



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**



**UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK  
ÇANAKKALE MERKEZ İLÇE COĞRAFI ÖZELLİKLERİNİN  
ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

**Sinan ALLAK**

**Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı**

**ÇANAKKALE**

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK**  
**ÇANAKKALE MERKEZ İLÇE COĞRAFI ÖZELLİKLERİNİN**  
**ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ**

**Sinan ALLAK**

**Uzay Bilimleri ve Teknolojiler Anabilim Dalı**

**Tezin Sunulduğu Tarih: 06/06/2017**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. İbrahim BULUT**

**ÇANAKKALE**

Sinan ALLAK tarafından Doç. Dr. İbrahim BULUT yönetiminde hazırlanan ve **06/06/2017** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Çanakkale Merkez İlçe Coğrafi Özelliklerinin Zamansal Değişiminin İncelenmesi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

**JÜRİ**

Yrd. Doç. Dr. Metin ALTAN

.....

**Başkan**

Doç. Dr. İbrahim BULUT

.....

**Üye**

Yrd. Doç. Dr. Burcu ÖZKARDEŞ

.....

**Üye**

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

## İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



**Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.**

Sinan ALLAK

## TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Doç. Dr. İbrahim BULUT, alıŐma sũresince tecrũbelerini esirgemeyen Çanakkale Onsekiz Mart Őniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bũlũmũ oğretim ũyesi Yrd. Doç. Dr. Burcu ÖZKARDEŞ ve Çanakkale Onsekiz Mart Őniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bũlũmũ'nde ArŐ. Gũr. Erkan YILAN, ũniversite hayatım boyunca her konuda bana destek olan saygı değer hocam Prof. Dr. Osman DEMİRCAN, verdikleri değerli bilgilerden dolayı Çanakkale Belediyesi İmar ve Şehircilik Mũdũrlũęũ ve Çanakkale Orman İŐletme Mũdũrlũęũ'ne, çalışma sũresince tũm zorlukları benimle gũęũsleyen Özellikle Ağabeylerim İbrahim ALLAK ve İsmail ALLAK olmak ũzere değerli aileme sonsuz teŐekkũrlerimi sunarım.

Sinan ALLAK  
anakkale, Haziran 2017

## SİMGELER VE KISALTMALAR

$\mu\text{m}$	Mikrometre
nm	Nanometre
UA	Uzaktan Algılma
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
TM	Thematic Mapper
ETM +	Enhanced Thematic Mapper Plus
OLI	Operational Land Imager
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
WGS	World Geodatic System
UTM	Universal Transverse Marcator
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
GPS	Global Positioning System
WRS	Worldwide Reference System
NIR	Near Infrared
UV	Ultraviyole
IR	Infrared
h	Planck sabiti
K	Boltzman sabiti
Hz	Hertz
Mhz	Megahertz
VHF	Çok Yüksek Frekans
UHF	Ultra Yüksek Frekans

## ÖZET

# UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ KULLANILARAK ÇANAKKALE MERKEZ İLÇE COĞRAFI ÖZELLİKLERİNİN ZAMANSAL DEĞİŞİMİNİN İNCELENMESİ

Sinan ALLAK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. İbrahim BULUT

06/06/2017, 81

Gelişmiş şehirlerin kentsel gelişim sürecinde, alan kullanımı ve hangi amaçla alanlarının kullanıldığı büyük önem arz etmektedir. Bu süreçte tarım alanları ve doğal yeşil alanlar planlı ve doğru kullanılmadığı sürece birçok problem meydana gelebilmektedir. Bu problemlere; çevre bozulması, tarım alanlarının olumsuz değişimi, ormanların tahrip edilmesi, Yer Yüzey Sıcaklık (YYS) değerlerinin artması düzensiz şehirleşme ve sanayileşme örnek verilebilir. Yeryüzünde değişimin olup olmadığını anlamının ve zamansal değişimi ortaya koyabilmenin yollarından biri Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS) kullanmaktır.

Bu çalışmada, 1987 2000 2015 Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Çanakkale Merkez İlçe'nin 28 yıllık değişimi, UA teknikleriyle incelenmiştir. Literatürde sık kullanılan görüntü işleme tekniklerinden Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) ve eğitimli sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Görüntüler, yerin spektral yansıtım değerlerine dikkat edilerek kontrollü sınıflandırılmış ve sınıflandırma için doğruluk analizleri ile kappa istatistikleri yapılmıştır. Fark bulma işlemleri için ERDAS yazılımındaki değişim bulma Change Detection algoritması kullanılmıştır. Değişimler; artan, azalan ve değişmeyen/ çok az değişen olmak üzere veriler 3 sınıfta hektar (ha) olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, orman yangınları ve orman kesimi sonucunda ormanlık alanlarda büyük değişimler meydana geldiği, 1987 yılında mevcut yerleşim yerinin, 2015 yılına gelindiğinde yaklaşık 3 kat büyüdüğü tespit edilmiştir. Tarım ve doğal yeşil alanları yok edilerek yerleşim yerlerine dönüştüğü tespit edilmiştir.

Ayrıca, bazı tarım arazilerin ürün bakımından sınıf değiştirdiği ve su kütlesindeki artışa bağlı olarak sulu tarımın arttığı tespit edilmiştir. Çanakkale Merkez İlçe'nin YYS değerleri hesaplanmış ve özellikle kent merkezinde bu değerlerin arttığı görülmüştür. Sınıflanmış NDVI görüntüleri ile vejetasyonun YYS ile ilişkisi doğrudan gösterilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Çanakkale Merkez İlçe, Değişim Bulma, Görüntü Sınıflama, NDVI, Uzaktan Algılama, Yer Yüzey Sıcaklığı





## ABSTRACT

# EXAMINATION OF TEMPORAL CHANGES OF ÇANAKKALE CENTRAL DISTRICT GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS BY USING REMOTE SENSING TECHNIQUES

Sinan ALLAK

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Space Science and Technologies

Advisor: Assoc. Prof. Dr. İbrahim BULUT

06/06/2017, 81

In the urban development process of developed cities, it is of great importance that the land is used and for what purpose it is used. In this process, as long as agricultural areas and natural green areas are not planned and used correctly, many problems can arise. Examples of these problems are environmental degradation, changes in agricultural areas, destruction of forests, increasing values of Land Surface Temperature (LST), irregular urbanization and industrialization. One of the ways in which we can understand whether there is change on Earth and to present temporal change is to use Remote Sensing (RS) and Geographic Information Systems (GIS).

In this study, 1987, 2000 and 2015 Landsat satellite images were used. With these images, RS techniques were used to find the changes of Çanakkale Central District that took place in 28 years period. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and supervised classification methods, which are used often in image processing techniques literature were used. Classifications were made by paying attention to the spectral reflection values of the land, the accuracy analysis and kappa statistics were executed for the classification. Change detection algorithm is used in ERDAS software for difference detection. According to these results, it was confirmed that the forest fires and forest cutting caused large changes in the forests, and it was determined in 1987 that the settlement got nearly 3 times bigger in 2015. Agriculture and natural green areas have been destroyed and turned into settlements. Also, it was seen that some agricultural areas were changed of class in terms of product and depending on the increasing water body, irrigated farming has increased.

The LST values have calculated and these values have increased especially in the city center. The relation of the vegetation with the LST is shown directly by the classified NDVI images.

**Keywords:** Çanakkale Central District, Change Detection, Image Classification NDVI, Remote Sensing, Land Surface Temperature



# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	v
ÖZET .....	vi
ABSTRACT.....	viii
İÇİNDEKİLER .....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı.....	1
1.2. Uzaktan Algılama (UA).....	1
1.2.1. Uzaktan Algılama Sistemleri.....	2
1.2.2. Uzaktan Algılama Sistemlerinin Elemanları .....	3
1.2.3. Optik Uzaktan Algılamanın Temelleri .....	4
1.2.4. Spektral İmza.....	11
1.2.5. Uzaktan Algılamada Çözünürlük Kavramı .....	12
1.2.6. Uzaktan Algılama Uydularının Yörüngeleri .....	14
1.2.7. Landsat Uyduları .....	15
1.2.8. Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları.....	18
1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS).....	19
1.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri .....	19
1.3.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çalışma Prensipleri .....	21
1.3.3.Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel İşlevleri .....	22
BÖLÜM 2.....	25
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	25
BÖLÜM 3 .....	28
MATERYAL VE METOT .....	28
3.1. Çalışma Alanı.....	28
3.2. Kullanılan Uydu Görüntüleri .....	29
3.3. Sayısal Yükseklik Modeli .....	33
3.4. Görüntü İşleme ve Veri Analizi .....	36
3.5. Görüntü Sınıflama.....	36

3.5.1. Eğitimsiz Sınıflama .....	37
3.5.2. Eğitimli Sınıflama .....	38
3.5.3. Sınıflandırmaların Doğruluk Analizi.....	39
3.6. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI).....	40
3.7. Değişim Bulma (Change Detection) .....	42
3.7.1. Değişim Bulma Yöntemleri.....	42
3.8. Yer Yüzey Sıcaklığı (YYs) .....	46
<b>BÖLÜM 4</b>	
<b>ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA</b> .....	50
4.1. Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntülerin Analizi.....	50
4.1.2. Sınıflama Doğruluğu .....	52
4.1.3. Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntülerden Değişim Bulma.....	54
4.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi Uygulanmış Görüntülerin Analizi .....	55
4.2.1. NDVI Fark Görüntüleri İle Değişimlerin Gösterilmesi.....	59
4.3. Meydana Gelen Keskin Değişimlerin Gösterilmesi.....	62
4.3.1. Orman Alanlarındaki Değişimler .....	62
4.3.2. Tarım Alanlarındaki Değişimler.....	67
4.3.3. Yerleşim Alanlarındaki Değişimler.....	68
4.3.4. Su Kütlesindeki Değişimler.....	70
4.3.5 Yer Yüzey Sıcaklığındaki Değişimler.....	71
<b>BÖLÜM 5</b> .....	73
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	73
<b>KAYNAKLAR</b> .....	76
<b>EKLERİ</b> .....	I
Ek Şekil 1. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 1 görüntüsü.....	II
Ek Şekil 2. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 2 görüntüsü.....	II
Ek Şekil 3. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 3 görüntüsü.....	III
Ek Şekil 4. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 4 görüntüsü.....	III
Ek Şekil 5. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 5 görüntüsü.....	IV
Ek Şekil 6. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 7 görüntüsü.....	IV
Ek Şekil 7. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 1 görüntüsü..	V
Ek Şekil 8. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 2 görüntüsü..	V
Ek Şekil 9. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 3 görüntüsü..	VI
Ek Şekil 10. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 4 görüntüsü .....	VI
Ek Şekil 11. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 5 görüntüsü .....	VII
Ek Şekil 12. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 7 görüntüsü	

.....	VII
Ek Şekil 13. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 8 görüntüsü	
.....	VIII
Ek Şekil 14. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 2 görüntüsü	VIII
Ek Şekil 15. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 3 görüntüsü	..IX
Ek Şekil 16. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 4 görüntüsü	..IX
Ek Şekil 17. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 5 görüntüsü	... X
Ek Şekil 18. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 6 görüntüsü	... X
Ek Şekil 19. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 7 görüntüsü	..XI
Ek Şekil 20. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 8 görüntüsü	..XI
Ek Şekil 21. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 10 görüntüsü	
.....	XII
Ek Şekil 22. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 11 görüntüsü	
.....	XII
ÖZGEÇMİŞ .....	XIII

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. Uzaktan Algılama platformları .....	2
Şekil 1.2. Kullanılan enerjiye göre Uzaktan Algılama sistemleri.....	3
Şekil 1.3. Uzaktan Algılama sistemlerinin elemanları .....	4
Şekil 1.4. Elektromanyetik dalga ve bileşenleri .....	5
Şekil 1.5. Elektromanyetik Tayf.....	6
Şekil 1.6. Aynı görüntünün iki farklı renk bileşeni .....	7
Şekil 1.7. Güneşten gelen elektromanyetik enerjinin Dünya'ya ulaşma biçimi .....	8
Şekil 1.8. Güneş enerjisinin atmosfere girişi ve bu enerjinin uydu alıcılarına ulaşması .....	9
Şekil 1.9. Atmosferik pencereler .....	10
Şekil 1.10. Enerjinin yeryüzündeki maddelerle etkileşimi .....	10
Şekil 1.11. Toprak, bitki ve su için genelleştirilmiş spektral yansıtım grafiği (Çölkesen, 2009).....	12
Şekil 1.12. Yersel çözünürlüğün gösterilmesi .....	12
Şekil 1.13. Radyometrik çözünürlüğün gösterilmesi.....	12
Şekil 1.14. Ekvatorial yörünge ve Kutupsal yörünge .....	14
Şekil 1.15. Yerden uzaklığa göre yörüngeler .....	14
Şekil 1.16. Landsat uydu serisi .....	15
Şekil 1.17. Landsat 4-8'in WRS Path Row haritası.....	16
Şekil 1.18. Landsat uydularının tarih cetveli .....	16
Şekil 1.19. CBS'nin temel bileşenleri.....	19
Şekil 1.20. Raster ve vektör veri modeli.....	20
Şekil 1.21. CBS' de kullanılan veri modelleri ve kaynakları .....	21
Şekil 3.1. Çalışma Alanı (Çanakkale Merkez İlçe) .....	27
Şekil 3.2. 1987, 2000 ve 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe Landsat uydu görüntüleri.....	29
Şekil 3.3. Landsat 8 OLI'nin 9. bandı ile 24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsünde bulutların gösterilmesi.....	30
Şekil 3.4. Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ ve Landsat 8 OLI bantlarının atmosferik geçirgenlik bakımından karşılaştırılması .....	32
Şekil 3.5. Çanakkale Merkez İlçe'nin eşyüksekti haritası.....	33
Şekil 3.6. Çanakkale Merkez İlçe'nin bakı haritası .....	33
Şekil 3.7. Çanakkale Merkez İlçe'nin kabartma haritası .....	34
Şekil 3.8. Çanakkale Merkez İlçe'nin TIN haritası .....	34
Şekil 3.9. Landsat uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesi.....	35
Şekil 3.10. Sınıfların görüntü bantlarındaki yansıma değerleri .....	36
Şekil 3.11. Eğitimli sınıflama aşamaları.....	37
Şekil 3.12. NDVI görüntülerini elde etmek için kullanılan model.....	40
Şekil 3.13. Fark alma yönteminin gösterilmesi .....	42
Şekil 3.14. Değişim bulma işlemlerinde eşik değerlerinin keyfi olması durumunda ortaya çıkan muhtemel hataların gösterilmesi (Özdemir ve ark., 2010) (Burada E+, E- karar verilmesi gereken alt ve üst eşik değerleridir) .....	43
Şekil 3.15. Kontrollü sınıflandırılmış görüntülerden değişim bulma .....	47
Şekil 3.16. NDVI görüntüleriyle değişim bulma.....	47
Şekil 3.17. Kullanılan ERDAS yazılımının değişim bulma modeli .....	45
Şekil 3.18. Yer yüzey sıcaklığı hesabı için kullanılan model.....	46
Şekil 4.1. Kontrollü sınıflandırılmış 11 Mayıs 1987 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü ..	50
Şekil 4.2. Kontrollü sınıflandırılmış 6 Mayıs 2000 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü ..	50
Şekil 4.3. Kontrollü sınıflandırılmış 24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü ..	51

Şekil 4.4. Kontrollü sınıflandırılmış 1987 yılı görüntüsü ile 2015 yılı görüntüsünün farkı alınarak bulunan değişimlerin gösterilmesi .....	54
Şekil 4.5. 11 Mayıs 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntüsü.....	55
Şekil 4.6. 6 Mayıs 2000 yılı Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntüsü.....	56
Şekil 4.7. 24 Mayıs 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntüsü.....	56
Şekil 4.8. 11 Mayıs 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe sınıflandırılmış NDVI görüntüsü..	57
Şekil 4.9. 6 Mayıs 2000 yılı Çanakkale Merkez İlçe sınıflandırılmış NDVI görüntüsü ...	57
Şekil 4.10. 24 Mayıs 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe sınıflandırılmış NDVI görüntüsü .	58
Şekil 4.11. 1987 ile 2000 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe'nin NDVI fark görüntüsü ..	59
Şekil 4.12. 2000 ile 2015 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe'nin NDVI fark görüntüsü ..	59
Şekil 4.13. 1987 ile 2015 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe'nin NDVI fark görüntüsü ..	60
Şekil 4.14. 1987 ile 2015 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntülerinin farkı alınmasıyla bulunan değişimler .....	60
Şekil 4.15. 1985 yılında Salihler Köyü'nde orman yangınından kaynaklanan değişim görüntüsü.....	62
Şekil 4.16. 2014 yılında Radar Tepesi civarında kesilen ormanlardan kaynaklanan değişim görüntüsü (92 hektar).....	63
Şekil 4.17. 1987 ile 2015 yılları arası, koordinatları verilen ormanlık alanlarının yok olmasıyla meydana gelen değişim görüntüsü (186 ha).....	64
Şekil 4.18. Koordinatları verilen ormanlık alanlardan kaynaklanan 1987 ile 2015 yılları arası değişim görüntüsü .....	65
Şekil 4.19. 2008 yılında İntepe (Erenköy)'de orman yangınından kaynaklanan değişim görüntüsü (1455 ha) .....	66
Şekil 4.20. 1987 ile 2015 yılları arasında, özellikle Kumkale ve çevresinde bulunan tarım alanlarındaki değişim görüntüsü .....	67
Şekil 4.21. 1987 ile 2015 yılları arası Çanakkale Kent Merkezindeki değişim görüntüsü.	68
Şekil 4.22. Çanakkale Merkez Bölgenin, gelecekte yerleşim yerlerinin artacağı alanlar kırmızı oklar ile gösterilmiştir. ....	69
Şekil 4.23. 1987 ile 2015 yılları arası Atikhisar Barajı için değişim görüntüsü.....	70
Şekil 4.24. 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe'nin yer yüzey sıcaklık görüntüsü .....	71
Şekil 4.25. 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe'nin yer yüzey sıcaklık görüntüsü .....	71

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa No</b>
Çizelge 1.1. Elektromanyetik tayf bölgeleri (Aggarwal, 2003).....	7
Çizelge 1.2. Uzaktan Algılamanın bazı kullanım alanları .....	17
Çizelge 1.3. CBS'nin temel işlevleri .....	22
Çizelge 1.4. CBS'nin bazı uygulama alanları.....	23
Çizelge 3.1. Landsat 7 ETM+ band teknik özellikleri.....	30
Çizelge 3.2. Kullanılan Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin band özellikleri .....	31
Çizelge 3.3. Doğruluk analizi işlemi için hata matrisi örneği ve çıktıları .....	39
Çizelge 3.4. Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI'nin termal bantlarına ait kalibrasyon sabitleri.....	47
Çizelge 4.1. Kontrollü sınıflandırılmış 11 Mayıs 1987 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsünün doğruluk analizi ( $OSD = 0,82$ $\kappa = 0,75$ ) .....	52
Çizelge 4.2. Kontrollü sınıflandırılmış 6 Mayıs 2000 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsünün doğruluk analizi ( $OSD = 0,87$ $\kappa = 0,75$ ) .....	52
Çizelge 4.3. Kontrollü sınıflandırılmış 24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsünün doğruluk analizi ( $OSD = 0,82$ $\kappa = 0,75$ ) .....	53
Çizelge 4.4. Sınıflama yöntemi kullanılarak, 1987 ile 2015 yılları arasında tespit edilen değişimler .....	54
Çizelge 4.5. NDVI yöntemi kullanılarak, 1987 ile 2015 yılları arasında tespit edilen değişimler .....	61



# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1.1. Tezin Amacı

Türkiye'deki şehirler cumhuriyet ilanından sonra yeni bir gelişim sürecine girmiş, önceki yapılar üzerinde yeni bir gelişme süreci yaşanmış, bu dönem içinde sanayi, ticaret ve yönetim sisteminin yeniden düzenlenmesi şehirli nüfusu hareketlendirmiştir (Çavuş, 2007; Karadağ, 2000). Nüfus artışına bağlı olarak artan konut ve iş ihtiyacı ortaya çıkmış bu da doğal ve tarım alanlarının tahribine neden olmuştur. Bunun yanında, orman yangınları ya da tahribi, aşırı betonlaşma ve yeşil alanların yok edilmesi ile Yer Yüzey Sıcaklıklarının (YYS) artması gibi birçok problemi doğurmaktadır. Yaşadığımız çevredeki bu değişimleri önceden gözleme olanağı olduğunda tedbirler erkenden alınabilir. Verilerin toplanması ve kullanılması için Uzaktan Algılama (UA) ve yöntemleri kullanılırken, veri yönetimi de Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yolu ile yapılmaktadır (Banger ve ark., 1994; Çakır, 2006). UA ve CBS uygulamalarıyla büyük alanların değişimlerini bulabilir ve geleceğe yönelik planlamalar doğru bir şekilde yapılabilir.

Bu tez çalışması kapsamında, Landsat uydu görüntüleri yardımıyla UA teknikleri ve ayrıca CBS kullanılarak Çanakkale Merkez İlçe'nin 28 yıllık (1987'den 2015'e kadar) değişiminin ortaya konulması ve coğrafi özelliklerinin zamansal değişiminin sebeplerinin araştırılması amaçlanmıştır. Değişim bulma yöntemlerinden sınıflama ve NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi) kullanılarak, bu iki yöntemin değişim bulma çalışmalarında etkinliklerinin karşılaştırılması ve YYS hesaplamalarıyla bulunan değişimlerinin yorumlanması amaçlanmıştır. Bu veriler doğrultusunda, Çanakkale Merkez İlçe'nin coğrafi özellikleri zamansal değişiminin incelenmesi ve elde edilen sonuçlar ile gelecekteki gelişim sürecinin de tahmin edilmesine önemli katkıların sağlanması hedeflenmiştir.

### 1.2. Uzaktan Algılama (UA)

Uzaktan Algılama (UA) insan yaşantısında farklı hedeflerde ve uygulama alanlarında hızlı ve ekonomik süreçler sunan bir bilim dalıdır (Jensen, 1996). UA terimini en basit tanımı, hedef nesnelere herhangi bir fiziksel temasta bulunmaksızın yapılan ölçümler yoluyla nesnelere ile ilgili bilgi edinme bilimi ve sanatı olarak tanımlanabilir (Lillesand ve ark., 2004).

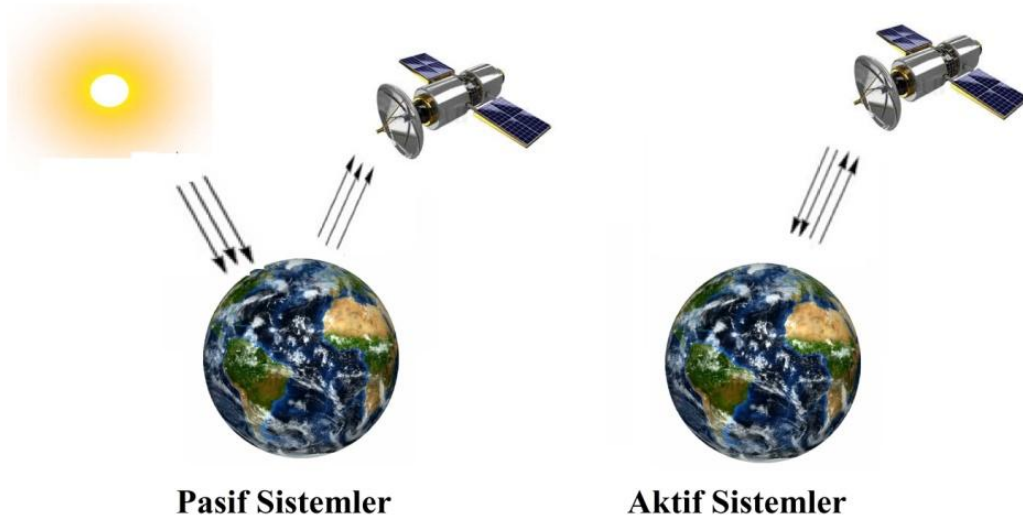
### 1.2.1. Uzaktan Algılama Sistemleri

Uzaktan algılama, kullanılan platformlara göre; yer, hava ve uydu platformları olmak üzere üç ana başlıkta incelenebilir (Şekil 1.1.). Yer platformları, çok ayrıntı gerektirecek araştırmalarda kullanılır ve çalışılan yer çok küçüktür dolayısıyla yersel çözünürlük yüksektir. Hava platformları, uçak ve benzeri araçlara takılan sensörlerden oluşan bir sistemdir. Uydu platformları ise atmosfer dışında bulunan araçlara takılan sensör sistemleridir.



Şekil 1.1. Uzaktan Algılama platformları [URL 1]

Kullanılan enerjiye göre UA çeşitleri, Aktif sistemler ve Pasif sistemler olmak üzere ikiye ayrılır (Şekil 1.2.). Aktif sistemler, kendi enerjilerini üretirler ve yansıtıkları enerjinin geri dönüşünü toplayarak görüntü elde ederler; pasif sistemler ise UA için herhangi bir enerji üretmezler bunun yerine güneş enerjisini kullanırlar [URL 2]. Aktif sistemlerinin, olumsuz hava koşullarından etkilenmemesi en büyük avantajıdır. Böylece hava koşulları ne olursa olsun gece gündüz verileri kaydetmeye devam ederler. Bu sistemlerinin en büyük dezavantajları çok büyük enerjiye ihtiyaç duymalarıdır. Buna karşın pasif UA sistemlerinin en büyük dezavantajı, Güneş'e ve hava koşullarına doğrudan bağlı olması, en büyük avantajı ise ihtiyacı olan enerjiyi Güneş'ten doğrudan almasıdır.



Şekil 1.2 Kullanılan enerjiye göre Uzaktan Algılama sistemleri

### 1.2.2. Uzaktan Algılama Sistemlerinin Elemanları

Bütün UA sistemlerin kapsadığı yedi temel aşama vardır [URL 2]. Bu Aşamalar aşağıdaki gibi ve Şekil 1.3. ile açıklanmıştır.

A. Enerji Kaynağı: Uzaktan algılamanın en temel elemanıdır ve bilgi toplanacak nesnelere gönderilmek üzere elektromanyetik enerji sağlar.

B. Radyasyon ve Atmosfer: Kaynaktan çıkan enerji yeryüzündeki nesnelere ve geri yansarak sensörlere ulaşırken atmosferle devamlı etkileşim içindedir.

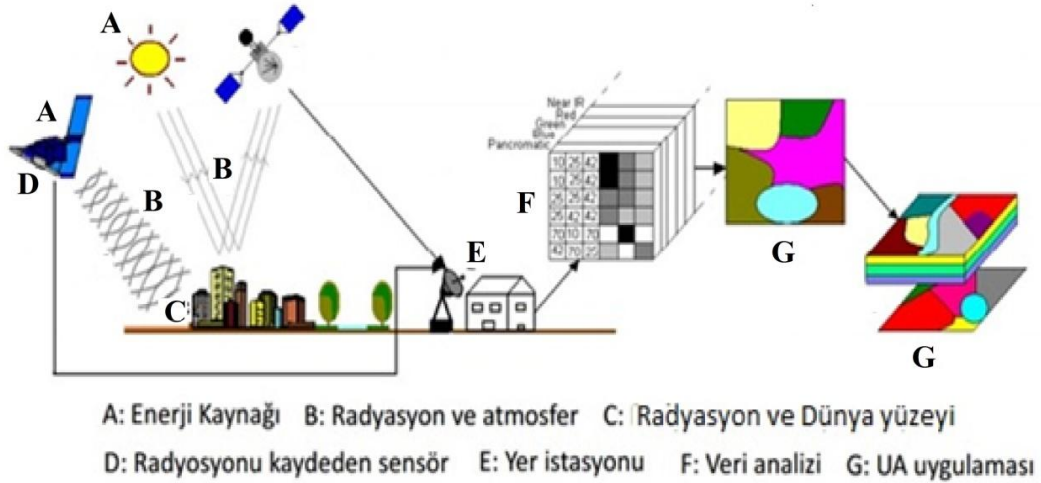
C. Radyasyon ve Dünya yüzeyi: Elektromanyetik enerjinin yeryüzündeki nesnelere girdiği etkileşim ve geri yansması sonucu elde edilen bilgiler bize nesnelere hakkında bilgi sağlarlar.

D. Sensörler: Yeryüzündeki nesnelere yansıma, soğurma ve iletme sonrasında geri yansıyan elektromanyetik enerjiyi kaydederler.

E. Yer istasyonu: Kaydedilen veriler bir yer istasyonuna sayısal olarak işlemek ve görüntüye dönüştürülmek üzere gönderilirler.

F. Veri Analizi: Elde edilen görüntüler belli bir amaç doğrultusunda bilgi elde etmek için görsel olarak veya bilgisayar destekli görüntü analiz yazılımlarıyla analiz edilir ve yorumlanırlar.

G. Uzaktan Algılama Uygulanması: Son aşamada ise analizler ve yorumlamalar kullanılarak yeni bilgiler üretilir veya bir problem çözüme kavuşturulmuş olur.



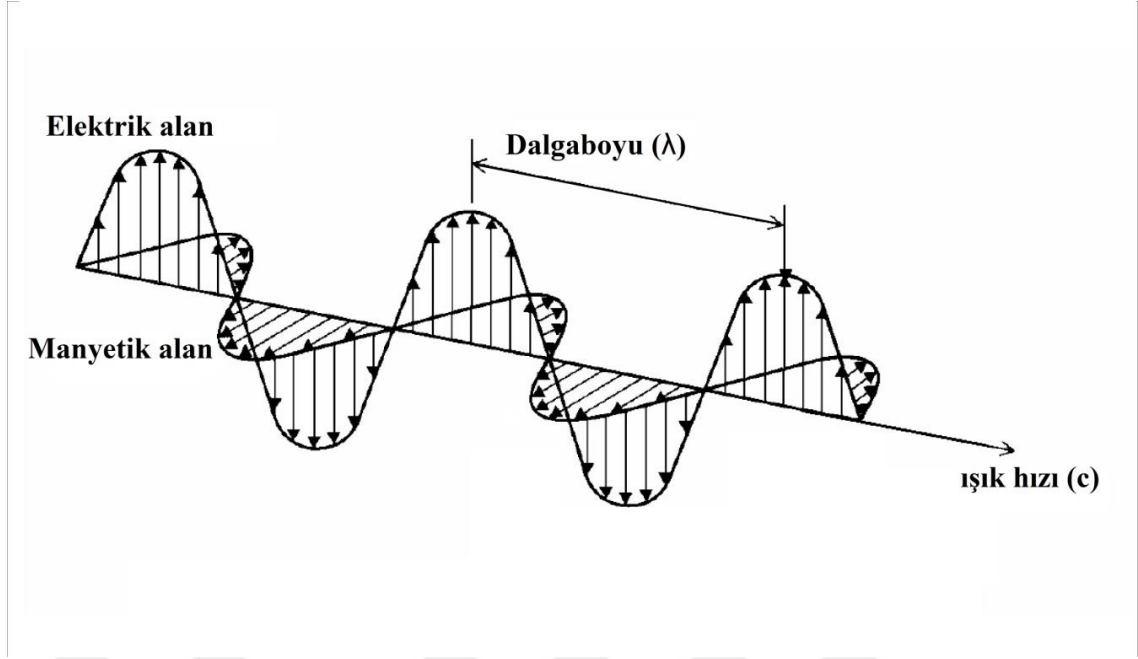
Şekil 1.3 Uzaktan Algılama sistemlerinin elemanları [URL 2]

### 1.2.3. Optik Uzaktan Algılamanın Temelleri

UA, hava araçları veya uydular kullanılarak yer yüzeyini veya atmosfer dışını gözleme tekniğidir. UA, elektromanyetik tayfın bir bölümünü veya birden çok bölümünü kullanır. Dünya yüzeyi tarafından yayılan ya da yansıyan elektromanyetik dalgalar UA sistemleri tarafından kaydedilir. Bir nesneden gelen ışın miktarı, hem nesne özelliğine hem de nesneye ulaşan ışın miktarına bağlıdır. Gözlerimiz, nesnelere yansıyan güneş ışığını kaydeder ve beynimiz de renkleri gri ya da yoğun türlerini yorumlar (canlandırır). UA, sadece elektromanyetik tayfta insan gözünün görebildiği aralık olan 400-700 nm arasında değil aynı zamanda yakın-orta-termal kızılötesi ve mikrodalgalar aralığında da çalışır.

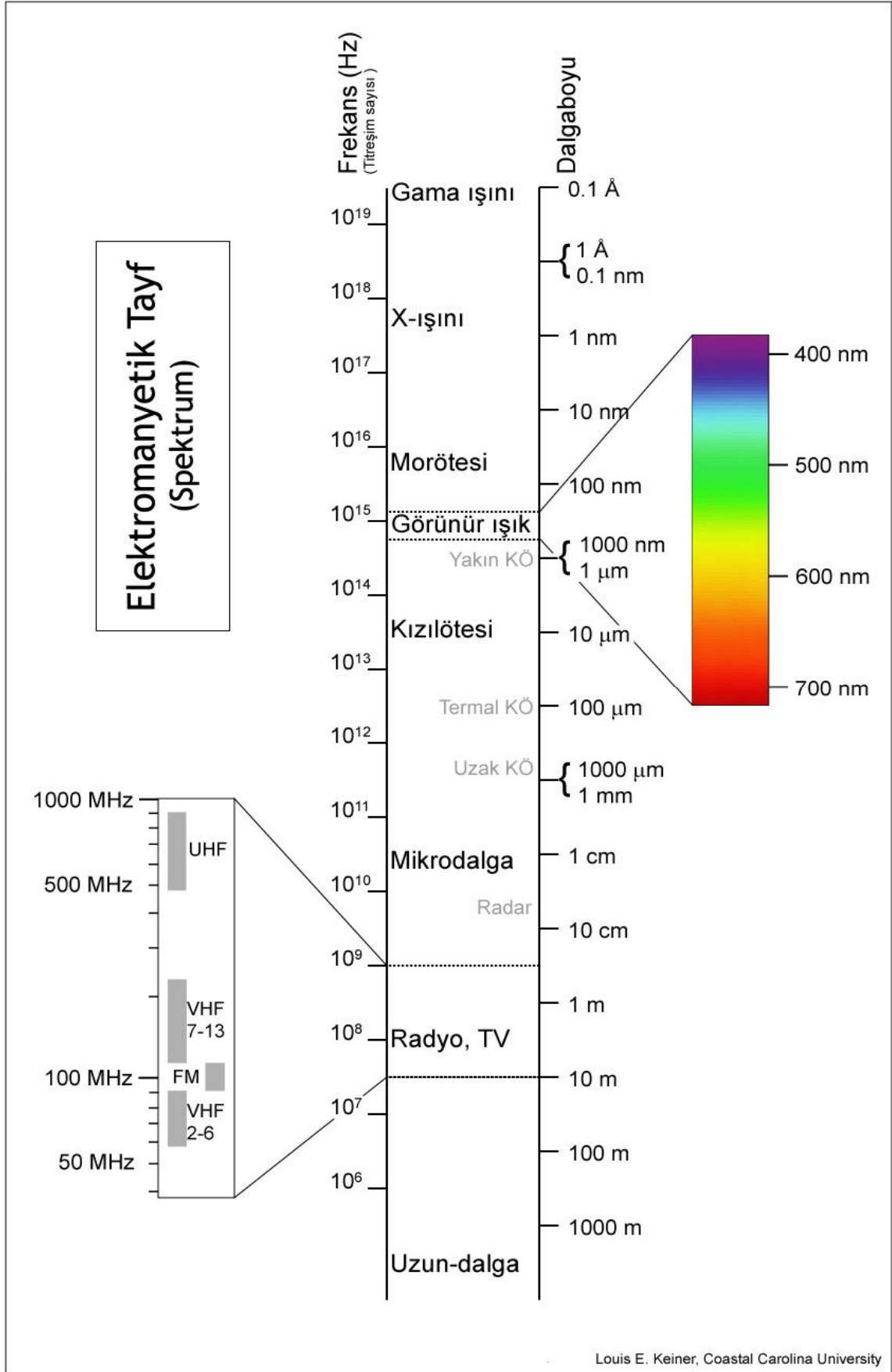
Elektromanyetik enerji, her ortamda saniyede  $3 \times 10^{10}$  cm yani ışık hızı (c) ile yol alabilen parçacık ve dalgadır. Böyle yol alabilen enerjinin bileşenleri, dalga boyu ( $\lambda$ ), frekans ( $\nu$ ) ve hızdır (c). Bu bileşenler arasındaki ilişki (1.1) ile ifade edilmektedir. Yüklü bir parçacığın ivmeli hareketi sonucu oluşan elektromanyetik dalgaların, birbirine dik elektrik ve manyetik alan bileşenleri bulunur (Şekil 1.4.).

$$c = \lambda \nu \quad (1.1)$$



Şekil 1.4 Elektromanyetik dalga ve bileşenleri

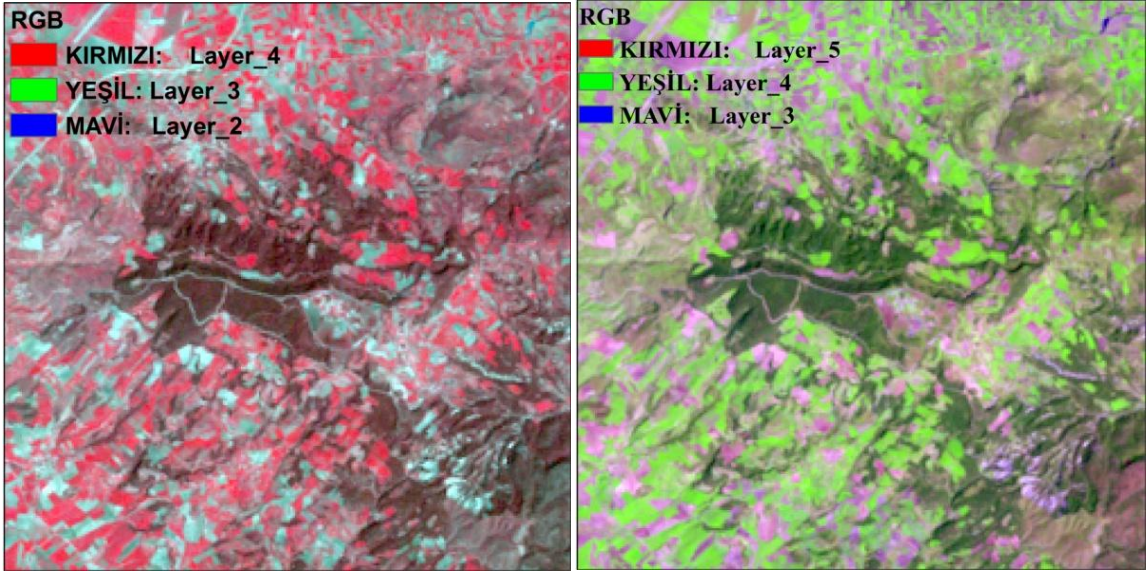
Elektromanyetik tayf, gamma ışınlarından radyo dalgalarına kadar olan geniş bir aralıkta tanımlıdır. (Şekil 1.5.). Elektromanyetik tayfta keskin sınırlar yoktur, UA sensörleri bir ya da daha fazla tayfta çalışabilir [URL 2]. Elektromanyetik tayf bölgeleri ve özellikleri Çizelge 1.1.'de verilmiştir.



Şekil 1.5 Elektromanyetik Tayf [URL 18]

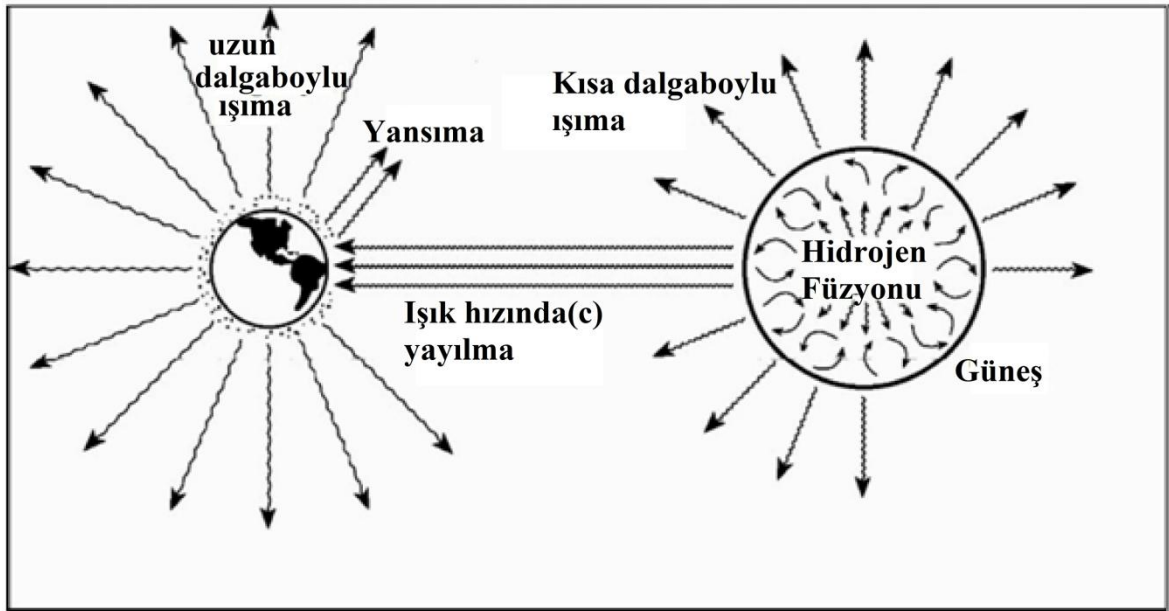
Çizelge 1.1. Elektromanyetik tayf bölgeleri (Aggarwal, 2003)

<b>Dalgaboyu</b>	<b>Tanım</b>
<b>Gamma ışınları</b>	Gamma ışınları
<b>X ışınları</b>	X ışınları
<b>Ultraviyole (UV) bölgesi</b> 0,30 $\mu\text{m}$ -0,38 $\mu\text{m}$ 1 $\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$	Bu bölge, yeryüzünde bulunan başta kayalar ve mineraller olmak üzere materyaller görünür UV ışın yayarlar. Ancak UV ışınların çoğunu Dünya atmosferi tarafından saçılır. Bu yüzden UA' da kullanılamıyor.
<b>Görünür bölge</b> 0,4 $\mu\text{m}$ – 0,7 $\mu\text{m}$ Mor 0,4 $\mu\text{m}$ -0,446 Mavi 0,446 $\mu\text{m}$ -0,5 $\mu\text{m}$ Yeşil 0,5 $\mu\text{m}$ -0,578 $\mu\text{m}$ Sarı 0,578 $\mu\text{m}$ - 0,592 $\mu\text{m}$ Turuncu 0,592 $\mu\text{m}$ -0,62 $\mu\text{m}$ Kırmızı 0,62 $\mu\text{m}$ - 0,7 $\mu\text{m}$	Bu bölge elektromanyetik tayfta ışığın gözle görülebildiği bölümdür. Bu bölgede temel renkler olan mavi, yeşil ve kırmızı bulunur. Uydu görüntülerin bantlarını birleştirirken (composite) bu temel renkler kullanılır (RGB) (Şekil 1.6.).
<b>Kızılötesi (IR) bölgesi</b> 0,7 $\mu\text{m}$ - 100 $\mu\text{m}$	Bu bölgede, dalgaboyları görünür bölgede bulunan kırmızı rengin dalga boyundan daha uzun olduğunu 1800'de İngiliz astronom William Herschel tarafından keşfedilmiştir. IR bölgesi, ışınım özelliklerine göre iki kategoriye ayrılabilir. Yansıyan IR (0,7 $\mu\text{m}$ -0,3 $\mu\text{m}$ ). Termal IR (0,3 $\mu\text{m}$ -0,35 $\mu\text{m}$ ) UA için kullanılabilir.
<b>Mikrodalga bölgesi</b> 1 nm – 1 m	UA'da kullanılan en uzun dalgaboyu aralığıdır. Ayrıca bu bölümde kısa dalagaboyları bulunur ve bu dalagaboyları termal bölgedeki ile benzer özellikler gösterir.
<b>Radyo bölgesi</b> >1 m	Elektromanyetik tayfta bulunan en uzun bölümdür. Daha çok ticari ve meteoroloji alanlarında kullanılır.



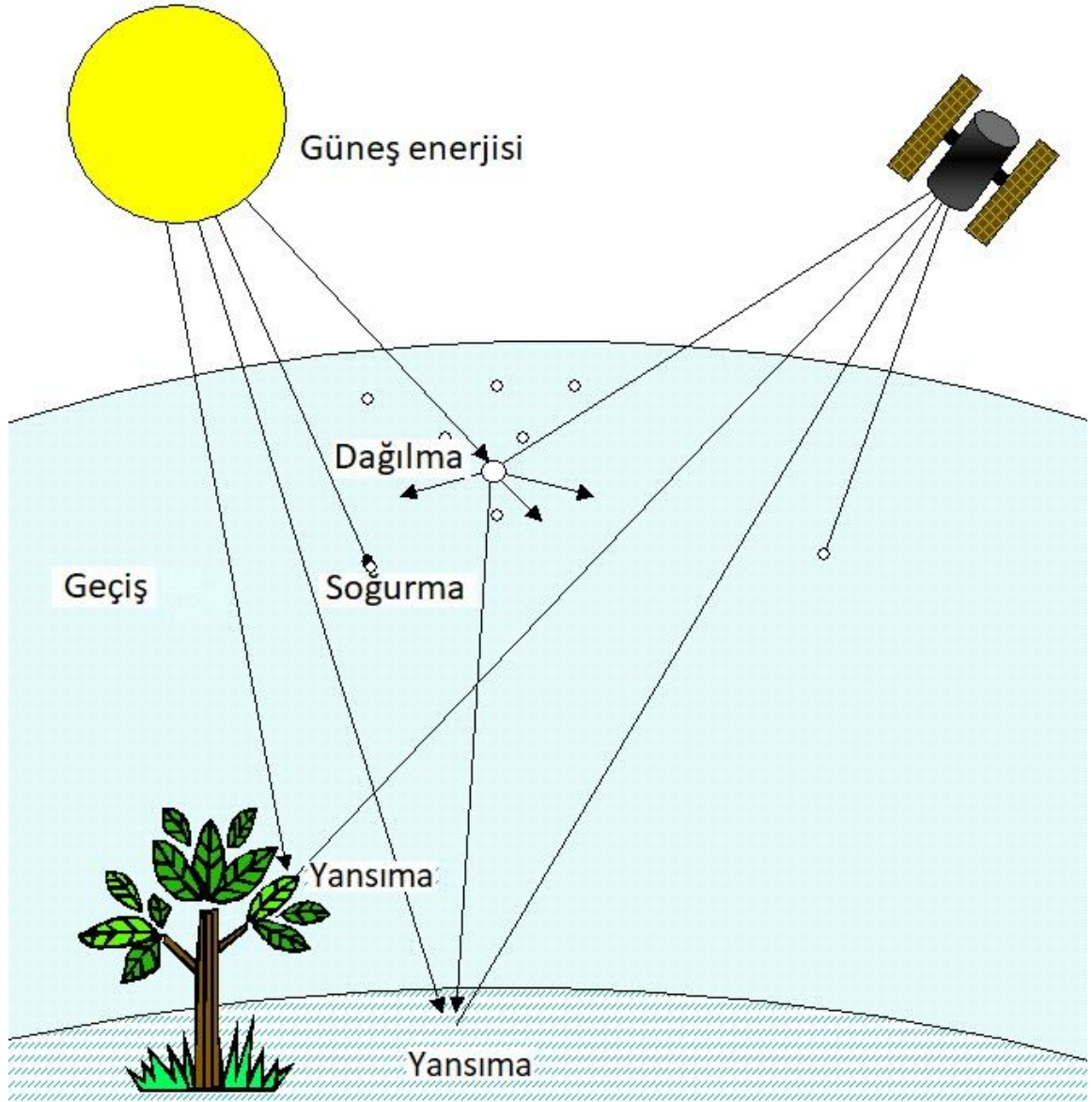
Şekil 1.6 Aynı görüntünün iki farklı renk bileşeni

Güneş'ten gelen elektromanyetik dalgalar atmosferden geçip yeryüzü nesnelere ile etkileşime girdikten sonra tekrar atmosfere geri yansır (Şekil 1.7.). Şekil 1.8.' de güneşten gelen enerjinin atmosfere girişini ve enerjinin yeryüzü nesnelere yansıtılarak uydu alıcılara ulaşma şekli gösterilmiştir.



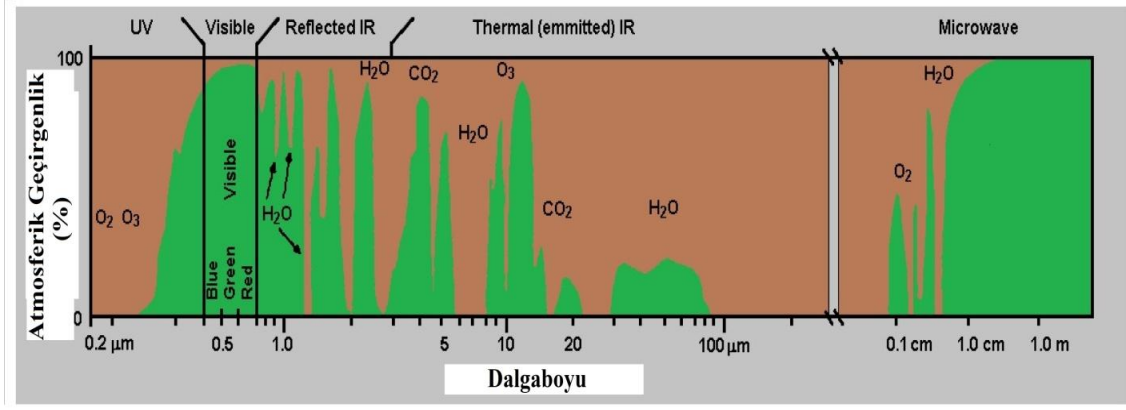
Şekil 1.7 Güneşten gelen elektromanyetik enerjinin Dünya'ya ulaşma biçimi [URL 3]





Şekil 1.8. Güneş enerjisinin atmosfere girişi ve bu enerjinin uydu alıcılarına ulaşması  
[URL 4]

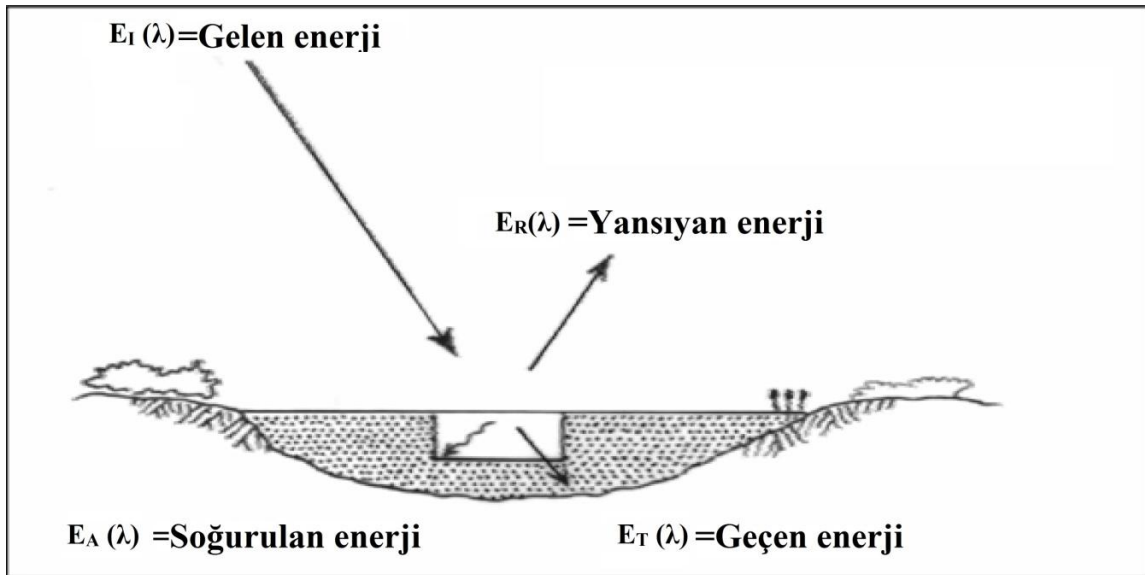
Yeryüzünden yansıyan ve yayılan elektromanyetik dalgalar çeşitli platformlara (uydular, uçaklar, balonlar) takılan algılayıcılar ile farklı dalgaboyu aralıklarında sayısal olarak uygun ortamlara kaydederler (Güre ve ark. 2009). UA sensörlerinin kaydettiği enerji atmosfer etkisiyle değişmektedir. UA' da en çok nesnelere yansıtılan enerji önemlidir. Yeryüzündeki nesnelere farklı yansıtma özellikleri UA' da bunların ayırt edilerek algılanmasını sağlar. Güneşten gelen enerji, atmosferdeki atom ve moleküllerin özelliklerine göre belli dalgaboyu aralığında yeryüzüne ulaşılır. Enerjinin atmosferden geçiş yapabildiği bölgeler atmosferik pencereler olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1.9.).



Şekil 1.9. Atmosferik pencereler [URL 3]

Atmosferik pencerelerden geçen enerji, yeryüzündeki nesnelere etkileşime girer. Bu etkileşim, Şekil 1.10.'da da görüldüğü gibi yansıma, soğurma ve iletilme olaylarıyla sonuçlanır (Güre ve ark. 2009). Bu olaylar arasında, yansıyan enerji  $E_{R(\lambda)}$ , soğurulan enerji  $E_{A(\lambda)}$ , iletilen enerji  $E_{T(\lambda)}$  ve kaynaktan gelen toplam enerji  $E_{I(\lambda)}$  olmak üzere (1.2)'deki gibi bir bağıntı vardır.

$$E_{I(\lambda)} = E_{R(\lambda)} + E_{A(\lambda)} + E_{T(\lambda)} \quad (1.2)$$



Şekil 1.10. Enerjinin yeryüzündeki maddelerle etkileşimi (Aggarwal, 2003)

#### 1.2.4. Spektral İmza

Yeryüzünde bulunan nesnelere, güneşten gelen enerjiyi yansıtma değerleri farklıdır. Başka bir deyişle spektral yansıtım bir görüntüdeki nesnelere temsil eden renklerden sorumludur. Örneğin bitkiler, enerjiyi daha çok yeşil rengi temsil eden dalga boyu aralığında yansıttığı için bitkileri yeşil görürüz. Dünya yüzeyindeki hedef cisimler tarafından yansıtılan farklı dalga boylarındaki tüm enerjiyi ölçebilir ve bu cisimlerin spektral imzaları oluşturabilir. Böylelikle, cisimler karşılaştırılarak birbirinden ayırt edilebilir. Örneğin su ve vejetasyon, görünür dalga boyunda kısmen benzer yansıtım gösterirken kızılötesi bölgesinde farklılık gösterir. Her nesnenin kendine özgü yansıtma değerlerinin olmasıyla, UA araçlarının sağladığı görüntüler sayesinde yeryüzünde meydana gelen değişimler kolayca fark edebilir ve izlenebilir. Nesne yüzeyinden yansıyan enerjinin, nesne yüzeyine gelen toplam enerjiye oranı olan spektral yansıtım  $\rho(\lambda)$ , (1.3) ile bulunur.

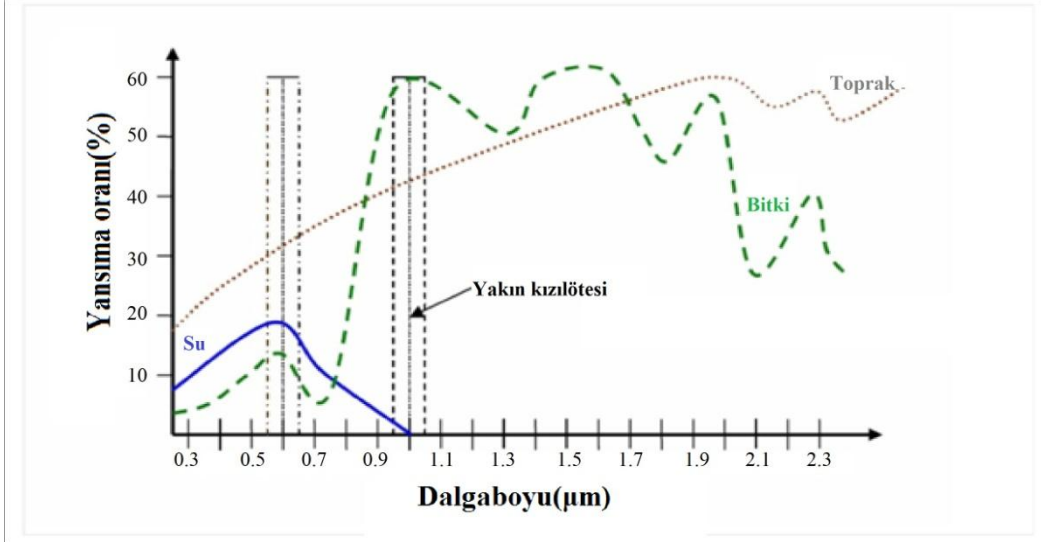
$$\rho(\lambda) = [ E_R(\lambda) / E_I(\lambda) ] \times 100 \quad (1.3)$$

Bitki örtüsü, toprak ve suya ait spektral yansıtma eğrileri Şekil 1.11.' de gösterilmiştir. Şekilde görüleceği üzere bitki örtüsünün spektral yansıtımını diğerlerinden farklı olup dalga boyuna göre değişmektedir. Aggarwal, (2003), Dünya yüzeyinin spektral özelliklerini vejetasyon, su ve toprak olmak üzere üç ana başlıkta aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Vejetasyonun spektral özellikleri dalga boyuna göre fazla değişir. Bitkilerin yapraklarında bulunan klorofil, mavi ve kırmızı dalga boylarındaki enerjiyi güçlü bir şekilde soğururken yeşil dalga boyunda yansıtır. Sağlıklı yaprakların iç yapısı, yakın kızılötesi dalga boylarında dağınık yansıtıcı gibi davranır. Yakın kızılötesi dalga boylarını gözlemleyen ve ölçen bilim insanları, sağlıklı vejetasyonu bu özellik sayesinde ayırt edebilme imkânı bulmaktadırlar.

Su yüzeyine gelen ışınların büyük çoğunluğu soğurulurken bir kısmı da yansır. Uzun dalga boyları ve yakın kızılötesi ışınlar görünür dalga boyundan daha fazla soğurulur. Bu nedenle büyük su kütleleri mavi görünür.

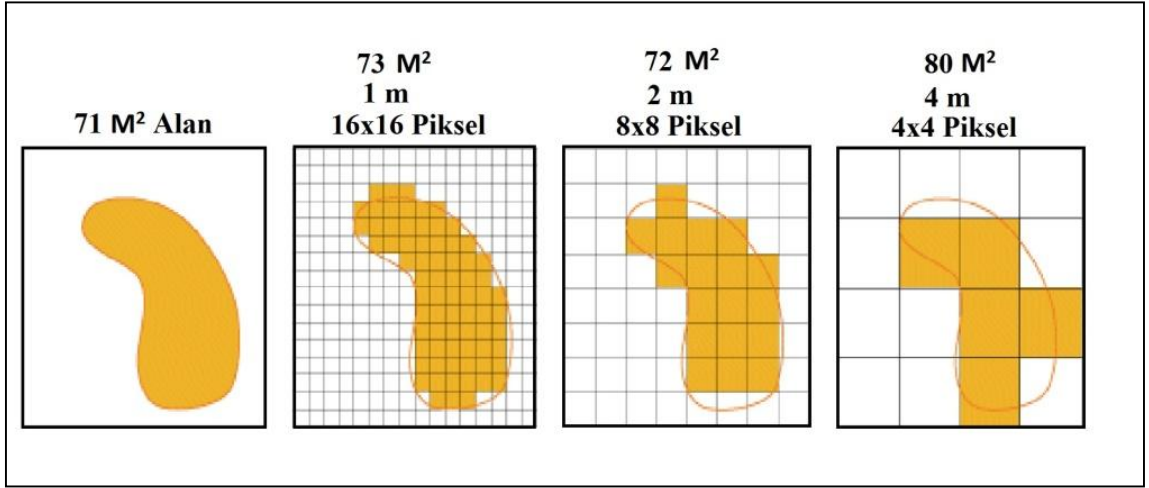
Toprak yüzeyine gelen ışığın çoğunu yansıtır, soğurur ve çok azını da geçirir. Toprağın; nem, organik madde ve demir oksit içermesinden dolayı yansıtım grafiğinde daha az sayıda tepe noktası ve az sayıda çukur nokta bulunur.



Şekil 1.9. Toprak, bitki ve su için genelleştirilmiş spektral yansıtım grafiği (Çölkesen, 2009)

### 1.2.5. Uzaktan Algılamada Çözünürlük Kavramı

Uydu görüntüleri bantlarının kayıt edildiği spektral aralıkları ve çözünürlüklerinin yeryüzü gözlemleri için, benzer ölçekte konumsal çözünürlükleri, tarama genişliği ve aynı yeri tekrar gözleme süreleri bakımından uygun olmalarıdır. (Ateş ve Demir, 2009). Yer gözlem uydu görüntülerinde çözünürlük yersel çözünürlük, radyometrik çözünürlük, spektral çözünürlük ve zamansal çözünürlük olmak üzere dört farklı şekilde ifade edilir (Duran, 2007; Demirkesen, 2007). Yersel çözünürlük görüntüde ayırt edilebilir detay seviyesini gösteren bir özelliktir (Hacıağaoğlu, 2013). Görüntünün bir pikseli, gerçek dünyada temsil ettiği büyüklüktür. Piksele karşılık gelen gerçek dünyadaki değer büyüdüğü zaman, yersel çözünürlük azalır. Yersel çözünürlük Şekil 1.12.'de gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Yersel çözünürlüğün gösterilmesi [URL 5]

Güneşten gelen elektromanyetik dalgalar, yeryüzünden yansıdıktan sonra uydu sensörleri tarafından belli spektral değerlerde kaydedilir. Spektral çözünürlük de bu değerlerle ilgilidir. Yani spektral çözünürlük, görüntünün elektromanyetik tayftaki kapladığı alandır. Spektral çözünürlüğün iyi olması bir bandın algıladığı dalga boyu aralığının küçük olduğunu gösterir [URL 6]. Radyometrik çözünürlük, görüntüye ait her bir pikselin alabileceği rakamsal değerlerinin kapsadığı bölümdür. Örneğin, Landsat 8 OLI 16 bit, parlaklık değer aralığı  $2^{16} = 0-65535$  arasında iken Landsat 7 ETM+ 8 bit olup parlaklık değer aralığı  $2^8 = 0-255$  arasındadır. Farklı radyometrik çözünürlüğe sahip görüntüler Şekil 1.13.'de gösterilmiştir. Zamansal çözünürlük ise görüntülerin alındığı zamandan sonra tekrar görüntülendiği zamana kadar geçen süredir (Ozulu, 2005). Örneğin, Landsat 8'in zamansal çözünürlüğü 16 gün iken Landsat 2'nin 18 gündür.



Şekil 1.13. Radyometrik çözünürlüğün gösterilmesi

### 1.2.6. Uzaktan Algılama Uydularının Yörüngeleri

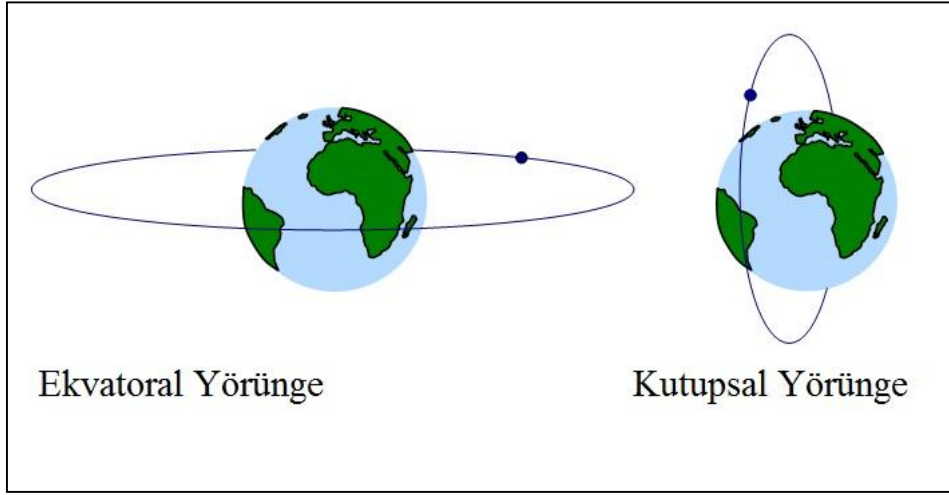
Uydu yörüngeleri ekvatorial ve kutupsal olarak iki şekilde tanımlanır. Yörüngeleri ekvatorial bölgede kalanlara ekvatorial yörünge, ekvatora yakın bölgelerde ve ekvatora dik olan yörüngelere kutupsal yörüngeler denir (Şekil 1.14.).

Ayrıca uydu yörüngelerinin Dünya'ya olan uzaklığına bağlı olarak isimler alabilmektedir (Şekil 1.15). Bu yörüngeler:

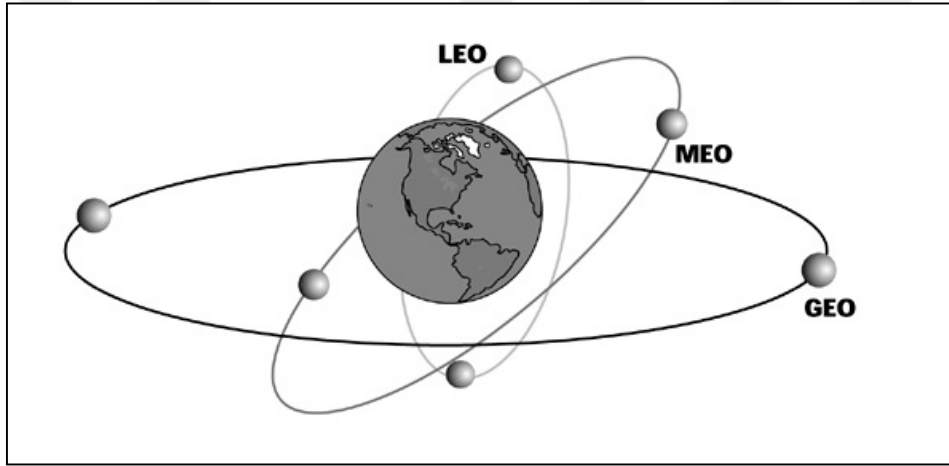
**Alçak Yer Yörüngeleri (Low Earth Orbit, LEO):** Genelde yer gözlem uyduları, istihbarat ve meteoroloji uydularının sahip olduğu yörüngelerdir. Yükseklikleri 2000 km'ye kadar olan bu yörüngeler genelde kutup bölgelerinden geçer. Dünya'ya oldukça yakın olan bu yörüngelerde bulunan uydular çok hızlı dönerler.

**Orta Yükseklikteki Yörüngeler (Midium Earth Orbit, MEO):** Yükseklikleri 12000 km'ye kadar olan uydu yörüngeleridir.

**Dünya Eşzamanlı Yörüngeler (Geostationary Orbit, GEO):** Dolanma dönemleri Dünya ile aynı olup yükseklikleri 36000 km olup televizyon ve meteoroloji uydularının bulunduğu yörüngelerdir.



Şekil 1.114. Ekvatorial yörünge ve Kutupsal yörünge [URL 7]



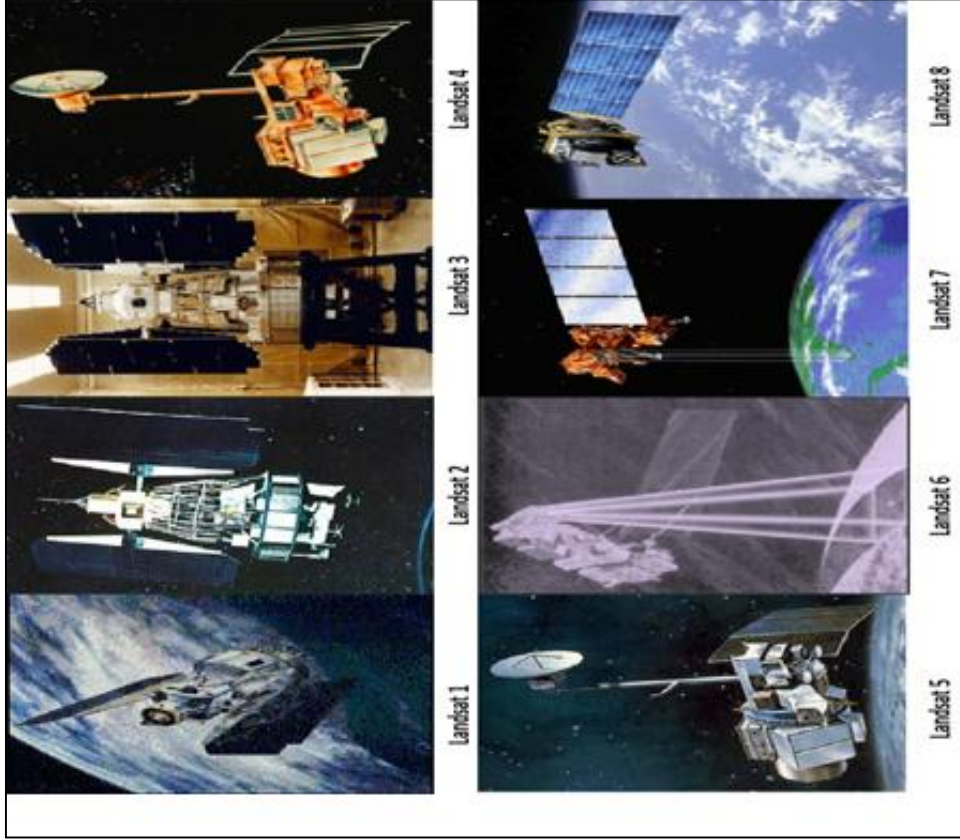
Şekil 1.125. Yerden uzaklığa göre yörüngeler [URL 8]

### 1.2.7. Landsat Uyduları

Landsat uydu serisi, 45 yılı aşkın bir süredir Dünya yüzeyinin orta çözünürlüklü çoklu spektral verisinin uzun zamana ait kayıtlarını içermektedir. Landsat görüntüleri, büyüyen dünya nüfusu için, dünyada bulunan besinleri, suyu, ormanları ve diğer doğal kaynakları geniş çerçevede yöneten ve birçok araştırmacıya yardımcı olacak, kalite, detay kapsama alanı bakımından eşsiz kaynaklar sunmaktadır [URL 9]. Landsat verileri, eğitim, askeri, ticari ve endüstriyel gibi birçok alanda araştırmacılar tarafından halen kullanılmaktadır.

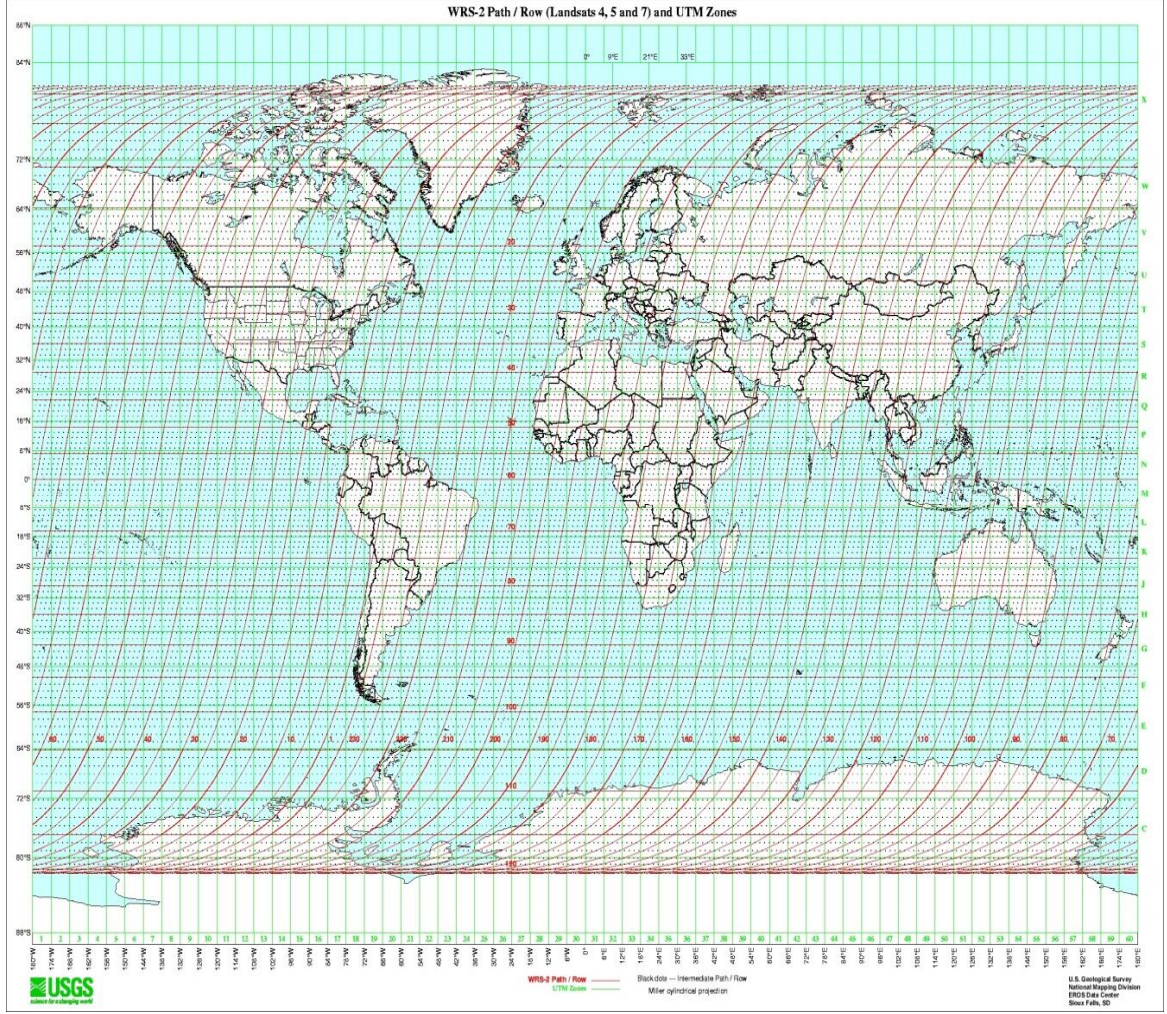
Landsat serisinin ilk uydusu olan Landsat 1, 23 Temmuz 1972 yılında NASA tarafından fırlatılmıştır. Daha sonra bu model uydu geliştirilerek Landsat uydu serisi olan 8 adet uydu inşa edilmiştir (Şekil 1.16.). Bu sekiz uydudan altıncısı 5 Ekim 1993 yılında fırlatma işlemi başarısız olduğundan faaliyet göstermemiştir. Landsat uyduları birbirilerini

destekleyecek şekilde tasarlanmıştır. Şekil 1.17.'de Landsat 4-8 uydularının WRS 2 path/row haritası verilmiştir. NASA, Landsat serisini devam ettirecek olan 9. uyduyu inşa edip 2020 yılında yörüngeye göndermeyi planlamaktadır. Landsat uydularının tarih cetveli Şekil 1.18.'de verilmiştir.

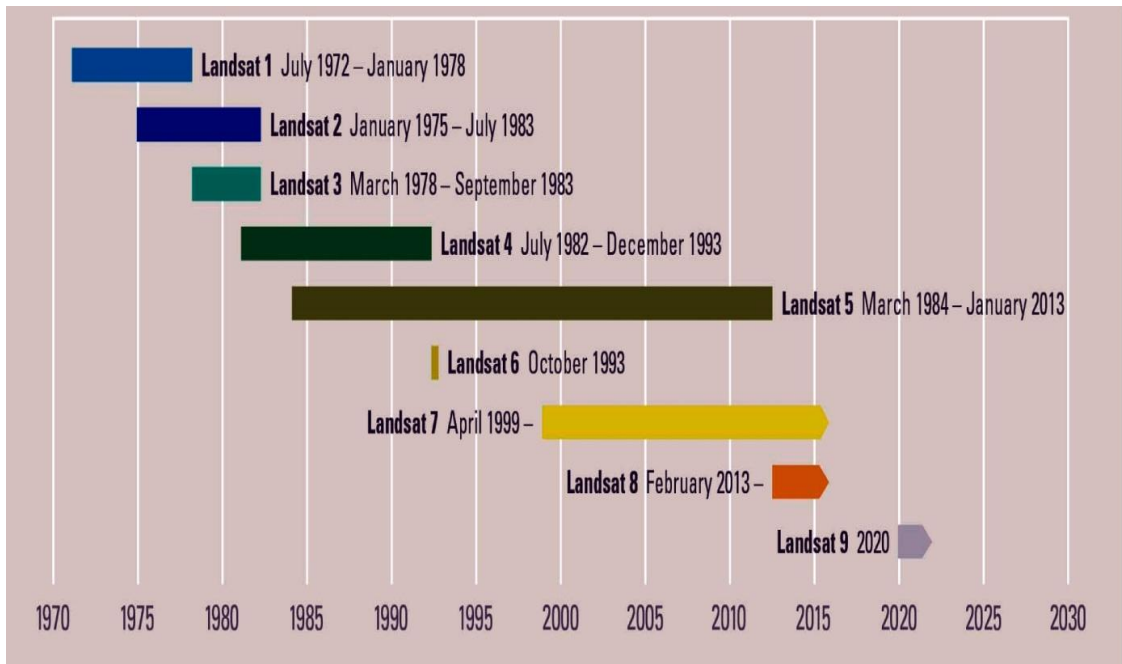


Şekil 1.136. Landsat uydu serisi [URL 10]





Şekil 1.147. Landsat 4-8'in WRS Path Row haritası [URL 11]



Şekil 1.158. Landsat uydularının tarih cetveli [URL 12]

### 1.2.8. Uzaktan Algılamanın Kullanım Alanları

Uzaktan algılama gelişen teknoloji ile beraber birçok amaç için kullanılmaktadır. UA'nın kullanım alanları, savunma, tarım ve ormancılık, jeolojik uygulamalar, hidrolojik uygulamalar, haritacılık, havacılık ve uzay gibi pek çok alanda kullanılmaktadır [URL 13]. Bazı, UA alanları Çizelge 1.2.'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Uzaktan Algılamanın bazı kullanım alanları [URL 13]

Uygulama Alanı	Uzaktan Algılama
Haritacılık	Topoğrafik haritanın yapılması, Sayısal yer modellerinin oluşturulması, Yeryüzü deformasyonlarının izlenmesi.
Hidroloji	Su kirliliği izleme, Sel haritalaması ve izleme, Kar dağılımını ve miktarını belirleme, Buz erimesi ve buz hareketi gözlemi
Tarım	Arazi kullanımının belirlenmesi, Bitki çeşitliliğini ayırma, Ürün türü belirlenmesi, Bitki sağlığının izlenmesi, Bitki gelişimini izleme
Çevre	Ekolojik gelişmelerin sürekli izlenmesi, Arazi örtüsü veya kullanımının haritalanması, Akarsu, deniz ve göl su kirliliklerinin belirlenmesi, Sanayi alanları ve çevresindeki değişimlerin izlenmesi
Ormancılık	Orman çeşitlerinin haritalanması; Ağaç sağlığının izlenmesi; Ormansızlaşma ve çölleşme izleme; Kereste üretimi tahmini ve planlaması; Orman yangınlarının izlenmesi.
Jeoloji ve Maden	Jeolojik yapı çalışmaları, Fay, çizgisellik ve kırıkların tanımlanması, Jeotermal araştırmalar, Deprem araştırmaları, Maden ve yeryüzü kaynaklarının aranması

### **1.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)**

Araştırmacılar Coğrafi Bilgi Sistemlerini (CBS), birçok alanda kullandığı için CBS'nin farklı tanımları mevcuttur. Birçok araştırmacıya göre, CBS konumsal bilgi sistemlerinin hepsini içeren ve coğrafi bilgiyi tümüyle inceleyen bir kavram, bazı araştırmacılar ise CBS, konumsal bilgileri dijital ortamlara taşıyan bilgisayar tabanlı bir araç olarak tanımlamaktadır (Yomralıoğlu, 2009). Bu tanımlar doğrultusunda CBS, belirlenen hedeflere göre yeryüzüne ait verilerin toplanması, saklanması, araştırılması ve görüntülenmesi gibi işlemleri yapan araçların tümüne denir. Buna göre CBS, yeryüzü şekillerini ve yeryüzü olaylarını haritaya dönüştürdükten sonra analiz etmek için gerekli olan bilgisayar destekli araçlardan oluşan bir sistemdir (Yomralıoğlu, 2009; Burrough, 1998).

CBS uygulama şekillerine göre, Arazi Bilgi Sistemi, Arazi Veri Sistemi, Uzaysal Bilgi Sistemi, Kent Bilgi Sistemi, Görüntü İşlem Tabanlı Bilgi Sistemi ve Toprak Bilgi Sistemi gibi farklı adlarla ifade edilmektedir (Maguire, 1992). Uygulama biçimine göre yapılan farklı isimlendirmeler ile birlikte, pek çok uzman CBS' deki hızlı gelişme ile veri toplama ve veri işleme tekniklerinin gelişimi esnasında bir bağlantı olduğunu ileri sürmektedirler. Bu bağıntılara, UA, Veri Tabanlı Yönetim Sistemleri, Bilgisayar Destekli Tasarım ve Bilgisayar Destekli Kartoğrafya örnek gösterilebilir. Bu sistemlerin bazı özellikleri CBS bünyesinde toplanmıştır. Fakat CBS' de olup bu sistemlerde olmayan özellik coğrafi analiz yapma yeteneğidir (Yomralıoğlu, 2009). Diğer sistemlerden farklı olarak, CBS'nin sahip olduğu fonksiyonlar, Sayısal Veri Entegrasyonu, Konumsal Sorgulama, Görüntüleme, Model Analizleri, Yüzey Analizleri, Konumsal Analizler ve Karar Verme Analizleri örnek gösterilebilir.

#### **1.3.1. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Bileşenleri**

CBS'nin temel fonksiyonlarını yerine getirilebilmesi için, donanım, yazılım, veri, insan ve yöntemlerin bir arada olması gerekir (Şekil 1.20.). Bu bileşenleri Yomralıoğlu (2009) aşağıdaki gibi açıklamıştır.

**Donanım:** CBS'nin çalışabilmesi için gerekli olan bilgisayarlar ve bilgisayara bağlı yazıcı, tarayıcı ve veri kayıt üniteleri gibi yan ürünlerin bütününe donanım denilmektedir.

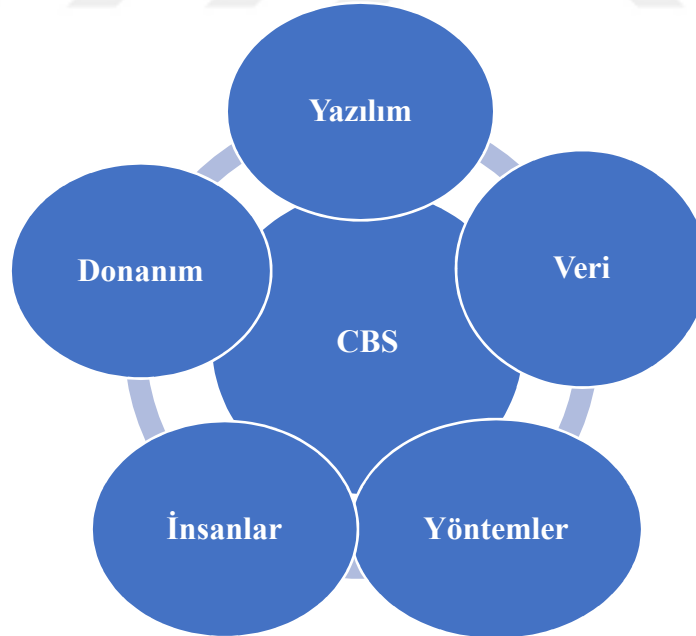
**Yazılım:** Yazılım diğer bir deyişle bilgisayarda koşabilen program, coğrafik bilgileri depolamak, analiz etmek ve görüntülemek gibi ihtiyaç ve fonksiyonları kullanıcıya sunmak üzere, yüksek düzeyli programlama dilleriyle gerçekleştirilen algoritmalarıdır.

Dünyadaki CBS pazarının önemli bir kısmı yazılım geliştiren firmaların elindedir. Bu bakımdan günümüzde CBS bu tür yazılımlarla neredeyse özdeşleşmiş durumdadır.

**Veri:** CBS'nin en önemli bileşenlerinde biridir. Grafik yapıdaki coğrafik veriler ile tanımlayıcı nitelikteki öznitelik veya tablo verileri gerekli kaynaklardan toplanabileceği gibi, piyasada bulunan hazır haldeki veriler de satın alınabilir. CBS konumsal veriyi diğer veri kaynaklarıyla birleştirebilir. Böylece birçok kurum ve kuruluşu ait veriler organize edilerek konumsal veriler bütünleştirilmektedir. CBS'nin oluşturulabilmesi için neredeyse en zahmetli ve en çok zaman alan bölümü veri toplama işlemidir.

**İnsan:** Problemlerin çözümü için gerekli sistemleri yöneten ve geliştirme planlarını hazırlayan insanlar olmadan, CBS sınırlı bir yapıda olurdu. CBS kullanıcıları, sistemleri tasarlayan ve koruyan uzman teknisyenlerden günlük işlerindeki performanslarını artırmak için bu sistemleri kullanan kişilerden oluşan geniş bir kitledir.

**Yöntemler:** İşin kurallarına göre ve planın iyi tasarlanmış olmasına bağlı olarak başarılı bir CBS ortaya çıkar. Bu tür işlevler her kuruma ait model ve uygulamalar içerebilir. CBS'nin kurumlar içerisindeki birimler veya kurumlar arasındaki konumsal bilgi akışının verimli bir şekilde sağlanabilmesi için gerekli metotların geliştirilerek uygulanıyor olması gerekir.

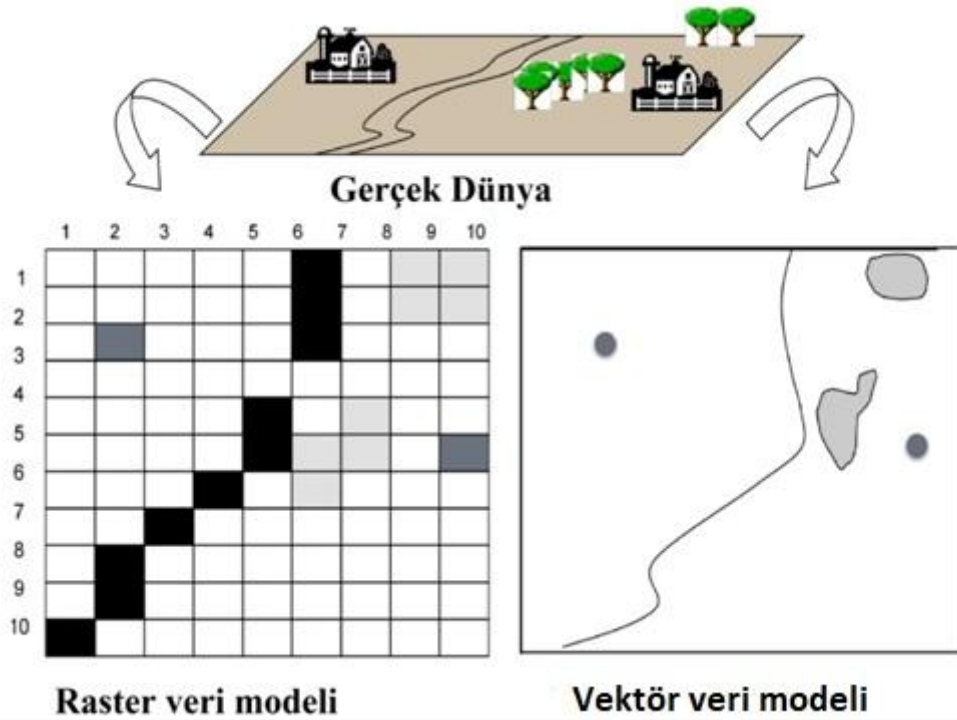


Şekil 1.19. CBS'nin temel bileşenleri

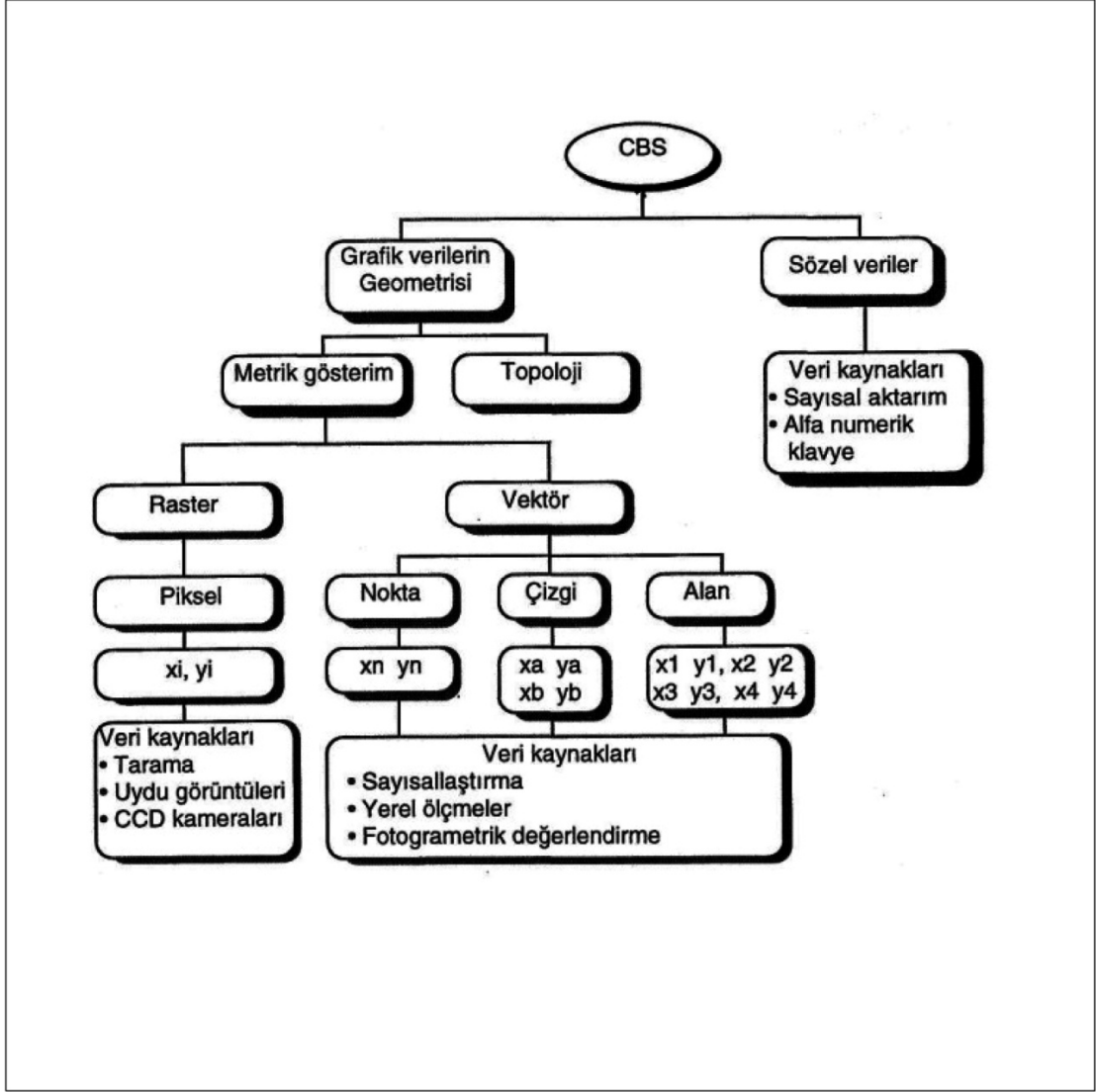
### 1.3.2. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Çalışma Prensibi

CBS'nin temel çalışma prensibi, belli bir coğrafi bölgenin grafik ve grafik olmayan verilerinin ilişkilendirilerek farklı katmanlar halinde saklanması ve bu katmanları kullanarak planlanan analizlerin yapılması işlemlerine dayanmaktadır [URL 2].

CBS, yeryüzüne ait bilgileri coğrafi alanda birbiri ile ilişkilendirilmiş tematik harita katmanları gibi saklar. Coğrafi bilgiler ulusal koordinat veya enlem boylam gibi referanslı bilgileri taşır (Yormalıoğlu, 2009). Böylece analizler konuma bağlı olarak yapılır. Seçilecek coğrafi referans konumu, vektör veri modeli ve raster (hücresel) veri modeline bağlı olarak ifade edilir. Şekil 1.20.'de raster ve vektör veri örneği ve Şekil 1.21.'de de CBS' de kullanılan veri modelleri ve kaynakları gösterilmiştir.



Şekil 1.20. Raster ve vektör veri modeli



Şekil 1.21. CBS’ de kullanılan veri modelleri ve kaynakları [URL 14]

### 1.3.3.Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel İşlevleri

Sorunsuz bir CBS isteniyorsa; veri toplama, veri yönetimi, veri işlem ve veri sunumu işlevlerinin gerçekleştirilmesi gerekir. Bu temel işlevler açıklamalarıyla birlikte Çizelge 1.3.’ de verilmiştir.

Çizelge 1.3. CBS'nin temel işlevleri

<b>İşlevler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>Veri toplama</b>	CBS' de kullanılacak coğrafi veriler toplanır ve sayısal veri haline getirilir. Yani toplanan veriler, kâğıt ya da harita ortamından bilgisayar ortamına taşınması gerekir.
<b>Veri yönetimi</b>	Birden çok veri türü ya da çok büyük veriler, bir bilgisayar yazılımı olan veri tabanı sistemlerinde saklanması yönetilmesi gerekmektedir.
<b>Veri işlem</b>	Veri türlerinin birbirine çevrilmeye ve sorgulanmaya açık olmalıdır. Bu sayede birçok mantıksal ve geometrik işlemler gerçekleşir.
<b>Veri sunumu</b>	Yapılan coğrafi uygulamalardan sonra harita ve grafik haline getirilir.

#### **1.3.4. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Uygulama Alanları**

Dünya genelinde CBS, birçok meslek grubu ve ayrıca birçok kurum tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Genelde, konumsal analiz aracı olarak kullanılan CBS, birçok uygulamada kullanılmaktadır. Çizelge 1.4.'de CBS uygulama alanlarının bazıları verilmiştir.

Çizelge 1.4. CBS'nin bazı uygulama alanları [URL 13]

Uygulama Alanı	Örnekler
<b>Kent ve altyapı bilgi sistemi</b>	Çevre Yönetimi, Belediye Faaliyetleri, Turizm, Savunma Ve Güvenlik, Eğitim
<b>Arazi kullanım ve planlama</b>	Kampus Bilgi Sistemi, Yerleşim Alanı Planı, Üniversite Yerleşke Bilgi Sistemi, Peyzaj Planlama, İnternet Haritacılığı
<b>Çevre</b>	Çevresel Etki Değerlendirilmesi, Karayolu, Elektromanyetik Dalgalar Çalışmalarında, Kıyı Değişimleri Analizlerinde, Orman Envanteri Haritası
<b>Tarım ve Orman</b>	Sürdürülebilir Arazi Yönetimi, Tarla Planlama, Sulama Ve Drenaj Ağlarının Değerlendirilmesi, Haşere Ve Hastalık Yönetimi, Orman Envanteri, Orman Koruma
<b>Jeoloji Maden</b>	Deprem Senaryoları ve Risk Analizi, Volkanik Senaryolar ve Risk Analizi, Doğal Kaynak Yönetimi Ve Planlaması, Yer Altı Su Seviyesi Haritasının Üretilmesi, Maden Çıkarma ve Petrol Arama Planlaması Sayısal Jeoloji Haritası Üretilmesi, Eğim Haritalarının Üretilmesi, Bakı Haritalarının Üretilmesi, Havza Alanlarının Belirlenmesi



## BÖLÜM 2

### ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Değişim belirleme, farklı zaman aralıklarında izlenen ve kaydedilen nesne ya da olayların değişimindeki farklılıkların belirlenmesi sürecidir (Singh, 1989). Zamansal değişimlerin bulunmasında UA ve CBS kullanımı çok yaygındır. Değişim bulma çalışmalarında, sınıflandırma ya da NDVI yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır. Gelişen teknolojiyle beraber Landsat uydu verilerinin dışında başka yer gözlem uydu verilerinin de sıkça kullanıldığı görülmektedir.

Büyük kentlere göç ile birlikte artan nüfusun olumsuz etkilediği tarım, orman, kıyı alanlarının yok edilmesi, yapılaşma, çevre değişimlerin izlenmesinde UA ile CBS birleşimi oldukça önemlidir (Demirkesen, 2007). İleride sürdürülebilir kalkınma ve daha yaşanabilir bir dünya için aşırı kentleşme gibi problemlerden dolayı tüm dünyada şehirlerin mekânsal büyümesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır (Kaya ve Toroğlu, 2015). Değişiklikleri takip etmek kentsel ve bölgesel planlamacılar için oldukça zor bir iştir (Kressler ve Steinnocher, 1996 ). Bu işler gerek zaman olarak uzun sürmesi gerekse maliyet olarak oldukça masraflıdır. Ancak UA teknolojileriyle bu problemler en aza indirilmiştir. Aynı şekilde gelişen şehirleri izleyerek gelecekte çarpık kentleşmenin ve alanların bilinçsizce kullanılmasının önüne geçilebilir. UA verileri ile bitki örtüsünün zamansal değişim analizi tarım bilimleri için kritik öneme sahiptir. CBS ile birlikte UA teknolojisi bitki örtüsü konusunda güvenilir bilgi verebilmektedir (Rawat ve Biswas, 2016). Arazi örtüsü ve arazi kullanımı değişikliği, bölgesel kalkınmada önemli rolü olan küresel çevre değişiminin önemli bir unsuru olarak yaygın olarak kabul edilmektedir (Chen, 2002). Hem dünyada hem de ülkemizde UA teknikleri kullanılarak görüntü sınıflama ve NDVI yöntemleriyle birçok zamansal değişim çalışmaları mevcuttur.

Fung ve Siu (2000), 1987, 1991, 1993 ve 1995 yıllarına ait SPOT HRV uydu verilerinden NDVI oluşturduktan sonra görüntü farkı alma yöntemini ve NDVI görüntüleri için temel bileşen analizi yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, her iki yöntemin de bitki örtüsündeki keskin değişimleri etkin olarak belirleyebildiğini açıklamışlardır. Sınıflama türlerinden kontrolsüz sınıflama ile NDVI uygulamalarını kullanan Owor ve ark. (2007), Lake George ve çevresinde 1987 ile 2001 yılları arasında meydana gelen mevsimsel değişimleri incelemek için Landsat uydu görüntüleriyle CBS, NDVI, kontrolsüz sınıflama ve su indeksi kullanarak su, açık alanlar ve bitki örtüsü değişimlerini açıklamışlardır.

Shalaby ve Tateishi (2007), çalışmalarında 1987 ve 2001 yıllarına ait Landsat görüntüleriyle, Mısır'ın Kuzeybatı Kıyısındaki arazi örtüsü değişimlerini haritalamak için maksimum olasılıkla kontrollü sınıflandırma ve sınıflandırma sonrası değişim bulma tekniklerini kullanmışlardır. Arazi çalışmalarıyla sınıflama için doğruluk analizleri yapmışlardır. CBS aracılığıyla alana ilişkin yardımcı veriler, görsel yorum ve uzman bilgisi kullanılarak sınıflandırma sonuçları revize edilmiştir. Çalışmaları sonucunda, sınıflandırma yöntemleri kullanıldığı zaman mutlaka sınıflarının doğruluğu araştırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Gandhi ve ark. (2015), sundukları bir çalışmada, UA ve CBS kullanarak Vellore bölgesinin 2001 ile 2006 vejetasyon değişimini bulmaya amaçlamışlardır. Bu amaçlarına, uydu görüntülerine NDVI uygulayarak bir dizi analizler sonucu ulaşmışlardır. Çalışmalarında NDVI kullanmanın çalışma alanının sınıflandırmasında kolaylık sağladığı vurgulanmıştır. Çalışmalarının sonucunda, ormanlık alanlarının azaldığını buna bağlı olarak tarım alanları ve yapılaşmanın arttığı belirlenmiştir.

Tarihi olaylardan sonra meydana gelen değişimlerinin bulunmasında UA tekniklerinin önemli bir rolü vardır. Örneğin Tillmann (2012), sunduğu bir çalışmada, Sovyet Rusya'nın çöküşünden sonra meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Landsat uydu görüntülerine kontrollü sınıflandırma ve NDVI işlemleri uygulayarak değişimleri bulmuştur. Jwan ve ark. (2013) ise Irak'ın Halepçe kentinde kimyasal silah kullanımı sonrası vejetasyon değişimini bulmayı amaçlayan çalışmalarında, Landsat uydu görüntülerine sınıflandırma ve NDVI işlemlerini uygulayarak değişimleri ortaya çıkarmışlardır.

Bahadır (2013), Akşehir Gölü'nün seviye ve alansal değişimini UA teknikleri kullanarak kontrollü sınıflanmış 1975 ile 2010 Landsat uydu görüntülerinin karşılaştırmasıyla belirlenmiştir. Aynı şekilde tarım, orman ve kentsel gelişimlerle beraber doğal alanların değişimi izlenebilir ve tedbirler alınabilir. Çoban (2006), orman alanlarındaki zamansal değişimlerinin, uydu görüntüleri kullanarak sınıflandırılması ve sınıflandırma doğruluklarının değerlendirilmesi işlemlerinin çıktıları sunulmuştur. Yaptığı değerlendirme ile sınıflandırdıktan sonra karşılaştırma yönteminin ormancılık çalışmalarında daha etkin rol oynadığını vurgulamıştır.

Özyavuz (2011) "Tekirdağ Kent Merkezinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama İle İncelenmesi" adlı çalışmasında, 2000 ve 2010 yıllarına ait Landsat TM uydu görüntüleri kontrolsüz sınıflandırılarak ERDAS yazılımının Change Detection algoritmasıyla değişimleri bulmuştur. Bu 10 yıllık dönem içinde en çok İstanbul yönüne yapılaşmanın arttığı gösterilmiştir.

Tekirdağ Kentinin yıllık ortalama %6,3'lük bir oranla geliştiği gösterilmiştir. Sınıflama ve sınıflama doğruluğu ile yapılan analizlerde, 2000-2010 yılları arasında 580,57 ha'lık alanın kentsel alana dönüştüğünü bulunmuştur.

Kaya ve Toroğlu, (2015), Kayseri'nin şehirselleşmesini belirlemek için; 1987, 1999 ve 2013 yıllarına ait Landsat TM, ETM ve OLI uydu görüntülerini sınıflandırılarak Kayseri'de meydana gelen şehirselleşme ve bununla beraber meydana gelen arazi kullanım değişimini bulmuşlardır. Aynı zamanda 2013 yılı yüksek mekânsal çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılarak doğruluk analizleri yapılmıştır. 1987-2013 yılları arasında şehirselleşen arazi sınıfları, değişim analizleri ile bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda gözlemlenen tüm arazi sınıflarının yerleşim alanlar dönüştüğünü belirlenmiştir.

Özdemir ve ark. (2010), Landsat uydusunun 1977, 1987, 1999 ve 2007 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerini kullanarak, görüntü farkı alma metodu ile Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı orman alanlarındaki mekânsal değişim analizi yapılmıştır. Analizler için, fark görüntülerindeki değişen ve değişmeyen alanlar, Beklenti Maksimizasyonu Algoritması ile uygun eşik değerle hesaplanmış ve analizler sonucu Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Park alanında ormanların azalmakta olduğunu göstermişlerdir.

Genç ve ark. (2013) ise sundukları bir çalışmada, 1987 ve 2010 Çanakkale İl Merkezi Landsat uydu görüntülerini kullanarak Arazi Kullanım Ve Bitki Örtüsü (AKBÖ) değişimlerini UA ve CBS tekniklerini ile açıklamışlardır. Farklı yıllarda kullandıkları Landsat uydu görüntüleri orman, yerleşim yeri, tarım ve diğer olmak üzere değişimleri 4 grupta incelemişlerdir. Çalışma sonucunda yerleşim alanlarının arttığını ve tarım alanlarının diğer AKBÖ sınıflara dönüştüğünü göstermişlerdir. Sayı (2013), ise, Landsat uydu görüntülerini kullanarak 2000 ile 2010 yılları arası AKBÖ değişimleri, kontrollü sınıflandırmış görüntülerin karşılaştırılmasıyla bulunmuştur.

Çanakkale İli için çok sayıda zamansal değişim çalışmalarının olmadığı; var olan çalışmaların ise daha çok arazi örtüsü ve arazi kullanımını değişim çalışmaları olduğu görülmektedir. Önceki çalışmalarda, değişimler arazi sınıflarına göre ele alınmış detay olarak eksik kaldığı görülmektedir. Ayrıca literatürde değişimlerin olumsuz etkilerinden YYS artışı gibi bazı problemlere değinilmemiştir.

Bu tez çalışmasıyla Çanakkale Merkez İlçe'nin 1987 ile 2015 yılları arasında meydana gelen keskin değişimleri UA teknikleri kullanılarak hem kontrollü sınıflama hem de NDVI yöntemleriyle tespit edilecektir. 28 yıllık süreçte Çanakkale Merkez İlçe'nin YYS hesaplanarak değişimlerin etkileri detaylı olarak incelenecektir.

## BÖLÜM 3

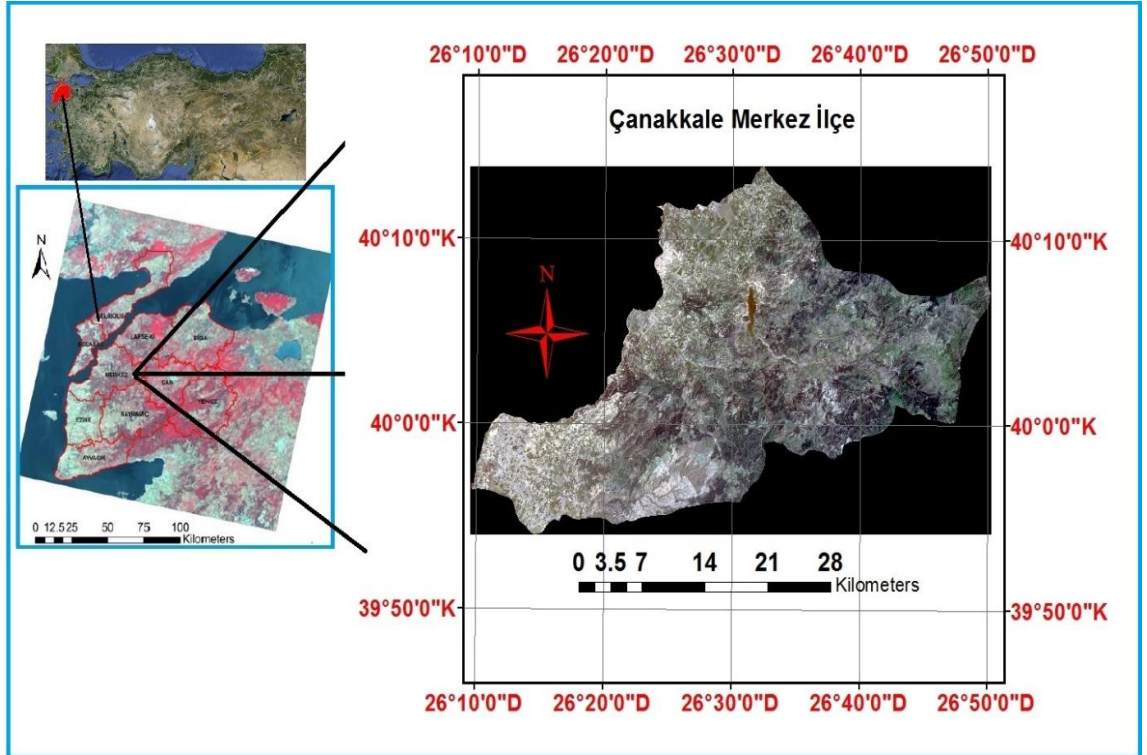
### MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Çalışma Alanı

Çanakkale Boğazı kıyısında kurulan Çanakkale İli, Anadolu yarımadasının kuzeybatısında, 39° 27' – 40° 45' kuzey enlemleri ile 25° 40' – 27° 30' doğu boylamları arasında yer alan, Asya ile Avrupa Kıtaları arasında bir köprü konumundadır. Yerleşik hayata geçildiği dönemden itibaren önemli kültürlerle ev sahipliği yapan Çanakkale çok farklı kültürel ve mimari mirasın bulunduğu yerleşim alanıdır [URL 13].

Toplam yüz ölçümü 993300 ha olan Çanakkale İli, Merkez İlçe ile beraber toplam 12 ilçeye sahiptir. Bu ilçeler; Ayvacık, Bayramiç, Biga, Bozcaada, Çan, Eceabat, Ezine, Gelibolu, Gökçeada, Lapseki ve Yenice'dir. Çanakkale il sınırları içinde 565 Köy, 21 Belde ve 34 Belediye teşkilatı bulunmaktadır. Aralık 2016 tarihi itibarıyla Çanakkale'nin nüfusu 519,793'dir. [URL 15].

Bu tez çalışmasında, çalışma alanını 103000 ha alana sahip Çanakkale Merkez İlçe oluşturmaktadır. (Şekil 3.1.). Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi Aralık 2016 sonuçlarına göre Çanakkale Merkez İlçe'nin nüfusu 165,517'dir. Bu nüfusun büyük çoğunluğunu Barbaros Mahallesi, Esenler Mahallesi ve Kepez'de yaşamaktadır (TÜİK, 2016).

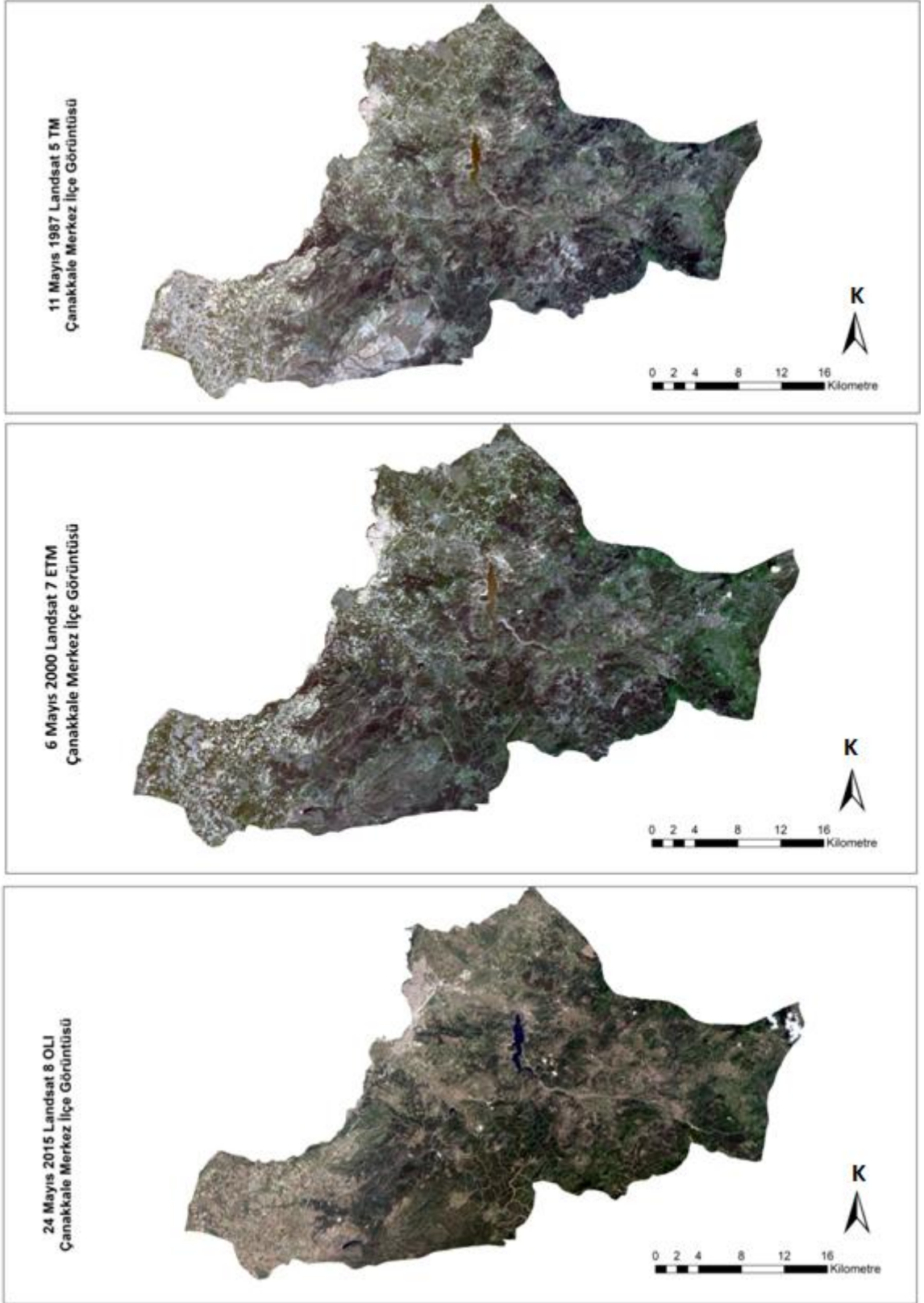


Şekil 3.1. Çalışma Alanı (Çanakkale Merkez İlçe)

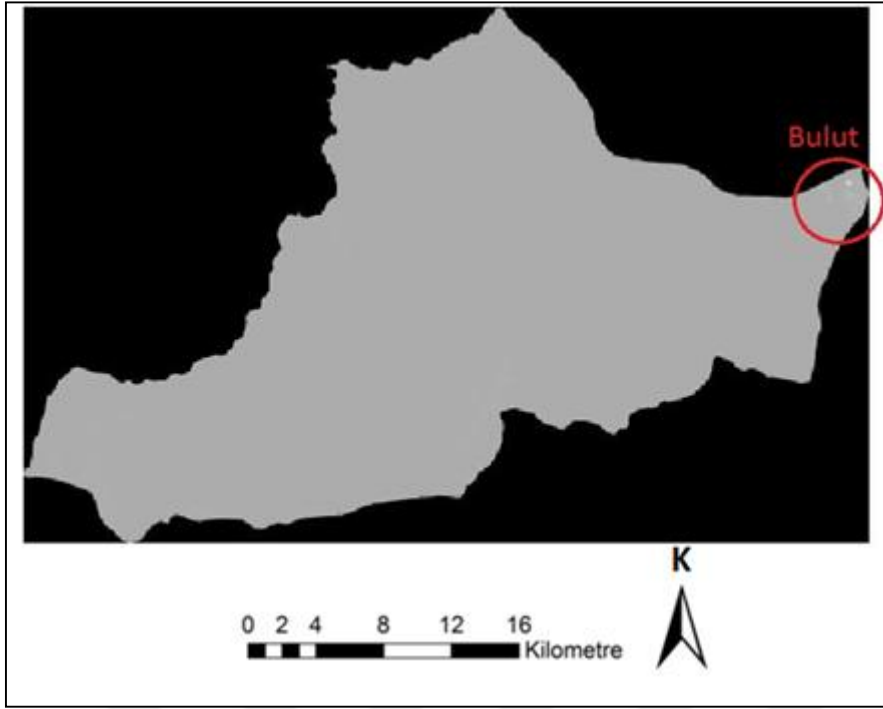
### 3.2. Kullanılan Uydu Görüntüleri

Son zamanlarda gelişen uydu teknolojisiyle beraber birçok yer gözlem uyduları mevcuttur. Kolay erişilebilir olması ve arşivinde çok eski görüntülere de sahip olduğu için Landsat uydu görüntüleri tercih edilmiştir. Bu çalışmada, <http://glovis.usgs.gov/> internet adresinden UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyonu ve WGS 84 (World Geodetic System 1984) Zone 35 koordinat sistemine göre referanslı, Çanakkale Merkez İlçe'nin, 11 Mayıs 1987 yılı Landsat 5 TM, 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + ve 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI görüntüleri kullanılmıştır (Şekil 3.2.). Bu uydu görüntülerinin band özellikleri Çizelge 3.1., ve 3.2.'de ve ayrıca Landsat OLI, ETM ve TM uydu görüntü bantlarının atmosferik geçirgenliklerinin karşılaştırılması Şekil 3.4.'de verilmiştir. Spektral aralığa bağlı olarak 15 ile 100 m. arasında orta yersel çözünürlüğe sahip olan Landsat 8 OLI' nin 11 bandının 7' si daha önceki Landsat 5 TM ve 7 ETM + sensörlerinde bulunan aralıklarına sahiptir ve böylece eski Landsat verileri ile uyumlu olması sağlanmıştır. Landsat TM, ETM + ve OLI uydu görüntülerin termal bantlarının yersel çözünürlükleri 30 m olarak kullanıcılara sunulmaktadır. Kullanılan Landsat uydu görüntülerinin bantları ekler bölümünde verilmiştir. Ayrıca çalışma alanının yüzeyini iyi tanımak için <https://earthexplorer.usgs.gov/> adresinden indirilen DEM (Digital Elevation Model) verisinden yararlanılmıştır.

Şekil 3.3.'de de görüldüğü gibi, 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI görüntüsünün kuzey ucunda bulutlu alan değişim bulma işlemlerine dâhil edilmemiştir. Bu tez çalışmasında, coğrafi analizler, haritalama, veri yönetimi ve veri görüntüleme işlemlerini gerçekleştiren ARCGIS ve ERDAS IMAGINE yazılımları kullanılmıştır.



Şekil 3.2. 1987, 2000 ve 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe Landsat uydu görüntüleri



Şekil 3.3. Landsat 8 OLI'nin 9. bandı ile 24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsünde bulutların gösterilmesi

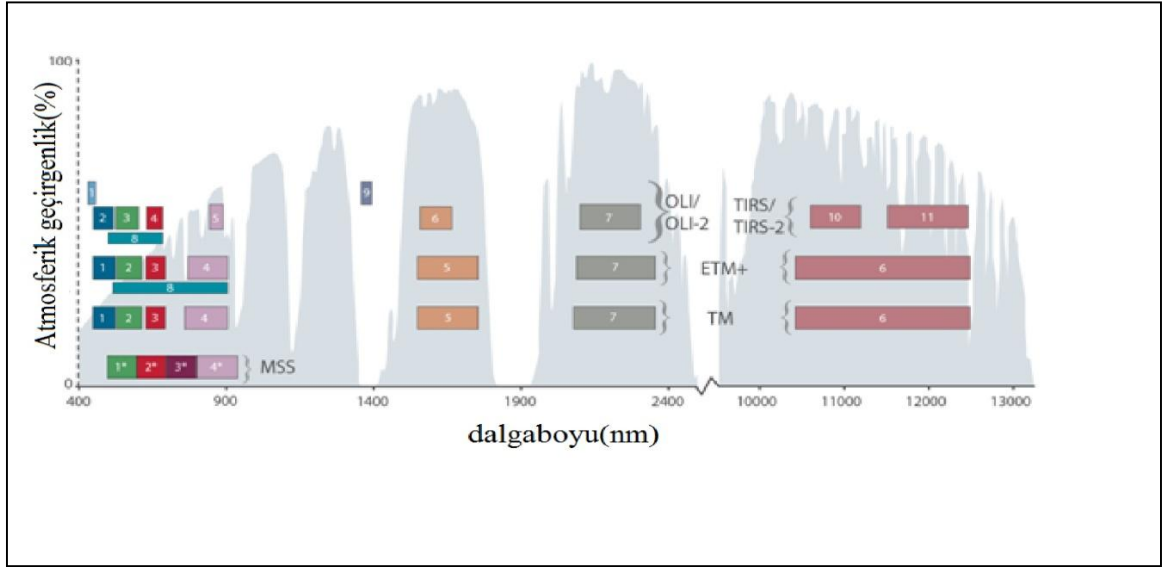
Çizelge 3.1. Landsat 7 ETM + band teknik özellikleri

Spektral Çözünürlük ( $\mu\text{m}$ )	Mekansal Çözünürlük (m)	Band İsmi	
Band 1 (0,45-0,52)	30	Mavi	Worldwide Reference System-2 Ekvatorдан geçiş zamanı 10:00 sabah +/- 15 dakika
Band 2 (0,52-0,60)	30	Yeşil	
Band 3 (0,63-0,69)	30	Kırmızı	
Band 4 (0,77-0,90)	30	Yakın Kızılötesi	
Band 5 (1,55-0,75)	30	Yakın Kızılötesi	
Band 6 (10,4-12,5)	60	Termal	
Band 7 (2,08-2,35)	30	Orta Kızıl ötesi	
Band 8 (0,52-0,90)	15	Pankromatik	

Çizelge 3.2. Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntülerinin band teknik özellikleri

Landsat 5-TM			Landsat 8 OLI		
Band	Yersel Çözünürlük (m)	Spektral Çözünürlük ( $\mu\text{m}$ )	Yersel Çözünürlük (m)	Tayfsal Çözünürlük ( $\mu\text{m}$ )	Band
			30	(0,43 – 0,45 )	Band 1
Band 1	30 Mavi	(0,45–0,52)	30	(0,45 – 0,51 )	Band 2
Band 2	30 Yeşil	(0,52-0,60 )	30	(0,53 – 0,59 )	Band 3
Band 3	30 Kırmızı	(0,63 -0,69)	30	(0,64 – 0,67 )	Band 4
Band 4	30 Yakın Kızıl Ötesi	(0,76 –0,90)	30	(0,85 – 0,88 )	Band 5
Band 5	30 Kısa Kızıl Ötesi	(1,55 –1,75)	30	(1,57 – 1,65 )	Band 6
Band 7	30 Yakın Kızıl Ötesi	(2,08 –2,35)	30	(2,11 – 2,29 )	Band 7
			15	(0,50 – 0,68 )	Band 8
			30	(1,36 – 1,38 )	Band 9
Band 6	120	(10,4-12,5)	100	(10,6- 11,19)	Band 10
			100	(11,5- 12,51)	Band 11
Worldwide Reference System-2 (WRS-2) Ekvatordan geçiş zamanı 9:45 sabah +/- 15 dakika			Worldwide Reference System-2 (WRS-2) Ekvatordan geçiş zamanı 10:00 sabah +/- 15 dakika		





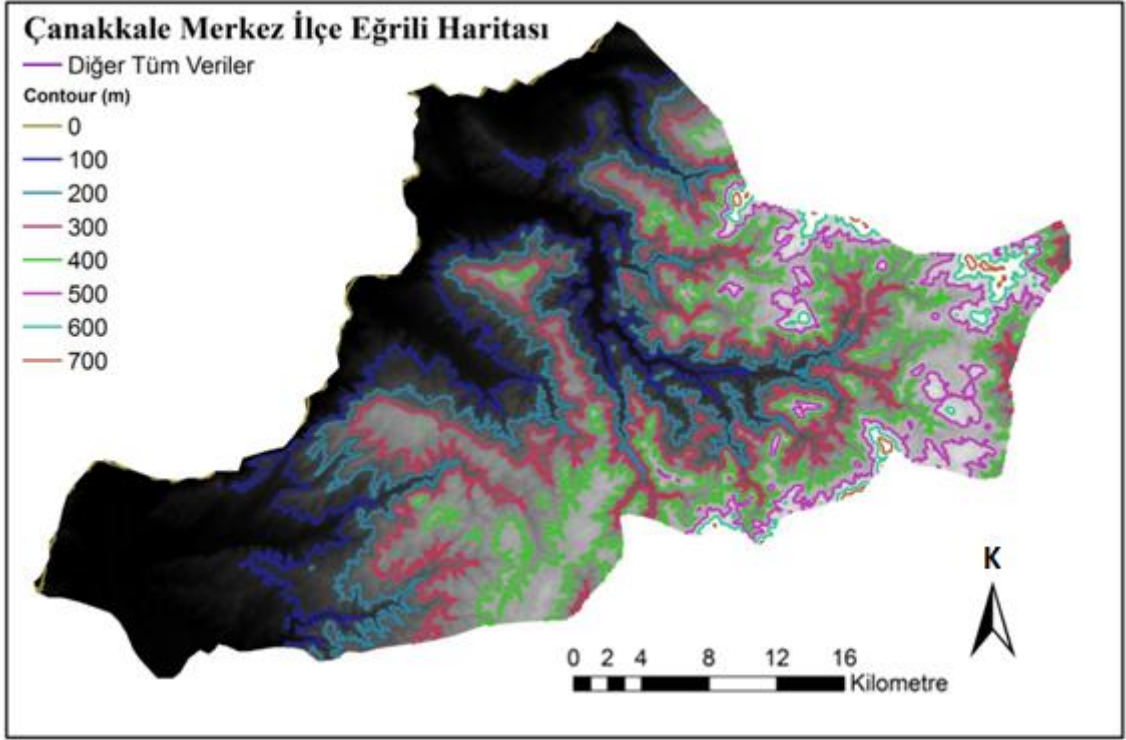
Şekil 3.4. Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ ve Landsat 8 OLI bantlarının atmosferik geçirgenlik bakımından karşılaştırılması

### 3.3. Sayısal Yükseklik Modeli

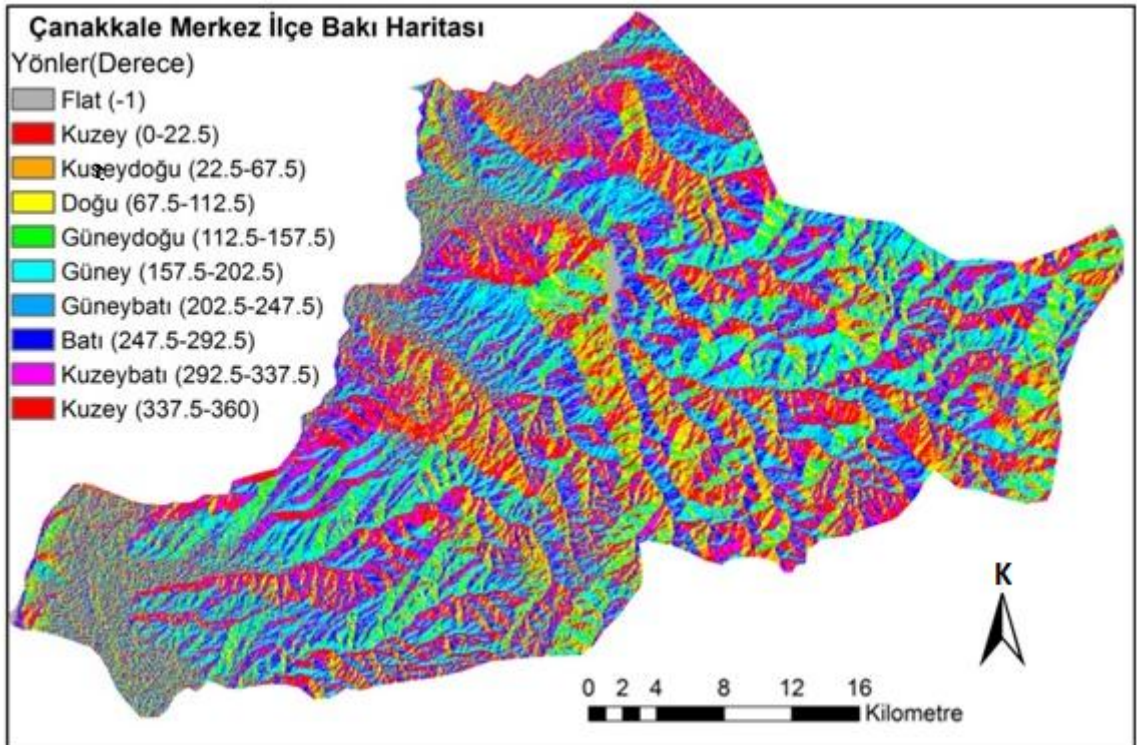
Yeryüzünün değişen topoğrafik yüzeyini göstermek için; Sayısal Yükseklik Modelleri (SYM), eşsiz bir veri kaynağıdır [URL 13]. SYM, iç içe, kapalı poligon kümeleri gibi düşünülen eş yükseklik eğrileriyle ifade edilir. SYM, çalışılan alanın yüzeyine uygun yaklaşımlar ile alanın topoğrafik yapısını sayısal olarak gösterimidir (Bayrak, 1996).

Alanların özelliklerine, eşyükselti, eğim, bakı, hacim hesaplamaları ve kabartma gibi SYM uygulamaları sayesinde ulaşılabilmektedir. Örneğin belirli bir alan için, olası bir sel felaketi senaryoları SYM uygulamaları kullanılarak modellenebilir.

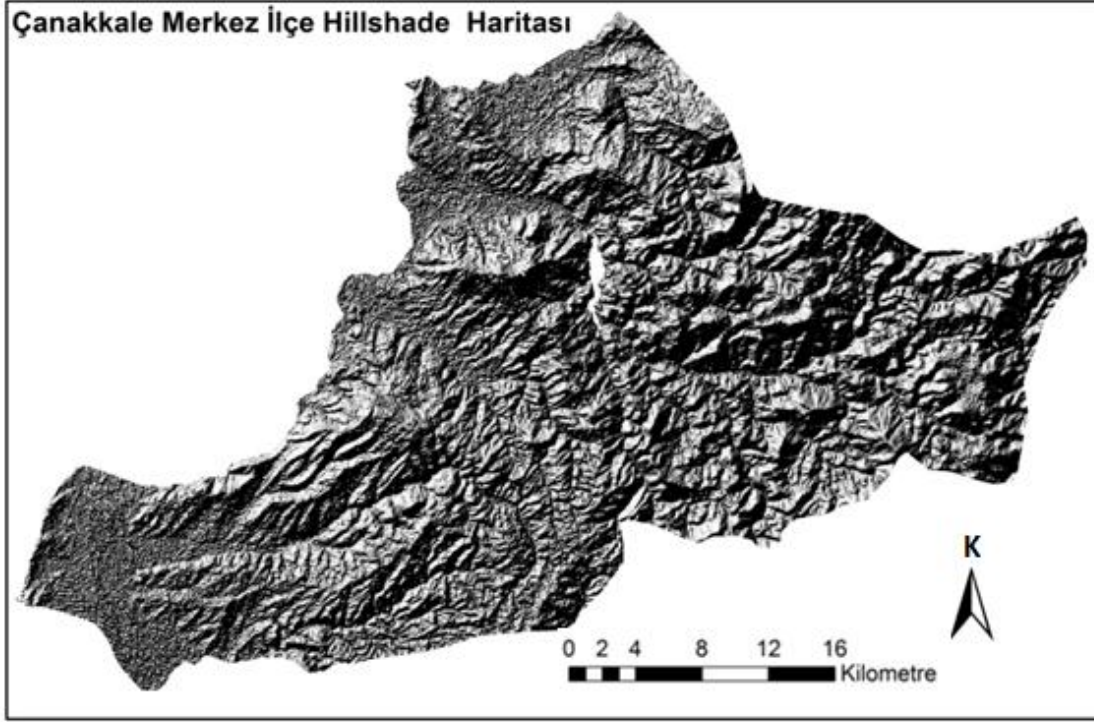
Çalışma alanını iyi tanımak için, DEM verileriyle; eşyükselti haritası Şekil 3.5., tepe veya dağların Güneş enerjisini alan yönünü göstermek için bakı haritası Şekil 3.6., alanın yüzeyinde var olan şekilleriyle temsil etmek için kabartma haritası Şekil 3.7. ve süreklilik gösteren yüzeylerin raster olarak göstermesine alternatif olan rastgele yüksekliklerin üçgensel toplamı olan TIN (Triangulated Irregular Network) haritası Şekil 3.8.'de gösterilmiştir.



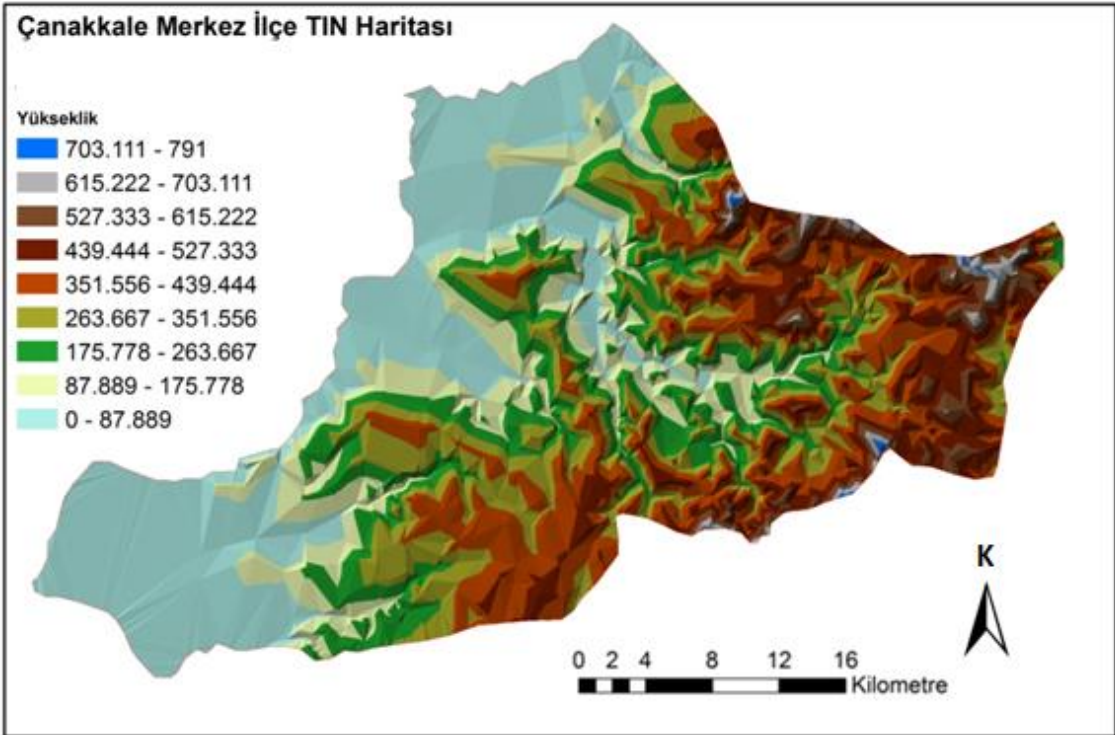
Şekil 3.5. Çanakkale Merkez İlçe'nin eşyükselti haritası



Şekil 3.6. Çanakkale Merkez İlçe'nin bakı haritası



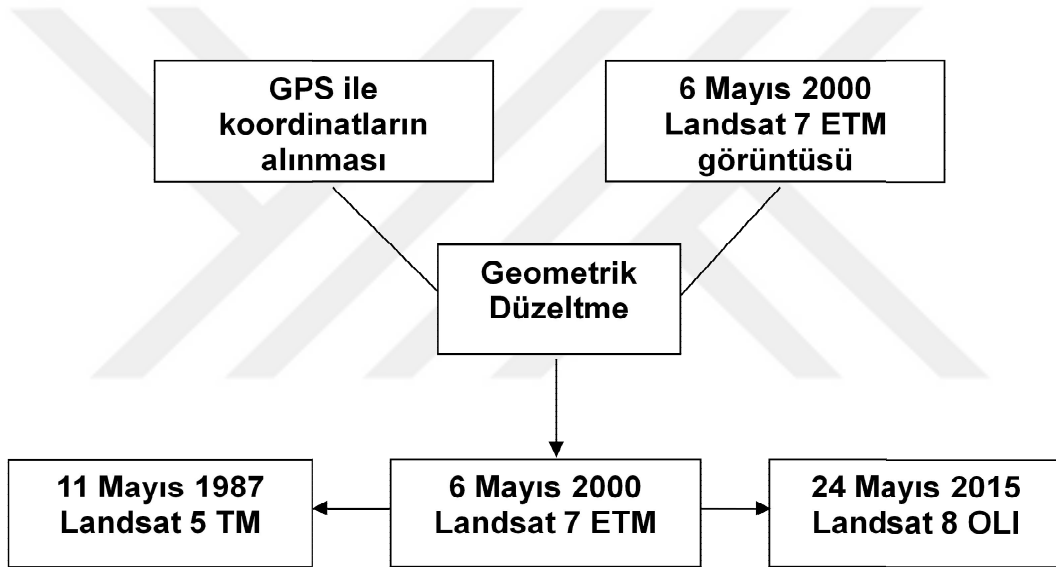
Şekil 3.7. Çanakkale Merkez İlçe'nin kabartma haritası



Şekil 3.8. Çanakkale Merkez İlçe'nin TIN haritası

### 3.4. Görüntü İşleme ve Veri Analizi

Koordinatlı olarak indirilen görüntüler, uydu araçlarının görüntüyü kaydederken veya uydu sistemlerindeki hareketlenmelerden dolayı, alan aynı olsa bile farklı tarihlerde kaydedilen görüntülerinin birbirlerine coğrafi konum olarak eşitlenmesi (geometrik düzeltme) gerekmektedir (Sayı, 2013). Bu çalışmada, Landsat uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesi için Çanakkale Merkez İlçe'nin 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + görüntüsü üzerine iyi dağılmış yer kontrol noktaları belirlenmiş ve yüksek hassasiyete sahip Garmin Etrex 20x model el tipi GPS yardımıyla bu noktalar kaydedilmiştir. Kaydedilen bu noktalar 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM görüntüsüne aktarılmıştır. Daha sonra 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + görüntüsünden tanımlanan bilgiler, 11 Mayıs 1987 Landsat TM ve 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI görüntülerine aktarılmıştır (Şekil 3.9).

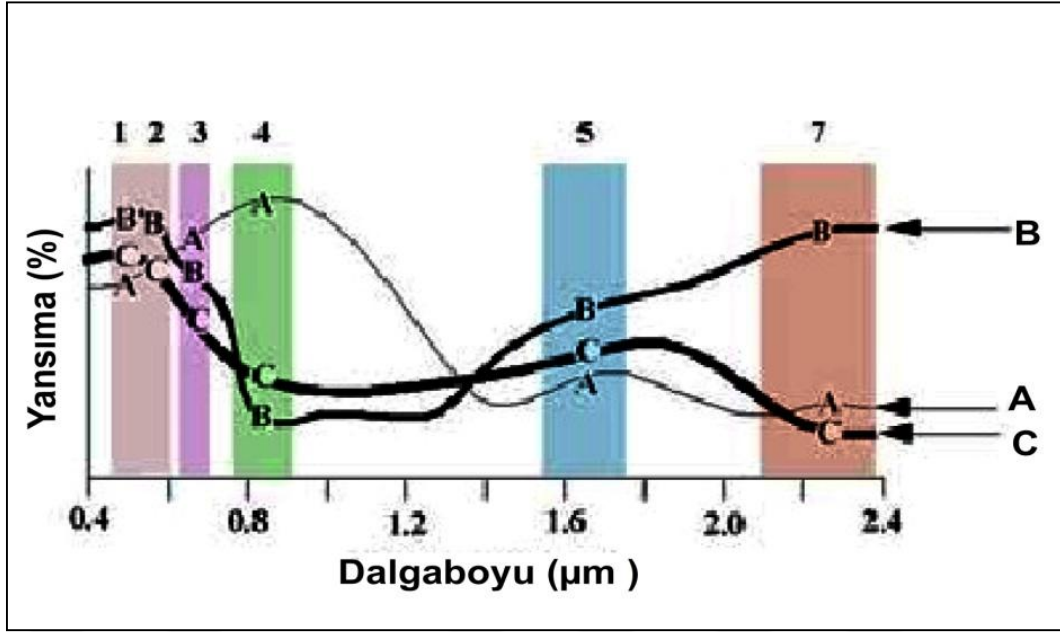


Şekil 3.9. Landsat uydu görüntülerinin geometrik düzeltilmesi

### 3.5. Görüntü Sınıflama

Gerçek dünyadaki nesnelerin sınıflandırılması, çalışılacak yerin yapısı ve sınıf sayısı için uygun değerin tespit edilerek piksellere (hücrelere) sayısal değer verme işlemleriyle gerçekleştirilmektedir (Ayhan ve ark., 2003). Nesnelerin, spektral yansıma değerlerine göre bir takım cebirsel işlemler sonucu hücrelerin sınıfı belirlenir. Şekil 3.10.'da üç sınıfa ait spektral yansıma örneği gösterilmiştir.

Kümeleme işlemi, çalışılacak yer için ilk olarak belli olmayan değişik yer sınıflarının sayısını belirler ve hücrelere bu değerleri atar. (Ayhan ve ark., 2003). Piksellere değer verme işlemi olan sınıflama, Kontrollü (Eğitilmiş) ve Kontrolsüz (Eğitimsiz) olmak üzere ikiye ayrılır.



Şekil 3.10. Sınıfların görüntü bantlarındaki yansıtma değerleri [URL 16]

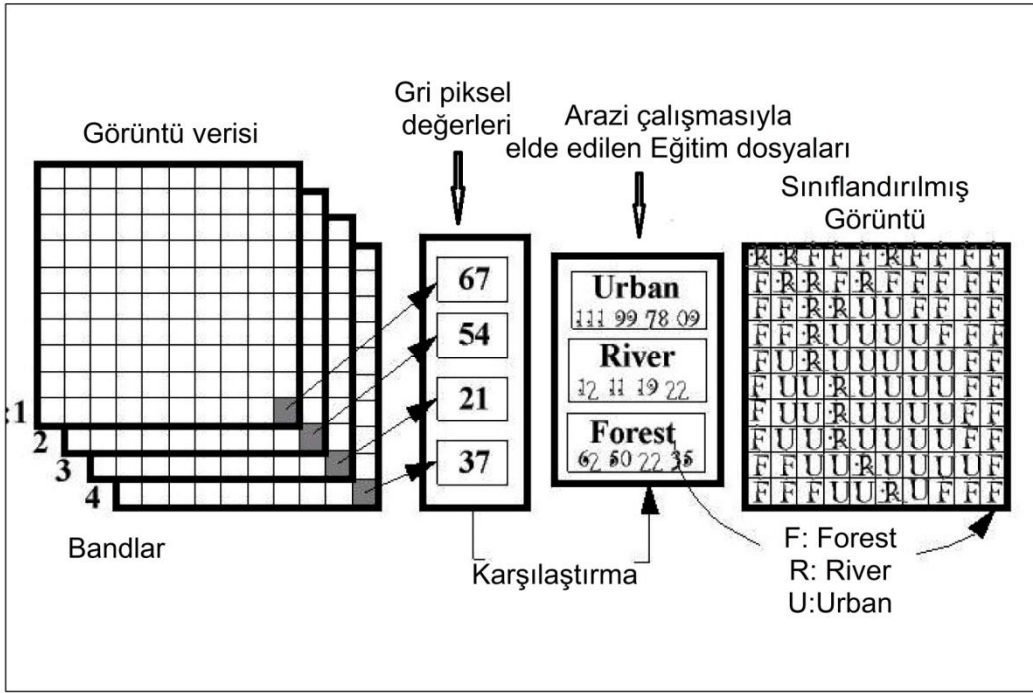
### 3.5.1. Eğitimsiz Sınıflama

Eğitimsiz (Kontrolsüz) sınıflandırma, analiz araçlarının bir birilerine yakın sayısal değerlere sahip pikselleri kendi yöntemine göre sınıflara ayırma işlemine dayanmaktadır (Jensen, 1996). Eğitimsiz sınıflandırma, parlaklık değerine göre değer atadığı için, sınıflanan görüntüler hakkında yeterince bilgiye sahip olmadığımız durumlarda, özellikle çok eski görüntülerinin kapladığı alanlar hakkında ipucu verir. Kontrolsüz sınıflandırma yöntemi, arazi hakkında ön bilgiye ulaşmamızı sağlar (Genç ve ark., 2013). Temel sınıf sayısı belirlenirken, sınıf sayısının yüksek tutmak daha iyi sonuç almamamızı sağlar (Özyavuz, 2011). Günümüzde birçok yazılım ile kontrolsüz sınıflandırma kolayca yapılabilmektedir.

Bu çalışmada, Yerleşim Yeri, Yol, Çıplak Alan (YYYÇA), Su, Ekili Tarım Alanı, Mera Alanları (ETAMA) ve Orman olmak üzere dört temel sınıf belirlenmiştir. 1987, 2000 ve 2015 görüntülerin, kümeleme sınıf sayısı 15 ile 60 arasında yapılmıştır. Arazi bilgilerine göre, Google Earth haritalarına, hava fotoğraflarına ve görüntülerdeki gerçek renge göre, 45 sayısı 4 temel sınıfı daha iyi temsil edeceğine karar verilmiştir.

### 3.5.2. Eğitimli Sınıflama

Eğitimli sınıflandırma (kontrollü sınıflandırma), çalışılan alan hakkında önbilgi sahibi olunmasını gerektiren ve çalışma alanından örnek olarak imza dosyası oluşturulan bir sınıflama yöntemidir (Jensen, 1996). Bu sınıflama türünde, çalışma alanı eşit aralıklara bölünür ve ilgili alan için örnekler alınarak hücre değerlerine ait dosyalar oluşturulur. Elde edilen bu belli bölgelerin hücre değerine ait dosyaların ilgili alanlara uygulanmasıyla birbirine benzeyen hücrelerin bir grupta toplanması olayına dayanır. Şekil 3.11.'de eğitimli sınıflandırma aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Eğitimli sınıflama aşamaları

Eğitimli sınıflamada, En Yüksek Olasılık Yöntemi, Ortalamaya En Yakın Yöntemi ve Paralelkenar Yöntemi gibi birçok yöntem bulunmaktadır. Bu sınıflandırma yöntemleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

Ortalamaya En Yakın Yönteminde ilk olarak eğitim kümesindeki görüntünün her bandı için ortalama bir değer hesaplanır. Bu ortalama değer, her bir sınıfın kimliğini belirler. Böylece ortalama değere yakın olan spektral değerler bu kimliğe göre atanır. Ancak, bir sınıfın bütün spektral değerlerinin aynı olmaması sınıflama doğruluğunu düşürebilmektedir.

Paralelkenar Yönteminde, oluşturulan eğitim dosyaları ile maksimum ve minimum değerler hesaplanır. Bu değerlerle görüntünün her hücre değeri karşılaştırılır. Böylece maksimum ve minimum değerlerinin arasında kalanlar ilgili sınıfa atanır.

En Yüksek Olasılık Yöntemi, oluşturulan eğitim dosyaları ile her band için ortalama ve varyans değerler bulunur. Normal dağılım ile her hücre, belirlenen sınıflara ait olma olasılığı hesaplanır. Böylece en yüksek olasılığa sahip olan sınıf görüntü hücresine atanır [URL 2].

Bu tez çalışmasında; kontrollü sınıflandırma için, çalışma alanını eşit alanlara böldükten sonra, arazi çalışması yapılarak, daha önce kontrolsüz sınıflandırılmış görüntülerden, Google Earth haritalarından ve hava fotoğrafları arşivlerinden yararlanılarak GPS aracı ile örnekler toplanmıştır. Bu örnekler temel alınarak ARCGIS yazılımının En yüksek olasılık yöntemi kullanılarak YYYÇA, ETAMA, Su ve Orman olmak üzere dört sınıf oluşturulmuştur. Elde edilen sınıflandırılmış görüntüler, zamansal değişim analizi için hazır hale getirilmiştir.

### 3.5.3. Sınıflandırmaların Doğruluk Analizi

Uydu görüntüleri ile yapılan haritalarının doğruluğu kabul edilebilir sınırlarda olması yapılan çalışmanın başarısı için önemlidir (Genç ve ark., 2013). Doğruluk Analizi, piksel değerlerinin referans olarak kabul eden haritalar ya da arazi için mutlak bilgi içeren bir kaynak ile istatistiksel karşılaştırma ilkesine göre çalışan bir yöntemdir [URL 17]. Doğruluk analizleri oluşturulan sınıfların gerçek alanla uyuşup uyuşmadığını gösterir. Kappa istatistikleri ise yapılan bir sınıflandırma doğruluğunu derecelendirir. Kappa istatistik değeri ( $\kappa$ ), 0 ile 1 arasında değer alır ve bire yakın değerler sınıflamanın çok iyi olduğunu gösterir.

Doğruluk analizi işlemi için hata matrisi örneği ve analiz çıktıları Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir. Ortalama Sınıflama Doğruluğu (3.1), Üretici Doğruluğu (3.2), Kullanıcı Doğruluğu için (3.3) ve  $\kappa$  için Yener ve ark. (2006) göre (3.4) eşitliği kullanılmıştır.

$$OSD = \text{Toplam doğru sınıf sayısı} / \text{Toplam sınıf sayısı} \quad (3.1)$$

$$\text{ÜD} = \text{Doğru sınıf sayısı} / \text{Sütün toplamı} \quad (3.2)$$

$$KD = \text{Doğru sınıf sayısı} / \text{Satır toplamı} \quad (3.3)$$

Burada OSD Ortalama Sınıflama Doğruluğu, ÜD Üretici Doğruluğu, KD Kullanıcı Doğruluğunu göstermektedir.

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r [(X_{i+}) * X_{+i}]}{N^2 - \sum_{i=1}^r [(X_{i+}) * X_{+i}]} \quad (3.4)$$

Burada r sınıf sayısını,  $X_{i+}$  satır toplamını,  $X_{ii}$  hata matrisinin köşegen elemanlarını,  $X_{+i}$  sütün toplamını, N ise hata matrisindeki toplam piksel sayısını göstermektedir.

Çizelge 3.3. Doğruluk analizi işlemi için hata matrisi örneği ve çıktıları

Sınıf İsmi	Su	Orman	Tarım	Satır Toplamı	Sınıf ismi	ÜD	KD
<b>Su</b>	43	10	6	59	Su	0,90	0,73
<b>Orman</b>	3	23	5	31	Orman	0,68	0,74
<b>Tarım</b>	2	1	30	33	Tarım	0,73	0,91
<b>Sütün Toplamı</b>	48	34	41	123	<b>OSD=0,78 κ = 0,66</b>		

Bu tez çalışmasında, Çanakkale Merkez İlçe'nin; 11 Mayıs 1987, 6 Mayıs 2000 ve 24 Mayıs 2015 yıllarına ait kontrollü sınıflandırılmış görüntüleri için doğruluk analizleri ERDAS IMAGINE yazılımı ile yapılmıştır. Su sınıfı için 50, YYYÇA, ETAMA, ve Orman sınıfları için ise 60'ar adet kontrol noktası seçilmiştir. Analizin tarafsız olabilmesi için bu kontrol noktaları gelişi güzel belirlenmiştir.

### 3.6. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI)

NDVI, değişim bulma ve bitki örtüsü tespiti gibi birçok uygulamalarda kullanılmaktadır. Farklı zaman aralıklarıyla kaydedilmiş görüntüler için NDVI kullanılır. Yakın kızılötesi (NIR) ve görünür bölgedeki kırmızı (R) bantlar arasındaki yansıtma farklılığından yararlanılarak band oranlama işlemi yapılmaktadır (Duran, 2007). Bu band oranlama işlemi (3.5) eşitliği ile ifade edilmektedir.

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (3.5)$$

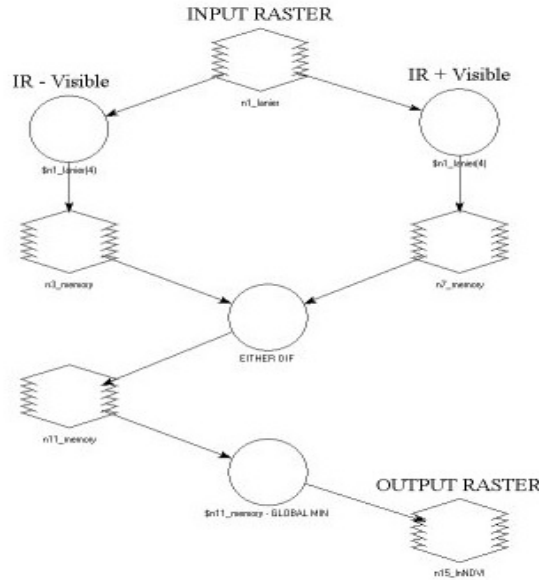


Denklem (3.5) ile elde edilen bitki indisi değerleri - 1 ile + 1 arasında değerler alır. Bu oran sonucunda bulunan değerler + 1'e yakın olduğu zaman bitkinin kuvvetli olduğunu, 0'a yakın değerlerde bitki örtüsünün azaldığını ve negatif değerlerinde ise alanların kesinlikle bitkisiz olduğunu gösterir. Görüntülerin normalize edilmiş olması, farklı güneş açısı etkilerini de ortadan kaldırır (Duran, 2007). Genel olarak NDVI; çoklu spektral UA görüntüleri ile, arazi örtüsü sınıflamasını, vejetasyonu, su kütlelerini, çıplak alanları (boş arazi), seyrek ormanları, dağlık alanları, tarım alanlarını ve gür ormanları görmemizi sağlar (Gandhi ve ark., 2015).

Bu tez çalışmasında, NDVI'nin hesaplanması için kullanılan model Şekil 3.12.'de gösterilmiştir. ERDAS yazılımı ile Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM + uydu görüntüleri için (3.6), Landsat 8 OLI için (3.7) eşitlikleri kullanılarak çalışma alanının 1987, 2000 ve 2015 yıllarına ait NDVI görüntüleri elde edilmiştir.

$$NDVI = (\text{band 4} - \text{Band 3}) / (\text{Band 4} + \text{Band 3}) \quad (3.6)$$

$$NDVI = (\text{Band 5} - \text{Band 4}) / (\text{Band 5} + \text{Band 4}) \quad (3.7)$$



Şekil 3.12. NDVI görüntülerini elde etmek için kullanılan model

### 3.7. Değişim Bulma (Change Detection)

Değişim bulma çalışmaları farklı zaman diliminde çekilmiş görüntülerin işlenmesiyle elde edilmektedir. Literatürde değişim bulma yöntemleri ile ilgili çeşitli uygulamalar bulunmaktadır. Değişim bulma işlemi, en az iki görüntü veri setinin analizi ile yapılır. Görüntü veri setlerinin kayıt özellikleri ve veri tipleri bir birleriyle olan uyumu dikkate alınır. Kullanılan uydu görüntü verilerinin benzer özelliklere sahip olması tercih edilir. Değişik çözünürlük tipleri veya farklı çevresel koşullar nedeniyle oluşan farklılıklar giderilerek, değişim belirleme çalışmalarında kullanılabilir (Jensen, 1996).

Bir değişim bulma çalışmasının, Ön işlemler, Materyal-Yöntemler ve Sonuç olmak üzere üç temel uygulama aşaması vardır (Lu ve ark., 2003).

Doğruluğu etkileyen unsurları Lu ve Weng (2007)'e göre aşağıdaki gibi verilmiştir.

- 1-Görüntülerin geometrik doğruluğu
- 2-Görüntüden görüntüye kalibrasyon
- 3-Yere ait verilerin doğruluğu
- 4-Çalışma alanındaki arazi örtüsü
- 5-Değişim bulma yöntemleri veya yazılım üzerindeki algoritmaların seçimi
- 6-Sınıflandırma türleri
- 7-İş ve işlem süreçleri şeması
- 8-Yorumlayıcının tecrübesi
- 9-Alana ait destekleyici veriler
- 10-Süre ve maliyet sınırlılıkları gibi sebeplerin etkili olduğu vurgulanmıştır.

Lu ve ark. (2003) göre değişim bulma işlemleri sonucunda elde edilebilecek sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- 1-Değişen alanlar ve değişim miktarı
- 2-Değişen nesnelerin arazi dağılımı
- 3-Arazi örtüsü çeşitlerinin değişim türü
- 4-Çıkan sonuçlarının doğruluk analizi gibi değerler elde edilebilir.

#### 3.7.1. Değişim Bulma Yöntemleri

Literatürlerde çok spektrallı görüntü verileri ile birçok değişim bulma yöntemleri vardır. Bu yöntemler temel olarak, spektral türlerin karakteristik analizi, spektral değişimlerin vektör analizi ve zaman serileri analizi olarak sınıflanabilir (Shaoqing ve Lu, 2008). Spektral türlerin karakteristik analizi; farklı zamanlı yer gözlem uydu görüntülerinin spektral olarak sınıflama, hesaplamalarla dağılım ve karakteristik değişimleri bulmak için

kullanılır. Yöntemlerde; çoklu zaman görüntüleri, cebirsel değişim bulma algoritması, görüntünün ana bileşenleriyle değişim bulma ve sınıflama sonrası değişim bulma metotları içerir (Shaoqing ve Lu, 2008).

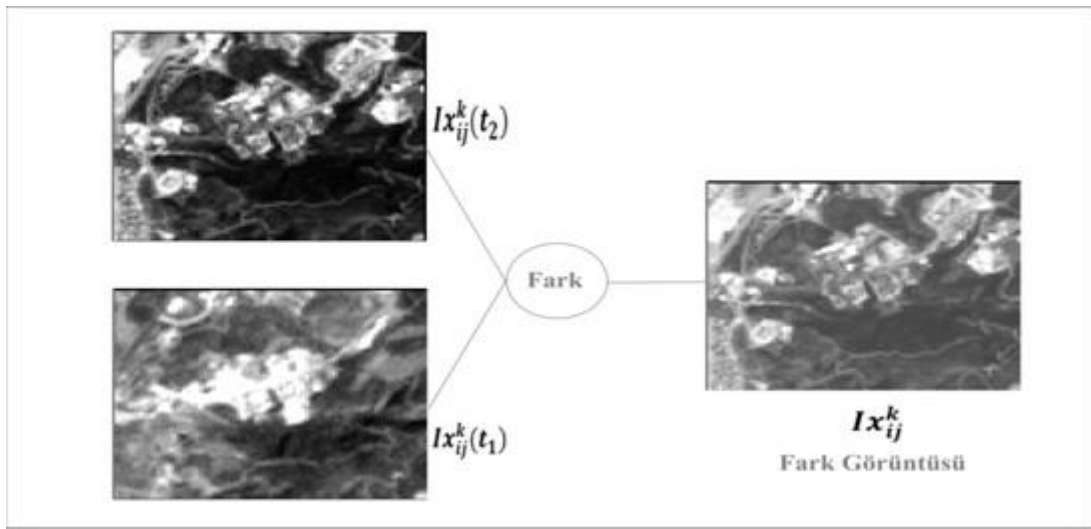
Spektral Değişimlerin Vektör Analizi, değişimleri bulmak için farklı zamanlı görüntülerinin her bir bandı için fark analizi yapılır.

Zaman Serileri Analizi, devamlı UA gözlem verileriyle nesnelerin değişimlerini izleme ve analiz etme yöntemidir. Bu yöntemler ışığında, görüntü fark alma yöntemi, band oranlama yöntemi ve sınıflama sonrası değişim bulma yöntemleri sıklıkla kullanılmaktadır.

Zamansal değişimi bulmak için en çok Görüntü Fark Alma Metodu kullanılmaktadır. Genelde gri bandın kullanıldığı bu yöntemde, birçok coğrafik çevreye ve görüntülere uygulanabilmektedir (Shaoqing ve Lu, 2008). Elde edilmiş bir fark görüntüsü, farklı zamanlı iki görüntünün farkının alınmasıyla eş gri piksellerden oluşmaktadır. Görüntü fark alma işlemi (3.8) ile ifade edilir. Şekil 3.13.'de görüntü fark alma örneği gösterilmiştir.

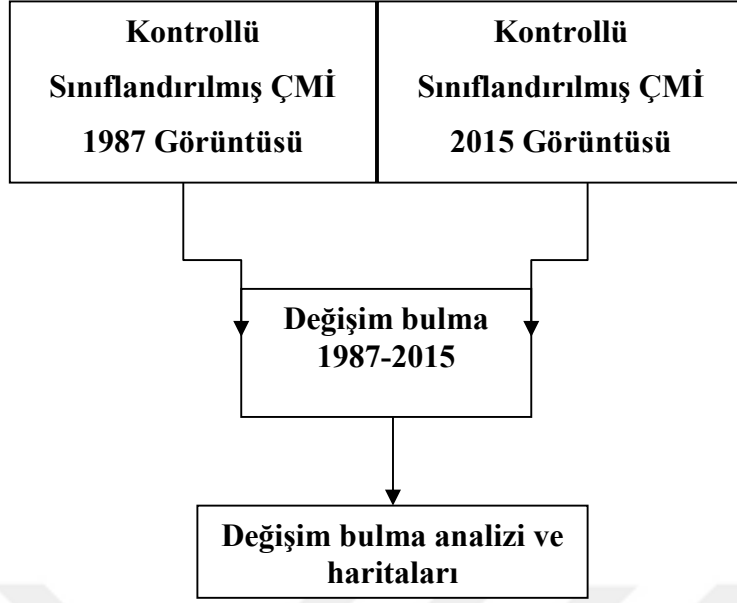
$$Ix_{ij}^k = Ix_{ij}^k(t_2) - Ix_{ij}^k(t_1) \quad (3.8)$$

Burada,  $Ix_{ij}^k$  değişimi belirlenecek alanın farklı tarihili görüntülerin k'ncü bandların  $i$  ve  $j$  konumundaki piksellerin farkı,  $Ix_{ij}^k(t_2)$ ,  $t_2$  zamanındaki görüntünün k bandındaki  $i$ ,  $j$  piksel değerlerini ve  $Ix_{ij}^k(t_1)$  ise  $(t_1)$  zamanına ait k bandın  $i$ ,  $j$  piksellerin değerlerini göstermektedir.

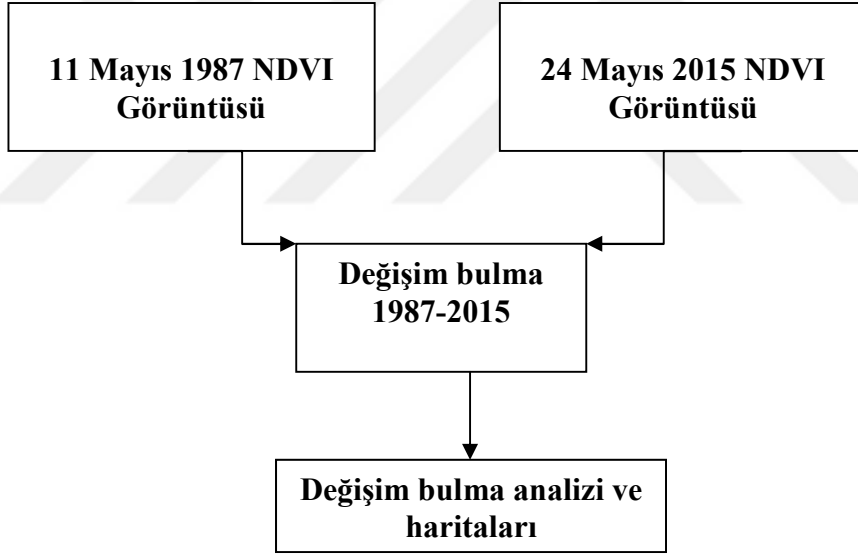


Şekil 3.13. Fark alma yönteminin gösterilmesi

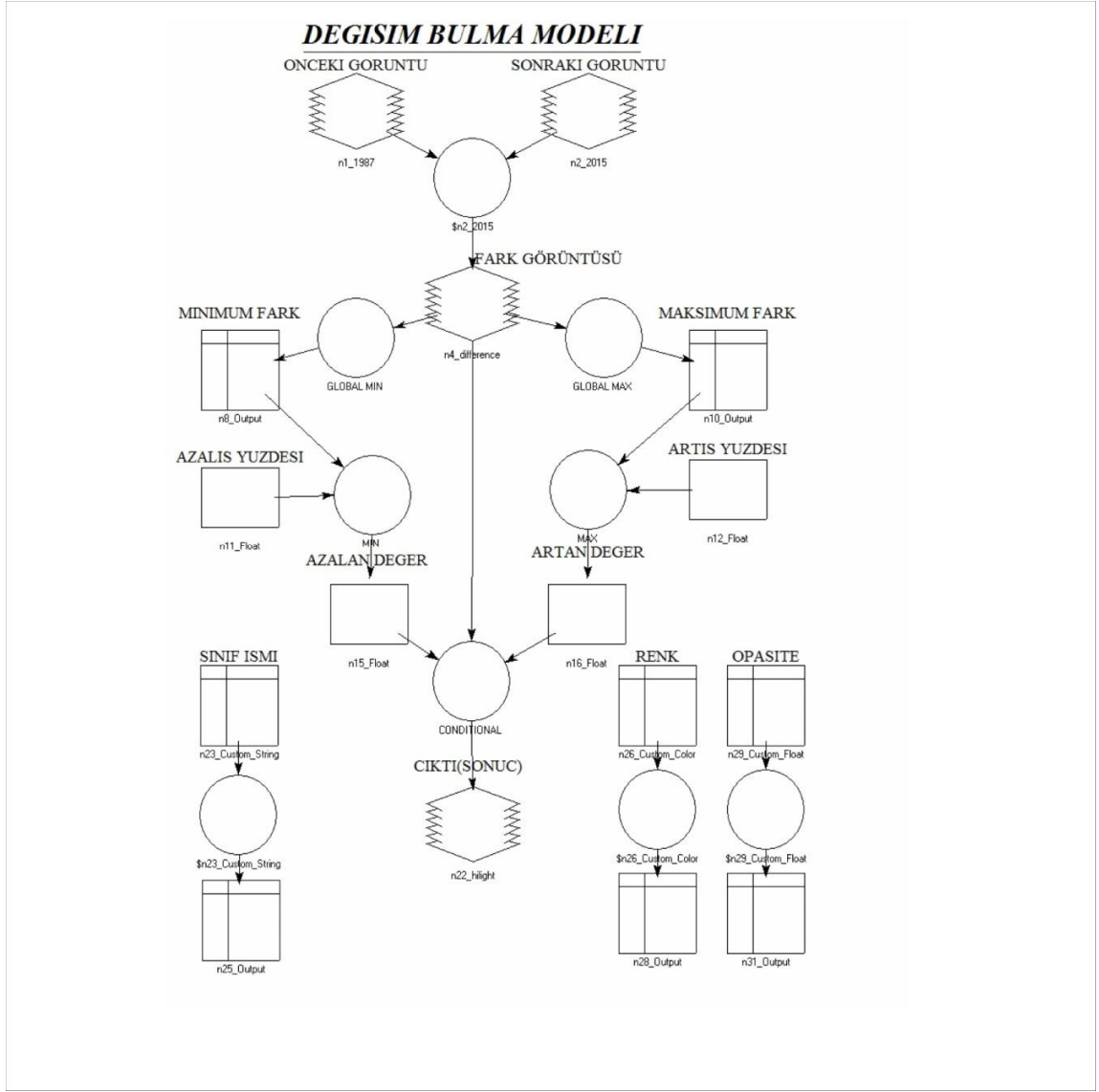




Şekil 3.15. Kontrollü sınıflandırılmış görüntülerden değişim bulma



Şekil 3.16. NDVI görüntüleriyle değişim bulma



Şekil 3.17. Kullanılan ERDAS yazılımının değişim bulma modeli

### 3.8. Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS)

Kentleşmenin fazla olduğu bölgelerde ve vejetasyonun az ya da olmadığı yerlerdeki sıcaklık, yeşil alanlara göre daha yüksektir. Nesnelerin özelliklerine göre, gelen enerjiyi soğurma, yansıtma ya da geçirme miktarları farklılık gösterebilmektedir. Kentlerdeki yapıların, binaların ve yolların yapımında kullanılan maddelerin spektral yüzey yansırılıkları fazla olduğu için bu bölgelerde YYS artmaktadır. Ayrıca kesilen ormanlar, bozulan tarım arazileri ve yok edilen yeşil alanlar aynı şekilde sıcaklığın arttığı bölgelerdir.

Oke ( 1982), yayınladığı makalesinde sıcaklığın arttığı bu bölgeleri kentsel ısı adası olarak tanımlamıştır. Bu olay, dünya genelinde düşünüldüğünde birçok çevresel problemlere neden olabilmekte ve iklim değişimlerini tetikleyen etmenlerden biri olarak gösterilmektedir.

YYs hesaplamaları için literatürde birçok yöntem bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, Çanakkale Merkez İlçe için YYs hesaplamaları, Giannini ve ark., (2015)'na göre Bölünmüş Pencerele (Split Windows) metodunun birinci modeli ile yapılmıştır. YYs hesaplamalarının yapıldığı ERDAS IMAGINE modeli Şekil 3.18'da gösterilmiştir. Çanakkale Merkez İlçe'nin Landsat 5 TM görüntüsünün 6. bandı (termal band) ve Landsat 8 OLI uydu görüntüsünün termal bantları olan 10. ve 11. bantları kullanılmıştır. (3.9) ve (3.10) eşitlikleri kullanılarak sırasıyla Landsat TM ve OLI görüntüleri için sensördeki spektral radyans bulunmuştur. Denklemlerde bulunan ifadelerin değerleri, görüntüye ait METADATA dosyasında bulunmaktadır. Ayrıca termal bantlara ait olan kalibrasyon sabitleri Çizelge 3. 4.'de verilmiştir.

$$L_{\lambda} = \left( \frac{L_{\lambda_{\max}} - L_{\lambda_{\min}}}{Q_{\text{calmax}}} \right) \times Q_{\text{cal}} + L_{\lambda_{\min}} \quad (3.9)$$

Burada,  $L_{\lambda}$  sensördeki spektral radyans,  $L_{\lambda_{\max}}$   $Q_{\text{calmax}}$ 'a göre ölçeklendirilen spektral radyans,  $L_{\lambda_{\min}}$   $Q_{\text{calmin}}$ 'e göre ölçeklendirilen spektral radyans,  $Q_{\text{cal}}$  parlaklık değerleri  $Q_{\text{calmax}}$  maksimum parlaklık değeri ve  $Q_{\text{calmin}}$  minimum parlaklık değerini ifade etmektedir.

$$L_{\lambda} = M_L \cdot Q_{\text{cal}} + A_L \quad (3.10)$$

Burada,  $L_{\lambda}$  sensördeki spektral radyansı,  $M_L$  metadata bulunan yeniden ölçeklendirilmiş banda özgü çarpımsal faktör,  $A_L$  metadata bulunan yeniden ölçeklendirilmiş banda özgü ilave faktör ve  $Q_{\text{cal}}$  ise quantize ve kalibre edilmiş piksel değeri (DN) göstermektedir.

Spektral radyans bulunduktan sonra Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI için sensöre ait parlaklık sıcaklığı (3.11) ile bulunmuştur.

$$TS = \frac{K_2}{\left( \ln \frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1 \right)} - 273,15 \quad (3.11)$$

Burada, TS sensördeki parlaklık sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $K_1$  birinci kalibrasyon sabiti,  $K_2$  ikinci kalibrasyon sabiti ve  $L_{\lambda}$  sensördeki spektral radyansı temsil etmektedir.

Çizelge 3.4. Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI'nin termal bantlarına ait kalibrasyon sabitleri

Uydu ve band	$K_1$	$K_2$
Landsat 5 TM band 6	607,76	1260,56
Landsat 8 OLI band 10	774,8853	1321,0789
Landsat 8 OLI band 11	480,8883	1201,1442

Sensörlere ait parlaklık sıcaklığı hesaplandıktan sonra yer yüzey yayınlığı hesaplanmıştır. Kaynaktan gelen toplam elektromanyetik enerjinin soğurulan enerji miktarına bölümü olarak tanımlanan spektral yüzey yayınlık ( $\epsilon$ ) NDVI yardımıyla hesaplanır. Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI için ilk önce (3.12)'den karışık bitki indeksi ( $Pv$ ) hesaplanır. Böylece  $\epsilon$ , (3.13) eşitliği kullanılarak bulunur. Son olarak (3.16) kullanılarak YYS bulunur.

$$Pv = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (3.12)$$

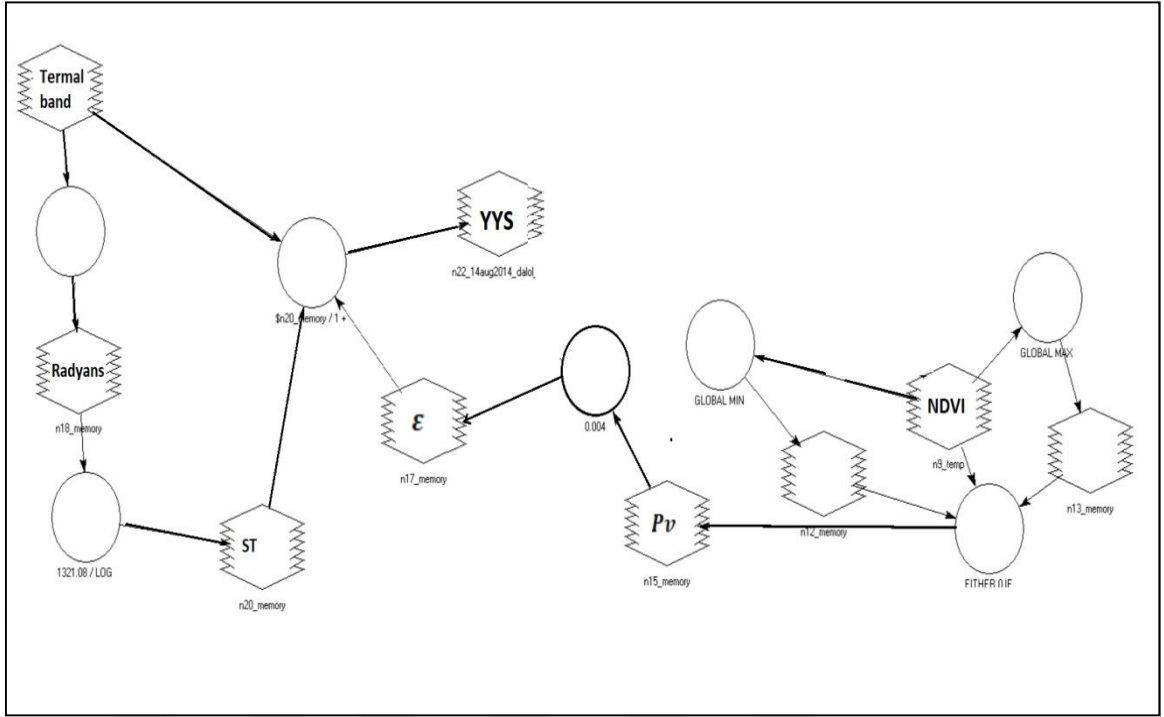
Burada  $NDVI_{max}$  maksimum NDVI değeri ve  $NDVI_{min}$  ise minimum NDVI değerini göstermektedir.

$$\epsilon = 0.004 \times Pv + 0.986 \quad (3.13)$$

$$YYS = \frac{TS}{1 + \left( \frac{TS \cdot \lambda}{\rho} \right) \cdot \ln(\epsilon)} \quad (3.14)$$

Burada, YYS yer yüzey sıcaklığı ( $^{\circ}C$ ),  $\lambda$  termal bandın dalgaboyu, TS sensör parlaklık sıcaklığı ve  $\rho = hc/K$  ( $h =$  Planck sabiti ( $6,26 \times 10^{-34}$  J/s),  $c =$  ışık hızı ( $2,998 \times 10^8$  m/s)  $K =$  Boltzman sabiti ( $1,38 \times 10^{-23}$  J/K))





Şekil 3.18. Yer yüzey sıcaklığı hesabı için kullanılan model

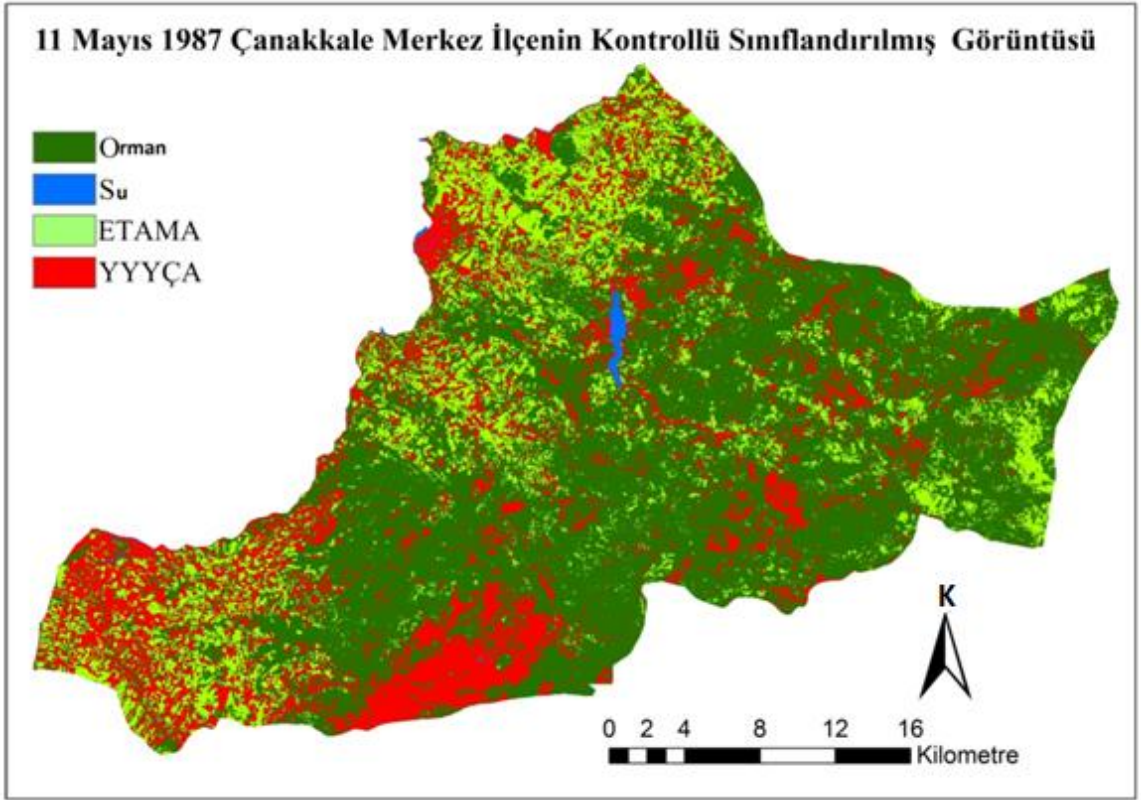
## BÖLÜM 4

### ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

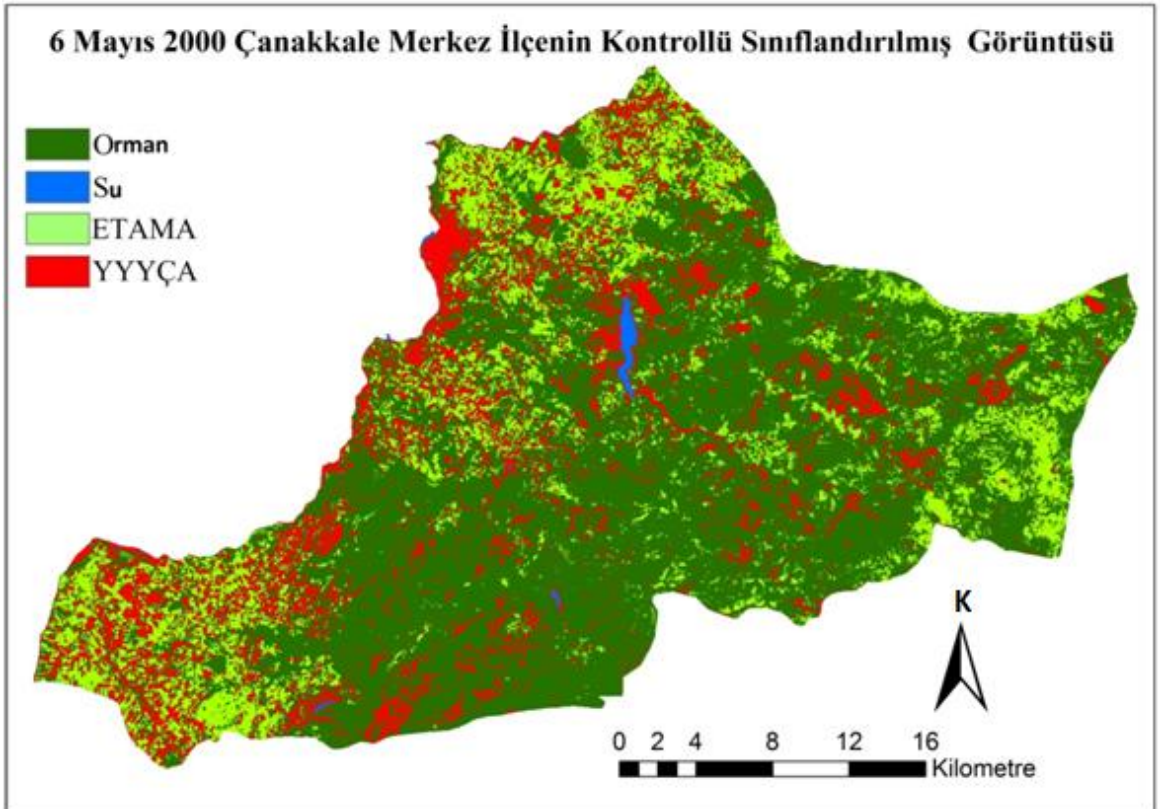
#### 4.1. Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntülerin Analizi

Yeryüzünde birden çok nesne ve farklı tür sınıflar mevcuttur. Bu yüzden birden çok sınıf tek bir sınıfta toplanarak temel sınıflar belirlenmiştir. Böylece yapılan değişim bulma işlemlerinde büyük oranda kolaylık sağlamıştır. Bu çalışmada, 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM, 6 Mayıs Landsat 7 ETM+ ve 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI Çanakkale Merkez İlçe uydu görüntüleri için Yerleşim Yeri, Yol ve Çıplak Alan (YYYÇA), Su, Ekili Tarım Alanı ve Mera Alanları (ETAMA) ve orman olmak üzere dört temel sınıf belirlenmiştir.

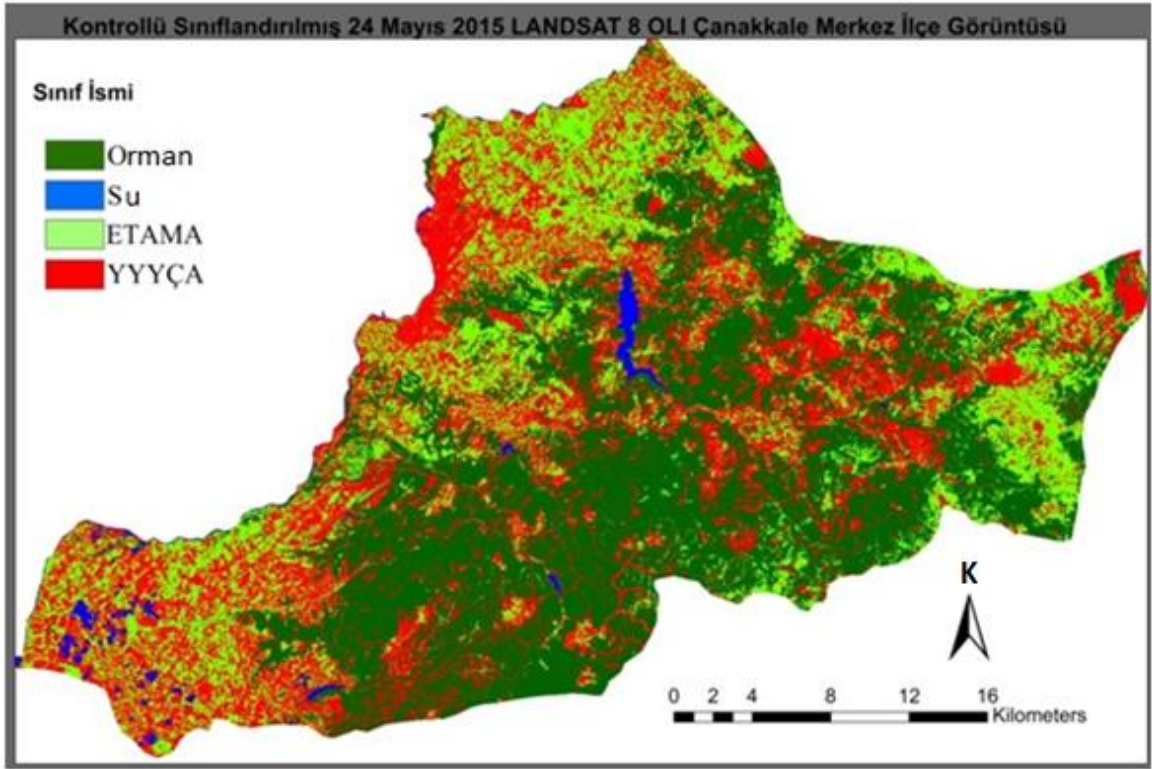
30 metre yersel çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntülerinde, çoğu bina çatılarının, yolarının ve çıplak alanlarının piksel değerlerinin benzerlik göstermesi nedeniyle YYYÇA sınıfı oluşturulmuştur. Kullanılan uydu görüntülerinde, ekili tarım alanlarının ve mera alanlarının piksel değerleri benzerlik gösterdiğinden, ortalama sınıf doğruluğu yüksek tutmak için ETAMA sınıfı oluşturulmuştur. Su ve Orman sınıfları, diğer sınıflara göre piksel değerleri keskin bir şekilde belli olduğundan sınıflamada kolaylık sağlamıştır. Çanakkale Merkez İlçe'nin 1987, 2000 ve 2015 yılı kontrollü sınıflandırılmış görüntüler sırasıyla Şekil 4.1., 4.2. ve Şekil 4.3.'de verilmiştir. Böylece görüntü fark alma işlemi için görüntüler tek banda indirgenmiştir. 1987, 2000 ve 2015 yılları için yapılan kontrollü sınıflandırmada, en büyük sınıfı ormanlık alanlardan sonra tarım alanları oluşturmuştur. Yerleşim yerleri için en büyük sınıf 2015 yılı görüntüsü olmuştur. Su sınıfına bakıldığında 1987 yılında olmayan su kütleleri günümüzde gölet olarak ortaya çıktığı görülmüştür.



Şekil 4.1. Kontrollü sınıflandırılmış 11 Mayıs 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü



Şekil 4.2. Kontrollü sınıflandırılmış 6 Mayıs 2000 yılı Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü



Şekil 4.3. Kontrollü sınıflandırılmış 24 Mayıs 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü

#### 4.1.2. Sınıflama Doğruluğu

11 Mayıs 1987, 6 Mayıs 2000 ve 24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçe görüntüleri ile yapılan kontrollü sınıflandırma için, OSD, ÜD, KD ve Kappa istatistik değerleri hesaplanmıştır. 1987 yılı kontrollü sınıflandırılmış görüntü için yapılan doğruluk analizinde OSD 0,82 (% 82) ve  $\kappa$  0,75 (%75) olarak hesaplanmış ve Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir. En yüksek ÜD ve KD Su sınıfında görülmektedir. En düşük ÜD 0,73 ile ETAMA sınıfı olurken, en düşük KD ise 0,73 ile YYYÇA sınıfı olmuştur. Bu değerler yapılan sınıflandırmanın iyi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4. 1. 11 Mayıs 1987 Çanakkale Merkez İlçe'nin doğruluk analizi

(OSD = 0,82  $\kappa$  = 0,75)

Sınıf İsmi	YYYÇA	ETAMA	Orman	Su	Toplam Sınıflanan	Doğru Sınıflanan	KD	ÜD
YYYÇA	44	9	5	2	60	44	0,73	0,80
ETAMA	6	48	6	0	60	48	0,80	0,73
Orman	5	8	47	0	60	47	0,78	0,81
Su	0	1	0	49	50	49	0,98	0,96

Kontrollü sınıflandırılmış 6 Mayıs 2000 Çanakkale Merkez İlçe görüntüsü için yapılan doğruluk analizinde (Çizelge 4.2.). ortalama sınıf doğruluğu 0,87 ve Kappa istatistik değeri 0,75 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler sınıflamanın iyi bir şekilde yapıldığını göstermektedir. En iyi sınıflamayı Su sınıfının ardından orman sınıfı oluşturmuştur.

Çizelge 4.2. Mayıs 2000 Çanakkale Merkez İlçenin doğruluk analizi

(OSD = 0,87  $\kappa$  = 0,75)

Sınıf İsmi	YYYÇA	ETAMA	Orman	Su	Toplam Sınıflanan	Doğru Sınıflanan	KD	ÜD
YYYÇA	51	5	2	2	60	51	0,91	0,85
ETAMA	3	50	5	2	60	50	0,83	0,83
Orman	2	4	52	2	60	52	0,87	0,87
Su	0	1	1	48	50	48	0,89	0,96

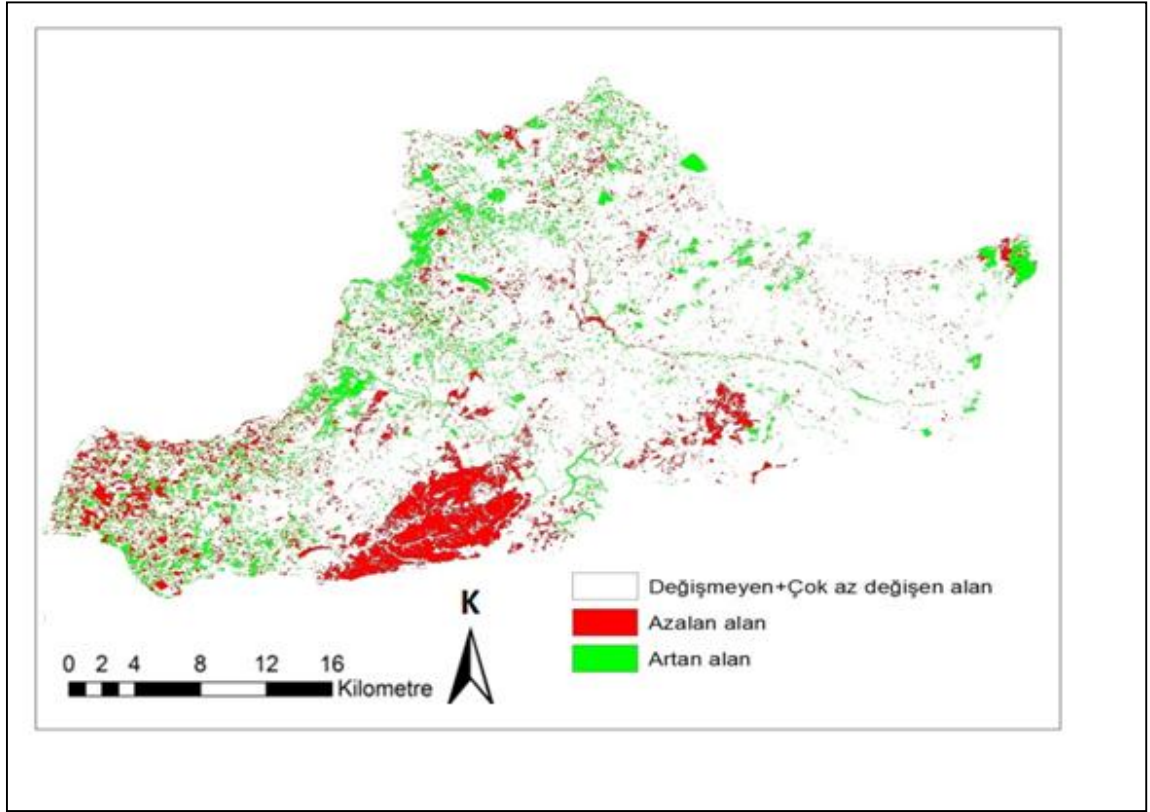
24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçe'nin kontrollü sınıflandırılmış görüntüsü için yapılan doğruluk analizinin çıktıları Çizelge 4.3.'de verilmiştir. OSD 0,82 ve Kappa istatistik değeri 0,75 olarak hesaplanmıştır. En yüksek KD ve ÜD su sınıfı oluşturmuştur. En düşük ÜD 0,75 ile ETAMA sınıfı olurken en düşük KD ise 0,77 ile Orman sınıfı olmuştur. Bu değerler sınıflamanın iyi olduğunu göstermektedir. Ancak; analiz çıktılarının 1 veya 1'e çok yakın olması, sınıflamanın çok iyi yapıldığı anlamına geldiği için yapılan sınıflandırmanın daha da geliştirilebilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. 24 Mayıs 2015 Çanakkale Merkez İlçenin doğruluk analizi  
(OSD = 0,82  $\kappa$  = 0,75)

Sınıf İsmi	YYYÇA	ETAMA	Orman	Su	Toplam Sınıflanan	Doğru Sınıflanan	KD	ÜD
YYYÇA	49	7	3	1	60	49	0,82	0,80
ETAMA	5	47	7	1	60	47	0,78	0,75
Orman	6	7	46	1	60	46	0,77	0,81
Su	1	2	1	48	50	48	0,92	0,94

#### 4.1.3. Kontrollü Sınıflandırılmış Görüntülerden Değişim Bulma

Kontrollü sınıflandırılmış görüntüler kullanılarak, 1987 ile 2015 yılları arasında tespit edilen değişimler Şekil 4.4.'de verilmiştir. Bu değişimler; azalan değişimler, artan değişimler ve değişmeyen/çok az değişen alanlar olarak Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Azalan değişimler 11830,03 ha ve artan değişimler ise 9957,15 ha olarak bulunmuştur. Değişmelerin en fazla görüldüğü sınıf orman ve yerleşim alanları olduğu hesaplanmıştır. Tarım alanlarının azaldığı ve azalan bu alanların, yerleşim yerine dönüştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, su kütlelerinde göze çarpan değişimler bulunmuştur.



Şekil 4.4. Kontrollü sınıflandırılmış 1987 yılı görüntüsü ile 2015 yılı görüntüsünün farkı alınarak bulunan değişimlerin gösterilmesi

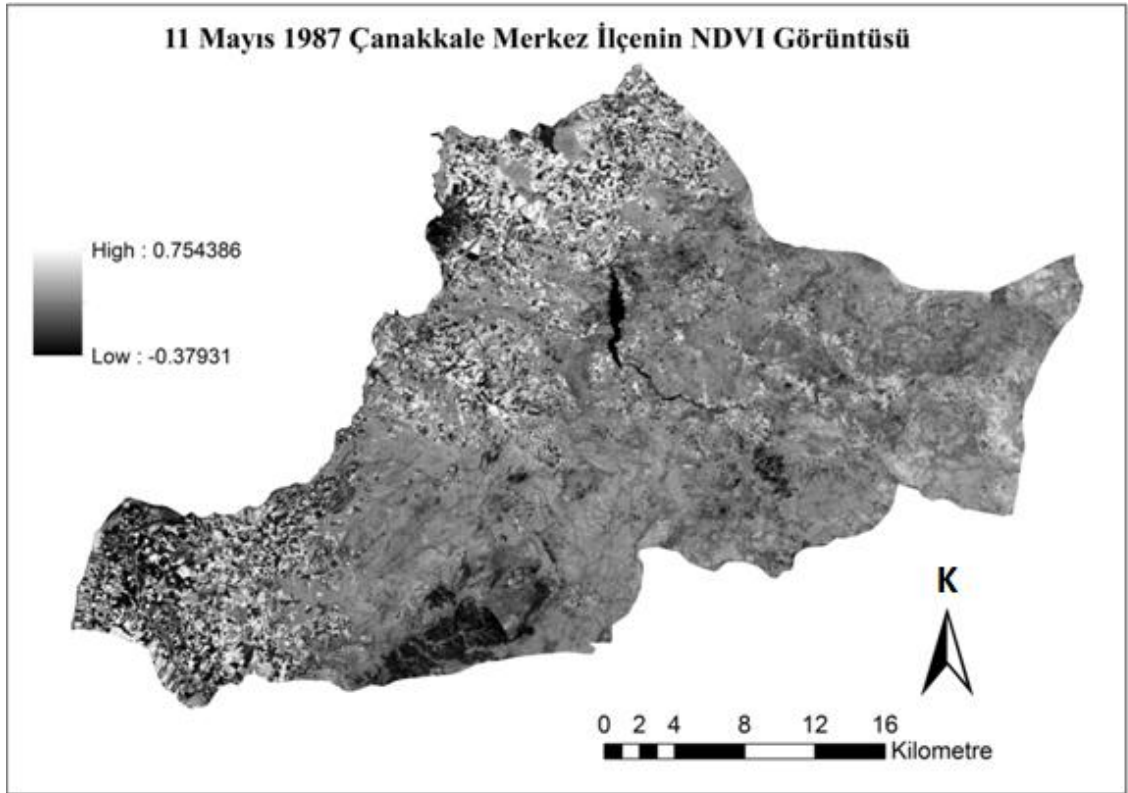
Çizelge 4.4. Sınıflama yöntemi kullanılarak, 1987 ile 2015 yılları arasında tespit edilen değişimler

Değişim türü	Alan (Ha)	Alan (%)
<b>Azalan Değişimler</b>	11830,03	11,49
<b>Artan Değişimler</b>	9957,15	9,67
<b>Değişmeyen ve Çok az değişen</b>	81212,82	78,85
<b>Toplam</b>	103000,00	100,00

#### 4.2. Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi Uygulanmış Görüntülerin Analizi

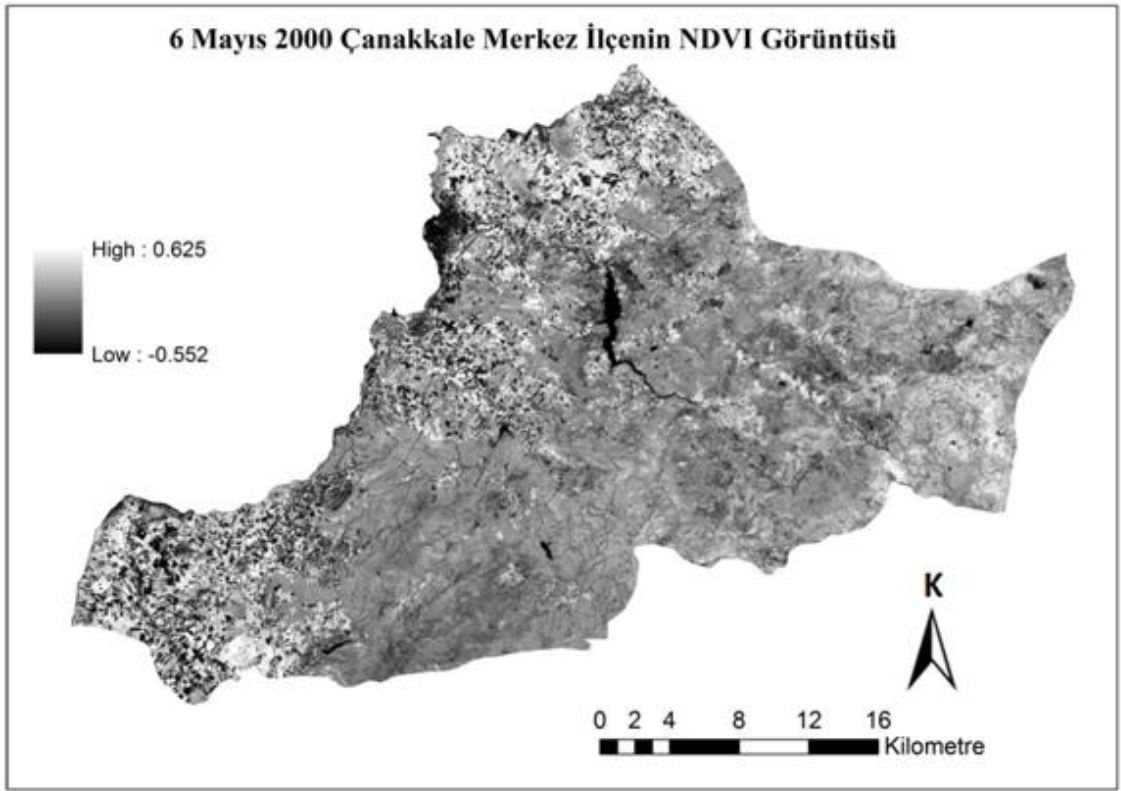
NDVI yöntemiyle değişim bulmak için, 1987, 2000 ve 2015 yıllarına ait Çanakkale Merkez İlçe görüntülerine NDVI uygulanmış ve bu görüntüler Şekil 4.5., 4.6. ve Şekil 4.7.'de gösterilmiştir. 1987, 2000 ve 2015 yılına ait NDVI değerlerinin, hangi alanları temsil ettiklerini kolayca görebilmek için 13 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4.8., 4.9.,ve Şekil 4.10.). 1987, 2000 ve 2015 yıllarına ait sınıflandırılmış NDVI görüntülerine bakıldığında,

ekili tarım alanları, doğal yeşil alanlar ve ormanların en yüksek NDVI değerlerine sahip olduğu görülmektedir. En düşük NDVI değerleri ise sırasıyla su kütleleri, özellikle kent merkezi olmak üzere yerleşim yerleri ve bitki açısından zayıf alanları göstermiştir. Meralar, seyrek ormanlar ve zeytinlikler birbirine yakın NDVI değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Eksi NDVI değerlerinde kesinlikle bitki örtüsünün olmadığını ve büyük eksi değerlerin su kütlelerini temsil ettiği görülmektedir. Değişimleri bulmak için su sınıfı, yerleşim yerleri ile birlikte tarım ve orman alanlarının rahatlıkla belirlendiği bu yöntem sayesinde değişimlerin tespitinde kolaylıklar sağlamıştır.

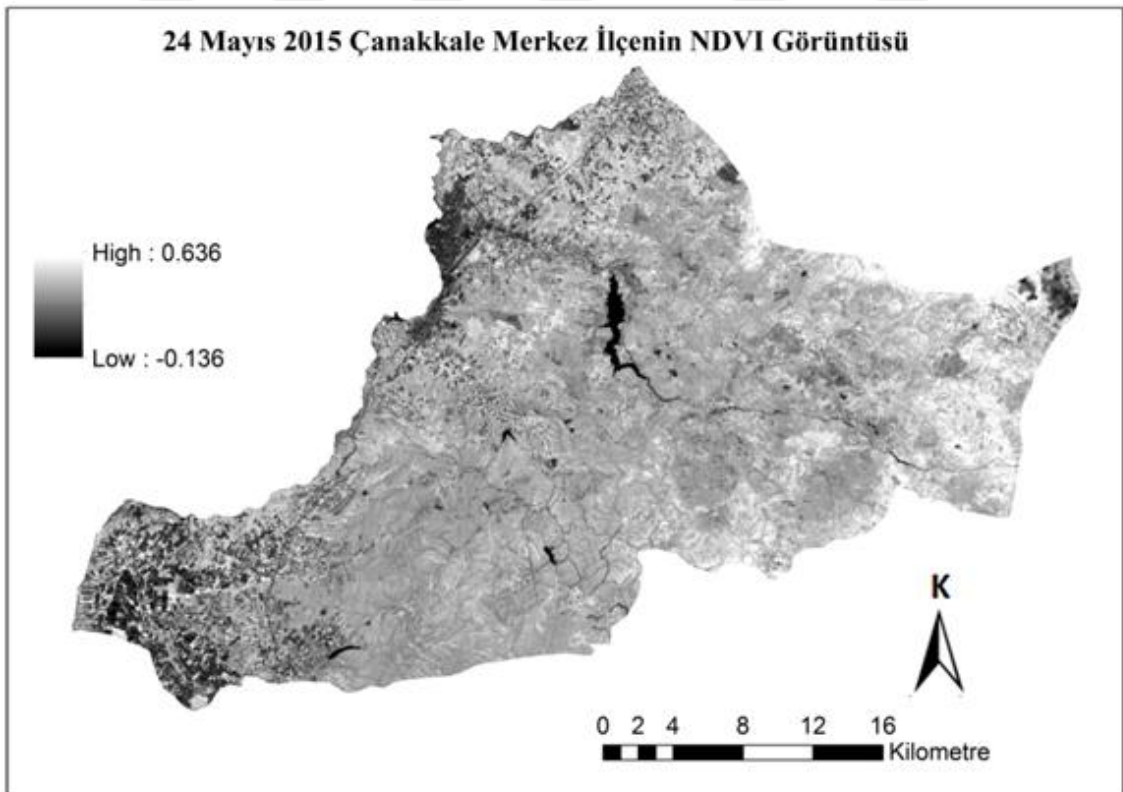


Şekil 4.5. 11 Mayıs 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntüsü

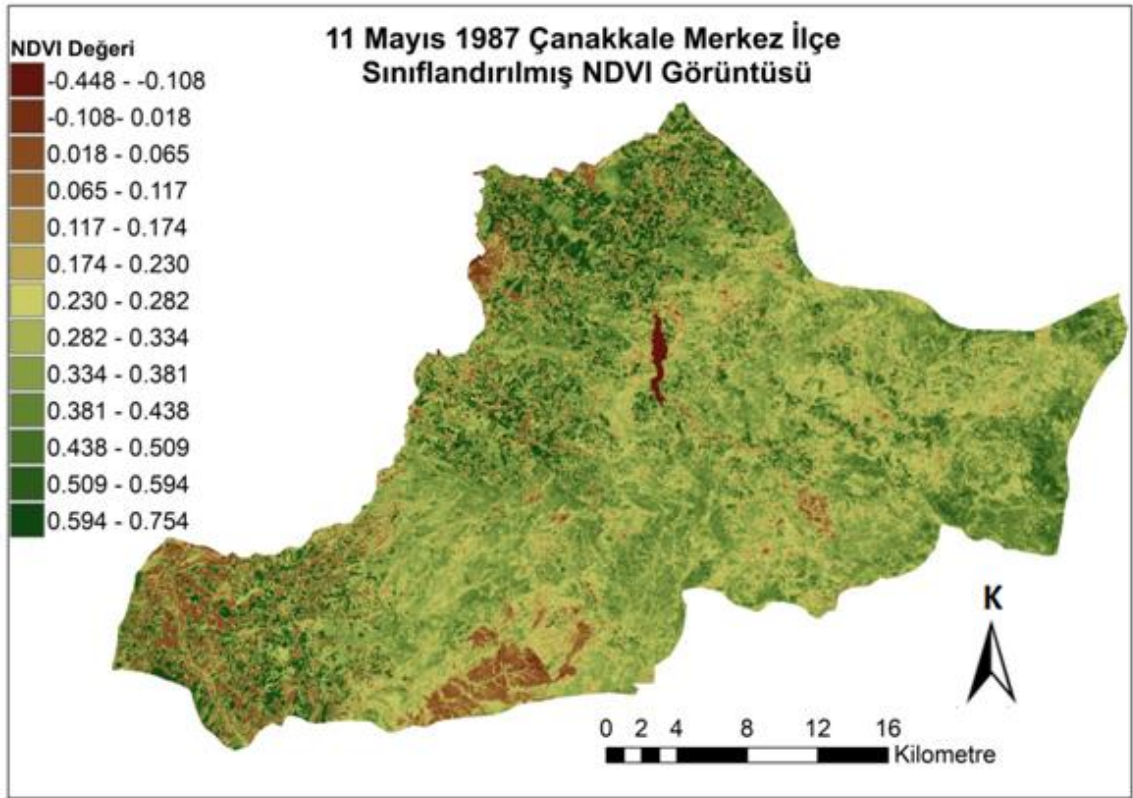




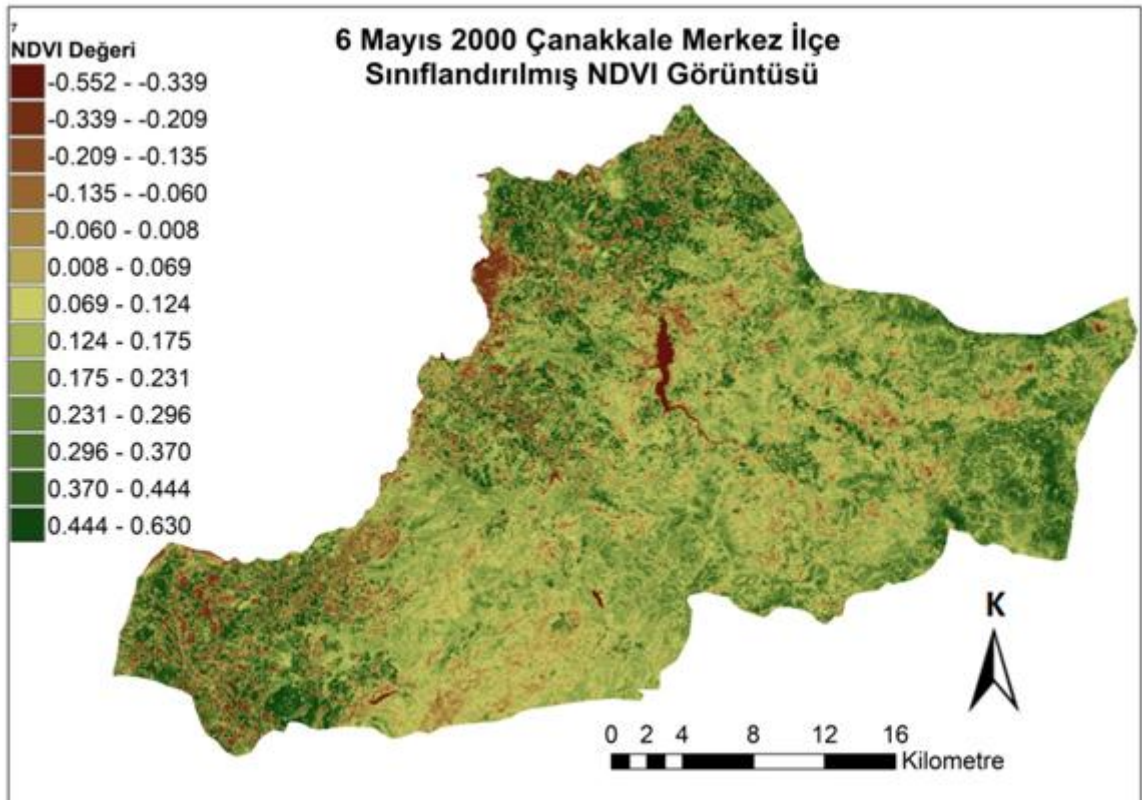
Şekil 4.6. 6 Mayıs 2000 yılı Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntüsü



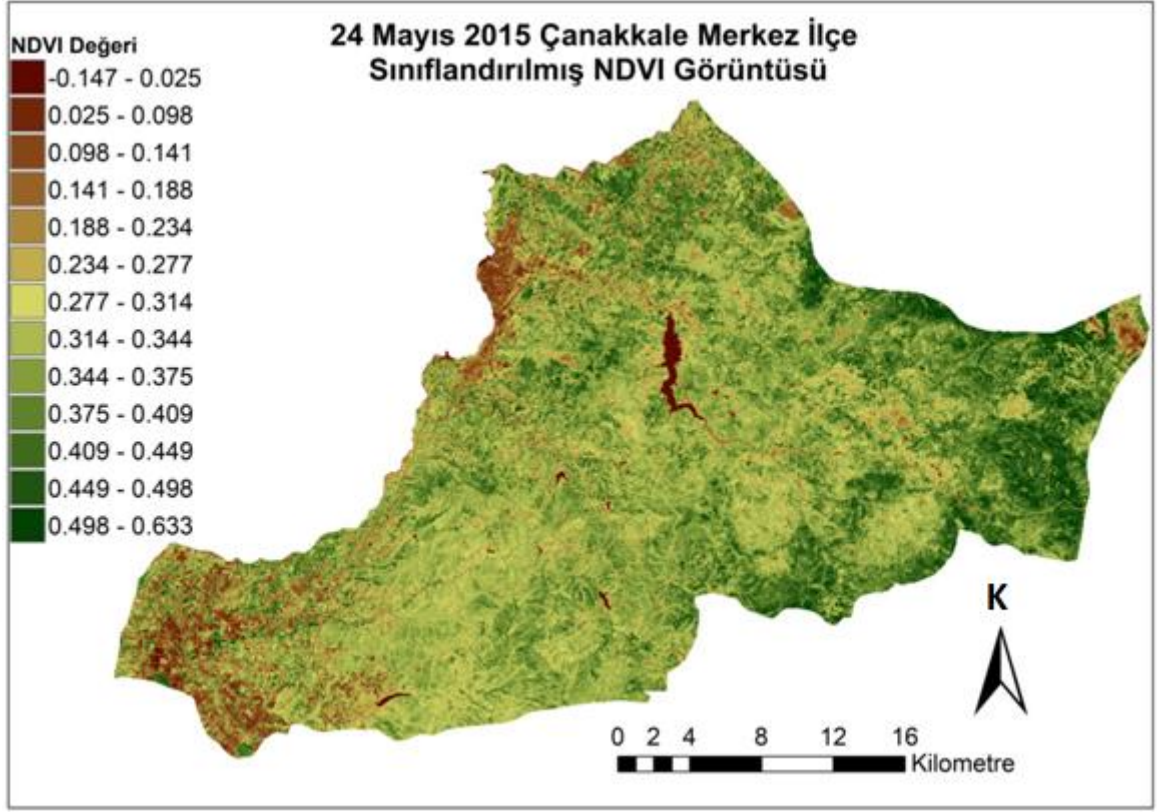
Şekil 4.7. 24 Mayıs 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntüsü



Şekil 4.8. 11 Mayıs 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe sınıflandırılmış NDVI görüntüsü



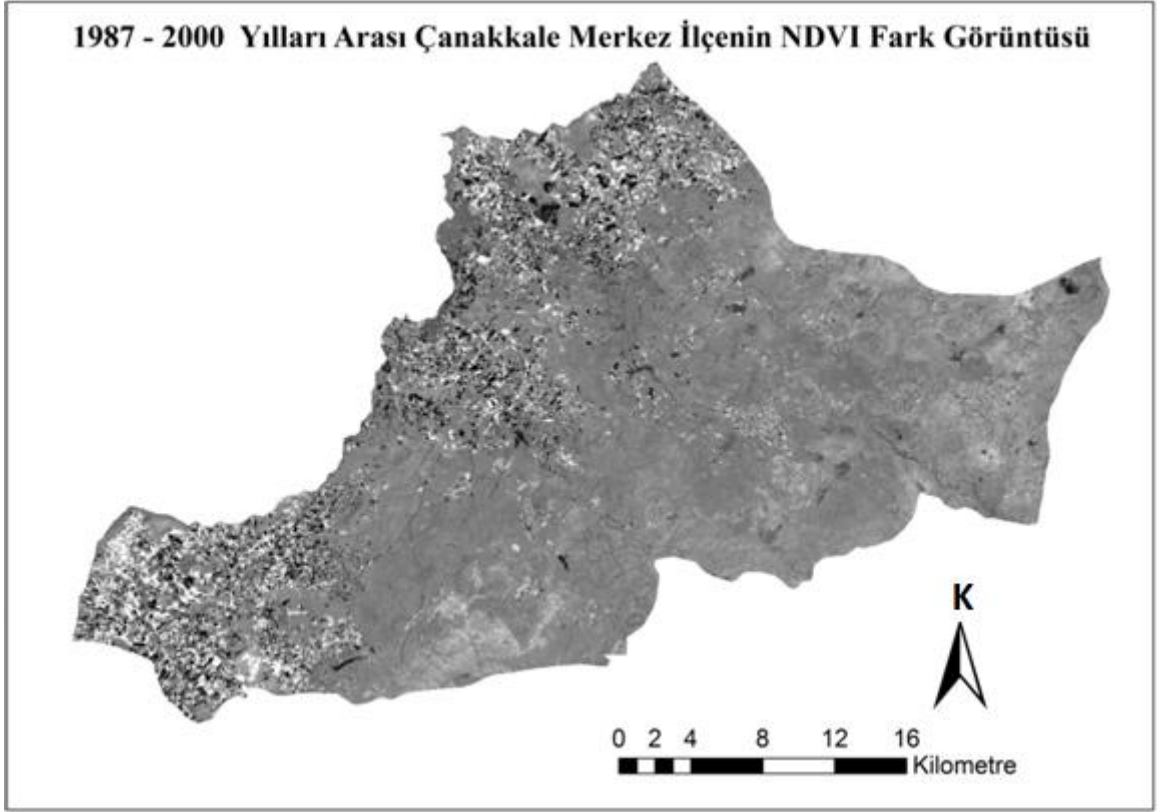
Şekil 4.9. 6 Mayıs 2000 yılı Çanakkale Merkez İlçe sınıflandırılmış NDVI görüntüsü



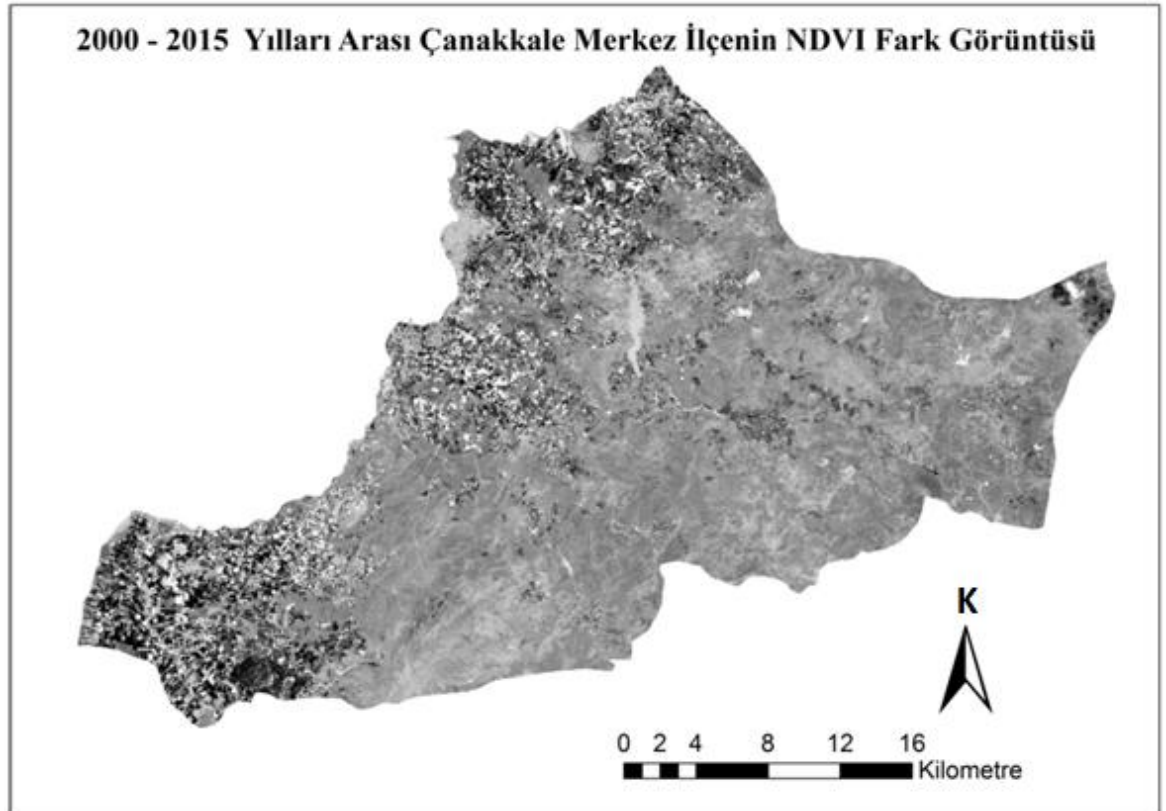
Şekil 4.10. 24 Mayıs 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe sınıflandırılmış NDVI görüntüsü

#### 4.2.1. NDVI Fark Görüntüleri İle Değişimlerin Gösterilmesi

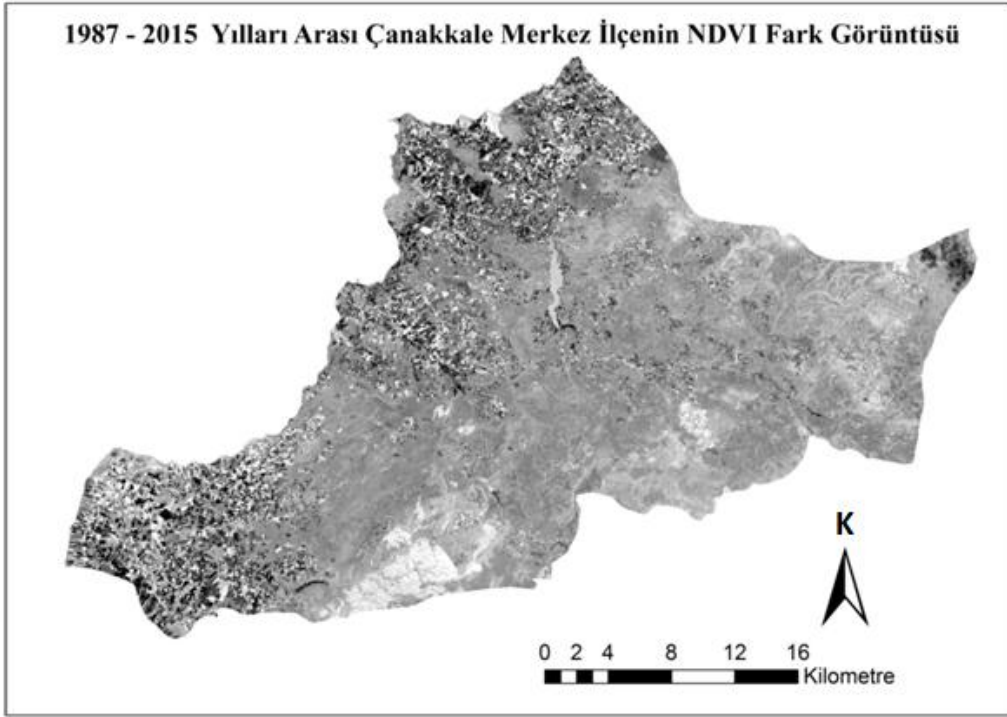
Elde edilen NDVI görüntüleri kullanılarak, 1987 ile 2000, 2000 ile 2015 ve 1987 ile 2015 yılları arası için fark alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bu görüntüler Şekil 4.11., 4.12., ve Şekil 4.13.'de verilmiştir. Görüntülerden de anlaşılacağı gibi farkların büyük kısmı kent merkezinde, ormanlık alanlarında ve tarım alanlarında olduğu görülmektedir. Elde edilen bu üç fark görüntüsü ile değişimler rahatlıkla bulunmuştur (Şekil 4.14.). 1987 ile 2015 yılları arasında, Çizelge 4.5.'de de görüldüğü gibi artan ve azalan olmak üzere toplam 20104,61 ha'lık keskin değişimler tespit edilmiştir. Bu değer Çanakkale Merkez İlçe'nin % 19,52'sine karşılık gelmektedir. Çok az artan ve çok az azalan değişimler keskin değişimleri kapsamadığı için değişmeyen alanlar ile bir sınıfta değerlendirilmiştir. Bu değişim miktarı ile kontrollü sınıflandırma yöntemiyle bulunan değişimler arasında % 1,64'lük bir fark oluşmuştur. Bu farkın, sınıflama doğruluk analizlerinden de anlaşabileceği gibi sınıflandırılmış görüntülerden kaynaklanmıştır.



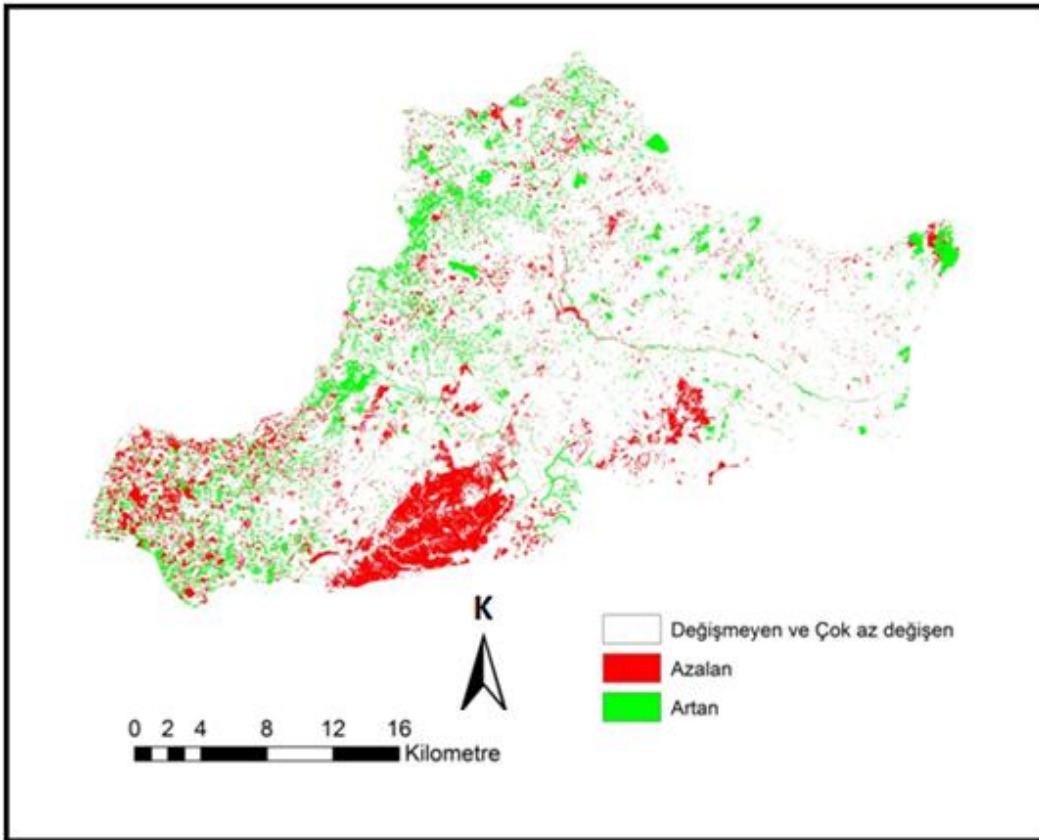
Şekil 4.11. 1987 ile 2000 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe'nin NDVI fark görüntüsü



Şekil 4.12. 2000 ile 2015 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe'nin NDVI fark görüntüsü



Şekil 4.13. 1987 ile 2015 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe'nin NDVI fark görüntüsü



Şekil 4.14. 1987 ile 2015 yılları arası Çanakkale Merkez İlçe NDVI görüntülerinin farkı alınmasıyla bulunan değişimler

Çizelge 4.5. NDVI yöntemi kullanılarak, 1987 ile 2015 yılları arasında tespit edilen değişimler

<b>Değişim türü</b>	<b>Alan (Ha)</b>	<b>Alan (%)</b>
<b>Azalan</b>	10983,96	10,66
<b>Artan</b>	9120,65	8,86
<b>Değişmeyen ve Çok az değişen</b>	82895,39	80,48
<b>Toplam</b>	103000,00	100,00

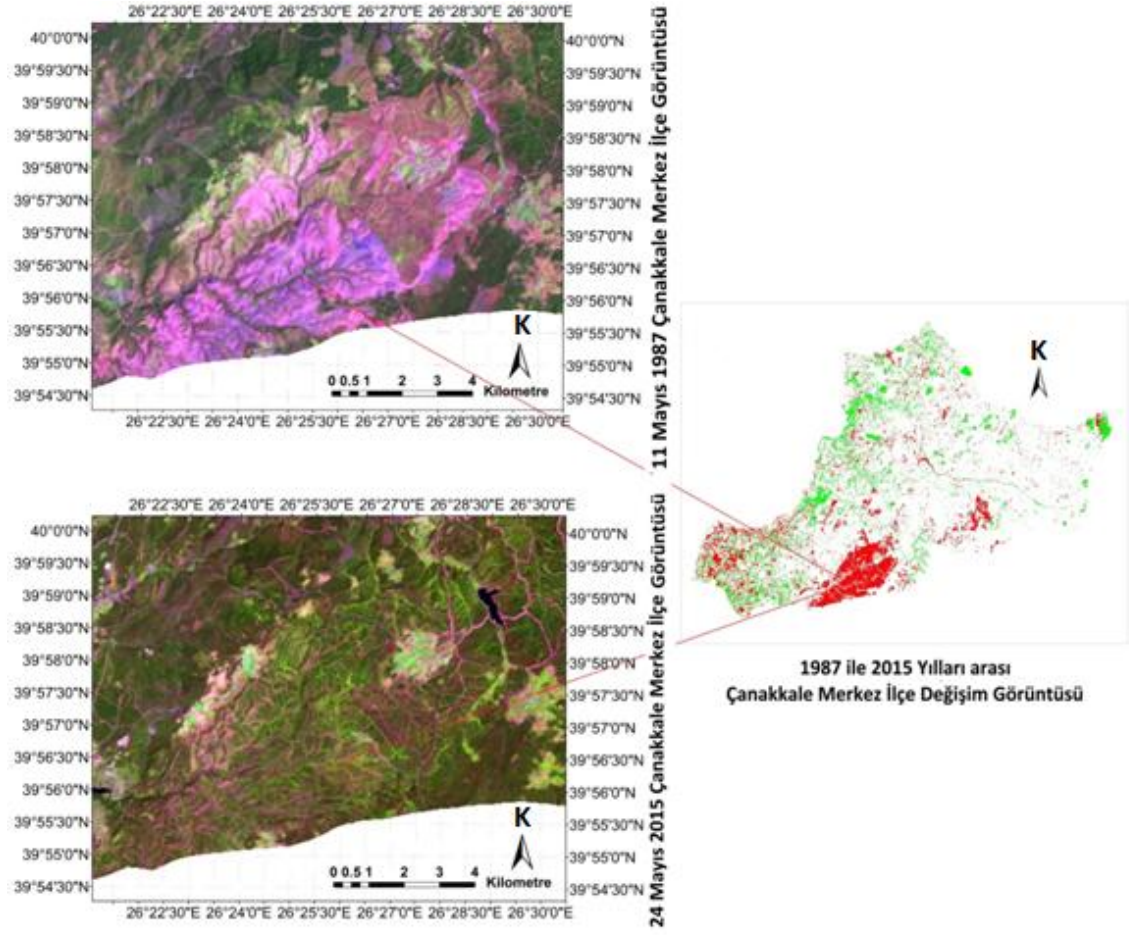
### **4.3. Meydana Gelen Keskin Değişimlerin Gösterilmesi**

1987 ile 2015 yılları arası için kontrollü sınıflandırılmış görüntülerinin farkıyla bulunan değişimler ile NDVI sonrası bulunan değişimler neredeyse aynı olduğu görülmektedir. Yöntemlerin ikisinde de 1987 ile 2015 yılları arasında bulunan değişimler; ormanlık alanlarında, yerleşim alanlarında, tarım alanlarında ve su kütlelerindeki değişimler başlıklarıyla aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

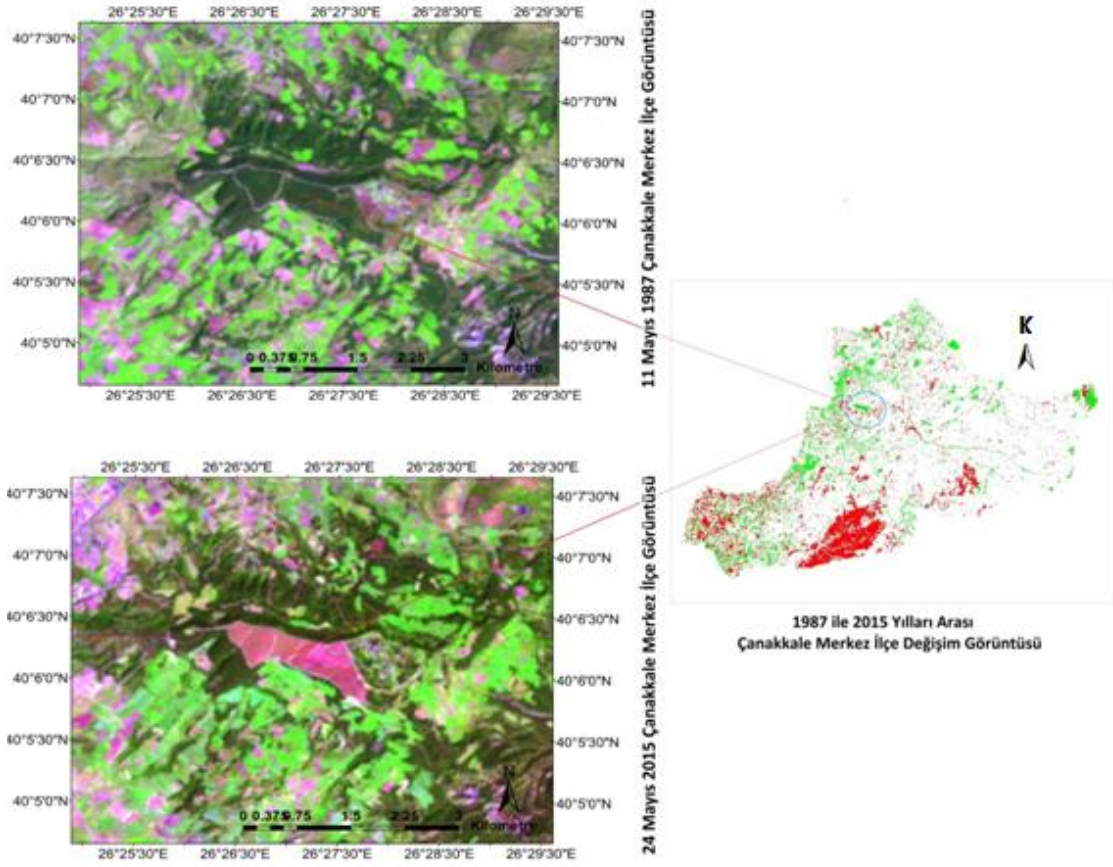
#### **4.3.1. Orman Alanlarındaki Değişimler**

1987 ile 2015 yılları arası, ormanlık alanlarında önemli değişimler bulunmuştur. Bu değişimlerin en büyüğünü 1985 yılında meydana gelen ve 6 bin ha ormanın yok olduğu Salihler Köyü civarındaki orman yangını oluşturmaktadır (Şekil 4.15.). Bunu takip eden önemli değişim ise 2008 yılındaki İntepe (Erenköy) orman yangınıdır. Bu yangında toplam 1455 ha orman yok olmuştur. Bunlarla beraber ormanların kesilmesi, ormanlık alanlarda maden çalışmaları ve diğer sebeplerden dolayı 28 yıllık süreçte yaklaşık 9 bin hektar ormanlık alan değişimi gözlenmiştir.

1987 görüntüsünde, 1985 yılında yanan ormanlık alan açıkça görülmektedir. 2015 yılına gelindiğinde bu alanın tekrar ağaçlandırıldığı görülmektedir. 2008 yılındaki İntepe orman yangınıyla yok olan ormanlık alanlarında ise hala bazı bölgelerinin boş veya seyrek olduğu görülmektedir. Ayrıca, Şekil 4.16.'de Radar Tepesi civarındaki 92 ha'lık ormanın kesildiği görülmektedir. Bu alan gibi birkaç yerde daha orman gençleştirme çalışmaları kapsamında ormanların kesildiği görülmektedir. Çanakkale Merkez İlçe için, 1987 ile 2015 yılları arası ormanlık alanlarda meydana gelen diğer değişimler Şekil 4.17., 4.18. ve Şekil 4.19'da gösterilmiştir.

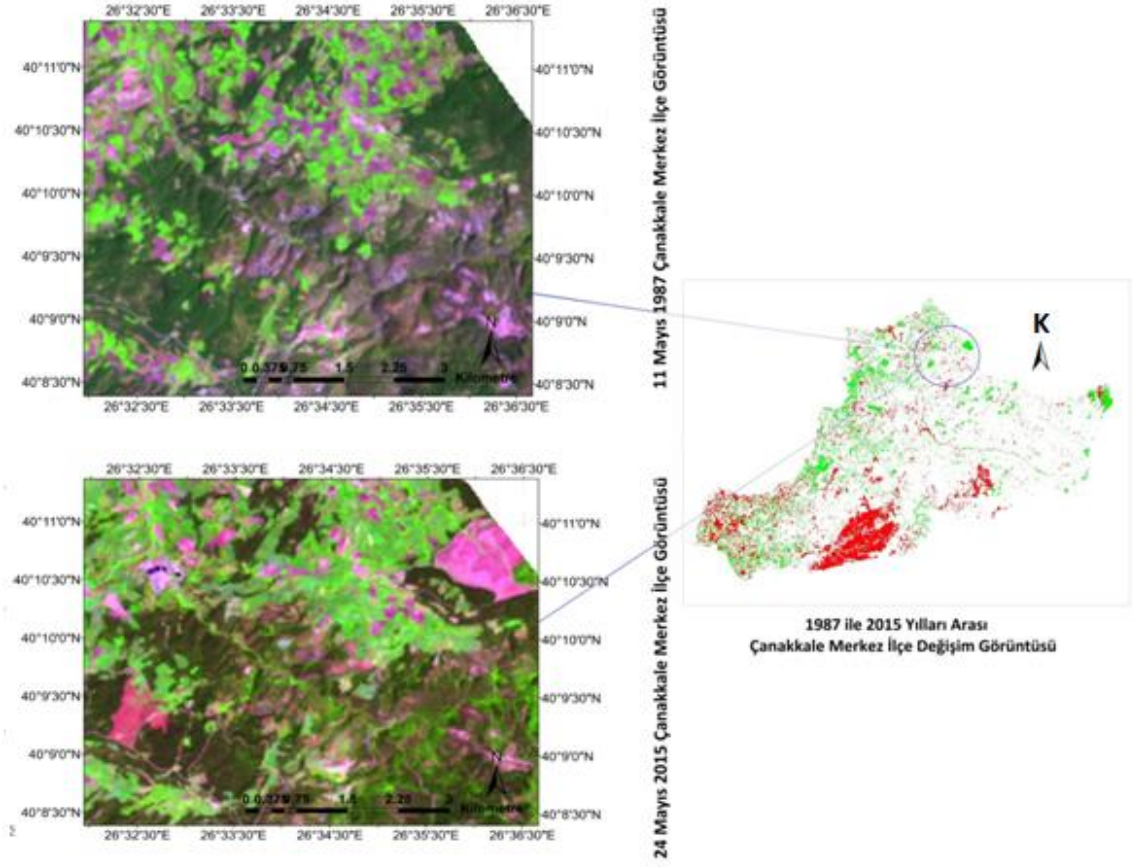


Şekil 4.15. 1985 yılında Salihler Köyü'nde orman yangınından kaynaklanan değişim görüntüsü

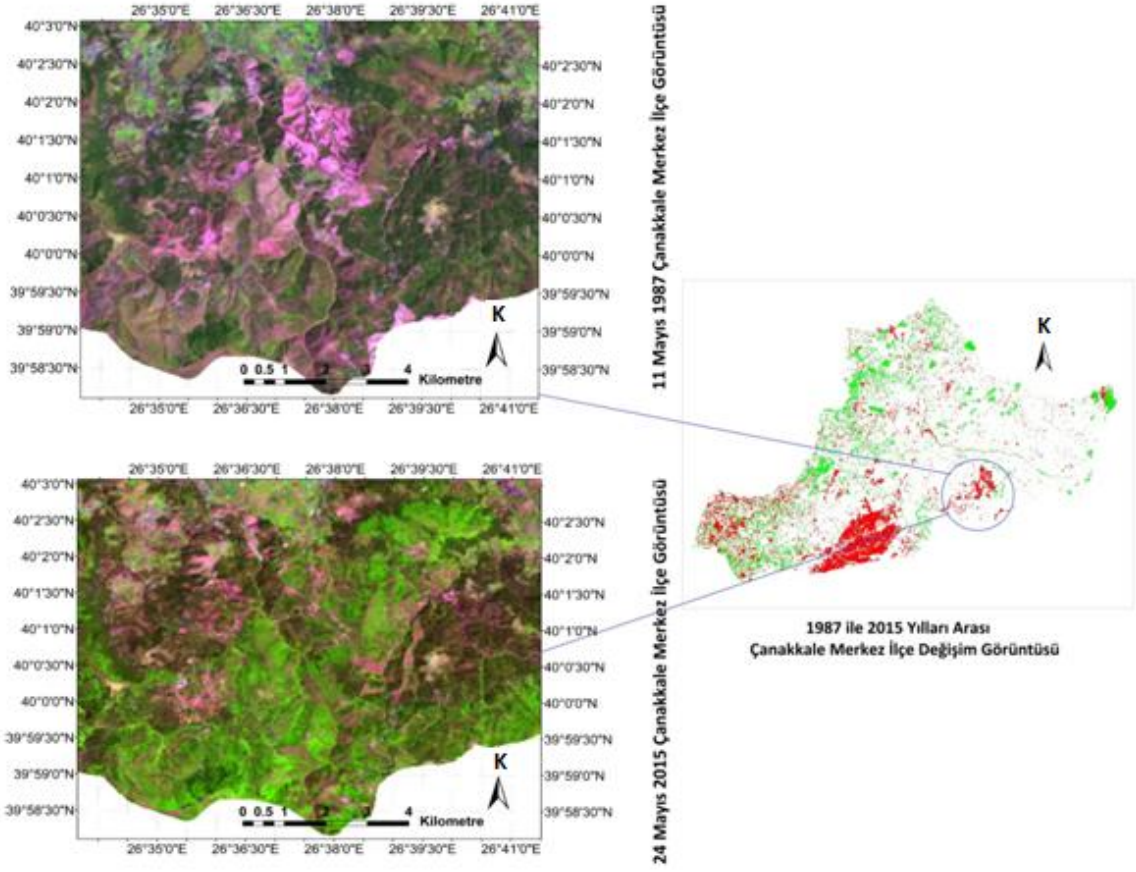


Şekil 4.16. 2014 yılında Radar Tepesi civarında, kesilen ormanlardan kaynaklanan değişim görüntüsü (92 hektar)

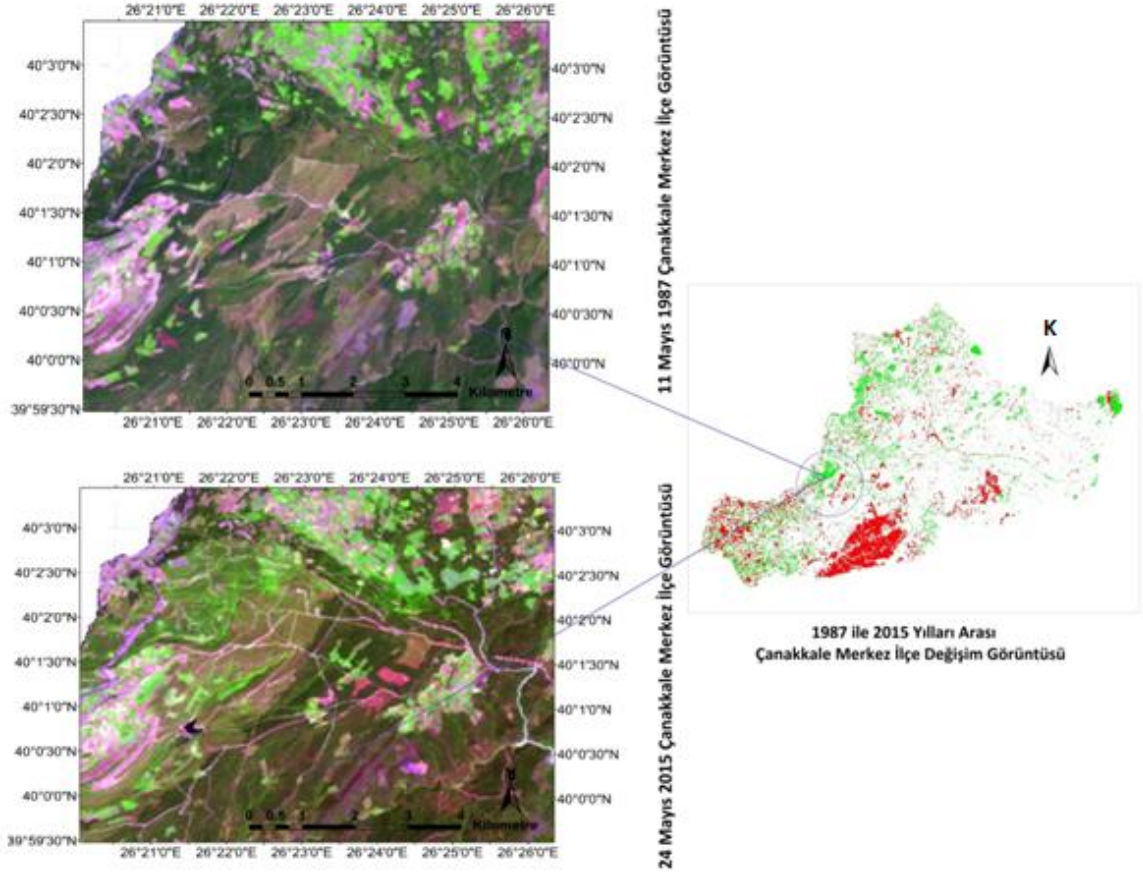




Şekil 4.17. 1987 ile 2015 yılları arası, koordinatları verilen ormanlık alanlarının yok olmasıyla meydana gelen değişim görüntüsü (186 ha)



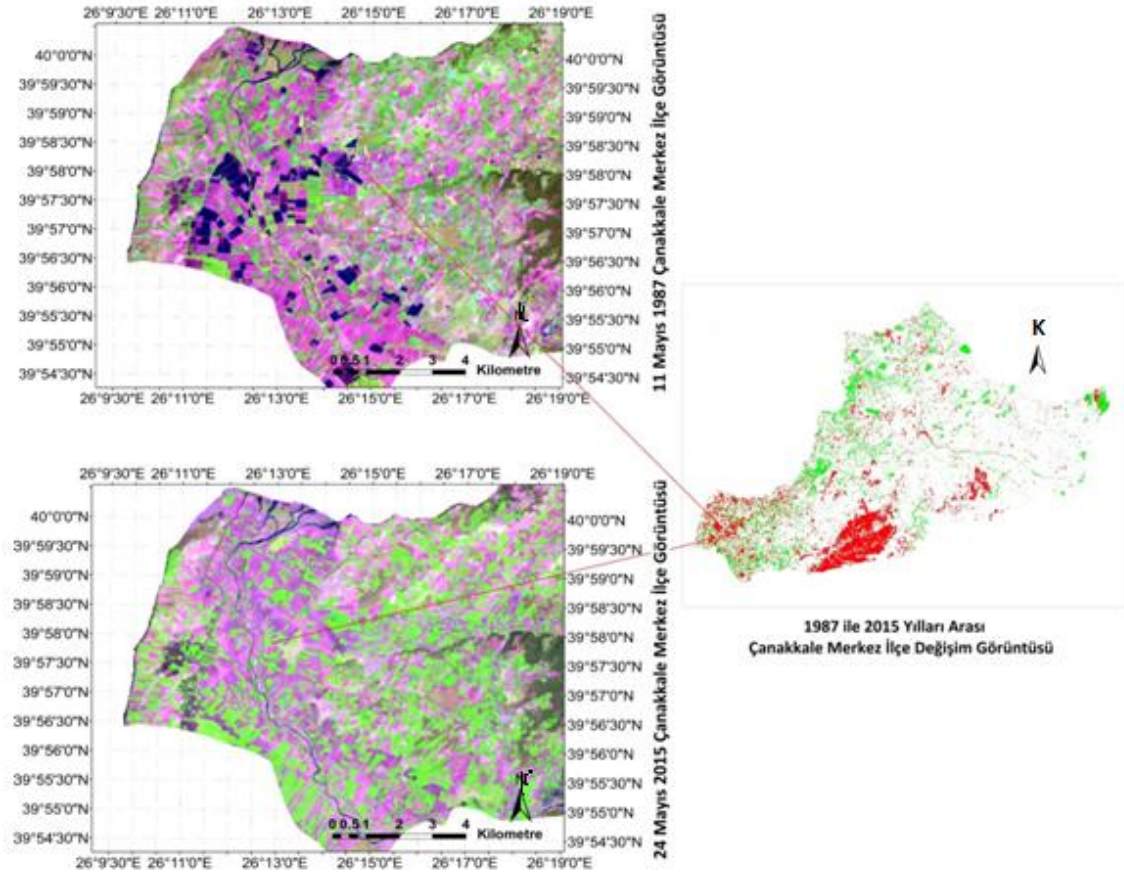
Şekil 4.18. Koordinatları verilen ormanlık alanlardan kaynaklanan 1987 ile 2015 yılları arası değişim görüntüsü



Şekil 16.19. 2008 yılında İntepe (Erenköy)'de orman yangınından kaynaklanan değişim görüntüsü (1455 ha)

#### 4.3.2. Tarım Alanlarındaki Değişimler

1987 ile 2015 yılları arasında, tarım alanlarında kayda değer değişimler tespit edilmiştir. Özellikle kent merkezine yakın yerlerde tarım alanları yok edilerek yerleşim yerlerine dönüşülmüştür. Ayrıca bazı tarım arazilerinin, ürün türü bakımından sınıf değiştirdiği görülmektedir. 1987 yılında, çeltik üretiminin hemen hemen olmadığı, 2015 yılına gelindiğinde ise özellikle Kumkale ve çevresinde çeltik üretiminin yoğun olduğu görülmektedir (Şekil 4.20). Nadasa bırakılan araziler ve döneme bağlı farklı tarım sınıfları nedeniyle değişimler detaylı olarak tespit edilememiştir.

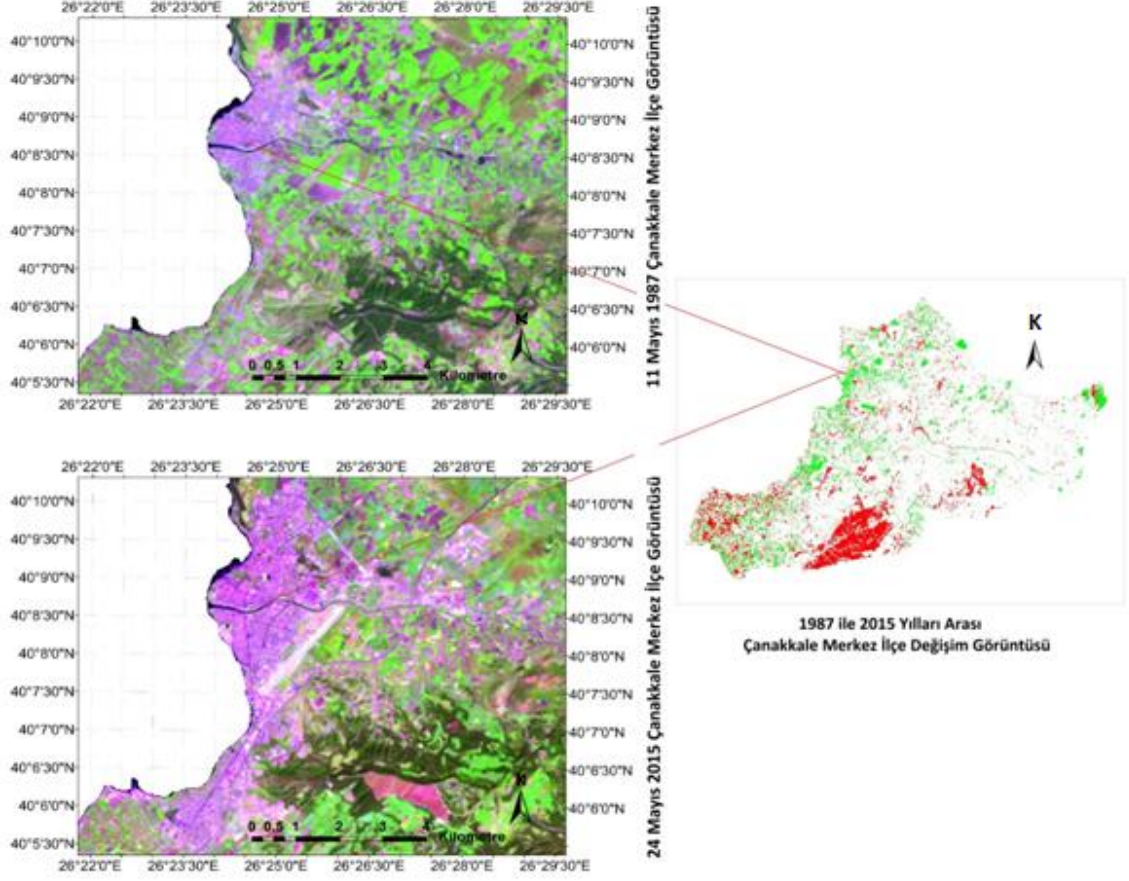


Şekil 4.20. 1987 ile 2015 yılları arasında, özellikle Kumkale ve çevresinde bulunan tarım alanlarındaki değişim görüntüsü

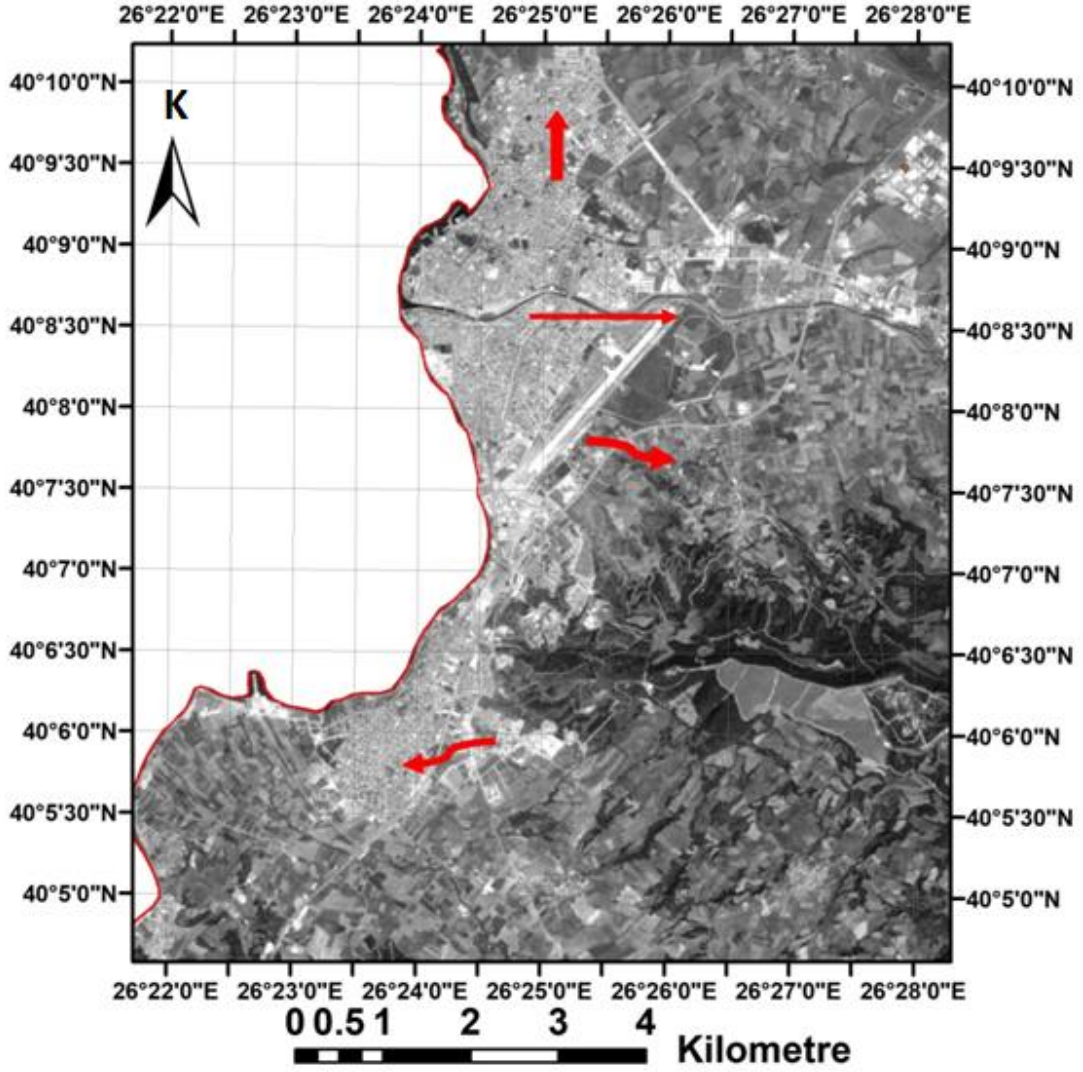
### 4.3.3. Yerleşim Alanlarındaki Değişimler

1987 ile 2015 yılları arasında yerleşim yerlerinin büyük oranda arttığı tespit edilmiştir. 1987 yılında 765 ha olan merkez bölge, her yıl artarak 2015 yılında yaklaşık 2 bin 383 ha olmuştur. (Şekil 4.21.). Bu değişimlerin büyük kısmı; Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, yeni otopark (15 Temmuz Demokrasi Otoparkı), Çanakkale Organize Sanayi Sitesi, Kepez ve çevresinde, Esenler Mahallesi ve Barbaros Mahallesi'ndeki aşırı konutlaşmadan kaynaklanmıştır. 28 yıllık süreçte, Çanakkale Merkez İlçe'de bulunan köylerin çoğu gelişmemiş olmasının yanında, kıyı alanlara yakın bazı köyler, Güzelyalı ve çevresinde yerleşim yerlerinin arttığı görülmektedir. En yoğun tarım alanlarının bulunduğu bölgede olan Kumkale, Tevfikiye ve Çıplak bölgelerinde yerleşim yerlerinde keskin değişimler gözlenmemiştir.

Yapılan analizler sonucu ve Çanakkale Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü'nden alınan bilgiler doğrultusunda, önümüzdeki yıllarda yeni yerleşim yerlerinin artacağı bölgeler Şekil 4.22.'de gösterilmiştir.



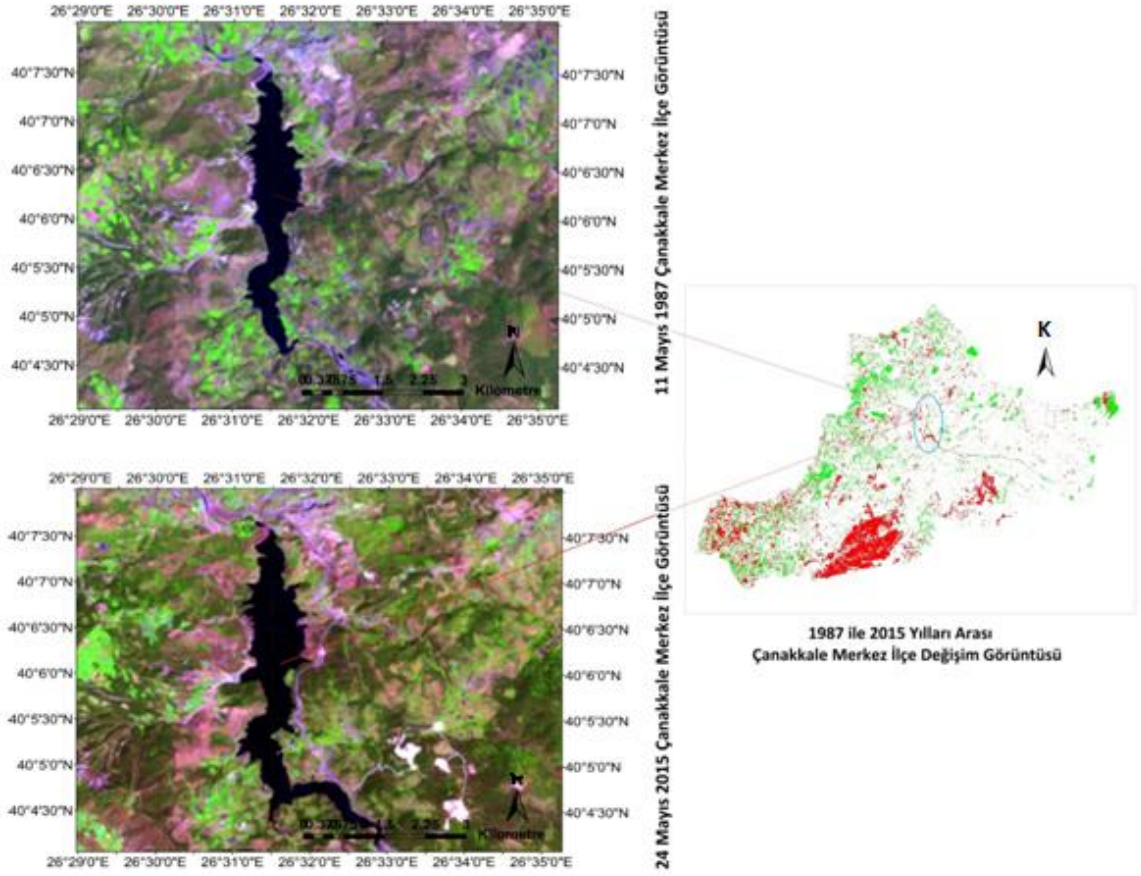
Şekil 4.21. 1987 ile 2015 yılları arası Çanakkale Kent Merkezindeki değişim görüntüsü



Şekil 17.22. Çanakkale Merkez Bölgenin, gelecekte yerleşim yerlerinin artacağı alanlar kırmızı oklar ile gösterilmiştir.

### 3.3.4. Su Kütlesindeki Değişimler

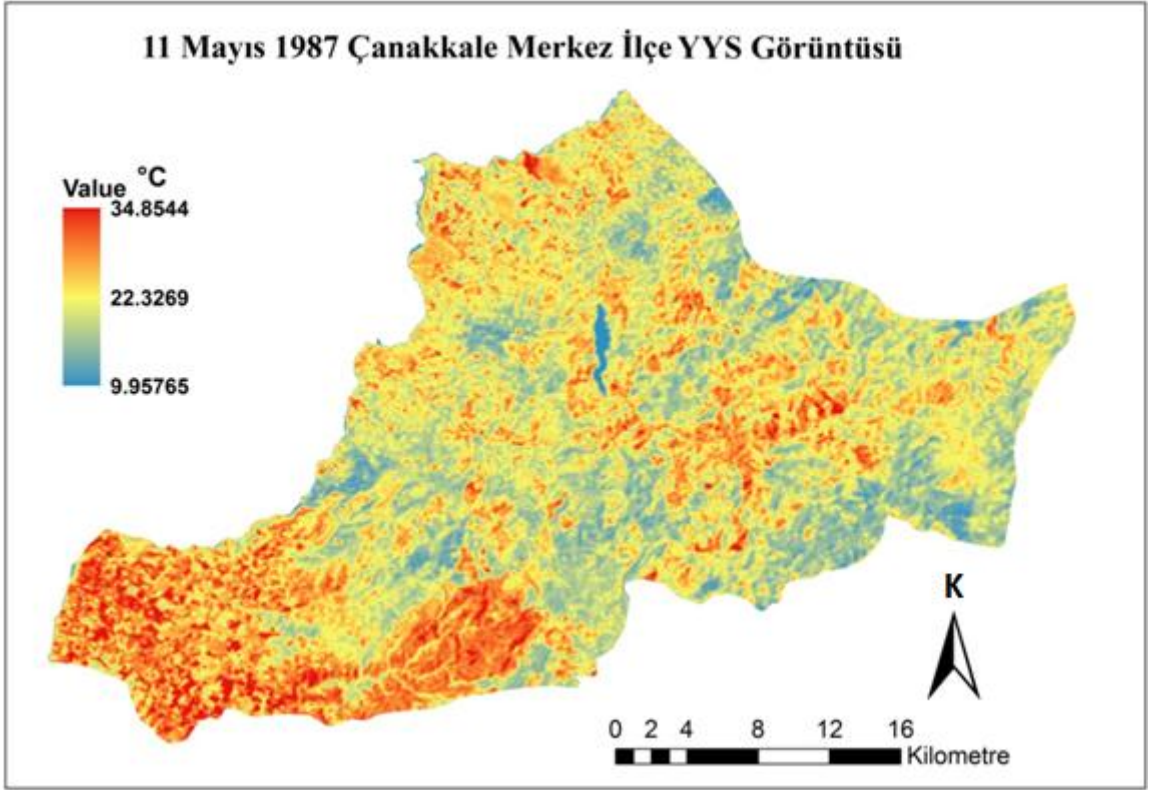
1987 ile 2015 yılları arası için yapılan değişim bulma işlemlerinde, Çanakkale Merkez İlçe sınırları içerisindeki su kütlelerinde bir artış olduğu tespit edilmiştir. Özellikle Atikhisar Barajının alanı ile birlikte su kütlesinin arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.23.). 1987 yılında baraj alanı yaklaşık 299 ha iken 2015 yılında yaklaşık 420 ha olmuştur. Bunun dışında, Akçapınar Göleti ve Aşağıokçular Göleti'nin kütlesinde artış olduğu tespit edilmiştir.



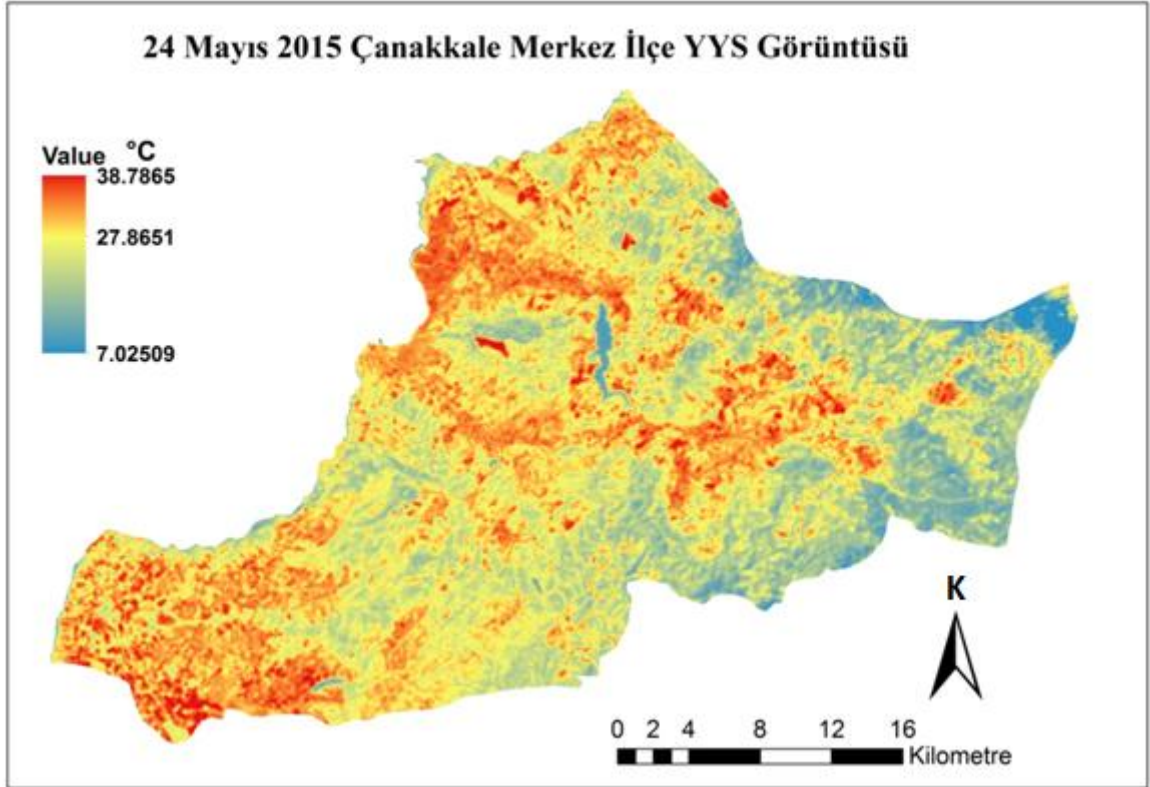
Şekil 4.23. 1987 ile 2015 yılları arası Atıksisar Barajı için değişim görüntüsü

#### 4.3.5 Yer Yüzey Sıcaklığındaki Değişimler

YYS yüksek olduğu yerler genel olarak, yerleşim alanları, çıplak alanlar (boş araziler) ve yollar olduğu görülmektedir. Bunu seyrek ormanlar takip etmektedir. Daha da genel bakıldığında vejetasyonun olmadığı bölgelerde YYS yüksek olduğu bulunmuştur. Şekil 4.24. ve Şekil 4.25.'de de görüldüğü gibi, en düşük YYS değerleri, su kütlelerinde ve ormanlarda olduğu tespit edilmiştir. 1987 yılı için yapılan YYS hesaplamalarında en yüksek sıcaklık değeri 34,85 °C ve en düşük YYS ise 9,95 °C olarak hesaplanmıştır. 2015 yılı için hesaplanan YYS görüntüsünde, en yüksek değer 38,78°C ve en düşük değer ise 7,02 °C bulunmuştur.



Şekil 4.24. 1987 yılı Çanakkale Merkez İlçe'nin yer yüzey sıcaklık görüntüsü



Şekil 4.25. 2015 yılı Çanakkale Merkez İlçe'nin yer yüzey sıcaklık görüntüsü



## BÖLÜM 5

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada Çanakkale Merkez İlçe'nin, yersel çözünürlüğü 30 metre olan 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM, , 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + ve 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak 1987 ile 2015 yılları arasında meydana gelen değişimler UA ve CBS teknikleriyle tespit edilmiştir. Tespit edilen değişimler, sınıflama ve NDVI yöntemlerinin yanı sıra sınıflama doğruluk analizleri yapılarak bulunmuştur. Görüntü fark alma işlemleri ERDAS IMAGINE yazılımının Change Detection algoritması ile yapılmıştır. Sınıflama ve NDVI yöntemleriyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak minimum hata ile değişimlerin tespit edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca meydana gelen değişimlerin etkilerini tartışırken, yorumlara katkı sağlayacak YYS değerleri de hesaplanmıştır.

1987 ile 2015 yılları arasında büyük değişimlerin başında ormanlık alanlar gelmektedir. Orman alanlarındaki bu değişimlerin başlıca nedenleri orman yangınları, ormanlık alanların tahrip edilmesi ve orman gençleştirme çalışmalarıyla kesilen ormanlar olduğu bulunmuştur. Her ne kadar yangın sonrası ağaçlandırma yapılmış olsa da kent merkezine yakın yerlerde birçok ormanlık alanın azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca Atikhisar Barajı yakınlarında ormanlık alanlarda maden çalışmaları artmıştır. Orman yangınlarının nedenlerine; yıldırım düşmesi, insanların dikkatsizliği ve düşük istatistiğe sahip olsa da meteor düşmesi gösterilebilir. Orman yangınlarının sık yaşandığı Çanakkale de ormanların korunması için alınacak tedbirler aşağıda verilmiştir.

- Yangın izleme noktaları artırılmalı ve yeterli sayıda yangın söndürme araçlarının bulundurulması gerekmektedir.
- Ormanlık alanların içinde bulunan köyler ve yerleşim yerlerinin olması ormanlar için riskler oluşturmaktadır. Bu yüzden ormanlık alanlarda bulunan köylerin planlı bir şekilde azaltılması gerekmektedir.
- Rüzgârın etkili olduğu Çanakkale'de, orman yangınlarından sonra yeniden ağaçlandırma çalışmaları rüzgâr yönüne dikkat edilerek yapılmalıdır. Ayrıca orman yangın yolları geniş tutulmalıdır.
- Orman yangınlarının çoğuna insanların neden olduğu bilinmektedir. Bundan yola çıkılarak; insanların orman yangınları konusunda bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

1987 ile 2015 yılları arası meydana gelen önemli değişimlerden biri de yerleşim alanlarındaki artışlardır. 1987 yılındaki mevcut yerleşim yerinin 2015 yılında yaklaşık 3 kat büyüdüğü bulunmuştur. Bu yerleşim yerleri en çok, Barbaros mahallesi, Esenler mahallesi ve Kepez bölgesinde arttığı tespit edilmiştir. Bu artış, TÜİK verilerine bakıldığında Çanakkale 18 Mart Üniversitesi'nin (ÇOMÜ) kurulması, kırsal bölgelerden şehirlere göçlerin artması ile konut ve iş gereksinimlerinin artması gibi temel nedenlerden kaynaklanmıştır. Turizmin de etkili olduğu kentte, kıyı bölgelerde tatil yerleri ve yazlıkların sayısı artmıştır. TÜİK verilerine göre kıyı alanları en fazla ve en hızlı kentsel gelişim gösteren bölgelerdir. Bu istatistik göz önüne alındığında, Çanakkale kıyı alanlarında düzenli ve planlı kentleşme için mutlaka koruma politikaları geliştirilmelidir. Bu çalışmada, Çanakkale Merkez İlçe'de gelecekte yerleşim yerlerinin hangi bölgelerde aratacağı belirlenerek ilgili kuruluşların dikkatine sunulmuştur (Şekil 4.22.).

28 yıllık süreçte, özellikle kent merkezine yakın olan tarım alanları yok edilerek yerleşim yerlerine dönüştürüldüğü görülmektedir. Özellikle 2000 yıllarında artmaya başlayan konut siteleri kent merkezinden taşarak tarım alanlarına uzanmıştır. Her geçen yıl nüfusu aratan Çanakkale Merkez İlçe'de barınma sorunuyla beraber yeni tarım alanları daha da bozularak yerleşim yerlerine dönüşmesi muhtemeldir. 1987 ile 2015 yılları arasında su kütlesindeki artışla beraber sulu tarım alanların arttığı görülmektedir. Özellikle Kumkale ve çevresindeki çeltik üretimi buna örnek gösterilebilir. Yıllara göre tarım çeşitliliği ve nadas bırakılan araziler olduğu için, tarım alanlarındaki değişimleri detaylı ve kapsamlı olarak tespit edilememiştir.

Çanakkale Merkez İlçe için yapılan YYS hesaplamalarında Vejetasyonun olmadığı yerlerde özellikle kentsel alanlarının yüksek YYS değerlerine sahip olduğu görülmüştür. 1987 yılından 2015 yılına gelindiğinde YYS değerlerinde bir artış meydana gelmiştir. YYS artışı, insan eliyle doğal yeşil alanların, tarım alanlarının, ormanların yok edilerek ya da orman yangınlarıyla yok olan alanların yerine konut, iş yeri ve sanayi gibi yapılarının inşa edilmesinden kaynaklanmıştır. Kentsel alanlarda YYS değerlerinin artmasında, şehir nüfusunun barınma ve iş yeri ihtiyaçları düşünüldüğünde şehir planlama konusunda hatalı planlamalar etkili olmuştur. Yüksek sıcaklık değerleri özellikle çevresel problemlerle beraber insan sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlara neden olacağından, bu yetersiz planlamalar en kısa sürede tekrar gözden geçirilmelidir. Özellikle yerleşim yerlerinde YYS değerlerini düşürmek için, bina çatılarında güneş enerjisini büyük oranda yansıtan malzemeler kullanılmalı ve yeşil çatılar inşa edilmelidir. Bu çalışmayla, sonraki yıllarda yerleşim yerlerinin doğru yere yapılmasına ve aşırı kentleşmeyle beraber doğacak

sorunlara dikkat çekmek için, sınıflandırılmış NDVI görüntülerine bakılarak vejetasyonun YYS ile ilişkisinin doğrudan etkisi olduğu gösterilmiştir.

30 m yersel çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntülerinin YYS hesaplamaları için yeterli olduğundan herhangi bir ek veri kullanılmamıştır.

Sınıflama yöntemi, gerek arazi çalışmalarıyla gerekse arşiv görüntülerinin kullanılmasıyla zamansal değişimlerin tespit edilmesinde etkili olmuştur. Görüntü sınıflamada ve değişen yerlerinin bulunmasında 1987 ve 2015 yılı görüntüleri dışında 2000 yılına ait Landsat uydu görüntüsü, 7.5 m yersel çözünürlüğe sahip RASAT uydu görüntüleri ve Google Earth haritaları kullanılmıştır. Özellikle kontrollü sınıflamada büyük kolaylık sağlayan bu görüntüler gibi mutlaka dış verilerden yararlanılmalıdır. NDVI yöntemi, özellikle vejetasyonları keskin bir şekilde gösterdiği için, değişimler rahatlıkla tespit edilmiştir. Sınıflama ve NDVI yöntemiyle bulunan değişimler arasında % 1, 64' lük bir fark oluşmuştur. Bu fark hatalı sınıflamadan kaynaklanmıştır. Değişimlerin geneline bakıldığında, bu farkın çok büyük olmadığı dolayısıyla değişim bulma çalışmalarında her iki yöntemin de kullanılabileceğini göstermektedir.

Sınıflandırılmış Landsat uydu görüntüleri için yapılan doğruluk analizleri, yapılan sınıflandırmaların iyi olduğunu göstermektedir. Ancak; seyrek ormanların, yangın sonrası yeni ağaçlandırılmış alanların ve mera alanlarının yansımaya değerleri birbirine yakın olduğu için farklı sınıflar birbirini temsil etmiştir. Aynı nedenle, çıplak alanlar yerleşim yerleri sınıfına girmiştir. Bu teknik sorunlar, sınıflama doğruluğuna yansımış ve dolayısıyla bulunan değişimlerin doğruluğunu olumsuz etkilemiştir. Özellikle sınıflama için yapılan doğruluk analizlerinde daha yüksek doğruluk oranları için yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılmalıdır. Çalışmada kullanılan 30 metrelik yersel çözünürlüğe sahip Landsat uydu görüntüleri hem zaman hem de maliyet konusunda elverişlidir. Ancak çok detaylı değişim bulma çalışmaları için yetersizdir. Bunun yerine yüksek yersel çözünürlüklü uydu görüntülerine ihtiyaç vardır. Sınıfların spektral yansıtım değerlerinin benzerlik göstermesi gibi problemler yüksek yersel, spektral ve radyometrik çözünürlüklü uydu verileri ile giderilebilir. Yer yüzeyi farklı dönemlerde farklı yansıtım değerlerine sahip olduğundan, uydu görüntüleri seçilirken farklı yıllara ait olsa bile mutlaka aynı aylara denk getirilmelidir. Bu çalışmada 8 Mayıs 2015 yılına ait görüntü, çok bulut olduğu için 24 Mayıs 2015 görüntüsü kullanılmıştır. Böylece seçilmiş görüntüler arasında 13 günlük bir fark olmuştur. Bu fark, uydu görüntülerinde zamansal çözünürlüğünün önemini açıklarken, optik UA uydularının meteorolojik şartlara bağlı olmasının dezavantajını göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Ateş S., Demir E., 2009. Uzaktan Algılamada Çözünürlüğe Bağlı Veri Kazanımı Potansiyeli. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs, Ankara
- Aggarwal S., 2003. Photogrammetry and Remote Sensing Division Indian Institute of Remote Sensing, Dehra Dun, Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology Proceedings of the Training Workshop 7-11 July, Dehra Dun, India, pp 23-38
- Ayhan E., Karlı F., Tunç E., 2003. Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analizi. Harita Dergisi Temmuz 130. Sayı ss 17-28
- Bahadır M., 2013. Akşehir Gölü'nde Alansal Değişimlerin Uzaktan Algılama Teknikleri İle Belirlenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 28, Temmuz - 2013, ss 246-275
- Banger G., Yomralıoğlu T., Cömert Ç., Demir O., Çelik K., 1994. Bilgi Sistemlerine Genel Bir Bakış ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilgi Sistemi. 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, ss 1-10.
- Bayrak T., 1996. Sayısal Yükseklik Modellerinde İnterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Hacıağaoğlu B., 2013. Uydu Görüntüleri İle Peyzaj Tiplerinin Belirlenmesinde Mekansal Çözünürlüğün Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.
- Burrough P. A., 1998. Principles of geographical Information Systems for land Resources Assessment. Oxford University pres, 2ed
- Chen X., 2002. Using Remote Sensing And GIS To Analyze Land Cover Change And Its Impacts On Regional Sustainable Development. International Journal of Remote Sensing. pp 107-124.
- Tillmann C., 2012. Supervised Classification and Change Detection of Agricultural Land Use in the Forest Steppe Zone of West Siberia Using Multitemporal Satellite Imagery. Westfälische Wilhelms-Universität, Munster

- Çakır G., 2006. Orman Amenajman Planlamasında Gerkli Bilişimin Sağlanması İçin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Tekniklerinden Yararlanılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Türkiye
- Çavuş C. Z., 2007. Çanakkale’de Kentsel Gelişimin Uzaktan Algılama Ve GPS Ölçümleri İle İzlenmesi. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi Sayı 15, ss 44-58, İstanbul
- Çoban H. O., 2006. Uydu Verileri İle Orman Alanlarındaki Zamansal Değişimlerin Belirlenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Türkiye
- Çölkesen İ., 2009. Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Türkiye
- Demirkesen A. C., 2007. Günümüzde Uzaktan Algılama Uygulamalarına Genel Bir Bakış. TMMOB Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 2-6 Nisan 2007, Ankara
- Duran C., 2007. Uzaktan Algılama Teknikleri İle Bitki Örtüsü Analizi. DOA Dergisi Sayı 13 ss 45-67
- Fung T., Siu W., 2000. Environmental Quality And Its Changes, An Analysis Using NDVI. Int. J. Remote Sensing, 21:5, pp 1011-1024
- Gandhi M. Parthiban S., Thummalu N., Christy A., 2015. NDVI: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing And GIS – A Case Study Of Vellore District Procedia Computer Science 57 pp 1199 – 1210
- Genç L., Kızıl Ü., Arıcı İ., İnalpulat M., 2013. Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama, Markov İşlemi, Nüfus ve Alan Görünüm Analizleri Yardımıyla Belirlenmesi: Çanakkale Örneği (1987-2010). Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 2013, 28 (1) ss 10-18
- Giannini M. B., Belfiore O. R., Parente C., Santamaria R., 2015. Land Surface Temperature from Landsat 5 TM images: Comparison Of Different Methods Using Airborne Thermal Data. Journal of Engineering Science and Technology Review 8 (3) pp 83-90

- Güre M., Özel M. E., Özcan H., 2009. Corine Arazi Kullanımı Sınıflandırma Sistemine Göre Çanakkale İli. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 13(3): ss 37-48
- Jensen J. R., 1996. Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective. London, Prentice-Hall Inc. 2nd edition
- Jwan A., Shattri B., Mansor, Zulhaidi H., Shafri M., 2013. NDVI Differencing and Post-Classification to Detect Vegetation Changes in Halabja City, Iraq. Volume 1, Issue 2 (Jul. –Aug. 2013), pp 01-10
- Karadağ A., 2000. Kentleşme Süreci, Çevresel Etkileri ve Sorunları ile İzmir. Egekoop, İzmir.
- Kaya Ö., Toroğlu E., 2015. Kayseri'nin Şehirsiz Gelişiminin İzlenmesi ve Değişim Analizi. Türk Coğrafya Dergisi, (65), ss 87-96
- Kressler F., Steinnocher K., 1996. Change Detection İn Urban Areas Using Satellite Images And Spectral Mixture Analysis. International Archives Of Photogrammetry And Remote Sensing. Vol. XXXI, Part B7. Vienna
- Lillesand R.W., Kiefer J.W., Chipman J.W., 2004. Remote Sensing and Image Interpretation. Fifth Edition, International Edition, John Wiley & Sons, New York
- Lu D., Mausel P., Brondizio E., Moran E., 2003. Change Detection Techniques. International Journal of Remote Sensing, 25, pp 2365–2407.
- Lu D., Weng Q., 2007. A Survey Of Image Classification Methods And Techniques For Improving Classification Performance. International Journal of Remote Sensing 28 (5), pp 823–870
- Maguire D. J., 1992. An Overview and Definition of GIS, in maguire D. J., Goodchild M, Rhind, GIS Principles and Applications, Vol 1 Longman, London
- Oke T.R., 1982. Theenergeticbasis Of The Urban Heatisland. Quarterly Journal of The Royal Meteorological Society, 108 (455), pp 1–24.
- Owor M., Muwanga A., Pohl W., 2007. Wetland Change Detection and Inundation North of Lake George, Western Uganda Using Landsat Data. Science and Engineering Series, 8 (1), pp 94-106

- Ozulu İ. M., 2005. Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemlerinin Arkeolojiye Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi, Türkiye
- Özdemir M., Akbulak C., Yıldırım H. H., 2010. Görüntü Farkı Alma Metodu Ve Beklenti Maksimizasyonu Algoritması İle Gelibolu Yarımadası Tarihi Milli Parkı Orman Alanlarındaki Mekansal Değişimin Analizi. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 20, Sayı: 1, ss 115-138
- Özyavuz M., 2011. Tekirdağ Kent Merkezinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama İle İncelenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi (8) 1 ss 65-73
- Rawat S., Biswas B., 2016. Monitoring Recent Variations Of Surface Displacement Of Forest Cover Using NDVI Calculation-Case Study Of Kheragarh Tehsil of Agra District. IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS) Volume 21, Issue 6, Ver. 2 pp 14-20
- Sayı Ö., 2013. Çanakkale İli Arazi Kullanım Ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama Yardımı İle Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye
- Shalaby A., Tateishi R., 2007. Remote Sensing And GIS For Mapping And Monitoring Land Cover And Land-Use Changes In The Northwestern Coastal Zone Of Egypt. Geography, Volume 27, Issue 1, January 2007, pp 28-41
- Shaoqing Z., Lu X., 2008. The Comparative Study Of Three Methods Of Remote Sensing Image Change Detection, The International Archives Of The Photogrammetry. Remote Sensing And Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing
- TÜİK, 2016. Çanakkale İl Göstergeleri ve İlçe İstatistikleri
- Yener H., Koç A., Çoban, H.O., 2006. Uzaktan Algılama Verilerinde Sınıflandırma Doğruluğunun Belirlenmesi Yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B Cilt 56 Sayı 2
- Yomralıoğlu T., 2009. Coğrafi Bilgi Sistemleri, Temel Kavramlar ve Uygulamalar. 5.baskı ss 48-394

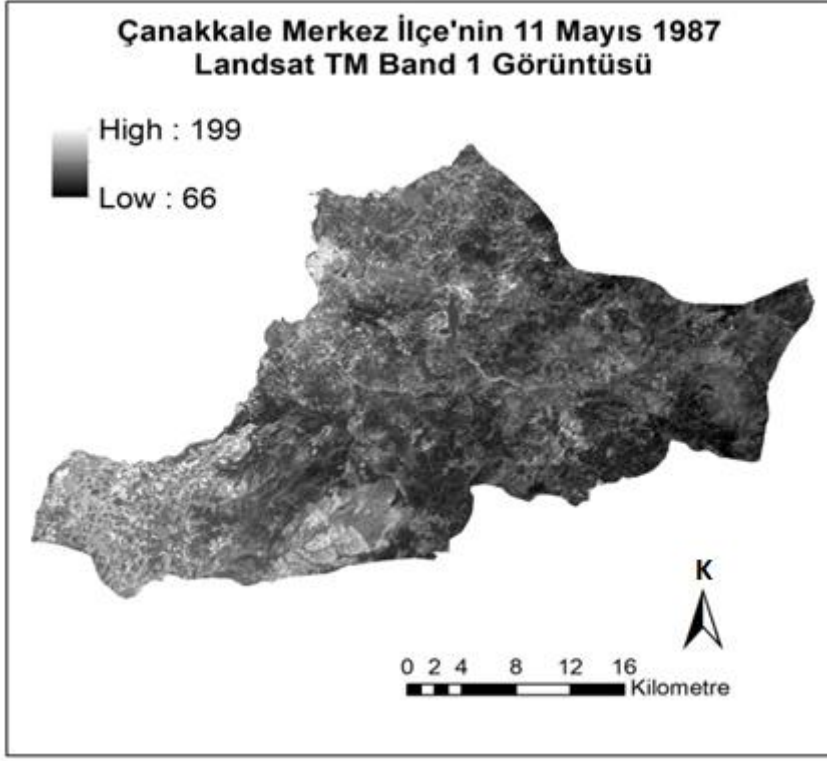
- [URL 1]. Change detection (n.d.). Retrieved 11 Ekim, 2016, from <http://slideplayer.com/slide/6217278/>
- [URL 2] . Uzaktan Algılamaya Giriş (b.t.). 12 Ocak, 2015, [http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/632/mod\\_resource/content/0/Ders\\_Notlari/Unite1\\_Uzaktan\\_Algilamaya\\_Giris.pdf](http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/632/mod_resource/content/0/Ders_Notlari/Unite1_Uzaktan_Algilamaya_Giris.pdf)
- [URL 3]. Satellite Remote Sensing (n.d.). Retrieved September 18, 2016, from <http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/ksdurst/website/lectures/RemoteSensing.pdf>
- [URL 4]. Atmospheric Transmittance Information (n.d.). Retrieved May 25, 2016, from <https://landsat.usgs.gov/atmospheric-transmittance-information>
- [URL 5]. Cell size of raster data (b.t.). Retrieved March 12, 2016, from <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/cell-size-of-raster-data.htm>
- [URL 6]. Uydu Görüntüleri ile Uzaktan Algılamada Temel Kavramlar (b.t.). 12 Nisan, 2017, [http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani\\_2b94d.pdf](http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanamenajmani_2b94d.pdf)
- [URL 7]. Artificial Satellites (n.d.). Retrieved March 14, 2017, from [http://www.schoolphysics.co.uk/age1114/Astronomy/text/Artificial\\_satellites/index.html](http://www.schoolphysics.co.uk/age1114/Astronomy/text/Artificial_satellites/index.html)
- [URL 8]. Satellite (n.d.). April 24, 2016, <http://flylib.com/books/en/2.567.1.24/1/>
- [URL 9]. Landsat Mission (n.d.). Retrieved May 12, 2016, from <https://landsat.usgs.gov/>
- [URL 10]. History Landsat. (n.d.). Retrieved May 12, 2017, from <https://landsat.gsfc.nasa.gov/about/history/>
- [URL 11]. The Worldwide Reference System. (n.d.). Retrieved May 1, 2017, from <https://landsat.gsfc.nasa.gov/the-worldwide-reference-system/>
- [URL 12]. Landsat Timeline. (n.d.). Retrieved May 14, 2017, from <https://landsat.gsfc.nasa.gov/a-landsat-timeline/>



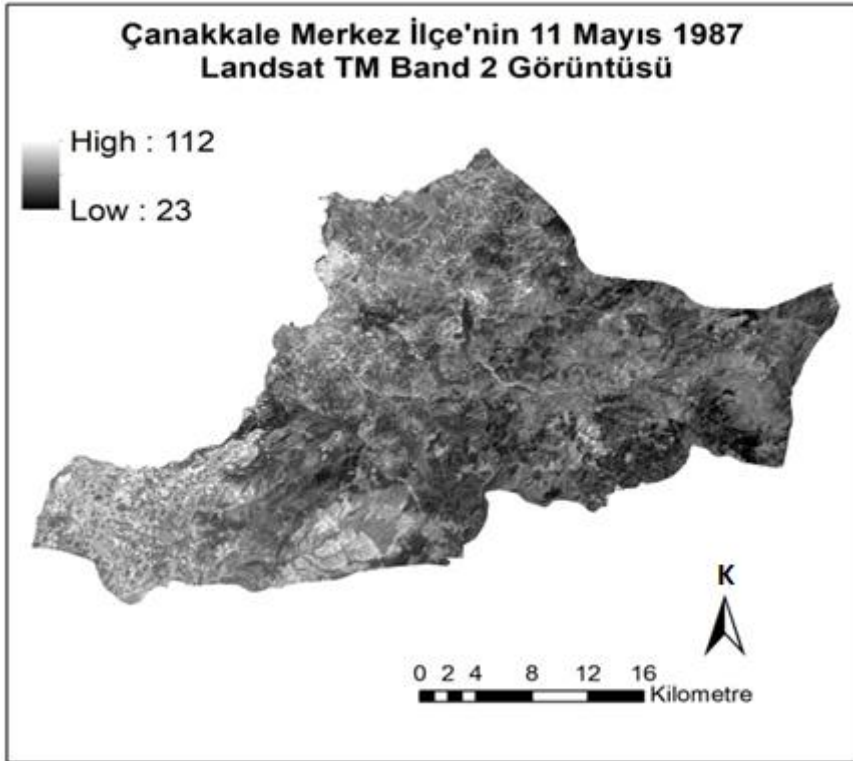
- [URL 13]. Uzaktan Algılama ve Teknolojileri Kullanım Alanları. (b.t.). 18 Nisan, 2017,  
[http://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/80/jeodezi/yayinlar/pdf/kavzoglu\\_Colkesen\\_Calistay.pdf](http://www.gtu.edu.tr/Files/UserFiles/80/jeodezi/yayinlar/pdf/kavzoglu_Colkesen_Calistay.pdf)
- [URL 14]. Coğrafi Bilgi Sistemi Bileşenleri. (b.t.). 12 Mart, 2016,  
[http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/KOTM\\_588e674d3f0faf9\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/KOTM_588e674d3f0faf9_ek.pdf)
- [URL 15]. Çanakkale (b.t.). 14 Haziran, 2015,  
<http://www.canakkale.gov.tr/tr/canakkale-rehberi/cografya/iklim>
- [URL 16]. Image Classification (n.d.). Retrieved March 14, 2017, from  
<http://www.sc.chula.ac.th/courseware/2309507/Lecture/remote18.htm>
- [URL 17]. Doğruluk Analizi (b.t.). 11 Nisan 2016,  
<http://portal.netcad.com.tr/pages/viewpage.action?pageId=100827672>
- [URL 18]. Gis Database Design (n.d.). Retrieved May 13, 2017, from  
<http://giscommons.org/chapter-2- input/>



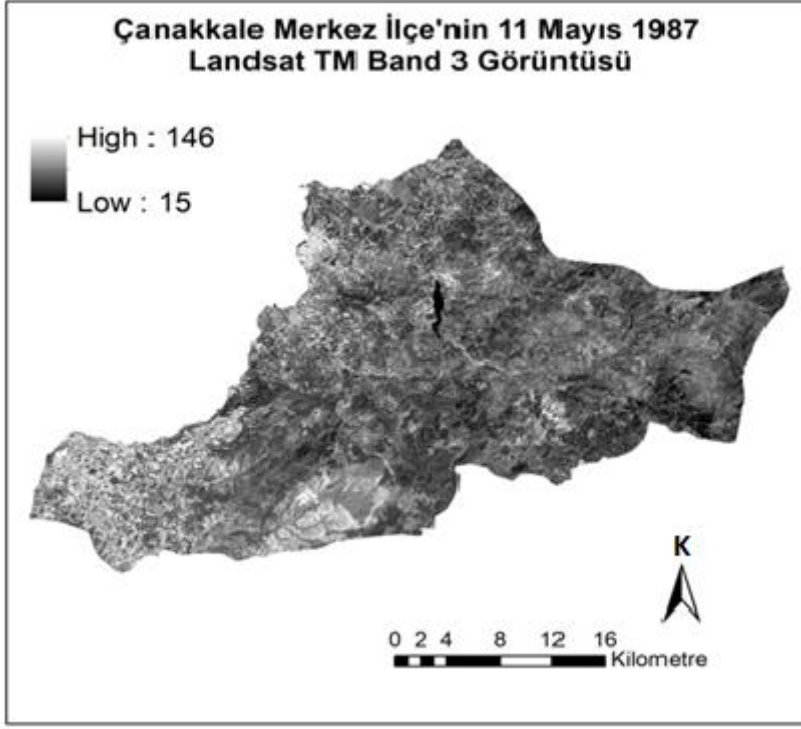
**EKLERİ**



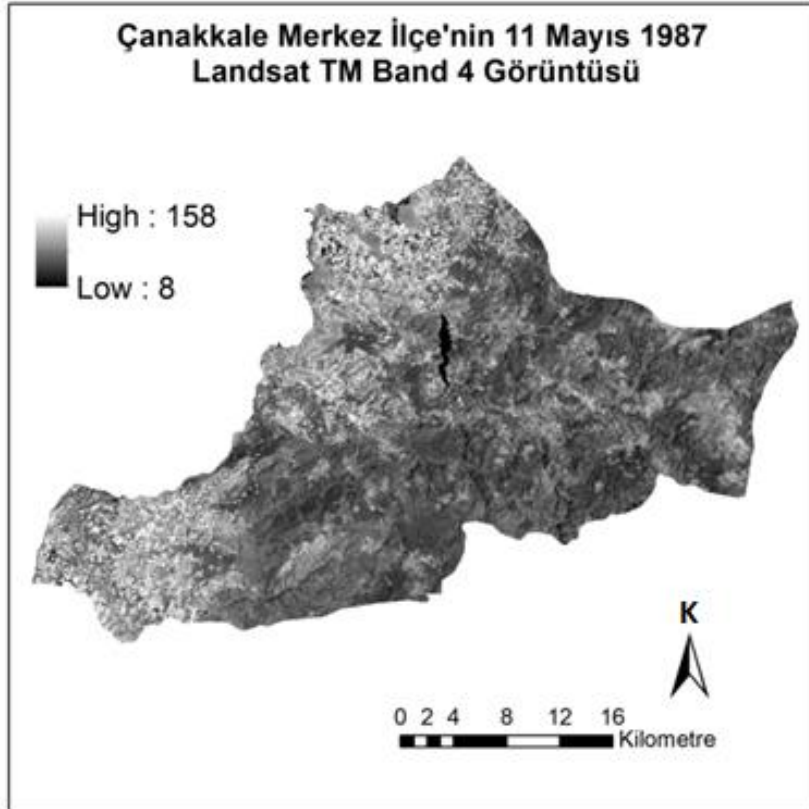
Ek Şekil 1. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 1 görüntüsü



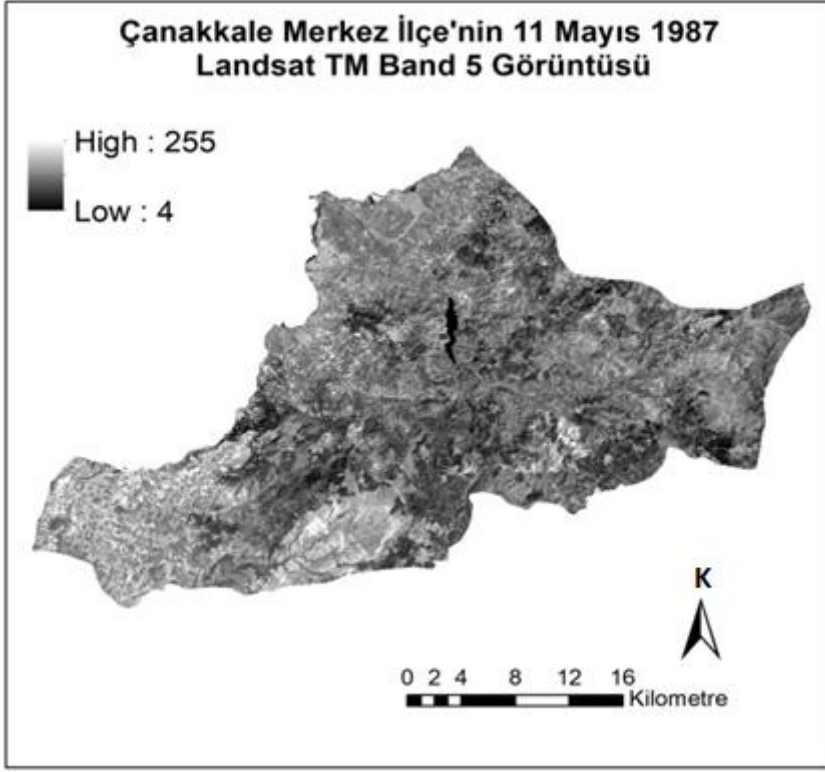
Ek Şekil 2. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 2 görüntüsü



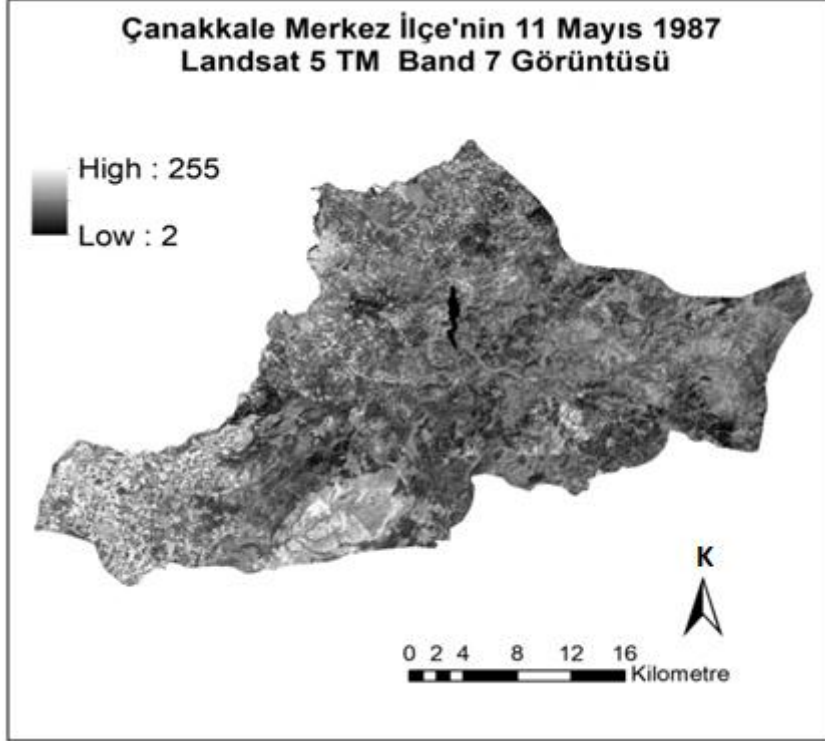
Ek Şekil 3. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 3 görüntüsü



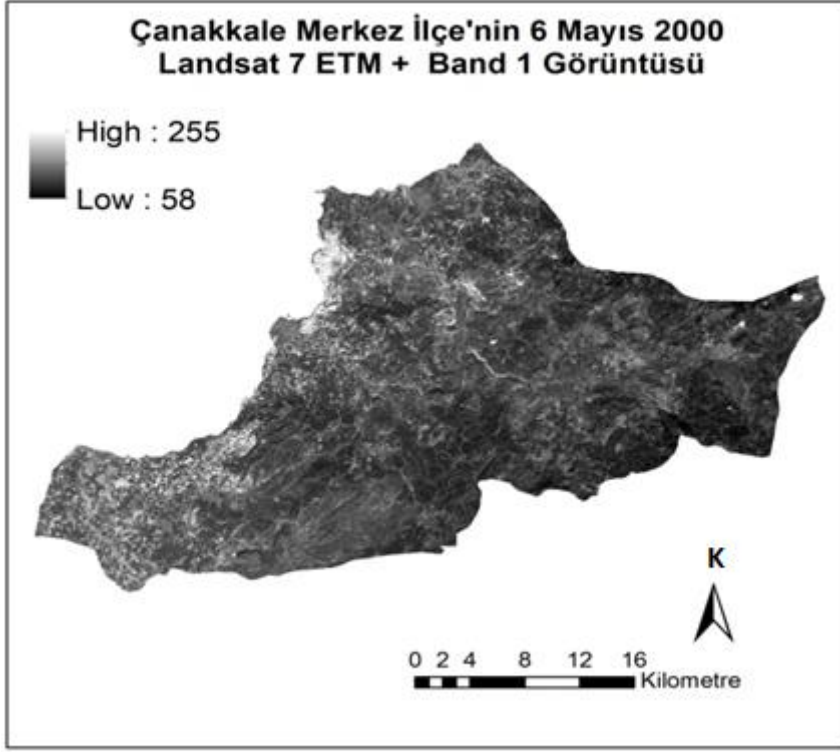
Ek Şekil 4. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 4 görüntüsü



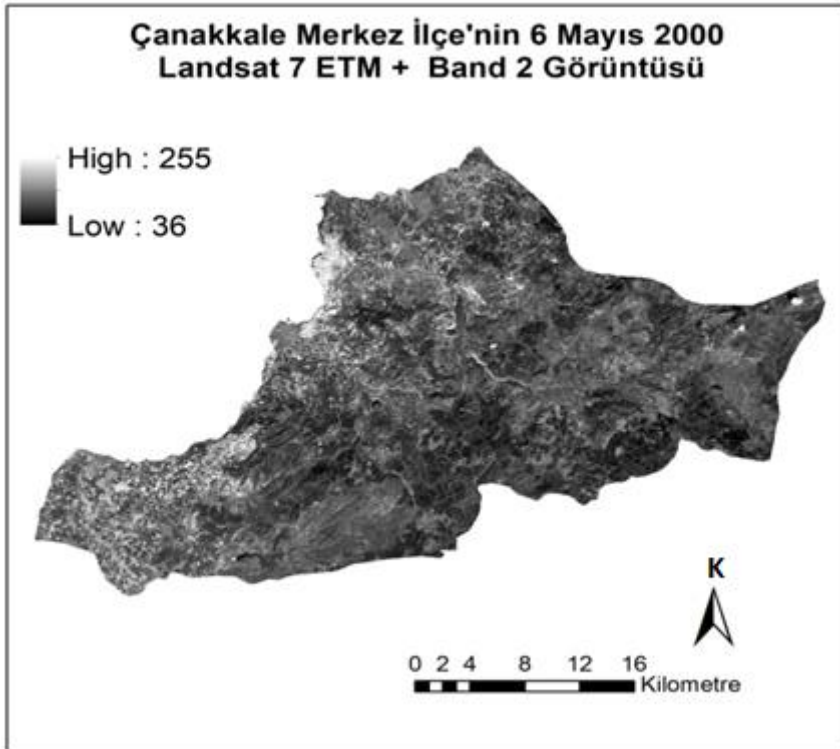
Ek Şekil 5. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 5 görüntüsü



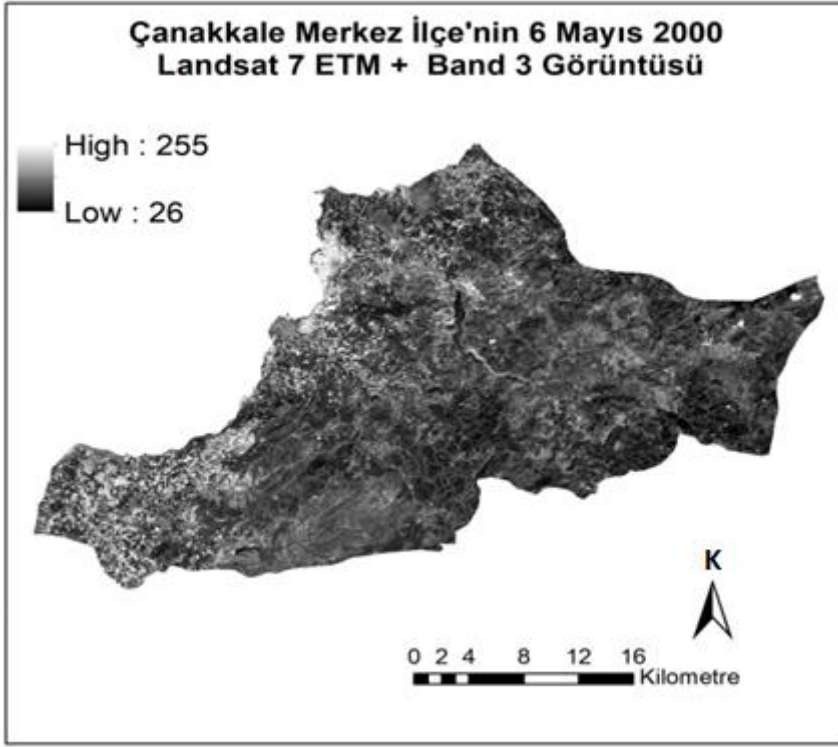
Ek Şekil 6. Çanakkale Merkez İlçe 11 Mayıs 1987 Landsat 5 TM band 7 görüntüsü



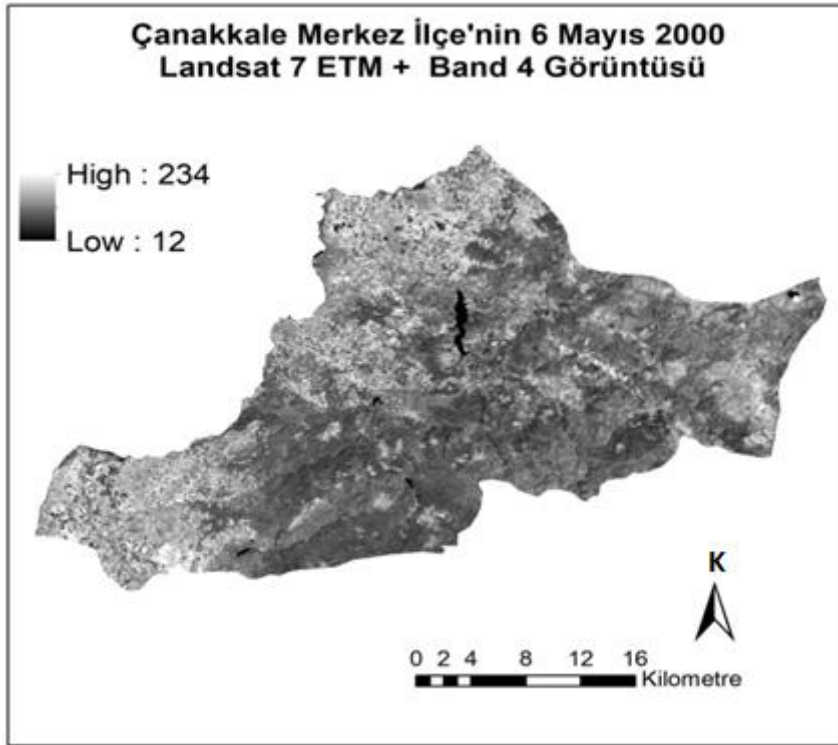
Ek Şekil 7. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 1 görüntüsü



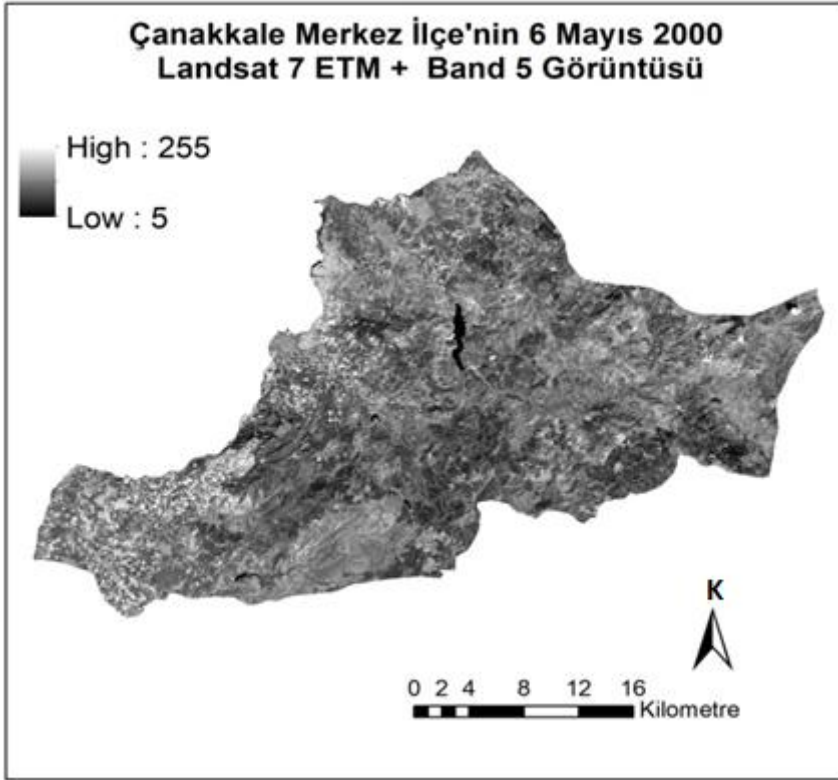
Ek Şekil 8. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 2 görüntüsü



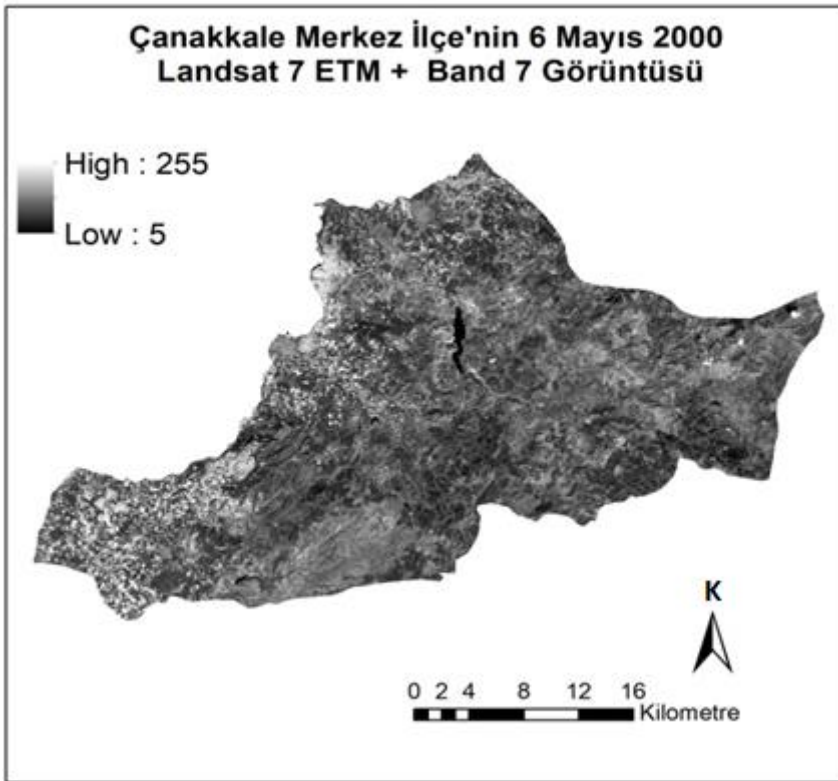
Ek Şekil 9. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 3 görüntüsü



Ek Şekil 10. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 4 görüntüsü

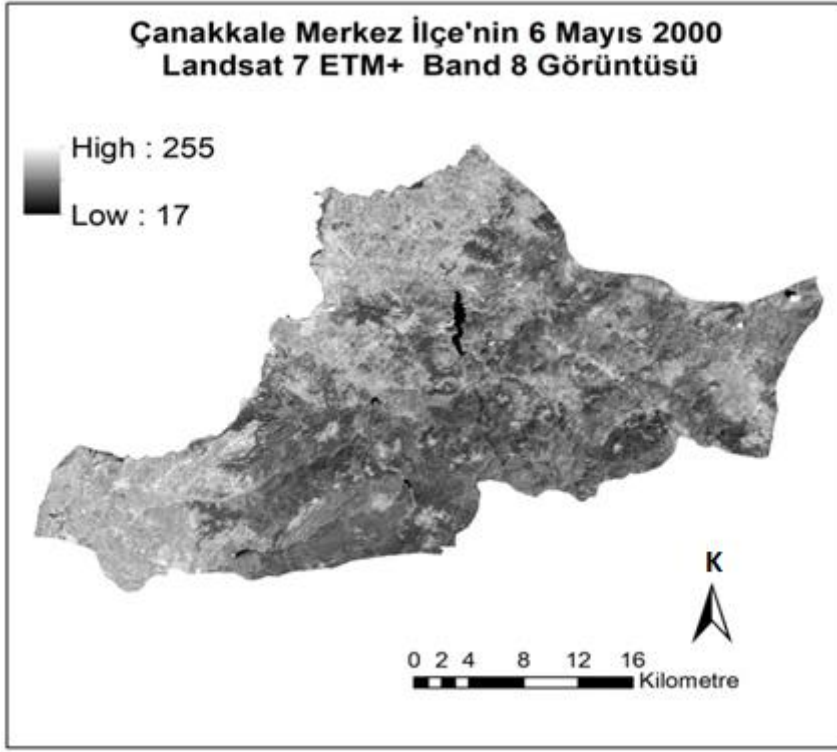


Ek Şekil 11. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 5 görüntüsü

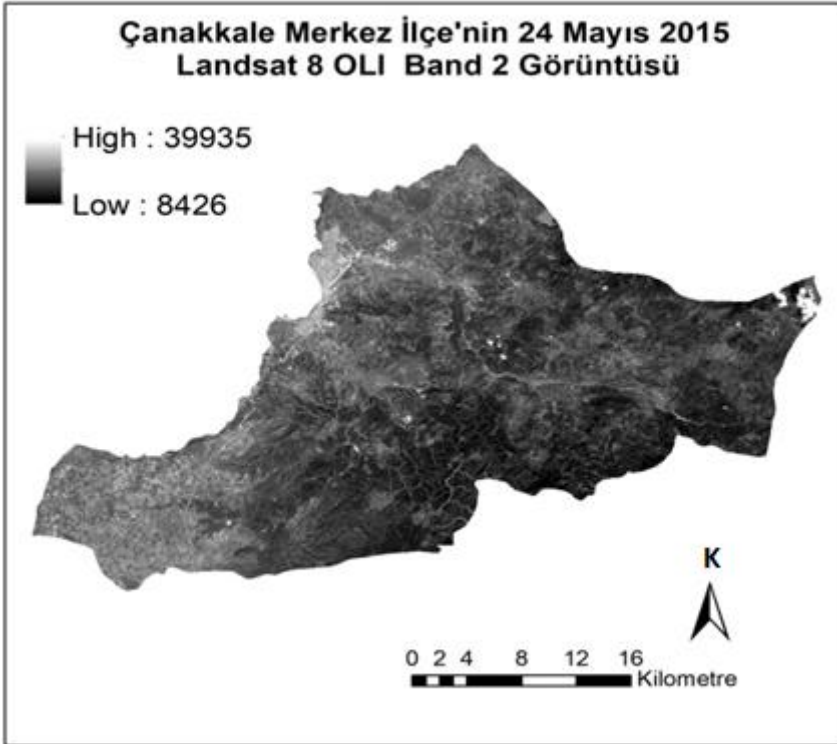


Ek Şekil 12. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 7 görüntüsü

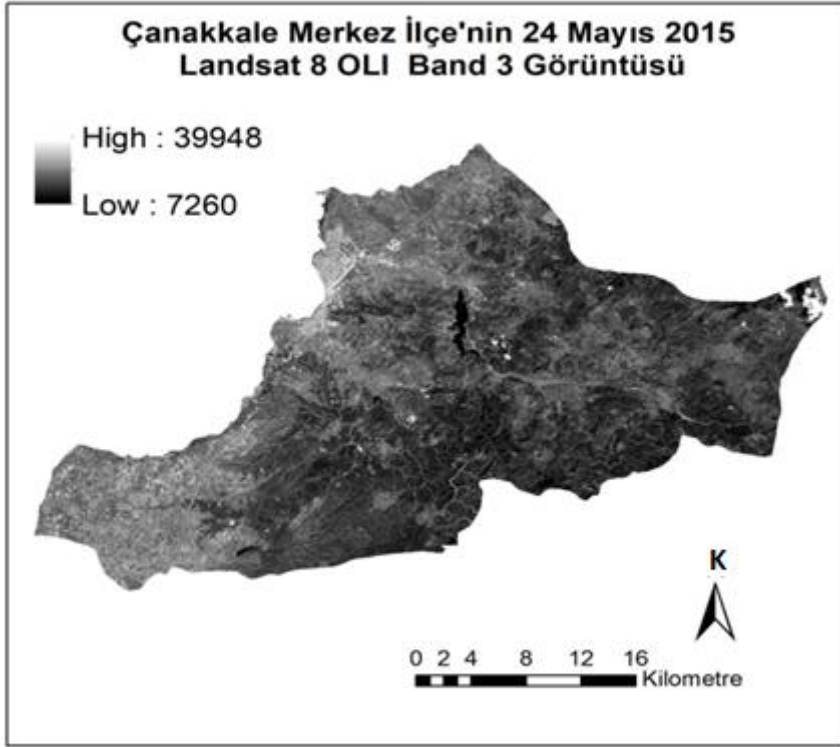




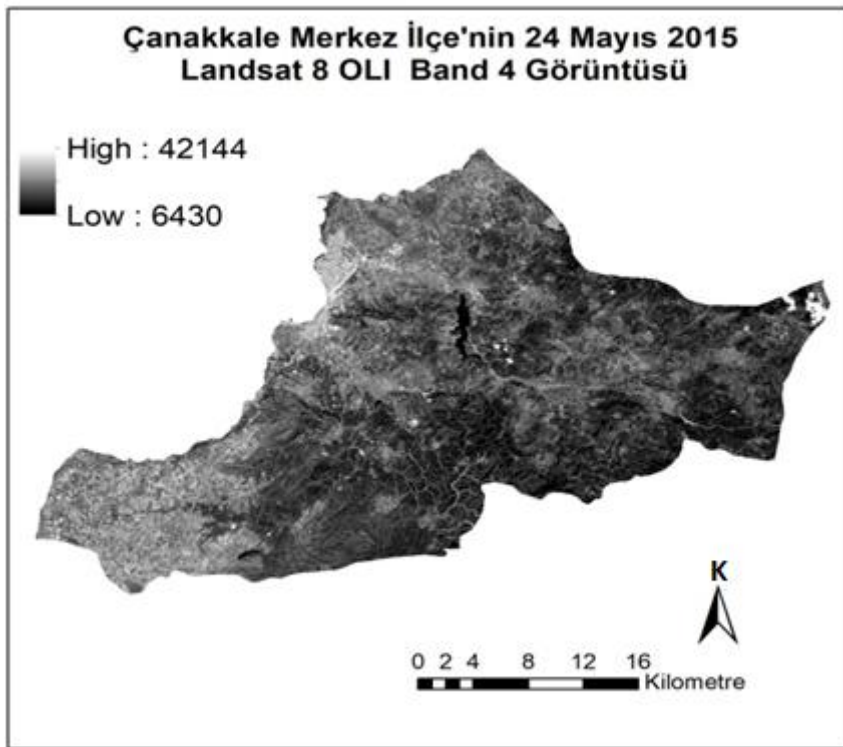
Ek Şekil 13. Çanakkale Merkez İlçe 6 Mayıs 2000 Landsat 7 ETM + band 8 görüntüsü



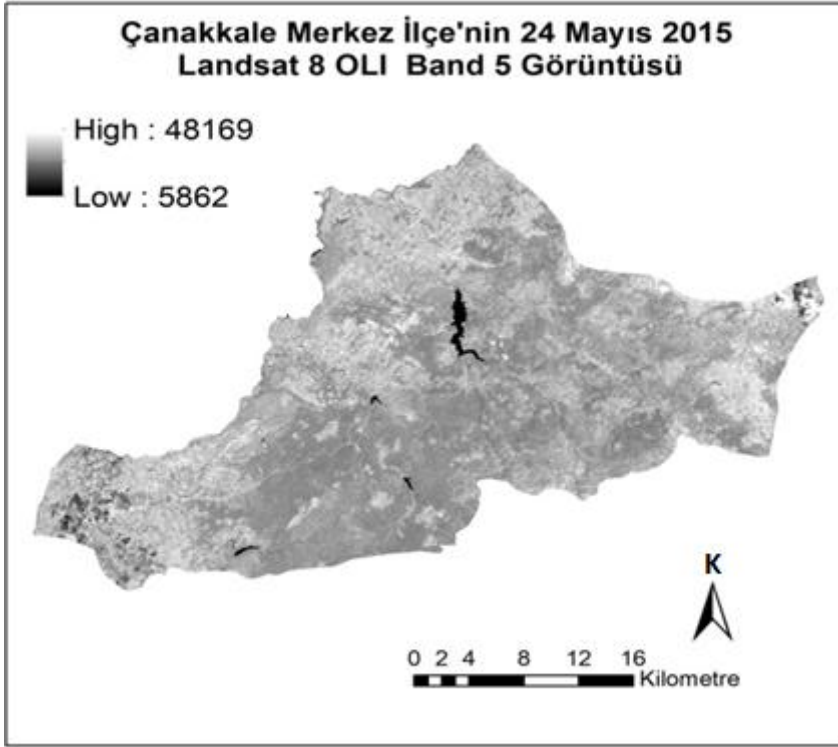
Ek Şekil 14. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 2 görüntüsü



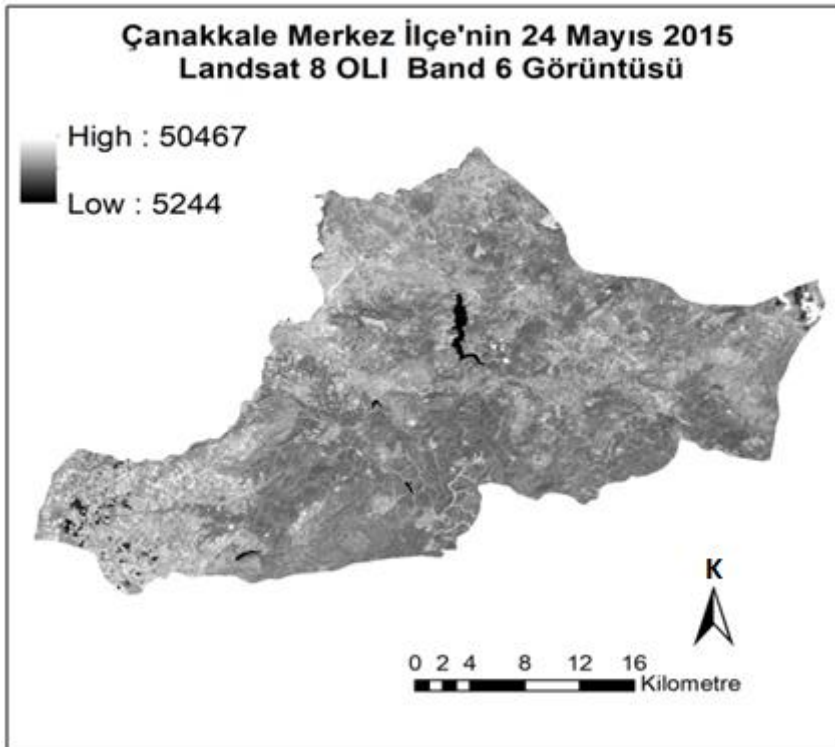
Ek Şekil 15. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 3 görüntüsü



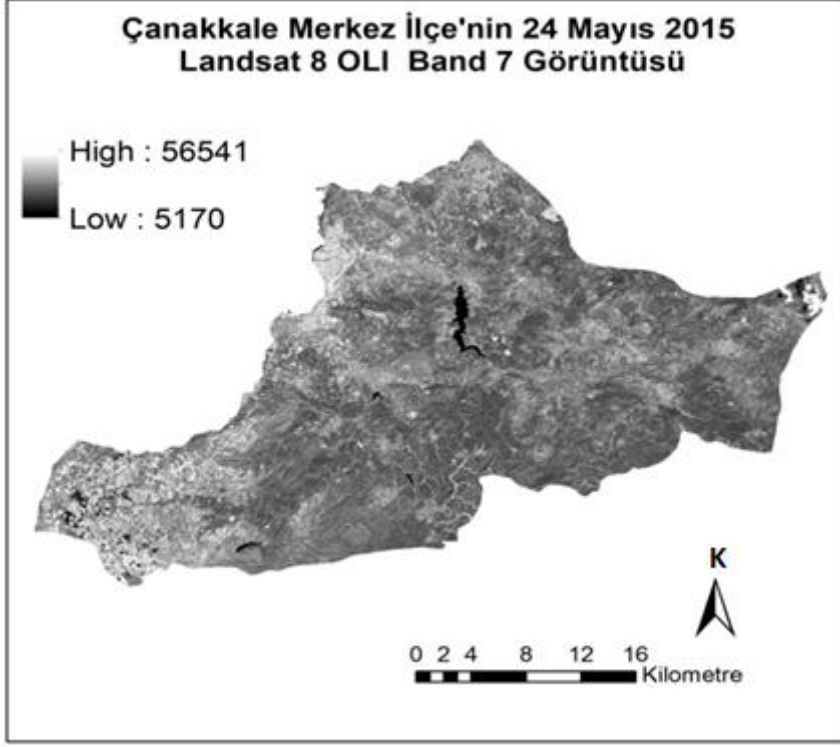
Ek Şekil 16. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 4 görüntüsü



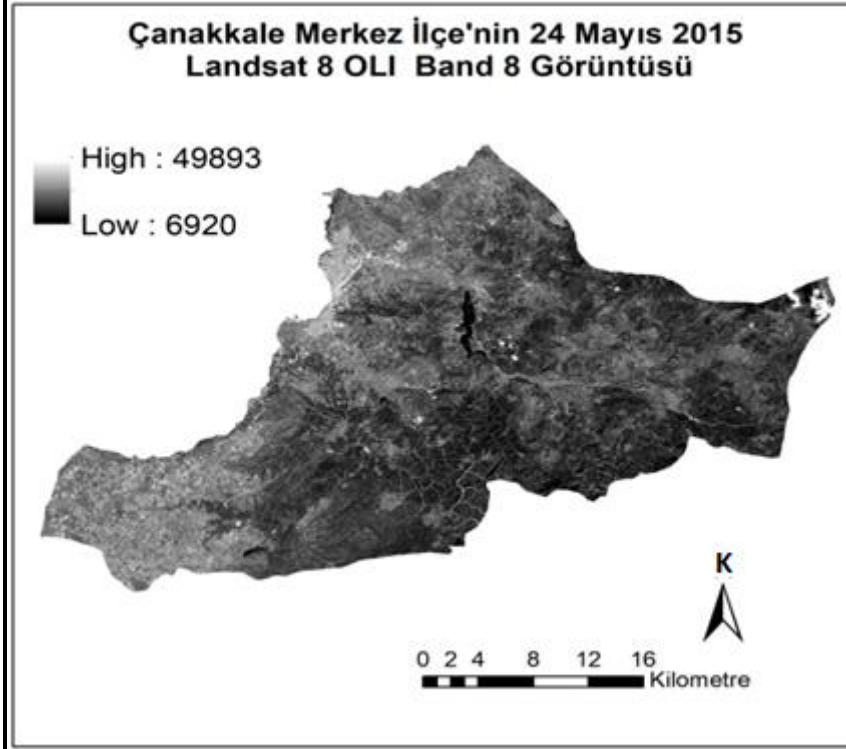
Ek Şekil 17. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 5 görüntüsü



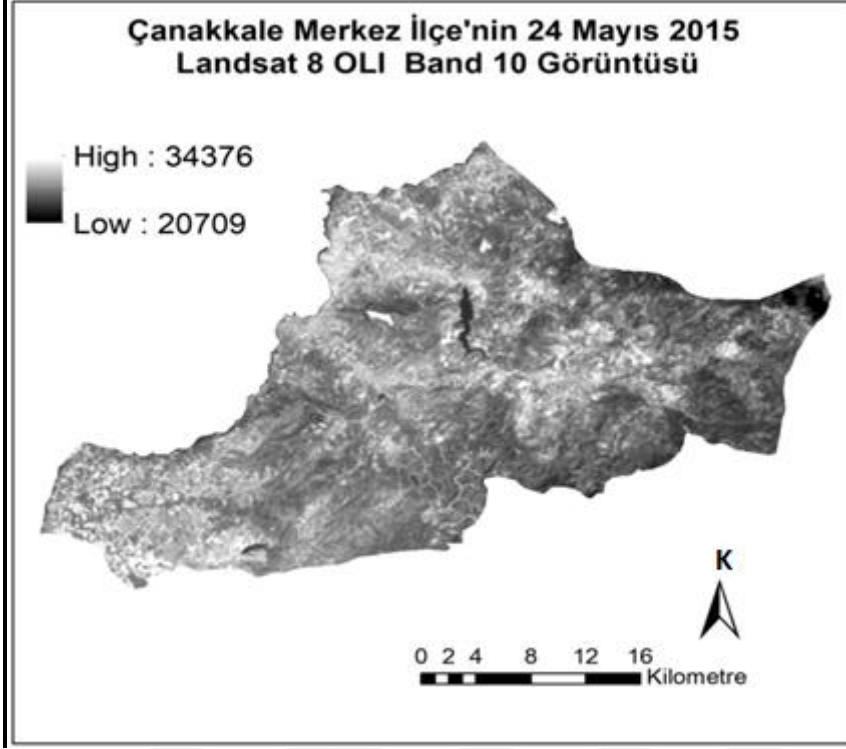
Ek Şekil 18. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 6 görüntüsü



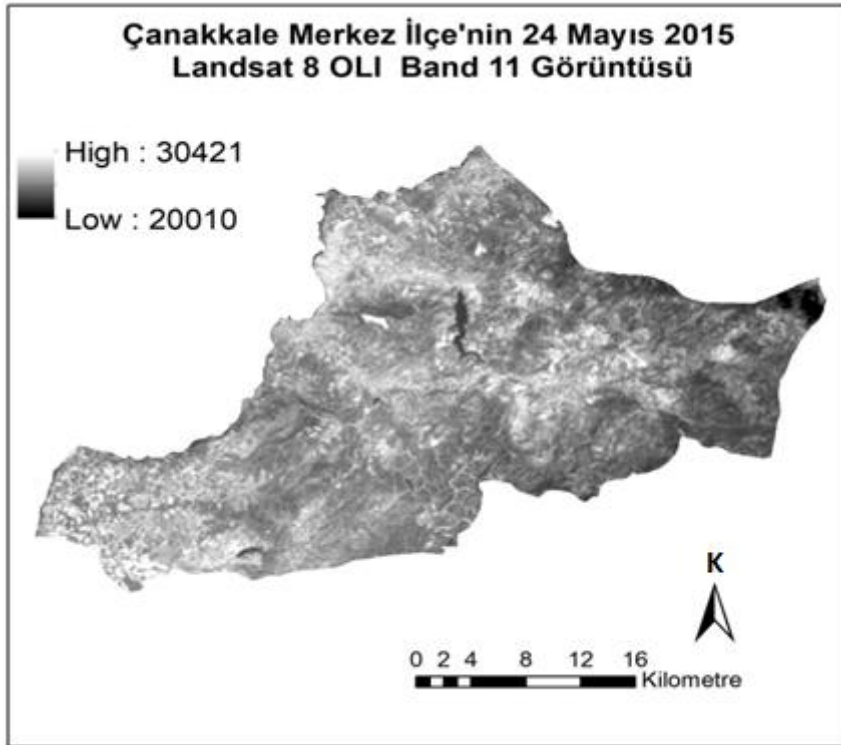
Ek Şekil 19. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 7 görüntüsü



Ek Şekil 20. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 8 görüntüsü



Ek Şekil 21. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 10 görüntüsü



Ek Şekil 22. Çanakkale Merkez İlçe 24 Mayıs 2015 Landsat 8 OLI band 11 görüntüsü

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Sinan ALLAK

Doğum Yeri: Patnos

Doğum Tarihi: 29/07/1986

### EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Teknolojileri

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

### BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

New Times Of Minima Of Some Eclipsing Binary Stars

(DOI: 10.22444/IBVS.6191)

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Trakya Üniversiteler Birliği Öğrenci Kongresi- 2016

c) Katıldığı Projeler

TÜBİTAK – Tek Yıldızla Dönüşüm Yolundaki Değen Çift Yıldızlar

TÜBİTAK 4005 - Bilim Toplum Projeleri

### İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl :

### İLETİŞİM

E-posta Adresi: sinan.allak@hotmail.com