

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KULA VE ÇEVRESİNDEKİ JEOSİT ALANINDA YÜZEYLEYEN KULA  
BAZALTLARININ ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN LANDSAT  
UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE TESPİTİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Enver Fatih KORKMAZ**

**EKİM 2014  
GÜMÜŞHANE**



**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KULA VE ÇEVRESİNDEKİ JEOSİT ALANINDA YÜZEYLEYEN KULA  
BAZALTLARININ ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN LANDSAT  
UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE TESPİTİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Enver Fatih KORKMAZ**

**Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
“Harita Mühendisliği Anabilim Dalı”  
Yüksek Lisans Programında Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 02.09.2014**

**Tezin Sözlü Sınav Tarih : 20.10.2014**

**EKİM 2014**




KABUL ve ONAY

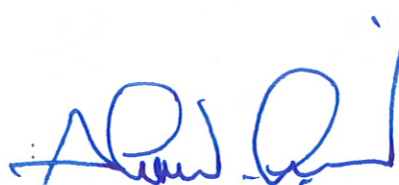


Yrd. Doç. Dr. Alaaddin VURAL danışmanlığında **Enver Fatih KORKMAZ** tarafından hazırlanan “ **KULA VE ÇEVRESİNDEKİ JEOSİT ALANINDA YÜZEYLEYEN KULA BAZALTLARININ ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN LANDSAT UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE TESPİTİ**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Gümüşhane Üniversitesi **Harita Mühendisliği** Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak Oy Birliği ile kabul edilmiştir.

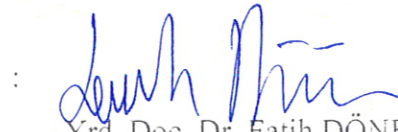
Başkan

:   
Doç. Dr. Günay ÇAKIR

Üye (Danışman)

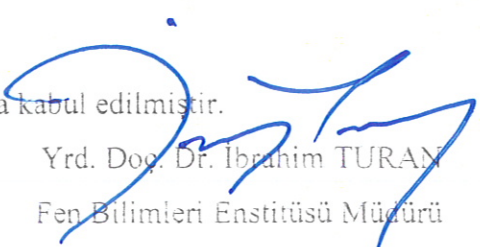
:   
Yrd. Doç. Dr. Alaaddin VURAL

Üye

:   
Yrd. Doç. Dr. Fatih DÖNER

ONAY

Bu tez 19.11.2014 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca kabul edilmiştir.

:   
Yrd. Doç. Dr. İbrahim TURAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**ÖZET**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KULA VE ÇEVRESİNDEKİ JEOSİT ALANINDA YÜZEYLEYEN KULA  
BAZALTLARIN ZAMANSAL VE ALANSAL DEĞİŞİMLERİNİN LANDSAT  
UYDU GÖRÜNTÜLERİ İLE TESPİTİ**

Enver Fatih KORKMAZ

Gümüşhane Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Alaaddin VURAL

2015, 73 sayfa

Dünyamız sürekli bir değişim/gelişim içindedir. Bu değişimin ana sebebi yer kürenin dinamik yapısı ve canlı faaliyetleridir. İnsanoğlu, yaşadığı dünyadan azami şekilde faydalanabilmesi ve güven içinde bu küre üzerinde yaşayabilmesi için bu değişimleri takip etmek hatta zaman zaman da yönlendirmek zorundadır. Bu çalışmanın amacı, Kula ve yakın çevresinde bulunan jeosit alanında yüzeyleyen Kula bazaltlarının zamansal ve alansal değişimlerinin belirlenmesidir. Bu amaçla çalışma alanının; 1987, 2006 yıllarına ait LANDSAT uydu görüntüleri temin edilmiştir. Sahada yüzeyleyen bazaltların yayılımlarının belirlenmesi amacıyla bu görüntülerde PCA ve band oranlaması gibi değişik görüntü işleme teknikleri kullanılmıştır. Bu görüntüler üzerinde ise bazaltların yıllar içindeki alansal değişimlerinin belirlenmesi amacıyla kontrollü ve kontrolsüz

sınıflandırmalar yapılmıştır. Kontrollü sınıflandırma sonuçlarından elde edilen verilere göre, jeosit alanında yayılım gösteren bazaltların, yerleşim ve tarım arazisi alanlarına dönüştürülmesi nedeniyle 1987 yılı 2006 yılı arasında 705,23 ha azaldığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Değişim Tespiti, Jeosit, Kula Bazalt Lavları, Uzaktan Algılama,.

**ABSTRACT**  
**MY THESIS**

**THE DETECTION OF TEMPORAL AND SPATIAL CHANGING OF BASALT  
LAVAS WHICH OUTCROPS IN GEOSITE AREA OF KULA AND ITS NEAR  
VICINITY BY LANDSAT SATELLITE IMAGES**

Enver Fatih KORKMAZ

Gümüşhane University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Geomatics Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Alaaddin VURAL

2015, 73 pages

The Earth is constantly in a continuous change and development. The main reason for this change is the dynamic nature of the earth and live activities. The humankind, from the world they live in maximum benefit and trust in this sphere in order to live on the follow-up to these changes, sometimes even has to steer. The purpose of this study is to determine the temporal and spatial changing of Kula Basalts which outcrops geosite area in Kula and its near vicinity by using different dated satellite images of the area and remote sensing change detection techniques. For this purpose, 1987, 2006 dated Landsat images of the study area were obtained. Image processing techniques such as PCA, band ratio were used to determine the spread of basalt lavas which outcrop in geosite. Followed by, supervised and unsupervised classifications were used to detection changing of the spread

of basalts lavas from 1987 to 2006. As a result, based on supervised classification, the spread of basalt lavas are decreased 705,23 ha from 1987 to 2006 because of these areas were converted to settlement and agricultural land.

**Key Words:** Change Detection, Geosite, Kula Basalt Lavas, Remote Sensing.

## TEŞEKKÜR

Kula ve çevresinde yüzeyleyen bazalt lavlarının zamansal ve alansal değişimlerinin belirlenmesini konu alan bu çalışma, Gümüşhne Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Harita Mühendisliği Bölümü Uzaktan Algılma Ana Bilim Dalında, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Son yıllarda gelişen jeoturizm faaliyetlerinde önemli yer tutan Kula Bazaltlarının tespiti ve yıllık değişim miktarının belirlenmesi konusunda önemli katkı sağlayacağına inandığım bu çalışmanın başlandıcından bitimine kadar katkılarını esirgemeyerek bana yardımcı olan hocalarıma, arkadaşlarıma, aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmanın planlanmasından yazımına kadar geçen her aşamada desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Alaaddin VURAL'a, Doç. Dr. Günay ÇAKIR'a, Doç. Dr. Özşen ÇORUMLUOĞLU'na, Prof. Dr. Temel BAYRAK'a, Yrd. Doç. Dr. Nusret DEMİR'e ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Enver Fatih KORKMAZ

Gümüşhane, 2015

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET .....	III
ABSTRACT .....	V
TEŞEKKÜR .....	VI
İÇİNDEKİLER .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	X
TABLolar DİZİNİ .....	XII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	XIII
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Problemin Tanımı .....	3
1.3. Araştırmanın Amacı .....	5
1.4. Araştırmanın Önemi .....	6
1.5. Litaratür Araştırması .....	6
1.6. Kuramsal Temeller .....	7
1.6.1. Uydu Görüntüleri .....	8
1.6.1.1. Landsat Uydu Görüntüleri .....	12
1.6.1.2. Uydu Görüntülerini İyileştirme .....	14
1.6.2. Uzaktan Algılamada Değişim Analizi .....	15
1.6.3. Uzaktan Algılamada Kullanılan Değişim Analizi Teknikleri .....	16
1.6.3.1. Görsel Yorumlama .....	17
1.6.3.2. Görüntü yorumlama teknikleri (Aritmetik işlemler) .....	17
1.6.3.3. Sınıflandırma .....	20
1.6.3.4. Temel Bileşenler Analizi .....	24
1.6.3.5. Değişim vektör analizi .....	26
1.6.3.6. Sınıflandırmanın Doğruluğu .....	26
2. MATERYAL ve METOD .....	29
2.1. Çalışma Alanı .....	29
2.1.1. Kula ve Çevresinin Jeolojisi .....	31
2.2. Metod .....	34
2.2.1. Görüntülerin Elde Edilmesi .....	35
2.2.2. Geometrik Düzeltme .....	36

2.2.3.	Görüntülerin Dönüştürülmesi .....	36
2.4.	Klasik Yöntem ile Sınıflandırma.....	39
2.4.1.	Uygun Band Kombinasyonların Belirlenmesi.....	41
2.4.2.	Radyometrik Düzeltme.....	42
2.4.3.	Sınıflandırma .....	43
2.4.3.1.	Kontrolsüz Sınıflandırma .....	45
2.4.3.2.	Kontrollü Sınıflandırma.....	48
2.4.4.	Zenginleştirme İşlemleri ile Sınıflandırma.....	53
2.4.4.1.	Crosta Yöntemi.....	54
2.4.4.2.	Görüntülerin Sınıflandırılması.....	56
2.4.5.	Değişim Analizleri.....	60
3.	BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	63
4.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	65
5.	KAYNAKLAR.....	66
	ÖZGEÇMİŞ	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Uzaktan algılamada veri elde etme ve veri işleme süreci .....	8
Şekil 1.2. Dalganın genel özelliklerinin(radyometrik) gösterilmesi.....	9
Şekil 1.3. Konumsal çözünürlük .....	10
Şekil 1.4. Radyometrik Çözünürlük .....	11
Şekil 1.5. Eşik değerinin gösterimi.....	18
Şekil 1.6. Kontrollü sınıflandırma şeması .....	22
Şekil 1.7. Kontrolsüz sınıflandırma şeması .....	23
Şekil 1.8. Temel bileşenler pilot grafiği. (a) Birinci temel bileşen ve (b) İkinci temel bileşen.....	25
Şekil 1.9 Değişim analizi. (a) Spektral değişim vektörü, (b) Değişim olmayan veya az olan, (c) Değişim .....	26
Şekil 2.1 Kula ve çevresi (Manisa, Türkiye) yer bulduru haritası.....	30
Şekil 2.2 Kula bölgesi ve çevresi jeolojisi.....	33
Şekil 2.3. Yapılan çalışmanın akış şeması.....	35
Şekil 2.4. Yığın haline getirilmiş 4/3/2 band kombinasyonlu Landsat uydu görüntüsü .....	36
Şekil 2.5. DN5 özellikli RGB/432 band kombinasyonlu uydu görüntüsü (1987 yılı, p180r033 no'lu Landsat uydu görüntüsü) .....	38
Şekil 2.6. DN7 Özelliğine dönüştürülmüş RGB/432 özellikli uydu görüntüsü (1987 yılı, p180r033 no'lu Landsat uydu görüntüsü).....	39
Şekil 2.7. 1987 yılına ait (a) Radyometrik düzeltme yapılmamış görüntü (b) yapılmış görüntü .....	42
Şekil 2.8 197 yılına ait (a) Düzeltme yapılmamış saçılım (b) yapılmış saçılım grafiği (1987) .....	43
Şekil 2.9. 1987 yılı RGB/432 görüntüsü Kontrolsüz Sınıflandırma .....	45
Şekil 2.10. 2006 yılı RGB/432 görüntüsü Kontrolsüz Sınıflandırma .....	47
Şekil 2.11. 1987 yılı RGB/432 görüntüsü Kontrollü Sınıflandırma.....	49
Şekil 2.12. 2006 yılı RGB/432 görüntüsünün Kontrollü Sınıflandırılması.....	51
Şekil 2.13. 1987 yılı Crosta RGB/1345 uygulanmış görüntü.....	54
Şekil 2.14. 2006 yılı Crosta RGB/1345 uygulanmış görüntü.....	54
Şekil 2.15. 1987 yılı Crosta RGB/1345 görüntüsüne PCA işlemi uygulanması .....	55
Şekil 2.16. Spektral zenginleştirilmesi yapılmış a) 1987 yılına ait b)2006 yılına ait oluşturulmuş TM4/TM5; TM5/TM1; TM4/TM3; TM3/TM1 görüntüsü .....	56
Şekil 2.17. 1987 yılı Crosta RGB/1345 görüntüsü kontrollü sınıflandırma.....	57

Şekil 2.18. 2006 yılı Crosta RGB/1345 görüntüsü kontrollü sınıflandırması .....	59
Şekil 2.19. 1987-2006 yılları arası çalışma alanı değişimleri.....	62

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Landsat Uydu Görüntülerinin Özellikleri .....	13
Tablo 1.2. Landsat uydu görüntülerinin sayısal verileri .....	14
Tablo 1.3. Kappa değerlerine göre sınıflandırma sonuçları .....	28
Tablo 2.1. Çalışma alanının koordinatları .....	32
Tablo 2.2. Dönüşüm parametreleri .....	39
Tablo 2.3. 2006 yılına ait görüntülerin band kombinasyonlarına göre OIF değerleri.....	43
Tablo 2.4. Sınıflandırma işleminde kullanılan sınıf özellikleri .....	44
Tablo 2.5. 1987 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma verileri .....	50
Tablo 2.6. 1987 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma Kovaryans Matris verileri.....	50
Tablo 2.7. 2006 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma verileri .....	52
Tablo 2.8. 2006 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma Kovaryans Matris verileri.....	52
Tablo 2.9. 1987 yılı RGB/432 Kontrollü sınıflandırma verileri .....	53
Tablo 2.10. 1987 yılı RGB/432 Kovaryans Matris verileri .....	53
Tablo 2.11. 1987 yılı Kontrollü sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi .....	55
Tablo 2.12. 2006 yılı RGB/432 kontrollü sınıflandırma verileri .....	55
Tablo 2.13. 2006 yılı RGB/432 Kovaryans Matris verileri .....	56
Tablo 2.14. 2006 yılı kontrollü sınıflandırılmış alanların doğruluk analizleri .....	56
Tablo 2.15. Crosta 1345 PCA işlemi sonucu elde edilen eigen vektör verileri.....	57
Tablo 2.16. 1987 yılı Crosta-1345 kontrollü sınıflandırma verileri .....	60
Tablo 2.17. 1987 Crosta1345 kontrollü sınıflandırma doğruluk analizi .....	60
Tablo 2.18. 2006 yılı Crosta 1345 kontrollü sınıflandırma verileri.....	62
Tablo 2.19. 2006 yılı Crosta1345 Kontrollü Sınıflandırma doğruluk analizi .....	62
Tablo 3.1. Çalışma yıllarına göre uydu görüntülerindeki toplam alan .....	66
Tablo 3.2. Kula bölgesi mevcut harita yıllarına göre nüfus hareketliliği .....	67
Tablo 3.3. Yıllara göre yapılan sınıflandırma çalışmaları sonucu bazalt sahalarının kapladığı alan .....	57

## SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

CBS	:Coğrafi Bilgi Sistemleri
DN	:Digital Number
ERTS	:Earth Resources Technology Satellite
ETM+	:Enhancement Thematic Mapper Plus
JARUM	: Jeopark Araştırma ve Uygulama Merkezi
K	:Kappa Katsayısı
MSS	:Multi Spectral Scanning
NIR	:Near Infrared band
NDVI	:Normalized Difference Vegetation Index
nm	:Nanometre
OIF	:Optimum Index Factor
PC	:Principle Component
PCA	:Principle Component Analisy
RGB	:Red, Green, Blue
SWIR	:Short Wave Infrared Color Composit
TIRS	:Thermal Infared Sensor
TM	:Thematic Mapper
TMn	:Thematic Mapper Band n
TNDVI	:Turned Normalized Diffrence Vegation Index
UA	:Uzaktan Algılama
UNESCO	:United Nations Educational Scientific nd Cultural Organization
UTM	:Universal Mercator System
µm	:Mikro metre

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Medeniyet ve canlılar yeryüzündeki kaynaklarla varlığını sürdüren geliştiren organizmalardır. İnsanlık için toprak yaratılıştan varoluşa kadar bütün süreçleri kapsayan besleyen ana argümandır. Tarım, ormancılık, çayır ve mera gibi bitkisel üretimler için vazgeçilmez birer üretim unsuru olan topraklar, gerek turizm ve sanayi, gerekse kentleşme için de önemli bir doğal kaynak durumundadır. Doğada bulunan faydalı toprak miktarını artırmak ise mümkün değildir. Bu nedenle az ve kıymetli doğal varlıklarımız olan toprakların kullanım oranının en yüksek şekilde iç karlılıkla yönetilmesi yani, en ekonomik ve faydalı doğal kullanım biçimleri altında, mevcut durumlarını erozyona uğratmadan, onların doğal özelliklerine zarar vermeden en yüksek faydayı temin edecek şekilde kullanılması ve bu kullanım aşamasında hususların en iyi bir şekilde planlanması gerekmektedir (Denizdurduran, 2012). Eğer bunu gerçekleştirirsek tarım ve madencilik alanları başta olmak üzere yaşamsal faaliyetlerin temelini oluşturan topraklarımız en faydalı şekilde değerlendirilebilir.

Dünyamız varolan insan faaliyetleri dışındaki sebeplerden de değişmektedir. Buna karşın insan faaliyetlerden kaynaklanan değişimler özellikle 20. yy. başlarından bu yana en önemli etken olmuştur. Sanayi devriminden itibaren insanoğlu doğaya hükmetme yarışında büyük bir aşama katetmiştir. Bu değişimlerin paralelinde en konforlu şekilde faaliyetlerini devam ettirebilmek için sürekli kendini geliştirmek zorundadır. Başta fiziksel değişimler olmak üzere sosyal ve ekonomik değişimlerin de takip edilmesinde konum bazlı bilgi teknolojilerin kullanılması olmazsa olmazlardan biri haline gelmiştir. Değişimin kontrol altında tutulması, gözlenebilmesi için verilere ihtiyaç duymaktayız. Bundan önceki yüz yıl hammaddeye ulaşım yollarını araştırırken, içinde bulunduğumuz yüz yıl eldeki mevcut verilerin işlenebilip değerlendirilmesi için gerekli olan yolları araştırmaktadır. İki çağın da ortak yanı bilgidir, bilgiye olan bakış açısıdır. Geçmişte asıl amaç sadece bilgiye ulaşılması olarak görülmekteyken evrimleşen bilgi ve gelişen teknolojilerle günümüzde ülkelerin ellerinde tuttıkları güç haline gelmiştir. Günümüzün temel argümanı olan bilginin; üretimi, kullanıcılara sunulması gelişmişliğin kıstası olarak karşımıza çıkmaktadır. Çağdaş toplumların gelişimi ve kalkınmaları için gerekli temel bilgiler, ancak bilişim ile beraber

teknolojinin en üst seviyede kullanımıyla mümkündür (Kahya, 2005). Hızla gelişen, değişen dünyamızda çevremizde bundan nasibini almıştır. Yaşanılan bu hızlı değişimlerin nitelik ve niceliklerine ilişkin detaylı bilgiler elde etmek amacıyla Uzaktan Algılama (UA) Yöntemleri geliştirilerek; hızlı, doğru ve etkin çalışmalarla veri tabanları oluşturulması imkanları sunulmuştur (İderman, 2006). Bilimsel gelişmelerin paralelinde hızla gelişen teknolojik imkanlar bilimsel açıdan da değişimi kaçınılmaz şekilde ileri doğru ötelemiştir. Tüm bu süreçlerin doğrultusunda ortaya çıkan ve hızlı bir şekilde gelişen UA çalışmaları haritaların sayısal alanda gözlenebilecek tüm değişimlerin irdelenmesinde önemli bir basamak olmuştur. Özellikle nüfus artışının doğurduğu barınma ihtiyacı, sosyal statü açısından önemli hale gelmektedir. Artan bu nüfusun oluşturduğu çevresel sorunların başında ise çarpık kentleşme gelmektedir. Bu çarpık kentleşme bitki örtüsü başta olmak üzere doğal ve tarihi mirasların da yağmalanmasına, zarar görmesine, hatta yok olmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla bu sorunların çözümlenebilmesi için korunması gereken doğal ve kültür varlıklarının en güvenilir şekilde takip ve kontrol edilmesine, ihtiyaca göre gerekli tedbirlerin alınmasına, başka bir ifadeyle doğal ve kültür varlıklarının yönetimine ihtiyaç vardır. Dolayısıyla güncel ve nitel anlamda değişimlerin takip edilebilmesi için haritalama çalışmalarına hiç olmadığından çok daha fazla ihtiyaç doğmuştur. Bu bağlamda, her zaman ulaşabilme, en güvenli şekilde saklayabilme ve sürekli güncelleyebilme imkanları sunduğu için sayısal haritalar her geçen gün daha çok ön plana çıkmaktadır (Gümüş, 2008).

Sayısal haritalar bu özellikleri yanı sıra; kent ve bölge planlamasında, tarım alanlarının belirlenip en iyi şekilde kullanımına açılmasında, arazi yapılarının genel hatlarının belirlenip oluşan değişimlerinin gözlemlenmesinde ve bunların paralelinde geleceğe yönelik planların yapılmasında her ölçekte kullanılmaktadır. Bir alanın daha sağlıklı değerlendirilebilmesinde, elde edilen verilerin güvenilir şekilde derlenip doğru bir yöntemle harmanlanarak en ekonomik plan ve programların uygulanmasına ihtiyaç vardır. Zamansal değişimler her zaman için kaçınılmaz olduğundan dolayı yapılacak çalışmalar sonucunda geliştirilen planların en kısa zamanda uygulanabilir projeler haline dönüştürülmesi gerekmektedir (Kahya, 2005; Baysal, 2006).

Uydu görüntüleri gelişen teknolojiyle beraber hem çözünürlük hemde doğruluk açısından kayda değer gelişmeler göstermiştir (Ekercin, 2007). Elektromanyetik enerji, fotoğrafik veya elektronik olarak tespit edilmektedir. Uzaktan algılamada kullanılan veriler fotoğrafın daha ötesinde bir bilgi sunmaktadır. Fotoğraflar; elektromanyetik spektrum

değerlerinin 0.3-0.9 µm dalga boyundaki, görünen ve yakın kızılötesi bölgelerindeki elektromanyetik enerjinin kurşun vb. bir tablet-film üzerine kaydedilmesi ve bunun devamında yapılan kimyasal baskı işlemlerinin detaylandırılarak basılması ile elde edilmesidir. Görüntüler (images) ise, algılayıcı teçhizat veya dalga uzunluğuna sahip elektromanyetik enerjinin analog olarak kaydedilerek sayısallaştırılması ve mevcut durumlarda bilgisayar ortamına aktarılabilmesine imkân veren veri grubudur. UA açısından görüntü, coğrafi yüzeyleri temsil eden satır ve sütunlardan oluşmuş gridlerdir. Temel olarak kullandığımız veriler spektral verilerdir. Bu spektral veriler yeryüzündeki yakın yansıma değerlerine sahip verilerin sınıflandırılması ve yorumlanması ile kurulan mantıksal ilişki ve istatistiksel değerlendirmelere bağlıdır. Özet olarak değişkenlerinin bu kadar fazla olduğu verilerin sınıflandırılması için veri miktarının ve boyutunun azaltılması gerekmektedir. Yapılacak hatalar azalan veri girişi ile birlikte en aza indirilecektir (Jackson, 1988; Erdas, 2001; Kahya, 2005).

## 1.2. Problemin Tanımı

Bu problemleri ana başlıklar altında sıralarsak;

1. Jeosit (yer mirası) ve jeopark nedir?
  - a. Jeopark kavramı ne zaman ve nasıl ortaya çıkmıştır?
  - b. Jeoparklar hususunda uluslar arası örgütler hangileridir, işleyişleri nasıldır?
2. Jeolojik miras alanları açısından Türkiye ne durumdadır?
  - a. Türkiye’de jeoparklar üzerine çalışma yapan kurum ve kuruluşlar hangileridir?
  - b. Kula Jeopark oluş süreci nasıl işlemiştir?
3. Çalışma alanında mevcut arazi kullanımında değişim olmuş mudur?

Jeosit, en geniş kapsamıyla, güncel veya eski herhangi bir jeolojik süreci, olayı veya özelliği ifade eden kaya, mineral, fosil topluluğu, yapı, istif, yer şekli veya arazi parçasıdır. Jeosit, jeolojik bir özelliği temsil eden, bu özelliği görmek, öğrenmek isteyenlerin ziyaret edebilecekleri, özellikle jeoloji öğrencilerine ilgili oluşumu kolayca anlatmak için kullanılan “yer veya lokalite” anlamındadır. Boyut sınırı yoktur. Çok küçük olabileceği gibi çok geniş alanları da kapsayabilir (Kazancı 2001, 2006).

Jeopark başta jeolojik miras niteliğindeki öğeler olmak üzere, tüm doğal ve kültürel mirasın korunmaya alındığı, bilimsel çalışmaların yürütüldüğü, bu yapılırken sosyo-ekonomik kalkınmanın da amaçlandığı, sınırları belirlenebilen bir bölgedir (Gümüş, 2008).

Küçük veya büyük hepsinin eğitim, koruma ve jeoturizm fonksiyonları vardır. Bu fonksiyonlarına ve önem derecelerine göre;• Yöresel / Bölgesel,• Ulusal,• Uluslararası ölçeklerde olabilirler (Kazancı 2001, 2006, Kazancı vd. 2004; Mercan, 2009).

Doğal mirasın korunmasına yönelik ilk ulusal park uygulaması 1864'de ABD'deki Yosemite vadisinin (Yellowstone Ulusal Parkı) Başkan Lincoln tarafından sonsuza kadar başkasına devredilemez kamu parkı uygulamasıyla başlamıştır (Yılmaz 1996). Bunu 1903 yılında Avrupa'da ilk Jeopark olarak Almanya'daki Lüneburger Heide (Lüneburg Fundalıkları) izlemiştir. Türkiye'de milli park uygulaması 1956 yılında 6831 sayılı Orman Kanunu'nun 25. Maddesiyle yürürlüğe girmiş, bu yasa ile ilk olarak 1958 yılında Yozgat Çamlığı Milli Parkı ilan edilmiştir. 1972 yılında UNESCO tarafından “Dünya Kültür ve Doğa Mirası” nı tespit etmek ve korumak üzere “Dünya Mirası Komitesi 13” kurulmuştur. Bu komite yeryüzünde öne çıkan üstün evrensel kıymete sahip alanların özelliklerini tespit etmekte ve hangilerinin Dünya Mirası Listesine alınacağına karar vermektedir. Bu dünya ölçeği için aşırı derecede az bir miktardır. Bunun neticesinde sadece yerel veya ulusal ölçekte önem arz edip UNESCO ölçütlerini karşılamayan sayısız alanın korunması ve tanınması için bir arayış ortaya çıkmıştır (Gümüş, 2008).

1991 yılında Jeolojik Mirasın korunmasına yönelik ilk uluslar arası sempozyum düzenlenmiş ve Digne Bildirgesi yayınlanmıştır. 1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı”nda (21.yy da Çevre ve Kalkınma için Bilim Ajandası) Ajanda 21 kabul edilmiş; çevre koruması, yöntemi ve tanıtımı öncelikli hedef olarak seçilmiştir (Frey, 2001). 2001 yılında UNESCO desteği ile “Avrupa Jeopark Ağı”, 2004 yılında ise “Küresel Jeopark Ağı” kurulmuştur. Bu çalışmalar ile dünya üzerindeki jeopark alanları tespit edilmektedir. Ülkemizde ilk kez Kula Jeopark'ı sisteme kabul edilmiştir (URL-1, 2014).

2001 yılında UNESCO desteği ile “Avrupa Jeopark Ağı”, 2004 yılında ise “Küresel Jeopark Ağı” kurulmuştur. Bu çalışmalar ile dünya üzerindeki jeopark alanları tespit edilmektedir. Ülkemizde ilk kez Kula Jeopark'ı sisteme kabul edilmiştir (Akbulut, 2014).

Kula Jeopark'ı amaç dışı kullanımlar sonucu bu jeolojik miraslar mevcut alanlarını kaybetmektedirler. Bu çalışmada UNESCO tarafından uluslararası jeopark ilan edilen, Kula Jeopark alanında ve çevresinde yüzeyleyen bazalt kayaçlarının öngörülen yıllar arasında herhangi bir değişime uğrayıp uğramadıkları araştırılacaktır. Türkiye çok farklı jeolojik ve jeomorfolojik oluşumlarıyla jeopark niteliklerini taşıyan pek çok alana ev sahipliği yapmaktadır (Gümüş, 2008).

2011 yılında Kula Belediyesi himayesinde ve Jeopark uzmanı Dr. Erdal Gümüş koordinatörlüğünde hayata geçirilen “Kula Jeoparkı Avrupa Jeoparklar Ağı Başvuru Eylem Planı 2012 inisiyatifi neticesinde nihayet 4 Eylül 2013 tarihinde Kula Jeoparkı Türkiye'nin ilk ve tek Avrupa ve UNESCO Jeoparklar Ağı üyesi ilan edilmiştir. Sürecin kronolojik gelişimi aşağıda verilmektedir.

- Kasım 2011'de Kula Volkanik Jeoparkı, Avrupa Jeoparklar Ağı Başvuru projesi hayata geçirildi.
- Kasım 2012'de Türkiye'nin Avrupa ve UNESCO Jeoparklar Ağı'na ilk resmi başvurusunu yapıldı.
- Mart 2013'de Kula Volkanik Jeoparkı Türkiye'nin ilk Avrupa ve UNESCO Jeoparkı adayı oldu.
- Haziran 2013 Kula, Avrupa ve UNESCO Jeoparklar Ağı denetiminden geçen ilk Türk Jeoparkı oldu.
- Haziran 2013 Kula'da Türkiye'nin ilk Jeopark Ziyaretçi Merkezi ve yürüyüş rotası hizmete girdi.
- Temmuz 2013'de Kula'da Türkiye'nin ilk Jeopark Araştırma ve Uygulama Merkezi (JARUM) Celal Bayar Üniversitesi ve Kula Belediyesi işbirliğiyle kuruldu.
- Eylül 2013'de İtalya'da düzenlenen törenle Kula Volkanik Jeoparkı Türkiye'nin ilk ve tek Avrupa ve UNESCO Jeoparkı ilan edildi (URL-1, 2014).

### **1.3. Araştırmanın Amacı**

Bu çalışmanın amacı, Kula yöresinde bulunan ve ağırlıklı olarak Kuvaterner volkanizmasının ürünü yüzeylemiş ve bu gün Türkiye'nin en önemli jeosit alanlarından biri olan Kula bazaltlarının Landsat TM ve Landsat ETM+ uydu görüntüleri verilerinin farklı sınıflandırma teknikleri yardımıyla; - 1987- 2006 tarihleri arasındaki alansal değişimin araştırılması ve irdelenmesidir. Çalışma sahasında yaygın olarak yüzeyleyen bazalt lavlarının yayılımının Uzaktan Algılama (UA) metotları kullanılarak, sağlıklı bir şekilde belirlenip, belirlenemeyeceğinin araştırılması ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda daha yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlüğe sahip uydu görüntüleri ile doğal miras özelliğindeki bu jeosit alanının takibinin yapılıp yapılamayacağı araştırılması amaçlanmıştır.

#### 1.4. Araştırmanın Önemi

Özgün bir çalışma olduğundan ötürü kendinden sonra yapılacak çalışmalara öncülük edecektir. Bu çalışma sayesinde küreselleşen dünyada, doğal zenginliklerin değişimleri gözlemlenerek alan dışı kullanım sonucu ortaya çıkacak olası kayıpların önüne geçilebilecektir. Sonuç olarak bulunduğu bölgeye artı değer katmayı başaran jeoparkların, ülkemiz açısından yerel ve kırsal kalkınmayı destekleyeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Burada kalkınma yalnızca ekonomik değil sosyal ve kültürel öğeleri de içermektedir. Bu kültürel mirasların gözlemlenerek korunması her yurttaşın temel ödev ve görevidir. Bu çalışmalar sayesinde kontrollü ve sürdürülebilir gözlemler yapılarak sahaların mevcut durumları amaç dışı kullanımları engellenerek sonraki nesillere bırakılması sağlanabilir.

#### 1.5. Litaratür Araştırması

Bu bölümde yapılan çalışmalarda kimlerin hangi tür değişim analizi tekniği kullanıldığı, çalışma alanının neresi olduğu, kullanılan verilerin neler olduğu ve sonuçlar hakkında bilgiler verilmektedir.

Ferguson vd. (1993), Kuzey Carolina'nın Back Sound ve güney Core Sound bölgelerinin 1985 ve 1988 yıllarına ait hava fotoğraflarını kullanarak deniz bitkilerinin yayılış miktarlarının azaldığını ve doğal yaşam alanlarının değiştiğini tespit etmişlerdir.

Aksoy vd. (1997), 1984 ve 1993 yıllarına ait Landsat 5 TM uydu verilerini Bursa ilindeki tarımsal arazilerin, orman ve su kaynaklarının olumsuz değişimlerini incelemişlerdir. Bu araştırma sonucunda Bursa kenti yerleşim alanında %81 büyüme gözlenmiş. Ayrıca Ulubat gölü çevresindeki tarım arazilerinin drenaj sularının, derelerin getirdiği sedimentler sonucunda dolmasından dolayı %10 oranında küçüldüğünü göstermişlerdir.

Huskainen vd. (2004), Kenya'da bir kentsel yerleşim alanının kent çeperindeki gecekonduların belirlenmesi amacıyla sınıflandırma tekniği kullanılmıştır. 1985, 1993 ve 2004 yıllarına ait hava fotoğrafları kullanılmıştır. Sınıflandırma sonucu görsel yorumlama tekniği ile yeni yapılaşan alanlar tespit edilmiştir

Baysal (2006), Eylül 1987 tarihli Landsat 5 TM ile Eylül 1999 tarihli Landsat 7 ETM uydu görüntüleri görüntülerine uzaktan algılama sınıflandırma yöntemleri

uygulayarak Eskişehir'in bu 12 yıllık süreç zarfında gelişimini ve değişimini gözlemlemiştir.

Bayram vd. (2007), elde edilen görüntüler yardımıyla yaptıkları çalışmada İstanbul'un 1963 ve 2000 yıllarında çekilen uydu görüntülerini kullanarak, kentin 37 yılda yaşadığı değişimi ortaya koymuşlardırDoğan (2008), Corona (1963), Landsat (1987, 2000) ve Aster (2007) uydu görüntülerini kullanarak Alaçatı kıyı bölgesinde yıllara göre meydana gelen alansal değişimlerin tespitini çeşitli uzaktan algılama yöntemleri kullanarak tespit etmeye çalışmıştır.

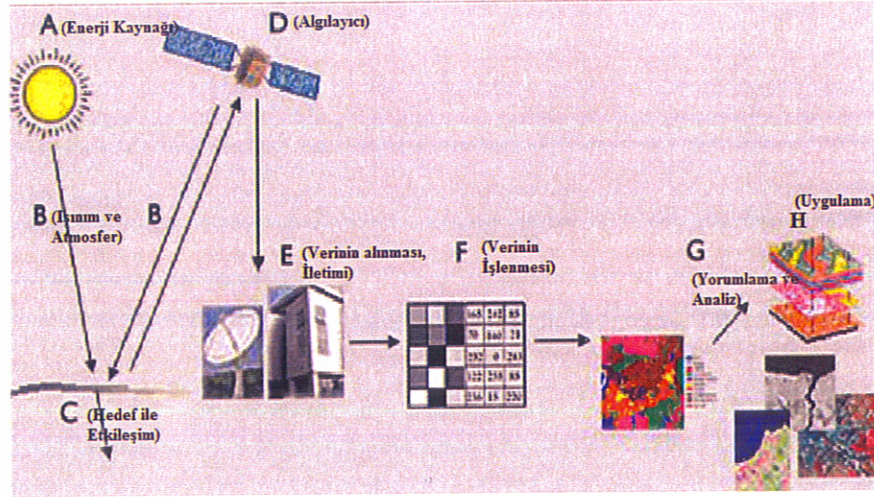
Açıkgöz (2010), elde ettiği uydu görüntüleri yardımıyla 1992-2000 yılları arasındaki uydu görüntüleri ile Yumurtalık sulak alan sistemindeki kıyı değişimleri uzaktan algılama ve coğrafik bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmeye çalışmıştır.

Denizdurduran (2012), yılında, Terra Aster ve Landsat uydu görüntülerini kullanarak Kahramanmaraş/Elbistan bölgesinin 1985-2010 yılları arasındaki değişimlerini kontrolsüz sınıflandırma yöntemini kullanarak, meydana gelen değişimi incelemiştir.

## **1.6. Kuramsal Temeller**

Uzaktan algılama, fiziksel bir temas olmaksızın algılayıcı sistemleri kullanarak algılanan nesnelere öznelik ve konumsal verilerinin elde edilmesi olarak tanımlanabilir (Baysal, 2006). Tanımından da anlaşılacağı gibi verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler; cisimlerden yayılan veya yansıyan enerjilerdir. Elde edilen bu verilerden en güvenilir ve ekonomik şekilde bilgi edinmemiz için verinin sağlıklı bir şekilde işlenip analiz edilmesi gerekmektedir. UA sistemleri tarafından elde edilen öznelik ve konumsal veriler görüntünün bir bütün halinde kaydedilip, işlenilip analiz edilmesi aşamalarını kapsamaktadır (Denizdurduran, 2012). UA yönteminde; kullanılan veri, çalışılacak kaynaklarından en önemlisini teşkil etmektedir. Modern anlamda uzaktan algılama kavramı 1950'li yılların başlarında gündeme gelmiştir. Özellikle 1970'li yıllardan itibaren de bu alanda kullanılan araç-gereç ve teknolojilerde ciddi gelişmelere ulaşılmıştır. Bu gelişmelere bağlı olarak uzaktan algılama uygulamaları da çok geniş bir kullanım yelpazesi içinde uygulama bulmuş, yeraltı kaynakların araştırılması, jeolojik amaçlı çalışmalar ve ormancılık dahil olmak üzere birçok çalışmada ihtiyaç duyulan en önemli veri kaynağı olmuştur (Turoğlu 2000).

Uzaktan algılama süreci iki temel aşamadan oluşur. Bunlar "Veri Elde Etme" ve "Veri İşleme" aşamalarıdır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Uzaktan algılamada veri elde etme ve veri işleme süreci (Baysal, 2006)

Şekil 1.1'i daha detaylı aşağıdaki gibi açıklayabiliriz;

#### 1. Verinin Elde Edilmesi:

A: Enerji kaynağı: Hedefe bir kaynak tarafından enerji gönderilmesi gerekmektedir. Bu kaynak hedefe elektromanyetik enerji gönderir. Optik uydular için enerji kaynağı güneştir ancak radar uyduları kendi enerji kaynaklarını üzerlerinde taşırlar ve elektromanyetik enerji üretirler hedefe yollarlar.

B: Işınım ve atmosfer: Enerji, kaynağından çıkarak hedefe yol alırken atmosfer ortamından geçer ve bu yol boyunca bazı etkileşimlere maruz kalır.

C: Hedef ile etkileşim: Atmosfer ortamından geçen elektromanyetik dalga, hedefe ulaştığında hem ışınım hem de hedef özelliklerine bağlı olarak farklı etkileşimler oluşur.

D: Enerjinin algılayıcı tarafından kayıt edilmesi: Algılayıcı hedef tarafından yayılan ve saçılan enerjiyi algılar ve buna ilişkin veri kayıt edilir.

E-F: Verinin iletimi, alınması ve işlenmesi: Hedeften toplanan enerji miktarına ait veri, algılayıcı tarafından kayıt edildikten sonra, görüntüye dönüştürülmek ve işlenmek üzere bir uydudan istasyonuna gönderilir.

#### 2. Verinin İşlenmesi:

G: Yorumlama ve analiz: Görüntü görsel, sayısal ve elektronik işleme teknikleri ile zenginleştirilir, analiz edilir ve nicel sonuçlar elde edilecek veriye sahip olunur.

H: Uygulama: İşlenmiş veriden bilgi çıkarılır, bazı sonuçlara ulaşılır. Ayrıca elde edilen sonuçlar, başka veri kaynakları ile birleştirilerek kullanılır (Erdas, 2002).

### 1.6.1. Uydu Görüntüleri

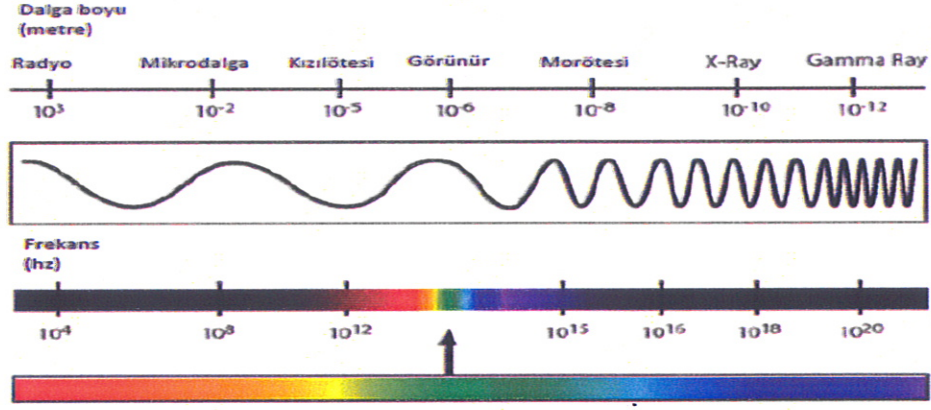
Uzaktan algılamada uydu, cisimler tarafından yansıtılan veya yayılan elektromanyetik radyasyonun, uzaya yerleştirilen platformlar (uydu) üzerinde bulunan radyometreler tarafından ölçülmesine (pasif algılama) ve radar (aktif algılama) sistemlerine dayanır. Dünya çevresindeki yörüngesinde hareket ederken, algılayıcıları tarafından kaydedilen verileri belirli aralıklarla yer istasyonlarına gönderir. Uydulardan elde edilen veriler herhangi bir kamera veya fotoğraf makinesinden elde edilen fotoğraflar gibi değildir. Uyduların üzerinde bulunan sensörler (algılayıcı) sayesinde sayısal veriler elde edilir. Çalışma prensibi olarak en güzel örnek sayısal kameralar verilebilir (Baysal, 2006).

Uydu, yeryüzünden ve onun üstündeki cisimlerden gelen elektromanyetik enerjinin miktarını ölçen binlerce küçük alıcılardan oluşmuştur. Bu ölçüm işlemine spektral ölçümler adı verilmektedir. Her spektral yansıma değeri sayısal bir değer olarak kaydedilir. Bu sayılar dünyaya geri gönderilerek bilgisayarlar tarafından sayı dizilerine çevrilir, sıra ve sütunlar bir gri renk değerine denk gelen sayı ile ifade edilir. Kısaca, sayılar küçük resim elemanlarına çevrilirler ve bir araya geldiklerinde görüntünün tamamını oluştururlar. Sayısal görüntüyü oluşturan resim elemanlarına piksel adı verilir. Her piksel, alandan gelen ortalama ışınımı veren bir sayısal değer olarak gösterilir. Bu sayısal değerler genellikle 0-255 arasındadır (Baysal, 2006).

Uyduların bu ölçme işleminde dalga boyları kullanılır. Dalga boyları metrenin katları cinsinden ifade edilir. Uyduların kaydettiği dalga boyları nanometreden kilometreye kadar uzanan bir yelpazede yayınımlarını gerçekleştirirler. İnsan gözü 400-700 nm boyutlarındaki görünür dalga boylarıdır. Uydularda yer alan algılayıcılar frekans genişliğine göre görüntüleri kayıt eder. Frekans genişliğine band denir. Yapılacak çalışmalarda en uygun bandın seçilmesi esastır. Bir pikselin iki temel özelliği söz konusudur:

1. Radyometrik özelliği: Pikselin algılandığı elektromanyetik spektrumdaki gri değerler olarak tanımlanabilir (Şekil 1.2).

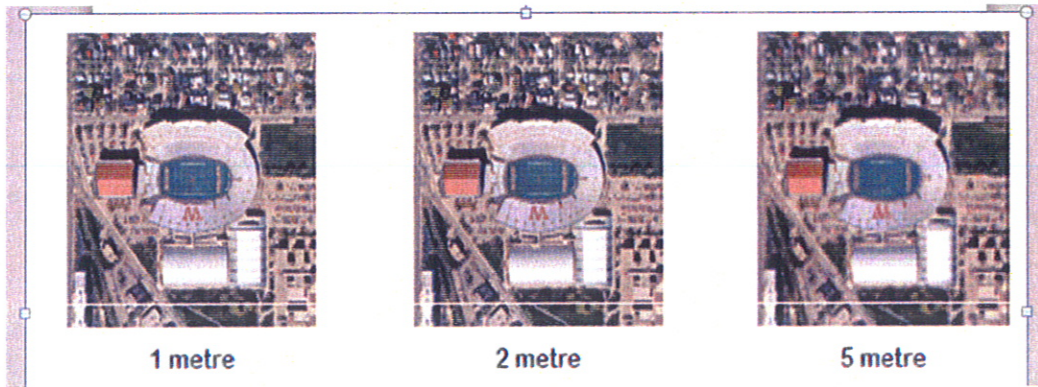
2. Geometrik özelliği: Görüntü matrislerinin düzenlenmesi için resmin görüntü matrislerine sadık kalınarak sayısallaştırılması gerekmektedir. Elde edilen her pikselin uzay düzleminde sahip olduğu değerlerdir (Uysal, 2004; Kahya 2005; Erdas, 2001).



Şekil 1.2. Dalga boyu (metre) ve Frekans (Hz) ölçekleri ile radyometrik özelliklerin gösterilmesi (Durry, 1993; Erdas, 2001)

Çözünürlük bir görüntüleme sisteminde kayıt edilen detayların ayırt edilebilme ölçüsüdür. Uydular çözünürlüklerine göre de sınıflandırılırlar. Uydu çözünürlük tipleri ise şunlardır:

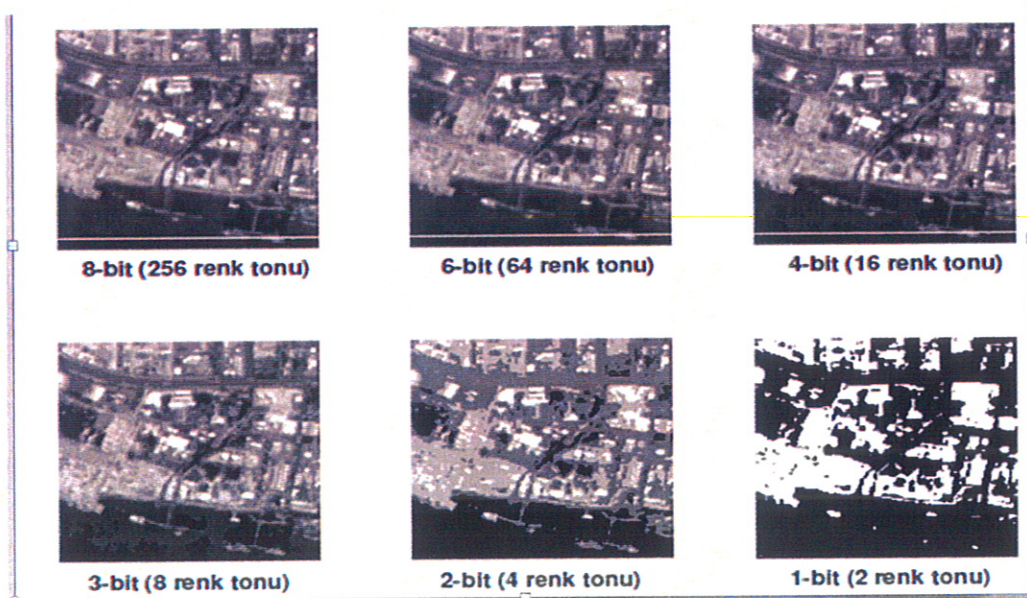
a) Konumsal Çözünürlük: Anlık olarak bir sensör tarafından görülen ve kayıt edilen alanı ifade etmektedir. Çalışmalar için 1 metreden kilometrelere varan detay belirleyici mekânsal çözünürlükte ticari uydular mevcuttur. Sadece çok büyük nesnelerin görülebildiği görüntülerin çözünürlüğü düşük, küçük nesnelerin ayırt edilebilmesini sağlayan görüntüler yüksek çözünürlüklüdür (Şekil 1.3).



Şekil 1.3. Konumsal çözünürlük (İşlem GIS, 2002)

b) **Spektral Çözünürlük:** Görüntünün elde edildiği band genişliği olarak ifade edilmektedir. Spektral çözünürlüğün iyi olması, kullanılan band aralığının dar olması anlamını taşımaktadır. İki görüntünün aynı spektral ölçekte olması, o iki görüntünün elektromanyetik enerjilerinin aynı dilim üzerinde karşılaştırılmasını sağlar. Değişim analizinde kullanılan görüntülerin aynı spektral çözünürlüğe sahip olması gerekir. Bandlarda yapılacak işlemler ya aynı algılayıcıdan temin edilmelidir ya da algılayıcının çalıştığı dalga aralığına eşdeğer band aralığında elde edilen görüntüler kullanılmalıdır. Örnek olarak Landsat TM bandları Landsat MMS bandlarına göre daha dar spektral aralıklara sahiptir. Dolayısıyla daha yüksek spektral çözünürlüğe sahiptir (İşlem GIS, 2002).

c) **Radyometrik Çözünürlük:** Sensör tarafından kayıt edilen görüntü verisinin bölünme/renglendirme derecesi. Elektromanyetik enerji miktarında sahip olunan hassasiyet, radyometrik çözünürlüğü göstermektedir. Kısaca enerji farklılığının ayırt edilmesidir. Değişim analizi uygulanacak iki görüntünün aynı radyometrik çözünürlüğe sahip olması gerekir. 2 bitlik görüntü ile 8 bitlik görüntünün analizinden anlamsız sonuçlar elde ederiz. Çünkü, 2 bitlik görüntü 0-3 arasında yansıma değerlerine sahipken 8 bitlik görüntü 0-255 arası yansıma değerlerine sahip olacaktır. Sonuç olarak incelenecek bölgedeki piksel, farklı değerleri temsil etmiş olacaktır. Şekil 1.4'te görüldüğü üzere çözünürlük değeri büyüdükçe detaylandırma çalışmaları daha kolay yapılmakta görüntü netliği artmaktadır (İşlem GIS, 2002).



Şekil 1.4. Radyometrik Çözünürlük (Erdas, 2002)

d) Zamansal Çözünürlük: Zamansal çözünürlük bir uzaktan algılama sisteminin aynı bölgeyi görüntüleme sıklığı ile ilgilidir. Biraz daha açarsak belirli bir alanı belirli bir zaman aralığı içinde görüntünün kaydedilmesi olarak ifade edilmektedir. Bir bölgedeki spektral karakteristikler zamanla değişebilir zamansal setlerle değişim analizleri incelenebilir. Farklı tarihlerde alınmış iki görüntünün güneş ışığının şiddeti ve gölge etkisi gibi etkenlerdeki farklılığı en aza indirmek üzere günün aynı saatinde alınmış olması gerekmektedir. Hatta mümkünse bu verinin yıl dönümlerinde alınmış veriler olması gerekir (Baysal, 2006). Örnek olarak bu çalışmada 1987-2006 yıllarındaki Eylül ayında alınan görüntüler kullanılmıştır.

Projelerde yapılacak değişim analizlerinde; çalışmada kullanılacak görüntülerin mekânsal (konumsal), spektral, uzaysal, radyometrik çözünürlüklerinin kontrol edilerek uygun olduğu belirlenmelidir.

Uzaktan algılamada görüntü elde etme üç ana rengin (kırmızı, yeşil, mavi) farklı kombinasyonlarda üst üste getirilmesi ile elde edilir. İnsan gözü sadece görünür bölgedeki dalga boylarını algılamaktadır. Optik görüntüler oluşturulurken, sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavi bantlara ait görüntüler bilgisayar ekranında görüntülediğinde doğal renkli görüntü, diğer tüm band kombinasyonlarının görüntülenmesi durumunda ise yapay renkli görüntü elde edilir. Yapay görüntüler, özellikle insan gözünün duyarlı olmadığı bir spektral bölgedeki yansımaya ilişkin bilgi sağlayarak gözün algılamadığının görünür hale getirildiği görüntüler olup bazı uygulama alanları için büyük öneme sahiptirler (Gupta, 2002; Baysal, 2006).

#### **1.6.1.1. Landsat Uydu Görüntüleri**

Landsat uydusu yeryüzü kaynaklarını araştırılmak temel amacıyla 1972 yılında fırlatılmıştır. 1975 yılında Landsat-2, 1978'de Landsat-3, 1982'de Landsat-4 ve 1984'de Landsat-5 uzaya gönderilmiştir. Landsat-7 uydusu 1999'da yörüngesine yerleştirilmiştir. Landsat-7 uydusu, 6 bantta 30 m, pankromatik bantta 15 m, yakın ve orta kızılötesi bantta ise 60 m çözünürlüğe sahip görüntüler sağlamakta olup, yörünge yüksekliği 705 km ve kolon genişliği 185 km'dir. (Koç, 2006). Son olarak, Landsat-8 uydusu 2013 tarihinde yörüngeye oturtularak görüntü alınması işlemine başlatılmıştır . Temel

özellikleri açısından daha dar tarama alanında pankromatik bantda 15 m, çok bantlıda 30 m, termal bantda 100m çözünürlükte görüntüler sağlamaktadır (URL-3, 2013) (Tablo 1.1)..

Bu bantların su kalitesinde ve ince bulutların tespitinde etkili olacağı bildirilmiştir. Güvenilir veri imkanı %90 civarındadır.

Tablo 1.1. Landsat Uydu Görüntülerinin Özellikleri (Doğan, 2008’den değiştirilmiştir).

Bandlar	Dalga Uzunluğu (µm)	Kullanım Alanları
<b>LANDSAT 4-5 MSS</b>		
Band1:Yeşil	05-06	Sağlıklı bitki ve su havzalarını belirleme
Band2:Kırmızı	0.6-0.7	Bitki ayırma Toprak ve jeolojik sınır belirleme
Band3:YakınIR	0.7-0.8	Ürün rekolte tahmini Toprak/ürün, arazi/su ayrımı
Band4:YakınIR	0.8-1.1	Bitki gözleme ve pusa nüfuz etme
<b>LANDSAT 4-5 TM</b>		
Band1:Mavi	0.45-052	Toprak, bitki ayırımı Batimetri/sahil haritalılığı
Band2:Yeşil	0.52-0.60	Yeşil bitkileri haritalama Kültürel/iskan özellikleri çıkartma
Band3:Kırmızı	0.63-0.69	Bitki türleri belirleme, ayırma Toprak/ürün, arazi/su alanları belirleme
Band4:Yakın IR	0.76-0.90	Canlı, sağlıklı bitki ayırımı Toprak/ürün, arazi/su ayrımını yapabilme
Band5:Orta IR	1.55-1.75	Bitki ve topraktaki nemi belirleme Buz ve bulut sahalarına nüfuz edebilme
Band6:Termal IR	10.40-12.50	Bitki ve sağlıklı ürün ayırma Termal kirlenme
Band7:Orta IR	2.08-2.35	Jeolojik kaya tipleri ve toprak sınırlarını belirleme
<b>LANDSAT 7</b>		
Band1:Mavi	0.45-0.52	Landsat 4 ve 5 kapsamındaki MSS ve TM bantlarının uygulandığı alanlarda kullanılır
Band2:Yeşil	0.52-0.60	
Band3:Kırmızı	0.63-0.69	
Band4:Yakın IR	0.76-0.90	
Band5:Orta IR	1.55-1.75	
Band6:Termal IR	10.40-12.50	
Band7:Orta IR	2.08-2.35	
Band8: PAN	0.52-0.90	
<b>LANDSAT 8</b>		
Band1:Mavi	0.453-0.45	Landsat 7 kapsamındaki MSS ve TM bantlarının uygulandığı alanlarda kullanılır
Band2:Yeşil	0.45-0.51	
Band3:Kırmızı	0.53-0.59	
Band4:Yakın IR	0.64-0.67	
Band5:Orta IR	0.85-0.88	
Band6:Termal IR	1.57-1.65	
Band7:Orta IR	2.11-2.29	
Band8: PAN	0.5-0.68	
Band9:Cirrus	1.36-1.38	Kutuplardaki buzul erimeleri, okyanus akıntıları hakkında bilgi edinmek için kullanılır
Band10:Termal IR1	10.6-11.19	
Band11:Termal IR2	11.5-12.51	

Landsat 8, Landsat-7 uydusu ile uyumlu olarak çalışmaktadır. Landsat 8'de ayrıca 2 adet termal kızılötesi band içermektedir (Band 10 TIRS 1; Band 11 TIRS 2. NASA tarafından inşa edilmiş, su yönetimi ve buharlaşma hızı ölçümlerine ulaşmak ve desteklemek amacıyla termal görüntüleme imkanı sunulmuştur (URL-3, 2013.; URL-4, 2013) Burada Landsat 7 den farklı olarak 2 spektral bant vardır. Bunlar;

1. Derin mavi aerosol/kıyı bandı 0.433-0.453 mikron dalga boyunda

2. Kısa dalga kızılötesi cirrus bandı 1.360-1.390 mikron dalga boyundadır Bu çalışmada Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Landsat uydu görüntülerinin tercih edilme nedenlerinin iki başlık altında toplayabiliriz. Bunlar;

1. Landsat TM uydu görüntüleri genel jeolojik özellikleri, litolojik farklılıkları ve yapısal unsurları belirlemede, jeolojide yaygın olarak kullanılan görüntülerdir (Goosens ve Kroonenberg, 1994; Griffiths vd., 1987; Knepper ve Simpson, 1992).

2. Landsat uydu görüntüleri, geniş arşive sahip olmaları, konumsal ve spektral çözünürlüklerinin alanlarının tespitinde asgari düzeyde de olsa yeterli olmasıdır (Reis, 2008). Çalışmada kullanılan Landsat uydu görüntülerinin sayısal özellikleri Tablo 1.2'de detaylı olarak aktarılmıştır.

Tablo 1.2. Landsat uydu görüntülerinin sayısal verileri

<b>Projeksiyon</b>	UTM	<b>Sferoid</b>	WGS 84
<b>Datum</b>	WGS 84	<b>UTM Zone</b>	35
<b>Kuzey/Güney</b>	Kuzey		

### 1.6.1.2. Uydu Görüntülerini İyileştirme

Uzaktan algılamada elde edilen görüntüler; algılayıcı sistem hatalarından, çevresel kaynaklı hatalardan dolayı her zaman istenen sağlıklı sonuçları vermeyebilir. Dünyanın geometrik yapısı, yeryüzünün sahip olduğu topoğrafya, dalga boyunun saçılımından kaynaklanan kayıplar veya oluşacak hatalar yansıma değerlerindeki değişimler sonucu yansıma değerlerinin değişmesi veya kaba hataların sürece dahil olması sonucunda bazen istediğimiz sonuçları verebilecek görüntülere ulaşamayız. Bu hatalar kalite düşmesine neden olur. Bu durumda elde ettiğimiz görüntülerden istediğimiz bilgilere ulaşmak için ön işlemlerin uygulanmasına ihtiyaç duyulur.

Uydu görüntülerinin içerdiği hatalarından kaynaklı iyileştirme işlemleri iki ana başlık altında incelenir.

a) Geometrik iyileştirme: Dünyanın eksen eğikliği, uydu eksen kaymaları vb. durumlardan kaynaklanan koordinat hataları meydana gelir. Bunu düzeltmek için yer kontrol noktalarından yararlanır. Görüntünün haritada gerçek değerine oturtulması işlemine yani görüntüdeki noktaların koordinatlarının yeryüzündeki gerçek koordinatlarına sahip olmasını sağlama işlemine koordinatlandırma (reflikasyon), bu işlemin iki görüntünün aynı noktalarında eşleşmesine ve ya bir görüntüyü diğerinden yararlanarak koordinatlarının düzeltilmesi işlemine koordinat eşleme (register ya da jeoreferanslama) denir (Gupta, 2002).

b) Radyometrik iyileştirme: Herhangi bir görüntüdeki bozukluk, düzensizlik ya da görüntünün elde edilmesi sırasında kayıt veya saklanma anında yaşanan olumsuzluklardan ötürü gerekebilir. Bozuklukların ortak yapısı sistematik hatalar içererek band alımı esnasında meydana gelen kayıplardır. Radyometrik hatalar algılayıcı sistem hataları ve çevresel hatalar olmak üzere ikiye ayrılır (Kahya, 2005). Çevresel hatalar atmosferik ve topoğrafik hatalardır. Radyometrik iyileştirme, görüntü üzerinde çevresel etkilerden kaynaklı olan atmosferik hataların giderilmesinde faydalıdır. Radyometrik iyileştirme, genelde farklı tarihli görüntülerin kıyaslanmasında ya da görüntü oranlama işlemlerinde kullanılır. Bu yöntemde aynı alana ait ve aynı tarihli iki farklı band kullanılır. İyileştirilmesi yapılacak olan bandtaki görüntüde en küçük yansıma değerine sahip pikseller belirlenir. Görüntüdeki en düşük değerler belirlenirken, piksel değerlerine bakılır. Aynı özelliğe sahip piksel değerleri tespit edilerek seçilir. Çünkü her iki görüntüde de bu alanlardaki yansıma değerleri karşılaştırılarak gerekli düzeltmeler yapılabilir (İşlem GIS, 2002). Çeşitli yazılımlar yardımıyla görüntüler üzerinde radyometrik düzeltmeler yapılabilir.

### **1.6.2. Uzaktan Algılamada Değişim Analizi**

Yeryüzünde meydana gelen değişimlerin tespitinin; uzaktan algılama yöntemlerinden biri olan değişim analizi yöntemi ile belirlenebilmektedir. Yeryüzündeki arazi kullanımı gerek yapay gerekse doğal nedenlerden ötürü sürekli değişir. İleriye yönelik tahminlerde bulunulabilmesi için bu değişimlerin anlaşılması, incelenmesi ve yorumlanabilmesi gerekmektedir. Uzaktan algılamada arazi çalışmaları kısa süreli olduğundan büro çalışmalarıyla hızlı bir şekilde verilere ulaşabiliriz. Değişimler aynı uydu üzerinden farklı ölçümlerle ulaşılabilirdiği gibi farklı uydulardan aynı bölgenin görüntüleri

kullanılarak da bulunabilir. Değişimin tam anlamıyla yorumlanabilmesi için yerel, bölgesel ve ulusal anlamdaki değerine bakmak gerekmektedir. Örneğin yerel anlamda bir kentsel alandaki değişim yapı ölçeğinde sağlanırken bölgesel anlamda konut, sanayi, ticaret vb. işlev ölçeğinde, ulusal anlamda da kentsel-kırsal yerleşmeler ile olan ilişki ölçeğinde değişim sağlanabilir (Baysal, 2006).

Uzaktan algılama ile her anlamda sayısal verilerdeki değişimler gözlenebilir. Sayısal değişimin belirlenebilmesi için uydu görüntülerinin;

- a) Aynı coğrafi alanda
- b) Farklı zamanlarda
- c) En az iki tane olması gerekmektedir.

Uzaktan algılama metodu uygulanan klasik yöntemlere nazaran daha hızlı ve çalışılan alanlar bakımından daha geniştir. Uzaktan algılama ile sürekli bir değişim halinde bulunan tarım alanları, ormanlık alanlar, arazi örtüsü, maden sahaları, hatta bu çalışmada olduğu gibi jeosit alanları vb. arazi kullanım alanlarının tespiti ve sayısal olarak ifade edilmesini sağlar.

### **1.6.3. Uzaktan Algılamada Kullanılan Değişim Analizi Teknikleri**

Uzaktan algılamada sıklıkla kullanılan değişim analizi teknikleri;

- Görsel yorumlama
- Görüntü yorumlama
  - o Görüntü çıkarma
  - o Görüntü oranlama
  - o Çeşitli indeksler (NDVI, TNDVI, Hidroksit, Kil, Demiroksit vb.)
  - o Crosta yöntemi
- Sınıflandırma
  - o Kontrollü (eğitimli) sınıflandırma
  - o Kontrolsüz (eğitimsiz) sınıflandırma
- Temel bileşenler analizi
- Değişim vektör analizi
- Doğruluk analizleri

### 1.6.3.1. Görsel Yorumlama

En sık kullanılan değişim analizidir. Yüksek çözünürlüklü algılayıcılarla yapılan diğer yöntemlerle kullanılabilen bir yöntemdir. Görsel yorumlamada, kullanıcı sayısal olmayan görüntüleri (farklı tarihlerdeki) bilgisayar vb. ortamlarda çıplak gözle ayrı ayrı kıyaslayarak veyahut birbirlerini üst üste çakıştırarak yorum yapar. Görsel olarak fark edilen değişimler farklı renklerle renklendirilir veya işaretlenir (Aşık, 2001). Bu çalışma tek başına kullanılabildiği gibi kontrol amaçlı da uygulanabilir.

### 1.6.3.2. Görüntü yorumlama teknikleri (Aritmetik işlemler)

Görüntü algoritmaları görüntülerin sahip olduğu matris değerler üzerinde yapılan matematiksel işlemleri ifade eder. Uzaktan algılanan veriler raster veri formatındadır. Bu yüzden yapılacak matematiksel işlemler piksellerin yansıma değerleri üzerinde uygulanır. 8 bitlik çalışmalarda görüntülerin piksel değerleri 0-255 arasında toplam 256 adettir.

Görüntü algoritma işlemleri;

a) Görüntü çıkarma: Farklı tarihlerde elde edilen görüntülerin her bir pikselin karşılık gelen pikselden çıkartılması işlemidir (Aşık, 2001). Çıkarılma işleminin matematiksel tanımı ise;

$$BV_{ij(\text{değişim})} = BV_{ij(1)} - BV_{ij(2)} + C \quad (1.1)$$

Bu eşitlikte;

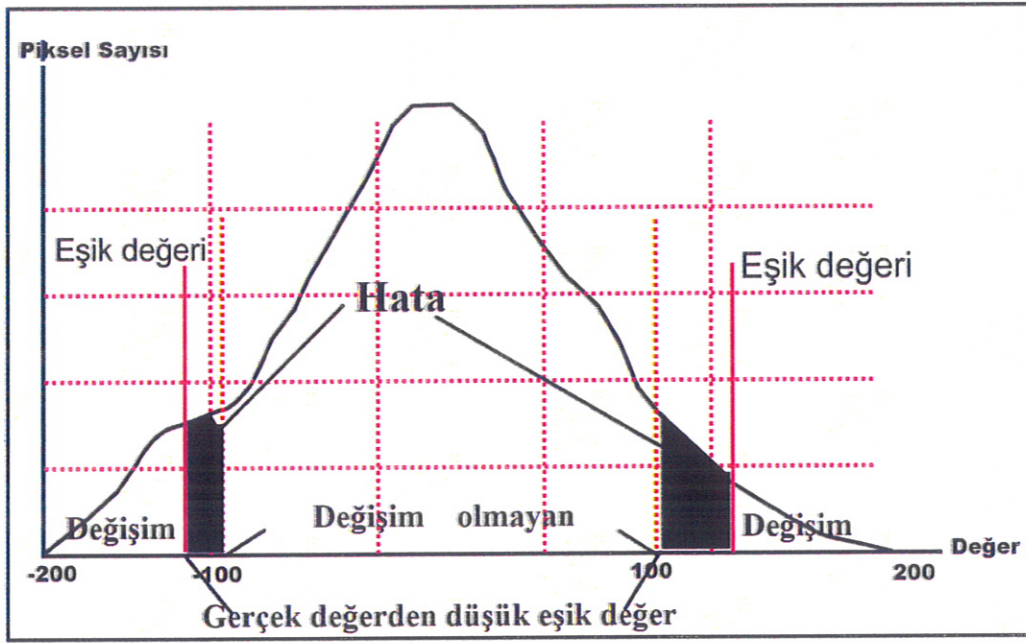
$BV_{ij(\text{değişim})}$  : Değişim görüntüsünün piksel yansıma değeri.

$BV_{ij(1)}$  : İlk tarihli görüntünün piksel yansıma değeri.

$C$  : İşlemin daima pozitif çıkmasını sağlayan sabit sayı.

$BV_{ij(2)}$  : İkinci tarihli görüntünün piksel yansıma değeri.

Elde edilen görüntünün piksel yansıma değerleri sıfır veya sıfıra yakın ise değişim olmamış demektir. Bu değer sıfırdan farklı ise değişim alanları işaretlenir. Görüntü çıkarmada dikkat edilmesi gereken en önemli konu ise eşik değerinin belirlenmesidir. Bu değerin belirlenmesi kullanıcıya bağlıdır (Şekil 1.5). Kullanıcı bu değeri belirlerken o coğrafik alanın tür, büyüklük, vb. özelliklerine bakar.



Şekil 1.5 Eşik değerinin gösterimi (Aşık, 2001)

b) Görüntü oranlama: Görüntü oranlama, görüntü çıkarma tekniğine benzer. Bu teknikte de her pikselin yansıma değerlerinde işlem yapılır. Fakat bu işlemler çıkarma işlemi değil bölme/oranlama işlemidir. Madencilik ve jeolojik faaliyetlerde ağırlıklı olarak 3-4-5-7 nolu bandlar birbirleri ile oranlanarak kullanılmaktadır (Dury, 1993, Gupta, 2002). Bu ve benzeri durumlarda özellikleri ortaya çıkartmak için aynı özellikte olan bandlar oranlanarak görüntülerde belirginlik sağlanabilir. Bazı yüzey materyalleri topoğrafik eğim ve açı, gölge veya güneş ışınlarının mevsimsel olarak geliş açısı ve yoğunluğuna bağlı olarak farklı parlaklık değerleri verebilir. Bu farklılıklar çalışmacının yorumlarını etkileyebilir ve yanlış sonuçlara gidilmesine neden olabilir. Band oranlaması işlemi işte bu anlamda bu tür çevresel etkileri azaltmada da kullanılır. Çalışılacak projeye göre belirlenen bandlar kendi içlerinde kombine edilerek, belirli değer aralıklarında oranlanarak istenen özellikler ön plana çıkartılmaktadır (Jensen, 1996). Bölme işleminin matematiksel tanımı ise şöyledir (Dury, 1993) ;

$$BV_{ij(\text{değişim})} = BV_{ij(n)} / BV_{ij(m)} \quad (1.2)$$

Bu eşitlikte;

$BV_{ij(\text{değişim})}$  :sattırı i, sütunu j olan pikselin yeni gri değeridir

$BV_{ij(n)}$  :i sattır, i sütunlu n bandlı pikselin gri değeri

$BV_{ij(m)}$  :i sattırı, j sütunu m bandlı pikselin gri değeridir.

Değişim görüntüsündeki sonuç bir veya bire yakın ise hiç değişim olmadığını gösterir. Görüntü çıkarmada olduğu gibi eşik değerinin iyi belirlenmesi gerekir. Görüntü çıkarmadan farklarından en önemlisi bulutlanma, gölgelenme gibi fiziksel etkiler en aza indirilir. Litolojik farklılıkların belirlenmesinde, alterasyon sahalarının belirlenmesinde dolayısıyla bir nevi maden arama çalışmalarında yaygın olarak kullanılan algoritmalar ise, bantların oransal değerlerini kullanarak yeni sayısal görüntüler oluşturma, temel bileşen analizleri ile yeni görüntüler oluşturma, ve lineer karışım esasına dayanan lineer optimizasyon ile her bir piksel içerisindeki aranan mineralin oranını belirleme algoritmalarıdır (Bryant, 1996; Sabins, 1997, 1999; Settle ve Drake, 1993)

c) İndeksler: IR/R, Bitki İndekleri (SQRT( IR/R), TNDVI, NDVI) vb. bir çok indis yöntemleri vardır. Bu yöntemler sayesinde çalışma alanının özelliklerine göre özel band oranlamaları gerçekleştirilebilir. Bu uygulamalar içinde en fazla bitki indekslerinden NDVI yöntemleri kullanılmaktadır. Bitki indeksleri, birden çok bandlara uygulanabilen algoritmalarıdır. Adından da anlaşılacağı gibi genel kullanım alanları bitki varlığı, yoğunluğu gibi temel özelliklerin yanı sıra arazi örtüsü ve arazi kullanımı ile ilgili çalışmalara yöneliktir. Değişim analizlerinde en sık kullanılan tekniklerdir.

Bitki örtüsünün saptanarak şehirleşme projeleriyle olan yakınsaklığı gözlemlenebilir. Böylelikle kentleşme ile tarım alanlarının ilişkisini belirleyebiliriz (Cheng vd., 2004).

Genelde en sık kullanılan bitki indeksi (Normalized Difference Vegetation Index) NDVI'dır. Bu indeks çalışmaları iki band üzerinden gerçekleştirilir. Bu bandlar bitki özelliklerini yansıtan kırmızı ve kızıl ötesi bandlardır. Bu iki band üzerinde uygulanan matematiksel işlemler sonucu bitkilerin buldukları bölgelerde etkin şekilde gösterilmesi sağlanır.

Matematiksel tanımı;

$$NDVI=(TM_4-TM_3)/(TM_3+TM_4) \quad (1.3)$$

veya

$$NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED) \quad (1.4)$$

Diğer çalışma alanlarının belirlenmesi için uygulanan band oranlamalarının matematiksel ifadeleri aşağıda verilmiştir (Erdas, 1999);

$$\text{Demir oksit} = \text{Band3} / \text{Band1} \quad (1.5)$$

$$\text{Kil mineralleri} = \text{Band5} / \text{Band7} \quad (1.6)$$

$$\text{Mineral bileşenler} = \text{Band5} / \text{Band7}; \text{Band 5} / \text{Band 4}; \text{Band 3} / \text{Band 1} \quad (1.7)$$

$$\text{Hidrotermal bileşenler} = \text{Band 5} / \text{Band7}; \text{Band 3} / \text{Band1}; \text{Band4} / \text{Band 3} \quad (1.8)$$

d) Crosta yöntemi: Maden arama çalışmalarında cevherleşmenin (alterasyonun) ve yan kayaçların cevherleşme türünü öğrenmek için yapılan band oranlama algoritması da denebilir. Seçilen dört band üzerinden ana bileşenler analizi özellikle demir oksit ve kil minerallerini haritalamak için önerilen bir yöntemdir (Kargı ve Sarı, 2006). Demir oksit haritalanması için  $TM_2$ ,  $TM_6$  ve  $TM_7$  bandları alınmayarak diğer dört band üzerinden ana bileşenler analizi işlemlerinin gerçekleştirilmesidir. Band seçiminde  $TM_1$  yerine  $TM_2$  seçilmesi sonuç üzerinde değişim ifade etmez.

Gerek kil gerekse demir oksitlerde uygulanan bu yöntemdeki fark cevherlerin karakteristik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Durumu şöyle detaylandırabiliriz; demir oksitler  $TM_3$  bandı üzerinde yansıma değerlerine sahip olmadıklarından  $TM_3$  bandı işleme alınmamıştır. Dolayısıyla ana bileşenler işlemini belirlenen dört bandda yapılması olarak özetlenebilir.

Crosta tekniği, genel itibari cevherleşmelere eşlik eden özellikle demirce zengin ve hidrotermal alterasyonun geliştiği sahalarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılabilir (Vural vd., 2012).

### 1.6.3.3. Sınıflandırma

Genel tanımıyla sınıflandırma eldeki veri grubu içinde birbirine yakın değerlerin belirli bir enterpolasyon veya kolerasyon yöntemiyle bir veya birden fazla özellikleri altında gruplandırılmasıdır. Bu işlemde, bir cisim kümesindeki cisimler yığının tanımlanabilmesi veya anlamlandırılabilmesi için belirtilen özellikleri ışığında homojen

olarak veya istenilen değerlere sadık kalarak istatistiksel tanılama yapılmasıdır (Gupta, 2002).

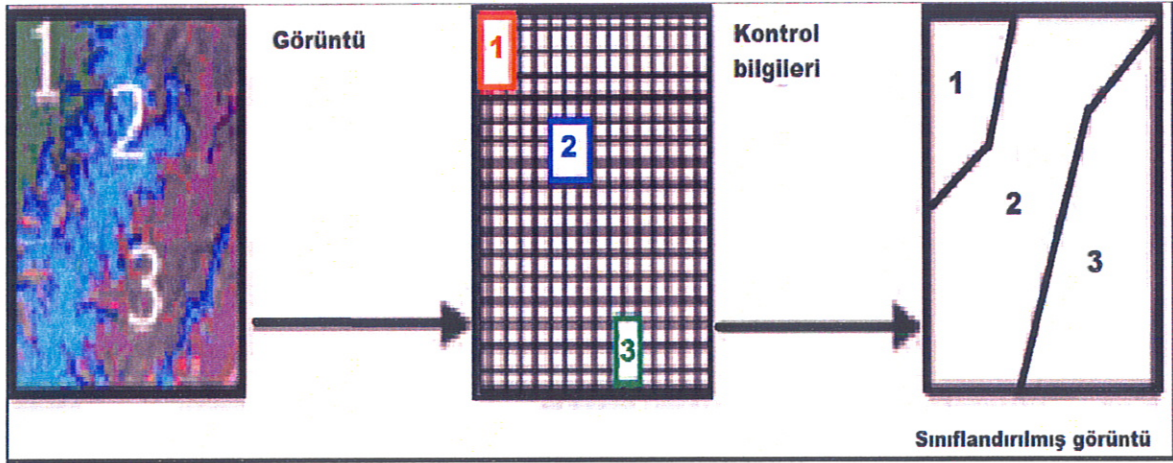
Sınıflandırma işleminin temel amacı; çalışılan görüntülerdeki piksellerin belirli bir sistemde gruplandırılmasıdır. Bu şekilde sayısal ortamda bulunan uydu görüntüleri gruplandırılmış raster verisine dönüştürülmüş olur. Ham veri niteliğindeki bu veriden piksel yansıma değerlerinden istenen bilgilere ulaşılır.

Sınıflandırmada birden çok band kullanılır, bu bandlar üst üste geldiğinde aynı konumda bulunan hücrelerin piksel değerleri, o hücrelerin “spektral modelini” belirler. Çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılarak hücrelerin spektral modellerini birbiri ile karşılaştırır ve benzer spektral özellikleri içinde toplayan sınıflar oluşturur. Böylece her bir hücre spektral olarak en yakın olduğu sınıfa atanır. Bu sınıflar daha sonra kullanıcı tarafından incelenip analiz edilerek her bir spektral sınıfın yeryüzünde temsil ettiği sınıf belirlenir (Baysal, 2006).

Sınıflandırmada genelde kullanılan iki metot vardır. Bunlar kontrollü (eğitimli) ve kontrolsüz (eğitimsiz) sınıflandırmadır (Gupta, 2002). Yapılan bu sınıflandırma işleminden sonra elde edilen veri üzerinde değişim analizi iki şekilde yapılabilir. Bunlardan birincisi sınıflandırılmış görüntüler üzerinden görsel yorumlamadır. En basit, ucuz uygulama yöntemidir. Resim formatı üzerinde, insan zekası, bilgi ve tecrübeleriyle mevcut verilerin değerlendirilmesidir. Dezavantajı ise insan gözünün ton farklarını yeteri kadar hassasiyetle belirleyememesidir. Bu yöntemlerden ikincisi ise elde edilen görüntülerin aritmetik işlemler yardımıyla yorumlanmasıdır. Böylelikle alanların büyüklükleri hakkında bilgi sahibi olunur. Bu işlem sonucunda bir değişim matrisi elde edilir. Bu değişim matrislerinin oluşturulması sınıflandırma yöntemlerinin diğer değişim analizlerinden en önemli farkıdır. Değişim analizinde ilk tarihli görüntüdeki her sınıftaki her piksel değerinin sonraki tarihli görüntüde hangi sınıf ve hangi piksel değerine denk geldiği gösterilir (Baysal, 2008). Sonuç olarak şöyle açıklanabilir; ilk tarihli görüntüde bazalt alanı olduğu tespit edilen piksel değerinin son görüntüdeki karşılıkları tespit edilerek iki görüntü arasındaki değişim değeri, bahse konu olan sahanın hangi amaçla nasıl kullanıldığı ne kadarlık bir değişimin söz konusu olduğu tespit edilir

a) Kontrollü (Eğitimli) Sınıflandırma: Kontrollü sınıflandırma, görüntü üzerinde benzer bölgeleri sınıflar halinde (signature) birleştirme işlemidir. Bu sınıflandırma yönteminin yapılabilmesi için, çalışma alanı hakkında bir ön bilgiye sahip olmak gerekmektedir. Elde edilen bu ön bilgileri kullanarak sınıflandırma için gerekli

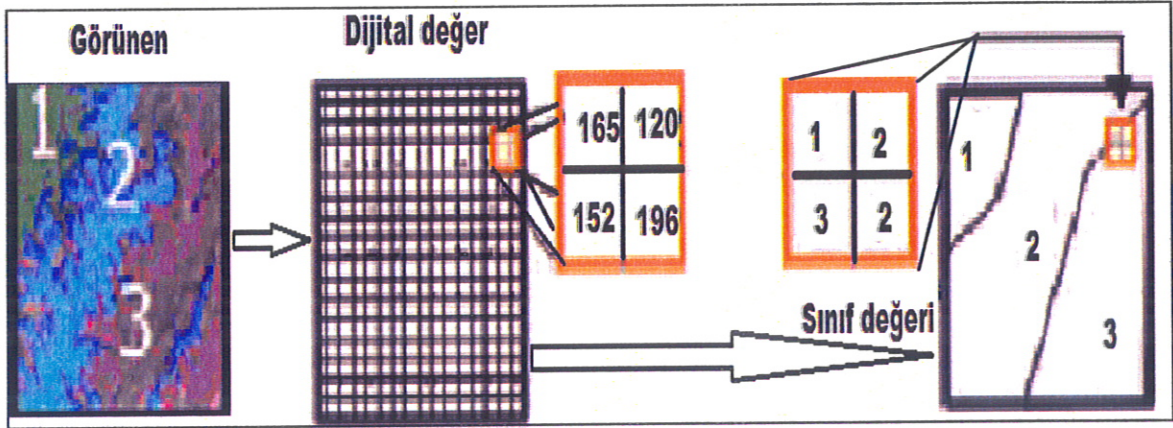
istatistiksel temel oluşturulur ve sınıflandırma bu temel üzerine kurulur. Bilgi sınıfları veya arazi örtüsü sınıfları, oluşacak tematik haritadaki katmanlardır (Szymanski 1998). Bilgisayar üzerinde otomatik sınıflandırma yapılmadan önce arazinin kaç farklı sınıfa ayrılacağı ve hangi temeller üzerine gruplandırılacağı belirlenir. Bu yapılırken sahanın genel özellikleri, litolojik farklılıkları, önemliyse bitki örtüsü vs gibi unsurlar dikkate alınır. Bilgisayarda otomatik olarak yapılan sınıflandırma için her bir konulu sınıfın gerçekten temsil ettiğine inanılan pikseller seçilir. Seçilen pikseller istatistiksel (ortalama, standart sapma, kovaryans matrisi vb.) olarak incelenir ve her bir piksel kendisine en yakın istatistiksel özellikleri gösteren sınıfa atanır (Koç, 2006). Elde edilen görüntüde her bir sınıf farklı bir renkte tanımlanır. Kontrollü sınıflandırmada hassasiyeti artırmak için yardımcı verilerden yararlanılabilir. Bu yardımcı veriler (sahaya ait sayısal jeoloji haritaları, arazi kullanımı, topoğrafik harita, eğim, bakı analizleri vb.) sınıflandırmanın her aşamasında analiz edilerek sınıflandırma sonucunu değiştirebilir (Baysal, 2008). Yapılan bu çalışmanın amacı, elde edilen sonuçların en doğru şekilde istenilen sınıfları temsil etmesidir (Şekil 2.6). Bu durumda doğru bir sınıflandırmanın yapılabilmesi için, oluşturulan sınıf kontrol alanlarının çalışılan arazide homojen şekilde belirlenmesi ve yeterli sayı ile büyüklükte tanımlanması ile mümkün olur (Lillesand ve Kiefer, 2000).



Şekil 1.6. Kontrollü sınıflandırma şeması (Lillesand ve Kiefer, 2000).

b) **Kontrolsüz (Eğitimsiz) Sınıflandırma**: Kullanıcı arazi hakkında herhangi bir önbilgiye sahip olmadan bazı belirli parametreleri programa tanıtarak sınıflandırma işlemi yapılır. Kontrolsüz sınıflandırma spektral modellerden oluşturulan genel istatistik gruplarından meydana gelmektedir (Şekil 1.7). Spektral gruplama ile yapılan bu

çalışmalarda bazen kullanıcıdan bazı özellikler istenebilir. Bu parametreler oluşturulacak sınıf sayısı, uzay parametreleri, yarıçap mesafesi, spektral uzay mesafesi, sınıflandırma esnasında gözlemlenerek oluşturulacak piksel sayısı gibi parametreler ve sahada gözlenen litolojik farklılıklar olabilir.



Şekil 1.7. Kontrolsüz sınıflandırma şeması (Lillesand ve Kiefer, 2000).

Hücrelerin spektral modellerine göre benzer özellikleri taşıyan spektral sınıflar oluşturulur. Yakınsak olan piksel değerleri benzer gruplarda sınıflandırılır. Fakat oluşturulan bu sınıfların yeryüzündeki hangi sınıfı temsil ettiği hakkında bir bilgi içermez, sadece rastgele atanan piksel değerlerin yakınsaklık ilişkilerini içerir. Buradan sadece istenilen sayıda sınıf sayısının oluşturulması anlamlıdır. Bu sınıfların tespiti, oluşturulacak yeni çalışmalarla veya yerinde kontrol çalışmalarla ortaya çıkartılabilir.

Kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma uygulama hızından ve basitliğinden dolayı en fazla uygulanan değişim analizleridir. Sınıflandırmalar yansıyan enerjilerin gruplanmasından ortaya çıktığından hem piksel değerlerinin yakınsaklığı hem de çevresel ve zamansal etmenlerden ötürü hata unsurlarını içermektedir. Genel değerlendirmeler açısından bir fikir yürütmemizi sağlayan bu yöntem öznel olarak son ürün olarak sunulmamalıdır. Daha sonra yapılacak olan sınıflandırma çalışmalarına altlık ürünü olarak kullanılabilir.

Çevresel etmenlerden kaynaklanan hatalar görüntü düzeltme yöntemleri ile giderilebilir. Fakat daha doğru bir sonuç elde etmek için muhakkak koordinatları ve genel durumu bilinen verilerle karşılaştırılmaları ve yerinde sağlamalarının yapılması gerekmektedir. Yapılan işlemin doğruluğu sınıflandırma doğruluk analizi ile belirlenebilir.

Sınıflandırmanın son ürünü olarak kabul edilebilmesi için yapılan doğruluk çalışmalarından elde edilen sonucun en az %70 olması gerekmektedir (Ayhan vd., 2003).

Sınıflandırma ile yapılacak değişim analizi iki şekilde olur: birincisinde sınıflandırma yapılan görüntüler görsel olarak yorumlanır. İkinci uygulamada ise, oluşturulan görüntüler tekrardan sınıflandırılır. İkinci kez tekrardan yapılan sınıflandırma yöntemiyle alanların büyüklükleri hakkında bilgi sahibi olunabilir. Bu işlemle beraber bir değişim matrisi elde edilir. Değişim analizini kısaca şöyle tanımlanabilir: ilk tarihli görüntüdeki her sınıftaki her piksel değerinin sonraki tarihli görüntüde hangi sınıf ve hangi piksel değerine denk geldiğinin gösterilmesidir (Baysal, 2006). Örneğin tez çalışması kapsamında ilk tarihli görüntüdeki bazalt alanının son tarihli görüntüde ne kadar değişime uğradığı tespit edilebilir.

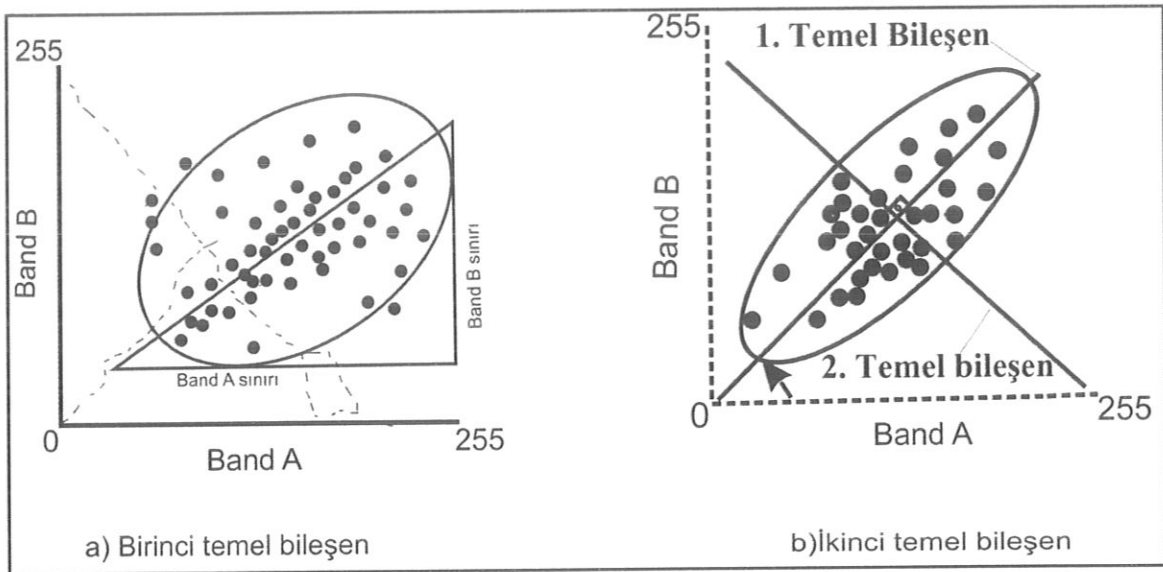
#### **1.6.3.4. Temel Bileşenler Analizi**

Birden fazla band üzerinden gerçekleştirilen bir analizdir. Temel bileşenler dönüşümü, küçülen varyanslı ardışık olarak çıkarılan lineer kombinasyonlar (temel bileşenler) yoluyla, değişkenlerin ilişkisiz lineer kombinasyonları seçen çok değişkenli istatistiksel bir yöntemdir (Singh ve Harrison, 1985). Birbiriyle istatistiksel olarak ilişkileri yüksek olan band grupları üzerinde yapılan bir işlem olup temel amacı görüntü üzerindeki benzer band sayısını en aza indirgenerek en fazla detayın belirlenmesidir (Vincent, 1997). Temel bileşenler analizi (Principle Component Analysis-PCA), görüntünün geometrik özellikleri üzerinde yapılan konumsal bir dönüşüm değil, görüntünün radyometrik (spektral ya da renk ) özellikleri üzerinde yapılan istatistiksel bir dönüşümdür (Akça ve Doğan 2002). Ana bileşenler analizinde çok değişkenli ve aralarında yüksek korelasyon bulunan verileri, aralarında korelasyon olmayan yeni bir koordinat sistemine dönüştüren doğrusal bir dönüşümdür. Yeni bileşenler, birbirine dik eksenlere sahip olduğundan arasında herhangi bir korelasyon yoktur. İlk bileşen en fazla varyansı içerir ve diğer bileşenler azalan varyans değerlerine sahiptir. En fazla varyansı içeren ilk bileşen aynı zamanda en fazla bilgiyi de içerir. Şekil-4'te gösterilen diyagramda, ilk olarak MS bantlarından temel bileşenler hesaplanır. Daha sonra ilk bileşen yerine PAN görüntü ile değişim yapılır ve son olarak dönüşüm tersine uygulanır (Uysal, 2004).

Bu işlem birbiriyle yüksek ilişkiye sahip bantlarda uygulanır. Örneğin Landsat  $TM_1$ ,  $TM_2$ ,  $TM_3$  bantları benzer bantları ile  $TM_5$  ve  $TM_7$  bantları kendi aralarında

ilişkileri yüksek bandlardır. Yapılan çalışmalardaki benzerlik, istatistiksel olarak benzer verilerin olduğu anlamındadır. İlişkilerinin zayıf olması ise elde edilecek veri dizilimlerinin bağımsız ve farklı olduğu anlamını taşır (İşlem GIS, 2002).

Temel bileşenler analizi için öncelikle ilişkisi yüksek bandların dönüştürülme işlemine tabi tutulması gerekmektedir. İlişkisi yüksek bu bandların ortak değişim değerlerinin bulunabilmesi için istatistiksel bazı modellerden faydalanılır. Bu istatistiksel işlemler, matris değerleri üzerinde kovaryans – varyans matrislerinin oluşturularak “eigen değerleri” ve “eigen vektörlerini” oluşturularak temel bileşen değerlerinin (PC) bulunmasıdır. İki bandın piksel değerinin üç boyutlu dağılımını gösteren pilot grafiğindeki elips alanını ortalayarak geçen doğru birinci temel bileşen (Şekil 1.8a), bu doğruyu dik kesen ise ikinci temel bileşen olarak adlandırılır (Şekil 1.8b).



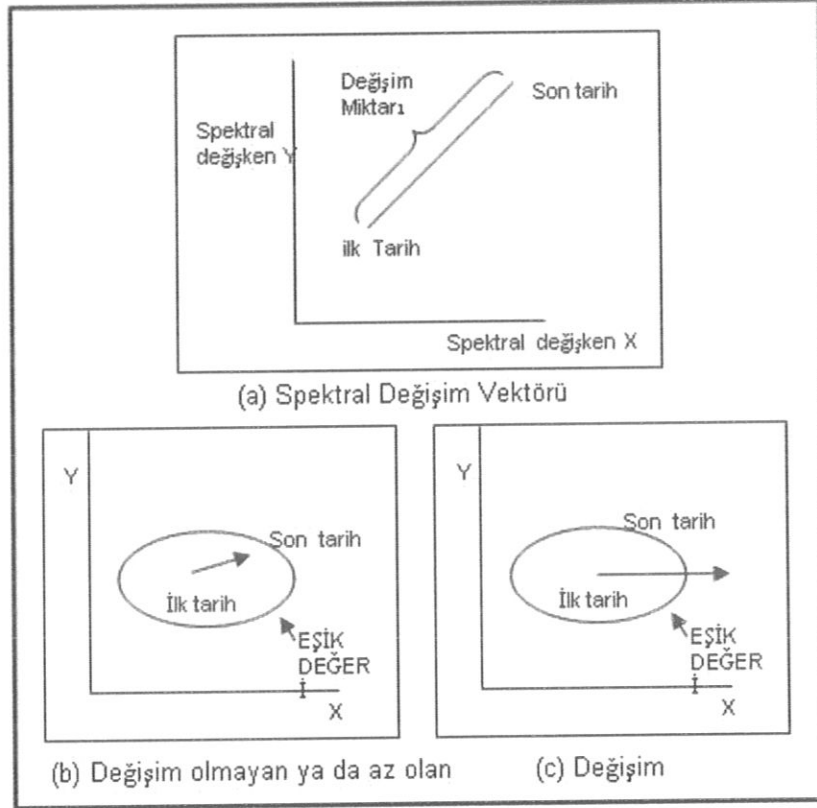
Şekil 1.8. Temel bileşenler pilot grafiği. (a) Birinci temel bileşen ve (b) İkinci temel bileşen (Durry, 1993; Baysal, 2006)

PC1 olarak adlandırılan (Şekil 2.8a) birinci temel bileşenin içinde çalışmada kullanılan bandlardaki (Band A – Band B) birbirine benzeyen yansımaya değerleri bulunur. PC2 olarak adlandırılan (Şekil 2.8b) ikinci temel bileşende ise birinci bileşene dik bir yönde olup birinci bileşenden artan diğer yansımaya değerleri bulunur (Baysal, 2006).

Temel bileşenler analizi ile birden fazla bandta bulunan bilgileri tek görüntüde bir araya getirerek yorumlama işlemi için daha zengin ve yoğun içerikli yeni bir görüntü elde edilebilir. Birden fazla görüntüyü tek bir bileşende toplarken veri kaybını en düşük düzeyde tutmaktadır (Baysal, 2006).

### 1.6.3.5. Değişim vektör analizi

Değişim vektör analizi, spektral değişim vektörü üretir. Bu vektör ilk tarihli görüntüden son tarihli görüntüye olan değişim yönünü tanımlar (Şekil 1.9).



Şekil 1.9 Değişim analizi. (a) Spektral değişim vektörü, (b) Değişim olmayan veya az olan, (c) Değişim (İşlem GIS, 2002)

İlk tarihli görüntüden son tarihli görüntüye bir spektral vektör çizilir, değişimin algılanabilmesi için bir eşik değeri belirlenir. Spektral vektör üzerinde eşik değerine karşılık gelecek bir elips çizilir. Bu şekil içinde kalan kısımlar değişim olmayanları (Şekil 2.8b) dışta kalanlar ise değişim olan alanları kapsar (Şekil 2.8c) (İşlem GIS, 2002).

### 1.6.3.6. Sınıflandırmanın Doğruluğu

Yapılan sınıflandırma işlemleri sonucunda iki tip hata ile karşılaşılır. Bunlar:

- Piksellerin uygun bir sınıfa atanamaması
- Piksellerin yer alması gerekenden farklı bir sınıfa atanması

Doğruluk analizi, doğruluğu kesin olarak kabul edilen coğrafi verilerle sınıflandırma sonucunun karşılaştırılarak bu işlemin doğruluğunun belirlenmesi için kullanılan genel bir terimdir (Ekercin, 2007). Bu çalışmada kullanılacak referans veri ise Google Earth ve jeolojik haritadan elde edilen sonuçlardır.

Doğruluk analizi, referans pikseller aracılığıyla doğruluğu kesin veri üzerindeki sınıflandırma alanlarının sonuç görüntüdeki karşılıklarına göre hata matrisleri oluşturularak yapılmıştır. Bu matrisler olasılık tablosu olarak tanımlanır. Bu tablonun satırlar ve sütunlarla gösterilen sınıflandırma sonuçlarında satırlar sınıf verilerini sütunlar da örnek noktaya dayalı yer gerçeklerini ifade eder. Sınıflandırılmış görüntünün doğruluğu hesaplanırken; toplam doğrular (diyagonal matrisin elemanları), hata matrisindeki tüm piksellere bölünerek bulunur. Bir sınıfa ait doğru piksellerin sayısı, bulunduğu satır üzerindeki tüm piksellere (sınıf içinde bulunan tüm piksellere ) bölünürse sonuç doğruluk, kullanıcı doğruluğu olarak tanımlanır. Bu, “commision error” ölçütüdür ve sınıflandırılmış pikselin, yer gerçeklerini hangi olasılıkta ifade ettiğini gösterir. Diğer taraftan, sınıf içerisindeki tüm piksellerin sayısı, bulunduğu sütun içerisindeki tüm piksellerin sayısına bölünürse (o sınıfa ait referans verideki piksel sayısı) sonuç bize üretici hassasiyetini verir. Bu da referans verideki, sınıflandırmanın doğruluğudur ve “omission error” ölçütüdür (URL-2, 2013).

Doğruluk analizi iki aşamada gerçekleşir. İlk aşama örnek piksellerin görüntü üzerine yerleştirilerek referans görüntü ile karşılaştırılmasıdır. İkinci aşama seçilen noktaların istatistiksel işlemler sonucunda doğruluk yüzdesinin ve hata değerinin hesaplandığı kappanın (K) elde edilmesidir (Avdan, 2004).

İlk aşamada örnek piksellerin görüntü üzerine yerleştirilmesi, seçilecek yöntem ve bu amaçla kullanılacak piksel sayısı çok önemlidir. Bu çalışmada her konulu sınıf için eşit sayıda nokta kullanılmıştır. Kullanılan piksel sayısı, yapılan çalışmada görüntünün satır ve sütun sayısının yaklaşık % 10’u olan 224 noktadır (Baysal, 2006).

Kappa değeri, sınıflandırmanın doğruluğunu ağırlıklı olarak hesaplayan bir istatistiksel ölçüdür (Baysal, 2006).

Kappa değerinin matematiksel tanımı;

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i-x+i}}{N^2 \sum_{i=1}^r X_{i+x+i}} \quad (1.9)$$

Bu eşitlikte;

$K$  :Kappa değeri

$r$  :Sınıf sayısı

$X_i$  :Satır toplamı

$X_{ii}$  :Hata matrisinin köşegen elemanları

$x_{+i}$  :Sütun toplamı

$N$  : Hata matrisindeki toplam piksel sayısıdır.

Sonuçta bulunan değer Tablo 1.3'de verilen sonuçlara göre kıyaslanır ve sınıflandırma performansı değerlendirilir.

Tablo 1.3. Kappa değerlerine göre sınıflandırma sonuçları (Gupta, 2002; Baysal 2006)

Kappa	
0.00	Sınıflandırılmış ve referans verileri arasında uyuşmanın olmadığı
1.00	Tam uyuşma
$> 0.75$	Sınıflandırma çok iyi
$< 0.40$	Sınıflandırmanın yetersiz olduğu

## 2. MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada Landsat 5 TM (Thematic Mapper) uydusuna ait 1987 (MSS), Landsat 7 uydusuna ait 2006 ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) tarihlerinde alınmış uydu görüntüleri, çeşitli genel ve jeolojik özellikleri barındıran jeolojik haritası kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin işlenmesinde ve değerlendirilmesinde ERDAS Imagine, haritaların sayısallaştırılması ve mekansal (coğrafik) analizlerin yapılmasında ArcMAP-ArcInfo CBS yazılımları ve Google Earth paket programı kullanılmıştır.

Bu çalışmada yöntem olarak uzaktan algılama teknikleri olan band birleştirme, Crosta yöntemi, band oranlama, temel bileşen analizi (PCA) ve kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen görüntü üzerinde detaylandırma çalışmaları yapmak ve elde edilecek verilerin doğruluk oranlarını artırmak için atmosferik gürültülerin de filtrelenmesi için gerekli olan radyometrik düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra işlenmeye hazır hale getirilen görüntülerde temel bileşen analizi (PCA) ve sınıflandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

### 2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı p180r033 numaralı Landsat görüntüsü içinde yer almakta olup, daha dar anlamda Kula ve çevresini kapsamaktadır (Tablo 2.1). Kula; Ege bölgesinde Manisa iline bağlı denizden yüksekliği 630m olan bir yaylada kurulmuştur. Batı Anadolu'da İzmir-Ankara yolu üzerinde yer alan Kula yöresi, tarihte Lidya ülkesi olarak bilinir (Şekil 2.1). Peribacaları, sönmüş volkanları, bu volkanlar etrafındaki antik yerleşim birimleri ve bu dönemlerden kalma insanlara ve hayvanlara ait ayak izleri ve çeşitli kalıntılarıyla bilinen Kula volkanik yöresi, ünlü tarihçi Strabon tarafından "Yanık Ülke" anlamına gelen "Katakakeumene" olarak adlandırılmıştır (Akçay, 2012). Enlemi 38°31.8' boylamı 28° 40.2' arasında, güncel volkanik karakterdeki Divlit dağının 150m yakınında olup, bölgedeki aktif tektonik faaliyetlerin bir sonucu olarak 2.derecede deprem bölgesi içindedir. Bugünkü nüfusu 15000 civarında olan Kula, merkezi köyleriyle beraber 45000 civarı bir nüfusa sahiptir. Çalışma sahasında Kula ilçe merkezinde başlayarak Demirköprü barajının batısına kadar uzanan ve Kuvaterner yaşlı bazaltik karakterdeki lav akıntısı bölgenin en önemli doğal güzelliklerinden olup, UNESCO tarafından jeolojik miras olarak kayıt altına



Araştırma alanı elde edilen uydu görüntüsü üzerinden belirlenen dört nokta ile poligon oluşturacak şekilde sınırlandırılmıştır. Bu sınırlar Tablo 2.1’de detaylı şekilde aktarılmıştır. Sınırlar belirlenirken mevcut sahada gözlemlenen bazalt alanların dağılımı göz önüne alınarak belirlenmiştir.

Tablo 2.1. Çalışma alanının koordinatları

	X	Y
<b>Nokta 1</b>	481200.00	4415400.00
<b>Nokta 2</b>	726600.00	4198200.00
<b>Nokta 3</b>	726600.00	4415400.00
<b>Nokta 4</b>	481200.00	4198200.00

### 2.1.1. Kula ve Çevresinin Jeolojisi

Kula bölgesine ait bilinen ilk jeolojik çalışma Hamilton ve Strickland (1840) tarafından yapılmıştır. Hamilton ve Strickland (1840) volkanik patlamaları üç aşamada tanımlamışlardır. Birinci dönemde plato bazalt kütesinin gölsel kireçtaşını örttüğünü belirtmişlerdir. İkinci dönem volkanik faaliyetleri için; gölsel oluşumları güneyden sınırlayan şist sırtlarını örten lav akıntısı ve küllerinden oluşan sayısız konik tepelikleri olarak nitelenebileceğini söylemişlerdir. Üçüncü dönemin volkanları yalnızca üç tanedir ve hepsi aynı büyüklüktedir. KB-GD doğrultusunda aynı hat üzerinde 9.66 km aralıklarla dizilmişlerdir. Bunların her biri daha önce tanımlanan şist sırtlarını ile ardalanan küçük alüvyon düzlüklerin ortasında yükselmektedirler. Bu bağlamda, hepsi sırtların üzerinde yer alan ikinci dönem volkanikleri ile farklılık göstermektedirler. Bunlar doğudan batıya Kula, Sandal ve Kaplan volkanlarıdır (Jackson vd., 1982; Bozkurt, 2001a; Akçay, 2012).

Kula volkanitleri, Batı Anadolu’da Manisa il sınırı içerisinde yaklaşık 30 – 35 km uzunlukta ve 10 – 15 km genişlikteki bir alanda, Kula ilçe merkezi çevresinde yüzlekler veren Kuvartner genç alkali bazaltik lav akıntıları ve tefralarıdır. Yaygın plato bazaltları ve iyi korunmuş kraterler ve lav akıntılarıyla Batı Anadolu’nun en genç volkanları aktif riftleşme alanındaki alkali bazalt bölgesinin en mükemmel örnekleridir. Eski grabenler (GB-KD yönlü Gördes, Demirci ve Selendi) daha ince (1 km den daha az) sedimanlarla doludur (Bozkurt, 2001a; Akçay, 2012).

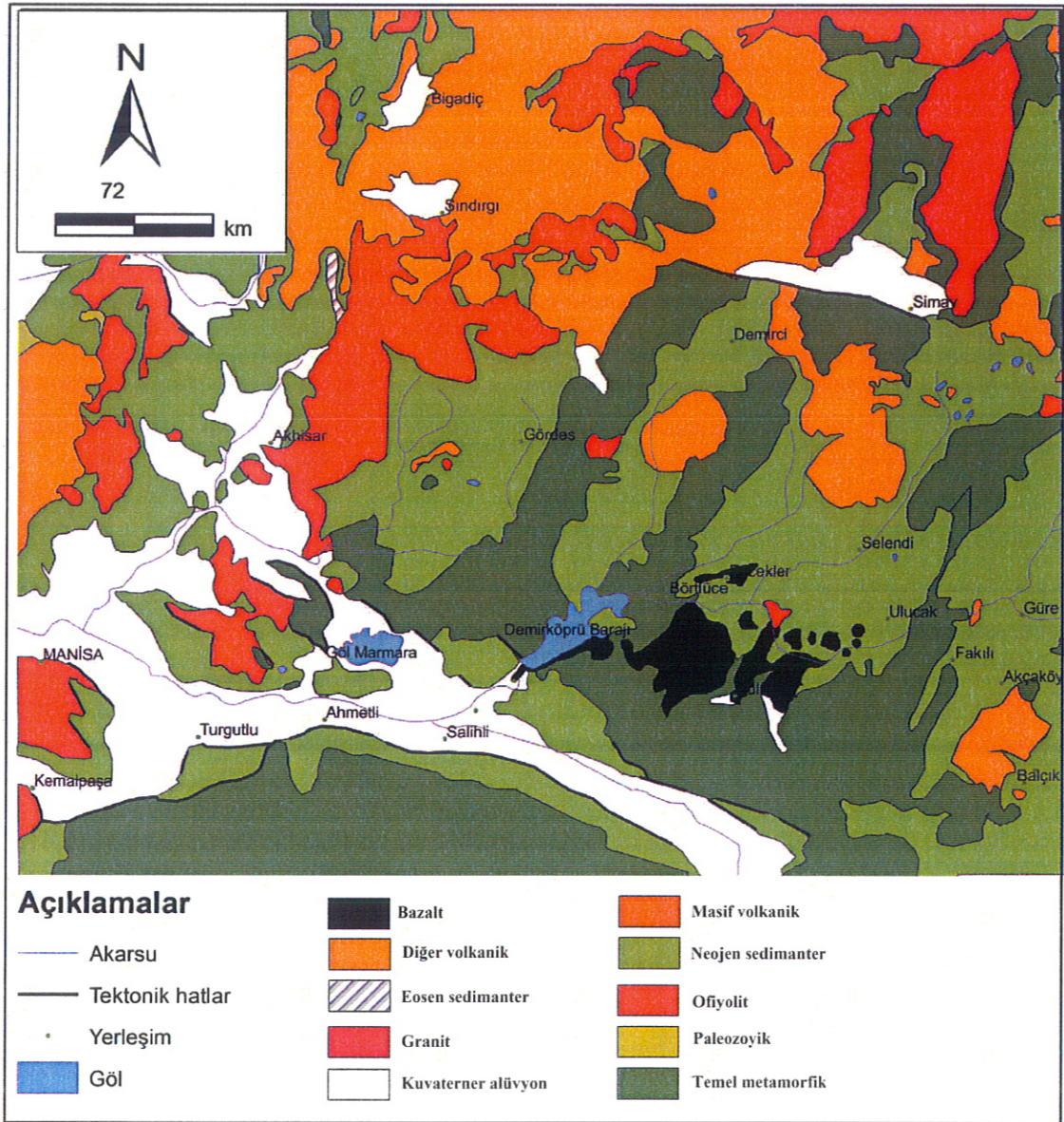
Kula bölgesi orojenik sıkışmayı takip eden kıtasal açılmanın olduğu dünyanın sismik olarak en faal bölgelerden biri olan ülkemizin batısında yer almaktadır. Açılma tektoniğini temel olarak D-B ve KD-GB yönlü kıtasal çöküntüler oluşturmuştur. D-B yönlü Pliyo-Kuvaterner Gediz Grabeni, tabanı dolduran yanal alüvyon yelpazesi ve aksel nehir birikintileri ile karakterize edilmiştir. Gediz Grabeni ile kuzeyindeki Simav Grabeni arasında D-B grabenleri ile dik açılı konumdaki KD-GB yönlü çöküntüler yer almaktadır. Bunların en belirginleri Gördes, Demirci, Selendi ve Uşak-Güre'dir (Dewey ve Şengör, 1979; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör vd., 1985; Eyidoğan ve Jackson, 1985; Şengör, 1987; Seyitoğlu ve Scott, 1991; Bozkurt, 2001a; Yılmaz vd., 2000; Arpat ve Bingöl, 1969; Akçay, 2012).

Güneye doğru eğimli alçalan Simav Grabeni ve güneye doğru eğimli yükselen Gediz Grabeni'ile sınırlanan Kula bölgesi, Menderes Masifi'nin kristalin blokları üzerinde yer almaktadır (Bozkurt, 2001b; Bozkurt ve Oberhensli, 2001; Erdoğan ve Güngör, 2004; Seyitoğlu vd., 2004). Bu metamorfik temel, bölgenin yalnızca güneyinde (Kula ve Demirköprü Barajı'nın batısı ve doğusu) yüzeylemekte olup, ofiyolitik bindirmeler, Neojen sedimentler ve lisvenit ile örtülmüştür. Elde edilen sismotektonik verilerine göre Kula bloğu üst kabuktaki kristalen kayalarda 10-15 km kalınlığında olduğunu göstermektedir (Eyidoğan 1988; Taymaz vd., 1991). Menderes Masifi karmaşığının eğimlenme ve yükselmeyi takiben, Kula'da erozyon dönemi vardır (Richardson ve Bunbury, 1996; Tokçaer, 2000). Nehir ve üstündeki Neojen yaşlı gölssel sedimentler konglomera, kumtaşı, kireçtaşı ve marn içermektedir (Jackson vd., 1982; Jackson ve McKenzie, 1988; Akçay, 2012).

Güncel çalışmalarda en eski Kula volkanikleri bir ana lav akıntısından ziyade oluşan plato lavlarıdır. Volkanik faaliyetten önce (birinci dönem plato bazaltları), bu plato oldukça yaygındı (Tokçaer vd., 2005). Birinci dönem plato bazaltları 330-400 km<sup>2</sup> lik bir alanı kaplamaktadır. İlksel olarak tek bir blok olan bu plato, volkanizmayı takip eden yapısal biçimi ile ilişkili kısmi olarak değişik yaşlı (Geç Miyosen-Pliyosen) oluşumlarıyla Neojen sedimentler kayaçların üzerindedir. İlk dönemi takiben, bölgede eğimlenme devam etmiş ve graben yapılarıyla ilişkili olarak eski ve yeni kırıklar boyunca yükselime neden olmuştur. Aynı anda alttaki duraysız sedimentler erozyona uğramıştır. Daha genç grabenlerin (Gediz ve Simav grabenleri) oluşumu sırasında, hem eski hem daha genç tektonik çizgiler sırasıyla yeniden harekete geçmişlerdir. Birinci plato bazaltlarının bir kısmı yükselmiş ve belirli bölümleri genç bazaltlar, tefra ve sedimentlerle örtülürken kısmi

olarak erozyona uğramıştır (Tokçaer 2000). Erozyona dayanıklı olan plato bazaltları ile örtülü çöküntüler iyi korunmuştur. Genişleme faaliyeti süresince sinder kraterleri oluşumu aralıksız devam etmiştir. Volkanik faaliyetin son döneminde, en genç kraterler tekrar ikinci plato bazaltlarını oluşturmak için lav akıntıları oluşturmuştur (Akçay, 2012) (Şekil 2.2.).

Bölgede 1. ve 2. dönemlere ait 70'den fazla volkan konisinin varlığı ifade edilmektedir. Bu özellikleri ile Kula bazaltları Batı Anadolu'da astonosferik mantonun hızlı yükselmesinin tek örneğini temsil etmektedir (Tokçaer vd., 2005).



Şekil 2.2 Kula ve çevresinin jeoloji haritası (Seyyitoğlu ve Scott, 1991'den değiştirerek)

## 2.2. Metod

Tez çalışması kapsamında Eylül 1987, Eylül 2006 tarihli p180r33 pafta numaralı Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntülere gerekli olan geometrik ve radyometrik düzeltmeler yapılarak tez çalışması için hazır hale getirilmiştir.

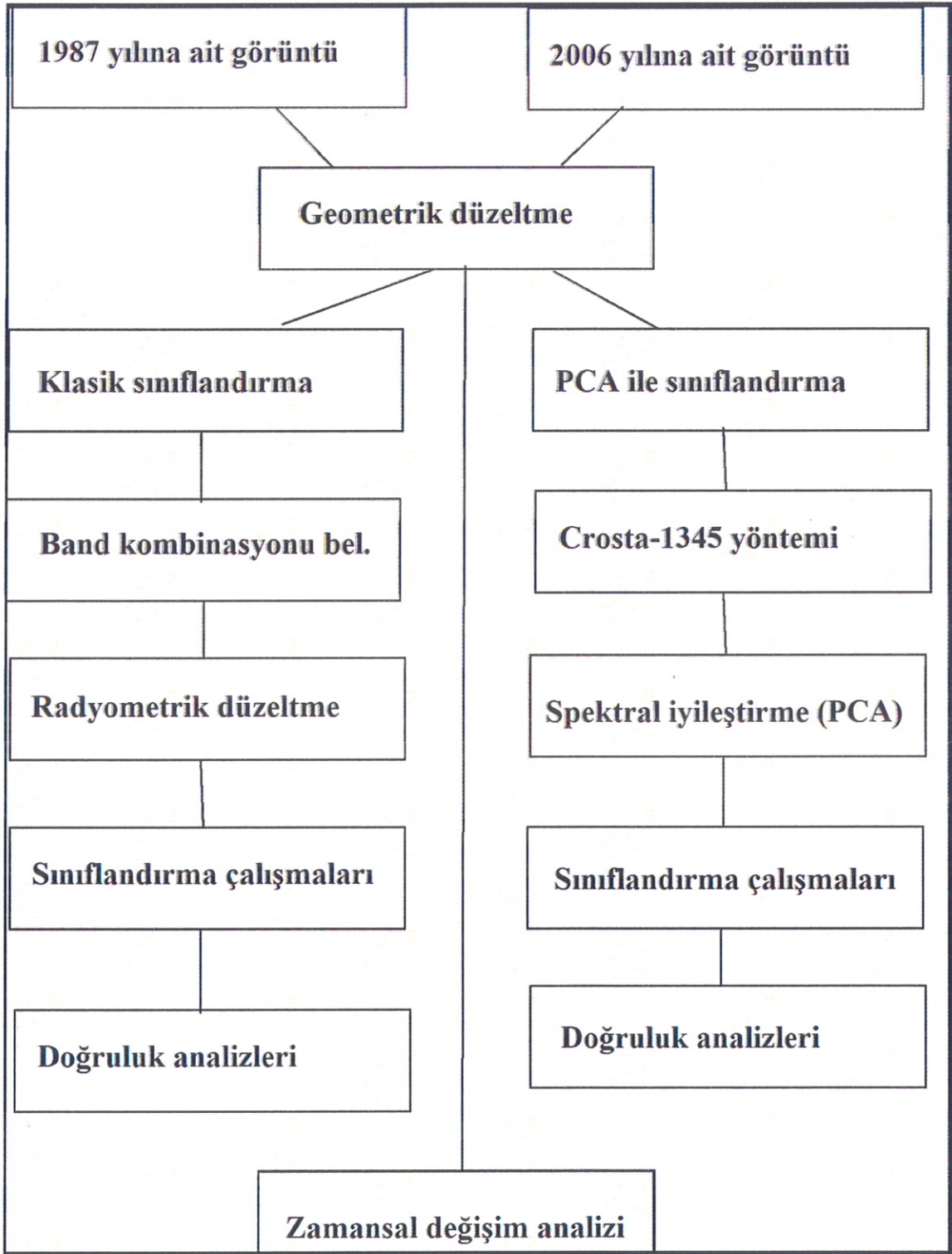
Uygulamada öncelikle görüntülerin projeksiyon sistemleri tanımlanmıştır. Projeksiyon sistemi olarak “UTM 35. bölge” ve “WGS 84” datumu seçilmiştir. Geometrik düzeltmesi yapılan 1987 yılına ait görüntü ile 2006 yılına ait görüntünün geometrik olarak düzeltilmesi yapılmıştır. İlk aşamada görüntüler için band kombinasyonları “En Uygun İçerik Etkeni (OIF)” yöntemi kullanılmış ve her iki farklı tarihli görüntüler için 3 band elde edilmiştir. İlk sınıflandırma yöntemi klasik sınıflandırma yöntemleri uygulanmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında seçilen bandların radyometrik iyileştirmesi yapılmıştır. Radyometrik iyileştirme yöntemlerinden histogram eşleme yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, kontrolsüz ve kontrollü sınıflandırma yapılarak,, her iki farklı tarih için sınıflandırılmış görüntüler elde edilmiştir. Klasik sınıflandırma yönteminin son aşamasında ise sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir.

Uygulama çalışmasında ikinci yöntem, Crosta yöntemi ile elde edilen görüntülere temel bileşenler analizi yöntemi kullanılarak sınıflandırmadır. Bu yöntemde 1987 yılı Landsat 5 TM ile 2006 yılı Landsat 7 ETM tarihli görüntülerin her ikisi için spektral iyileştirme yapılmış ve iyileştirmede temel bileşenler analizi yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta her iki farklı tarihli görüntüye ait 4 temel bileşen elde edilmiştir.

Son aşamada, her iki tarihli görüntü için ayrı ayrı sadece kontrollü sınıflandırma yapılarak, bu çalışmanın da son aşamasında yine doğruluk analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.3).

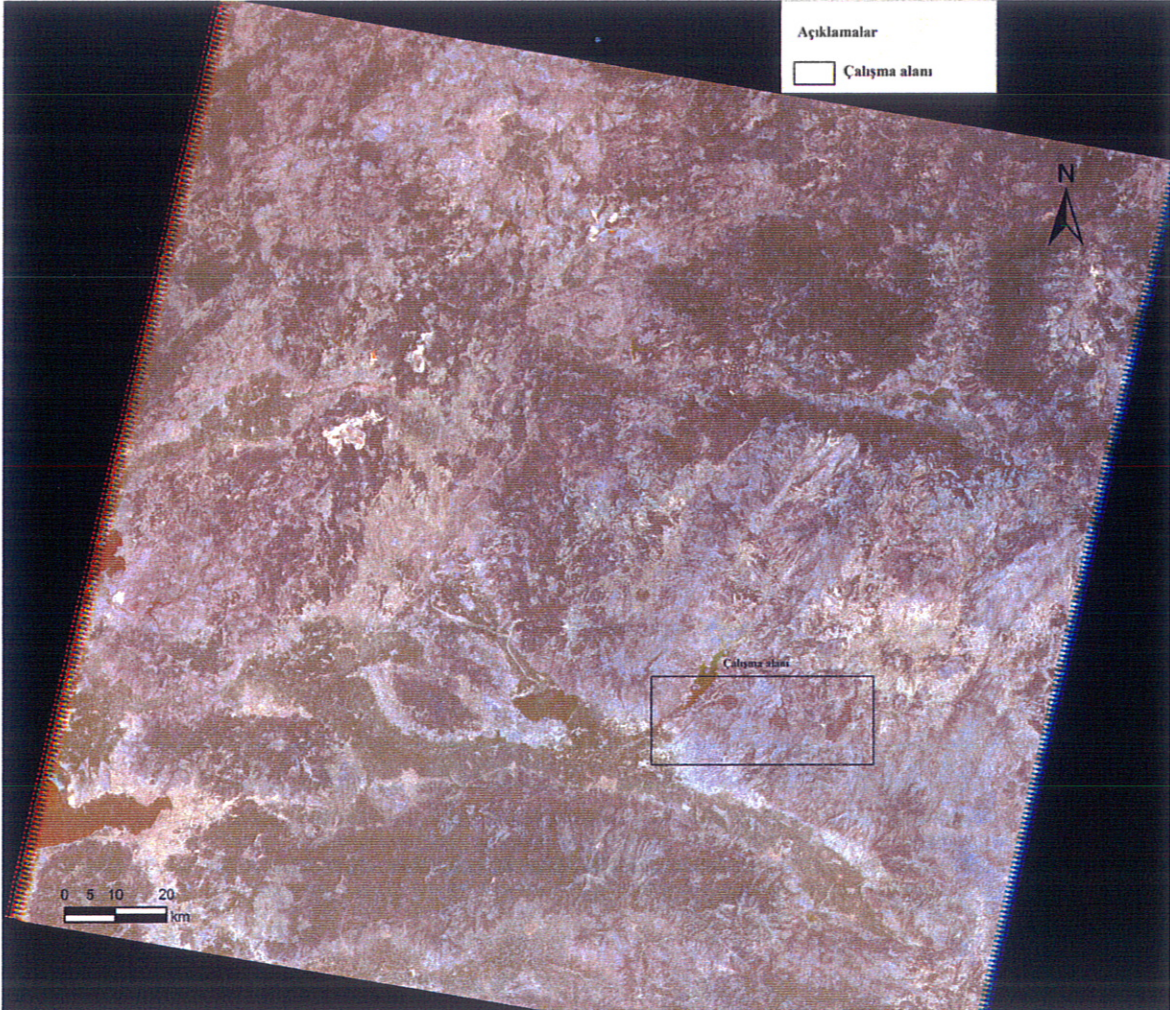


Şekil 2.3. Yapılan çalışmanın akış şeması

### 2.2.1. Görüntülerin Elde Edilmesi

Çalışma sahasına ait, Eylül 1987 tarihli Landsat 5 TM, ve Eylül 2006 tarihli Landsat 7 ETM+ uydu verileri temin edilmiştir. Daha sonra elde edilen \*.tiff uzantılı bu verilerden Erdas Imaginer programı yardımıyla yığın oluşturularak (stacklayer işlemi) \*.img uzantılı, görüntü elde edilmiştir.

Yapılan bu işlemlerde, çözünürlüğü az olduğundan altıncı bant dışarıda bırakılmış ve geriye kalan altı bandın (1, 2, 3, 4, 5 ve 7 TM bantları) gerçek (uzatılmamış) sayısal değerleri üzerinden dönüşüm gerçekleştirilmiştir (Kargı ve Sarı 2006). Elde edilen görüntü Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4. Yığın haline getirilmiş 4/3/2 band kombinasyonlu Landsat uydu görüntüsü (2006)

### 2.2.2. Geometrik Düzeltme

Çalışmada sınıflandırma yöntemlerine geçmeden önce, projeksiyon sistemi belirlenmiş olan görüntülerde geometrik iyileştirme yapılmış. Bu çalışmada değişim analizinde sınıflandırma yöntemi kullanıldığından, iki farklı tarihe ait görüntüler arasında koordinat eşleme yöntemi kullanılmıştır.

Geometrik düzeltme yöntemlerinden “En Yakın Komşu Örnekleme” yöntemi ile 1987 yılı görüntüsü 2006 yılı görüntüsüne göre geometrik olarak koordinatlandırılmıştır.

### 2.2.3. Görüntülerin dönüştürülmesi

Landsat uydu görüntüleri 1990 yılından önce MSS (DN5) özellikli görüntülerdir. Buna karşın 2000 yılından sonraki görüntüler TM (DN7) ve 2006 yılındaki görüntüler ETM+ (DN7) özellikli görüntülerdir. MSS özellikli görüntülerin mekansal çözünürlükleri 80 m, TM özellikli görüntülerin mekansal çözünürlükleri ise 30 m'dir. Farklı özellikli bu görüntülerin karşılaştırılabilmesi için tarama alanlarının aynı darlıkta, aynı ayırt edilebilme özelliklerine sahip olmaları gerekmektedir. Tez kapsamında kullanılan bu görüntülerin karşılaştırılabilmesi için 1987 tarihli MSS özellikli uydu görüntüsü Vogelmann vd. (2001) tarafından önerilen 2.1 nolu eşitlik yardımıyla ve katsayıları Tablo 2.2'de verilen dönüşüm katsayıları ile 2006 (DN7) tarihli görüntü ile uygun hale dönüştürülmüştür (Şekil 2.5, Şeki 2.6).

$$DN 7 = (\text{Slope}_\lambda * DN5) + \text{Intercept}_\lambda \quad (2.1)$$

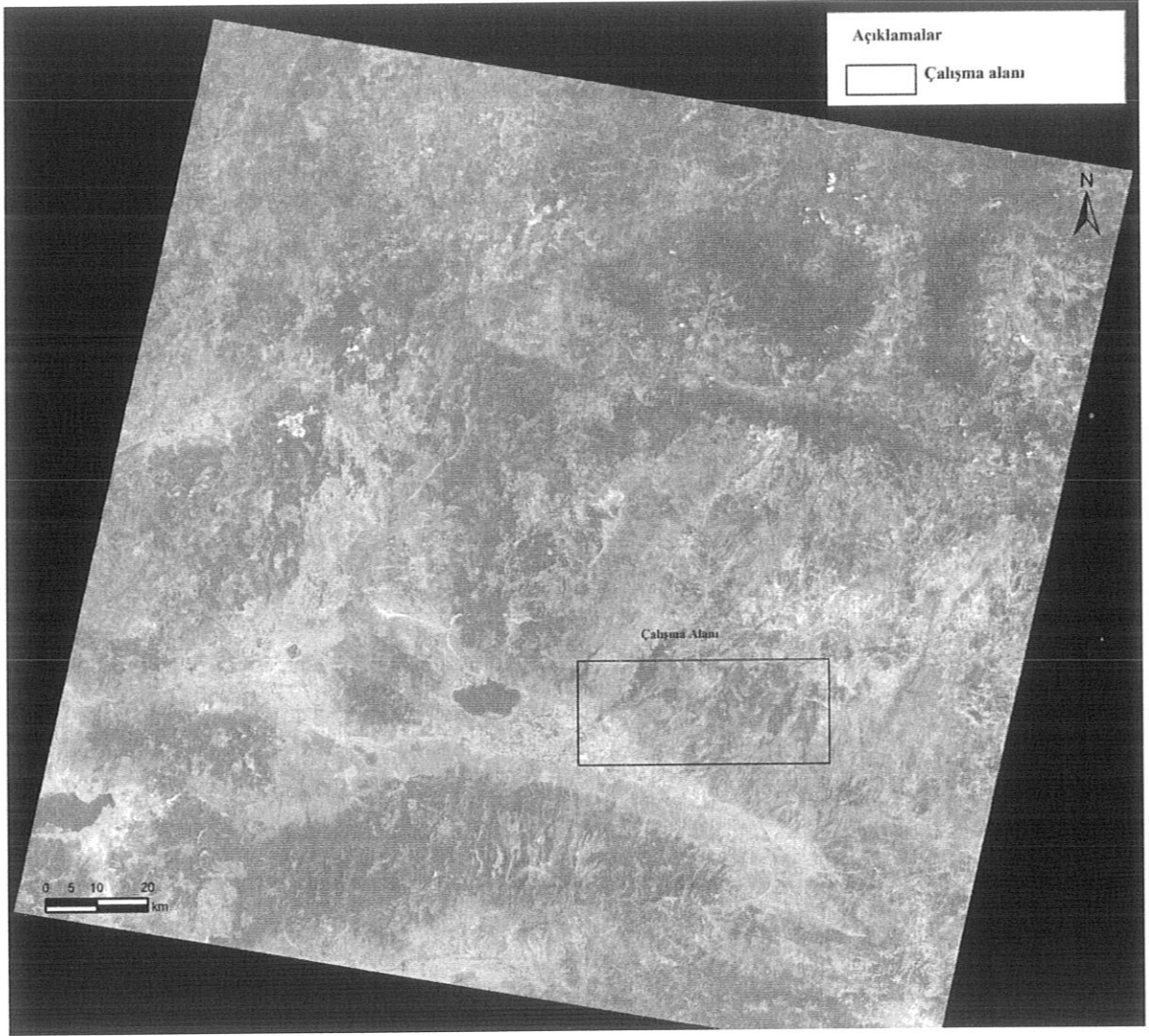
Tablo 2.2. Dönüşüm parametreleri

Band	Slope	Intercept
1	0,943	4,21
2	1,776	2,58
3	1,538	2,50
4	1,427	4,80
5	0,984	6,96
7	1,304	5,76

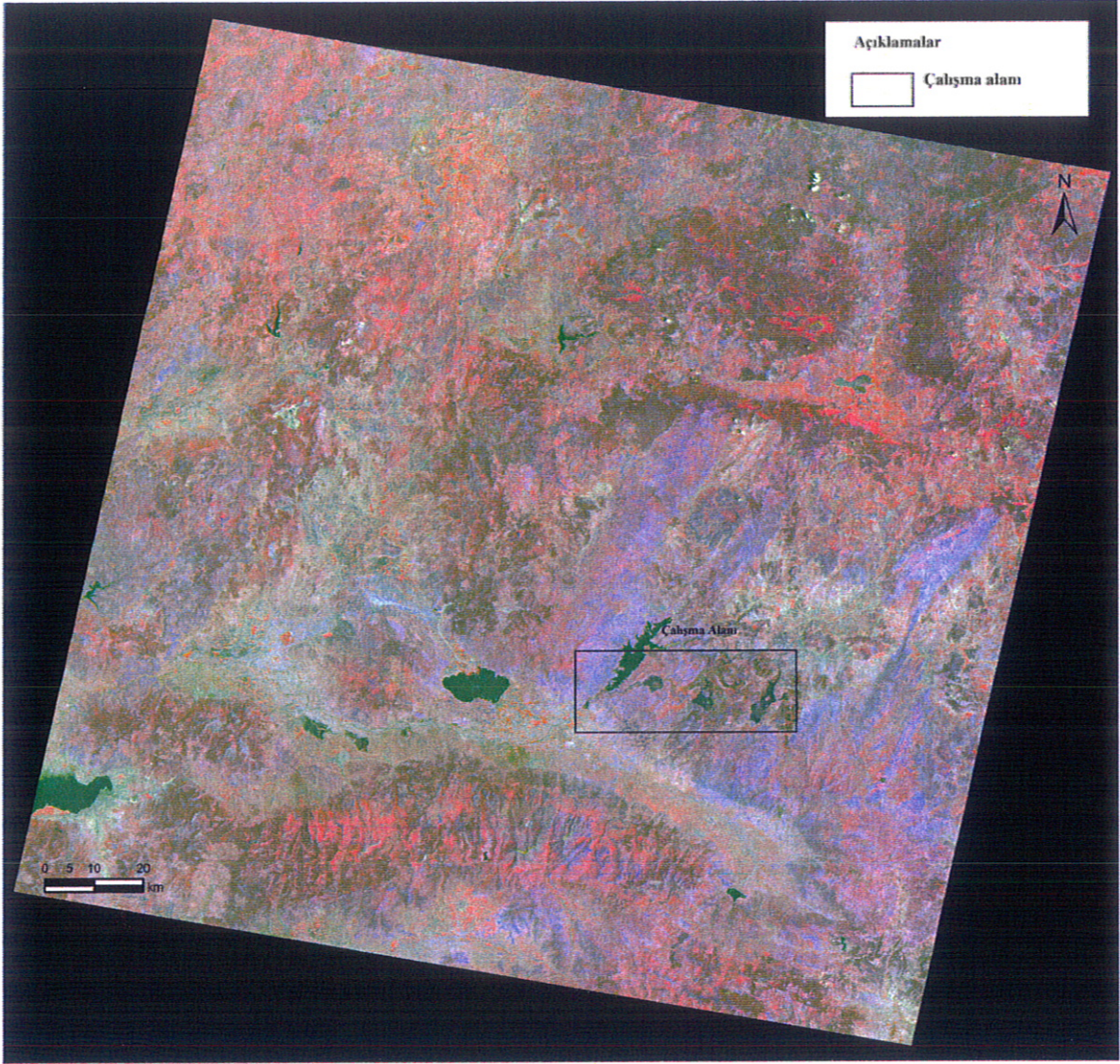
Bu eşitlikte;

DN 7 : TM özellikli uydu görüntüsü

Slope<sub>x</sub> : Birinci sabit değişken  
DN 5 : MSS zellikli uydu görüntüsü  
intercept<sub>x</sub> : İkinici sabit değişken



şekil 2.5. DN5 zellikli RGB/432 band kombinasyonlu uydu görüntüsü (1987 yılı, p180r033 no'lu Landsat uydu görüntüsü)



Şekil 2.6. DN7 Özelliğine dönüştürülmüş RGB/432 özellikli uydu görüntüsü (1987 yılı, p180r033 no'lu Landsat uydu görüntüsü)

#### 2.4. Klasik Yöntem ile Sınıflandırma

Klasik sınıflandırma yönteminde, öncelikle sınıflandırma için en uygun band kombinasyonları “En Uygun İçerik Etkeni” yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Bu yöntemde, bandların spektral değerlerinin veri olarak kullanılarak istatistiksel hesaplamalar yapılmış her iki tarihli görüntü için sınıflandırma çalışmalarında en uygun band kombinasyonları (4/3/2) seçilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, seçilen bandların radyometrik iyileştirmesi yapılmıştır. Radyometrik iyileştirme yöntemlerinden “Histogram Eşleme” yöntemi kullanılmış ve yalnızca 1987 tarihli Landsat 5 TM görüntüsüne uygulanmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasında, her iki tarihli görüntüye kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma uygulanmıştır. Klasik sınıflandırma yöntemlerinin son aşamasında sınıflandırılmış görüntülerin doğruluk analizleri elde edilmiştir.

#### 2.4.1. Uygun Band Kombinasyonların Belirlenmesi

Uzaktan algılama çalışmalarında kullanılacak band ya da bandların neler olacağıın belirlenmesi gerekir. Uzaktan algılama çalışmalarında tek band kullanılabileceği gibi birden fazla band kullanılarak da (renklendirme) analiz yapılabilir. Birden fazla bandın kullanılması durumunda, uygun band ya da bandların hangilerinin olacağı yapılacak çalışmaya bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Baysal, 2006).

Tez çalışması kapsamında, uygun bandların belirlenmesinde En Uygun İçerik Etkeni (Optimum Index Factor, OIF) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, birden fazla sayıda band ile yapılacak uzaktan algılama çalışmalarında, hangi band kombinasyonunun için uygun olacağıın belirlenmesinde kullanılan istatistiksel bir analiz yöntemidir. Bu yöntemde, her bir bandın yansıma değerleri kullanılarak istatistiksel hesaplamalar yapılır. Bu hesaplamada bandlar üçerli ve her defasında birbirinden farklı bandlar kullanılır. Hesaplama sonucunda her bir band üçlüsünden hangisi en büyükse, o band üçlüsü en uygun band kombinasyonu olarak kabul edilir (Baysal, 2006).

Yöntemin matematiksel tanımı 2.2 formülünde verilmiştir.

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 S_k}{\sum_{j=1}^3 Abs} \quad (\text{Chavez vd., 1982}) \quad 2.2$$

Bu eşitlikte;

OIF : En uygun içerik etkeni

k : Kullanılan band numarası

j : Kullanılan bandların korelasyon katsayı değerleri

$S_k$  : k bandı verilerinin standart sapma değerleri

Abs : Kullanılan üç bandtan herhangi iki tanesinin korelasyon katsayısı değeri

Formülde, en uygun içerik etkeni değeri, kullanılan üç bandın standart sapma değerlerinin toplanarak, birbirlerine göre korelasyon değerlerinin ikişerli olarak toplanması ile elde edilen değere bölünmesi ile elde edilmektedir. Böylece yüksek standart sapma

değerlerine ve birbirlerine göre düşük korelasyon değerlerine sahip olan bantlar, en uygun band kombinasyonu olarak seçilir. Bu korelasyon ve standart sapma değerlerindeki farklılık, bantlardaki yansıma değerlerinin de farklılığından kaynaklandığı için, tek görüntüde üç farklı yansıma değerleri özelliği gösteren görüntüler ile çalışılmış olacaktır. Tek görüntüde işlevlerin, örneğin arazi kullanımlarının ayırt edilebilirliği hem daha sonraki yapılacak analiz çalışmalarında, hem de görsel yorumlamada daha iyi olacaktır. Görüntülerdeki arazi kullanımlarının algılanması, daha sağlıklı olacağından yapılacak çalışmalarda daha sağlıklı ve güvenilir olacaktır (Baysal, 2006).

OIF değeri belirlenirken elde edilen yıla ait görüntülerin faydalanılan bütün bantlarındaki (1, 2, 3, 4, 5, 7) tanımlayıcı istatistiksel parametreler (en düşük, en yüksek, standart sapma, varyans, kovaryans) kullanılarak elde edilmiştir. Elde edilen veriler OIF değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen OIF değerlerine göre (Tablo 2.3) 2/3/4/5/7 bantlarının bulunduğu band kombinasyonlarının değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlardan yararlanılarak madencilik ve jeolojik amaçlı çalışmalarda da tercih edilen 4/3/2 band kombinasyonu seçilmiştir.

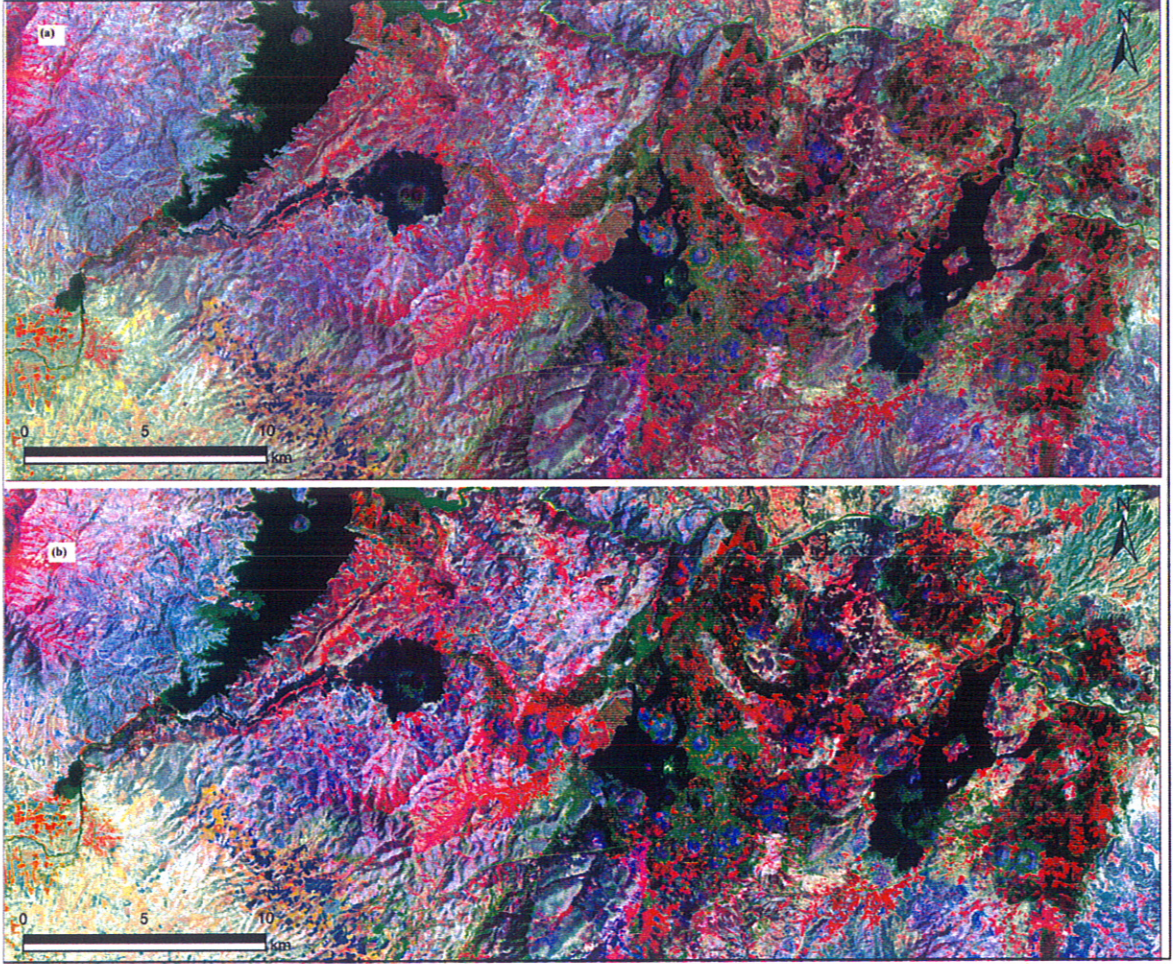
Tablo 2.3. 2006 yılına ait görüntülerin band kombinasyonlarına göre OIF değerleri

SIRA	Band Kombinasyonu	O.I.F.	SIRA	Band Kombinasyonu	O.I.F.
1	123	397,82	11	<b>234</b>	<b>690,90</b>
2	124	401,76	12	235	669,76
3	125	400,18	13	237	523,64
4	127	379,83	14	245	521,93
5	134	125,44	15	247	444,71
6	135	278,80	16	257	398,78
7	137	236,71	17	345	511,23
8	145	587,86	18	347	590,19
9	147	537,96	19	357	456,19
10	157	596,61	20	457	421,25

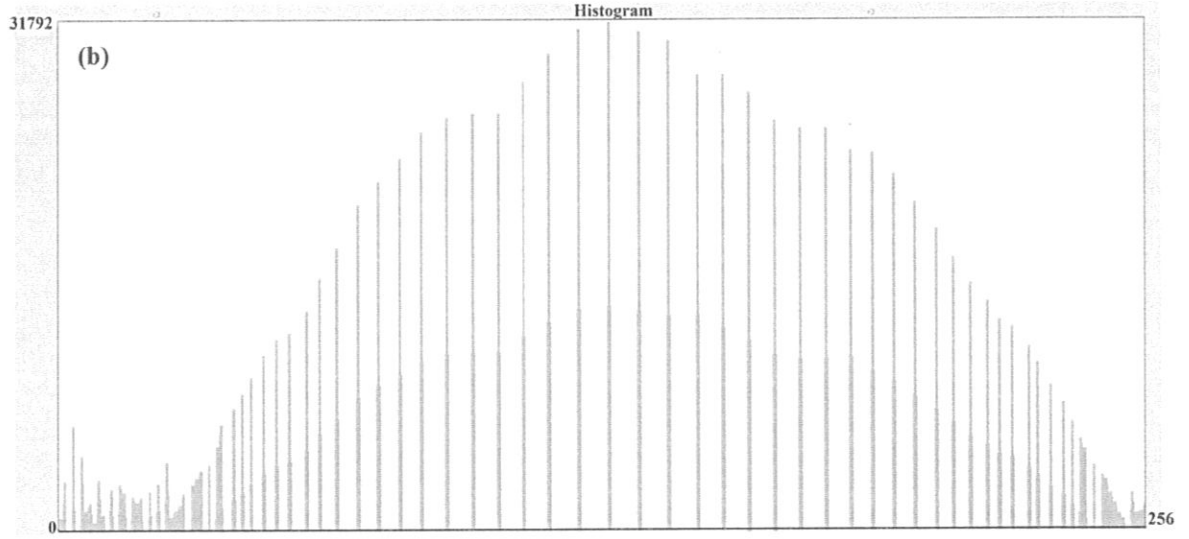
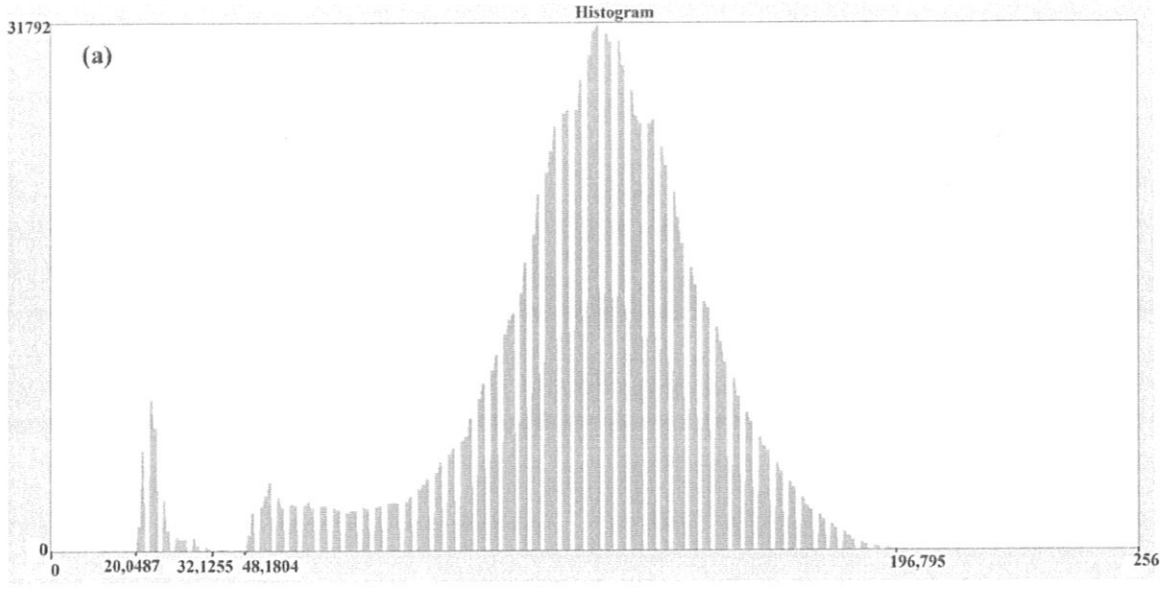
OIF değerleri incelendiğinde 2006 yılına ait hesaplama içinde yüksek değerleri alan 432 bantları seçilmiştir (Tablo 2.3).

#### 2.4.2. Radyometrik Düzeltme

Çalışmada seçilen RGB/432 band kombinasyonlu 1987 tarihli Landsat görüntüsüne radyometrik düzeltme işlemlerinden histogram eşleme uygulanmıştır (Şekil 2.7, Şekil 2.8). Jeolojik çalışmalarda histogram eşleme yöntemi tercih edilmektedir.



Şekil 2.7. 1987 yılına ait (a) radyometrik düzeltme yapılmamış görüntü (b) yapılmış görüntü



Şekil 2.8. 1987 yılı(a) Düzeltme yapılmamış histogram (b) yapılmış histogram grafiği

1987 yılına ait görüntüye ait histogram incelendiğinde yansıma değerlerinin 20,0487-32,1255 ile 46,1804-196,795 arasında yığıldığı gözlenirken radyometrik düzeltme sonucu histogram değerleri 0-255 değerleri arasında yakınsak oranda dağılım göstermektedir.

### 2.4.3. Sınıflandırma

Tez çalışmasında kontrollü ve kontrolsüz sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan kontrolsüz sınıflandırma daha sonra yapılan kontrollü sınıflandırma için altlık teşkil etmiştir.

Sınıflandırma çalışmalarında arazinin büyüklüğü, ölçeği, özellikleri dikkate alınarak Tablo 2.4'deki arazi sınıflandırma sistemlerinden yararlanılmıştır.

Tablo 2.4. Sınıflandırma işleminde kullanılan sınıf özellikleri (Baysal, 2006'dan değiştirilmiştir).

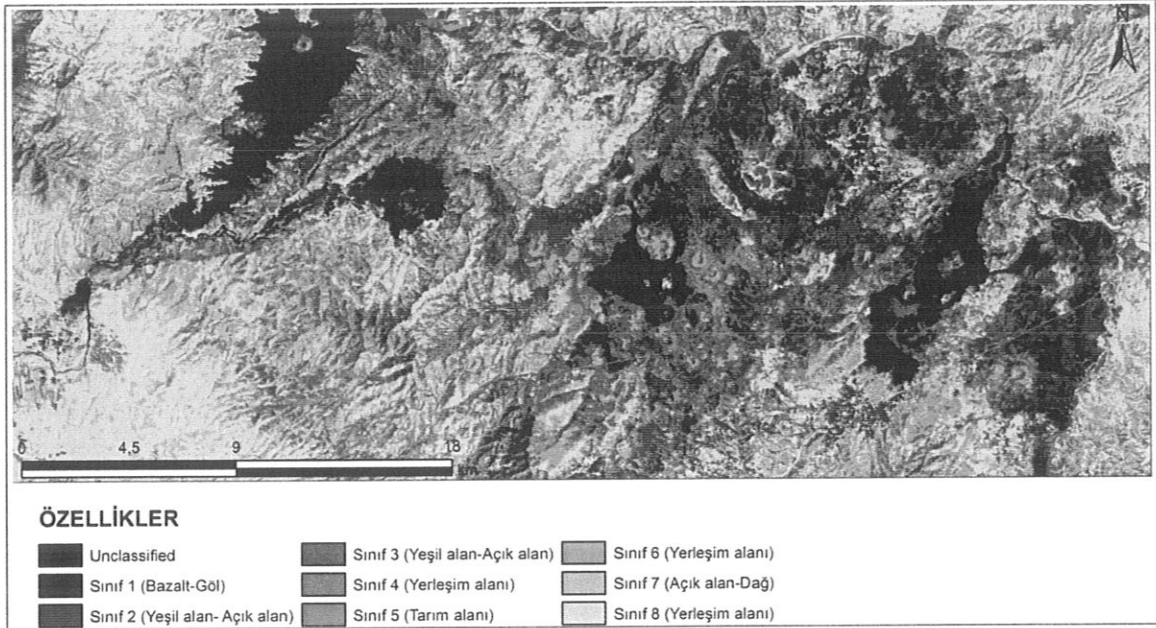
<b>Kentsel ve Kırsal Yapılaşma Alanları</b>	1-Yapılaşmış Alanlar	-Tipik kentsel alanları ifade etmektedir. Bu alanlar düzenli veya düzensiz nizamda yapılaşma alanlarıdır. -Mesken binaların formuna yakın olan eğitim,ticaret vb. diğer kentsel alanlar. -Kent içi zayıf ulaşım ağları (Caddde, vb). -Kent içindeki yeni yapılaşma alanları ile gecekondular tarzında olan seyrek yapılaşma alanları, bahçeli evler. -Kırsal yerleşim alanları (köyler).
	2-Sanayi Alanları	-Mesken amaçlı kullanılmayan sanayi tesisleri. -Mesken binalarından daha büyük ve yer yer açık alanlara sahip bütünleşik alanlardır.
	3-Yol	-25 m'den daha dar olmamak üzere karayolları ve karayolu ulaşımının sağlanabilmesi için tahsis edilmiş alanlar (kavşak, göbek vb.).
<b>Tarım Alanları</b>	4-Kuru Tarım Alanları	-Sulama işlemine gerek görülmeyen mevsimlik ekilen, biçilen, toplanan boyu 1 m'yi aşmayan otsu bitkiler. -Kuru tarım alanları, genelde eğimi %30'dan az olan ve çoğu yan yana parseller halinde olan alanlar. -Tespitinde parsel yapısı kolayca algılanmalarında yardımcı olur. Homojen yapıdadır.
	5-Sulu Tarım Alanları	-Doğal sulamanın dışında, yapay olarak sulama gerektiren ürün tanımıdır. Toprağa yakın yüzeyler su olarak yansıdığından görüntüde kolayca ayırt edilebilir. -Genelde yerleşim yerlerine yakın yerlerdir.
<b>Ormanlık ve Doğal Alanlar</b>	6-Orman	-İğneli ya da geniş yapraklı ağaçlardan oluşan, doğal ya da yapay olarak geliştirilmiş ağaçlıklardır.
	7-Tarım Dışı Araziler (Doğal otlak alanlar, Seyrek Ağaç ve Çıplak alanlar, Bazalt lavları ve diğer litoljik yüzlekler	-Tarım amaçlı kullanılmayan, üzerinde ağaç varlığı bulunmayan mera alanlarıdır. -Seyrek ağaçlık, bulunduğu yüzeyin yarısı kadar ağaçlık alanlardır. -Çıplak alanlar, üzerinde herhangi bir yapı bulunmayan, tarım ve otlak alan amaçlı kullanılmayan, çok zayıf bitki örtüsü olan, kayalık ya da tanımsız alanlardır.
<b>Su Alanları</b>	8-Akarsu, göl, baraj	-Akarsu ağı ve kanalları -Çizgisel şekli ve koyu renkleri ile kolaylıkla ayırt edilebilir.

### 2.4.3.1. Kontrolsüz Sınıflandırma

Bu çalışmada yapılan kontrolsüz sınıflandırma, Erdas Imaginer programı ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan sınıflandırma çalışmasında saha 8 sınıfa ayrılmıştır. Program çerçevesinde iterasyon sayısı 15, bulutsuz oranı %95 olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında incelenen yıllara ait görüntüler için kontrolsüz sınıflandırma çalışması ayrı ayrı yapılmıştır.

1987 yılına ait Kula ve çevresine ait uydu görüntüsünün kontrolsüz sınıflandırılma işlemi sonucu elde edilen görüntü Şekil 2.9'da verilmiştir.



Şekil 2.9. 1987 yılı RGB/432 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma

Görüntüde renklerin belirttiği belirli sınıflar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Göl ve çevresi koyu gri renkte olup 1.sınıfta yer almıştır.
- Bazalt alanları koyu gri renklerindedir. 1. sınıfta gösterilmiştir.
- Tarım alanları eflatun ve tonları renginde olup 5. ve 7. sınıflarda gösterilmiştir.
- Yerleşim alanları açık gri, açık yeşil ve benzer tonlarda yer alıp sınıflandırma çalışmalarında 4., 6., sınıflarda gösterilmiştir.

1987 yılı kontrolsüz sınıflandırılmasıyla 8 sınıf RGB uzayında histogram verileri ile kapladığı alan;

$$A = \text{histogram} * 0,081225 \text{ (Erdas, 2001)} \quad (2.3)$$

eşitliği yardımı ile tespit edilir. Bu eşitlik yardımıyla Şekil 2.9'da yer alan görüntü üzerindeki bazalt lavlarının kapladığı alan 15749.4 ha olarak tespit edilir (Tablo 2.5). Yapılan çalışmada gerek bazalt sahaları gerekse de diğer alanlar (su, tarım alanları, vb. tam olarak sınıflandırılmamıştır).

Tablo 2.5. 1987 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma verileri

	Kırmızı	Yeşil	Mavi	Alan (ha)
Sınıf1	0,15	0,17	0,17	15749,40
Sınıf2	0,26	0,27	0,22	9147,88
Sınıf3	0,36	0,36	0,37	13420,20
sınıf4	0,47	0,49	0,44	9803,53
Sınıf5	0,62	0,44	0,62	7121,65
Sınıf6	0,55	0,70	0,57	10576,70
Sınıf7	0,73	0,69	0,73	14716,50
Sınıf8	0,85	0,84	0,85	13850,70

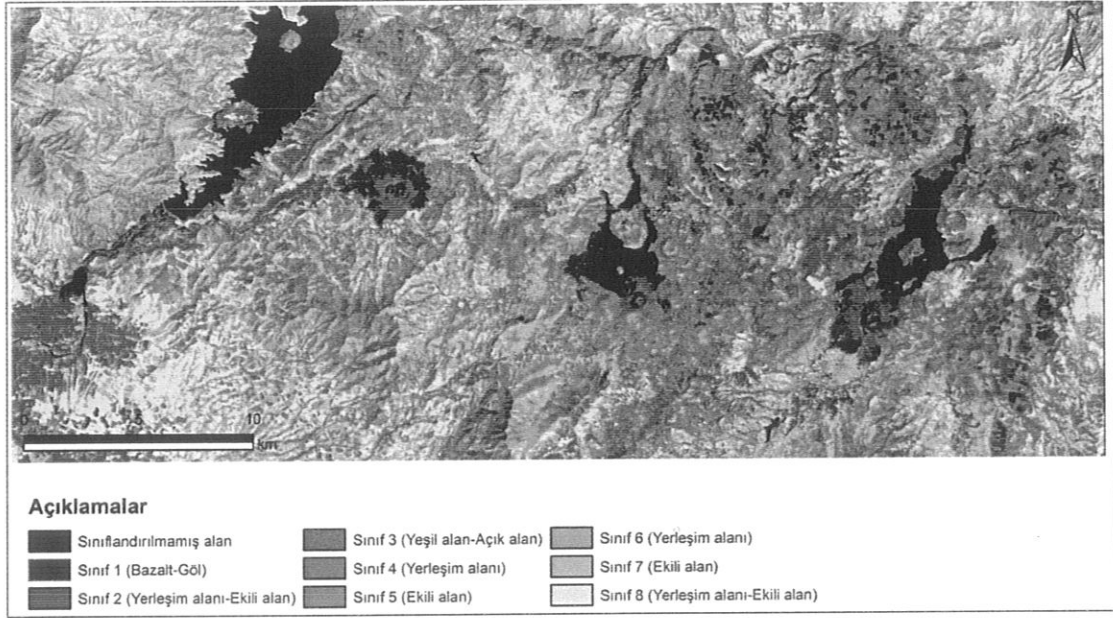
Tablo 4.5 tahmini sınıflandırma: Sınıf1 (bazalt, göl); Sınıf2 (yeşil alan, açık alan); Sınıf3 (yeşil alan, açık alan); Sınıf4 (yerleşim alanı); Sınıf5 (ekili alan); Sınıf6 (yerleşim alanı); Sınıf7 (açık alan, dağ); Sınıf8 (yerleşim alanı).

1987 yılına ait Kovaryans matris değerleri ise Tablo 2.6'da aktarılmıştır.

Tablo 2.6. 1987 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma Kovaryans Matris verileri

Landsat 1987 TM (dönüştürme)	1	2	3	4	5	7
1	581,46					
2	140,63	584,94				
3	269,86	91,27	421,42			
4	258,95	343,506	130,95	357,59		
5	254,58	315,3	153,50	340,40	441,08	
7	119,31	106,12	374,19	127,08	202,69	504,02

2006 yılı görüntüsü de aynı şekilde 8 sınıfa ayrılmış, iterasyon sayısı 15, bulutsuzluk oranı %95 olarak seçilmiştir (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. 2006 yılı RGB/432 görüntüsü kontrolsüz sınıflandırma

Görüntüde renklerin belirttiği belirli sınıflar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Göl ve çevresi koyu mavi/lacivert renkte olup 1.sınıfta yer almıştır.
- Bazalt alanları koyu mavi/lacivert renkte olup. 1., 2., sınıflarda gösterilmiştir.
- Tarım alanları kahve renginde olup 5., 7. sınıflardada gösterilmiştir.
- Yerleşim alanları kahve rengi, açık gri ve benzer tonlarda yer alıp sınıflandırma çalışmalarında 2., 6., sınıflarda gösterilmiştir.

Yapılan sınıflandırma çalışmaları sonucunda 2006 yılında Kula ve çevresindeki bazalt lavlarının miktarı 6668,1 ha olarak tespit edilmiştir (Tablo 2.7). Sınıflandırma çalışmasının, 1987 yılındaki çalışma gibi yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bazalt sahaları farklı sınıflarda gösterilmiştir.

Tablo 2.7. 2006 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma verileri

	Kırmızı	Yeşil	Mavi	Alan (ha)
Sınıf1	0,00	0,01	0,10	6668,10
Sınıf2	0,37	0,22	0,22	13589,30
Sınıf3	0,42	0,38	0,36	13256,70
Sınıf4	0,48	0,48	0,47	12072,90
Sınıf5	0,53	0,50	0,49	11559,50
Sınıf6	0,59	0,62	0,61	14183,40
Sınıf7	0,67	0,72	0,71	14838,30
Sınıf8	0,83	0,94	0,96	8159,04

Tablo 2.7 tahmini sınıflandırma: Sınıf1 (bazalt, göl); Sınıf2 (yerleşim, ekili alan); Sınıf3 (yeşil alan, açık alan); Sınıf4 (yerleşim alanı); Sınıf 5 (ekili alan); Sınıf6 (yerleşim alanı); Sınıf7 (ekili); Sınıf8 (yerleşim, ekili alan).

2006 yılı elde edilen görüntünün kovaryans matris verileri Tablo 2.8’de aktarılmıştır.

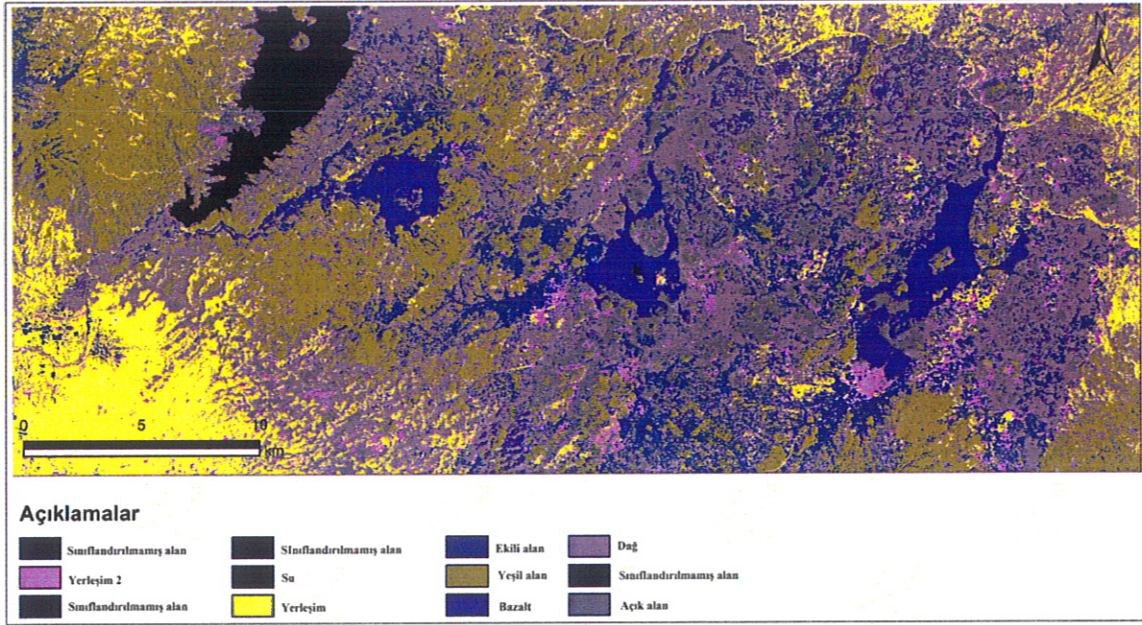
Tablo 2.8. 2006 yılı RGB/432 kontrolsüz sınıflandırma Kovaryans Matris verileri

Landsat 2006 ETM+	1	2	3	4	5	7
1	69,83					
2	74,66	107,65				
3	61,54	62,47	141,95			
4	8,69	-15,10	108,27	218,71		
5	0,817	-84,88	180,85	327,79	782,15	
7	10,44	-50,93	144,38	210,31	545,68	399,70

Elde edilen veriler, sahadaki bazalt sınırlarının net olarak tespit edilmesinde tatmin edici sonuçlar vermemiştir.

#### 2.4.3.2. Kontrollü Sınıflandırma

Kontrollü sınıflandırma çalışmasında Tablo 2.4'te verilen arazi sınıflandırma ilişkisi kullanılmıştır. Bu sınıfların oluşturulmasında, görüntüdeki her bir arazi sınıfı için örnek pikseller toplanır. Sonraki aşamada, her sınıf için toplanan piksel değerleri analiz edilerek sınıfların istatistiksel özellikleri belirlenir. Daha sonra bu örnek özellikler kullanılarak, tüm görüntü sınıflara ayrılır. Sınıflandırma işleminden geçirecek olan alanın kaç sınıfa ayrılması ve bu sınıfların neler olduğu kesin olarak ortaya konmalıdır. Eğitim setinin oluşturulmasında kullanılan örnek pikseller, her bir konulu sınıf için, o sınıfı iyi temsil eden alanlardan toplamak suretiyle oluşturulur (Gupta, 2002; Baysal, 2006). Elde edilen 1987, 2006 yıllarına ait Landsat görüntüleri için ayrı ayrı Erdas Imaginer programı ile kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen 1987 yılındaki Landsat uydu görüntüsü, 8 sınıfa ayrılarak incelenmiştir (Şekil 2.11)



Şekil 2.11. 1987 yılı RGB/432 görüntüsü kontrollü sınıflandırma

Görüntüde renklerin belirttiği belirli sınıflar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Göl ve çevresi siyah renkte görüntülenmiştir. Akarsular eflatun-mor tonlarındadır. Bazalt alanları koyu mor renk tonlarında gösterilmiştir.
- Yerleşim alanları açık sarı ve açık mor ile açık alanlar açık kahve gri arası renk tonlarındadır. Ekili alanlar lacivert yeşil alanları ise sarımsı kahve rengi renk

tonlarındadır. Dağ yamaçlarından bazalt sahalarının etraflarında yayılımları gözlemlenmiştir.

Kontrollü sınıflandırma yapılmış 1987-RGB/432 görüntüsünün genel özellikleri Tablo 2.9’da verilmiştir. Bazalt yayılımının 5911,31 ha olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen görüntünün kovaryans matris verileri Tablo 2.10’da aktarılmıştır. Yapılan bu sınıflandırma çalışmalarında bazı alanlarda ekili alanlar ile şehirleşme alanlarının, bazı alanlarda ise yeşil alanlar ile dağ alanlarının tam olarak sınıflandırılmadığı, ayrıca bazalt alanları içinde bazı alanların tam olarak bazalt sınıfı içinde temsil edilemediği tespit edilmiştir.

Tablo 2.9. 1987 yılı RGB/432 Kontrollü sınıflandırma verileri

	Kırmızı	Yeşil	Maui	Alan (ha)
<b>Yerleşim 2</b>	0,63	0,62	0,61	3467,98
<b>Su</b>	0,08	0,07	0,11	2723,15
<b>Yerleşim 1</b>	0,84	0,70	0,86	12893,30
<b>Ekili alan</b>	0,38	0,35	0,35	9817,42
<b>Yeşil alan</b>	0,50	0,67	0,47	15038,10
<b>Bazalt</b>	0,11	0,18	0,13	5911,31
<b>Dağ</b>	0,54	0,46	0,55	36177,30
<b>Açık alan</b>	0,37	0,51	0,38	8358,13

Tablo 2.10. 1987 yılı RGB/432 Kovaryans Matris verileri

Landsat 1987 TM (dönüş.)	1	2	3	4	5	7
<b>1</b>	5,12					
<b>2</b>	12,83	96,57				
<b>3</b>	4,38	15,33	7,49			
<b>4</b>	3,60	18,41	4,02	9,13		
<b>5</b>	4,17	16,82	5,02	5,50	6,44	
<b>7</b>	4,59	17,26	6,92	4,66	5,64	10,30

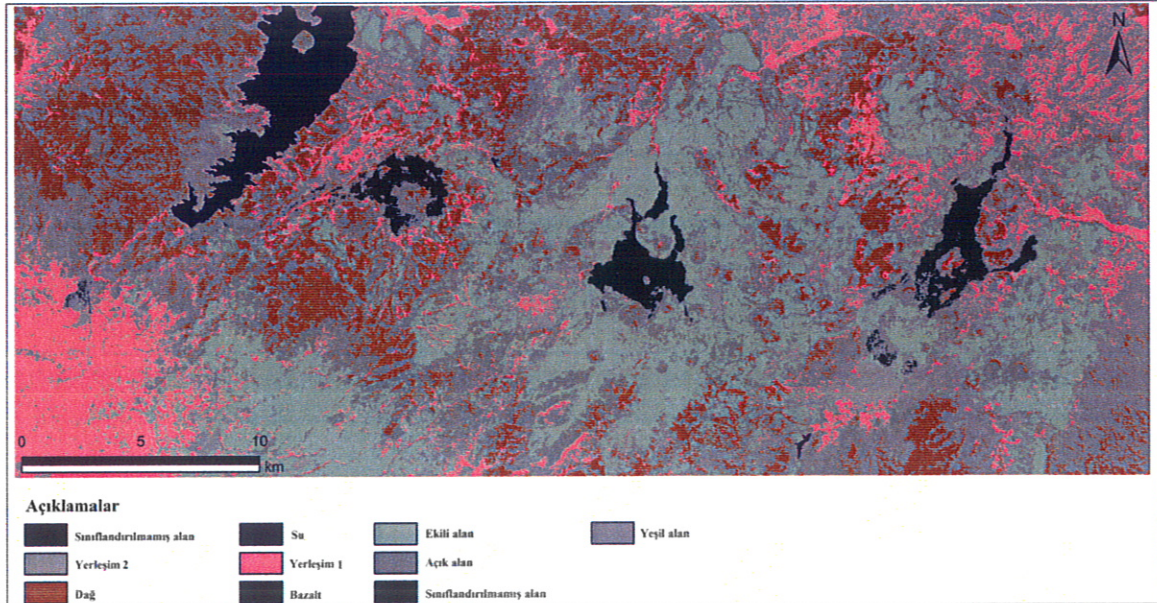
Yapılan bu sınıflandırma çalışmanın doğruluğunun belirlenmesi için, doğruluk analizi yapılarak hatalar matrisi oluşturulmuştur. Doğruluk analizinde 1987 yılına ait görüntü üzerinde 224 nokta seçilmiştir ve her sınıf için 28 nokta atılmıştır (Tablo 2.11).

Tablo 2.11. 1987 yılı Kontrollü sınıflandırılmış alanların doğruluk analizi

	Su	Bazalt	Yerleşim	Yerleşim 2	Tarım	Dağ	Yeşil Alan	Açık Alan	Kullanıcı Doğ. (%)
Su	24	4	0	0	0	0	0	0	85,71
Bazalt	1	27	0	0	0	0	0	0	96,43
Yerleşim 1	0	0	24	0	1	1	2	0	85,71
Yerleşim 2	0	0	0	22	2	0	2	2	78,57
Tarım	0	0	1	3	20	1	2	1	71,43
Dağ	0	0	1	0	1	23	1	2	82,14
Yeşil Alan	0	0	2	2	0	0	24	0	85,71
Açık Alan	0	0	0	4	1	1	0	22	78,57
Üretici Doğ. (%)	96,00	87,09	85,72	70,97	0,80	88,46	77,42	81,48	

Yapılan sınıflandırma çalışmasının doğruluğu=%76,2295; Kappa Sayısı=0,7562

2006 yılına ait Landsat uydu görüntüsünde arazi sınıflandırma sistemindekine benzer 8 sınıfa ayrılarak incelenmiştir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12. 2006 yılı RGB/432 görüntüsünün kontrollü sınıflandırılması

Görüntüde renklerin belirttiği belirli sınıflar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Göl ve çevresi koyu lacivert renkte görüntülenmiştir.
- Bazalt alanları siyah renk tonlarında gösterilmiştir. Fakat bazı alanları başka sınıflarda gözlemlenmiştir.
- Yerleşim alanları açık mor ile pembe renk tonlarında olup, yeşil alanlar gri rengi renk tonlarındadır. Tarım alanları ile yeşil renginde olup açık alanlar gri renk tonlarındadır. Dağ kahverengimsi renklerinde bulunmaktadır.

Yapılan sınıflandırma çalışmalarında daha önceden belirlenen şehirleşme ve tarım alanlarının içiçe girdiği ve bazı bazalt sahalarının başka sınıflarda sınıflandığı gözlemlenmiştir.

Kontrollü sınıflandırma yapılmış 2006-RGB/432 görüntüsünün genel özellikleri Tablo 2.12’de verilmiştir.

Tablo 2.12. 2006 yılı RGB/432 kontrollü sınıflandırma verileri

	<b>Kırmızı</b>	<b>Yeşil</b>	<b>Mavi</b>	<b>Alan</b>
<b>Yerleşim 2</b>	0,54	0,58	0,57	4080,69
<b>Dağ</b>	0,46	0,37	0,36	13898,80
<b>Su</b>	0,00	0,00	0,20	2396,34
<b>Yerleşim 1</b>	0,87	0,46	0,54	12582,70
<b>Bazalt</b>	0,00	0,05	0,00	2452,41
<b>Ekili alan</b>	0,55	0,67	0,60	20728,80
<b>Açık alan</b>	0,44	0,48	0,45	11380,00
<b>Yeşil alan</b>	0,49	0,51	0,54	26807,40

2006 yılında belirlenen alandaki bazalt yayılımının 2452,41 ha olduğu tespit edilmiştir. Görüntünün kovaryans matris verileri Tablo 2.13’de aktarılmıştır.

Tablo 2.13. 2006 yılı RGB/432 Kovaryans Matris verileri

Landsat 2006 ETM+	1	2	3	4	5	7
1	17,49					
2	27,45	53,38				
3	34,22	52,81	80,99			
4	18,79	22,71	51,98	44,71		
5	32,21	36,22	90,60	77,75	142,29	
7	25,53	28,86	70,83	59,47	108,95	85,38

Yapılan bu sınıflandırma çalışmanın doğruluğunun belirlenmesi için, doğruluk analizi yapılarak hatalar matrisi oluşturulmuştur. Doğruluk analizinde 2006 yılına ait görüntü üzerinde 224 nokta seçilmiştir ve her sınıf için 28 nokta atılmıştır. (Tablo 2.14)

Tablo 2.14. 2006 yılı kontrollü sınıflandırılmış alanların doğruluk analizleri

	Su	Bazalt	Yerleşim1	Yerleşim 2	Tarım	Dağ	Yeşil Alan	Açık Alan	Kullanıcı Doğ. (%)
Su	26	2	0	0	0	0	0	0	92,86
Bazalt	1	27	0	0	0	0	0	0	96,43
Yerleşim 1	0	0	21	0	2	1	4	0	75,00
Yerleşim 2	0	0	0	21	2	0	3	2	75,00
Tarım	0	0	2	0	24	0	1	1	85,71
Dağ	0	1	0	0	1	24	0	2	85,71
Yeşil Alan	0	1	0	2	1	0	24	0	85,71
Açık Alan	0	1	2	0	1	1	1	22	78,57
Üretici Doğ. (%)	96,30	84,38	84,00	91,30	77,42	92,31	72,72	81,48	

Yapılan sınıflandırma çalışmasının doğruluğu=%77,46; Kappa Sayısı=0,7688

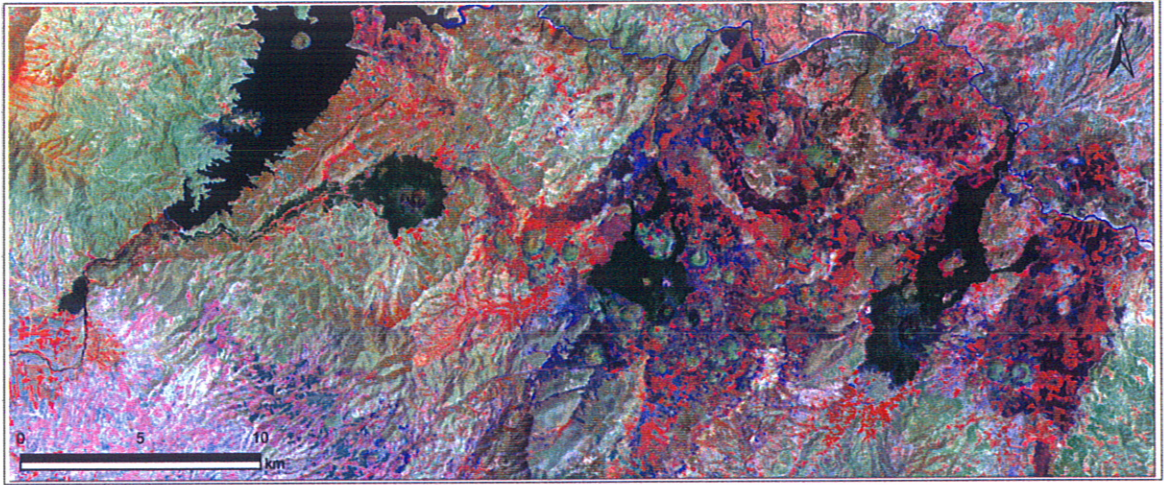
#### 2.4.4. Zenginleştirme İşlemleri ile Sınıflandırma

Temel bileşenler analizi yöntemi kullanılarak değişim görüntüsü elde edilmesi yönteminde her iki farklı tarihe ait görüntüler ayrı ayrı sınıflandırılmıştır. İlk olarak görüntüler, PCA işleminden geçirilmiştir. Bu işlem sonucu 6 farklı bileşen (siyah-beyaz görüntüler) elde edilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla Crosta yöntemi kapsamında görüntülerdeki 1-3-4-5 bandlarında zenginleştirme, band oranlanması ve sınıflandırma

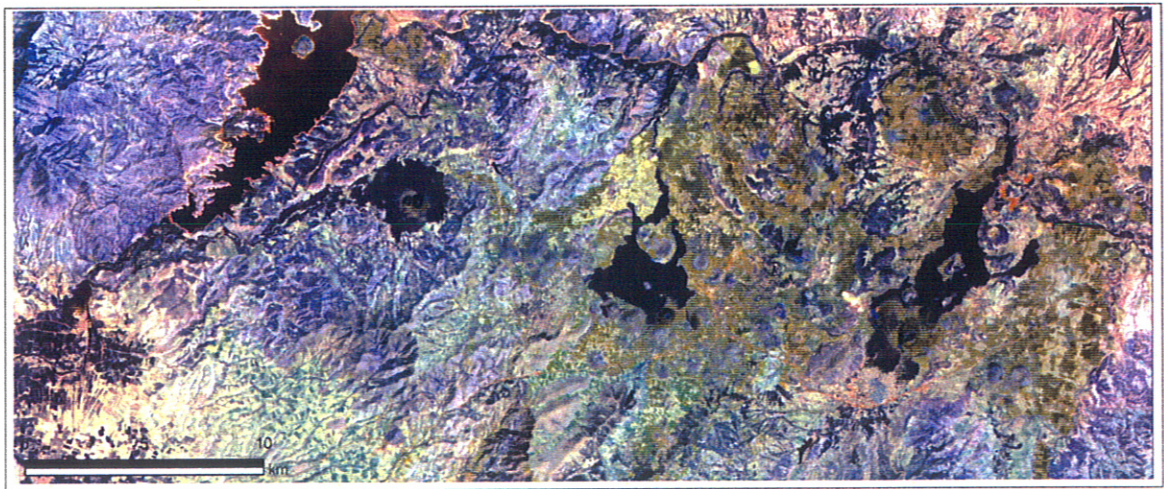
çalışmaları yapılmıştır. Son aşamada ise, her bir farklı tarihli görüntü için doğruluk analizi tabloları oluşturulmuştur.

#### 2.4.4.1. Crosta Yöntemi

Crosta yöntemi ağırlıklı olarak çalışma alanlarındaki cevherleşme alterasyonlarını belirlemede kullanılan bir yöntemdir. Genel olarak RGB/1457 veya RGB/1345 band görüntüleri ile çalışılmaktadır. Bu çalışmada Crosta yöntemlerinden RGB/1345 ile çalışılmıştır (Şekil 2.13; Şekil 2.14).



Şekil 2.13. 1987 yılı Crosta 1345 uygulanmış görüntü

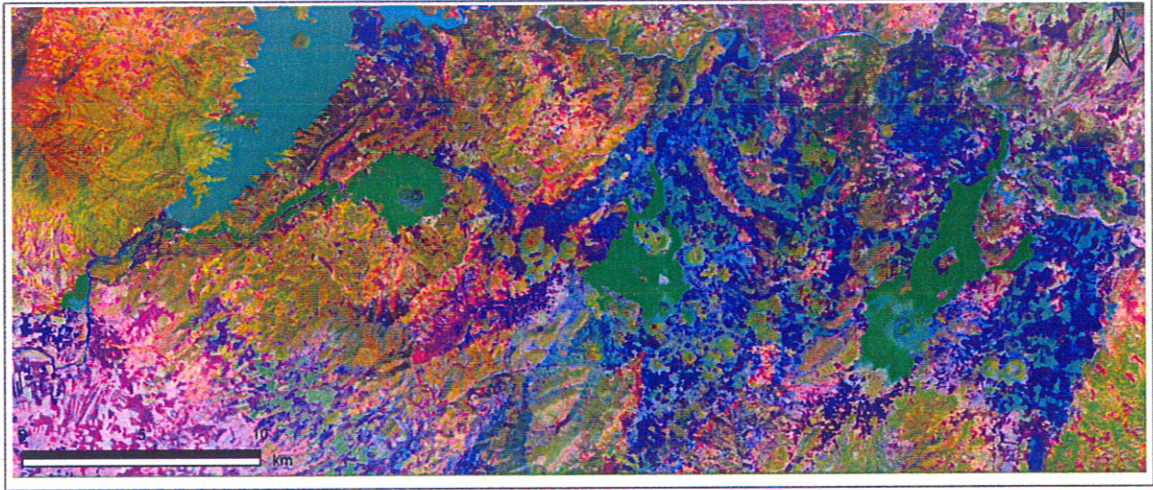


Şekil 2.14. 2006 yılı Crosta 1345 uygulanmış görüntü

Spektral iyileştirme yöntemi olarak PCA işlemi uygulanmıştır (Şekil 2.15). Temel bileşenler analizi sonucunda her iki farklı tarihli görüntü içinde 4 temel bileşen elde edilmiştir (Tablo 2.15). Elde edilen bu 4 değer içinde farkların en yüksek olduğu PC4 değerleri çalışma alanında oluşturulacak band oranlaması için gereklidir. Bu durumda en düşük değere sahip olan Band3'ün, en yüksek değere sahip olan Band1'e oranlaması sonucu oluşacak görüntüler işleme alınacaktır.

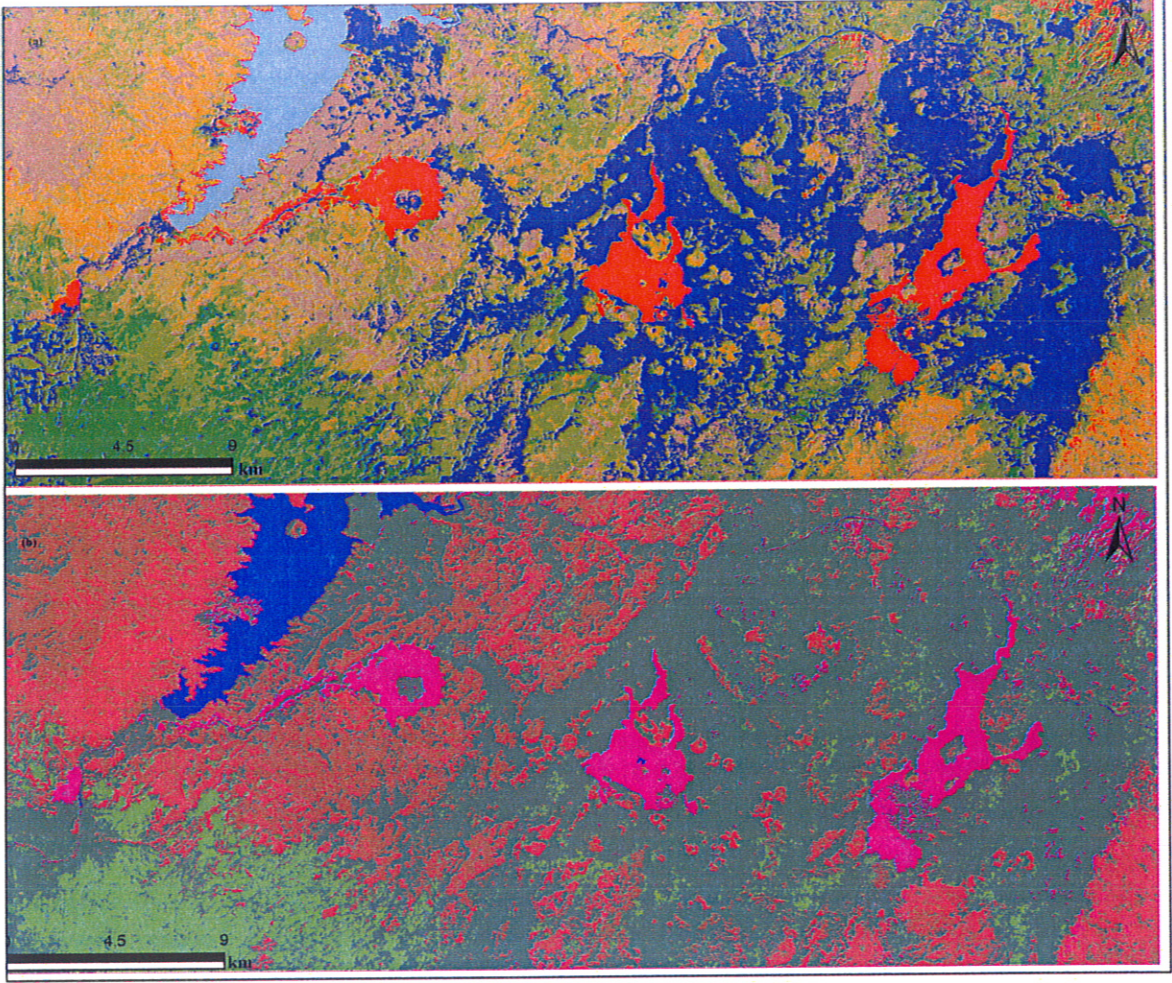
Tablo 2.15. Crosta 1345 PCA işlemi sonucu elde edilen eigen vektör verileri

	PC1	PC2	PC3	PC4
<b>Band 1</b>	0,4293	-0,6022	-0,1908	0,6454
<b>Band 3</b>	0,5204	-0,0059	-0,6566	-0,5459
<b>Band 4</b>	0,3682	-0,4431	0,6768	-0,4583
<b>Band 5</b>	0,6397	0,6640	0,2726	0,2747



Şekil 2.15. 1987 yılı Crosta 1345 görüntüsüne PCA işlemi uygulanması

İşlem sonucu dört PC grubu için zıtlıkların oranlanarak farklılıkların ortaya çıkarılması esasında her bir PC grubu için bir görüntü olmak üzere dört adet görüntü elde edilmiştir. Bu durumda PC1 grubunda Band 4 ile Band5, PC2 grubunda Band 5 ile Band 1, PC3 grubunda Band 4 ile Band 3 ve PC4 grubunda Band 3 ile Band 1'e ait görüntüler oranlanarak dört farklı görüntü elde edildi. Daha sonra elde edilen bu görüntüler birleştirilerek bir görüntü elde edildi. Sonuçta alanları yansıtan tek uydu görüntüsü elde edildi. Her iki yıl ait görüntünün spektral zenginleştirilme işlemi yapılmıştır (Şekil 2.16).

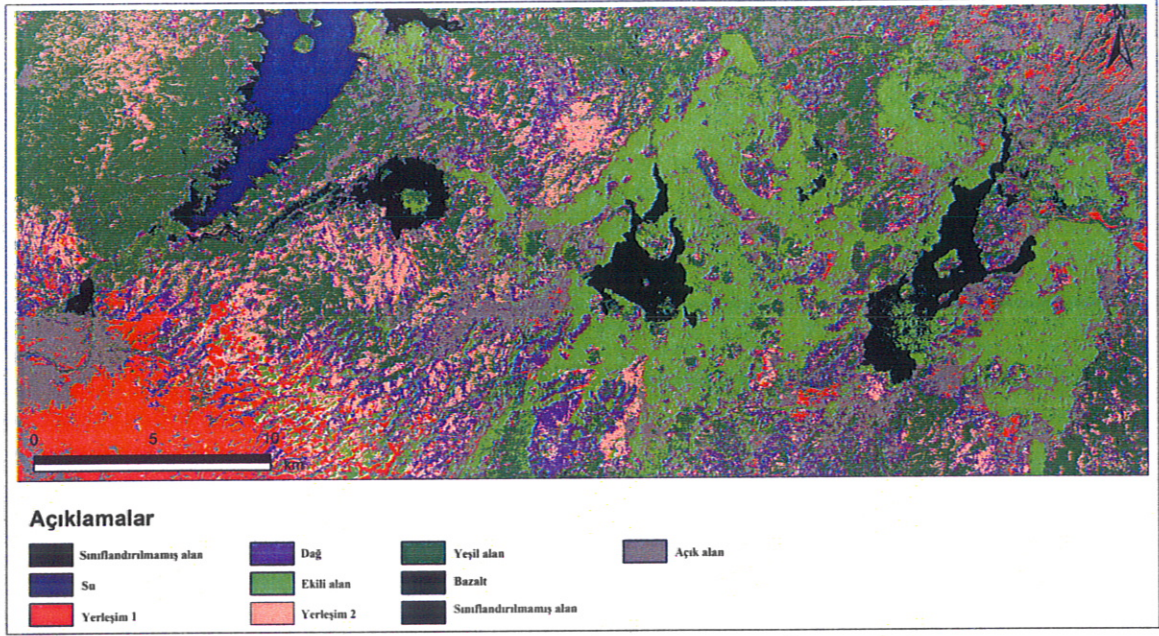


Şekil 2.16. Spektral zenginleştirilmesi yapılmış a) 1987 yılına ait b)2006 yılına ait oluşturulmuş (TM4/TM5; TM5/TM1; TM4/TM3; TM3/TM1 görüntüsü)

#### 2.4.4.2. Görüntülerin Sınıflandırılması

Klasik yöntemde olduğu gibi bu çalışmada da her iki farklı tarihli görüntü için kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılmış ve sınıflandırma iki aşamada yapılmıştır. Bu sınıflandırma yönteminde kullanılan tüm yöntemler, klasik sınıflandırma yönteminde kullanılan, konulu sınıf tablosu, örnekleme alanlarının belirlenmesi yöntemleri, kontrollü sınıflandırma yöntemi ve doğruluk analizinin hazırlanması gibi yöntemler ile aynıdır.

Crosta 1345 yöntemi ile elde edilen 1987 yılındaki Landsat uydu görüntüsü, 8 sınıfa ayrılarak incelenmiştir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17. 1987 yılı Crosta 1345 görüntüsü kontrollü sınıflandırma

Görüntüde renklerin belirttiği belirli sınıflar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Göl ve çevresi koyu lacivert renkte görüntülenmiştir.
- Bazalt alanları siyah renk tonlarında gösterilmiştir.
- Yerleşim alanları ile açık alanlar içiçe geçerek pembe, kırmızı tonlarında olduğu göstermiştir. Tarım alanları açık yeşil ile yeşil alanlar koyu yeşil renk tonlarında olup eflatun renk tonlarını barındıran dağ yamaçlarını ve açık gri renk tonu ile de açık alanlar belirtilmiştir.

Sınıflandırma çalışmasında oluşturulan sınıflardaki şehirleşme ve tarım alanlarının içiçe geçtiği bazalt sahalarının bazı yerlerinin ise sınıflandırma çalışmasında farklı sınıflarda aktarıldığı gözlemlenmiştir. Sınıfların kapladıkları alanlar Tablo 2.16'da verilmiştir.

Tablo 2.16. 1987 yılı Crosta-1345 kontrollü sınıflandırma verileri

	Kırmızı	Yeşil	Mavi	Alan
Yerleşim 2	0,51	0,35	0,54	13546,90
Dağ	0,50	0,13	0,61	11987,80
Su	0.00	0.00	1.00	2160,99
Yerleşim	1.00	0.00	0.00	14229,10
Bazalt	0.00	0.00	1.00	3226,42
Ekili alan	0,55	1.00	0.00	16170,10
Açık alan	0,51	0,53	0,36	25360,10
Yeşil alan	0.00	0,39	0.00	7705,19

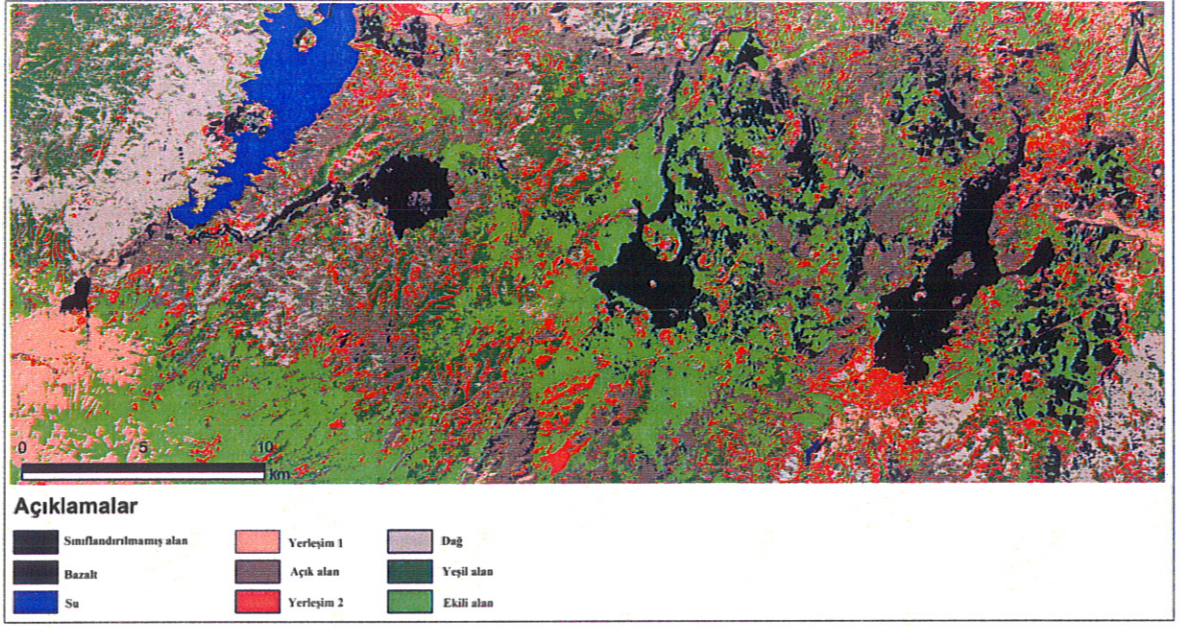
Temel bileşenler analizi yöntemi sınıflandırma sonucu elde edilen 1987 tarihli sınıflandırılmış görüntülerin her biri için doğruluk analizleri yapılmış ve hata matrisleri oluşturulmuştur. Klasik yöntemde yapıldığı gibi bu görüntüler içinde 224 nokta seçilmiştir ve her bir sınıf için 28 nokta atılmıştır (Tablo 2.17).

Tablo 2.17. 1987 Crosta1345 kontrollü sınıflandırma doğruluk analizi

	Su	Bazalt	Yerleşim 1	Yerleşim 2	Tarım	Dağ	Yeşil Alan	Açık Alan	Kullanıcı Doğ. (%)
Su	28	0	0	0	0	0	0	0	100,00
Bazalt	1	27	0	0	0	0	0	0	96,43
Yerleşim 1	0	0	24	0	0	1	3	0	85,71
Yerleşim 2	0	0	0	24	1	0	0	3	85,71
Tarım	0	0	2	0	26	0	0	0	92,86
Dağ	0	1	1	2	1	22	0	1	78,57
Yeşil Alan	0	0	1	1	1	0	25	0	89,29
Açık Alan	0	0	1	1	1	2	0	23	82,14
Üretici Doğ. (%)	96,55	96,43	82,76	85,71	86,67	88,00	89,29	85,19	

Yapılan sınıflandırma çalışmasının doğruluğu=81,56; Kappa Sayısı=0,8109

Crosta 1345 yöntemi ile elde edilen 2006 yılındaki Landsat uydu görüntüsü, 8 sınıfa ayrılarak incelenmiştir (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. 2006 yılı Crosta 1345 görüntüsü kontrollü sınıflandırması

Görüntüde renklerin belirttiği belirli sınıflar aşağıda belirtildiği gibidir.

- Göl ve çevresi koyu lacivert renkte görüntülenmiştir.
- Bazalt alanları siyah renk tonlarında gösterilmiştir.
- Yerleşim alanları ile açık alanlar içiçe geçerek kırmızı tonlarında olduğu gösterilmiştir.
- Tarım alanları açık yeşil ile yeşil alanlar koyu yeşil renk tonlarında olup eflatun renk tonlarını barındıran dağ yamaçlarını ve açık gri renk tonu ile de açık alanlar belirtilmiştir.

Bazalt sahalarının bazı kısımları ekili alan olarak sınıflandırılmıştır. Şehirleşme ve tarım alanları görüntü üzerindeki bazı alanlarda tam olarak ayrıştırılmamıştır. Oluşturulan sınıfların kapladıkları alanlar Tablo 2.18’de aktarılmıştır.

Tablo 2.18. 2006 yılı Crosta 1345 kontrollü sınıflandırma verileri

	Kırmızı	Yeşil	Mavi	Alan (ha)
Yerleşim 2	1.00	0.00	0.00	18062,30
Dağ	0,50	0,13	0,61	11020,70
Su	0.00	0.00	1.00	2324,97
Yerleşim	1.00	0.00	0.00	18849,90
Bazalt	0.00	0.00	1.00	2521,17
Ekili alan	0,55	1.00	0.00	26100.00
Açık alan	0,51	0,53	0,36	8544,59
Yeşil alan	0.00	0,39	0.00	6903,54

Temel bileşenler analizi yöntemi sınıflandırma sonucu elde edilen 2006 tarihli sınıflandırılmış görüntülerin her biri için doğruluk analizleri yapılmış ve hata matrisleri oluşturulmuştur. Klasik yöntemde yapıldığı gibi bu görüntüler içinde 224 nokta seçilmiştir ve her bir sınıf için 28 nokta atılmıştır (Tablo 2.19).

Tablo 2.19. 2006 yılı Crosta1345 Kontrollü Sınıflandırma doğruluk analizi

	Su	Bazalt	Yerleşim1	Yerleşim 2	Tarım	Dağ	Yeşil Alan	Açık Alan	Kullanıcı Doğ. (%)
Su	28	0	0	0	0	0	0	0	100,00
Bazalt	0	27	0	0	1	0	0	0	96,43
Yerleşim1	0	0	24	0	0	1	2	1	85,71
Yerleşim 2	0	0	0	20	1	0	3	4	71,43
Tarım	0	1	1	0	24	0	1	1	85,71
Dağ	0	1	0	1	2	23	0	1	82,14
Yeşil Alan	0	0	2	0	2	0	22	2	78,57
Açık Alan	0	0	2	4	0	2	0	20	71,42
Üretici Doğ. (%)	100,00	93,10	82,76	80,00	80,00	88,46	78,57	68,96	

Yapılan sınıflandırma çalışmasının doğruluğu=%75,05; Kappa Sayısı=0,7478

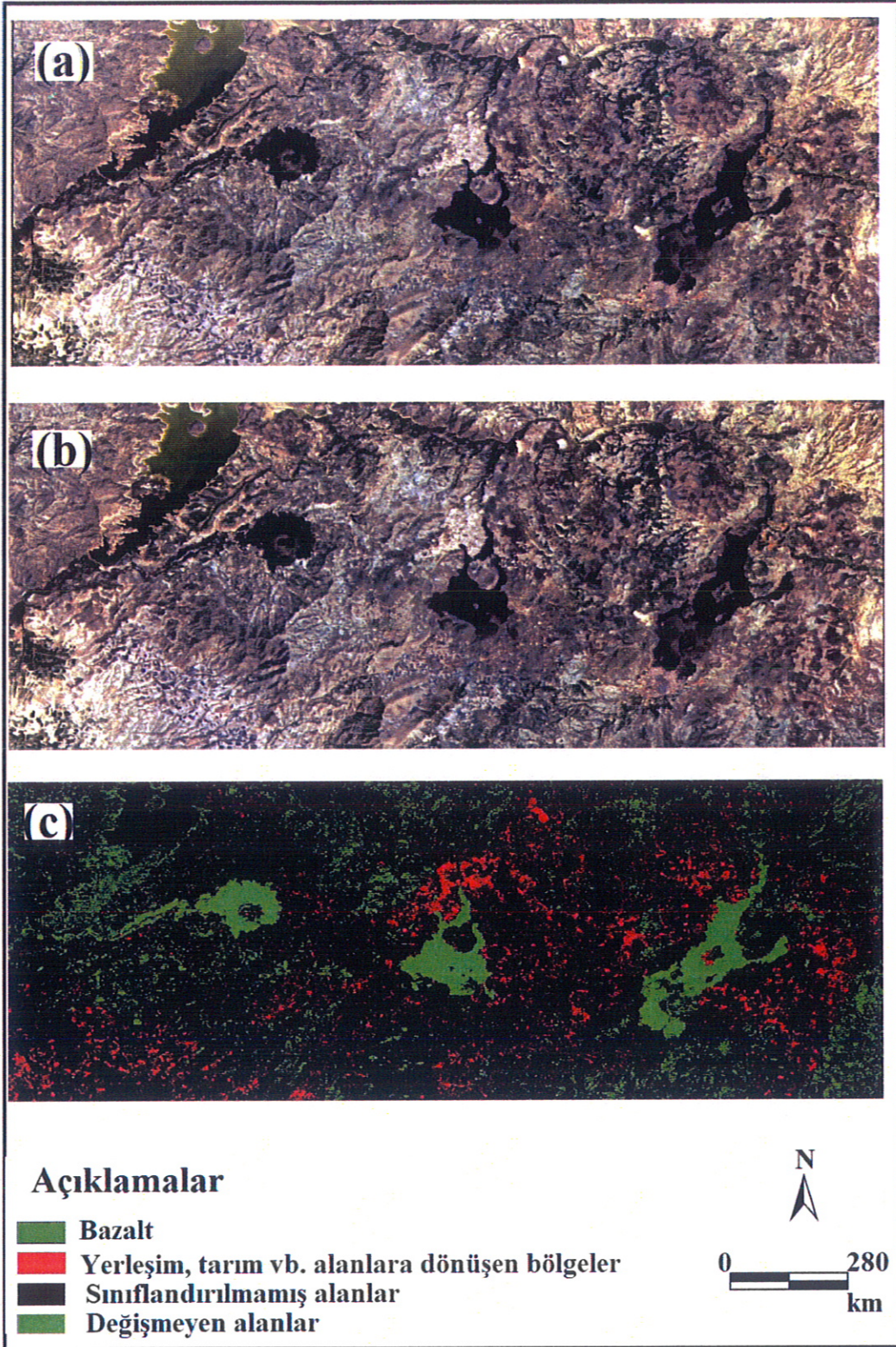
#### 2.4.5. Değişim Analizleri

Elde edilen 1987, 2006 yıllarına ait görüntülere Erdas Imaginer programı yardımıyla "Change Detection yöntemi" uygulanarak 1987-2006 yılları arasında meydana gelen değişimlerin tespiti yapılmıştır.

Değişim belirleme işlemi iki görüntünün birbirinden çıkarılması esasına dayanmaktadır. Farklı tarihli aynı coğrafya üzerindeki cisimlerin karşılık geldiği piksel değerlerinin farkının alınması işlemidir.

Değişim miktarının tespiti yüzdeler üzerinde işleme alınmıştır. İşleme alınan bu miktar %10 olarak planlanmıştır. Görüntüler üzerinde azalan alanları kırmızı, artan alanları yeşil olarak gösterilmiştir. İşlemler sonucunda iki farklı ürün elde edilmiştir. Birinci ürün değişim alanlarını tespit ederken ikinci ürün yüksek değişim alanlarını tespit etmektedir.

Sonuç olarak elde edilen iki görüntü karşılaştırılarak saha üzerindeki bazalt lavlarının azalan yayılımları gözlemlenmiştir (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. 1987-2006 yılları arası çalışma alanı değişimleri (a) 1987 yılına ait (b) 2006 yılına ait (c) Change Detection yöntemiyle elde edilen görüntü

Şekil üzerinde 1987, 2006 yıllarına ait görüntüler ve değişim alanları görüntüsü mevcuttur. Görüntü üzerindeki piksel değerleri -196/165.582 değerleri arasında değişime uğramıştır. Mevcut görüntü içinde 138 piksel azalmasına karşın 118 piksel artmıştır. Geçen bu 19 yıllık süreç için bölgede şehirleşmenin artışı ile paralel olarak tarım alanlarının genişlediği gözlemlenmiştir. Bu faaliyetler esnasında bazalt sahaları işgal edilmiştir. Ayrıca göl ve çevresinde su artışının yaşandığı tespit edilmiştir. Kula çevresindeki bazaltlarda güney doğu ile kuzey batı yönlerinden işgal edildiği, Kaplan çevresindeki bazaltlarında ağırlıklı olarak kuzey olmak üzere doğu cephesinden işgal edildiği, Sandal çevresindeki bazaltlarının ise güney cephesinden işgale maruz kaldığı gözlemlenmiştir.

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Bu çalışmada, bölgedeki değişimlerin saptanması için LANDSAT uydusunun 1987 ve 2006 yıllarına ait düzeltmeleri yapılmış ve sınıflandırılmış uydu görüntüleri kullanılmıştır. Her iki yıla ait görüntüde belirtilen işlemler ayrı ayrı uygulanmıştır.

Bu çalışmada kullanılan görüntülerin çalışma esnasında karşılık geldiği toplam alanlar Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Çalışma yıllarına göre uydu görüntülerindeki toplam alan

Yıl	Yöntem/Sınıflandırma	Kapladığı Alan (ha)
1987	Klasik/KontROLSÜZ	94386,56
1987	Klasik/Kontrollü	94386,69
1987	Crosta/Kontrollü	94386,7
2006	Klasik/Kontrosüz	94327,27
2006	Klasik/Kontrollü	94327,14
2006	Crosta/Kontrollü	94327,27

1987 yılı ile 2006 yılları arasında yaklaşık 59 ha bir görüntü farkı oluşmaktadır. Bunun nedeni atmosferdeki soğurma, emme olabileceği gibi uyduların geçiş sırasındaki eğim farkları gibi çeşitli etmenleri sayabiliriz.

Geçen 19 yıllık süreç için bölgede şehirleşmenin arttığı buna paralel olarak tarım alanlarının genişlediği gözlemlenmiş, buna bağlı olarak bazalt sahaları işgal edilmiştir. Ayrıca göl ve çevresinde su artışının yaşandığı tespit edilmiştir.

Tüm bu veriler yorumlandığında Kula ve çevresindeki bazaltların 1987 ve 2006 yılları arasındaki 19 yıllık süreç içinde daraldığı, tarım ve şehirleşme alanlarının genişlediği tespit edilmiştir. Ayrıca barajdan kaynaklı olarak bölgedeki su hacmi ve sulak tarım alanları artmıştır. Artan bu şehirleşme ve tarım alanları insan faaliyetlerinin bir ürünü olduğundan bölgedeki nüfus değişimi incelenmiştir (Tablo 3.2).

Bölgenin gelişme yönlerine bakıldığında her yöne gelişim söz konusudur. Bu gelişimin nedenleri arasında, kent çeperlerinde bulunan çekici unsurlar bulunmaktadır. Bereketli tarım alanları, gelişen turizm sektörü, iklimin ılıman olması sürekli biçimde hem köylerinden hemde başka şehirlerden göç almasına sebep olmuştur. Ayrıca konumu geçiş

koridoru oluşturması çeşitli şehirlerle bağlantı yolları üzerinde bulunması da önemli bir etken olmuştur. Gelişme aksları çevredeki önemli şehirler ile olan karayolu bağlantıları boyunca görölmektedir. Ankara-İzmir karayolu boyunca artış geręekleřmiřtir. Kula bölgesinin 1979 yılında doğal sit alanı ilan edilmesi şehrin yol üzerinde ilerleyerek diğer alanlara doğru genişlemesini engellemiştir. Yapılan sınıflandırmalar sonucu bazalt alanlarının 1987, 2006 yılları arasında kapladıkları alanlar tespit edilmiştir (Tablo 3.3) verilmiştir. Yapılan kontrollü sınıflandırma çalışmalarının doğruluk yüzde sonuçları her iki yıl içinde %70'den fazla bir değere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.2. Kula bölgesi mevcut harita yıllarına göre nüfus hareketliliği (URL-6, 7, 8, 2014).

Demografik Değişim			Yıllık Turist Sayısı		
Yıl	Merkez (kişi)	Taşra (kişi)	Yıl	Yerli Turist Sayısı (kişi)	Yabancı Turist Sayısı (kişi)
1985	15045	23236	1993	58750	30413
1990	17208	30924	2000	104017	44869
2000	24217	23954	2005	134087	56853
2007	23863	24341	2007	181582	65501

Tablo 3.3. Yıllara göre yapılan sınıflandırma çalışmaları sonucu bazalt sahalarının kapladığı alan

	Klasik Sınıflandırma		Crosta Sınıflandırma
	Kontrollü S. (ha)	Kontrolsüz S (ha)	Kontrollü S. (ha)
<b>1987</b>	5911,31	15749,31	3226,42
<b>2006</b>	2452,41	6668,10	2521,17

Her üç methodla elde edilen sonuçlara göre, çalışmada bölgesindeki bazalt alanlarının azaldığını göstermektedir. Bu çalışmada kontrolsüz sınıflandırma verileri kontrollü sınıflandırma için altlık oluşturmuştur. alışmalar sırasında bazı alanların tam olarak sınıflandırılmadığının buna karşın bazalt alanlarının diğerlerine göre daha başarılı sınıflandığı tespit edilmiştir. Bu sınıflandırma çalışmaları içinde en başarılı olan sınıflandırma yöntemi ise Crosta yöntemi ile yapılan kontrollü sınıflandırma yöntemidir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kula ve çevresi bazalt yayılımlarının 1987-2006 yılları arasındaki 19 yıllık arazi kullanım değişimi iki farklı sınıflandırma yöntemi kullanılarak izlenmiştir. Değişimde özellikle kentsel ve tarım alanların değişimine dikkat edilmiş ve sonuçta bu değişimin bazalt/orman/yeşil alanlarına yönelik işgal bulgular elde edilmiş ve yorumlar yapılmıştır.

Uygulama aşamasında öncelikle görüntü koordinatlandırma ve iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Her iki farklı tarihli görüntü için iki farklı sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Her bir görüntünün sınıflandırılması sonucunda toplamda 4 doğruluk analizi tablosu elde edilmiştir. Bu analizler değerlendirildikten sonra, uygulanan sınıflama yöntemlerinden en uygun ve sağlıklı sonucun elde edildiği; doğruluk analizi tablolarına göre en yüksek değeri alan görüntülerin sınıflandırıldığı yöntem en uygun yöntem olarak seçilmiştir.

Klasik yöntem ile sınıflandırma sonucu, 1987 Eylül Landsat 5 TM RGB/432 sınıflandırılmış görüntüsünün doğruluk analizi değeri=%77,46, Kappa Katsayısı=0,7688; 2006 Eylül Landsat 7 ETM RGB/432 sınıflandırılmış görüntüsünün doğruluk analizi değeri=%77,46, Kappa Sayısı=0,7688'dir. Temel bileşenler analizi yöntemi ile sınıflandırma sonucu, 1987 Eylül Landsat 5 TM RGB/432 Crosta 1345 sınıflandırılmış görüntüsünün doğruluk analizi değeri=81,56; Kappa Sayısı=0,8109; 2006 Eylül Landsat ETM RGB/432 Crosta 1345 sınıflandırılmış görüntüsünün doğruluk analizi değeri=%75,05; Kappa Sayısı=0,7478'dir. Hem klasik kontrollü sınıflandırma hem de Crosta 1345 kontrollü sınıflandırma doğruluk analizleri başarılıdır. En yüksek değerlere sahip olan Crosta kontrollü sınıflandırma verilerine göre alanda ki bazalt miktarı, 19 yıllık süreç zarfında 705,25 ha azalmıştır.

Çalışmada arazi değişimi sadece fiziksel alan değişimi olarak tespit edilebilmiştir. Bu çalışma Kula bölgesindeki mevcut bazalt alanlarının gerçeğe yakın şekilde sonuçlar elde edilmesinde tek veri olamaz. Buna bağlı olarak sağlıklı yorumlar yapılamaz. Çünkü bölge, içinde birçok dinamiği birden barındırır. Nüfus yoğunlukları, demografik değerler, vb., değer yargılarının bilinmesi, incelenmesi gerekir. Ayrıca bölge için elde edilecek daha yüksek mekansal, zamansal, radyometrik çözünürlüklü uydu görüntüleri yanı sıra arazi ölçümleri yapılarak daha önce oluşturulmuş haritalar üzerinde de çalışmalar yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Abdelhamid, G. ve Rabba, I., 1994. An investigation of mineralized zones revealed during geological mapping, Jabal Hamra Faddan-Wadi Araba, Jordan, using Landsat TM data, International Journal of Remote Sensing, 15, 1495-1506.
- Açıkgöz, G., 2010, Yumurtalık Sulak Alan Sistemindeki Kıyı Değişimlerinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Tespiti. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 69s.
- Aşık, Ö., 2001 Detecting Landuse Changes at Urban Fringe Using GIS and Remote Sensing Technologies. Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 103s.
- Akbulut, G., 2014. Önerilen Levent Vadisi Jeoparkı'nda Jeositler, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 17, 1-38.
- Akça, M.D. ve Doğan, S., 2002. Sayısal Görüntülerde Ana Bileşenler Dönüşümü, Harita Dergisi, 129, 1-15.
- Akçay, N., 2012, Kula Volkaniklerinin Oluşumu ve Jeofizik Veri İzleri. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 87s.
- Aksoy E. , Çullu, M.A Ve Ergün, H., 1997, Bursa İlindeki Doğal Kaynaklardaki Olumsuz Değişmelerin Belirlenmesinde Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri Uygulamaları, 3. Uzaktan Algılama ve Türkiyedeki Uygulamaları Semineri. 16-18 Mayıs 1997. Türkiye Ulusal Fotogrametri Ve Uzaktan Algılama Birliği, Uludağ, Bursa, ISBN 975-409-119-6.
- Arpat, E. ve Bingöl, E. 1969. Ege Bölgesi Graben Sistemi Üzerine Düşünceler: MTA Enstitü Dergisi, 73, 1-9.
- Ayhan, E., Karlı, F. ve Tunç, E., 2003. Uzaktan Algılanmış Görüntülerde Sınıflandırma ve Analiz, Harita Genel Komutanlığı, Ankara, Harita Dergisi, 130, 32-46.
- Avdan, U., 2004., Ers-2 Sar Verisi ile Eskişehir Yerleşim Bölgesinin Kentsel Değişiminin İncelenmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2004, 112s.
- Bayram, B., Bayraktar, H., Helvacı, C., ve Acar, U., 2007. 20. Uluslararası Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Kongresi bildirisi, Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Anabilim Dalı.
- Baysal, D. 2006, Eskişehir Kentsel Yerleşim Alanının Farklı Yıllara Ait Fiziksel Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir, 79.

- Bozkurt, E. 2001a. Late Alpine Evolution Of The Central Menderes Massif, western Anatolia, Turkey, International Journal of Earth Sciences, 89, 728-744.
- Bozkurt, E. 2001b. Neotectonics of Turkey - a Synthesis, Geodinamica Acta, 14, 3- 30.
- Bozkurt, E., ve Oberhansli, R. 2001. Menderes Massif (western Turkey): Structural, Metamorphic And Magmatic Evolution – a Synthesis, International Journal of Earth Sciences, 89, 679-708.
- Bryant, R.G., 1996. Validated Linear Mixture Modeling Of Landsat TM Data For Mapping Evaporite Minerals On A Playa Surface: Methods And Applications, International Journal of Remote Sensing, 17, 315-330.
- Chavez, P.S., Berlin, G.L. ve Sowyer, L.B., 1982. Statistical Method For Selecting Landsat MMS Ratios, Journal Of Applied Photographic Engineering, 8, 1, 23-30.
- Cheng, K.S.I., Wei, C. ve Chang, S.C., 2004. Location Landslides Using Multi-Temporal Satellite Images, Advances In Space Research, 33, 296-301.
- Çoban, H.O., 2006, Uydu Verileri ile Orman Alanlarındaki Zamansal Değişimlerin Belirlenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 155s.
- Dewey, J.F. ve Şengör, A.M.C., 1979. Aegean And Surrounding Regions Complex Multiplate and Continuum Tectonics in a Convergent Zone, Geological Society American Bulletin, 90, 84-92.
- Denizdurduran, M., 2012, Uzaktan Algılama Yöntemleri ile Kahramanmaraş İli'nin Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş, 81s.
- Doğan, İ., 2008, Uzaktan Algılama Verileri İle Kıyı Çizgisi Değişiminin Zamansal Olarak Belirlenmesi: Alaçatı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 61s.
- Duran, C. ve Günek, H., 2007. Hazar Gölü Havzası Arazi Kullanımındaki Değişikliklerin Belirlenmesi (1956-2004), Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Elazığ, 31-52.
- Drury, S. A., 1993, Image Interpretation in Geology, 2<sup>nd</sup> ed., Chapman and Hall, London, 271 p.
- Ekercin, S. 2007 Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Tuz Gölü Ve Yakın Çevresinin Zamana Bağlı Değişim Analizi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, 182.
- Ercan, T., 1981, Kula Yöresinin Jeolojisi ve Volkanitlerin Petrolojisi, Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi, İstanbul, 165 s.
- Erdas, 1999. ERDAS field guide 5<sup>th</sup> ed., Atlanta.

- Erdas, 2001. ERDAS IMAGINE Expert Classifier Overview, Atlanta.
- Erdas, 2002. ERDAS IMAGINE Temel Yazılım (İşlem GIS), Atlanta.
- Eyidoğan, H. ve Jackson, J. 1985. A Seismological Study of Normal Faulting in the Demirci, Alaşehir and Gediz Earthquakes of 1969-70 in Western Turkey: 82 Implication for The Nature and Geometry of Deformation In The Continental Crust, Geophysical Journal of Royal Astronomical Society, 81, 569-607.
- Eyidoğan, H. 1988. Rates of Crustal Deformation in Western Turkey As Deduced From Major Earthquakes, Tectonophysics, 148, 83-92.
- Ferguson, R. L., L. L. Wood, ve D. B. Graham, 1993. Monitoring Spatial Change In Seagrass Habitat With Aerial Photography, Photogramm. Engineer Remote Sensing, 59,1033-1038.
- Frey, Marie - Luise. 2001. European Geoparks, Geological Heritage & European Identity-Cooperation For a Common Future, European Geoparks Network Magazine, November, 1, 4-6.
- Genç, L. ve Bostancı, Y.B., 2007. TROİA Milli Parkı Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Belirlenmesi, Tekirdađ Ziraat Fakóltesi Dergisi, 4, 1, 27-41.
- Genç, L., Kızıl, Ü., Arıcı, İ. ve 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, 28, 1, 10-18.
- Goosens, M.A. ve Kroonenberg, S.B., 1994. Spectral Discrimination of Contact Metamorphic Zones and its Potential for Mineral Exploration, Province of Salamanca, Spain, Remote Sensing Of The Environment, 47, 331-344.
- Griffiths, P.S., Curtis, P.A.S., Fadul, S.E.A. ve Scholes, P.D., 1987. Reconnaissance Geological Mapping and Mineral Exploration in Northern Sudan Using Satellite Remote Sensing, Geophysical Journal, 22, 225-249.
- Gupta, R.P., 2002, Remote Sensing Geology, 2<sup>nd</sup> Ed., Springer-Verlag Berlin Heidelberg Newyord, 655p.
- Gümüş, E., 2008, Yeni Bir Doğa Koruma Kavramı: UNESCO Jeoparklar Çerçevesinde Çamlıdere (Ankara) Fosil Ormanı Fizibilite Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, Samsun Ondokuzmayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, 129s.
- Hamilton, W.J., ve Strickland, H.E., 1840. On the geology of the Western part of Asia Minor, Transactions of the. Geological Society of London, 1-39.

- Huskainen, P. ve Pellikka, P.,2004. Change Detection of informal settlements using Multitemporal Aerial Photographs – the Case of VOI, SE-KENYA, Department of Geography, University of Helsinki, Helsinki, Finland, 85p.
- İderman, E., 2006, Salamis Antik Kenti ve Çevresinin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Tarihsel ve Güncel Arazi Kullanımları Yönünden İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 125s.
- Jackson, J.A., King, G.C.P. ve Vita-Finzi, C., 1982. The Neotectonics of The Aegean: an Alternative View, Earth And Planetary Science Letters, 61, 303–318.
- Jackson, J. ve McKenzie, D., 1984. Active Tectonics of the Alpine- Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan, Geophysical Journal - Royal Astronomical Society, 77, 1, 185–264.
- Jackson, J.A. ve McKenzie, D.P., 1988. Rates of Active Deformation in the Aegean Sea and Surrounding Regions, Basin Research, 1, 121–128.
- Jensen, J.R., 2000, Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective; Prentice-Hall Inc., USA, 544p.
- Kahya, O., 2005, Landsat Etm Verisi Kullanılarak Arazi Örtüsünün Expert Sistem Yöntemiyle Sınıflandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fenbilimleri Enstitüsü, İstanbul, 75s.
- Kargı, H. ve Sarı, N., 2006. Bigadiç Bor Yataklarının Landsat TM Görüntüleri ile Analizi, II.Uluslararası Bor Sempozyumu, 13-16 Eylül, 2006, İstanbul, Türkiye, s.1-7.
- Kazancı, N., 2001. Jeolojik miras üzerine, Mavi Gezegen, 4, 4 – 9.
- Kazancı, N, Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Şen, Ş., Varol, B. ve Saraç, G., 2004. Neogene tectono-sedimentary Development of the western Margin of the Çankırı Basin, central Turkey: reply to the comment of Kaymakçı 2003, Terra Nova 16, 163-165.
- Kazancı, N. 2006. Jeoparklar ve nitelikleri: Geçmisten Geleceğe Köprü Yanık Ülke, Kula Sempozyumu, Eylül 2006, Kula, Türkiye, s.73-81.
- Knepper, D.H. ve Simpson, S.L., 1992. Remote Sensing in Geology and Mineral Resources of the Altiplano and Cordillera Occidental, Bolivia, United States Geological Survey Bulletin, 1975, 47-55.
- Lillesand, T. M. ve Kiefer, R. W., 2000, Remote Sensing and Image Interpretation, Fourth Edition, The Lehig Press, New York, 250p.
- Mercan, N., 2009, Ankara Kuzey ve Batısındaki Jeositler ve Jeolojik Miras Unsurlarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 123s.

- Örmeci, C., 1987, Uzaktan Algılama (Temel Esaslar ve Algılama Sistemleri), Cilt 1, İTÜ Matbaası, İstanbul, 290s.
- Reis, S., 2008. Analyzing Land Use/Land Cover Changes Using Remote Sensing and GIS in Rize, North-East Turkey, Sensors 2008, 6188-6202.
- Richardson-Bunbury, J.M., 1996. The Kula Volcanic Field, Western Turkey: the Development of A Holocene Alkali Basalt Province and the Adjacent Normal Faulting Graben, Geological Magazine, 133, 275-283.
- Sabins, F.F., 1997. Remote Sensing-Principles and Interpretation, W.H. Freeman, NY., 494p.
- Sabins, F.F., 1999, Remote sensing for Mineral Exploration, Ore Geology Reviews, 14, 157-183.
- Settle, J.J. ve Drake, N.A., 1993. Linear Mixture Modelling and the Estimation of Ground Cover Proportions, International Journal of Remote Sensing, 14, 1159- 1177.
- Seyitoğlu, G ve Scott, B.C., 1991. Late Cenozoic Crustal Extension Basin Formation in West Turkey, Geological Magazine, 128, 155-166.
- Singh, A. ve Harrison, A., 1985 Standardized Principal Components, International Journal of Remote Sensing, 6, 883-896.
- Szymanski, D. L., 1998, A Strategy Improve Forest Cover Classification Accuracy in New York Using Landsat and Ancillary Data. Master Thesis, State University of New York, USA, 118p.
- Şengör, A.M.C., Şaroğlu, F. ve Görür, N. 1985, Strike-Slip Faulting And Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey A Case Study, Strike-Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation (Eds: Biddle, K.T. And Christie Blick, N.) Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub. 37 (In Honor Of J.C. Crowell), 227 264.
- Taymaz, T., Jackson, J.A. ve Mckenzie, D., 1991. Active Tectonics of The North and Central Aegeansea, Geophysical Journal of Interiour, 106, 433- 490.
- Tokçaeer M. 2000, Geochemistry of Kula Geothermal Area. MSc Thesis, Dokuz Eylül University Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir, 122p.
- Tokçaeer, M., Agostini, S. ve Savaşçın, M.Y., 2005. Geotectonic Setting and Origin of The Youngest Kula Volcanics (Western Anatolia), with A New Emplacement Model, Turkish Journal of Earth Sciences, 14, 145–166.
- Turoğlu, H., 2000, Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Temel Esasları, Acar Matbaacılık ve Yayıncılık Hizmetleri A.Ş. İstanbul, s246.

URL-1 <http://www.geoparkula.com/kula-jeoparki-tanitimi.aspx>. 20 Şubat 2014

- URL-2 [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php). 30 Mayıs 2013.
- URL-3 [http://www.nik.com.tr/content\\_sistem\\_uydu.asp?id=49](http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=49). 29 Mayıs 2013.
- URL-4 <http://www.spaceflightnow.com/news/n0307/27landsat7/>. 29 Mayıs 2013.
- URL-5 <http://www.trthaber.com/haber/dunya/nasa-uzayayeni-bir-uydu-gonderdi-74440.html>. 31 Mayıs 2013.
- URL-6 <http://www.manisakulturturizm.gov.tr/TR,73074/istatistikler.html>. 29 Kasım 2014.
- URL-7 [http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce\\_koy\\_nufus.php?ilceid=198855](http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce_koy_nufus.php?ilceid=198855). 29 Kasım 2014.
- URL-8 [http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce\\_belediye\\_nufus.php?ilceid=198855](http://www.yerelnet.org.tr/ilceler/ilce_belediye_nufus.php?ilceid=198855). 29 Kasım 2014.
- Uysal, K., 2004, Uzaktan Algılamada Landsat MSS ve Spot Xs Uydu Verilerinin Kullanımı İle Ayrıntılı Jeolojik Harita Alımı Ve Yorumu ;Dereboğazı (Isparta) ve Çevresi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 149s.
- Uzaktan Algılama Dokümanı (İŞLEM GIS), Atalanta, 2002.
- Vincent, R. K., 1997, Fundamentals of Geological and Environmental Remote Sensing, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 102-108p.
- Vogelmann, J. E., S. M. Howard, L. Yang, C. R. Larson, B. K. Wylie, ve Van Driel, J. N., 2001. Completion of the 1990's National Land Cover Data Set for the Conterminous United States, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 67, 650-662.
- Vural, A., Çorumluoğlu Ö. ve Asri, İ., 2012. Eski Gümüşhane (Süleymaniye) ve Yakın Çevresindeki Alterasyon Alanlarının Landsat Uydu Görüntüsü Kullanılarak Crosta Tekniği ile Araştırılması, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 1, 36-48.
- Yılmaz, A., 1996. Doğanın Ayrıcalıklı Alanları Milli Parklar, Bilim ve Teknik Dergisi, Aralık, 349, 69-72.

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Ardahan'da dünyaya geldi. İlk, orta ve lise eğitimini burada tamamladı. 2009 yılında Bülent Ecevit Üniversitesi (Zonguldak Karaelmas Üniversitesi) Maden Mühendisliğini bitirdi. 2011 yılında Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans çalışmasına başladı. Kars'da yaşamaktadır.