

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
YARDIMIYLA TÜRKİYE VE FİTOCOĞRAFİK
BÖLGELERİNİN ARAZİ ÖRTÜSÜ DURUMUNUN VE ZAMANA
BAĞLI ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

Emre AKTÜRK

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY
Prof. Dr. Fatmagül GEVEN
Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT
Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Arif Oğuz ALTUNEL**

**DOKTORA TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

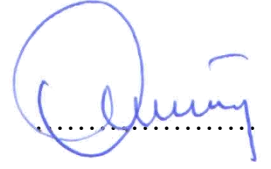
KASTAMONU – 2019

TEZ ONAYI

Emre AKTÜRK tarafından hazırlanan " **Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Türkiye ve Fitocoğrafik Bölgelerinin Arazi Örtüsü Durumunun ve Zamana Bağlı Arazi Örtüsü Değişiminin İncelenmesi** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

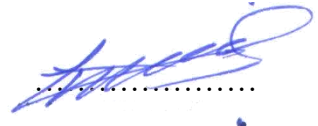
Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY
Kastamonu Üniversitesi



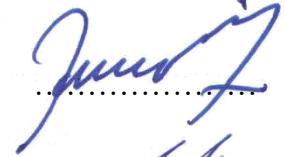
Jüri Üyesi

Prof. Dr. Fatmagül GEVEN
Ankara Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT
Kastamonu Üniversitesi



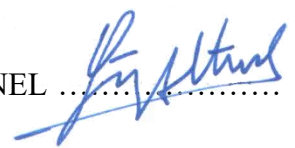
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU
Bartın Üniversitesi



Jüri Üyesi

Dr. Öğr. Üyesi A. Oğuz ALTUNEL
Kastamonu Üniversitesi



29/04/2019

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Hasbi YAPRAK



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.



Emre AKTÜRK

ÖZET

Doktora Tezi

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ YARDIMIYLA TÜRKİYE VE FİTOCOĞRAFİK BÖLGELERİNİN ARAZİ ÖRTÜSÜ DURUMUNUN VE ZAMANA BAĞLI ARAZİ ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Emre AKTÜRK

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY

Dünya yüzeyi var olduğu günden bugüne kadar sürekli bir değişim içerisinde. Bu değişimlerin bir kısmı ekosistemin doğal süreçleri olarak görülebilir. Fakat sanayi devrimi ile büyük artış gösteren toprak üzerindeki antropojenik kaynaklı etkiler, ekosistem dinamiklerini temelden bozmaktadır. Arazi örtüsü üzerindeki bu değişimler, toprak kalitesini, su kalitesi ve varlığını, iklimi ve dünya üzerindeki canlı yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir. Bahsedilen negatif etkileri, kapsamalarını ve gelecek yıllarda yaşanabilecek olumsuz koşulları tespit etmek amacıyla, arazi örtüsünün mevcut durumu ve zamana bağlı değişiminin incelenmesi oldukça önemli bir husustur. Günümüzde popülerliğini çokça arttırmış olan bu çalışma konusu, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri yardımı ile zamandan, iş gücünden ve maliyetlerden tasarruf sağlayarak kolayca yapılabilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknikleri kullanımı ile ülkemiz sınırlarını kapsayacak şekilde, üç farklı zamansal döneme ait arazi örtüsü haritalarının, orta seviye mekânsal çözünürlüğe sahip (30 metre) Landsat uydu fotoğrafları ile oluşturulması planlanmıştır. Yerli ve yabancı literatür içerisinde, orta veya yüksek çözünürlüğe sahip uydu veya hava fotoğrafları yardımı ile Türkiye sınırları için farklı zamansal dönemleri içeren arazi örtüsü ve değişimi çalışmalarının noksanlığından ötürü, bu konunun çalışılmasının gerekli olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma içerisinde, farklı bir görüntü işleme metodunun oluşturulması ve test edilmesi, Türkiye'nin mevcut ve geçmiş iki farklı dönemi içerisindeki arazi örtüsü durumlarının ve değişimlerinin incelenmesi ve farklı iklimsel ve floristik özelliklere sahip fitocoğrafik bölgelerin arazi örtüsü durumlarının ve değişimlerinin incelenmesi ana amaçlar olarak belirlenmiştir.

Arazi örtüsü haritalarının oluşturulmasında, birçok farklı görüntü işleme metodu kullanılmaktadır. Büyük ölçekli çalışmalara başlamadan önce, seçilecek pilot alan veya alanların farklı görüntü işleme teknikleri ile denemelere tabi tutulması, çalışmanın doğruluğunu arttırmaktadır. Bu görüntü işleme teknikleri kullanılarak elde edilen arazi örtüsü haritaları içerisinde en çok doğruluk oranına sahip üç arazi örtüsü haritasının seçilerek tek bir arazi örtüsü haritasına haline dönüştürülmesi işlemine, bu çalışmada 'En İyi Üç' (EİÜ) görüntü işleme metodu adı verilmiştir. Bu yöntem

sayesinde elde edilen arazi örtüsü haritalarının ortalama doğruluğunun ve kappa katsayılarının oldukça arttığı gözlemlenmiş ve böylece tüm Türkiye sınırlarını kapsayan üç farklı zamansal döneme ait 150 adet Landsat uydusu görüntüsünün, bu yöntem dâhilinde işlenmesine karar verilmiştir.

Bu çalışmada, EİÜ yöntemi kullanılarak oluşturulan, ülkemiz sınırlarını kapsayan güncel arazi örtüsü haritası, doğrulama testine tabi tutulmuş ve %91 ortalama doğruluk ve 0.876 kappa katsayısı gibi oldukça yüksek doğruluk oranları elde edilmiştir. Geçmiş yıllara ait oluşturulmuş arazi örtüsü haritaları, örnek alanların seçiminin zorluğundan ötürü, doğrulama analizlerine tabi tutulmamıştır.

EİÜ yöntemi ile elde edilen ülke ve fitocoğrafik sonuçlara ek olarak, CORINE arazi örtüsü veri setleri çalışmaya dâhil edilmiş ve elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmıştır. Tüm Türkiye için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, ülkemizin 30 yıl içerisinde verimli ormanlık alanlarını arttırdığı ve ülke çapında yeşil alanların arttığı tespit edilmiştir. Fakat CORINE 3. seviye arazi örtüsü sınıfları dikkatle incelendiğinde, karışık orman kompozisyonlarının ülkemizde oldukça azaldığı görülmüştür. Ormanlık alanlar haricinde, sulak alanlarda ve tarım alanlarındaki artış ve vejetasyonca fakir alanlardaki azalış dikkat çeken diğer bir bulgudur. Floristik bölgeler içerisindeki değişimler incelendiğinde, Avrupa-Sibirya ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinin karakteristik yapısını koruduğu ve arttırdığı, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde ise beklenmedik şekilde ormanlık alanı artışı yaşandığı tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması, bu zamana kadar ülkemiz sınırları için yapılmış en detaylı arazi örtüsü çalışmalarındandır. Elde edilen veriler, ülkemizdeki ilgili bakanlıklar, genel müdürlükler, şehir planlamacılar ve akademisyenler açısından oldukça önemli olup, gelecek yıllarda yapılacak faaliyetlere veri kaynağı oluşturacak niteliktedir. Hızla ilerleyen teknoloji yardımı ile bu ve benzeri çalışmalar, geliştirilebilir ve küresel iklim değişikliği gibi global sorunlarla başa çıkmak adına en çok başvurulacak çalışmalardan olacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arazi örtüsü, coğrafi bilgi sistemleri, uzaktan algılama, fitocoğrafik bölgeler, Türkiye

2019, 116 sayfa

Bilim Kodu: 1205

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

INVESTIGATION OF LAND COVER STATUS AND TEMPORAL LAND COVER CHANGE IN TURKEY AND ITS PHYTOGEOGRAPHIC REGIONS WITH THE HELP OF REMOTE SENSING AND GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Emre AKTÜRK

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Engineering

Supervisor: Assistant Professor Kerim GÜNEY

The surface of the Earth has been constantly changing since its existence. Some of these changes can be seen as the natural processes of the ecosystem. However, the anthropogenic effects on the land, which has greatly increased by the industrial revolution, disrupt the dynamics of the ecosystem. These changes on land cover negatively affect soil quality, water quality and presence, climate and living creatures on earth. In order to determine the negative effects, their scope and adverse conditions that may occur in the coming years, it is very important to examine the current situation of the land cover and its change in time. Nowadays, this study subject, which has greatly increased its popularity, can be made easily by providing savings from time, labor and costs with the help of geographical information systems and remote sensing techniques.

Within the scope of this thesis, land cover maps of three different temporal periods were planned to be constructed with Landsat satellite images having a medium spatial resolution (30 meters) and covering the borders of our country with the use of geographical information systems and remote sensing techniques. Due to the lack of land cover and change studies in native and foreign literature with the help of a medium or high resolution satellite or aerial images in different temporal periods for the borders of Turkey, it was determined that it is necessary to study this subject. Generating and testing a different image processing method, investigating current and historical land cover conditions and land cover changes of Turkey, and investigating current and historical land cover conditions and land cover changes of phytogeographical regions of Turkey which have different climatic and floristic characteristics were planned as main purposes of this study.

Many different image processing methods are used in the creation of land cover maps. Before starting large-scale studies, testing the pilot area or areas to be selected with different image processing techniques increases the accuracy of the study. The process of converting three land cover maps with the most accurate from the land cover maps

obtained by using these image processing techniques to a single land cover map is named 'The Best Three' (TBT) image processing method in this study. It was observed that the average accuracy and the kappa coefficients of the land cover maps increased with this method. Thus, covering the entire border with Turkey, belonging to three different time periods, 150 Landsat images was decided to be processed with this method.

The current land cover map, which is composed of TBT method, covering the borders of our country, has been subjected to a accuracy assessment and very high accuracy rates such as 91% average accuracy and 0.876 kappa coefficient have been obtained in this study. The land cover maps of the previous years have not been subjected to accuracy analyzes because of the difficulty of the selection of sample areas.

In addition to the country and phytogeographic results obtained by TBT method, CORINE land cover data sets were included in the study and compared with the results obtained. Considering the results obtained for whole country, there has been found a great increase in densely forested areas and has been found to an increase the green fields in 30 years. However, when the CORINE 3rd level land cover classes were examined carefully, it was seen that mixed forest compositions decreased considerably in our country. Except for forests, the increase in wetlands and agricultural fields and in decrease in sparsely vegetated areas are another remarkable results. When the changes in the floristic regions are examined, it has been determined that the Euro-Siberian and Mediterranean phytogeographic regions have retained and increased their characteristic structure, while in Irano-Turanian phytogeographic region an unexpected increase in forested area was observed.

This thesis study can be called as the most detailed land cover study for the borders of our country. The data obtained in this study are very important in terms of the relevant ministries, general directorates, city planners and academicians of our country and they are great data sources for future activities. With the help of rapidly advancing technology, these and other studies can be developed and it is foreseen that there will be the most applied studies to deal with global problems such as global climate change.

Keywords: Land cover, geographic information systems, remote sensing, phytogeographic regions, Turkey

2019, 116 pages

Scientific Code: 1205

TEŞEKKÜR

‘NDVI tekniği ile Türkiye’nin floristik bölgelerine göre yer örtüsü değişiminin incelenmesi’ isimli bu çalışma, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Öncelikle, 2009 yılında başladığım akademik kariyerim boyunca, gerek yurtiçinde gerekse yurtdışında geçirdiğim süreçler içerisinde benden desteğini esirgemeyen değerli hocam, danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kerim GÜNEY’e teşekkürü bir borç bilirim.

Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi’nde lisans öğrenimimi gördüğüm süreç içerisinde, ormancılıkta coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama konusunda ufkumu açan ve bu yolda yaptığım çalışmalarda bana yol gösteren Doç. Dr. Ayhan ATEŞOĞLU’na ve Amerika Birleşik Devletleri’nde tamamlamış olduğum yüksek lisans eğitimim süresince yine bu konular ile ilgili önemli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bu tez için gerekli olan donanıma sahip olmamda önemli katkısı olan yüksek lisans tez danışmanım Dr. Christopher POST’a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, tez müddetince yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Fatmagül GEVEN, Dr. Öğr. Üyesi Nurcan YİĞİT ve Dr. Öğr. Üyesi Arif Oğuz ALTUNEL’e çok teşekkür ederim.

Coğrafi bilgi sistemleri ağırlıklı bu çalışma süresince, yoğun ofis çalışmalarımda bana yardımcı olan, sevgili çalışma arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Özkan EVCİN ve Arş. Gör. Dr. Mertcan KARADENİZ’e teşekkür ederim. Ayrıca, değerli fikirleri ile bu süreçte bana destek olan mesai arkadaşlarım Arş. Gör. Durmuş Ali ÇELİK, Arş. Gör. Hakan AYDOĞAN, Arş. Gör. Çağrı OLGUN, Arş. Gör. Dr. Osman Emre ÖZKAN, Arş. Gör. Mehmet SEKİ, Arş. Gör. Mustafa ÖNCEL ve Arş. Gör. Ferhat ULU’ya teşekkür ederim.

Bu süreçte gülüryüzleriyle en önemli motivasyon kaynağım olan babam, annem, ve kardeşlerime ve bu çalışmanın başından sonuna kadar her konuda yanımda olan, gerek manevi gerekse akademik anlamda en büyük destekçim, meslektaşım, hayat arkadaşım, sevgili eşim Arş. Gör. Aysun ATA AKTÜRK’e çok teşekkür ederim.

Emre AKTÜRK
Kastamonu, Nisan, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler, Problemin Tespiti ve Çalışmanın Kapsamı	3
1.1.1. Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Kavramları	3
1.1.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri	4
1.1.3. Arazi Örtüsü Veri Setleri ve Üretim Basamakları	7
1.1.3.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi	8
1.1.3.2. Uydu Görüntüleri ve Hava Fotoğrafları.....	10
1.1.3.3. Geometrik ve Atmosferik Düzenlemeler.....	14
1.1.3.4. Arazi Örtüsü Sınıflarının Oluşturulması.....	15
1.1.3.5. Görüntü İşleme Yöntemleri	16
1.1.3.6. Değişim Analizleri	18
1.1.3.7. Doğrulama Analizi.....	19
1.2. Çalışmanın Amaçları	19
2. MATERYAL VE YÖNTEM	21
2.1. Sınıflandırma Öncesi Hazırlık Safhası	22
2.1.1. Çalışma Alanı ve İlgili Vektör Verilerin Hazırlanması.....	22
2.1.2. Landsat Paftalarının Hazırlanması	26
2.1.3. Arazi Örtüsü Sınıflarının Oluşturulması	28
2.2. ‘En İyi Üç’ Görüntü Sınıflandırma Metodu	31
2.3. CORINE Arazi Örtüsü Haritalarının Hazırlanması.....	49
2.4. Doğrulama Analizi	51
2.5. Değişim Analizi.....	53

3. BULGULAR VE TARTIŞMA	54
3.1. Genel Türkiye Sonuçları	54
3.1.1. CORINE Arazi Örtüsü Veri Setlerinden Elde Edilen Genel Türkiye Sonuçları.....	54
3.1.2. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen Genel Türkiye Sonuçları	60
3.2. Fitocoğrafik Bölgelere Ait Sonuçlar	66
3.2.1. CORINE Arazi Örtüsü Verilerinin Fitocoğrafik Bölgelere Ait Sonuçları	66
3.2.2. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Verilerinin Fitocoğrafik Bölgelere Ait Sonuçları	78
3.3. Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Değişim Analizi	86
3.3.1. Avrupa-Sibiryta Fitocoğrafik Bölgesi Değişim Analizi	86
3.3.2. İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesi Değişim Analizi.....	88
3.3.3. Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi Değişim Analizi	91
3.4. Doğrulama Analizi	93
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	114

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1.1.Landsat 4-5 uyduları Thematic Mapper (TM) sensörlerine ait spektral bantlar ve bunların dalga boyları ile mekânsal çözünürlüklerini gösteren tablo	12
Tablo 1.2.Landsat 7 uydusu Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) sensörüne ait spektral bantlar ve bunların dalga boyları ile mekânsal çözünürlüklerini gösteren tablo	12
Tablo 1.3.Landsat 8 uydusu Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) sensörlerine ait spektral bantlar ve bunların dalga boyları ile mekânsal çözünürlüklerini gösteren tablo	13
Tablo 2.1.Çalışmada kullanılacak tüm Landsat uydu görüntülerinin listesi ve alım tarihleri	27
Tablo 2.2.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	34
Tablo 2.3.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	34
Tablo 2.4.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	34
Tablo 2.5.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	35
Tablo 2.6.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	35
Tablo 2.7.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	35
Tablo 2.8.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	36
Tablo 2.9.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	36

Tablo 2.10.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	36
Tablo 2.11.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	37
Tablo 2.12.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	37
Tablo 2.13.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	37
Tablo 2.14.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	38
Tablo 2.15.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	38
Tablo 2.16.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	38
Tablo 2.17.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	39
Tablo 2.18.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	39
Tablo 2.19.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	39
Tablo 2.20.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	40
Tablo 2.21.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	40

Tablo 2.22.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	40
Tablo 2.23.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	41
Tablo 2.24.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	41
Tablo 2.25.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	41
Tablo 2.26.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.....	42
Tablo 2.27.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.....	42
Tablo 2.28.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.....	42
Tablo 2.29.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.....	43
Tablo 2.30.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	43
Tablo 2.31.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	43
Tablo 2.32.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	44
Tablo 2.33.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	44

Tablo 2.34.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	44
Tablo 2.35.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	45
Tablo 2.36.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	45
Tablo 2.37.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma teknîği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.	45
Tablo 2.38.Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftası kullanılarak, 'En İyi Üç' arazi örtüsü metodu ile elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.....	48
Tablo 2.39.Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftası kullanılarak, 'En İyi Üç' arazi örtüsü metodu ile elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.....	48
Tablo 2.40.CORINE Seviye 3 arazi örtüsü sınıfları ve bu sınıfların çalışmada kullanılan sınıflandırma şemasındaki karşılıkları	50
Tablo 3.1. Arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımları ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.....	54
Tablo 3.2. Arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 verilerindeki alansal dağılımları ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	54
Tablo 3.3. Üçüncü zamansal dönem (1984-1990) için, arazi örtüsü sınıflarının dağılımını gösteren tablo	60
Tablo 3.4. İkinci zamansal dönem (1997-2003) için, arazi örtüsü sınıflarının dağılımını gösteren tablo	60
Tablo 3.5. Birinci zamansal dönem (2012-2018) için, arazi örtüsü sınıflarının dağılımını gösteren tablo	61
Tablo 3.6. Zamansal dönemler arası, arazi örtüsü değişimlerini tablo	61
Tablo 3.7. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	66
Tablo 3.8. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.....	66
Tablo 3.9. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	67

Tablo 3.10. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.....	67
Tablo 3.11. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	67
Tablo 3.12. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.....	68
Tablo 3.13. Alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımları ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.....	74
Tablo 3.14. Alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimleri gösteren tablo	74
Tablo 3.15. Avrupa-Sibiry fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	75
Tablo 3.16. Avrupa-Sibiry fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.	75
Tablo 3.17. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	75
Tablo 3.18. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.	76
Tablo 3.19. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	76
Tablo 3.20. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.	76
Tablo 3.21. Avrupa-Sibiry fitocoğrafik bölgesine arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	79
Tablo 3.22. Avrupa-Sibiry fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, 3. Dönem-2. Dönem, 2. Dönem-1. Dönem ve 3. Dönem-1. Dönem arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo	79
Tablo 3.23. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	79
Tablo 3.24. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, 3. Dönem-2. Dönem, 2. Dönem-1. Dönem ve 3. Dönem-1. Dönem arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo	80
Tablo 3.25. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo	80
Tablo 3.26. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, 3. Dönem-2. Dönem, 2. Dönem-1. Dönem ve 3. Dönem-1. Dönem arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo	80

Tablo 3.27. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi için, 3. zamansal dönem ve 2. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo	87
Tablo 3.28. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi için, 2. zamansal dönem ve 1. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo	88
Tablo 3.29. İran-Turan fitocoğrafik bölgesi için, 3. zamansal dönem ve 2. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo	89
Tablo 3.30. İran-Turan fitocoğrafik bölgesi için, 2. zamansal dönem ve 1. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo	90
Tablo 3.31. Akdeniz fitocoğrafik bölgesi için, 3. zamansal dönem ve 2. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo	91
Tablo 3.32. Akdeniz fitocoğrafik bölgesi için, 2. zamansal dönem ve 1. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo	92
Tablo 3.33. En İyi Üç' arazi örtüsü metodu ile elde edilen, tüm Türkiye'nin 1. zamansal döneme ait oluşturulmuş arazi örtüsü haritasının hata matrisi	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Uzaktan Algılama Sistemlerinin Temel Çalışma Prensipleri	5
Şekil 1.2. Landsat 8 Uydu Görüntüleri ve Farklı Bant Kombinasyonları.....	12
Şekil 1.3. Görüntü işleme metotlarını gösteren akış şeması	18
Şekil 2.1. Arazi Örtüsü ve Değişimi Analizi İş Akış Şeması.....	21
Şekil 2.2. Çalışma Alanı Sınırları.....	23
Şekil 2.3. Türkiye Fitocoğrafik Bölgeleri Haritası.....	24
Şekil 2.4. Fitocoğrafik Bölgelerin Türkiye Üzerinde Alansal Dağılımını Gösteren Diyagram.....	25
Şekil 2.5. Arazi Örtüsü Sınıfları için Uydu Görüntüsü Örnekleri	31
Şekil 2.6. Pilot Çalışma için Seçilen Örnek Alanların Coğrafi Konumları	32
Şekil 2.7. Doğrulama Analizinde Kullanılacak, Dört Arazi Örtüsü Sınıfı için Kontrol Noktalarının Dağılımı	52
Şekil 3.1. CORINE 1990 Arazi Örtüsü Verisinin, Çalışmada Kullanılan Arazi Örtüsü Şemasına Adapte Edilmesi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Haritası	55
Şekil 3.2. CORINE 2000 Arazi Örtüsü Verisinin, Çalışmada Kullanılan Arazi Örtüsü Şemasına Adapte Edilmesi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Haritası	56
Şekil 3.3. CORINE 2012 Arazi Örtüsü Verisinin, Çalışmada Kullanılan Arazi Örtüsü Şemasına Adapte Edilmesi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Haritası	57
Şekil 3.4. Atatürk Barajının Farklı Yıllar İçerisinde Alınmış Uydu Görüntüleri	59
Şekil 3.5. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen, Üçüncü Zamansal Döneme Ait Arazi Örtüsü Haritası.....	63
Şekil 3.6. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen, İkinci Zamansal Döneme Ait Arazi Örtüsü Haritası.....	64
Şekil 3.7. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen, Birinci Zamansal Döneme Ait Arazi Örtüsü Haritası.....	65
Şekil 3.8. Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesinin, CORINE 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait Verileri ile Oluşturulmuş Arazi Örtüsü Haritaları..	70
Şekil 3.9. İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesinin, CORINE 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait Verileri ile Oluşturulmuş Arazi Örtüsü Haritaları.....	71
Şekil 3.10. Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesinin, CORINE 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait Verileri ile Oluşturulmuş Arazi Örtüsü Haritaları	72
Şekil 3.11. Alt Vejetatif Arazi Örtüsü Sınıflarının Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Dağılımlarını Gösteren Grafik.....	78
Şekil 3.12. Arazi Örtüsü Sınıflarının Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Dağılımlarını Gösteren Grafik.....	82
Şekil 3.12. Arazi Örtüsü Sınıflarının Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Dağılımlarını Gösteren Grafik.....	82
Şekil 3.13. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilmiş, Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesine ait Arazi Örtüsü Haritası	83

Şekil 3.14. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilmiş, İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesine ait Arazi Örtüsü Haritası	84
Şekil 3.15. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilmiş, Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesine ait Arazi Örtüsü Haritası	85

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	Uzaktan Algılama
IPCC	The Intergovernmental Panel on Climate Change
USGS	United States Geological Survey
MODIS	Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer
NASA	The National Aeronautics and Space Administration
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
GAP	Güney Doğu Anadolu Projesi
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
TM	Thematic Mapper
ETM+	Enhanced Thematic Mapper Plus
OLI	Operational Land Imager
TIRS	Thermal Infrared Sensor
NIR	Near Infrared
SWIR	Short-wave Infrared
TP	Terrain Corrected
NLCD	National Land Cover Database
SLC-off	Offline Scan Line Corrector
LIDAR	Light Detection and Ranging
RADAR	Radio Detection and Ranging
OA	Ormanlık Alanlar
TA	Tarım Alanları
M	Meralar
VFA	Vejetasyonca Fakir Alanlar
SA	Sulak Alanlar
EİÜ	En İyi Üç
KD	Kullanıcı Doğruluğu
ÜD	Üretici Doğruluğu
OD	Ortalama Doğruluk
KK	Kappa Katsayısı
°C	Santigrat Derece
m	Metre
km	Kilometre
ha	Hekt

1. GİRİŞ

Yerküre var olduğundan günümüze sürekli bir değişim içerisindedir. Avcı-toplayıcı insan topluluklarının yaşadıkları dönemin sonuna kadar geçen süreçte, dünya yüzeyi üzerindeki değişimler genel olarak doğal kaynaklı değişimler olarak düşünülmektedir. Tarım devrimi, avcı-toplayıcı insan topluluklarının yerleşik bir hayata geçmesini sağlamış ve bunun sonucunda insanların yaşadıkları çevreyi kendi ihtiyaçları doğrultusunda şekillendirmesine olanak tanımıştır (Wolman, 1993). Uygarlığın başlangıcı olarak sayılabilecek bu hadise ile artan insan nüfusunun doğal kaynaklara olan ihtiyaçları da artmış ve dolayısıyla antropojenik etkiler yüzyıllar içerisinde ivmesini arttırmıştır (Allen ve Barnes, 1985; Squires, 2002). 18. ve 19. yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimleri ile başlayan hızlı sanayileşme süreci, hammadde ve toprak üzerindeki baskıları arttırmış ve böylece arazi örtüsü üzerinde büyük çaplı değişimler yaşanmaya başlamıştır (Watson ve Zakri, 2003; Emmott, 2013). Bu durum, doğal ekosistemin dinamiklerinin bozulmasına ve bazı çevresel sorunların ortaya çıkmasına sebebiyet vermiştir. Geçmiş yıllarda yapılan akademik çalışmalar incelediğinde, arazi örtüsü üzerindeki değişimlerin, karbon emisyonunu, sulak alanları, toprak kalitesini ve iklimi olumsuz yönde etkilediği açıkça görülmektedir (Meyer ve Turner, 1992; Millington, Hussein ve Dutton, 1999; Angel, Parent, Civco, Blei ve Potere, 2011; Seto, Güneralp ve Hutya, 2012).

Yukarıda bahsedilen ve günümüzün en büyük çevresel sorunlarından biri olan küresel iklim değişikliği meselesi ile arazi örtüsü değişimi arasından doğrudan bir ilişki olduğu düşünülmektedir (Pitman, Narisma, Pielke ve Holbrook 2004; Feddema vd., 2005; Pielke, 2005). Kısaca, arazi örtüsü üzerindeki değişimler iklimi değiştirir iken, iklim üzerindeki değişimler de dünya üzerindeki vejetatif örtünün değişimine neden olmaktadır. Bu karşılıklı ilişki, dünya ekosistemini olumsuz yönde değiştirmekte ve gelecekte karşılaşılabilecek birçok felaket senaryosuna da ön adım oluşturmaktadır. Güncel çalışmalardan elde edilen sonuçlardan bir örnek vermek gerekir ise; 8 Ekim 2018 tarihinde Birleşmiş Milletler tarafından küresel iklim değişikliği konusunda desteklenen The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) vasıtası ile yayınlanan raporun incelenmesi, konunun ehemmiyetinin anlaşılması açısından önemlidir (URL-1, 2018). Bu raporda, küresel iklim değişikliği ve gelecekte bizi

bekleyen zararlı etkileri tartışılmaktadır. Raporun en dikkat çeken sonucu ise bu raporun adı da olan 1.5 °C' lik küresel sıcaklıktaki artış tahmini olmuştur. Sanayi devriminden günümüze insan etkileri ile küresel sıcaklıkta 1 °C' lik (yaklaşık 0,8 °C ile 1.2 °C arasında) bir artış söz konusu olup, 2030 ve 2052 yılları arasında ise bu artışın 1.5 °C' ye ulaşacağı bu çalışmada ön görülmektedir. Bahsedilen küresel sıcaklık artışının yanı sıra, Kuzey Kutup bölgesindeki sıcaklık artışlarının yer yer 2 °C'ye, yer yer de 3 °C' ye ulaşmış olduğu görülmüştür. Şu an yaşanan ve gelecekte artmaya devam edecek olan sıcaklıklar, vejetasyon bakımından fakir alanlarda aşırı sıcaklıkların yaşanmasına, birçok bölgede alışılagelmişin dışında yoğun yağışlar ile karşılaşılmasına ve bazı bölgelerde kuraklığın yaşanmasına sebebiyet verebilir. Ayrıca, sıcaklık artışları ile deniz ve okyanus seviyelerindeki artışlar, açlık, kıtlık, kuraklık ve barınma gibi sorunlar ile beraber biyoçeşitlilik ve ekosistem üzerinde birden çok bitki ve hayvan türünün tükenmesi gibi olumsuz etkiler ile karşılaşılması beklenilmektedir (Hoegh-Guldberg vd., 2018; URL-1, 2018).

Arazi örtüsü üzerindeki gerek insan kaynaklı gerekse doğal değişimlerin, yaşadığımız dünya üzerindeki olumsuz etkileri, bu sorunun popüler bir araştırma konusu olmasını sağlamıştır. Türkiye'de ilgili bakanlıklar, akademik camia, belediyeler, sivil toplum kuruluşları, çevreciler ve planlamacılar mevcut problemler ile gelecekte karşılaşılabilecek sorunların önüne geçilebilmesi amacı ile birçok çalışma gerçekleştirmektedir. Bu çalışmalarda, iklim, ormansızlaşma, çölleşme, arazi tahribatı, su kaynakları, biyoçeşitlilik ve hızlı kentleşme gibi uzun yıllar devam eden süreçleri de incelenmektedir. Bunların yanı sıra, çevre ve şehir planlamasında, doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde yönetilebilmesinde ve arkeolojik çalışmalarda altlık oluşturması için arazi örtüsü haritaları geliştirilmektedir. Bahsedilen araştırmalar için kullanılan klasik metotlarda, aşırı zaman, maliyet ve iş gücü gereksinimleri gibi problemler ile karşılaşılmaktadır. 21. yüzyılda hızla gelişen teknoloji ile beraber büyük ilerleme kaydeden Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinin, zamandan tasarruf sağlaması, maliyetleri düşürmesi, iş gücü yükünü azaltması ve yüksek doğruluk oranlarına sahip verileri sağlaması, bu tip çalışmaların daha sık, doğru ve etkili bir şekilde yapılabilmesinin önünü açmıştır (Chen, Hay, Carvalho ve Wulder, 2012).

Çevresel sorunların anlaşılması veya çözümü için yüksek doğrulukla arazi örtüsü ve değişimi haritalarının hazırlanması çok ciddi bir unsurdur. Günümüzde birçok arazi örtüsü haritasına ücretli veya ücretsiz olarak ulaşmak mümkündür. Bunun yanı sıra, CBS ve UA teknolojileri kullanılarak, yapılacak çalışmanın amaçları doğrultusunda istenilen haritaların üretilmesi de mümkündür. Fakat bu haritaları hazırlanmadan önce, kullanılacak yöntem, tercih edilecek uydu görüntüleri veya hava fotoğrafları ve çalışılacak alanın büyüklüğü gibi etmenler, araştırma öncesi cevaplanması gereken en önemli sorulardandır. Çalışma hedefleri doğrultusunda bu etmenlerin göz önünde bulundurulması ve bu doğrultuda hazırlıkların yapılması oldukça önemlidir.

1.1. Genel Bilgiler, Problemin Tespiti ve Çalışmanın Kapsamı

1.1.1. Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Kavramları

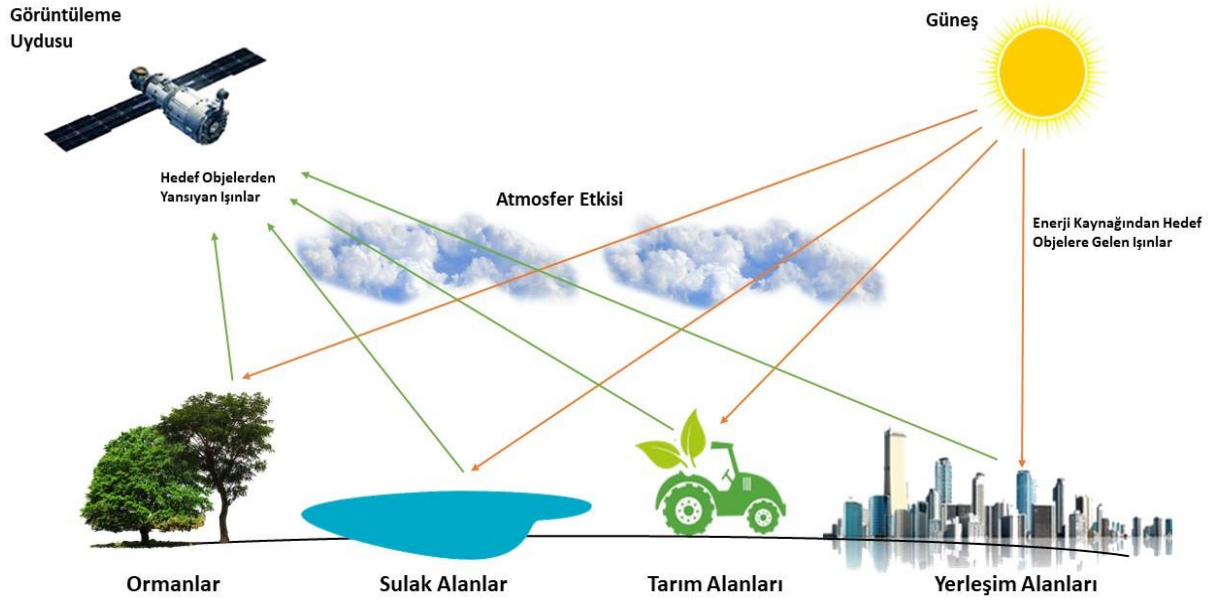
Arazi örtüsü (Land Cover) ile arazi kullanımı (Land Use) kavramları uzun yıllardır karıştırılan ve üzerinde çok tartışılan iki terimdir. Arazi örtüsü, dünya yüzeyi üzerindeki tüm toprağı ve bunların üzerinde yaşamakta olan ormanlar, çalılıklar ve otsu bitkiler gibi canlı topluluklarını, sulak alanları, tarım alanlarını ve binalar, yollar gibi insan eliyle oluşturulmuş geçirimsiz yüzeyleri kapsayan bir terimdir (Burley, 1961; Townshend, 1992). Kısaca, dünyanın fiziksel örtülerinin tamamını kapsayan bir tanımlamadır. Arazi örtüsü değişimi ise toprak ve üzerindeki fiziksel formlarındaki zamana bağlı değişimleri açıklamaktadır. Arazi kullanımı, toprak ve üzerindeki formların, doğal kaynakların, kısacası toprağın biyofiziksel ve ekolojik varlıklarının tarım, endüstri ve şehirleşme gibi insan amaçları doğrultusunda şekillendirilmesini açıklayan terimdir (Burley, 1961; Briassoulis, 2009). Son yıllarda yapılan birçok çalışmada bu iki terimin bir arada kullanıldığı görülmektedir. Bu hata, iki tanımın birbiri ile aynı olduğunun düşünülmesinden kaynaklanmaktadır. Oysaki bu terimleri birbirinden ayıran bazı temel farklılıklar vardır. Arazi kullanımı, arazinin kullanım amacını belirtir ve arazi üzerindeki örtünün bir açıklamasını yapmaz. Örneğin; rekreasyon amaçlı bir saha, orman, çalılık veya otlak bir arazi örtüsü üzerinde olabilir. Fakat arazi kullanımı, bu alanın yalnızca rekreasyon amacı ile ilgilenir. Diğer taraftan, ormanlık bir sahanın, odun üretimi, yaban hayatı geliştirme veya rekreasyon gibi belirli amaçları olabilir. Fakat bu alan, arazi örtüsü sınıfı olarak ormanlık bir alan

olup, kullanım amaçları arazi örtüsü çalışmalarında önemsenmemektedir (URL-2, 2013). Ayrıca, arazi kullanım haritaları yalnızca hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin işlenmesi ile elde edilemez, sahaların kullanım amaçları hakkında ek bilgilere gereksinim duyar (URL-3, 2018). Bu tez çalışmasında, arazi örtüsü sınıflarının değişiminin incelenmesi amaçlandığından arazi kullanımı haritalarının oluşturulmasına gerek duyulmamıştır.

1.1.2. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri

Klasik yöntemler yardımı ile coğrafi bilgilerin toplanması, işlenmesi, değerlendirilmesi ve yorumlanması, zaman, iş gücü ve maliyetler açısından birçok dezavantaja sahiptir. 21. yüzyılda hızla gelişen bilim ve teknoloji, klasik yöntemlerin kullanımını azaltmış, yerine yeni teknolojilerin kullanımının artmasını sağlamıştır. Uzay, bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki hızlı ilerleme, CBS ve UA tekniklerini kolaylaştırmış, iş gücünü, zamanı ve maliyetleri büyük ölçüde azaltmıştır (Rees ve Pellika, 2001; Bahadır, 2007; Chen vd., 2012).

Bir nesne ile fiziksel herhangi bir temasa girmeden, o nesne hakkında elektromanyetik enerji sayesinde bilgi elde edilmesi ve bu bilgilerin yorumlanmasını sağlayan işlemlerinin tümüne uzaktan algılama adı verilmektedir (Longley, Goodchild, Maguire ve Rhind, 2005; Jensen, 2009). Bu teknoloji, ormancılık, jeoloji, hidroloji, arkeoloji, peyzaj mimarlığı, şehir planlama gibi önemli alanlarda sıklıkla kullanılan uygulamaları içerisinde barındırır. Uzaktan algılama tekniklerinin ana çalışma prensibi, hedef nesneye çarpan doğal veya yapay ışık ışınlarının nesne üzerinden geri yansması ve algılayıcılar tarafından toplanarak dijital veri haline dönüştürülmesi işlemidir (Richards, 1999; Barrett, 2013) (Şekil 1.1). Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları için güneş, LIDAR ve Radar gibi gelişmiş uzaktan algılama teknolojileri için kendi bünyesinde barındırdıkları elektromanyetik enerji üreticileri, nesnelerin algılanması için gerekli kaynağı oluşturmaktadır. Hedef nesne üzerinden yansıyan ışınların spektral değerleri, objenin niteliği hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bu spektral değerler, arazi örtüsü haritalamalarında, arazi örtüsü tiplerinin tespiti ve sınıflandırılmasında kullanılmaktadır.



Şekil 1.1. Uzaktan Algılama Sistemlerinin Temel Çalışma Prensipleri

Uydu görüntüleri veya hava fotoğrafları gibi uzaktan algılama verileri ve coğrafi bilgi sistemleri yardımı ile arazi örtüsü ve değişimi çalışmaları yüksek doğruluk ve hassasiyet ile yapılabilmektedir. Uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak hazırlanan arazi örtüsü haritaları, çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Bunlar;

- Orman vejetasyonu örtüsünün mevcut durumu ve değişiminin incelenmesi,
- Göl, akarsu ve nehir gibi sulak alanlardaki değişimlerin incelenmesi,
- Orman yangınları veya diğer doğal afetler sonucunda oluşan tahribatın anlaşılması,
- Zamana bağlı şehirleşme durumunun anlaşılması ve buna bağlı olarak gelecek projeksiyonların oluşturulması,
- Tarım alanlarının değişimi ve bu alanlara ekimi yapılan tarım bitkilerinin verimliliğinin tespiti, olarak özetlenebilir (Lu, Mausel, Brondizio ve Moran, 2004).

Orman vejetasyonu, içerisinde barındığı zengin doğal kaynakları nedeni ile insanoğlu tarafından en çok tahribata uğratılmış arazi örtüsü tipidir (Drummond ve Thomas,

2010). Ahşap ve ürünlerine olan ihtiyacın gün geçtikçe artması, orman vejetasyonu üzerindeki baskının da artmasına sebebiyet vermektedir. Zaman içerisinde büyük değişime uğrayan ormanlık sahalarda ki gerek bozulmaların, gerekse yapılan müdahaleler ile yaşanan artımların incelenmesi büyük önem arz etmektedir. Yersel çalışmalar ile doğal ormanlık sahalarının değişimin saptanması, bu alanların zorlu topoğrafik yapıları nedeni ile uygun bir metot olarak görülmemektedir. Fakat artan teknolojik gelişmeler ile gelişmiş uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması, bu sorunu ortadan kaldırmış ve konu ile ilgili birçok çalışmanın yapılmasına da olanak sağlamıştır (Coppin ve Bauer, 1996; Desclée, Bogaert ve Defourny, 2006; Huang vd., 2009; Schulz, Cayuela, Echeverria, Salas ve Benayas, 2010; Lira, Tambosi, Ewers ve Metzger, 2012).

Yaz aylarında sıklıkla karşılaşılan, bazen doğal sebepler ile bazı zamanlarda ise insan ihmali ile ortaya çıkan orman yangınları, hem ekolojik olarak hem de maddi açıdan büyük tahribatlara sebebiyet vermektedir. Yangın öncesi ve sonrasına ait uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları sayesinde, yangın görmüş alandaki örtü değişimi ve tahribatın boyutları uzaktan algılama teknolojileri ile yüksek doğrulukta tespit edilebilmektedir. Ayrıca, yangın sonrasındaki yıllara ait uydu veya hava fotoğrafları yardımı ile afet görmüş alandaki örtü değişimi de incelenebilmektedir (White, Ryan, Key ve Running, 1996; Remmel ve Perrera, 2001; Koetz, Morsdorf, Van der Linden, Curt ve Allgöwer, 2008).

Artan insan nüfusu ve köyden şehirlere doğru yaşanan göçler, son yıllarda hızlı ve yoğun kentleşme sorununa yol açmaktadır. Bu sorun, birçok bölgedeki doğal sahaların azalmasına veya artmasına sebebiyet vermiştir. Özellikle büyük şehirlerde, doğal alanlar yıllar içerisinde yapılaşma sonucu dönüştürülmüş olup, ekolojik tahribat çok üst düzeylere ulaşmıştır (Meyer ve Turner, 1992; Costea ve Nicolin, 2017). İnsan nüfusunun önümüzdeki yıllarda da yüksek hızla artacağı düşünüldüğünde, bu sorun gelecekte çok daha büyük zararlı etkiler doğurabileceği öngörülmektedir. Ülkelerin ilgili bakanlıkları, yerel yönetimler ve sivil toplu kuruluşları, dünya üzerindeki büyük şehirlerin kentleşme eğilimini inceleyerek, gelecekte karşılaşılabilecek sorunlara çözüm bulmak amacı ile UA ve CBS teknolojileri vasıtasıyla arazi örtüsü haritaları oluşturmakta ve kullanmaktadırlar (Yang, Xian, Klaver ve Deal, 2003; Mundia ve

Aniya, 2005; Yuan, Sawaya, Loeffelholz ve Bauer, 2005; Weng, Quattrochi ve Gamba, 2018).

Yukarıda bahsedilen insan nüfusunda yaşanan artış, yalnızca hızlı kentleşme sorununa neden olmamaktadır. Nüfus ve refah seviyesindeki artışlar, dünya yüzeyi üzerinde tarım alanlarının da hızla artmasına sebebiyet vermektedir (Costea ve Nicolin, 2017). Artan tarım alanlarının ekolojik döngü üzerine olan zararlı etkilerinin ortaya koyulması ve tarım yapılan alanlara ekilen ürünlerinin verimliliğinin ve hastalık durumlarının incelenmesi için arazi örtüsü verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Poyatos, Latron ve Llorens, 2003; Muzein, 2006; Rumpf vd., 2010).

1.1.3. Arazi Örtüsü Veri Setleri ve Üretim Basamakları

Günümüzde birden çok arazi örtüsü verisine çevrimiçi olarak ulaşmak mümkündür. Bunların büyük bir kısmı ücretsiz iken, bazı veri setlerine, ücretli olarak ulaşılabilmektedir. Ülkemizde, The Coordination of Information on the Environment (CORINE) arazi örtüsü haritaları, ücretsiz olarak ulaşılabilen ve akademik çalışmalarda sıklıkla kullanılan veri setlerindendir. 1998 yılında Devlet Planlama Teşkilatı tarafından desteklenen ‘Arazi Örtüsü Belirleme Projesi’ kapsamında, minimum hata ile arazi örtüsü haritalarının hazırlanması düşünülmüş ve bu kapsamda arazi örtüsü veri standardı olarak, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından hazırlanmış olan CORINE sınıflandırmasının kullanılması belirtilmiştir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2007; Karagülle ve Kendüzler, 2007; Ateşoğlu, 2016). CORINE çalışmasının ana amacı, Avrupa Birliği’ne bağlı ülkelerde yapılan çevresel çalışmalarda, altlık olarak kullanılması planlanan arazi örtüsü verilerinin, bir standardının oluşturulmasıdır (Heymann, 1994; Başayığ, 2004; Onur, Maktav, Sari ve Kemal Sönmez, 2009). CORINE projesi 1985 yılında Avrupa Birliği tarafından başlatılmış olup, 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları için 100 metre mekânsal çözünürlüğe sahip arazi örtüsü verileri, uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulmuştur. ‘Land Monitoring Service’ tarafından dağıtılan bu beş arazi örtüsü verisi içerisinde yalnızca 2018 yılı için oluşturulmuş olan CORINE verisine Türkiye sınırları dâhil edilmemiştir (URL-4, 2018). CORINE projesi için yapılan geçmiş çalışmalarda orta seviyede çözünürlüğü sahip Landsat uyduları kullanılır iken, ilerleyen yıllar içerisinde

Spot ve IRS uydularından elde edilen görüntülerin kullanılması tercih edilmiştir (Çivi vd., 2009). Bu veri setleri, özellikle vejetasyon gruplarının daha ayrıntılı bir şekilde incelenebilmesi amacıyla, tüm Avrupa kıtası topraklarını 5 ana arazi örtüsü sınıfı içerisinde 44 farklı alt arazi örtüsü sınıfına ayırarak incelemiştir (Bossard, 2000).

Türkiye’de sıklıkla tercih edilen CORINE arazi örtüsü veri setleri haricinde, Global Land Survey (GLS), GlobeLand 30, USGS Global Land Cover Characterization gibi birden çok küresel veri seti ve çalışmaya ulaşmak mümkündür. Bunların yanı sıra, arazi örtüsü haritaları belirlenen amaçlar doğrultusunda, uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak, alanında uzman kişiler tarafından hazırlanabilmektedir. Fakat bu veriler hazırlanmadan önce, çalışmanın ana hedefleri doğrultusunda, iyi bir arazi örtüsü verisi ve değişim analizi oluşturabilmek adına, bazı ön hazırlıklar ve bilgiler hazırlanarak göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar;

- Çalışma alanının boyutları,
- Çalışmada kullanılması uygun uydu görüntüsü veya hava fotoğrafı ürününün, zaman ve maliyet hesapları düşünülerek belirlenmesi,
- Çok zamanlı veriler arasında geometrik uyumun ve atmosferik düzenlemelerin sağlanması,
- Çalışmanın amaçları ve yöntem doğrultusunda, incelemesi yapılacak arazi örtüsü sınıflarının ve şamasının oluşturulması,
- Çalışmada kullanılacak yöntem ve algoritmanın belirlenmesi,
- Arazi örtüsü sınıfları arasındaki değişimin ortaya konması ve
- Çalışmanın doğruluğunu ve hassasiyetini ortaya çıkarabilmek amacı ile doğruluk analizlerinin yapılması, olarak özetlenebilir (Lu vd., 2004).

1.1.3.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Arazi örtüsü haritaları hazırlanmadan önceki en önemli basamaklardan biri çalışma alanının ve boyutlarının belirlenmesidir. Çalışma alanının boyutları ile kullanılması planlanan uydu görüntüleri, hava fotoğrafları ve ayrıca kullanılacak metot doğrudan ilişki içerisinde. Küçük ölçekli, lokal alanları inceleyen çalışmalarda, ayrıntılı bir inceleme yapılabilmesi için yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri tercih edilir iken

(Davis ve Wang, 2002), çalışma alanı büyüdükçe, örneğin ülke bazlı çalışmalarda orta çözünürlüklü görüntüler (Fuller, Groom ve Jones, 1994), küresel ölçekli çalışmalarda ise düşük çözünürlüklü görüntüler tercih edilmektedir (Hansen, DeFries, Townshend ve Sohlber, 2000). Yüksek çözünürlüğe sahip görüntüler, çalışılan alan ile ilgili kullanıcıya detaylı bilgiler sunmaktadır. Fakat bu detaylı bilgilerin yanı sıra bulut ve gölge gibi atmosferik görüntü kirlilikleri ile fazla spektral detay, özellikle büyük ölçekli çalışmalar için en önemli dezavantajlardandır (Dare, 2005). Bu sebeplerden ötürü, büyük ölçekli çalışmalarda orta ve düşük çözünürlüklü uydu görüntüleri tercih edilmektedir (Franklin ve Wulder, 2002). Bunların yanı sıra, küçük ölçekli çalışmalarda, uydu görüntülerinin ve hava fotoğraflarının kullanımı mümkün iken, büyük ölçekli çalışmalarda genellikle uydu görüntüleri tercih edilmektedir.

Arazi örtüsü değişimi çalışmaları gerek ülkemizde gerekse dünyada çok popüler bir çalışma konusu olup, bu konu ile ilgili çok fazla sayıda tez, makale, bildiri ve rapora ulaşmak mümkündür. Yüksek Öğretim Kurulu Başkanlığının hazırlamış olduğu ‘Ulusal Tez Merkezi’ incelendiğinde, arazi örtüsü değişimi üzerine yapılmış 38 adet tez çalışmasına ulaşılmaktadır (Ulusal Tez Merkezi, 2019). Bu çalışmaların 33 adedi yüksek lisans seviyesine ait olup 5 tanesi de doktora çalışması olarak yapılmıştır. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğunda lokal alanlar tercih edilmiş olup, yalnızca bir çalışma kapsamında Türkiye ölçeğinde arazi örtüsü değişim analizi yapıldığı tespit edilmiştir.

Gülbeyaz (2007) ‘Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yöntemleri ile Türkiye ölçeğinde arazi örtüsünün sınıflandırılması’ adlı yüksek lisans tezi çalışmasında ülkemiz ölçeğinde, Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu verisi kullanarak arazi örtüsü haritası üretmiştir. Yapılan çalışmada gelecek yıllarda kullanılmak üzere arazi örtüsü altlığı oluşturulmuş olup, olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Fakat bu çalışmada kullanılan MODIS uydusuna ait görüntülerin çözünürlüğünün çok düşük olması (1 x 1 kilometre mekânsal çözünürlük), ayrıntılı bir incelemenin yapılmasına olanak sağlamamıştır. Ayrıca, bu çalışmada arazi örtüsü değişimi incelenmemiştir. Arıkan (2018) ‘Collect Earth metodolojisi kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi arazi kullanım değişimlerinin belirlenmesi’ ve Yıldız (2018) ‘Collect Earth metodolojisi kullanılarak İç Anadolu Bölgesi arazi kullanım

değişimlerinin belirlenmesi' adlı yüksek lisans çalışmalarında, arazi örtüsü ve değişimi için yeni bir yaklaşım kullanarak, ülkemizin iki coğrafi bölgesi içerisindeki arazi örtüsünün değişimini incelemişlerdir. Bu çalışmalarda, geçmişte yapılan lokal çalışmalara oranla daha büyük alanların ve floristik bakımdan farklı özelliklere sahip alanların incelenmesi büyük öneme sahiptir. Ayrıca 'Collect Earth' yönteminin, arazi örtüsü ve değişimi çalışmalarında kullanılmasının, avantajlarının ve dezavantajlarının anlaşılması açısından önemli eserlerdendir.

Yukarıda bahsedilen çalışmalar haricinde kalan tüm tez çalışmaları, lokal alanları kapsamaktadır. Yapılan akademik tezlerin haricinde, bilimsel makaleler içerisinde de ülke geneli için hazırlanmış, çalışma veya çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenlerle, ülkemiz gibi biyoçeşitlilik bakımında zengin ve üç floristik bölgeye (Avrupa-Sibirya, İran-Turan, Akdeniz fitocoğrafik bölgeleri) ev sahipliği yapan bir coğrafyanın, orta seviye mekânsal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri vasıtasıyla, yüksek doğruluğa ve hassasiyete sahip arazi örtüsü haritalarının hazırlanması ve zamana bağlı değişim durumunun incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, öncelikle tüm Türkiye için arazi örtüsü haritalarının oluşturulması ve onbeşer yıllık periyotlardaki değişiminin hesaplanması, ardından her bir fitocoğrafik bölge içerisindeki vejetasyonun mevcut durumunun ve zamana bağlı değişiminin incelenmesi planlanmıştır.

1.1.3.2. Uydu Görüntüleri ve Hava Fotoğrafları

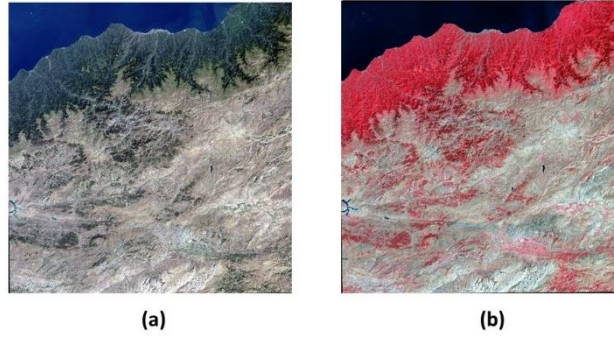
Dünya yörüngesinde oldukça fazla sayıda haberleşme ve görüntüleme uyduları bulunmaktadır. Görüntüleme uydularından elde edilen fotoğraflar arazi örtüsü çalışmaları için en önemli veri setlerini oluşturmaktadır. Çalışma için kullanılacak uydu görüntüsünün seçimi, büyük ölçüde çalışma alanının boyutlarına ve buna bağlı olarak da görüntünün mekânsal çözünürlüğüne bağlıdır (Woodcock ve Strahler, 1987). Bunun yanı sıra, kullanılacak uydu görüntüsünün teminindeki maliyet ve görüntü setlerinin zamansal çeşitliliği büyük önem arz etmektedir. Aster, Ikonos, Geoeeye, MODIS, Spot, Qickbird ve Landsat gibi arazi örtüsü çalışmalarında çok bilinen ve kullanılan uyduların görüntülerinin yersel, radyometrik ve spektral çözünürlükleri ile görüntüleme başlangıç ve sonlama tarihleri arasında büyük çeşitlilikler bulunmaktadır. 'Çalışma Alanının Belirlenmesi' başlığı içerisinde bahsedildiği gibi Ikonos, Geoeeye

ve Quickbird'ten elde edilen yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri küçük ölçekli çalışmalarda, Landsat, Aster gibi uyduların orta çözünürlüklü görüntüleri ve MODIS uydusundan elde edilen düşük çözünürlüklü görüntüler, büyük ölçekli çalışmalarda kullanılmaktadır.

Land Remote Sensing Satellite System diğer bir adıyla Landsat programı, ilk olarak 23 Temmuz 1972 yılında The National Aeronautics and Space Administration (NASA) tarafından fırlatılan Landsat 1 uydusu ile başlamış ve o yıllardan günümüze kadar sağladığı uydu görüntüleri ile en çok tercih edilen görüntüleme uydularından biri olmuştur (Wolter, Mladenoff, Host ve Crow, 1995). Landsat 1 uydusunun 1972 yılında başlayan görevi 1978 yılında son bulmuş, ardında günümüze kadar toplamda yedi adet daha görüntüleme uydusu, NASA tarafından fırlatılmıştır. Yörüngeye oturtulamayan Landsat 6 haricinde kalan tüm uydular görevlerini başarı ile yürütmüş olup, Landsat 7 ve 8 uyduları görevlerini günümüzde halen devam ettirmektedir. Bunların yanı sıra; Amerika Birleşik Devletleri 2020 veya 2021 yılında Landsat 9 uydusunu yörüngeye oturtmayı planlamaktadır (URL-5, 2019). Landsat uydu görüntüleri, diğer birçok uydu görüntülerinde olduğu gibi, ücretli iken, yapılacak büyük boyutlu çalışmalarda kullanılması, binlerce dolarlık bir maliyet sorununu ortaya çıkartmaktaydı. Fakat, 2008 yılında United States Geological Survey (USGS) tarafından bu uydu görüntülerinin ücretsiz olarak erişime açılması, günümüzde sıklıkla kullanılmasının önünü açmıştır (Woodcock vd., 2008). Ayrıca uzun süreyi kapsayan görüntü arşivi, konumsal çözünürlüğü ve nadir noktasına yakın incelemeleri bu ürünlerin popülerliğini arttırmıştır (Woodcock ve Strahler, 1987; Wulder vd., 2008). Landsat uydularına ait sensörler, ABD'deki bir noktayı 16 günde bir görüntüleme imkânına sahiptir. Fakat dünyanın geri kalan kısmı için bu değer birçok faktöre bağlı olarak daha düşüktür (Arvidson, Goward, Gasch ve Williams, 2006). Bu noktada, ABD dışındaki ülkelerde yapılacak olan çalışmalarda, belirli yıl ve aylara ait, atmosferik etkinin minimum olduğu görüntüleri elde etmek, Landsat uydusu verilerinin en büyük dezavantajıdır.

Landsat görüntüleme uyduları farklı spektral bantlara ait görüntüleri sensörleri yardımı ile kullanıma sunmaktadır. Örneğin; Landsat 4-5 Thematic Mapper (TM) altı farklı spektral bantta 30 metre konumsal çözünürlük ile ayrıca 120 metre çözünürlüklü

termal bant ile birlikte kullanıcılara sunulmuştur (Tablo 1.1). Landsat 7 uydusu, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) sensörü yardımı ile Landsat 4 ve 5'den farklı olarak, sekizinci bant olan siyah-beyaz yani pankromatik görüntüyü, 15 metre mekânsal çözünürlük ile sağlamaktadır (Tablo 1.2). Bahsedilen, Landsat spektral bantlarının yardımı ile çalışmanın amaçları doğrultusunda, farklı bant kombinasyonlarından oluşturulan multispektral görüntüler arazi örtüsü çalışmaları için büyük öneme sahiptir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Landsat 8 Uydu Görüntüleri ve Farklı Bant Kombinasyonları. a) Natural Color Bant Kombinasyonuna ait Görüntü, b) Color Infrared Bant Kombinasyonuna ait Görüntü.

Tablo 1.1. Landsat 4-5 uyduları Thematic Mapper (TM) sensörlerine ait spektral bantlar ve bunların dalga boyları ile mekansal çözünürlüklerini gösteren tablo (URL-6, 2018)

Bantlar	Dalga Boyu (Mikrometre)	Çözünürlük (Metre)
Bant 1 - Blue	0,45 – 0,52	30
Bant 2 - Green	0,52 – 0,60	30
Bant 3 - Red	0,63 – 0,69	30
Bant 4 - Near Infrared (NIR)	0,76 – 0,90	30
Bant 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1,55 – 1,75	30
Bant 6 - Thermal	10,40 – 12,50	120
Bant 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2,08 – 2,35	30

Tablo 1.2. Landsat 7 uydusu Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) sensörüne ait spektral bantlar ve bunların dalga boyları ile mekansal çözünürlüklerini gösteren tablo (URL-6, 2018).

Bantlar	Dalga Boyu (Mikrometre)	Çözünürlük (Metre)
Bant 1 - Blue	0,45 – 0,52	30
Bant 2 - Green	0,52 – 0,60	30
Bant 3 - Red	0,63 – 0,69	30
Bant 4 - Near Infrared (NIR)	0,76 – 0,90	30
Bant 5 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1,55 – 1,75	30
Bant 6 - Thermal	10,40 – 12,50	120
Bant 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2,08 – 2,35	30
Bant 8 - Panchromatic	0,52 – 0,90	15

1999 yılında fırlatılan Landsat 7 uydusundan 14 yıl sonra dünya yörüngesine oturtulan Landsat 8 uydusu, önceki nesillere göre daha gelişmiş teknolojiler ile donatılmıştır. Landsat 8 uydusu, Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) sensörleri yardımı ile elde edilen görüntü veri setlerinde 11 farklı spektral bant bulundurur ve bu bantların spektral aralıkları diğerlerinden farklıdır (Tablo 1.3).

Tablo 1.3. *Landsat 8 uydusu Operational Land Imager (OLI) ve Thermal Infrared Sensor (TIRS) sensörlerine ait spektral bantlar ve bunların dalga boyları ile mekansal çözünürlüklerini gösteren tablo* (Barsi, Lee, Kvaran, Markham ve Pedelty, 2014).

Bantlar	Dalga Boyu (Mikrometre)	Çözünürlük (Metre)
Bant 1 - Ultra Blue	0,435 – 0,451	30
Bant 2 - Blue	0,452 – 0,512	30
Bant 3 - Green	0,533 – 0,590	30
Bant 4 - Red	0,636 – 0,673	30
Bant 5 - Near Infrared (NIR)	0,851 – 0,879	30
Bant 6 - Shortwave Infrared (SWIR) 1	1,566 – 1,651	30
Bant 7 - Shortwave Infrared (SWIR) 2	2,107 – 2,294	30
Bant 8 - Panchromatic	0,503 – 0,676	15
Bant 9 - Cirrus	1,363 – 1,384	30
Bant 10 - Thermal Infrared (TIRS) 1	10,60 – 11,19	100
Bant 11 - Thermal Infrared (TIRS) 2	11,50 – 12,51	100

Arazi örtüsü çalışmalarında sağlamış olduğu avantajlardan dolayı Landsat uyduları en çok tercih edilen uzaktan algılama verilerinden birisidir. Byrne, Crapper ve Mayo (1980) tarafından hazırlanmış ‘Monitoring land-cover change by principal component analysis of multitemporal Landsat data’ adlı eser Landsat uydu görüntüleri ile hazırlanmış en eski eserlerden biri olup, bu görüntülerin işlenmesinde kullanılan metotların sürecini açıklayan önemli bir eserdir. İlerleyen yıllar içerisinde bu çalışmaların sayısı gittikçe artmış ve güncelliğini günümüzde de yitirmemiştir (Deng, Zhu, He ve Tang, 2019; Kabisch, Selsam, Kirsten, Lausch ve Bumberger 2019; Li, Lu, Li, Wu ve Shao, 2019; Srivastava, Suman ve Pandey 2019; Yang vd., 2019).

Landsat 4,5 ve 8 uydularından elde edilen, Türkiye sınırlarının tamamını kapsayan 50 adet pafta, bu çalışma süresince, arazi örtüsü ve değişimi analizlerinde ana kaynak olarak kullanılmıştır. Landsat 7 uydusunun Scan Line Corrector (SLC) aygıtının 31 Mayıs 2003 günü bozulmasından ötürü, bahsedilen tarihten sonraki bu uyduya ait görüntülerde, bazı çizgisel veri hataları ile karşılaşmaktadır. Bu sebepten ötürü, bu çalışmada Landsat 7 uydusuna ait uydu verileri sınırlı sayıda kullanılmıştır.

1.1.3.3. Geometrik ve Atmosferik Düzenlemeler

Arazi  rt s  değişim analizleri için çok zamanlı uydu verilerinin kullanımı gerekmektedir. Çalışmanın başlangıç safhasında, çok zamanlı uydu verileri arasındaki kalibrasyonunun sağlanması büyük öneme sahiptir. Geçmiş yıllarda, veri setleri arasındaki geometrik uyumun sağlanması için yersel kontrol noktaları kullanılmaktaydı. Fakat son yıllarda, USGS tarafından geliştirilen Level -1 Terrain Corrected (TP) Landsat uydu görüntüleri, radyometrik düzenlemeleri yapılmış, yersel kontrol noktaları ve sayısal yükseklik modelleri ile ortofoto hassasiyetinde, en yüksek kaliteye sahip Landsat  r nleridir (URL-7, 2018). Böylece, yapılacak çalışmalar öncesinde geometrik düzenlemelerin gerekliliği ortadan kalkmıştır (Zhu ve Woodcock, 2014).

Görüntüleme uyduları tarafından yakalanan elektromanyetik radyasyon sinyalleri, atmosfer içerisinden geçer iken havada bulunan gazlardan ve partiküllerden etkilenmektedir (Song, Woodcock, Seto, Lenney ve Macomber, 2001). Bunların yanı sıra, bulutların ve gölgelerin oluşturdukları bozulumlar, çalışmaları negatif yönde etkilemektedir. Olumsuz atmosferik etkileri azaltmak için, uydu görüntüsü içerisindeki piksellerin sayısal numara (Digital Number – DN) değerlerinin yüzey yansımaları (Surface Reflectance – SR) değerlerine dönüştürülmesi gerekmektedir (Vermote vd., 1997; Masek vd., 2006). Fakat bu işlem, özellikle büyük ölçekli çalışmalarda, zaman kaybına ve büyük iş gücü gerekliliğine sebebiyet vermektedir (Vanonckelen, Lhermitte ve Van Rompaey, 2013). Uluslararası literatür incelendiğinde, birçok akademik çalışma, atmosferik düzenlemelerin arazi örtüsü haritalarının oluşturulmasında küçük bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Potter, 1974; Fraser, Bahethi ve Al-Abbas, 1977; Kawata, Ohtani, Kusaka ve Ueno, 1990; Song, Woodcock, Seto, Lenney ve Macomber, 2001). Yine başka bir çalışmada, geometrik düzenlemeler ile atmosferik düzenlemeler kıyaslandığında, geometrik düzenlemelerin daha önemli olduğu tespit edilmiştir (Vanonckelen vd., 2013). Ayrıca, atmosferik düzenlemeler esnasında orijinal verinin değiştirilmesinden kaynaklı hataların da oluşabileceği göz önüne alınmalıdır (Kennedy vd., 2009). Bu nedenlerle, iş gücünden ve zamandan tasarruf etmek için büyük ölçekli çalışmalarda kullanılacak uydu görüntüleri seçilir iken, bulut, gölge ve sis etkisinin minimum olduğu

görüntülerin tercih edilmesi ile atmosferik düzenlemeler yapılmadan arazi örtüsü haritaları ve değişim analizleri yapılabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Türkiye sınırlarını kapsayan her bir pafta için Landsat uydu görüntüleri seçilir iken, geometrik düzenlemeleri yapılmış, Level-1 TP ürünleri tercih edilmiştir. Ayrıca, bulut, gölge ve sis etkisinin en az olduğu görüntüler seçilerek, atmosferik etkinin minimum seviyelere düşürülmesi planlanmıştır.

1.1.3.4. Arazi Örtüsü Sınıflarının Oluşturulması

Arazi örtüsü çalışmaları dünya üzerindeki biyofiziksel örtü gruplarının sayısal tasvirleridir. Bu sebeple, uydu görüntülerinin spektral imzalarını anlamlı kılmak adına arazi örtüsü sınıflarının önceden oluşturulması, bu tip çalışmaların en önemli basamaklarından biridir. Genel arazi örtüsü ve değişimi çalışmalarında, Avrupa Birliği tarafından hazırlanmış olan CORINE ve ABD’de hazırlanmış, sıklıkla tercih edilen, National Land Cover Dataset (NLCD) gibi veri setlerinde kullanılmış arazi örtüsü sınıfları tercih edilmektedir (Homer, Fry ve Barnes, 2012). Fakat bu veri setlerinde kullanılan arazi örtüsü sınıflarının sayıca çok olması ve bu sebeple kullanılabilirliğinin zor olması nedeniyle, arazi örtüsü sınıflarının, bireysel çalışmaların genel amaçları doğrultusunda, araştırmacı tarafından belirlenmesi büyük öneme sahiptir. Örneğin; vejetasyon varlığı ve değişiminin ana hedef olduğu çalışmalarda, arazi örtüsü sınıflarının, çalışma alanı içerisinde, vejetasyon yapısını en iyi açıklayabilecek şekilde olması gerekmektedir (Pickup, Chewings ve Nelson, 1993). Çok zamanlı uydu görüntülerini işlemeden önce, çalışmanın amaçları doğrultusunda, yeryüzü özelliklerini ortaya koyabilecek sınıfların oluşturulması, veriler arasındaki standardizasyonu temin edecek ve birbirleri ile kıyaslanmasına olanak sağlayacaktır (Bagan ve Yamagata, 2014). Yukarıdaki bilgiler ışığında, çalışmaya başlamadan önce, uygun arazi örtüsü sınıfları ve şemasının oluşturulması, çalışmadaki standardizasyonu sağlayarak çalışmanın doğruluğu ve hassasiyetini doğrudan etkileyecek olması açısından, özen gösterilmesi gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

1.1.3.5. Görüntü İşleme Yöntemleri

Dünya üzerindeki her cisim üzerine gelen ışık ışınlarının bir kısmını soğurur ve diğer kalan kısmını ise yansıtır. Görüntüleme uyduları, dünya üzerindeki cisimlerin yansımalarını üzerlerinde bulundurdıkları sensörler yardımı ile toplar ve cisimler hakkında bilgi sahibi olmamız için bu verileri raster formatında depolar. Elde edilen görüntüler CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile anlamlı verilere yanı sayısal verilere dönüştürülür ve bu işleme ‘görüntü işleme’ adı verilir (Haralick ve Shanmugam, 1973; Blaschke, 2010). Görüntü işlemek için seçilecek yöntem, arazi örtüsü çalışmalarının kalitesi ve doğruluğu açısından büyük önem arz etmektedir. Sınırları belirli alanlar için çok zamanlı uydu görüntülerinin işlenmesi ve birbirleri arasındaki değişim hesaplamaları, birçok arazi örtüsü ve değişimi çalışması metotlarının ana hatlarını oluşturmaktadır (Van Niel, 1995; Yuan vd., 2005). Görüntü sınıflandırma teknikleri; kontrolsüz sınıflandırma (unsupervised classification) ve kontrollü sınıflandırma (supervised classification) teknikleri olarak iki ana başlık içerisinde incelenmektedir (Mather ve Tso, 2016) (Şekil 1.3). Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, görüntü üzerindeki her bir pikselin sahip olduğu spektral değerlerin, kullanıcı müdahalesi olmaksızın, istenilen sınıf sayısına göre istatistiksel olarak gruplandırılması işlemidir (Ozesmi ve Bauer, 2002). Bu yöntem ile elde edilen gruplar yalnızca spektral grup sınıfları olup, sınıflandırma şemasında belirtilen arazi örtüsü sınıflarına göre düzenlenmesi için yeniden sınıflandırılması gerekmektedir (Lillesand, Kiefer ve Chipman, 2014). Bu sınıflandırma yönteminin kontrollü sınıflandırma yöntemine göre en önemli avantajı, arazi örtüsü sınıflarına ait örnek alanların seçilerek kullanılan algoritmaya öğretilmesi işlemi gibi, uzun zaman gerektiren süreçlerden muaf olmasıdır. Çalışma alanı hakkında yeterli bilginin sahip olunmadığı alanlar için, arazi örtüsü hakkında kabaca bilgi elde etmek için tercih edilmektedir (Omran, Engelbrecht ve Salman, 2005). Tam otomatik olarak adlandırabileceğimiz bu sınıflandırma yöntemi, ISO Kümeleme (ISO Cluster) algoritmasını kullanmaktadır.

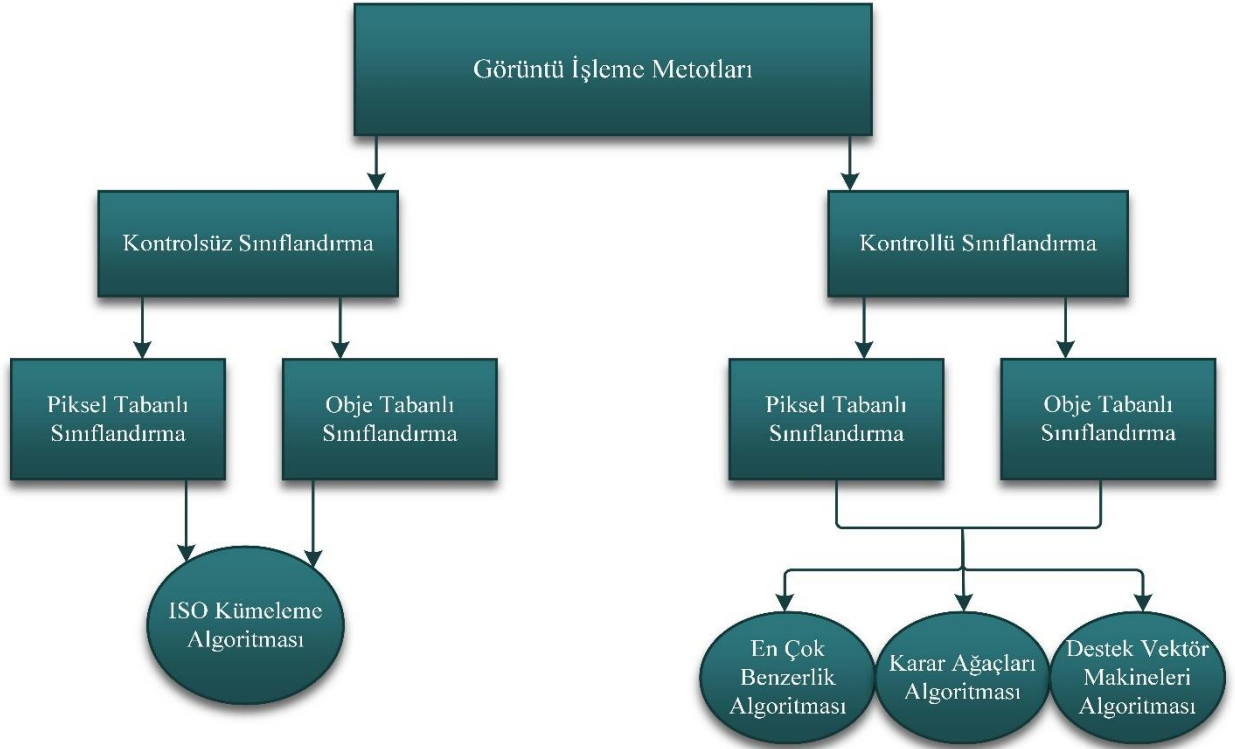
Kontrollü sınıflandırma yöntemi, dijital görüntü üzerindeki piksellerin, kullanıcı tarafından seçilmiş örnek alanların spektral imzaları yardımı ile önceden belirlenmiş olan sınıflandırma şemasına uygun olarak kategorilendirmesi işlemidir (Schowengerdt, 2006). Kontrollü sınıflandırma işlemindeki en önemli husus, kontrol

alanlarının seçimidir. Sınıflar arası ayrımın düzgün bir şekilde gerçekleşebilmesi, kontrol alanlarının seçimindeki hassasiyete bağlıdır (Perumal ve Bhaskaran, 2010). Bu sınıflandırma yöntemi içerisinde, en çok benzerlik sınıflandırma (maximum likelihood classification – MLC) algoritması oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Bolstad ve Lillesand, 1991; Stefanov, Ramsey ve Christensen, 2001; Rawat ve Kumar, 2015). Bunun yanı sıra ileri sınıflandırma tekniklerinden olan, destek vektör makineleri (support vector machine – SVM) ve karar ağaçları (decision trees) algoritmaları, kontrollü görüntü işleme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Otukey ve Blaschke, 2010; Varma, Rao, Raju ve Varma, 2016). Karar ağaçları algoritması, verilerin dağıtımıyla ilgili önceden yapılmış herhangi bir istatistiksel varsayım gerektirmeyen, parametrik olmayan bir sınıflandırıcıdır (Quinlan, 1993). Destek vektör makineleri ise sınıflandırma ve regresyon için kullanılan bir dizi ilgili öğrenme algoritmasıdır. Karar ağaçları sınıflandırıcıları gibi, destek vektör makineleri de parametrik olmayan sınıflandırıcılardır (Vapnik, 1999).

Görüntü işleme yöntemi belirlendikten sonra sınıflandırma tipinin belirlenmesi gerekmektedir. Piksel tabanlı ve obje (nesne) tabanlı sınıflandırma metotları, arazi örtüsü çalışmalarında en çok kullanılan yöntemlerdendir. Piksel tabanlı sınıflandırma tekniği, tüm görüntü içerisindeki hücreleri tek tek ele alan, komşu hücrelerin bilgilerine ihtiyaç duymadan görüntünün sınıflandırılmasını sağlayan bir yöntemdir (Myint, Gober, Brazel, Grossman-Clarke ve Weng, 2011; Aguirre-Gutiérrez ve Seijmonsbergen, 2012). Obje tabanlı sınıflandırmada tekniği ise, birbirine spektral olarak benzer komşu piksellerin gruplandırılması ve bu grupların sınıflandırılması esasına dayanmaktadır. Obje tabanlı sınıflandırma yapılırken, hücrelerin hangi guruba bağlanması gerektiğine dair bir işlem olan segmentasyon adımı büyük öneme sahiptir (Myint vd., 2011; Aguirre- Gutiérrez ve Seijmonsbergen, 2012).

Yukarıda bahsedilen tüm görüntü işleme metotları ve algoritmaları, çalışmanın kalitesini ve doğruluğunu doğrudan etkilemektedir. Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde, her bir yöntemin kullanıldığı alana göre farklı doğruluklar sunması, çalışmayı yürüten araştırmacıların, hangi yöntemi kullanacağı konusunda karar vermesini zorlaştırmaktadır (Otukey ve Blaschke, 2010; Mather ve Tso, 2016; Ma vd., 2017). Bu sebeple, özellikle büyük ölçekli çalışmalarda, örnek alanlar üzerinden

denemeler yapılarak kullanılacak yöntemin belirlenmesi, çalışmanın kalitesini arttıracakı düşünülmektedir.



Şekil 1.3. Görüntü işleme metotlarını gösteren akış şeması.

1.1.3.6. Değişim Analizleri

Değişim analizi, bir bölgenin farklı zamanlarda elde edilmiş uydu görüntülerinin veya hava fotoğraflarının spektral yansıma değerlerinin, uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri yardımı ile işlenerek, zaman içerisinde geçirdiği değişimin tanımlanması ve haritalanması işlemidir (Singh, 1989; Herold vd., 2009). Arazi örtüsünün zamana bağlı değişiminin hesaplanabilmesi için iki ana metot kullanılmaktadır. ‘Sınıflandırma öncesi değişim analizi’ adlı yöntemde, sınıflandırma işlemine girilmeden, her bir hücrenin spektral imzaları ve aralarındaki fark çıkarma işlemi yapılarak hesaplanır. Bu yöntemde elde edilen spektral farkların çeşitliliği ve tanımlamasının zorluğu, kullanımını azaltmıştır (Young vd., 2017). Diğer bir yöntem olan, sınıflandırma sonrası değişim analizi yönteminde ise, eldeki tüm görüntülere hücrelerin spektral değerlerini, arazi örtüsü şemasına göre sınıflandırma işlemi yapılarak elde edilen kategorik haritaların birbirinden çıkarılması esasına dayanmaktadır. Bu yöntem ile eldeki tüm uydu görüntülerinin spektral değerleri yerine

birbiri ile tamamen aynı, arazi örtüsü sınıfları kullanıldığı için arazi örtüsü değişim analizleri daha sağlıklı sonuçlar vermektedir (Young vd., 2017).

1.1.3.7. Doğrulama Analizi

Uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen tematik haritalar üzerindeki değerlerin, gerçek değerler ile arasındaki ilişkinin istatistiksel analizi, akademik çalışmalar için büyük öneme sahiptir. Analizler ile elde edilen arazi örtüsü raster verileri içerisindeki piksellerin ait olduğu arazi örtüsü sınıflarının, biyofiziksel yer örtüsü üzerindeki gerçek değerlerle karşılaştırılması, çalışmanın doğruluğu ve kesinliğinin anlaşılması için gerekmektedir (Lucas, Janssen ve Van Der Wel, 1994; Foody, 2002). Eski tarihli arazi örtüsü haritalarında, çalışma alanı hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından yapılan gözlemler ile haritanın hangi ölçüde doğru olduğuna karar verilmekteydi (Congalton, 1994). Günümüzde, çıplak arazi ve üzerindeki hakkında bilgi elde edebileceğimiz kaynakların artması, doğruluk çalışmalarının daha kolay anlaşılır ve kesin yollar ile yapılmasına olanak sağlamıştır. Örneğin, son yıllarda kullanımı oldukça artan ‘Google Earth’ yazılımının sağlamış olduğu yüksek çözünürlüklü görüntüler yardımı ile arazi örtüsü doğrulama testleri yapılabilmektedir (Tilahun ve Teferie, 2015). Doğrulama testi için sıklıkla hata matrisleri (confusion matrix) oluşturulur ve elde edilen Kappa katsayıları çalışmanın hassasiyetini ortaya çıkarmaktadır. Hata matrisleri dışında, standart hata, en küçük kareler yöntemi, regresyon ve ki-kare analizleri gibi istatistiksel yöntemler ile de doğrulama testi yapılabilir (Senseman, Bagley ve Tweddale, 1995; Foody, 2002).

1.2. Çalışmanın Amaçları

Ülkemiz, coğrafi konumunun sağlamış olduğu avantajlarından ötürü, hem bitki hem de yaban hayatı çeşitliliği bakımından, oldukça zengin bir ülke konumundadır. Avrupa ülkeleri içerisinde, endemizm oranı çok yüksek bir coğrafya olan Türkiye, hızlı nüfus artışı, gelişen ekonomisi ile artan insan ihtiyaçları ve küresel iklimde yaşanan değişiklikler ile mücadele ederek, ekolojik bozunumları en asgari düzeye indirmeye çalışmaktadır. Bu nedenle, gelişen teknoloji ile beraber ilerleyen uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla, ülkemizin güncel arazi örtüsü

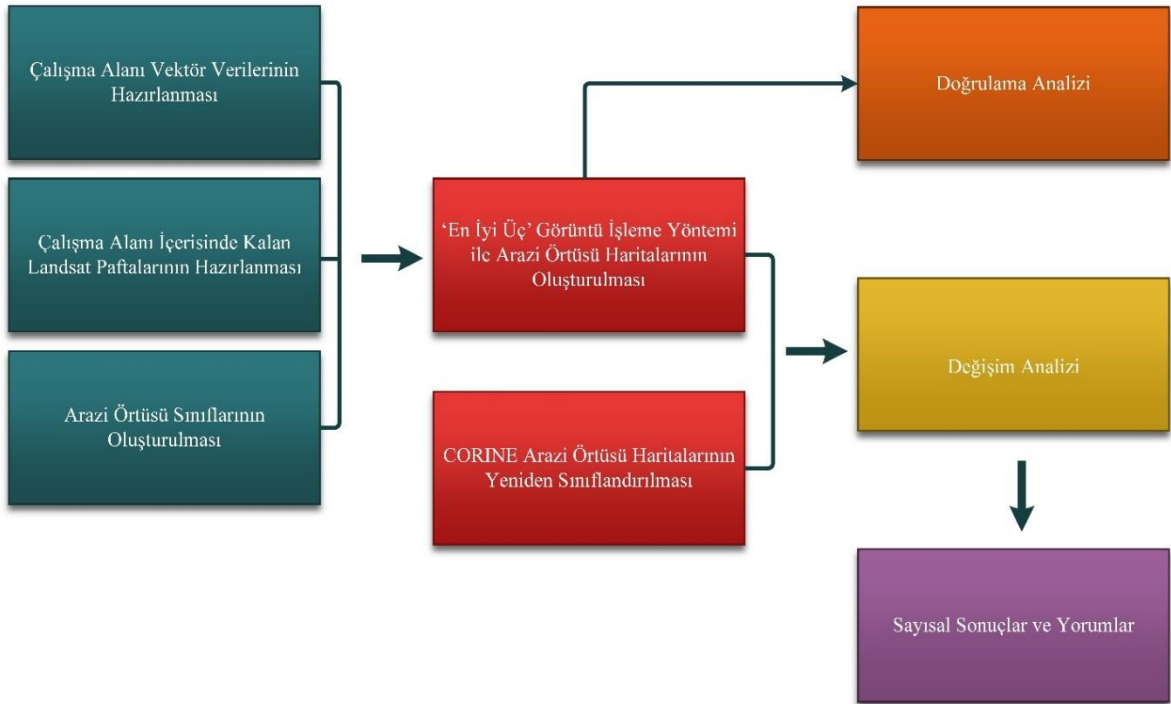
haritalarının oluşturulması ve geçmişten günümüze arazi örtüsü üzerinde yaşanan değişimlerin incelenmesi oldukça önemli bir husustur. Ayrıca, ülkemizin ev sahipliği yaptığı Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinin güncel arazi örtüsünün durumu ve değişim eğiliminin sayısal analizleri, gelecek yıllarda alınacak önlemler açısından büyük öneme sahiptir. Özet olarak bu tez çalışmasında;

- Görüntü işleme ve arazi örtüsü sınıflandırma teknikleri adına yeni bir yöntemin oluşturulması ve bu yöntemin kullanılabilirliğinin, hassasiyetinin ve doğruluğunun test edilmesi,
- Bahsi geçen yeni görüntü işleme metodu kullanılarak, orta seviye çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüleri vasıtasıyla, Türkiye'nin güncel, 2000'li yıllar ve 80'li yıllara ait üç farklı arazi örtüsü sayısal haritalarının oluşturulması ve bu sayısal veriler ışığında arazi örtüsünün değişiminin incelenmesi,
- CORINE arazi örtüsü veri setleri çalışmanın arazi örtüsü şemasına uygun hale getirilerek, 1990, 2000 ve 2012 yılları için ülkemiz arazi örtüsü haritalarının oluşturulması ve bu yıllar arasındaki örtü değişiminin incelenerek, Landsat verilerinden elde edilen sonuçlar ile kıyaslanması,
- Hem Landsat verilerinden elde edilen sayısal veriler hem de CORINE arazi örtüsü verilerinin kullanılmasıyla fitocoğrafik bölgeler içerisindeki değişimlerin ortaya çıkarılması ve bu bölgelerin karakteristik vejetasyon özellikleri ile değişim yönelimi arasındaki ilişkisinin incelenmesi, genel olarak amaçlanmıştır.

Bu çalışma ile elde edilecek sonuçlar, ülkemiz toprakları üzerindeki vejetasyon örtüsünün güncel durumu ve son otuz yıllık, gerek pozitif gerekse de negatif, değişimlerini ortaya koyması açısından büyük öneme sahiptir. İlerleyen yıllar içerisinde yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere, güvenilir sayısal arazi örtüsü altlıklarının hazır bir halde olması, bu tez çalışmasının temel amaçlarındandır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Türkiye'nin ve fitocoğrafik bölgelerinin, arazi örtüsü haritalarının ve değişim analizlerinin yapılmasının amaçlandığı bu çalışma, beş ana adımdan oluşmaktadır (Şekil 2.1). İlk olarak, görüntüleri sınıflandırmadan önce, gerekli materyallerin toplanması ve analize uygun hale getirilmesi için hazırlık safhasının tamamlanması gerekmektedir. Ardından, Landsat uydu görüntüleri vasıtasıyla bu çalışmaya özel olarak oluşturulmuş görüntü işleme yöntemi kullanılarak, üç farklı döneme ait arazi örtüsü haritaları oluşturulmalıdır. Bu safhada, 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait CORINE arazi örtüsü raster verileri, çalışmanın sınıflandırma şemasına uygun hale getirilerek, Landsat verileri ile elde edilen sonuçlar ile bir arada değerlendirilmesi düşünülmüştür. Bir sonraki adımda, Landsat görüntülerinden elde edilen arazi örtüsü verilerinin hassasiyetinin belirlenmesi amacıyla, doğrulama analizi yapılmıştır. Daha sonra, zamana bağlı değişimin ortaya konulması amacıyla değişim analizleri yapılmış ve son olarak elde edilen sayısal sonuçlar yorumlanmıştır.



Şekil 2.1. Arazi Örtüsü ve Değişimi Analizi İş Akış Şeması

Yukarıdaki paragrafta bahsedilen işlemlerin büyük bir bölümü, ESRI firmasına ait olan 'ArcMap 10.6' ve 'ArcGIS Pro' yazılımları kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca,

doğrulama analizinde, örnek noktaların temini için ‘Google Earth Pro’ yazılımı kullanılmıştır.

2.1. Sınıflandırma Öncesi Hazırlık Safhası

2.1.1. Çalışma Alanı ve İlgili Vektör Verilerinin Hazırlanması

Çalışma alanı sınırları olan Türkiye Cumhuriyeti Devleti’nin sınırları, 779.646 kilometrekarelik yüzölçümüyle, kuzey yarım kürede, 36-42 kuzey enlemleri ve 26-45 doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 2.2). Türkiye, Avrupa, Asya ve Afrika kıtaları arasında, türler arası köprü konumundadır. Belirtilen coğrafi lokasyonun, Ekvator’a, kuzey kutup noktasına oranla daha yakın olması nedeniyle, ülkemiz ılıman iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu eşsiz coğrafi konum, Türkiye’nin iklimi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, Türkiye’nin iklimi kutup bölgeleri gibi soğuk değildir ve ekvatorial bölge gibi çok sıcak ve yağmurlu değildir. Bahsedilen coğrafi konum, iklimsel özellikler, toprak ve jeomorfolojik karakteristikler, birçok bitki ve hayvan türü için uygun ekolojik yaşam ortamlarını hazırlamaktadır. Türkiye’de yaklaşık 11.000 doğal olarak yetişen bitki taksonu bulunmakta ve bunların yüzde 35’lik bir kısmını endemik taksonlar oluşturmaktadır (Aksoy, Tuğ ve Eminağaoğlu, 2014). Hatta Türkiye’nin sahip olduğu floristik takson sayısı, tüm Avrupa kıtasının takson sayısına yakındır (Gemici, Seçmen, Ekim ve Leblebici, 1992).

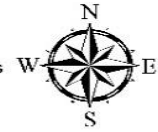
Bitki türlerinin yayılış alanlarını bazı coğrafik özellikler belirlemektedir. Bunlardan en önemlileri, coğrafi konuma bağlı sıcaklık ve yağış farklılıklarıdır. Bahsedilen iklimsel ve coğrafi farklılıkların, bitki topluluklarının dünya üzerinde dağılışı ve ekolojileri üzerine etkilerini fitocoğrafya bilimi incelemektedir. Fitocoğrafik bölge ise, düzenli iklim koşullarına ve kolayca tanınabilen, kendine özgü bitki örtüsüne sahip alanlar olarak tanımlanabilir (Efe, 2004). Çalışma alanı, farklı bitki topluluklarına ev sahipliği yapan üç fitocoğrafik bölgeyi (Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan) kapsamaktadır. Bu bölgelerin sınırları, ‘Flora of Turkey’ (Davis 1970) isimli eserden alınmış ve ArcMap 10.6 yazılımı ile sayısallaştırılmıştır (Şekil 2.3).



Lejant

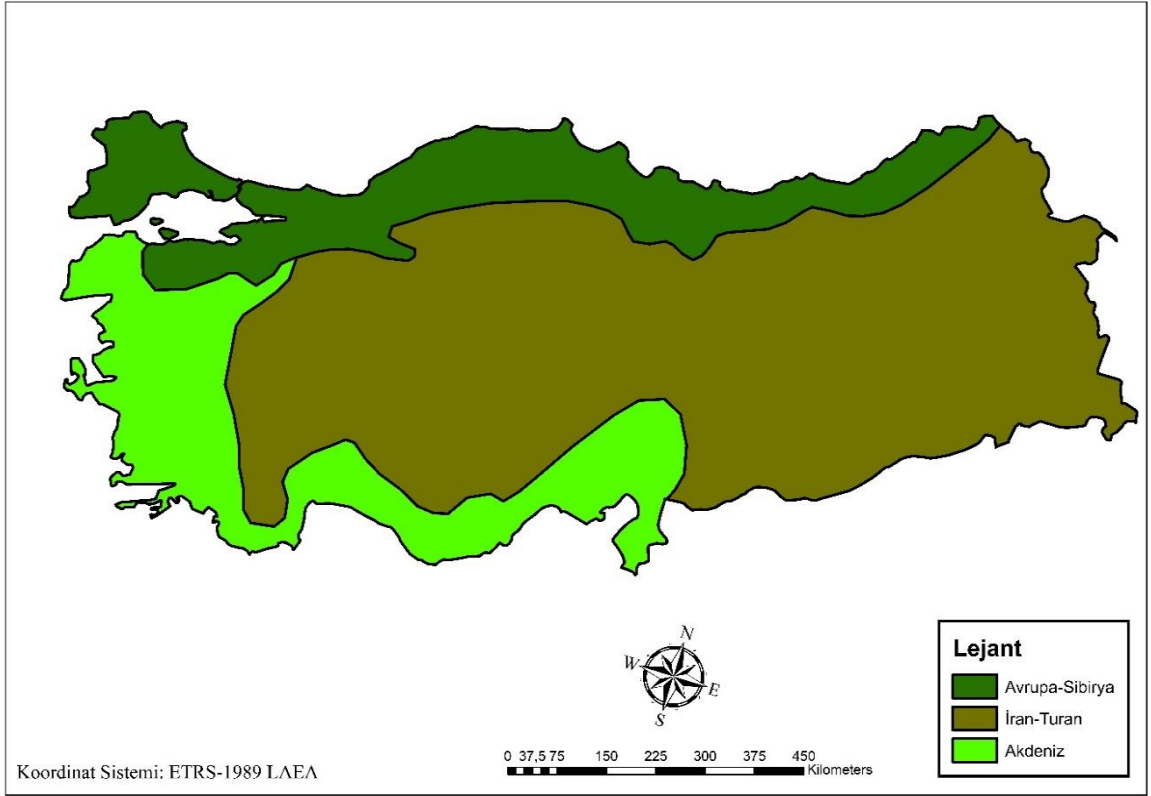
Türkiye Ülke Sınırları

0 45 90 180 270 360 450 540 Kilometers



Koordinat Sistemi: ETRS-1989 LAEA

Şekil 2.2. Çalışma Alanı Sınırları (Türkiye Cumhuriyeti Devleti Ülke Sınırları)



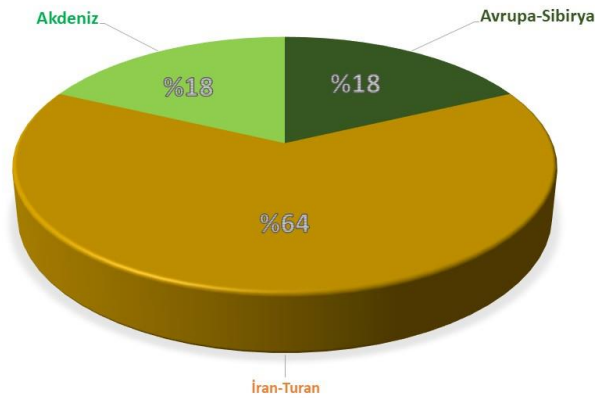
Şekil 2.3. Türkiye Fitocoğrafik Bölgeleri Haritası (Davis, 1970)

Türkiye'nin floristik bölgeleri incelendiğinde, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin alan bazında, egemen floristik bölge olduğu açıkça görünmektedir (Şekil 2.4). Bu büyük fitocoğrafik bölge, Türkiye'nin İç Anadolu Bölgesini, Doğu Anadolu Bölgesini ve Güneydoğu Anadolu bölgesini kapsamaktadır. Step, dağ stebi ve yarı-kurak bölgelerin özelliklerini barındıran bu bölgede, yıllık yağış miktarı genellikle 300-400 mm. arasındadır (Avcı, 1993). Ağaçsız step vejetasyonu örtüsünün egemen olduğu bu alanda, yer yer iğne yapraklı ormanlar ve çalılıklar görülebilir. Otsu türler ve bazı çalı türleri bakımından oldukça zengin bir biyoçeşitliliğe sahip olan İran-Turan floristik bölgesinde, endemizm oranı, oldukça yüksek sayılabilecek, yüzde 25-30 arasındadır (Muratgeldiev, Küçüköyük, Bingöl, Güney ve Geven, 2000). *Astragalus*, *Silene*, *Hypericum*, *Verbascum* gibi cinslere ait önemli türler bu alanda yayılış gösterirler (Anşin, 1983).

Diğer bir fitocoğrafik bölge olan Avrupa-Sibirya bölgesi, Kuzey Anadolu bölümü, Karadeniz kıyılarını ve ayrıca Türkiye'nin Avrupa kıtası içerisindeki topraklarını kapsamaktadır. İklimin etkisiyle, bu bölge genellikle yoğun orman vejetasyonu (iğne

yapraklı, yaprak dökken ve karışık) ve çalılıklarla kaplıdır. Gür orman örtüsünün alt katında orman gülleri ve karayemişler yaygın olarak yayılır. Yıllık yağış miktarı genellikle 1000 mm.'nin üzerinde olup, yaz aylarında da devam eden yağışlar sayesinde kuraklık görünmemektedir (Avcı, 1993). İklim koşulları nedeniyle, ülkemizin en yeşil bölgesi olarak adlandırabileceğimiz bu alan birçok farklı bitki türüne ev sahipliği yapmaktadır. Kazdağı göknarı, Kafkas göknarı, sarıçam, kayın, dişbudak ve birçok meşe türü bu alan içerisinde sıklıkla karşılaşılan ağaç türlerindendir (Avcı, 1993). Bu fitocoğrafik bölge Öksin ve Kolşik olmak üzere iki bölüme ayrılır. Kolşik, Ordu ilinin doğusunda kalan Giresun, Rize, Trabzon ve Artvin illerini içerisine alırken, nispeten daha kurak olan Öksin, Ordu ilinin doğusundan başlar Bulgaristan sınırına kadar devam eder.

Akdeniz fitocoğrafik bölgesi Akdeniz havzasının tamamını içermektedir. Ege Denizi ve Akdeniz'in kıyı bölümleri bu bölge içerisinde yer alır ve Gelibolu yarımadasına kadar devam eder. Yılın çok büyük bir bölümünde bitki hayatının devam ettiği bu bölge, yazın kurak ve sıcak, kışın ise ılık ve yağışlı bir iklime sahiptir. Maki elemanları, bu floristik bölgenin karakteristik bitki örtüsünü tanımlamaktadır. Maki vejetasyonunun dominant olmadığı ve bozulmamış alanlarda orman vejetasyonlarına rastlanmaktadır. Yüksek kesimlerde *Pinus nigra*, *Abies cilicica* ve *Cedrus libani* gibi iğne yapraklı orman formasyonu yerini, 1000-1200 m.'nin altında *Pinus brutia* ve maki vejetasyonuna bırakmaktadır. Tür çeşitliliği ve bitki örtüsü varlığı açısından oldukça verimli bir bölgedir (Avcı, 1993).



Şekil 2.4. Fitocoğrafik Bölgelerin Türkiye Üzerinde Yüzdesel Dağılımını Gösteren Diyagram

2.1.2. Landsat Paftalarının Hazırlanması

2008 yılından itibaren ücretsiz olarak temin edilebilen Landsat uydu görüntülerine, United States Geological Survey (USGS) tarafından hazırlanmış ‘Eart Explorer’ adlı çevrimiçi arayüz vasıtası ile ulaşılabilir. Yapılan ön çalışma neticesinde, 50 adet Landsat paftasının tüm çalışma alanını kapsadığı tespit edilmiştir. Güncel arazi örtüsü haritalarını oluşturmak için Landsat 8 uydusuna ait görüntüler, geçmiş yıllara ait arazi örtülerini oluşturmak için Landsat 4 ve 5 uydularına ait görüntüler kullanılmıştır. Landsat 7 uydusuna ait görüntülerdeki çizgisel veri hataları nedeniyle bu çalışma içerisinde kullanılması tercih edilmemiştir. Fakat çalışma öncesinde belirlenen Landsat seçim kriterlerine uygun veri bulunamadığı durumlarda, Landsat 7 uydusuna ait görüntüler kullanılmıştır. Bahsi geçen Landsat uydu görüntüsü seçim kriterleri şunlardır:

- Uydu görüntüsü verilerinin, vejetasyonun yoğun olduğu ve uydular tarafından rahatça tespit edilebildiği, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarına ait olması gerekmektedir.
- Her paftaya ait tüm görüntüler içerisinde, en az bulut, sis ve atmosferik bozuluma sahip görüntü tercih edilmelidir. ‘Arazi Bulut Kapalılığı’ ve ‘Görüntü Buluntu Kapalılığı’ kriterleri %10’dan az olacak şekilde seçilmelidir.
- Geometrik düzenlemeleri yapılmış ‘Landsat Level-1 TP (Terrain Corrected)’ ürünleri tercih edilmedir.
- Arazi örtüsü değişimi analizinde sağlıklı sonuçlar alınması adına, her bir Landsat paftasının, en güncel tarihli olarak 2012-2018 yılları arası, ardından 1997 ile 2003 yılları arası ve son olarak 1984-1990 yılları arasından olmak üzere üç döneme ait, yukarıdaki üç kriteri en iyi sağlayan görüntünün seçilmesi çalışmanın hassasiyeti açısından önemlidir.

Türkiye’nin bazı bölgelerinde, yılın büyük bir bölümünün bulutlu ve sisli geçmesinden ötürü, uygun uydu görüntüsünün temini zorlaşmaktadır. Böyle durumlarda, Landsat 7 uydusuna ait görüntüler içerisinde seçim yapmak ilk tercih olarak düşünülmüştür. Fakat Landsat 7 uydu görüntüleri içerisinde de aynı sorunlar mevcut ise, Mayıs ve Eylül aylarına ait uygun görüntüler kullanılmıştır. Tüm çalışma alanı içerisinde kalan, yukarıda bahsedilen kriterlere göre seçilmiş Landsat uyduları görüntüleri Tablo 2.1.’de

verilmiştir.

Tablo 2.1. Çalışmada kullanılacak tüm Landsat uydu görüntülerinin listesi ve alım tarihleri.

Path No	Row No	1. Görüntü Tarihi	2. Görüntü Tarihi	3. Görüntü Tarihi
181	31	30.06.2017	18.06.2001	14.07.1987
180	31	23.06.2017	03.07.2003	12.06.1984
178	31	15.08.2018	16.08.2001	16.07.1984
177	31	17.07.2016	05.07.2000	02.07.1987
176	31	13.07.2017	13.08.1999	27.07.1987
175	31	08.09.2017	08.08.2000	25.06.1984
172	31	11.09.2017	26.07.2000	16.08.1987
171	31	02.07.2017	29.08.2006	03.08.1985
181	32	30.06.2017	15.06.2000	24.07.1985
180	32	25.07.2017	24.06.2000	12.06.1984
179	32	30.08.2015	03.07.2000	10.07.1985
178	32	15.08.2018	28.07.2000	16.07.1984
177	32	17.07.2016	05.07.2000	15.07.1986
176	32	13.07.2017	20.07.2002	27.07.1987
175	32	08.09.2017	08.08.2000	31.08.1985
174	32	27.09.2012	16.07.2000	04.07.1984
173	32	10.09.2017	26.08.1994	01.08.1985
172	32	03.09.2017	30.08.1998	28.08.1991
171	32	21.07.2015	20.06.1998	27.08.1988
170	32	15.08.2015	29.08.1997	26.09.1984
181	33	03.07.2018	15.06.2000	24.07.1985
180	33	09.07.2017	26.07.2000	01.07.1985
179	33	02.07.2017	04.08.2000	10.07.1985
178	33	15.08.2018	28.07.2000	30.06.1984
177	33	24.08.2018	05.07.2000	31.07.1986
176	33	13.07.2017	14.07.2000	19.08.1984
175	33	26.08.2018	23.07.2000	12.08.1984
174	33	31.07.2017	17.08.2000	27.08.1986
173	33	27.07.2018	25.07.2000	25.08.1988
172	33	04.07.2018	02.07.2000	15.07.1987
171	33	30.08.2018	26.08.1999	27.08.1988
170	33	30.06.2016	28.07.1997	20.06.1989
180	34	26.08.2017	06.08.2001	25.07.1988
179	34	05.07.2018	04.08.2000	24.08.1984
178	34	11.07.2017	12.07.2000	22.07.1986
177	34	24.08.2018	24.07.2001	10.08.1984
176	34	13.07.2017	15.08.2000	28.08.1987
175	34	08.09.2017	07.07.2000	12.08.1984
174	34	31.07.2017	30.06.2000	30.08.1987
173	34	28.08.2018	24.08.1999	11.06.1984
172	34	21.08.2018	03.08.2000	26.08.1985
171	34	27.06.2018	11.07.2000	29.06.1984
170	34	07.08.2018	24.08.2001	15.08.1986
169	34	16.08.2018	30.08.2000	18.08.1984
179	35	05.07.2018	19.07.2000	07.07.1984
178	35	15.08.2018	29.08.2000	16.07.1984
177	35	26.06.2014	06.08.2000	10.08.1984
176	35	27.06.2017	15.08.2000	03.06.1985
175	35	08.09.2017	07.07.2000	12.08.1984
174	35	12.09.2015	01.06.2001	29.07.1987

Çalışma alanı içerisinde kalan 50 pafta için, üç farklı zaman dönemine ait toplamda, 150 adet uydu görüntüsü seçilmiştir. Bu görüntülerin seçiminde yukarıda bahsedilen kriterler göz önünde bulundurulmuştur. 171 path 31 row ve 173 path 32 row numaralı iki Landsat paftasının, ikinci zaman dönemine ait (1997-2003) uygun görüntüleri bulunamamasından ötürü, sırasıyla 2006 ve 1994 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri tercih edilmiştir. Ayrıca, 150 görüntü içerisinde yalnızca dört âdeti, Landsat 7 uydusuna aittir. Landsat 7 uydusunun, SLC-off (Offline Scan Line Corrector) görüntülerinin içerisindeki boşluklarının doldurulması için Chen, Zhu, Vogelmann, Gao ve Jin (2011) tarafından hazırlanmış olan boşluk doldurma yöntemi, ArcMap 10.6 yazılımı yardımıyla, kullanılmıştır. Böylelikle, bu veriler içerisindeki piksel hataları minimum seviyeye indirilmiştir.

‘Earth Explorer’ üzerinden indirilen tüm uydu görüntüleri ‘WGS 84 UTM’ koordinat sistemine ait farklı zonları içermektedir. Bu çalışmada, arazi örtüsü haritaları hazırlanmadan önce, geometrik ve coğrafik olarak uyumun sağlanması adına, tüm görüntüler ‘ETRS-1989 LAEA’ koordinat sistemine dönüştürülmüştür.

2.1.3. Arazi Örtüsü Sınıflarının Oluşturulması

Arazi örtüsü sınıflarının diğer bir isimle sınıflandırma şemasının hazırlanması, arazi örtüsü çalışmalarının en önemli basamaklarından biridir. Bu sınıfların çalışmanın ana amaçları doğrultusunda şekillendirilmesi gerekmektedir. Tercih edilecek sınıf sayısı ile çalışmanın hassasiyeti arasında ters bir orantı söz konusudur. Yüzey örtüsünün çok karışık olduğu durumlarda, sorunu çözmek adına fazla arazi örtüsü sınıfının kullanımı, çalışmanın doğruluğunu azaltabilmektedir (Smith, Stehman, Wickham ve Yang, 2003). Küresel, kıtasal veya ülkesel büyük ölçekli çalışmalarda, bölgeler içerisindeki vejetatif örtünün çeşitliliğinden ötürü, arazi örtüsü sınıflarının dikkatli bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. IPCC’nin 2006 yılında, ulusal sera gazı stoklarını ortaya çıkarmak için kullanmış olduğu arazi örtüsü sınıfları, büyük ölçekli çalışmalar için oldukça uygundur (Eggleston, Buendia ve Miwa, 2006). Bu akademik çalışmada, 6 adet arazi örtüsü sınıfı oluşturulmuş ve kullanılmıştır. Bunlar; (1) Ormanlık Alanlar, (2) Tarım Alanları, (3) Meralar, (4) Sulak Alanlar, (5) Yerleşim alanları ve (6) Diğer alanlardır.

Bölgenin floristik özelliklerini taşıyan, orman ağaçlarının (min. 5 metre boylanmaya sahip odunsu yapıya sahip vejetasyon türü) kapladığı ve bolluk-örtüşü durumunun %30'dan daha fazla olduğu, asgari 0,5-1 hektarlık alanlar, IPCC tarafından ormanlık alanlar olarak sınıflandırılmıştır. Tarım alanları sınıfı ise, ekili veya dinlendirilmiş tüm tarım sahalarını kapsamaktadır. Bunlar içerisinde, pirinç tarlaları ve meyve bahçeleri de bulunmaktadır. Meralar, tarım arazisi sınıfına dâhil olmayan tüm otlakları ve çalılıkları kapsayan bir sınıftır. Tek yıllık veya çok yıllık otsu bitki türleri, orman ağacı kategorisine girmeyen, odunsu makilik ve çalılık alanları kapsayan bir arazi örtüsü sınıfıdır. Sulak alanlar, tüm göller, nehirler ve akarsular gibi yılın tamamında veya belirli bir zamanında, su tutma potansiyeline sahip alanların genelini kapsamaktadır. Yerleşim alanları, insan yaşamını kolaylaştırmak adına, insan eliyle oluşturulmuş tüm altyapıyı içerir. Yollar, binalar ve havaalanları gibi geçirimsiz yüzeylerin tamamı bu sınıfa dâhildir. Çıplak toprak, kayalık alanlar, buzullar ve kumullar gibi vejetasyon bakımından oldukça fakir alanlar, IPCC tarafından diğer alanlar olarak kategorilendirilmiştir (Eggleston vd., 2006).

IPCC tarafından hazırlanmış bu arazi örtüsü şeması, çalışmanın ana amaçları doğrultusunda yapılmış bazı modifikasyonlar ile bu çalışmaya adapte edilmiştir. Bu tez çalışmasında, vejetasyon yapısının en iyi şekilde incelenebilmesi için, tüm arazi örtüleri 5 ayrı sınıf içerisinde incelenmiştir. Bunlar:

- Ormanlık Alanlar (OA),
- Tarım Alanları (TA),
- Meralar (M),
- Vejetasyonca Fakir Alanlar (VFA) ve
- Sulak Alanlardır (SA).

Geniş bir alanda yayılım gösteren, belirli boylara ve sıklığa sahip ağaç topluluklarının oluşturduğu bir yapıya ormanlık alanlar denilmektedir. Kısaca, üzerinde orman ağacı bulunan sahaların, hektar olarak alansal büyüklüğüne verilen addır (Orman Genel Müdürlüğü, 2015). Orman ağaçları tarafından yüksek kapalılık oranları ile örtülmüş sahalar, ışığın toprağa ulaşmasını engellemektedir ve böylece diğer floristik elemanların varlığına engel teşkil etmektedir. Bu durum floristik biyoçeşitlilik

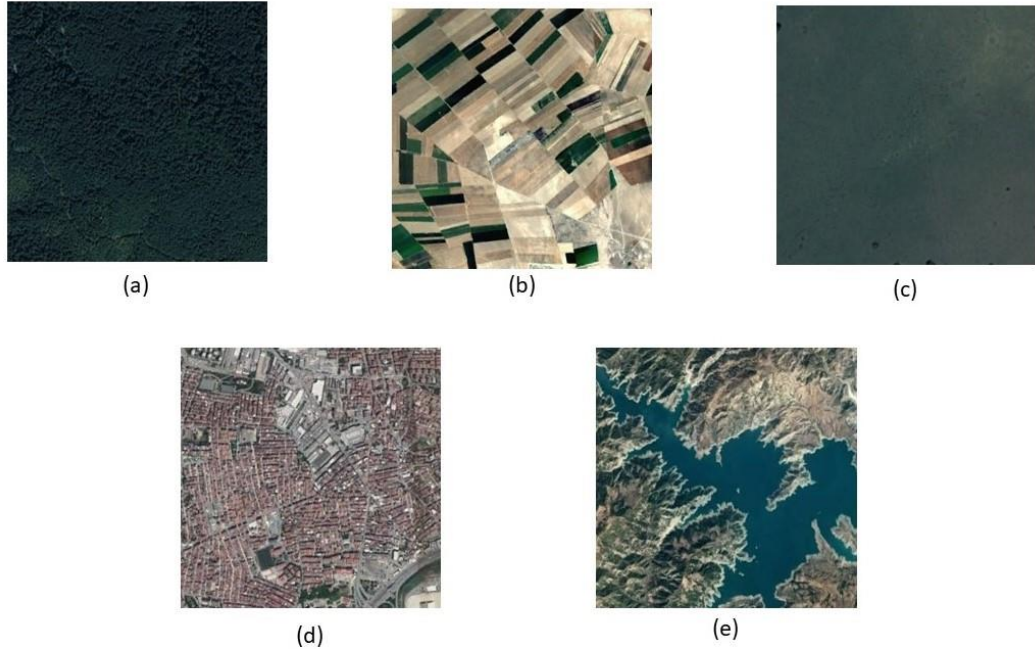
açısından büyük bir dezavantaj oluşturmasına rağmen, bu alanlar, karbon depolaması ve oksijen üretimiyle ekolojik döngünün devamını sağlaması açısından oldukça önemlidir. Bu nedenlerle, ‘Ormanlık Alanlar’ (OA) arazi örtüsü sınıfının oluşturulması, Türkiye’deki vejetasyonun mevcut durumunun ve değişiminin anlaşılması açısından oldukça önemlidir.

Ülkemizde tarım çok önemli bir istihdam ve ihracat kolu olup, ulusal gelire büyük katkıları olan bir sektördür. Tarım yapılan alanlardaki vejetasyon tipleri kültür edilmiş türler olup, doğal vejetasyonlardan ayrılması gerekmektedir. Bu sebeple, sürülmüş tarım arazileri, pirinç tarlaları, bağlar, meyve bahçeleri ve zeytin bahçelerini, diğer vejetasyon tiplerinden ayırmak amaçlı ‘Tarım Alanları’ (TA) arazi örtüsü sınıfı oluşturulmuştur.

Ormanlık alanlar dışarısında kalan, odunsu çalılık alanlar ve bazı maki elamanları ile tarım alanları dışarısında kalan, otsu vejetasyonları barındıran, otlaklar, çayırlar, fundalıklar ve sklerofil bitki toplulukları ise ‘Meralar’ (M) olarak sınıflandırılmıştır. Bu alanlar ormanlık alanların tersine floristik biyoçeşitlilik açısından oldukça verimli alandır ve endemizm oranları oldukça yüksektir. Birçok tıbbi-aromatik bitkiyi de bünyesinde barındıran bu alanlar, ekonomik açıdan da büyük öneme sahiptir.

İlk üç arazi örtüsü sınıfı, yukarıda bahsedilen IPCC arazi örtüsü sınıfları ile benzer özelliklere sahiptir. Fakat dördüncü arazi örtüsü sınıfı olan ‘Vejetasyonca Fakir Alanlar’ (VFA), IPCC arazi örtüsü sınıflarından olan Yerleşim Alanları (5) ve Diğer Alanlar (6) sınıflarının toplamı niteliğindedir. Binalar ve yollar gibi üzerinde vejetasyon bulunmayan, geçirimsiz yüzeyle sahip insan yapılarının yanı sıra, kumullar, çıplak kayalıklar, buzullar ve yangın zararı görmüş olan sahalar bu arazi örtüsü sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir.

Son arazi örtüsü sınıfı olan ‘Sulak Alanlar’ (SA) tüm g ller, nehirler, dereeler gibi tüm su kaynaklarını kapsayan bir arazi örtüsü sınıfı olarak oluşturulmuştur. Bahsedilen beş farklı arazi örtüsü sınıfının, uydu görüntülerinden alınmış örnekleri şekil 2.5.’te verilmiştir.



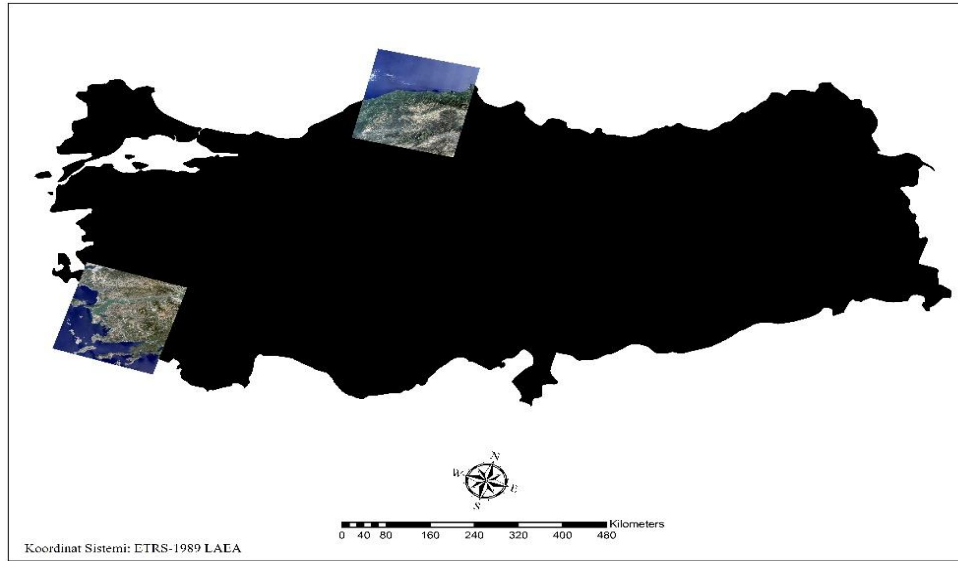
Şekil 2.5. Arazi Örtüsü Sınıfları için Uydu Görüntüsü Örnekleri. a) Ormanlık Alanlar, b) Tarım Alanları, c) Meralar, d) Vejetasyonca Fakir Alanlar ve e) Sulak Alanlar.

2.2. ‘En İyi Üç’ Görüntü Sınıflandırma Metodu

Görüntü sınıflandırma, diğer bir adıyla görüntü işleme, arazi örtüsü haritalarının oluşturulmasındaki son basamaktır. Bu adımda kullanılacak metot çalışmanın hassasiyetini direkt olarak etkilemektedir. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği üzere, görüntü sınıflandırmada birçok farklı metot uygulanmaktadır (Şekil 1.3). Çalışmanın ana amaçları doğrultusunda kullanılan her bir metot, farklı doğruluklarda çıktılar vermektedir. Özellikle seçilen çalışma alanı büyük ise, örnek bir veya daha fazla pafta seçilerek, bu örnek alanları her bir görüntü sınıflandırma metodu ile işleyerek, hangi metot ile daha iyi sonuçların elde edildiğinin araştırılması, çalışmanın ilerleyen safhaları için önemli bir durumdur. Kullanılacak görüntü sınıflandırma metodunun yanı sıra, farklı Landsat bant kombinasyonlarının işlenmesi ile elde edilen sonuçlarda oldukça çeşitlilik göstermektedir (Price, Guo ve Stiles, 2002; Estoque ve Murayama, 2015).

Bu çalışma kapsamında, Türkiye sınırlarını kapsayan 50 adet pafta ve 150 adet Landsat uydu görüntüsünün sınıflandırılması planlanmıştır. Bu büyüklükte bir çalışmanın sağlıklı ilerleyebilmesi adına, iki adet örnek Landsat paftası seçilmiş, farklı bant

kombinasyonları ve bunların farklı metotlar ile işlenmesi ile elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır. Farklı arazi örtüsüne sahip alanlara ait spektral yansımaların çeşitliliği, kullanılan bant kombinasyonunun ve görüntü işleme metodunun doğruluğunu etkileyebilir. Bu sebeple, çalışmada seçilen pilot bölgelerin arazi örtüsü yapılarının ve vejetasyon tiplerinin birbirinden farklı olmasına özen gösterilmiştir. Landsat 180 path 34 row numaralı ve 177 path 31 row numaralı paftalar, pilot çalışma için seçilen örnek alanlardır (Şekil 2.6). Landsat 180 path 34 row numaralı pafta İzmir, Muğla, Denizli ve Aydın illerinin tamamını veya bir kısmını kapsamakta ve Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bu örnek alan için, 26.08.2017 tarihli, Landsat 8 OLI-TIRS uydusu görüntüsü kullanılmıştır. Diğer pafta, Kastamonu, Karabük ve Çankırı illerinin tamamını veya bir kısmını kapsamakta olup, Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bu pafta için, 17.07.2016 tarihli, Landsat 8 OLI-TIRS uydusuna ait görüntü seçilmiştir.



Şekil 2.6. Pilot Çalışma için Seçilen Örnek Alanların Coğrafi Konumları

Bir önceki bölümde bahsedilen ve bu çalışma için belirlenen beş arazi örtüsü sınıfından biri olan ‘Tarım Alanları’ sınıfı, metotların güvenilirliği için yapılmış bu analiz içerisine dâhil edilmemiştir. Bunun başlıca sebebi, tarım alanları ile meraların birbirine çok yakın spektral yansıma değerlerine sahip olmalarıdır. Tarım alanlarının, diğer otsu vejetasyon örtüsüne sahip alanlardan ayrılmasının, oldukça zor olmasından dolayı, tarım alanlarını gösteren yardımcı sayısal raster veya vektör verilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Graesser ve Ramankutty, 2017). Bu çalışmada tarım alanlarına ait

sayısal altlıklar CORINE arazi örtüsü veri setlerinden üretilmiştir. Bu aşamada, CORINE arazi örtüsü veri setlerinin doğruluğunun test edilmesi ana amaç olmadığından, kullanılacak metotların güvenilirliği için yapılan bu analizlere tarım alanlarının katılmaması uygun görülmüştür.

Pilot çalışmada incelenmek üzere, vejetasyon analizlerinde sıklıkla kullanılan üç farklı bant kombinasyonuna ait kompozit görüntüler üretilmiştir (Acharya ve Yang, 2015). Bu kompozit görüntüleri elde etmek için kullanılan Landsat 8 bantları şunlardır:

- Red-Green-Blue (4-3-2) ‘Natural Color’,
- NIR-Red-Green (5-4-3) ‘Colour Infrared’ ve
- SWIR1-NIR-Red (6-5-4) ‘Vegetation Analysis’(Tablo 1.3).

İki örnek alan için, toplamda oluşturulan altı tane kompozit görüntü, kontrollü sınıflandırma metodu kullanılarak, hem obje hem de piksel tabanlı sınıflandırmalara tabi tutulmuştur. Ayrıca, destek vektör makinaları, karar ağaçları ve en çok benzerlik algoritmaları tüm örnekler için kullanılarak, elde edilen sonuçlar tek tek incelenmiştir. Metotların güvenilirliği için yapılan bu hassasiyet çalışması için, her bir örnek alanda 18 olmak üzere, toplamda 36 analiz koşturulmuştur. Görüntü işleme analizlerinin tümü ‘ArcGIS Pro’ yazılımı kullanılarak hazırlanmıştır.

Elde edilen 36 arazi örtüsü haritasının doğruluklarının tespit edilebilmesi için gerekli olan kontrol noktaları, ‘Google Earth Pro’ yazılımı kullanılarak, güncel uydu görüntüleri üzerinden elde edilmiştir. 180 path 34 row numaralı uydu görüntüsü için toplamda 1279, 177 path 31 raw numaralı uydu görüntüsü içinse toplamda 1340 kontrol noktası seçilmiştir. Kontrol noktalarının arazi örtüsü sınıflarına dağılımı, alan üzerinde çıplak gözle görülebilen arazi örtüsü sınıflarının dağılımına uygun olarak hazırlanmıştır. Bahsi geçen 36 analizin doğruluğu ve hassasiyetinin ortaya konulması için her bir harita için hata matrisleri oluşturulmuş (Tablo 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 2.24, 2.25, 2.26, 2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31, 2.32, 2.33, 2.34, 2.35, 2.36, 2.37) ve tablolar içerisinde, sulak alanlar (SA), vejetasyonca fakir alanlar (VFA), meralar (M), kullanıcı doğruluğu (KD), üretici doğruluğu (ÜD), ortalama doğruluk (OD) ve kappa katsayısı (KK) olarak kısaltılmıştır.

Tablo 2.2. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	225	0	1	16	242	0,929
VFA	1	233	6	0	240	0,971
M	9	16	309	108	442	0,699
OA	13	0	17	325	355	0,915
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,907	0,935	0,927	0,723		OD 0,853
Kappa						KK 0,802

Tablo 2.3. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	79	0	0	0	79	1
VFA	3	235	55	2	295	0,796
M	2	12	376	34	424	0,886
OA	15	3	65	459	542	0,846
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,797	0,94	0,758	0,927		OD 0,857
Kappa						KK 0,792

Tablo 2.4. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	220	1	0	2	223	0,986
VFA	6	232	9	0	247	0,939
M	2	16	318	8	344	0,924
OA	20	0	6	439	465	0,944
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,887	0,931	0,954	0,977		OD 0,945
Kappa						KK 0,925

Tablo 2.5. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	77	2	0	0	79	0,974
VFA	1	216	35	0	252	0,857
M	2	25	456	43	526	0,866
OA	19	7	5	452	483	0,935
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,777	0,864	0,919	0,913		OD 0,896
Kappa						KK 0,847

Tablo 2.6. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	191	0	6	50	247	0,773
VFA	4	242	8	0	254	0,952
M	34	7	294	94	429	0,685
OA	19	0	25	305	349	0,873
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,77	0,971	0,882	0,679		OD 0,806
Kappa						KK 0,739

Tablo 2.7. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	54	5	4	1	64	0,843
VFA	3	232	21	1	257	0,902
M	16	13	424	151	604	0,701
OA	26	0	47	342	415	0,824
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,545	0,928	0,854	0,691		OD 0,785
Kappa						KK 0,683

Tablo 2.8. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	181	11	8	54	254	0,712
VFA	11	231	11	0	253	0,913
M	27	7	311	53	398	0,781
OA	29	0	3	342	374	0,914
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,729	0,927	0,933	0,761		OD 0,832
Kappa						KK 0,773

Tablo 2.9. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	70	0	0	5	75	0,933
VFA	1	228	29	1	259	0,880
M	5	21	458	38	522	0,877
OA	23	1	9	451	484	0,931
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,707	0,912	0,923	0,911		OD 0,901
Kappa						KK 0,854

Tablo 2.10. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	200	4	0	39	243	0,823
VFA	20	203	17	15	255	0,796
M	10	20	290	44	364	0,796
OA	18	22	26	351	417	0,841
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,806	0,815	0,871	0,781		OD 0,816
Kappa						KK 0,75

Tablo 2.11. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	71	0	1	8	80	0,887
VFA	5	231	46	0	282	0,819
M	4	17	380	24	425	0,894
OA	19	2	69	463	553	0,837
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,717	0,924	0,766	0,935		OD 0,854
Kappa						KK 0,788

Tablo 2.12. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	211	2	3	18	234	0,901
VFA	14	229	15	4	262	0,874
M	7	16	293	34	350	0,837
OA	16	2	22	393	433	0,907
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,851	0,919	0,879	0,875		OD 0,88
Kappa						KK 0,837

Tablo 2.13. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen Red-Green-Blue bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	73	4	0	4	81	0,901
VFA	3	220	24	0	247	0,89
M	7	22	425	47	501	0,848
OA	16	4	47	444	511	0,868
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,737	0,88	0,856	0,896		OD 0,867
Kappa						KK 0,805

Tablo 2.14. *Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	234	0	1	7	242	0,966
VFA	9	210	8	0	227	0,925
M	4	39	306	70	419	0,73
OA	1	0	18	372	391	0,951
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,943	0,843	0,918	0,828		OD 0,877
Kappa						KK 0,833

Tablo 2.15. *Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	89	0	0	0	89	1
VFA	3	218	11	1	233	0,935
M	7	32	454	79	572	0,793
OA	0	0	31	415	446	0,93
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,898	0,872	0,915	0,838		OD 0,877
Kappa						KK 0,82

Tablo 2.16. *Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	241	1	1	7	250	0,964
VFA	7	231	3	1	242	0,954
M	0	17	316	29	362	0,872
OA	0	0	13	412	425	0,969
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,971	0,927	0,948	0,917		OD 0,938
Kappa						KK 0,915

Tablo 2.17. *Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	92	1	0	0	93	0,989
VFA	0	190	32	1	223	0,852
M	3	59	445	45	552	0,806
OA	4	0	19	449	472	0,951
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,929	0,76	0,897	0,907		OD 0,877
Kappa						KK 0,82

Tablo 2.18. *Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	234	0	1	7	242	0,966
VFA	9	219	22	2	252	0,869
M	4	30	297	112	443	0,67
OA	1	0	13	328	342	0,959
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,943	0,879	0,891	0,73		OD 0,842
Kappa						KK 0,787

Tablo 2.19. *Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	89	1	0	0	90	0,988
VFA	4	231	47	1	283	0,816
M	6	17	422	118	563	0,749
OA	0	1	27	376	404	0,93
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,898	0,924	0,85	0,759		OD 0,834
Kappa						KK 0,759

Tablo 2.20. *Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	244	1	1	7	253	0,964
VFA	4	224	11	2	241	0,929
M	0	24	303	62	389	0,778
OA	0	0	18	378	396	0,954
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,983	0,899	0,909	0,841		OD 0,898
Kappa						KK 0,862

Tablo 2.21. *Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	95	1	0	0	96	0,989
VFA	1	198	15	1	215	0,92
M	3	51	470	58	582	0,807
OA	0	0	11	436	447	0,975
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,959	0,792	0,947	0,88		OD 0,894
Kappa						KK 0,845

Tablo 2.22. *Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.*

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	230	0	0	16	246	0,934
VFA	3	220	22	1	246	0,894
M	0	28	290	65	383	0,757
OA	15	1	21	367	404	0,908
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,927	0,883	0,871	0,817		OD 0,865
Kappa						KK 0,817

Tablo 2.23. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	90	4	0	6	100	0,9
VFA	1	211	13	2	227	0,929
M	0	35	450	70	555	0,811
OA	8	0	33	417	458	0,91
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,909	0,844	0,907	0,842		OD 0,871
Kappa						KK 0,812

Tablo 2.24. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	241	4	0	8	253	0,952
VFA	5	225	5	0	235	0,957
M	0	20	300	61	381	0,787
OA	2	0	28	380	410	0,926
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,971	0,903	0,91	0,846		OD 0,896
Kappa						KK 0,859

Tablo 2.25. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen NIR-Red-Green bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	89	1	0	7	97	0,917
VFA	0	222	33	0	255	0,871
M	0	27	432	77	536	0,805
OA	10	0	31	411	452	0,909
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,898	0,888	0,871	0,83		OD 0,861
Kappa						KK 0,798

Tablo 2.26. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	232	0	1	7	240	0,966
VFA	10	216	3	0	229	0,943
M	4	33	308	33	378	0,814
OA	2	0	21	409	432	0,946
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,935	0,867	0,924	0,911		OD 0,911
Kappa						KK 0,878

Tablo 2.27. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının, hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	89	1	0	0	90	0,988
VFA	1	215	11	1	228	0,942
M	7	34	443	54	538	0,823
OA	2	0	42	440	484	0,909
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,898	0,86	0,893	0,888		OD 0,885
Kappa						KK 0,832

Tablo 2.28. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	245	1	1	7	254	0,964
VFA	2	231	16	1	250	0,924
M	0	17	308	56	381	0,808
OA	1	0	8	385	394	0,977
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,987	0,927	0,924	0,857		OD 0,913
Kappa						KK 0,883

Tablo 2.29. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	91	1	0	0	92	0,989
VFA	1	227	18	1	247	0,919
M	0	21	459	57	537	0,854
OA	7	1	19	437	464	0,941
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,919	0,908	0,925	0,882		OD 0,905
Kappa						KK 0,862

Tablo 2.30. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	233	0	1	7	241	0,966
VFA	5	224	5	0	234	0,957
M	7	25	315	114	461	0,683
OA	3	0	12	328	343	0,956
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,939	0,899	0,945	0,731		OD 0,86
Kappa						KK 0,811

Tablo 2.31. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	88	2	0	0	90	0,977
VFA	2	224	30	1	257	0,871
M	8	24	437	124	593	0,736
OA	1	0	29	370	400	0,925
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,888	0,896	0,881	0,747		OD 0,835
Kappa						KK 0,759

Tablo 2.32. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	213	1	1	9	224	0,951
VFA	1	227	14	17	259	0,876
M	1	21	312	28	362	0,861
OA	33	0	6	395	434	0,91
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,858	0,911	0,936	0,879		OD 0,896
Kappa						KK 0,859

Tablo 2.33. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve karar ağaçları algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	93	1	0	0	94	0,989
VFA	0	218	22	1	241	0,904
M	3	31	462	82	578	0,799
OA	3	0	12	412	427	0,964
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,939	0,872	0,931	0,832		OD 0,884
Kappa						KK 0,831

Tablo 2.34. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	239	0	0	8	247	0,967
VFA	4	209	12	0	225	0,928
M	2	40	299	40	381	0,784
OA	3	0	22	401	426	0,941
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,963	0,839	0,879	0,893		OD 0,897
Kappa						KK 0,86

Tablo 2.35. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, obje tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	91	1	0	5	97	0,938
VFA	0	221	12	0	243	0,909
M	0	26	428	55	509	0,841
OA	8	2	46	435	491	0,885
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,919	0,884	0,862	0,878		OD 0,876
Kappa						KK 0,82

Tablo 2.36. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	232	0	0	2	234	0,991
VFA	2	236	17	0	255	0,925
M	6	13	307	60	386	0,795
OA	8	0	9	387	404	0,957
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,935	0,947	0,921	0,861		OD 0,908
Kappa						KK 0,876

Tablo 2.37 Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftasından elde edilen SWIR1-NIR-Red bant kombinasyonunun, piksel tabanlı sınıflandırma tekniği ve en çok benzerlik algoritması yardımıyla elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	89	1	0	7	97	0,917
VFA	1	225	22	0	248	0,907
M	0	24	451	50	528	0,854
OA	9	0	23	438	467	0,931
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,898	0,9	0,909	0,878		OD 0,895
Kappa						KK 0,848

Yukarıdaki tablolar incelendiğinde, kompozit görüntüler içerisinde, her iki alan için ortalama olarak en doğru değerlerin, SWIR1-NIR-Red (6-5-4) bant kombinasyonundan elde edilen arazi örtüsü haritalarından elde edildiği görülmektedir. Bunu sırası ile NIR-Red-Green (5-4-3) ve Red-Green-Blue (4-3-2) bant kombinasyonlarından elde edilen veriler takip etmektedir. Analiz sonuçları ışığında, farklı kompozit bant görüntülerinden elde edilen haritaların doğrulukları büyük farklılar göstermektedir. Fakat sonuçlar ayrıntılı olarak incelendiğinde, çıktıların genel olarak doğruluğunu, kullanılan görüntü işleme metodu ve algoritmanın, daha fazla etkilediği görülmektedir.

Landsat 180 path 34 row numaralı ilk örnek alan için en yüksek kappa katsayısına (0,925), Red-Green-Blue kompozit görüntüsünün, piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi ve destek vektör makinaları algoritması yardımıyla işlenmesi sonucu elde edilen arazi örtüsü haritasında rastlanmıştır (Tablo 2.4). İkinci örnek alanda ise, kappa katsayısının en yüksek olduğu (0,862), SWIR-1-NIR-Red kompozit görüntüsünün, yine piksel tabanlı sınıflandırma yöntemi ve destek vektör makinaları algoritmasının kullanılmasıyla elde edilmiş arazi örtüsü haritasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2.29). Bunların dışında elde edilen tüm sonuçlar genel olarak incelendiğinde, piksel tabanlı sınıflandırma metodu kullanılarak elde edilen arazi örtüsü haritalarının, obje tabanlı sınıflandırma metodu ile elde edilenlere göre üstün olduğu açıkça görülmektedir. Piksel tabanlı sınıflandırma metodu ile kullanılabilen sınıflandırıcılar içerisinde en iyi sonuçları, destek vektör makinaları algoritmasının verdiği görülmektedir. İstisna olarak, ikinci örnek alan için 4-3-2 ve 5-4-3 kompozit görüntülerinin karar ağaçları algoritması ile işlenmesinin daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir (Tablo 2.9, Tablo 2.21).

Elde edilen istatistiki sonuçlar dikkat alındığında, Türkiye'ye ait tüm Landsat paftalarının, 4-3-2 veya 6-5-4 bant kombinasyonlarının, piksel tabanlı sınıflandırma ve destek vektör makinaları algoritması ile işlenmesi en yüksek doğruluğa ve hassasiyete sahip arazi örtüsü haritaları sağlayacağı düşünülebilir. Fakat yapılan tüm analizler içerisinde en yüksek doğruluğa sahip birden fazla arazi örtüsünün birleştirilmesi ile elde edilecek bir arazi örtüsü haritasının doğruluğu diğerlerinden daha yüksek olabilir. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, örnek çalışma sayısının

çok olmadığı görülmüştür. Ulaşılan en güncel çalışmada, piksel tabanlı ve obje tabanlı sınıflandırma yöntemi ile elde edilen iki arazi örtüsü haritasının birleştirilmesiyle elde edilen veriler tartışılmıştır (Li vd., 2013). Bu çalışmadaki gibi, iki arazi örtüsü haritasının birleştirilmesi, karar verme açısından bazı sorunlara sebebiyet vermektedir. Örneğin; iki farklı analizle elde edilen arazi örtüsü haritalarına ait aynı lokasyondaki pikseller, herbir haritada farklı arazi örtüsü sınıfına ait olabilir. Bu durumda, mevcut piksel için karar vermek zorlaşmaktadır. Bu sebeple farklı yöntemlerle elde edilmiş sayısal verilerin sayısı, üç veya beş gibi tek sayı olmalıdır. Böylece, birleştirme işleminden sonra, her bir pikselin hangi arazi örtüsü sınıfına ait olduğu ile ilgili kararı vermek daha kolaylaşmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında üretilen ve denemelere tabi tutulan, ‘En İyi Üç’ (EİÜ) isimli arazi örtüsü oluşturma metodu, yukarıda da bahsedilen, birden fazla arazi örtüsünün birleştirilerek tek bir arazi örtüsü haritasına dönüştürülmesini esas almaktadır. İsminden de anlaşılacağı üzere, büyük ölçekli çalışmalara başlamadan önce yapılacak pilot doğruluk çalışmasının sonuçları içerisinden en doğru değerleri sağlayan üç metot ile oluşturulan haritaların birleştirilmesi ile elde edilmektedir. Yukarıdaki, Tablo 2.2’den 2.37’ye kadar olan tüm bant kombinasyonları ve metotların sonuçları içerisinden, her iki alan için ortalama en doğru sonuçları veren üç yöntem seçilmiştir. Bunlar:

- 1) Red-Green-Blue (4-3-2) Bant Kombinasyonu, Piksel Tabanlı Sınıflandırma, Destek Vektör Makineleri Algoritması,
- 2) NIR-Red-Green (5-4-3) Bant Kombinasyonu, Piksel Tabanlı Sınıflandırma, Destek Vektör Makineleri Algoritması ve
- 3) SWIR1-NIR-Red (6-5-4) Bant Kombinasyonu, Piksel Tabanlı Sınıflandırma, Destek Vektör Makineleri Algoritması ile oluşturulan arazi örtüsü haritalarıdır.

Seçilen yöntemler ile elde edilen arazi örtüsü haritaları, ArcMap 10.6 yazılımı yardımı ile birleştirilmiş ve tüm piksel değerleri, arazi örtüsü şemasına uyacak şekilde, yeniden sınıflandırılmıştır. Daha önceki hassasiyet çalışmasından elde edilen veriler ile EİÜ yönteminden elde edilen verilerin doğru bir şekilde kıyaslanabilmesi için, önceden kullanılan pilot alanlar ve kontrol noktaları burada da kullanılmıştır. Hata matrisleri, ilk bölge için Tablo 2.38’de, ikinci bölge için Tablo 2.39’da verilmiştir.

Tablo 2.38. Path 180 Row 34 no'lu Landsat paftası kullanılarak, 'En İyi Üç' arazi örtüsü metodu ile elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	235	0	0	1	236	0,995
VFA	6	232	6	0	244	0,951
M	0	17	319	13	349	0,914
OA	7	0	8	439	450	0,914
Toplam	248	249	333	449	1279	
ÜD	0,947	0,931	0,957	0,968		OD 0,954
Kappa						KK 0,938

Tablo 2.39. Path 177 Row 31 no'lu Landsat paftası kullanılarak, 'En İyi Üç' arazi örtüsü metodu ile elde edilen arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	90	2	0	3	95	0,947
VFA	0	221	20	0	241	0,917
M	1	27	460	43	531	0,866
OA	8	0	16	449	473	0,949
Toplam	99	250	496	495	1340	
ÜD	0,909	0,884	0,927	0,907		OD 0,91
Kappa						KK 0,869

Landsat 180 path 34 row numaralı paftanın EİÜ yöntemi ile sınıflandırılmasından elde edilen arazi örtüsü haritası için ortalama %95'lik doğruluk ve 0.94 kappa katsayısına ulaşılmıştır. Diğer pafta için ise %91 ortalama doğruluk ve 0,87 kappa katsayısına ulaşılmıştır. Bu değerler, EİÜ yöntemi ile yapılan arazi örtüsü haritalarının doğruluğu, tek analizler ile elde edilen tüm arazi örtüsü haritalarının doğruluğundan çok daha yüksek olduğu açıkça göstermektedir. Ayrıca, bu yöntem ile kullanıcı ve üretici doğruluklarındaki artış dikkate değer düzeydedir. Tek analizlerle elde edilen haritalardaki, OA ile M sınıfları arasındaki ayrım problemi, bu yöntem ile oldukça düşük seviyelere indirilmiştir. Elde edilen yüksek doğruluk oranları sebebiyle, çalışma alanı içerisinde bulunan 50 pafta ve bunların 3 farklı döneme ait görüntüleri EİÜ yöntemi kullanılarak sayısallaştırılmış, sınıflandırılmış ve haritalanmıştır.

2.3. CORINE Arazi Örtüsü Haritalarının Hazırlanması

Giriş bölümünde bahsedilen CORINE arazi örtüsü verileri, ülkemizde yapılan arazi örtüsü çalışmalarında sıklıkla kullanılan veri setlerindendir. ‘Copernicus Land Monitoring Service’ tarafından ücretsiz olarak dağıtılan, 100 metre mekânsal çözünürlüğe sahip CORINE arazi örtüsü verileri, 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları olmak üzere her altı yılda bir üretilmiştir. 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait CORINE arazi örtüsü haritaları, bu çalışmanın kullandığı arazi örtüsü şeması doğrultusunda yeniden sınıflandırmıştır. En güncel veri seti olan 2018 arazi örtüsü haritası, ülkemiz sınırlarını kapsamaması nedeni ile bu çalışmada kullanılamamıştır. Bu veriler, öncelikli olarak, tarım alanlarının diğer otlak alanlardan ayrılması amacı ile yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca, Landsat uydu görüntüsünden elde edilen arazi örtüsü haritasının sayısal verileri ile kıyaslanma amaçlı kullanılması da planlanmıştır.

CORINE arazi örtüsü veri setlerinin kullandığı arazi örtüsü şeması, üç seviyeden oluşmaktadır. Tüm arazi örtüsü elemanları, birinci seviyede bulunan yapay yüzeyler, tarım alanları, ormanlar ve yarı doğal alanlar, sulak alanlar ve su kaynakları olarak, beş sınıf içerisinde bulunmaktadır. İkinci seviye 15 alt başlık, üçüncü seviyede ise 44 alt arazi örtüsü yapısı mevcuttur (Bossard, 2000). Üçüncü seviye arazi örtüsü sınıfları, bu çalışmada kullanılan arazi örtüsü şemasına uygun olacak şekilde yeniden sınıflandırılmıştır (Tablo 2.40).

Yeni arazi örtüsü sınıfı atamaları yapılırken, genel olarak Seviye 1 CORINE arazi örtüsü sınıfları dikkate alınmıştır. Fakat 231 kodlu ‘Meralar’ sınıfı CORINE tarafından tarım alanları olarak sayıldığı halde, bu çalışmada M sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir. Bunun ana sebebi, Avrupa’da mera adı altında kullanılan alanlar doğal olmayan, insan müdahalesi ile oluşturulmuş alanlardır ve Türkiye’de bu durum genel itibari ile tersidir. Ülkemizde meralık alanlar genellikle doğal vejetasyon topluluklarının yer aldığı bölgeler olduğu için bu ayrıma gereksinim duyulmuştur.

Tablo 2.40. *CORINE Seviye 3 arazi örtüsü sınıfları ve bu sınıfların çalışmada kullanılan sınıflandırma şemasındaki karşılıkları (Sulak Alanlar – SA, Vejetasyonca Fakir Alanlar – VFA, Tarım Alanları – TA, Meralar – M, Ormanlık Alanlar –OA).*

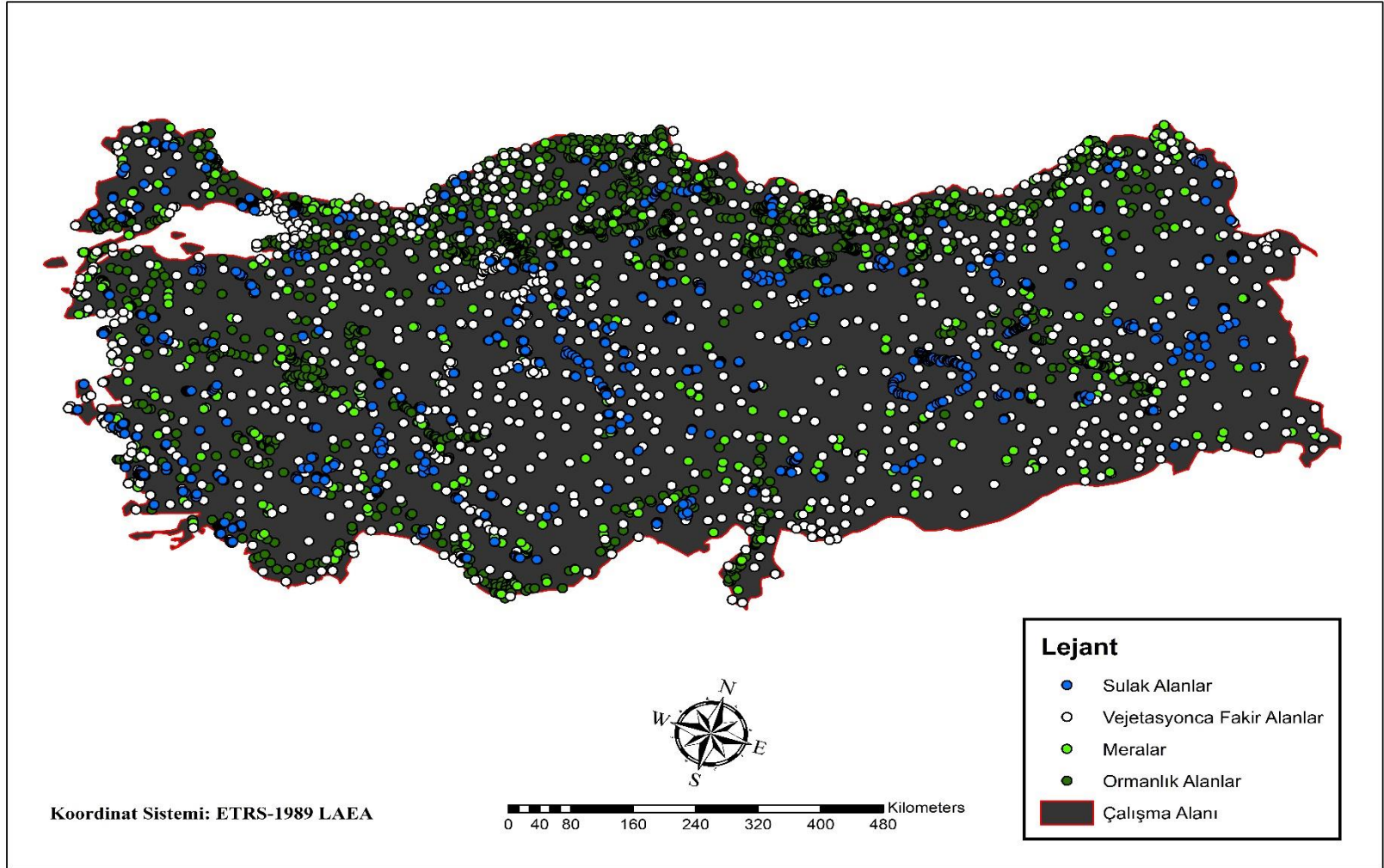
CORINE Seviye 3	Yeni Arazi Örtüsü Sınıfı
111 – Devamlı Şehir Yapısı	VFA
112 – Devamlı Olmayan Şehir Yapısı	VFA
121 – Endüstriyel veya Ticari Birimler	VFA
122 – Yollar, Demir Yolları ve Bunlarla Alakalı Alanlar	VFA
123 – Limanlar	VFA
124 – Havaalanları	VFA
131 – Maden Sahaları	VFA
132 – Düzensiz Depolama Sahaları	VFA
133 – İnşaat Sahaları	VFA
141 – Yeşil Yerleşim Alanları	VFA
142 – Spor ve Dinlenme Tesisleri	VFA
211 – Sulanmayan Ekilebilir Araziler	TA
212 – Sürekli Sulanan Ekilebilir Araziler	TA
213 – Pirinç Tarlaları	TA
221 – Bağlar	TA
222 – Meyve Ağaçları ve Bahçeleri	TA
223 – Zeytinlikler	TA
231 - Meralar	M
241 – Sürekli Ekinler ile Birlikte Bulunan Yıllık Ekinler	TA
242 – Karışık Kültüre Sahip Alanlar	TA
243 – Doğal Bitki Örtüsüne Sahip Tarım Alanları	TA
244 – Tarımsal Ormancılık Yapılan Araziler	TA
311 – Geniş Yapraklı Ormanlar	OA
312 – Konifer Ormanları	OA
313 – Karışık Ormanlar	OA
321 – Doğal Otlaklar	M
322 – Fundalıklar	M
323 – Sklerofil Bitkilerin Bulunduğu Alanlar	M
324 – Çalılıklar	M
331 – Sahiller, Kumsallar, Kumullar	VFA
332 – Çıplak Kayalıklar	VFA
333 – Vejetasyonca Fakir Alanlar	VFA
334 – Yangın Sahaları	VFA
335 – Buzullar ve Kalıcı Kar	VFA
411 – İç Bataklıklar	SA
412 – Turbalıklar	SA
421 – Tuz Bataklığı	SA
422 – Tuz Gölleri	SA
423 – Gelgitte Oluşmuş Düzlükler	SA
511 – Su Yolları	SA
512 – Su Kaynakları	SA
521 – Kıyı Lagünleri	SA
522 – Nehir Ağızları	SA
523 – Deniz ve Okyanuslar	SA

2.4. Doğrulama Analizi

Görüntü işleme sonucunda elde edilen arazi örtüsü haritalarının doğruluğunun tespit edilmesi çalışma sonuçlarının daha iyi değerlendirilebilmesi için önemlidir. Küçük ölçekli çalışmalarda, arazi üzerinden GPS yardımı ile çalışma alanını kapsayacak şekilde alınan yersel kontrol noktaları ile doğrulama analizi yapılabilir. Fakat bu çalışmada da olduğu gibi, büyük ölçekli çalışmalarda, eski yöntemlerle kontrol noktalarının tüm alana dağılacak şekilde alınması yüksek iş gücü ve zaman gerekmektedir. Özellikle kapalılığı yüksek ormanlık alanlar veya göller ve nehirler gibi sulak alanlarda bu işlem oldukça zordur.

Yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü, bu çalışmada elde edilen arazi örtüsü haritalarının doğruluğunu ortaya koymak için, ‘Google Earth Pro’ yazılımının güncel uydu fotoğrafları kullanılmıştır. Güncel verileri dikkate alındığında, Google Earth Pro, Quickbird ve Worldview-1,2 gibi yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerini kullanmaktadır. Böylece yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri yardımı ile elde edilen kontrol noktaları, Landsat gibi orta seviye çözünürlüğe sahip uyduların görüntülerinden elde edilenlerden daha sağlıklı olmaktadır. Tarım alanları sınıfına ait veriler CORINE arazi örtüsü verilerinden alındığından, doğrulama analizine dâhil edilmemiştir. Geriye kalan dört arazi örtüsü için, tüm Türkiye sınırları içerisinde, homojen bir şekilde dağıtılmış, toplamda 5000 adet kontrol noktası eklenmiştir. Bu çalışmada vejetasyon durumunun incelenmesi birincil öncelik olduğundan, OA ve M sınıfları için 1500’er, VFA ve SA sınıfları için 1000’er adet kontrol noktası olacak şekilde dağıtılmıştır (Şekil 2.7).

‘Google Earth Pro’ yazılımı üzerinden seçilen güncel 5000 adet kontrol noktası, ilk zaman periyodu için elde edilen güncel arazi örtüsü haritası ile ArcMap yazılımı üzerinde karşılaştırılarak, sınıf eşleştirilmesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçların istatistikî veriler ile kolayca anlaşılabilmesi için hata matrisi oluşturulmuştur. ‘Google Earth Pro’ yazılımı ile geçmiş yıllara ait görüntülere ulaşmak mümkündür. Fakat bu yıllara ait görüntülerin, düşük veya orta çözünürlüklü uydulardan temin edilmiş olmasından dolayı, ikinci ve üçüncü zaman aralıkları için elde edilen arazi örtüsü haritaları için doğrulama analizleri yapılmamıştır.



Şekil 2.7. Doğrulama Analizinde Kullanılacak, Dört Arazi Örtüsü Sınıfı için Kontrol Noktalarının Dağılımı

2.5. Değişim Analizi

Arazi örtüsünün zamana bağlı değişimini ortaya çıkarmak için kullanılan iki farklı yöntem vardır. Sınıflandırma öncesi değişim analizi, piksellerin spektral değerleri arasındaki farkı hesaplamaktadır. Giriş bölümünde bahsedildiği gibi, bu analiz, genel itibari ile olumlu sonuçlar vermemektedir. Bu sebeple, bu çalışmada, sınıflandırma sonrası değişim tekniği tercih edilmiştir. EİÜ yöntemi kullanılarak üç farklı döneme ait oluşturulan arazi örtüsü haritaları, sınıflandırma sonrası değişim analizinde kullanılmıştır.

Yaklaşık otuz yıllık değişimin hesaplanması için, üçüncü zamansal döneme (1984-1990 yılları arası) ait arazi örtüsü haritasından, ilk zamansal döneme (2012-2018 yılları arası) ait haritanın çıkarılması gerekmektedir. Böylece, otuz yıl içerisinde arazi örtüsü üzerindeki değişimlerin hem sayısal hem de coğrafi bilgileri elde edilmiş olmaktadır. İkinci zamansal döneme (1997-2003 yılları arası) ait arazi örtüsü haritası, ara dönem olarak kullanılmış ve onbeşer yıllık değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu veriler sayesinde, değişim trendi ile ilgili bilgilerin elde edilmesi planlanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Genel Türkiye Sonuçları

3.1.1. CORINE Arazi Örtüsü Veri Setlerinden Elde Edilen Genel Türkiye Sonuçları

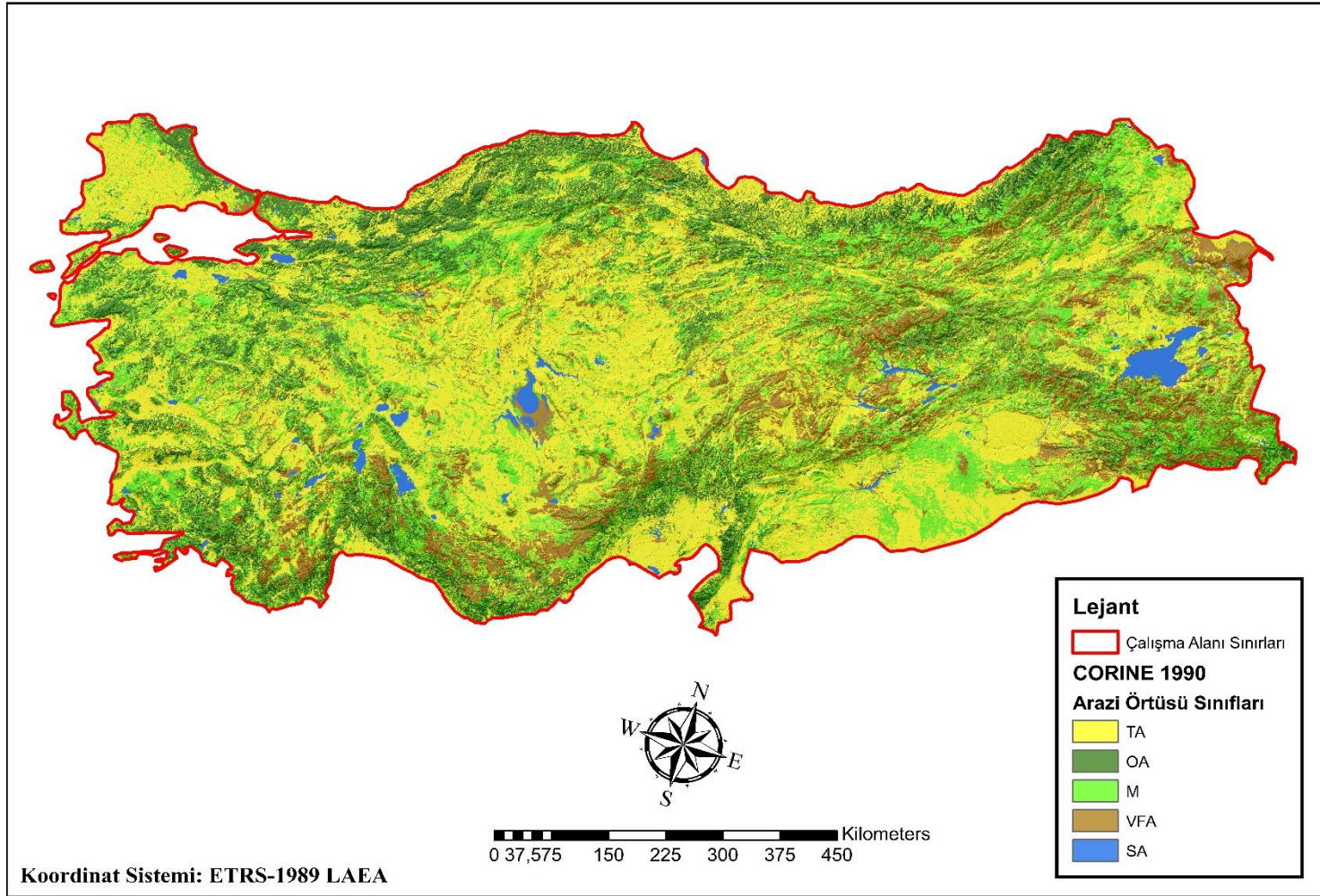
1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait 100 metre mekânsal çözünürlüğe sahip CORINE arazi örtüsü verileri, çalışmanın sınıflandırma şeması doğrultusunda yeniden sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma çalışması sonucunda, arazi örtüsü sınıflarının, bahsedilen yıllar içerisinde, Türkiye’de kapladıkları hektar birimindeki alanları ve alansal yüzdeleri Tablo 3.1’de; 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki negatif ve pozitif alansal ve yüzdesel değişimleri ise, Tablo 3.2 içerisinde verilmiştir. Ayrıca, üç farklı tarih için, ayrı ayrı arazi örtüsü haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3).

Tablo 3.1. *Arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımları ve alansal yüzdelerini gösteren tablo.*

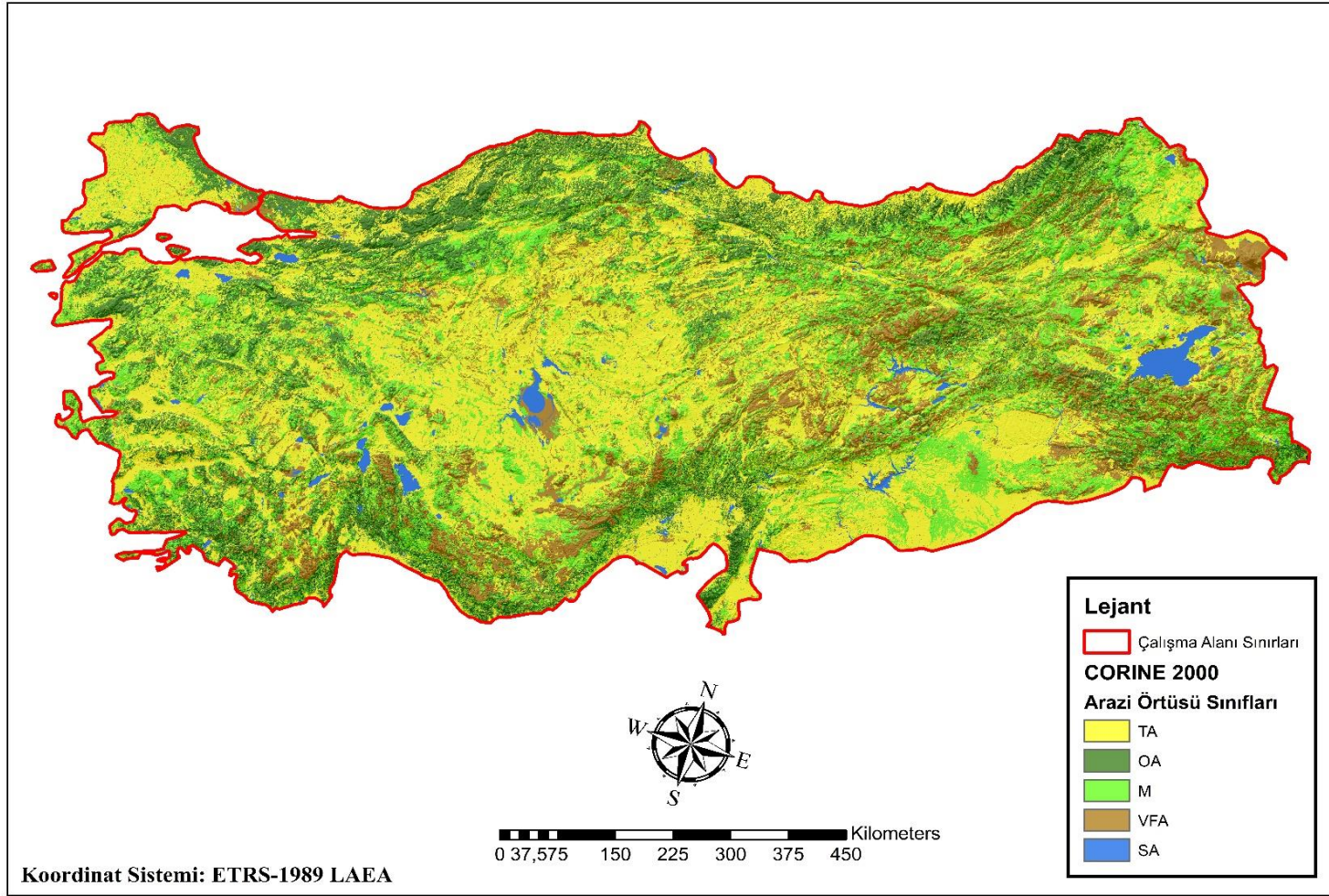
Arazi Örtüsü Sınıfı	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	31766942	40.78	31578413	40.53	31903207	40.95
OA	11646487	14.95	11840124	15.20	11558569	14.84
M	19431555	24.94	19108336	24.53	19445933	24.96
VFA	13454877	17.27	13693571	17.58	13059354	16.76
SA	1606713	2.06	1686130	2.16	1939511	2.49
Toplam	77906574	100.00	77906574	100.00	77906574	100.00

Tablo 3.2. *Arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimleri gösteren tablo.*

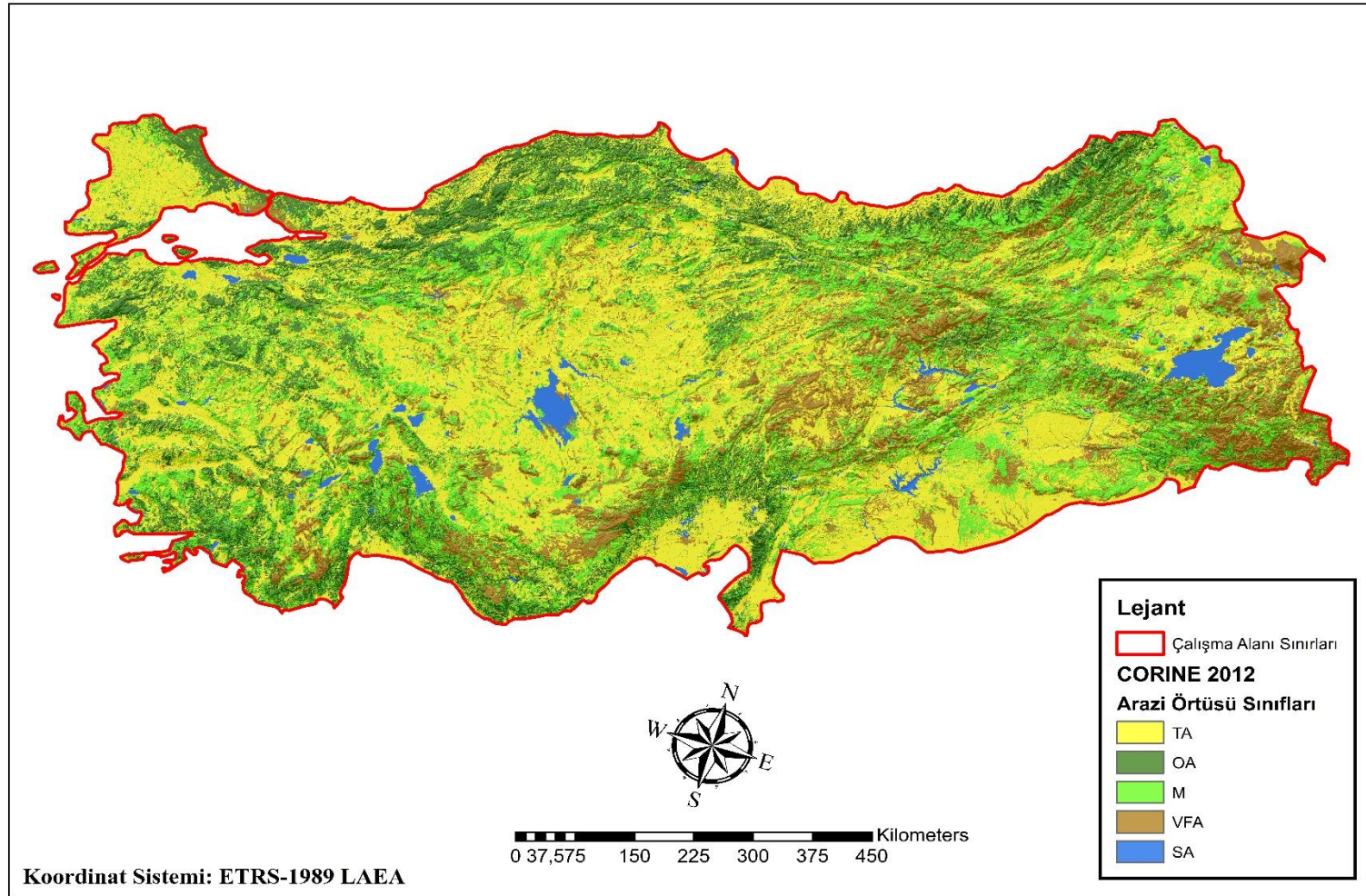
Arazi Örtüsü Sınıfı	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-188529	-0.59	324794	1.03	136265	0.43
OA	193637	1.66	-281555	-2.38	-87918	-0.75
M	-323219	-1.66	337597	1.77	14378	0.07
VFA	238694	1.77	-634217	-4.63	-395523	-2.94
SA	79417	4.94	253381	15.03	332798	20.71
Toplam	1023496	1.31	1831542	2.35	966880	1.24



Şekil 3.1. CORINE 1990 Arazi Örtüsü Verisinin, Çalışmada Kullanılan Arazi Örtüsü Şemasına Adapte Edilmesi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Haritası



Şekil 3.2. CORINE 2000 Arazi Örtüsü Verisinin, Çalışmada Kullanılan Arazi Örtüsü Şemasına Adapte Edilmesi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Haritası

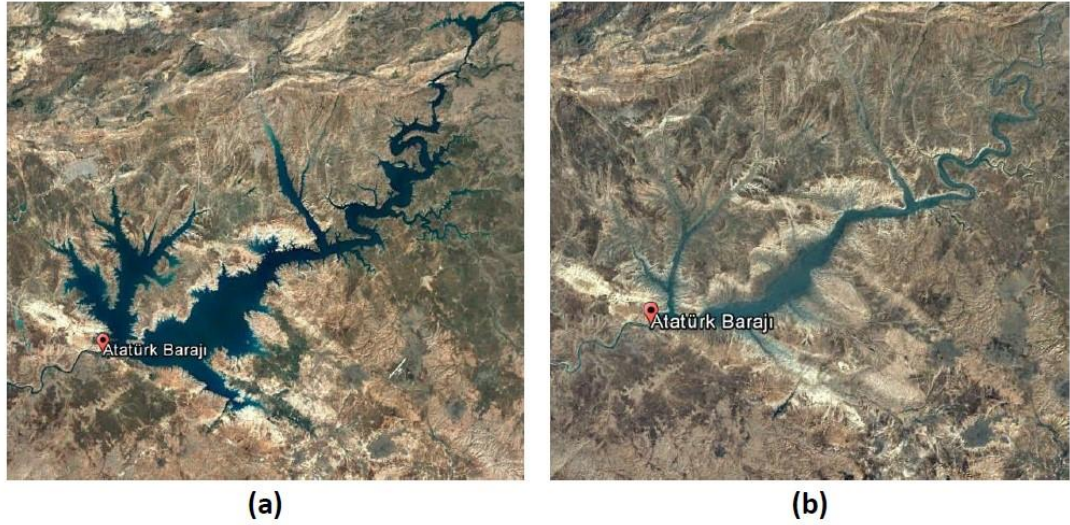


Şekil 3.3. CORINE 2012 Arazi Örtüsü Verisinin, Çalışmada Kullanılan Arazi Örtüsü Şemasına Adapte Edilmesi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Haritası

Bu çalışma kapsamında Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %99.43'lük bir kısmı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, TA sınıfının, her üç zaman dönemi için en dominant arazi örtüsü sınıfı olduğu görülmektedir. Ardından, M ve VFA arazi örtüsü sınıfları gelmektedir. Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %2.5'lik bir bölümünün de, sulak alanlardan oluştuğu tespit edilmiştir. CORINE verilerini göz önüne alarak ülkemizin orman varlığı incelendiğinde, yaklaşık 11 milyon hektarın üzerinde bir ormanlık alana sahip olduğumuz görülmektedir. Orman Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan 'Türkiye Orman Varlığı' adlı raporda, amenajman planları kullanılarak 2015 yılı için ülkemizin sahip olduğu ormanlık alanlar, 12.704.148 hektarı normal kapalı, 9.638.787 hektarı da boşluklu kapalı olmak üzere, toplamda 22.342.935 hektar olduğu belirtilmiştir (Orman Genel Müdürlüğü, 2015). Bu rapor tarafından, ülke genelinin %28.6'sını kapladığı hesaplanan ormanlık alanlar, CORINE arazi örtüsü verilerinden elde edilen yaklaşık %14'lük sonuçlar ile ters düşmektedir. Bunun ana sebeplerinden biri, ormanlık alan olarak değerlendirilen toprakların, bu iki sistem içerisinde farklı tanımlanmalara sahip olmasıdır. Aynı rapor içerisinde ormanlık alan, ağaçsız orman toprağı, yayla, bozkır, kayalık taşlık araziler, kum, bataklık, ziraat, iskân, mezarlık, ocak, mera, su alanları, izin verilmiş tesisler gibi alanların dışında kalan üzerinde ağaç varlığı bulunan alanlar olarak tanımlanmıştır (Orman Genel Müdürlüğü, 2015). Fakat bu noktada, üzerinde çalı vejetasyonu ihtiva eden alanlar ile ilgili bir bilgi bulunmamakta ve bunlarında orman alanı olarak düşünüldüğü varsayılmaktadır. Bu durum, ormanlık alan yüzdesinin artışına sebebiyet vermektedir. Diğer bir durum ise, OGM tarafından 2013-2015 yılları arasındaki elde edilen değerler incelendiğinde dikkat çekmektedir. Normal kapalı koru ve baltalık ormanların kapladıkları alan, 12.704.148 hektar olarak verilmiştir. Bu değer, 2012 yılı için CORINE'den alınmış 11.558.569 hektarlık ormanlık alan değeri ile birbirine yakındır. Uydu görüntüleri üzerinden ormanlık alanlar tayin edilir iken, kapalılığı, yani örtüş durumu yüksek alanların ormanlık alan olarak değerlendirilmesinden ötürü bu farklılıklar oluşmuş olabileceği düşünülebilir.

Oransal olarak yıllara bağlı değişim verileri incelendiğinde, SA sınıfının, 22 yıllık süreçte %20 arttığı dikkat çekmektedir. 332.798 hektarlık bu artış, Türkiye'nin uyguladığı su politikalarının bir sonucudur. Yarı kurak iklim kuşağında bulunan ülkemiz için, Güney Doğu Anadolu Projesi (GAP) gibi yıllar içerisindeki yapılan

projeler ülke içerisinde su tutma kapasitemizi arttırmıştır (URL-8, 2019). Uydu görüntüleri üzerinden bu değişim net bir şekilde görünmektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Atatürk Barajının Farklı Yıllar İçerisinde Alınmış Uydu Görüntüleri. a) 2018 Yılına Ait Görüntü, b) 1989 Yılına Ait Görüntü.

Negatif yöndeki en büyük değişim, 2000 ile 2012 yılları arasında VFA sınıfının %4.6'lık azalımıdır. Genel itibariyle, yirmi iki yıllık süreçte, TA, M ve SA arazi örtüsüne sahip alanların arttığı, OA ve VFA arazi örtüsü sınıflarının azaldığı görülmektedir. Ayrıca, SA arazi örtüsü sınıfında yaşanan değişimlerin dışındaki diğer tüm arazi örtüsü sınıflarına ait değişimlerin oranları oldukça düşüktür. Bu durumu daha iyi açıklamak için, yıllara bağlı arazi örtüsü değişim trendleri hesaplanmıştır. Bu değerler, 1990-2000 yılları arası için %1.31, 2000-2012 yılları arasında %2.35 ve 1990-2012 yılları arasında %1.24 olarak hesaplanmıştır. Değişim trendlerinin oldukça düşük olması, CORINE verileri ile ilgili bazı soru işaretleri oluşturmaktadır. Ülkemiz için yapılan, geçmiş lokal veya büyük alan çalışmaları incelendiğinde, çok daha yüksek değişim oranlarına rastlanmaktadır (Ekinci, 2012; Dengiz ve Turan, 2014; Reis, Dutal, Abız ve Bolat, 2016; Yılmaz, Gülgen, Güngör ve Kadı, 2018). CORINE arazi örtüsü verilerinin doğruluğunun, hassasiyetinin ve uygunluğunun çokça tartışılması, elde edilen sonuçlar ile birlikte düşünüldüğünde, farklı bir yöntemle oluşturulmuş veriler ile kıyaslanması gerekliliğini doğurmaktadır. Böylece, bu çalışma kapsamında EİÜ yöntemi geliştirilmiş ve çalışma içerisinde kullanılmıştır.

3.1.2. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen Genel Türkiye Sonuçları

Bir önceki bölümde tartışılan CORINE arazi örtüsü verilerinden elde edilen sonuçlara alternatif olarak, EİÜ görüntü işleme yöntemi kullanılarak, ülkemizin yaklaşık %99,42'lik bir kısmını kapsayan arazi örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Bu çalışmada üç ayrı zaman dönemine ait arazi örtüsü haritaları oluşturulmuş ve herbiri ayrı ayrı incelemelere tabi tutulmuştur. Üçüncü zaman dönemine (1984-1990) ait sonuçlar Tablo 3.3'de, ikinci zaman periyodu (1997-2003) Tablo 3.4'de ve ilk zaman dönemine ait sayısal sonuçlar Tablo 3.5'de verilmiştir. Ayrıca, bahsi geçen zaman dönemleri arasındaki arazi örtüsü değişimini ortaya koymak için Tablo 3.6 hazırlanmıştır.

Tablo 3.3. *Üçüncü zamansal dönem (1984-1990) için, arazi örtüsü sınıflarının dağılımını gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. Dönem (1984-1990)	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	31766942	40.78
OA	7679323	9.86
M	22223284	28.53
VFA	15045234	19.31
SA	1191799	1.53
Toplam	77906582	100.00

Tablo 3.4. *İkinci zamansal dönem (1997-2003) için, arazi örtüsü sınıflarının dağılımını gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	2. Dönem (1997-2003)	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	31578413	40.53
OA	8592613	11.03
M	21356881	27.41
VFA	15099800	19.38
SA	1278875	1.64
Toplam	77906582	100.00

Tablo 3.5. Birinci zamansal dönem (2012-2018) için, arazi örtüsü sınıflarının dağılımını gösteren tablo.

Arazi Örtüsü Sınıfı	1. Dönem (2012-2018)	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	31903207	40.95
OA	9963478	12.79
M	23925145	30.71
VFA	10803087	13.87
SA	1311665	1.68
Toplam	77906582	100.00

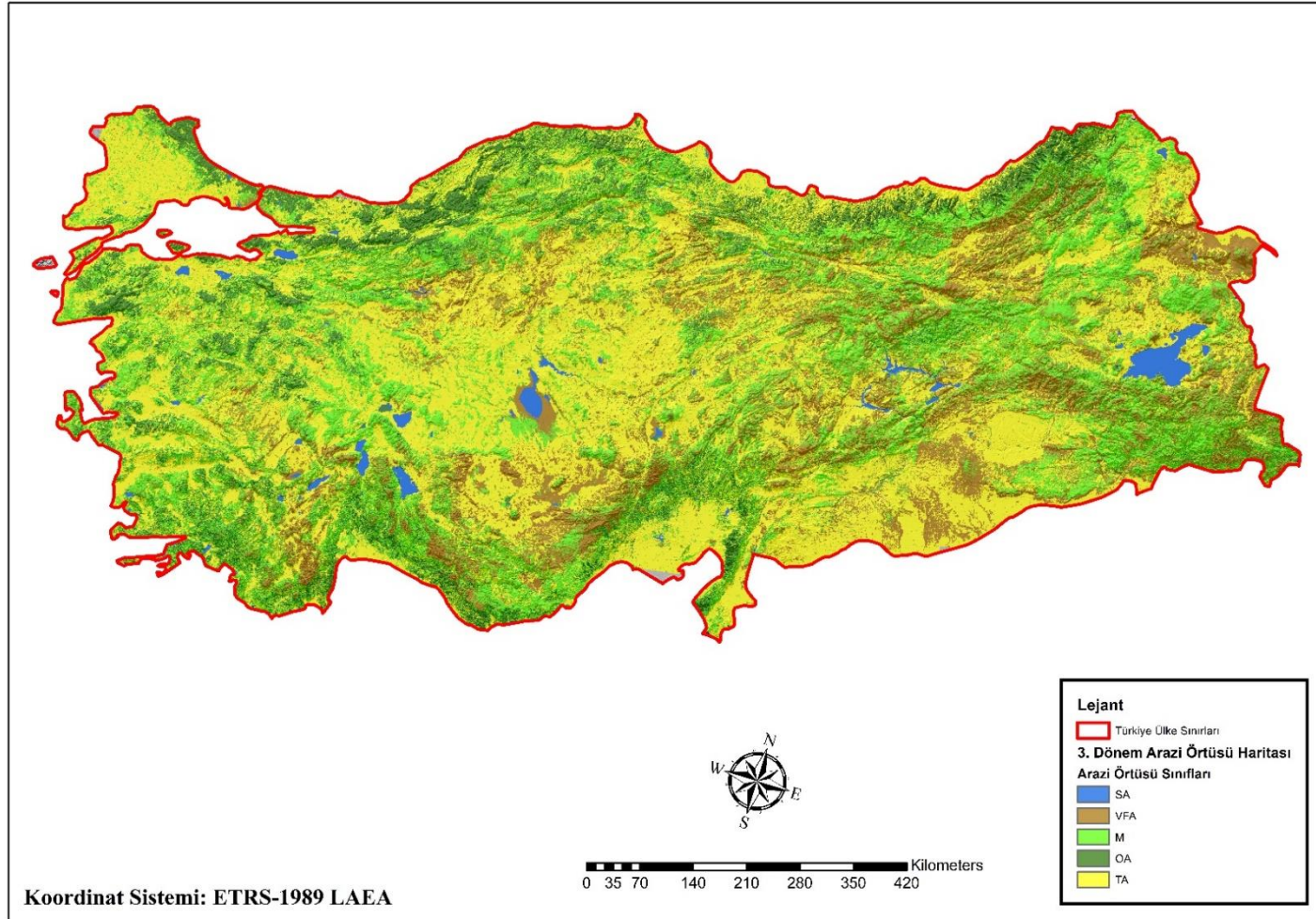
Tablo 3.6. Zamansal dönemler arası, arazi örtüsü değişimlerini gösteren tablo.

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. Dönem - 2. Dönem Arası Değişimler		2. Dönem - 1. Dönem Arası Değişimler		3. Dönem - 1. Dönem Arası Değişimler	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-188529	-0.59	324794	1.03	136265	0.43
OA	913290	11.89	1370865	15.95	2284155	29.74
M	-866403	-3.90	2568264	12.03	1701861	7.66
VFA	54566	0.36	-4296713	-28.46	-4242147	-28.20
SA	87076	7.31	32790	2.56	119866	10.06
Toplam	2109864	2.71	8593426	11.03	8484294	10.89

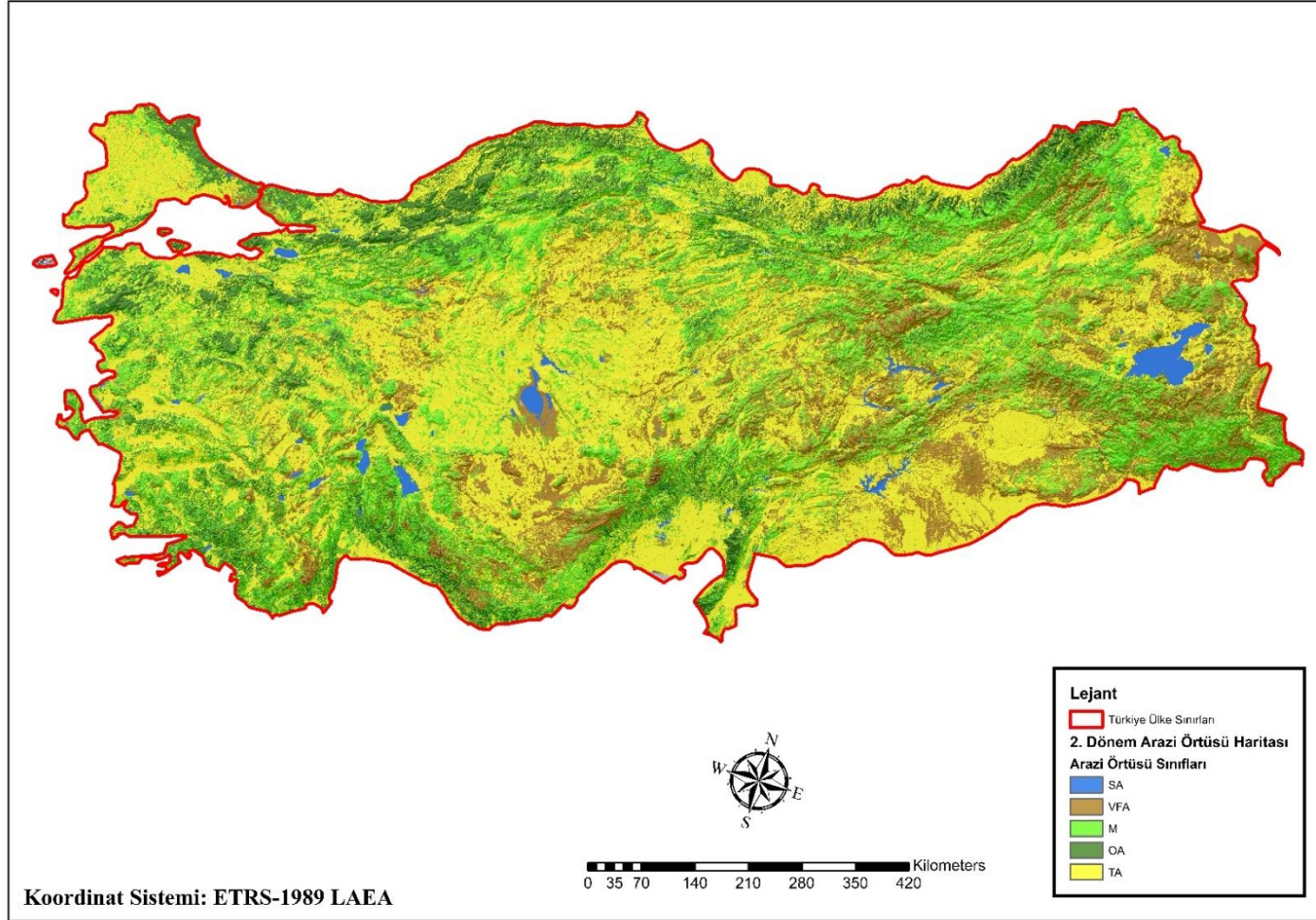
Her dönem için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Türkiye’de sırası ile TA, M ve VFA sınıflarının, arazi örtüsü üzerinde baskın örtü grupları oldukları görülmektedir. Bu durum, CORINE arazi örtüsü verilerinden elde edilen sonuçlar ile büyük benzerlikler göstermektedir. OA arazi örtüsü sınıfı haricinde kalan arazi örtüsü sınıfları içinde benzer bir durum söz konusudur. Üçüncü dönem içerisinde, ülke topraklarının %9.86’sına tekabül eden OA sınıfı, ikinci dönemde %11.03 ve günümüzde %12.79 oranına yükselmiştir. Otuz yıllık süreç içerisinde, verimli, kapalılığı yüksek ormanlık alanların %29.74 arttığı görülmektedir. OGM’nin hazırladığı raporda, üçüncü döneme tekabül eden 1973-1999 yılları arasındaki verimli orman varlığı ile güncel verimli orman varlığı arasında %26’lık bir artış söz konusudur ve EiÜ yöntemi ile elde edilen sonuçları desteklemektedir (Orman Genel Müdürlüğü, 2015). Verimli ormanlık alanlardaki bu artışın, artan ağaçlandırma faaliyetleri, gelişen silvikültürel müdahale teknikleri, zararlılarla ve doğal afetlerle mücadelenin iyileşmesi

veya halkın geçen süreç içerisinde orman varlığı ve yararları hakkında bilinçlenmesi gibi nedenleri olabilir. CORINE arazi örtüsü verilerinden elde sonuçlar incelendiğinde, bahsi geçen ormanlık alanların %11-12 arasında seyrettiği ve son dönem içerisinde de azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ile, EİÜ yöntemi ile elde edilen diğer sonuçlar çelişmektedir. Bu sorunun temel nedeneleri; CORINE arazi örtüsü verilerinin doğruluğunun düşük olması (Ateşoğlu, 2016), en küçük haritalama biriminin 25 hektar gibi büyük bir alan olmasından dolayı, hassasiyetinin düşük olması (Silva, Ribeiro ve Guedes, 2007; Koca, Doran ve Kılıç, 2009; Özü ve Ataol, 2018) ve arazi örtüsü sınıflarının, farklı özelliklere sahip olan tüm Avrupa coğrafyası için, birebir aynı olmasından kaynaklı olabilir. OA sınıfının dışında SA sınıfının da 30 yıllık süreç içerisinde sürekli artım yaptığı görülmektedir. Otuz yıllık değişim analizinde en çok dikkat çeken durum, VFA arazi örtüsü sınıfının yaklaşık %28 azalması ve tek toprak kaybına uğrayan arazi örtüsü sınıfı olmasıdır. Dikey kentleşme, köyden şehirlere göç, su politikaları, yeşillendirme çalışmaları, doğa koruma önlemleri, ağaçlandırma çalışmaları ve iklimsel bazı değişimlerin bu değişime neden olduğu düşünülmektedir. Üç dönem arasındaki değişim trendleri; 3. dönem, 2. dönem arası %2.71, 2. dönem, 1. dönem arası %11.03 ve 3. dönem, 1. dönem arası %10,89 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar ile, özellikle 2000’li yıllardan günümüze kadar geçen süreç içerisinde, arazi örtüsü üzerinde büyük değişimlerin yaşandığı açıkça görülmektedir. Yine bu sonuçlar ile CORINE verileri ile elde edilen sonuçlar oldukça farklıdır. Bu farklılıklar doğrulama analizlerinin yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

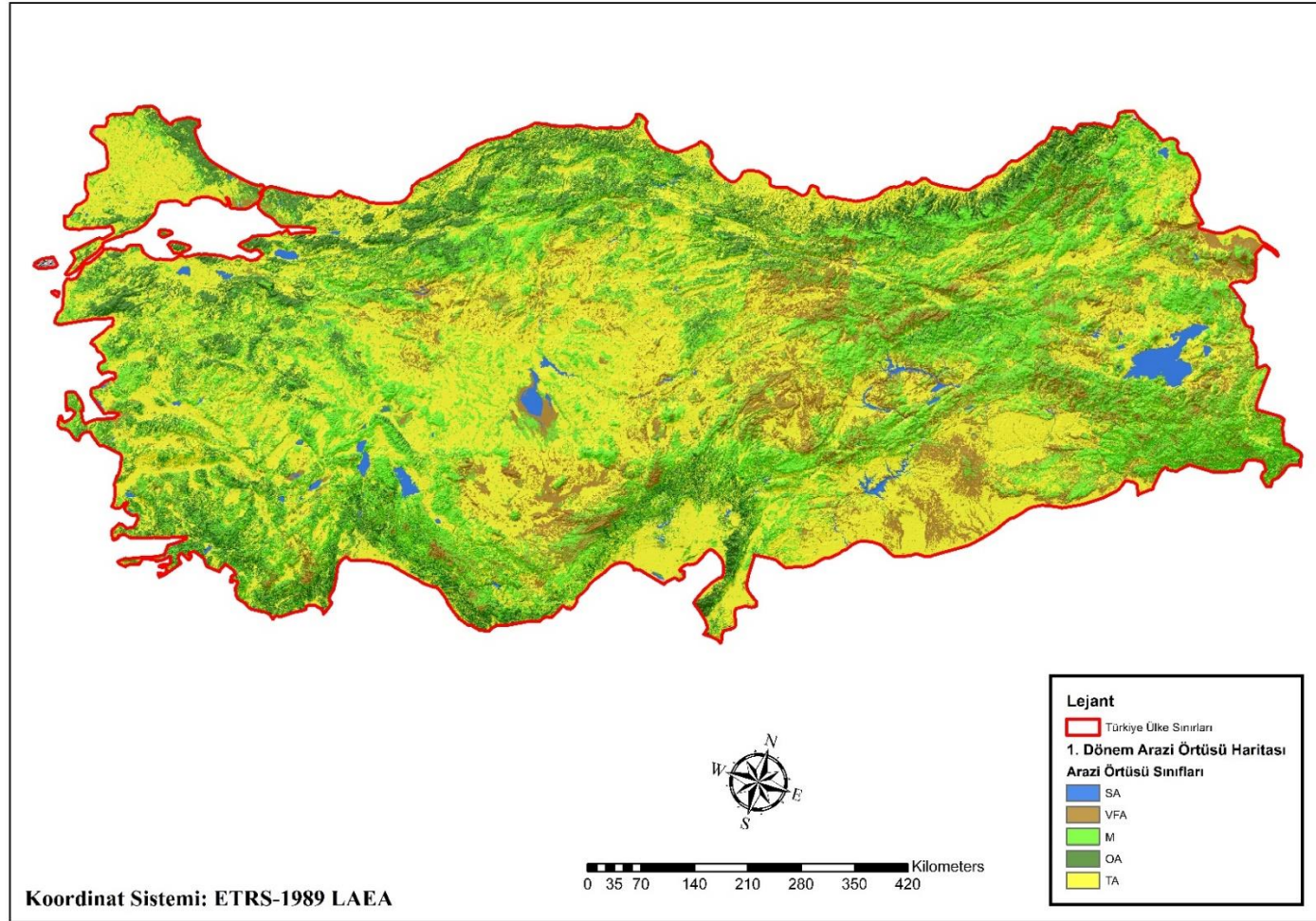
Bu çalışma kapsamında, EİÜ yöntemi ile elde edilen üç farklı zaman döneminin durumu ve değişiminin görsel olarak anlaşılabilmesi amacı ile arazi örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Üçüncü dönem arazi örtüsü haritası Şekil 3.5’te, ikinci dönem arazi örtüsü haritası Şekil 3.6’da ve güncel arazi örtüsünü gösteren harita Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.5. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen, Üçüncü Zamansal Döneme Ait Arazi Örtüsü Haritası



Şekil 3.6. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen, İkinci Zamansal Döneme Ait Arazi Örtüsü Haritası



Şekil 3.7. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen, Birinci Zamansal Döneme Ait Arazi Örtüsü Haritası

3.2. Fitocoğrafik Bölgelere Ait Sonuçlar

3.2.1 CORINE Arazi Örtüsü Verilerinin Fitocoğrafik Bölgelere Ait Sonuçları

CORINE arazi örtüsü veri setleri yardımı ile oluşturulan arazi örtüsü sınıflarına ait sayısal veriler, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi için Tablo 3.7 ve 3.8’de, İran-Turan fitocoğrafik bölgesi için Tablo 3.9 ve 3.10’da ve son olarak Akdeniz fitocoğrafik bölgesi için de Tablo 3.11 ve 3.12’de verilmiştir.

Tablo 3.7. *Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	5267310	38.31	5213289	37.92	5361155	38.99
OA	5146493	37.43	5257404	38.24	5168363	37.59
M	2355166	17.13	2211670	16.09	2211450	16.08
VFA	760900	5.53	840102	6.11	773518	5.63
SA	219515	1.60	226919	1.65	234898	1.71
Toplam	13749384	100.00	13749384	100.00	13749384	100.00

Tablo 3.8. *Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-54021	-1.03	147866	2.84	93845	1.78
OA	110911	2.16	-89041	-1.69	21870	0.42
M	-143496	-6.09	-220	-0.01	-143716	-6.10
VFA	79202	10.41	-66584	-7.93	12618	1.66
SA	7404	3.37	7979	3.52	15383	7.01
Toplam	395034	2.87	311690	2.27	287432	2.09

Tablo 3.9. *İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdelerini gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	21069059	42.39	21007435	42.27	21027859	42.31
OA	2798660	5.63	2861782	5.76	2675189	5.38
M	13420957	27.00	13291790	26.74	13398410	26.96
VFA	11240061	22.61	11322834	22.78	11151651	22.44
SA	1175010	2.36	1219906	2.45	1450638	2.92
Toplam	49703747	100.00	49703747	100.00	49703747	100.00

Tablo 3.10. *İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-61624	-0.29	20424	0.10	-41200	-0.20
OA	63122	2.26	-186593	-6.52	-123471	-4.41
M	-129167	-0.96	106620	0.80	-22547	-0.17
VFA	82773	0.74	-171183	-1.51	-88410	-0.79
SA	44896	3.82	230732	18.91	275628	23.46
Toplam	381582	0.77	715552	1.44	551256	1.11

Tablo 3.11. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdelerini gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	5423573	37.63	5350767	37.12	5507871	38.21
OA	3698730	25.66	3718142	25.80	3710979	25.75
M	3644899	25.29	3594655	24.94	3823122	26.52
VFA	1441189	10.00	1517769	10.53	1124651	7.80
SA	205072	1.42	232130	1.61	246840	1.71
Toplam	14413463	100.00	14413463	100.00	14413463	100.00

Tablo 3.12. Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.

Arazi Örtüsü Sınıfı	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-72806	-1.34	157104	2.94	84298	1.55
OA	19412	0.52	-7163	-0.19	12249	0.33
M	-50244	-1.38	228467	6.36	178223	4.89
VFA	76580	5.31	-393118	-25.90	-316538	-21.96
SA	27058	13.19	14710	6.34	41768	20.37
Toplam	246100	1.71	800562	5.55	633076	4.39

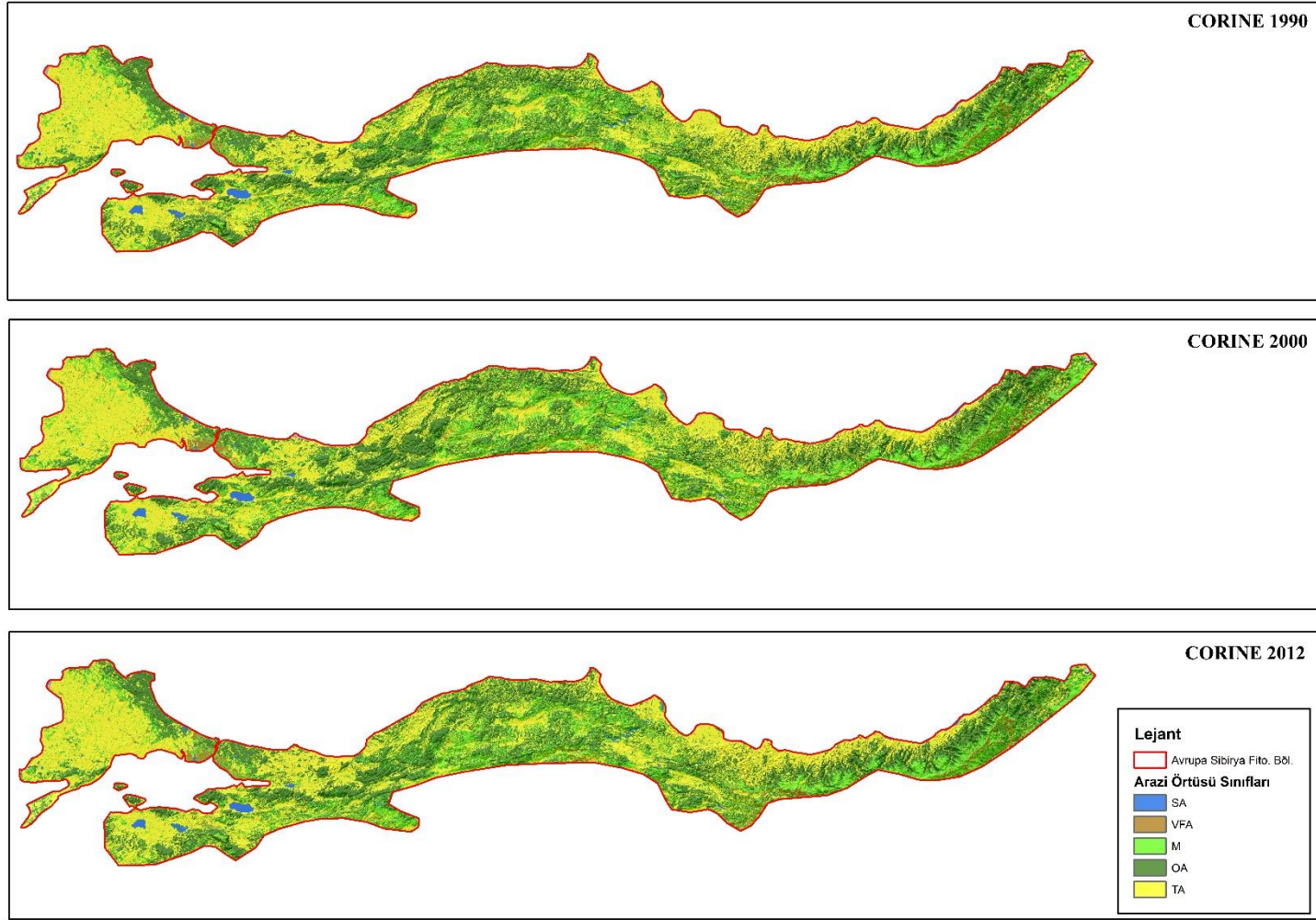
Avrupa-Sibiryta fitocoğrafik bölgesi, aldığı yağışların ve iklimin etkisiyle orman ağaçları ve çalılıklar bakımında oldukça zengin bir bölgedir. Bu bölge için elde edilen sonuçlar, bölgenin floristik karakteri ile uyum göstermektedir. TA sınıfının hâkim arazi örtüsü sınıfı olduğu Avrupa-Sibiryta fitocoğrafik bölgesinde, tarım alanları haricinde kalan yeşil alanlar, tüm sahanın yaklaşık %54'üne tekabül etmektedir. Ayrıca, OA sınıfına alansal olarak en çok Avrupa-Sibiryta fitocoğrafik bölgesinde rastlanmaktadır. Bu bölgedeki, 5.168.363 hektarlık ormanlık alan, tüm bölgenin yaklaşık yüzde 38'ine yayılmaktadır. M sınıfına ait alanlar dışında kalan tüm arazi örtüsü sınıfları, 22 yıllık süreç içerisinde artış göstermiştir. SA sınıfı %7'lik artış ile en çok artıma uğrayan arazi örtüsü sınıfı olurken, M sınıfı %6.1 azalmıştır. Bölgenin değişim trendleri, 1990-2000 yılları arası %2.87, 2000-2012 yılları arası %2.27 ve 1990-2012 yılları arasında %2.09 olarak hesaplanmıştır.

İran-Turan fitocoğrafik bölgesi de, aynı Avrupa-Sibiryta fitocoğrafik bölgesinde olduğu gibi, karakterisik özelliklerini sonuçlarda da göstermektedir. Fitocoğrafik bölgeler içerisinde en geniş alana yayılmış olan İran-Turan bölgesi, alansal olarak, en yüksek TA, M, VFA ve SA arazi örtüsü sınıflarına sahip bölgedir. OA sınıfı olarak oldukça fakir bu floristik coğrafyada, TA, M ve VFA sınıflarının kapladıkları alanların toplamı, tüm alanın %91.71'sidir. CORINE verilerinden elde edilen değişim analizlerinde, bu bölge için en dikkat çekici değişimin SA sınıfında yaşandığı tespit edilmiştir. Bu sınıf 22 yılda, %23.46 artarak 1.450.638 hektarlık bir alana ulaşmıştır. Geriye kalan tüm arazi örtüsü sınıfları bu süreç içerisinde azalış göstermişlerdir. OA sınıfındaki %4.41'lik azalış, İç Anadolu Bölgesi içerisinde, 1960'lı yıllardan

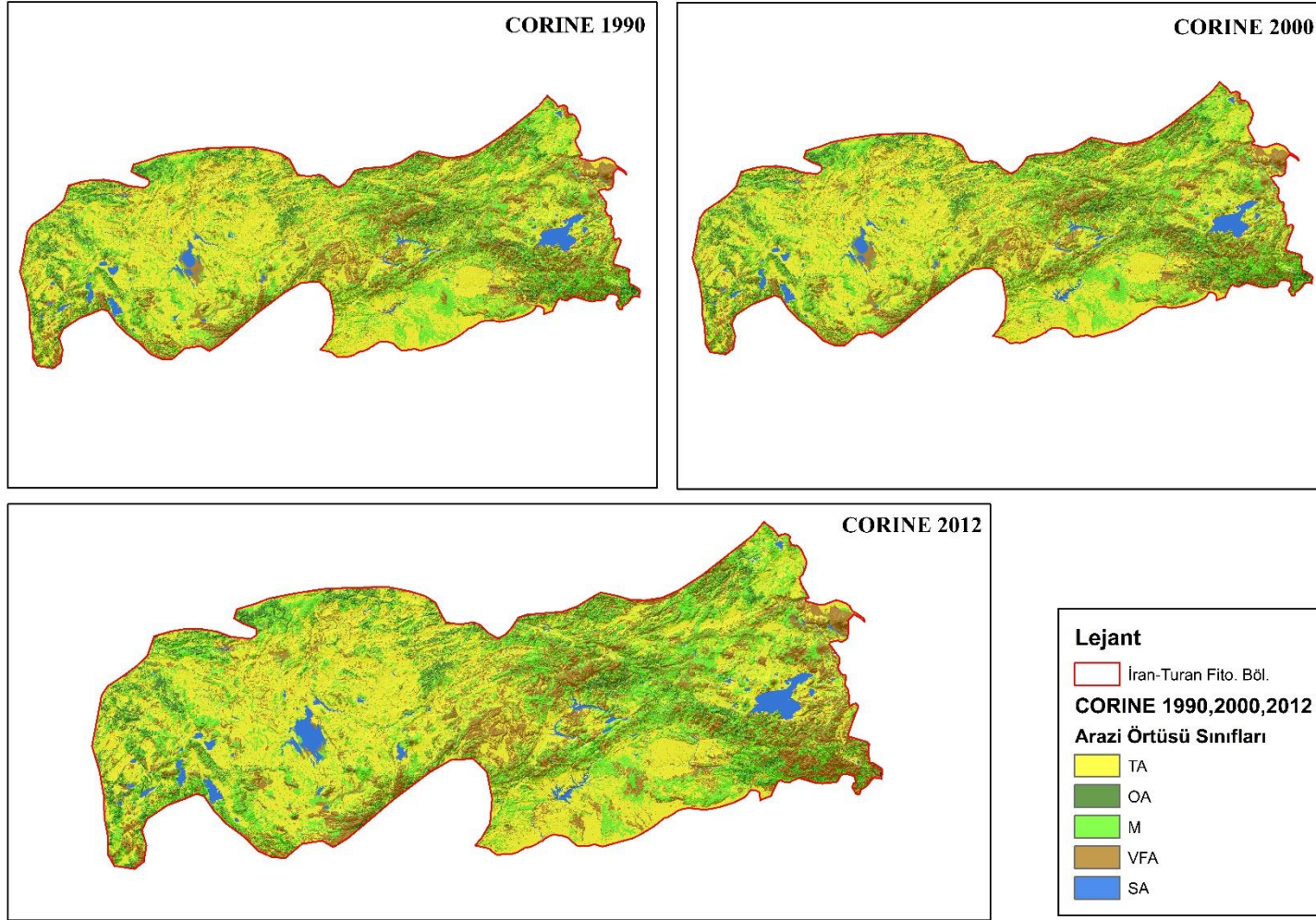
günümüze kadar devam eden büyük ağaçlandırma faaliyetlerinden elde edilen pozitif sonuçlar ile ters düşmektedir (Yıldız vd., 2018). Bu noktada, CORINE verisinden elde edilen sonuçların, EİÜ yöntemi ile elde edilen sonuçlar ile kıyaslanması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, bu bölge içerisindeki değişim eğilimi oldukça düşük olup, en yüksek değişim 2000-2012 yılları arasında %1.44 olarak hesaplanmıştır.

Tarım alanlarının, tüm zonun yaklaşık %37'sini kapsadığı Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde, OA ve M sınıfının kapladıkları alanlar birbirlerine oldukça yakın olup, hâkim vejetasyon grupları olarak öne çıkmaktadırlar. OA sınıfın 3.7 milyon hektar ve M sınıfının 3.8 milyon hektarlık kapladıkları alanlar, tüm fitocoğrafik bölgenin yarısından fazlasının vejetatif örtü ile kaplı olduğunu göstermektedir. Oldukça az SA sınıfına sahip olan bu bölgenin yaklaşık yüzde sekizi, VFA olarak sınıflandırılmıştır. Yirmi iki yıllık dönem içerisindeki en büyük yüzdesel değişimler, tüm Türkiye'de de olduğu gibi SA sınıfı üzerinde olmuştur. Alansal olarak en büyük değişim ise Akdeniz floristik bölgesinde, VFA sınıfının 316.538 hektarlık azalımı olarak görülmektedir. En yüksek değişim trendine sahip bu alanda, 1990-2000 yılları arasındaki değişim %1.71, 2000-2012 yılları arasında %5.55 ve 1990-2012 yılları arasında %4.39 olarak hesaplanmıştır.

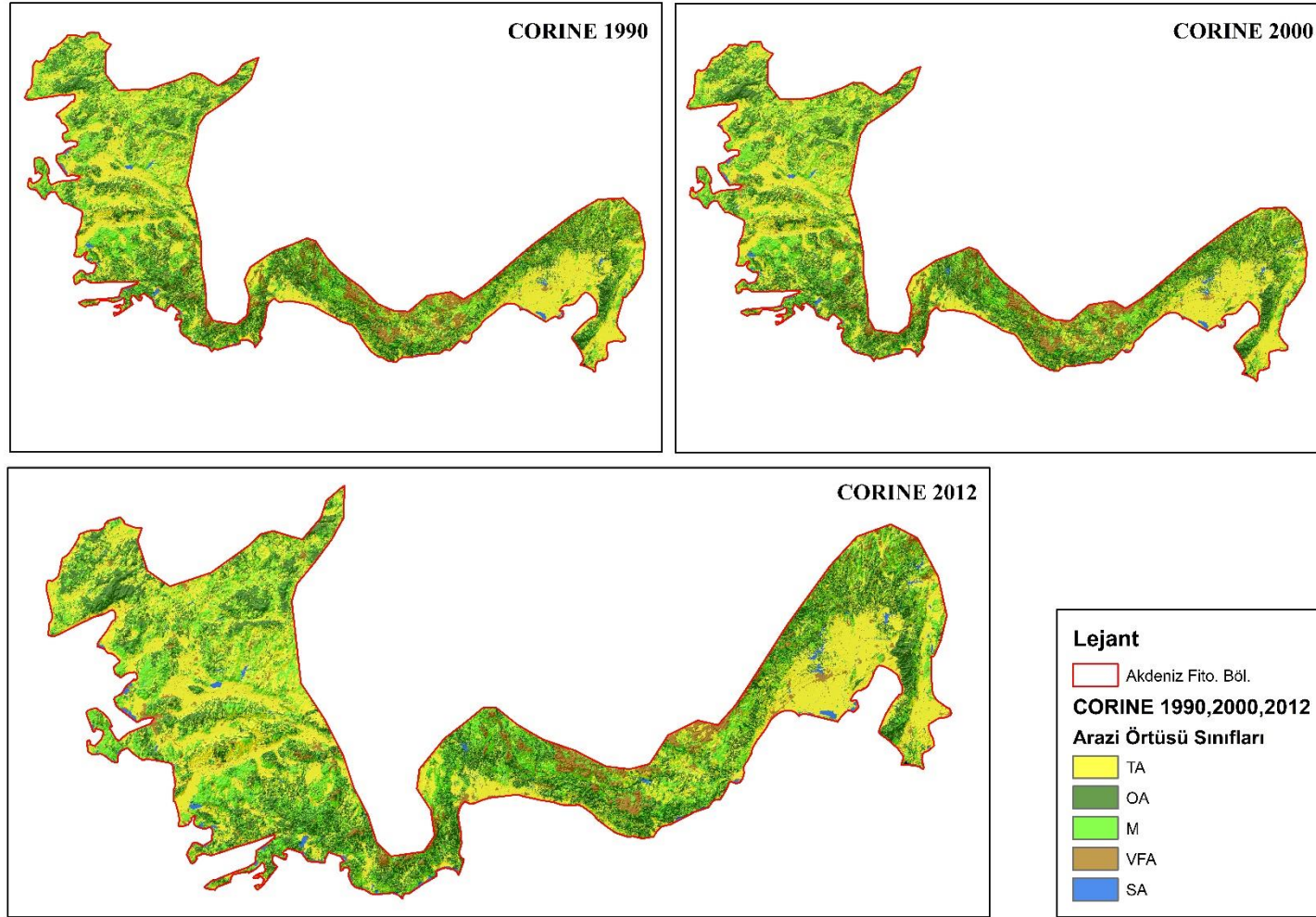
CORINE arazi örtüsü verileri yardımı ile tüm Türkiye için oluşturulan arazi örtüsü haritaları, floristik bölgelerin sınırları yardımı ile üçe bölünmüştür. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin arazi örtüsü haritası Şekil 3.8'de, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin arazi örtüsü haritası Şekil 3.9'te ve Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin arazi örtüsü haritası Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.8. Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesinin, CORINE 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait Verileri ile Oluşturulmuş Arazi Örtüsü Haritaları



Şekil 3.9. İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesinin, CORINE 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait Verileri ile Oluşturulmuş Arazi Örtüsü Haritaları



Şekil 3.10. Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesinin, CORINE 1990, 2000 ve 2012 yıllarına ait Verileri ile Oluşturulmuş Arazi Örtüsü Haritaları

Yukarıdaki sonuçların elde edilmesinde CORINE Seviye 3 arazi örtüsü sınıfları, bu çalışmanın arazi örtüsü şeması doğrultusunda sadeleştirilmiştir. Fakat vejetasyon tiplerinin dağılımı ve aralarındaki değişimlerin ortaya çıkarılabilmesi ve elde edilen değişim sonuçlarının daha anlamlı olması için, OA ve M sınıfına ait alt kategorilerin arasında da bir inceleme yapılmasına gerek duyulmuştur. Bu doğrultuda, OA sınıfının alt kategorileri olan; ‘Geniş Yapraklı Ormanlar (311)’, ‘Konifer Ormanları (312)’, ve ‘Karışık Ormanlar (313)’ alt sınıfları ile, M sınıfının alt kategorileri olan; ‘Meralar (231)’, ‘Doğal Otlaklar (321)’, ‘Fundalıklar (322)’, ‘Sklerofil Bitkilerin Bulunduğu Alanlar (323)’, ve ‘Çalılıklar (324)’ alt sınıfları arası durum ve değişim analizleri yapılmıştır. M sınıfına ait 322 kodlu ‘Fundalıklar’ sınıfı Türkiye sınırları içerisinde bulunmadığından ötürü analizlere dâhil edilmemiştir. Geriye kalan tüm alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının 1990, 2000 ve 2012’deki durumları Tablo 3.13 içerisinde, değişim analizi sonuçları Tablo 3.14 içerisinde verilmiştir.

Her üç zaman dönemi içinde, sırası ile; ‘Doğal Otlaklar’, ‘Çalılıklar’ ve ‘Konifer Ormanları’ alt vejetatif arazi örtüsü sınıfları dominant örtü gruplarıdır. ‘Sklerofil Bitkilerin Bulunduğu Alanlar’ ve ‘Meralar’ sınıfları ise en az örtüş durumuna sahip alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarıdır. Ormanlık alanlar içerisinde, iğne yapraklı bitki topluluklarını, yapraklı ormanlar ve karışık ormanlar izlemektedir.

Yirmi iki yıllık süreç içerisinde ‘Karışık Ormanlar’ arazi örtüsü sınıfının %22.54 oranındaki düşüşü oldukça dikkat çekmektedir. Bu alt sınıf 1990-2000 yılları arasındaki 10 yıllık süreçte artmasına rağmen, 2000’li yıllardan sonra hızlı bir düşüş yaşamıştır. Diğer tip ormanlık alanlar içerisinde bu seviyede bir düşüş yaşanmadığı için bunun ana sebeplerinden biri, ülkemizde uygulanan ormancılık faaliyetleri olabilir. İşletmeye alınmış karışık ormanların rehabilitasyonunun ve gençleştirilmesinin oldukça zor olması monokültür orman kompozisyonunun oluşmasına neden olmuş olabilir. Bunun dışında, ‘Doğal Otlaklar’ ve ‘Sklerofil Bitkilerin Bulunduğu Alanlar’ sınıflarında da alansal düşüşler yaşanmıştır. Diğer kalan tüm vejetatif arazi örtüsü sınıfları artmış ve konifer ormanlar ve meralar için bu artışın %10 oranının üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Hem alansal hemde yüzdesel olarak en az değişimin görüldüğü alt sınıf ise ‘Çalılıklar’ olmuştur. Yapılan hesaplamalar

sonucu elde edilen değişim trendleri; 1990-2000 yılları arasında %1,97, 2000-2012 yılları arasında %7.83 ve 1990-2012 yılları arasında %6.59 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.13. *Alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımları ve alansal yüzdelerini gösteren tablo.*

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
231	1625059	5.23	1573127	5.08	1946187	6.28
311	3594741	11.57	3709490	11.99	3681336	11.87
312	4785091	15.40	4737900	15.31	5346822	17.25
313	3266655	10.51	3392734	10.96	2530411	8.16
321	9145932	29.43	9116297	29.46	8876809	28.63
323	889725	2.86	887036	2.87	833795	2.69
324	7770839	25.00	7531876	24.34	7789141	25.12
Toplam	31078042	100.00	30948460	100.00	31004501	100.00

Tablo 3.14. *Alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimleri gösteren tablo.*

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
231	-51932	-3.20	373060	23.71	321128	19.76
311	114749	3.19	-28154	-0.76	86595	2.41
312	-47191	-0.99	608922	12.85	561731	11.74
313	126079	3.86	-862323	-25.42	-736244	-22.54
321	-29635	-0.32	-239488	-2.63	-269123	-2.94
323	-2689	-0.30	-53241	-6.00	-55930	-6.29
324	-238963	-3.08	257265	3.42	18302	0.24
Toplam	611238	1.97	2422453	7.83	2049053	6.59

Önceki bölümlerde, herbir fitocoğrafik bölgenin kendine özgü floristik kompozisyonlara sahip olduğundan bahsedilmiştir. Bu nedenle, vejetatif alt arazi örtüsü sınıfları üzerindeki değişimlerin, fitocoğrafik bölgelerin karakteristik özellikleri doğrultusunda incelenmesi oldukça önemlidir. Fitocoğrafik bölgeler içerisindeki alt vejetatif arazi örtüsü durumları ve değişimleri aşağıda tablolar halinde verilmiştir (Tablo 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.19 ve 3.20).

Tablo 3.15. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
231	157985	2.11	145551	1.95	179523	2.43
311	2235049	29.79	2278874	30.51	2379113	32.24
312	1263065	16.84	1286553	17.23	1342834	18.20
313	1648379	21.97	1691977	22.65	1446416	19.60
321	805502	10.74	802546	10.74	894936	12.13
323	8538	0.11	8543	0.11	11238	0.15
324	1383141	18.44	1255030	16.80	1125753	15.25
Toplam	7501659	100.00	7469074	100.00	7379813	100.00

Tablo 3.16. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
231	-12434	-7.87	33972	23.34	21538	13.63
311	43825	1.96	100239	4.40	144064	6.45
312	23488	1.86	56281	4.37	79769	6.32
313	43598	2.64	-245561	-14.51	-201963	-12.25
321	-2956	-0.37	92390	11.51	89434	11.10
323	5	0.06	2695	31.55	2700	31.62
324	-128111	-9.26	-129277	-10.30	-257388	-18.61
Toplam	254417	3.39	660415	8.84	796856	10.62

Tablo 3.17. İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
231	1398216	8.62	1364712	8.45	1706890	10.62
311	934825	5.76	966634	5.98	917239	5.71
312	1248880	7.70	1256215	7.78	1339542	8.33
313	614955	3.79	638933	3.96	418408	2.60
321	7709942	47.53	7687519	47.59	7384459	45.94
323	212289	1.31	211917	1.31	186112	1.16
324	4100510	25.28	4027642	24.93	4120949	25.64
Toplam	16219617	100.00	16153572	100.00	16073599	100.00

Tablo 3.18. *Iran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
231	-33504	-2.40	342178	25.07	308674	22.08
311	31809	3.40	-49395	-5.11	-17586	-1.88
312	7335	0.59	83327	6.63	90662	7.26
313	23978	3.90	-220525	-34.51	-196547	-31.96
321	-22423	-0.29	-303060	-3.94	-325483	-4.22
323	-372	-0.18	-25805	-12.18	-26177	-12.33
324	-72868	-1.78	93307	2.32	20439	0.50
Toplam	192289	1.19	1117597	6.92	985568	6.08

Tablo 3.19. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990, 2000 ve 2012 verilerindeki alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.*

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	CORINE 1990		CORINE 2000		CORINE 2012	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
231	68780	0.94	62845	0.86	59348	0.79
311	424385	5.78	463501	6.34	383114	5.09
312	2272189	30.94	2193978	30.00	2662518	35.34
313	1002156	13.65	1060663	14.50	665347	8.83
321	629533	8.57	625281	8.55	591708	7.85
323	665420	9.06	663095	9.07	635454	8.43
324	2281166	31.06	2243434	30.68	2536612	33.67
Toplam	7343629	100.00	7312797	100.00	7534101	100.00

Tablo 3.20. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının, CORINE 1990-2000, 2000-2012 ve 1990-2012 yılları arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

CORINE Sev. 3. Arazi Örtüsü Sınıfları	1990-2000 Değişimi		2000-2012 Değişimi		1990-2012 Değişimi	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
231	-5935	-8.63	-3497	-5.56	-9432	-13.71
311	39116	9.22	-80387	-17.34	-41271	-9.72
312	-78211	-3.44	468540	21.36	390329	17.18
313	58507	5.84	-395316	-37.27	-336809	-33.61
321	-4252	-0.68	-33573	-5.37	-37825	-6.01
323	-2325	-0.35	-27641	-4.17	-29966	-4.50
324	-37732	-1.65	293178	13.07	255446	11.20
Toplam	226078	3.08	1302132	17.81	1101078	14.99

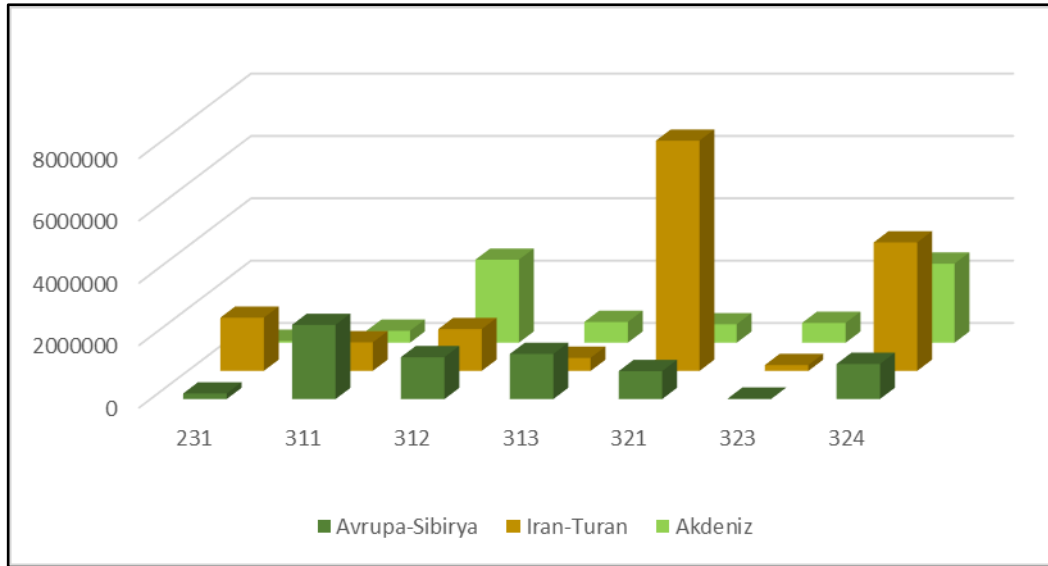
Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin karakteristik yapısı, orman ağaçlarının yetişmesi için oldukça elverişlidir. CORINE 2012 verisinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde, bölge içerisinde en çok alana yayılan üç alt vejetatif arazi örtüsü sınıfının, ‘Geniş Yapraklı Ormanlar’, ‘Konifer Ormanları’ ve ‘Karışık Ormanlar’ sınıfları olduğu görülmektedir. Ayrıca, Türkiye içerisinde alansal olarak en çok ‘Geniş Yapraklı Ormanlar’ ve ‘Karışık Ormanlar’ sınıfının yayıldığı fitocoğrafik bölgedir (Şekil 3.11). Sklerofil bitki varlığı açısından oldukça fakir olan bu coğrafyada, çalılıklar ve doğal otlaklar tüm bölgenin vejetatif alanlarının %27.38’ini kaplamaktadır. Genel Türkiye sonuçlarında da olduğu gibi, ‘Karışık Ormanlar’ sınıfının 2000’li yıllardan sonra hızla azaldığı dikkat çekmektedir. Bu bölgenin 22 yıllık süreci içerisinde, hem alansal hem de yüzdesel olarak en büyük azalış ‘Çalılıklar’ arazi örtüsü sınıfında yaşanmıştır. Bu iki arazi örtüsü sınıfı haricindeki tüm gruplar, bu süreç içerisinde varlıklarını arttırmışlardır.

Iran-Turan bölgesi için ise, ‘Doğal Otlaklar’ sınıfının %45.94’lük kaplama oranı ile açık ara ilk sırada olduğu görünmektedir. Fakat bu bölgenin dominant arazi örtüsü görünümünde olan bu sınıfının, yıllar içerisinde, 325.483 hektar azaldığı tespit edilmiştir. Ardından gelen, ‘Çalılıklar’ alt vejetatif arazi örtüsü sınıfı, 4 milyon hektarın üzerinde bir alanda yayılış göstermektedir. Bu iki alt vejetatif arazi örtüsü sınıfı haricinde, ‘Meralar’ sınıfının en çok bu bölgede yayılış gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 3.11). Ayrıca bu arazi örtüsü sınıfı, 22 yıl içerisinde varlığını %22.08 arttırmıştır. Yüzdesel ormanlık alan bakımından diğer fitocoğrafik bölgelere oranla fakir sayılan bu bölgede, iğne yapraklı ağaçlara sahip ormanların arttığı görülmektedir. Fakat aynı süreç içerisinde, ‘Karışık Ormanlar’ sınıfının %31.96 azaldığı unutulmamalıdır. Karışık ormanlardan sonra oransal olarak en büyük azalış, ‘Sklerofil Bitkilerin Bulunduğu Alanlar’ sınıfında yaşanmıştır.

Akdeniz floristik bölgesinin vejetasyon karakteristiklerinin, elde edilen sonuçlar ile uyumlu olduğu görülmektedir. ‘Konifer Ormanları’ ve ‘Çalılıklar’ sınıflarının oransal toplamı, tüm bölgenin yaklaşık yüzde 70’ine takabül etmektedir. Yine bu alanlar; 22 yıllık süreç içerisinde varlıklarını arttırmış olup, diğer tüm alt vejetatif arazi örtüsü sınıflarının bu süreç içerisinde azalmasına sebebiyet vermişlerdir. Maki vejetasyonunun en önemli floristik elemanlarından olan sklerofil bitki toplulukları en

çok bu bölgede yayılış göstermektedir (Şekil 3.11). Ayrıca, yoğun yayılışa sahip kızılçam ormanları ile en çok ‘Konifer Ormanları’ sınıfına sahip fitocoğrafik bölgedir. Yukarıda bahsedilen tüm fitocoğrafik bölgelerde olduğu gibi bu bölgede de karışık ormanların varlığı süratle azalmaktadır. 2000 yılından 2012 yılına kadar toplamda 395.316 hektarlık karışık ormanlık alan, diğer arazi örtüsü sınıflarına dönüşmüştür.

Yirmi iki yıllık değişim trendleri incelendiğinde, Akdeniz fitocoğrafik bölgesinin %14.99’luk değişim oranı ile ilk sırada, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin ise %10.62’lik değişim oranı ile ikinci sırada olduğu görülmektedir. En az değişimin yaşandığı alan ise, %6.08’lik değişim oranı ile İran-Turan bölgesi olmuştur.



Şekil 3.11. Alt Vejetatif Arazi Örtüsü Sınıflarının Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Dağılımlarını Gösteren Grafik

3.2.2. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilen Arazi Örtüsü Verilerinin Fitocoğrafik Bölgelere ait Sonuçları

EİÜ yöntemi ile elde edilen tüm ülke sonuçları, fitocoğrafik bölgeler içerisindeki değişimlerin anlaşılması için, bu bölgelere ait sınırlara göre kesilmiş ve elde edilen sayısal sonuçlar, Tablo 3.21, 3.22, 3.23, 3.24, 3.25 ve 3.26 içerisinde verilmiştir.

Tablo 3.21. *Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı ve alansal yüzdelerini gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. DÖNEM		2. DÖNEM		1. DÖNEM	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	5235196	38.20	5202760	37.90	5353224	38.97
OA	3892517	28.40	4503465	32.81	4625378	33.67
M	3610253	26.34	3317657	24.17	3050226	22.21
VFA	806087	5.88	531176	3.87	524093	3.82
SA	160444	1.17	172795	1.26	183479	1.34
Toplam	13704497	100.00	13727853	100.00	13736400	100.00

Tablo 3.22. *Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, 3. Dönem-2. Dönem, 2. Dönem-1. Dönem ve 3. Dönem-1. Dönem arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. Dönem-2. Dönem Arası Değişimler		2. Dönem-1. Dönem Arası Değişimler		3. Dönem-1. Dönem Arası Değişimler	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-32436	-0.62	150464	2.89	118028	2.25
OA	610948	15.70	121913	2.71	732861	18.83
M	-292596	-8.10	-267431	-8.06	-560027	-15.51
VFA	-274911	-34.10	-7083	-1.33	-281994	-34.98
SA	12351	7.70	10684	6.18	23035	14.36
Toplam	1223242	8.91	557575	4.06	1715945	12.49

Tablo 3.23. *İran-Turan fitocoğrafik bölgesine arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı ve alansal yüzdelerini gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. DÖNEM		2. DÖNEM		1. DÖNEM	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	21054441	42.39	21001411	42.27	21029225	42.31
OA	1343881	2.71	1542473	3.10	2187900	4.40
M	13481091	27.14	12977094	26.12	16129018	32.45
VFA	12903238	25.98	13230476	26.63	9422792	18.96
SA	885116	1.78	927471	1.87	936876	1.88
Toplam	49667767	100.00	49678925	100.00	49705811	100.00

Tablo 3.24. *İran-Turan fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, 3. Dönem-2. Dönem, 2. Dönem-1. Dönem ve 3. Dönem-1. Dönem arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. Dönem-2. Dönem Arası Değişimler		2. Dönem-1. Dönem Arası Değişimler		3. Dönem-1. Dönem Arası Değişimler	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-53030	-0.25	27814	0.13	-25216	-0.12
OA	198592	14.78	645427	41.84	844019	62.80
M	-503997	-3.74	3151924	24.29	2647927	19.64
VFA	327238	2.54	-3807684	-28.78	-3480446	-26.97
SA	42355	4.79	9405	1.01	51760	5.85
Toplam	1125212	2.26	7642254	15.37	7049368	14.18

Tablo 3.25. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesine arazi örtüsü sınıflarının alansal dağılımı ve alansal yüzdeleri gösteren tablo.*

Arazi Örtüsü Sınıfı	3. DÖNEM		2. DÖNEM		1. DÖNEM	
	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)	Alan (ha)	Alansal Yüzde (%)
TA	5395372	37.60	5339825	37.13	5506617	38.23
OA	2343384	16.33	2546236	17.71	3149590	21.87
M	5130998	35.75	4978704	34.62	4744550	32.94
VFA	1335684	9.31	1337799	9.30	812169	5.64
SA	145821	1.02	177904	1.24	190982	1.33
Toplam	14351259	100.00	14380468	100.00	14403908	100.00

Tablo 3.26. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesine ait arazi örtüsü sınıflarının, 3. Dönem-2. Dönem, 2. Dönem-1. Dönem ve 3. Dönem-1. Dönem arasındaki alansal ve yüzdesel değişimi gösteren tablo.*

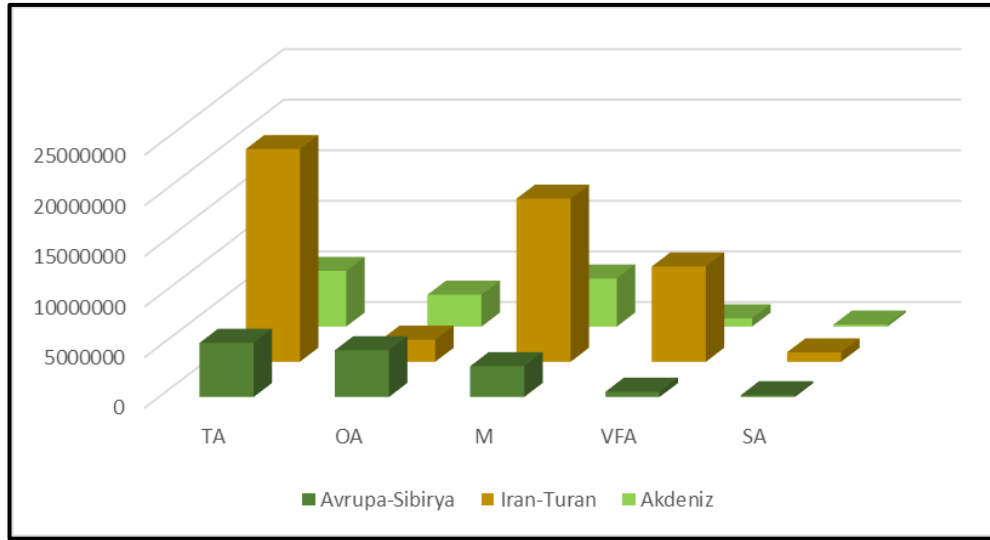
Arazi Örtüsü Sınıfı	3. Dönem-2. Dönem Arası Değişimler		2. Dönem-1. Dönem Arası Değişimler		3. Dönem-1. Dönem Arası Değişimler	
	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)
TA	-55547	-1.03	166792	3.12	111245	2.06
OA	202852	8.66	603354	23.70	806206	34.40
M	-152294	-2.97	-234154	-4.70	-386448	-7.53
VFA	2115	0.16	-525630	-39.29	-523515	-39.19
SA	32083	22.00	13078	7.35	45161	30.97
Toplam	444891	3.09	1543008	10.71	1872575	13.00

EİÜ yöntemi ile Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesine ait elde edilen sonuçlar, CORINE arazi örtüsü verilerinden elde edilen sonuçlar ile bazı benzerlikler göstermektedir. Alansal olarak sırası ile TA, OA ve M sınıfları en hâkim üç arazi örtüsü sınıfı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada CORINE verileri ile benzerlik gösterebilir, alansal olarak OA, VFA ve SA sınıfları bu analizle elde edilen sonuçlar içerisinde daha az olarak hesaplanmıştır. En zengin verimli ormanlık alanlara sahip olan bu bölge, M, VFA ve SA sınıfları açısından en fakir floristik zon konumundadır (Şekil 3.12). Bu coğrafya içerisinde, OA sınıfının kapladığı alanlar otuz yıllık süreçte %18.83 artarken, VFA alanlar %34.98’lik bir alan kaybı yaşamıştır. M sınıfındaki azalış ve SA sınıfındaki artış da dikkat çekicidir. Bu sonuçlar dâhilinde, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin karakteristik özelliği olan sık orman varlığının, zaman içerisinde varlığını arttırarak diğer vejetasyon tipleri üzerinde baskı oluşturduğu söylenebilir. Bu bölgeye ait değişim trendleri, 3. zamansal dönemden 2. zamansal döneme %8.91, 2. zamansal dönemden 1. zamansal döneme %4.06 ve 3. zamansal dönemden 1. zamansal döneme %12.49 olarak hesaplanmıştır.

Iran-Turan fitocoğrafik bölgesi için elde edilen sonuçların da CORINE verisinden elde edilen sonuçlar ile, Avrupa-Sibirya bölgesindeki gibi, benzer bir ilişki içerisinde olduğu görülmektedir. Hâkim arazi örtüsü sınıfları, CORINE verisinde de olduğu gibi sırasıyla, TA, M ve VFA arazi örtüsü sınıflarıdır. İki milyon hektarın üzerinde verimli ormanlık alana sahip bu bölge, hem alansal hemde yüzdesel olarak en fazla sulak alanı bünyesinden barındıran coğrafyadır. Bunun yanı sıra, alansal olarak TA, M ve VFA sınıfları, en fazla bu alanda yayılım göstermektedir (Şekil 3.12). Iran-Turan fitocoğrafik bölgesinin otuz yıllık değişimi incelendiğinde, en dikkat çekici sonuçların elde edildiği arazi örtüsü sınıfı OA sınıfıdır. Toplamda %62.8’lik, yani 844.019 hektarlık artış bu bölgenin yapısını oldukça değiştirmiştir. Bu artışın, özellikle 2000’li yıllardan sonra bu bölgede başlayan, ağaçlandırma faaliyetlerinin bir sonucu olduğu açıkça görülmektedir. CORINE verilerinden elde edilen sonuçlar içerisinde görünmeyen bu artış, birçok akademik çalışma ile de desteklenmektedir (Güner, Çömez, Özkan, Karataş ve Çelik, 2016; Çalışkan ve Boydak, 2017; Yıldız vd., 2018) . Yine bu bölge içerisinde, vejetasyonca fakir alanlardaki %26.97’lik azalış ve buna karşı M sınıfındaki %19.64’lük artış oldukça önemli değişimlerdir. Bu bölgeye ait değişim trendleri ise, 3. zamansal dönemden 2. zamansal döneme %2.26, 2. zamansal

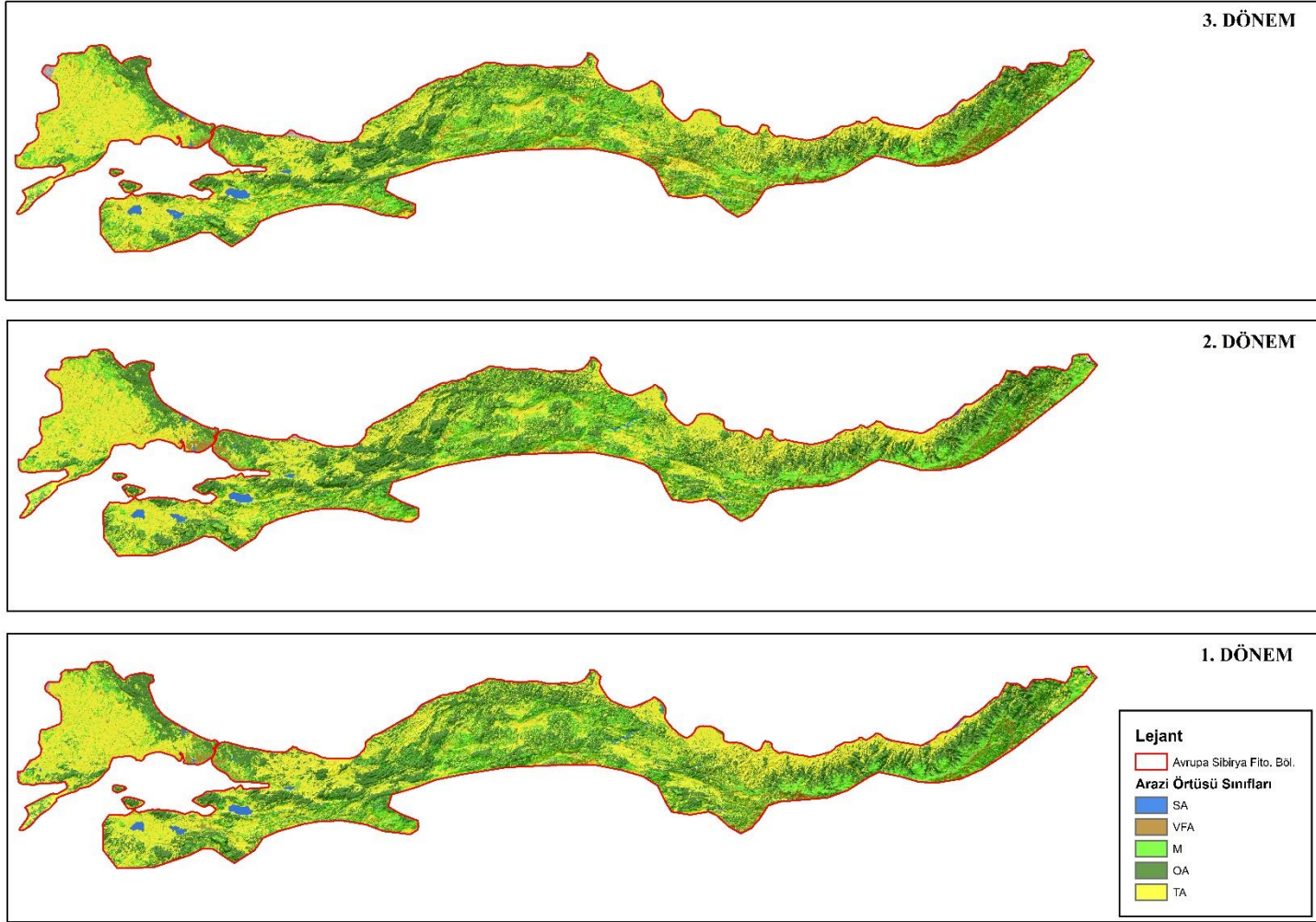
dönemden 1. zamansal döneme %15.37 ve 3. zamansal dönemden 1. zamansal döneme %14.18 olarak hesaplanmıştır.

Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde, TA ve M sınıflarının yüzde 30'un üzerinde kapladıkları alanları %21.87 örtüş oranı ile OA arazi örtüsü sınıfı takip etmektedir. Bünyesinde toplamda 7.894.140 hektarlık yeşil alan bu bölge Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinden sonra ülkemizin en fazla yeşil alan barındıran bölgesidir. Otuz yıllık zamansal süreç içerisinde alansal olarak en büyük değişim OA sınıfında yaşanmıştır. 806.206 hektarlık verimli ormanlardaki artışı, yüzdesel olarak en çok azalıma uğrayan VFA alanlar sınıfı takip etmektedir. VFA arazi örtüsü sınıfı, tüm fitocoğrafik bölgelerde zaman içerisinde azalıma uğramış ve bu da ülkemizdeki yeşil alanların yıllar içerisinde arttığını işaret etmektedir. Bu çalışma sonucunda, bölgenin değişim eğilimleri, 3. zamansal dönemden 2. zamansal döneme %3.09, 2. zamansal dönemden 1. zamansal döneme %10.71 ve 3. zamansal dönemden 1. zamansal döneme %13 olarak hesaplanmıştır.

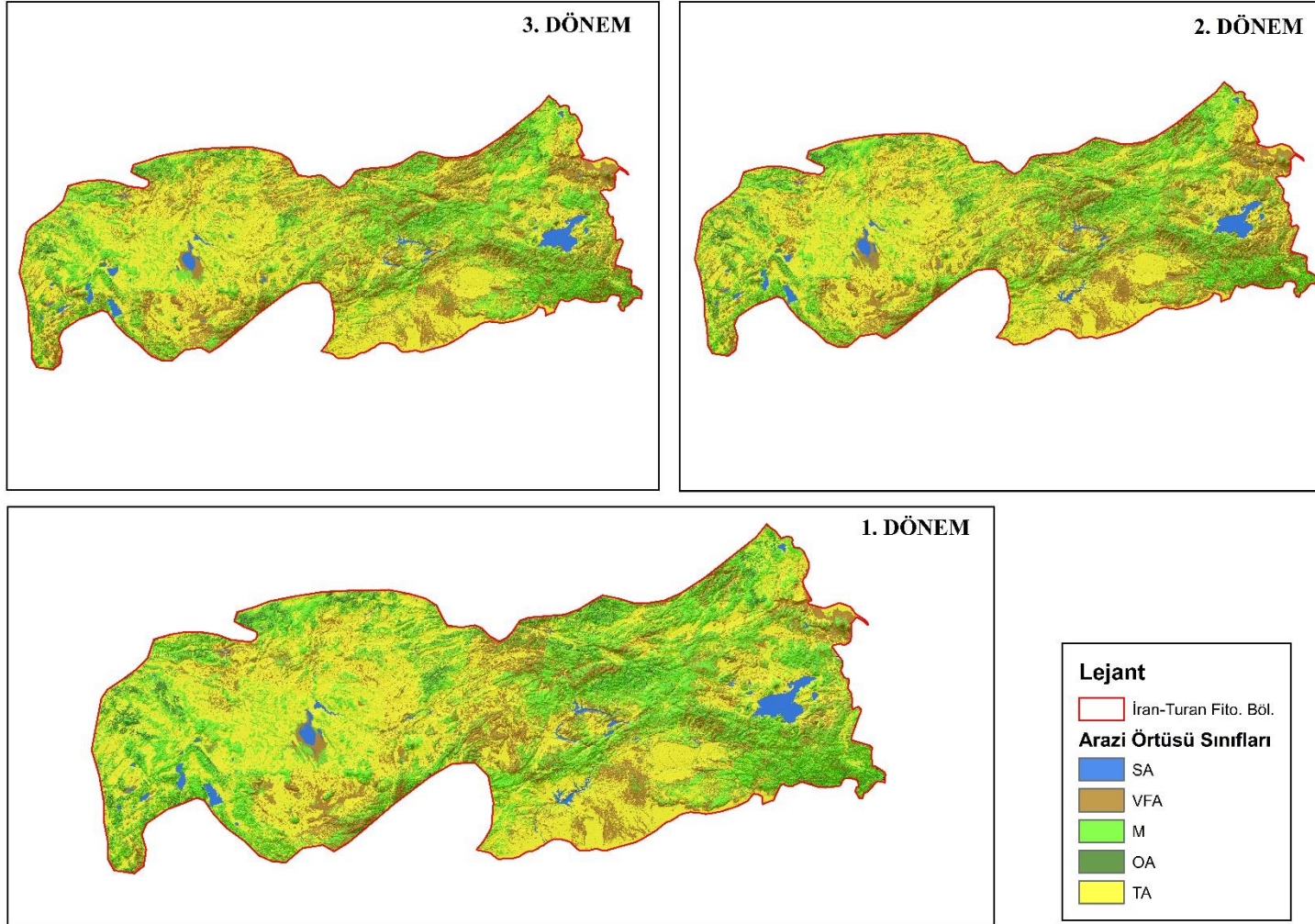


Şekil 3.12. Arazi Örtüsü Sınıflarının Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Dağılımlarını Gösteren Grafik

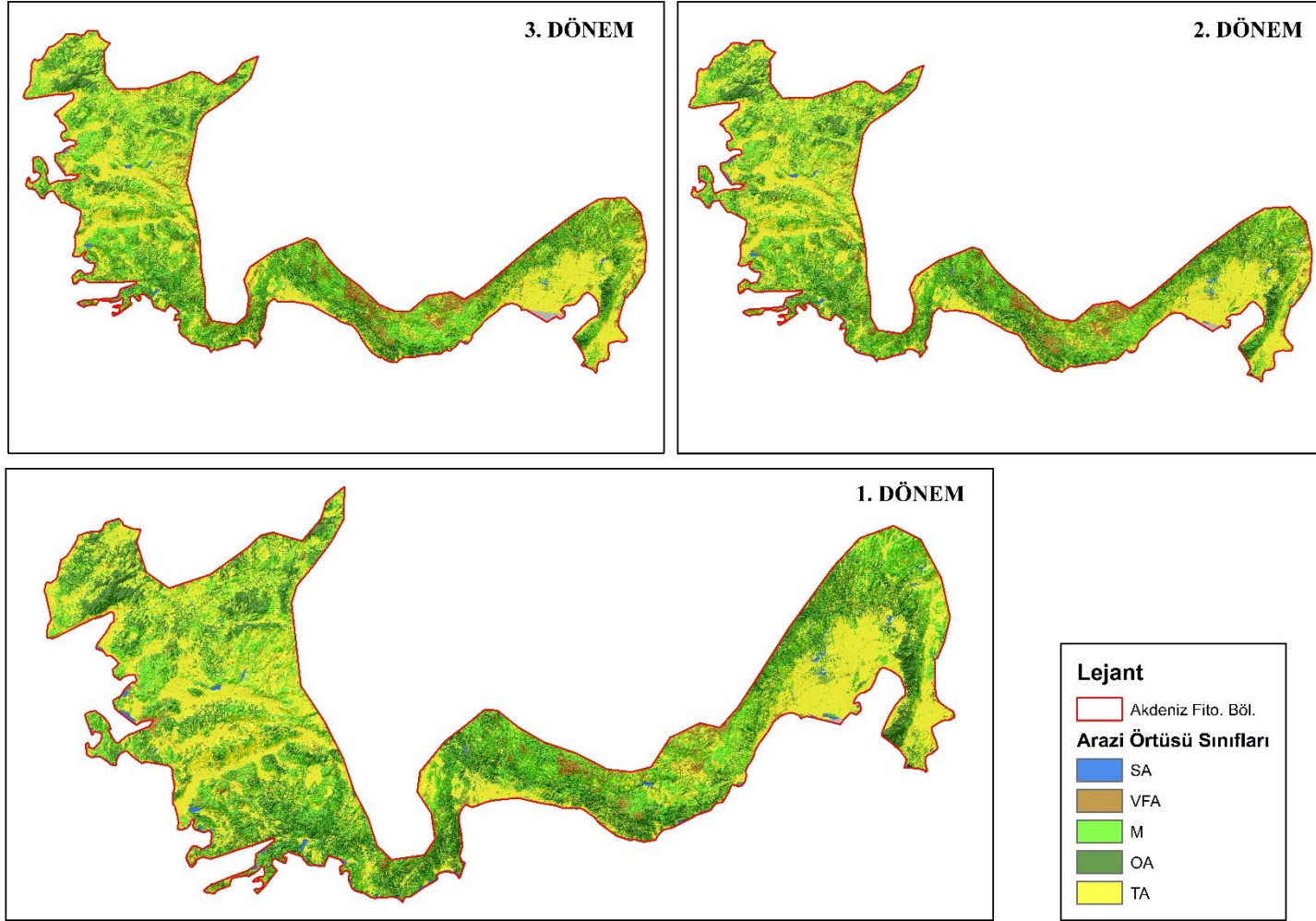
EİÜ yöntemi ile elde edilen sonuçlar doğrultusunda oluşturulmuş fitocoğrafik bölgelere ait arazi örtüsü haritaları, Şekil 3.13, 3.14, ve 3.15’de verilmiştir.



Şekil 3.13. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilmiş, Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesine ait Arazi Örtüsü Haritası



Şekil 3.14. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilmiş, İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesine ait Arazi Örtüsü Haritası



Şekil 3.15. EİÜ Yöntemi ile Elde Edilmiş, Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesine ait Arazi Örtüsü Haritası

3.3. Fitocoğrafik Bölgeler İçerisindeki Değişim Analizi

Bir önceki bölümde elde edilen değişimler ile ilgili sayısal değerler, fitocoğrafik bölgelerin arazi örtüsü sınıflarının genel değişimlerini göstermektedir. Fakat bu elde edilen sonuçlar ile hangi arazi örtüsü sınıfının zaman içerisinde hangisine dönüştüğünün anlaşılması mümkün değildir. Bu çalışma kapsamında, EİÜ yöntemi ile elde edilen fitocoğrafik bölgelere ait değişim analizi yapılmıştır. Fitocoğrafik bölgeler için CORINE verilerinden elde edilen sonuçlar ve tüm Türkiye'ye ait değişim analizleri yapılmamıştır. Değişim analizi için sınıflandırma sonrası piksel değişimi tekniği uygulanmıştır. Onbeşer yıllık periyotlar olacak şekilde, 3. dönem – 2. dönem ve 2. dönem – 1. dönem arasındaki değişimler ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar herbir fitocoğrafik bölge için ayrı ayrı incelenmiştir.

3.3.1. Avrupa-Sibirya Fitocoğrafik Bölgesi Değişim Analizi

Önceki çalışmadan elde edilen genel arazi örtüsü sonuçları ele alındığında, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi içerisindeki OA sınıfının alansal artışı ile M ve VFA sınıflarındaki azalış dikkat çekmekteydi. Analizler yardımı ile elde edilen, 3. dönem – 2.dönem arasındaki değişimi gösteren sayısal değerler incelendiğinde, OA sınıfının artışının ana kaynağının, M sınıfının OA sınıfına dönüşümü ile gerçekleştiği açıkça görülmektedir (Tablo 3.27). İlk onbeş yıllık periyot içerisinde, M sınıfından OA sınıfına dönüşen net alanın 591.436 hektar olduğu tespit edilmiştir. Yarım milyon hektarın üzerindeki bu değişim, Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinin klimaks bitki kompozisyonu olan orman ağaçlarına doğru geliştiğini göstermektedir. Aynı analiz içerisinde dikkat çeken diğer bir nokta ise, vejetasyonca fakir alanların yaklaşık yarısının bu dönem içerisinde M sınıfına dönüşmesidir. VFA sınıfının 15 yıllık süreç içerisinde, M sınıfına dönüşen toplam kaybettiği alan 286.508 hektar olarak hesaplanmıştır. Yaşanan iklimsel değişimler, yağış rejimi üzerindeki farklılıklar ve sulak alanların bölge içerisindeki artışına bağlı nemlilik oranlarının artması, fitocoğrafik bölgenin gün geçtikçe daha fazla yeşil alana ev sahibi olmasını sağlamıştır. OA sınıfının artışı, TA, M ve VFA sınıfları, SA sınıfının artışı ise, diğer kalan tüm arazi örtüsü sınıflarındaki azalılar sağlamıştır.

Bu dönem içerisinde 11.753.305 hektarlık bir alanda herhangi bir arazi örtüsü değişimi yaşanmamıştır. Toplam değişim yaşanan alanlar ise tüm bölgenin %14.22'sine tekabül etmektedir.

Tablo 3.27. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi için, 3. zamansal dönem ve 2. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo.

3. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	2. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	Değişim Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	İki Sınıf Arası Toplam Değişim
SA	TA	574	0.0042	-4186
TA	SA	4760	0.0347	
VFA	TA	3102	0.0226	-31375
TA	VFA	34477	0.2516	
M	TA	13695	0.1000	-17385
TA	M	31080	0.2268	
OA	TA	1578	0.0115	-925
TA	OA	2503	0.0183	
SA	OA	3856	0.0281	-223
OA	SA	4079	0.0298	
VFA	OA	36317	0.2651	16738
OA	VFA	19579	0.1429	
M	OA	896130	6.5406	591436
OA	M	304694	2.2239	
SA	M	1969	0.0144	-5658
M	SA	7627	0.0557	
VFA	M	428278	3.1259	286508
M	VFA	141770	1.0347	
SA	VFA	4401	0.0321	-2888
VFA	SA	7289	0.0532	
Değişim Yaşanmayan Alanlar		11753305	85.7839	

İlk 15 yıllık dönem içerisinde yayılışlarını arttıran OA ve SA arazi örtüsü, ikinci 15 yıllık dönem içerisinde de yayılışlarını arttırmışlardır. Bu arazi örtüsü sınıfları haricinde, TA arazi örtüsü sınıfı da bu dönem içerisinde %2.89'luk artış yaşamıştır. Tablo 3.26 incelendiğinde, bu artımı, bazı OA ve M sınıflarına ait sahaların TA sınıfına dönüşmesinin gerçekleştirdiği görülmektedir. Bu değişim, artan nüfus ve refah seviyesi ile toprak ve doğal kaynaklar üzerine baskının artmasının bir sonucu olarak düşünülebilir. En büyük değişim bir önceki zaman döneminde olduğu gibi OA ve M sınıfları arasında olmuştur. M sınıfına ait 639.737 hektarlık alan OA sınıfına dönüşür iken, OA sınıfından 417.062 hektarlık alan M sınıfına dönüşmüştür. Avrupa-Sibirya

fitocoğrafik bölgesinde, bu dönem içerisinde hiçbir değişime uğramayan 10.851.480 hektarlık alan olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu dönem içerisinde değişim yaşanan alanlar, tüm bölgenin yaklaşık %21'i olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3.28. Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesi için, 2. zamansal dönem ve 1. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo.

2. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	1. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	Değişim Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	İki Sınıf Arası Toplam Değişim
SA	TA	1917	0.0140	-4129
TA	SA	6046	0.0441	
VFA	TA	47783	0.3482	-9869
TA	VFA	57652	0.4201	
M	TA	415236	3.0255	60374
TA	M	354862	2.5856	
OA	TA	306146	2.2306	101347
TA	OA	204799	1.4922	
SA	OA	4003	0.0292	-648
OA	SA	4651	0.0339	
VFA	OA	16018	0.1167	-817
OA	VFA	16835	0.1227	
M	OA	639737	4.6612	222675
OA	M	417062	3.0388	
SA	M	3118	0.0227	-3369
M	SA	6487	0.0473	
VFA	M	188215	1.3714	17606
M	VFA	170609	1.2431	
SA	VFA	5055	0.0368	-1861
VFA	SA	6916	0.0504	
Değişim Yaşanmayan Alanlar		10851480	79.0658	

3.3.2. İran-Turan Fitocoğrafik Bölgesi Değişim Analizi

Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlar, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde, 3. Dönem – 2. Dönem arasında en büyük yüzdesel değişimi, %14.78'lik artımla OA arazi örtüsü sınıfında görüldüğünü göstermişti. Bu değişimin, Avrupa-Sibirya floristik bölgesinde olduğu gibi, büyük ölçüde M arazi örtüsü sınıfındaki dönüşümlerden kaynaklandığı, yapılan bu arazi örtüsü değişimi analizi ile ortaya çıkarılmıştır (Tablo 3.29). Net rakam olarak 212.251 hektarlık alan M arazi örtüsü sınıfında OA arazi örtüsü sınıfına dönüşmüştür. Bahsi geçen fitocoğrafik bölgenin ekolojik koşullarının,

orman ağaçlarının varlıklarını arttırmasına çok uygun olmaması, bu artışların yapay ağaçlandırma çalışmalarının etkisi ile gerçekleştiğini göstermektedir. Fakat yaşanan bu değişim, M ve VFA arazi örtüsü sınıfları arasında yaşanan değişim kadar büyük değildir. Bahsi geçen dönem içerisinde, VFA sınıfından 2.935.138 hektarlık alan M sınıfına ve buna karşılık M sınıfından 3.215.061 hektarlık alan VFA sınıfına dönüşmüştür. Bu sonuçlara göre, VFA arazi örtüsü sınıfı toplamda 279.923 hektarlık M arazi örtüsü sınıfını, 15 yıllık ilk dönem içerisinde kendi bünyesine katmıştır. Bu durum, Türkiye'nin en kurak bölgelerini içerisinde barındıran İran-Turan fitocoğrafik bölgesi içerisindeki kurak alanların bu dönem içerisinde arttığına işaret etmektedir. Tüm fitocoğrafik bölgenin yaklaşık yüzde 85'ine tekabül eden 42.118.585 hektarlık alan, bu dönem içerisinde herhangi bir değişime uğramamıştır.

Tablo 3.29. *İran-Turan fitocoğrafik bölgesi için, 3. zamansal dönem ve 2. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo.*

3. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	2. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	Değişim Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	2 Sınıf Arası Toplam Değişim
SA	TA	5638	0.0114	-36154
TA	SA	41792	0.0842	
VFA	TA	29795	0.0600	-29931
TA	VFA	59726	0.1203	
M	TA	24399	0.0491	2614
TA	M	21785	0.0439	
OA	TA	3357	0.0068	2226
TA	OA	1131	0.0023	
SA	OA	12844	0.0259	5816
OA	SA	7028	0.0142	
VFA	OA	64036	0.1290	-17264
OA	VFA	81300	0.1637	
M	OA	544754	1.0972	212251
OA	M	332503	0.6697	
SA	M	12813	0.0258	-9056
M	SA	21868	0.0440	
VFA	M	2935138	5.9116	-279923
M	VFA	3215061	6.4754	
SA	VFA	58744	0.1183	346
VFA	SA	58398	0.1176	
Değişim Yaşanmayan Alanlar		42118585	84.8298	

İran-Turan fitocoğrafik bölgesi içerisinde gerçekleşen ikinci 15 yıllık periyottaki değişimlerin, ilkinde oranla oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.30). Toplam değişimin %23.03 olduğu bu dönemde, en büyük değişimler yine M ve VFA arazi örtüsü sınıfları arasında olmuştur. Fakat bu dönemde, VFA arazi örtüsüne ait toplamda 3.3 milyon hektarlık alanın M arazi örtüsü sınıfına dönüştüğü görülmektedir. Bir önceki dönemde kurak alanların artması, bu 15 yıllık periyot içerisinde tam tersine dönmüş ve genel olarak sulak alanlarda ki artışların bir sonucu olarak, yeşil alanların hızla arttığı gözlemlenmiştir. Bu dönem içerisinde de, TA sınıfındaki 440.037 hektarlık artışın kaynağının VFA arazi örtüsüne sahip alanlar olduğu görülmektedir. Ayrıca, bir önceki dönem içerisinde olduğu gibi OA sınıfının artışına devam ettiği ve bu artışın M arazi örtüsü sınıfına ait alanların dönüşümünden kaynaklandığı açıkça görülmektedir.

Tablo 3.30. İran-Turan fitocoğrafik bölgesi için, 2. zamansal dönem ve 1. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo.

2. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	1. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	Değişim Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	2 Sınıf Arası Toplam Değişim
SA	TA	4579	0.0092	-23598
TA	SA	28177	0.0567	
VFA	TA	1216887	2.4496	440037
TA	VFA	776850	1.5638	
M	TA	965065	1.9427	-367590
TA	M	1332655	2.6827	
OA	TA	51510	0.1037	-27274
TA	OA	78784	0.1586	
SA	OA	7073	0.0142	1189
OA	SA	5884	0.0118	
VFA	OA	75025	0.1510	62702
OA	VFA	12323	0.0248	
M	OA	830165	1.6712	554154
OA	M	276011	0.5556	
SA	M	18577	0.0374	1829
M	SA	16747	0.0337	
VFA	M	4489266	9.0371	3335631
M	VFA	1153635	2.3223	
SA	VFA	54513	0.1097	11455
VFA	SA	43059	0.0867	
Değişim Yaşanmayan Alanlar		38239385	76.9773	

3.3.3. Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi Değişim Analizi

Diğer tüm fitocoğrafik bölgeler için de geçerli olan, M arazi örtüsü sınıfına ait alanların OA arazi örtüsü sınıfı alanlarına dönüşmesi durumu, Akdeniz fitocoğrafik bölgesi için geçerlidir. İlk 15 yıllık dönem içerisinde, 720.872 hektarlık M sınıfına ait alan OA sınıfına ait alana, 509.496 hektarlık OA sınıfına ait alan ise M arazi örtüsü sınıfına ait alana dönüşmüştür (Tablo 3.31). Aradaki 211.376 hektarlık fark, OA bu dönem içerisinde %8.66 artışının büyük bir kısmını sağlamıştır. Bu dönem içerisinde yüzdesel olarak en büyük alan artışı yapan SA arazi örtüsü, bu artımın büyük bir kısmını TA sınıfına ait alanların dönüşümünden elde ettiği görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, tüm alanın %84.08 üzerinde herhangi bir arazi örtüsü değişimine rastlanmamıştır.

Tablo 3.31. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesi için, 3. zamansal dönem ve 2. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo.*

3. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	2. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	Değişim Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	2 Sınıf Arası Toplam Değişim
SA	TA	7	0.0000	-17435
TA	SA	17442	0.1216	
VFA	TA	2433	0.0170	-35741
TA	VFA	38174	0.2661	
M	TA	4791	0.0334	-20352
TA	M	25143	0.1752	
OA	TA	1796	0.0125	831
TA	OA	965	0.0067	
SA	OA	1677	0.0117	-366
OA	SA	2044	0.0142	
VFA	OA	24930	0.1738	-7529
OA	VFA	32460	0.2262	
M	OA	720872	5.0244	211376
OA	M	509496	3.5512	
SA	M	1121	0.0078	-3821
M	SA	4942	0.0344	
VFA	M	460710	3.2111	39590
M	VFA	421120	2.9352	
SA	VFA	3833	0.0267	-6240
VFA	SA	10073	0.0702	
Değişim Yaşanmayan Alanlar		12063295	84.0805	

Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde ikinci 15 yıllık periyot, diğer fitocoğrafik bölgelere oranla daha fazla değişimin yaşandığı bir dönem olduğu görülmektedir. Tüm bölgenin %25.48'i bu dönem içerisinde değişime uğramıştır (Tablo 3.32). Yine ilk dönemde olduğu gibi, M arazi örtüsü sınıfına ait alanların yüksek oranda OA sınıfına ait alanlara dönüştüğü tespit edilmiştir. Bu değişim yanı sıra, net olarak 410.662 hektarlık VFA sınıfının alanın, M sınıfının alanına dönüştüğü görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde vejetasyonca fakir alanların oldukça azaldığı ve bu alanların zamansal süreç içerisinde OA ve M sınıfına dönüştüğü görülmektedir.

Tablo 3.32. *Akdeniz fitocoğrafik bölgesi için, 2. zamansal dönem ve 1. zamansal dönem arasındaki değişim analizinin sayısal sonuçlarını gösteren tablo.*

2. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	1. Dönem Arazi Örtüsü Sınıfı	Değişim Alan (ha)	Değişim Yüzde (%)	2 Sınıf Arası Toplam Değişim
SA	TA	3304	0.0230	-3727
TA	SA	7031	0.0489	
VFA	TA	188172	1.3086	111031
TA	VFA	77141	0.5365	
M	TA	524004	3.6441	78835
TA	M	445169	3.0958	
OA	TA	74737	0.5197	-27727
TA	OA	102464	0.7126	
SA	OA	2194	0.0153	-1854
OA	SA	4048	0.0282	
VFA	OA	28431	0.1977	9927
OA	VFA	18504	0.1287	
M	OA	982137	6.8301	566723
OA	M	415414	2.8889	
SA	M	5752	0.0400	-1818
M	SA	7570	0.0526	
VFA	M	586589	4.0793	410662
M	VFA	175927	1.2234	
SA	VFA	6569	0.0457	-2258
VFA	SA	8827	0.0614	
Değişim Yaşanmayan Alanlar		10715635	74.5196	

3.4. Doğrulama Analizi

EİÜ yöntemi ile elde edilen sayısal ve istatistiki sonuçların hassasiyetinin ortaya çıkarılması için Google Earth Pro yazılımı üzerinden güncel 5000 adet kontrol noktası seçilerek doğrulama analizi yapılmıştır. Bu analizin geçmiş yıllar için yapılmasının önceki bölümlerde bahsedilen handikaplarından ötürü, yalnızca 1. zamansal dönem, yani güncel arazi örtüsü haritası için yapılmıştır. Bahsi geçen veri için ortalama doğruluk, kappa katsayısı, kullanıcı doğruluğu ve üretici doğruluğu gibi istatistiki verileri, Tablo 3.33 içerisinde hata matrisi formatında verilmiştir.

Tablo 3.33. 'En İyi Üç' arazi örtüsü metodu ile elde edilen, tüm Türkiye'nin 1. zamansal döneme ait oluşturulmuş arazi örtüsü haritasının hata matrisi.

	SA	VFA	M	OA	Toplam	KD
SA	953	16	0	3	972	0,981
VFA	2	884	69	1	956	0,925
M	7	99	1327	117	1550	0,856
OA	38	1	104	1379	1522	0,906
Toplam	1000	1000	1500	1500	5000	
ÜD	0,953	0,884	0,885	0,919		OD 0,908
Kappa						KK 0,876

EİÜ yöntemi ile birinci zamansal döneme ait arazi örtüsü haritasının kappa katsayısı 0.876, ortalama doğruluğu da 0.908 gibi yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Kullanıcı doğruluğu ve üretici doğruluğu değerleri incelendiğinde, SA ve OA arazi örtüsü sınıflarının ayrımının yüksek doğrulukta yapıldığı görülmektedir. SA sınıfının ayrımında OA, VFA arazi örtüsü sınıfının ayrımında M, M sınıfının ayrımında OA ve OA sınıfının ayrımında M arazi örtüsü sınıfının çalışmanın doğruluğunu negatif yönde etkilediği görülmektedir. Bu durumun ana sebepleri, M ve OA gibi birbirine yakın spektral yansımalar veren arazi örtüsü sınıflarının tam ayrımının yapılamaması ve bazı gölge, bulut gibi atmosferik etkilerin piksel değerlerini bozmasıdır. Toplam 5.000 adet olan kontrol noktalarından 447 âdetinin arazi örtüsü haritası üzerinde yanlış arazi örtüsü sınıfını temsil ettiği tespit edilmiştir. Bu hatalar görüntü işleme hataları ve geometrik hatalardan kaynaklanabileceği gibi zamansal uyumsuzluklarda büyük çapta hataların oluşmasına sebebiyet vermektedir.

EİÜ yöntemi için elde edilen kappa katsayısı ve ortalama doğruluk değeri, CORINE arazi örtüsü verilerinin geçmiş yıllarda yapılan doğrulama çalışmalarından elde edilen sonuçlar ile kıyaslandığı zaman oldukça yüksektir (Felicísimo ve Sánchez-Gago, 2002; Torma ve Harma, 2004; Ateşoğlu, 2016). Bu çalışmalar 0.65 ile 0.70 arasında kappa katsayılarına sahip CORINE seviye 3 arazi örtüsü verilerinden elde edilen sonuçların güvenilirliği oldukça düşüktür. Bunun temel nedenleri; arazi örtüsü sınıfların fazlalığı, Avrupa kıtası gibi büyük bir coğrafyada çalışılması ve en düşük haritalama biriminin 25 hektar gibi büyük bir alan olması olarak sayılabilir. Bu şartlar altında CORINE verilerinin temel olarak, arazi örtüsü ve değişimi çalışmalarını yapmak ve yorumlamak, bazı yanlış sonuçlara sebebiyet verebilir. Fakat bu ölçekte ücretsiz olarak erişilebilen arazi örtüsü veri setlerinin sayıca azlığı, yine de bu verilerin en azından yardımcı arazi örtüsü veri setleri olarak kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının planlanması, bazı ana amaçların doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Amaçlar ile elde edilen çıktıların birbirleri ile olan ilişkisinin incelenmesi, akademik çalışmalar açısından oldukça önemlidir. Bu bölüm içerisinde, bu tez çalışmasının amaçları, hedefleri, çıktıları ve iyileştirme olanakları tartışılacaktır. Önceki bölümler içerisinde de yer alan, çalışmanın ana amaçları;

- Görüntü işleme ve arazi örtüsü sınıflandırma teknikleri adına yeni bir yöntemin oluşturulması ve bu yöntemin kullanılabilirliğinin, hassasiyetinin ve doğruluğunun test edilmesi,
- Bahsi geçen yeni görüntü işleme metodu kullanılarak, orta seviye çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüleri vasıtasıyla, Türkiye'nin güncel, 2000'li yıllar ve 80'li yıllara ait üç farklı arazi örtüsü sayısal haritalarının oluşturulması ve bu sayısal veriler ışığında arazi örtüsünün değişiminin incelenmesi,
- CORINE arazi örtüsü veri setleri çalışmasının arazi örtüsü şemasına uygun hale getirelerek, 1990, 2000 ve 2012 yılları için ülkemiz arazi örtüsü haritalarının oluşturulması ve bu yıllar arasındaki örtü değişiminin incelenerek, Landsat verilerinden elde edilen sonuçlar ile kıyaslanması,
- Hem Landsat verilerinden elde edilen sayısal veriler hem de CORINE arazi örtüsü verilerinin kullanılmasıyla fitocoğrafik bölgeler içerisindeki değişimlerin ortaya çıkarılması ve bu bölgelerin karakteristik vejetasyon özellikleri ile değişim yönelimi arasındaki ilişkisinin incelenmesidir.

Bu çalışma kapsamında, mevcut görüntü işleme ve arazi örtüsü sınıflandırma tekniklerine alternatif olarak geliştirilen EİÜ görüntü sınıflandırma metodu, tüm ülke genelinde elde ettiği %87.6'lık ortalama doğruluk ve 0.91'lik kappa katsayısı ile özellikle büyük ölçekli çalışmalarda, hassasiyeti ve güvenilirliği yüksek sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Bu doğruluk değerlerinin yakalanmasında, üç farklı görüntü işleme metodun birleştirilmesi ile tek bir arazi örtüsü haritasının oluşturulması büyük bir rol oynamıştır. Bunun yanı sıra, arazi örtüsü şemasının oluşturulması aşamasında, arazi örtüsü sınıflarının geniş toplulukları temsil eder şekilde tasarlanması çalışmanın

doğruluğunu oldukça etkilemiştir. Bu çalışmanın arazi örtüsü şeması içerisindeki arazi örtüsü sınıfları olan TA, OA, M, VFA ve SA, birçok alt arazi örtüsü sınıflarına ayrılabilir, fakat bu durumda ortalama doğruluğun azalması kaçınılmazdır. Örneğin; OA arazi örtüsü sınıfının, konifer ormanlar, geniş yapraklı ormanlar ve karışık ormanlar olarak üçe ayrılması, özellikle karışık ormanların tesbitinin oldukça zor olmasından dolayı hata oranını arttıracaktır. Aynı yıla ait, farklı mevsimsel dönemler için birden çok Landsat görüntüsünün işlenmesi ile konifer ormanların ve geniş yapraklı yapraklı ormanların ayrımı yapılabilir. Fakat bu noktada, üreticinin bazı sorunlar ile mücadele etmesi gerekmektedir. Öncelikle, Türkiye sınırları gibi büyük ölçekli çalışmalarda, atmosferik etkinin az olduğu, aynı yıla ait farklı mevsimleri kapsayan Landsat uydu görüntülerinin temini oldukça nadirdir. Bunun yanı sıra, EİÜ yöntemi kullanılarak yapılan büyük ölçekli çalışmalarda, farklı mevsimleri analizlere dâhil etmek, çalışmanın süresi ve iş gücünü oldukça arttıracaktır. Bu çalışma kapsamında, ülkemiz için 50 Landsat paftası, üç farklı zamansal dönem için, her dönemde için de üç farklı metot kullanıp birleştirilmesi ile toplamda 450 kez işlenmiştir. Mevsimsel farkların incelenerek alt arazi örtüsü gruplarının oluşturulması işlemi, bahsi geçen analizlerin en asgari iki, üç veya dört katı olarak iş gücünü ve harcanan zamanı arttıracaktır.

Elde edilen bu istatistiki sonuçlar, birçok uzaktan algılama çalışması için oldukça iyi sonuçlar olmasına rağmen, arazi örtüsü sınıfları arttırılmadan, çok zamanlı görüntü işleme teknikleri ile doğruluk oranları yükseltilebilir. Örneğin; çalışma alanı için seçilen, vejetasyonun en belirgin olduğu aylar (Haziran, Temmuz ve Ağustos) içerisinde, birden fazla uydu görüntüsünün işlenmesi, aynı alan içerisinde birden çok doğrulama sağlamasından ötürü, çalışmanın doğruluğunu arttıracaktır. Fakat bu durum büyük ölçekli çalışmalarda, yine yukarıda bahsi geçen zaman, iş gücü ve uydu görüntüsünün temininde yaşanan sıkıntıları ortaya çıkaracaktır. Küçük alan çalışmaları için oldukça verimli olan bu teknik, çalışma alanının oldukça büyük olması ve her bir Landsat paftası için uydu görüntüsü temininin imkânsız olmasından dolayı, bu çalışma içerisinde tercih edilmemiştir.

Sonuç olarak, EİÜ yöntemi kullanılarak, bir Landsat görüntüsü üzerinde birden çok görüntü işleme metodu ile elde edilen arazi örtüsü haritalarının birleşimi işlemi, tek

yöntem kullanımı ile elde edilen arazi örtüsü haritası sonuçlarına kıyasla daha üstün olduğu, bu çalışma sonuçlarında açıkça görülmektedir. Büyük ölçekli ve küçük ölçekli arazi örtüsü ve değişimi çalışmalarında, yüksek hassasiyet ve doğruluk oranlarından ötürü, kullanılması tavsiye edilmektedir.

Bu tez çalışması kapsamında, yeni bir görüntü işleme metodunun oluşturulmasının yanı sıra, bu metod yardımı ile tüm Türkiye'nin güncel ve eski tarihleri kapsayan arazi örtüsü haritalarının ve zamana bağlı arazi örtüsü üzerindeki değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, ülkemizde kullanımı oldukça yaygın olan CORINE arazi örtüsü verisetleri, üç farklı zaman dönemini kapsayacak şekilde analizlere dâhil edilmiş ve EİÜ yöntemi ile elde edilen sonuçlar ile kıyaslanmıştır. Bu kıyaslama esnasında CORINE arazi örtüsü verileri ile EİÜ yönteminden elde edilen arazi örtüsü verileri arasında, hem alansal hem de oransal büyük farklılıklar ile karşılaşmıştır. Bu farklılıkların sebepleri:

- Arazi örtüsü sınıflarının tanım ve kapsamlarının farklı olması,
- CORINE arazi örtüsü verilerinin doğruluk ve hassasiyet oranlarının düşük olması,
- CORINE arazi örtüsü verileri hazırlanırken, en küçük haritalama biriminin 25 hektar (EİÜ yöntemi ile oluşturulan arazi örtüsü haritalarında, en küçük haritalama birimi 900 m² olarak seçilmiştir) gibi büyük bir alan olması
- 2019 yılı içerisinde, en güncel veriseti olarak, 2012 yılına ait arazi örtüsü verilerinin erişime sunulması, olarak özetlenebilir.

CORINE arazi örtüsü verilerinin yukarıda bahsedilen handikaplarından ötürü, tek kaynak olarak kullanılması, yanıltıcı sonuçlar elde edilmesinin önünü açacaktır. Fakat arazi örtüsünün durumu ve değişiminin anlaşılması için yardımcı kaynak olarak kullanılması, yeni bir arazi örtüsü veri seti oluşturulmadığı takdirde, tercih edilebilir.

EİÜ yöntemi kullanılarak ülkemiz için elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 1984-1990 yıllarını kapsayan dönemdeki %38.4'lük yeşil alanların günümüzde %43.5 gibi oranlara çıkması oldukça dikkat çekmektedir. Ayrıca ülke sınırları içerisindeki yerüstü sulak alanların varlığında yıllar içerisinde arttığının tesbiti oldukça önemlidir. Dünya

apında iklim değişikliği sebebi ile yaşanan kuraklık ve buna bağlı ölleşme durumu, kamuoyunda, ülkemiz sınırları içerisinde de çölleşmenin, ormansızlaşmanın ve kuraklığın arttığı yönünde bir algı oluşturmuştur. Fakat lkemiz için elde edilen sonuçlar, 2.3 milyon hektarı verimli orman sahaları olmak üzere yaklaşık 4 milyon hektar civarında yeşil alan artışı ve 120 bin hektarlık sulak alan artışını göstermektedir. Bu durumu, iklimsel bazı değişimler, köyden şehirlere yaşanan göç ve dolayısıyla oluşan dikey kentleşme, ağaçlandırma çalışmaları ve uygulanan doğru su politikaları sağlamış olabilir. Tüm lke genelinde görünen bu olumlu durumun devamı ve gelecekte karşılaşmamız muhtemel olan iklimsel değişiklikler ile daha etkili mücadele için, hem ormancılık hem de su kaynaklarının yönetimi hususlarında kullanılan etkili ve doğru yöntemlerin tespiti ve devamlılığının sağlanması oldukça büyük önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasının en çarpıcı bulgularından biri, tüm Türkiye apında CORINE seviye 3 arazi örtüsü sınıflarının zamansal değişimi incelendiğinde dikkat çeken, ‘Karışık Ormanlar’ arazi örtüsü sınıfındaki zaman bağlı azalımdır. Bir nceki paragrafta bahsedilen 2.3 milyon hektarlık verimli ormanlık alanlardaki artışı, iğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç gruplarının monokültür olarak oluşturduğu orman topluluklarında yaşanır iken, karışık orman kompozisyonuna sahip 700.000 hektarın üzerinde alan diğer arazi örtüsü gruplarına dönüşmüştür. Bu durum, ülke geneli için bahsi geçen verimli ormancılık faaliyetlerinin, karışık ormanların korunması hususunda zayıf kaldığını göstermektedir. İçerisinde barındırdığı eşsiz ekosistem yapısı ile karışık ormanlar; bakım, gençleştirme, koruma ve üretim faaliyetlerinde yaşanan bazı zorluklardan kaynaklı bu azalım trendini göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar yetkililer tarafından dikkate alınmalı ve karışık ormanların işletilmesi ile ilgili sorunlar en kısa sürede zme kavuşturulmalıdır.

Tüm Türkiye için elde edilen sonuçlar kadar, belirli floristik kompozisyonlara ve özelliklere sahip fitocoğrafik bölgelerin geçmişten günümüze kadar yaşadığı değişimlerin incelenmeside oldukça önemlidir. Her üç fitocoğrafik bölge için ortak söylenebilecek durum verimli ormanlık alanlarda ve sulak alanlarda yaşanan artışlardır. Sık ormanlık alanlara sahip Avrupa-Sibirya fitocoğrafik bölgesinde, orman ağaçlarının, diğer vejetasyon tipleri yerine varlıklarını arttırması, bölgenin vejetasyon

karakteristiği doğrultusunda değişimlerin yaşandığını göstermektedir. Sık verimli ormanlar altında, birçok bitki türü ışık noksanlığından ötürü gelişme gösterememektedir. Bu koşullarda, Avrupa-Sibirya bölgesi için artan verimli ormanların artışı bir taraftan sağladıkları odun hammaddesi, karbon tutumu, oksijen üretimi ve yaban hayatı için barınak oluşturması gibi artılarının yanı sıra floristik çeşitliliğin azalmasında büyük rol oynamaktadır. Ekosistem dinamiklerinin küçük değişimler ile bozulabileceğini düşünecek olursak, bizlere iyi bir gelişme olarak görünen ormanlık alanlardaki artışın, gelecek yıllar içerisinde oluşturacağı, ekosistem üzerindeki negatif veya pozitif etkilerini net olarak bilmemekteyiz.

Akdeniz fitocoğrafik bölgesi içerisinde de benzer bir durum söz konusudur. Bu bölge içerisinde, OA arazi örtüsü sınıfının artışı M arazi örtüsü sınıfının azalmasına neden olmuştur. Bu sonuçlar, maki vejetasyonunun hâkim olduğu bu fitocoğrafik bölge içerisinde çalılıkların, sklerofil bitkilerin ve otsu vejetasyonun zaman içerisinde orman vejetasyonuna dönüştüğünü göstermektedir. Bu bölge içerisindeki arazi örtüsü değişiminin en büyük etkenlerinden biri olan orman yangınlarının ardından yapılan, kızılcm plantasyonu çalışmaları, bu sonuçların alınmasına neden olan faktörlerin başında gelmektedir.

Iran-Turan fitocoğrafik bölgesi ele alındığında, vejetasyon bakımında fakir alanların azalarak, M ve OA sınıfının artması olumlu bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Çölleşme riskinin en yakından yaşandığı İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerini içerisinde barındıran bu floristik bölgede yeşil bölgelerin artması oldukça mitlendirici bir gelişmedir. Bu bölge içerisinde yoğunca yapılan ağlandırma çalışmalarının sonuçları bu çalışmanın bulgularını destekler niteliktedir. Ayrıca, Türkiye'nin en fazla sulak alanına sahip bu bölgesinde, yıllar içerisinde yapılan barajlar ve bunların bünyelerinde ihtiva ettikleri su kapasitelerinin artması, bölgenin ikliminin ılımanlaşmasına ve böylece bu bölgelerin çevresinde vejetasyonun artmasına sebebiyet vermiş olması yüksek ihtimaldir.

Ülkemizin ev sahipliği yaptığı  fitocoğrafik bölgenin farklı özelliklere sahip olduğundan önceki bölümlerde bahsedilmiştir. Yapılacak ormancılık faaliyetlerinde, planlanan su politikalarında ve şehir planlama çalışmalarında, bu floristik bölgelere ait

karakteristik özellikler doğrultusunda yapılması, bu tez çalışmasının sonuçlarında gösterdiği üzere oldukça önemli bir husustur. Böylece bu bölgelerin ekosistemler dengeleri bozulmadan korunmuş olup, ilerleyen yıllarda artması düşünülen sıcaklıklar ve değişen iklim şartları ile başa çıkılabilebilmesi sağlanacaktır.

Bu doktora tez çalışmasını, diğer çalışmalardan farklı kılan iki ana husus vardır. Bunlardan ilki, daha önce literatürde bu mekânsal çözünürlükte Türkiye ölçekli herhangi bir arazi örtüsü ve değişimi çalışmasının olmaması ve ikincisi alanyazın içerisinde daha önce denenmemiş olan farklı bir görüntü işleme tekniğinin kullanılması ile arazi örtülerinin oluşturulmasıdır. Her iki önemli husus içinde oldukça olumlu sonuçlar alınmış olup, gelecek yıllar içerisinde bu konu ile ilgilenenler için gerekli altlıklar, istatistik sonuçlar ve teknikler bu çalışma içerisinde paylaşılmıştır. Uzaktan algılama tekniklerinin ve teknolojilerinin zaman içerisinde ıleyeceği düşünüldüğünde, bu gibi çalışmaların boyutları, doğrulukları ve çeşitliliği artacaktır. Bu noktada ülkemizin, bu teknolojileri yakından takip ederek, gelişmeler dâhilinde ulusal veya uluslararası gözlemlerini arttırması önemlidir. Arazi örtüsü durumunu ve üzerindeki değişimleri otomatik olarak inceleyen ve yorumlayan otomasyon sistemlerinin zaman içerisinde geliştirilmesi, iş yükünü azaltacağı gibi, daha kesin ve doğru bilgiler oluşturacağı öngörülebilir. Küresel iklim değişikliği gibi, tüm dünya çapındaki ekolojik tehditler ile mücadelede bu tekniklerin yardımı ile erken müdahalelerde bulunulması geleceğin en önemli hususlarındandır ve ülke olarak bu teknolojilerin gerisinde kalmamak dikkat edilmesi gereken hususların başındadır.

KAYNAKLAR

- Acharya, T. D., & Yang, I. (2015). Exploring Landsat 8. *Int. J. IT Eng. Appl. Sci. Res*, 4(4).
- Aguirre-Gutiérrez, J., Seijmonsbergen, A. C., & Duivenvoorden, J. F. (2012). Optimizing land cover classification accuracy for change detection, a combined pixel-based and object-based approach in a mountainous area in Mexico. *Applied Geography*, 34, 29-37.
- Aksoy, N., Tuğ, N. G., & Eminağaoğlu, Ö. (2014). *Türkiye'nin vejetasyon yapısı. Türkiye'nin Doğal-Egzotik Ağaç ve Çalıları 1*.
- Allen, J. C., & Barnes, D. F. (1985). The causes of deforestation in developing countries. *Annals of the association of American Geographers*, 75(2), 163-184.
- Angel, S., Parent, J., Civco, D. L., Blei, A., & Potere, D. (2011). The dimensions of global urban expansion: Estimates and projections for all countries, 2000–2050. *Progress in Planning*, 75(2), 53-107.
- Anşın, R. (1983). Türkiye'nin Flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri. *Karadeniz Üniversitesi Dergisi*, 6(2), 318-339.
- Arıkan, T.B. (2018). Collect Earth Metodolojisi Kullanılarak Doğu Anadolu Bölgesi Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Bartın.
- Arvidson, T., Goward, S., Gasch, J., & Williams, D. (2006). Landsat-7 long-term acquisition plan. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72(10), 1137-1146.
- Ateşoğlu, A. (2016). Havza çalışmalarında kullanılan CORINE 2006 arazi sınıflandırma verilerinin doğruluğunun araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 173-183.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve" Anadolu Diagonali" ne coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi*, (28).
- Bagan, H., & Yamagata, Y. (2014). Land-cover change analysis in 50 global cities by using a combination of Landsat data and analysis of grid cells. *Environmental Research Letters*, 9(6), 064015.

- Bahadır, M. (2007). Yalova İli Arazi Kullanımının Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*. Afyon
- Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 65(1), 2-16.
- Barrett, E. C. (2013). *Introduction to environmental remote sensing*. Routledge.
- Barsi, J. A., Lee, K., Kvaran, G., Markham, B. L., & Pedelty, J. A. (2014). The spectral response of the Landsat-8 operational land imager. *Remote Sensing*, 6(10), 10232-10251.
- Başayığ, L. (2004). CORINE Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Arazi Kullanım Haritasının Hazırlanması: Isparta Örneği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(4), 366-374.
- Bolstad, P., & Lillesand, T. M. (1991). Rapid maximum likelihood classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57(1), 67-74.
- Bossard, M., Feranec, J., & Otahel, J. (2000). CORINE land cover technical guide: Addendum 2000.
- Briassoulis, H. (2009). Factors influencing land-use and land-cover change. *Land cover, land use and the global change, encyclopaedia of life support systems (EOLSS)*, 1, 126-146.
- Burley, T. M. (1961). Land use or land utilization?. *The Professional Geographer*, 13(6), 18-20.
- Byrne, G. F., Crapper, P. F., & Mayo, K. K. (1980). Monitoring land-cover change by principal component analysis of multitemporal Landsat data. *Remote sensing of Environment*, 10(3), 175-184.
- Chen, J., Zhu, X., Vogelmann, J. E., Gao, F., & Jin, S. (2011). A simple and effective method for filling gaps in Landsat ETM+ SLC-off images. *Remote sensing of environment*, 115(4), 1053-1064.
- Chen, G., Hay, G. J., Carvalho, L. M., & Wulder, M. A. (2012). Object-based change detection. *International Journal of Remote Sensing*, 33(14), 4434-4457.
- Congalton, R. G. (1994). Accuracy assessment of remotely sensed data: Future needs and directions. In *Proceedings of Pecora* (Vol. 12, pp. 383-388).

- Coppin, P. R., & Bauer, M. E. (1996). Digital change detection in forest ecosystems with remote sensing imagery. *Remote sensing reviews*, 13(3-4), 207-234.
- Costea, I. A., & Nicolin, A. L. (2017). Does depopulation determine land-use changes? Case study: the Western Development Region of Romania. *Lucrări Științifice, Universitatea de Științe Agricole Și Medicină Veterinară a Banatului, Timisoara, Seria I, Management Agricol*, 19(3), 233-240.
- Çalışkan, S., & Boydak, M. (2017). Afforestation of arid and semiarid ecosystems in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(5), 317-330.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2007). *Türkiye ulusal coğrafi bilgi sistemleri standartlarının belirlenmesi projesi: TUCBS. AO Arazi Örtüsü Veri Teması Uygulama Şeması*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E., & Toru, E. (2009). CORINE (Coordination of Information on the Environment) projesi. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 200, 02-06.
- Dare, P. M. (2005). Shadow analysis in high-resolution satellite imagery of urban areas. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 71(2), 169-177.
- Davis, P. H. (1965). Flora of Turkey. *Flora of Turkey*.
- Davis, C. H., & Wang, X. (2002, June). Urban land cover classification from high resolution multi-spectral IKONOS imagery. In *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002. IGARSS'02. 2002 IEEE International* (Vol. 2, pp. 1204-1206). IEEE.
- Deng, Z., Zhu, X., He, Q., & Tang, L. (2019). Land use/land cover classification using time series Landsat 8 images in a heavily urbanized area. *Advances in Space Research*.
- Dengiz, O., & Turan, İ. D. (2014). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011). *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 78-90.
- Desclée, B., Bogaert, P., & Defourny, P. (2006). Forest change detection by statistical object-based method. *Remote Sensing of Environment*, 102(1-2), 1-11.
- Drummond, M. A., & Loveland, T. R. (2010). Land-use pressure and a transition to forest-cover loss in the eastern United States. *BioScience*, 60(4), 286-298.

- Efe, R. (2004). *Biyocoğrafya: I-Genel prensipler, II-Bitki coğrafyası (Vejetasyon coğrafyası, fitocoğrafya), III-Zoocoğrafya (hayvan coğrafyası)*. Çantay Kitabevi.
- Eggleston, S., Buendia, L., & Miwa, K. (2006). *2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories [recurso electrónico]: waste*. Kanagawa, JP: Institute for Global Environmental Strategies.
- Ekinci, D. (2012). Uzaktan algılama teknolojileri ile Bolu ilinde arazi kullanımındaki değişimin tespiti. *Coğrafya Dergisi/Journal of Geography*, 1(24), 18-37.
- Emmott, S. (2013). *Ten billion*. Vintage.
- Estoque, R. C., & Murayama, Y. (2015). Classification and change detection of built-up lands from Landsat-7 ETM+ and Landsat-8 OLI/TIRS imageries: A comparative assessment of various spectral indices. *Ecological Indicators*, 56, 205-217.
- Feddema, J. J., Oleson, K. W., Bonan, G. B., Mearns, L. O., Buja, L. E., Meehl, G. A., & Washington, W. M. (2005). The importance of land-cover change in simulating future climates. *Science*, 310(5754), 1674-1678.
- Felicísimo, A. M., & Sánchez-Gago, L. M. (2002). Thematic and spatial accuracy: a comparison of the Corine Land Cover with the Forestry Map of Spain. In *5th AGILE Conference on Geographic Information Science* (pp. 109-118). Spain: Palma, Balearic Islands.
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote sensing of environment*, 80(1), 185-201.
- Franklin, S. E., & Wulder, M. A. (2002). Remote sensing methods in medium spatial resolution satellite data land cover classification of large areas. *Progress in Physical Geography*, 26(2), 173-205.
- Fraser, R. S., Bahethi, O. P., & Al-Abbas, A. H. (1977). The effect of the atmosphere on the classification of satellite observations to identify surface features. *Remote Sensing of Environment*, 6(3), 229-249.
- Fuller, R. M., Groom, G. B., & Jones, A. R. (1994). The land-cover map of great Britain: an automated classification of landsat thematic mapper data. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 60(5), 553-562.
- Gemici, Y., Seçmen, Ö., Ekim, T., & Leblebici, E. (1992). Türkiye'de Endemizm Ve İzmir Yöresinin Bazı Endemikleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6(1).

- Graesser, J., & Ramankutty, N. (2017). Detection of cropland field parcels from Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 201, 165-180.
- Gülbeyaz, O. (2007). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Türkiye Ölçeğinde Arazi Örtüsünün Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Hatay.
- Güner, Ş., Çömez, A., Özkan, K., Karataş, R., & Çelik, N. (2016). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırmalarının verimlilik modellemesi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(1), 159-172.
- Hansen, M. C., DeFries, R. S., Townshend, J. R., & Sohlberg, R. (2000). Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. *International journal of remote sensing*, 21(6-7), 1331-1364.
- Haralick, R. M., & Shanmugam, K. (1973). Textural features for image classification. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, (6), 610-621.
- Herold, M., Woodcock, C., Cihlar, M., Wulder, M., Arino, O., Achard, F., Hansen, M., Olsson, H., Schmullius, C., Brady, M., & Di Gregorio, A. (2009). Assessment of the status of the development of the standards for the Terrestrial Essential Climate Variables: T9 Land Cover. *FAO, GTOS report*.
- Heymann, Y. (1994). *CORINE land cover: Technical guide*. Office for Official Publ. of the Europ. Communities.
- Hoegh-Guldberg, O., Jacob, D., Taylor, M., Bindi, M., Brown, S., Camilloni, I., Diedhiou, A., Djalante, R., Ebi, K., Engelbrecht, F., & Guiot, K. (2018). Impacts of 1.5 °C global warming on natural and human systems.
- Homer, C. H., Fry, J. A., & Barnes, C. A. (2012). The national land cover database. *US Geological Survey Fact Sheet*, 3020(4), 1-4.
- Huang, C., Kim, S., Song, K., Townshend, J. R., Davis, P., Altstatt, A., Rodas, O., Yanosky, A., Clay, R., Tucker, C.J., & Musinsky, J. (2009). Assessment of Paraguay's forest cover change using Landsat observations. *Global and Planetary Change*, 67(1-2), 1-12.
- Jensen, J. R. (2009). *Remote sensing of the environment: An earth resource perspective 2/e*. Pearson Education India.
- Kabisch, N., Selsam, P., Kirsten, T., Lausch, A., & Bumberger, J. (2019). A multi-sensor and multi-temporal remote sensing approach to detect land cover change dynamics in heterogeneous urban landscapes. *Ecological Indicators*, 99, 273-282.

- Karagülle, O., & Kendüzler, M. (2007). Corine sınıflandırması (Coordination of Information on The Environment). *Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.*
- Kawata, Y., Ohtani, A., Kusaka, T., & Ueno, S. (1990). Classification accuracy for the MOS-1 MESSR data before and after the atmospheric correction. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 28(4), 755-760.
- Kennedy, R. E., Townsend, P. A., Gross, J. E., Cohen, W. B., Bolstad, P., Wang, Y. Q., & Adams, P. (2009). Remote sensing change detection tools for natural resource managers: Understanding concepts and tradeoffs in the design of landscape monitoring projects. *Remote sensing of environment*, 113(7), 1382-1396.
- Koca, Y. K., Doran, İ., & Kılıç, T. (2009). Arazi Sınıflandırma Yöntemi Corine'e Eleştirel Bir Yaklaşım. *TÜCAUM V. Coğrafya Sempozyumu (16-17 EKİM 2008) Bildiriler Kitabı*, s, 71-80.
- Koetz, B., Morsdorf, F., Van der Linden, S., Curt, T., & Allgöwer, B. (2008). Multi-source land cover classification for forest fire management based on imaging spectrometry and LiDAR data. *Forest Ecology and Management*, 256(3), 263-271.
- Li, X., Meng, Q., Gu, X., Jancso, T., Yu, T., Wang, K., & Mavromatis, S. (2013). A hybrid method combining pixel-based and object-oriented methods and its application in Hungary using Chinese HJ-1 satellite images. *International journal of remote sensing*, 34(13), 4655-4668.
- Li, D., Lu, D., Li, N., Wu, M., & Shao, X. (2019). Quantifying annual land-cover change and vegetation greenness variation in a coastal ecosystem using dense time-series Landsat data. *GIScience & Remote Sensing*, 1-25.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2014). *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley & Sons.
- Lira, P. K., Tambosi, L. R., Ewers, R. M., & Metzger, J. P. (2012). Land-use and land-cover change in Atlantic Forest landscapes. *Forest Ecology and Management*, 278, 80-89.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2005). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International journal of remote sensing*, 25(12), 2365-2401.

- Lucas, I. F. J., Janssen, F., & van der Wel, F. J. (1994). Accuracy assessment of satellite derived landcover data: A review. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 60(4), 479-426.
- Ma, L., Li, M., Ma, X., Cheng, L., Du, P., & Liu, Y. (2017). A review of supervised object-based land-cover image classification. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, 277-293.
- Masek, J. G., Vermote, E. F., Saleous, N. E., Wolfe, R., Hall, F. G., Huemmrich, K. F., Gao, F., Kutler, J., & Lim, T. K. (2006). A Landsat surface reflectance dataset for North America, 1990-2000. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 3(1), 68-72.
- Mather, P., & Tso, B. (2016). *Classification methods for remotely sensed data*. CRC press.
- Meyer, W. B., & Turner, B. L. (1992). Human population growth and global land-use/cover change. *Annual review of ecology and systematics*, 23(1), 39-61.
- Millington, A., al-Hussein, S., & Dutton, R. (1999). Population dynamics, socioeconomic change and land colonization in northern Jordan, with special reference to the Badia Research and Development Project area. *Applied geography*, 19(4), 363-384.
- Mundia, C. N., & Aniya, M. (2005). Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS. *International journal of Remote sensing*, 26(13), 2831-2849.
- Muratgeldiev, Y., Küçüköyük, M., Bingöl, Ü., Güney, K., & Geven, F. (2000). İran-Turan Floristik Bölgesi. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(16), 119-124.
- Muzein, B. S. (2006). Remote sensing & GIS for land cover/land use change detection and analysis in the semi-natural ecosystems and agriculture landscapes of the Central Ethiopian Rift Valley. Doktora Tezi, *Dresden Teknoloji Üniversitesi*, Dresden, Almanya.
- Myint, S. W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S., & Weng, Q. (2011). Per-pixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote sensing of environment*, 115(5), 1145-1161.
- Omran, M. G., Engelbrecht, A. P., & Salman, A. (2005). Differential evolution methods for unsupervised image classification. In *Evolutionary Computation, 2005. The 2005 IEEE Congress on* (Vol. 2, pp. 966-973). IEEE.

- Onur, I., Maktav, D., Sari, M., & Kemal Sönmez, N. (2009). Change detection of land cover and land use using remote sensing and GIS: a case study in Kemer, Turkey. *International Journal of Remote Sensing*, 30(7), 1749-1757.
- Orman Genel Müdürlüğü (2015). Türkiye Orman Varlığı. *Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü*.
- Otukei, J. R., & Blaschke, T. (2010). Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12, S27-S31.
- Özür, N., & Ataol, M. (2018). Türkiye’de CORINE Verilerinin Kullanılmasına Dair Değerlendirme. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 110-130.
- Ozesmi, S. L., & Bauer, M. E. (2002). Satellite remote sensing of wetlands. *Wetlands ecology and management*, 10(5), 381-402.
- Perumal, K., & Bhaskaran, R. (2010). Supervised classification performance of multispectral images. *arXiv preprint arXiv:1002.4046*.
- Pickup, G., Chewings, V. H., & Nelson, D. J. (1993). Estimating changes in vegetation cover over time in arid rangelands using Landsat MSS data. *Remote sensing of Environment*, 43(3), 243-263.
- Pielke, R. A. (2005). Land use and climate change. *Science*, 310(5754), 1625-1626.
- Pitman, A. J., Narisma, G. T., Pielke, R. A., & Holbrook, N. J. (2004). Impact of land cover change on the climate of southwest Western Australia. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 109(D18).
- Potter, J. F. (1974). Haze and sun angle effects on automatic classification O Satellite Data-Simulation And Correction. In *Scanners and imagery systems for earth observation* (Vol. 51, pp. 73-73). International Society for Optics and Photonics.
- Poyatos, R., Latron, J., & Llorens, P. (2003). Land use and land cover change after agricultural abandonment. *Mountain research and development*, 23(4), 362-369.
- Price, K. P., Guo, X., & Stiles, J. M. (2002). Optimal Landsat TM band combinations and vegetation indices for discrimination of six grassland types in eastern Kansas. *International Journal of Remote Sensing*, 23(23), 5031-5042.
- Quinlan, J. R. (1993). The Morgan Kaufmann Series in Machine Learning. *ISBN, 1558602380*, 1-29.

- Rawat, J. S., & Kumar, M. (2015). Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1), 77-84.
- Rees, W. G., & Pellika, P. (2001). *Principles of remote sensing*. Cambridge University press, ISBN O-521-35994-5.
- Reis, M., Dutal, H., Abız, B., & Bolat, N. (2016). Kahramanmaraş İli Göksun İlçesi'nde Arazi Kullanımında Meydana Gelen Zamansal Değişimin Uzaktan Algılama Teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemi İle Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences*, 19(2), 35-41.
- Rommel, T. K., & Perera, A. H. (2001). Fire mapping in a northern boreal forest: assessing AVHRR/NDVI methods of change detection. *Forest Ecology and Management*, 152(1-3), 119-129.
- Richards, J. A. (1999). *Remote sensing digital image analysis* (Vol. 3). Berlin et al.: Springer.
- Rumpf, T., Mahlein, A. K., Steiner, U., Oerke, E. C., Dehne, H. W., & Plümer, L. (2010). Early detection and classification of plant diseases with Support Vector Machines based on hyperspectral reflectance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74(1), 91-99.
- Schowengerdt, R. A. (2006). *Remote sensing: models and methods for image processing*. Elsevier.
- Schulz, J. J., Cayuela, L., Echeverria, C., Salas, J., & Benayas, J. M. R. (2010). Monitoring land cover change of the dryland forest landscape of Central Chile (1975–2008). *Applied Geography*, 30(3), 436-447.
- Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutya, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(40), 16083-16088.
- Senseman, G. M., Bagley, C. F., & Tweddale, S. A. (1995). *Accuracy Assessment of the Discrete Classification of Remotely-Sensed Digital Data for Landcover Mapping* (No. CERL-TR-EN-95/04). Construction Engineering Research Lab (Army) Champaign IL.
- Silva, J., Ribeiro, C., & Guedes, R. (2007). Roughness length classification of Corine Land Cover classes. In *Proceedings of the European Wind Energy Conference, Milan, Italy* (Vol. 710, p. 110).

- Singh, A. (1989). Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International journal of remote sensing*, 10(6), 989-1003.
- Smith, J. H., Stehman, S. V., Wickham, J. D., & Yang, L. (2003). Effects of landscape characteristics on land-cover class accuracy. *Remote Sensing of Environment*, 84(3), 342-349.
- Song, C., Woodcock, C. E., Seto, K. C., Lenney, M. P., & Macomber, S. A. (2001). Classification and change detection using Landsat TM data: when and how to correct atmospheric effects?. *Remote sensing of Environment*, 75(2), 230-244.
- Squires, G. D. (Ed.). (2002). *Urban sprawl: Causes, consequences, & policy responses*. The Urban Insitute.
- Srivastava, P. K., Suman, S., & Pandey, S. (2019). Monitoring Changes in Urban Cover Using Landsat Satellite Images and Demographical Information. In *Environmental Information Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*(pp. 981-995). IGI Global.
- 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*, 77(2), 173-185.
- Tilahun, A., & Teferie, B. (2015). Accuracy assessment of land use land cover classification using google earth. *American Journal of Environmental Protection*, 4(4), 193-198.
- Torma, M., & Harma, P. (2004, September). Accuracy of CORINE land cover classification in Northern Finland. In *IGARSS 2004. 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (Vol. 1, pp. 227-230). IEEE.
- Townshend, J. G. (1992). Land cover. *International Journal of Remote Sensing*, 13(6-7), 1319-1328.
- Ulusal Tez Merkezi (2019). *Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı*, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>, Erişim Tarihi: 10.02.2019.
- URL-1. IPCC. Special Report: Global Warming of 1.5 °C, Summary for Policymakers, 20.12.2018 tarihinde <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/summary-for-policy-makers/> adresinden alınmıştır.
- URL-2. Coffey R. The Difference Between ‘Land Use’ and ‘Land Cover’, 18.02.2013 tarihinde hazırlanmış, 12.11.2018 tarihinde https://www.canr.msu.edu/news/the_difference_between_land_use_and_land_cover adresinden alınmıştır.

- URL-3. National Ocean Service. What is Difference Between Land Cover and Land Use?, 12.11.2018 tarihinde <https://oceanservice.noaa.gov/facts/lclu.html> adresinden alınmıştır.
- URL-4. Land Monitoring Service. CORINE Land Cover, 23.02.2019 tarihinde <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover> adresinden alınmıştır.
- URL-5. NASA. A Landsat Timeline, 07.01.2019 tarihinde <https://landsat.gsfc.nasa.gov/a-landsat-timeline/> adresinden alınmıştır.
- URL-6. USGS. Band Designations of Landsat Satellites, 20.12.2018 tarihinde <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites> adresinden alınmıştır.
- URL-7. USGS. Landsat Level-1 Data Processing Levels, 27.12.2018 tarihinde <https://landsat.usgs.gov/landsat-processing-details> adresinden alınmıştır.
- URL-8. T.C. Dışişleri Bakanlığı. Türkiye'nin Su Politikası, 05.03.2019 tarihinde http://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-su-politikasi.tr.mfa adresinden alınmıştır.
- Van Niel, T. G. (1995). Classification of vegetation and analysis of its recent trends at Camp Williams, Utah using remote sensing and geographic information system techniques.
- Vanonckelen, S., Lhermitte, S., & Van Rompaey, A. (2013). The effect of atmospheric and topographic correction methods on land cover classification accuracy. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 24, 9-21.
- Vapnik, V. N. (1999). An overview of statistical learning theory. *IEEE transactions on neural networks*, 10(5), 988-999.
- Varma, M. K. S., Rao, N. K. K., Raju, K. K., & Varma, G. P. S. (2016). Pixel-based classification using support vector machine classifier. In *Advanced Computing (IACC), 2016 IEEE 6th International Conference on* (pp. 51-55). IEEE.
- Vermote, E. F., El Saleous, N., Justice, C. O., Kaufman, Y. J., Privette, J. L., Remer, L., Roger, J.C., & Tanre, D. (1997). Atmospheric correction of visible to middle-infrared EOS-MODIS data over land surfaces: Background, operational algorithm and validation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 102(D14), 17131-17141.
- Watson, R.T., & Zakri, A.H., (2003). *Millennium Ecosystem Assessment and Ecosystems and human wellbeing, A framework for assessment*. 245 p., The United Nations Environment Programme and World Resources Institute.

- Weng, Q., Quattrochi, D., & Gamba, P. E. (2018). *Urban remote sensing*. CRC press.
- White, J. D., Ryan, K. C., Key, C. C., & Running, S. W. (1996). Remote sensing of forest fire severity and vegetation recovery. *International Journal of Wildland Fire*, 6(3), 125-136.
- Wolman, M. G. (1993). Population, land use, and environment: A long history. *Population and Land Use in Developing Countries*.
- Wolter, P. T., Mladenoff, D. J., Host, G. E., & Crow, T. R. (1995). Using Multi-Temporal Landsat Imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61(9), 1129-1143.
- Woodcock, C. E., & Strahler, A. H. (1987). The factor of scale in remote sensing. *Remote sensing of Environment*, 21(3), 311-332.
- Woodcock, C. E., Allen, R., Anderson, M., Belward, A., Bindschadler, R., Cohen, W., Gao, F., Goward, S.N., Helder, D., Helmer, E., & Nemani, R. (2008). Free access to Landsat imagery. *Science*, 320(5879), 1011-1011.
- Wulder, M. A., White, J. C., Goward, S. N., Masek, J. G., Irons, J. R., Herold, M., Cohen, W.B., Loveland, T.R., & Woodcock, C. E. (2008). Landsat continuity: Issues and opportunities for land cover monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 112(3), 955-969.
- Yang, L., Xian, G., Klaver, J. M., & Deal, B. (2003). Urban land-cover change detection through sub-pixel imperviousness mapping using remotely sensed data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(9), 1003-1010.
- Yang, Q., Zhang, H., Peng, W., Lan, Y., Luo, S., Shao, J., Chen, D., & Wang, G. (2019). Assessing climate impact on forest cover in areas undergoing substantial land cover change using Landsat imagery. *Science of The Total Environment*, 659, 732-745.
- Yıldız, O., Çetin, B., Sargıncı, M., Toprak, B., Gürsoy, İ., Altınay, B., Arslan, H., Mua, C., Ayyüce, F., Mutlu, Ö., Dönmez, A., Kokaş, Y., Yapar, A., Güner, D., & Şahin, U. İç Anadolu'da Ağaçlandırma Çalışmaları. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 14(1), 1-20.
- Yıldız, S. (2018). Collect Earth Metodolojisi Kullanılarak İç Anadolu Bölgesi Arazi Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, *Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Bartın.
- Yılmaz, O. S., Gülgen, F., Güngör, R., & Kadı, F. (2018). Uzaktan Algılama Teknikleri İle Arazi Kullanım Değişiminin İncelenmesi: Köprübaşı İlçesi Örneği. *Journal of Geomatics*, 3(3), 233-241.

- Young, N. E., Anderson, R. S., Chignell, S. M., Vorster, A. G., Lawrence, R., & Evangelista, P. H. (2017). A survival guide to Landsat preprocessing. *Ecology*, 98(4), 920-932.
- 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*, 98(2-3), 317-328.
- Zhu, Z., & Woodcock, C. E. (2014). Continuous change detection and classification of land cover using all available Landsat data. *Remote sensing of Environment*, 144, 152-171.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emre AKTÜRK
Doğum Yeri ve Yılı : Altındağ / 1987
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : eakturk@kastamonu.edu.tr



Eğitim Durumu

Lise : Çankaya 50. Yıl Lisesi / 2005
Lisans : Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Orman Fakültesi Orman
Mühendisliği Bölümü / 2009
Yüksek Lisans : Clemson Üniversitesi Ormancılık ve Doğal Kaynaklar Bölümü/
2013

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Milli Eğitim Bakanlığı 2014-2014
Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Görevlisi
2014 – Devam Ediyor

Yayınları

Aktürk, E., & Altunel, A. O. (2019), Accuracy assessment of a low-cost UAV derived digital elevation model (DEM) in a highly broken and vegetated terrain. Measurement, 136, 382-386.

Güney, K., Küçük, Ö., **Aktürk, E.**, & Evcin, Ö. (2017), Biodiversity of Gavurdag Wildlife Development Area. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 51 (3), 398-402.

Küçük, Ö., Güney, K., Evcin, Ö., & **Aktürk, E.** (2017), Threat analysis and proposed solutions for Elekdag Wildlife Development Area. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 51 (3), 368-372.

- Post, C., Ritter, B., **Aktürk, E.**, Breedlove, A., Buchanan, R., Che, C., ... & Qiao, X. (2015). Analysis of factors contributing to abandoned residential developments using remote sensing and geographic information systems (GIS). *Urban ecosystems*, 18(3), 701-713.
- Güney, K., Yiğit, N., Seki, N., Öztürk, A., & **Aktürk, E.** (2015), Assessment of endemic plant taxa in Kastamonu province and classification by IUCN categories. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)* Volume 9, Issue 12.
- Aktürk, E.**, Küçük, Ö., Evcin, Ö., & Güney, K. (2018), Investigation of the effects of land cover change on wildlife, the case study of West Black Sea Region. *International Conference on Science and Technology (ICONST)*, Prizren.
- Aktürk, E.**, Gencal, B., Güney, K., Evcin, Ö., Küçük, Ö., & Karadeniz, M. (2018), Land cover-use change analysis for Bursa Karacabey Karadağı-Ovakorusu Wildlife Development Area with using pixel-based classification method. *International Ecology Symposium*, Kastamonu.
- Evcin, Ö., Küçük, Ö., **Aktürk, E.**, Akkuzu, E., & Aktepe, N. (2018). Habitat suitability modelling of Red Deer (*Cervus elaphus*) in Kastamonu Elekdag Wildlife Development Area. *International Congress of Engineering and Life Science (ICELIS)*, Kastamonu.
- Aktepe, N., Güney, K., **Aktürk, E.**, & Küçük, Ö. (2017). The potential of the botanical tourism: the case of Kastamonu. 1. *International Sustainable Tourism Congress*, Kastamonu.
- Güney, K., Küçük, Ö., Evcin, Ö., & **Aktürk, E.** (2017), Biodiversity of Gavurdag Wildlife Development Area. *The Third Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (MESMAP-3)*, Cyprus.
- Küçük, Ö., Güney, K., Evcin, Ö., & **Aktürk, E.** (2017), Threat analysis and proposed solutions for Elekdag Wildlife Development Area. *The Third Mediterranean Symposium on Medicinal and Aromatic Plants (MESMAP-3)*, Cyprus.
- Aktürk, E.**, Güney, K., & Geven, F. (2017), Detection of the tourism effect in the protected areas with gis: a case study of land cover change in Beydağları Coastal National Park. *İnsanların Doğayla Kenetlenmesi – Kentte ve Doğal Alanda, Kutuplardan Ekvatora Uluslararası Sempozyumu*, Ankara.
- Aktürk, E.**, Güney, K., & Geven, F. (2017), Land cover-use change analysis using multi-temporal landsat ndvi data for Soğuksu National Park. *İnsanların Doğayla Kenetlenmesi – Kentte ve Doğal Alanda, Kutuplardan Ekvatora Uluslararası Sempozyumu*, Ankara.

- Güney, K., Aydın, M., Geven, F., Bingöl, Ü., Güney, K. B., Öztürk, A., & **Aktürk, E.** (2017), Ilgaz Dağı Yaban Hayatı Geliştirme Sahasının EUNIS habitat tipleri. Uluslararası Taşköprü Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu, Kastamonu.
- Güney, K., Aydın, M., Geven, F., Bingöl, Ü., Güney, K. B., **Aktürk, E.**, & Öztürk, A. (2017). Kartdağ Yaban Hayatı Geliştirme sahasının EUNIS habitat tipleri. Uluslararası Taşköprü Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu, Kastamonu.
- Güney, K., Geven, F., Bingöl, Ü., Güney, K. B., Öztürk, A., **Aktürk, E.**, & Babat, E. (2017). Taşköprü ilçesi ekonomik değer taşıyan bitki ve mantar türleri. Uluslararası Taşköprü Bilim Kültür Sanat Araştırmaları Sempozyumu, Kastamonu.
- Güney, K., Aydın, M., Geven, F., **Aktürk, E.**, & Güney, K. B. (2017), A new approach for the determining EUNIS habitat types with using forest digital management maps in biodiversity surveys: a case study for the Araç State Hounting Grounds. International Symposium of New Horizons in Forestry (ISFOR), Isparta.
- Aktürk, E.**, Güney, K., & Altunel, A. O. (2017), Application potentiality of LIDAR derived DEM & DSM data in forestry. International Symposium of New Horizons in Forestry (ISFOR), Isparta.
- Aktürk, E.**, Güney, K., & Altunel, A. O. (2017), Land cover-use change study for Kastamonu province using NDVI values. International Symposium of New Horizons in Forestry (ISFOR), Isparta.
- Güney, K., Bani, B., Geven, F., Öztürk, A., **Aktürk, E.**, & Güney, K. B. (2016), Orchids of Kastamonu Paphlagonia. International Forestry Symposium (IFS), Kastamonu.
- Güney, K., Bani, B., Geven, F., **Aktürk, E.**, Öztürk, A., & Güney, K. B. (2016), Forest fruits of Kastamonu. International Forestry Symposium (IFS), Kastamonu.