

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**GÜNCEL ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM HARİTALARININ DOĞRUDAN VE
DOLAYLI YAKLAŞIMLAR İLE ÜRETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gülşah ALP

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ BİLİŞİM ENSTİTÜSÜ

**GÜNCEL ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM HARİTALARININ DOĞRUDAN VE
DOLAYLI YAKLAŞIMLAR İLE ÜRETİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Gülşah ALP
(705111004)**

İletişim Sistemleri Anabilim Dalı

Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Elif SERTEL

ARALIK 2015

İTÜ, Bilişim Enstitüsü'nün 705111004 numaralı Yüksek Lisans **Gülşah ALP**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı **“GÜNCEL ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM HARİTALARININ DOĞRUDAN VE DOLAYLI YAKLAŞIMLAR İLE ÜRETİLMESİ”** başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Elif SERTEL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Hande DEMİREL
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **27 Kasım 2015**
Savunma Tarihi : **24 Aralık 2015**

Canım aileme,

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda bilgi ve deneyimlerini paylaşarak bana destek olan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Elif SERTEL'e ve tez çalışmamı hazırladığım süre boyunca desteklerini esirgemeyen Uzman Irmak YAY ALGAN, Araş. Gör. Alper AKOĞUZ ve tüm çalışma arkadaşlarıma, eğitim hayatım boyunca bana destek olan aileme ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tez çalışmamda Ulusal Araz Örtüsü Projesi kapsamında sağladıkları verilerden dolayı Orman ve Su İşleri Bakanlığı'na ve İstanbul Teknik Üniversitesi Uydü Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne çok teşekkür ederim.

Kasım 2015

Gülşah ALP

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Literatür Özeti	3
2. ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMININ SINIFLANDIRILMASI.....	7
2.1 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı	7
2.2 Uluslararası Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırma Sistemleri	7
2.2.1 UNEP/FAO arazi örtüsü sınıflandırma sistemi.....	8
2.2.2 Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) arazi örtüsü sınıflandırma sistemi	12
2.2.3 CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemi	15
2.3 Dünya Çapındaki Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Haritalama Projeleri.....	28
2.3.1 IGBP DISCover arazi örtüsü haritalama projeleri	29
2.3.2 UMD Land Cover projesi	30
2.3.3 Global Land Cover 2000 projesi	31
2.3.4 GlobCover 2009 projesi	32
3. YÖNTEM.....	33
3.1 Sayısallaştırma	33
3.2 CORINE Metodoloji	33
3.2.1 CLC2006 revizyonu	35
3.2.2 Değişimlerin haritalanması	36
3.2.3 CLC veritabanının oluşturulması	40
3.3 Doğruluk Analizi.....	41
4. UYGULAMA.....	45
4.1 Çalışma Alanı	45
4.2 Uygulama Verisi	46
4.3 Yöntemlerin Karşılaştırılması.....	47
4.3.1 Dolaylı üretim: CLC2006 revizyonu ve CLC-Değişim 2014 analizi	47
4.3.2 Dolaylı üretim: CLC2014 arazi örtüsü veritabanının oluşturulması.....	54
4.3.3 Doğrudan üretim: CLC2014 arazi örtüsü veritabanının oluşturulması ve dolaylı üretim yaklaşımı ile karşılaştırılması	56
4.4 Doğruluk Analizi.....	60
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	69
KAYNAKLAR	75
ÖZGEÇMİŞ.....	77

KISALTMALAR

AVHRR	: Advanced Very High Resolution Radiometer
CORINE	: Coordination of Information on Environment
CLC	: CORINE Land Cover
CLC1990	: CORINE Land Cover 1990
CLC2000	: CORINE Land Cover 2000
CLC2006	: CORINE Land Cover 2006
CLC2012	: CORINE Land Cover 2012
CLC2014	: CORINE Land Cover 2014
DCW	: Digital Chart of the World
EEA	: European Environment Agency
FAO	: Food and Agricultural Organization
FIA	: Forest Inventory and Analysis
IGBP	: International Geosphere-Biosphere Programme
JRC	: Joint Research Center
LCCS	: Land Cover Classification System
MODIS	: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NLCD	: National Land Cover Data
UMD	: The University of Maryland
UNEP	: United Nations Environment Programme
UNL	: University of Nebraska-Lincoln
USGS	: United States Geological Survey

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: LCCS – Arazi örtüsü sınıflarının oluşum örneği (Gregorio, A. D., 2005).	9
Çizelge 2.2: Sınıflandırma seviyelerine göre veri karakteristikleri (Anderson, J. R., 1976).	13
Çizelge 2.3: USGS sınıflandırma sisteminde kullanılan arazi örtüsü sınıfları.	14
Çizelge 2.4: CORINE arazi örtüsü sınıfları.	16
Çizelge 2.5: Bitki örtüsü yoğunluk kriteri.	26
Çizelge 2.6: Arazi örtüsü/kullanımı haritalama projeleri özet tablosu (Congalton, R. G., 2014).	28
Çizelge 2.7: IGBP arazi örtüsü sınıfları.	29
Çizelge 3.1: CORINE arazi örtüsü projeleri (EEA, 2007).	35
Çizelge 3.2: CLC değişim türleri (EEA, 2007).	36
Çizelge 4.1 : Görsel yorumlamada kullanılan renk bileşenleri.	46
Çizelge 4.2 : CLC2006 arazi örtüsü verisi.	48
Çizelge 4.3 : 2006-2014 yılları arasında CORINE metodolojisine göre tespit edilen değişimler.	50
Çizelge 4.4 : CLC2014 arazi örtüsü verisi.	56
Çizelge 4.5 : CORINE-CLC2014 ve Doğrudan-CLC2014 verisindeki alan farklılıkları.	57

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Vejetasyonlu alanlar için Dichotomous Phase hiyerarşisi.	10
Şekil 2.2 : Vejetasyonsuz alanlar için Dichotomous Phase hiyerarşisi.	10
Şekil 2.3 : Örnek asgari haritalanabilir alanlar (Gregorio, A. D., 2005).	11
Şekil 2.4 : Sklerofil bitki örtüsü.....	24
Şekil 3.1 : Basit Değişim (I); 25 ha dan büyük yerleşim yerinin çevresinde meydana gelen 5 ha dan büyük 211-112 değişimi (EEA, 2007).	37
Şekil 3.2 : Basit Değişim (II); 25 ha dan büyük meyve bahçesi (222) kategorisinde meydana gelen 5 ha dan büyük 222-211 değişimi (EEA, 2007).....	37
Şekil 3.3 : Küçük Değişim; 'ekilebilir alan' (211) 4 ha ve 'mera alanı'nda (231) 1 ha meydana gelen 'yerleşim yeri' (112) ile oluşan 5 ha lık bir değişim (EEA, 2007).	37
Şekil 3.4 : Kaybolan Poligon (I); 30 ha lık bir 141 alanında meydana gelen 22 ha lık bir değişim ile 8 ha lık değişmeyen alan asgari haritalama birimi 25 ha dan küçük olduğu için genelleştirilir (EEA, 2007).	38
Şekil 3.5 : Kaybolan Poligon (II) (EEA, 2007).	38
Şekil 3.6 : Yeni Poligon (I); 231 olan bir alanda 25 ha dan büyük 512.	38
Şekil 3.7 : Yeni Poligon (II); 20 ha büyüklükteki 324 alanının 8 ha lık bir değişim ile büyüterek 25 ha dan büyük bir poligon oluşturması örneği (teknik değişim) (EEA, 2007).	39
Şekil 3.8 : Küçük Değişimle Yeni Poligon; 22 ha lık bir 142 alanının 3 ha büyüterek 25 hektar büyüklükte yeni bir 142 poligonu oluşturması (EEA, 2007)...	39
Şekil 3.9 : Sadece Değişim; 211 poligonuna genelleştirilmiş 5 ha dan büyük 222 alanının 211'e değişmesi ve 5 ha dan büyük 211 alanının 121 e değişmesi ile oluşan ancak haritalanacak büyüklükte olmadığı için güncel CLC veritabanı oluşturulurken 211 e genelleştirilen değişimler (EEA, 2007).	39
Şekil 3.10 : Sadece Küçük Değişim; Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan karışık tarım alanında (243) meydana gelen 5 ha dan küçük değişimler ile poligonun %75'nin ekilebilir alan (211) olması sonucu değişimlerin meydana geldiği ana poligonun karakteristiğinin değişmesi (EEA, 2007).	40
Şekil 3.11 : CLC oluşum şeması.	40
Şekil 3.12 : Hata Matrisi (Foody, G. M., 2002).....	42
Şekil 4.1 : Çalışma alanı.	45
Şekil 4.2 : 20 m konumsal çözünürlüğe sahip yanlış renkli görüntü kompozisyonu oluşturulmuş Eylül 2006 IRS P6 (a) ve Temmuz 2014 SPOT-5 (b) uydu görüntüleri.	47
Şekil 4.3 : Revize edilmiş CLC2006 verisinin yanlış renkli görüntü kompozisyonu oluşturulmuş uydu görüntüsü üzerindeki dağılımı.....	49

Şekil 4.4 : CLC-Değişim 2014 verisinin 2014 yanlış renkli görüntü kompozisyonu oluşturulmuş uydu görüntüsü üzerindeki dağılımı.	50
Şekil 4.5 : CORINE arazi örtüsü değişim haritası.	51
Şekil 4.6 : 212-222 değişim örneği.	52
Şekil 4.7 : 133-331 değişim örneği.	52
Şekil 4.8 : 512-321 değişim örneği.	53
Şekil 4.9 : 242-222 teknik değişim örneği.	53
Şekil 4.10 : CLC2014 verisinin oluşturulmasında mevcut arazi örtüsünün genişlemesi örneği.	54
Şekil 4.11 : CLC2014 verisinin oluşturulmasında mevcut arazi örtüsünün genişlemesi örneği	55
Şekil 4.12 : CLC2014 oluşturulmasında 25 ha dan küçük değişim örneği.	55
Şekil 4.13 : 122 arazi örtüsü sınıfının belirlenmesi.	58
Şekil 4.14 : CLC2014 karşılaştırma örneği (I).	59
Şekil 4.15 : CLC2014 karşılaştırma örneği (II).	60
Şekil 4.16 : 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için Doğrudan-CLC2014 hata matrisi.	62
Şekil 4.17 : 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için CORINE-CLC2014 hata matrisi.	63
Şekil 4.18 : 500 m x 500 m'lik örnek alanlar için Doğrudan-CLC2014 hata matrisi.	66
Şekil 4.19 : 500 m x 500 m'lik örnek alanlar için CORINE-CLC2014 hata matrisi.	67
Şekil 5.1 : Alansal karşılaştırma grafiği.	70
Şekil 5.2 : 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için karşılaştırma grafiği.	71
Şekil 5.3 : 500 m x 500 m'lik örnek alanlar için karşılaştırma grafiği.	72

GÜNCEL ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIM HARİTALARININ DOĞRUDAN VE DOLAYLI YAKLAŞIMLAR İLE ÜRETİLMESİ

ÖZET

Doğal yollarla veya insan kaynaklı nedenlerden dolayı değişen yeryüzünün, arazi örtüsü ve arazi kullanımına göre çeşitli kategorilerde sınıflandırılması arazi planlama ve arazi yönetimi uygulamaları için büyük önem taşımaktadır. Uzaktan algılama teknolojilerinin gün geçtikçe geliştirilmesiyle birlikte ihtiyaca göre farklı kullanım alanları için çeşitli arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma sistemleri geliştirilmektedir. Bu tez çalışmasında uluslararası arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırma projelerinden biri olan CORINE arazi örtüsü sınıflandırma projesi kapsamında üretilen arazi örtüsü/kullanım verilerini değerlendirmek ve CORINE arazi örtüsü sınıflandırma metodolojisine ile dolaylı olarak revizyon ve değişim belirleme yöntemine göre üretilen 2014 arazi örtüsü (CLC2014 - CORINE Land Cover 2014) verisi ile CORINE teknik standartlarına bağlı kalınarak doğrudan görsel yorumlama ve ekran üzerinde sayısallaştırma yöntemi ile üretilen CLC2014 veritabanlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Güncel bir arazi örtüsü/kullanım haritası oluşturabilmek amacıyla 2014 yılına ait görüntüler kullanılarak 2014 yılı arazi örtüsü/kullanım verisi üretilmiştir. Bu çalışmada CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü/kullanım verisi dolaylı, sadece CORINE teknik standartlarına bağlı kalınarak üretilen arazi örtüsü/kullanım verisi ise doğrudan yaklaşım olarak nitelendirilmiştir. Çalışma alanı olarak Akdeniz ikliminin bitki örtüsüne sahip olan 2006-2014 yılları arasında değişimin yoğun olduğu Muğla ilinin 20 km x 20 km'lik bir alanı tercih edilmiştir. Temel olarak karşılaştırmalı görsel yorumlama ve ekran üzerinde elle sayısallaştırma yöntemleri ile elde edilen arazi örtüsü verilerinin oluşturulması için 2006 IRS-P6 ve 2014 SPOT 5 uydu görüntülerinin yanlış renkli görüntü kompozisyonları oluşturulmuştur. Bu çalışmada arazi örtüsü sınıflarının belirlenmesinde doğruluk seviyesini arttırmak için, orman meşcere haritaları, sulama kanalı verileri ve Google Earth verileri yardımcı veri olarak kullanılmıştır.

Her iki arazi örtüsü verisi için en küçük haritalama birimi 25 ha, en küçük lineer obje genişliği ise 100 m olarak alınmıştır. CORINE metodolojisine uygun olarak üretilen CLC2014 arazi örtüsü verisi, arazi örtüsü sınıflarındaki hataların düzeltilmesi ve değişim analizinin doğru bir şekilde yapılabilmesi için revize edilen CLC2006 verisi ve yanlış renkli görüntü bileşenleri oluşturulan uydu görüntüleri üzerinde yapılan karşılaştırmalı görsel yorumlama ile elde edilen CLC-Değişim 2014 verisinin birleştirilmesiyle elde edilmiştir.

Değişim verisi, en küçük haritalama birimi 5 ha ve en küçük lineer obje genişliği ise 100 m alınarak arazi örtüsü/kullanım verileri üretilmiştir. Arazi örtüsü/kullanım sınıfları, CORINE arazi örtüsü sınıflandırma projesi kapsamında 1:100.000 ölçekte 3. seviyede tanımlanan 44 CORINE arazi örtüsü sınıflarına göre belirlenmiştir. Doğrudan üretilen CLC2014 verisi CORINE teknik standartlarına bağlı kalınarak elde edilmiştir. CLC2006 verisi revize edildikten sonra yapılan değişim analizi sonucu toplam çalışma alanda yaklaşık olarak %18 oranında değişim tespit edilmiştir. Değişimler genellikle tarımsal arazi örtüsü, orman alanları ve inşaat alanlarında meydana gelmiştir.

CLC2006 ve 2014 değişim verisinin birleştirilmesiyle elde edilen CLC2014 verisi ve doğrudan üretilen CLC2014 verisi alansal olarak karşılaştırıldığında, arazi örtüsü sınıflarındaki alansal azalma ve artışlara bağlı olarak ortaya çıkan farklılık yaklaşık %12 olarak tespit edilmiştir. Doğrudan ve dolaylı yaklaşımla (CORINE metodolojisine göre) üretilen arazi örtüsü/kullanım verisi için, 100 m x 100 m ve 500 m x 500 m büyüklükte rastgele örnek alanlar oluşturularak iki farklı doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır. Her iki arazi örtüsü verisi için aynı örnek alanlar kullanılmış olup referans arazi örtüsü Google Earth verisinden faydalanılarak elde edilmiştir. 100 m x 100 m genişlikteki örnek alanlar, çalışma alanında bulunan her bir arazi örtüsü verisinden örnek olacak şekilde bir dağılıma sahiptir. Yapılan doğruluk değerlendirmesi sonucunda doğrudan üretilen arazi örtüsü verisi için genel doğruluk %81,73, CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü verisi için ise %76,35 olarak tespit edilmiştir. Her iki arazi örtüsü verisi için kappa katsayısı hesaplandığında, doğrudan üretilen CLC2014 verisi için 0,79, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 veri için ise 0,73 sonucu elde edilmiştir. 100 m x 100 m genişlikte örnek alanlar kullanılarak elde edilen doğruluk analizi sonucunda her iki arazi örtüsü verisi için özellikle 242, 243, 324, 323 ve 332 sınıflarında kullanıcı doğruluğunun diğer arazi örtüsü sınıflarına göre daha düşük olduğu görülmüştür.

500 m x 500 m genişlikteki örnek alanlar kullanılarak yapılan doğruluk değerlendirmesinde, doğrudan üretilen CLC2014 verisinin genel doğruluğu %88,77, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinin genel doğruluğu ise 79,30 olarak tespit edilmiş ve her iki arazi örtüsü verisi için kappa katsayıları sırasıyla 0,87 ve 0,77 olarak hesaplanmıştır. Örnek alanın genişletilmesi ile elde edilen doğruluk analizi sonucunda, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde 242, 243, 323, 324 ve 332 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğu önemli ölçüde artarken, lineer genişlikleri 500 m'den küçük poligona yapısına sahip 331 ve 211 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun ise düştüğü gözlemlenmiştir. CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü verisinde ise çalışma alanında lineer genişlikleri 500 m'den küçük poligon yapısına sahip olan 131, 211, 231 ve 333 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğu büyük ölçüde azalırken, 242, 243, 324 ve 323 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun ise nispeten arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

GENERATION OF CURRENT LAND COVER/USE MAPS USING DIRECT AND INDIRECT APPROACHES

SUMMARY

Classification of land cover and land use has great importance for land planning and land management applications. As remote sensing technologies improve day by day, a wide variety of land cover and land use classification systems have been developed to answer different needs in many application areas. In this study, Coordination of Information on Environment (CORINE) land cover/use classification system which is a European programme established to make an inventory on land cover of the 38 member states, has been evaluated for its production capability of land cover/use data by using two different approaches. Firstly, land cover/use map is produced by updating former Corine Land Cover Map with change layer using standard CORINE technical approach and labeled as *indirect approach*. Then, land cover/use map is created from scratch without using updating methodology and labeled as *direct approach*.

CORINE Program is the biggest European land cover/use monitoring project aiming to generate periodical and standard geographical information on environment in order to support environmental policies in various areas such as agriculture, climate change monitoring, urban planning etc. CORINE land cover/use classification project is mainly based on satellite image interpretation practice. First CORINE Land Cover (CLC) maps were generated in 1990, after that, CLC maps were updated in accordance with several needs specified by CLC users in 2000. CLC2000 was created by using geometrically corrected satellite images acquired by LANDSAT 7 ETM. Ever since the generation of CLC2000, CLC maps are being created in every 6 years. CORINE nomenclature mainly consist of 5 land cover/use classes as artificial surfaces, agricultural areas, forests and semi-natural areas, wetlands, water bodies in 1st level. These 5 land cover/use classes are detailed as 44 land cover/use classes in 3rd level. Minimum width of linear objects and minimum mapping area are 100 m and 25 ha, respectively. Additionally, minimum mapping area of change in change mapping is 5 ha.

In this study, CORINE land cover data produced by using two different approaches has been compared in terms of their accuracy. Multi-temporal remote sensing data obtained from IRS-P6 and SPOT 5 satellites of which acquisition dates are September 2006 and July 2014 were used to create false colour composites with three bands between 0.50-0.89 μm spectral ranges. These false colour images provide high level photo-interpretation at the scale of 1:100 000. The satellite images were resampled to 20 m spatial resolution by using nearest neighbour resampling method and then they were diced to 20 km x 20 km tiles. Mugla, a south western city of Turkey, was selected for the pilot study due to diverse land cover characteristics of the area. Also, Mugla has different types of land cover/use changes between the years of 2006 and 2014.

Creating land cover/use maps with CORINE methodology is based on multi-temporal satellite image comparison for generation of land cover changes and adding

land cover change areas to previous CLC data. In order to create 2014 CORINE land cover data (CLC2014), CLC2006 data was revised, then CLC-Change 2014 was created making comparative analysis of 2006 and 2014 false colour images using visual interpretation method. Revision process was applied to prevent of error deployment in geometry and/or thematic content from from CLC2006 and correctly generation of land cover change data.

In this study, 27 land cover/use classes at 3rd level covering nearly 38 208 ha have been determined in Mugla and changes in the study region consist of 69 polygons with total area of 7 168 ha. Agricultural area changes occurred more than the other land cover types in the study area. Agricultural changes arise from one agricultural land cover type changing into another. In addition new built-up areas, reforestation and degradation areas have been identified in the study area.

Directly produced CLC2014 land cover data has been generated by depending on CORINE land cover technical standards. When comparing land cover data generated by using direct and indirect approach, approximately %12 of the total area were detected to be different from each other in both maps. These differences are composed of decrease and increase for each land cover class. For example, while coniferous forest land cover area (312) in directly produced CLC2014 data was larger than CLC2014 generated by indirect approach, fruit tree and berry plantations land cover type (222) covers less area than CLC2014 generated by indirect approach. The results shows that these differences are mainly based on generalization rules of CORINE land cover classes and visual interpretation.

Two different accuracy assessment for these current land cover/use maps has been performed by using sample areas that are randomly selected as 100 m x 100 m and 500 m x 500 m width grids. Sample grids were generated by Geospatial Modelling Environment (GME) tool. Sample width selection was performed based on two main mapping units that are used in CORINE land cover mapping. While 100 m x 100 m grids were selected based on minimum width of linear objects, 500 m x 500 m grids were selected based on minimum mapping unit. Same sample areas were used for each land cover/use maps. Ground Truth for these samples have been obtained from Google Earth high resolution imagery.

Accuracy assessment performed by using 100 m x 100 m width grids were evaluated for each land cover/use classes for two land cover/use maps generated by two different approaches. Confusion matrices have been created using same sample areas for each land cover data. While overall accuracy for directly produced land cover/use map is % 81,73, accuracy for land cover/use map produced by using updating former CORINE Land Cover Map with change layer is % 76,35. Accuracy assessment results of directly produced CLC2014 showed that user's accuracy for 242, 243, 323, 324 and 332 CORINE land cover classes are lower than other land cover/use classes in the study area. On the other hand, accuracy assessment results of CLC2014 produced by using updating former CORINE Land Cover Map with change layer indicated that user's accuracies for 112, 133, 242, 243, 323, 324 and 332 CORINE land cover classes are lower than other land cover/use classes in the study area. Kappa Coefficients for two CLC2014 maps have been calculated as 0,79 for directly produced CLC2014 and 0,73 for CLC2014 produced by using indirect approach.

In accuracy assessment performed by using 500 m x 500 m width grids, each land cover/use classes for each two maps were not evaluated, because polygon structures of some land cover classes are not linear. Therefore, sample grids cover more than one land cover class for these small and non-linear polygons and do not represent real land cover class. Confusion matrices have been created using same sample areas for each CLC2014 land cover data. Overall accuracy results have been obtained as %88,77 for directly generated CLC2014 and %79,30 for CLC2014 generated by using CORINE methodology. Accuracy assessment results performed by using 500 m x 500 m width sample grids indicated that user's accuracy for complex land cover classes (242, 243, 313 etc.) increased, on the other hand, user accuracy for 231, 331, 211, 122 and 131 etc. land cover classes, which contain small areas in the study area and linear widths of them are lower than 500 m, decreased or were not assessed. When Kappa Coefficients for two CLC2014 maps have been taken into account, the results indicated that values for directly produced CLC2014 and CLC2014 produced by using indirect approach 0,87 and 0,77 respectively.

Consequently, when directly produced CLC2014 (direct approach) and CLC2014 produced by using updating former CORINE Land Cover Map with change layer (indirect approach) compared with regard to their duration of production, the results showed that if previous CLC data (revision CLC data) has higher land cover accuracy, generation of update CLC by using indirect approach takes less time and has higher time efficiency and higher land cover accuracy. However, if previous CLC data (revision CLC data) has lower land cover accuracy, time durations of generation of update CLC by using CORINE methodology and generation of directly produced CLC will be nearly same. In this study, production duration of CLC data were almost same.

1. GİRİŞ

Arazi örtüsü, yeryüzünün gözlemlenebilen fiziksel karakteristiği olarak tanımlanırken, arazi üzerindeki insan aktiviteleri ise arazi kullanımını ifade etmektedir. Arazi kullanımı , sosyoekonomik veriler, arazi verileri ya da uzman bilgisi gibi yardımcı veriler ile arazi örtüsü bilgisi arasındaki bağlantıdan elde edilmektedir. Açık kayalık, çıplak toprak ve karasal su yüzeylerinin yanı sıra vejetasyon örtüsü ve insan yapımı özellikler de arazi örtüsü türlerindedir. Ekoloji, Jeoloji, Arazi Politikaları ve Planlama, İklim, Şehir ve Bölge Planlama vb. disiplinler, yeryüzü karakteristiği, insan kaynaklı ve doğal olarak meydana gelen değişimlerin en açık göstergesi olan arazi örtüsü/kullanımı ve arazi örtüsü değişim bilgisini kullanmaktadır.

Arazi örtüsü gözlemleri, ormansızlaşma, çölleşme, kentleşme, arazi bozunumu, biyoçeşitlilikte azalma, su ve enerji yönetimi ve arazi örtüsü değişimlerinin iklim sistemi üzerindeki etkileri gibi devam eden süreçleri izlemek ve değerlendirebilmek için büyük önem taşımaktadır. Arazi örtüsü ve arazi kullanımı belirleme çalışmaları tarımsal ekonominin geliştirilmesinde, orman arazilerindeki değişimlerin incelenmesinde, doğal kaynakların yönetiminde, şehir planlama ve arkeolojik çalışmaları vb. araştırmaları desteklemek için geliştirilmektedir.

Arazi örtüsü/kullanımını sınıflandırmak için öncelikle sürekli değişken sınıfları belirlemek gerekir. Arazi örtüsü değişimleri, arazi örtüsünün yüzey alanını kapsayan arazi örtüsü kategorileri, yersel veriden ya da işlenmiş uydu görüntülerinden elde edilen arazi örtüsü sınıflandırma sistemleri ile sağlanmaktadır (Herold, M., 2009). Sürdürülebilir arazi örtüsü/kullanım sistemlerinin geliştirilebilmesi için, arazi örtüsünü kusursuz bir şekilde tanımlayabilme ve sınıflandırma ihtiyacı gün geçtikçe artmaktadır. Aynı zamanda veri grupları arasındaki uyumluluk ve standartlaştırma, ihtiyaca göre geniş alanları izleme, değerlendirme ve haritalama olanağı da arazi örtüsü bilgisine olan ihtiyacı arttırmaktadır. Dünya gözlem uydularından elde edilen uzaktan algılama verileri ve gelişen teknoloji sayesinde bu ihtiyaçlar mümkün olabildiğince karşılanmaktadır (Giri, C. P., 2012).

Arazi örtüsü ve arazi kullanım modelleri tarafından kullanılan yeryüzü özelliklerini elde etmek, arazi örtüsü türünü ve durumunu belirlemenin yanı sıra, doğrudan arazi örtüsü ve arazi kullanımına bağlı değişimlerle ilişkili olmayan, arazi örtüsü üzerindeki mevcut durumu incelemek ve haritalamak için de uzaktan algılama verileri kullanılmaktadır. Güncel ve geçmişe yönelik arazi kullanım verileri, çevresel veriler ve planlama verileri, uzaktan algılama verilerinin kullanımı ve analiz edilmesiyle elde edilmektedir.

Coordination of Information on Environment (CORINE) arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, temel olarak ekolojik çevrenin mevcut durumu ve yeryüzünde meydana gelen değişimleri izlemek için geliştirilmiştir. CORINE arazi örtüsü veri tabanı, yeryüzünün mevcut durumunu ve arazi örtüsünde meydana gelen değişimleri izleyebilmek için 6 yıllık periyotlar halinde oluşturulmaktadır. Ancak bu tez çalışmasında güncel arazi örtüsü verisi elde edebilmek için 2014 yılına ait uydu görüntüleri değerlendirilerek CORINE arazi örtüsü oluşturulmuştur.

Bunun yanı sıra, 1:100.000 ölçekte 3. seviye, yapay yüzeyler, tarım alanları, ormanlar ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar ve su kaynakları olarak tanımlanan 5 temel arazi örtüsü sınıfının detaylandırılmasıyla elde edilen 44 arazi örtüsü/kullanım sınıfına sahiptir.

Türkiye, ilk CORINE arazi örtüsü (CLC - CORINE Land Cover) haritasını 2000 yılında yayınlamış ve daha sonra CLC2006 ve ilk değişim haritası (CLC-Değişim 2006) üretilmiştir. CLC2006 ve CLC2012 haritaları, öncelikle bir önceki periyotta elde edilen CLC haritasını revize etme ve daha sonra mevcut değişimleri tespit etme süreçleri uygulanarak üretilmiştir (Alp, G., 2015).

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışması kapsamında, 20 km x 20 km bir alanda 20 m konumsal çözünürlüğe yeniden örneklenmiş SPOT 5 ve IRS P6 uydu görüntüleri kullanılarak CORINE arazi örtüsü sınıfları ve teknik standartlarına bağlı kalınarak doğrudan üretilen CLC2014 ile CLC2006 verisinin revize edilip 2014 yılı için değişim analizi yapılmasıyla dolaylı olarak üretilen CLC2014 haritası arasındaki farklılıkların analiz edilmesi amaçlanmıştır. İki yaklaşım arasında doğruluk açısından da bir kıyaslama yapılmıştır.

Doğruluk analizi sırasında, 100 m x 100 m ve 500 m x 500 m boyutlarında rastgele örneklenmiş iki referans seti oluşturulmuş ve toplam doğruluk ve sınıf bazındaki doğruluklar her iki yöntem içinde incelenmiştir.

1.2 Literatür Özeti

Doğal ve/veya insan kaynaklı nedenlerden dolayı yeryüzünde meydana gelen değişimlerin ekosistem, iklim, hidroloji, yer bilimleri, atmosfer bilimleri vb. disiplinler üzerindeki etkilerini analiz etmek ve arazi planlama ve arazi yönetimi çalışmalarını desteklemek amacıyla arazi örtüsü/kullanımı belirleme ve izleme çalışmaları gün geçtikçe geliştirilmektedir. Friedl, M.A., vd., 2002 yılında yaptığı bir çalışmada başlıca International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) arazi örtüsü sınıfları olmak üzere çeşitli arazi örtüsü sınıflandırma sistemleri kullanarak 1 km konumsal çözünürlükteki 'moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS)' verisi ile küresel arazi örtüsü sınıflandırma algoritması oluşturmuştur. Bu algoritmada MODIS tarafından sağlanan çok bantlı ve çok zamanlı veriyi sınıflandırmak için kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmış ve iki temel sınıflandırma algoritması test edilmiştir. Bunlar tek değişkenli karar ağacı (a univariate decision tree) ve yapay sinir ağlarıdır (an artificial neural network) . Modelleme topluluğu tarafından kullanılan diğer arazi örtüsü sistemleri ile uyumluluk sağlaması için IGBP arazi örtüsü sınıfları yeniden isimlendirilmiştir. MODIS arazi örtüsü parametreleri her bir piksel için ikinci seviye isimlendirme içermektedir. Oluşturulan MODIS küresel arazi örtüsü verisi iki temel parametreden oluşmaktadır; birinci parametre, 1 km konumsal çözünürlükte güncellenmiş küresel arazi örtüsü bilgisini, ikinci parametre ise, yıllık zaman ölçeğinde 1 km konumsal çözünürlüklü arazi örtüsü değişim bilgisini sağlamaktadır. MODIS arazi örtüsü sınıflandırma algoritmasından elde edilen sonuçlara göre, küresel ölçekte bitki örtüsü ve arazi örtüsü türlerinin dağılımı gerçeğe uygun bulunmuştur. Bölgesel ölçekte Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) ve Landsat TM verileri ile kıyaslandığında , MODIS arazi örtüsü sınıflandırma algoritmasının daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

Yuan, F., vd., (2005) çok zamanlı Landsat TM verisi kullanarak 1986, 1991, 1998 ve 2002 yıllarında Minnesota ikiz kent metropoliten alanı için arazi örtüsü değişimi izleme ve haritalama yöntemi geliştirmişlerdir. Bu yöntemde birinci seviye tarım,

otlak, maden, orman, şehir, göl ve sulak alanları içeren yedi adet arazi örtüsü/kullanım sınıfları kullanılmıştır. Sınıflandırma, 1986, 1991 ve 1998 yılları için en iyi yansıtımı veren spektral bant kombinasyonu elde edilen ilkbahar ve yaz görüntüleri ile yapılmış, 2002 yılı için ise, tasseled cap dönüşümünün parlaklık, yeşillik ve nem bileşenleri kullanılarak elde edilmiştir. Her bir yıl için yapılan arazi örtüsü sınıflandırma işleminin ardından 1986-1997, 1991-1998, 1998-2002 ve 1986-2002 olarak dört farklı tarih aralığındaki sınıflandırma sonrası karşılaştırmalı değişim belirleme algoritması ile arazi örtüsü değişimleri belirlenmiştir. Yapılan arazi örtüsü sınıflandırmalarının toplamsal doğruluğu ortalama %94, karşılaştırmalı değişim belirleme yöntemi ile elde edilen arazi örtüsü değişim haritalarının toplamsal doğruluğu ise %80-90 olarak tespit edilmiştir.

Yapılan kentsel arazi örtüsü değişimi izleme çalışmalarında Stefanov, W. L., vd. (2001) yarı-kuraktan kurak kent merkezlerine olan arazi örtüsü değişimini belirlemek için Landsat TM verisi kullanmış ve yüksek doğrulukta sınıflandırma verisi elde etmek için arazi kullanım verisi, konumsal yapı, sayısal yükseklik modeli gibi coğrafi referanslı bilgi kaynaklarını da uzaktan algılama verisine entegre eden bir sistem geliştirmişlerdir. Her bir piksele mantıksal karar kuralı kullanılarak çeşitli veri grupları atanmış ve arazi örtüsü en büyük olabilirlik (maximum likelihood) kuralı ile sınıflandırılmıştır. Geliştirilen arazi örtüsü değişim izleme sisteminde, şehir sınırları, arazi kullanımı, doku ve su kullanımı gibi konumsal veri grupları da kullanılarak başlangıçtaki arazi örtüsü sınıflandırma verisine sınıflandırma sonrası derecelendirme işlemi uygulanmıştır. Pikseller mantıksal karar kuralına göre 12 arazi örtüsü sınıfına tekrar sınıflandırılmış ve toplamsal doğruluk % 85 olarak elde edilmiştir.

Türkiye’de Kızılırmak Deltası’nda arazi örtüsü/kullanımı değişim belirleme çalışmasında 1987 Landsat TM ve 2004 Aster görüntüleri ekran üzerinde sayısallaştırma (on-screen digitizing) yöntemi ile arazi örtüsü/kullanımı bilgisini elde etmek için uygulanmıştır. Ekran üzerinde sayısallaştırma yönteminde elde edilen bilgi ile tarımsal arazi örtüsü, sulak alanlar, sahiller, binalar ve su yüzeyleri arazi örtüsü türlerinin sınırları belirlenmiştir. Delta’nın değişimi, ekran üzerinde sayısallaştırma yöntemi ile elde edilen uydu görüntüleri, arazi çalışması verileri, sulama kanalı haritaları, topoğrafik haritalar ve sayısal yükseklik modeli verisi

coğrafi bilgi sistemi ortamına entegre edilip alansal sorgular yapılarak belirlenmiştir (Sertel, E., 2008).

Sertel, E., vd. (2015), yüksek çözünürlüklü şehir alanı haritalama çalışmalarında, Avrupa Şehir Atlası projesinden sağlanan 20 farklı arazi örtüsü/kullanım sınıfları ile 2.5 m konumsal çözünürlüğe sahip SPOT 5 uydu görüntüsü, spektral, konumsal ve geometrik karakteristikleri içeren farklı kurallar tanımlanarak geliştirilen otomatikleştirilmiş nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi geliştirmişlerdir. Sonuç haritalarındaki doğruluğu arttırmak için Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve Normalized Difference Water Index (NDWI) haritaları, kadastro haritaları, Openstreet maps, karayolu haritaları ve CORINE arazi örtüsü haritası sınıflandırma sistemine entegre edilmiştir. Nesne tabanlı sınıflandırma, doğru sonuçlar alabilmek ve sınıflandırma sürecini hızlandırmak için segmentasyon ve sınıflandırma olarak iki adımda gerçekleştirilmiştir. Segmentasyon adımında, görüntü pikselleri, şekil, renk, doku karakteristikleri ve konumsal ilişkileri baz alınarak segmentlere ayrıştırılmış, farklı boyuttaki nesnelere oluşturmak için ise ölçek parametresi kullanılmıştır. Sınıflandırma adımında, görüntüdeki nesnelere arazi örtüsü/kullanım sınıflarına tahsis edilmiştir. 17 farklı alt sınıf ile temsil edilen şehir alanları ortalama %94 toplamsal doğruluk ile haritalanmıştır.

CORINE arazi örtüsü sınıflandırma yöntemi uygulanarak 2006-2014 yılları arasında yapılan tarımsal arazi örtüsü değişim belirleme çalışmasında, 20 m konumsal çözünürlüğe sahip IRS-P6 ve SPOT 5 uydu görüntüleri ve CLC2006 arazi örtüsü verisi kullanılarak görsel yorumlama yöntemi ile değişim analizi yapılmıştır. Ekran üzerinde elle sayısallaştırma yöntemi ile elde edilen değişim verileri, CORINE arazi örtüsü sınıfları kullanılarak 5 ha dan büyük ve minimum 100 m genişlikte olan değişimler tespit edilerek oluşturulmuştur. Arazi örtüsü sınıflarının doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için sulama haritaları, orman meşcere haritaları ve Google Earth verisi yardımcı veri olarak kullanılmıştır. 2014 yılına ait değişim verisi, değişimin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için öncelikle CLC2006 verisi revize edilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda yaklaşık olarak toplam alanın %41'ini tarımsal alanların oluşturduğu çalışma alanında, tarım alanlarının %17 oranında 2006-2014 yılları arasında değişime uğradığı tespit edilmiştir (Alp, G., vd. 2015).

Uzaktan algılama verisi kullanılarak orman depo alanlarının tespit edilmesine yönelik tahminlerin kesinliğini arttırmak amacıyla yapılan bir arazi örtüsü

sınıflandırma çalışmasında, The Forest Inventory and Analysis (FIA) programı kapsamında hava fotoğrafları ve yersel çalışmalardan elde edilen her bir orman alanı tahmin grafiği the National Land Cover Data (NLCD) arazi örtüsü sınıfları ile sınıflandırılmıştır. Bu çalışmada orman ve orman olmayan alanları baz alan NLCD arazi örtüsü sınıfları ile arazi gözlemlerinden elde edilen grafik özellikleri arasındaki ilişki değerlendirilmiş, NLCD arazi örtüsü sınıfları bir araya getirilerek elde edilen sınıflar ile sınıflandırma araştırması yapılmış ve orman alanları tahmin doğruluğu üzerinde grafik lokasyon hataları değerlendirilmiştir. Envanter grafiklerinin NLCD temelli sınıflandırması ve yapılan çok katmanlı analiz sonuçlarında orman alanı tahminlerinde doğruluğun arttığı sonucu elde edilmiştir (McRoberts, R., vd. 2002).

2. ARAZİ ÖRTÜSÜ/KULLANIMININ SINIFLANDIRILMASI

2.1 Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı terimleri genellikle birlikte ifade edilmektedir ancak bu terimler anlamsal olarak birbirlerinden farklıdır. Arazi örtüsü, yeryüzünü kaplayan doğal ve insan yapımı alanların oluşturduğu yüzey örtüsü olarak nitelendirilmektedir. Ormanlar, doğal ve yapay su yapıları, şehir alanları, tarım arazileri, kıraç araziler, çayırlar vb. alanlar başlıca arazi örtüsü türleridir. Arazi örtüsü, yalnızca yeryüzünü kapsayan doğal vejetasyon alanı olarak değerlendirilmemelidir. Yapay yüzeyler (otayollar, binalar, vb.) ve yeraltı kaynakları (yeraltı suları vb.) da arazi örtüsü ile ilişkilidir (Giri, C. P., 2012).

Arazi örtüsünden farklı olarak, arazi kullanımı terimi ise yeryüzeyini kaplayan doğal ve/veya yapay örtünün insanlar tarafından nasıl kullanıldığını ifade etmektedir. Yani arazi kullanımı, arazinin hangi sosyo-ekonomik amaç için kullanıldığını ifade ederken, arazi örtüsü, arazinin gözlemlenen fiziksel örtüsü olarak nitelendirilmektedir. Bir arazi parçası, bir arazi örtüsüne sahiptir ancak birden fazla arazi kullanım alanına sahip olabilir. Örneğin, bir arazi örtüsü tipi olan ormanlar, rekreasyon, üretim veya doğal hayatı koruma alanı olarak farklı kullanımlara sahip olabilmektedir (Giri, C. P., 2012).

2.2 Uluslararası Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırma Sistemleri

Arazi örtüsü sınıflandırma sistemleri, belirli coğrafik ve terminolojik standartlar doğrultusunda uzaktan algılama verileri kullanılarak yeryüzünü gözlemlemek ve bilgi toplamak için çeşitli arazi örtüsü/kullanım kategorileri geliştirilerek oluşturulmaktadır. Bu bölümde uluslararası standartlarda Avrupa Çevre Ajansı (European Environmental Agency [EEA]) tarafından gerçekleştirilen Coordination of Information on the Environment (CORINE) programı kapsamında tanımlanan arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Gıda ve Tarım Organizasyonu tarafından gerçekleştirilen (United Nations Environment Programme

[UNEP]/Food and Agricultural Organization [FAO]) arazi örtüsü sınıflandırma sistemi (Land Cover Classification System [LCCS]) ve Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu (United States Geological Survey [USGS]) tarafından tanımlanan arazi örtüsü sınıflandırma sistemi hakkında genel bir bilgi verilmektedir.

2.2.1 UNEP/FAO arazi örtüsü sınıflandırma sistemi

Arazi örtüsü ve kullanımını belirleme ve haritalama, uzaktan algılama verileri kullanılarak elde edilen en popüler uygulama alanlarından biridir. Arazi Örtüsü Sınıflandırma Sistemi (LCCS), arazi örtüsü ve arazi kullanımı üzerine güvenilir ve standartlaştırılmış bilgiye olan ihtiyacı karşılamak için Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) ile Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) tarafından geliştirilen bir sınıflandırma sistemidir. Bu sınıflandırma sisteminde (LCCS), arazi örtüsü ölçekten bağımsız olarak sınıflandırılmaktadır (Gregorio, A. D., 2005).

Bu sistemde tanımlanan arazi örtüsü, bir dizi sınıf yoluyla tanımlanmaktadır. Ancak arazi örtüsündeki heterojenlik ve sınıfların mantıksal ve fonksiyonel hiyerarşik sıralamalarının yapılabilmesi için, belirli bir planlama kriteri uygulanmaktadır. Buna bağlı olarak LCCS iki temel bölümden oluşmaktadır (Gregorio, A. D., 2005).

Birinci bölümde (Dichotomous Phase), temel arazi örtüsü sınıfları tanımlanmaktadır ve hiyerarşik dizilimi Şekil 2.1 ve Şekil 2.2'deki gibi olan başlıca 8 arazi örtüsü sınıfından oluşmaktadır;

- İşlenmiş ve gözetimli toprak alanlar,
- Doğal ve yarı doğal toprak vejetasyon,
- İşlenmiş sulak veya düzenli olarak sulanan alanlar,
- Doğal ve yarı doğal sulak vejetasyon alanları,
- Yapay yüzeyler ve ilişkili alanları,
- Açık alanlar,
- Yapay su kütleleri, kar, buz ve
- Doğal su kütleleri, kar, buz.

Modüler hiyerarşik evre olarak ismlendirilen İkinci bölümde ise birinci bölümde tanımlanan her bir arazi örtüsü sınıfı için bir grup alt sınıf belirlenmektedir. Sınıflar, çevresel ve belirli teknik özellikler dikkate alınarak tanımlanmaktadır. Arazi örtüsü

sınıfları, kullanılan her bir sınıfı gösteren bir boolean formülü, Coğraf Bilgi Sistemlerinde kullanımı için kendine özgü bir rakam ve kullanıcı tarafından belirlenen standart bir isim ile gösterilmektedir (Gregorio, A. D., 2005).

Başlangıçta arazi örtüsü sınıfları vejetasyon yapılarına göre Vejetasyonlu ve Vejetasyonsuz olarak iki ana seviyeye ayrılmaktadır. Bu sınıflar detaylandırıldığında yukarıda belirtilen 8 temel arazi örtüsü sınıfı oluşmaktadır (Gregorio, A. D., 2005).

Çizelge 2.1: LCCS – Arazi örtüsü sınıflarının oluşum örneği (Gregorio, A. D., 2005).

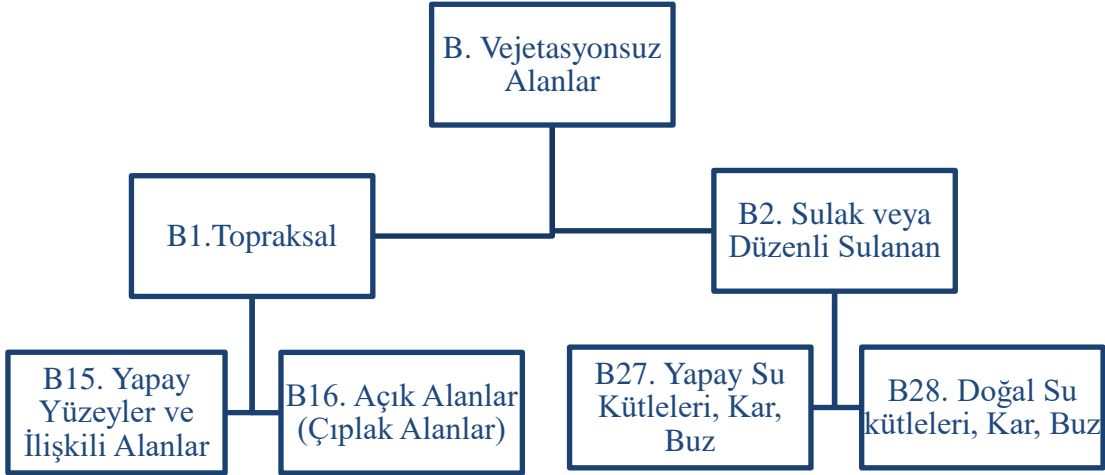
A12. Doğal ve Yarı Doğal Topraksal Vejetasyon Alanları

Kullanılan Kümeleyiciler	Boolean Formülü	Standart Sınıf İsmi	Kodu
Yaşam Formu ve Örtü	A3A10	Kapalı Orman	20005
Yükseklik	A3A10B2	Yüksek Kapalı Orman	20006
Konumsal Dağılım	A3A10B2C1	Sürekli Kapalı Orman	20007
Yaprak Türü	A3A10B2C1D1	Geniş Yapraklı Kapalı Orman	20095
Yaprak Fenolojisi	A3A10B2C1D1E2	Geniş Yapraklı, Yaprakları Dökülen Orman	20097
2. Katman : LF, C, H	A3A10B2C1D1E2F2 F5F7G2	Çok Katlı Geniş Yapraklı, Yaprakları Dökülen Orman	20628
3. Katman: LF, C, H	A3A10B2C1D1E2F2 F5F7G2	Çok Katlı Geniş Yapraklı Yapraklarını Döken Gelişmekte Olan Orman	20630

Modüler hiyerarşik yapıda ise , arazi örtüsünün sınıflandırılmasında kullanılan arazi örtüsü yapısı, çevresel ve teknik nitelikler değerlendirilerek Çizelge 2.1'deki örnekte gösterildiği gibi oluşturulmaktadır.



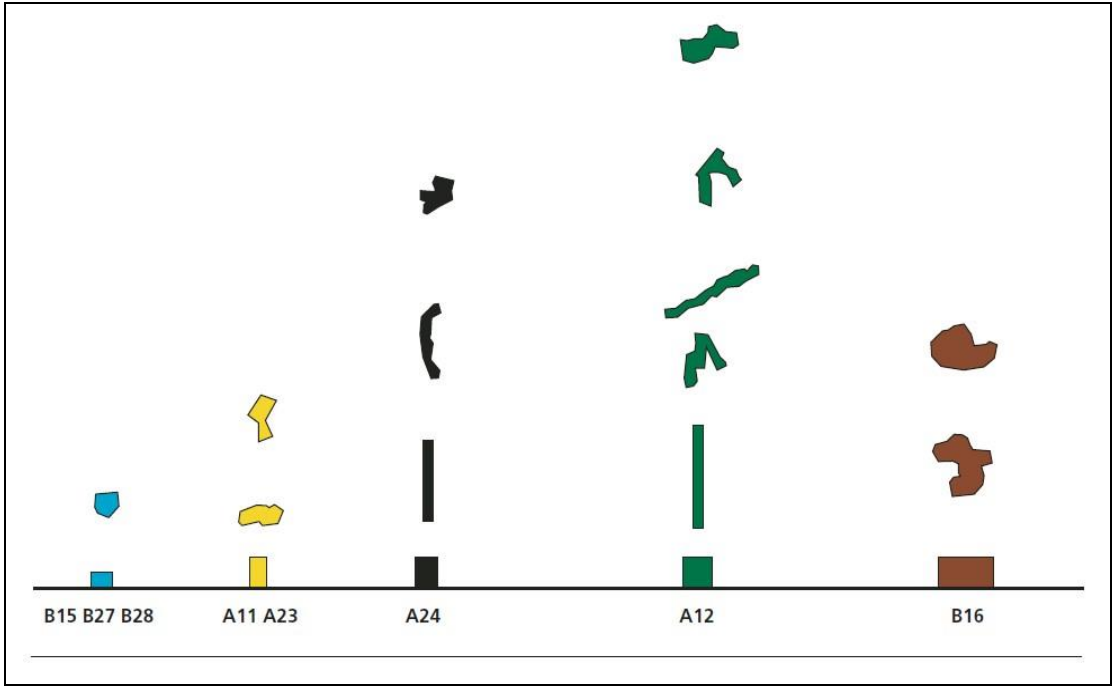
Şekil 2.1 : Vejetasyonlu alanlar için Dichotomous Phase hiyerarşisi.



Şekil 2.2 : Vejetasyonsuz alanlar için Dichotomous Phase hiyerarşisi.

Modüler hiyerarşik yapıda ise , arazi örtüsünün sınıflandırılmasında kullanılan arazi örtüsü yapısı, çevresel ve teknik nitelikler değerlendirilerek Çizelge 2.1'deki örnekte gösterildiği gibi oluşturulmaktadır.

LCCS de belirli bir minimum haritalanabilir alan kriteri bulunmamaktadır. Bu sayede kullanıcı, minimum haritalanabilir alanın boyutunu incelenen alandan türetilebilecek temel arazi örtüsü sınıfına göre ilişkilendirebilmektedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 : Örnek asgari haritalanabilir alanlar (Gregorio, A. D., 2005).

LCCS, birkaç farklı karışık kodlama türünü göz önünde bulundurmaktadır ve bunları kodlama türüne bağlı olarak ikiye ayırmaktadır;

- Tematik Karışık Kodlama,
- Konumsal Karışık Kodlama.

Tematik Karışık Kodlama, tematik karışık kod ile kodlanmış bir poligonun kendine özgü bir tematik bilgiyi yansıtmadığı, yani bu kodlama türü ile belirtilen alanda tematik bir belirsizlik olduğu ifade edilmektedir. Örneğin, A//B ile yazılan bir kodlama, alanın A ya da B olabileceğini ifade etmektedir, ancak kesin bir tematik bilgi vermemektedir. Bu kodlama türü yalnızca LCCS de tanımlanan sınıflardaki genelleştirme kapasitesinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmaktadır.

Konumsal Karışık Kodlama, bu kodlama türü ile belirtilmiş bir poligonun belirli arazi örtüsü niteliklerine sahip olduğu ancak ölçek kısıtlamasından dolayı tekil olarak nitelendirilemediği durumlarda kullanılmaktadır. Örneğin, 'A/B' ile kodlanan bir alanda 'A ve B' özelliklerinin olduğu ifade edilmektedir (Gregorio, A. D., 2005).

2.2.2 Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) arazi örtüsü sınıflandırma sistemi

Bu sistemde geliştirilen arazi örtüsü ve arazi kullanımı belirleme türleri, arazinin kapasitesi ve hassasiyetini sınıflandıran sistemlerle ilişkilendirilebilir. Arazinin hangi amaç için kullanıldığı, sıklıkla arazi örtüsü ile ilişkilendirilmektedir. Uzaktan algılama verileri kullanılarak elde edilen arazi örtüsünün ton, doku, model, ve şekilleri dikkate alınarak arazi örtüsü hakkında temel bilgidен arazi kullanım aktiviteleri ile ilgili bilgi sağlanmaktadır. Arazi örtüsü/kullanım alanının belirli bir kategoride gösterilebilmesi için kullanılan asgari alan büyüklüğü, uzaktan algılama verisinin çözünürlüğüne ve kullanılan ölçeğe bağlıdır. Sınıflandırma işlemi aşağıda belirtilen kurallar dikkate alınarak uygulanmaktadır (Anderson, J. R., 1976);

- Uzaktan algılama verilerinden elde edilen arazi örtüsü/ kullanım sınıflandırma sisteminin minimum doğruluk seviyesi en az %85 olmalıdır,
- Farklı kategoriler için yorumlamadaki doğruluk yaklaşık olarak eşit olmalıdır,
- Bir bölge için farklı yorumlayıcıların elde ettiği sonuçlar ve birden fazla kez yapılan yorumlamalarda elde edilen sonuçlar benzerlik göstermelidir,
- Sınıflandırma sistemi, geniş alanlar üzerinde de uygulanabilir olmalıdır,
- Sınıflandırma sistemi, yılın farklı zamanlarında alınan uzaktan algılama verileri ile kullanıma uygun olmalıdır,
- Arazi örtüsü/kullanım sınıf kategorileri, kısaltma yapılarak gösterilebilmelidir,
- Yersel verilerden veya büyük ölçekli ya da iyileştirilmiş uzaktan algılama verilerinden elde edilen alt seviyeler etkili bir biçimde kullanılmalıdır,
- Gelecekteki arazi kullanımı verileri ile kıyaslanabilmelidir,
- Mümkün olduğu kadar arazinin birden çok kullanımı tespit edilmelidir.

Bu kurallardan bazıları arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflandırma sistemlerinde uygulanabilmektedir, fakat bazıları ise yalnızca uzaktan algılama verilerinden elde edilen arazi örtüsü ve arazi kullanım verilerine uygulanmaktadır.

Farklı sensörler, farklı çözünürlükte veri sağladığı için bu sistem çoklu seviyeli arazi örtüsü/kullanım sınıflandırma sistemi olarak geliştirilmiştir (Anderson, J. R., 1976). Sınıflandırma seviyeleri veri karakteristiklerine göre 4 seviyeye ayrılmıştır ve Çizelge 2.2’de gösterildiği gibi sınıflandırma seviyeleri kullanılan veriye göre farklı ölçeklerde karakterize edilmektedir.

Çizelge 2.2: Sınıflandırma seviyelerine göre veri karakteristikleri (Anderson, J. R., 1976).

Sınıflandırma Seviyesi	Veri Karakteristiği
I	LANDSAT Verisi
II	40 000 fit (12 400 m) yükseklikteki yüksek irtifa verileri (1: 80 000 ölçek altında)
III	10 000 fit ve 40 000 fit arasındaki orta irtifa verileri (1:20 000 ve 1:80 000 ölçek arasında)
IV	10 000 fit altında alınan alçak irtifa verileri (1:20 000 ölçekten fazla)

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflandırma sistemi, genellikle 1. ve 2. seviyelerde daha genelleştirilmiş bilgiyi içermektedir. 3. Seviye ve 4. Seviyedeki gibi daha detaylı bir arazi örtüsü/kullanım verileri ise genellikle ülkeye, bölgeye ya da kente ait yersel bilgiye duyulan ihtiyaç doğrultusunda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu sistemde, sınıflandırma seviyelerinin, kullanıcı grupları tarafından, özel ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde geliştirilmesi amaçlanmıştır. Sınıflandırma sürecinin başlıca 3 temel özelliği bulunmaktadır (Anderson, J. R., 1976);

- Sınıf isimleri kabul edilen bir terminoloji kullanılarak vermek,
- Aktarılabilen bilgi sağlamak,
- Yapılacak olan genelleştirmelerin tümevarımsal olmasını sağlamak.

Sınıflandırma sisteminde, daha genişletilmiş ve değiştirilmiş kullanımlar doğrultusunda geliştirmeler yapılabilmektedir. Çizelge 2.3’te arazi örtüsü/kullanım sisteminde kullanılan sınıflar gösterilmiştir (Anderson, J. R., 1976).

Çizelge 2.3: USGS sınıflandırma sisteminde kullanılan arazi örtüsü sınıfları.

Seviye 1	Seviye 2
1 Şehir Alanları	11 Yerleşim
	12 Ticari ve Hizmet Alanları
	13 Endüstriyel Alanlar
	14 Taşıma, Ulaştırma ve Kamu Hizmetleri
	15 Endüstriyel ve Ticari Kompleksler
	16 Karışık Yerleşim Alanları
	17 Diğer Yerleşim Alanları
2 Tarımsal Alan	21 Ekilebilir Araziler ve Meralar
	22 Meyve Bahçeleri, Fidanlıklar, Üzüm Bağları ve Kavaklıklar
	23 Kapalı Besleme Alanları
	24 Diğer Tarımsal Alanlar
3 Yem Alanları	31 Otsu Yem Alanları
	32 Çalılık ve Fundalık Yem Alanları
	33 Karışık Yem Alanları
4 Orman Alanları	41 Yaprak Döken Orman Alanları
	42 Sürekli Yeşil Kalan Orman Alanları
	43 Karışık Orman Alanları
5 Su Yüzeyleri	51 Akarsu ve Kanallar
	52 Göller
	53 Su Depoları
	54 Koylar ve Haliçler
6 Sulak Alanlar	61 Ağaçlı Sulak Alanlar
	62 Ağaçsız Sulak Alanlar
7 Kıraç Araziler	71 Kuru ve Tuzlu Düz Araziler
	72 Sahiller
	73 Sahillerin Dışında Kalan Toprak Alanlar
	74 Çıplak Kayalıklar
	75 Maden Çıkarılan Alanlar ve Çakıl Ocakları
	76 Geçişken Alanlar
	77 Karışık Kıraç Araziler
8 Tundra	81 Çalılık ve Fundalık Olan Tundralar
	82 Otsu Tundra
	83 Açık Yüzeyle Tundra
	84 Nemli Tundra
	85 Karışık Tundra
9 Sürekli Kar veya Buzlu Alanlar	91 Sürekli Karlı Araziler
	92 Buzullar

2.2.3 CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemi

CORINE programı, 1985 yılında Avrupa Birliği tarafından başlatılmış olup arazi örtüsü hakkında standart ve periyodik coğrafi bilgiyi elde etmeyi amaçlayan Avrupadaki en büyük arazi örtüsü izleme projesidir. CORINE sisteminde, arazi örtüsündeki değişim ve arazi örtüsü bilgisi doğrudan çevre politikalarını belirlemek ve bu politikaları uygulamak için kullanılmaktadır. Toplumların çevre politikalarını belirlemek, bu politikaların etkilerini değerlendirmek ve diğer politikalara çevresel uzanımı birleştirebilmek için önemlidir (EEA, 1995). Bu doğrultuda, aşağıda belirtilen, yeryüzünün farklı özelliklerinin doğru bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir (Kosztra, B., 2014);

- yeryüzünün mevcut durumu,
- doğal alanların coğrafi dağılımı ve durumu,
- doğal yaşam ve bitki örtüsünün zenginliği ve coğrafi dağılımı,
- su kaynaklarının kalitesi ve zenginliği,
- arazi örtüsü yapısı ve toprak örtüsünün genel durumu,
- doğaya bırakılan çevresel atıkların miktarı vb.

Yeryüzünün mevcut durumuna ve değişimine ilişkin bu bilgileri alabilmek için geliştirilen CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemi, belirli terminolojik, coğrafi ve isimlendirme standartlara sahiptir. CORINE sınıflandırma sisteminde isimlendirme, kullanıcı ihtiyaçları ve finansal kısıtlamalara göre belirlenmiştir (EEA, 1995). CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sistemi üç seviyeden oluşmaktadır (EEA, 1995);

- Birinci seviye, yeryüzündeki temel arazi örtüsü sınıflarını tanımlamaktadır,
- İkinci seviye, 1:500 000 ve 1:100 000 ölçekler üzerinde oluşturulmaktadır ve birinci seviyedeki temel sınıflarının genişletilmiş alt sınıflarını içermektedir,
- Üçüncü seviye ise, 1:100 000 ölçek üzerinde üretilmekte ve daha genişletilmiş arazi örtüsü sınıflarını içermektedir.

CORINE sisteminde, en küçük haritalabilir alan büyüklüğü 25 hektar ve en küçük lineer nesne genişliği 100 metredir (EEA, 2007).

Çizelge 2.4: CORINE arazi örtüsü sınıfları.

Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
1 Yapay Yüzeyle	11 Yerleşim Alanları	111 Sürekli Şehir Yapısı
		112 Kesikli Şehir Yapısı
	12 Endüstriyel ve Ticari Alanlar	121 Endüstriyel ve Ticari Alanlar
		122 Kara ve Demiryolu Ulaşım Ağları ve İlişkili Alanlar
		123 Limanlar
		124 Havaalanları
	13 Maden, Çöp ve İnşaat Alanları	131 Maden Çıkarım Sahaları
		132 Çöp Boşaltım Sahaları
		133 İnşaat Alanları
	14 Yapay Vejetasyonlu Alanlar	141 Şehir İçi Yeşil Alanlar
142 Spor ve Eğlence Alanları		
2 Tarımsal Alanlar	21 Ekilebilir Tarım Alanları	211 Sulanmayan Ekilebilir Tarım Alanları
		212 Sürekli Sulanan Ekilebilir Tarım Alanları
		213 Pirinç Tarlaları
	22 Sürekli Ürünler	221 Üzüm Bağları
		222 Meyve Bahçeleri
	23 Meralar	223 Zeytinlikler
		231 Mera Alanları
		241 Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Senelik Ürünler
		242 Karışık Tarım Alanları
		243 Doğal Bitki Örtüsü İle Birlikte Bulunan Karışık Tarım Alanları
244 Tarımsal Ormancılık (Agro-Forestry) Yapılan Alanlar		
3 Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	31 Ormanlar	311 Geniş Yapraklı Ormanlar
		312 İğne Yapraklı Ormanlar
		313 Karışık Ormanlar
	32 Çalılık, Fundalık ve Vejetasyonlu Alanlar	321 Doğal Çayırliklar
		322 Fundaliklar
		323 Sklerofil Bitki Örtüsü
		324 Bitki Değişim Alanları
	33 Çok az ya da Hiç Vejetasyon olmayan Yüzeyle	331 Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar
		332 Çıplak Kayaliklar
		333 Seyrek Bitki Alanları
334 Yanmış Alanlar		
335 Buzul ve Kalıcı Kar Olan Alanlar		
4 Sulak Alanlar	41 Karasal Sulak Alanlar	411 Karasal Sulak Alanlar
		412 Turbalıklar
	42 Kıyısal Sulak Alanlar	421 Tuz Bataklıkları
		422 Tuzlalar

		423 Gel-Git Olayı İler Oluşan Düzlükler
5 Su Yüzeyleri	51 Karasal Su Yüzeyleri	511 Su Yolları
		512 Su Kütleleri
	52 Deniz Suları	521 Kıyı Lagünleri
		522 Nehir Ağızları, Deltalar
		523 Denizler, Okyanuslar

Çizelge 2.4'te belirtildiği gibi CORINE arazi örtüsü sınıflandırma sisteminde 3. Seviyede 44 adet arazi örtüsü sınıfı bulunmaktadır ve bunlar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (Kosztra, B., 2014):

111 - Sürekli Şehir Yapısı;

Şehir yapıları ve ulaşım ağlarının arazi örtüsünde baskın olduğu durumlarda, Sürekli Şehir Yapısı sınıfı kullanılmaktadır. Bu sınıfta tanımlanan alanlar, arazi örtüsünün % 80'inden fazlası binalar, otoyollar ve yapay olarak oluşturulmuş yüzey alanları gibi geçirgen olmayan yüzeylerden oluşmaktadır. Sürekli şehir yapılarına, 25 hektardan (asgari haritalama birimi) küçük ticari ve endüstriyel alanlar ve ilişkili alanları, otoparklar ve asfalt yüzeyler, oluşturulan poligonun % 20'den fazla olmamak kaydıyla şehir içi yeşil alanlar ve kabristanlar dahil edilebilir. Eğer 25 hektardan küçük iki ayrı sürekli ve kesikli şehir yapısı alanı varsa, bu alanlar birleştirilip kesikli şehir yapısı (112) olarak haritalanmalıdır.

112 - Kesikli Şehir Yapısı;

Vejetasyonlu alanlar ve açık yüzeylerle birlikte bulunan şehir yapıları ve ulaşım ağları bu sınıfa dahil edilmektedir. Bu sınıfta , arazi örtüsünün %30 - %80'nini binalar, otoyollar ve yapay yüzeyler gibi geçirgen olmayan yüzeyler oluşturmaktadır. 25 hektardan küçük olan spor alanları, hastaneler, okullar, kabristanlar, endüstriyel ve ticari alanlar bu sınıfa genelleştirilmektedir. 25 hektardan küçük sürekli olmayan şehir alanları, eğer aralarındaki uzaklık 300 m'den küçük ise tek bir kesikli şehir yapısı alanı oluşturularak haritalanmalıdır.

121 - Endüstriyel ve Ticari Alanlar;

Bu sınıf, kamu hizmet binaları, endüstriyel ve ticari binalar ve bu binaların ilişkili alanları içermektedir. 25 hektardan büyük askeri alanlar, okullar, hastaneler, üniversiteler, sosyal yardım kurumları, büyük ölçekli endüstriyelmiş tarım alanları, enerji üretim ve dağıtım kurumları bu sınıfa dahil edilmektedir.

122 - Kara ve Demiryolu Ulaşım Ağları ve İlişkili Alanlar;

Bu sınıf, minimum lineer genişlikleri 100 m olan otoyollar , demiryolları ve bu alanlarla ilişkili tesisleri kapsamaktadır. Otoyol dinlenme tesisleri, akaryakıt istasyonları, tramvay ve teleferik ağları, yol bakım çalışmaları, dinlenme tesisleriyle bağlantılı binalar, otoparklar ve ulaşım ağlarının arasında kalan yeşil alanlar da bu sınıfa dahil edilmektedir. Sınıflandırmada demiryolları şehir alanlarından daha önceliklidir.

123 - Limanlar;

Bu sınıf, genel olarak rıhtımlar, tersaneler ve limanları kapsamaktadır. Deniz, nehir ve göl limanları, askeri ve ticari limanlar, balıkçı limanları, 25 hektardan küçük limanlarla ilişkili endüstriyel alanlar da bu sınıf içerisine dahil edilmiştir. Limanların içinde kalan 25 hektardan büyük ve 100 metreden geniş su yüzeyleri, su kaynakları temel kategorisi altında tanımlanan sınıfa dahil edilmelidir. Ancak liman alanları, asgari haritalama birimi olan 25 hektar büyüklüğünde gösterilemiyorsa, limanların içinde kalan su yüzeyleri genelleştirilerek haritalanabilir.

124 – Havaalanları;

Uçak pistleri, binalar ve ilişkili alanları bu sınıfa dahil edilmektedir. Hava taşımacılığı hizmeti veren her türlü tesise bu sınıfta yer verilmiştir. Sivil ve askeri havaalanları, sivil havacılık kurumlarının pilot yetiştirme programları kapsamında kullandıkları uçuş okulları, uçuş kalkış ve iniş pistleri, radarlar, antenler, gözlem kuleleri ve havaalanlarının çitle çevrili tampon bölgelerinde bulunan doğal alanlar bu sınıf içerisinde tanımlanmaktadır. Havaalanı bölgesinde bulunan bütün arazi örtüsü türleri (terminal binaları , pistler vb.) 25 hektardan büyük olsa bile bu sınıfa genelleştirilmelidir.

131 – Maden Çıkarım Sahaları;

İnşaat materyalleri veya diğer materyalleri çıkaran açık maden işletmeleri bu sınıf kapsamında tanımlanmaktadır. Taş, kum, toprak ya da kil gibi inşaat materyalleri, demir, mangan cevheri, magnezit, linyit gibi cevher madeni çıkarma alanları, kayatuzu maden ocakları, sahil kumulu alanlarındaki kum madenleri ve petrol, doğalgaz ve şist gazı maden alanları bu sınıfta yer almaktadır. Bazı maden çıkarma alanlarında bulunan su yüzeyleri, eğer 25 hektardan küçük ise bu sınıfa genelleştirilmeli aksi halde su kaynakları kategorisine dahil edilmelidir. Endüstriyel

alanlarla ilişkili maden çıkarım alanları, eğer hem maden çıkarım alanı hem de endüstri tesisi 25 hektardan küçük ise öncelik endüstri tesisine verilmelidir.

132 – Çöp Boşaltım Sahaları;

Endüstriyel, maden ya da halka ait olan çöp boşaltım alanlarına bu sınıfta yer verilmektedir. Çeşitli ham materyallerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan endüstriyel atıklar , atık su temizleme istasyonlarında elde edilen atık materyaller, atık su havuzları, çöp boşaltım alanları ile ilişkili binalar ve ulaşım ağları da çöp boşaltım sahaları kategorisine dahil edilmektedir.

133 – İnşaat Alanları;

İnşaat çalışmalarının olduğu alanlardır. Bu sınıfta, arazi örtüsünün yapay yüzeylere dönüştürüldüğü alanlara yer verilmiştir. Yerleşim alanları, kamusal ve endüstriyel yapılar ve tesisler , ulaşım altyapıları ve barajlar gibi yapılar için yapılan inşaat alanları, yol altyapısı tamamlanmış ancak bina inşaatı devam eden yerleşim alanları, inşaat halindeki golf sahaları ve yeşil alanlar bu sınıfa dahil edilmektedir. Eğer inşaatı tamamlanan alanın büyüklüğü 25 hektardan büyük ise bu alan mevcut arazi örtüsü sınıfına uygun şekilde tanımlanması gerekmektedir.

141 – Şehir İçi Yeşil Alanlar;

Şehir içi yeşil alanlar, 25 hektardan büyük, yerleşim alanlarıyla bağlantılı veya içinde bulunan bütün vejetasyonları alanları kapsamaktadır. Yerleşim yerleri içinde bulunan parklar, bahçeler, botanik ve hayvanat bahçeleri, yeşillikli şehir meydanları, şehir bloklarındaki boş alanlar ve kabristanlar bu sınıfta yer almaktadır.

142 – Spor ve Eğlence Alanları;

Spor aktiviteleri ve boş zamanlarda yapılan farklı aktiviteler için kullanılan alanlardır. Şehir alanlarından uzak , kamp yerleri, golf sahaları, hipodromlar, parklar, spor tesisleri, vb. alanlar bu kategoriye dahil edilmiştir. Ayrıca bu sınıf, terkedilmiş maden alanlarından ve çöp boşaltım sahalarından dinlenme tesislerine dönüştürülen alanlar, kayak merkezleri, yerleşim alanından uzakta bulunan kabristanlar, açık veya kapalı arkeolojik bölgeler, yerleşimden uzak tatil ve eğlence alanları, yazlıklar ve yerleşim alanlarının içinde veya dışındaki spor aktivitesi için kullanılan alanları da kapsamaktadır.

211 – Sulanmayan Ekilebilir Tarım Alanları;

Yıllık olarak hasat edilen ve yağmur suyu ile beslenen ekilebilir tarım alanları ve nadasa bırakılan toprak arazileri kapsamaktadır. Tahıllar ve yağ bitkileri gibi yıllık bitkiler, yem bitkileri, sebzeler, asparagus ve hindiba gibi çok yıllık bitkiler, çilek gibi yarı-sürekli bitkiler, dokuma bitkileri gibi sürekli olmayan endüstriyel bitkiler, tütün, baharat bitkileri, şeker kamışı, lavanta çiçeği gibi endüstriyel çiçek bitkileri, tıbbi ve aromatik bitkiler, uydu görüntüsü üzerinde sulama kanalları görünen ancak sulu tarım aktivesinin bırakıldığı ekilebilir tarım alanları, meyve ağacı fidanları da bu sınıf içerisinde yer almaktadır. Ayrıca tarım parselleri arasındaki yollar, çitler ve duvarlar bu sınıfa dahil edilmektedir.

212 – Sürekli Sulanan Ekilebilir Tarım Alanları;

Sulama kanalları gibi daimi bir alt yapı kullanılarak sürekli ya da dönemsel olarak sulanan tarım ürünlerinin üretildiği ekilebilir tarım parselleri bu sınıf kapsamında yer almaktadır. Akdeniz iklim bölgesindeki seralar bu sınıfa dahil edilmektedir.

213 – Pirinç Tarlaları;

Pirinç üretimi için hazırlanmış ve sulama kanalları ile sürekli olarak sulanan ekilebilir tarım alanları bu sınıfta tanımlanmaktadır.

221 – Üzüm Bağları;

Üzüm yetiştirilen alanlardır. Şarap üretimi yapılan üzüm bağları, karışık tarım alanlarının veya meyve bahçelerinin bulunduğu arazi örtüsünün %50'sinden fazlasının üzüm bağından oluştuğu alanlar, sürekli sulanan üzüm bağları 221 olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, üzüm bağlarının arasındaki yollar, üzüm bağı parsellerini ayıran taş duvarlar ve üzüm bağlarının içinde dağınık olarak bulunan yarı doğal alanlar bu sınıfa dahil edilmektedir.

222 – Meyve Bahçeleri;

Kestane ve ceviz bahçeleri de dahil olmak üzere meyve üretimi için yetiştirilen ağaçlar ve fundalık dikili tarım alanlarıdır. Şerbetçiotu üretilen alanlar, taneli meyve bitkilerinin olduğu alanlar, siyah ve/veya kırmızı frenk üzümü, ahududu (frambuaz), altın çilek, böğürtlen ekinleri, hasır üretimi için söğüt ekilen alanlar, sera içindeki meyve ağaçları, karakteristik özelliklerini koruyan terk edilmiş meyve bahçeleri, elma, armut, erik, kayısı, şeftali, kiraz, incir, ayva vb. meyve ağaçları, odunsu

gövdeli ekinleri: kestane, ceviz, badem, fındık, fıstık bahçeleri, kalıcı gül bahçeleri, kalıcı endüstriyel bitki üretimi (çay, kahve, karadut, kakao), sulu tarım arazileri içindeki meyve bahçeleri, tropik meyve ağaçları bu sınıf içinde yer almaktadır. Eğer meyve bahçelerinin içinde 25 hektardan küçük sulama havuzları ve/veya meyve üretimi ile ilişki binalar ve depolar varsa bu sınıfa dahil edilmektedir.

223 – Zeytinlikler;

Zeytin ağaçlarının dikili olduğu tarım alanlarıdır. Üzüm bağlarıyla birlikte bulunan zeytinlikler alanın %50'sinden fazla ise 223 olarak sınıflandırılmaktadır. Eğer alanda bulunan zeytin ağaçları ve üzüm bağları yaklaşık olarak eşit miktarda bulunuyorsa üzüm bağlarına öncelik verilmeli ve 221 olarak sınıflandırılmaktadır. Karışık meyve bahçeriyle birlikte bulunan zeytinlikler, buldukları alanın %50'sinden fazlasını kapsıyorsa 223 olarak değerlendirilmektedir.

231 - Mera Alanları;

Yoğun çimen kaplı, çiçek kompozisyonu olan, çeşitli bitkilerden oluşan çalılıkların bulunduğu ve dönüşümlü bir sistemin olmadığı arazilerdir. Hayvan otlatma için kullanılan otlaklar, mekanik olarak hasat edilen çimen ve çayırlar, ağırlıklı olarak çimle kaplı nemli çayırlar, dağınık ağaç ve fundalıklardan oluşan meralar bu sınıf içinde yer almaktadır. Çitle çevrili olan mera alanları da dahildir. Geçici ve dönüşümlü sistemde olmayan yapay meralar, tarlaların sürülmesinden 5 yıl sonra kalıcı hale gelirler. Önemli oranda doğal bitki örtüsü türleri barındırırlar. 3 yıldan fazla süredir kullanılmayan ekilebilir sulanan/sulanmayan tarım alanları mera alanlarına dahil edilmektedir. Ayrıca, bu sınıf yerleşim yerlerinin içinde veya sınırlarında bulunan çimen kaplı ve henüz yerleşim alanına dönüşmemiş alanlar için de kullanılmaktadır.

241 - Sürekli Ürünlerle Birlikte Bulunan Senelik Ürünler;

Ekilebilir arazide, kalıcı ürünlerle aynı parselde bulunan geçici ürünler ile ekilebilir arazinin hemen yanına veya parsel sınırlarına ekilen kalıcı ekinler (Meyve ağaçları, zeytin ağaçları, asmalar, meralar). Geçici ekinlerin oranı %50'den fazla olmalıdır. Meyve ağaçları, asmalar, zeytin ağaçları tarafından gölgelenen geçici ekinler, şeritler halinde veya ağ şeklinde yapılarla meyve ağaçları tarafından çevrelenen geçici ekinler, 25 ha'dan küçük ve geçici ekinlerin baskın olduğu parseller içindeki kalıcı ekinler bu sınıfa dahil edilmektedir.

242 - Karışık Tarım Alanları;

Özellikle dağınık evler ve/veya bahçelerin bulunduğu, meralar, yıllık ürünler ve sürekli ürünlerin ekili olduğu karışık tarımları alanlarıdır. Haritalanan alanın %75'inden fazlanı kaplamayacak şekilde otlaklar ve çayırlar, sürekli ve yıllık tarım ürünleri, sebzelikler ve alanın %30'unu geçmeyecek şekilde bulunan yerleşim yerleri bu sınıfa dahil edilmektedir. Eğer alanın %25 - %50 'sinde üzüm bağları bulunuyorsa 242 olarak sınıflandırılmalıdır. Üzüm bağları, haritalanan alanın %50'sinden fazlasında bulunuyorsa 221 (Üzüm Bağları) olarak sınıflandırılmaktadır. Bunların yanı sıra alanda doğal ve/veya yarı doğal bitki örtüsü varsa ve alanın yaklaşık olarak %25' inden az bir alan kaplıyorsa bu sınıfa dahil edilmektedir.

243 – Doğal Bitki Örtüsü İle Birlikte Bulunan Karışık Tarım Alanları;

Doğal ve/veya yarı doğal alanların içinde tarım faaliyeti bulunan alanlardır. Haritalanan alanda bulunan doğal ve/veya yarı doğal alanların içindeki tarım alanlarının oranı, alanın %25'inden fazla, % 75'inden az olmalıdır. Kırsal bölgelerdeki yoğunluğu alanın %30'unu geçmeyecek şekilde düzensiz olarak dağılmış yerleşim yerleri ve çiftlikler de bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

244- Tarımsal Ormancılık (Agro-Forestry) Yapılan Alanlar;

Orman altındaki yıllık ekin yapılan araziler ve otlaklardır. Herhangi bir türün baskın olmadığı üst üste binmiş zeytin-meyve ağaçları ile orman ağaçlarının bulunduğu alanlar, harnup (keçiboynuzu) ağaçlarının gölgelediği tarım arazileri ve palmiye ağaçları tarafından gölgelenen tarım arazileri bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

311 – Geniş Yapraklı Ormanlar;

Bitki örtüsü, temel olarak geniş yapraklı ağaçlardan oluşur. Baskın olarak geniş yapraklı türlerin (%75'ten fazla) olduğu ağaçların altındaki maki ve çalılıklar dahildir. Bu sınıf için haritalanabilir alandaki ağaç yoğunluğu en az %30 olmalıdır. Okaliptüs ağaçlarından oluşan ormanlar , kışın yapraklarını döken ağaç türlerinden oluşan ormanlar, ceviz ve kestane gibi orman endüstrisinde kullanılan ağaçlardan oluşan ormanlar, dağınık haldeki geniş yapraklılar ormanı (with a 30 - 60 % bracket of crown cover), yıl boyu yeşil kalan, yapraklarını dökmeyen ağaç türlerinden oluşan ormanlar, Oleaeuropaea spp. sylvestris, Ceratonia siliqua türlerinin baskın olduğu zeytin-harnup ormanları, palmiye ormanları (Sadece Yunanistan), çobanpüskülü ağaçlarının baskın olduğu ormanlar, tamariks ormanları (kışın yaprak döken makiler,

doğu akdeniz), orman alanı geçiş bölgeleri (ağaç gölgeleri %50'den fazla ve üst dal çeperi 10 cm'den büyük) ve orman alanındaki çıplak araziler ve çayırlar bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

312 – İğne Yapraklı Ormanlar;

Bitki örtüsü, temel olarak iğne yapraklı ağaçlardan oluşur. Baskın olarak iğne yapraklı türlerin (%75'ten fazla) olduğu ağaçların altındaki maki ve çalılıklar da bu sınıfa dahildir. Tüm yıl yeşil kalmayan iğne yapraklılardan oluşan ormanlar (melez am), en az 5 m uzunluğa sahip genç iğne yapraklılardan oluşan ormanlar, uniperus oxycedrus/phoenica türlerinin baskın olduğu ağacımsı yapılardan oluşan ormanlar, iğne yapraklıların bulunduğu ağaçlık alanlar, noel çamı ekili alanlar, orman alanındaki çıplak araziler ve çayırlar bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

313 – Karışık Ormanlar;

Bitki örtüsü, ne geniş yapraklı ne de iğne yapraklı türlerin hakim olduğu ağaçlardan oluşan ormanlardır ve ağaçların altındaki maki ve çalılıklar da dahildir. Arazi örtüsündeki ağaç yoğunluğu diğer orman türlerinde olduğu gibi en az % 30 olmalıdır. Geniş yapraklı ve iğne yapraklı ağaçların yoğunluğu, haritalanan alanın %25'nden fazla, % 75'inden az olmalıdır.

321 – Doğal ayırlıklar;

Herhangi bir insan müdahalesi olmayan, genellikle pürüzlü, engebeli ve sıklıkla kayalıkların bulunduğu arazilerdeki düşük verimli ayırlardır. Arazinin %50'sinden fazlası otsu bitki örtüsünden oluşmaktadır. Tuzlu toprakların nemli alanları üzerindeki tuzla çayırları, sazlık, devedikeni, ısırğan vb. bitkilerin parselin %25'inden fazlasını kapladığı meralar, üzerinde %25'ten fazla ağaç ve fundalık bulunmayan doğal çayırlar, evlerden, ekinlerden ve iflik faaliyetlerinden uzak yüksek verimli Alpin ayırları, gübrenmemiş askeri eğitim alanları ve işlenmemiş otlaklar bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

322 – Fundalıklar;

Uzunlukları 3 m'den kısa ve yoğun bitki örtüsüyle kaplı çalılıklar ve otsu bitki örtüsünün baskın olduğu alanlardır. Nemli veya yarı yosunlu arazilerdeki fundalıklar, Pinus mugo türü bodur amla kaplı alanlar (güney avrupa, dağlık bölgeler), deniz kıyısı çalıları, karaçalı vb ile karışık üst akdeniz bozkırları, çalı görünümlü yüksek

otsu bitkiler, ılıman iklim alanlarındaki çalılıklar, çalı görünümlü bodur Alpin çamları, odunsu ve yarı odunsu türlerin oran olarak %25'ten fazla yer kapladığı terk edilmiş ekin alanları ve fundalıklarla karışık sahil kumulları bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

323 – Sklerofil Bitki Örtüsü;

Genellikle Akdeniz bölgesinde bulunan maki, garik (garrigue) ve matorral gibi sürekli yeşil kalan sklerofil bitki örtüsünün bulunduğu arazi örtüsüdür (Şekil 2.4). Terk edilmiş zeytinlikler ve arazi örtüsünün %50'den fazlası sklerofil bitki örtüsünden oluşan 3 yıldan fazla süredir terk edilmiş tarım ürünleri bu sınıfa dahil edilmektedir. İçerisinde sklerofil bitki örtüsü bulunan çalılıklarla kaplı vejetasyon alanında, her bir arazi örtüsü türü için gözle görünür bir baskınlık yoksa (alandaki eşit oranda bulunuyorlarsa) alan 323 olarak sınıflandırılmaktadır. Ziziphus Lotus, Laurus Nobilis türleri, yerden yüksek duran ağaç görünümlü defneye benzer bitki türleri ve kurak alanlardaki bitki örtüsü 323 sınıfına dahil edilmektedir.



Şekil 2.4 : Sklerofil bitki örtüsü.

324 – Bitki Değişim Alanları;

Çalılıklı otsu bitkilerin yer yer ağaçlarla beraber dağıldığı alanları ve doğal orman gelişim alanlarını içerir. Orman gençleştirme veya kesim alanları bu sınıfa dahildir. Geniş yapraklılar ormanı gelişimi öncesi veya sonrasında, ağaca benzeyen odunsu bitkilerin oluşturduğu meşelikler, alanın %30'undan fazlasında dağınık veya toplu halde ağaç bulunan tarım arazileri, yenilemesini en çok 5-8 yılda yapabilen ağaçlardan oluşan gençleştirme amaçlı kesim alanları, uydu görüntüsünde üzerinde siyah tonlarında olmayan fakat hala görülebilir durumdaki yanmış orman alanları, doğal afet kaynaklı nedenlerle ağaç miktarının %50'sinden fazlasının yok olduğu ve

yıkıma uğradığı orman alanları (asit yağmurları, kasırga, aşırı kar yağışı vb. nedenle) ve arazi örtüsünün %50'sinden fazlasının çam, fundalık vb. bitki örtüsüyle kaplı olduğu marjinal sulak alanlar bu sınıf içerisinde yer almaktadır. Ayrıca 25 hektardan küçük arazi örtüsünün %30'undan azını kaplayan orman alanlarının bulunduğu doğal çayırıklar da bu sınıfa dahil edilmektedir.

331 – Sahiller, Kumsallar ve Kumluklar;

Sel debisindeki nehirlerin yatakları da dahil olmak üzere kıyı veya karasal bölgelerdeki, kum-çakıl karışımları, kumullar ve sahillerdir. Büyük nehirlerin taşıdığı malzemelerle oluşan nehir kumulları, karasal/iç ve göl kumulları, beyaz kumullar, stabilize edilmiş gri kumullar, üzerinde az çok bitki örtüsü bulunan sahiller, kumlu-kalkerli topraklar, ergler (çöllerde bulunan karasal kumul alanlar) ve Alpin nehirlerinin taşıdığı çakıllardan oluşan alanlar bu sınıf kapsamında yer almaktadır.

332 – Çıplak Kayalıklar;

Yüksek su seviyesinin bulunduğu alanlardaki aktif erozyon ve kayalık alanları içeren , dağ eteğindeki taş yığınları, falez ve yeryüzüne çıkmış kayaçlardır. Arazi örtüsünün %90'nın kayalıklar kaplı olduğu bitki örtüsü bulunmayan veya seyrek bitki örtüsüne sahip olan alanlar, üzerinde bitki örtüsü bulunmayan terk edilmiş maden ocakları, volkanik kayaçlar, kireçtaşı içeren stabil kayalar ve dağdan yuvarlanan kayalarla kaplı alanlar bu sınıf içerisinde yer almaktadır. Arazi örtüsünde bulunan bitki örtüsünün yoğunluğu alanın %10'dan az olmalıdır.

333 – Seyrek Bitki Alanları;

Arazi örtüsünün %10-%50 oranında seyrek bitki örtüsüne sahip alanlardır. Yüksek rakımda, dağınık, odunsu ve yarı odunsu bitki örtüsüne sahip olan step, tundra gibi verimsiz topraklı alanlar, yüzeydeki bitki örtüsü yoğunluğunun %10-%50 arasında olduğu, dik yamaçlardaki stabil olmayan taş, kaya örtüsü, çöl altı stepleri, kireçtaşı alanları veya "lapie" alanları, askeri eğitim alanlarındaki çıplak toprak ve karstik alanlar da bu sınıf içerisinde yer almaktadır.

Çizelge 2.5: Bitki örtüsü yoğunluk kriteri.

321	333	332
bitki örtüsü > % 50 ve toprak örtüsü < % 50	% 10 < bitki örtüsü < % 50 ve % 50 < toprak örtüsü < % 90	toprak örtüsü > % 90 ve bitki örtüsü < % 10

Çizelge 2.5'te gösterildiği gibi 321, 333 ve 332 arazi örtüsü sınıflarını belirleyebilmek için vejetasyon oranı, 321 sınıfı için %50'den fazla, 333 için %10-%50 arasında, 332 için ise %10'dan az olmalıdır.

334 – Yanmış Alanlar;

Yakın zamanda yanmış ve uydu görüntüsünde hala siyah görünen alanlardır. Yanmış orman, bozkır, fundalık alanlar, sklerofil bitki örtüsüne sahip alanlar, bitki değişim alanları ve seyrek bitki örtüsüne sahip araziler bu sınıfa dahil edilmektedir. Tarım faaliyetleri doğrultusunda yakılan ekilebilir araziler bu sınıfa dahil değildir (21x) .

335 – Buzul ve Kalıcı Kar Olan Alanlar;

Kalıcı kar veya buzullarla kaplı alanlardır. Arazi örtüsünün %50'si buzul/kalıcı kar ve %50'si çıplak kaya veya yoğunluğunun %50'den fazlası buzul/kalıcı kar ile kaplı alanlar bu sınıfta yer almaktadır. Diğer durumlarda 332 sınıfına dahildir.

411 – Karasal Sulak Alanlar;

Yıl boyunca az çok suya doymun, kışları genellikle sular altında kalan sığ arazilerdir. Bataklık çamuru derinliği 30 cm'den az olan bataklıklar, bitki örtüsünün kıyılarda toplandığı yüksek bataklıklar, sazlıklar, su yüzeyi bitkileri ve karasal alkali bataklıkları bu sınıf içerisinde yer almaktadır. Haritalanan alanda bulunan 25 hektardan küçük su yüzeyler bu sınıfa dahil edilmektedir.

412 – Turbalıklar;

Kullanılabilir durumda olan ya da olmayan çürümüş yosun ve bitkiler içeren turbalardır. Minerotrofik: Yosunların içerdiği su veya yer altı suyuyla beslenen turbalar, Ombrotrofik: Doğrudan yağış ve bataklık yosunu suyuyla beslenen turbalar, örtülü turbalar, boreal turbalar, turba çıkarılan alanlar ve fosil arktik turbaları bu sınıf içinde yer almaktadır.

421 – Tuz Bataklıkları;

Deniz suyu tarafından su altında kalmaya meyilli sığ alanlar ve tuzlu kıyı çayırlarıdır. Tuzlu ortamda yetişebilen bitki türleri bu sınıfa dahil edilmektedir.

422 – Tuzlalar;

Aktif veya terk edilme durumunda olan tuzlalardır. Parselasyon ve dolgu-setlerden oluşan yapısı nedeniyle diğer sulak alanlardan kolaylıkla ayırt edilirler.

423 – Gel-Git Olayı İle Oluşan Düzlükler;

Açık deniz ve kara arasında gel-git etkisi altındaki kıyı bölgeleridir. Alçak ve yüksek su seviyeleri arasındaki kum, çamur, kaya oluşumları bu sınıf içerisinde yer almaktadır. Bu alanlar bitki örtüsü ile kaplı değildir.

511 – Su Yolları;

Drenaj kanalları olarak kullanılan kanallar da dahil olmak üzere doğal veya yapay su yollarıdır. Minimum genişlikleri 100 m olmalıdır. Kanallara ayrılmış nehirler, 25 ha'dan küçük kum veya çakıl birikintileri bu sınıfa dahil edilmektedir.

512 – Su Kütleleri;

Yılın büyük bir bölümünde suyla dolu olan doğal veya yapay su yüzeyleridir. Düşük debili sulardaki bitkilerden oluşan alanlar, göllerdeki takım adalar, tatlisu balık çiftlikleri, mevsimsel olarak kuruyan balık göletleri bu sınıfa dahil edilmektedir.

521 – Kıyı Lagünleri;

Tuzlu veya acı sudan ince bir kıyı çizgisiyle ayrılan alanlardır. Bu alanların denizle teması ya hiç yoktur ya belli noktalarda vardır ya da mevsimsel olarak vardır. Yapay olarak kapatılan kıyı lagünleri artık denizle doğrudan doğal bağlantısı olmayacağı için 512 olarak değerlendirilmektedir.

522 – Nehir Ağzları, Deltalar;

Deniz ve nehir sularının karıştığı girintili kıyılarıdır.

523 – Denizler, Okyanuslar;

Gelgit düzeyinin denize doğru olan kısımlarıdır. Denizlerin içinde kalan 25 hektardan büyük olan adalar veya aralarındaki uzaklıkları 300 m'den küçük olan 25 hektardan küçük adalar ilgili kategoride haritalanmaktadır.

2.3 Dünya Çapındaki Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Haritalama Projeleri

Bu bölümde, International Geosphere-Biosphere Program Data and Information System's Land Cover (IGBP DISCover), The University of Maryland (UMD) Land Cover, Globe Land Cover 2000 ve GlobCover 2009 arazi örtüsü ve arazi kullanımı sınıflandırma projeleri hakkında bilgi verilmektedir. Bu arazi örtüsü veritabanları, farklı uzaktan algılama verileri, metodolojileri ve doğrulama teknikleri kullanılarak oluşturulmuştur. Çizelge 2.6'da bu farklılıkları özetleyen genel bir değerlendirme gösterilmektedir.

Çizelge 2.6: Arazi örtüsü/kullanımı haritalama projeleri özet tablosu (Congalton, R. G., 2014).

	IGBP	UMD	GLC 2000	GlobCover 2009
Üretici	USGS, UNL, JRC	UMD	JRC	ESA
Sensör	AVHRR	AVHRR	SPOT Vejetasyon-1	ENVISAT MERIS
<i>Birincil Giriş Verisi</i>	Aylık global NDVI bileşimleri	NDVI ve spectral bantlardan elde edilen 41 geçişi ölçü	4 spektral bant ve NDVI	13 Spektral bant ve NDVI bileşimleri
<i>Tarih Aralığı</i>	Nisan 1992- Mart 1993	Nisan 1992- Mart 1990	Kasım 1999- Aralık 2000	Ocak 2009- Aralık 2009
<i>Yardımcı Veri</i>	Toprak ve vejetasyon haritalarının DEM Atlasları	Landsat MSS Görüntüleri	Radar DMSP Yükseklik Verisi (ETOPO5)	Altimetre düzeltmeli yükseklik (Getasse 30)
<i>Konumsal Çözünürlük</i>	1 km	1 km	1 km	1 km
<i>Sınıf Sayısı</i>	17	14	22	22
<i>Sınıflandırma Şeması</i>	IGBP	IGBP	LCCS	LCCS
<i>Sınıflandırma Yöntemi</i>	Sınıflandırma sonrası düzeltmeyle kontrolsüz sınıflandırma	Kontrollü Karar ağacı	ISODATA algoritması ile kontrolsüz sınıflandırma	Piksel bazlı kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma
<i>İşleme Dizisi</i>	Kıta-kıta	Küresel	Bölge-bölge	Küresel

	<i>Doğrulama Yöntemi</i>	İstatistiksel Doğrulama	-	İstatistiksel Doğrulama	
Doğruluk	<i>Örnekleme Yöntemi</i>	Sınıflar yoluyla çok katlı rastgele örnekleme	-	İki aşamalı çok katlı kümeli örnekleme	Sınıflar yoluyla çok katlı rastgele örnekleme
	<i>Referans Veri</i>	Landsat TM ve Spot görüntüleri	-	Landsat TM ve Spot görüntüleri	Referans veri grubu
	<i>Ekilebilir Arazinin Doğruluğu</i>	Ekilebilir arazi %85.7, ekilebilir arazi ve doğal bitki örtüsünün birlikte bulunduğu alanlar %56.5	-	%76	-
	<i>Toplamsal Doğruluk</i>	% 66.9	-	%68.6	%67.5

2.3.1 IGBP DISCover arazi örtüsü haritalama projeleri

IGBP-DISCover global arazi örtüsü, ilk olarak Nisan 1992 - Mart 1993 arasını kapsayan 1 km konumsal çözünürlüğe sahip AVHRR verisi kullanılarak oluşturulmuştur ve USGS, the University of Nebraska-Lincoln (UNL) ve the European Commission's Joint Research Centre (JRC) tarafından üretilmiştir (Congalton, R. G., 2014). Bu proje için yeni bir arazi örtüsü sınıflandırma şeması geliştirilmiştir ve 17 adet arazi örtüsü sınıfı içermektedir (Çizelge 2.7).

Çizelge 2.7: IGBP arazi örtüsü sınıfları.

1 - Sürekli Yeşil Kalan Geniş Yapraklı Ormanlar
2 - Yaprak Döken Geniş Yapraklı Ormanlar
3 - Sürekli Yeşil Kalan İğne Yapraklı Ormanlar
4 - Yaprak Döken İğne Yapraklı Ormanlar
5 - Karışık Ormanlar
6 - Doğal Çayırlar
7 - Kapalı Funda Araziler
8 - Açık Funda Araziler
9 - Odunsu Ovalar
10 - Ovalar
11 - Sürekli Sulak Alanlar
12 - Ekilebilir Tarım Arazileri
13 - Doğal Vejetasyonla Birlikte Bulunan Tarım Alanları

14 - Çıplak Araziler
15 - Su Kütleleri
16 - Kar ve Buz
17 - Kentsel Yerleşim Alanları

Uygulanan sınıflandırma metodolojisi, kıtadan kıtaya uygulanabilen sınıflandırma sonrası düzeltmeleri içeren kontrolsüz kümelenmedir. Bütün sınıflar, bu sınıflandırma stratejisi kullanılarak tanımlanmamıştır. Onun yerine, su kaynakları sınıfları Digital Chart of the World (DCW)'nin hidrografi tabakası yoluyla maskelenerek, kıraç, kar ve buzlu arazi örtüsü sınıfları ise 12 aylık maksimum NDVI bileşiminin eşik değeri yoluyla oluşturulmuştur. Bu üç sınıf dışında (su kaynakları, kıraç arazi, kar ve buzlu arazi), her bir sınıf, arazi örtüsü türüne göre sınıflara ayrılan 25 adet rastgele örnek kullanılarak değerlendirilmiştir (Congalton, R. G., 2014).

Referans örtü tipleri, ya Landsat TM ya da Spot görüntüleri kullanılarak 3 farklı yorumlayıcı tarafından yorumlanmıştır. The IGBP Arazi Örtüsü Çalışma Grubu (Land Cover Working Group [LCWG]), referans arazi örtüsü tipleri üzerindeki uyuşmanın derecesine göre global arazi örtüsü haritasında iki çeşit doğruluk olduğunu bildirmiştir (Congalton, R. G., 2014).

Birincisi, 3 yorumlayıcı referans veri üzerindeki tanımlamalarda mutabık olmalıdır. Bu yöntem kullanılarak elde edilen örnek noktanın toplam doğruluğu % 59.4 ve alan ağırlıklı toplam doğruluk ise 66.9 olarak hesaplanmıştır.

İkicisi değerlendirme ise üç yorumlayıcı arasında 'Çoğunluk kararı' yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Toplam doğruluk örnek nokta için % 73.5 ve alan ağırlıklı olarak ise % 78.7'dir (Congalton, R. G., 2014).

2.3.2 UMD Land Cover projesi

Maryland Üniversitesi'nde, Nisan 1992 - Mart 1993 tarih aralığını kapsayan 1 km konumsal çözünürlüğe sahip AVHRR verisi kullanılarak bir global arazi örtüsü haritası oluşturulmuştur. 41 adet veri katmanından oluşan giriş değişkenleri, tekil spektral bantlar ve NDVI değerlerinin kombinasyonlarına dönüştürülmüştür. UMD sınıflandırma planı, IGBP arazi örtüsü sınıflarından sadeleştirilen 14 adet arazi örtüsü sınıfı tanımlamaktadır. UMD sınıflandırma sisteminde, ekin-doğal vejetasyon mozaikleri ve sulak arazi sınıflarına yer verilmemiştir ve kar ve buzlu arazi örtüsü

sınıfı kıraç arazi sınıfına dahil edilmiştir. IGBP ve UMD arazi örtüsü sınıf tanımlarında küçük farklılıklar bulunmaktadır (Congalton, R. G., 2014).

Sınıflandırma, başlangıçta elde edilen sonuçların görsel yorumlaması yapılarak oluşturulan bir karar ağacı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. UMD sınıflandırma sisteminde bulunan bütün sınıflar bu karar ağacına göre oluşturulmamıştır. Kentsel ve yerleşim alanı sınıfları, mevcut 1 km konumsal çözünürlükteki IGBP sınıflandırmasından elde edilmiştir. Su sınıfları ise MODIS sensöründen elde edilen su maskesi kullanılarak tanımlanmıştır (Congalton, R. G., 2014).

Sınıflandırma için çalışma verisi aslında NASA/NOAA Pathfinder Land (PAL) projesi kapsamında 1984 yılında 8 km global arazi örtüsü yapımı için üretilmiş ve 156 adet Landsat MSS görüntüsünden elde edilmiştir. Bu haritalama için hiçbir bağımsız doğrulama bildirilmemiştir, ancak bazı araştırmacılar tarafından mevcut çalışma verisi kullanılarak yapılan bir doğruluk analizinde % 69 oranında sonuç elde edilmiştir (Congalton, R. G., 2014).

2.3.3 Global Land Cover 2000 projesi

Global Arazi örtüsü 2000 , 1 km konumsal çözünürlüğe sahip Kasım 1999 ve Aralık 2000 tarih aralığında alınan SPOT 4 görüntüleri kullanılarak üretilmiştir. Bu proje, Avrupa komisyonunun JRC (Joint Research Center)'i tarafından koordine edilmiş ve uluslararası 30 araştırma grubunun ortaklığını kapsamaktadır. Global Arazi örtüsü 2000 oluşturulurken, LCCS (22 sınıf) kullanılmıştır (Congalton, R. G., 2014).

Örtü üstündeki yansıtım değerleri basit bir istatistiksel modelleme yoluyla oluşturulan ozon, aerosoller ve su buharı bilgisi kullanılarak hesaplanmıştır. Bölgesel, aylık ve mevsimsel mozaikler ise çok sayıda istatistiksel ortalama alma teknikleri uygulandıktan sonra üretilmiştir. Uygulanan kontrolsüz sınıflandırma sisteminde, gerekli olan alanlar için Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) gibi yardımcı veriler ile kentsel alanlar ve bataklık ormanları gibi bazı bölgeleri iyileştirmek için radar görüntüleri kullanılmıştır.

İki aşamalı çok katlı kümelenmiş örnekleme yaklaşımı, sınıf önceliği ve arazi örtüsündeki karışıklık temel alınarak kullanılmıştır (Congalton, R. G., 2014).

Nitelik kontrol aşaması ve sayısal doğruluk analizi, Landsat veya SPOT HRV görüntülerinden elde edilen ratgele örnek birimler seçilerek uygulanmıştır. Doğruluk

analizi için yaklaşık olarak 1265 örnek bölge yorumlanmış ve toplamsal doğruluk %68.6 olarak bulunmuştur (Congalton, R. G., 2014).

2.3.4 GlobCover 2009 projesi

GlobCover 2009 arazi örtüsü , Ocak 2009 ile Aralık 2009 tarihleri arasında alınan ENVISAT MERIS görüntüleri kullanılarak, 300 m konumsal çözünürlük ile oluşturulmuştur.

GlobCover 2009, UCL (Université Catholique de Louvain) ve ESA tarafından üretilmiştir. Bu proje kapsamında Dünya 22 eşit alana bölünerek analiz edilmiştir ve iki modülden oluşmaktadır (Congalton, R. G., 2014);

- ön hazırlık,

- sınıflandırma.

Ön hazırlık modülü, bulut tespiti, geometrik düzeltme, atmosferik düzeltme ve MERIS 1B Kara/Okyanus maskesi kullanarak su ve karasal sınıfların yeniden sınıflandırılması gibi bir dizi düzeltme işleminin yapıldığı modüldür.

Sınıflandırma modülü ise, aralarında benzer spektral ve zamansal kümeler oluşturabilmek amacıyla, sulak alanlar ve kentsel sınıflar için pixel bazlı kontrollü sınıflandırma ve diğer sınıflar için de kontrolsüz sınıflandırmadan oluşmaktadır.

Kümeleri isimlendirme, spektral-zamansal sınıf ve referans arazi örtüsü sınıfı arasındaki uygunluğa bağlı olarak yapılmıştır.

Global referans arazi örtüsü sınıflandırma planında, 22 global sınıf ile birlikte LCCS baz alınmıştır. GlobCover 2009 arazi örtüsünü, bir referans arazi örtüsü veritabanı kullanarak yenilemek için sınıflandırma sonrası bazı düzeltme işlemleri uygulanmıştır (Congalton, R. G., 2014).

Doğrulama süreci, referans veri derleme, örnekleme stratejisi ve doğruluk analizi işlemlerini içermektedir. 16 uluslararası uzman tarafından toplanan ve LCCS sınıflandırma planı baz alınarak isimlendirilen 2190 örnek ile GlobCover doğrulama veri grubu oluşturulmuştur. Örnekler çok katlı rastgele örnekleme ile seçilmiştir ve alan ağırlıklı toplamsal doğruluk % 67.5 olarak tespit edilmiştir (Congalton, R. G., 2014).

3. YÖNTEM

3.1 Sayısallaştırma

Bu tez çalışması kapsamında kullanılan vektör veri, analiz yapmak için kullanılacak olan arazi örtüsünün CORINE sınıflandırma sistemi yardımıyla konumsal özelliklerini tanımlamaktadır. Uzaktan algılama verilerinden vektör verinin oluşturulabilmesi için görsel yorumlama yaparak, manuel olarak ekran üzerinde sayısallaştırma yöntemi kullanılmaktadır.

Sayısallaştırma, bir harita, görüntü veya diğer veri kaynaklarından elde edilen bilginin sayısal bir formata dönüştürülme süreçlerinden biridir (Decker, D., 2001).

Manuel sayısallaştırma, vektör veriyi analog kaynaktan sayısal bir veriye elle dönüştürmek olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem analiz edilecek özellikleri harita üzerine kaydetmek için kullanılmaktadır. Grid ise, bu özelliklerin konumlarını kaydeder. Sayısallaştırılan noktaların bazıları için konumsal koordinatlar girilmektedir ve sayısallaştırma yazılımları ile kaydedilen sayısal verinin coğrafi referans ve projeksiyonu tanımlanmaktadır (Decker, D., 2001).

Elle ekran üzerinde (On-screen) sayısallaştırma işlemi ise, bir bilgisayar ekranında gösterilen raster görüntüden vektör özelliklerin seçilmesiyle elde edilmektedir. Bu işlem sırasında öncelikle kullanılan uzaktan algılama görüntülerinin coğrafi referanslı olup olmadığı kontrol edilip gerekli düzeltmeler yapılarak daha sonra sayısallaştırma işlemi yapılmaktadır (Decker, D., 2001).

3.2 CORINE Metodoloji

CORINE arazi örtüsü haritalama metodolojisi temel olarak uydu görüntüleri ve hava fotoğraflarındaki nesnelere belirleme, tanımlama ve değerlendirme yöntemlerinden biri olan görsel yorumlama tekniğine dayanmaktadır. Bu yöntem, CORINE arazi örtüsü (CORINE Land Cover [CLC]) veritabanını oluşturmak için yorumlanan arazi örtüsü unsurlarının analiz edilmesiyle ilişkilidir.

Arazi örtüsü ve uydu görüntüsü arasındaki ilişkinin analizi yapılırken, isimlendirmesi arazi örtüsü karakteristiğine göre yapılan, arazi örtüsü hakkında eksiksiz bilgiye sahip olduğu varsayılmaktadır.

Görsel yorumlama yönteminde, arazi örtüsü tanımlarının iyi bilinmesinin yanı sıra seçicilik de en önemli unsurlardandır. Aynı zamanda görüntü yorumlama, uydu görüntüleri üzerindeki desen, doku, şekil, boyut, ton vb gibi arazi örtüsü elementlerinden faydalanılarak konumsal, spektral ve zamansal yorumlama olarakta nitelendirilmektedir (Koztra, B., vd. 2014).

CORINE arazi örtüsü haritalama metodu, ön hazırlık, yanlış renkli görüntü (false-colour image) üretme, bilgisayar destekli görüntü yorumlama, sınıf türü belirleme ve nitelik değerlendirme ve son olarak sayısallaştırma ve arazi örtüsü veritabanının doğrulanması olarak 5 temel basamaktan oluşmaktadır (EEA, 1995). Bu adımlar CORINE arazi örtüsü isimlendirmesinden faydalanılarak uygulanmaktadır. CORINE arazi örtüsü temelde yapay yüzeyler, tarım alanları, doğal ve yarı-doğal alanlar, sulak alanlar ve su kütleleri olarak 5 sınıftan oluşan 3 seviyeli arazi örtüsü sınıflandırma sistemine sahiptir. CORINE arazi örtüsü sınıflarının doğru bir şekilde tespit edilebilmesi ve değişimlerin doğru belirlenebilmesi için referans verinin yanı sıra farklı tarihlere ait uydu görüntüleri de kullanılmaktadır. Bu görüntüler ile örneğin bitki örtüsü yoğunluğu, bahar aylarında yağış oranının fazla olması sebebiyle daha fazla olması sebebiyle daha doğru sonuç elde edilebilmesi için doğal bitki örtüsü türüne ait arazi örtüsü sınıflarının belirlenmesinde bahar aylarına ait uydu görüntüleri ek veri olarak kullanılmaktadır. 1:100 000 ölçekte en küçük haritalama birimi 25 hektar ve en küçük lineer nesne genişliği 100 metredir (EEA, 2007).

İlk CORINE arazi örtüsü veritabanı CLC1990 olarak üretilmiş ve bundan sonra 6 yıllık periyotlar halinde CORINE arazi örtüsü haritaları oluşturulmaya başlanmıştır. Türkiye için CORINE arazi örtüsü verisi ilk olarak 2000 yılı için yapılmış ve daha sonra 2006 ve 2012 yıllarına ait arazi örtüsü verisi üretilmiştir. CLC veritabanları, bir önceki CLC verisiyonunun doğrudan devamı niteliğindedir. Örneğin; CLC2006 verisinden CLC2012 verisi üretilirken öncelikle CLC2006 verisinin revize edilmesi gerekmektedir. Bir önceki versiyonda bir hata varsa düzeltilerek oluşturulacak olan CLC2012 haritasının niteliğinin artırılması sağlanmaktadır. Fakat, eğer bir önceki versiyon yüksek kalite standartlarına sahip ise , bu versiyonda önemli ölçüde bir değişiklik yapmaya gerek kalmayacaktır (EEA, 2007).

Çizelge 3.1: CORINE arazi örtüsü projeleri (EEA, 2007).

	CLC1990	CLC2000	CLC2006
Uydu verisi	Landsat-4/5 TM	Landsat-7 ETM	SPOT-4 ve/veya IRS LISS III
Zaman uyumu	1986-1998	2000 +/- 1 yıl	2006 +/- 1 yıl
Uydu görüntülerinin geometrik doğruluğu	≤ 50 m	≤ 25 m	≤ 25 m
CLC asgari haritalama birimi	25 ha	25 ha	25 ha
CLC verisinin geometrik doğruluğu	100 m	100 m'den daha iyi	100 m'den daha iyi
Tematik doğruluk	≥ 85 %	≥ 85 %	≥ 85 %
Değişim haritalama	-	varolan poligon için değişim alanı ≥ 5 ha; asgari sınır yer değişimi 100 m; tekil değişimler ≥ 25 ha.	asgari sınır yer değişimi 100 m; bütün değişimler > 5 ha.
Üretim zamanı	10 yıl	4 yıl	1.5 yıl
Katılan Avrupa ülkelerinin sayısı	26	32	38

Güncel CLC veritabanının oluşturulabilmesi için bir önceki versiyonun revize edilmesinin yanı sıra 6 yıllık periyot boyunca meydana gelen değişimlerin de belirlenmesi gerekmektedir. Ancak bu tez çalışmasında güncel bir arazi örtüsü verisi oluşturulacağından değişim analizi de 2014 yılı verileri değerlendirilerek elde edilmiştir. Son olarak oluşturulan arazi örtüsü değişim verisi ve revizyon verisi kullanılarak güncel CLC veritabanı üretilmektedir (Bütter, G., vd. 2012; EEA, 2007; Kosztra, B., vd. 2014).

3.2.1 CLC2006 revizyonu

CLC veritabanları oluşturulurken , bir önceki CLC versiyonunda yeterli kaynak verinin olmamasından dolayı uydu görüntülerinin yorumlanmasında hatalar meydana gelebilmektedir. Güncel CLC veritabanı oluşturulurken bu hataların aktarılmaması için yeni uydu görüntüleri ve yardımcı veriler ile birlikte CLC veritabanı tekrar incelenerek meydana gelen hataların düzeltilmesi sağlanmaktadır. Meydana gelen

hatalar genellikle önceki versiyonlardan kalan ve düzeltilmemiş hatalar veya değişimlerin haritalanması sırasında plansız olarak meydana gelen rastgele hatalardır. Öncelikle CLC2006 verisindeki hataların tespit edilip düzeltilmesi, değişimlerin tespit edilmesinde meydana gelebilecek hataların da önüne geçmiş olacaktır. Bu nedenle değişimler belirlenmeden veya değişimlerle paralel olarak CLC2006 verisinin düzeltilmesi gerekmektedir.

3.2.2 Değişimlerin haritalanması

CLC değişimleri , CLC veritabanlarının oluşturulmasında kullanılan öncelikli ve en önemli üründür. Gerçek arazi örtüsü değişimleri, konumlarına bakılmaksızın 5 ha'dan büyük, 100 m'den geniş ve uydu görüntüleri üzerinde algılanabilir olma kriterlerine göre belirlenmektedir. Arazi örtüsünde meydana gelen değişimler teorik olarak 8 türden oluşmakta ve aşağıdaki gibi belirlenmektedir (EEA, 2007).

$$L_{2006} = 1 \text{ eğer } A_{2006} \geq 25 \text{ ha, } L_{2006} = 0 \text{ eğer } A_{2006} < 25 \text{ ha}$$

$$L_{ch} = 1 \text{ eğer } A_{ch} \geq 5 \text{ ha, } L_{ch} = 0 \text{ eğer } A_{ch} < 5 \text{ ha}$$

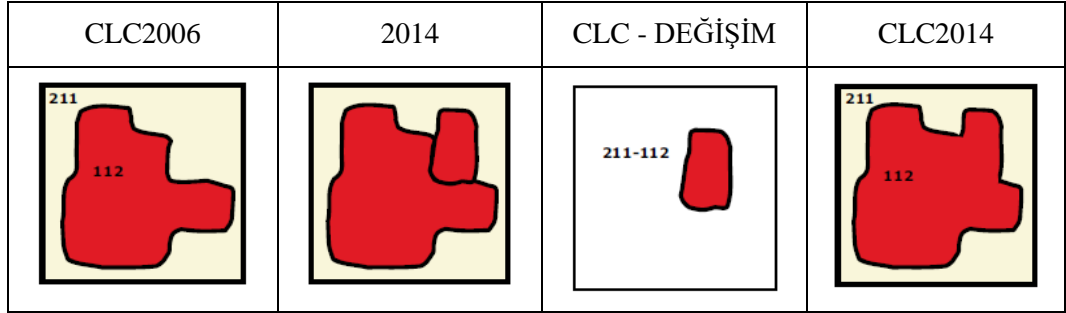
$$L_{2014} = 1 \text{ eğer } A_{2014} \geq 25 \text{ ha, } L_{2014} = 0 \text{ eğer } A_{2014} < 25 \text{ ha}$$

'L' mantıksal bir değişken olup arazi örtüsündeki deseni temsil etmektedir. Eğer arazi örtüsü deseni eşik değerinin üstünde boyutlara ulaşıp bir poligon oluşturabiliyorsa bu değişken 1 değerini almaktadır. Eğer eşik değerinin altında kalır ve bir poligon oluşturmazsa 0 değerini almaktadır. 'A' hektar olarak arazi örtüsü alanını tanımlamaktadır (EEA, 2007).

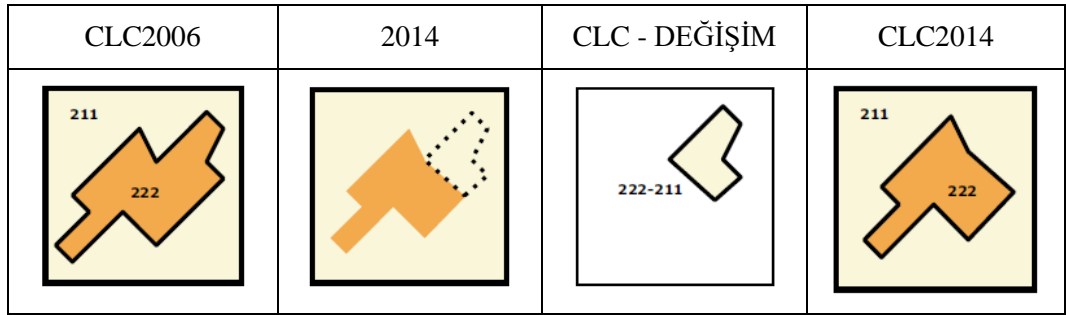
Çizelge 3.2: CLC değişim türleri (EEA, 2007).

	$L_{2006} \geq 25$	$L_{ch} \geq 5$	$L_{2014} \geq 25$	Açıklama
	A_{2006}	A_{ch}	A_{2014}	
A	1	1	1	Basit değişim
B	1	0	1	Var olan poligonda küçük değişim
C	1	1	0	Gözden kaybolan değişim
D	1	0	0	Küçük değişimle kaybolan poligon
E	0	1	1	Yeni poligon
F	0	0	1	Küçük değişimli yeni poligon
G	0	1	0	Sadece değişim
H	0	0	0	Sadece küçük değişim

A - *Basit Değişim*: 25 ha dan büyük bir poligon 5 ha dan büyük bir değişimle büyüdüğünde veya küçüldüğünde meydana gelmektedir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Bu değişim türü sıklıkla meydana gelen değişim türüdür.

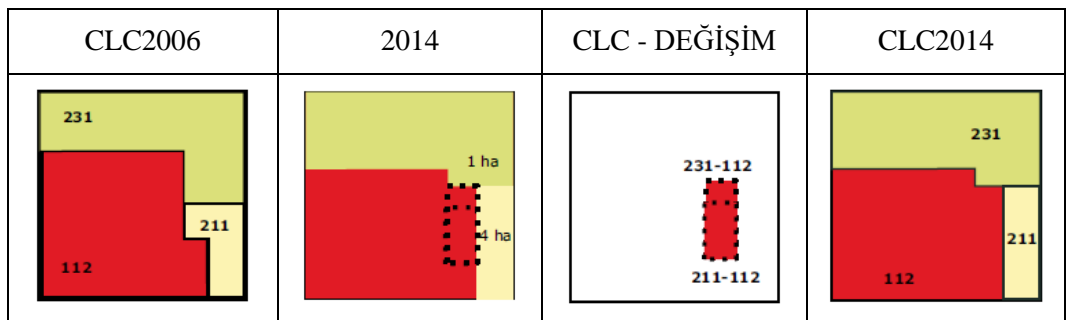


Şekil 3.1 : Basit Değişim (I); 25 ha dan büyük yerleşim yerinin çevresinde meydana gelen 5 ha dan büyük 211-112 değişimi (EEA, 2007).







Şekil 3.2 : Basit Değişim (II); 25 ha dan büyük meyve bahçesi (222) kategorisinde meydana gelen 5 ha dan büyük 222-211 değişimi (EEA, 2007).

B – *Mevcut Poligonda Küçük Değişim*: 25 ha dan büyük bir poligonda 5 ha dan küçük bir değişim meydana geldiğinde oluşmaktadır (Şekil 3.3)

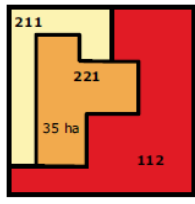
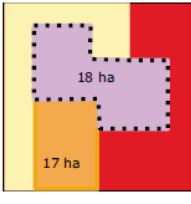
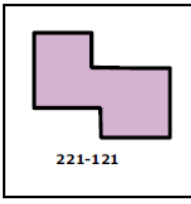
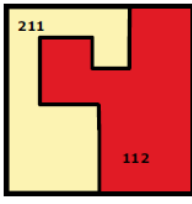


Şekil 3.3 : Küçük Değişim; 'ekilebilir alan' (211) 4 ha ve 'mera alanı'nda (231) 1 ha meydana gelen 'yerleşim yeri' (112) ile oluşan 5 ha lık bir değişim (EEA, 2007).

C - *Kaybolan Poligon*: Değişim oluşan poligonda 5 ha dan büyük bir değişimden dolayı değişmeyen alanın 25 ha ın altına düşmesiyle komşu poligona genişletirilerek kaybolmasıdır. (Şekil 3.4 ve 3.5)

CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			

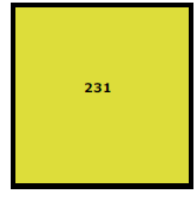



Şekil 3.4 : Kaybolan Poligon (I); 30 ha lık bir 141 alanında meydana gelen 22 ha lık bir değişim ile 8 ha lık değişmeyen alan asgari haritalama birimi 25 ha dan küçük olduğu için genelleştirilir (EEA, 2007).

CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			

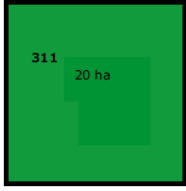
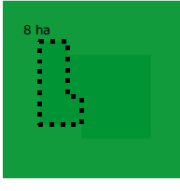
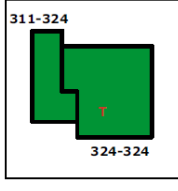
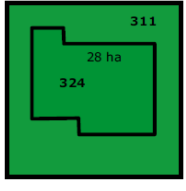
Şekil 3.5 : Kaybolan Poligon (II) (EEA, 2007).

D- Küçük Değişimlerle Kaybolan Poligon: 5 ha dan küçük bir değişimle 25 ha ın altına düşen poligondur ve çok nadiren meydana gelmektedir.

E- Yeni Poligon: 5 ha dan büyük değişimlerle 25 ha dan büyük yeni bir poligonun oluşmasıdır (Şekil 3.6 ve 3.7).

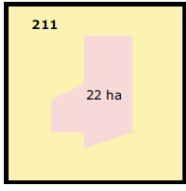
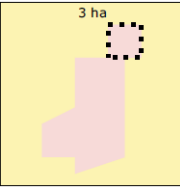
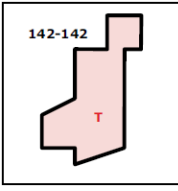
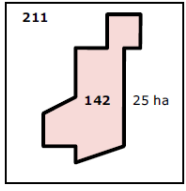
CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			

Şekil 3.6 : Yeni Poligon (I); 231 olan bir alanda 25 ha dan büyük 512.

CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			


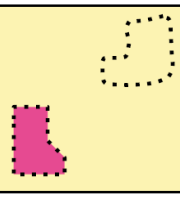
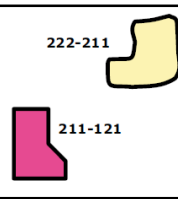
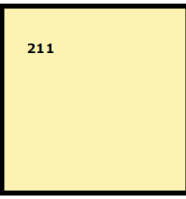
Şekil 3.7 : Yeni Poligon (II); 20 ha büyüklükteki 324 alanının 8 ha lık bir değişim ile büyüyerek 25 ha dan büyük bir poligon oluşturması örneği (teknik değişim) (EEA, 2007).

F- Küçük Değişimle Yeni Poligon: 5 ha dan küçük bir değişimle bir poligonun 25 ha ın üstüne çıkmasıyla oluşmaktadır. (Şekil 3.8)

CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			



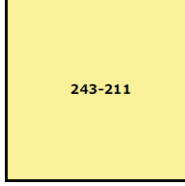
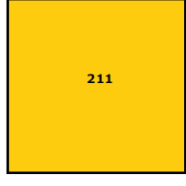
Şekil 3.8 : Küçük Değişimle Yeni Poligon; 22 ha lık bir 142 alanının 3 ha büyüyerek 25 hektar büyüklükte yeni bir 142 poligonu oluşturması (EEA, 2007)..

G- Sadece Değişim: En az 5 ha büyüklükte meydana gelen ve oluştuıkları alanda güncel CLC veritabanının oluşturulmasında etkisi olmayan değişimlerdir. (Şekil 3.9)

CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			

Şekil 3.9 : Sadece Değişim; 211 poligonuna genelleştirilmiş 5 ha dan büyük 222 alanının 211'e değişmesi ve 5 ha dan büyük 211 alanının 121 e değişmesi ile oluşan ancak haritalanacak büyüklükte olmadığı için güncel CLC veritabanı oluşturulurken 211 e genelleştirilen değişimler (EEA, 2007).

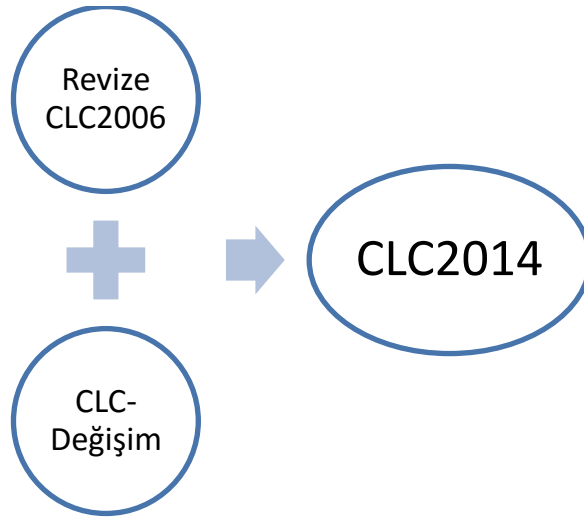
H- Sadece Küçük Değişim: Bir poligonda 5 ha dan küçük değişimlerin oluşması ile bu küçük değişimlerin meydana geldiği poligonun karakteristiğinin değişmesidir (Şekil 3.10).

CLC2006	2014	CLC - DEĞİŞİM	CLC2014
			

Şekil 3.10 : Sadece Küçük Değişim; Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan karışık tarım alanında (243) meydana gelen 5 ha dan küçük değişimler ile poligonun %75'nin ekilebilir alan (211) olması sonucu değişimlerin meydana geldiği ana poligonun karakteristiğinin değişmesi (EEA, 2007).

3.2.3 CLC veritabanının oluşturulması

Güncel CLC veritabanı, öncelikle bir önceki CLC versiyonunun revize edilmesi ve daha sonra eski ve yeni verilerin karşılaştırılarak CLC değişim verisinin oluşturulması ile bu veriler birleştirilerek oluşturulmaktadır (Şekil 3.11). Bu tez çalışması kapsamında CLC2006 verisi revize edilip mevcut hatalar düzeltilerek 2014 yılına ait değişimlerin belirlenmesiyle CLC2014 veritabanı oluşturulmuştur.



Şekil 3.11 : CLC oluşum şeması.

3.3 Doğruluk Analizi

Doğruluk analizi, konumsal doğruluk ve tematik doğruluk olarak ikiye ayrılmaktadır. Konumsal doğruluk, harita üzerindeki bir nesnenin bulunduğu konumun, gerçek konumuna göre mesafe farkının hesaplanmasıyla elde edilmektedir (Congalton, R., G., 2008). Tematik doğruluk ise, uzaktan algılama verilerinden elde edilen tematik haritalarda, genellikle sınıflandırmanın ya da haritanın doğruluk derecesini ifade etmek için kullanılmaktadır. Sınıflandırmadaki hatalar ise sınıflandırma verisinde gösterilen durum ile gerçek durum arasındaki uyumsuzluktur.

Tematik haritalarda sayısal doğruluk analizinin tarihçesi 4 ana gruba ayrılmaktadır. İlk olarak gerçek bir doğruluk değerlendirmesi yerine ‘iyi görünüyor’ zihniyeti hakimdi. Daha sonra doğruluğu belirleyebilmek için, yersel ve/veya referans veri kullanılarak alansal karşılaştırma yöntemi uygulanmıştır. Fakat bu yaklaşımda, bir sınıfa ait alan, yanlış konumlarda doğru oranda görülebilir olduğundan haritanın gerçek niteliği gizlenebilir. Bu nedenle tematik haritadaki sınıfların ve yersel verinin karşılaştırılması üzerine dayalı doğruluk ölçümlerini kapsayan yeni bir yaklaşım ortaya çıkarılmıştır. Daha sonra bu yaklaşım geliştirilerek, belirli konumlarda yersel veya referans veri ile haritalanan sınıfların çapraz tablolama ile elde edilen ve hata matrisi (confusion matrix) olarak isimlendirilen yaklaşım doğruluk analizi için kullanılmaya başlanmıştır. Hata matrisi, doğruluk analizinin altyapısını oluşturmaktadır ve sınıflandırmanın doğruluğunu belirlemenin yanı sıra hataları da karakterize etme imkanı sağlamaktadır (Foody, G. M., 2002).

Hata matrisi, sınıflandırmanın genel doğruluğu, üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğunu hesaplamak için kullanılabilir. Genel doğruluk, doğru olarak sınıflandırılan örnek alanların toplamının bütün örnek alanların toplamına oranı olarak tanımlanmaktadır. Kullanıcı ve üretici doğruluğu, sınıflandırmanın genel doğruluğu yerine sınıflandırmadaki her bir sınıfın doğruluğu hakkında bilgi vermektedir. Üretici doğruluğu, üretici tarafından belirli bir sınıf kategorisine ait doğru olarak sınıflandırılan örnek alanların toplamının o sınıfa ait örnek alanların tamamının toplamına oranı olarak tanımlanırken, kullanıcı doğruluğu ise kullanıcı tarafından her bir sınıfa ait doğru olarak sınıflandırılan örnek alanların o sınıfa ait örnek alanların tamamının toplamına oranı olarak tanımlanmaktadır (Congalton, R., G., 2008).

		Asıl Sınıf				
		A	B	C	D	Σ
Tahmin Edilen Sınıf	A	n_{AA}	n_{AB}	n_{AC}	n_{AD}	n_{A+}
	B	n_{BA}	n_{BB}	n_{BC}	n_{BD}	n_{B+}
	C	n_{CA}	n_{CB}	n_{CC}	n_{CD}	n_{C+}
	D	n_{DA}	n_{DB}	n_{DC}	n_{DD}	n_{D+}
	Σ	n_{+A}	n_{+B}	n_{+C}	n_{+D}	n

Şekil 3.12 : Hata Matrisi (Foody, G. M., 2002).

$$\text{Doğruluk Yüzdesi} = \frac{\sum_{k=1}^q n_{kk}}{n} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\text{Kullanıcı Doğruluğu} = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \quad (3.2)$$

$$\text{Üretici Doğruluğu} = \frac{n_{ii}}{n_{+i}} \quad (3.3)$$

$$\text{Kappa Katsayısı} = \frac{n \sum_{k=1}^q n_{kk} - \sum_{k=1}^q n_{k+} n_{+k}}{n^2 - \sum_{k=1}^q n_{k+} n_{+k}} \quad (3.4)$$

Şekil 3.12’de hata matrisi örneği gösterilmiştir. Bu matriste sınıflandırma doğruluğu denklem (3.1)’deki gibi hesaplanmaktadır. Bu denklemde, q sınıf sayısını, n ise toplam piksel sayısını ifade etmektedir. Denklem (3.4)’te sınıflandırma verisinin referans veri ile arasındaki uyumluluğu gösteren Kappa Katsayısı nasıl hesaplandığı ifade edilmektedir. Eğer Kappa Katsayısı 1.00 olarak bulunur ise referans veri ile sınıflandırma verisi arasında tam uyumdan bahsedilebilir. n_{ii} hata matrisinin köşegen elemanlarını, n_{i+} satır toplamını, n_{+i} ise sütun toplamını ifade etmektedir. Denklem (3.2) ve (3.3)’te sırasıyla kullanıcı doğruluğu ve üretici doğruluğunun nasıl hesaplandığı gösterilmiştir.

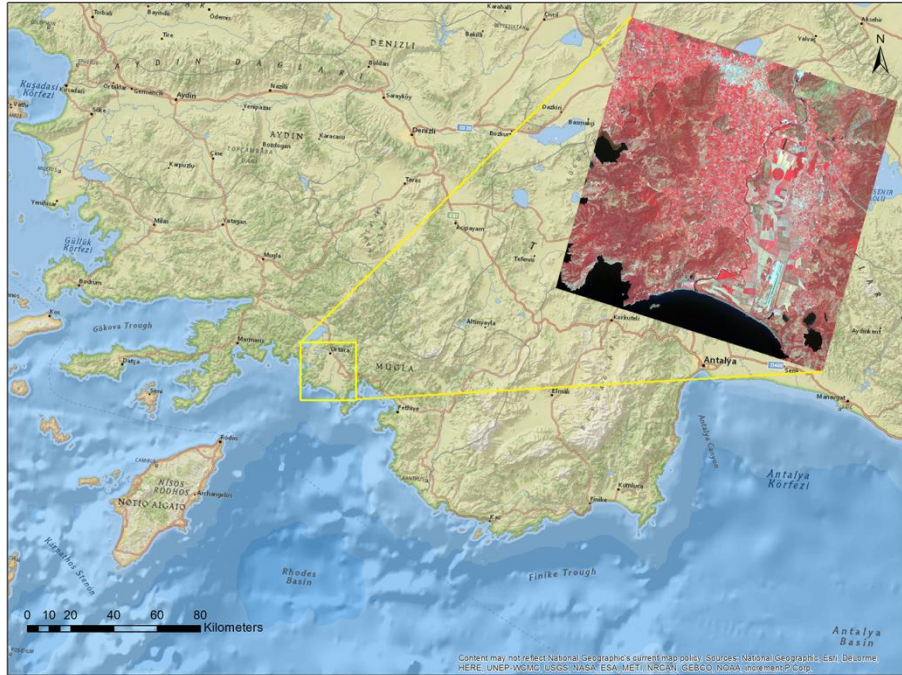
Doğruluk analizi yapılırken referans veri, sınıflandırılan veriyi üretmek için kullanılan sınıflandırma sistemi ile aynı sınıflandırma sisteminin kullanılarak değerlendirilmelidir. Sınıflandırılan veri ile referans verinin sınıflandırma sistemindeki herhangi bir farklılık doğruluk değerlendirmesinde çelişiklere neden olabilir.

Bu tez çalışmasında, CORINE metodolojisi kullanılarak üretilen CLC2014 ve doğrudan üretilen CLC2014 verilerinin doğruluk değerlendirmesi, 100 m x 100 m ve 500 m x 500 m genişlikte rastgele alanlar oluşturularak iki farklı doğruluk analizi yapılmıştır (Beyer, HL, 2012).

4. UYGULAMA

4.1 Çalışma Alanı

Akdeniz iklimi etkisinde kalan Muğla ili, orman oranı bakımından Türkiye'nin en zengin bölgelerinden bir tanesidir. Kış ayları yağışlı, yazlar ise kurak geçmektedir. Dağların denize paralel olması ve yükseltinin fazla olmasından dolayı ulaşım zorlaşmakta ve bu nedenle yerleşim doğu-batı yönünde seyrekleşmektedir. 1479 km uzunluğunda sahil şeridinde sahip olan Muğla ili, ekonomisini tarım, endüstri ve turizm ile sağlamaktadır. Bu tez çalışmasında, 2006-2014 yılları arasında değişim oranının fazla olması sebebiyle, yerleşim alanları, sulanan ve sulanmayan tarım alanları, seralar, meyve bahçeleri ve orman alanlarının yoğun olarak bulunduğu, 3. Seviye CORINE arazi örtüsü kategorilerinden 27'sini içeren ve genel olarak Akdeniz ikliminin bitki örtüsüne sahip olan Muğla ilinin 20 kmx20 km lik bir alanı, çalışma alanı olarak tercih edilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 : Çalışma alanı.

4.2 Uygulama Verisi

Bu çalışmada, arazi örtüsü değişimlerini belirlemenin yanı sıra arazi örtüsü sınıflarını belirlemek ve tanımlamak için IRS P6 ve SPOT 5 uydularından farklı zamanlarda alınan görüntüler kullanılmıştır.

IRS-P6 uydusu elektromanyetik spektrumun 0.52-1.70 μm dalgaboyu aralığındaki görünür bölge, orta kızılötesi ve yakın kızılötesi bölgelerinde yer alan 4 spektral bant içermektedir. 1:100 000 ölçeğe yüksek kalitede görüntü yorumlama yapabilmek için 0.52 - 0.86 μm dalgaboyu aralığında yer alan 3 spektral bant kullanılarak elde edilen yanlış renkli (false-colour) görüntü oluşturulmuştur. (Şekil 4.2(a))

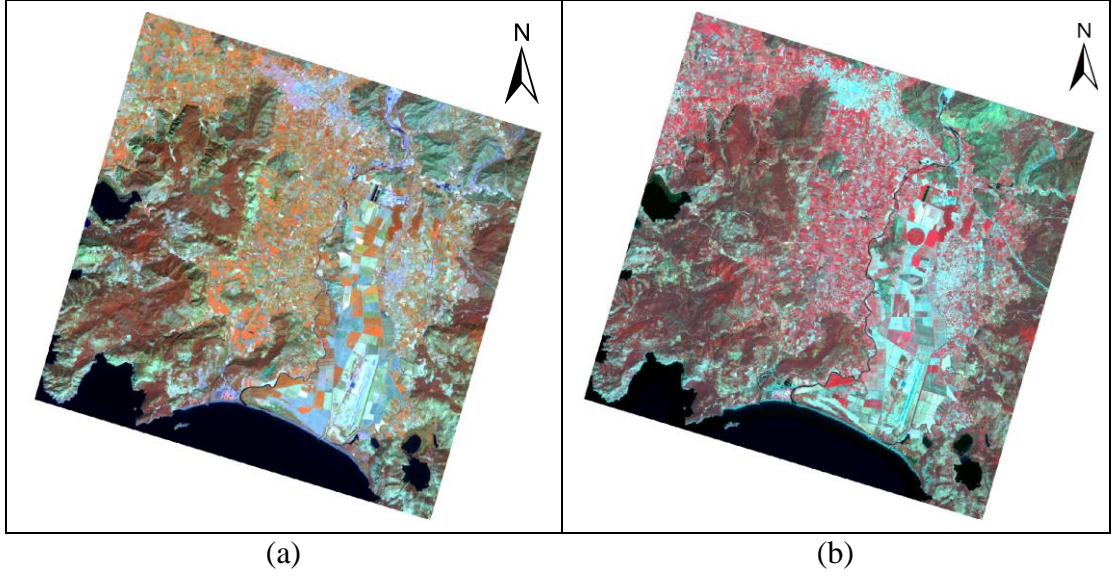
SPOT-5, 0.48 - 1.75 μm dalgaboyu aralığında bulunan (pankromatik, yeşil, kırmızı, yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi) 5 spektral banttan oluşan görüntü üretmektedir. Çizelge 4.1'de gösterildiği gibi yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi bantları IRS-P6 uydusu görüntüsünde olduğu gibi yanlış renkli (false-colour) görüntü üretmek için kombine edilmiştir (Şekil 4.2(b)).

Bu çalışma için Eylül 2006 IRS-P6 ve Temmuz 2014 SPOT-5 görüntüleri seçilmiştir. Bu görüntüler en yakın komşu (nearest neighbor) örnekleme yöntemi kullanılarak 20 m konumsal çözünürlük elde etmek için yeniden örneklenmiştir.

Çizelge 4.1 : Görsel yorumlamada kullanılan renk bileşenleri.

BAND	IRS-P6	SPOT 5	Spectral Range
Red (R)	0.52-0.59 μm (Band 1)	0.50-0.59 μm (Band 1)	Green (VIS)
Green (G)	0.62-0.68 μm (Band 2)	0.61-0.68 μm (Band 2)	Red (VIS)
Blue (B)	0.77-0.86 μm (Band 3)	0.78-0.89 μm (Band 3)	Near-Infrared (NIR)

Aynı zamanda bu tez çalışmasında, CLC2006 arazi örtüsü verisi, revizyon ve değişim analizi yapıldıktan sonra CLC2014 arazi örtüsü haritasının oluşturulabilmesi için kullanılmış ve bu arazi örtüsü haritalarının oluşturulmasında arazi örtüsü sınıflarının detaylandırılmış tanımlarını içeren CORINE Nomenclature dökümanından faydalanılmıştır.



Şekil 4.2 : 20 m konumsal çözünürlüğe sahip yanlış renkli görüntü kompozisyonu oluşturulmuş Eylül 2006 IRS P6 (a) ve Temmuz 2014 SPOT-5 (b) uydu görüntüleri.

4.3 Yöntemlerin Kaşılaştırılması

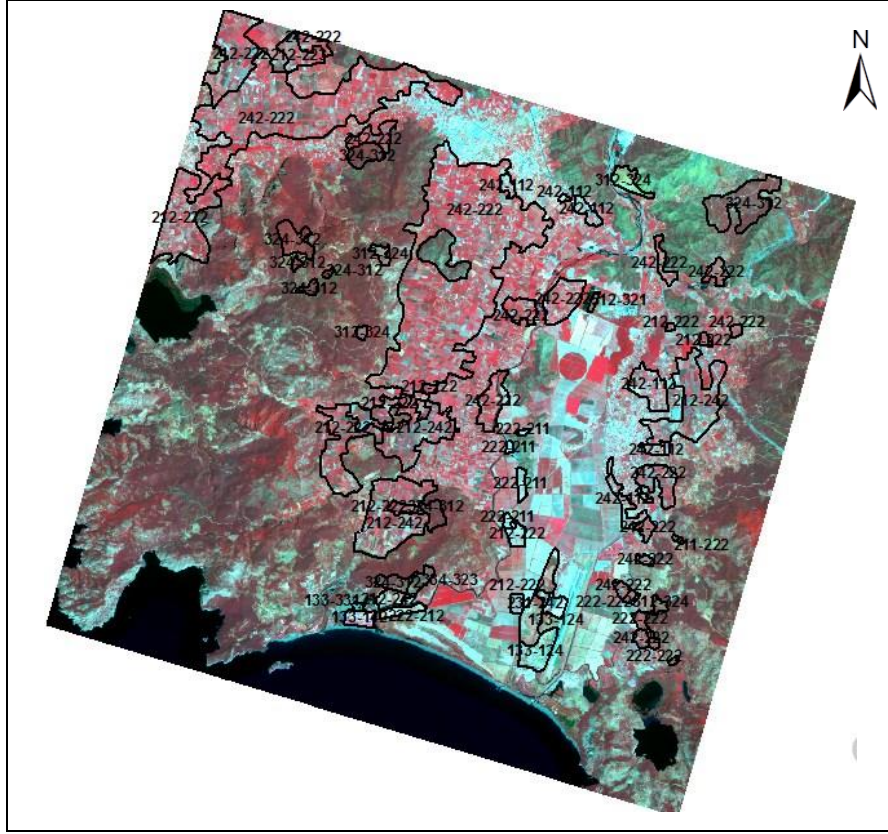
4.3.1 Dolaylı üretim: CLC2006 revizyonu ve CLC-Değişim 2014 analizi

Bu tez çalışmasında öncelikle CLC2006 verisi CORINE arazi örtüsü sınıf tanımlarına ve temel metodolojisine uygun olarak çalışma alanı için yeniden değerlendirilmiştir. Revize edilen uygulama alanında 1:100 000 ölçekte tanımlanan 3. seviye 44 adet CORINE arazi örtüsü sınıfından kesikli yerleşim alanları (112), endüstriyel ve ticari alanlar (121), havaalanları (124), maden çıkarım sahaları (131), inşaat alanları (133), spor ve eğlence alanları (142), sulanmayan ekilebilir tarım arazileri (211), sürekli sulanan ekilebilir tarım arazileri (212), meyve bahçeleri (222), zeytinlikler (223), meralar (231), karışık tarım alanları (242), doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan karışık tarım arazileri (243), geniş yapraklı ormanlar(311), iğne yapraklı ormanlar(312), karışık ormanlar(313), doğal çayırliklar (321), sklerofil bitki örtüsü alanları (323), bitki değişim alanları (324), sahiller, kumsallar ve kumluklar (331), çıplak kayalık alanlar (332), seyrek bitki örtüsü alanları (333), yanmış alanlar (334), karasal sulak alanlar (411), tuz bataklıkları (421), su kütleleri (512) ve denizler ve okyanuslar (523) sınıflarını içeren 27 sınıfın bulunduğu tespit edilmiştir. CLC2006 verisi incelendiğinde alanın büyük bir kısmının 242, 212, 312 ve 324 sınıflarından oluştuğu görülmüştür.

Bu arazi örtüsü sınıflarının çalışma alanı üzerindeki alansal dağılımları Çizelge 4.2’de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.2 : CLC2006 arazi örtüsü verisi.

CLC Sınıf Kodu	CLC2006 Alan (ha)	Toplam Alan Oranı (%)
112	1462,27	3,82
121	220,92	0,58
124	174,41	0,46
131	210,36	0,55
133	258,30	0,68
142	79,73	0,21
211	27,83	0,07
212	4674,77	12,23
222	1691,54	4,42
223	118,45	0,31
231	255,37	0,67
242	7720,73	20,19
243	1457,74	3,81
311	192,81	0,50
312	7245,26	18,95
313	570,86	1,49
321	64,6	0,17
323	2686,67	7,03
324	6021,75	15,75
331	179,4	0,47
332	34,05	0,09
333	165,51	0,43
334	36,62	0,10
411	237,8	0,62
421	379,56	0,99
512	505,15	1,32
523	1566,62	4,10



Şekil 4.4 : CLC-Değişim 2014 verisinin 2014 yanlış renkli görüntü kompozisyonu oluşturulmuş uydu görüntüsü üzerindeki dağılımı.

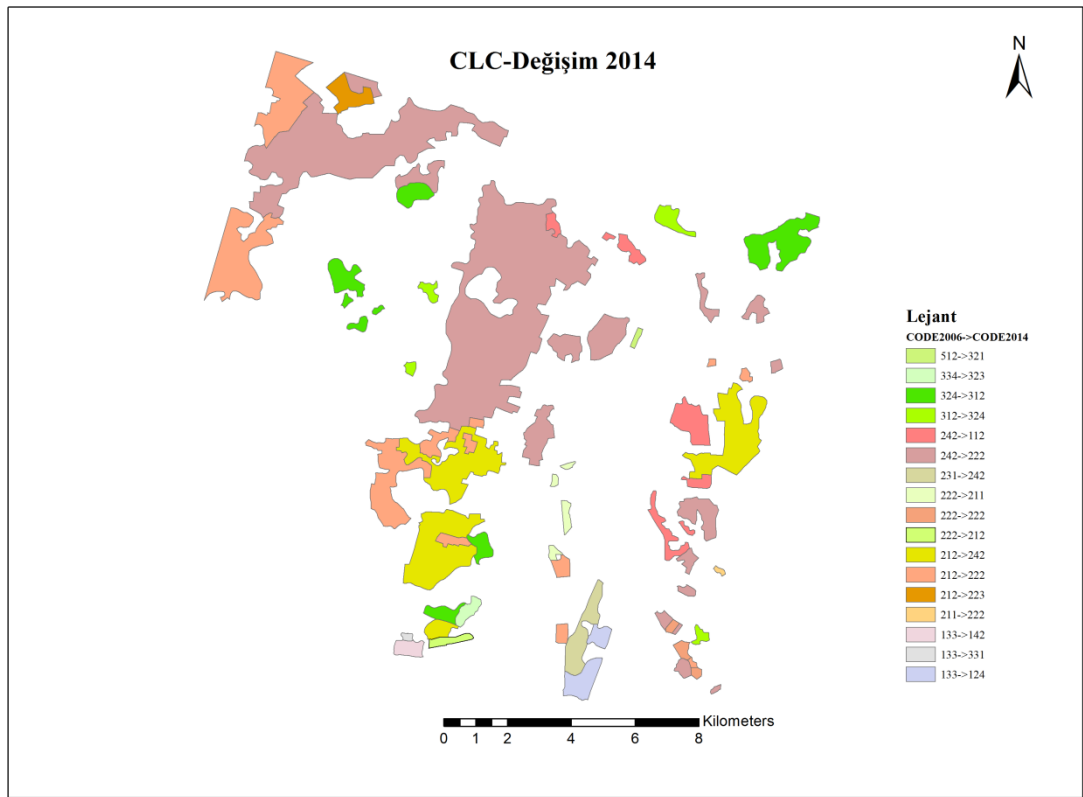
Çalışma alanında tespit edilen değişimler, orman alanları, inşaat alanları ve tarımsal arazi örtüsü sınıflarında yoğunlaşmaktadır. Tarımsal alanlarda meydana gelen değişimler genellikle bir tarım arazi örtüsü sınıfından başka bir sınıfa doğru meydana gelmiştir. Çalışma alanında, kendi içlerinde değişime uğrayan tarım arazilerinde 8, toplamda ise 16 farklı değişim meydana gelmiştir.

Çizelge 4.3 : 2006-2014 yılları arasında CORINE metodolojisine göre tespit edilen değişimler

CLC2006 Sınıf Kodu	CLC-Değişim 2014	Değişen Alan (ha)
133	124	127,21
133	142	42,23
133	331	7,53
211	222	5,65
212	222	1032,43
212	242	1038,61
212	223	87,83
222	211	49,21
222	212	31,92
231	242	132,61
242	222	3679,32

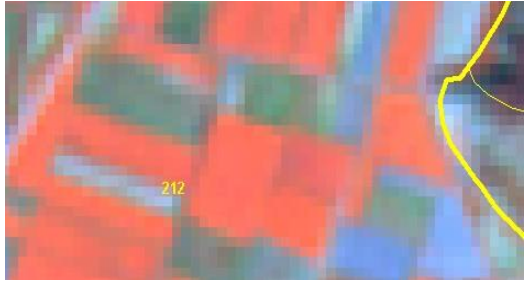
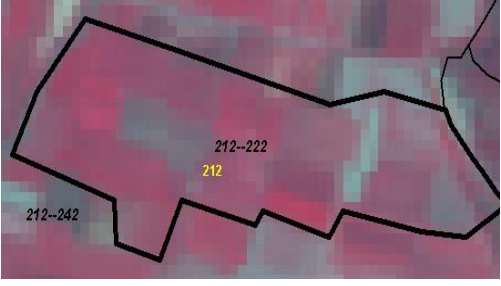


242	112	274
312	324	106,59
324	312	471,05
334	323	36,62
512	321	10,62

CLC-Değişim 2014 verisi, 2006 ve 2014 yılları arasında toplam 7 168 ha alanda 69 poligondan oluşan arazi örtüsü değişim haritasından oluşmaktadır. Bu çalışmada tespit edilen değişimlerin tarımsal arazi örtüsü sınıflarında yoğunlaştığı belirlenmiş ve toplam değişen alanın 6 645,84 ha tarım arazilerinde , kalan alanın ise inşaat alanları ve orman alanlarında meydana gelen değişimlere ait olduğu tespit edilmiştir.



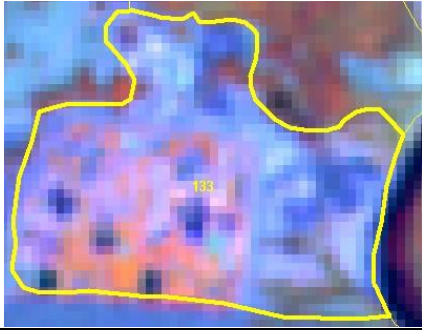
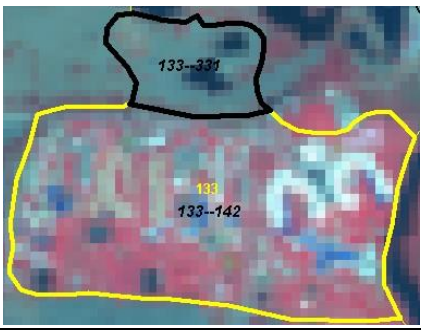


Şekil 4.5 : CORINE arazi örtüsü değişim haritası.

CLC-Değişim 2014 haritası oluşturulurken CORINE metododjisine uygun şekilde meydana gelen değişimler minimum alan büyüklüğü 5 ha ve lineer genişlikleri 100 m olacak şekilde haritalanmıştır.

CLC2006	CLC Değişim 2014
	
212	212-222
2006	2014
	
212	222


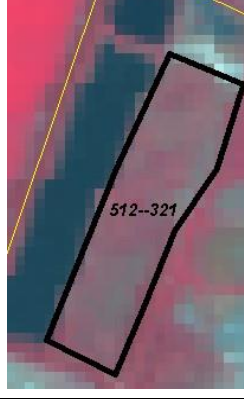


Şekil 4.6 : 212-222 değişim örneği.

Şekil 4.6’da, 2006 yılında sürekli sulanan ekilebilir tarım arazisi olan alanın (212), 2014 yılında meyve ağaçları dikilerek meyve bahçeleri (222) arazi örtüsüne değişimi gösterilmiştir.

CLC2006	CLC Değişim 2014
	
133	133-331
2006	2014
	
133	331 (7 ha)





Şekil 4.7 : 133-331 değişim örneği.

Şekil 4.7’de 2006 yılında inşaat alanı olan (133) ve 2014 yılında inşaatın tamamlanmasıyla yaklaşık 7 ha alanın kumluk (331) olarak değişmesi örneği gösterilmektedir.

CLC2006	CLC_Değişim 2014	2006	2014
			
512	512-321	512	321 (10 ha)

Şekil 4.8 : 512-321 değişim örneği.

Şekil 4.8’de CLC2006 verisinde endüstriyel ve sanayi alanı (121) içinde bulunan göletin 2014 yılı görüntüsünde doğal vejetasyonlu arazi örtüsüne (321) değişimi gösterilmektedir.

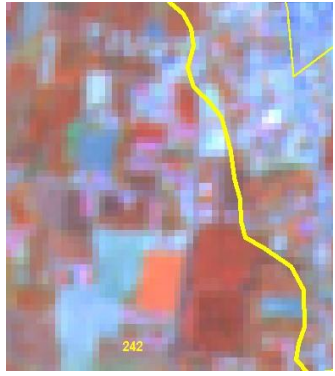
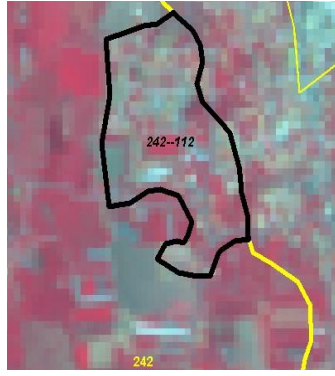
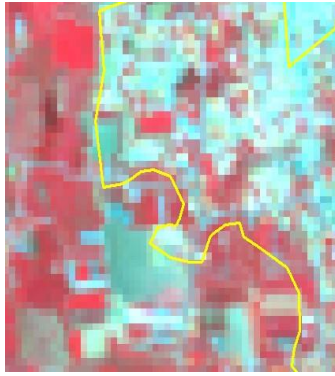
CLC2006	CLC_Değişim 2014
	
242	242-222
2006	2014
	
242	222

Şekil 4.9 : 242-222 teknik değişim örneği.

Şekil 4.9’da CLC2006 verisinde 25 ha dan küçük meyve bahçeleri ve ekilebilir tarım arazisi bulunan karışık tarım alanında (242) yeni meyve bahçelerinin (222) oluşmasıyla, 25 ha dan küçük mevcut 222 alanının etrafında meydana gelen 222 lerin teknik değişim kuralı uygulanarak haritalanması örneği gösterilmektedir.

4.3.2 Dolaylı üretim: CLC2014 arazi örtüsü veritabanının oluşturulması

Bilgisayar destekli görsel yorumlama tekniği ile ekran üzerinde sayısallaştırma yöntemi uygulanarak elde edilen CLC2006 verisinin revize edilmesi ve daha sonra 2014 yılı değişim analizinin yapılmasıyla elde edilen CLC-Değişim 2014 verisi CORINE metodolojisine uygun şekilde elde edilmiştir. Elde edilen CLC-Değişim 2014 verisi ile revize edilen CLC2006 verisi kullanılarak üretilen CLC2014 verisinde, temel CORINE arazi örtüsü sınıflarından yapay yüzeyler 2672 ha, tarımsal alanlar 15680 ha, ormanlar ve yarı doğal alanlar 17200 ha, sulak alanlar 617 ha, su yüzeyler ise 2071 ha alanı kapsamaktadır. CORINE arazi örtüsü sınıflarından yanmış alanlar (334) sınıfındaki bölgenin bitki değişim alanına (324) dönüşmesiyle CLC2006 verisinde 27 olan arazi örtüsü sınıf sayısı CLC2014 verisinde 26 tanesini içermektedir. CLC2014 arazi örtüsü veri tabanı, değişim analizinde tespit edilen 5 ha dan büyük değişimler, değişimin meydana geldiği alanın sınır poligonlardaki arazi örtüsü sınıfları ile hiyerarşik bağlantısına veya asgari haritalama alanı 25 ha dan büyük olma kriterine göre yeni poligon oluşturularak elde edilmiştir.

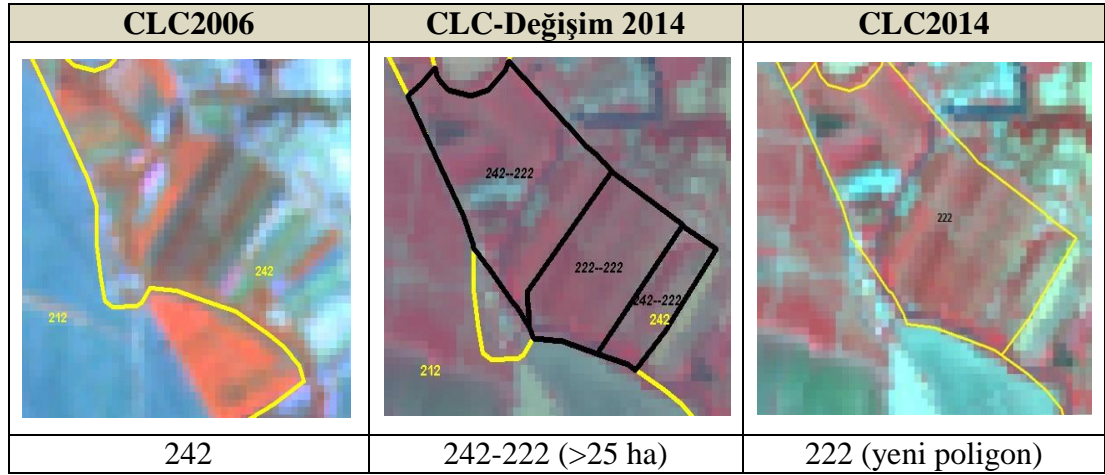
CLC2006	CLC-Değişim 2014	CLC2014
		
242	242-112	112

Şekil 4.10 : CLC2014 verisinin oluşturulmasında mevcut arazi örtüsünün genişlemesi örneği.

CLC2014 verisi, arazi örtüsünde meydana gelen değişim yeni poligon oluşturabilecek büyüklükte değilse ($5 < \text{değişen alan} < 25$ ha) , fakat değişen arazi

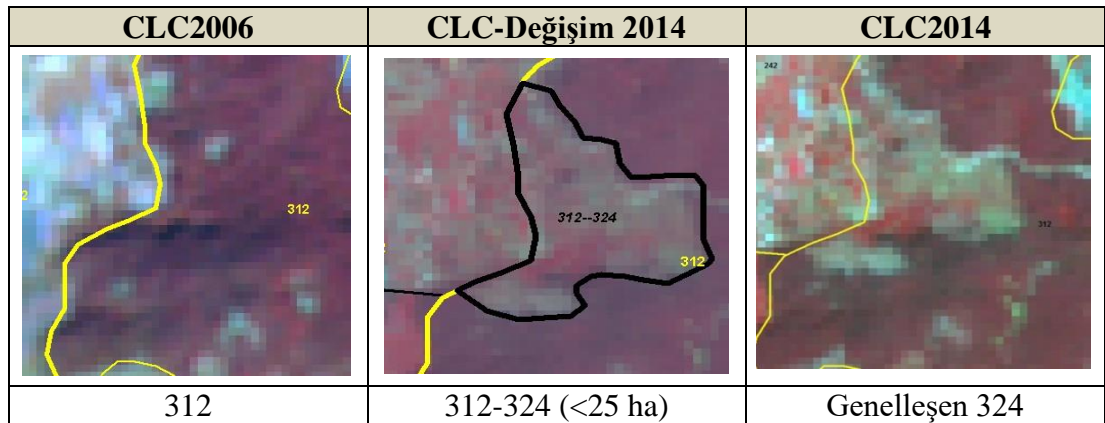
örtüsü poligonu sınır komşusu ile özdeş arazi örtüsüne sahip ise komşu poligonun mevcut arazi örtüsü genişletilerek güncellenmektedir.

Şekil 4.10’da gösterildiği gibi karışık tarım alanı (242) arazi örtüsü sınıfında, yaklaşık 23 ha alanın yeni yerleşim alanlarının oluşması sonucu kesikli şehir yapısına (112) dönüşmesi ile CLC2014 verisinde bu alandaki mevcut 112 alanı 23 ha genişlemiştir.



Şekil 4.11 : CLC2014 verisinin oluşturulmasında mevcut arazi örtüsünün genişlemesi örneği .

CLC2014 verisi oluşturulurken, haritalanamayacak büyüklükteki (<25 ha) bir arazi örtüsünün büyüyerek mevcut alanının haritalanabilecek büyüklüğe ulaşması ile güncel arazi örtüsü verisinde yeni poligon oluşturulmaktadır. Şekil 4.11’de karışık tarım alanı (242) poligonu içindeki 25 ha dan küçük meyve bahçelerinin (222) haritalanabilecek büyüklüğe ulaşması ile mevcut 222 alanı ‘teknik değişim’ yöntemi ile gösterilip CLC2014 verisinde mevcut 222 alanının da gösterilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 4.12 : CLC2014 oluşturulmasında 25 ha dan küçük değişim örneği.

CLC-Değişim verisinde bulunan 25 ha dan küçük değişimler, eğer sınır poligonlardaki arazi örtüsünün genişlemesiyle meydana gelmediyse, buldukları poligona genelleştirilerek CLC2014 verisinde gösterilmez. Şekil 4.12’de gösterildiği gibi, 25 ha dan küçük iğne yapraklı orman alanının (312) , bitki değişim alanına (324) dönüşmesiyle meydana gelen değişim, CLC2014 verisinde 312 alanına genelleştirilerek haritalanmamıştır.

Çizelge 4.4 : CLC2014 arazi örtüsü verisi

CLC Sınıf Kodu	CLC2014 Alan (ha)	Toplam Alan Oranı (%)
112	1736,27	4,54
121	220,92	0,58
124	310,96	0,81
131	210,36	0,55
133	71,99	0,19
142	121,97	0,32
211	55,10	0,14
212	2514,83	6,58
222	6427,88	16,81
223	206,28	0,54
231	122,76	0,32
242	4895,45	12,80
243	1457,74	3,81
311	192,80	0,50
312	7594,77	19,86
313	570,87	1,49
321	64,60	0,17
323	2733,96	7,15
324	5656,84	14,79
331	186,93	0,49
332	34,05	0,09
333	165,50	0,43
411	237,80	0,62
421	379,55	0,99
512	505,15	1,32
523	1566,62	4,10

4.3.3 Doğrudan üretim: CLC2014 arazi örtüsü veritabanının oluşturulması ve dolaylı üretim yaklaşımı ile karşılaştırılması

CORINE teknik standartlarına bağlı kalınarak ve sınıflandırmanın doğruluğunu arttırmak için sulama kanalı verileri, orman meşcere haritaları ve yüksek

çözünürlüklü Google Earth verisinden faydalanılarak doğrudan üretilen CLC2014 verisinde 3. Seviye CORINE arazi örtüsü sınıflarından kesikli yerleşim alanları (112), endüstriyel ve ticari alanlar (121), otoyollar (122), havaalanları (124), maden çıkarım sahaları (131), inşaat alanları (133), spor ve eğlence alanları (142), sulanmayan ekilebilir tarım arazileri (211), sürekli sulanan ekilebilir tarım arazileri (212), meyve bahçeleri (222), zeytinlikler (223), meralar (231), karışık tarım alanları (242), doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan karışık tarım arazileri (243), geniş yapraklı ormanlar(311), iğne yapraklı ormanlar(312), karışık ormanlar(313), doğal çayırliklar (321), sklerofil bitki örtüsü alanları (323), bitki değişim alanları (324), sahiller, kumsallar ve kumluklar (331), çıplak kayalık alanlar (332), seyrek bitki örtüsü alanları (333), karasal sulak alanlar (411), tuz bataklıkları (421), su kütleleri (512) ve denizler ve okyanuslar (523) olan 27 sınıfı içermektedir. Bu çalışmada , CORINE arazi örtüsü sınıf tanımlarındaki genelleştirme kriterlerine bağlı yorumlama farkından kaynaklanan, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinde olmayan 122 sınıfı, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde ortaya çıkmıştır. Ekran üzerinde elle sayısallaştırma yöntemi ile doğrudan üretilen CLC2014 verisinde yapay yüzeyler 2475,69 ha, tarımsal alanlar 14367,8 ha, ormanlar ve yarı doğal alanlar 16924,9 ha, sulak alanlar 529,69 ha, su yüzeyleri 2064,79 ha alanı kapsamaktadır.

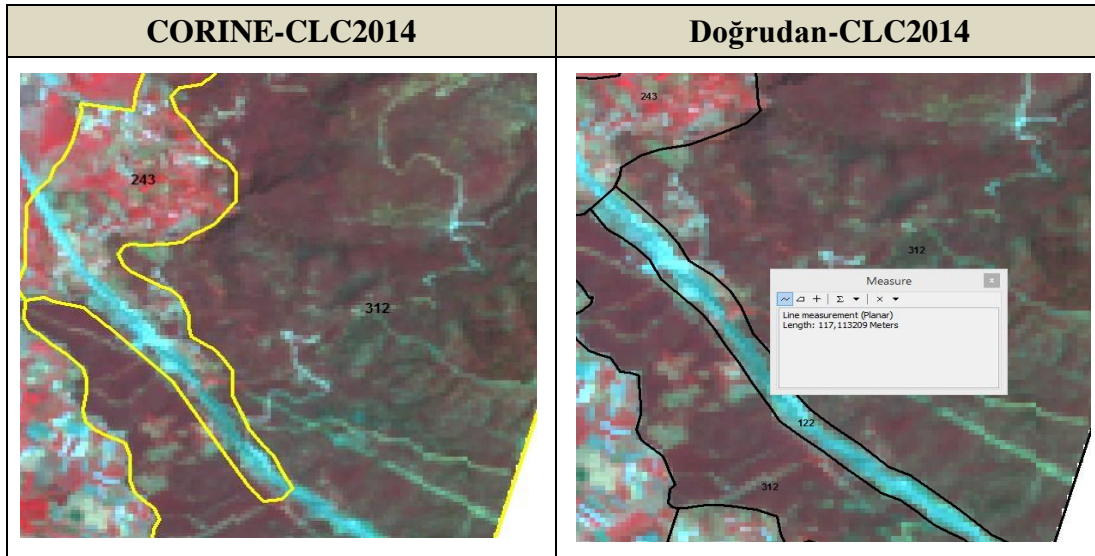
CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisi ile doğrudan üretilen CLC2014 karşılaştırıldığında özellikle 312, 324, 323,242 ve 222 sınıfları olmak üzere alansal farklılıklar tespit edilmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 : CORINE-CLC2014 ve Doğrudan-CLC2014 verisindeki alan farklılıkları.

CLC Sınıf Kodu	CORINE-CLC2014 Alan (ha)	Doğrudan-CLC2014 Alan (ha)	Alan Farkı (ha)
112	1736,27	1577,01	-159,26
121	220,92	237,37	+16,45
122	-	30,49	+30,49
124	310,96	343,69	+32,73
131	210,36	76,99	-133,37
133	71,99	40,32	-31,67
142	121,97	169,82	+47,85
211	55,10	56,68	+1,58
212	2514,83	2713,99	+199,16
222	6427,88	5969,43	-458,45
223	206,28	162,54	-43,74

231	122,76	59,92	-62,84
242	4895,45	5405,22	+509,77
243	1457,74	1745,55	+287,81
311	192,80	208,88	+16,08
312	7594,77	8504,08	+909,31
313	570,87	858,4	+287,53
321	64,60	68,15	+3,55
323	2733,96	2119,65	-614,31
324	5656,84	4996,43	-660,41
331	186,93	137,35	-49,58
332	34,05	31,97	-2,08
333	165,50	130,71	-34,79
411	237,80	240,29	+2,49
421	379,55	289,4	-90,15
512	505,15	488,52	-16,63
523	1566,62	1576,27	+9,65
Toplam Alan Farkı (ha)			4711,73
Toplam Değişen Alan Oranı (%)			12,32

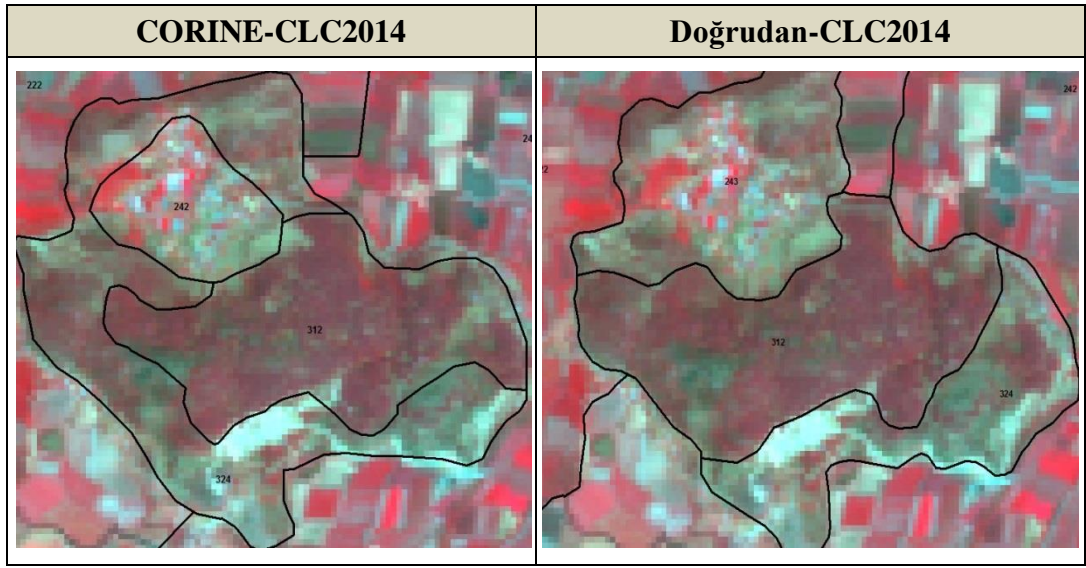
Doğrudan üretilen CLC2014 verisi ile CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinin sınıf bazındaki azalma ve artışlar baz alınarak elde edilen toplamsal alan farklılığı 4711,73 ha olarak tespit edilmiştir. Bu farklılık tüm çalışma alanının %12,32 oranında değiştiğini ifade etmektedir (Çizelge 4.5).



Şekil 4.13 : 122 arazi örtüsü sınıflarının belirlenmesi.

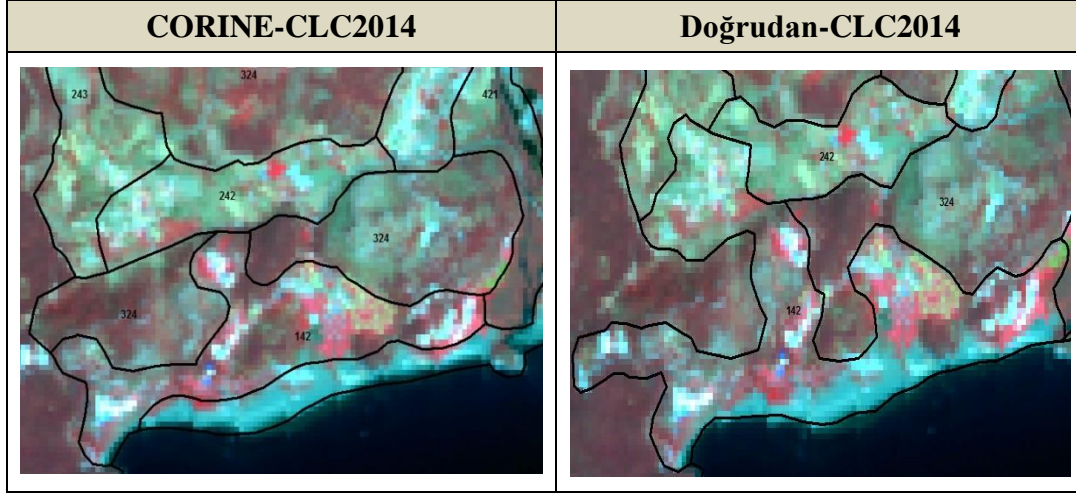
CORINE metodolojisine göre elde edilen CLC2014 verisi ile doğrudan üretilen CLC2014 verisinde arazi örtüsü sınıflarındaki alansal farklılıklar görsel yorumlamanın yarattığı yorumlama farkı ve CORINE arazi örtüsü sınıflarındaki genelleştirme kriterlerinin getirisi olarak ortaya çıkmaktadır. CORINE-CLC2014

verisinde otoyolun etrafında bulunan tarım alanları 243 sınıfına dahil edilmiş ve 312 alanında bulunan otoyolun (122) büyüklüğü 25 ha dan küçük olduğu için bu sınıfa geliştirilmiştir ve CORINE-CLC2014 verisinde haritalanamamıştır. Doğrudan üretilen CLC2014 verisinde ise otoyol alanının etrafında bulunan tarım alanları geliştirme kuralı uygulanarak 312 poligonuna geliştirilip asgari lineer genişlik kriterini sağlayan 122 poligonu (>25 ha) oluşturulmuştur. Böylece CORINE metodolojisi ile üretilen CLC2014 verisinde olmayan 122 arazi örtüsü, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde oluşturulmuştur (Şekil 4.13).



Şekil 4.14 : CLC2014 karşılaştırma örneği (I).

Şekil 4.14'te, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisindeki ~26 ha 242 alanı, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde doğal bitki örtüsü alanının %25'in üzerinde olması kriterine göre ~61 ha 243 arazi örtüsü sınıfı olarak gösterilmiştir. 324 olarak sınıflandırılan alana geliştirilen 312 bölgesi ise doğrudan üretilen arazi örtüsü verisinde 312 poligonuna dahil edilmesiyle alanlasal farklılık ortaya çıkmıştır. Şekil 4.15'te yine aynı şekilde oluşturulan 142, 242 ve 324 arazi örtüsü alanları için de her iki arazi örtüsü verisinde alansal farklılık ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.15 : CLC2014 karşılaştırma örneği (II).

Bu tez çalışmasında, CLC2014 haritalarının oluşturulmasında CORINE arazi örtüsü/kullanımı sınıflarının tanımlarındaki genelleştirme kriterlerine bağlı yorumlama farkından dolayı ortaya çıkan alansal farklılıklar çalışma bölgesinde bulunan 312, 313, 323, 324, 242, 243 ve 222 arazi örtüsü sınıflarında daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

4.4 Doğruluk Analizi

Bu çalışmada doğrudan üretilen CLC2014 verisi ve CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisi için Geospatial Modelling Environment (GME) aracı kullanılarak 100 m x 100 m (1 ha) genişlikte 520 adet, 500 m x 500 m (25 ha) genişlikte ise 285 adet rastgele örnek alan seçilmiştir. 1 ha alana sahip örnekler her bir arazi örtüsü sınıfında örnek alan olacak şekilde dağılıma sahiptir, ancak 25 ha alana sahip örnekler bazı arazi örtüsü sınıflarına ait poligonların lineer genişliklerinin 500 m'den küçük olmasından dolayı o arazi örtüsü sınıflarını kapsayamamaktadır. Örneğin, 100 m lineer genişliğe sahip bir 122 (otoyollar) arazi örtüsü alanı üzerinde 500 m x 500 m'lik bir örnek alan seçildiğinde, örnek daha geniş bir alan sahip olduğu için 2 ya da daha fazla farklı arazi örtüsü sınıfını içine alabilmektedir. Bu da 122 arazi örtüsü sınıfına ait örnek alan seçilemediği için o sınıfa ait doğruluğun hesaplanamamasına neden olmaktadır. Aynı şekilde 100 m x 100 m genişliğe sahip örnek alanlarda da 242, 243 gibi karışık arazi örtüsü sınıflarına ait örnekler, örnek alan küçük olduğu için o sınıfa ait gerçek doğruluğu yansıtmayabilir. Örneğin, içerisinde en küçük haritalama birimi 25 ha'dan küçük 222 (meyve bahçeleri) bulunan bir 242 (karışık tarım alanları) arazi örtüsü alanında seçilen 1 ha alana sahip

örnekler 222 arazi örtüsü sınıfına ait olabilir ve doğruluk değerlendirmesi yapılırken bu durum o arazi örtüsü sınıfının doğruluğunun düşük olduğu sonucu çıkarılabilir. Ancak CORINE arazi örtüsü/kullanımı sınıf tanımlarına göre 25 ha'dan küçük bir 222 alanının 242 arazi örtüsü sınıfında bulunabilmektedir. Bu durum 242 arazi örtüsü sınıfının doğru olmadığını göstermemelidir.

Her bir CLC2014 verisi için 100 m x 100 m örnek alanlar kullanılarak elde edilen Şekil 4.16 ve Şekil 4.17'de gösterilen hata matrisleri oluşturulmuş ve örnek alanlara ait gerçek arazi örtüsü sınıflarının tespit edilmesinde referans veri olarak Google Earth verisi kullanılmıştır. Bu çalışmada, her iki arazi örtüsü verisi için de aynı örnek alanlar kullanılmıştır. Yapılan alansal doğruluk analizi sonucunda ise doğrudan üretilen CLC2014 verisinin doğruluğu %81,7, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinin doğruluğu ise %76,35 olarak tespit edilmiştir. 100 m x 100 m genişlikte örnek alanlar kullanılarak elde edilen CLC2014 verileri için Kappa katsayısı hesaplandığında, CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü verisi için 0,73, doğrudan üretilen CLC2014 verisi için ise 0,79 sonucu elde edilmiştir. Her iki arazi örtüsü verisi için hata matrisleri incelendiğinde, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde 242, 243, 323, 324 ve 332 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun çalışma alanında bulunan diğer arazi örtüsü sınıfları ile kıyaslandığında daha düşük olduğu tespit edilmiştir. CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü verisinde ise çalışma alanında bulunan arazi örtüsü sınıflarından 112, 133, 242, 243, 323, 324 ve 332 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu arazi örtüsü sınıflarına ait doğruluğun düşük olmasının temel nedenlerinden biri, rastgele seçilen örnek alanın, içinde bulunduğu arazi örtüsündeki en küçük haritalama birimi 25 ha'dan küçük olduğu için genelleştirilen farklı bir arazi örtüsü türüne karşılık gelmesidir.

Konumsal doğruluk analizi için polinomial geometrik model seçilmiş ve referans veri olarak 20 m konumsal çözünürlüğe sahip olan 2006 yılı IRS-P6 uydu görüntüsü kullanılmıştır. Görüntü üzerinde homojen dağılıma sahip 10 adet kontrol noktası belirlenmiş ve yapılan geometrik doğruluk sonucunda 2014 yılına ait uydu görüntüsündeki karesel ortalama hatanın (root mean square error [RSME]) 10 m den az olduğu tespit edilmiştir.

		Referans Arazi Örtüsü Sınıfları																													
	Sınıflar	112	121	122	124	131	133	142	211	212	222	223	231	242	243	311	312	313	321	323	324	331	332	333	411	421	512	523	Toplam	Toplam	Doğruluk(
		Örnek Alan	Alan(ha)	%)																											
Tahmin Edilen Arazi Örtüsü Sınıfları	112	14												2															16	1577	87,50
	121		4																1										5	237	80,00
	122			2																									2	30	100,00
	124				3																								3	344	100,00
	131					2																							2	77	100,00
	133						2																						2	40	100,00
	142							2																					2	170	100,00
	211								1																				1	57	100,00
	212									28				1															29	2714	96,55
	222									1	79				10	1													91	5969	86,81
	223											3																	3	163	100,00
	231												2																2	60	100,00
	242	1								11	16			1	53	4						1							87	5405	60,92
	243													1	1	20							2			2			26	1746	76,92
	311															3													3	209	100,00
	312																1	101	1	1		5							109	8504	92,66
	313																	2	9										11	858	81,82
	321																			1									1	68	100,00
	323									1								1			16	2				1			21	2120	76,19
	324																	6	3	1	11	44				1			66	4996	66,67
	331																						2						2	137	100,00
	332																							2	1				3	32	66,67
	333																								3				3	131	100,00
	411																									2			2	240	100,00
	421													1														5	6	289	83,33
512																											5	5	489	100,00	
523																											17	17	1576	100,00	
Toplam		15	4	2	3	2	2	2	1	41	95	3	6	66	26	3	110	13	4	27	54	2	2	8	2	5	5	17	520	38208	81,73

Şekil 4.16 : 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için Doğrudan-CLC2014 hata matrisi.

		Referans Arazi Örtüsü Sınıfları																														
	Sınıflar	112	121	122	124	131	133	142	211	212	222	223	231	242	243	311	312	313	321	323	324	331	332	333	411	421	512	523	Toplam	Toplam	Doğruluk(
		Örnek Alan	Alan	%)																												
Tahmin Edilen Arazi Örtüsü Sınıfları	112	14	1							2			4																21	1736	66,67	
	121		3															1											4	221	75,00	
	122			0																										0	-	0,00
	124				3																								3	311	100,00	
	131					2																							2	210	100,00	
	133						2							1															3	72	66,67	
	142							2																					2	122	100,00	
	211								1																				1	55	100,00	
	212									25	1																		26	2515	96,15	
	222									3	80			18	1				1										103	6428	77,67	
	223											3																	3	206	100,00	
	231												3																3	123	100,00	
	242	1								13	12		1	42	4							1							74	4895	56,76	
	243			2									1	20	2							3			2				30	1458	66,67	
	311															3													3	193	100,00	
	312																89	2				1							92	7595	96,74	
	313																	9				2							11	571	81,82	
	321																		1										1	65	100,00	
	323																	4	1	1	20	8				1			35	2734	57,14	
	324													1	1	15	1			7	39				1			65	5657	60,00		
331																						2						2	187	100,00		
332																							2	1				3	34	66,67		
333																								3				3	166	100,00		
411																									2			2	238	100,00		
421												1														5		6	380	83,33		
512																											5	5	505	100,00		
523																											17	17	1567	100,00		
Toplam		15	4	2	3	2	2	2	1	41	95	3	6	66	26	3	110	13	4	27	54	2	2	8	2	5	5	17	520	38208	76,35	

Şekil 4.17 : 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için CORINE-CLC2014 hata matrisi.

Oluşturulan 500 m x 500 m'lik örnek alanlar, 100 m x 100 m'lik alana sahip örneklerde olduğu gibi, her iki arazi örtüsü verisine de uygulanmıştır. Karışık arazi örtüsü sınıfları için nispeten daha doğru sonuç veren bu örnek alanlar kullanılarak yapılan doğruluk analizi sonucunda doğruluk, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisi için %79,30, doğrudan üretilen CLC2014 verisi için ise %88,77 olarak tespit edilmiştir. Bu alanlar kullanılarak yapılan doğruluk analizinde 242, 243 ve 313 gibi karışık arazi örtüsü sınıflarının doğrulukları nispeten artarken, çalışma alanında 231, 331, 211, 122 ve 131 gibi küçük alana sahip ve lineer genişlikleri 500 m'den küçük olan arazi örtüsü sınıflarının doğrulukları ise düşmektedir veya hesaplanamamaktadır.

Doğrudan üretilen CLC2014 ve CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verileri için kappa katsayısı hesaplandığında, sırasıyla 0,87 ve 0,77 sonuçları elde edilmiştir. Şekil 4.18 ve Şekil 4.19'daki hata matrisleri incelendiğinde, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde 500 m x 500 m'lik örnek alanlar kullanıldığında 242, 243, 323, 324 ve 332 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğu önemli ölçüde artarken, lineer genişlikleri 500 m'den küçük poligona yapısına sahip 331 ve 211 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun düştüğü gözlemlenmiştir. Ayrıca doğrudan üretilen CLC2014 verisinde bulunan, lineer genişlikleri 500 m'den çok küçük olan 122 ve 133 arazi örtüsü sınıfları için, örnek alan seçilememesinden dolayı herhangi bir doğruluk değerlendirmesi yapılamamıştır. Son olarak 331 arazi örtüsü sınıfına uygun tek bir örnek alan belirlenebilmesine rağmen onun da kullanıcı doğruluğunun tamamen yanlış olduğu sonucu çıkmıştır. Bunun nedeni ise CLC2014 verisinde belirlenen arazi örtüsü sınıfının genişliğinin 500 m'den düşük olmasından kaynaklanmaktadır. 331 sınıfına ait örnek alan tanımlanırken, 3 farklı arazi örtüsü poligonunu kapsadığı için hangisi en büyük orana sahip ise o sınıfın kullanıcı tarafından sınıflandırıldığı kabul edilmiştir. Ancak referans veride sadece örnek alanın kapsadığı bölge CORINE arazi örtüsü sınıf tanımlarına göre yorumlanarak belirlendiği için tamamen farklı bir sonuç çıkmaktadır. CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü verisinde ise çalışma alanında lineer genişlikleri 500 m'den küçük poligon yapısına sahip olan 131, 211, 231 ve 333 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun büyük ölçüde azalırken, 242, 243, 324 ve 323 arazi örtüsü sınıflarına ait kullanıcı doğruluğunun ise nispeten arttığı tespit edilmiştir. CORINE metodolojisine göre yapılan arazi örtüsü verisinde bulunan ve lineer genişliği 500

m'den çok küçük olan 133 arazi örtüsü sınıfına ait herhangi bir doğruluk değerlendirmesi yapılamamıştır. Bunun yanı sıra 331 arazi örtüsü türüne ait seçilen örnek değerlendirildiğinde ise bu sınıfa ait arazi örtüsü türünün tamamen yanlış olduğu sonucu çıkmıştır. Ancak bunun nedeni, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde olduğu gibi, seçilen örnek alanın o arazi örtüsü türünü değerlendirmek için yeterli genişliğe sahip olmamasından kaynaklanmaktadır.

		Referans Arazi Örtüsü Sınıfları																												
	Sınıflar	112	121	124	131	142	211	212	222	223	231	242	243	311	312	313	321	323	324	331	332	333	411	421	512	523	Toplam Örnek Alan	Toplam Alan (ha)	Doğruluk(%)	
		Tahmin Edilen Arazi Örtüsü Sınıfları	112	8											1						1								10	1577
121			3																									3	237	100,00
124				2																								2	344	100,00
131					2																							2	77	100,00
142						1																						1	170	100,00
211							1					1																2	57	50,00
212								22				2	1															25	2714	88,00
222									33			7	2															42	5969	78,57
223										1																		1	163	100,00
231											1																	1	60	100,00
242										1		35	4		1													41	5405	85,37
243													11															11	1746	100,00
311														3														3	209	100,00
312													3	57				1										61	8504	93,44
313																10			1									11	858	90,91
321																		1										1	68	100,00
323																			17									17	2120	100,00
324													4			1				30								35	4996	85,71
331													1								0							1	137	0,00
332																						1						1	32	100,00
333																						1					1	131	100,00	
411																							2				2	240	100,00	
421																								2			2	289	100,00	
512																									3		3	489	100,00	
523																									6		6	1576	100,00	
Toplam		8	3	2	2	1	1	22	34	1	1	45	27	3	58	11	1	18	32	0	1	1	2	2	3	6	285	~38138	88,77	

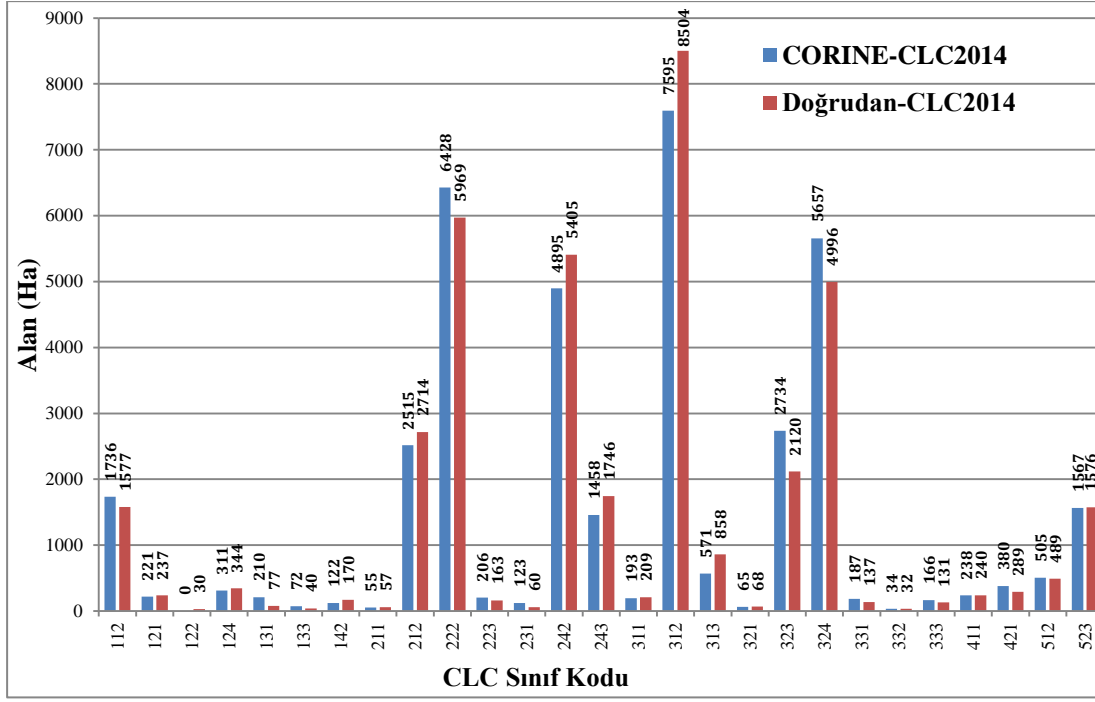
Şekil 4.18 : 500 m x 500 m’lik örnek alanlar için Doğrudan-CLC2014 hata matrisi.

	Referans Arazi Örtüsü Sınıfları																									Toplam Örnek Alan	Toplam Alan (ha)	Doğruluk(%)	
	Sınıflar	112	121	124	131	142	211	212	222	223	231	242	243	311	312	313	321	323	324	331	332	333	411	421	512				523
Tahmin Edilen Arazi Örtüsü Sınıfları	112	7						1			4							1									13	1736	53,85
	121	1	3																								4	221	75,00
	124			2																							2	311	100,00
	131				2								3														5	210	40,00
	142				1																						1	122	100,00
	211					1						1															2	55	50,00
	212						21					1	1														23	2515	91,30
	222							32				7	2														41	6428	78,05
	223								1																		1	206	100,00
	231										1		2														3	123	33,33
	242						1	1				31	6														39	4895	79,49
	243											1	7					1									9	1458	77,78
	311													3													3	193	100,00
	312											1		53	4												58	7595	91,38
	313											1		1	6												8	571	75,00
	321																1										1	65	100,00
	323											1						13	4								18	2734	72,22
	324											2		4	1			4	26								37	5657	70,27
	331											1								0							1	187	0,00
	332																					1					1	34	100,00
333																	1					1				2	166	50,00	
411																						2				2	238	100,00	
421																							2			2	380	100,00	
512																									3	3	505	100,00	
523																									6	6	1567	100,00	
Toplam	8	3	2	2	1	1	22	34	1	1	45	27	3	58	11	1	18	32	0	1	1	2	2	3	6	285	~38138	79,30	

Şekil 4.19 : 500 m x 500 m'lik örnek alanlar için CORINE-CLC2014 hata matrisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, 2006 yılı IRS-P6 ve 2014 yılı SPOT 5 verileri kullanılarak CORINE metodolojisine uygun şekilde üretilen CLC2014 arazi örtüsü verisi ile CORINE teknik standartlarına bağlı kalınarak doğrudan üretilen CLC2014 arazi örtüsü verisi karşılaştırılmıştır. CORINE metodolojisine uygun olarak üretilen CLC2014 verisinde CLC2006 verisi revize edildikten sonra değişim analizi yapılmış ve çalışma alanı arazi örtüsünün yaklaşık olarak %18 oranında değiştiği tespit edilmiştir. Bu değişimler genellikle tarımsal arazi örtüsü, orman alanları ve inşaat alanlarında meydana gelmiştir. Tarımsal arazi örtüsünde meydana gelen değişimler bir tarım sınıfından diğerine gerçekleşmiştir ve bölgede meyve bahçeleri (222) arazi örtüsüne değişim toplam alanın yaklaşık %12'ni içermektedir. Bunun dışında çalışma alanında, kesikli yerleşim yerlerinin 274 ha oranında arttığı, yeni spor ve eğlence merkezi (142) alanın oluştuğu, yeniden ormanlaştırma ve orman alanlarında bozulma (324) meydana geldiği tespit edilmiştir. Revize edilen CLC2006 ve CLC değişim verisi birleştirilerek elde edilen CLC2014 verisi, doğrudan üretilen CLC2014 verisi ile karşılaştırıldığında karışık tarım arazileri (242), meyve bahçeleri (222), iğne yapraklı orman alanları (312), bitki değişim alanları (324), sklerofil bitki örtüsü alanları (323) başta olmak üzere alansal farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bu alansal farklılıklar her sınıf için azalma ve artış olarak farklılık göstermektedir. Örneğin, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisine göre , doğrudan üretilen CLC2014 verisindeki iğne yapraklı arazi örtüsü (312) alanında artış olurken, meyve bahçeleri (222) arazi örtüsüne ait alan CORINE-CLC2014 verisinde daha fazladır (Şekil 5.1).



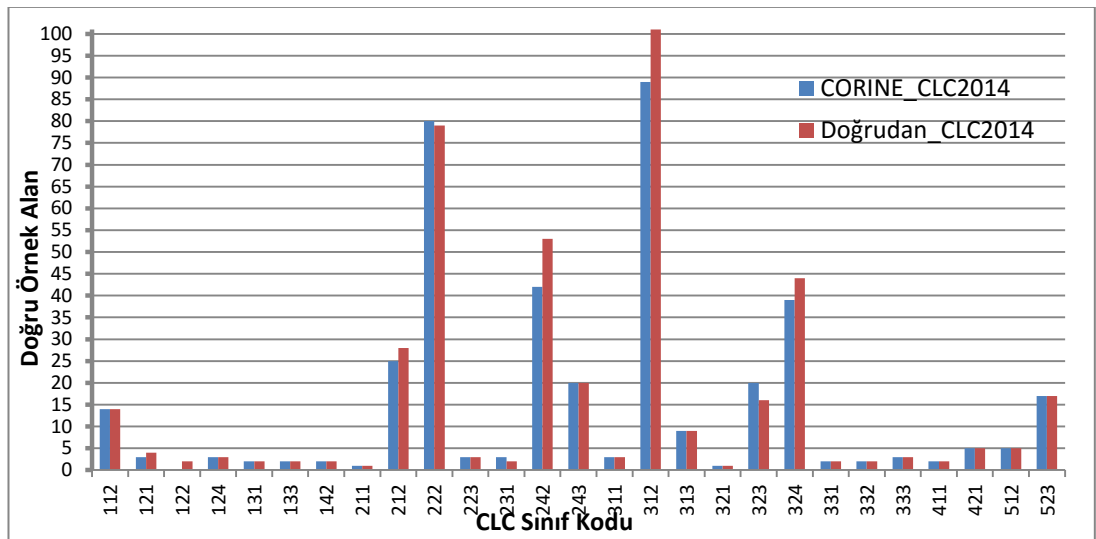
Şekil 5.1 : Alansal karşılaştırma grafiği.

Ortaya çıkan bu alansal farklılıklar temel olarak CORINE arazi örtüsü sınıflarındaki genelleştirme kriterlerine bağlı olmakla birlikte, CLC2006 verisinde arazi örtüsü alanları daha önceden belirlendiği için revizyon işlemi yapılması sadece göze çarpan arazi örtüsü sınıflarındaki hataların düzeltilmesinde etkili olmaktadır. Ayrıca değişim verisinde belirlenen 5 ha dan büyük değişimlerden yeni bir poligon oluşturamayan ve CLC2014 verisi oluşturulduğunda değişimin meydana geldiği poligona genelleştirilen alanlar, doğrudan üretilen CLC2014 verisinde CORINE arazi örtüsü sınıf tanımlarına göre bölgede belirli bir oranda bulunuyorsa yeni bir poligon oluşturulabilmektedir. Bu da alansal ve arazi örtüsü sınıflarındaki farklılığın ortaya çıkmasındaki temel nedenlerdendir. Bu doğrultuda CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinde olmayan 122 arazi örtüsü sınıfı doğrudan üretilen CLC2014 verisinde ortaya çıkmaktadır. Her iki arazi örtüsü verisi incelendiğinde alansal azalma ve artışlara bağlı olarak ortaya çıkan alansal farklılık yaklaşık %12 olarak tespit edilmiştir.

CORINE arazi örtüsü temel teknik kurallarına bağlı olarak üretilen bu iki arazi örtüsü ve kullanımı sınıflandırma verileri için iki farklı alansal doğruluk analizi yapılmış ve en küçük lineer genişlik birimine göre seçilen 100 m x 100 m'lik örnek alanlar ve en küçük haritalama birimine göre belirlenen 500 m x 500 m'lik örnek alanlar seçilmiştir. 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için doğrudan üretilen CLC2014

verisinin genel doğruluğu % 81,7 olarak bulunurken, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinin genel doğruluğu % 76,3 olarak tespit edilmiştir. Doğruluk analizi sonuçları incelendiğinde, 242, 243, 323 ve 324 sınıflarına ait alanların kullanıcı doğruluğunun nispeten diğer sınıflara oranla daha düşük olduğu görülmüştür (Şekil 4.16 ve Şekil 4.17). 100 m x 100 m'lik örnek alanlar kullanılarak elde edilen doğruluk sonucunda Kappa katsayısının, doğrudan üretilen CLC2014 için 0,79, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 için ise 0,73 olduğu tespit edilmiştir.

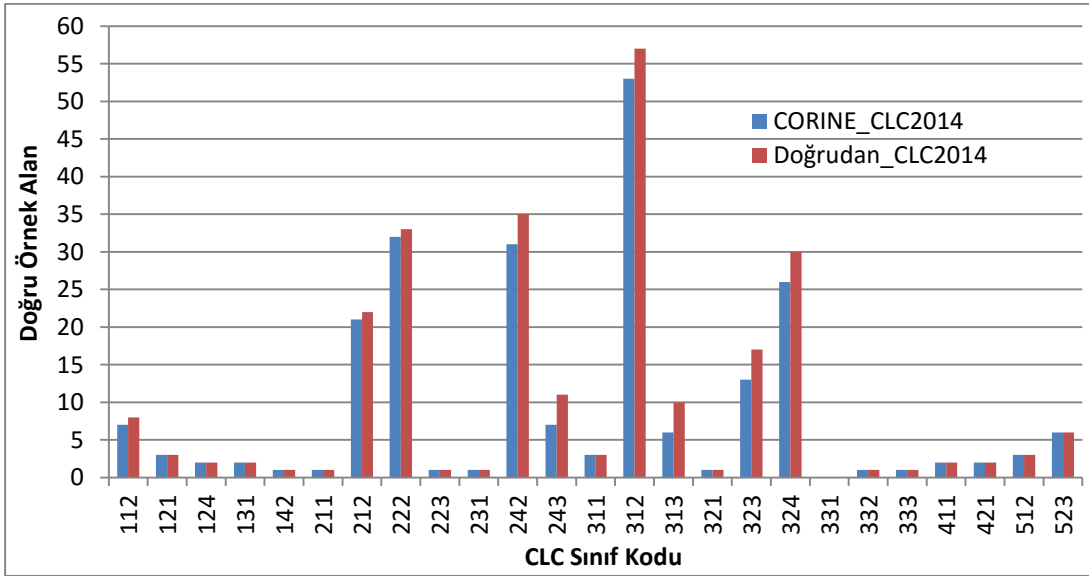
Şekil 5.2'de, her iki arazi örtüsü verisi için, 100 m x 100 m genişlikte örnek alanlar kullanılarak elde edilen hata matrisindeki referans veriye göre doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayılarına (köşegen elemanlarına) ait bir karşılaştırma grafiği gösterilmektedir. Her iki arazi örtüsü verisi için aynı örnek alanlar kullanıldığından, bu karşılaştırma grafiği alansal farklılığın meydana geldiği sınıflarda, doğru olarak sınıflandırılan örnek alanların da bu durumla nispeten orantılı olduğunu göstermektedir. Bu grafiğe göre, çalışma alanında bulunan 331, 133, 142, 512, 332, 333, 411, 421, 523, 223, 313, 112, 124,131, 243, 311, 313 ve 321 arazi örtüsü sınıflarında referans veriye göre doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayısı aynı kalırken, 121, 122, 212, 222, 231, 242, 312, 323 ve 324 arazi örtüsü sınıflarında ise değişkenlik göstermektedir. Örneğin, 312 arazi örtüsü sınıfına ait doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayısı doğrudan üretilen CLC2014 verisinde daha fazlayken, 222 sınıfına ait doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayısı CORINE metodolojisine göre üretilen arazi örtüsü verisinde daha fazladır.



Şekil 5.2 : 100 m x 100 m'lik örnek alanlar için karşılaştırma grafiği.

500 m x 500 m'lik örnek alanlar kullanılarak elde edilen doğruluk sonucunda, doğrudan üretilen CLC2014 verisinin genel doğruluğu %88,77, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinin genel doğruluğu ise 79,30 olarak tespit edilmiştir. Daha geniş örnek alan kullanılarak elde edilen doğruluk analizi sonucunda kappa katsayıları, doğrudan üretilen CLC2014 için 0,87, CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 için ise 0,77 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 5.3'te her iki arazi örtüsü verisi için, 500 m x 500 m genişlikteki aynı örnek alanlar kullanılarak elde edilen hata matrisindeki referans veriye göre doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayılarına (köşegen elemanlarına) ait bir karşılaştırma grafiği gösterilmektedir. Bu grafiğe göre, çalışma alanında bulunan 121, 124, 131, 142, 211, 223, 231, 311, 321, 332, 333, 411, 421, 512 ve 523 sınıflarına ait referans veriye göre doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayısı aynıyken, 212, 222, 242, 243, 312, 313, 323 ve 324 sınıflarına ait referans veriye göre doğru olarak sınıflandırılan örnek alan sayısı değişmektedir. Bunun yanı sıra, 122 ve 133 arazi örtüsü sınıflarına ait herhangi bir doğruluk değerlendirmesi yapılamazken, 331 arazi örtüsü sınıfına ait örnek alanın ise referans veriye göre doğru olarak sınıflandırılmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.



Şekil 5.3 : 500 m x 500 m'lik örnek alanlar için karşılaştırma grafiği.

Doğrudan üretilen CLC2014 ve CORINE metodolojisine göre üretilen CLC2014 verisinin üretilmesinde zamansal bir değerlendirme yapıldığında ise eğer revize edilen CLC verisinin doğruluk seviyesi yüksek ve revizyon süreci kısa sürede tamamlanıyorsa süre açısından CORINE metodolojine uygun olarak yapmak daha

az zaman alabilir. Ancak doğruluğu yüksek olmayan bir CLC verisinin revize edilmesi ve değişim analizinin yapılması ile güncel CLC verisinin elde edilmesi için harcanan süre, doğrudan üretilen CLC verisinin üretim süresi ile hemen hemen aynı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alp, G.; Algan, I.Y.; Sertel, E.,** (2015). "Determination of agricultural land changes in Mugla, Turkey using remotely sensed data and Corine methodology," in *Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics), 2015 Fourth International Conference on*, vol., no., pp.7-10, 20-24 July 2015, doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2015.7248083.
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., Roach, J. T., Witmer, R. E.,** 1976 : A Land Use And Land Cover Classification System For Use With Remote Sensor Data. USGS Numbered Series, Geological Survey Professional Paper 964.
- Beyer, HL,** (2012). Geospatial Modelling Environment (Version 0.7.2.1). URL: <http://www.spataleecology.com/gme>, date retrieved 11.12.2015.
- Büttner, G., Kosztra, B.,** (2012). CLC2012 Addendum to CLC2006 Technical Guidelines.
- Congalton, R. G., Gu, J., Yadav, K., Thenkabail, P., & Ozdogan, M.,** (2014). Global land cover mapping: a review and uncertainty analysis. *Remote Sensing*, 6(12), 12070-12093.
- Congalton, R. G., Green K.,** (2008). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*(2nd ed.). Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis.
- Decker, D.,** (2001). GIS Data Sources. JOHN WILEY & SONS, INC.
- EEA,** (2007). CLC2006 Technical Guidelines. EEA Technical Report No17/2007.
- EEA,** (1995). CORINE Land Cover Report. <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>.
- Foody, G. M.,** (2002). Status of land cover classification accuracy assessment, *Remote Sensing of Environment*, Volume 80, Issue 1, April 2002, Pages 185-201, ISSN 0034-4257, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4).
- Friedl, M.A., McIver, D.K, Hodges, J.C.F, Zhang, X.Y, Muchoney, D., Strahler, A.H., Woodcock, C.E., Gopal, S., Schneider, A., Cooper, A., Baccini, A., Gao, F., Schaaf, C.,** (2002). Global land cover mapping from MODIS: algorithms and early results, *Remote Sensing of Environment*, Volume 83, Issues 1–2, November 2002, Pages 287-302, ISSN 0034-4257, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(02\)00078-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(02)00078-0).
- Giri, C. P. (Ed.).** (2012). Remote sensing of land use and land cover: principles and applications. CRC Press.

- Gregorio, A. D., Jansen, L. J. M.,** (2005). Land Cover Classification System: Classification Concepts and User Manual. FAO Environment and Natural Resources Services Series, No.8, Rome, Italy.
- Herold, M.,**(2009). Assessment of the status of the development of the standards for the Terrestrial Essential Climate Variables,Rome, Italy, 21 May.
- Kosztra, B., Arnold, S.,** (2014). CORINE land cover nomenclature illustrated guide: Deliverable “Proposal for enhancement of CLC nomenclature guidelines”.
- McRoberts, R. E., Wendt, D. G., Nelson, M. D., Hansen, M. H.,** (2002). Using a land cover classification based on satellite imagery to improve the precision of forest inventory area estimates, Remote Sensing of Environment, Volume 81, Issue 1, July 2002, Pages 36-44, ISSN 0034-4257, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00330-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00330-3).
- Sertel, E., Findik, N., Kaya, S., Seker, D.Z. and Samsunlu, A.,** (2008). Environmental Engineering Science. April 2008, 25(3): 353-362. doi:10.1089/ees.2006.0149.
- Sertel, E., Akay, S. S.,** 2015: High resolution mapping of urban areas using SPOT-5 images and ancillary data. International Journal of Environment and Geoinformatics Vol. 2, no. 2, pp. 63-76.
- Stefanov, W. L., Ramsey, M. S., Christensen, P. R.,** (2001). Monitoring urban land cover change: An expert system approach to land cover classification of semiarid to arid urban centers, Remote Sensing of Environment, Volume 77, Issue 2, August 2001, Pages 173-185, ISSN 0034-4257, [http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00204-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00204-8).
- Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz , B. C., Bauer, M. E.,** (2005). Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing, Remote Sensing of Environment, Volume 98, Issues 2–3, Pages 317-328, ISSN 0034-4257, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2005.08.006>.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gülşah ALP
Doğum Yeri ve Tarihi: Malatya - 1988
E-Posta: alp.gulsah@gmail.com
Lisans: İstanbul Üniversitesi /Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Alp, G.; Algan, I.Y.; Sertel, E., "Determination of agricultural land changes in Mugla, Turkey using remotely sensed data and Corine methodology," in Agro-Geoinformatics (Agro-geoinformatics), 2015 Fourth International Conference on , vol., no., pp.7-10, 20-24 July 2015, doi: 10.1109/Agro-Geoinformatics.2015.7248083.