



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ
KULLANILARAK ARAZİ KULLANIMI / ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN
İNCELENMESİ: DENİZLİ ÖRNEĞİ

FATİH TEMİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Harita Mühendisliği Bölümü

Nisan-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Fatih TEMİZ tarafından hazırlanan “Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişiminin İncelenmesi: Denizli Örneği” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof.Dr.Semih EKERCİN

.....

Danışman

Prof.Dr.S.Savaş DURDURAN

.....

Üye

Prof.Dr.İbrahim KALAYCI

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ahmet COŞKUN

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all materials and results that are not original to this work.

Fatih TEMİZ

Nisan 2017

ÖZET

UZAKTAN ALGILAMA VE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ KULLANILARAK ARAZİ KULLANIMI / ÖRTÜSÜ DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ: DENİZLİ ÖRNEĞİ

Fatih TEMİZ

**Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman : Prof.Dr.S. Savaş DURDURAN

(2017, 102 Sayfa)

Jüri

Prof.Dr. Semih EKERCİN

Prof.Dr. S.Savaş DURDURAN

Prof.Dr. İbrahim KALAYCI

Denizli, Ege ve Akdeniz bölgeleri arasında bir geçit durumundadır. Denizli, sanayi, ihracat ve ticaret merkezidir. Denizli bir turizm kenti olmasının yanı sıra düzenlenen yerel, ulusal ve uluslararası etkinliklerle kültür ve sanat merkezi özelliğindedir. Dünyada tekstilin en önemli başkentleri arasındadır. Dünyaca bilinen doğa harikası Pamukkale de şehrin simgelerinden biridir.

Kentlerin büyüme süreçlerinin takibi, hava kirliliği, arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ve kent planlama gibi uygulamalar uzaktan algılama ile etkin bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Uygun kentsel gelişim için kentin büyümesini anlamak çok önemlidir.

Yeryüzüne ait tüm coğrafi bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılıp sorgulanması ve analiz edilmesini sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), toplumların karşılaştığı problemlere kalıcı çözümler üretme adına hayatın her safhasında kullanılan önemli bir bilgi teknolojisidir. CBS, harita destekli uygulamalardan mümkün olan en iyi şekilde yararlanmayı ve analiz etmeyi sağlamaktadır. Uzaktan Algılama ve CBS arazi değişimlerin tespiti ve analizi aşamasında önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda, uzaktan algılama arazi kullanımı değişimini takip amaçlı yaygın bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, CBS ve UA kullanılarak Denizli ve çevresinin arazi kullanımının zamansal değişiminin değerlendirilmesidir. Günümüz teknolojisinde; uydu görüntüleri, arazi kullanımının zamansal değişiminin belirlenmesinde önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu çalışmada bu amaçları sağlayacak Denizli'ye ait Landsat 1985, 2000 ve 2015 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanarak değişim incelenmiştir. Bu uydu görüntüleri üzerinde yapılacak kontrollü sınıflandırma yöntemi ile yıllara göre Denizli ve çevresinin arazi üzerindeki değişimi incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama, Arazi kullanımı/örtüsü, Arazi Kullanımı değişimi.

ABSTRACT

M.Sc. THESIS

ANALYSING LAND USE / COVER CHANGE USING REMOTE SENSING AND GIS TECHNIQUES: A CASE STUDY OF DENIZLI, TURKEY.

Fatih TEMİZ

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
OF NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN MAP ENGINEERING**

Advisor : Prof. S.Savaş DURDURAN

(2017, 102 Pages)

Jury

Prof. Semih EKERCİN

Prof. S.Savaş DURDURAN

Prof. İbrahim KALAYCI

Denizli is a gateway between the Aegean and Mediterranean regions. It is an industrial, export and trading center. Denizli is being a tourist town as well as it is a central feature of culture and art with organized at local, national and international events. It is among the most important capitals in the world of textiles. Pamukkale is one of the city's icons which is World-renowned natural wonder.

It is managed to carried out effectively on subjects such as tracing the urban growth process, air pollution, deciding land use types and urban planing with the remote sensing. It is very important to understand growth of the city for appropriate development in the future.

Geographic Information Systems (GIS), which is based on entering the information about the earth into computer and analyzing the results, is a very important information technology that is being used in every aspect of life for finding permanent solutions to the problems that humans face. GIS, provides the best way possible utilization and analyze from map supported application. Remote Sensing and GIS becomes an important tool for detection and analysis of land changes. In recent years, remote sensing and photogrammetry have been used in a widespread manner for the purpose of following the change in the land use.

The main purpose of this study is to assess the temporal change of land use in Denizli and its environment using GIS and remote sensing (RS). In today's technology; satellite images offer significant amenities in determining the temporal change of land use. In this study, satellite images of Denizli from Landsat 1985, 2000 and 2015 years were used to analyze changes. The land use change of Denizli and it's environment were examined according to years by using the supervised classification method performed on these satellite images.

Keywords : Geographical Information Systems, Remote Sensing, Land use/cover, Land use change.

ÖNSÖZ

Son yıllarda ülkemizde meydana gelen hızlı ve dinamik değişim süreci, arazi kullanım şekillerinde de önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişim planlı ve daimi olduğu takdirde yanlış arazi kullanımlarının önüne geçilebilir. Bu tez çalışmamda Denizli ve çevresini kapsayacak şekilde son 30 yılı içeren uygun uydu görüntüleri kullanılarak adı geçen bölgeye ait arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca kent merkezinin mekânsal gelişimi ile ilgili analizler yapılmıştır. Tez çalışmamın benzer konulara ilgi gösteren ve bu alanda bilimsel araştırma yapacak olanlara ve ilgili kurum/kuruluşlara yararlı olmasını diliyorum.

Tez konusunun ve çalışma alanının belirlenmesi hususunda yardımlarını esirgemeyen, çalışmalarımı daha iyiye taşımam yönünde bana destek veren değerli hocam ve aynı zamanda tez danışmanım Prof.Dr. S.Savaş DURDURAN'a,

Çalışmam süresince bana destek olan E.Nevzat SELDERESİ, Mustafa ÜNAY, Yasin GÖKÇE, Uygur KAÇAR ve Selçuk AKDOĞAN'a,

Yüksek Lisansa başlamamda en önemli etken olan ve her konuda ilgisini ve desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen sevgili eşim Gül TEMİZ'e ve biricik oğlum Tolga TEMİZ'e;

Teşekkürlerimi sunarım.

Fatih TEMİZ

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Uzaktan Algılama.....	8
3.1.1. Işık kaynağı ve elektromanyetik enerji	9
3.1.2. Atmosferik etkiler.....	11
3.1.3. Atmosferik pencereler ve nesnelerin imzası	12
3.2. Uydu Görüntüleri ve Landsat Uydu Sistemleri.....	14
3.2.1. Uydu görüntüleri	14
3.2.2. Landsat uydu sistemleri.....	15
3.3. Uzaktan Algılamada Çözünürlük.....	19
3.3.1. Mekansal (Spatial) çözünürlük.....	20
3.3.2. Tayfsal (Spektral) çözünürlük	20
3.3.3. Radyometrik (Radiometric) çözünürlük.....	21
3.3.4. Zamansal Çözünürlük.....	21
3.4. Uzaktan Algılamada Görüntü İşleme.....	22
3.4.1. Geometrik Düzeltme	22
3.4.2. Atmosferik düzeltme ve radyometrik normalizasyon	25
3.4.2.1. Algılayıcı kalibrasyonu.....	26
3.4.2.2. Koyu nesne çıkarılması	28
3.4.2.3. Histogram eşleştirme	28
3.4.3. Sınıflandırma	29
3.4.3.1. Kontrolsüz sınıflandırma	30
3.4.3.2. Kontrollü sınıflandırma	32
3.4.3.2.1. En kısa uzaklık sınıflandırıcısı (Minimum Distance)	33

3.4.3.2.2. Paralelkenar sınıflandırıcısı	34
3.4.3.2.3. Mahalanobis uzaklığı sınıflandırıcısı	35
3.4.3.2.4. En çok benzerlik sınıflandırma algoritması	36
3.4.3.2.5 Doğruluk analizi ve hata matrisi	37
3.5. Objelerin Yansıma Özellikleri	40
3.5.1. Bitkilerin yansıma özellikleri	40
3.5.2. Suların yansıma özellikleri	40
3.5.3. Toprakların yansıma özellikleri	41
3.6. Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişim Tespiti	42
3.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Uzaktan Algılama Entegrasyonu	43
3.8. CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırması	44
4. UYGULAMA	46
4.1. Çalışma Alanı	46
4.2. İklim	46
4.3. Bitki örtüsü	47
4.4. Nüfus	47
4.5. Ekonomi	48
4.6. Tarım	48
4.7. Kullanılan Veriler	48
4.7.1. Haritalar	48
4.7.2. Uydu görüntüleri	49
4.7.3. Yazılımlar	49
4.7.4. Donanım Bilgileri	50
4.8. Yöntem	51
4.8.1. Çalışma Alanının Önemi	51
4.8.2. Geometrik Düzeltme	52
4.8.3. Radyometrik Düzeltmeler	52
4.8.4. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması	53
4.8.4.1. Kontrolsüz sınıflandırma	53
4.8.4.2. Kontrollü sınıflandırma	53
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	56
5.1. Uygulama	56

5.2. Doğruluk Analizleri	69
5.3. CBS İle Kentsel Gelişimin İzlenmesi ve Mekânsal Analizler.....	71
5.3.1. Kentsel gelişim analizi	71
5.3.2. Kentsel yeşil alan analizi	73
5.3.3. Kentsel yol ağı analizi	75
5.3.4. Değerlendirme	81
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	85
6.1. Sonuçlar	85
6.2. Öneriler	86
KAYNAKLAR	88
ÖZGEÇMİŞ	102

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

m	: Metre
mm	: Milimetre
km	: Kilometre
µm	: Dalga uzunluğu birimi
Ha	: Hektar

Kısaltmalar

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
GIS	: Geography Information System
EMR	: Elektromanyetik Radyasyon
E	: Elektriksel Alan
M	: Manyetik Alan
EMS	: Elektromanyetik spektrum
RBV	: Dönel ışınli vidikon kamera
MSS	: Çok bantli tarayıcı
TM	: Tematik görüntüleyici
ETM	: Geliştirilmiş tematik görüntüleyici
OLI	: Operational Land Imager
ALI	: Advanced Land Imager
TIRS	: Thermal Infrared Sensor
GCP	: Yer kontrol noktaları
RMS	: Karesel Ortalama Hata
DN	: Görüntüdeki piksel
DOS	: Koyu nesne çıkarılması
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
ISODATA	: Iterative-Self Organizing Data Analysis
GeoTIFF	: Geo-referenced Tagged Image File Format

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 3.1. Elektromanyetik dalgalar	9
Şekil 3.2. Elektromanyetik spektrum ve uzaktan algılamada kullanılan bölgeleri	10
Şekil 3.3. Elektromanyetik enerjinin yüzeyde ön değiştirmesi (Çetin, 2001)	11
Şekil 3.4. Uydu görüntüsündeki bir kısmın bilgisayarda sayısal olarak ifadesi	15
Şekil 3.5. Konumsal çözünürlük	20
Şekil 3.6. Yeniden örnekleme	25
Şekil 3.7. Histogram eşleştirme (Liu ve Mason, 2009)	29
Şekil 3.8. ISODATA kümeleme	32
Şekil 3.9. En kısa uzaklık (spektral uzaklık) sınıflandırıcısı (Çölkesen, 2009)	34
Şekil 3.10. Paralelkenar sınıflandırıcısı (Çölkesen, 2009)	35
Şekil 4.1. Çalışma alanı	46
Şekil 4.2. Yöntem akış şeması	51
Şekil 4.3. Histogram eşitleme öncesi ve sonrası	53
Şekil 5.1. 1985 yılına ait kontrollü sınıflandırma sonucu	57
Şekil 5.2. 2000 yılına ait kontrollü sınıflandırma sonucu	58
Şekil 5.3. 2015 yılına ait kontrollü sınıflandırma sonucu	59
Şekil 5.4. 1985 yılına ait arazi kullanım dağılımının grafik gösterimi	60
Şekil 5.5. 2000 yılına ait arazi kullanım dağılımının grafik gösterimi	61
Şekil 5.6. 2015 yılına ait arazi kullanım dağılımının grafik gösterimi	62
Şekil 5.7. Yıllara bağlı değişim grafiği	63
Şekil 5.8. Yapılanmış alanlara ait değişim	64
Şekil 5.9. Su yüzey alanlarına ait değişim	65
Şekil 5.10. Denizli Yıllık Alansal Yağış Miktarı, www.mgm.gov.tr	66
Şekil 5.11. Türkiye Yıllık Toplam Buharlaşma Standart Referans Haritası (1981_2010), www.mgm.gov.tr	66
Şekil 5.12. Sulak ve Islak alanlara ait değişim	67
Şekil 5.13. Denizli kentsel gelişim alanı	72
Şekil 5.14. 1985 Yılı Denizli kentsel yeşil alan	73
Şekil 5.15. 2015 Yılı Denizli kentsel yeşil alan	74
Şekil 5.16. 1985-2015 yılları arası Denizli kentsel yeşil alan karşılaştırması	74
Şekil 5.17. 1985 yılı için 5 dakikalık servis alanı analizi	76
Şekil 5.18. 1985 yılı için 10 dakikalık servis alanı analizi	76

Şekil 5.19. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (1985).....	77
Şekil 5.20. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (1985).....	78
Şekil 5.21. 2015 yılı için 5 dakikalık servis alanı analizi	79
Şekil 5.22. 2015 yılı için 10 dakikalık servis alanı analizi	79
Şekil 5.23. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (2015).....	80
Şekil 5.24. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (2015).....	81
Şekil 5.25. Türkiye deprem bölgeleri haritası	82
Şekil 5.26. Denizli ve civarı deprem bölgeleri haritası (Deprem Araştırma Dairesi 1996)	83
Şekil.5.27. Denizli ve çevresine ait diri fay haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)	84



ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3.1. Landsat uydu sistemleri ve özellikleri.....	16
Çizelge 3.2. Landsat TM kullanım alanları ve bant özellikleri	17
Çizelge 3.3. Landsat TM bant özelliklerine göre endeksler	18
Çizelge 3.4. Hata matrisi tablosu (Maingi ve Marsh, 2000).....	38
Çizelge 4.1. Yıllara göre Denizli nüfusu ve artış hızı	47
Çizelge 4.2. Tez kapsamında kullanılan Denizli ve çevresine ait Landsat uydu görüntü listesi	49
Çizelge 4.3. CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi	54
Çizelge 5.1. 1985 yılına ait Landsat 5 TM görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları	60
Çizelge 5.2. 2000 yılına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları	61
Çizelge 5.3. 2015 yılına ait Landsat 8 OLI görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları	62
Çizelge 5.4. Yıllara bağlı değişim çizelgesi	63
Çizelge 5.5. 1985 ve 2000 yıllarındaki arazi kullanım durumu	67
Çizelge 5.6. 2000 ve 2015 yıllarındaki arazi kullanım durumu	68
Çizelge 5.7. Çalışma alanına giren bazı baraj ve gölet açılış tarihleri.....	68
Çizelge 5.8. 1985 yılı için elde edilen doğruluk analiz sonuçları.....	69
Çizelge 5.9. 2000 yılı için elde edilen doğruluk analiz sonuçları.....	70
Çizelge 5.10. 2015 yılı için elde edilen doğruluk analiz sonuçları.....	70
Çizelge 5.11. Denizli kentsel gelişim alanı artış miktarı	72
Çizelge 5.12. Denizli kentsel yeşil alan azalış miktarı	75

1. GİRİŞ

Denizli, Ege ve Akdeniz bölgeleri arasında bir geçit durumundadır. Denizli, sanayi, ihracat ve ticaret merkezidir. Denizli bir turizm kenti olmasının yanı sıra düzenlenen yerel, ulusal ve uluslararası etkinliklerle kültür ve sanat merkezi özelliğindedir. Dünyada tekstilin en önemli başkentleri arasındadır. Dünyaca bilinen doğa harikası Pamukkale de şehrin simgelerinden biridir.

Kentlerin büyüme süreçlerinin takibi, hava kirliliği, arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ve kent planlama gibi uygulamalar Uzaktan Algılama (UA) ile etkin bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Uygun kentsel gelişim için kentin büyümesini anlamak çok önemlidir.

Yeryüzüne ait tüm coğrafi bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılıp sorgulanması ve analiz edilmesini sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), toplumların karşılaştığı problemlere kalıcı çözümler üretme adına hayatın her safhasında kullanılan önemli bir bilgi teknolojisidir. CBS, harita destekli uygulamalardan mümkün olan en iyi şekilde yararlanmayı ve analiz etmeyi sağlamaktadır. UA ve CBS arazi değişimlerin tespiti ve analizi aşamasında önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda UA, arazi kullanımı değişimini takip amaçlı yaygın bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Arazi örtüsü ve kullanımındaki değişim, doğal ya da insan etkisi ile meydana gelmektedir. Dünya nüfusu, birçok tehlikenin etkisi altındadır, bu tehlikelerden ormanların yok olması, seller, yiyecek sıkıntısı, kontrolsüz yapılaşma başta gelmektedir. Bu sorunların birçoğu arazi örtüsü ve kullanımını değişimleri ile doğrudan ilgilidir (Reis, 2007; Oğuz ve Zengin, 2007).

Yer yüzeyinin en dinamik unsurlarından birisi olan arazi örtüsünün veya arazi kullanım türlerinin belirlenmesi, doğal kaynakların etkin olarak kullanımı ve kırsal planlama çalışmalarında gereksinim duyulan temel çalışmaların ilk sırasında, UA ve Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki gelişmeler yer alır (Sezgin, 2006). Doğal kaynakların etkin olarak kullanımı ve kırsal planlama çalışmalarında gereksinim duyulan temel çalışmaların başında arazi örtüsü/kullanımı türlerinin belirlenmesi gelmektedir. Söz konusu çalışmalarda CBS ve UA teknikleri yüksek doğruluk oranı, kısa çalışma süresi, uzun vadede düşük maliyet, vb. nedenlerle, son yıllarda en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir (Anonim, 2002).

Uydu görüntüleri yer referanslı olmaları nedeniyle değişimleri meydana getiren veya etkileyen diğer yersel verilerle birlikte analiz edilebilirler. CBS, UA çalışmalarını,

küresel konum sistemleri ile uyumlu olması, üretilen haritaların katmanlar halinde CBS ortamında sorgulanabilmesi ve oluşturulan veri tabanları ile birlikte planlama amaçlı kullanılabilmesi gibi nedenlerden dolayı arazi kullanım türlerinin belirlenmesi ve değişimin izlenmesinde vazgeçilmezdir. (Franklin ve ark., 2000; Seyran, 2009).

Arazi yüzey koşulları hakkında güncel, doğru ve detaylı bilgi sağlayan önemli bir veri kaynağı uzaktan algılamadır. Birçok uygulamada uydu görüntüleri kullanılabilir. Bu uygulamalara örnek vermek gerekirse; maden araştırmaları, okyanus akıntılarının izlenmesi, yeryüzü planlaması, ormanların güncel durumlarının incelenmesi ve tarımsal alanlardaki analizlerdir (Pardo-Iguzquiza ve ark., 2011; Owen ve ark., 1998). Bu teknoloji kuraklıktan etkilenmiş alanların belirlenmesi ve ölçümünde çok zamanlı uydu görüntüleri ve elektromanyetik spektrumun kızılötesi ve termal bölgelerini kullanarak da ayrıca kullanılabilir (Pozdnyakov ve ark., 2005).

Bu çalışmanın temel amacı, CBS ve UA kullanılarak Denizli ve çevresinin arazi kullanımının zamansal değişiminin değerlendirilmesidir. Günümüz teknolojisinde; uydu görüntüleri, arazi kullanımının zamansal değişiminin belirlenmesinde önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Bu çalışmada bu amaçları sağlayacak Denizli ve çevresine ait Landsat 1985, 2000 ve 2015 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanarak değişim incelenmiştir. Bu uydu görüntüleri üzerinde yapılacak kontrollü sınıflandırma yöntemi ile yıllara göre Denizli ve çevresinin arazi üzerindeki değişimi incelenmiştir.

Denizli kent merkezi ile ilgili olarak CBS yardımı ile kentsel yerleşim alan, yeşil alan ve yol ağı analizleri yapılmıştır. Analizlerde 1985 ve 2015 yılı arasında meydana gelen değişimler tespit edilmiştir.

Bu çalışma ile Denizli ve çevresine ait 30 yıllık süreçte meydana gelen olumlu ya da olumsuz değişimler ortaya koyularak kullanıcılara özellikle yerel yönetimlere gelecek planlaması ile ilgili olarak atılacak adımlara yardımcı olunabilecektir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu tez çalışmasında 1985, 2000 ve 2015 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak Denizli ve çevresine ait arazi örtüsü/kullanımı zamansal olarak değişimi incelenmiştir. Çalışmada 3 farklı yıla ait uydu görüntüsü kullanılmıştır. Zamansal uydu görüntüleri mümkün olduğunca aynı aydan (Mayıs-Haziran) seçilip 10 yıl aralık faktörü dikkat edilerek belirlenmiştir. Aşağıdaki konuyla ilgili hazırlanmış bazı çalışmalar, literatür taraması ile yıllara göre kronolojik sırayla özetlenmiştir.

“Using Landsat data to determine land use/land cover changes in Samsun, Turkey” konu başlıklı çalışmada Güler ve ark., (2007); Samsun ilinde 1980 ve 1999 yılları arasında meydana gelen arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimleri Landsat uydu görüntüleri (1980, 1987 ve 1999) kullanılarak belirlenmiştir. Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma teknikleri kullanılmıştır. Görüntüler 6 sınıfta sınıflandırılmış bunlar: yerleşim, tarım, sık orman, fındıklık, açık arazi ve su alanlarıdır. Çalışma periyodu süresince arazi örtüsünde önemli değişimler olduğu belirtilmiştir. Sonuçlar; 1980 ve 1990 yılları arasında, yerleşim, fındıklık, açık alan ve su alanlarında artış, tarım ve sık ormanlıklarda azalış olduğunu göstermiş, bu periyotta yerleşim alanı, toplam alanın %0.77’den %2.47’ye kadar arttığını, bunun birincil nedeninin ise değişimin tarım alanı ve ormanlık alanlarda daha az derecede olması olarak belirtilmiştir. Sık ormanlık alanlar toplam alanda %41.09 dan %29.64’e azalırken seyrek orman ve fındıklıklar %6.73’den %11,88’e arttığı belirtilmiştir.

“UA ve CBS Yöntemleriyle Kıyı Bölgelerde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Değişiminin İzlenmesi ve Analizi: Antalya-Kemer Örneği” konu başlıklı tez çalışmasında Onur (2007); Kemer ilçesinin 1975 yılından 2005 yılına kadar olan arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişimleri izlenmiş ve analiz edilmiştir. İlçede 1975 yılından 2004 yılına kadar en yaygın görülen arazi örtüsü tipinin ormanlar olduğu, 1975 yılından 1995 yılına kadar ormanlık alanların azalma göstermesine rağmen bu özelliğin değişmediği, 1995 yılından 2004 yılına kadar geçen zaman içinde ormanlık alanlarda bir miktar artış olduğu, 29 yıllık süreç içinde %10 azaldığı belirtilmiştir. İlçede yer alan ormanların genel anlamda azalmamasındaki en önemli etkenin bu alanların bir kısmının milli park olarak koruma altına alınması olarak vurgulanmıştır. Seyrek bitkili ve bitkisiz açık alanlarda ormanların azaldığı dönemde artış olduğu, 1975 yılından 2004 yılına kadar geçen zaman içinde %58 oranında genel bir artış olduğu, yine 29 yıl aralığında tespit edilen, sabit ürünlerdeki azalmanın ise %73 olduğu belirtilmiştir. Kemer’in

özellikle sahil kesiminde bulunan narenciye bahçelerinin birçoğu yok edilerek tatil köyü ve otellere dönüştürüldüğü, karışık tarım alanlarında ise %56 oranında bir azalma olduğu çalışmada sunulmuştur.

“Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization” konu başlıklı araştırmada Dewan ve Yamaguchi (2009); 1975 ve 2003 yılları arasında kalan uydu görüntüleri ve sosyo-ekonomik veriler kullanılarak Dakka (Bangladeş)’ da arazi kullanımı/örtüsü ve kentsel büyüme ele alınmıştır. Araştırma, kentsel alanın 1975 – 1992 yılları arasında 631 ha, 1992 den 2003’e 4422 ha arttığını, bu artışın ise su alanlarında, bitki, tarım alanlarında ve sulak/ovalarda önemli ölçüde azalmaya neden olduğunu ortaya koymuştur. Hızlı kentsel büyümenin gecekondulaşmanın büyümesi ve sel baskınlarına maruz kalma gibi negatif sonuçları beraberinde getirdiği vurgulanmıştır.

“İskenderun Akaçlama Havzasında (Hatay) Arazi Örtüsünün Zamansal Değişimi” başlıklı araştırmada Özşahin (2010), İskenderun Akaçlama Havzasındaki arazi örtüsünün zamansal değişimini 1985-2007 yılları arasında, UA ve CBS ile incelemiştir. İnceleme sonucunda son 20-30 yıllık süreçte havza alanındaki yerleşim alanlarının tarım alanlarını işgal ederek genişlemesi, tarım alanlarının da ormanlık alanlarını işgal etmesi sonucu elde edilmiştir.

Bahadır ve Özdemir (2010) yaptıkları çalışmalarında, UA tekniklerinde en çok tercih edilen sınıflandırma türü olan kontrollü sınıflandırma kullanılarak Acıgöl Havzası’nın 1975’den 2005 yılına kadar olan dönemde arazi kullanım durumunu analiz etmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda orman alanlarında 2005 yılına gelindiğinde yaklaşık 1000 ha’lık bir azalma olduğu, mera alanlarında hızlı bir artış olduğu, tarım arazilerinde genel anlamda bir azalma olduğu, su yüzeylerinde ve göl alanında genel eğilimin ve değişimin azalma şeklinde olduğu ortaya konulmuştur.

Yiğitbaşıoğlu ve Uğur (2010) yaptıkları çalışmalarında, Burdur Havzasındaki arazi kullanım özelliklerini ortaya koyarak bu özelliklerin Burdur Gölü üzerindeki etkilerini ve çözüm yollarını araştırmışlardır. Göl etrafındaki gerek sulama amaçlı gerekse içme suyu sağlanması için yapılan tesisler göle ulaşan suyun büyük ölçüde azalmasına neden olduğu ortaya koyulmuştur.

Ataol (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Burdur Gölü’nün 1987’den 2010 yılına kadar yaklaşık $\frac{1}{4}$ ünü kaybettiği, bu süreçte göl seviyesinde 9.5 metrelik alçalma meydana geldiği, su kaybının temel nedeninin ise gölü besleyen akarsuların yıllık akımlarında görülen aşırı azalmanın olduğu belirtilmiştir.

“Uzaktan Algılama Teknolojileri ile Beykoz İlçesi (1986-2011) Arazi Kullanımı Değişim Analizi” başlıklı araştırmada Kara ve Karatepe (2012); 1986-2011 yılları arasında, İstanbul, Beykoz ilçesindeki arazi örtüsü ve arazi kullanımındaki değişim, günümüzün önemli mekânsal teknolojilerinden olan UA ve CBS yardımı ile analiz edilerek incelenmiştir. Yerleşim alanlarının ciddi miktarda arttığı, kıyı bölgelerde ve özellikle Boğaz kenarında yoğunlaştığı, geniş yapraklı orman alanının 1986 yılında 2011 yılına göre 1596 ha daha fazla olduğu, İğne yapraklı orman alanının ise 1986 yılında 6180 ha iken 2011 yılında 6005 ha olduğu, 1986 yılından 2011 yılına gelindiğinde orman alanlarında toplam 1771 ha kayıp söz konusu olduğu, otlak alanların 1986 yılında 1527 ha iken 2011 yılında 2714 ha alana sahip olduğu, artan otlak alanlarının en muhtemel sebebinin orman tahripleri olduğu tespit edilmiştir. Geçen 25 yıllık zaman süresinde, çalışma alanında arazi örtüsü ve onun kullanımında değişim yeşil alanların tahrip olması buna karşılık yerleşme alanlarının genişlemesi şeklinde gerçekleştiği belirtilmiştir.

Ekinci ve Pektezel (2012) “Uzaktan Algılama Teknolojileri İle Bolu İlinde Arazi Kullanımındaki Değişimin Tespiti” başlıklı araştırmalarında Bolu ilinde meydana gelen arazi değişimini incelemişlerdir. Bolu İlindeki arazi örtüsü değişiminin karakterleri farklı yıllara (1990 - 2000 - 2010) ait Landsat uydu görüntülerinin UA Teknolojileri ile analiz edilerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Analiz sonucunda, orman ve yeşil alan yüzölçümlerinin daraldığı, şehir alanlarının ise genişlediği ortaya konulmuştur.

“Madra Dağı ve Çevresinin Arazi Örtüsü/Kullanımındaki Zamansal Değişimin Uzaktan Algılama Yöntemi ile Değerlendirilmesi” başlıklı araştırmada Uzun ve Somuncu (2013); Uydu görüntüleri kullanılarak Madra Dağı ve çevresindeki arazi örtüsü ve kullanımındaki değişim, 1987 – 2000 yıllarını kapsayan 13 yıllık bir süreç zarfında ortaya koyulmuştur. Elde edilen bulgular sonucunda araştırma alanının %35’lik bir kısmında değişimin olduğu sonucuna varılmıştır. Madra Dağı ve yakın çevresinde orman tahribatından dolayı ormanlık alanların azaldığı; buna karşılık yerleşme, tarım ve meyvelik–zeytinlik alanlarının arttığı hipotezi doğrulanmıştır.

“Coğrafi Bilgi Sistemi ve UA Entegrasyonu ile Konya Kapalı Havzası’nda Arazi Örtüsü/Kullanımı Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi” konu başlıklı araştırmada Topaloğlu ve Ekercin (2013); Arazi örtüsündeki ve kullanımındaki değişimi görebilmek amacıyla 1984 ve 2011 yıllarında elde edilmiş Landsat sayısal uydu görüntülerinden faydalanılmış, genel anlamda 5 sınıf oluşturulmuş ve bu sınıflar çerçevesinde 1984

yılından 2011 yılına kadar açığa çıkan değişimler analiz edilmiştir. Elde edilen değişim oranlarına göre, çalışma alanı sınırları içerisindeki sulak alanlarda, özellikle Tuz Gölü ve çevresinde ciddi oranlarda bir azalış görüldüğü, havza içerisindeki tuzlu toprak oranında ise artış görüldüğü, bu artışın sulak bölgelerdeki azalmayla doğru orantılı olduğu düşünüldüğü ifade edilmiştir.

“GIS based mapping of land cover changes utilizing multi-temporal remotely sensed image data in Lake Hawassa Watershed, Ethiopia” konu başlıklı araştırmada Wondrade ve ark., (2013); 1973, 1985, 1995 ve 2011 Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Etiyopya’da Hawassa Gölü Havzasındaki Arazi Örtüsü değişimleri incelenmiştir. Çalışma alanında son 40 yılda Arazi Örtüsü ile ilgili olarak hızlı değişimlerin olduğu, en önemli değişimin ekili ve yerleşim alanlarının genişlemesinde, orman örtüsü ve ağaçlık alanların azalmasında olduğu tespit edilmiştir. Kentleşme için en dinamik zamansal aralığın 1995-2011 yılları arasında olduğu, bu zaman zarfında endüstri alanları ve yerleşim alanları ve askeri kampları da içeren yeni kurumlar gibi meskun alanların %185.40 oranında büyüdüğü belirtilmiştir. Bitki örtüsünün diğer Arazi Örtüsü sınıflarına dönüşümü çevresel bozulmaya yol açarak Cheleleka Gölünün kaybolmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

Gülersoy (2013); “Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010)” başlıklı araştırmasında, sanayisi hızla büyüyen ve verimli tarım sahalarına sahip Manisa merkez ilçesinin arazi kullanımında meydana gelen değişimini incelemiştir. Ayrıca farklı UA teknikleri ve farklı yıllara ait uydu görüntüleri kullanılarak arazi kullanımında meydana gelen değişim, zamansal olarak analiz edilmiştir. İnceleme 1986-2010 yılları arasını kapsamış ve bu 24 yıllık süreçte, arazi kullanımı/örtüsündeki en büyük değişimin %109’luk artışla yerleşim alanlarında ve %31,5’luk azalmayla mera alanlarında olduğu sonucuna varılmıştır. 1986-2010 döneminde Manisa şehri alansal olarak %211 (3310 ha) oranında genişlediği belirlenmiştir.

Dengiz ve Demirağ Turan (2014); “UA ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez İlçesi Örneği (1984-2011)” konulu araştırma makalelerinde, 1984 yılı ile 2005 ve 2011 yılı arazi kullanım türleri kıyaslamışlardır. Kıyaslama sonucunda I. II. ve III. sınıf tarım arazilerinde şehirleşme ve amaç dışı kullanımın arttığını tespit etmişlerdir. 1984 yılında 24313.76 ha olan tarım arazisi, 2005 yılında 10120.96 hektara ve 2011

yılında da 6960.69 hektara gerilediği, tarım dışı arazisi ise 1984 yılında 1893.36 hektardan 2005 yılında 6301.662 hektara 2011 yılında ise 7917.737 hektara yükseldiği sonucu elde edilmiştir.

Gençer ve ark. (2015), “Eğirdir Gölü Koruma Zonları CORINE Arazi Kullanım Sınıflaması” başlıklı araştırmalarında, Eğirdir Gölü çevresi koruma zonları için CORINE arazi kullanım haritası hazırlamışlardır. SPOT-4 uydu verisi kullanılmış, kontrollü sınıflama yöntemine göre sınıflandırma yapılarak CORINE arazi kullanım haritası oluşturulmuştur. Üretilen harita, göl kıyısından itibaren 300-1000-2000-5000 m’lik zonlara bölünmüş ve her bir zon münferit olarak irdelenmiştir. Araştırma sonunda n yaygın bulunan arazi kullanım türünün sklerofil bitki örtüsü olduğu, en az bulunan arazi kullanım türünün ise maden çıkarım sahalarından olduğu belirlenmiştir. Yerleşim alanlarının göl için kritik bölgelerde yoğunlaştığı belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Uzaktan Algılama

Günümüzde bilgilerin bir araya getirilmesi, klasik yöntemlerle bilgi toplanması, bu bilgilerin değerlendirilmesi ve yorumlanmasının oldukça fazla zaman gerektirmesi, çok sayıda araştırmacıya gereksinim duyulması ve ekonomik giderlerinin yüksek olması nedeniyle alternatif arayışlar bilim ve teknolojinin gelişimine paralel olarak artmaktadır. Gelişen UA sistemleri ve yöntemleri ile uzay ve bilgisayar teknolojisine bağlı olarak elde edilen uydu verileri ve yine bilimsel gelişmeler doğrultusunda oluşan teknolojiler yardımıyla farklı disiplinlerin aradığı birçok bilgiye kısa zamanda ulaşma imkânı doğmuştur (Bahadır, 2007).

UA bir cisimle direkt temas etmeksizin onun fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 1994). Bir başka tanımlama ise Sesören (1999) tarafından şöyle yapılmıştır: objelerle fiziksel temasa geçilmeksizin, yeryüzünden belirli uzaklıkta, atmosferde veya uzayda hareket eden platformlara yerleştirilmiş ölçüm aletleriyle, yeryüzünün doğal ve yapay objeleri hakkında bilgi alma ve bunları değerlendirme tekniğidir. Jeoloji, ormancılık, hidroloji, tarım, şehircilik gibi bilim dalları uzaktan algılamanın uygulamalarının bulunduğu, bütünleştiği bilim dalıdır. UA'da dikkate alınması gereken uydular üzerinde taşınan algılayıcılar ile yapılan gözlem ve ölçümlerdir. İlgilenilen cisimden yayılan elektromanyetik enerji, Uzaktan algılama sistemlerinde ölçülen niceliktir. Elektromanyetik enerjiden uydular veya hava araçları üzerinde taşınan aletlerle yapılan gözlem ve ölçümlerde yararlanır (Kavzoğlu, 2008).

Yeryüzüne ait birçok bilgiyi, UA yoluyla elde edilmiş görüntüler içinde barındırmaktadır. Yeryüzünden yansıyan elektromanyetik enerjinin uyduların alıcıları tarafından algılanarak çeşitli bantlara kaydedilmesi yoluyla bu bilgiler toplanmaktadır. Her bir bantta, o bandın hassasiyet gösterdiği özelliklere ait yansıma değerleri bulunmaktadır. Tek bir banttan oluşan görüntüler olabildiği gibi, birden fazla bant bir araya gelerek bir görüntü oluşturabilir (Çelik ve ark., 2004; Anlar, 2013).

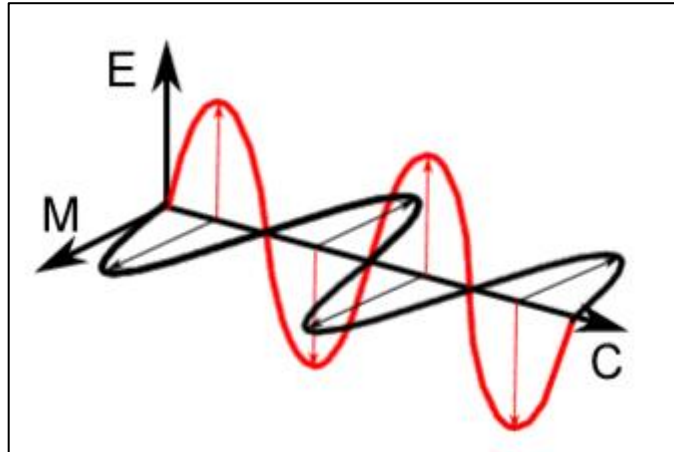
İnsanoğlunun kendi çevresini korumak için gerek duyduğu ve gittikçe artan bilinçlilik ile UA teknolojisi oldukça hızlı gelişmektedir. Su, hava ve toprak üzerindeki insan etkinliklerinin çarpışmasını belirlemeye ve yeryüzünün doğal ve kültürel kaynaklarının sık sık ve doğru gözlenmesine UA, pratik anlam kazandırır. Ayrıca

kaynak geliştirme ve toprak kullanım gibi konularda izlenen siyaset ve alınan kararların ses vermesi için gerekli bilgileri elde edilen verilerden sağlanır (Anonim, 2016).

Ayrıca UA teknikleri çeşitli özel uygulamalarda da kullanılır. Çıplak gözle fark edilir duruma gelmeden hastalıklı bitki ve ağaçları araştırma, duman görünmeden çok önce orman yangınlarının yerini bulma, küçük ve orta ölçekli topoğrafik harita üretimi ve bunların güncelleştirilmesi, su kirliliğinin ve buz dağlarının hareketlerini belirleme, insanların yararlandığı veya yararlanmayı hedeflediği uygulama alanlarıdır (Anonim, 2016).

3.1.1. Işık kaynağı ve elektromanyetik enerji

Güneş UA'da kullanılan en önemli enerji kaynağı güneştir. Elektromanyetik enerji elektromanyetik dalgalar olarak yeryüzüne ulaşır. Işık, güneşten gelen elektromanyetik dalgalar halinde yeryüzüne ulaşır ve bir enerjidir. Bu enerji elektromanyetik radyasyon şeklindedir. Enerjinin ışımaya yolu ile taşınması UAda, elektromanyetik radyasyon olarak ifade edilir. Şekil 2.1.'de genel yapısı gösterilen elektromanyetik radyasyon (EMR) bir elektriksel alan (E) ve elektriksel alana dik yönde bir manyetik alandan (M) oluşur. Bu alanlarda ışık hızında hareket eden sinüzoidal yapıdaki dalgaların her ikisi de yayılma yönüne dik açı yapmaktadırlar (Şekil 3.1) (Çölkesen, 2009).

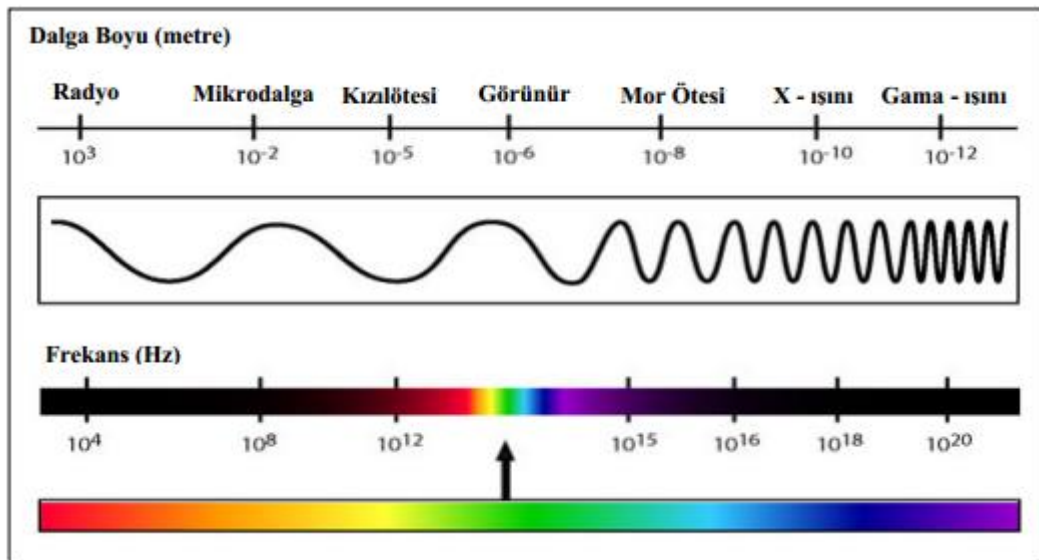


Şekil 3.1. Elektromanyetik dalgalar

Elektromanyetik spektrumun farklı aralıklarında, farklı yeryüzü özellikleri kaydedilir. Elektromanyetik spektrumun algılama aralıkları, algılayıcıların tasarımında

ve yapılacak bir çalışmada kullanılacak uydu görüntüsünün seçiminde büyük önem taşır (Musaoğlu, 1999; Ekercin, 2007).

Elektromanyetik spektrum (EMS), 3×10^8 m/sn hızla hareket eden, dalga uzunluğu nanometreden kilometreye kadar uzanan sürekli enerji ortamıdır. Bütün cisimler az veya çok elektromanyetik enerji yayarlar. EMS, kolaylık sağlanması açısından yapılan çalışmalarda belirli bölgelere ayrılmıştır. Ancak bu bölgeler arasında bazı kısımları çakışabilmektedir ve kesin bir sınır yoktur (Sesören, 1999). Şekil 3.2’de elektromanyetik manyetik spektrum ve belirlenen bölgeleri gösterilmektedir. Bu bölgelerden yaklaşık olarak 0.4 μm ile 0.7 μm arası görünür bölge olarak adlandırılmakta ve insan gözünün görebildiği dalga boyu aralığını ifade etmektedir. Görünür bölge dalga boyu aralığı içerisinde 0.4 μm ile 0.5 μm mavi, 0.5 μm ile 0.6 μm yeşil ve 0.6 μm ile 0.7 μm kırmızı renge karşılık gelen dalga boylarıdır. Kızıl ötesi ışınlar özellikle de yakın kızıl ötesi; bitkilerde var olan klorofile duyarlıdır. Mikro dalga ışınlar ise yükseklik ve neme ilişkin çalışmalarda daha çok kullanılır. 0.4 μm 1.5 μm arası bitki, toprak ve kimyasal araştırmalar için kullanılmaktadır. Termal bantlar yeryüzü ısını gösterirler. Bu bantlar özellikle jeolojik çalışmalar için önemlidir. Mineral, petrol ve kimya türü belirlenmesini bu bantlar yardımıyla yapabilmektedir. Özellikle gece ve gündüz algılanmış görüntüler bu araştırmalara yardımcı olur. Seçtiğimiz üç bantla, uzaktan algılanmış görüntülerin bilgisayarda görüntülenmesinde, sadece üç ana renge atama yapabileceğimizden False-Color görüntüleme yapılabilir (Kavzoğlu, 2008).

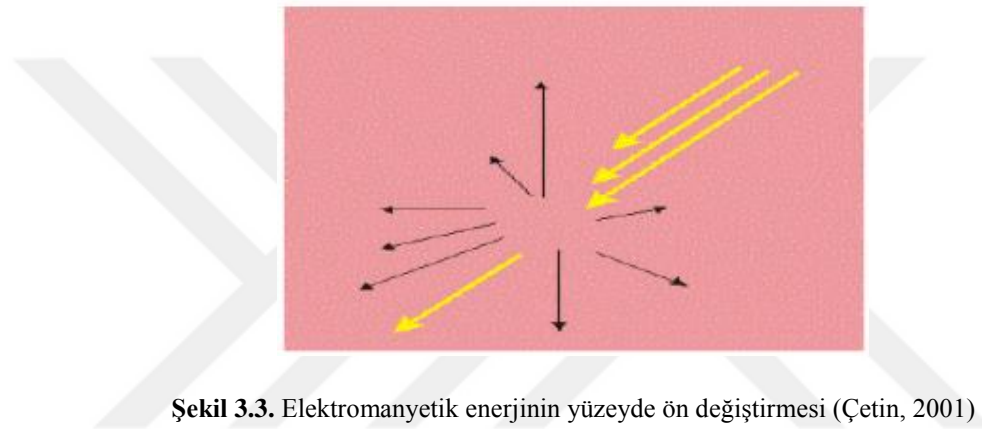


Şekil 3.2. Elektromanyetik spektrum ve uzaktan algılamada kullanılan bölgeleri

3.1.2. Atmosferik etkiler

Bir algılama sistemi tarafından algılanan ışınının yoğunluk ve spektral bileşimine, atmosfer etki eder. Atmosferik yutulma ve saçılma sonucu bu etkiler ortaya çıkmaktadır (Örmeci, 1987).

Işınının atmosferik taneciklerden yansması veya kırılması ile saçılma oluşur. Bu tanecikler, atmosferi oluşturan gaz molekülleri, toz tanecikleri ve geniş su damlacıklarıdır. Yüzeğe ulaşan elektromanyetik enerjinin yüzeğe yön değiştirmesi Şekil 3.3 'te gösterilmiştir (Çetin, 2001).



Şekil 3.3. Elektromanyetik enerjinin yüzeğe ön değiştirmesi (Çetin, 2001)

Saçılım, teorik olarak saçılan ışınının dalga boyu ile saçılma neden olan taneciklerin büyüklüğü arasındaki bağıntıya bağlı olarak üç farklı kategoriye ayrılabilir. Bunlar Rayleigh, Mie ve Seçici olmayan saçılımlardır.

Işının dalga boyunun, saçan taneciklerden çok daha büyük olması halinde Rayleigh Saçılımı oluşur. Bu saçılım sayesinde, gökyüzü mavi görünür. Güneşin batışındaki kıvrılığın nedeni de bu saçılımdır. Işınlar, güneş ufka yaklaştığında atmosferde daha uzun bir yol kat ettiğinden daha kısa dalga boylu olan ışınlar saçılır ve sadece kırmızı ve turuncu gibi daha uzun dalga boylu ışınım gözümüze gelir. Hava fotoğrafı çekimi sırasında bu saçılımın etkisini gidermek için özel filtreler konmaktadır. Mie saçılımı, ışığın dalga boyunun atmosferdeki taneciklerle yaklaşık eşit büyüklüklerde olmasından kaynaklanır. Bu saçılım genellikle puslu atmosferik koşullardaki spektrum boyunca oluşur ve görüntülerde genel bir kalite düşüklüğü şeklinde kendini gösterir. Taneciklerin ışının dalga boyundan çok daha geniş olması halinde ise seçici olmayan saçılım oluşur. Bu saçılım genellikle elde edilen verilerin

önemli ölçüde zayıflamasına yol açar ve atmosferin çok toz yüklü olması durumunda ortaya çıkar (Örmeci, 1987).

3.1.3. Atmosferik pencereler ve nesnelerin imzası

Atmosfer, güneşten yeryüzüne gelen elektromanyetik enerjinin bazı bölümlerini büyük oranda soğururken, bazı bölümlerinin geçişine izin vermektedir. Atmosferik pencereler; elektromanyetik spektrumun fazla soğrulmadan atmosferden geçen bölümleri olarak adlandırılmaktadır (Tatar ve Tatar, 2006). Diğer bir ifadeyle atmosferik pencereler, elektromanyetik spektrumun radyasyonun geçmesine izin verdiği kısımlardır (Sesören, 1999). Atmosferin içerisinde bulunan bileşikler, atmosferik pencerelerin bulunduğu dalga boyu bölgelerinde güneşten gelen elektromanyetik enerjiyi; soğurma, yansıtma ve saçılma nedeniyle elektromanyetik spektrumda fazlaca etkilemezler. Bu nedenle, atmosfere gelen enerji pencerelerin bulunduğu yerlerden geçerek yeryüzüne ulaşabilirken, pencerelerin bulunmadığı dalga boyu aralıklarında atmosferden hemen hemen hiç geçememekte, dolayısıyla yer yüzeyine ulaşamamaktadır. Başlıca atmosferik pencereler, mor ötesi, görünür bölge, termal bölge, mikrodalgalar ve radar bölgelerinde bulunmaktadır. Söz konusu atmosferik pencereler, UA çalışmalarında uygulama konusuna göre bant seçiminde son derece önemlidir. Elektromanyetik enerjinin 400 μm 'den küçük ve 1 μm 'nin üzerindeki dalga boyları atmosferin bileşenleri tarafından soğurulur. Kızılötesi dalga boyu aralığının yalnızca bazı bölgelerinde atmosferik pencereler mevcut iken, görünür bölge dalga boyu aralığının tamamı bir atmosferik pencereyi oluşturur. Bu nedenle UA uygulamalarında görünür, kızılötesi ve termal dalga boyları kullanılmaktadır (Sesören, 1999).

Cismin ısısına bağlı olarak ışıyan enerji miktarı ve UA dalga uzunluğu önemlidir. Elektromanyetik enerji şiddet, doğrultu, dalga uzunluğu, polarizasyon ve faz farkı gibi bakımlardan katı, sıvı veya gaz halindeki cisimlerle temasta birçok değişikliğe uğramaktadır. UA'da bu değişiklikler belirlenip, kayıt edilir. Bu işlem sonucu ortaya çıkan görüntü ve veriler kayıt edilen elektromanyetik ışınımında değişikliğe neden olan cismin özelliklerinin belirlenmesi için yorumlanmaktadır (Örmeci, 1987).

Objelerin spektral özelliklerinin, uzaktan algılanan verilerinin bilgisayar ortamında analiz edilebilmesi için bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle uzaktan algılanan verilerin uygun bir şekilde analizi ve yorumlanması açısından, çeşitli bitki örtülerinin, toprağın, suyun ve ilgilenilen diğer yer yüzeyi özelliklerinin spektral

özelliklerinin bilinmesi, son derece önemlidir (Maktav ve Sunar, 1991). Özellikle yeşil bitkilerin yapısında yoğun bir şekilde bulunan klorofil maddesi, görünür dalga boylarında (0.4–0.7 μm) önemlidir. Yakın kızılötesi bölgesinde yeşil yaprağın çok az enerji soğurmasının nedeni bu bölgede yansıtımın önemli derecede artmasıdır. Orta kızıl ötesi bölgede ise su belirli dalga boylarındaki enerjiyi çok fazla soğurur ve yeşil yapraklar çok fazla nem içerdiğinden bu su-soğurma bantları bu bölgede baskındır. Bitkilerdeki klorofilin soğurması mavi ve kırmızı bantlarda gerçekleşir. 0.5–0.6 μm arası klorofil yansıtması mavi ve kırmızıya göre daha yüksektir. Ancak en yüksek yansıma değeri yakın kızılötesi bölgesinde oluşur. Yeşil bir yaprağa gelen enerjinin büyük bir kısmı görünür dalga boylarında soğurulur ve çok azı yapraktan geçer. Sağlıklı yaprakları yeşil olarak görmemize neden olan yeşil dalga boylarındaki bu düşük soğurmadır. Bitkilerin yapısında karoten, ksantofil ve antosyanin pigmentleri bulunmaktadır. Klorofil miktarı yeşil bir bitki yaşlandıkça azalır ve bitki yapısındaki karoten ve ksantofil pigmentleri baskın hale gelir. Bu durum ağaç yapraklarının son baharda sarı renk almasının temel nedenidir. Bazı ağaç türlerinin sonbaharda açık kırmızı görünmesinin nedeni ise aynı şekilde klorofil miktarının azalması ile birlikte ağaç yapısındaki antosyanin pigmentlerinin baskın hale gelmesidir (Maktav ve Sunar, 1991).

Toprak maddelerinin çoğunun spektral özellikleri genellikle bitki örtülerinde olduğu kadar karmaşık değildir. Toprağın spektral yansıması sistemsel olarak optik geometrik saçılmaya (parçacık büyüklüğü ve pürüzlülük), kimyasal yapısına (mineral ve organik maddeler) ve yüzeyin nemlilik durumuna bağlıdır. Büyük tanecikler arasındaki boşluklarda hava ve su birikir bu da yansıma değerini düşürür. Küçük tanecikliler daha çok yansıma verir. Nemli olunca daha az yansıma verir. Yansıma değeri organik madde içeriği arttıkça düşer ve toprak daha koyu gözükür. Yansımayı demir oksit miktarı da düşürür. Termal bant topraktaki nemin belirlenmesinde çok önemlidir. Çünkü nemli olan yerde buharlaşma olur ve çevreye göre daha soğuktur. Yansıtıcı bölgede çok koyu, termal bölgede çok açık olan bir toprak organik içerik açısından zayıftır (Maktav ve Sunar, 1991).

Dalga boyuna göre suyun spektral duyarlılığı değişmektedir. Su ile enerji arasındaki etkileşimler, suyun mevcut yapısının bir sonucudur ve suyun çeşitli durumlarından etkilenir. Yansıtıcı kızılötesi dalga boyları (yakın kızılötesi ve orta kızılötesi) kullanılarak suyun diğer örtü tiplerinden ayrımı en iyi şekilde yapılır., Yakın kızılötesi dalga boyları ile su kitlelerinin UA ile konumlandırılması ve sınıflandırılması,

en kolay şekilde yapılabilir. Diğer taraftan ise, görünür dalga boylarında elde edilen verilerin kullanılması ile suyun durumunun bazı yönleri en iyi şekilde saptanabilir. Su çok sıgı bile olsa, doğal bir ortamda su kitleleri, yakın kızılötesi ve orta kızıl ötesi dalga boylarının her ikisinde de, gelen enerjinin hemen hemen tümünü soğurur. Suyun, enerjisi, yakın ve kızıl ötesi dalga boylarında bu kadar etkin bir biçimde soğurması nedeniyle, bu dalga boylarında yansıtılacak çok az enerji vardır. Bu durum, UA amaçları açısından oldukça avantajlı bir durumdur. Şöyle ki su özelliklerinin, spektrumun yansıtıcı kızılötesi bölgesi boyunca, hem bitki örtüsünden, hem topraktan daha önemli ve daha farklı bir düşük yansıtıma sahip olmasına neden olduğundandır. Su kitlelerinin kolaylıkla tanımlanmasını ve haritalanmasını kızılötesi yansıtımdaki bu tür belirgin farklar sağlamaktadır (Maktav ve Sunar, 1991).

Yer yüzeyi üzerindeki objelerin spektral özelliklerinin her yerde aynı olmadığı yeryüzü üzerindeki çeşitlilikten görülmektedir. Hatta herhangi bir objeye ait spektral özelliklerin dahi zamana ve coğrafi konuma göre değişkenlik gösterdiği söylenebilir. Örneğin buğday, tamamen farklı bir spektral özelliğe sahiptir; güneyde olgunlaşmış ve biçilmekte iken, aynı tarihte kuzeyde halen yeşildir. Değişim zamana bağlı olarak göz önüne alındığında; örneğin Temmuz ayında yeşil olan bir orman örtüsü, Eylül sonlarında cinsine bağlı olarak kırmızı, sarı veya kahverengi olabilir. Sonbaharda yapraklar ağaçlardan döküldükten ve çimenler sarardıktan sonra; çok sayıda yaprak döken ağaçlar ve geniş yeşil alanlara sahip bölgeler, birkaç ay öncesine nazaran çok farklı spektral özelliğe sahip olacaklardır. Bu nedenle, yeryüzü üzerindeki biyolojik çeşitliliğe ait mevsimsel değişimlerin veya zamana göre değişebilirliğin dikkate alınması, UA verileri için en uygun zamanın belirlenmesinde önem arz etmektedir (Kavzoğlu, 2008).

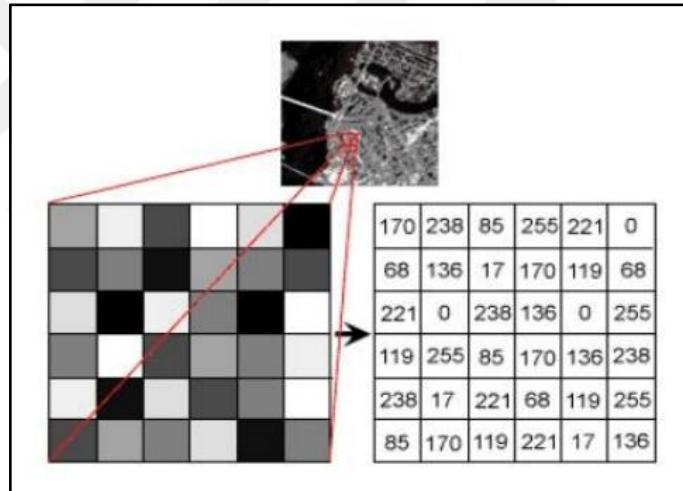
3.2. Uydu Görüntüleri ve Landsat Uydu Sistemleri

3.2.1. Uydu görüntüleri

Farklı teknik özellik ve çözünürlükte, farklı kullanım amaçlarına yönelik dünya çevresinde uydu sistemleri mevcuttur. Bu uydu sistemleri haritacılık ve UA alanında yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu uydu sistemlerinin konumsal çözünürlükleri çoğunlukla 1 km ile 1 metre, radyometrik çözünürlükleri 3 bit ile 12 bit ve zamansal

çözünürlükleri 1 gün ile 40 gün arasında değişmektedir (Erdoğan ve Akdeniz, 1999; Özdemir, 2011).

Uydudan elde edilen görüntü bir kamera ya da filmde elde edilmiş fotoğraf değildir. Uydular, çalışma şekli olarak günümüzde kullanılan sayısal kameralarla aynı prensiplerde çalışırlar. Algılayıcıları sayesinde görüntüleri sayısal olarak elde ederler. Uydu, yeryüzünden ve onun üstündeki cisimlerden gelen elektromanyetik enerjinin miktarını ölçen binlerce küçük alıcılardan oluşmuştur. Bunlar spektral ölçümler olarak adlandırılır. Her spektral yansıma değeri sayısal bir değer olarak kaydedilir. Bu sayılar, dünyaya geri gönderilerek bilgisayarlar tarafından sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri renk değerine denk gelen sayı ile ifade edilir. Sayısal görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir. Her piksel, alandan gelen ortalama ışınımı veren bir sayısal değer olarak gösterilir. Bu sayısal değerler genellikle 0-255 arasındadır (Şekil 3.4) (Baysal, 2006; Özdemir, 2011).



Şekil 3.4. Uydu görüntüsündeki bir kısmın bilgisayarda sayısal olarak ifadesi

3.2.2. Landsat uydu sistemleri

23 Temmuz 1972 yılında, ilk yer kaynakları teknoloji uydusu olan ERTS-1'in NASA tarafından, üzerinde çok bantlı tarayıcı ile uzaya gönderilmesiyle birlikte uydulardan çok bantlı görüntü alma çağı başlamış oldu (Buiten ve Clevers, 2000; Kılıç, 2006).

1 Ocak 1975 tarihinde Landsat 1 olarak ismi değiştirilmiştir. 1975'de Landsat 2, 1978' de Landsat 3, 1982'de Landsat 4, 1984' de Landsat 5 ve 1999' de Landsat 7

uyduları fırlatılmıştır. İlk UA sistemi olan Landsat 8 uydusu ise en güncel uydu olarak 2013’ de fırlatılmıştır. Landsat uydu sistemi, ilk UA sistemi olarak düzenli bir yörünge sisteminde, yeryüzüne ait çok bantlı görüntü alımına olanak vermektedir. Landsat uydularında günümüze kadar, dört tip görüntüleme aleti kullanılmıştır. Bunlar; dönel ışımlı vidikon kamera (RBV), çok bantlı tarayıcı (MSS), tematik görüntüleyici (TM) ve geliştirilmiş tematik görüntüleyicidir (ETM+) (Richards ve Jia, 1999).

İlk defa 1982’de Landsat 4 uydusunda kullanılan TM tarayıcısı, MSS aygıtı üzerinden, geliştirilmiş spektral ve alansal çözünürlük sağlamak üzere tasarlanmıştır. Hassas algılayıcıların kullanılması, daha iyi mercekler ve daha alçak bir yörünge sayesinde 7 farklı spektral banttan gelen ışınımın 30 m alansal çözünürlüklü, 256 yoğunluk seviyeli olarak toplanabilmiştir. MSS aygıtı üzerindeki dalga boyu algılayıcıları tarımsal amaçlara uygun seçilmişlerdi, TM için bu geniş aralıklar, ayırım yapılabilecek daha küçük aralıklara ayrıldı ve jeolojik bilgi sağlayan ek algılayıcılar eklendi (URL-1).

15 Nisan 1999 yılında fırlatılan Landsat 7 uydusu üzerinde bulunan ETM+ algılayıcısı, Landsat 4 ve Landsat 5 uydularında bulunan TM’ in bir benzeridir. TM’ den farklı olarak ETM+ sahip olduğu özellikler onu küresel değişim çalışmalarında, toprak örtüsü gözetim ve değerlendirmelerinde ve geniş alan haritalamalarında, çok yönlü ve verimli bir aygıt haline getiriyor (URL-1).

Landsat uydu sistemlerinin özellikleri aşağıdaki Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 ile gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Landsat uydu sistemleri ve özellikleri

Başlangıç ve Sonlanma Tarihi		1987 (5) 1999 (7)
Yersel Çözünürlük (m)		PAN: 15 MS 30
Radyometrik Çözünürlük (bit)		8
Şerit Genişliği (km)		183 (5) 185 (7)
Bantlar (µm)	VNIR	0.45-0.52,0.52-0.60,0.63-0.69,0.76-0.90
	SWIR	1.55-1.75,2.08-2.35
	TIR	10.42-12.5
Görüntüleme Sıklığı (gün)		16
<i>PAN= siyah-beyaz, MS= renkli, µm= mikron</i>		

Landsat 5-7 Ürün Çeşitleri

Ürün Çeşidi	Açıklamalar
Level 0	Tüm bantları ham veri
Level -1R	Radyometrik düzeltilmiş
Sistematik düzeltilmiş /Level-1G	Radyometrik ve Geometrik düzeltilmiş
GTCE	Zenginleştirilmiş yersel düzeltme

Çizelge 3.2. Landsat TM kullanım alanları ve bant özellikleri

Bant	Kullanımı
1	Bitki ve toprak arasındaki farklılıkları, ormanlık alanları ve kıyı çizgisinin haritalanması
2	Canlı bitkilerin yeşil bölümleri
3	Farklı bitki türlerinin tespiti, litoloji ve toprak arasındaki sınırın saptanmasında
4	Bitkilerin miktarını saptamada, litolojilerin tanımlanmasında, toprak/litoloji ve kara/su arasındaki kontrastlığı gösterir
5	Kurak alanlar, su miktarı, kar ve buz arasındaki farkın bulunmasında
6	Sıcaklık miktarı, bitkiler, termal kirliliğin ve jeotermal alanların belirlenmesinde
7	Litoloji ve toprak arasındaki sınırın belirlenmesinde, toprak ve bitkilerdeki su miktarının saptanmasında

Bant	Spektral Aralık (μm)			Çözünürlük (m)
1	0.450 - 0.515	Mavi	Görünür	30
2	0.525 - 0.605	Yeşil		30
3	0.630 - 0.690	Kırmızı		30
4	0.750 - 0.900	Yakın Kızılötesi	Yakın KÖ	30
5	1.55 - 1.75	Kısa dalga Kızılötesi	KÖ	30
6	10.4 - 12.5	Termal Kızılötesi	TKÖ	60
7	1.09 - 2.35	Kısa dalga Kızılötesi	KÖ	30
Pan	0.520 - 0.900		Görünür	15

Çizelge 3.3. Landsat TM bant özelliklerine göre endeksler

Endeksler	İşlemler
Bitki indeksi	B4-B3
Normalize Fark Bitki İndeksi (NDVI)	(B4-B3) / (B4+B3)
Demir Oksit	B3/B1
Kil Mineralleri	B5/B7
Demirli Mineraller	B5/B4
Mineral Kompozisyonu	B5/B7 , B5/B4 , B3/B1
Hidrotermal Kompozisyon	B5/B7 , B3/B1 , B4/B3

Landsat 8, 15 metreden 100 metreye kadar orta çözünürlükte veriler sağlamaktadır. Landsat 8, operasyonel olarak çalışmakta olup, termal infrared, görünür yakın-infrared ve kısa dalga infrared spektrumlarında operasyonel olarak çalışmaktadır. Landsat 8, günde 400 görüntü çekimi yapabilmektedir. Landsat 7' nin günlük 250 görüntü sayısına göre büyük artış göstermiştir. Thermal Infrared Sensor (TIRS) sensörleri gelişmiş sinyal gürültü radyometrik performansı sayesinde 12 bitlik görüntüler sağlamaktadır.

Piksel çözünürlüğü: 15 m / 30 m/ 100 m (pankromatik/multispektral/termal)

Doğruluk: OLI: 12 m CE90 hatası, TIRS: 41 m CE90 hatası

Landsat 8 iki farklı cihaz taşımaktadır:

- NASA, Ball Aerospace tarafından yapılan kontrat doğrultusunda Operational Land Imager (OLI) sensörünü daha önceki Landsat sensörlerinden üretmiştir. OLI sensörü, teknik olarak NASA'nın deneysel uydusu EO-1'de bulunan ALI (Advanced Land Imager) sensörünün geliştirilmiş halidir. OLI, sensör olarak whiskbroom sensör yerine pushbroom sensör kullanmaktadır. Bu sensör dizaynı daha az hareketli parça yanında hassasiyetin artmasını ve daha içerikli yeryüzü bilgilerine erişim sağlamıştır. OLI, spektral band olarak dokuz adet veri toplamaktadır. Bu dokuz bandın yedisi daha önceki Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM sensörlerinde bulunan aralıklarına sahiptir ki böylece eski Landsat verileri ile uyumlu olması sağlanmıştır. Yeni iki spektral band (derin mavi/aerosol ve kısa

dalga infrared sirrus), bilim adamlarına, yüksek ve ince bulutları tespit etmelerine ve su kalitesinin ölçülmesine imkân verecektir.

- TIRS sensörü, NASA Goddard Flight Center tarafından üretilmiş olup termal görüntüleme yapan bir sensör olup su düzenlemeleri için evapotranspirasyon oran ölçümleri gibi acil uygulamaları desteklemektedir. TIRS verisi, radyometrik, geometrik ve arazi düzeltmeli 12 bit Landsat 8 verisi üretilmesi için OLI verisine uygun kayıt edilmiştir. OLI gibi bu sensörde 185 kilometrelik cross-track görüş alanına sahip bir pushbroom sensör olarak dizayn edilmiştir. TIRS tarafından veri iki uzun dalga boyu şeklinde toplanacaktır. Yalnız eski Landsat uydularıyla veri devamı için sadece 10. Band ile uygunluk sağlanabilecektir. Sensörünü dizaynının hızlandırmak açısından dizayn ömrü üzerine pek durulmamıştır. Bunun için 3 yıllık bir süre için dizayn ömrü biçilmiştir (URL 2).

Landsat uydu görüntüleri, gerek orman alanları ve gerekse tarım alanları başta olmak üzere arazi kullanımı ve örtüsü belirleme çalışmalarından yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Landsat uydu görüntülerinin geniş bir arşive sahip olması, konumsal ve özellikle spektral çözünürlüklerinin yüksek olması tercih edilmelerinin en önemli sebepleridir. Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda Landsat TM uydu görüntülerinin heterojen Akdeniz doğal ortamını sınıflandırmada yüksek doğrulukta sonuçlar verdiği ve bu uydu görüntüleri kullanılarak çok farklı sınıflandırmalar yapılabildiği tespit edilmiştir (Karnieli and Rozenstein 2011).

3.3. Uzaktan Algılamada Çözünürlük

Genel anlamda çözünürlük, ekranda görülen piksel sayısını ifade ederken uzaktan algılamada bir pikselin gerçek dünyadaki karşılığını ifade etmektedir. Resim elemanı ya da pikseller, bir resimin, görüntü matrisini oluşturmak üzere ızgara biçiminde küçük alanlara bölündüğü zaman oluşur. Piksel sayısı görüntünün en küçük parçası olup, geometrik ayırım, diğer bir ifadeyle çözünürlük kavramı ile yakından ilişkilidir. Her bir piksel boyutunda bir resim elemanına karşılık gelir. Geometrik çözünürlük piksellerin bu boyutuna denir (Ayhan, 2003).

Uzaktan algılanan görüntülerden çıkarılacak bilginin kalitesini belirten çözünürlük; Mekânsal (spatial), Tayfsal (spectral), Radyometrik (Radiometric) ve Zamansal (Temporal) olarak adlandırılan birbirinden farklı özelliklere sahip 4 tipe ayrılmıştır (Ekercin, 2010).

3.3.1. Mekânsal (Spatial) çözünürlük

Sensörün en küçük hedefi ayırt etme kabiliyetinin ölçüsünü veya herbir pixelin temsil ettiği yeryüzündeki bir sahayı ifade eden bir terimdir. Düşük mekânsal çözünürlük değeri hassasiyetin daha iyi olduğunu belirtmektedir. Sensörler kendine özgü ve birbirinden farklı mekânsal çözünürlük değerine sahiptir (Ekercin, 2010).

Şekil 3.5’de aynı bölgeye ait farklı konumsal çözünürlüğe sahip uydu görüntülerine ait örnekler verilmiştir. Şekilde konumsal çözünürlüğün artmasıyla görüntüdeki objelerin birbirinden ayırt edilebilirliğinin arttığı ve yorumlanma açısından daha kolay bir hale geldiği açıkça görülmektedir. Aynı şekilde çözünürlük azaldıkça objelerin ayırt edilebilmesi ve görüntünün analizi zorlaşmaktadır.



(a)

(b)

(c)

Şekil 3.5. Konumsal çözünürlük
(a) 1 metre, (b) 10 metre, (c) 30 metre çözünürlüklü görüntüler

3.3.2. Tayfsal (Spektral) çözünürlük

Algılayıcının kaydedebileceği elektromanyetik spektrumun dalga aralıklarını ve sayısını spektral çözünürlük ifade etmektedir. Bu çözünürlük genel tanımıyla kullanılan bantların sayısını ve genişliğini ifade eder. Yeryüzündeki cisimlerin ve arazi türlerinin UA yolu ile belirlenebilmeleri için gerekli olan en önemli özelliklerden bir tanesi de spektral çözünürlüktür. Her cismin yansımaya, yayılma, geçirgenlik ve soğurma özelliği olarak Spektral özellik ifade edilebilir. Bu spektral özelliklerdeki değişiklikleri fark eden ve istenen ayrımları yapabilen algılayıcıların tasarımıdır. Yeryüzündeki cisimlerin spektral özellikleri ile kendilerine has özellikleri arasında kuvvetli bir ilişki vardır. Her spektral bant elektromanyetik spektrumun belirli bir bölümüne duyarlıdır. Kullanılan

bant genişliği ile UA aletlerinin spektral ayırma gücü belirlenir. Özel bir kanal ya da bant için iyi bir spektral çözünürlük daha dar dalga boyu aralığı anlamındadır. Spektral ayırma gücünün artışı, spektrumun ne kadar çok ve küçük parçaya ayrılmasıyla ilişkilidir. Hedefe göre Spektrumun pozisyonu, genişliği ve sayısı düzenlenir. Multi-Spektral Görüntüler Spektrumun değişik bölgelerini kullanan çok bantlı görüntülerdir. Çok bantlı veri setleri, her bir pikselin birleştirildiği değişken sayıdaki tabakalar ile her bir tabaka için dijital değerler içermektedir. Her bir tabaka bir bandı kapsamaktadır. Spektral çözünürlük, kullanılan her bir bandın genişliğine ve uydunun kaç bantta görüntü verdiği göre tanımlanır. Örneğin, Landsat MSS dört bant içinde verileri edinirken, Landsat TM yedi bantlı bir sistem içinde aynı işlemi gerçekleştirir (Gibson, 2000).

3.3.3. Radyometrik (Radiometric) çözünürlük

Radyometrik çözünürlük, sensörün parlaklık farklılıklarına olan hassasiyetini belirtmektedir. Görüntü sistemlerinin radyometrik çözümlemesi, enerji kapsamındaki çok ince farklılıkları ayırt etme kabiliyeti olarak da tanımlanmaktadır. Yansıyan veya yayılan enerjideki farklılıkları ortaya çıkaran sensörlerin radyometrik çözümlemesi hassastır. Radyometrik çözümleme ile ilişkili olarak görüntü verisinin değerleri, sayısal numaralarla (DN) ifade edilmektedir. Bu numaralar ikili (binary) sayı sisteminde ve 2'nin üsleri "bit" ($1 \text{ bit} = 2^1 = 2$) tarzında düzenlenmiştir. Örneğin bir çok sensör dolayısıyla görüntüler, 8 bit'lik ($2^8 = 256$) veriye sahiptir. Bu veri her pixel için 0-255 değerlerini içerir. 7 bit'lik ($2^7 = 128$) verinin her pixeli ise, 0-127 değerlerini içermektedir. Bit değeri düşük ise radyometrik çözümleme de düşük olacaktır (Ekercin 2017).

3.3.4. Zamansal Çözünürlük

Birçok cisim için zaman içindeki değişimleri göstermeleri, ayrımı kolaylaştırıcı etken olmaktadır. Çok zamanlı uydu görüntülerin elde edilmesini sağlayan Görüntülerin farklı zamanlarda, değişik zaman aralıklarıyla alınmasıdır. Burada hem iki görüntü arasındaki zaman farkı hem de alım zamanı önemlidir. Amaca bağlı olarak yıl, mevsim, birkaç gün veya hafta uygun zaman aralığı olabilir. Uzaktan algılamanın bir diğer önemli işlevi zamanla meydana gelmiş değişimleri izlemektir. Bu nedenle zamansal

ayırma gücü, algılayıcı sistemin ayırma gücü özelliklerin belirlenmesinde sistem için tanıtıcı bir özellik olmaktadır (Ayhan, 2003). Değişikliklerin tespitinde önemli bir faktör olarak kabul edilen bu çözümlene tipi, görüntüleme faaliyetleri arasındaki zamanı belirtmektedir. Sensörler, belirgin bir zaman periyodu içinde, aynı hedef bölgesi üzerinde bulunacak şekilde bir yörüngede uçmaktadır. Her uydunun aynı hedef üzerinde bulunacağı zaman periyodu farklıdır. Zamansal çözünürlük, uydu / sensörün kapasitesine, tarama genişliğine ve irtifaya bağlı olarak değişmektedir. Aynı bölgenin tekrar görüntülenmesi için geçen zaman süresinde, özelliklerin taysal durumu değişmekte ve bundan istifade ile meydana gelen değişimler belirlenmektedir (Ekercin, 2010).

3.4. Uzaktan Algılamada Görüntü İşleme

Görüntünün görsel kalitesinin arttırmak, belirli özelliklerini geliştirmek, vurgulamak ve görüntülerdeki farklı olguları temsil eden mekânsal ve spektral desenleri belirlemek ve çıkarmak dijital görüntü işlemenin amacını oluşturmaktadır (Liu ve Mason, 2009).

Veri elde etmede kullanılacak sayısal görüntülerde işleme ve analiz işlemlerinden önce, sayısal görüntüdeki sistematik veya sistematik olmayan hataların giderilmesi ve diğer işlemler için gereken süreç, ön işleme olarak adlandırılır. Ön işleme adımları genel olarak, geometrik, radyometrik ve atmosferik düzeltme işlemlerinden oluşur (Campbell ve Wynne, 2011).

3.4.1. Geometrik Düzeltme

Ham uydu görüntüleri haritaların geometrik özelliğine sahip olmadıkları için distorsiyonlar içerirler. Geometrik distorsiyonların başlıca nedenleri: Sensör hataları, tarayıcının hızındaki değişimler, platformun eğikliği, yüksekliği, duruşu gibi algılayıcı platforma bağlı hatalar ve yerkürenin eğikliği, algılama sırasında dünyanın konumu gibi yeryüzüne bağlı hatalar olarak gösterilebilir (Richards, 2005).

Ham görüntüdeki distorsiyonların giderilmesi ve yer kontrol noktaları (GCPs) kullanılarak tanımlı bir coğrafi koordinat sistemine oturtulması işlemi geometrik düzeltme (rektifikasyon) olarak adlandırılır.

Görüntü düzeltmedeki amaç, kullanılacak görüntüyü geometrik olarak gerçek dünyaya olabilecek en iyi şekilde dönüştürmektir. Uygun modeller oluşturularak birçoğu sistematik olan geometrik sapmalar giderilebilir. Sistematik olmayan veya rastgele hatalar modellenemez. Bilinen bir koordinat sistemine dönüşüm yapılarak geometrik düzeltme sağlanabilir. Ham haldeki uydu görüntüsü, geometrik düzeltme işlemi ile resim koordinat sisteminden, yer kontrol noktaları yardımıyla arazi koordinat sistemine dönüştürülür. Yapılan bu işlemin adı görüntüden haritaya geçiştir. İşlem görmemiş uydu görüntüsünün geometrik olarak düzeltilmesinde kullanılan bir diğer yöntem görüntüden görüntüye dönüşümdür. Bu yöntemde ise geometrik olarak referanslandırılmış diğer bir görüntü yardımıyla, her iki görüntüdeki ortak noktalar kullanılarak geometrik düzeltme işlemi gerçekleştirilir (Mather, 1987).

Geometrik düzeltme iki temel adımı içerir:

1. Polinom deformasyon modelinin yer kontrol noktaları kullanılarak oluşturulması,
2. Görüntünün oluşturulan bu deformasyon modeline göre yeniden örneklenmesi (Liu ve Mason, 2009).

Uydu görüntüsündeki sistematik olmayan hatalar ise, görüntü üzerindeki net olarak ayırt edilebilen yer kontrol noktaları ile bu noktaların yeryüzündeki koordinatları arasındaki matematiksel bağıntı kurularak giderilir (Jensen, 1996; Richards, 1999).

En küçük kareler yöntemi, yer koordinat sistemi ile görüntü arasındaki bağıntıyı sağlayan 1. ve 2. derece lineer dönüşüm eşitlikleri için gerekli katsayılar yer kontrol noktalarının her iki sistemdeki mevcut koordinat değerlerine uygulanarak belirlenir. Kullanılacak olan polinom derecesi, dönüşüm uygulanacak uydu verisinin özelliklerine bağlıdır. Uydu görüntüleri için, genellikle 1. derece dönüşüm yeterlidir (Janssen ve Vander Wel, 1994; Bektaş, 2003).

Matematiksel gösterimde iki koordinat sistemi arasındaki bağıntı;

$$x = f_1 (X, Y) \quad (2.1)$$

$$y = f_2 (X, Y) \quad (2.2)$$

ile ifade edilir. Formüldeki;

f_1, f_2 : Transformasyon fonksiyonları

x, y : Görüntü koordinatları (sattır, sütun)

X, Y : Yer koordinatları (Referans sisteminde)' dir.

Genel ifadesiyle n . dereceden bir polinom ise şu şekildedir:

$$X = a_0 + a_1x + a_2y + a_3x^2 + a_4xy + \dots \dots + a_my^n \quad (2.3)$$

$$Y = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4xy + \dots \dots + b_my^n \quad (2.4)$$

Dönüştürülen görüntü koordinatları ve buna karşılık gelen referans koordinatları arasındaki dönüşümün doğruluğunu test etmek için, aynı noktanın konumları arasındaki uzaklık (RMS: Karesel Ortalama Hata) hesaplanır (Erdas Field Guide, 1997). Karesel Ortalama Hata hesaplanırken (2.7)'te verilen formül kullanılır.

Eşitlikteki;

R_X, R_Y : x ve y yönlerindeki karesel ortalama hatalar

RMSE: Toplam karesel ortalama hata

X_{Ri}, Y_{Ri} : i. yer kontrol noktasının düzeltme değerleri

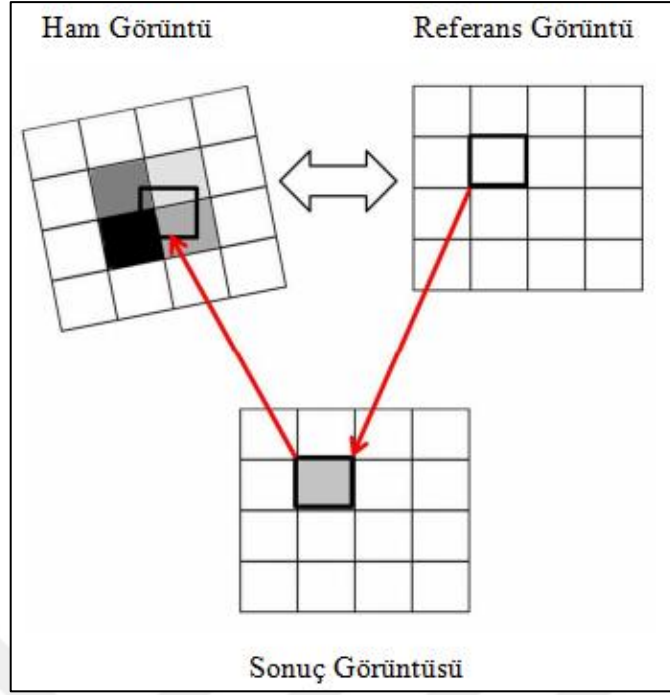
n: Yer kontrol noktası sayısı'nı ifade etmektedir.

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{Ri}^2} \quad (2.5)$$

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_{Ri}^2} \quad (2.6)$$

$$RMSE = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2} \quad (2.7)$$

Uydu görüntüleri geometrik dönüşüm sırasında mevcut grid sisteminden yeni bir grid sistemine dönüştürülür. Dolayısıyla orijinal piksel değerleri, yeni piksel değerlerine göre yeniden örneklenir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Yeniden örnekleme

Yeniden örnekleme işlemi üç farklı yöntem kullanılarak yapılabilmektedir. Bunlar; En Yakın Komşuluk Yöntemi, Bilineer Enterpolasyon Yöntemi ve Kübik Katlama Yöntemi'dir. Hesaplama kolaylığı ve veri kaybına neden olmamasından dolayı en çok kullanılan yöntem En Yakın Komşuluk Yöntemi'dir (Campbell, 1996; Mather, 2004). Bu yöntemde, orijinal görüntünün piksel değerleri düzeltilmiş görüntüdeki en yakın piksellere atanmaktadır. Böylelikle orijinal görüntüdeki piksel değerleri değişmeden yeni görüntüye aktarılır.

Bilineer Enterpolasyon Yöntemi'nde yeni piksele, en yakın dört pikselin; Kübik Katlama Yöntemi'nde ise en yakın on altı pikselin ortalaması atanır.

3.4.2. Atmosferik düzeltme ve radyometrik normalizasyon

“Uzaktan algılamada enerji kaynağından gelen elektromanyetik enerji, atmosferden geçerken yutulma, saçılma, yansıtılma ve dağıtılma gibi etkilere maruz kalır. Bunun nedeni atmosferde bulunan sis, bulutlar, buz parçacıkları, gaz molekülleri gibi aerosol maddelerdir. Bu etkiler sonucunda, hedefe gelen toplam ışınım miktarında ve yüzeyden algılayıcıya ulaşan yansıtım miktarında değişim olur. Bunun yanında, görüntüler üzerinde aydınlanma, görüş geometrisi ve algılayıcının cevap süresinde

meydana gelen değişimler nedeni ile radyometrik bozulmalar meydana gelmektedir” (Teilet, 1986; Bektaş ve Göksel, 2009). Uydu görüntüleri, radyometrik ve atmosferik olarak düzeltilerek görüntüdeki sistem hataları ortadan kaldırılır ve nesneye ait yansıtım değerindeki atmosferik parçacıklardan dolayı meydana gelen bozulma etkileri en aza indirilir (Song ve ark., 2001; Liang, 2004). UA uygulamaları için atmosferik düzeltme, arazi kullanımı/örtüsü değişimlerinin tespiti, arazi örtüsü tiplerinin belirlenmesi, farklı algılayıcılardan elde edilmiş görüntülerin birleştirilmesi gibi önemli bir önışleme adıdır (Lu ve ark., 2002). Uydu görüntüsüne ait piksel parlaklık değerleri (DN) yüzey yansıtım değerleri kullanılarak radyometrik normalizasyon işleminde spektral olarak karşılaştırılabilir birime dönüştürülür (Yang ve Lo, 2000; Lu ve ark., 2002; Chander ve Markham, 2003; Chander ve ark., 2007).

3.4.2.1. Algılayıcı kalibrasyonu

Algılayıcı kalibrasyonu, farklı zamanlarda elde edilmiş görüntülere ait piksel değerlerindeki değişimlerin karşılaştırılmasında, farklı algılayıcı sistemlerden elde edilen görüntülerin birleştirilmesinde veya UA ile elde edilmiş yansıtım değeri gibi yüzey parametrelerinin fiziksel ve biyofiziksel modellerde kullanılması işlemlerinde kullanılmaktadır.

Landsat TM görüntülerinin kalibrasyonunda katsayı olarak, kazanç (gain) ve sapma (offset) değerlerine ihtiyaç vardır (Gasiewski, 1993; Janssen, 1994; Chavez, 1998; Wilson ve ark., 2003; Mather, 2004). Bu değerlere, görüntülere ait bilgi dosyalarından (header file) ulaşılır.

Birinci adımda, kazanç ve sapma değerleri kullanılarak, uzaktan algılanmış görüntüdeki piksel (DN) değeri, eşitlik (2.8) yardımıyla, her bir bant için ayrı ayrı, radyans (parlaklık) değerine dönüştürülür (Chavez ve MacKinnon, 1994).

$$L_{\lambda} = C_1 * DN_{\lambda} + C_0 \quad (2.8)$$

Eşitlikte;

L_{λ} : Radyans

λ : Spektral bant numarası

DN_{λ} : Piksele ait sayısal değer

C_0 : Sapma (Offset) - ($mW \text{ cm}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$)

C_1 : Kazanç (Gain) - ($mW\ cm^{-2}sr^{-1}\ \mu m^{-1}$) değerlerini ifade etmektedir.

eski tarihli Landsat görüntülerinde çoğunlukla her bant için kazanç ve sapma değerleri mevcut değildir (Lu ve diğ., 2002). Bu gibi durumlarda katsayıların hesaplanmasında, her bir bant için sahip olunan minimum ve maksimum parlaklık değerleri kullanılır (Markham ve Barker, 1986). Kazanç ve sapma değerleri:

$$C_0 = \frac{L_{\lambda max.} - L_{\lambda min.}}{255} \quad (2.9)$$

$$C_1 = L_{\lambda min.}$$

olduğundan radyans değeri,

$$L_{\lambda} = (L_{\lambda max.} - L_{\lambda min.}) / L_{\lambda range} * DN_{\lambda} + L_{\lambda min.} \quad (2.10)$$

şeklinde hesaplanabilir.

Eşitlikte;

$L_{\lambda max.}$: En yüksek parlaklık değeri

$L_{\lambda min.}$: En düşük parlaklık değeri

$L_{\lambda range}$: 255 (8 bit'lik Landsat TM görüntüsü için)

DN_{λ} : Piksele ait sayısal değerleri' dir.

İkinci adımda, elde edilen görüntü radyans değerleri aşağıdaki eşitlik (2.11) ile uydu yansıtım değerlerine dönüştürülür. Bu dönüşümle güneş aydınlatmasının ve güneş Zenith açısından kaynaklanan farklılıklar ve atmosferik saçılım ve emilimin neden olduğu etkiler düzeltilmektedir.

$$R = (J_1 * L_{\lambda} * d^2) / (ESUN_{\lambda} * \cos\Theta_s) \quad (2.11)$$

Burada;

R: Yer yüzeyindeki spektral yansıtım değeri

J_1 : Pi sayısı

L_{λ} : Algılayıcıya ulaşan spektral radyans değeri

d: Astronomik birimde dünya ile ay arasındaki mesafe

($d = 1 - 0,01674 * \cos(0,9856 * (JD - 4))$)

JD: Jülyen Tarihi eşitliği ile hesaplanmaktadır.

ESUN_λ : Ortalama solar irradyans değeri (W m⁻²um⁻¹)

Θ_s : Derece biriminde Güneş zenit açısı (90° - Güneş yükseklik açısı) 'dır.

Bu metot Görünen Yansıtım (Apparent Reflectance) modeli olarak isimlendirilir. Alan ölçümlerine ihtiyaç duymadığı için çok basit ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir (Lu ve ark., 2002).

3.4.2.2. Koyu nesne çıkarılması

Bir atmosferik düzeltme yöntemi olan Koyu nesne çıkarılması (DOS), bilimsel çalışmalarda, kullanım kolaylığı nedeniyle sıklıkla kullanılır (Spanner ve ark., 1990; Ekstrand, 1994; Huguenin ve ark., 1997; Bektaş Balçık ve ark., 2011c).

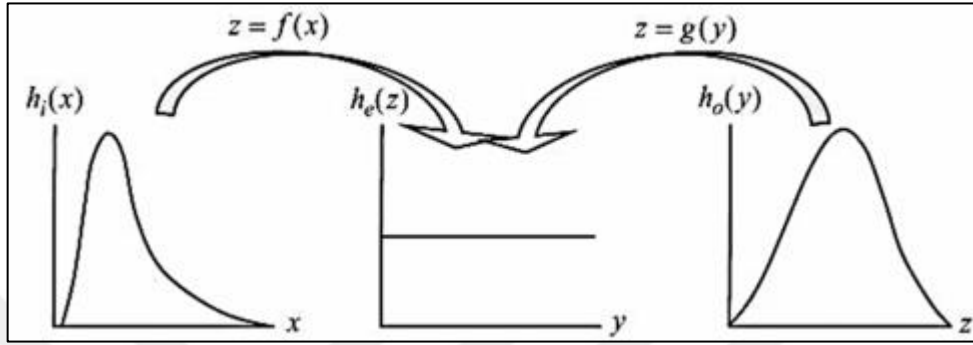
Yansıtım değeri çok düşük olan nesnelerin ve atmosfer koşullarının homojen olduğu bu yöntemde, nesnelerin radyometrik olarak koyu nesnelere kabul edilir. Görüntüde bulunan koyu nesnelere, piksel değerleri için bir eşik değeri belirlenerek, histogramdaki yansıtım değerleri incelenerek veya analiz edilen görüntünün boyutuna göre bazı kriterler belirlenerek de bunlar her bir bant için tüm piksel değerlerinden seçilebilir (Chavez, 1989). Bu yolla görüntüdeki en düşük yansıtım değerleri belirlenerek, bunlar her bir bant için tüm piksel değerlerinden çıkarılır. Minimum yansıtım değerleri her bir bant için farklı olduğundan, işlem tüm bantlar için ayrı ayrı gerçekleştirilir (Chavez, 1989). Eğer görüntüde gölgeler ve karanlık alanlar varsa, bu metod ile daha doğru sonuçlar elde edilebilir (Goslee, 2011). Koyu nesne çıkarılması yöntemi, bantlar arasındaki spektral ilişkiyi korur ve gerçekçi bir bağıl atmosferik saçılma modeli kullanır (Chavez, 1989).

3.4.2.3. Histogram eşleştirme

Algılama esnasında, aydınlanma ve bakış geometrisindeki değişikliklerden kaynaklanan, farklı algılayıcılardan veya aynı algılayıcı ile farklı zamanlarda elde edilen uydu görüntülerinde farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu farklılıklar, bir bölgeye ait görüntülerin mozaiklenmesi veya karşılaştırılması istendiğinde ortadan kaldırılması gerekir. Bir görüntüdeki histogram değerleri, görüntüler arasındaki parlaklık değerlerine ait bu farklılıkların giderilmesi ve homojenliğin sağlanması amacıyla, diğer görüntüdeki

histogram değerlerine matematiksel bir fonksiyon yardımı ile benzetilir (Yang ve ark., 2011; Xu ve ark., 2012).

İki farklı görüntüdeki parlaklık değerlerinin görünen dağılımının mümkün olduğunca birbirine yakın değerlere getirilmesi amacıyla kullanılan bu radyometrik normalizasyon yöntemine Histogram Eşleştirme ismi verilir (Richards ve Jia, 2006).



Şekil 3.7. Histogram eşleştirme (Liu ve Mason, 2009)

Histogram eşleştirme yöntemi ile iyi sonuçlar elde edebilmek için, her iki görüntünün histogram eğrilerinin benzer olması gerekmektedir (Helmer ve Ruefenacht, 2005). Aynı zamanda, bazı uygulamalarda uzaysal çözünürlüklerin aynı olması, farklı alanlara ait iki görüntü söz konusu olduğunda ise, yeryüzü örtüsü dağılımının her iki alan için yaklaşık olarak aynı olması beklenmektedir (ERDAS Field Guide, 1997).

3.4.3. Sınıflandırma

İşlem görmemiş uydu görüntülerinden çeşitli istatistiksel analizler ve yorumlama teknikleri kullanılarak yeryüzüne ait bilgiler elde edilir. Verileri bilgiye dönüştürebilmek için en yaygın yöntem uydu görüntülerinin sınıflandırılmasıdır. Sınıflandırma nesnelerin birbirinden farklı yansıtma değerleri esasına dayanarak işlenmemiş görüntüdeki her nesneyi ait olduğu özellik grubuna ayırma işlemidir. Ayırt etme ya da tanıma problemi her pikselin, algılama yapılan spektral bantlara göre farklılık gösteren sayısal değerler kümesinden yararlanılarak aşmaktadır (Mather, 1987). Yeryüzü üzerinde aynı spektral özellikleri taşıyan nesnelerin gruplandırılması, sınıflandırmanın amacını oluşturmaktadır. Çok spektrumlu veri sınıflandırma yapılabilmesi için gereklidir. Her bir piksele ait spektral özellik verisi sınıflandırma için

nümerik değerleri oluşturur. Her nesne çeşidi doğasındaki spektral yansıtıma bağlı olarak farklı sayılarla ifade edilirler.

Tematik bilgi çıkarmak için kullanılan en önemli yöntem olan sınıflandırma sonucunda elde edilen görüntü tematik harita olarak adlandırılmaktadır. Tematik harita haline gelen görüntü, bir harita projeksiyonuna dönüştürüldüğünde coğrafi bilgi sistemlerinde kullanılabilir (Jehnsen, 1996).

Sınıflandırma, tematik bilgi çıkarmak için kullanılan en önemli yöntemdir. Sınıflandırma sonucu elde edilen görüntü tematik harita olarak adlandırılmaktadır.

Sınıflandırma işlemi, genel olarak şu adımları içerir:

1. Sınıfların belirlenmesi ve kontrol alanlarının seçimi. Çalışma bölgesine ait bilgilerin toplanılması için arazi çalışmasının yapılması, sınıflandırmada kullanılmak üzere mevcut verilerin ve haritaların temini.
2. Çalışma amacına göre görüntülerin ve çalışılacak spektral bantların seçimi.
3. Tespit edilen sınıflara ait kontrol alanlarından yararlanarak sınıflandırmada kullanılmak üzere eğitim ve test verilerinin oluşturulması.
4. Çalışma amacına yönelik olarak uygun bir sınıflandırma algoritmasının seçimi ve uygulanması.
5. Sınıflandırılmış görüntü için doğruluk analizi ve elde edilen tematik haritaların yorumlanması.

Sınıflandırma işleminde genel olarak kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma olarak adlandırılan iki yaklaşım vardır. Kontrollü sınıflandırmada, farklı spektral grupları temsil eden kontrol alanları kullanılarak spektral ayrılabilirlik incelemektedir. Kontrolsüz sınıflandırmada ise spektral olarak ayrılabilir sınıflar belirlenmekte ve bunlardan bilgi elde etme yoluna gidilmektedir (Süslü, 2007).

Kontrolsüz Sınıflandırmada (Unsupervised Classification), ön bilgiye gerek duyulmaz. Kontrollü sınıflandırmada (Supervised Classification) ise çalışma alanına ait arazi kullanımı/örtüsü özelliklerini tanımlayan veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

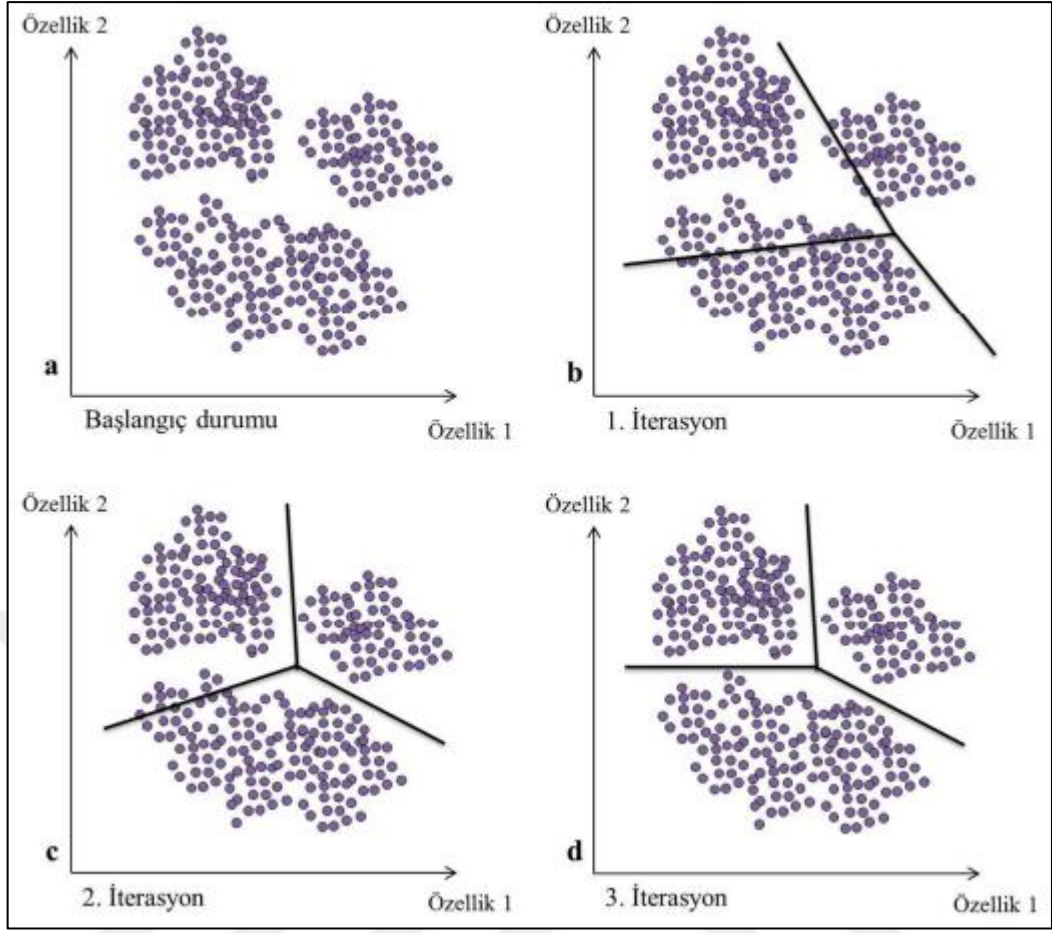
3.4.3.1. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma tamamıyla görüntüde verinin istatistiksel dağılımına bağlıdır ve kümeleme olarak da isimlendirilir (Liu ve Mason, 2009). Kontrolsüz sınıflandırma, çalışma alanına ait arazi kullanım/örtüsü sınıfları hakkında yeteri kadar gözlem veya veri bulunmadığı durumlarda uygulanır (Mather, 2004).

“Kullanıcı tarafından belirlenen sınıf sayısına göre, pikseller tek tek taranarak, benzer pikseller otomatik olarak belirlenir. Bu belirlemede Minimum Uzaklık Kuralı (Minimum Distance) esas alınır ve pikseller görüntünün sol üst köşesinden bağlanarak soldan sağa ve satır satır analiz edilir. Analiz edilen piksel ile her bir küme ortalaması arasındaki spektral uzaklık hesaplanır ve bu piksel en yakın kümeye atanır. Öncelikle, kullanıcının belirlediği sınıf sayısı kadar oluşturulan kümenin ortalaması hesaplanır ve her iterasyondan sonra, her yeni kümenin ortalaması hesaplanarak, bu ortalamalar bir sonraki iterasyon kümelerinin hesaplanmasında kullanılır. Bu işlem ile geçici küme merkezin boyutlu uzayda ötelenmekte ve işlem, geçici merkezin konumunda değişimin en az olduğu ya da değişimin olmadığı değere veya belirlenen maksimum iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar devam etmektedir” (Tou ve Gonzales, 1974).

Sıralı Kümeleme (Sequential Clustering), İstatistiksel Kümeleme (Statistical Clustering), Tekrarlı Veri Analizi (Isodata Clustering- Iterative Self Organising Data Analysis Techniques) ve RGB Kümeleme (RGB Clustering) gibi farklı kontrolsüz sınıflandırma türleri vardır (Mather, 1987; Jensen 1996) ve en çok kullanılan yöntem ise ISODATA algoritmasıdır.

Bu yöntemde, kullanıcı parametrelerin eşik değerlerini tanımlar ve küme sayısı bilgisine ihtiyaç duymaz. Görüntüdeki her eleman, hangi kümenin ortalama değerine yakınsa, o kümeye atanır. Her iterasyonda, kümenin ortalama değeri yeniden hesaplanır ve önceden belirlenen değere yaklaşıncaya kadar bu işlem tekrar eder (Şekil 3.8). Kesinleşen küme ortalama değerleri temel alınarak görüntü sınıflandırılır (Alparslan ve ark., 2004; Schowengert, 2007). Hesaplanan her yeni ortalama, elemanların sınıflara atandığı her iterasyondan sonra, çok büyük standart sapmaya sahip kümeleri parçalar. Yani, bu algoritma ile kümeler bölünür ve tekrar birleştirilir (Moral, 1975).



Şekil 3.8. ISODATA kümeleme

3.4.3.2. Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma harici verilere dayalı olarak gerçekleştirilir. Bu veriler, ilgili bölgeye ait mevcut haritalardan, hava fotoğraflarından analiz edilmesiyle veya arazi çalışmaları yapılarak elde edilebilir (Mather, 1987).

Sınıflandırma yapılmadan önce, eldeki görüntüden hangi sınıfların elde edilmek istendiği ya da görüntünün hangi sınıflara ayrılacağı önceden belirlenir. Bunun için işlem görece görüntüden önceden belirlenen sınıflara ait kontrol alanlarının seçilmesi gerekmektedir. Alanların seçilmesi için gerektiğinde arazide yer gerçekliği yapılması zorunludur. Kontrol alanlarının seçimi sınıflandırmanın doğruluğu için önemli bir aşamadır. Sınıf çakışması uygulamada sıkça karşılaşılan bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Kontrol alanlarının ölçümünde yapılan hatalar, sınıf çakışmasının nedenlerinden biri olarak gösterilebilir (URL-3).

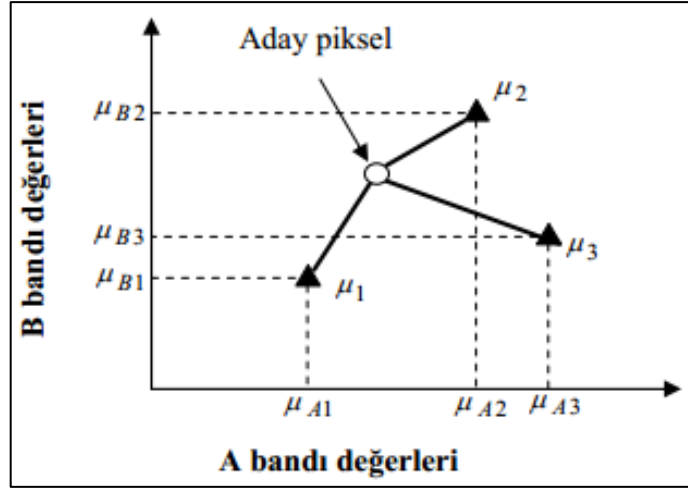
Kontrollü sınıflandırma da, ilk adım örnekleme adımıdır. Bu aşamada, analist örnekleme bölgeleri seçerek arazi örtüsü çeşidi temsil edilir ve bu bölgelerin spektral özelliklerini açıklayacak sayısal değerler geliştirir. İkinci adım, sınıflandırma adımıdır. Sınıflandırma adımı, görüntü verisindeki her bir piksel en çok benzer olduğu arazi örtüsü kategorisine dahil edilir. Görüntü elemanı örnekleme bölgeleriyle uyum sağlamıyorsa bilinmeyen olarak etiketlenir. Bilinmeyen olarak etiketlenen bölgenin hangi arazi örtüsü grubuna dahil olacağı daha sonra belirlenir. Çok boyutlu görüntü matrisi, karşılık gelen yorumlanmış arazi örtü sınıfı tiplerinin oluşturduğu matrisi geliştirme de kullanılır (Kansu, 2006). Bütün veriler kategorize edildikten sonra çıktı adımı sonuçlar sunulur. Oluşturulan tematik haritalar, sayısal veri kütükleri şeklinde ortaya koyularak istatistiksel tablolar veya coğrafi bilgi sistemlerine dahil edilebilecek niteliktedir (Lillesand and Kiefer, 1994). Bu yöntemde kullanılan en önemli algoritmalar en kısa uzaklık karar kuralı, paralelkenar karar kuralı, Mahalanobis uzaklığı ve en çok benzerlik algoritmalarıdır.

3.4.3.2.1. En kısa uzaklık sınıflandırıcısı (Minimum Distance)

Bu yöntemde, her bir örnek sınıf için aday piksel ile hesaplanan ortalama vektör arasındaki spektral uzaklık hesaplanır. Hesaplanan spektral uzaklıklara göre aday piksel en kısa mesafedeki örnek sınıfa atanır (Erdas, 2008). Şekil 3.9’da aday pikselin üç özelliğe ait ortalama vektöre olan spektral uzaklıkları bir çizgi ile ifade edilmiştir. Şekle göre sınıflandırma işlemi, aday piksel bu spektral uzaklıklardan en kısa mesafede olan sınıfa atanmasıyla gerçekleştirilir. Örnek sınıf ortalama vektörü ile bilinmeyen piksel arasındaki uzaklığa spektral uzaklık denir ve uzaklığın bulunması Eşitlik 2.12.’de ifade edilen Öklit uzaklığı esasına dayanmaktadır.

$$SD_{xyc} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\mu_{ci} - X_{xyi})^2} \quad (2.12)$$

Bu eşitlikte; n , bant sayısını (boyutu); i , belirli bir bandı; c , belli bir sınıfı; X_{xyi} banttaki pikselin x , y değerlerini; μ_{ci} c sınıfına ait örnekler için i bandındaki ortalama vektörün i bandındaki c sınıfına ait örnekler için ortalamasını; SD_{xyc} aday piksel xyc sınıfına ait ortalama vektöre olan spektral uzaklığı olarak ifade edilebilir (Erdas, 2008).



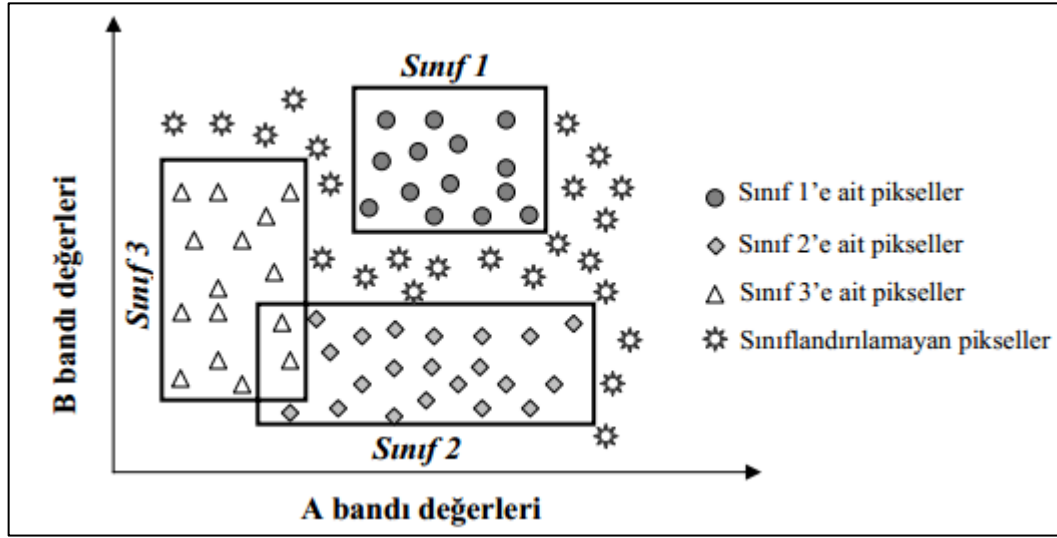
Şekil 3.9. En kısa uzaklık (spektral uzaklık) sınıflandırıcısı (Çölkesen, 2009)

Matematiksel ifadesi anlaşılabilir, basit ve hesaplama zamanı açısından hızlı olan en kısa uzaklık yöntemi, görüntü üzerindeki nesnelerin yüksek varyans değerlerine sahip olması ve nesnelerin spektral olarak birbirine çok yakın değerlere sahip olması durumlarında ürettiği doğruluk düşüktür. Bununla beraber yöntemle yapılan sınıflandırma sonucunda spektral uzaklıklar göz önüne alındığından her bir aday pikselin örnek sınıflardan birine atanması söz konusudur (Lillesand ve Kiefer, 1994).

3.4.3.2.2. Paralelkenar sınıflandırıcısı

Bu yöntemde dikdörtgen bölgeler oluşturularak, her bir örnek sınıfın her bir banttaki en düşük ve en yüksek spektral değerleri dikkate alınır. Sınıflandırılmak istenen aday piksel içerisinde bulunduğu dikdörtgen bölgenin ait olduğu örnek sınıfa atanır (Lillesand, 2007).

Zamanı açısından hızlı ve matematiksel ifadesi basit olan bu yöntemde sınıflandırılmayan piksel sayısı fazladır. Sınıflar arasında çakışan alanlar olması durumunda sınıflandırma işlemi zorlaşmaktadır. Problem aday piksellerin çakışan sınıflardan birine rastgele atanması ile çözülür. Burada aday pikselin olması gerekenden farklı bir sınıfa atanması da söz konusu olabilmektedir. Şekil 3.10'da iki boyutlu bir veri seti için paralelkenar karar kuralı sınıflandırıcısı gösterilmiştir. Şekilde iki banttaki üç sınıfa ait veriler ve bu sınıfların oluşturduğu dikdörtgen bölgeler görülmektedir. Sınıflandırma sonucunda bazı bölgelerde çakışma ve çok sayıda aday pikselin sınıflandırılmaması söz konusudur (Çölkesen, 2009).



Şekil 3.10. Paralelkenar sınıflandırıcısı (Çölkesen, 2009)

3.4.3.2.3. Mahalanobis uzaklığı sınıflandırıcısı

Bu yöntem bantlarda bulunan verilerin normal dağılımda olduğunu varsayarak sınıflandırmayı yapar ve bu varsayım ile iyi sonuçlar vermektedir. Bu yöntemde en kısa uzaklık karar kuralından farklı olarak eşitliklerde kovaryans matrisi de kullanılmaktadır (Erdas, 2008). Çoğunlukla parametrik bir yaklaşımdır nedeni ise varyans ve kovaryans gibi istatistiksel değerler kullanılmasıdır. Varyans ve kovaryans değişik özellikteki çeşitli sınıflar için denklemde karşılıklı olarak hesaplanır. Yüksek varyansa sahip kümeler aynı şekilde varyansa sahip sınıflara, düşük varyansa sahip kümeler düşük varyanslı sınıflara atanacaktır (Göksel, 1996).

Mahalanobis uzaklığı sınıflandırıcısında, sınıf değişimi göz önüne alınır bu da bu sınıflandırıcıyı minimum uzaklık ya da paralelkenardan farklı hale getirir. Mahalanobis uzaklığında işlenen örnekte ya da bir kümedeki piksellerde büyük bir dağılım varsa o işaretin kovaryans matrisi büyük değerler içerecektir (Kansu, 2006). Mahalanobis uzaklığı sınıflandırıcısı için kullanılan eşitlik;

$$D = (X - M_c)T(Cov_c^{-1})(X - M_c) \quad (2.13)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu eşitlikte; D , mahalanobis uzaklığını; c , belirli bir sınıfı; X , aday pikselin ölçüm vektörünü; M_c , c sınıfındaki özelliklere ait ortalama vektörü;

Cov_c , c sınıfındaki piksellere ait kovaryans matrisini; Cov_c^{-1} , Cov_c 'nin ters matrisini ve T ise transpoze fonksiyonunu ifade etmektedir. Yöntemin temel çalışma prensibi, sınıflandırılacak aday pikselin, Eşitlik 2.13 ile hesaplanan mahalanobis uzaklığının en düşük olduğu sınıfa atanması şeklindedir. İstatistiki değerlerin dikkate alınmasının zorunlu olduğu durumlarda bu yöntem, en kısa uzaklık yöntemine göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Öbür yandan yöntem, paralelkenar ve en kısa uzaklık yöntemine göre daha uzun bir hesaplama süresi gerektirmektedir (Erdas, 2008).

3.4.3.2.4. En çok benzerlik sınıflandırma algoritması

Literatürde en yaygın olarak kullanılan etkili bir kontrollü sınıflandırma algoritmasıdır. Ortalama değer, varyans ve kovaryans gibi istatistiki değerlerin tümü bu yöntemde dikkate alınır. Her bir pikselin hangi sınıfa daha yakın olduğuna karar verilebilmesi için olasılık fonksiyonları, kontrol alanlarını oluşturan sınıflar için hesaplanmaktadır. Bir pikselin hangi sınıfa ait olduğu her bir sınıfa ait olma olasılıklarının hesabından sonra en yüksek olasılıklı grubu atama şeklinde yapılır (Mather, 1999). Kullanıcı tarafından tespit edilecek bir eşik değer sınıflandırılacak pikselin belirlenen sınıflardan veya bu sınıfların dışında bir sınıftan olduğunun tespitinde kullanılır. Bu yöntemde, sınıf kontrol verilerini oluşturan noktalar kümesindeki dağılımın, normal dağılım olduğu kabul edilir. Sınıfların ilk olasılıkları hakkında mevcut bir bilgi yoksa hepsi eşit olasılıklı olarak kabul edilir. Pikseller sadece parlaklık değerlerine göre değil, her sınıf için ayırım oluşturacak varyans-kovaryans matris değerine göre oluşturulur. Örnek piksellerin özellik uzayındaki dağılımları böylelikle dikkate alınmış olur. Bilinmeyen piksellerin olasılıklarının hesaplanarak belirli bir sınıfa atanması için olasılık yoğunluk fonksiyonları kullanılır. Aday piksel olasılık değerine göre en çok benzediği sınıfa atanır. Eşik değeri, sınıflandırma sırasında piksellerin belirlenen sınıflardan veya bu sınıfların dışında bir sınıftan olduğunun tespiti için kullanılmaktadır. Eğer aday pikselin olasılığı tüm sınıflar için belirlenen eşik değerinin altındaysa piksel bilinmeyen olarak etiketlenir (Lillesand and Kiefer, 1994). En çok benzerlik yönteminde kullanılan formül aşağıdaki şekildedir:

$$D = \ln(a_c) - [0.5 * \ln(|Cov_c|)] - [0.5 * (X - M_c)T * (Cov_c^{-1}) * (X - M_c)] \quad (2.14)$$

Bu eşitlikte; D , uzaklık ağırlıklı olasılık değerini; C , örnek bir sınıfı; X , aday pikselin ölçüm vektörünü; M_c , C örnek sınıfının ortalama vektörünü; a_c , aday pikselin C sınıfına ait olma yüzdesini, Cov_c , C örnek sınıfındaki piksellerin varyans-kovaryans matrisini göstermektedir.

3.4.3.2.5 Doğruluk analizi ve hata matrisi

“Doğruluk analizi sınıflandırma sonrasında elde edilen tematik harita üzerindeki nereye ait olduğu kesin olarak bilinen herhangi bir piksel veya piksel grubunun, sınıflandırma sonucunda atandığı sınıflar ile karşılaştırılmak suretiyle sınıflandırma doğruluğunun belirlenmesidir. Bu işlemde kullanılan doğruluğu kesin bilgiler genellikle arazi üzerinde gerçekleştirilen yersel çalışma neticesinde elde edilen veriler, hava fotoğrafları, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve haritalardır” (Ceylan, 2012).

Doğruluğu bilinen bir pikselin, sınıflandırma sonucunda başka bir gruba atanması sınıflandırma hatası olarak adlandırılır. Sınıflandırma hatasının başlıca nedenleri, elektromanyetik yansıma değerlerinin benzemesinden, algılayıcı çözünürlüğünden, radyometrik ve geometrik düzeltmelerden ve sınıflandırma algoritmalarıdır. Yeterli doğruluk derecesini sağlamanın yolu, görüntü içerisindeki her pikselde arazi örtüsü sınıflandırmasının bir referans kaynakla karşılaştırmaktır. Ancak çalışma alanının tümü referans arazi örtüsü bilgilerinin toplanması ekonomik değildir ve uzaktan algılamaya dayanan sınıflandırma yapmanın amacını tümüyle yok eder (Ayhan ve ark., 2003).

Test alanları analist tarafından seçildiği takdirde, mevcut olan yer doğruluk bilgileri temel alınabilir. Ancak kontrollü sınıflandırma yapılmışsa, kullanıcıya örnekleme bölgelerinin seçiminde kullanılmış pikselleri test alanı için seçmek cazip gelir. Bu da testte sapmalara sebep olur. Çünkü örnekleme pikselleri sınıflandırmanın temelidir. Örnekleme sırasında seçilen pikselleri seçmemek doğru bir test yapabilmenin gereğidir. Test alanları rastgele seçilirse, sapma olasılığı elimine edilir. Fakat rastgele seçilmiş olan piksellere, arazi üzerinde ulaşmak zor olabilir. Bu tarz durumlarda arazi örtü haritalarının referans veri olarak kullanılması daha uygundur (Erdas Field Guide, 2002).

Hata matrisi, doğruluk derecesini tanımlamak için en yaygın yoldur. Hata matrisi sayıların karesel bir düzeni olup, arazide tanımlanan veya hava fotoğraflarından yorumlanan gerçek arazi örtüsüne göre belirli bir arazi örtüsü tipi olarak atanan

piksellerin sayısını satırlar ve sütunlar halinde düzenlemiş halidir. Referans verileri matris sütununda, sınıflandırma verileri matris satırında yer alır. Hata matrisi, bilinen referans veriler ile sınıflandırmada bunlara karşılık gelen veriler arasındaki ilişkiyi kıyaslar (Jehnsen, 1996).

Sınıflandırmanın doğruluğuna ait hata matrisinden birçok ölçüt türetilebilir. Bunlardan en yaygın olanı, doğru ayrılmış kategorilerin yüzdesinin hesaplanmasıdır. Hata matrisinden sınıfların bireysel olarak doğrulukların, bir sınıfa doğru olarak atanan piksellerin toplamının, o sınıfa ait olan tüm piksellerin toplamına oranı türetilerek bulunabilir (Çizelge 3.4).

Doğruluk iki yaklaşımla hesaplanabilir; bunlar, üretici doğruluğu ve kullanıcı doğruluğudur. Doğruluk hesaplanırken, matrisin satırları dikkate alınmıyorsa, kullanıcı doğruluğu söz konusudur. Eğer, doğruluk hesaplanırken hata matrisinin sütunları kullanılıyorsa, üretici doğruluğundan bahsedilir (Foody, 2002).

Çizelge 3.4. Hata matrisi tablosu (Maingi ve Marsh, 2000)

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

Bütün sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu hesaplanırken; toplam doğrular (diagonal matrisin elemanları), hata matrisindeki tüm piksellere bölünerek bulunur (Maingi ve Marsh, 2000).

$$\text{Doğruluk Yüzdesi} = \frac{\sum_{k=1}^q n_{kk}}{n} * 100 \quad (2.15)$$

Bir sınıfa ait doğru piksellerin sayısı, bulunduğu satır üzerindeki tüm piksellere (sınıf içinde bulunan tüm piksellere) bölünürse; sonuç doğruluk kullanıcı doğruluğu (user's accuracy) olarak tanımlanır ve commision error ölçütüdür. Aynı zamanda

sınıflandırılmış pikselin, yer gerçeklerini hangi olasılıkla ifade ettiğini gösterir (Congalton ve Green, 1993).

$$Kullanıcı Doğruluğu = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \quad (2.16)$$

Sınıf içerisindeki tüm piksellerin sayısı, bulunduğu sütun içerisindeki tüm piksellerin sayısına bölünürse (o sınıfa ait referans verideki piksel sayısı) sonuç bize üretici hassasiyetini (producer's accuracy) verir. Buda referans verideki, sınıflandırmanın doğruluğudur ve omission error ölçütüdür (Congalton ve Green, 1993).

$$Üretici Doğruluğu = \frac{n_{ii}}{n_{+i}} \quad (2.17)$$

eşitliklerinden hesaplanır.

Bazı durumlarda piksel şans sonucu doğru sınıfa atanmış olabilir, bu problemin irdelenmesi için Kappa katsayısı kullanarak doğruluk irdemesi yapmak daha uygundur. Cohen (1960) tarafından bulunan Kappa, UA görüntülerinden yararlanılarak tespit edilen, yüzey örtüsü ve yüzey kullanımı bilgilerinin doğruluk değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu ölçümde, matris içerisindeki yalnız diagonal elemanlar değil, tüm elemanlar kullanılmaktadır (Maingi ve Marsh, 2000).

Bu hata matrisinin sütunları referans verileri, satırları ise sınıflandırılmış görüntüyü temsil etmektedir. Hata matrisi Kappa katsayısı ile istatistik olarak analiz edilmektedir. 0 ile 1 arasında değişen bu katsayı, hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır (Jehnsen, 1996).

$$K_{hat} = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})} \quad (2.18)$$

Burada,

N: toplam piksel sayısı (satırdaki ve sütundaki),

r: satır sayısı,

X_{i+} : i satırındaki piksel toplamı,

X_{+i} : i sütunundaki piksel toplamını göstermektedir.

Hata matrisinden ve Kappa istatistiğinden elde edilen sonuçlar farklıdır. Çünkü ikisinde de farklı bilgiler kullanılır. Hata matrisinde sadece köşegen elemanları kullanılırken, Kappa katsayısı için satır ve sütunların ağırlıklı toplamı kullanılır (Jehnsen, 1996).

3.5. Objelerin Yansıma Özellikleri

3.5.1. Bitkilerin yansıma özellikleri

Bitkilerin kendilerine özgü yapıları, şekilleri, büyüme zamanları, doğadaki yerleri ve yoğunlukları olması, UA teknikleri ile saptanmalarını kolaylaştırmaktadır. Örneğin ormanlık veya makilik bitki örtülerinin sınırlarının belirlenmesi veya haritalanması bu teknik ile yapılabilmektedir. Ormanlık alanlar içerisinde topoğrafik haritalar ya da yer çalışmaları desteğii ile bitki türleri ve dağılımları tespit edilebilmektedir. Yangın sonrası hasarın saptanmasında, meydana gelen erozyonun etkili olduğu alanların belirlenmesinde, ağaçlandırma alanlarının tespitinde bu yöntem oldukça kullanışli bir yöntemdir (Altınbaş ve ark, 2001).

Bitkilerin yansıma ile ilgili grafik eğrisi toprak ve suya göre daha fazla karmaşıktır. Orta kızıl ötesi alanda 1.4 µm, 1.1 µm, 2.7 µm dalga boyunda su absorpsiyon bandları baskındır. Bitkiler fotosentez yaptıklarından ve bu esnada klorofil absorpsiyondan dolayı 0.6–0.7 µm dalga boylarında oluşur (Eryiğit, 2006).

3.5.2. Suların yansıma özellikleri

Göl, deniz ve okyanuslar, yeryüzünün 2/3' ünden fazlasını örtmektedir. Suyun yansıma özelliğii sayesinde belli bir derinliğe kadar özellikleri hakkında bilgi elde edilebilir. Sudaki güneş radyasyonunun yansımısını, suyun klorofil içermesi, içerisindeki inorganik ve organik madde parçacıklarının niceliğii, derinliğii vb. özellikleri etkiler (Dinç, 1988).

Suyun temiz olması durumunda, mavi ışık genellikle yüksek yansıma sayısal verilerini gösterir (Mather, 1987). Yansıma verisi kırmızı bantta ve sonrada yeşil bantta ortaya çıkmaktadır ve yakın kızılötesinde ve spektrumun kızılötesi alanında, ışınımın büyük bölümünün tamamen su tarafından absorbe edildiğii belirtilmiştir (Dinç, 1988).

Suyun temiz olmaması durumunda ise yeşil bantta nispeten yüksek yansıma tutulur ve kırmızı bantta olduğu kadar mavi bantta da yansıma verisi düşer. Lagün oluşumu gözlenen yerlerde, yüzeysel sulara veya kirlilik belirtisi olan akarsularda yansıtma ve soğurma sayısal verileri, ilgili detayın konumuna göre değişebilir. Ayrıca termal bant kullanılarak yani yansıma değil yayılan ısıyı tespit etmek suretiyle ısı ayrımlılıklarına göre akarsulara veya denizlere karışan evsel ve kimyasal kaynaklı atıklar saptanabilmektedir (Eryiğit, 2006).

3.5.3. Toprakların yansıma özellikleri

Toprak yüzeyine temas eden elektromanyetik ışınım, toprağın içerisinde bulunan organik madde içeriğine, nem içeriğine, taneciklerin dağılımına, tuzluluğa ve demir oksit vb. özelliklere bağlı olarak gerçekleşir. Dalga boyu toprak yansıtma eğrisinde tekdüze olarak artarken, 1.4 µm, 1.9 µm ve 2.7 µm dalga boyu civarında eğrinin merkezi aşağıya doğru düşüş gösterir. Bu çökmeler “su absorpsiyon bandları” olarak isimlendirilir. Çok kuru kumlu toprakta, “su absorpsiyon bandları” dikkate alınmaz ve toprak koyu ve nemli iken toplam yansıma verileri düşer (Richards, 1986).

Baskın bir toprak özelliği olan organik madde, toprağın spektral özelliklerini etkiler. Yakın kızıl ötesinde yüksek bir yansıma var ise toprak yapısı az ayrılmış organik maddeye sahip, aşırı ayrılmış organik maddeye sahip toprakların yansımada ise 0.5- 2.3 µm dalga boyları hepsinde düşüktür (Stoner ve Baumgardner, 1980).

Topraktan yansıyan ışığın niceliği, toprak yapısından etkilenmektedir. Yapısı zayıf gelişmiş veya yapısız topraklardan yansıyan ışık, iyi yapılu topraklardan %15-20 daha fazladır. yapısı gelişmiş topraklarda doğal toprak kümeleri arasındaki boşluklarda ışığın dağıtılması ve alt katlara hareketi büyük olasılıkla bu durum ile ilgilidir (Stoner ve ark., 1980).

Topraktan yansıyan ışık niceliğini etkileyen diğer önemli faktör, toprakların kimyasal bileşimidir (Stoner ve ark., 1980). Demir minerallerini içeren topraklar, toprak yüzeyine düşen ışığı daha fazla absorbe ederler. Bu nedenle yüksek demir içeriğine sahip topraklar uydu görüntüsünde daha koyu tonlarda görülürler (Reeveles ve Landen, 1974).

3.6. Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişim Tespiti

Arazi örtüsü ve arazi kullanımı terimleri farklı anlamlar taşımaktadır. Arazi örtüsü terimi, zeminin yüzey örtüsü, yani bitki örtüsü, su ile örtülü alanlar, boş toprak vb. içermektedir. Arazi örtüsünün teşhisi, sınırlarının belirlenmesi ve haritalanması, küresel izleme çalışmaları, kaynak yönetimi ve planlama faaliyetleri konularında önemlidir. Arazi örtüsünün tanımlanması, tematik haritaların oluşturulması aşamasında arazi örtüsü bilgisini içermesi amacıyla gereklidir. Ayrıca arazi örtüsü bilgisi, izleme çalışmalarında değişim saptama için de bir altlık oluşturması bakımından önemlidir.

Arazi kullanımı terimi ise arazinin hizmet ettiği amaçla ilgilidir. Örneğin rekreasyon alanı, yerleşim alanı, yaban hayatı ortamı veya tarım gibi. Arazinin güncel özelliği, hangi kullanım alanını içerdiği ve zamanla değişen arazi kullanım değişimlerinin tanınması, arazi kullanımı konuları içinde yer almaktadır. Arazi örtüsü ve arazi kullanımının bu farklılığını ve her birinden alınan bilgiyi ayırt etmek önemlidir. UA teknikleriyle belirlenen arazi örtüsü bilgilerine yardımcı veriler veya ön bilgiler eklenerek arazi kullanımı anlaşılabilir. Arazi örtüsü/kullanımı ile ilgili projeler, farklı disiplinlerden katılımcılarla gerçekleştirilebilir (URL-4).

Yeryüzünün dönüşümüne ve modifikasyonuna neden olan çevresel değişikliklerin en önemli itici gücü, arazi kullanımı değişiklikleridir (Turner ve Mayer, 1994). Bu değişimler zaman içerisinde sosyal, ekonomik, kültürel, politik, çevresel ve ekolojik süreçlerle ve yönetimlerin aldığı kararlarla gerçekleşir (Aspinall, 2006). Yani, bu değişimlerde, doğal süreçlerin yanında insan faktörü de önemli bir unsurdur.

Arazi değişimi çalışmalarının önemi son yıllarda gittikçe artmaktadır. Bu çalışmanın amacı, biyofiziksel etkenler ve insan etkisi ile arazi örtüsü/kullanımındaki değişiklikleri saptamaktır (Rindfuss ve ark., 2004; Carmona ve Nahuelhual, 2012). Bir bölgedeki arazi kullanım/örtüsündeki değişimin tespit edilmesi, o bölgenin farklı zamanlardaki durumunun belirlenip, aradaki farklılıkların ortaya çıkarılması işlemidir. Bunun için farklı zamanlara ait ve doğru işlenmiş UA görüntüleri çok önemli bir veri kaynağıdır (Singh, 1989; Green ve ark., 1994; Deer, 1995; Coppin ve Bauer, 2002; Rogan ve ark., 2003).

Değişim tespitinde, farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler, fark görüntüleri, oran görüntüleri, değişim vektör analizi, temel bileşen analizi, yapay sinir ağlarıdır, sınıflandırma sonrası karşılaştırılmaları ve ekran üzerinden sayısallaştırma gibi farklı yöntemlerdir. (Fung ve Ledrew, 1987; Singh, 1989; Abuelgasim ve ark.,

1999; Moran ve ark., 2003; Mundia ve Aniya, 2005; Radke ve ark., 2005; Aspinall ve Hill, 2008).

Sınıflandırılmış görüntülerin karşılaştırılması ile değişim tespiti çok kullanılan bir yöntemdir (Jensen ve ark., 1987; Dimyati ve ark., 1996; Ward ve ark., 2000) ve piksel düzeyinde yansılardan ve gölgelerden kaynaklanan sorunları önleyerek, piksel-piksel karşılaştırma yapılmasına olanak tanır (Jensen, 1996).

Karşılaştırma yaklaşımı ile sınıflandırma sonrası iki görüntü arasındaki “-den – e” (from -to) değişim bilgisi elde edilir ve sonrasında iki görüntü arasındaki farklılık detaylı olarak belirlenebilir. Meydana gelen değişimin doğru tespit edilebilmesi için aynı alana ait, farklı zamanlarda elde edilmiş görüntülerin geometrik, atmosferik ve radyometrik düzeltmelerinin yapılmış olması ve yüksek doğrulukta sınıflandırılmış olmaları gerekmektedir (Stow ve ark., 1980; Lambin ve Strahler, 1994).

Bir diğer değişim tespiti ise, ekran üzerinden sayısallaştırma yöntemidir. Bu yöntemde, aynı alana ait iki görüntü manuel biçimde, boyut, şekil, gölge ve dokuya dayalı olarak karşılaştırılır (Jensen, 1996). Kullanıcı tecrübesi gerektiren bir yöntemdir. Çoğunlukla yüksek çözünürlüklü UA görüntüleri ve taranmış hava fotoğrafları üzerinden gerçekleştirilir (Jensen, 1996). Bu yöntem çoğu zaman değişim tespiti için en uygun yöntem olup, diğer teknikler ile değişim istenilen doğrulukta tespit edilemediğinde kullanılır.

3.7. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Uzaktan Algılama Entegrasyonu

Arazi kullanımı/örtüsü, insan aktiviteleri ve diğer faktörlerin etkisiyle sürekli değişmekte, mevcut arazi kullanım verileri ve haritalar hızla güncelliğini yitirmektedir. UA ve CBS birlikte çok yaygın olarak kullanılmakta, arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişikliklerin saptanmasında, haritalanmasında ve izlenmesinde güçlü ve etkili birer araç olarak kabul edilmektedir (Ehlers ve ark., 1990; Meaille ve Wald, 1990; Treitz ve ark., 1992; Westmoreland ve Stow, 1992; Harris ve Ventura, 1995; Yeh ve Li, 1997; Maracchi ve ark., 2000; Weng, 2002).

UA verileri çok zamanlı olup, bölgesel, ulusal ve küresel ölçekte, arazi kullanımı/örtüsü değişimi analizlerinde kullanılmaktadır ve arazideki mekânsal ve zamansal dinamiklerin belirlenmesini sağlamaktadır (Zhang ve ark., 2009). UA geniş alanların görüntülenebilmesi, istenilen miktarda verinin depolanması, kolay işlenebilmesi, sistem çıktılarının çok yönlü bir yapıya sahip olması, yüksek doğrulukta

veri elde edilebilmesi nedenleri ile çok kullanışlı ve yaygın olarak kullanılan bir kaynak durumundadır (Berberoğlu ve ark., 2003; Chang-qing ve ark., 2005; Özdemir, 2008; Batur ve Maktav, 2012).

CBS ve UA entegrasyonu, kentsel büyüme yönetiminde arazi kullanımındaki değişimin belirlenmesi ve bu değişimin doğal kaynaklar üzerindeki etkilerini değerlendirilmesi adımlarını içerir (Yeh ve Li, 1997).

UA görüntülerinin sınıflandırılmasıyla, arazi kullanımı/örtüsü haritaları elde edilmekte, analiz ve modelleme çalışmaları için Coğrafi Bilgi Sistemlerine girdi olan verilerin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Burrough, 1986; Aronoff, 1989; Star ve Estes, 1990; Lilesand ve Kiefer, 2000; Ma ve ark., 2001; Bektaş ve Göksel, 2005).

3.8. CORINE Arazi Örtüsü Sınıflandırması

Organizasyonel bileşenler, bir CBS projesinin başarıya ulaşmasında önemlidir. Bu bileşenler organizasyonların ve iş süreçlerinin analizi ve yeniden yapılandırılması gibi konuları içerir (Batuk ve ark., 1996).

Çalışmada, arazi kullanımı/örtüsü belirleme hiyerarşisi için CORINE (Coordination of Information on the Environment) kullanılmıştır. CORINE, çevre ile ilgili bilgilerin koordinasyonu anlamına gelmektedir.

Çevremiz ve doğal miras uygun şekilde yönetilirse, karar verme organları hem mevcut bilgi özetine, hem de biyosferin belli özelliklerinin tam ve olabildiği kadar güncel bilgisine ihtiyaç duymaktadır. Buna yönelik olarak, Avrupa Komisyonu programı CORINE'nin 3 amacı:

- Avrupa topluluğu üyelerinin önceliğini oluşturan belli konulara yönelik çevre durumunun derlenmesi,
- Verilerin derlenmesinin koordinasyonu ve üye ülkeler bazında veya uluslararası düzeyde bilginin organizasyonu,
- Bu bilginin devamlı olması ve bu verilerin uyumunun garanti altına alınmasıdır.

Komisyonun çevre politikasının belirlenmesi için bu politikanın etkileri doğru olarak değerlendirilmeli, çevresel boyut diğer politikalarla uyum sağlamalı ve çevreye ilişkin farklı özellikler doğru anlaşılmalıdır. Bunlar:

- Kendine özgü çevrelerin durumu
- Doğal alanların durumu ve coğrafi dağılımı

- Yabani hayvan ve bitki türlerinin zenginliği ve coğrafi dağılımlı
- Su kaynaklarının zenginliği ve kalitesi
- Arazi örtüsü yapısı ve toprağın durumu
- Toksik maddelerin miktarı ve çevreye atılması
- Doğal afetlerin envanteri, vb.'dir.

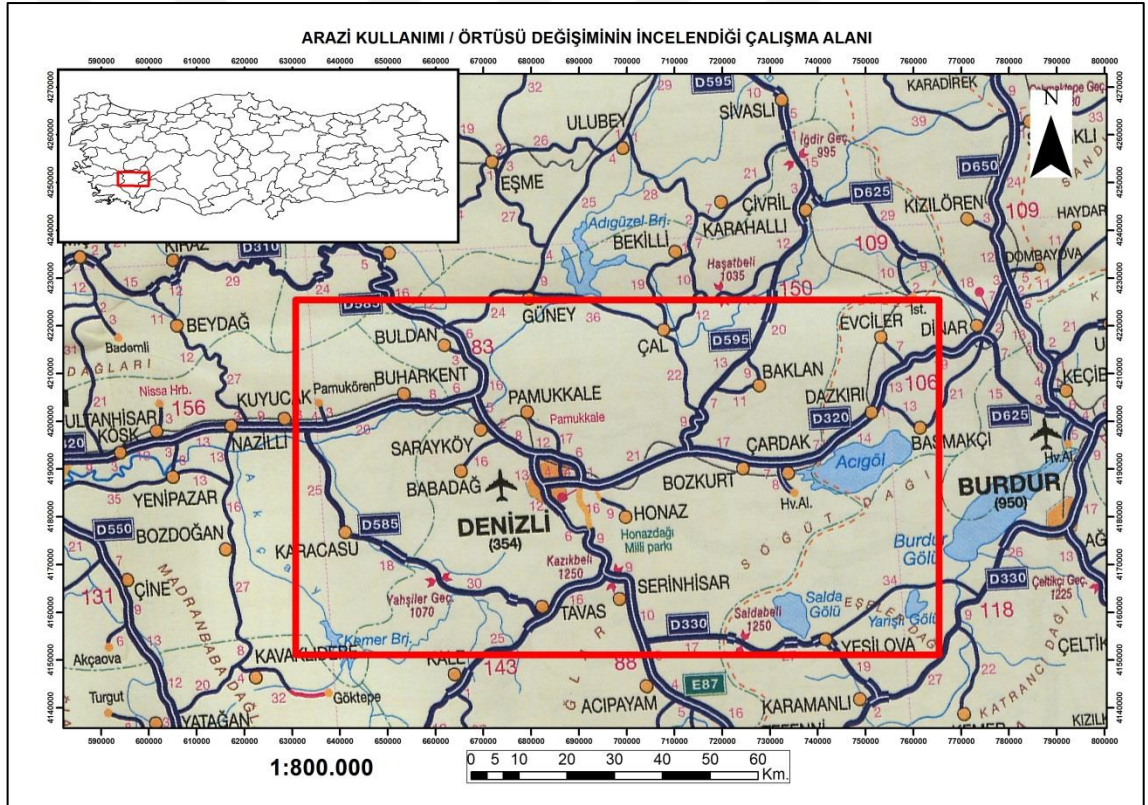
CORINE programının ileri bir amacı ise, yıllardır çeşitli düzeylerde (Uluslararası, Avrupa Topluluğu ülkeleri, ulusal ve bölgesel) yapılan çevre ve değişimi hakkında daha fazla bilgi sahibi olmak için birçok girişimi bir araya getirmektir (Corine LandCoverTechnicalGuide,http://reports.eea.eu.int/COR0-part1/en/land_coverPart1.pdf).



4. UYGULAMA

4.1. Çalışma Alanı

Denizli, Türkiye'nin bir ili ve en kalabalık yirmi birinci şehridir. 2015 itibarıyla 993.442 nüfusa sahiptir. Tekstil ürünleri ve yöreye has Denizli horozu ile meşhurdur. Anadolu Yarımadası'nın güneybatı, Ege Bölgesi'nin güneydoğusunda yer almaktadır. Ege ve Akdeniz Bölgeleri arasında bir geçit durumundadır. Denizli'nin her iki bölge üzerinde de toprakları vardır. Denizli 28° 38' - 30° 05' doğu meridyenleri (doğu uç noktası; Çivril ilçesi Gümüşsu - Gököl Koyu Dinar sınırında Efekli Tepe, batı uç Aydın, Manisa; güneyde Muğla; kuzeyde Uşak illeri ile komşudur) Yüzölçümü 12.134 km², denizden yüksekliği ise 219 m'dir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Çalışma alanı

4.2. İklim

İlin kuzey kısmı Ege, güney kısmı Akdeniz bölgesine dâhildir. Kıyı kesimlerinden iç bölgelere geçit yerinde olduğundan, kuzey kısımda az da olsa iç

bölgelerin iklimi hissedilir. Ege Bölgesi ikliminden sıcaklık olarak biraz düşük farklılıklar görülebilir. Denizli'de dağlar genel olarak denize doğru dik olduğundan, denizden gelen rüzgârlara açık bulunmaktadır. Kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir. İlde yıllık sıcaklık ortalaması 15.8 °C'dir (URL-5).

4.3. Bitki örtüsü

Denizli'nin bitki örtüsü makidir. Maki küçük çalılara denir. Denizli'nin %59'u ormanlarla kaplıdır. Çayır ve meralar %10, ekili ve dikili arazi %43'tir. Ekime müsait olmayan kısmı sadece %1'dir. İlin bitki örtüsünü çoğunlukla orman ağaçları ile Akdeniz iklimine has makiler meydana getirir. Ormanlarda karaçam, kızılçam, sedir, ardıç, meşe, kestane, çınar, dişbudak, kızılağaç (Boya ağacı), günlük vb. gibi ağaç türleri bulunur. Ormanların başladığı sınırların altında kalan dağ eteklerindeki geniş alanlar çalılık ve fundalıklarla kaplıdır (URL-5).

4.4. Nüfus

Denizli, Türkiye'nin en kalabalık yirmi birinci şehridir. 2015 itibarıyla 993,442 nüfusa sahiptir. Denizli nüfusu ve artış hızı Çizelge 4.1'de gösterilmiştir (URL-5).

Çizelge 4.1. Yıllara göre Denizli nüfusu ve artış hızı

Yıl	Denizli Nüfusu	Artış Hızı
1985	667,478	% 23,55
1990	750,882	% 12,40
2000	850,029	% 9,31
2007	907,325	% 0,06
2008	917,836	% 1,16
2009	926,362	% 0,93
2010	931,823	% 0,59
2011	942,278	% 1,12
2012	950,557	% 0,88
2013	963,464	% 1,36
2014	978,700	% 1,58
2015	993,442	% 1,51

4.5. Ekonomi

Denizli ilinin ekonomisi sanayi ve ticarete dayalıdır. Denizli, bir ihracat ve sanayi kentidir. Hizmet sektörü de oldukça gelişmiştir. Son 15 yıl da sanayisi müthiş bir gelişme göstermiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ne bakır tel ihraç etmiştir. Faal nüfusun %45'i tarım, balıkçılık, Arıcılık, ormancılık ve hayvancılık'la uğraşır. Bütün gelirin %30'u sanayiden sağlanır. Türkiye'de Anadolu Kaplanları olarak bilinen ihracatçı şehirlerin başında gelir. Her yıl milyarlarca dolarlık ihracatıyla Türkiye'nin lokomotif sanayi şehirlerinden biridir. Denizli Türkiye'de ve dünyada tekstilin başkenti olarak anılıyor olsa da son yıllarda tekstilde yaşanan ekonomik kayıplar nedeniyle ekonomik dengeler mermer ve doğal taş sektörü üzerine kaymıştır. Denizli'den tüm dünya ülkelerine traverten ve türevi olan mermer ve doğal taş ihracatı gerçekleştirilmektedir. Serinhisar ilçesi de Türkiye'nin leblebi ve leblebi ürünleri ihtiyacının %85 civarını karşılamaktadır ve ihraç etmektedir (URL-5).

4.6. Tarım

Denizli tarıma çok elverişlidir. Başlıca tarım ürünleri; buğday, arpa, ceviz, mısır, nohut, tütün, haşhaş, üzüm, incir ve pancardır. Sebze üretimi ise 250 bin tondur. Üzümünden sonra, kavun, karpuz, elma, armut, vişne, kiraz, şeftali, badem, erik ve nar bol miktarda yetişir (URL-6).

4.7. Kullanılan Veriler

4.7.1. Haritalar

Sınıflandırma işleminde örnek alanların seçimi ve sonuçların kontrol edilmesinde Harita Genel Komutanlığı tarafından üretilen Denizli ve çevresini kapsayan 1:25,000 ve 1:50,000 ölçekli topografik haritalar çalışmada altlık harita olarak kullanılmıştır.

4.7.2. Uydu görüntüleri

Tez kapsamında, UA veri kaynağı olarak Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada, 1985 (TM), 2000 (ETM+) ve 2015 (8) yıllarına ait Landsat verileri kullanılmıştır. Bu 3 yılın uydu görüntülerinin oluşma tarihleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Tez kapsamında kullanılan Denizli ve çevresine ait Landsat uydu görüntü listesi

Algılama Tarihi	Satellite/sensör	Path/Row Spatial	Çözünürlük Mekânsal (m)	Çözünürlük Radyometrik Res. (bit)	Bulutluluk Oranı (%)
08.06.1985	Landsat 5 TM	179/034	30*30	8	0
08.05.2000	Landsat 7 ETM+	179/034	30*30	8	1.4
26.05.2015	Landsat 8 OLI	179/034	30*30	8	0.31

Ayrıca SAS.Planet.Release programı kullanılarak uydu görüntülerinin sınıflandırılması aşamasında kontrol amacıyla kullanılmak üzere Denizli ve çevresini kapsayacak şekilde 10*15 cm. çözünürlüklü uydu görüntüsü indirilmiştir.

4.7.3. Yazılımlar

Bu çalışmada verilerin işlenmesi, birleştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi aşamalarında ERDAS Imagine 9.1 ve ArcGIS10.2.2 yazılımları kullanılmıştır.

ArcGIS teknolojisi, ESRI firması tarafından geliştirilen bir CBS yazılımıdır. ArcObjects ortak kütüphanesi üzerine kurulan bir sistem olup, aşağıdaki anahtar bölümleri içerir:

- Desktop: CBS uygulamalarının ileri düzeyde kullanıldığı bölümdür.
- Mobile: CBS uygulamalarını ofis dışında arazide gerçekleştirildiği bölümdür.
- Server: Bütün CBS uygulamalarının, SOAP (Simple Object Access Protocol - Basit Nesne Erişim Protokolü) tabanlı web uygulamalarını ve servislerini gerçekleştirmek için kullanılır.
- Online: CBS verilerine ve yeteneklerine düşük maliyetlerle erişmenizi sağlayan isteğe bağlı güncel servistir.

ArcGIS, tek veya çoklu kullanıcı ortamlarda CBS uygulamaları için desktop ve sunucu tarafında ölçeklendirilebilir bir altyapı sağlar.

ArcGIS Desktop, (ArcInfo, ArcView ve ArcEditor) içerisinde bütünleşik olarak gelen ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcGlobe ve Model Builder arayüzleri ile haritalama, coğrafi analizler, veri güncelleme, veri yönetimi ve görüntüleme işlemlerini gerçekleştirebileceğiniz entegre bir coğrafi bilgi sistemi yazılımıdır.

ArcGIS Desktop çok çeşitli kullanıcılarının gereksinimlerini yerine getirebilmek amacıyla kullanılabilir:

- ArcEditor, veri üretimi ve gelişmiş coğrafi editleme sağlar.
- ArcInfo, zengin coğrafi işlemler ve çok kapsamlı CBS fonksiyonları içeren profesyonel bir yazılımdır. (www.esri.com)

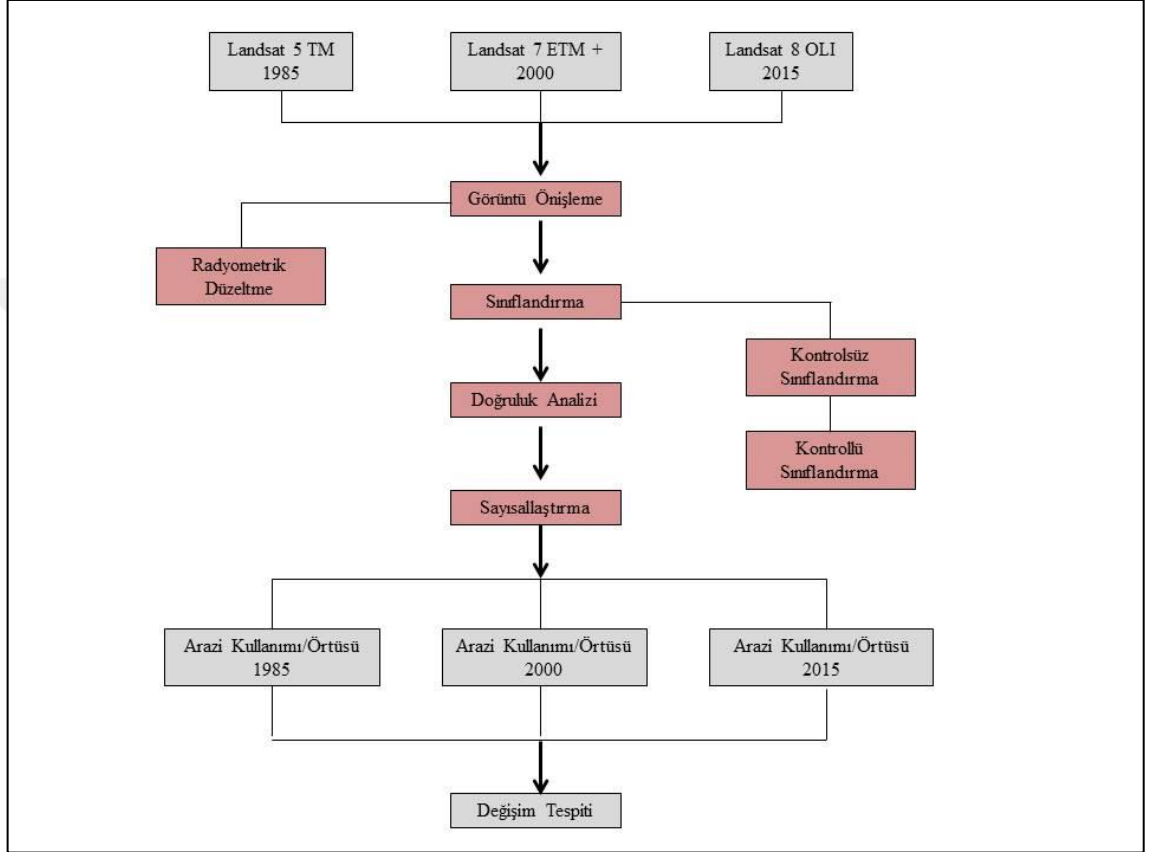
ERDAS Imagine, güçlü ve ucuz bir görüntü haritalama ve gösterim aracı olan Imagine Essentials yazılımı, değişik tiplerdeki coğrafi verilerle görüntüleri bir araya getirip, bütün bu verileri bir haritalama projesinde organize etmek için tasarlanmıştır. Bu özelliklere ek olarak Imagine Essentials yazılımı, geometrik düzeltme, reprojeksiyon, görüntü analizleri, görüntüleme, vektör düzenleme, toplu işlem (batch processing) ve harita çıktısı hazırlama araçlarını geniş kapsamlı olacak şekilde sağlamaktadır. (www.islem.com.tr)

4.7.4. Donanım Bilgileri

Bu çalışmada Intel® Pentium® CPU B950@ 2.10GHz işlemciye sahip, 2 GB RAM, 300 GB Hard Disk, Windows 7 işletim sistemi, 17 inç monitör, 786 MB ekran kartı özelliklerine sahip bilgisayar kullanılmıştır.

4.8. Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde uydu görüntülerinin hangi işlemler kullanılarak işlendiği ve nasıl bir sıralamanın takip edildiği anlatılmıştır. Yapılan adımları içeren yöntem akış şeması Şekil 4.2' de verilmektedir.



Şekil 4.2. Yöntem akış şeması

4.8.1. Çalışma Alanının Önemi

Denizli, Ege Bölgesi'nin güneydoğusunda yer alır. Ege Bölgesi ve İç Anadolu Bölgeleri arasında bir geçit teşkil eder. Türkiye'nin en kalabalık şehirlerinden birisidir. Tekstil ürünleri ile meşhur olan Denizli, bir sanayi, ihracat ve ticaret merkezidir. Denizli, sahip olduğu turistik ve tarihi özelliklerinden dolayı yıl içerisinde çok sayıda yerli ve yabancı turisti ağırlar. Sanayisi, turizmi ve ticaret sektörü ile Türkiye'nin en kalkınmış kentlerinden birisidir. Dünya tekstil pazarında önemli başkentlerden biridir. Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu (UNESCO)'nun dünya kültür

miras listesinde buluna Pamukkale bu şehrimizde bulunmaktadır. Anadolu Kaplanları olarak bilinen ihracatçı şehirlerin başında gelir. Tekstil ürünlerinin yanısıra, Denizli tüm dünya ülkelerine mermer ve doğal taş ihracatı gerçekleştirmektedir. Toprakları tarıma elverişlidir. Nüfusunun yarısına yakın bir kısmı tarım, balıkçılık, ormancılık ve hayvancılıkla uğraşır.

4.8.2. Geometrik Düzeltme

Geometrik düzeltme işlemi ile görüntü, bulunduğu koordinat sisteminden (resim koordinatları) başka bir koordinat sistemine taşınır. Görüntünün geometrik düzeltme işlemleri için görüntü üzerine iyi dağılmış yer kontrol noktaları belirlenir. Bu noktalar harita koordinatları yardımıyla bir altlık üzerine işlenir. Dönüşüm eşitlikleri yardımıyla koordinatlar bilgisayarda hesaplanarak noktalar altlık üzerinde doğru yer koordinatlarına karşılık gelen yerlere yerleştirilirler. Buna görüntüden haritaya geçiş denir. Ayrıca geometrik kayıt coğrafi koordinatların yerine bir görüntüden diğer görüntüye geçiş için de tercih edilir. Buna görüntüden görüntüye kayıt denir. UA verilerinin geometrik dönüşümünde maksimum karesel ortalama hata (RMS) miktarı 0,5 piksel olarak kabul edilmektedir (Özyavuz, 2011).

Çalışmada kullanılan Landsat uydu görüntüleri GeoTIFF (Geo-referenced Tagged Image File Format) formatında olduğu için verilere jeoreferanslama işlemi yapılmasına gerek kalmamıştır.

4.8.3. Radyometrik Düzeltmeler

Erdas IMAGINE programı kullanılarak görüntülere önce histogram eşleştirme, standart sapma strech işlemleri uygulanmıştır. Bunun yanısıra gerekli görülen parlaklık/karşıtlık ayarları da yapılmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Histogram eşleştirme öncesi ve sonrası

4.8.4. Uydu Görüntülerinin Sınıflandırılması

Denizli ve çevresi için arazi kullanımı/örtüsü zamansal değişimlerini belirleme amacıyla elde edilen uydu görüntüsünün sınıflandırması aşamasında şu işlem adımları takip edilmiştir:

4.8.4.1. Kontrolsüz sınıflandırma

Kontrolsüz sınıflandırma işleminde, sıklıkla kullanılan ISODATA yöntemi kullanılarak arazi kullanımındaki değişiklikler belirlendi. Sınıflandırma sonucunda elde edilen verinin bölgeye ait aynı dönemde üretilen topoğrafik haritalarla karşılaştırıldığında özellikle tarım alanları ile yerleşim alanlarının karıştığı, çalılık alanlarının sağlıklı bir şekilde tespit edilemediği ve dağlık arazinin meydana getirdiği gölge etkisinin de doğruluğu etkilediği gözlemlenmiştir. Görülen bu eksiklikler üzerine kontrollü sınıflandırma işlemine geçilmiştir.

4.8.4.2. Kontrollü sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırmada önemli bir aşama, sınıf isimlerinin belirlenmesidir. Sınıflandırma işleminden geçirilecek olan alanın kaç sınıfa ayrılmasının hedeflendiği ve

bu sınıfların neler olduğu tasarlanmalıdır. Bu çalışmada sınıfların ayırt edilebilirliği kontrolsüz sınıflandırma ile incelenmiş, sınıf isimleri ise CORINE programına göre uyarlanmıştır. Bu sınıfların CORINE sınıflandırma sistemine göre 1. seviyeye kadar belirlenebileceği tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). Çalışmanın bu aşamaları ArcGIS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.3. CORINE Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemi

(http://reports.eea.eu.int/COR0-part1/en/land_coverPart1.pdf)

CORINE ARAZİ ÖRTÜSÜ SINIFLARI	
1.DÜZEY	2.DÜZEY
1.YAPILANMIŞ ALANLAR*	Kentsel Doku
	Sanayi, Ticaret ve Ulaşım Alanları
	Maden Ocağı, Çöp Boşaltma Alanları
	Yapay Bitkilendirilmiş Alan
2.TARIMSAL ALANLAR*	Ekilebilir Alanlar
	Sürekli Ürünler
	Otlak Alanları
	Heterojen Tarımsal Alanlar
3.ORMANLAR VE YARI DOĞAL ALANLAR*	Ormanlar
	Çalı veya Otsu Bitkili Alanlar
	Bitki Örtüsü Olmayan veya Çok Az Bitkili Alanlar
4.SULAK VE ISLAK ALANLAR*	Karasal Sulak ve Islak Alanlar
	Kıyısal Sulak ve Islak Alanlar
5.SU YÜZEY ALANLARI*	Karasal Sular
	Deniz Suları
* Çalışmada kullanılan arazi örtü tipleri	

CORINE arazi örtüsü projesi CORINE programının bir parçasıdır ve Avrupa Birliği'ne üye 12 ülkeye ait bölgesel, tutarlı veri sağlamak için tasarlanmıştır. (<http://www.ecgis.org/document.cfm?id=426&db=document>). Avrupa ülkelerinde her seviyede arazi kullanımı ve arazi örtüsü tespiti bu yöntemle yapılmaktadır.

Kontrollü sınıflandırma yapılırken literatürde de yaygın olarak kullanılan, en yüksek olasılık algoritması (maximum likelihood) kullanılmıştır (Yuan ve ark.,

2005). Sınıflandırmada daha iyi sonuç verdiği için termal band hariç tüm bandlar sınıflandırmaya sokulmuştur. Yeğingil 1992'e göre bu yöntemle sınıflandırma işleminde, piksellerin parlaklık değerlerinin yanı sıra, her sınıf için ayırım oluşturacak varyans-kovaryans matris değerlerine göre de işlem yapıyor olması, yöntemin güvenilirliğini önemli ölçüde arttırmaktadır (Kuşçu, 2005).



5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1. Uygulama

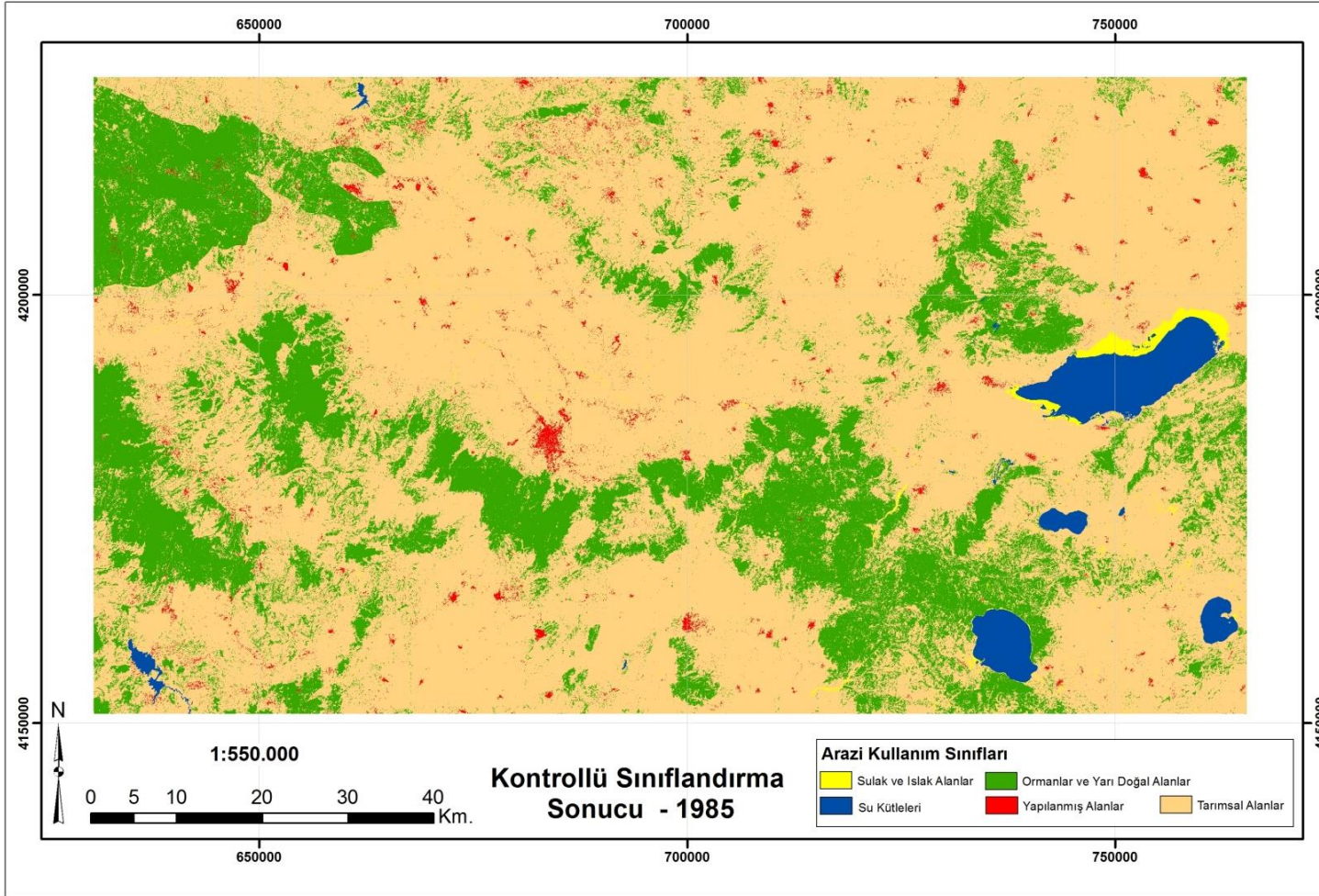
1985 yılına ait uydu görüntüsünün sınıflandırması esnasında tarımsal alanlar ile ormanlık alanların doğru bir şekilde sınıflandırılmadığı görülmüştür. Sınıflandırma sonrasında oluşan görüntü bölgeye ait 1982-1985 yılları arası üretilmiş topoğrafik haritalardan faydalanarak sınıflandırılmış görüntüde düzeltmeler yapılmıştır. Ancak Denizli ilinin kuzeydoğusuna düşen alana ait topoğrafik haritaların üretim tarihleri eski yıllara dayandığı için bu kısımda fazla bir düzeltme olanağı olmamıştır. Bunun sonucu olarak da ormanlık alanlar programın tespit ettiği şekilde bırakılmıştır.

2000 yılına ait uydu görüntüsünün sınıflandırılmasında yerleşim yerleri ve tarımsal alanlarının birbirine karıştığı görülmüştür. Ayrıca bulutta altında kalan alanların doğru bir şekilde sınıflandırılmadığı tespit edilmiştir. Bu hataların giderilmesi için bölgeye ait 1998-2003 yılı üretimi topoğrafik haritalardan yararlanarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

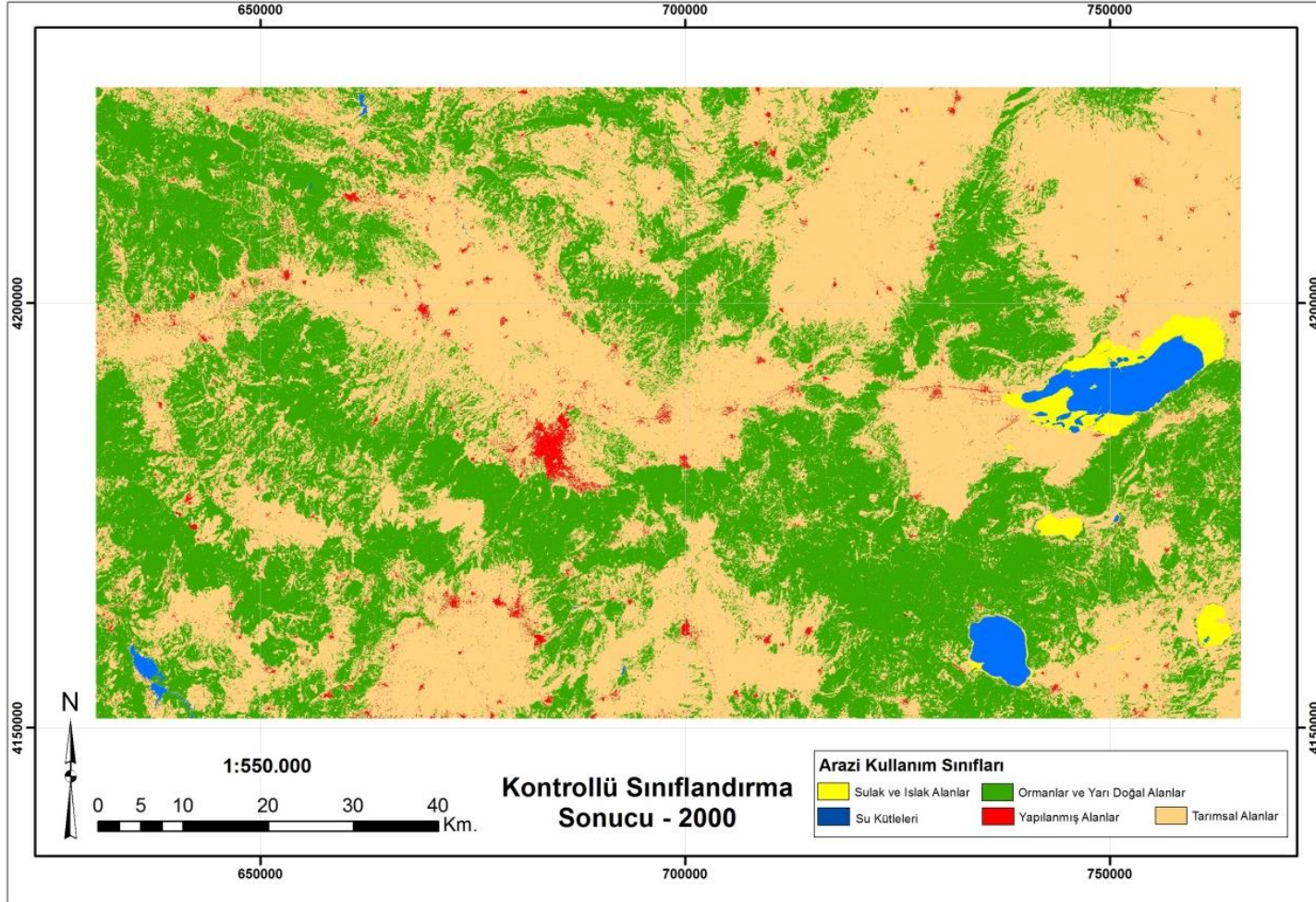
2015 yılına ait uydu görüntüsünün sınıflandırılmasında da yerleşim yerleri ve tarımsal alanlarının birbirine karıştığı görülmüştür. Bulut altında kalan alanların doğru bir şekilde sınıflandırılmadığı tespit edilmiştir. Bu hataların giderilmesi için bölgeye ait 2013-2014 yıllarına ait vektör verilerden, Google earth verisinden indirilen uydu görüntüsünden faydalanılarak düzeltilmesi yapılmıştır.

Her üç uydu görüntüsü, kontrollü sınıflandırma yapıldıktan sonra eldeki mevcut topoğrafik haritalar kullanılarak ortaya çıkacak tematik haritanın doğruluğunun artırılması için sınıflandırılmış veri üzerinde detaylı çalışma yapılmıştır. ArcGIS 10.2.2 yazılımı kullanılarak elde bulunan raster ve vektör veriler kontrollü sınıflandırma sonuçları ile karşılaştırılmış, karışan pikseller ait oldukları sınıfa atanmış ve yüksek doğrulukta tematik haritalar elde edilmiştir (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3).

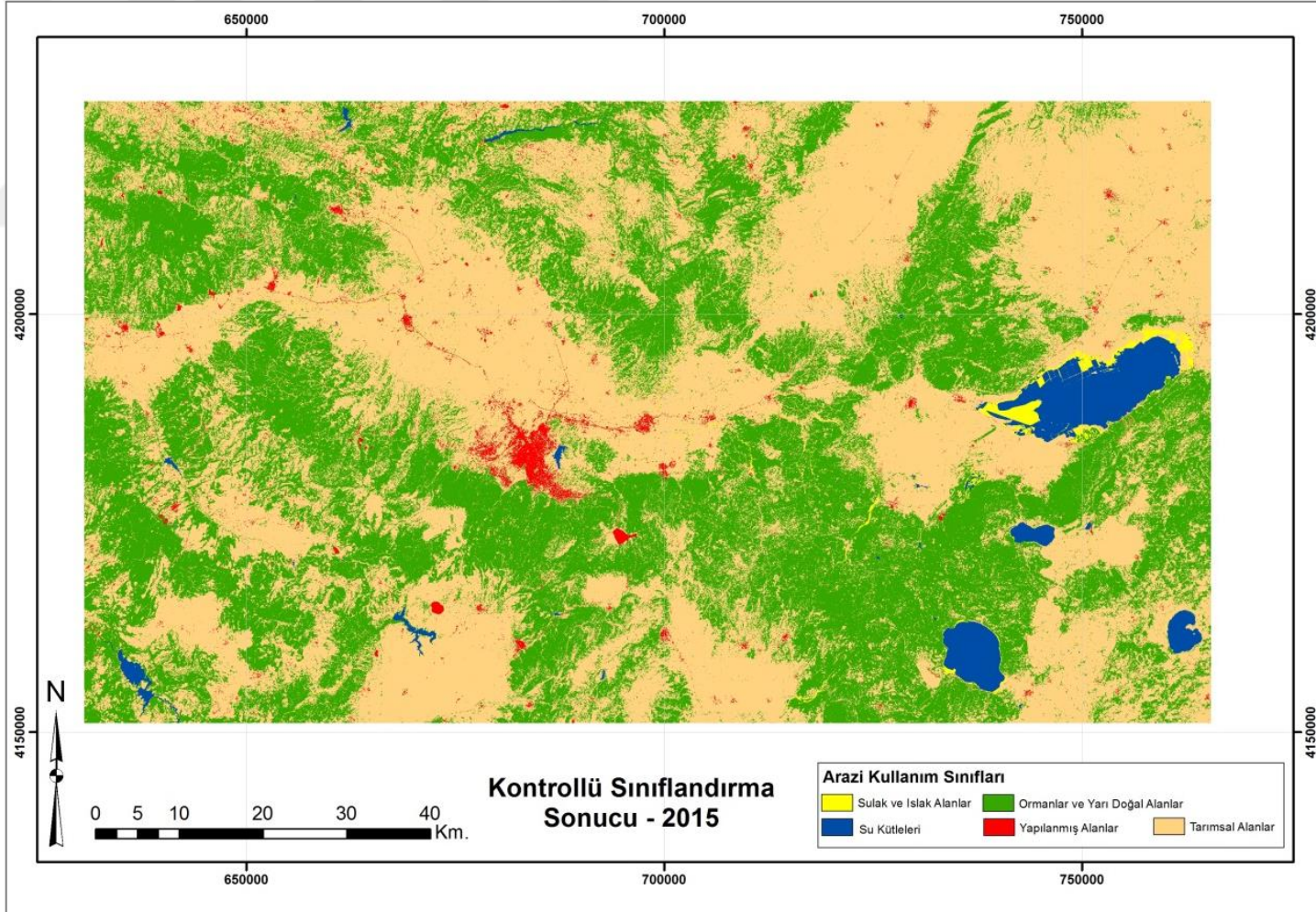
Kontrollü sınıflandırma ile elde edilen 1985, 2000 ve 2015 yıllarına ait görüntüler Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3'te, sonuçlar Çizelge 5.1, 5.2 ve 5.3'te verilmiştir.



Şekil 5.1. 1985 yılına ait kontrollü sınıflandırma sonucu



Şekil 5.2. 2000 yılına ait kontrollü sınıflandırma sonucu

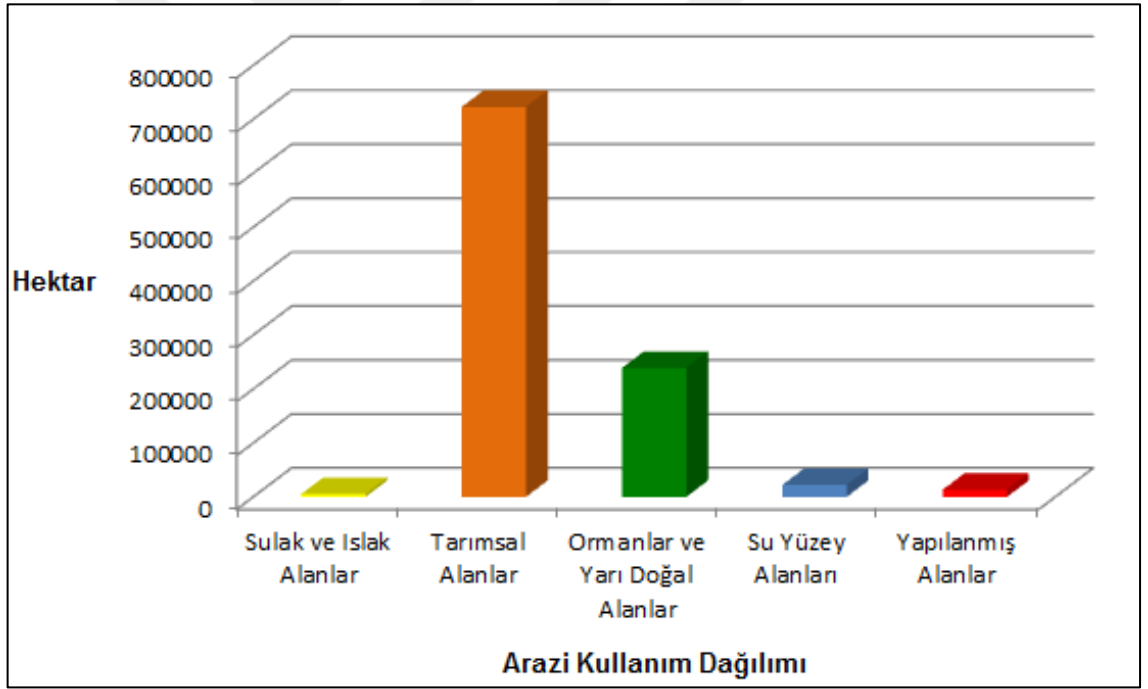


Şekil 5.3. 2015 yılına ait kontrollü sınıflandırma sonucu

Çizelge 5.1. 1985 yılına ait Landsat 5 TM görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları

Arazi kullanım çeşitleri	Kapladığı alan (ha)	Alan yüzdesi (%)
Yapılanmış Alanlar	7141.53	0.71
Tarımsal Alanlar	722815.72	72.06
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	245425.40	24.47
Sulak ve Islak Alanlar	5318.64	0.53
Su Yüzey Alanları	22325.58	2.23
Toplam	1003026.87	100

Çizelge 5.1'e ait grafik Şekil 5.4'te sunulmuştur.

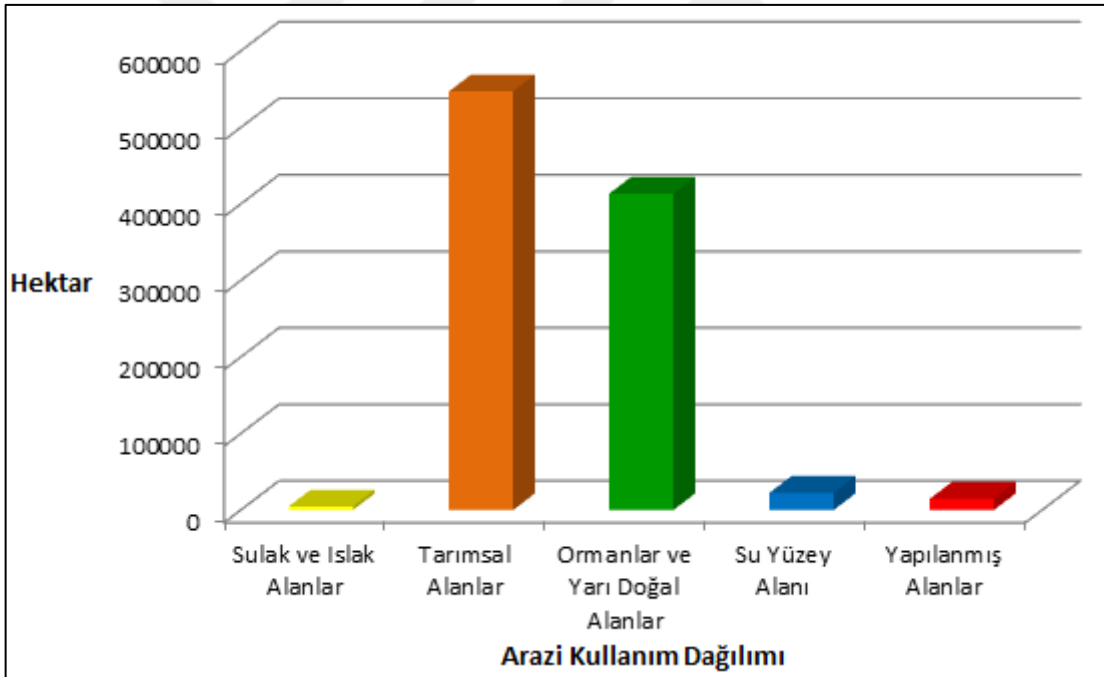


Şekil 5.4. 1985 yılına ait arazi kullanım dağılımının grafik gösterimi

Çizelge 5.2. 2000 yılına ait Landsat 7 ETM+ görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları

Arazi kullanım çeşitleri	Kapladığı alan (ha)	Alan yüzdesi (%)
Yapılanmış Alanlar	14312.29	1.43
Tarımsal Alanlar	507370.55	50.58
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	455082.89	45.37
Sulak ve Islak Alanlar	10943.77	1.09
Su Yüzey Alanları	15317.77	1.53
Toplam	1003026.87	100

Çizelge 5.2'ye ait grafik Şekil 5.5'te sunulmuştur.

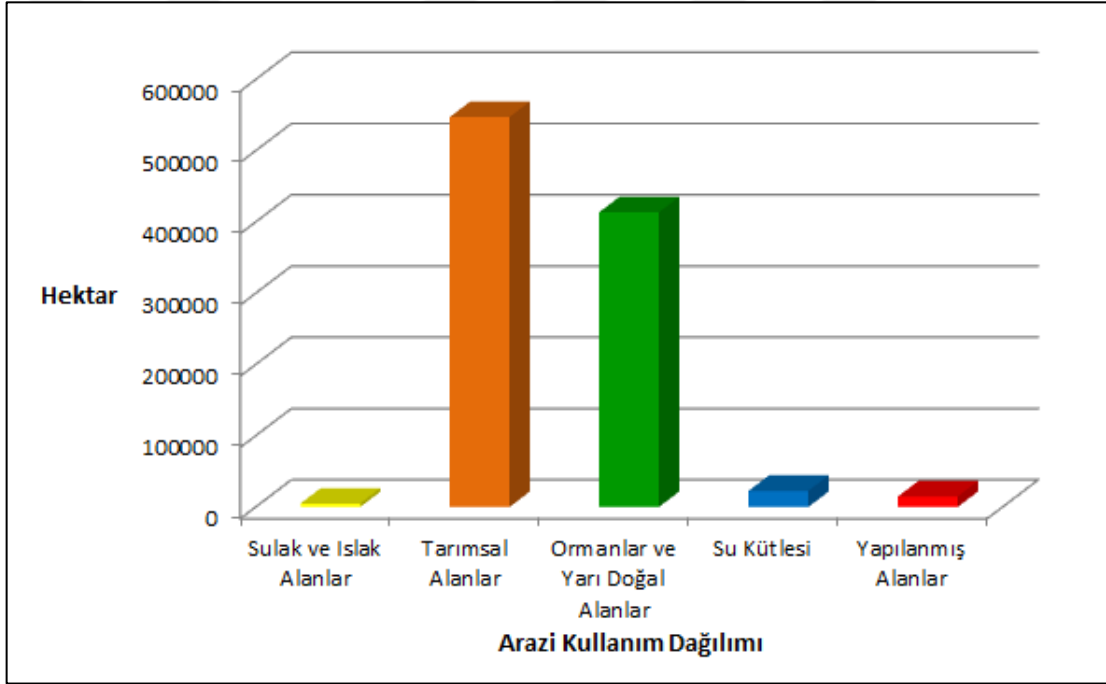


Şekil 5.5. 2000 yılına ait arazi kullanım dağılımının grafik gösterimi

Çizelge 5.3. 2015 yılına ait Landsat 8 OLI görüntüsünün kontrollü sınıflandırma sonuçları

Arazi kullanım çeşitleri	Kapladığı alan (ha)	Alan yüzdesi (%)
Yapılanmış Alanlar	14736.81	1.47
Tarımsal Alanlar	547246.30	54.56
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	413610.18	41.24
Sulak ve Islak Alanlar	4825.11	0.48
Su Yüzey Alanları	22608.47	2.25
Toplam	1003026.87	100

Çizelge 5.3'e ait grafik Şekil 5.6'da sunulmuştur.



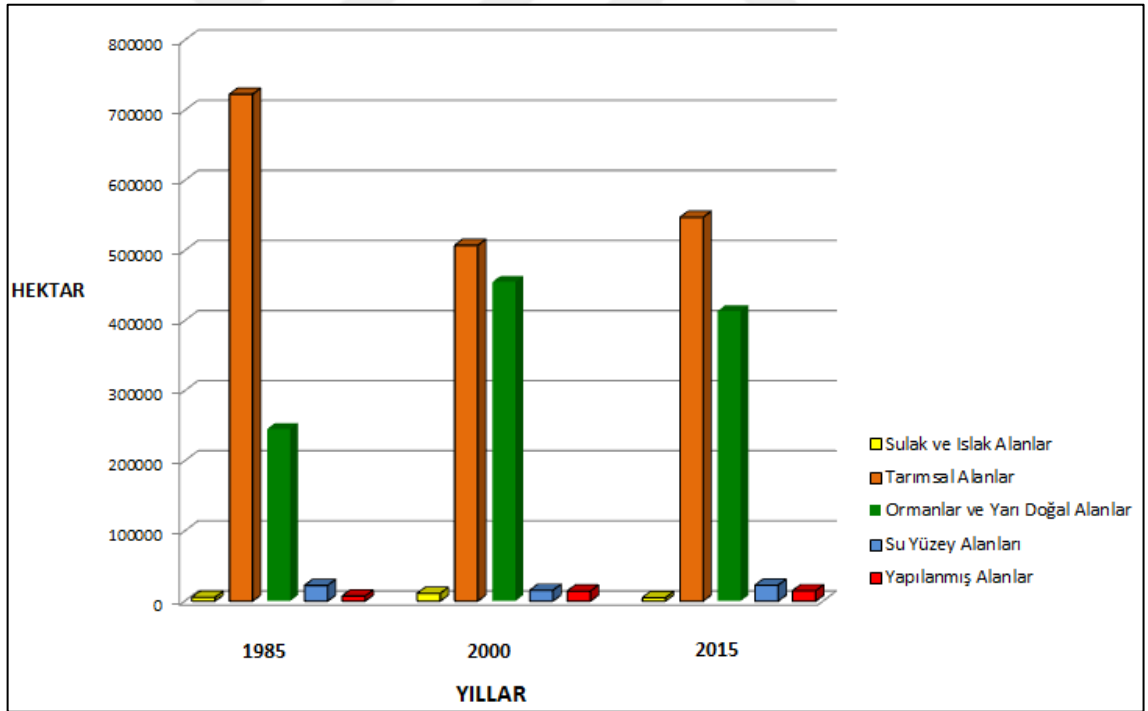
Şekil 5.6. 2015 yılına ait arazi kullanım dağılımının grafik gösterimi

Yıllara bağlı değişim çizelgesi Çizelge 5.4'te sunulmuştur.

Çizelge 5.4. Yıllara bağlı değişim çizelgesi

Arazi kullanım çeşitleri	Kapladığı alan (ha)		
	1985	2000	2015
Yapılanmış Alanlar	7141.53	14312.29	14736.81
Tarımsal Alanlar	722815.72	507370.55	547246.30
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	245425.40	455082.89	413610.18
Sulak ve Islak Alanlar	5318.64	10943.77	4825.11
Su Yüzey Alanları	22325.58	15317.77	22608.47
Toplam	1003026.87	1003026.87	1003026.87

Yıllara bağlı olarak uydu verilerinin değerlendirilmesi sonucu elde edilen verilerin yıllara bağlı değişim grafiği Şekil 5.7’de sunulmuştur.

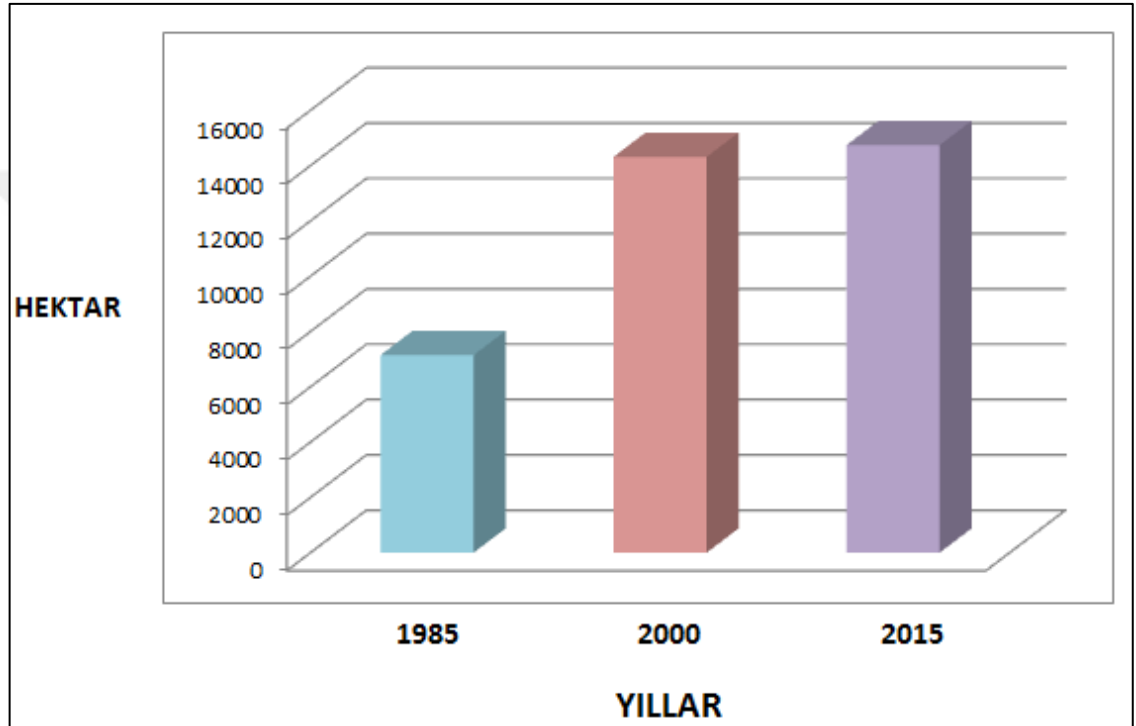


Şekil 5.7. Yıllara bağlı değişim grafiği

Bulunan bu değerlere göre 1985, 2000 ve 2015 yıllarında toplam alanın %50’den fazlasını tarımsal alanlar kapsayarak arazi örtüsünün çoğunluğunu oluşturmaktadır. 1985 yılı uydu görüntüsünün sınıflandırmasında ormanlık alan ve

tarımsal alanların birbirine karıştığı görülmüştür. Bu hata topografik haritalar kullanılarak giderilmeye çalışılsa da bazı topografik haritaların baskı yılları 1985 yılı öncesi olduğu için buralara karşılık gelen kısımlarda düzeltme yapılamamıştır. 2000 yılından 2015 yılına kadar arazi kullanım ve arazi örtüsü değişimine bakacak olursak tarımsal alan ve ormanlık alanlarda fazla bir değişim olmadığı görülmektedir.

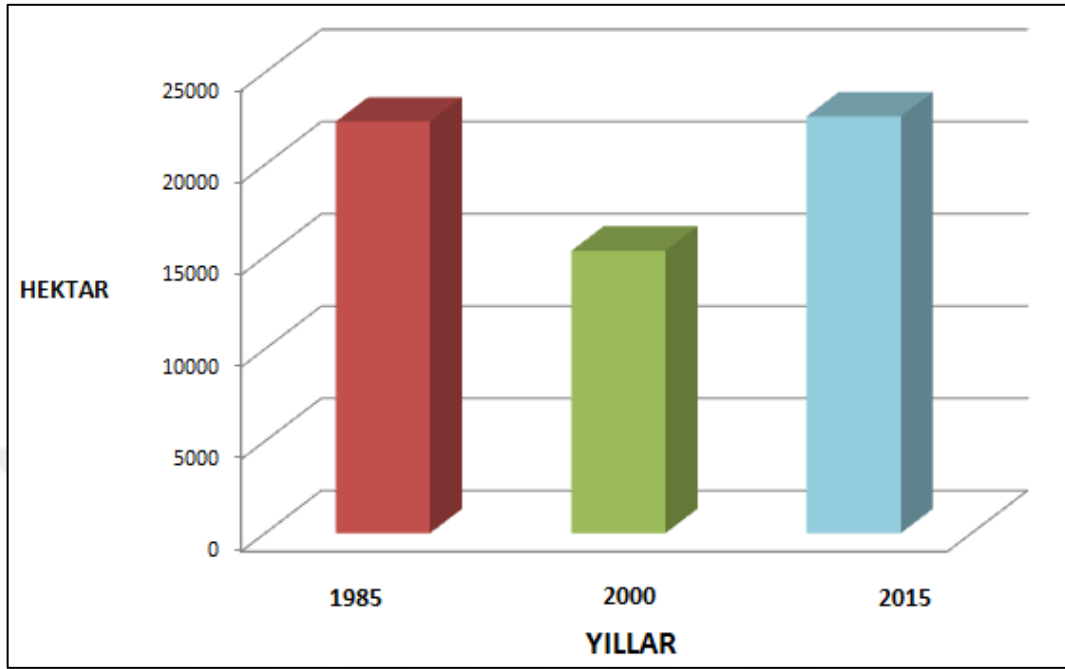
Yapılanmış alanlara ait uydu görüntülerinden elde edilen veriler Şekil 5.8’de sunulmuştur.



Şekil 5.8. Yapılanmış alanlara ait değişim

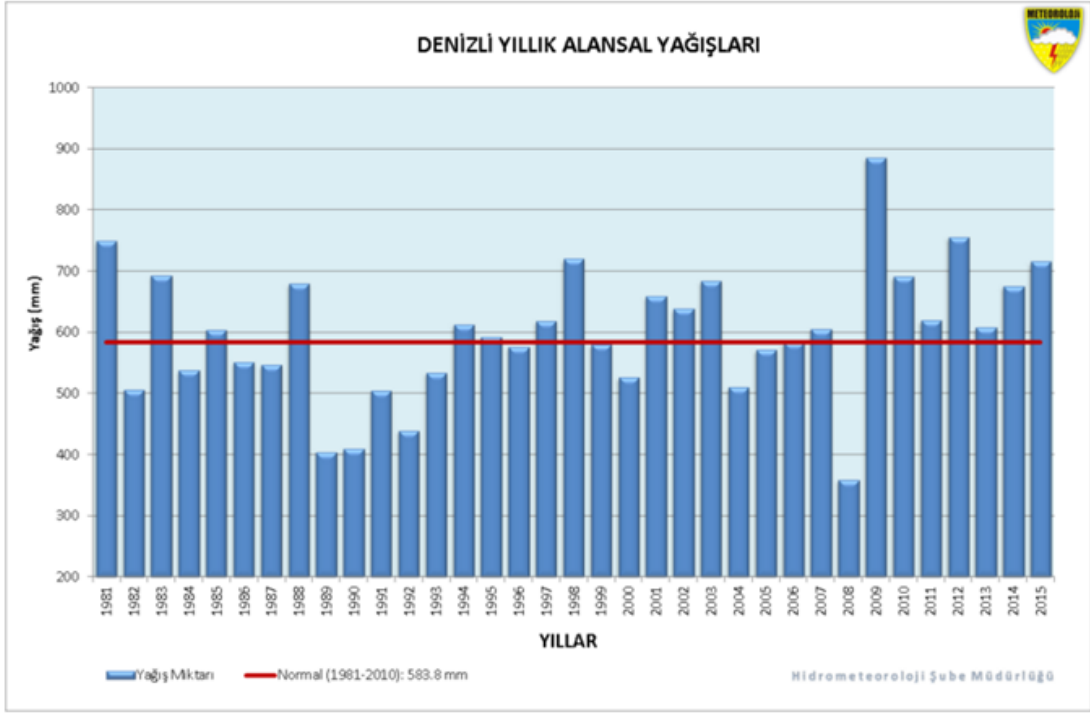
1985 yılından 2015 yılına kadar yapılanmış alanlara ait arazi kullanım ve arazi örtüsü değişiminde artış olduğu tespit edilmiştir. Artışın %0.71’den %1.47’ye arttığı ve artışın çoğunlukla Denizli il merkezli olduğu görülmektedir (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3). Bu kentsel gelişimin nedeninin ise 1985 den bu yana süregelen kırdan kente göçün etkili olduğu değerlendirilmektedir (Çizelge 4.1). Hızlı sanayi gelişiminin beraberinde getirdiği artan iş imkânları ve hayat standardının yükselmesi Denizli ilini göç alan bir il konumuna getirmiştir.

Su yüzey alanlarına ait uydu görüntülerinden elde edilen veriler Şekil 5.9'da sunulmuştur.



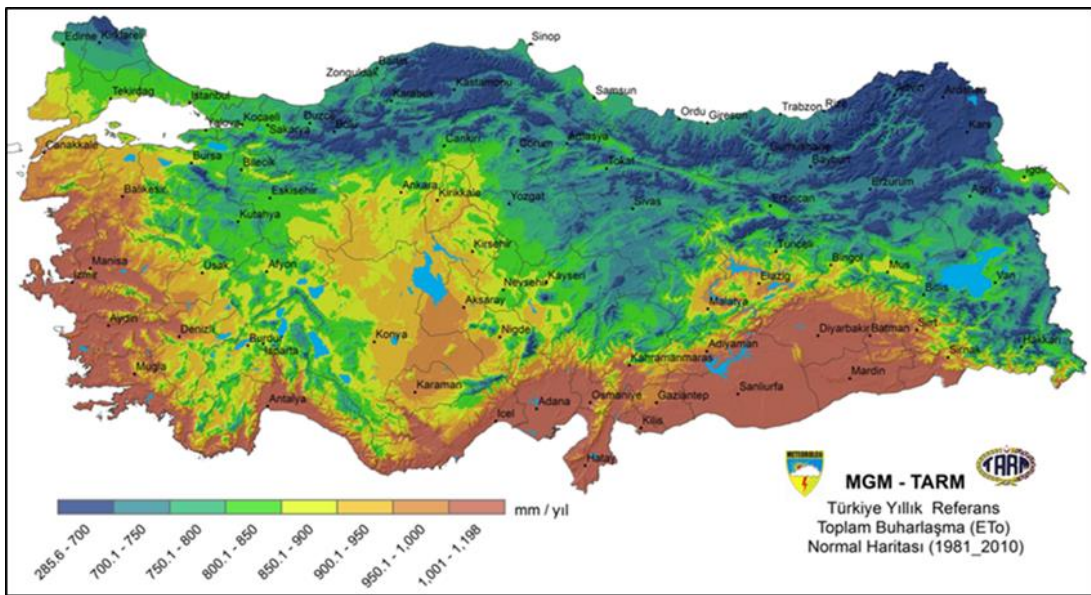
Şekil 5.9. Su yüzey alanlarına ait değişim

Su yüzey alanlarına ait elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 1985 yılından 2000 yılına %0.7 bir azalma olduğu, 2000 yılından 2015 yılına ise %0.7 artış olduğu tespit edilmiştir. 2000 yılındaki azalmanın bölgedeki yıllık alansal yağışlardaki azalma gösterilebilir (Şekil 5.10, Şekil 5.11). Göller bölgesinin önemli göllerinden olan Acıgöl alanı ve su seviyesinde bu süreçte azalma meydana gelmiş, tuzlu toprak alanlarında artış görülmüştür.



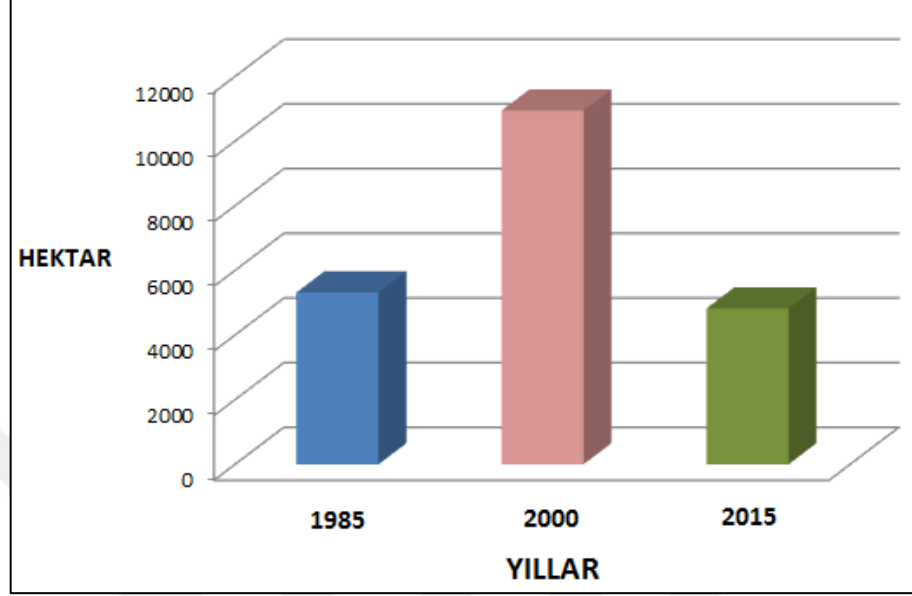
Şekil 5.10. Denizli Yıllık Alansal Yağış Miktarı, www.mgm.gov.tr

Bölge yıllık ortalama 550 mm yağış almaktadır ancak açık su yüzeylerinin yıllık buharlaşma ile kaybettikleri su miktarı yaklaşık 1000 mm.'dir (Şekil 5.11). Bu durumda 2000 li yıllarda meydana gelen su yüzey alanlarında azalmaya neden olduğu değerlendirilmektedir.



Şekil 5.11. Türkiye Yıllık Toplam Buharlaşma Standart Referans Haritası (1981_2010), www.mgm.gov.tr

Sulak ve Islak Alanlara ait sınıflandırma sonucu incelendiğinde 2000 yılında %0.5 kadar bir artış görülmektedir (Şekil 5.12). Bunun nedeni AKGÖL ve YARIŞLI Göllerinin uydu görüntüsünün çekildiğinde kurumuş olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5.12. Sulak ve Islak alanlara ait değişim

Elde edilen sonuçlara göre, Kontrollü sınıflandırma sonuçları ile ilgili olarak son 30 yıla ait arazi kullanım sınıflarına ait alan ha ve % değerleri Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.5. 1985 ve 2000 yıllarındaki arazi kullanım durumu

Birim	1985		2000		Değişim	
	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)
Yapılanmış Alanlar	7141,53	0,71	14312.29	1.43	+7170,76	+0.72
Tarımsal Alanlar	722815.72	72.06	507370.55	50.58	-215445.17	-21.48
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	245425,40	24,47	455082.89	45.37	+209657.49	+20.9
Sulak ve Islak Alanlar	5318.64	0.53	10943.77	1.09	+5625.13	+0.56
Su Yüzey Alanları	22325.58	2.23	15317.77	1.53	-7007.81	-0.7

Çizelge 5.6. 2000 ve 2015 yıllarındaki arazi kullanım durumu

Birim	2000		2015		Değişim	
	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)	Alan (ha)	(%)
Yapılanmış Alanlar	14312,29	1,43	14736,81	1,47	+424,52	+0.04
Tarımsal Alanlar	507370,55	50,58	547246,30	54,56	+39875,75	+3,98
Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar	455082,89	45,37	413610,18	41,24	-41472,71	-4,13
Sulak ve Islak Alanlar	10943,77	1,09	4825,11	0,48	-6118,66	-0.61
Su Yüzey Alanları	15317,77	1,53	22608,47	2,25	+7290,70	+0.72

Sonuçlar incelendiğinde, Yapılanmış Alanlarda %0.04 oranında 424.52 ha, Tarımsal Alanlarda %3.98 oranında 39875.75 ha artmıştır. Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlarda %4.13 oranında 41472.71 ha, Sulak ve Islak Alanlarda %0.61 oranında 6118,66 ha azalma olmuştur. Su yüzey alanlarında %0.72 oranında 7290.70 ha artış olmuştur.

Çalışma bölgesinde sulama amaçlı yapılan baraj ve göletlerin sayısının son yıllarda giderek arttığı göz önüne alındığında Tarımsal Alanlarda ve Su yüzey alanlarındaki artışı doğrulamaktadır (Çizelge 5.7). Tarımsal Alanların artması sonucu Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlarda azalış olması beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

Çizelge 5.7. Çalışma alanına giren bazı baraj ve gölet açılış tarihleri

Baraj - Gölet Adı	İşletmeye Açılış Tarihi	İli
Adıgüzel Barajı	1990	Denizli
Cindere Barajı	2010	Denizli
Gökpınar Barajı	2001	Denizli
Tavas-Yenidere Barajı	2010	Denizli
Çardak- Beylerbeyi Göleti	2006	Denizli
Tavas Göleti	2000	Denizli

Yapılanmış alanlarda ise 2000 yılından 2015 yılına %0,04 artış görülmektedir. Artışın çoğunlukla Denizli İl merkezinde gerçekleştiği yapılan Kontrollü Sınıflandırma sonucu tespit edilmiştir (Şekil 5.1, 5.2 ve 5.3). 1983 yılı sonrası uygulamaya konulan serbest ekonomi politikalarının beraberinde getirdiği kredi teşviklerinin etkisiyle ortaya çıkan hızlı sanayileşmeye dayanan nüfus artışı-göç ve beraberinde hızlı kentleşme sürecini ortaya çıkarmıştır.

5.2. Doğruluk Analizleri

Sınıflandırılan uydu görüntülerinin doğruluk analizleri bu kısımda yapılmıştır. Doğruluk analizi, her 15 yıl için sınıflandırılması tamamlanan uydu görüntüleri ile topografik harita, hava fotoğrafları ve Google Earth görüntülerinin karşılaştırılmasıyla yapılmıştır. Sınıflandırılmış görüntüler üzerinden seçilen örnek noktalardan hata matrisi elde edilerek, Kappa katsayısı elde edilmiştir. 0 ile 1 arasında değişen bu katsayı, hata matrisinin satır ve sütun toplamları ile köşegeni üzerindeki elemanlar kullanılarak hesaplanmaktadır (Jensen, 1996; Richards ve Jia, 1999). Elde edilen doğrulukların yüzdeleri ve hata matrisi kappa istatistik katsayıları aşağıda yer alan Çizelge 5.8, Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.8. 1985 yılı için elde edilen doğruluk analiz sonuçları

Sınıf İsmi	Referans Noktaların Toplamı	Sınıflandırılmış Nokta Toplamı	Doğru Sayısı	İşlem Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
ORMANLAR VE YARI DOĞAL ALANLAR	67	67	65	% 97.014	% 97.014
SU YÜZEY ALANLARI	18	18	18	% 100.00	% 100.00
TARIMSAL ALANLAR	28	35	28	% 100.00	% 80.00
SULAK VE ISLAK ALANLAR	4	4	4	% 100.00	% 100.00
YAPILAŞMIŞ ALANLAR	27	20	20	% 74.07	% 100.00
TOPLAM	144	144	135		
SINIFLANDIRMANIN TOPLAM DOĞRULUĞU			0,94%		
KAPPA İSTATİSTİK KATSAYISI			0,91%		

Çizelge 5.9. 2000 yılı için elde edilen doğruluk analiz sonuçları

Sınıf İsmi	Referans Noktaların Toplamı	Sınıflandırılmış Nokta Toplamı	Doğru Sayısı	İşlem Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
ORMANLAR VE YARI DOĞAL ALANLAR	68	69	68	% 100,00	% 98.55
SU YÜZEY ALANLARI	21	14	14	% 66.67	% 100.00
TARIMSAL ALANLAR	32	36	32	% 100.00	% 88.89
SULAK VE ISLAK ALANLAR	9	11	9	% 100.00	% 81.82
YAPILAŞMIŞ ALANLAR	21	21	21	% 100.00	% 100.00
TOPLAM	151	151	144		
SINIFLANDIRMANIN TOPLAM DOĞRULUĞU			0.95%		
KAPPA İSTATİSTİK KATSAYISI			0.93%		

Çizelge 5.10. 2015 yılı için elde edilen doğruluk analiz sonuçları

Sınıf İsmi	Referans Noktaların Toplamı	Sınıflandırılmış Nokta Toplamı	Doğru Sayısı	İşlem Doğruluğu	Kullanıcı Doğruluğu
ORMANLAR VE YARI DOĞAL ALANLAR	91	93	91	% 100,00	% 97,85
SU YÜZEY ALANLARI	17	17	17	% 100,00	% 100.00
TARIMSAL ALANLAR	54	59	51	% 94.44	% 86.44
SULAK VE ISLAK ALANLAR	23	15	15	% 65.22	% 100.00
YAPILAŞMIŞ ALANLAR	28	29	27	% 96.43	% 93.10
TOPLAM	213	213	201		
SINIFLANDIRMANIN TOPLAM DOĞRULUĞU			0.94%		
KAPPA İSTATİSTİK KATSAYISI			0.92%		

5.3. CBS İle Kentsel Gelişmenin İzlenmesi ve Mekânsal Analizler

Kent; bütüncül bir yapı olup, insanlar ve doğal çevre tarafından oluşturulan yapay çevredir. Kentin gelişimi, doğal çevrenin bileşenlerinin sağladığı imkânlar neticesinde gerçekleşir. Kentlerin kurulduğu mekânın jeomorfolojik ve iklimsel yapısı ile toprak özellikleri kentin gelişim yönü ve biçimini belirleyen temel unsurlardan bir kaçıdır. Gecekondulaşma ve imara aykırı yapılaşma, doğal çevrenin hızla tükenmesi, eksik istihdam, toplumsal tabakalaşma gibi sorunlar hızla yükselen kent hayatı ile birlikte ortaya çıkmıştır (Ertürk ve Sam, 2009:25; Es, 2010:81; Ülger, 2010:149; Şahin, 2001:284-285).

Kentler yakın çevreleri ile ekonomik, üretim, ticaret ve kültürel anlamda ilişkileri bulunan insan topluluklarının yoğunlaşma sahalarıdır. Kentleri çevreleyen alanların kullanımı kentin gelişimini ve büyümesini zaman içerisinde etkileyecektir. Kentlerde hatalı arazi kullanımından dolayı ortaya çıkan sorunlar hızla artmaya başlamıştır. İklim değişimi, tarım arazilerinin kentleşme için kullanılması beraberinde meydana gelen gıda sorunu, su kaynaklarının hatalı kullanımı kentleşmede yeniden olanlamaların yapılmasını gündeme getirmiştir. Düzensiz, karmaşık giden ve nüfus artışına bağlı olarak giderek artan bu gıdaşat, kentin hareket alanlarının belirlenmesinde, arazi kullanım kabiliyetinin artırılmasında CBS'den yararlanılmasını gerekli bir hale getirmiştir.

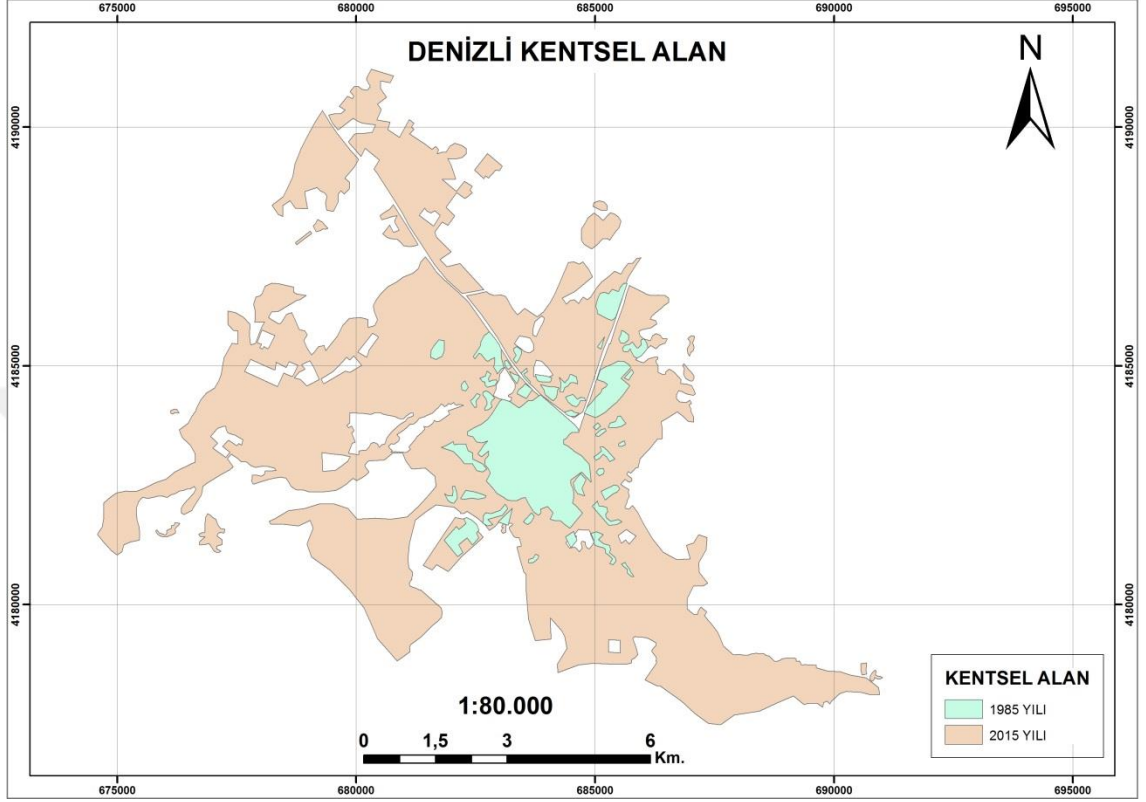
Denizli, kentsel fonksiyonlar bakımından Ege Bölgesinde İzmir'den sonra ikinci sırada gelir. 1970'li yıllarda başlayan sanayileşme faaliyeti kentsel fonksiyonların genişlemesine ve kentin alansal olarak giderek genişlemesine yol açmıştır. Sanayiden elde edilen gelirler, Denizli ekonomisindeki en büyük katma değerdir (Bilgen vd., 2007:58).

Kente artan göç ile birlikte, kentin çevresindeki hazineye ait verimli tarım alanları kaçak yapılaşmaya maruz kalmıştır. Bu süreci belediyenin bu alanlara sağladığı altyapı hizmetleri de hızlandırmıştır (Marım, 2009).

5.3.1. Kentsel gelişim analizi

Çalışma alanı içerisinde yer alan Denizli ili kent gelişim analizi, 1985 yılı ile 2015 yılları arasında kent alanının ne kadar arttığını bulmak için yapılmıştır. Bu çalışma için 1985 yılına ait Topografik Harita ve Google Earth uydu görüntüsünden

faýdalanılmıştır. Topografik harita üzerinden kent alanı sayısallaştırılarak shape dosyası yapılmıştır (Şekil 5.13). 2015 yılı için ise Google Earth uydu görüntüsü kullanılarak kent alanı sayısallaştırılıp shape dosyası yapılmıştır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Denizli kentsel gelişim alanı

Kent Gelişim Alanı analizi için 1985 yılı ve 2015 yılına ait kent alanları birleştirme (union) fonksiyonu ile birleştirildi. Birleştirme işleminden sonra 1985 yılına ait verilerek çıkarılarak kentsel gelişim alanının artış miktarı tespit edildi (Çizelge 5.11).

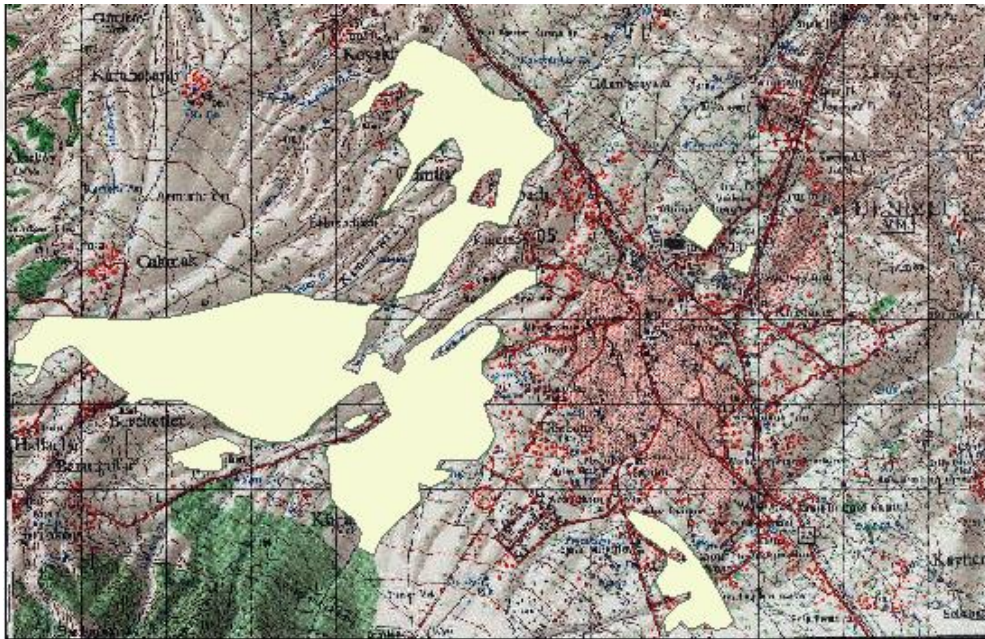
Çizelge 5.11. Denizli kentsel gelişim alanı artış miktarı

DENİZLİ	1985 (HA)	2015 (HA)	ARTIŞ (HA)
KENT ALANI	721.74	6374.18	5652.44

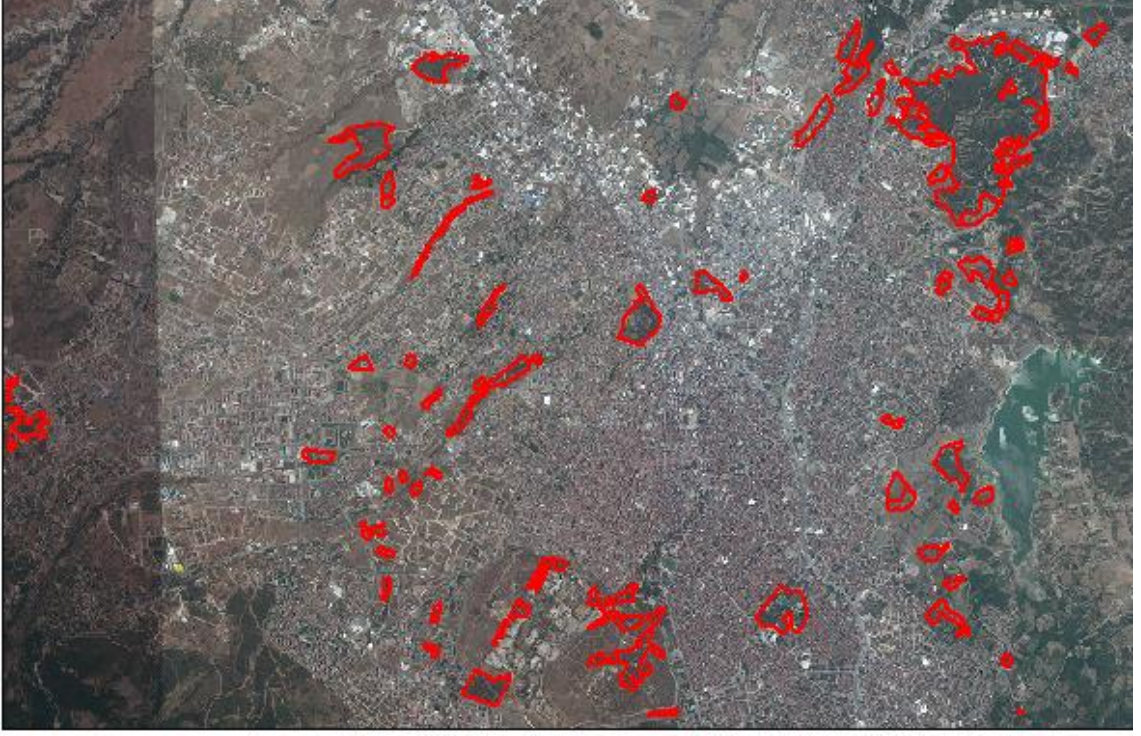
Denizli kent alanı Şekil 5.13’de de görüldüğü üzere kuzey-batı, güney-doğu istikametinde gerçekleşmiştir. Sonuç olarak 5652 ha kentsel artış miktarı tespit edilmiştir.

5.3.2. Kentsel yeşil alan analizi

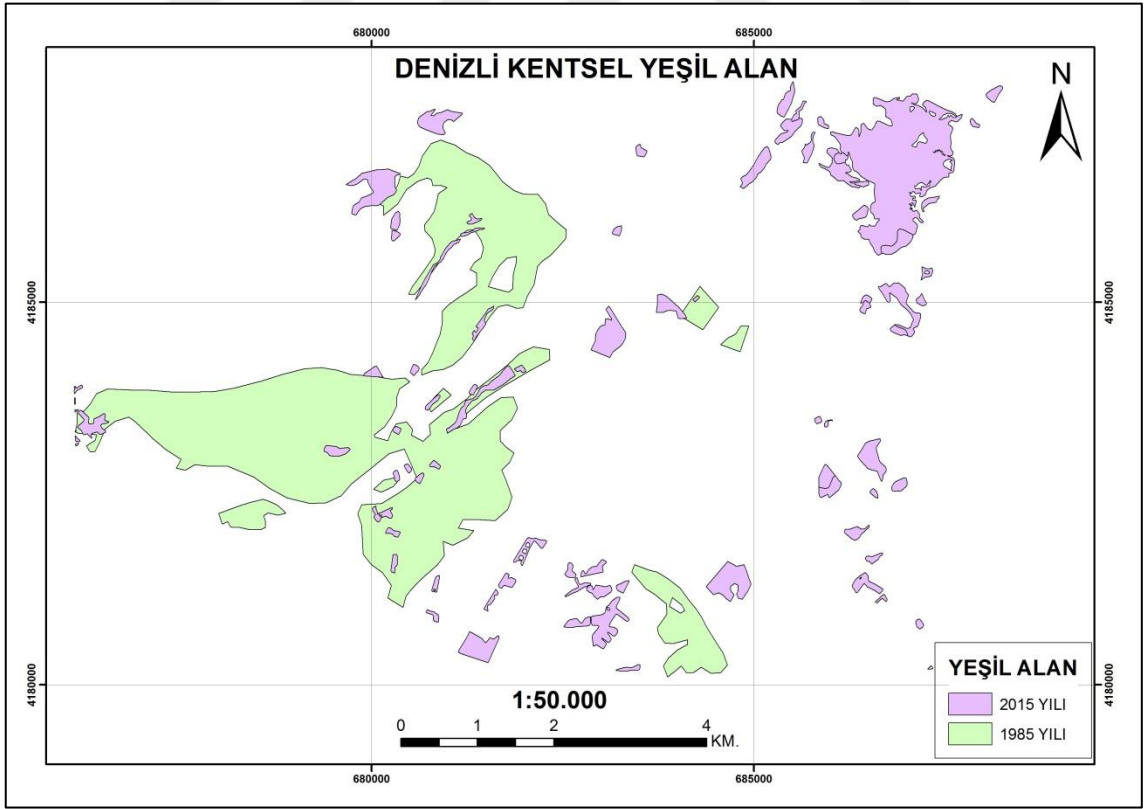
Kentsel yeşil alan analizinin amacı ise 1985 yılından 2015 yılına kadar kent merkezinde gerçekleşen yeşil alan değişim miktarını tespit etmektir. 1985 yılına ait kent merkezindeki yeşil alanlar topografik haritadan faydalanarak sayısallaştırılmıştır (Şekil 5.14). Aynı işlem 2015 yılına ait Google Earth uydu görüntüsü kullanılarak da yapılmıştır (Şekil 5.15). Sayısallaştırması yapılan bu veriler üstüste çakıştırılmıştır. (Şekil 5.16). Bu üstüste çakıştırma analizinden 1985 yılına ait yeşil alan poligonları ayrı ayrı çıkarılmıştır.



Şekil 5.14. 1985 Yılı Denizli kentsel yeşil alan



Şekil 5.15. 2015 Yılı Denizli kentsel yeşil alan



Şekil 5.16. 1985-2015 yılları arası Denizli kentsel yeşil alan karşılaştırması

Kentsel yeşil alan analizi için 1985 yılı ve 2015 yılına ait yeşil alanlar birleştirme (union) fonksiyonu ile birleştirildi. Birleştirme işleminden sonra 1985 yılına ait veriler çıkarılarak yeşil alan artış-azalış miktarı tespit edildi (Çizelge 5.12).

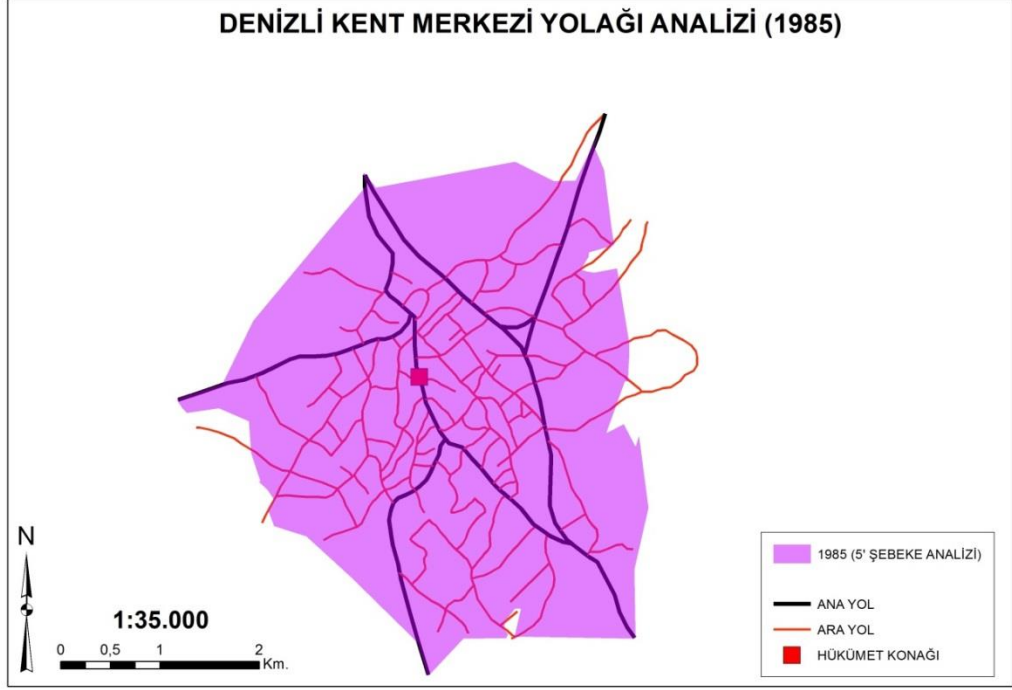
Çizelge 5.12. Denizli kentsel yeşil alan azalış miktarı

DENİZLİ	1985 (HA)	2015 (HA)	AZALIŞ (HA)
YEŞİL ALAN	1147.42	437.79	709.63

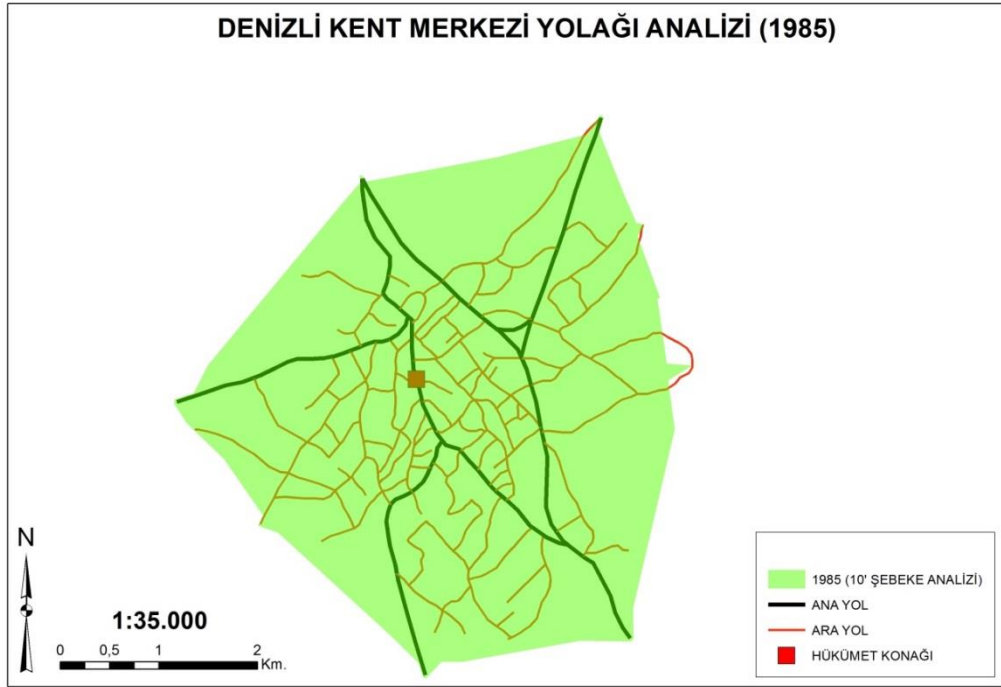
Denizli kentsel yeşil alanı Şekil 5.15’ de de görüldüğü üzere 1985 yılına ait yeşil alanlara neredeyse tamamı kentleşme sürecinden dolayı kaybolmuştur. Kentin doğusuna ve güneyine doğru yeni yeşil alanların ortaya çıktığı görülmektedir (Şekil 5.16).

5.3.3. Kentsel yol ağı analizi

Kentsel yol ağı analizinin amacı Denizli kent merkezindeki yolların 1985 ve 2015 yılları için bulunması ve bulunan değerlerin birbiri ile karşılaştırılmasının yapılmasıdır. Öncelikle her iki yıl için ana ve ara yollar ArcGIS 10.2 programı ve o yıllarda basılmış topografik harita yardımı ile sayısallaştırılmıştır. Ana yol olarak merkezden kent civarındaki il ve ilçelere giden güzergâhlar, ara yol için ise kent merkezinde kalan yollar seçilmiştir. Network analizinin uygulanabilmesi için her bir yol parçası için hız belirlenerek yol katmanının öznitelik tablosuna giriş yapılmıştır. 1985 yılı için ana yolda 50 km/st., ara yolda ise 30 km/st., 2015 yılı için ana yolda 60 km/st., ara yolda ise 30 km/st. hız belirlenmiştir. Yine analiz için gerekli kent merkezinde Hükümet Konağı başlangıç noktası olarak belirlenmiştir. Son olarak 5 dakika ve 10 dakikalık hız kabulleri ile kent merkezinden ulaşılabilecek alanlar tespit edilmiştir.



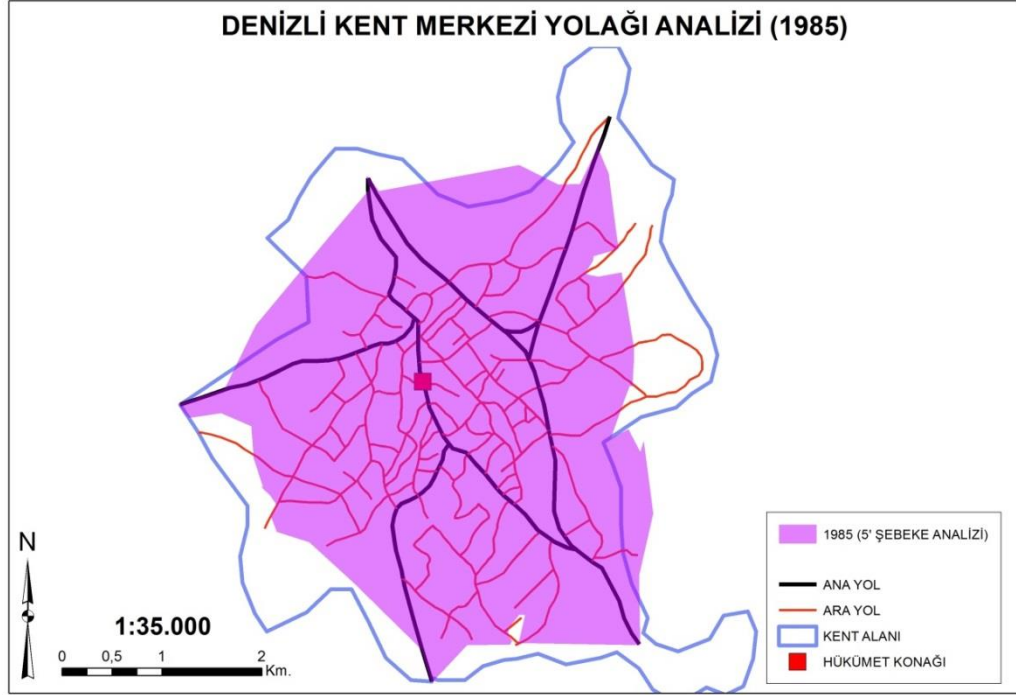
Şekil 5.17. 1985 yılı için 5 dakikalık servis alanı analizi



Şekil 5.18. 1985 yılı için 10 dakikalık servis alanı analizi

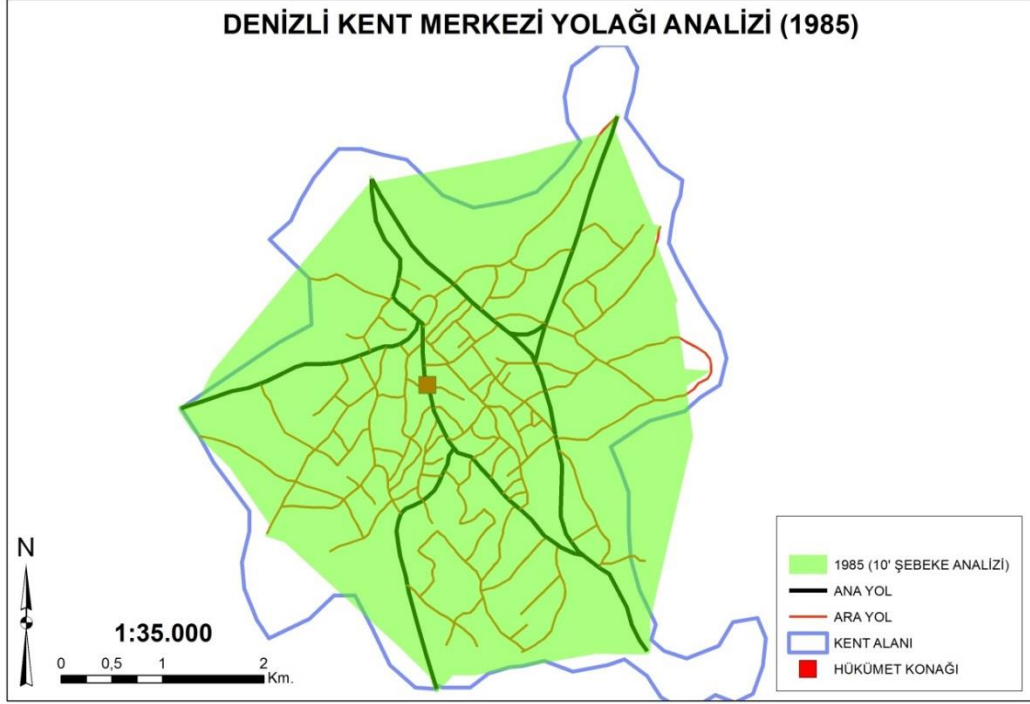
1985 yılı için başlangıç noktası olarak Şekil 5.17’de de görüldüğü üzere Hükümet Konağı seçilmiştir. Bu noktadan itibaren 5 dakikalık ve 10 dakikalık servis alanın analizi Şekil 5.17 ve Şekil 5.18’de görülmektedir.

1985 yılına ait kentsel alan ile 5 dakika ve 10 dakikalık servis alanları Şekil 5.19 ve Şekil 5.20’de karşılaştırılarak alanların birbirlerine olan oranları tespit edilmiştir. Aynı işlem 2015 yılı için de uygulanmıştır.



Şekil 5.19. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (1985)

5 dakikalık ulaşılabilirlik: Toplam Alanın (2052 ha) %77 (1583 ha) si

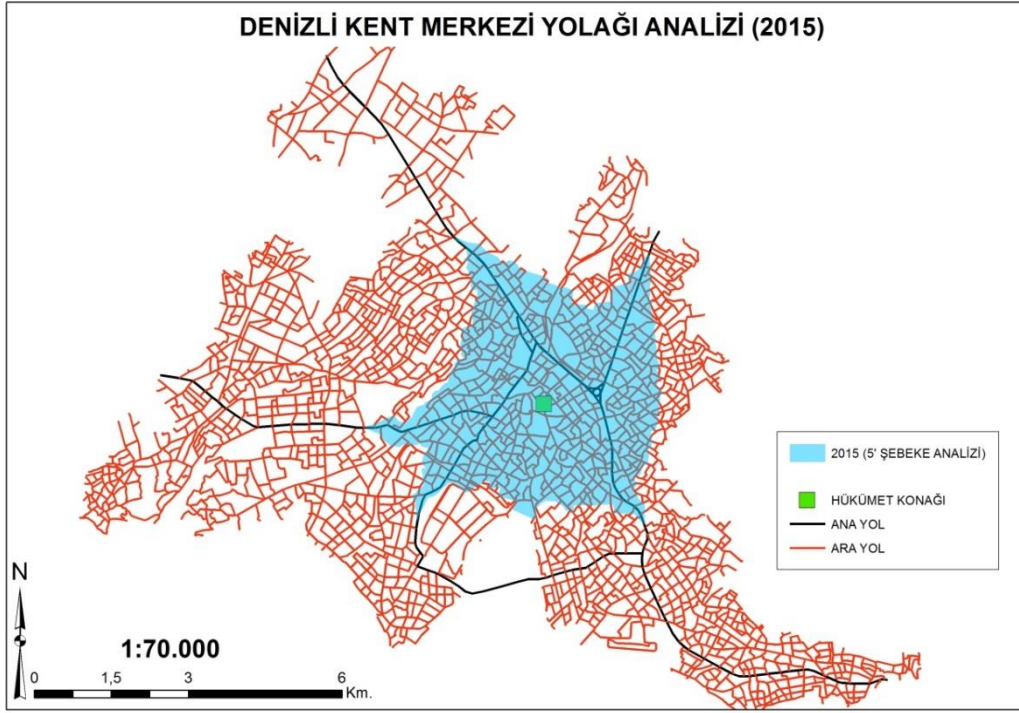


Şekil 5.20. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (1985)

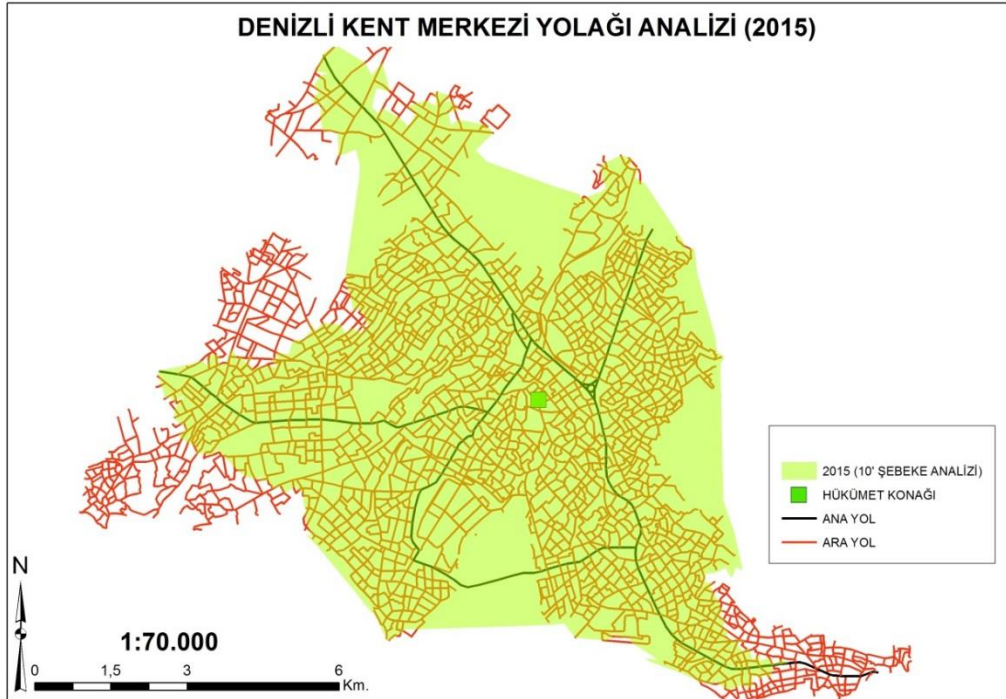
10 dakikalık ulaşılabilirlik: Toplam Alanın (2052 ha) %92 (1888 ha)' si

1985 yılında kent merkezindeki 5 dakikalık ulaşılabilirlik alan yüzdesi %77 iken, 10 dakikalık ulaşılabilirlik alan yüzdesi %99'dur.

Aynı işlemler 2015 yılı için de yapılmış ve aynı nokta seçilmiştir.



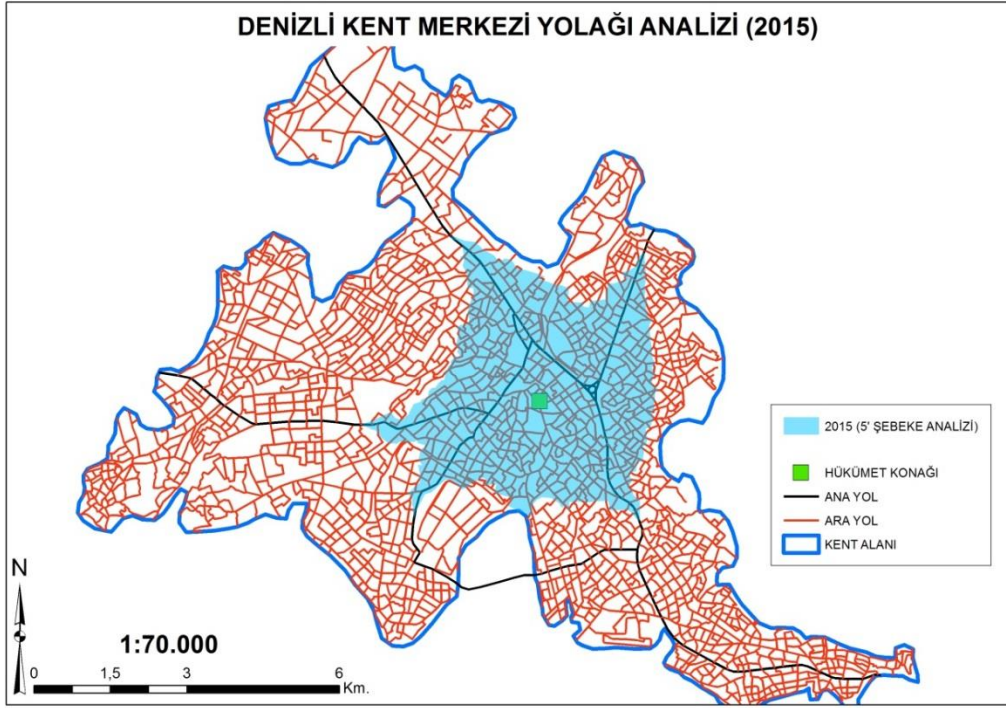
Şekil 5.21. 2015 yılı için 5 dakikalık servis alanı analizi



Şekil 5.22. 2015 yılı için 10 dakikalık servis alanı analizi

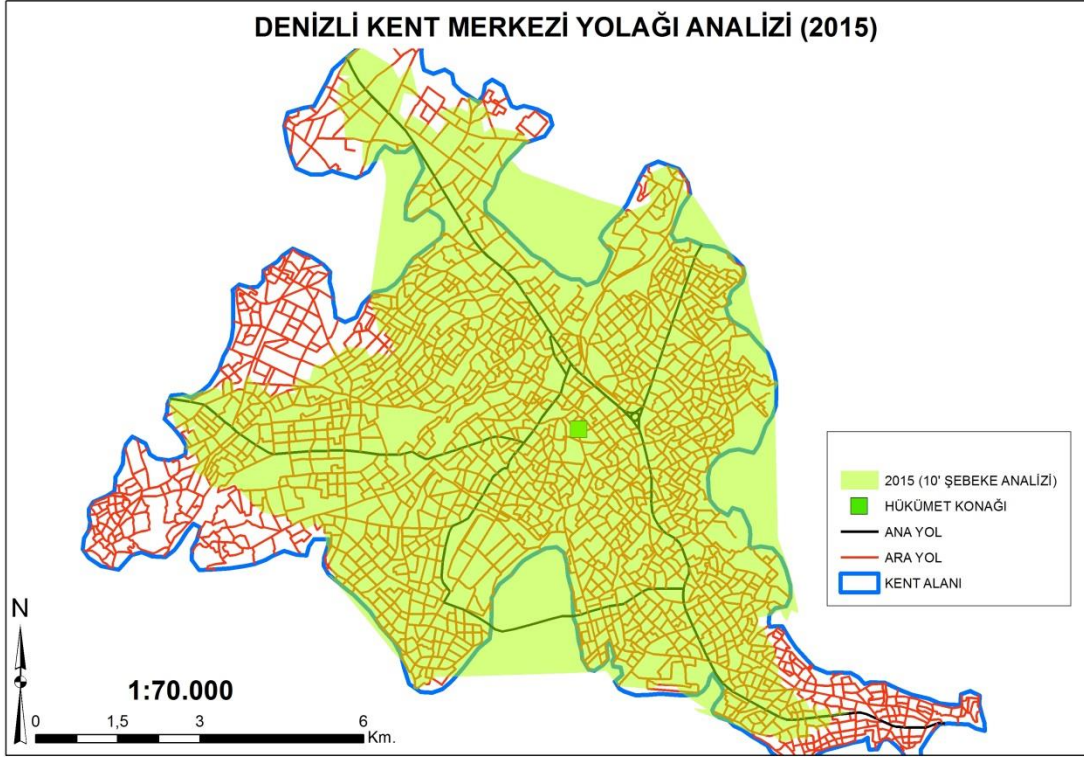
2015 yılı için başlangıç noktası olarak Şekil 5.21’de de görüldüğü üzere Hükümet Konağı seçilmiştir. Bu noktadan itibaren 5 dakikalık ve 10 dakikalık servis alanın analizi Şekil 5.21 ve Şekil 5.22’de görülmektedir.

2015 yılına ait kentsel alan ile 5 dakika ve 10 dakikalık servis alanları Şekil 5.23 ve Şekil 5.24’te karşılaştırılarak alanların birbirlerine olan oranları tespit edilmiştir.



Şekil 5.23. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (2015)

5 dakikalık ulaşılabilirlik: Toplam Alanın (8725 ha) %21 (1846 ha) i



Şekil 5.24. Kent alanı ve servis alanı karşılaştırması (2015)

10 dakikalık ulaşılabilirlik: Toplam Alanın (8725 ha) %92 (7997 ha)' si.

Yapılan analizler sonucunda 1985 yılından 2015 yılına kadar 5 dakikalık ulaşılabilen alan yüzdesi, %77' den %21'e düşmüştür. 10 dakikalık ulaşılabilen alan yüzdesi ise %92'de sabitlenmiştir. Sonuç olarak yol ağı kentleşme ile paralel olacak şekilde gelişmiş ancak merkeze yaklaştıkça yol ağı bu paralelliğe pek uyum sağlayamamıştır.

5.3.4. Değerlendirme

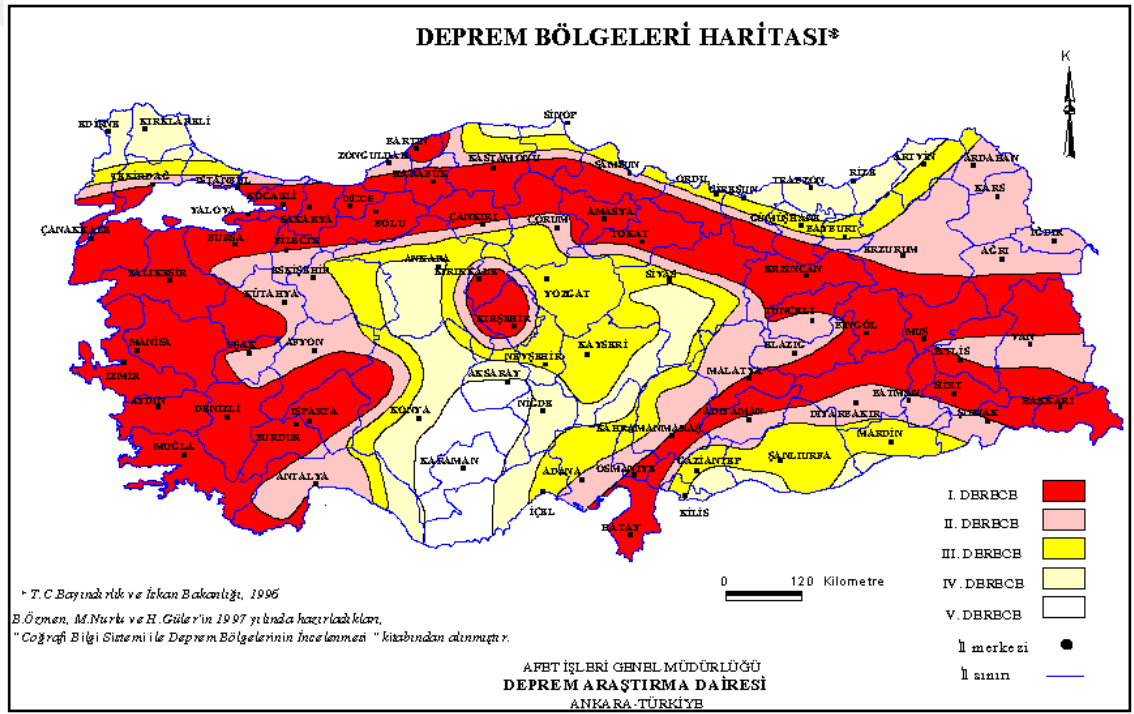
Devlet İstatistik Enstitüsü verilerine göre Denizli nüfusu 1985 yılından 2015 yılına %399 oranında artmıştır. Meydana gelen hızlı nüfus artış sonucuna bağlı olarak kentsel alan 1985 yılından 2015 yılına kadar 5652,44 ha'lık bir artış tespit edilmiştir.

Denizli kentsel yeşil alanı, 1985 yılından 2015 yılına kadar 709 ha azalma göstermiştir. Bunun nedeni olarak kontrolsüz kentleşme gösterilebilir.

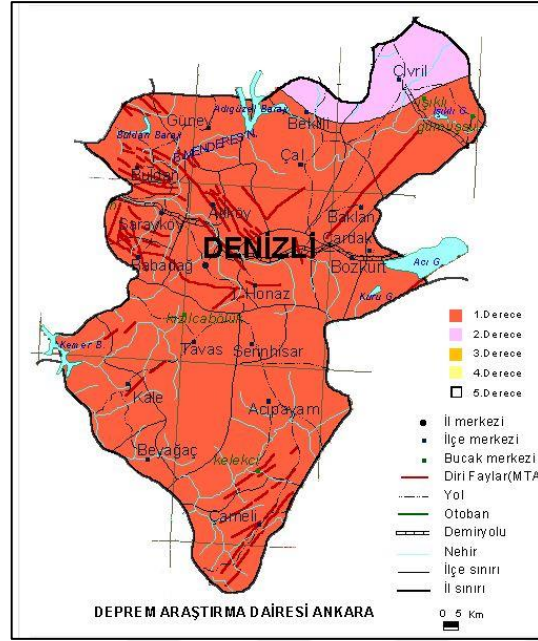
Kentsel alan içinde kalan yol ağı analizlerinde 1985 ve 2015 yılları için Hükümet Konağı başlangıç noktası kabul edilerek 5 ve 10 dakikalık ulaşılabilen

alanların yüzdesi tespit edilmiştir. 1985 yılından 2015 yılına 5 dakikalık ulaşılabilen alan yüzdesi, %77' den %21'e düşmüştür. 10 dakikalık ulaşılabilen alanların yüzdesinde ise 1985 yılından 2015 yılına alan yüzdesi, %92 olarak tespit edilmiştir. Kent içinde 10 dakikalık ulaşılabilir yerlerin kentleşmeye paralel olarak geliştiği ancak merkeze doğru 5 dakikalık ulaşılabilir yolların bu gelişime pek uymadıkları tespit edilmiştir.

Denizli yerleşim alanı "Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından hazırlanmış ve Bakanlar Kurulunun 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı karar ile yürürlüğe girmiş olan Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası'nda" 1. Derece Deprem Bölgesi"nde yer almaktadır (Şekil 5.25 ve Şekil 5.26).



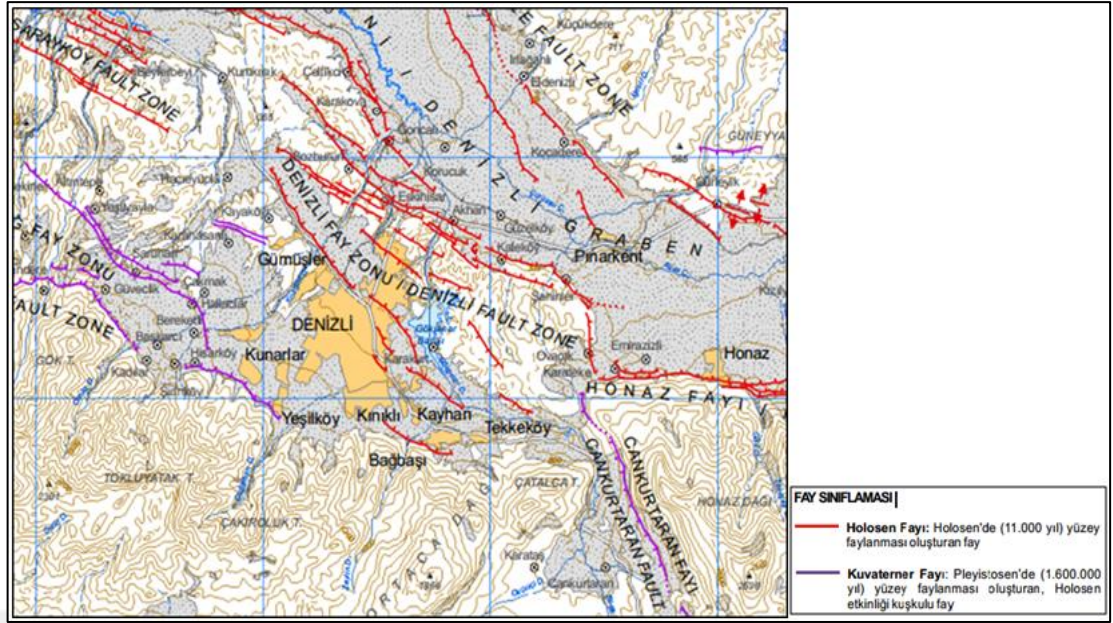
Şekil 5.25. Türkiye deprem bölgeleri haritası



Şekil 5.26. Denizli ve civarı deprem bölgeleri haritası (Deprem Araştırma Dairesi 1996)

Denizli yerleşim alanı bu bölgede oluşan depremler nedeniyle en az üç kez yer değiştirmiştir (Özpınar, 2004:11). Kentin gelişmesine engel olabilecek eşiklerin üst sınırları; %25 ve üzeri eğimli alanlar, sulama yapılan tarım alanları, orman alanları, nehirlerin oluşturduğu derin vadiler, Pamukkale-Hierapolis ören alanı, askeri alan ve Pamukkale Üniversitesi sahası, Devlet karayolu ve otoyolu, jeolojik yönden sakıncalı alanlar (fay hatları vb.) olarak sıralanmaktadır (Ertenoğlu, 2000:37). Ulaşım olanaklarının düzenlenmesi ile batıda yer almış kırsal alanlar, gelişerek, Denizli merkez yerleşimi ile direkt ilişki içine girmişlerdir (ÇDR, 2007: 230).

Kentsel alan gelişmesi fay hatlarının kuzeydoğu ve güneybatısında kalacak şekilde büyümeye devam etmiştir (Şekil 5.27).



Şekil.5.27. Denizli ve çevresine ait diri fay haritası (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Denizli kenti İzmir Ankara asfaltı üzeri var olan gelişim eğilimine uygun olarak ve Pamukkale tarihi sit alanına dek ve Kayaköy'den başlayarak Yeşilköy yerleşimine kadar eğimin uygun olduğu ve orman dokusunun olmadığı alanlarda gelişecektir. Kentin batısında kalan kırsal alanlar ulaşım olanaklarının geliştirilmesi ile kent alanı ile doğrudan ilişki içine girmiştir. Bu alanlar topoğrafya, zemin durumu, ulaşılabilirliği, arazi değerleri ve tarımsal potansiyeli yönünden gelişme için uygun alanlardır (Elbi,2007).

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Yerleşim alanı ve çevresinin gelişimi birçok faktöre bağlıdır. İnsan bu faktörlerden en önemlisidir diyebiliriz. İnsanın ekonomik hayatı, sosyal yaşantısı, ulaşımı vb. gibi yan etkenlerde bir ilin gelişmesinde önemli bir paya sahiptir. Bunların yanısıra iklim de önemli bir yan etkidir.

Arazi örtüsü/arazi kullanımının belirlenmesinde, meydana gelen değişimlerin analizinde uydu görüntülerinden yararlanılmaktadır. Bu çalışmada Landsat uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Denizli ve çevresinin bir kısmını kapsayan çalışma alanı 1985 yılından 2015 yılına kadar ki arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimi çok spektrumlu uydu görüntüleri ile izlenerek analizler yapılmıştır.

Arazi kullanım ve değişimlerinin tespit için Kontrollü sınıflandırma yöntemi seçilmiştir. 1985 yılı için %94, 2000 yılı için %95 ve 2015 yılı için %94 doğruluk oranı tespit edilmiştir. CORINE sınıflandırma sistemi kullanılarak arazi örtüsü beş sınıf olarak sınıflandırılmıştır. Bunlar Yapılanmış Alanlar, Tarımsal Alanlar, Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar, Sulak ve Islak Alanlar ve Su Yüzey Alanları'dır. Çalışma alanı toplamda 1003026 ha'lık alanı kapsamaktadır.

Buna göre, 1985 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte en yaygın arazi örtüsü Tarımsal alanlardır. Tarımsal alanları Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar takip etmektedir. Ormanlar ve Yarı Doğal Alanlar 2000 yılına gelindiğinde bir miktar arttığı görülmektedir. 30 yıllık süreçte %17 arttığı görülmüştür. Denizli ve çevresinde yapılan ağaçlandırma çalışmalarının etkili olduğu değerlendirilmektedir. Örneğin Denizli ve ilçelerinde 1986 yılından 2011 yılı sonuna kadar toplam 8477 ha özel orman sahası oluşturulmuştur. Ağaçlandırma seferberliği kapsamında Denizli'de 2011 yılı sonuna kadar 47.219 ha'da çalışma yapılmış ve 17.633.056 adet fidan dikilmiştir (Denizli Çevre Raporu, 2011).

1985 yılından 2015 yılına kadar olan süreçte Yapılanmış Alanlarda %0.8 oranında olduğu ve artışın çoğunlukla Denizli kent merkezli olduğu görülmektedir. Bu tür bir kentsel gelişimin nedeninin ise 1985'den bu yana süregelen kırdan kente göçün etkili olduğu değerlendirilmektedir. Hızlı sanayi gelişimi ile beraber artan iş imkânı Denizli ilini göç alan bir il konumuna getirmiştir.

Su Yüzey Alanları, 1985 ve 2000 yılları arasında %0.7 oranında düşüş tespit edilmiştir. Bu düşüşün nedenin ise AKGÖL ve YARIŞLI Göllerinin uydu görüntüsünün çekildiğinde kurumuş olmasından kaynaklanmaktadır. 2015 yılına gelindiğinde su kütlelerinin alan yüzdesi %2.25'e ulaşmıştır. 2009 yılından itibaren yağışların miktarındaki artış ve Akgöl, Yarışlı göllerinin suyla dolması neticesinde Su Yüzey Alanları 2000 yılına göre artış göstermiştir.

Sulak ve Islak Alanlara bakılacak olursa, genel eğilimim 1985 yılından 2015 yılına doğru %0.05 oranında azalış olduğu ancak 2000 yılında %0.56 oranında artış olduğu görülmektedir. Bunun nedeninin su kütlelerinde de belirtildiği üzere AKGÖL ve YARIŞLI Göllerinin uydu görüntüsünün çekildiğinde kurumuş olmasından kaynaklanmaktadır. Artan sıcaklık değerleri ve buna bağlı olarak buharlaşmanın artması, buharlaşma oranının yıllık yağış oranından fazla olması nedeniyle su kütlelerindeki azalma artarak suyun çekildiği yerlerde sulak ve ıslak alanlar ortaya çıkmakta ve bu da artışı desteklemektedir.

6.2. Öneriler

Göller bölgesinde bulunan ve çalışma alanına giren Acıgöl ile ilgili veriler analiz edildiğinde, Acıgöl 1985 yılından 2015 yılına kadar son 30 yıllık süreçte 129 km² den 42 km² ye düşmüş ve önümüzdeki yıllarda da bu azalma eğiliminin gerekli tedbirler alınmadığı takdirde devam edeceği öngörülmektedir. Acıgöl'ün temiz ve doğal sodyum potansiyeline sahip ülkemizin tek kapalı havzası olduğu göz önüne alındığında göl suyundaki seviye düşüşünün engellenmesi veya durdurulması maksadıyla gerekli tedbirlerin bir an evvel alınması gerekmektedir.

Ayrıca göller etrafındaki sanayileşme ve beraberinde getirdiği nüfus artışı göl kaynaklarında aşırı kullanıma sebebiyet vermekle beraber çalışma alanındaki havzaların dışarıya akıntısının olmaması nedeniyle su kütlelerinde azalışa, ıslak ve sulak alanlarda artışa neden olacaktır.

Son 30 yıllık zaman süresinde, Denizli kent merkezi ve çevresindeki hızlı yapılaşma dikkate alındığında tarıma elverişli alanların kentsel yerleşmeye açılmasından sakınılması gerekmektedir. Hızlı kentleşme süreci ile ortaya çıkan kaçak yapılaşmaya ve gecekonduların imkân tanınmamalıdır. Özellikle Acıgöl civarında sulu tarımdan ziyade kuru tarım teşvik edilmelidir. Sulu tarım yapılan bölgelerde yağmurlama yöntemi teşvik edilmelidir. Denizli ve Acıgöl Havzasında hâlihazırda

kullanılan baraj ve göletlere ilave yapılmaması hususu göl su seviyelerindeki düşüşün önüne geçilmesi konusunda önemle dikkate alınmalıdır.



KAYNAKLAR

- Abuelgasim, A.A., Ross, W., Gopal, S. and Woodcock, C. 1999, Change detection using adaptive fuzzy neural networks: Environmental damage assessment after the Gulf War, *Remote Sensing and Environment*, 70 (2), 208-223.
- Alparslan, E., Dönertaş, A.S. ve Yüce, H., 2004, Bolu ili kent dokusunun uydu görüntülerinden analizi, URSI-Türkiye Bilimsel Kongresi Ulusal Genel Kurul Toplantısı, Ankara.
- Altınbaş, Ü., Kurucu, Y., Bolca, M., 2001, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Ebiltem Uydu Laboratuvarı, Ebiltem Yayınları, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova-İzmir, 333 s.
- Anlar, H.C., 2013, Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla orman ekosistemlerinin konumsal ve zamansal değişiminin incelenmesi: Devrez planlama birimi örneği, Yüksek Lisans Tezi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı.
- Anonim, 2002, Harran Ova'sındaki arazi örtüsü değişikliklerinin uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi pilot projesi, Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- Anonim, Genç Haritacının Günlüğü Ders Notları, http://www.gencharitaci.net/indir/Ders_Notlari/UzaktanAlgilama/ua_temel_kavramlar.rar, [Ziyaret Tarihi: 18 Mayıs 2016].
- Arcak, S. and Altındağ, A., 2000, Water Quality and Ecological Properties of Burdur Lake, I. International Symposium on Desertification, Konya.
- Aronoff, S., 1989, Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL, Ottawa.
- Aspinall, R.J., 2006, Editorial Journal of Land Use Science, 1 (1), 1-4, doi:10.1080/17474230600743987.
- Aspinall, R.J. and Hill, M.J., 2008, Land Use Change: Science, Policy And Management, Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Ataol, M., 2010, Burdur Gölü'nde Seviye Değişimleri, Coğrafi Bilimler Dergisi, CBD 8 (1), 77-92.
- Ayhan, E., 2003, KTÜ Uzaktan Algılama Ders Notları (yayınlanmamış), KTÜ, Lisans Programı, Trabzon.
- Ayhan, E., Karşlı, F., ve Tunç E., 2003, Uzaktan algılanmış görüntülerde sınıflandırma ve analiz, Harita Mühendisleri Odası Harita Dergisi, 25 (1), 24-25.

- Bahadır, M., 2007, Yalova ili arazi kullanımının uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Bahadır, M. ve Özdemir, M.A., 2010, Uzaktan Algılama İle Acıgöl Havzası'nda Arazi Kullanımının Zamansal Değişim Analizi (1975-2005), Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, Vol.3, No:12, 336-350.
- Batuk, G., Külür, S., Sarbanoğlu, H. ve Toz, G., 1996, Veriden Bilgiye Coğrafi Bilgi Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu.
- Batur, E. ve Maktav, D., 2012, Uzaktan algılama ve CBS entegrasyonu ile taşkın alanların belirlenmesi: Meriç nehri örneği, Havacılık ve Uzak Teknolojileri Dergisi, 5 (3), 47-54.
- Baysal, D., 2006. Eskişehir kentsel yerleşim alanının farklı yıllara ait fiziksel değişiminin uzaktan algılama yöntemi ile değerlendirilmesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, 5-90.
- Bektaş, F., 2003, Uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi entegrasyonu Gökçeada ve Bozcaada örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Bektaş, F. ve Göksel, Ç., 2005, Remote sensing and GIS integration for land cover analysis, a case study: Bozcaada Island, Water Science and Technology, 51 (11), 239-244.
- Bektaş Balçık, F. ve Göksel, Ç., 2009, Spot 5 ve farklı görüntü birleştirme algoritmaları, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs, Ankara.
- Bektaş Balçık, F., Bozkaya, A.G., Göksel, Ç., Doğru, A.Ö., Uluğtekin, N.N. ve Sözen, S., 2011c, İğneada Arazi Örtüsü ve Kullanımı Değişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi, HKM Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi, 106 (3), 70-74.
- Berberoğlu, S., Alphan, H. ve Yılmaz, K.T., 2003, A remote sensing approach for detecting agricultural encroachment on the Eastern Mediterranean coastal dunes of Turkey, Turkish Journal of Agricultural Forestry, 27 135-144.
- Beyhan, M., Şahin, Ş., Keskin, M.E., ve Harman, B.İ., 2007, Burdur Gölü Uzun Periyotlu Seviye Değişiminin Su Kalitesi ve Ağır Metaller Üzerindeki Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11-2 (2007), 173-179.
- Bilgen, N. vd., 2007, Denizli'de Kentsel Görevler ve Kentsel Fonksiyon Alanları, KEAS II, Denizli, s. 50-62, 2007.

- Buiten, J.H. and Clevers, G.P.W.J., 2000, Land observatory by remote sensing: Theory and applications, Gordon and Breach Science Publishers.
- Burrough, P.A., 1986, Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment, New York: Clarendon Press.
- Campbell, J.B., 1996, Introduction to Remote Sensing. (2nd. Edition), New York: The Guilford Press.
- Campbell, J.B. and Wynne, R.H., 2011, Introduction to Remote Sensing, (5th. Edition), New York: The Guilford Press.
- Carmona, A. and Nahuelhual, L., 2012, Combining land transitions and trajectories assessing forest cover change, Applied Geography, 32 (2012) 914915, doi:10.1016/j.apgeog.2011.09.006.
- Ceylan, M., 2012, Uzaktan algılama ve cbs ile kıyı çizgisi değişiminin belirlenmesi: İzmit körfezi örneği, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İzmit.
- Chander, G. ve Markham B. (2003), Revised Landsat-5 TM radiometric calibrations procedures and postcalibration dynamic ranges, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing. 41 (11), 2674-2677.
- Chander, G., Markham B. and Barsi, J.A. 2007, Revised Landsat-5 Thematic Mapper radiometric calibration, Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 44 490-494.
- Chander, G., Markham B. and Helder, D. L. 2009, Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors, Remote Sensing of Environments, 113 (7), 893-903.
- Chang-qing, K., Xiao-mei, L. and Shen, C. 2005, Urban land use change of Guangzhou, South China, using multiple temporal satellite images, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS.25, 29 Temmuz 2015, doi:10.1109/IGARSS.2005.1525443.
- Chavez, JR.P.S., 1989, Radiometric calibration of Landsat Thematic Mapper multispectral images, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 55 (9), 1285-1294.
- Chavez, P.S. and MacKinnon, D.J., 1994, Automatic change detection of vegetation changes in the southwestern United States using remotely sensed images, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 60 (5), 571-583.
- Chavez, JR.P.S, 1998, An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data, Remote Sensing of Environment, 24 (3), 459-479.

- Congalton R.G. and Green K., 1993, A practical look at the sources of confusion in error matrix generation, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 59 (5), 641-644.
- Coppin, P.R. and Bauer, M.E, 1996, Change detection in forest ecosystems with remote sensing digital imagery, *Remote Sensing Reviews*, 13 (3-4), 207-234.
- Çelik, M., Saygın, Ö., Süer, A., Kınacı, O., Günay, E., Çaçtaş, E. ve Dal, F., 2004, Şehir planlamada coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama çalışmaları, Türkiye 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri Bildirisi, Fatih Üniversitesi, 6-9 Ekim 2004, İstanbul.
- Çetin, M., 2001, Açık Maden İşletmelerinde Maden Yatakları Üzerindeki Değişmelerin Multi-Temporal Landsat TM Görüntüleri Kullanılarak İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 185.
- Çölkesen, 2009, Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Deer, J.P. 1995, Digital change detection techniques: Civilian and military applications, information technology division, Defence Science and Technology Organization, Australia.
- Dengiz O. ve Demirağ Turan İ., 2014, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü / Arazi Kullanımı Zamansal Değişimin Belirlenmesi: Samsun Merkez Gölçesi Örneği (1984-2011), Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, (2014) 1:78-90.
- Dewan and Yamaguchi, 2009, Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization, *Applied Geography* 29, 390–401, doi:10.1016/j.apgeog.2008.12.005.
- Dimiyati, M., Mizuno, K. Kobayashi, S. and Kitamura, T. 1996, An analysis of land use/cover change using the combination of MSS Landsat and land use map a case study in Yogyakarta, Indonesia, *International Journal of Remote Sensing*, 17 (5), 931-944.
- Dinç, U., 1988, Toprak Etüd ve Haritalama Ders Notları, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı No: 26, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası, Adana, 151.
- Ehlers, M., Jadcowski, M.A., Howard, R.R. and Brostuen, D.E., 1990, Application of SPOT data for regional growth analysis and local planning, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56 (2), 175-180.

- Ekercin, S., 2007, Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri entegrasyonu ile Tuz Gölü ve yakın çevresinin zamana bağlı değişim analizi, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ekercin S., 2010, Uzaktan Algılamaya Giriş Lisans Ders Notu (Yayımlanmamış), Aksaray Üniversitesi Harita Mühendisliği Bölümü.
- Ekinci D., ve Pektezel Ö., 2012, Uzaktan Algılama Teknolojileri İle Bolu İlinde Arazi Kullanımındaki Değişimin Tespiti, İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi, Sayı 24, Sayfa 18-37 İstanbul, 2012.
- Ekstrand, S., 1994, Assessment of forest damage with Landsat TM: Correction for varying forest stand characteristics, Remote Sensing Environment, 47 (3), 291-302.
- Elbi, N., 2007, Denizli’de 1987–2007 Döneminde İmar Planları ve Uygulamaları: A Grubu Bir Şehir Plancının Deneyimleri ve Gözlemleri, Anadolu Üniversiteleri, Kamu Yönetimi Sempozyumu (KAYSEM) –III“de Sunulan Bildiri, 15-16-17 Kasım, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2007.
- ERDAS Field Guide, 1997, *ERDAS Inc.*, , Atlanta, Georgia, USA.
- Erdas Field Guide, 2002, Erdas Imagine 8.6 Kullanıcı Kitabı, http://www.erdas.com/Libraries/Tech_Docs/ERDAS_Field_Guide.sflb.ash [Ziyaret Tarihi: 15 Haziran 2016].
- Erdas, 2008, Erdas Imagine 9.2 Field Guide.
- Erdoğan, M. ve Akdeniz, H., 1999, Uzaktan algılama amaçlı uydu sistemlerindeki son gelişmeler, Harita Genel Komutanlığı, Harita Dergisi, Sayı: 132, Ankara.
- Ertürk, Hasan ve Sam Neslihan 2009, Kent Ekonomisi, Ekin Yayınevi, Bursa.
- Es, Muharrem 2010, 21. Yüzyıl Kentlerinde Göçlere Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Mekânsal ve Sosyal Ayrışma Olgusu, Edt: Elif Karakurt Tosun, Mekân, Kültür ve Yönetim Perspektifinde 21. Yüzyıl Kentleri, Ekin Yayınevi, Bursa.
- Eryiğit Urfalı, N., 2006. Bakırçay Deltası ve Çevresinin Doğal ve Kültürel Kaynak Potansiyelinin Uydu Verileri ile Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 121.
- Franklin, J., Woodcock, C.E. and Warbington, R., 2000, Digital vegetation maps of forest lands in California, Integrating Satellite Imagery, Gis Modelling and Field Datain Support Of Resource Manegement, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 66, 1209-1217.
- Foody, G.M., 2002, Status of Land Cover Classification Accuracy Assesment, Remote Sensing Environment, 80 (1), 185-201.

- Fung, T. and Ledrew, E.F. 1987, Application of Principal Component Analysis for multitemporal change detection, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53 (12), 1649-1658.
- Gasiewski, A.J., 1993, Calibration and applications of polarization–correlating radiometers, *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 41 (5), 767-773.
- Gençer, M., Başığit, L. ve Akgül M., 2015, Eğirdir Gölü Koruma Zonları CORINE Arazi Kullanım Sınıflaması, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2015)26-38.
- Gibson, P.J., 2000, *Introductory remote sensing: Principles and concepts*, Routledge publishers, London.
- Goslee, S.C., 2011, Analyzing remote sensing data in R: the Landsat package, *Journal of Statistical Software*, 43 (4), 1-25.
- Göksel, Ç., 1996, Elmalı ve Alibey su havzalarının uydu görüntü verileriyle izlenmesi ve bilgi sistemi oluşturma olanakları, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü, İstanbul.
- Green, K., Kempka, D. and Lackey, L., 1994, Using remote sensing to detect and monitor land-cover and land-use change, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60 (3), 331-337.
- Güler M., Yomralıoğlu T. ve Reis S., 2007, Using landsat data to determine land use/land cover changes in Samsun, Turkey, *Environ Monit Assess*, 127:155–167
- Gülersoy A.E., 2013, Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010), *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 8/8 Summer 2013, p. 1915-1934, ANKARA-TURKEY.
- Harris, P.M. and Ventura, S.J., 1995, The integration of geographic data with remotely sensed imagery to improve classification in an urban area, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61 (8), 993-998.
- Helmer, E. H. and Rufenacht, B., 2005, Cloud-free satellite image mosaic with regression trees and histogram matching, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 71 (9), 1079-1089.
- Huguenin, R.L., Karaska, M.A., Blaricom, D. V. and Jensen, J. R., 1997, Subpixel classification of bald cypress and tupelo gum trees in Thematic Mapper imagery, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63 (6), 717-725.

- Janssen, M. A. 1994, Atmospheric remote sensing by microwave radiometry, *International Journal of Climatology*, 14 (9), 1062-1063, doi: 10.1002/joc.3370140912.
- Janssen, L.V. and Vander Wel, F.J.M., 1994, Accuracy assessment of satellite derived land cover data: A review, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 60 (4), 419-425.
- Jensen, J.R., Ramsat, E. W., Mackey, H. E., Christensen, E. J. and Sharitz, R. P., 1987, Inland wetland change detection using aircraft MSS data, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 53 (5), 521-529.
- Jensen, J.R., 1996, *Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective*, (2nd Ed.), Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Kansu, O., 2006, Uzaktan algılamada görüntü sınıflandırma yöntemleri analizi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kara ve Karatepe, 2012, Uzaktan Algılama Teknolojileri ile Beykoz İlçesi (1986-2011) Arazi Kullanımı Değişim Analizi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 25, Temmuz - 2012, S. 378-389 İstanbul – ISSN:1303-2429.
- Karnieli A. and Rozenstein O., 2011, Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs, *Applied Geography*, Elsevier Publishing 31 (2011), 533-544.
- Kavzoglu, T. and Mather, P.M., 2003, The use of back propagating artificial neural networks in land cover classification, *International Journal of Remote Sensing*, 24 4907-4938.
- Kavzoğlu, T., 2008, Uzaktan algılama ve uygulamaları ders notları (yayınlanmamış), G.Y.T.E , Yüksek Lisans Programı, Gebze.
- Kavzoglu, T. and Reis, S., 2008, Performance analysis of maximum likelihood and artificial neural network classifiers for training sets with mixed pixels, *GIScience & Remote Sensing*, 45 330-342.
- Kılıç A., 2006, Uydu görüntüleri ile arazi kullanımı ve değişikliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kuşçu C., 2005, Antalya-Aksu Tarım Alanlarında Expert Sınıflandırma Yöntemi ile Arazi Kullanımının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lambin, E.F. and Strahler, A.H. 1994, Change-vector analysis: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal resolution satellite data, *Remote Sensing and Environment*.

- Liang, S., 2004, Quantitative Remote Sensing Of Land Surfaces, John Wiley and Sons, New Jersey, USA.
- Lillesand, 2007, Remote Sensing and Image Interpretation, (6th Edition), Wiley.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 1994, Remote sensing and photo interpretation, 3rd. Edition, John Wiley & Sons, New York, USA.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W., 2000, Remote Sensing and Image Interpretation, 6th. Edition, John Wiley and Sons Inc., New York, USA.
- Liu, J.G. and Mason, P.J., 2009, Essential Image Processing and GIS for Remote Sensing, Wiley-Blackwell, New York, USA.
- Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E. and Moran, E., 2002, Assessment of atmospheric correction methods for Landsat TM data applicable to Amazon basin LBA research, International Journal of Remote Sensing, 23 (13), 2651-2671.
- Ma, Z., Hart, M.M. and Redmond, R.L., 2001, Mapping vegetation across large geographic areas: Integration of remote sensing and GIS to classify multisource data, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67 (3), 295-307.
- Maingi, J.K., Marsh, S.E, Kepner W.G and Edmonds C.M., 2000, An Accuracy Assessment of 1992 Landsat, San Pedro Watershed U.S and Patric Pres, Mexico , 418 pp.
- Maktav, D. ve Sunar, F. (1991), Uzaktan Algılama-Kantitatif Yaklaşım, İstanbul.
- Maracchi, G., Perarnaud, V. and Kleshenko, A.D., 2000, Applications of Geographical Information Systems and remote sensing in agrometeorology, Agricultural and Forest Meteorology, 103 (1-2), 119-136.
- Markham, B.L. and Barker, J.L., 1986, Landsat MSS and TM post-calibration dynamic ranges, exoatmospheric reflectance and at satellite temperatures, EOSAT Landsat Technical Notes, 1, 3-8.
- Mather, P.M., 1987, Computer processing of remote-sensed images, John Wiley and Sons Ltd.
- Mather, P.M., 2004, Computer Processing Of Remotely-Sensed Images, (3rd Edition), John Wiley & Sons Ltd., England.
- Meaille, R. and Wald, L., 1990, Using Geographic Information System and satellite imagery within a numerical simulation of regional urban growth, International Journal of Geographic Information Systems, 4 (4), 445-456.
- Moral, R., 1975, Vegetation clustering by means of ISODATA: Revision by multiple discriminant analysis, Vegetatio, 29 (3), 179-190.

- Moran, S. B., Weinstein, S.E., Edmonds, H.N., Smith, J.N., Kelly, R.P., Pilson, M.E.Q. and Harrison, W.G., 2003, Does 234h/238U disequilibrium provide an accurate record of the export flux of particulate organic carbon from the upper ocean?, *Limnology and Oceanography*, 48 (3), 1018-1029.
- Mundia, C.N. and Aniya, M., 2005, Analysis of land use changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and Geographical Information Systems, *International Journal of Remote Sensing*, 26 (13), 2831-2849.
- Musaoğlu, N., 1999, Elektro-optik ve aktif mikrodalga algılayıcılarından elde edilen uydu verilerinden orman alanlarında meşcere tiplerinin ve yetiştirme ortamı birimlerinin belirlenme olanakları, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Oğuz, H. ve Zengin M., 2007, Erzurum kenti arazi örtüsü/arazi kullanım değişimlerinin (1987-2007) uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi, 3.DEÜ CBS Sempozyumu, 10-12 Aralık, 2009.
- Onur, 2007, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleriyle Kıyı Bölgelerde Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı Değişiminin İzlenmesi ve Analizi: Antalya-Kemer Örneği, Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Owen, T.W., Carlos T.N. and Gillies R.R., 1998, An assessment of satellite remotely sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization, *International Journal of Remote Sensing*, 19, 9, 1663-1681.
- Örmeci, C., 1987, Uzaktan algılama (Temel esaslar ve algılama sistemleri), İTÜ yayınları, cilt 1, no: 1345, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- Özdemir, H., 2008, Taşkınların Tahmini ve Risk Analizinde CBS-UZAL ve Hidrolik Modellemenin Entegrasyonu, DSİ XI. Bölge Müdürlüğü, Taşkın Konferansı Bildiri Kitabı, 131-143, Edirne.
- Özdemir, H., 2011, Uydu verilerinin obje temelli bulanık mantık yöntemi ile sınıflandırılması: Alaçatı örneğinde zamansal değişimin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özpınar, Y., 2004, Denizli İl Merkezi ve Yakın Çevresinde Oluşan Depremler, Geçmişten Günümüze Denizli Yerel Tarih ve Kültür Dergisi, Sayı: 2, s. 9-11, Nisan-Mayıs-Haziran 2004.
- Özşahin E., 2010, İskenderun Akaçlama Havzasında (Hatay) Arazi Örtüsünün Zamansal Değişimi, *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 5/2 Spring 2010.
- Özyavuz, Murat 2011, Tekirdağ Kent Merkezinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama İle İncelenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 65.

- Pardo-Igúzquiza, E., Rodríguez-Galiano, V.F., Chica-Olmo, M., and Atkinson, P.M., 2011, Image fusion by spatially adaptive filtering using downscaling cokriging, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66 (3):337–346.
- Pozdnyakov, D.V., Shuchman R.A., Korosov, A.A. and Hatt, C., 2005, Operational algorithm for the retrieval of water quality in the great lakes, *Remote Sensing. Environment*, 97, 352-370.
- Radke, R.J., Andra, S., Al-Kofahi, O. and Roysam, B., 2005, Image change detection algorithms: A systematic survey, *IEEE Transaction on Image Processing*, 14 (3), 294-307.
- Reeveles, R.G. and Landen, D., 1974, *Manual of Remote Sensing*, American Society of Photogrammetry and Oxford University Press, England , 457 pp.
- Reis, S., 2007, Rize ilinin arazi örtüsündeki zamansal değişimin (1976-2000) uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemi ile belirlenmesi, *TMMOB Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası, Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, K.T.Ü., Trabzon*.
- Richards, J.A., 1986, *Remote Sensing Digital Image Analysis, An Introduction* Heidelberg, Springer-Verlag Germany, 522 p.
- Richards, J.A. and Jia, X., 1999, *Remote sensing digital image analysis*, W.H. Springer-Verlag, New York, USA.
- Richards, J.A., 1999, *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*, (3rd. Edition), Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Richards, J.A., 2005, *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. (4rd. Edition), Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Richards, J.A. and Jia, X., 2006, *Remote Sensing Digital Image Analysis*, (4 rd. Edition), Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Rindfuss, R.R., Walsh, S.J, Turner II, B.L., Fox, J. and Mishra, V., 2004, Developing a science of land change: Challenges and methodological issues, *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, 101 (39), 13976-13981. doi:10.1073/pnas.0401545101.
- Rogan, J., Miller, J., Stow, D., Franklin, J., Levien, L. and Fischer, C., 2003, Land-cover change monitoring with classification trees using Landsat TM and ancillary data, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 69 (7), 793-804.
- Schowengert, R.A., 2007, *Remote Sensing: Models And Methods For Image Processing*, (3rd. Edition), MA: Elsevier, Burlington.
- Sezgin, E., 2006, Uzaktan algılama (ua) ve coğrafi bilgi sistemi (cbs) teknikleri kullanılarak Uludağ Üniversitesi yerleşkesinde arazi örtüsü/kullanım türlerinin ve

- zamansal değişimlerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Sesören, A., 1999, Uzaktan algılamada temel kavramlar, Mart Matbaacılık Sanatları Ltd. Şti., İstanbul.
- Seyran, Z., 2009, Aşağı Seyhan ovasının geçmişten günümüze arazi kullanımındaki değişiminin, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama ile belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Schowengert, R. A. 2007, Remote Sensing: Models And Methods For Image Processing, (3. Baskı), Burlington, MA: Elsevier.
- Singh, A., 1989, Digital change detection techniques using remotely sensed data, International Journal of Remote Sensing, 10 (6), 989-1003.
- Song, C., Woodcock, C.E., Seto, K., Lenney, M.P. and Macomber, S., 2001, Classification and change detection using Landsat TM data when and how to correct atmospheric effects, Remote Sensing of Environment, 75 (2), 230-244.
- Spanner, M.A., Pierce, L.L., Peterson, D.L. and Running, S.W., 1990, Remote sensing of temperate coniferous forest leaf area index: the influence of canopy closure, understory vegetation and background reflectance, International Journal of Remote Sensing, 11 (1), 95-111.
- Star, J. and Estes, J.E., 1990, Geographic Information Systems: An Introduction, Englewoods Cliffs, New Jersey, Prentice Hall.
- Stoner, E.R. and Baumgardner, M.F., 1980, Characteristic Variations in Reflectance of Surface Soil, Purdue University Press, Indian, 165 pp.
- Stoner, E.R., Baumgardner, M.F., Biehl, L.L. and Robinson, B.F., 1980, Atlas of Soil Reflectance Properties, Agriculture Experiment Studies, Research Bulletin, Purdue University Press, Indian, 368 pp.
- Stoner, E.R., Baumgardner, M.F., Weismiller, R.A., Biehl, L.L. and Robinson, B.F., 1980, Extension of Laboratory Measurement Soil Spectra to Field Conditions, Prudue University Press, Indian , 454 pp.
- Stow, D. A., Tinney L. R. ve Estes J. E., 1980, Deriving Land Use/Land Cover Change Statistics from Landsat: A Study of Prime Agricultural Land, Proceedings of the 14th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 2 (1) 227-238. San Jose, Costa Rica, April.
- Süslü, A., 2007, Şereflikoçhisar ilçesindeki tarım arazilerinde uzaktan algılama yöntemiyle ekili alanların tespiti ve rekolte tahmini, Yüksek Lisans Tezi, GYTE Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Şahin, Yusuf (2001), Kentleşme Politikası, Murathan Yayınevi, Trabzon.

- Şahin, Ş., Beyhan, M., Keskin, E. ve Harman, B.İ., 2005, Burdur Çevresinde Yaşanan Depremler ve Çevresel Sorunlar, I. Burdur Sempozyumu, 16-19 Kasım 2005, Burdur.
- Tatar, Y. ve Tatar, O., 2006, Jeolojide uzaktan algılama, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, No: 102, Esform Ofset Ltd. Şti., Sivas. 248 s.
- T.C. Denizli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, Denizli İli 2006 Yılı Çevre Durum Raporu, Denizli, 2007.
- Teillet, P.M., 1986, Image correction for radiometric effects in remote sensing, International Journal of Remote Sensing, 7 (12), 1637-1651.
- Topaloğlu ve Ekercin 2013, Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Entegrasyonu ile Konya Kapalı Havzası'nda Arazi Örtüsü/Kullanımı Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 11-13 Kasım 2013, Ankara.
- Tou, J.T. ve Gonzales, R.C., 1974, Pattern recognition principles, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Treitz, P.M., Howard, P.J. and Gong P., 1992, Application of satellite and GIS Technologies for land-cover and land-use mapping at the rural-urban fringe: A case study, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 58 (4), 439-448.
- Turner, B.L. II, and Mayer, W.B., 1994, Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective, Cambridge: Cambridge University Press.
- URL-1 < <http://www.arcasoy.com/tr/urunler.html/LANDSAT> >, [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2016].
- URL-2 < http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=49 > [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2016].
- URL-3 < <http://www.yildiz.edu.tr/~bayram/sgi/saygi.htm> > [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2016].
- URL-4 < http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/fundam/index_e.php > [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2016].
- URL-5 < (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Denizli#N.C3.BCfus>) > [Ziyaret Tarihi: 10 Nisan 2016].
- URL-6 < <https://tr.wikipedia.org/wiki/Denizli> > [Ziyaret Tarihi: 1 Nisan 2016].
- Uzun ve Somuncu, 2013, Madra Dağı ve Çevresinin Arazi Örtüsü/Kullanımındaki Zamansal Değişimin Uzaktan Algılama Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 16 - Sayı: 30.

- Ülger, Enver, 2010, Türkiye'de Arsa Düzenlemeleri ve Kentsel Dönüşüm, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Xu, Q., Wang, W., Pu, Y. and Zhong, H., 2012, Unsupervised change detection based on iterative histogram matching and bayesian decision of thresholding, 5. International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, Harbin, 23-26 Haziran, doi:10.1109/CSO.2012.90.
- Ward, D., Phinn, S.R. ve Murray, A.T., 2000, Monitoring growth in rapidly urbanizing areas using remotely sensed data, *Professional Geographer*, 52 (3), 371-386, doi:10.1111/0033-0124.00232.
- Weng, Q., 2002, Land use change analysis in the Zhujiang Delta of China using satellite remote sensing, GIS and stochastic modelling, *Journal of Environmental Management*, 64 (3), 273-284.
- Westmoreland, S. ve Stow, D.A., 1992, Category identification of changed landuse polygons in an integrated image processing / Geographic Information System, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 58 (11), 1593-1599.
- Wilson, J.S., Clay, M., Martin, E., Stuckey, D. ve Vedder-Risch, K., 2003, Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing, *Remote Sensing of Environment*, 86 (3), 303-321.
- Wondrade ark., 2013, GIS based mapping of land cover changes utilizing multi-temporal remotely sensed image data in Lake Hawassa Watershed, Ethiopia, *Environ Monit Assess* (2014), 186:1765–1780, DOI 10.1007/s10661-013-3491-x.
- Yang, X. and Lo, C.P., 2000, Relative radiometric normalization performance for change detection from multi-date satellite images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 66 (8), 967-980.
- Yang, Z., Zhang, W., Wang, W. and Xu, Q., 2011, Change detection based on iterative invariant area histogram matching, *Geoinformatics*, 19th International Conference, Shanghai, 24-26 Haziran.
- Yeh, A.G.O. and Li, X., 1997, An integrated remote sensing-GIS approach in the monitoring and evaluation of rapid urban growth for sustainable development in the Pearl River Delta, China, *International Planning Studies*, 2 (2), 193-210, doi: 10.1080/13563479708721678.
- Yiğitbaşıoğlu ve Uğur, 2010, Burdur Gölü Havzasında Arazi Kullanım Özelliklerinden Kaynaklanan Çevre Sorunları, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2 (2), 129-143.
- Yuan, F., Sawaya, K.E., Loeffelholz, B.C. and 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, 317-328.

Zhang, X.F., Sun, Q., and Li, J. 2009, Optimal band selection for high dimensional remote sensing data using genetic algorithm, Zhang, X.F., Li, J., Liu, G., and Yang X., (Eds.), *Second International Conference on Earth Observation for Global Changes*, *Proceedings of the SPIE*, 7471, 62, doi: 10.1117/12.847907



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Fatih TEMİZ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi: Tosya 25/10/1978
Telefon : 0555 209 90 30
Faks :
e-mail : fatih.temiz@hgk.msb.gov.tr

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise :	Astsubay Hazırlama Okulu / Çankırı	1995
Üniversite :	Anadolu Üniversitesi / Eskişehir	2002
Yüksek Lisans:		
Doktora :		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
1996-2015	Harita Genel Komutanlığı	CBS Astsubayı
2015-2017	KKK.lığı	CBS Astsubayı
2017-	Harita Genel Komutanlığı	CBS – Coğrafi Adlar Astsubayı

UZMANLIK ALANLARI

Kartografya, Uzaktan Algılama, Askeri Coğrafya, 3B Modelleme, CBS, Tematik Haritalama

YABANCI DİLLER

İngilizce (İyi derecede)

YAYINLAR

- S.Savaş DURDURAN, Fatih TEMİZ, Creating 3D Modelling in Urban Regeneration Projects: The Case of Mamak, Ankara. WMESS 2015 doi:10.1016/j.proeps.2015.08.035.
- Fatih TEMİZ, S.Savaş DURDURAN, Monitoring Coastline Change Using Remote Sensing and GIS Technology: A case study of Acıgöl Lake, Turkey. World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium (WMESS 2016), doi:10.1088/1755-1315/44/4/042033.
- S.Savaş DURDURAN, Aslı BOZDAĞ, Fatih TEMİZ, Münevver Gizem GÜMÜŞ, Improving the legibility of Topographic Maps. The 3rd International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS) 2017.