeşil) indekleri programa tanımlanmıştır. Böylece

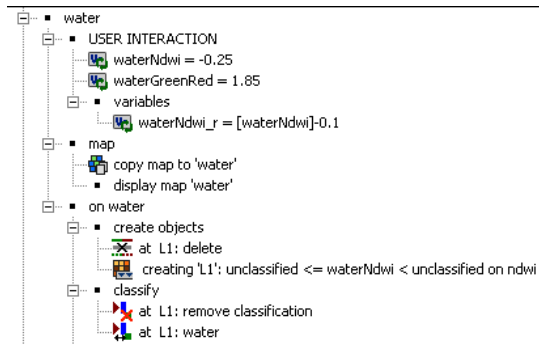
görüntünün sahip olduğu bantlar (ps:4, ms:4, pan:1) ile birlikte bu bantlarda ayrı katmanlar olarak programa eklenir. Canny kenar belirleme (Canny, 1986) filtresinde eklenmesiyle $9 + 3 = 12$ adet katman elde edilmiştir (Şekil 6.18).



Şekil 6.18 : Arazi örtüsü kural dizisinde ek katmanların eklenmesi

Sonrasında ölçek faktörü “30” seçilerek genel anlamda Aşama 1 “level 1” segmentasyonu yapılmıştır. Su sınıfının sınıflandırmasında bu segmentasyon aşaması kullanılacaktır. 1. Aşama segmentasyon için shape:0.4 compantness:1 değerleri kullanılmıştır (Şekil 6.19).

Bu aşamadan sonra kural dizisinin ilk bölümü olan su sınıflandırmasına geçilebilir.



Şekil 6.19 : Arazi kullanımı kural dizisi su sınıflandırması bloğu

Bu aşamada öncelikle sınıf hiyerarşisi üzerinden tüm sınıflar için üyelik fonksiyonlarını tanımlamak gerektir. Sınıflandırma sırasında sınıflar için bilgi havuzu sınıf hiyerarşisi içerisinde tanımlanan üyelik fonksiyonlarından alınacaktır. Tüm sınıflar için tanımlanan üyelik fonksiyonları Çizelge 6.4’de görülmektedir.

Çizelge 6.4 : Arazi örtüsü kural dizisinde kullanılan sınıf özellik tanımlamaları

Su (Water)		
Özellik (feature)	Tanımlama Tipi	Eşik Değerler
area	membership function	50 - 750
green/red > waterGreenRed	threshold	
mean ndwi	membership function	waterNdwi_r - waterNdwi
GLCM Homogeneity ps_blue	membership function	0.12 - 0.14
standart deviation pan	membership function	5 - 30

Ağaçlık (Trees)		
blue/green > treesBG	threshold	
GLCM Homogeneity ps_blue <	threshold	0.055
standart deviation blue < treeStd	threshold	
mean ndvi > th_ndvi	threshold	

Bare (Toprak, boş alan)		
area	threshold	2500
blue/nir <	threshold	0.85
blue/red <	threshold	1.3
mean blue <	threshold	500
standart deviation blue <	threshold	20
standart deviation canny <	threshold	0.13
standart deviation pan <	threshold	50

Vejetasyon		
mean ndvi > th_ndvi	threshold	
mean ndvi < th_ndvi_low	threshold	(veg_sparse)
not veg_sparse	not	(veg_vital)

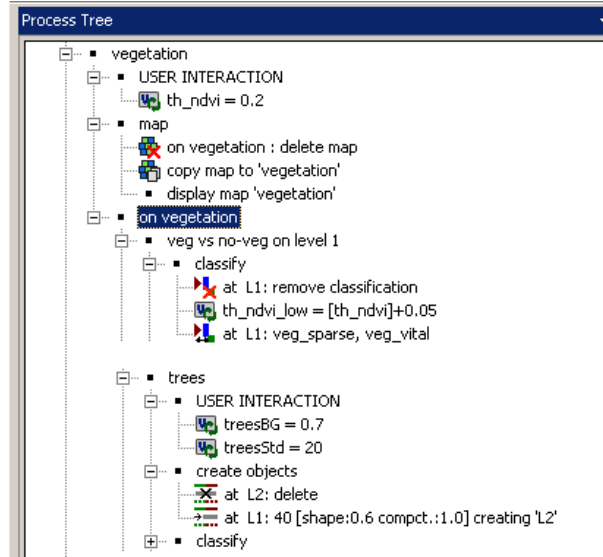
Lejant	
	tanımlı değişkenler
pan	pankromatik
ps_blue	pansharpened mavi
	kalıtımla geçen özellik
canny	canny kenar filtresi katmanı

Tanımlanan bu özelliklerin üzerinde yapılacak değişiklikler için kural dizisi içerisindeki “user interaction” bölümleri kullanılacaktır. Böylece eşik değerlerinin tespit edilmesi daha kolay bir şekilde gerçekleşecektir. Su sınıflandırması sırasında kullanıcının değiştirmesi gereken parametre sayısı 2’dir. Bu parametreler daha önceden tanımlanan waterNdwi ve waterGreenRed değişkenleridir. WaterNdwi değerinden 0.1 çıkararak bu değer için bir aralık tanımlanmıştır. Daha sonrasında su sınıfı için özel bir harita “map” oluşturulmuştur, böylece sınıflandırma sonrasında su alanları 1. aşamada (level 1) “water” haritası üzerinde gösterilecektir. Sınıflandırılmamış objelerin birleştirilmesi ve oluşturulan ek katmanların silinmesi ile kural dizisinin su sınıflandırması kısmı sonlandırılmıştır (Şekil 6.20).



Şekil 6.20 : Sol: orjinal görüntü Sağ: su sınıflandırması sonucu

Sınıflandırma kural dizisinin ikinci sınıflandırma bloğu olan vejetasyon bloğu içerisinde çayırlar/karışık bitki örtüsü ve ağaçlar sınıfını içermektedir. Bu sınıfta bu 2 kesin sınıfa ulaşmak için `veg_sparse` ve `veg_vital` olarak adlandırılan iki sınıfta oluşturulmuştur. Bu bölümde kullanıcının toplamda 3 adet değişkeni değiştirmesi gerekmektedir. Genel vejetasyon bölümünde `th_ndvi` değişkeni, ve ağaçlar kısmındaki `treesBG`, `treesStd` değişkenleri kullanıcının değiştirebileceği şekilde “user interaction” kısımlarında tanımlanmıştır. Kullanıcının girdiği `th_ndvi` eşik değeri ile NDVI katmanı üzerinden genel olarak vejetasyona sahip alanlar ilk etepta sınıflandırılır. Daha sonrasında bu değer 0.05’lik bir artışla `th_ndvi_low` değişkeni otomatik olarak üretilir. Bu değişken sayesinde seyrek vejetasyona sahip alanlar sınıflandırılır (`veg_sparse`) ve bunun dışında kalan alanlar yaşayan sık vejetasyon alanları olarak atanır (`veg_vital`). Bir sonraki aşamada ağaç sınıflandırma için iki adet değişken güncellenebilir şekilde tanımlanmıştır (`treeBG`, `treesStd`). Ağaçlık sınıfı için bir istisna olarak yeni bir segmentasyon uygulanmıştır. Aşama 2 (level 2) segmentasyonunda 40 ölçek faktörü 0.6 shape ve 1 compactness değeri ile işleme alınmıştır. Ağaçların gölgelerinde göz ardı etmemek için “grow into shadow” bölümünde ağaç olarak sınıflandırılan objelerin komşu objelerinin NDVI değerleri göz önüne alınarak düşük miktarda bir “growing” algoritması uygulanmıştır. Böylece aşama 1’deki (level 1) objeler çayır/karışık bitki örtüsü sınıfına atanmış aşama 2 (level 2) deki objeler ise ağaçlık sınıfına atanmıştır. “Trees” sınıfına girmeyen objeler ise “Grass/Mixed” sınıfına atanmıştır. (Şekil 6.21) (Şekil 6.22).

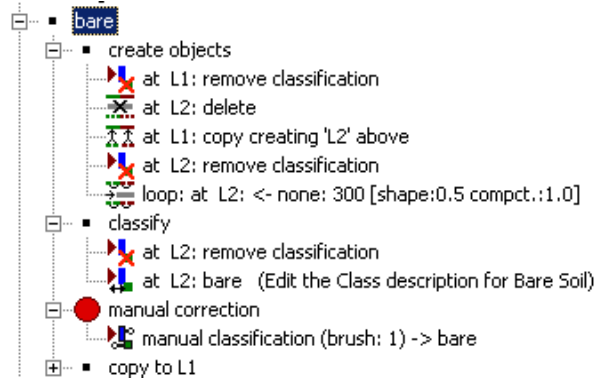


Şekil 6.21 : Arazi örtüsü kural dizisi vejetasyon sınıflandırması bloğu



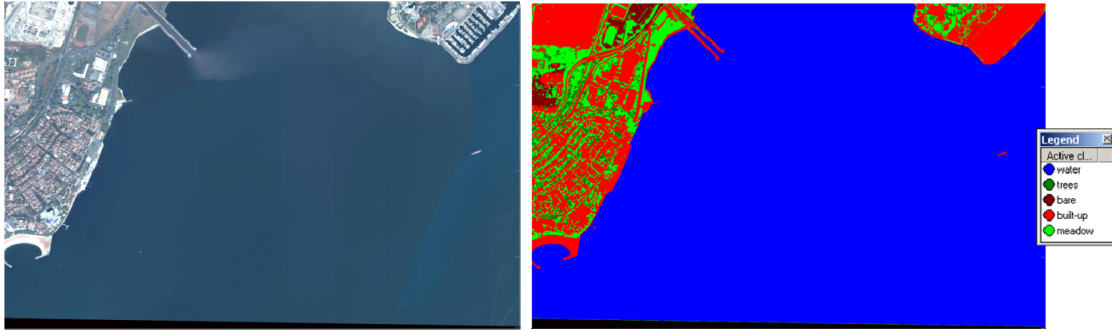
Şekil 6.22 : Vejetasyon sınıflandırması sonucu sol: orijinal görüntü sağ: vejetasyon sınıflandırması sonucu

Açık alanların (bare) sınıflandırma aşaması, kural dizisi geliştirme sırasında en çok zorlanılan kısım olmuştur. Sınıf hiyerarşisi içerine gerekli üyelik fonksiyonları girildikten sonra 300 gibi büyük bir ölçek faktöründe yeni bir segmentasyon gerçekleştirilmiştir, alan büyütme “region grow” algoritması ile birlikte çalışan bu segmentasyon aşamasında aşama 2’deki (level 2) objeler alınarak verilen büyük ölçek faktörü (300) göz önüne alınarak objelerin heterojenliği en düşük olana kadar işlem devam etmektedir. Bu özellik için kural dizisine işlem girerken “multiresolution segmentation region grow” özelliği seçilmeli ve “number of cycles” bölümünde “loop while something changes” özelliği aktif hale getirilmelidir. Sınıf hiyerarşisi içinde üyelik fonksiyonları düzenlenmesine rağmen meydana gelecek bazı yanlış sınıf atamaları için kural dizisinin bu kısmına sadece “bare” sınıfında kullanılmak üzere yanlış sınıf atamalarına maruz kalan objeleri düzenlemek için “manual classification” bloğu eklenmiştir (Şekil 6.23).



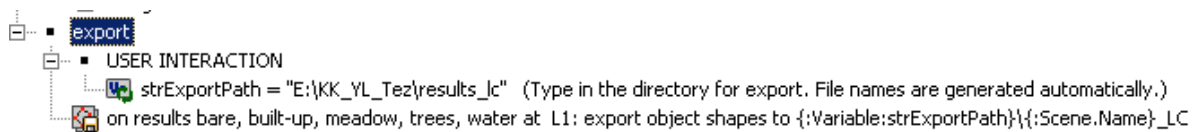
Şekil 6.23 : Arazi kullanımı kural dizisi toprak alanlar sınıflandırması bloğu

Tüm sınıflar için işlem adımları kural dizisine girildikten sonra “results” bloğu altında tüm sınıflar aynı harita içerisinde toplanmıştır, böylece aşama 1 (level 1) dahilinde tüm sınıflar “results” haritasına aktarılmıştır. Bu aşamada “Bare, Water, Grass/Mixed ve Trees” sınıfına girmeyen objeler ise “Built-up” sınıfına atanarak sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır (Şekil 6.24).



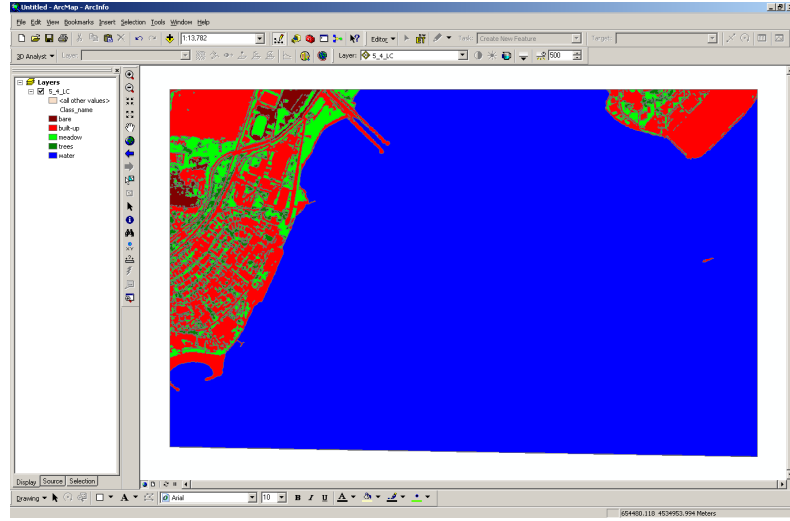
Şekil 6.24 : Toprak alanların sınıflandırması

Definiens Developer yazılımının sunduğu dışa aktarma özellikleri kullanılarak, oluşturulan “results” haritasının CBS ortamına aktarılması sağlanmıştır. Bu bölüme yeni bir kullanıcı müdahale bölümü eklenerek oluşan çıktı dosyasının nereye kaydedileceği kullanıcıya bırakılmıştır. Sonrasında “export object shapes” fonksiyonu kullanılarak girilen ön-tanımlı fonksiyonlar ile çıktıda oluşacak dosya “.shp” formatında seçilmiştir. Burada yazılım hangi özniteliklerin aktarılacak istenildiğinde kullanıcıya sormaktadır, böylece dışa aktarım sonrası oluşan vektör veriye bazı öznitelik bilgileri bu aşamada aktarılabilir (alan vs gibi) (Şekil 6.25).



Şekil 6.25 : Arazi kullanımı sınıflandırması sonuçlarının dışa aktarılması

Şekil 6.26’da kesilmiş görüntülerden 5_4 görüntüsünün sınıflandırma sonucu oluşan “.shp” dosyası ArcGIS ortamında görülmektedir.

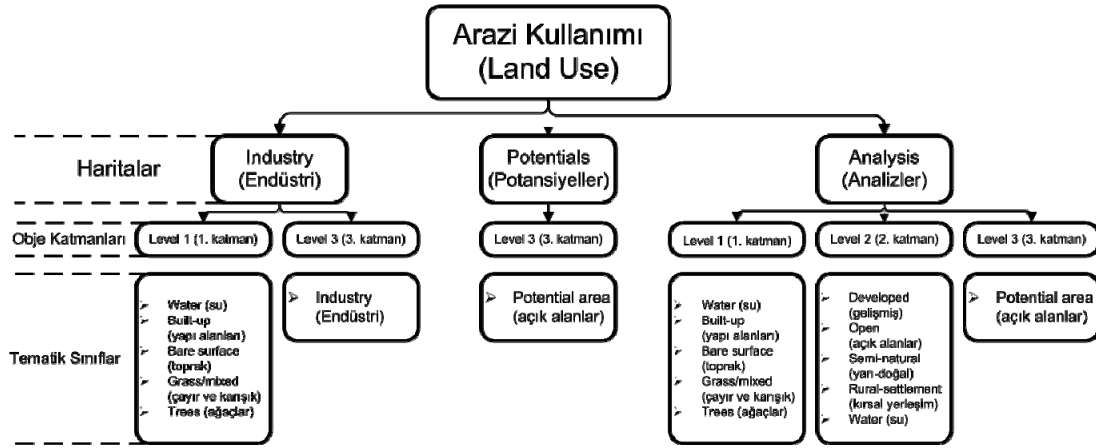


Şekil 6.26 : 5_4 arazi örtüsü sınıflandırması sonuçları (ArcGIS)

Tüm uydu görüntüsünün sınıflandırma sonuçları ve detaylı analizler Bölüm 4.6’da kapsamlı olarak gösterilecektir.

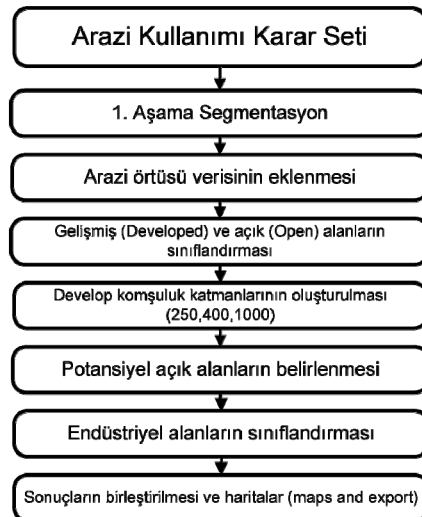
6.5.3 Arazi kullanımı sınıflandırması kural dizisi

Yapılan arazi örtüsü sınıflandırması sonucu çalışmanın temel amacı olan açık alanların belirlenmesi amacıyla arazi kullanımı için ayrı bir kural dizisi geliştirilmiştir. Bu kural dizisi temel olarak 3 ayrı harita seviyesinde harita üretmektedir. Şekil 6.27’de kullanılan şemanın temel yapısı ve sınıflar görülmektedir. Industry, potentials ve analysis olmak üzere 3 ayrı harita seviyesinde sonuç hazırlanmıştır. Çalışmanın çıktı ürünü potential (potansiyel, açık alanlar) haritasında üretilmiştir. Bu kural dizisi geliştirilirken arazi örtüsü sınıflandırmasının sonuçları temel alınmıştır, yani arazi örtüsü sınıflandırmasının doğruluğu arazi kullanımı sınıflandırmasının doğruluğunu birebir etkilemektedir. Arazi örtüsü sınıflandırması sırasında analiz süresinin uzunluğundan dolayı uydu görüntüleri “tile” parçalara ayrılmıştır, arazi kullanımı kural dizisi ise arazi kullanımı kural dizisine nazaran daha optimum bir yapıda çalışmaktadır. Bu kural dizisinde tüm uydu görüntüsü tek parça halinde analiz edilebilir, bu nedenle bu iki ayrı kural dizisi aynı kural dizisinde birleştirilememektedir. Arazi örtüsü kural dizisinde alınan “.shp” dosyaları sonuçları, ArcGIS ortamında birleştirildikten sonra arazi kullanımı kural dizisi içerisinde (additinal data) ek veri olarak kullanılmıştır. Genel objeler oluşturulduktan sonra bu arazi kullanımı verisi kural dizisinin içerisine eklenmiştir.



Şekil 6.27 : Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan tematik veri yapısı

Geliştirilen arazi kullanımı kural dizisi tümüyle transfer edilebilir bir yapıda geliştirilmiştir farklı bölgelere uygulanmasında herhangi bir parametrenin değiştirilmesi gerekmemektedir. Yapılan denemelerde endüstri sınıfının sınıflandırması için kullanılan “mean blue > 390” özelliğinin farklı bölgelerde değiştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Transfer edilebilir yapıda değiştirilmesi gerek tek özellik “mean blue” olarak adlandırılabilir. Ayrıca 1. Aşama segmentasyonda kullanılan “70” ölçek parametresi de değişik bölgelerdeki homojenliğe göre değiştirilebilir. Bu amaçla geliştirilen arazi kullanımı kural dizisinde “user interaction” kısımları bulunmamaktadır. Geliştirilen arazi kullanımı (land use) kural dizisinin genel işlem akışı Şekil 6.28’te görülmektedir.



Şekil 6.28 : Arazi kullanımı kural dizisi işlem akış şeması

Oluşturulan arazi kullanımı kural dizisi girdi verisi olarak çok spektrumlu uydu görüntüsünü ve arazi kullanımı sınıflandırması sonucu oluşan “shp” dosyasını

tematik katman olarak kullanılmaktadır. Çok spektrumlu veri ve vektör tematik katman kural dizisi oluşturulması sırasında kullanılması amacıyla ayrı bir isimle isimlendirilmiştir.

MS 1. Bant:blue
 MS 2. Bant:green
 MS 3. Bant:red
 MS 4. Bant:nir
 Arazi kullanımı vektör dosyası :landcover

Bu sayede hem işlemler sırasında karışıklığın önüne geçilebilir hem de sınıflandırma kural dizisinin programlanması daha kolay biçimde gerçekleştirilebilir.

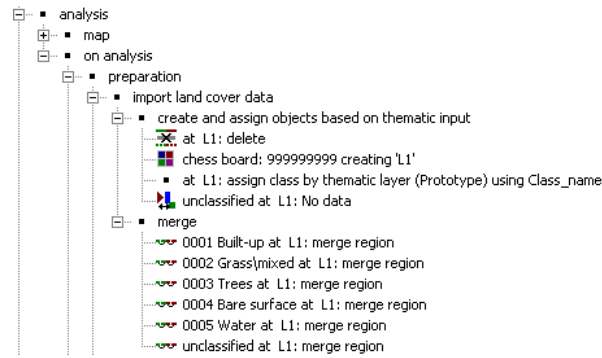
Arazi kullanımı kural dizisinin ilk aşamasında genel anlamda objelerin oluşturulması için segmentasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kural dizisi kapsamında sadece çok spektrumlu veri kullanılacağından ölçek parametresi 70 olarak seçilmiştir. Çok spektrumlu verinin 4 ayrı katmanı aynı ağırlık faktörüyle segmentasyon parametresi olarak alınmıştır. Shape faktörü 0.5 ve compactness 1 olarak ele alınmıştır. Bu segmentasyon sonucu oluşan objeler kural dizisinin değişik aşamalarında kullanılacaktır. Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan sınıf özellikleri Çizelge 6.5’da verilmektedir.

Çizelge 6.5 : Arazi kullanımı kural dizisinde kullanılan sınıf özellik tanımlamaları

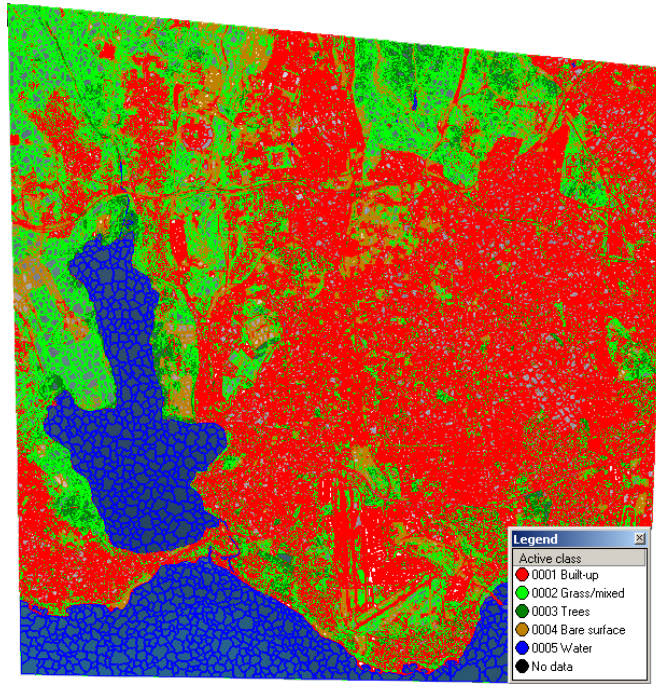
Urban (Kentsel)		
Özellik (feature)	Tanımlama Tipi	Eşik Değerler
ctr	threshold	> 0.4
Developed (Gelişmiş alanlar)		
Özellik (feature)	Tanımlama Tipi	Eşik Değerler
rel. Area of sub objects Built-up (1)	threshold	> 0.1
Industry (Endüstriyel alanlar)		
density (shape)	threshold	> 1.5
mean blue	threshold	> 390
rel. Area of sub objects Built-up (2)	threshold	> 0.4
Open (Açık alanlar)		
ctr	threshold	> 0.4
Potential (Potansiyel açık alanlar)		
rel. Area of sub objects Open (1)	threshold	> 0.7
Lejant		
mean blue	mavi ms bant ortalama değer	
ctr	((Mean d1000)+[Mean d250]+[Mean d400])/3	

Kural dizisi temel olarak 3 ana haritadan oluşmaktadır. İlk etapta analysis (analizler) haritası oluşturulacaktır. 3 obje katmanında sonuç üretecek olan bu haritada

endüstriyel özellikler değerlendirilmeden potansiyel açık alanlar belirlenecektir (Aşama 3). Bu bölümün ismi “analysis” olarak ayrı bir kural dizisi bloğu halinde tasarlanarak ilk etepta “preperation” isminde bir veri hazırlığı bölümü eklenmiştir. Analiz haritasının 1. aşamasında arazi örtüsü sınıflandırması sonucu oluşan sonuçlar görüntü üzerinde “chessboard” segmentasyonu uygulanarak 1. aşama segmentasyon olarak analizler haritasının birinci aşamasına kopyalanmıştır (Şekil 6.29). Sınıf isimleri vektör verinin öznitelik özelliklerinden çağırılarak daha sonrasında her sınıfa ait vektörler üzerinden birleştirme “merge” işlemi uygulanmıştır (Şekil 6.30).



Şekil 6.29 : Arazi örtüsü sınıflandırması sonucunun kural dizisine eklenmesi

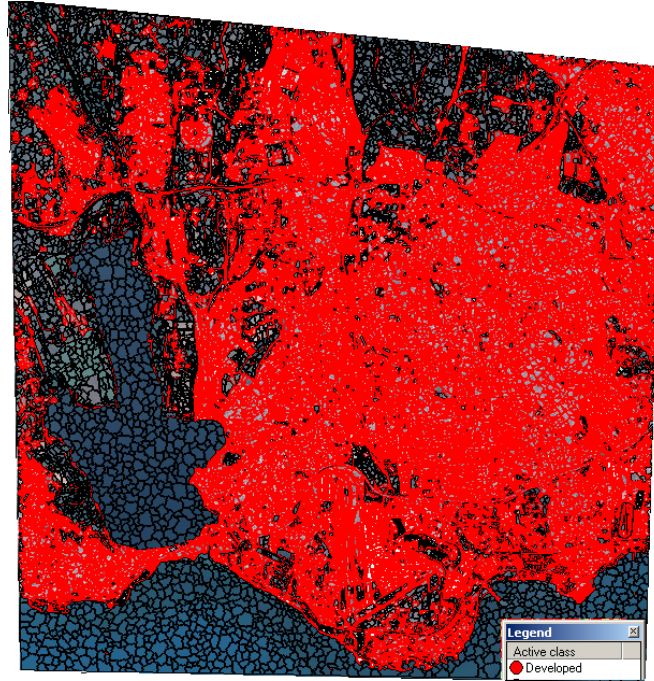


Şekil 6.30 : Arazi örtüsü sınıflandırması “analizler” haritasi 1.katman

Daha sonrasında analizler “analysis” haritasının 2. katmanının sınıflandırmasına geçilmiştir. Bu aşamada ilk olarak gelişmiş “developed” alanların sınıflandırması için 1. katmanda mevcut olan built-up “yapılı” sınıfları “Class-Related Features >

Relations to Sub Objects > Rel. Area of” komutu kullanılarak direkt olarak developed sınıfı içerisine aktarılmıştır (Şekil 6.31).

Analysis bloğunun ikinci bölümünde ise urban-rural ayırımının yapılması amacı ile bir urban-rural gradient bloğu oluşturulmuştur. Bu aşamada görüntüye bazı ek katmanlar eklenecektir. Bu katmanlar “Class-related features > Relations to Neighbor objects > Rel. Area of” özelliği ile eklenecektir. “Create temporary image layer” komutu ile yukarıdaki özellik kullanılarak 4 adet ek katman eklenmiştir. Bu fonksiyon seçilmiş sınıf içerisindeki objelerin toplam alanını hesaplayarak, objeler etrafındaki bu sınıfa ait objeleri girilen uzunluk değerine göre toplayarak bu iki değeri oranlar (Definiens User Guide, Reference Book, 2010). Fonksiyon girilen uzunluk değeri ile objeler etrafında uzunluk değeri kadar piksel ölçüsünde bir çember çizerek işlemi gerçekleştirir. Bu amaçla d250,d400 ve d1000 olmak üzere 250,400 ve 1000 uzunluklarında 3 adet geçici katman oluşturulmuştur. 4. bir katman olarak kullanıcı tanımlı özellikler kullanılarak elde edilen bu üç katman ile birlikte $([Mean\ d1000]+[Mean\ d250]+[Mean\ d400])/3$ “ctr” katmanı eklenmiştir (Şekil 6.32).

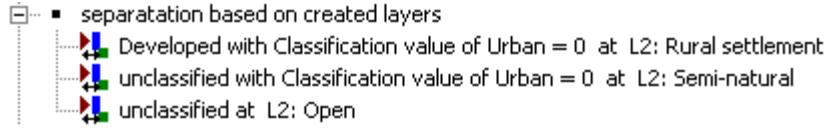


Şekil 6.31 : Arazi örtüsü sınıflandırması “analizler” haritası gelişmiş alanlar bloğu

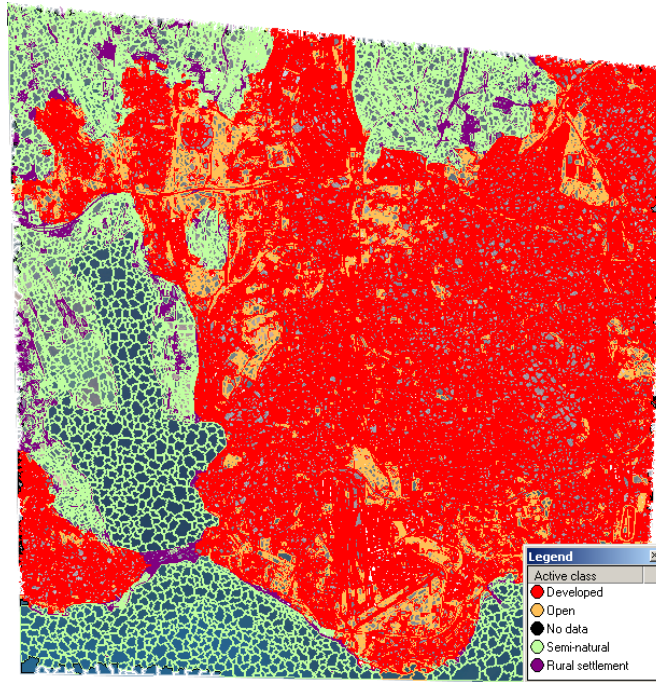
- at L2: Create temp. image layer 'd250' using 'Rel. area of Developed (250)'
- at L2: Create temp. image layer 'd400' using 'Rel. area of Developed (400)'
- at L2: Create temp. image layer 'd1000' using 'Rel. area of Developed (1000)'
- at L2: Create temp. image layer 'dAll' using 'ctr'

Şekil 6.32 : Geçici ek gelişmiş katmanlarının oluşturulması

Bu aşamada Rural settlement ve Semi natural sınıflarının ayrılması için tanımlanan Gelişmiş alanlar sınıfı ilişkilerini kullanan “ctr” katmanından yararlanılmıştır. Ctr değeri 0.4’den büyük olan değerler Urban sınıfına atılmıştır, bu sınıfın dışında kalan “developed” gelişmiş alanlar ise semi-natural (yarı-doğal) sınıfına atanmıştır. Bu iki sınıfta atanmayan değerler ise açık alanlar (open) sınıfına aktarılmıştır (Şekil 6.33) (Şekil 6.34).



Şekil 6.33 : Gelişmiş alanların ayrılması



Şekil 6.34 : Arazi örtüsü sınıflandırması “analizler” haritasi 2. katman

Çalışmanın temel amacı olan potansiyel açık alanların belirlenmesi için “analysis” bloğu içinde “potential areas” isminde yeni bir blok açılmıştır. Bu aşamada potansiyel açık alanlar için büyük objeler ile çalışılmak istendiğinden ölçek parametresi 150 ile aşama 3 segmentasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu segmentasyon için shape parametresi 0.8 ve compactness parametresi ise 1 olarak seçilmiştir. Potansiyel açık alanların belirlenmesi için “open” açık alan sınıfının önceden belirlenmiş olması gerekmektedir. Potansiyel alanlar sınıflandırması açık alanları sınıflandırmasını kullanmaktadır. 3. Aşamada (en üst obje katmanı) kullanılan “Rel. Area of sub objects Open” fonksiyonu ile girilen eşik değeri sayesinde potansiyel alanların sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Relations to sub-objects fonksiyonu

verilen obje katmanından daha düşük katmandaki objeler ile çalışmaktadır. Bu sayede “open” sınıfından sınıflandırılan objeler potansiyel alanlar sınıfına aktarılmıştır.

Yanlış atanan potansiyel alanların çıkarılması için kural dizisine bir bölüm eklenmiştir. İki farklı sınıf ile tanımlanan “false-positives” hatalı doğrular, sınıfları ile yanlış atanan potansiyel alanlar sınıflandırmadan çıkarılmıştır.

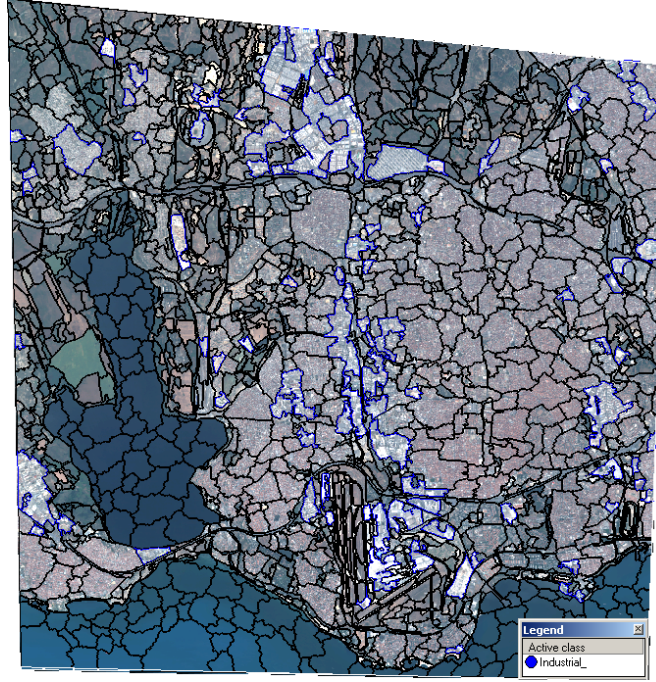
Analizler haritasında elde edilen potansiyel açık alanlar “potentials” haritasına kopyalanmıştır (Şekil 6.35).



Şekil 6.35 : Arazi örtüsü sınıflandırması potansiyeller haritası

Endüstriyel ve ticari alanlar için ise kural dizisine “Industry and Commercial” bölümü eklenmiştir. Bu aşamada da büyük objeler ile çalışılacağından 250 ölçek parametresi ile 0.5 shape parametresi ve 1 compactness parametresi ile segmentasyon gerçekleştirilmiştir. Industry sınıfının tanımlanmasında kullanılan özellikler Çizelge 6.5’de görülmektedir. Bu özellikler ile Industry sınıfının sınıflandırması bu aşamada gerçekleştirilmiştir. Growing bölümünde Industrial olarak sınıflandırılan objelerin etrafında olan fakat sınıflandırılmamış objeler “unclassified with Rel. border to Industrial_ > 0.2 at L3: _temp[1]” fonksiyonu ile temp[1] isimli sınıfa atılarak industrial sınıfına eklenmiştir. Ayrıca temp[1] sınıfına atanan ve NDVI değeri 0.15 ten büyük olan objeler ise “unclassified” sınıflandırılmamış sınıfına aktararak endüstriyel alanlardan çıkarılmıştır. Böylece endüstri alanlarının etrafında mevcut

olan yeşil alanlar endüstri sınıfından çıkarılmış olur. Bu aşamadan sonra “unclassified with Rel. border to Industrial_ > 0.5 at L3: _temp[1]” fonksiyonu ile tekrar endüstriyel objelerin etrafındaki objeler incelenerek ortak sınır noktaları özelliği ile endüstriyel objeler genişletilmiştir. Böylece oluşan harita “industry” haritasında 3. Katman olarak kayıt edilmiştir (Şekil 6.36) (Şekil 6.37).

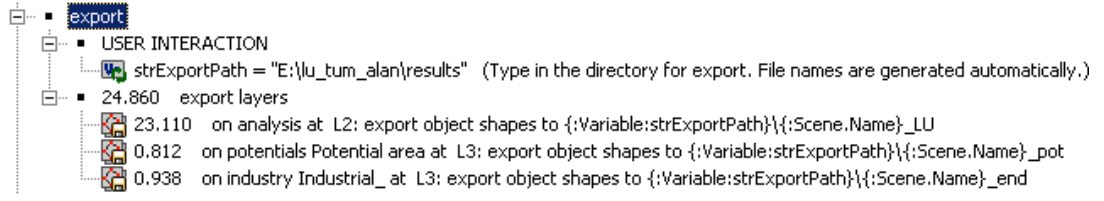


Şekil 6.36 : Arazi örtüsü sınıflandırması “endüstri” haritası



Şekil 6.37 : Arazi kullanımı kural dizisi endüstri sınıflandırması bloğu

Endüstriyel alanların belirlenmesinden sonra kural dizisinde son aşama olan haritaların üretilmesi ve CBS ortamına aktarım için oluşturulan haritaların vektör formatta dışarı aktarılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Yine burada kullanıcıya hangi klasöre kayıt yapacağı ile ilgili bir user interaction bölümü eklenmiştir ve oluşturulacak vektör dosya formatı olarak seçilen “shp” uzantısı için hangi öznitelik verilerinin aktarılacağı seçilmiştir (Şekil 6.38).

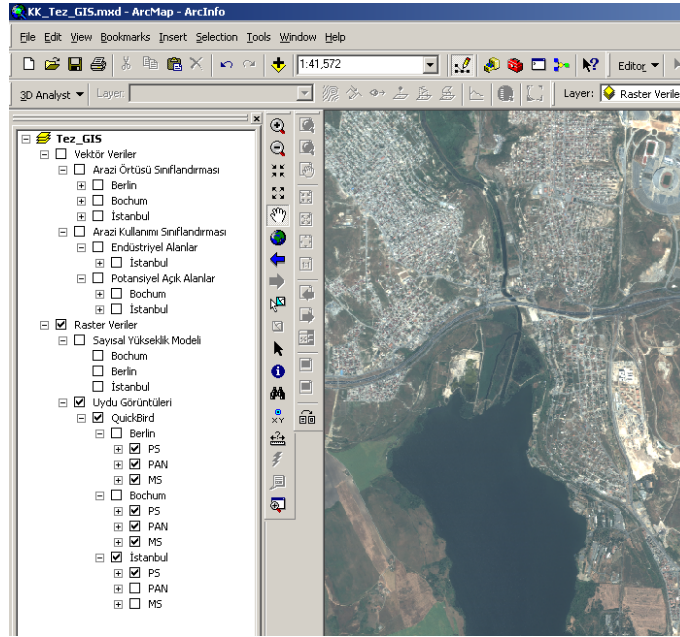


Şekil 6.38 : Arazi kullanımı kural dizisinde sonuçların dışa aktarılması

Analizler haritasının 2. Seviye objeleri için LU haritası ve potensiyel alanlar ve endüstri haritalarının 3. Seviyeleri için pot ve end isimli iki yeni “shp” dosyası yaratılmıştır.

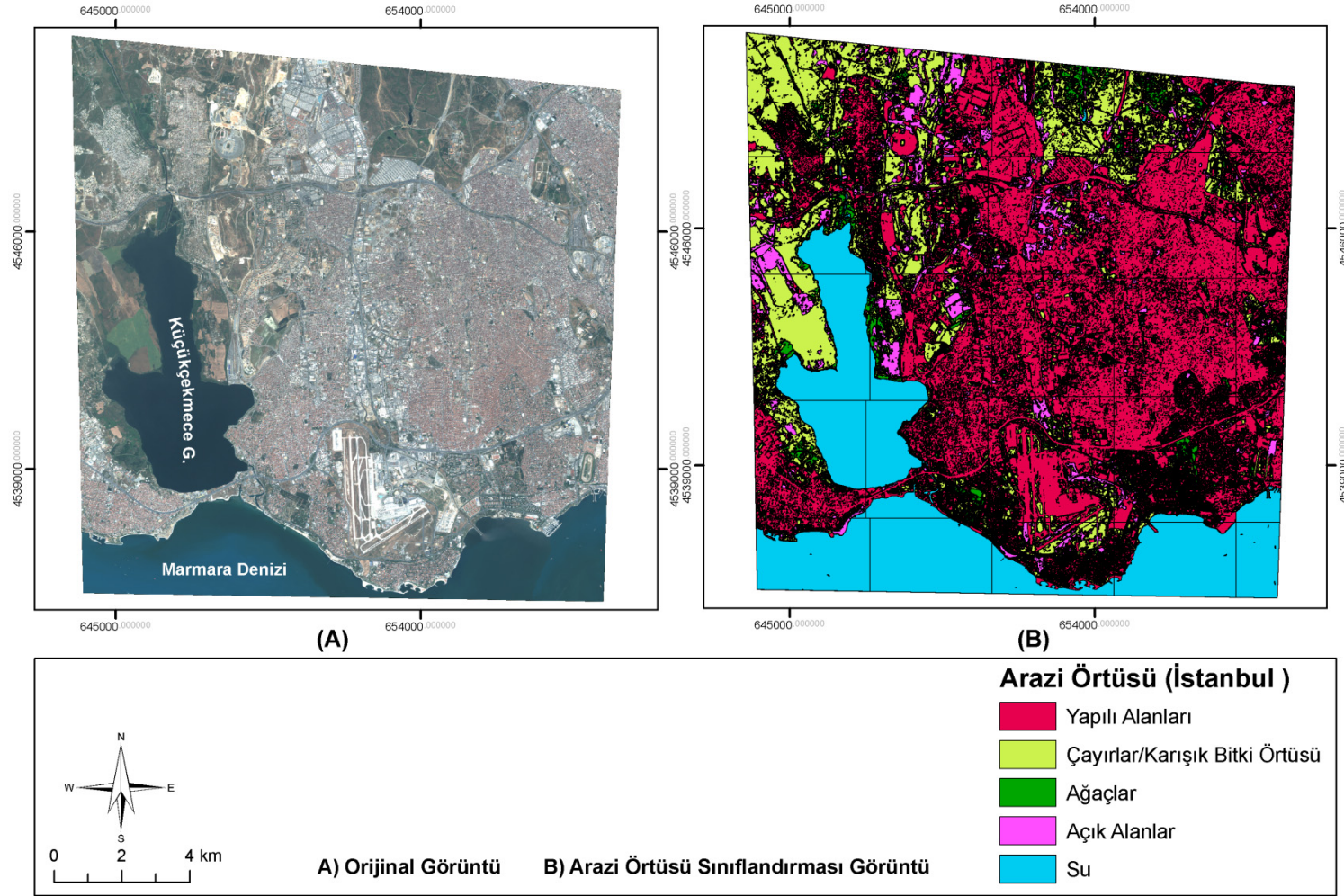
6.6 Uygulama Sonuçları

Nesne tabanlı görüntü analizi yazılımı Definiens Developer’da yapılan işlemlerden sonra elde edilen sonuçlar “shp” uzantılı vektör veriler halinde dışa aktarılmıştır. Sonuç haritalarının oluşturulması ve renklendirilmesi ArcGIS yazılımı ortamında gerçekleştirilmiştir. Verileri sunmak için ayrıca bir CBS yapısı oluşturularak veriler düzenlenmiştir (Şekil 6.39).

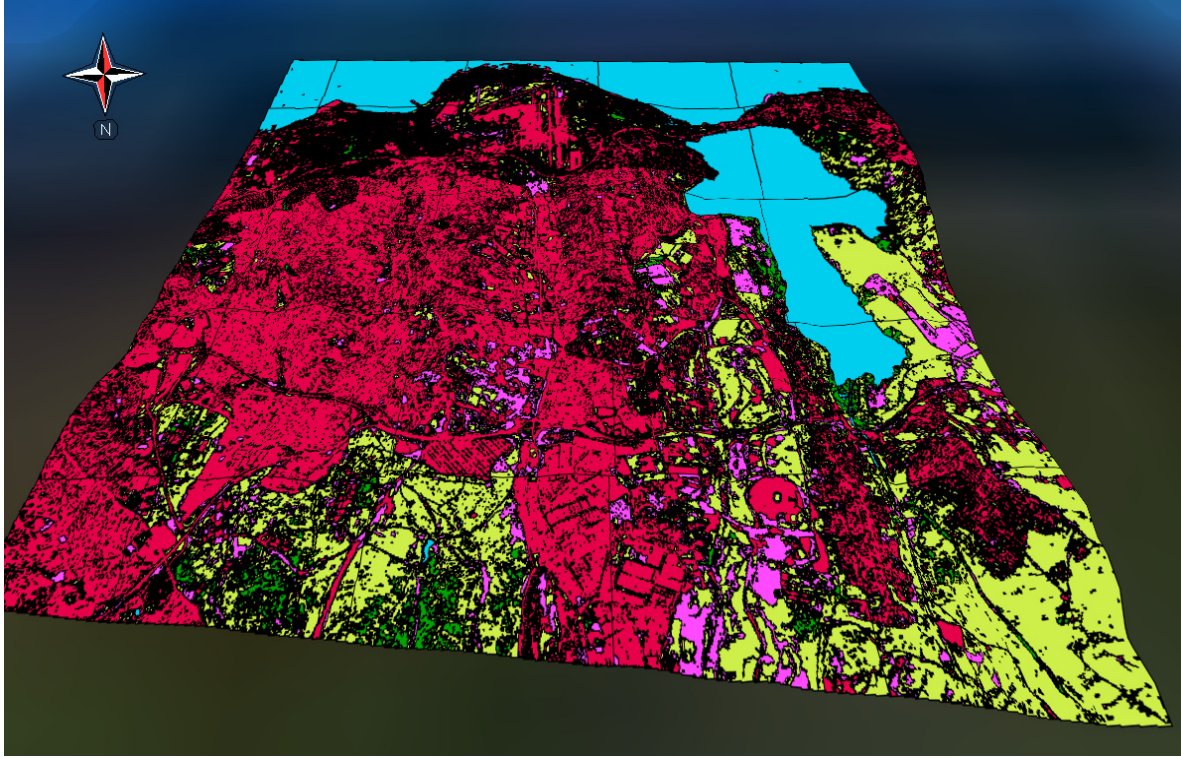


Şekil 6.39 : Oluşturulan CBS yapısının ekran görüntüsü (ArcGIS)

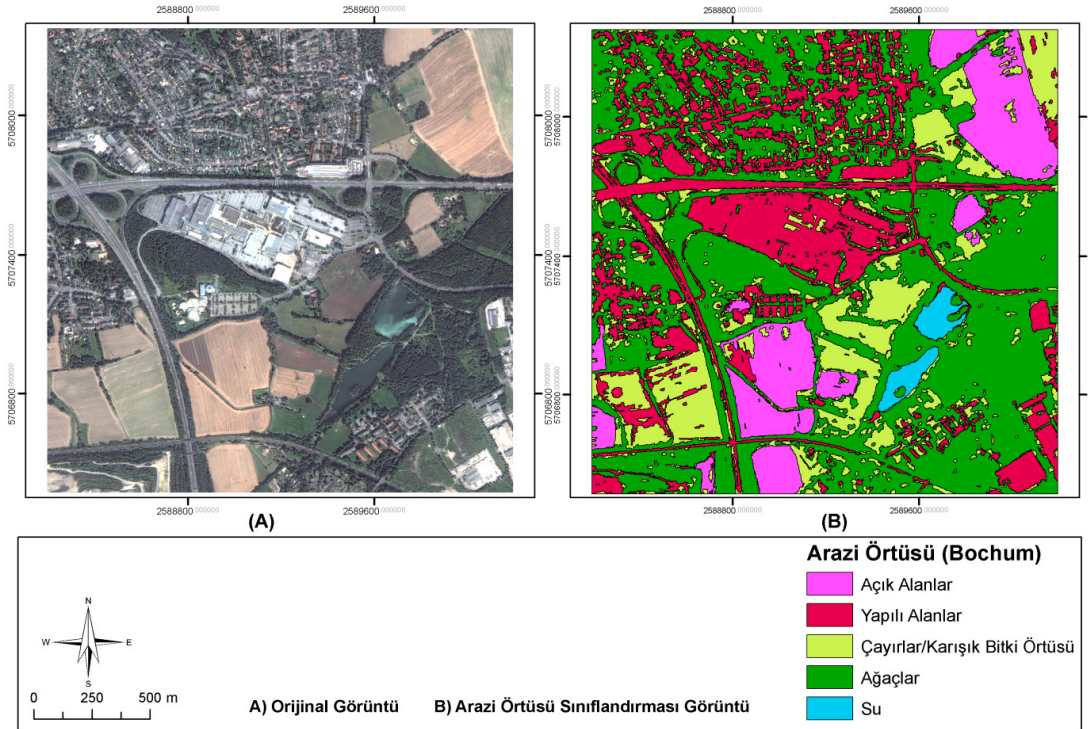
Sonuç haritalarında temel olarak arazi örtüsü sınıflandırması, arazi kullanımı sınıflandırması, potansiyel açık alanlar ve bazı detaylı analizler ile 3boyutlu haritalar olacaktır. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı haritalarında kullanılan tematik renkler CORINE 1. Seviye sınıflandırma renklerine göre RGB değerler atanarak oluşturulmuştur. Bu standartlar, oluşturulan haritaların okunabilirliğini ve uluslararası standartlar eşliğinde anlaşılabilirliğini artırmaktadır. İstanbul çalışma alanına ait arazi örtüsü sınıflandırması sonucu Şekil 6.40 ve 6.41’de görülmektedir. Benzer kural dizisi ile yapılan sınıflandırmalar sonucu oluşan Bochum çalışma alanına ait arazi örtüsü sınıflandırma sonucu ise aynı CORINE tematik renklendirmesi ile Şekil 6.42’de görülmektedir. Orijinal uydu görüntüleri ile sınıflandırılmış görüntüler aynı harita içerisinde gösterilerek karşılaştırma imkanı sağlanmıştır. Bochum sınıflandırması daha küçük uydu görüntülerinde yapıldığından görüntünün görsel analizi daha net bir şekilde yapılabilmektedir.



Şekil 6.40 : İstanbul çalışma alanı arazi örtüsü sınıflandırması sonucu

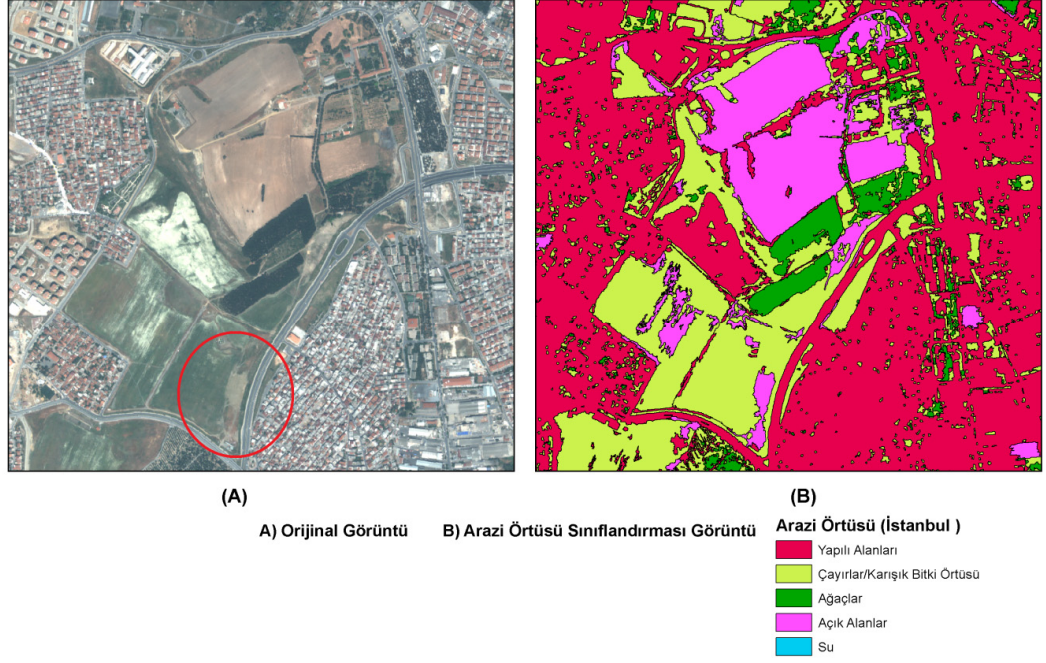


Şekil 6.41 : İstanbul çalışma alanı arazi örtüsü sınıflandırma sonucu 3B gösterimi



Şekil 6.42 : Bochum çalışma alanı arazi örtüsü sınıflandırması sonucu

Boş alanlar toprak yansıtımını göz önüne aldığından bu sınıfın bir handikapı olarak tarımsal araziler içerisindeki toprak alanlar gösterilebilir. Şekil 6.43’de bu sonuca ait bir örnek görülmektedir.



Şekil 6.43 : Açık alanlar sınıflandırmasında toprak alan örneği

Arazi kullanımı kural dizisi sonucunda yapılan analizler ile elde edilen İstanbul çalışma alanına ait potansiyel açık alanlar sınıflandırmasının sonucu Şekil 6.46’da görülmektedir. Potansiyel alanların belirlenmesinde bulunan boş alanların etrafında bulunan sınıfların özellikleri göz önüne alınmıştır. Bu anlamda oluşan sınıflandırma sonucu Şekil 6.44’den yorumlanabilmektedir. Potansiyel açık alanlar sınıflandırmasının başarısı Şekil 6.45’te görülmektedir. Bu görüntüde bulunan objeler içerisinde vejetasyon barındırsa bile etrafındaki yapılaşma dolayısıyla potansiyel alanlar olarak belirlenmiştir. Elbetteki daha detaylı analizler için ek veri katmanları oluşturularak bazı CBS analizleri ile birlikte çok kriterli karar destek sistemleri kullanılmalıdır.

Sunulan son harita olarak İstanbul çalışma alanına ait endüstriyel alanlar haritasında genel olarak endüstriyel alanların görsel olarak doğru sınıflandırıldığı görülmektedir (Şekil 6.47). Bölgelere göre değişim gösteren mavi bandın ortalama değeri ile transfer edilebilir hale getirilen endüstri sınıflandırması sonucunda bazı yanlış sınıf atamaları görülmektedir. Bir yapının endüstriyel alan olduğu yapı objesinin büyüklüğü ve yapının çatısındaki yansıtım ile anlaşılabilir. Yoğunluk değeri de burada analize eklenebilir. Genel anlamda doğru sonuçlar vermesine rağmen beyaz yansıtıma sahip bazı alanlar endüstriyel alan olarak sınıflandırılmıştır. Bu yanlışla örnek olarak havaalanı gösterilebilir. Bu bölgedeki açık renkli yansıtım o

bölgenin endüstriyel bir alan olarak algılanmasına neden olmuştur. Bazı büyük toplu konutlarda bazı bölgelerde endüstriyel alan olarak algılanmıştır.

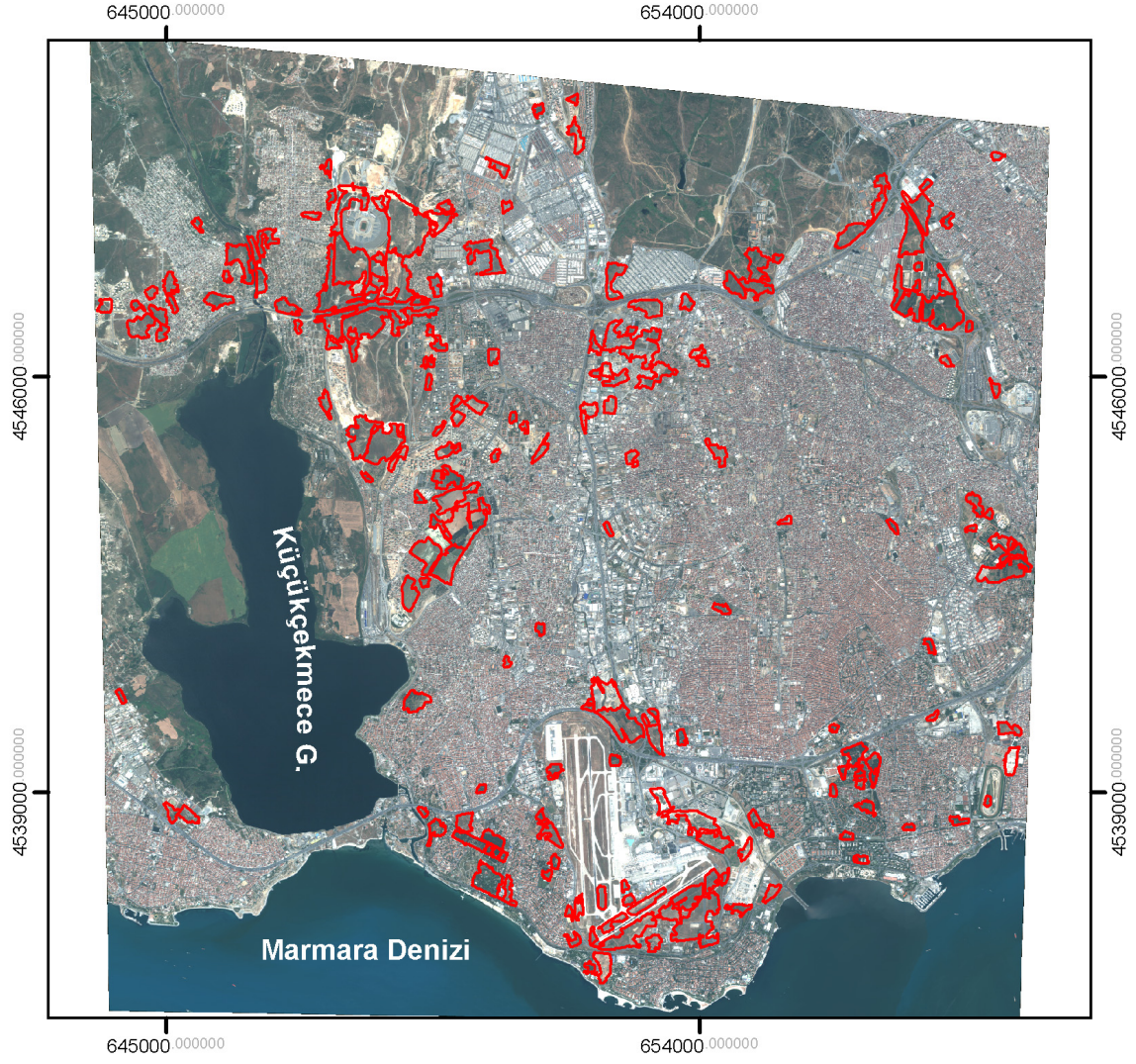


Şekil 6.44 : Potansiyel açık alanlar sınıflandırmasına örnekler

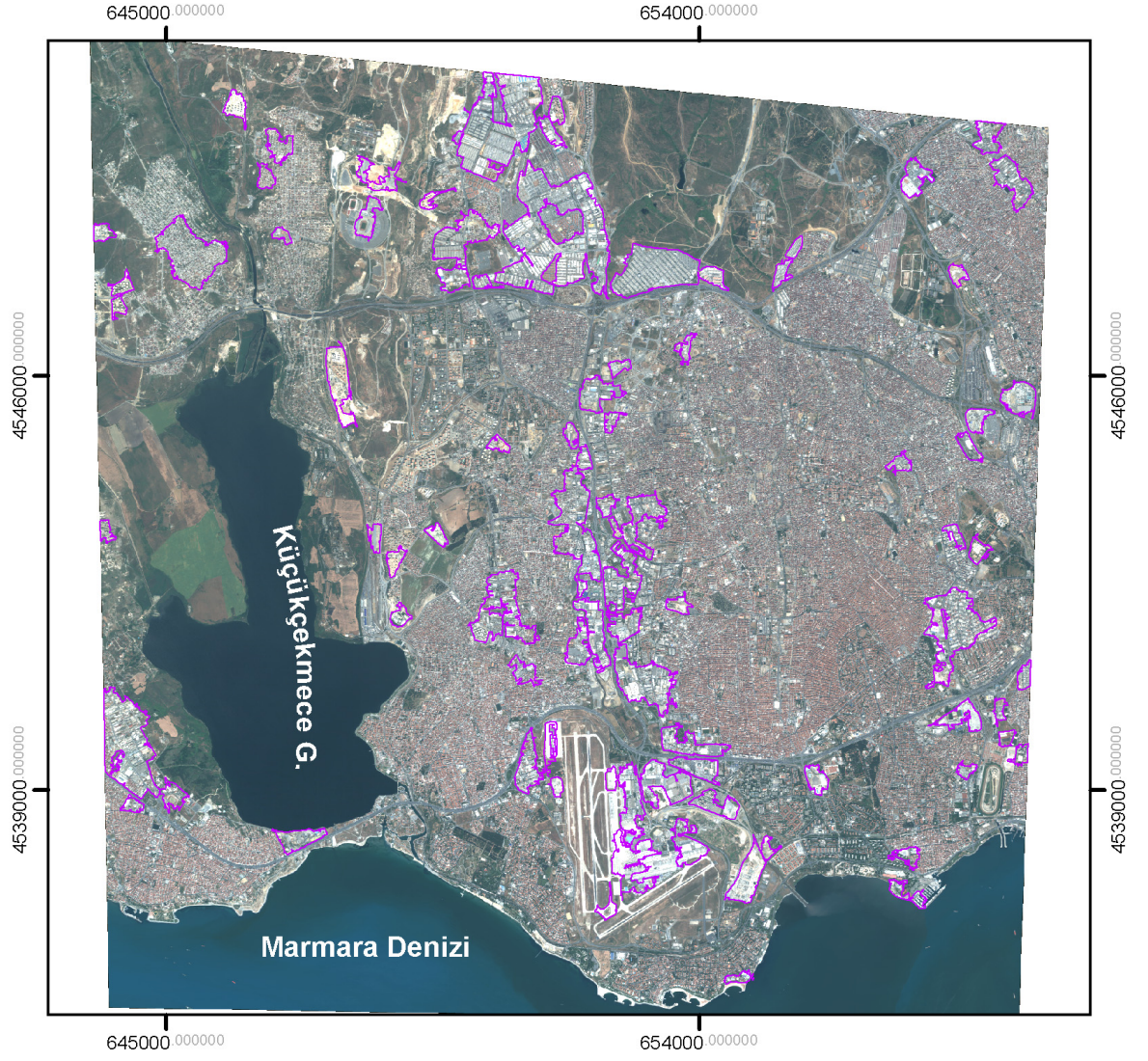
Şekil 4.52’de ise içersisinde bazı yapılı alanlar bulunduran bir parkın potansiyel alan olarak atanmadığı görülmektedir. Bunun sebebi bu objenin etrafındaki yeşil alanlar ve içerisinde barındırdığı yapılı alanlar gösterilebilir.



Şekil 6.45 : Potansiyel açık alanlar sınıflandırmasına ait örnekler



Şekil 6.46 : İstanbul çalışma alanına ait potansiyel açık alanlar sınıflandırması



Şekil 6.47 : İstanbul çalışma alanına ait endüstriyel alanlar sınıflandırması sonucu

6.7 Doğruluk Analizi

Yapılan işlemlerin doğruluğunu test etmek, sonuçların güvenilirliğini analiz etmek için önemli bir adımdır. Uzaktan algılamada en çok kullanılan görüntü işleme tekniklerinden olan sınıflandırma işlemi yapılacak doğruluk analizi yer gerçeği ile sınıflandırılmış veri arasındaki uyumu test etmektedir. Definiens Developer yazılımı ilk versiyonlarında doğruluk analizi için fazla esnek bir yapıya sahip değilken bu esneklik versiyonlar güncellendikçe artmaktadır, fakat hali hazırda en son versiyon olan Definiens Developer 8 yazılımı bile doğruluk analizi bakımından çok esnek bir yapıya sahip değildir. Bu aşamada toplanan örnekler objektif olarak toplanmayabilir ve sonuç negatif yada pozitif yönde bu örnek toplama işleminden etkilenebilir.

Definiens yazılımında doğruluk analizi yapılabilmesi için 4 adet farklı işlem bulunmaktadır;

- Classification Stability
- Best Classification Result
- Error Matrix based on TTA Mask
- Error Matrix based on Samples

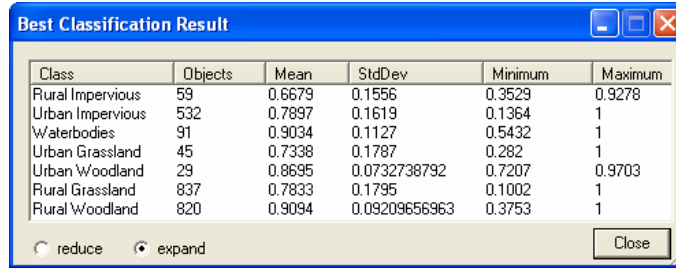
Bunlardan 1. Si olan “Classification Stability” özelliğinde en iyi sınıf ataması ile bir sonraki sınıf ataması arasındaki fark oransal olarak hesaplanır. İstatistiksel çıktı genel olarak basit istatistik analizleri (obje sayısı, ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değer) her sınıf için en iyi birinci ve ikinci değerler arasında üretir (Şekil 6.48).

Class	Objects	Mean	StdDev	Minimum	Maximum
Rural Impervious	59	0.03851402286	0.08745849197	0	0.4536
Urban Impervious	532	0.2583	0.1919	0	0.8734
Waterbodies	91	0.3238	0.2483	0.009739995003	0.7231
Urban Grassland	45	0.2786	0.2315	0.003000378609	1
Urban Woodland	29	0.139	0.1006	0.002530932426	0.3392
Rural Grassland	837	0.2616	0.1832	0.0009220838547	1
Rural Woodland	820	0.2203	0.1394	0.0009468793869	0.5583

Şekil 6.48 : “Classification Stability” yönteminin örnek çıktısı

2. özellik olan “Best classification result” seçeneği ise yeniden istatistiksel analizleri dayanan bir yöntemdir. Bu yöntemde her sınıf için atanan görüntü objelerinin en iyi sınıflandırma sonuçlarının istatistiksel analizleri gösterilir (obje sayısı, ortalama,

standart sapma, en küçük ve en büyük değer) (Şekil 6.49) (Definiens User Guide, 2010).



Class	Objects	Mean	StdDev	Minimum	Maximum
Rural Impervious	59	0.6679	0.1556	0.3529	0.9278
Urban Impervious	532	0.7897	0.1619	0.1364	1
Waterbodies	91	0.9034	0.1127	0.5432	1
Urban Grassland	45	0.7338	0.1787	0.282	1
Urban Woodland	29	0.8695	0.0732738792	0.7207	0.9703
Rural Grassland	837	0.7833	0.1795	0.1002	1
Rural Woodland	820	0.9094	0.09209656963	0.3753	1

reduce expand Close

Şekil 6.49 : “Best Classification Result” yönteminin örnek çıktısı

Hata matrisleri ile yapılacak doğruluk analizleri için ise iki adet yöntem vardır. Bunlardan birincisi olan “Error matrix based on TTA mask” metodunda; seçilen test alanlarının referans piksel değerleri sınıflandırma sonucu ile karşılaştırılarak sınıflandırma kalitesi test edilir. Bu aşamada kullanılacak örnek test alanları mevcut obje katmanından her sınıf için ayrı ayrı toplanarak ilgili sınıfa atanır.

“Error matrix based on TTA samples” yöntemi ise temel olarak “Error matrix based on TTA mask” yöntemiyle aynı olmak üzere kullanılan test alanları manuel olarak toplamaktadır. Bu çalışma kapsamında genel anlamda doğruluk analizi yapılması için piksel tabanlı yaklaşıma benzer özellikler sergileyen “Error matrix based on TTA mask” yöntemi kullanılmıştır.

Kappa (K) istatistiği (KIA – Kappa Index of Accuracy);

Kappa katsayısı iki değerleyici arasındaki karşılaştırmalı uyuşmanın güvenilirliğini ölçen bir istatistik yöntemidir (Cohen, 1960). Hesaplanışı;

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{it} * x_{ti})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{it} * x_{ti})} \quad (6.1)$$

r : Hata matrisindeki satırların sayısı

x_{ii} : Satır i ve sütun i’deki gözlemlerin sayısı (ana köşegen üzerinde)

x_{ti} : Satır i’deki toplam gözlem

x_{it} : Sütun i’deki toplam gözlem

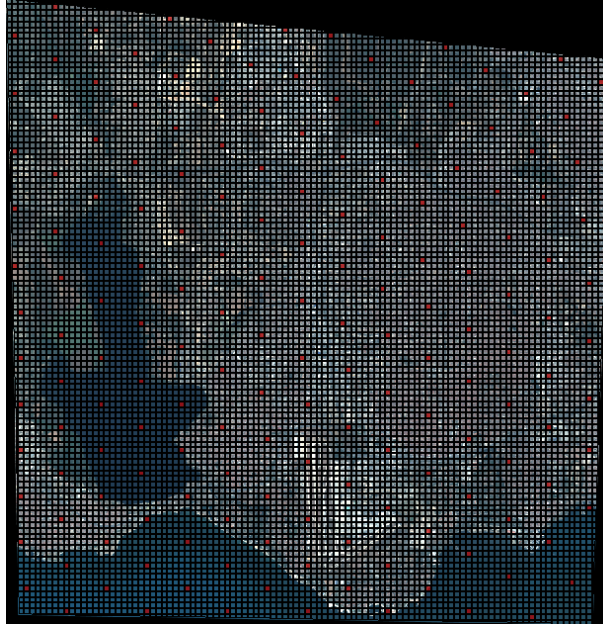
N : Matriste içerilen toplam gözlem sayısı

6.7.1 Doğruluk analizi kural dizisi geliştirilmesi

Arazi örtüsü sınıflandırması sonucu elde edilen sonuçların doğruluk analizi için ayrı bir kural dizisi geliştirilmiştir. Kural dizisi geliştirilmesindeki temel amaçlar;

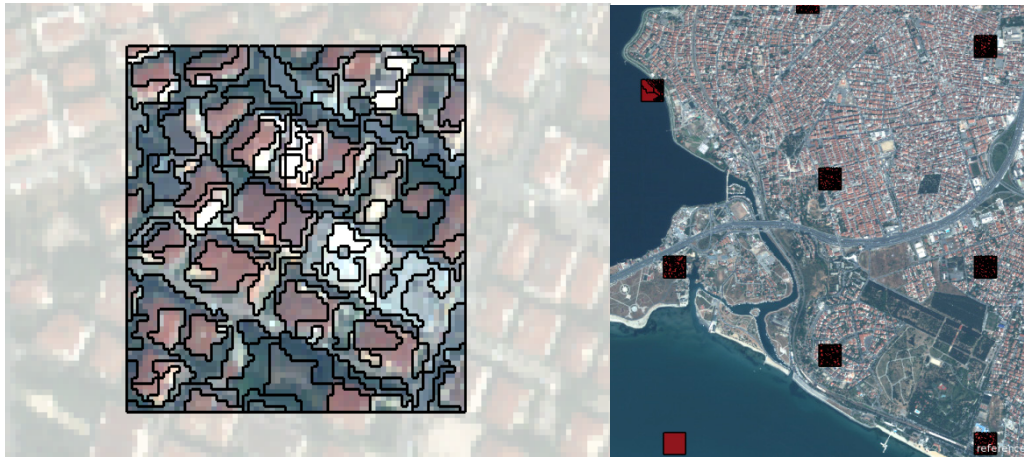
- Objektif bir şekilde örneklerin seçilmesi
- Veri boyutundan dolayı segmentasyon işleminin tüm görüntüye uygulanamayacak olması
- Esnek bir doğruluk analizi aracının üretilmesi

olarak sıralanabilir. Arazi örtüsü sınıflandırması Definiens yazılımındaki bellek kısıtlamaları yüzünden mevcut uydu görüntüsü parçalara ayrılarak gerçekleştirilmişti, bu aşamadan sonra her bir “tile” için elde edilen “shp” sonuç dosyaları ArcGIS yazılımında birleştirilerek tek bir arazi örtüsü sonuç dosyası elde edilmiştir. Her bir parçaya ayrı ayrı doğruluk analizi yapılması sonuçların objektif bir şekilde karşılaştırılması için anlamlı değildir. Bu nedenle doğruluk analizi tüm görüntü üzerinde yapılmıştır. Doğruluk analizi sırasında seçilecek örneklerin küçük segmentlerden seçilmesi doğruluk analizinin anlamlı ve daha güvenilir sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Obje boyutu küçüldükçe obje içerisindeki homojenlik de buna paralel olarak artacaktır. Büyük objelerin örnek olarak seçilmesi sırasında bu objeler içerisindeki farklı spektral özellikler ve sınıfların oluşturduğu heterojen yapı sınıflandırma doğruluğunu etkilemektedir. Bu amaçla geliştirilen kural dizisinde önce görüntü “chessboard” segmentasyon algoritması ile kullanıcı tarafından belirlenen iki parametre ile eş boyutlu kare segmentlere ayrılmıştır. SizeofSamples parametresi ile kullanıcı oluşturulacak kare segmentlerin kenar boyutunu belirleyebilmektedir. DistofSamples seçeneği ile ise oluşacak kare segmentler arasındaki mesafe değiştirilebilir. Böylece random (rastgele) oluşturulacak segmentlerin birbirine yakın çıkması engellenecektir (Şekil 6.50). Bu parametreler ile yapılan segmentasyon sonrasında elde edilen kare segmentler “sample” isimli bir sınıfa atanmıştır. Örnek seçme alanlarının boyutları 120 piksek seçilmiştir aralarındaki mesafeyi tanımlayan değişken ise 1000 piksek olarak kullanılmıştır. Toplamda 33 örnek seçim alanı oluşmuştur.



Şekil 6.50 : Chessboard segmentasyonu sonucu elde edilen potansiyel örnek alanlarından rastgele seçilen örnek seçim alanları

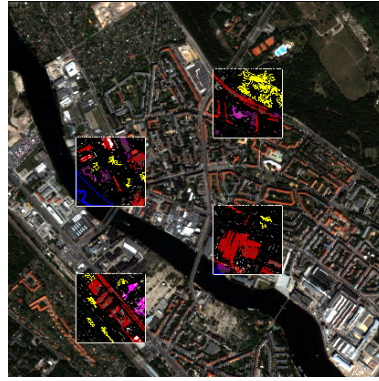
Bir sonraki aşamada ise bu kare segmentler örnek toplamaya uygun ihale getirmek için çok çözünürlüklü segmentasyon işlemi uygulanmıştır. Bu seviyede yapılan segmentasyon işlemi için 25 gibi küçük bir ölçek parametresi seçilmiştir. Shape parametresi ise 0.1 gibi küçük bir değer seçilerek segmentlerin spektral özelliklere göre ayrılması amaçlanmıştır. Compactness değeri ise 0.5 olarak kullanılmıştır (Şekil 6.51).



Şekil 6.51 : Rastgele oluşturulan örnek alanlarının segmentasyonu

Doğruluk analizi kural dizisinin son aşaması olarak her tematik sınıf için ayrı ayrı bir “manual classification” bölümü eklenmiştir. Böylece örnek alanların seçimi daha kolay olacaktır.

Sonrasında örnek toplama alanları içerisinde her sınıf için yeteri sayıda örnek alınarak doğruluk analizi işlemine geçilebilir. Bu aşamada dikkat edilmesi gerek örneklerin “reference map” üzerinden toplanmış olmasıdır, doğruluk analizi arazi örtüsü sınıflandırması sonucu elde edilen vektör katman üzerinden yapılacaktır, referans harita üzerinden yer gerçeğine göre seçilen örnekler ile “TTA Mask” oluşturularak kaydedilmiştir ve bu “TTA Mask” “main” haritası üzerine yüklenmiştir. Bu aşamadan sonra toplanmış örnekler (Şekil 6.52) ile Definiens Developer yazılımının sahip olduğu doğruluk analizi işlemlerinden en güvenilir olan “Error Matrix Based on TTA Mask” seçeneği ile doğruluk analizi işlemi sonuçlandırılmıştır.



Şekil 6.52 : Örneklemenin oluşan segmentler üzerinden yapılması

Arazi örtüsü sınıflandırması için yapılan bu doğruluk analizi yöntemi, elde edilen potansiyel açık alanlar sınıflandırması içinde uygulanmıştır. Bu aşamada geliştirilen kural dizisi uygun hale getirilerek potansiyel açık alanlar sınıflandırması sonucu oluşan vektör veri doğruluk analizine “arazi örtüsü” verisi olarak yüklenmiş ve yapılan büyük ölçekli bir segmentasyon ile (300) örnekleme yapılmıştır. Sınıflandırma doğruluk analizleri sonuçları Bölüm 6.7.2.’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

6.7.2 Doğruluk analizi sonuçları

Yapılan sınıflandırma işlemleri sonrasında doğruluk analizleri;

- İstanbul arazi örtüsü sınıflandırması
- İstanbul potansiyel açık alanlar sınıflandırması

Sınıflandırmaları için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. İstanbul çalışma alanında yapılan sınıflandırma büyük bir QB görüntüsü kapsamaktadır. Bochum görüntüsünde transfer edilebilirliğin test edilmesi için küçük bir uydu görüntüsü parçası kullanılmıştır. Bu bölgeler seçilirken seçilen alanda her sınıfın mevcut olmasına özen gösterilmiştir. Örneklemede küçük segmentlerin kullanılması doğruluk analizinin daha güveninir sonuçlar vermesini sağlamıştır. Bu kısımda geliştirilmiş kural dizisi dosyasının önemi göze çarpmaktadır. Geliştirilen algoritma ile örnek seçilecek alanlar görüntü üzerine homojen bir şekilde dağılmış alanlardan seçilmiştir. Böylece örnek seçimi sırasında objektif örnekleme yapılması sağlanmaya çalışılmıştır.

İstanbul arazi örtüsü sınıflandırması doğruluk analizi sonuçları Çizelge 6.6'da görülmektedir. Genel olarak yüksek doğruluk elde edilmiştir. Sınıflandırılması sırasında güçlüklerle karşılaşılan açık alanlar sınıfı için kullanıcı doğruluğunun %64 olduğu görülmektedir. Bu kısımda açık alanlar sınıfının “çayır” ve “yapılı alanlar” sınıfı ile karışım gösterdiği hata matrisinden anlaşılmaktadır. Hasat edilmiş tarlalar ve yerleşimin içerisindeki toprak yansıtımına benzer özellik taşıyan alanlar bu karışıma sebep olmuştur. Ayrıca kural dizisinde kullanılan “growing” algoritmaları sınıflandırma doğruluğunu düşürecek bir yapıdadır. Çalışmanın amacı olan potansiyel açık alanların belirlenmesi amacı doğrultusunda her binanın ayrık segmentler halinde çıkarılması gerekmemektedir. Yapı grupları birleştirilerek sınıflandırılabilir. Yapılan “merge” işlemleri bunun paralelinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmalar vektör veriyi anlamlı ve kompakt bir hale getirirken beraberinde sınıflandırma doğruluğunu belli oranda düşürmektedir. Genel olarak İstanbul çalışma alanı için yüksek bir sınıflandırma doğrulu elde edilmiştir (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6 : İstanbul arazi örtüsü sınıflandırması doğruluk analizi

Hata Matrisi Kullanıcı \ Referans						
	Açık Alanlar	Su	Yapılı Alanlar	Ağaçlar	Çayır/Bitki Ört.	Toplam
Açık Alanlar	40601	0	7987	61	14136	62785
Su	0	1362137	0	0	0	1362137
Yapılı Alanlar	1633	15	152270	475	1575	155968
Ağaçlar	1	0	590	35914	6236	42741
Çayır/Bitki Ört.	1492	125	10616	4399	139166	155798
Toplam	43727	1362277	171463	40789	161113	
Doğruluk						
Üretici	0.92	0.99	0.88	0.88	0.86	
Kullanıcı	0.64	1	0.97	0.84	0.89	
Toplamlar						
Toplam Doğruluk	0.97					
KIA	0.93					

İstanbul çalışma alanında yapılan arazi kullanımı analizleri sonucunda elde edilen potansiyel açık alanlar için ise ayrı bir doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir. İstanbul çalışma alanı potansiyel açık alanlar sınıflandırması doğruluk analizi sonuçları Çizelge 6.7’de görülmektedir. Potansiyel alanlar sınıflandırmasında küçük objeler sınıflandırma sonucu yok sayılmıştır. Bu neden örnekleme aşamasında büyük ölçekte bir segmentasyon gerçekleştirilmiş ve örnekleme yapılmıştır. Ortalama doğruluk olarak %73 elde edilmiştir.

Çizelge 6.7 : İstanbul potansiyel alanlar sınıflandırması için doğruluk analizi

Hata Matrisi Kullanıcı \ Referans			
	Potansiyel Alanlar	Toplam	
Potansiyel Alanlar	130771	130771	
sınıflandırılmamış	49574	49574	
Toplam	180345		

Doğruluk	
Üretici	0.73
Kullanıcı	1
Toplamlar	
Toplam Doğruluk	0.73

6.8 Transfer edilebilirliğin test edilmesi

Çalışma kapsamında geliştirilen kural dizileri transfer edilebilir bir yapıda geliştirilmiştir. Böylece nesne tabanlı görüntü analizlerinde geliştirilmiş kural dizisi farklı bölgelerdeki QB uydu görüntülerine de uygulanabilir. Nesne tabanlı görüntü analizlerinde uzmanlaşmamış kişiler tarafından kullanılabilir bir yapıda kural dizilerinin üretilmesi için bazı kısımlara kullanıcının müdahale etmesi gereken bölümlerde değişken değiştirme bölümlere eklenerek, transfer edilebilir yapı kolay bir şekilde sağlanabilir. Bu çalışmada kullanıcı müdahalesinin gerektiği bölümlere “user interaction” kısımları koyularak önceden tanımlanmış ve bölgelere göre farklılık gösteren temel değişkenlerin değiştirilebilmesi sağlanmıştır.

Transfer edilebilirliğin test edilmesi için İstanbul görüntüsü üzerinde geliştirilen arazi örtüsü kural dizisi Bochum’a ait QB uydu görüntüsünde, İstanbul için geliştirilen arazi kullanımı kural dizisi ise yine İstanbul’a ait QB uydu görüntü üzerinde test edilmiştir. Bu sınıflandırmalara ait sonuçlar ve doğruluk analizleri daha önceki bölümlerde verilmiştir. Ayrıca yine transfer edilebilir bir yapı içerisinde geliştirilen doğruluk analizi kural dizisi ise hem tüm bölgelerdeki arazi örtüsü sınıflandırmasında hem de İstanbul potansiyel alanlar sınıflandırmasında test edilmiştir.

Transfer edilebilirliğin sağlanması için bu kural dizilerinin bazı bölümlerine değişken düzenleme bölümleri eklenmiştir. Bunun dışında kullanıcı sınıf hiyerarşisi içerisindeki sınıf tanımlamalarını da değiştirebilir. Arazi örtüsü kural dizisindeki değişkenler;

Scene resolution (Görüntü çözünürlüğü); Bu değişken geliştirilen kural dizisinin farklı uydular için kullanabilmesini amaçlamaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken kural dizisinin 4 bantlı bir QB uydu görüntüsü üzerinde geliştirilmiş olmasıdır. Yani kullanıcı bu kural dizisini yine 4 bantlı bir uyduda kullanmalıdır. Örnek olarak IKONOS gösterilebilir. Çalışma kapsamında “scene resolution” değişkeni 0.6 metre olarak tanımlanmıştır. IKONOS görüntüsü kullanıldığında bu değişken 1m olarak değiştirilerek işlemlere devam edilebilir. Çalışma kapsamında geliştirilen kural dizisi farklı QB’den farklı bir uyduda denenmemiştir.

Ölçek faktörü (1. Aşama); Kullanıcılar kullandıkları bölgenin homojenliği ve heterojenliğine bağlı olarak 1. Aşama segmentasyon için kullanılan ölçek faktörünü

değiştirebilir. Çalışma kapsamında 3 farklı bölge içinde “30” ölçek faktörü kullanılmıştır.

waterNdwi; Bu değişken ise su sınıfının sınıflandırması sırasında sınıf hiyerarşisi içerisinde tanımlanan Ndwi katmanındaki waterNdwi eşik değerlerinin değiştirilmesi için tanımlanmıştır. Bu değer İstanbul ve Bochum için -0.25 olarak kullanılmıştır.

waterGreenRed; Bu değişken su sınıfının sınıflandırması sırasında sınıf hiyerarşisi içerisinde tanımlanan “green/red > waterGreenRed” değişkeninin eşik değerlerinin değiştirilmesi için tanımlanmıştır.

th_ndvi; th_ndvi değişkeni “vegetation” sınıfı içerisinde kalıtsal değişken olarak tanımlanan “mean ndvi > th_ndvi” özelliğinin güncellenmesi için tanımlanmıştır.

treesBG, treesStd; Bu iki değişken ağaç sınıfının sınıf hiyerarşisi içerisinde tanımlanan “blue/green > treesBG” ve “standart deviation blue < treesStd” özelliklerinin değişkenlerinin güncellenmesi için tanımlanmıştır.

Açık alanlar ölçek faktörü; Açık alanlar sınıflandırması sırasında yapılan segmentasyon için belirlenen ölçek faktöründe bölgelere göre değişiklik gösterebilir ve değiştirilmesi gerekebilir. Çalışma kapsamında bu değer sabit döngü içerisinde “100” olarak tanımlanmıştır.

strExportPath; Bu değişken dışarı aktarılan “shp” formatında vektör verilerin bilgisayar üzerinde hangi klasöre kaydedileceğini belirlemektedir.

Sonuç olarak 3 ayrı bölgenin sınıflandırması için sadece waterNdwi değişkeni değiştirilmiştir. Oluşturulan kural dizilerinin transfer edilebilirliği büyük oranda elde edilmiştir.

Arazi kullanımı kural dizisinde ise yapılan testler sonucunda sadece indBlue özelliğinin farklı bölgelerdeki endüstriyel alanların sınıflandırılması için değiştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bunun haricinde arazi kullanımı kural dizisi arazi örtüsü kural dizisi sonuçlarını kullanarak tamamiyle transfer edilebilir ve farklı bölgelere uygulanabilir şekilde geliştirilmiştir.

7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Uzaktan algılamada en çok kullanılan görüntü işleme analizlerinde olan sınıflandırma işlemi bu çalışma kapsamında transfer edilebilir bir yapıda gerçekleştirilmiştir. Bu yapı dâhilinde son yıllarda etkin olarak kullanılmaya başlanan ve gün geçtikçe gelişmeye devam eden nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Dünya üzerinde en çok kullanılan nesne tabanlı görüntü işleme yazılımı olan Definiens kullanılarak, yazılımın sahip olduğu kural dizisi geliştirme özelliği sayesinde esnek parametreler ile sınıflandırma araçları geliştirilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi içerisinde kullanılacak güncel ve yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinin seçimi ve bu görüntülerin ön-işleme adımları ile sınıflandırmaya hazır hale getirilmesi sınıflandırma sonuçlarının tutarlı ve güvenilir bir şekilde üretilmesi için önem arz etmektedir. Yapılan sınıflandırma işlemi, geliştirilen sınıflandırma aracının işlevselliği ve başarısı kadar bu araçlar dâhilinde kullanılacak uydu görüntülerinin orijinal renk değerleri ile olan tutarlılığı ve yapılan görüntü işleme işlemlerinin başarısıda önemlidir. Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin en büyük avantajlarından olan yüksek çözünürlüklü veri ile anlamlı objelerin üretilmesi ve sınıflandırması işlemi için kullanılacak güncel uydu görüntüsünün seçilmesi işlemi, geliştirilecek transfer edilebilir araç için önem taşımaktadır. QuickBird uydusu uzun süredir çekim yapıyor olması ve literatür dahilinde birçok çalışma kapsamında kullanılmış ve test edilmiş olmasının yanında 0.6m'lik yüksek çözünürlüğü ile nesne tabanlı sınıflandırmada kullanılacak görüntü olarak belirlenmiştir. Bu görüntü ortorektifikasyona uygun olarak sipariş edilerek ortorektifikasyon işlemi gerçekleştirilmiş ve sonrasında yüksek çözünürlüklü pankromatik katman, çok spektrumlu katmanlar ile birleştirilerek pansharpened görüntü elde edilmiştir. Pansharpened görüntü üzerinde yapılan segmentasyon testleri nesne tabanlı sınıflandırma kapsamında yapılan segmentasyon işlemi sırasında pansharpened görüntünün kullanılmasının başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Segmentasyon işlemi nesne tabanlı sınıflandırma işleminin en önemli noktası olarak gösterilmektedir. Segmentasyon işlemi dâhilinde üretilen objelerin belirlenme başarısı, sınıflandırma işlemi bu objeler üzerinden yapıldığından sınıflandırma sonucunu önemli derecede etkilemektedir. Segmentasyon işlemi sırasında kullanılacak veri setlerinin ve parametrelerin belirlenmesi bu yüzden önemlidir. Çalışma kapsamında bu parametrelerin ve veri setlerinin belirlenmesi görsel analizlerinin yanında yapılan istatistiksel testler ile anlamlandırılmıştır. Optimum ölçek parametresinin seçimi için uygulanan testler sayesinde yapılan segmentasyon işlemi ile anlamlı objelerin üretilmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın temel amacı olan potansiyel açık alanların belirlenmesi işlemi birbirini takip eden iki kural dizisi geliştirilerek gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada çalışma alanındaki genel arazi örtüsü özelliklerinin belirlenmesi amacıyla arazi özelliklerini genel olarak belirleyen 5 tematik sınıf üzerinde çalışan bir transfer edilebilir kural dizisi nesne tabanlı sınıflandırma yazılımı olan Definiens yazılımında geliştirilmiştir. Bu aşamada standart haline gelmiş birçok sınıflandırma şeması incelenmiştir ve çalışma konusuna uygun olarak 5 sınıflık bir sınıflandırma şeması geliştirilmiştir. Su, yapısal alanlar, ağaçlar, karışık bitki ve toprak alanlar sınıflarından oluşan arazi örtüsü kural dizisi transfer edilebilir bir yapıda geliştirilmiştir, transfer edilebilirliğin sağlanması için geliştirilen kural dizisinin kullanıcı müdahalesi gerektiren bölümlerine bazı değişken değiştirme bölümleri konularak tanımlanan değişkenlerin değiştirilebilmesi sağlanmıştır. Arazi örtüsü sınıflandırması kural dizisi toplamda 3 parametrenin değiştirilir olarak tanımlanması ile transfer edilebilir bir yapı kazanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen kural dizisi İstanbul ve Bochum çalışma alanlarında test edilmiştir ve doğruluk analizi işlemleri gerçekleştirilmiştir. %80-%90 arasında değişen doğruluklar ile sınıflar belirlenmiştir.

Kural dizisinin uydu görüntüsüne uygulanması sırasındaki Definiens yazılımındaki bellek kısıtlamaları göz önüne alınarak uydu görüntüsü eşit parçalara bölünerek görüntü kesitleri oluşturulmuş ve sınıflandırma her görüntü kesitinde ayrı ayrı gerçekleştirilerek daha sonrasında CBS ortamında birleştirilmiştir.

Arazi örtüsü kural dizisi dâhilinde dışa aktarılan sınıflandırma sonuçları vektör haritalar halinde arazi kullanımı analizlerinin yapılacağı kural dizisinde kullanılmıştır. Geliştirilen arazi kullanımı kural dizisi tüm görüntü üzerinde uygulanabilecek şekilde geliştirilmiştir. Temel olarak 3 temel obje katmanında

sınıflandırma işlemini gerçekleştiren bu kural dizisi 1. Katmanda arazi örtüsü sınıflandırması sonuçlarını kopyalayarak 2. Ve 3. Katmanlarda detaylı arazi kullanım özelliklerini sorgulayarak potansiyel açık alanları belirlemektedir. Bu aşamada oluşturulan analizler haritasında öncelikle gelişmiş alanlar belirlenmiş, sonrasında arazi kullanım özellikleri “ Gelişmiş, Açık, Yarı-Doğal ve Kırsal-Yerleşim ” sınıflarına atanmıştır. Elde edilen açık alanlar sınıfı üzerinden yapılan şehirleşme ve merkeze uzaklık analizleri ile potansiyel alanlar belirlenmiştir. Bu aşamada potansiyel açık alanların komşu objeleri ile olan ilişkiler ve merkezsellik özellikleri irdelenmiştir. Sonrasında yanlış atanan potansiyel açık alanları sınıflandırmadan çıkarılmıştır. 3. Obje katmanında temel olarak endüstriyel alanlar ve potansiyel açık alanlar olmak üzere 2 ayrı sınıflandırma sonucu üretilmiştir. Arazi kullanımı özelliklerini analiz eden bu kural dizisinde transfer edilebilir bir yapı içerisinde gerçekleştirilmiştir. Böylece bu kural dizisinde yalnızca 2 parametrenin düzenlenmesi transfer edilebilirliği sağlamaktadır (ortalama mavi ve ölçek faktörü).

Sınıflandırma işleminin kurallar üzerine oturtularak transfer edilebilir bir şekilde gerçekleştirilmesi uzun ve zorlu bir süreçtir. Bu kuralların diğer alanlara ve diğer uydu görüntülerine uygun hale getirilmesi için çalışma alanındaki özelliklerini ötesinde daha geniş bir perspektif ile konuya yaklaşılarak sınıf tanımlamalarının en genel hali ile yapılması gerekmektedir. Bu işlem için kuralların belirlenmesi ve eşik değerlerinin oluşturulması zorlu bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma transfer edilebilir nesne tabanlı görüntü analizi kural dizilerinin oluşturulmasını amaçlamıştır. Geliştirilen kural dizisi oluşturulacak kullanıcı kılavuzları ile nesne tabanlı görüntü analizlerinde uzmanlaşmamış kişiler tarafından kullanılacak hale getirilebilir böylece geliştirilen kural dizisi bir eklenti olarak Definiens yazılımına sahip olan kullanıcılar tarafından QuickBird ya da benzer özellik sergileyen uydu görüntüleri üzerinde farklı bölgelere uygulanabilir.

Çalışma sırasında transfer edilebilir yapının elde edilmesinde bazı güçlüklerle karşılaşmıştır. Endüstriyel alanların belirlenmesi bu alanların toplu şekilde bulunması ve çatı yansıtımlarında benzerlik sayesinde sınıflandırılmıştır. Mavi bant ortalama değeri üzerinden tanımlanan değişken ile endüstriyel alanlar transfer edilebilir bir şekilde sınıflandırılmıştır. Bu kısımda bazı yapı inşaat alanlarının ve maden ocakları gibi açık yansıtım değerlerine sahip alanların endüstri sınıf ile karıştığı tespit edilmiştir.

Potansiyel alanlar sınıflandırılmasında ise belirlenen açık alanların etrafındaki arazi kullanım özelliği dikkate alınmıştır. İçerisinde yapı bulunduran bazı alanlar potansiyel olarak sınıflandıramamıştır. Tespit edilen yeşil alanlar için ise kentsel gelişim özellikleri göz önüne alınarak, şehir merkezine yakınlığı ve açık alan objesini çevreleyen objeler göz önüne alınarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Geliştirilen transfer edilebilir kural dizileri şehir plancıları için planlama işlemlerine altlık oluşturabilecek potansiyel açık alanları belirlemeyi amaçlamıştır. Bu kural dizileri ile gerçekleştirilen sınıflandırmalar sonucunda potansiyel açık alanlar tespit edilmiştir. Bu alanların gerçekten yapılaşmaya uygun olduğu ve hangi tür yapılaşma için potansiyel özelliği taşıdığı gibi özelliklerin sorgulanması için çok kriterli karar destek sistemlerinin kullanılması gerekmektedir. Koruma zonları, mülkiyet özellikleri ve sit alanları gibi özelliklerin sınıflandırmadan çıkarılarak birçok kritere göre planlamanın yapılması gerekmektedir. Geliştirilen bu araç şehir planlayıcılar, belediye ve kadastro teşkilatlarının kullanımı açısından uygun bir araçtır. Gerçekleştirilen sınıflandırmanın da ölçeği de göz önünde bulundurularak 1:10000 ve daha büyük ölçekte yapılacak planlamalar için geliştirilen transfer edilebilir kural dizileri altlık oluşturacak veriyi üretecek potansiyeldedir. Böylece planlama ve açık alanların belirlenmesi işlemleri arasındaki bir boşluk giderilmiştir. Nüfus artışı ve büyük kentlerdeki konut alanlarının artışı göz önüne alındığında akıllı büyüme konusu günümüzün önemli problemlerindendir ve gelecekte daha önemli sorunlara neden olmaması için bazı önemli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Geliştirilen bu araç şehirlerin kendi içlerinde akıllı ve anlamlı büyümelerine yardımcı olacak planlama araçlarının geliştirilmesine altlık oluşturmayı amaçlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Addink, E., de Jong, S., Pebesma, E., 2007.** The importance of scale in object-based mapping of vegetation parameters with hyperspectral imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 73, 905–912.
- Anderson, J., Hardy, E.E., Roach, J.T., Witmer, R.E., 1976.** A Land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Geological Survey Professional Paper 964. United States Government Printing Office, Washington: 1976.
- Baatz, M., Schäpe A., 2000.** Multi-resolution segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale segmentation. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* (2000) Volume: 58.
- Benz, U.C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., Heynen, M., 2004.** Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 58 (3–4), 239–258..
- Bhatta, B., 2010.** Towards sustainable development and smart growth, analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data, *Advances in Geographic Information Science*, 2010, 37-48. Springer
- Bossard M., Feranec, J., Otahel, J., 2000.** CORINE land cover technical guide – Addendum 2000, Technical report No 40, European Environment Agency.
- Boucher, A., Seto, K., 2009.** Methods and challenges for using high-temporal resolution data to monitor urban growth : *Global Mapping Of Human Settlement - Experiences, Datasets, and Prospects*. Taylor & Francis Group. c16. s348
- Canny, J., 1986.** A computational approach to edge detection, *IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 8(6):679–698,
- Chandra, A., Ghosh, S., 2006.** *Remote Sensing and Geographical Information System*. Alpha Science Internation Ltd. Oxford. U.K.
- Cohen J., 1960.** A coefficient of agreement for nominal scales, *Educational and Psychological Measurement* Vol.20, No.1, pp.37-46.
- Cohen, B., 2004.** Urban growth in developing countries: A review of current trends and a caution regarding existing forecasts. *World Development*, 32 (1): 23–51.
- Definiens Inc, 2010.** Definiens eCognition 8.0.1 – Reference Book.
- Digital Globe, 2003.** Quickbird Imagery Products, Product Guide.
- Digital Globe, 2009.** The Benefits of the 8 Spectral Bands of WorldView-2, White Paper.

- Dragut, L., Tiede, D., Levick, R.** 2010. 'ESP: a tool to estimate scale parameter for multiresolution image segmentation of remotely sensed data', *International Journal of Geographical Information Science*, 24: 6, 859 - 871, First published on: 02 March 2010.
- Gao, B.C.,** 1996. NDWI - A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment* 58: 257-266.
- Garzon, A.,** 2006. Urban Atlas & Spatial Planning Services, Brussels.
- Guigues, L., Cocquerez, J.P., Le Man, H.,** 2006. Scale-set image analysis. *International Journal of Computer Vision*, 68(3):289-317.
- Hall, O., Hay, G.J., Bouchard, A., Marceau, D.J.,** 2004. Detecting dominant landscape objects through multiple scales: an integration of object-specific methods and watershed segmentation. *Landscape Ecology*, 19, 59–76.
- Hay, G., Niemann, K., Goodenough, D.,** 1997. Spatial thresholds, image-objects, and upscaling: a multiscale evaluation. *Remote Sensing of Environment*, 62, 1–19.
- Hay, G.J., Blaschke, T., Marceau D.J., Bouchard, A.,** (2003) A comparison of three image-object methods for the multiscale analysis of landscape structure. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57:327-345.
- Hay, G.,** 2005. An automated object-based approach for the multiscale image segmentation of forest scenes. *International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation*, 7, 339–359.
- Herold, M.,** 2009. Some recommendations for global efforts in urban monitoring and assessments from remote sensing : Global Mapping of Human Settlement - Experiences, Datasets, and Prospects. Taylor & Francis Group. C2. S13
- Jacobsen, K.,** 2002. Mapping with IKONOS images, EARSeL, Prag 2002 “Geoinformation for European-wide Integration” Millpress ISBN 90-77017-71-2, pp 149 - 156.
- Jacquin, A., Misakova, L., Gay, M.,** 2008. A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment. *Landscape and Urban Planning* 84 (2008). 152-165. Elsevier.
- James, B.C.,** 2002. Introduction to Remote Sensing. Taylor&Francis, A.B.D. s321-322.
- Kalkan, K., Maktav, D.,** 2010. Nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması (IKONOS örneği). UZALCBS 2010. Gebze, Kocaeli. 11-13 Ekim 2010.
- Kim, M., Madden, M., and Warner, T.,** 2008. Estimation of optimal image object size for the segmentation of forest stands with multispectral IKONOS imagery. In: T. Blaschke, S. Lang, and G.J. Hay, eds. Object-based image analysis–spatial concepts for knowledge driven remote sensing applications. Berlin: Springer, 291–307.

- Lewinski, S., Zaremski, K.,** 2004. Examples of object-oriented classification performed on high-resolution satellite images, *Miscellanea Geographica*, 11, 2004. Warszawa.
- Lo, S.M., Yiu, C.Y., Lo A.,** 2003. An analysis of attributes affecting urban open space design and their environmental implications. *Management of Environmental Quality: Volume: 14, Number: 5*, pp: 604-614
- Lusch, D., Goodwin, R.,** 2010. Michigan Land Cover / Use Classification System, Remote Sensing & GIS Research and Outreach Services Department of Geography Michigan State University. Mart 2010.
- Maktav, D., Siegmund, A., Jurgens, C., Naumann, S., Sunar, F., Eşbah, H., Levent T.B., Akar, İ., Uysal, C., Kalkan, K., Mercan, O.Y., Wolf, N., Thunig, H.,** 2010. Kentsel gelişim için potansiyel alanların uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi ve değerlemesi. *UZALCBS 2010*. Gebze, Kocaeli. 11-13 Ekim 2010.
- Maktav, D., Filiz, S.,** 2010. Remote sensing of urban land use change in developing countries: An example from Büyükçekmece, Istanbul, Turkey. *Remote Sensing and Digital Image Processing, 1, Volume 10, Remote Sensing of Urban and Suburban Areas, Part 2*, Pages 289-312
- Meinel, G., Neubert, M.,** 2004. A comparison of segmentation programs for high resolution remote sensing data. *Proceedings of 20th ISPRS Congress*. Istanbul.
- Munoz, X., Freixenet, J., Cufi, X., Marti, J.,** 2003. Strategies for image segmentation combining region and boundary information. *Pattern recognition letters* 24:375-392.
- Navulur, K.,** 2009. Enhance your analysis with WorldView-2's eight spectral bands. *Maps Asia 2009*. Singapore.
- Ohlhof, T.,** 2006. Comparison study between eCognition and ERDAS Imagine for the classification of high and moderate resolution satellite imagery. *4th ESA-EUSC Conference on Image Information Mining for Security and Intellegence*. Madrid. 2006.
- Orbital Sciences Corporation,** 2006. OrbView-3, Fact Sheet, USA. 2006
- Oruç. M., Marangoz, A., Karakış, S.,** 2007. Pan-sharp LANDSAT 7 ETM+ görüntüsü kullanılarak piksel-tabanlı ve nesne-tabanlı sınıflandırma yaklaşımlarının karşılaştırılması. *TMMOB. 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. 2-6 Nisan 2007. Ankara.
- Pal, N.R., Pal S.K.,** 1993. A review on image segmentation techniques. *Pattern recognition* 26, 1277-1294
- Seto, K.,** 2009. Global urban issues: Global Mapping Of Human Settlement - Experiences, Datasets, and Prospects. Taylor & Francis Group. C1. s3
- Qian, J., Zhou, Q., Hou Q.,** 2007. Comparison of pixel-based and object-oriented classification methods for extracting built-up areas in Aridzone. *ISPRS Workshop on Updating Geo-spatial Databases with Imagery & The 5th ISPRS Workshop on DMGISs*. Urumchi, China.

- Radoux, J., Defourny, P.,** 2008. Quality assessment of segmentation results devoted to object-based classification. Object-Based Image Analysis, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Section 2, 257-271., Springer, Germany.
- Rashed, T., Jürgens, C.,** 2010. Remote Sensing of Urban and Suburban Areas. Springer.
- Ryherd, S., Woodcock, C.,** 1996, Combining spectral and texture data in the segmentation of remotely sensed images. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62, 181–194.
- Rouse, J.W.,** 1973. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation. Prog. Rep. RSC 1978-1, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., College Station, 93p.
- Strahler, A.H., Woodcock, C.E., Smith, J.A.,** 1986. On the nature of models in remote sensing. Remote Sensing of Environment, 20, 121–139.
- Tiede, D., Hoffmann, C.,** 2006. Process oriented object-based algorithms for single tree detection using laser scanning. In: T. Koukal and W. Schneider, eds. International workshop ‘3D Remote Sensing in Forestry’. Vienna, 162–167.
- United Nations,** World Urbanization Prospects: The 2005 Revision, <<http://www.un.org>>, erişim tarihi: 10.12.2010
- Url-1** <<http://www.gmes-gseland.info>>, alındığı tarih 09.12.2010.
- Url-2** <<http://www.scala-project.at>>, alındığı tarih 04.11.2010. ESP (estimation of scale parameters) User Guide..
- Volpe, F., Rossi, L.,** 2003. QuickBird high resolution satellite data for urban applications. Remote Sensing and data fusion over urban areas. Urban 2003. Berlin Germany.
- Woodcock, C., Strahler, A.,** 1987. The factor of scale in remote sensing. Remote Sensing of Environment, 21, 311–332.
- Willhauck, G.,** 2009. Definiens Developer Version 7 - Differences to Definiens Professional. Product Marketing Manager. Definiens Inc.
- Zhang, Y.J.,** 1997. Evaluation and comparison of different segmentation algorithms. Pattern recognition letters 18: 963-974.
- Zhu, B., Li, X., Lei, J., Zhang, X.,** 2009. Urban spatial expansion based on “Smart Growth”. The 1st International Conference on Information Science and Engineering (ICISE2009)



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Kaan KALKAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Kadıköy, 26.10.1986

Lisans Üniversitesi: İstanbul Teknik Üniversitesi – Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği (2009)

Yayın Listesi: Akar, I, **Kalkan, K.**, Maktav, D, Özdemir, Y,. 2009, Determination of land use effects on flood risk by using integration of GIS and remote sensing, RAST 2009, İstanbul, Turkey.

Kalkan, K., Akar, İ., 2010. Effects of human activities on flood risk and recommendations for prevention by help of GIS and remote sensing, TIEMS 7th Workshop, Split, Croatia.

Maktav D, Siegmund A, Jurgens C, Naumann S, Sunar F, Eşbah H, Levent T.B., Akar İ, Uysal C, **Kalkan K.**, Mercan O.Y., Wolf N, Thunig H, Kentsel gelişim için potansiyel alanların uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi ve değerlemesi. UZALCBS 2010. Gebze, Kocaeli. 11-13 Ekim 2010.

Kalkan K., Maktav D., Nesne tabanlı ve piksel tabanlı sınıflandırma yöntemlerinin karşılaştırılması (IKONOS Örneği). UZALCBS 2010. Gebze, Kocaeli. 11-13 Ekim 2010.

Kalkan K., Mercan O.Y., Maktav D., Kıyı çizgisinin otomatik olarak belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri ile entegrasyonu (Matlab Uygulaması). UZALCBS 2010. Gebze, Kocaeli. 11-13 Ekim 2010.